

早稲田大学大学院
環境・エネルギー研究科
博士学位論文

地域社会への貢献を目指した
温泉発電開発の条件に関する研究

**Research on Conditions of the Development
of Hot Spring Power Generation System
Aiming Regional Contribution**

2017年7月

早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科
エネルギー・環境政策研究

阿部 博光

目次

第1章 序論

1.1 本研究の背景	3
1.1.1 地熱エネルギー利用の現状	3
1.1.2 温泉発電と地熱発電の定義	6
1.1.3 温泉熱利用による地域社会への貢献の拡大	8
1.1.4 地熱発電との比較による温泉発電の地域優位性と課題	13
1.2 温泉発電に関する先行研究の整理	14
1.3 本研究の目的	16
1.4 本論文の構成	17

第2章 温泉発電開発の現状分析と課題検討

2.1 目的	22
2.2 温泉発電開発の現状	22
2.2.1 全国で稼働中の28温泉発電施設の現状分析	22
2.2.2 地熱利用における温泉発電の位置付け	25
2.2.3 温泉発電の技術的な歴史と価値	28
2.3 主要14事例の詳細分析	29
2.3.1 14事例への絞り込み	29
2.3.2 14事例の事業主体分類	30
2.4 14事例分析のための課題項目の検討と評価	35
2.4.1 課題項目の検討	35
2.4.2 14事例の課題項目毎の評価	37
2.4.3 14事例の評価から見えてきた事柄と2事例の選定	38
2.5 まとめ	40

第3章 地域社会に混乱が生じたケースとしての小倉地区の事例研究

3.1 目的	43
3.2 問題発生経緯とその原因	43
3.2.1 別府市に集中する温泉発電開発の現状と背景	43
3.2.2 小倉地区・住宅分譲地内で建設された温泉発電施設	46
3.2.3 民間企業が乱開発に至った経緯	47
3.2.4 小倉地区における温泉発電開発の4つの問題点	49
3.3 問題の解消方策分析	54

3.3.1	騒音被害・景観損壊への対処	54
3.3.2	熱排水による被害への対処	55
3.3.3	温泉資源の枯渇への対処	56
3.3.4	民間企業による乱開発への対処	57
3.3.5	4つの混乱要因の法規制面での対策検討	58
3.4	まとめ	59

第4章 地域への貢献を目指すケースとしての土湯温泉の事例分析

4.1	目的	63
4.2	震災・原子力発電所事故による土湯温泉の状況	63
4.2.1	土湯温泉の概要	63
4.2.2	震災・原子力発電所事故による被害と復興事業	64
4.3	土湯温泉の復興事業の詳細分析	66
4.3.1	土湯温泉の地域再生スキーム	66
4.3.2	土湯温泉バイナリー発電事業の関連法規制	68
4.4	土湯温泉のキーパーソンの役割	69
4.4.1	復興事業に関わる主要組織とキーパーソン	69
4.4.2	キーパーソン・加藤勝一氏の存在意義	71
4.5	土湯温泉復興事業の成果と課題	72
4.5.1	土湯温泉事業の経済的成果	72
4.5.2	温泉発電事業が「成功」した理由と残された課題	73
4.6	まとめ	74

第5章 地域社会へ貢献する温泉発電開発の条件分析

5.1	目的	78
5.2	「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件分析	78
5.2.1	法規制の「厳格化」からのアプローチ	78
5.2.2	温泉法の位置付けと大分県環境審議会温泉部会	80
5.2.3	法規制厳格化以外の手段による対処①	81
5.2.4	法規制厳格化以外の手段による対処②	83
5.2.5	「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件	84
5.3	「地域社会への貢献」のための条件分析	85
5.3.1	「地域への貢献」のための対処法①	86
5.3.2	「地域への貢献」のための対処法②	87
5.3.3	土湯温泉を教訓にした「地域社会への貢献」のための条件	88
5.3.4	温泉の「癖」を踏まえた地域貢献	89

5.4	まとめ	90
第6章 結論と今後の展望（地域社会への貢献を目指すための7つの条件）		
6.1	2事例分析で表出した「評価項目」	94
6.2	「評価項目」による14事例再分析	95
6.3	14事例再分析で「浮上したこと」と「表出した条件」	98
6.4	地域社会への貢献を目指す7つの条件	100
6.5	まとめ	102
参考文献		
	謝辞	105
		107

第 1 章

序論

第1章 序論

1.1 本研究の背景	3
1.1.1 地熱エネルギー利用の現状	3
1.1.2 温泉発電と地熱発電の定義	6
1.1.3 温泉熱利用による地域社会への貢献の拡大	8
1.1.4 地熱発電との比較による温泉発電の地域優位性と課題	13
1.2 温泉発電に関する先行研究の整理	14
1.3 本研究の目的	16
1.4 本論文の構成	17

図 1.1 地熱エネルギーの現状

図 1.2 温泉発電の開発動向

図 1.3 地熱発電の開発動向

図 1.4 「地熱発電」と「温泉発電」の違い

図 1.5 温泉熱利用の地域貢献拡大が見込める理由

図 1.6 温泉熱利用と地域社会の関係

図 1.7 地熱発電開発からみた温泉発電の課題

図 1.8 開発の現状と先行研究から浮上した温泉発電の課題

図 1.9 本論文の構成

表 1.1 温泉発電に関する先行研究

第1章 序論

1.1 本研究の背景

1.1.1 地熱エネルギー利用の現状

地球内部のマグマ活動がもたらす地熱は、地下から採取した熱水や蒸気を利用する形で古くから地域社会の貴重なエネルギー源としての役割を果たしてきた。特に地下の比較的浅い位置から取り出される温泉熱は、浴用、暖房、料理や温室栽培、食品加工、養殖、料理、木材乾燥、温水プールなどに利用されているほか、医療、保養、さらにはヒートポンプ技術による冷暖房などにも活用されている。また近年に至っては、地下深部にある地熱貯留槽からの高温・高圧の熱水や蒸気の大規模採取が可能となり、これは主として大規模地熱発電に利用されているほか、その余熱が温泉熱と同様に暖房や温室栽培、食品加工などに使われるようになった。さらに、2011年3月の東日本大震災の影響で起きた東京電力福島第一原子力発電所事故を受けて自然エネルギーが大きく注目されるようになると、地熱の有効利用についてもこれまで以上に関心が強まった。

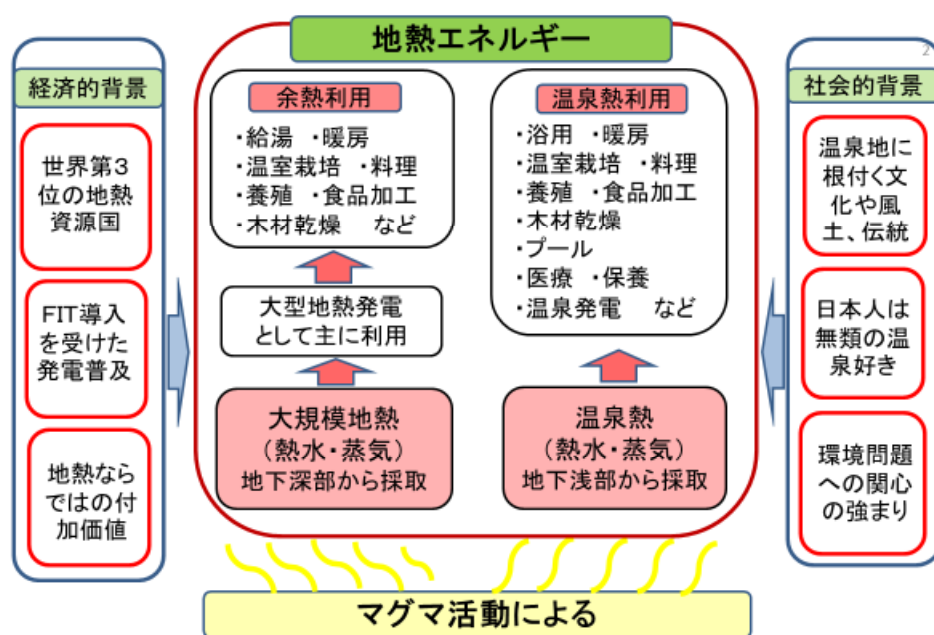


図1.1 地熱エネルギー利用の現状

また温泉熱利用の一環であり、中小規模地熱発電に分類される温泉発電については、2012年7月、自然エネルギーの普及促進を目的に定められた「電気事業者による再生可能エネルギー電気の調達に関する特別措置法」(いわゆる「再生可能

エネルギー固定価格買取制度（FIT）」、以下、「FIT」と略記する）が施行されたのをきっかけに普及に拍車がかかった。もともと温泉発電は、採算性の問題などから一部の大学や研究機関での開発途上の段階にとどまっていたが、東日本大震災・原発事故を受けての温泉バイナリー発電建設に関する規制緩和、さらに FIT の導入によって収益が十分見込めるようになったことから開発が急速に進んだ（図 1.2）。温泉発電は、1980 年に大分県別府市の杉乃井ホテルで設備容量 1,900kW⁽¹⁾の施設が建設されたのを初めに、1984 年には霧島国際ホテル（鹿児島県霧島市）で 100kW、1998 年に九重観光ホテル（大分県九重町）で 990kW がそれぞれ開発された⁽²⁾。いずれも高温の蒸気のみを利用するフラッシュ方式だった。その後、2000 年代に比較的低温でも発電可能なバイナリー発電の開発が進み、2016 年 12 月時点で 28 件、総設備容量 8,627.5kW に達した。

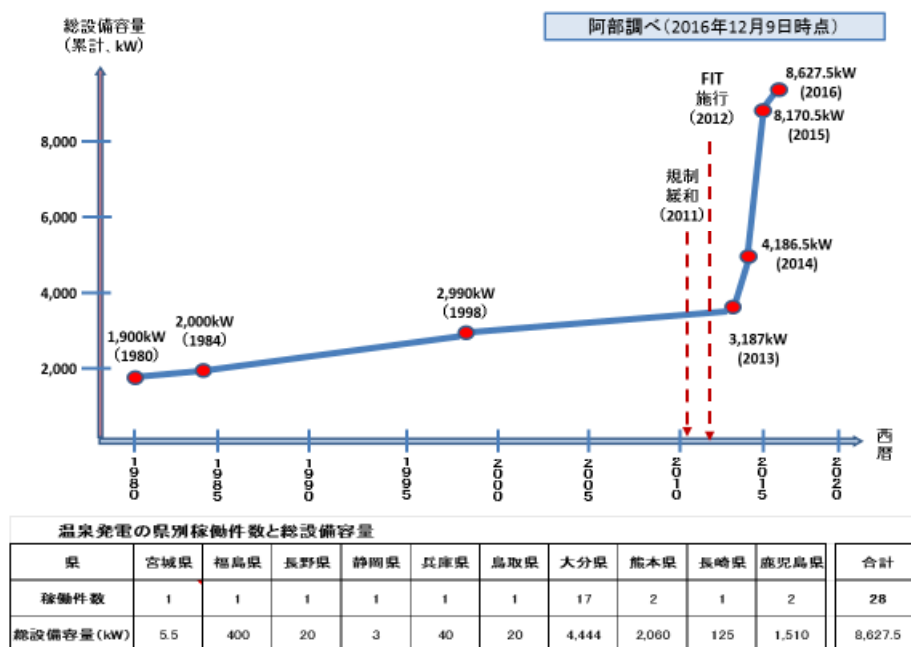


図1.2 温泉発電の開発動向

大分県別府市の場合、温泉発電の開発に適している場所が多いこともあって、県内外の企業がビジネスチャンスと見て参入を急いでいるのが現状である。このため大分県では、温泉発電を含む温泉熱利用全般が地域活性化の有効な手段になるとの期待も強まっている。温泉発電は、その地域において熱利用と一体的に開発されることが多く、地域社会とのつながりは必然的に強くなるといえる。そもそも日本人は無類の温泉好きであることで世界的にも有名である。温泉地には温泉をもとにした文化や風土、伝統が根付いており、温泉発電を含む温泉熱利用は地域に社会的な影響を与えやすい存在と考える。

これに対して大規模な地熱発電は、1966年に松川地熱発電所(岩手県八幡平市、現在の設備容量は2万2,500kW)で最初の商業運転が開始されて以来、九州、東北地方を中心に開発が進んだ。しかし、20世紀末に向けて頭打ちとなり、東京電力・八丈島地熱発電所(東京都八丈島町、3,300kW)が運転を開始した1999年3月以来、最近まで事実上新規には建設されていなかった⁽³⁾。これについては、日本が化石エネルギーの代替として原子力を選択し、地熱をはじめとする自然エネルギー開発が蚊帳の外に置かれたことも一因だった。さらに地熱特有の問題を抱えていたことも開発を大きく遅らせる要因となった。

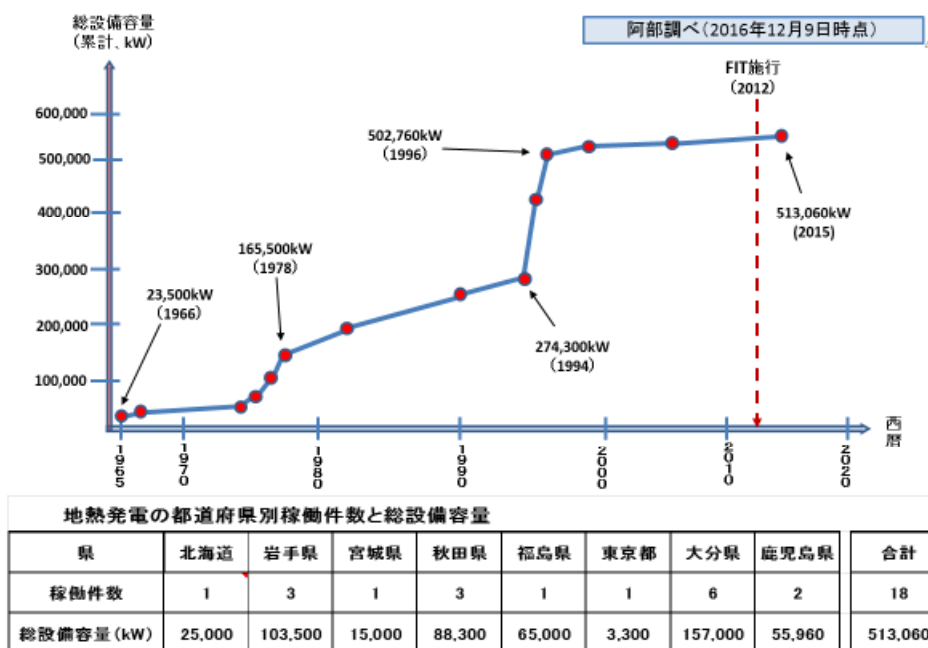


図1.3 地熱発電の開発動向

その特有の問題としてまず挙げられるのがリードタイム(調査開始から運転が開始されるまでの期間)が10年以上と長いことである。地質調査、地化学調査、調査用の井戸掘削などを行って地熱資源の可能性を掘り当て、さらに採算性、周辺環境への影響などを調べたあと、ようやく建設にこぎつけることができる。これに伴って初期投資など開発コストがかさむなどの難点も出てくる。次に、開発の対象となる多くの場所が国立公園の特別地域内にあることである。地熱資源が眠る場所の80%以上が制約対象地域にあたり、大型機械の搬入のほか掘削、樹木の伐採、地形の改変などを行う地熱発電施設は、風景や自然環境の保護のための工作物設置、木材伐採、土砂採取などを規制する自然公園法に反するため開発に着手できない状態が続いてきた。

しかし、福島県原発事故をきっかけに自然エネルギーの開発の機運が高まっ

たことを背景に規制緩和が進み、大規模な地熱発電所の建設も比較的進めやすくなった。例えばリードタイム問題に関しては、地熱発電開発の過程における「環境影響評価における国の審査期間について、火力発電所リプレースと同様に、短期目標（全体で 45 日程度に短縮）を明示した上で、実効的な審査短縮策を講じる」ことが決定される⁽⁴⁾など工期の短縮化が見込めるようになった。

また、国立・国定公園の開発規制についても、環境省は、地熱開発は「地域の持続的な発展にとっても大きな関わりのある行為と考えられる」との見解を示し、「温泉関係者や自然保護団体をはじめとする地域の関係者による合意形成が図られ、かつ当該合意に基づく地熱開発計画が策定されること」を前提に規制緩和の実施を決定した。特に環境省は、国立・国定公園の特別保護区では引き続き開発を認めない方針を示したものの、特別保護区に準ずる自然景観を有し、特別地域の中でも風致を維持する必要性が最も高い地域である「第 1 種特別地域」の開発について、公園区域外または普通地域からの傾斜掘削を「自然環境の保全や公園利用上の支障がなく、特別地域への地表への影響のないものに限り認めることができる」と条件付きで認めた(環境省が 2015 年 10 月 2 日に発表した報道機関向け資料「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」による)。

1.1.2 温泉発電と地熱発電の定義

温泉発電と地熱発電の違いに関しては明確な定義はない。英語圏の国々では、地下深部から採取して大規模発電に使えるような高温の資源である地熱と、浅部から採取され浴用を中心とした温水を資源とする温泉熱は同じ Geothermal という呼称が使われている。すなわち大規模地熱の資源と温泉資源は、ともに火山をもたらす地下のマグマの活動から熱を得ているという共通点があり、地球上の自然現象という観点をもとに判断すれば大規模地熱と温泉熱を区別する積極的な理由は見当たらないのである(新妻ら、2010)。

しかし、多くの先行研究では、その文献の中で「地熱と温泉」といった表現が示すように、双方を区別して使う表現が見受けられる。その一方、FIT に基づく各種自然エネルギーの分類については、経済産業省が導入容量・買取電力量・買取価格などを公表する際に「温泉発電」を「地熱発電」と同じ「地熱」の範疇として扱っており、広義的に「温泉」は「地熱」のひとつの呼称であるとの見解を示している。

筆者のこれまでの文献調査の結果、大規模地熱と温泉熱を区別するための明確な定義はみあたらず、多くの研究者があいまいながらも便宜上、大規模地熱と温泉を分けて使っていると判断した。しかし本論文は、地下深部から大量に採取し、主として発電用として利用される大規模地熱ではなく、温泉地に湧出する熱水・蒸気の一環利用として成り立っている温泉発電の開発が、地域社会に及ぼしてい

る経済的、社会的影響を論じることが目的であり、温泉発電とは何かを明確にするため大規模地熱発電との違いを明らかにする必要があると考える。よってこれまでの文献調査や事例研究による結果をもとに、以下のように「温泉発電」と「地熱発電」の違いを定義する。

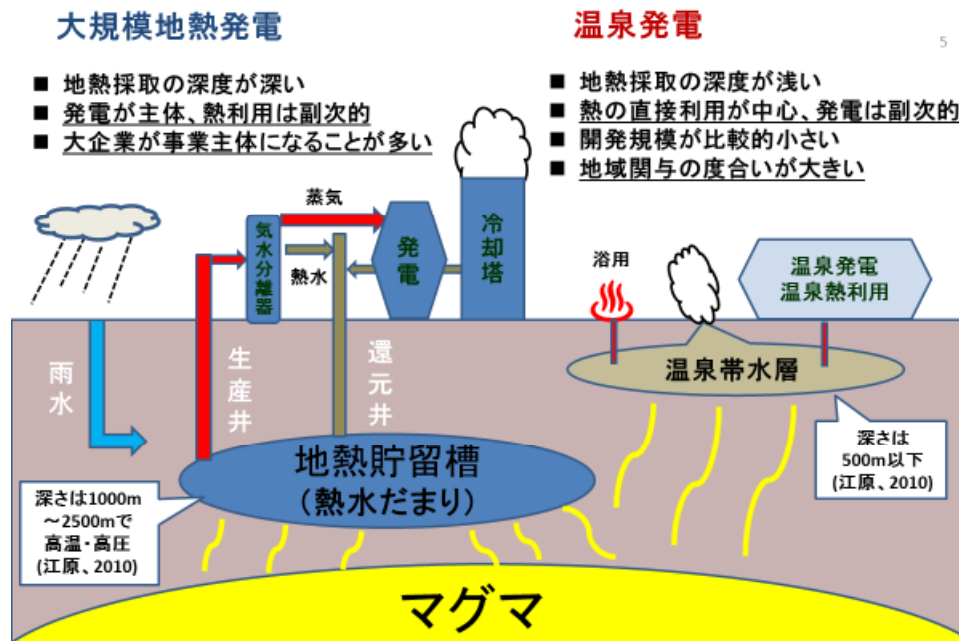


図1.4 「地熱発電」と「温泉発電」の違い

〔温泉発電〕

- ◆ 幅広い熱利用が中心であり、発電についてはその熱利用の一環として位置付けられる。
- ◆ 既に湧出している温泉を利用する。しかし普及が進むにつれて温泉発電に関しては新規の掘削も行われるようになった。また既存の源泉でも減衰がみられる場合、代替掘削（増掘）によって湧出の機能を増幅させて発電に利用するケースもみられる。
- ◆ 熱流体採取の深度は浅い。深さはおよそ 500m を下回る（江原、2010）。
- ◆ 開発規模が比較的小さいことから、地元企業や地域住民が関与する度合いが大きい。
- ◆ FIT に基づいて自然エネルギーの電力調達価格・調達期間を検討する経済産業省の「調達価格等算定委員会」は、規模によって買取価格を分ける判断として「ヒアリング結果で提示された出力規模別の発電コストを見ると、概ね 1.5 万 kW を境にスケールメリットの働き方が違ってくることから、1.5 万 kW 以上とそれ未満に区分することにした」と説明している⁽⁵⁾。これに基づ

き電力の 1kWh 当たりの調達価格は「1.5 万 kW 以上 = 26 円 + 税」、「1.5kW 未満 = 40 円 + 税」（調達期間はいずれも 15 年）と算定区分⁽⁶⁾されており、これに順じて本研究は「温泉発電」における出力規模は 1.5kW 未満とする。

〔地熱発電〕

- ◆地熱発電所に代表されるように大規模かつ高温・高圧な熱利用が求められるため、地下深部に存在する熱水だまり（地熱貯留槽）への大掛かりな掘削、熱流体の採取が必要となる。
- ◆地熱を採取する地点の深さはおよそ 1,000m から 2,500m (江原、2010)。
- ◆発電が中心で熱利用は副次的な場合が多い。
- ◆大規模な開発が必要になることから大企業が事業主体になることが多い。
- ◆固定価格買取制度に関する経済産業省「調達価格等算定委員会」の公表データから判断して「地熱発電」は、出力規模 1.5kW 以上とする。

1.1.3 温泉熱利用による地域社会への貢献の拡大

原子力や化石エネルギーの利用による開発が、エネルギー密度の高い大規模集中型であるのに対し、自然エネルギーは、その土地の太陽光・熱、風、水、バイオマス、地熱などの自然資源を利用する小規模分散型であり、必然的にエネルギー密度は低くなる(和田、2011)。このような理由から、自然エネルギーの開発は、その地域ごとの自然の特性に合わせて拠点を置くことになり、これは地域に開発・製造から保守・管理までの分野の産業を幅広く育成しなければならないことを意味する(大友、2012、pp.17-18)。すなわち、原子力、化石エネルギーから自然エネルギーへの移行が進めば、地域に新しい産業が芽生え、これが地域企業に変革と発展をもたらすことになる。

さらに地域の企業や住民は必ずしも資金を持ち得ないことから、資金力のある大手企業が自然エネルギー開発の主体になることが起きてしまいがちである(大友、2012、pp.20)。確かに、大手企業の進出は地域経済の活性化につながる。しかしそれは域外資本による開発に頼るだけの依存体質を作り出すことにもつながり、地域の産業構造も一部の業種に限定されたモノカルチャーへとシフトしていく。そのような地域になると、自ら地域おこしに立ち上がるような自主自立の精神をもった創造性豊かな人材が急速に失われていくことにもなる(飯田、2014)。また自然エネルギーの設置者が地域と無関係な企業である場合、利潤が優先されて住民への配慮に欠ける結果になってしまうケースが多く、これだと地域から反対や批判の声が強まることが多くなる(和田、2014)。

このような理由から、自然エネルギー開発は、地域ごとに存在するそれぞれの自然資源を取り入れて発電などに利用する「地産」が基本であり、仮に開発が地

域外の企業が主体となって一方的に進められ、地域にほとんど利益が還元されないのであれば、その開発に持続可能性があるとはいえず、そこには大企業による地場企業、地域住民への経済的・社会的配慮が不可欠になってくる。よって、自然エネルギー開発はむしろ地域企業が主体となるのが自然であり、このような時流が、地域の企業に変革と発展のチャンスをもたらしているといってもよいのではないか。

さらに、地元企業の育成が充実すれば、地域社会は自らの地域資源の魅力や経済力に自信を強め、それが住民たちのコミュニケーション強化、結束へと発展し、経済的、社会的両面で地域貢献につながると期待される。

特に、発電を含む温泉熱利用の地域社会への貢献に関しては、他の自然エネルギーにない付加価値を有しており、これが普及の後押しをすると注目されている。図 1.5「温泉熱利用の地域貢献拡大が見込める理由」に示されるように、温泉熱利用が持つ付加価値は、①地域社会の主体性をより発揮できる、②「地産地消」が可能なエネルギーとして適している、③単なるエネルギー利用だけでなく「見せる地熱」としての発展性を秘めている、④ポテンシャルが豊富である、の4点に分類することができる。

以下、この4点について詳細に説明する。

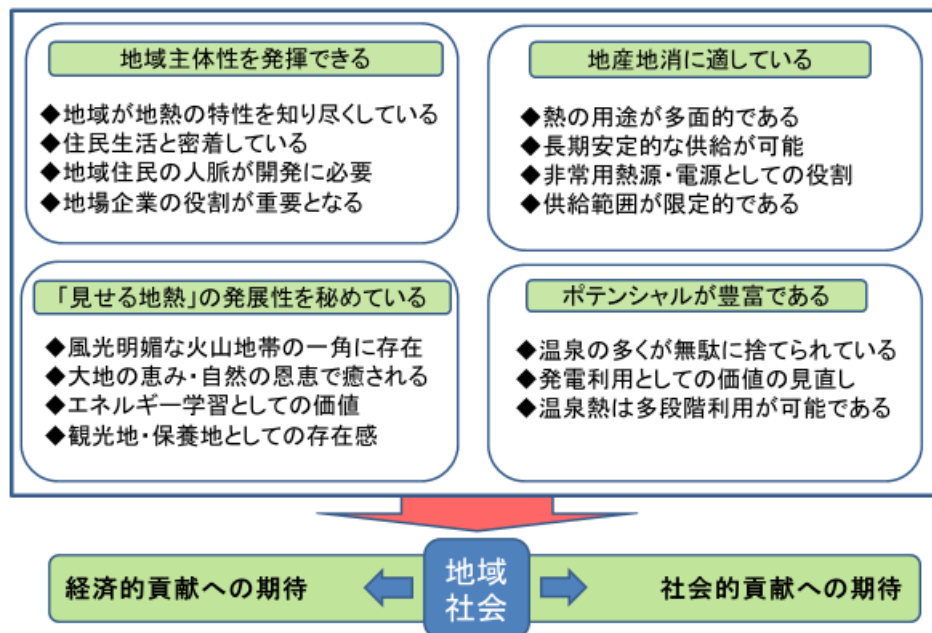


図1.5 温泉熱利用の地域貢献拡大が見込める理由

〔地域の主体性の発揮〕

温泉熱利用においては、開発主体と地域との密着の度合いが一段と強まってく

る。例えば、温泉熱は、その湧出場所によって温度、湯質、湧出量などが違って
くるだけでなく、気候などによって湧出の状況が変わるなど特性を持っているケ
ースも少なくない。そして、その地域に存在する温泉熱の特性を知り尽くしてい
るのは地元住民であるため、開発には住民の人脈が必要となってくるほか、地域
企業の役割も重要となる。すなわち、温泉熱利用に関する開発は地域が主体とな
って取り組むことになり、ひいては地場企業の育成、雇用の創出、資金の域内循
環など地域社会への経済的貢献を促す結果になると考えられる。

〔地産地消〕

温泉熱は地産地消のエネルギーに適している。このことは地域貢献の面で重要
である。温泉熱の直接的な利用は、その熱の特性から、送配電網を使って広域に
融通が可能な電気とは異なる。供給の範囲が限定的となるため、温泉熱を生産し
た地域内またはその周辺のみで消費されるケースが多い。すなわち温泉熱の多く
は地産地消が中心となり、必然的に地元の確実なエネルギー確保の手段として、
さらには災害時などの非常用としての役割を担うという地域貢献につながってい
る。特に温泉熱を発電として利用した場合、非常時に情報を入手・伝達するため
の携帯電話、ラジオなどの電源としての確保が保証されることになる。また温泉
熱は、浴用から暖房、料理、温室栽培など多方面にわたって安定的に消費される
形で地域社会に定着しているのも大きな特長である。

〔「見せる地熱」の発展性〕

ほとんどの温泉地は火山地帯の一角に集まっていることから、周辺は風光明媚
な観光地が多く、「火山＝地熱・温泉」との発想も相まって、温泉熱の存在は「見
せる（魅せる）地熱」として観光資源の発展性を秘めている。温泉につかると保
養効果があるのと同じように、温泉熱に接すると大地の恵み、自然の恩恵をひし
ひしと感ずることができ、体の内側からの癒し効果も生まれるとみられる。

国内の多くの地熱発電所は、PR施設や見学コースを設けているか、PR施設
などがなくても見学者を受け入れる体制を積極的に整えている。実際に、東日本
大震災や東京電力福島第一原子力発電所の事故のあと、自然エネルギーや、エネ
ルギーそのものの有効利用に対して国民の関心が強まり、これを受けて大分県玖
珠郡九重町にある八丁原地熱発電所の見学者が急増した⁽⁷⁾。

同様に温泉発電や様々な形の温泉熱利用に対しても関心が強まっており、温泉
熱利用を観光の売りものにしようとする施設が全国で増え続けている。すなわち、
温泉地が温泉熱利用によって付加価値を高めることができれば、地域住民自らが
有する資源の価値について再認識ができる。それが実現すると、観光客や訪問客
が増えて地域にお金を落とすという経済的な効果だけでなく、住民たちが地元の

魅力に対し誇りと愛着を持つようになり、より活力ある持続可能な地域社会へと発展していくことができる（浦島ら、2011）。また、温泉地の場合、住民の暮らしそのものが観光産業やその関連産業と深く関わることから経済的な利益を受ける一方で、人々の間には密接な社会関係も形成されていくのである（平岡ら、2011）。

確かに、温泉発電が単独で観光産業を通じた多大な貢献を地域にもたらすことは難しい。しかし、温泉発電が広範囲な温泉熱利用の一環として存在意義を見いだすことができれば、少なからず観光産業面でも貢献を果たすことができると予想される。

〔豊富なポテンシャル〕

多くの温泉地では、湧き出た熱水の大半が無駄に捨てられているほか、浴用に使ったとしても、それが高温であれば適温にまで下げるために温泉の流れる管を水道水で冷やしたり、熱湯を空気に直接触れさせる冷却装置を利用したりして、熱エネルギーを何ら利用することなくいたずらに放出させている。このような現状からすれば、温泉熱の有効活用の余地は十分に残されていると判断できる。

温泉発電については、発電の過程で温泉が汚染されることはないことから発電後の熱水をそのまま浴用や暖房、温室栽培などに利用できる。発電の過程で熱水を入浴の適温近くまで下げるといった効果もある。一般的に、温泉発電は既存の源泉から噴出する熱水・蒸気を使い、新たに井戸を掘削する必要がないことから、温泉の湧出に影響を及ぼすことはない。このように温泉熱が段階利用されることも地域における有効性のポテンシャルを豊富にさせる要素となっている。

以上を整理すると、図 1.6 が示すように、温泉熱利用の地域社会への貢献は経済的な側面と社会的な側面に分けることができる。

経済的貢献としては、温泉熱利用が地域の主体性を発揮できることによって地場企業が育ち、ひいてはこれが雇用創出、資金の地域内循環につながっていくことである。さらには、化石エネルギーなどによる熱ではなく、日本人にとって馴染みが深い温泉熱をもとに養殖や農業などの分野でブランド化を図ったり、観光産業に活用したりするなどの貢献が見込める。一方、社会的貢献としては、地域が主体となって開発されることによって地域社会の結束が強まって活力を生み、それが若者らの域外流出の阻止につながる。このほか、温泉熱が地域に根ざす安定資源であることから非常時の備えとしても貢献できる可能性がある。

さらに今後、温泉熱利用に関連する開発を進めるにあたって、温泉地が地域社会と相まってそれぞれ独自の温泉文化を形成していることに留意しなければならない。古くから育まれた地域の温泉文化や風習を、新たな温泉熱利用の開発が阻

害するのであれば、それは持続可能な開発とはいえない。新たな温泉熱利用は、温泉文化に浸透する形で発展していくことが必要と考えられる。日本の温泉の歴史は古く、既に『日本書紀』（720年）や『古事記』（712年）、『風土記』（8世紀）などに温泉の記述がされている。古代から温泉は医療を目的に利用されていたとみられ、現在も東北を中心に湯治の風習が根強く残っている。東北の一部湯治場では、なによりも温泉の品質や温泉地の環境が重視され、今でも大切に守られている（日本温泉科学会、2010）。

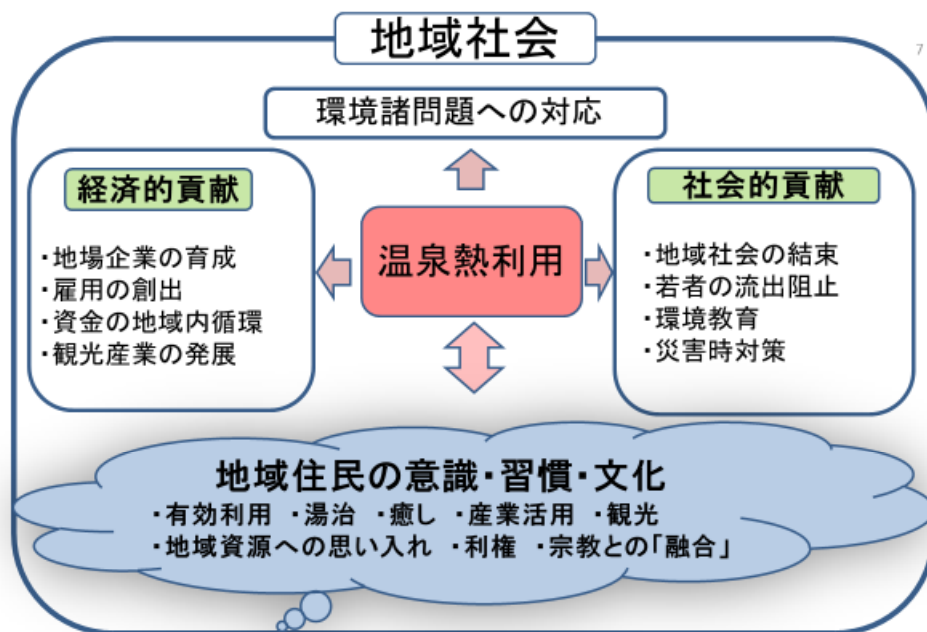


図1.6 温泉熱利用と地域社会の関係

もともと日本人は温泉と深く結びついている。2016年3月末時点で、全国の温泉地の数は3,155カ所、源泉数は2万7,214個に上る。また温泉宿泊施設数は1万3,108軒、年間の延べ宿泊利用者数は1億3,206万人⁽⁸⁾にも達し、日本国民1人が年1回は温泉につかるために宿泊するという計算になるなど、日本は世界の他の国に類をみないほどの「温泉大国」となっており、このようなことも独特の温泉文化や伝統が培われた背景にあると考えられる。

また、本来温泉地でない場所でも地下に温泉資源が存在するとみられるところに狙いを絞って温泉発電開発に乗り出す事業者も目立つようになった。域外の事業者が参入するケースも多く、この場合は、地域資源の保護、地域に対する透明性の確保、環境保全への配慮、関係法令の順守、行政との連携などを軽視すれば、地域社会への貢献どころか地域社会を崩壊する恐れすら出てくると思われる。

1.1.4 地熱発電との比較による温泉発電の地域優位性と課題

温泉発電の開発が地域社会に与える影響について論じるうえで、温泉発電のメリット、デメリットを整理する必要がある。このため地熱発電と地域社会との関係の現状を分析し、さらに温泉発電の場合と比較することでその特徴を浮かび上がらせることとした。

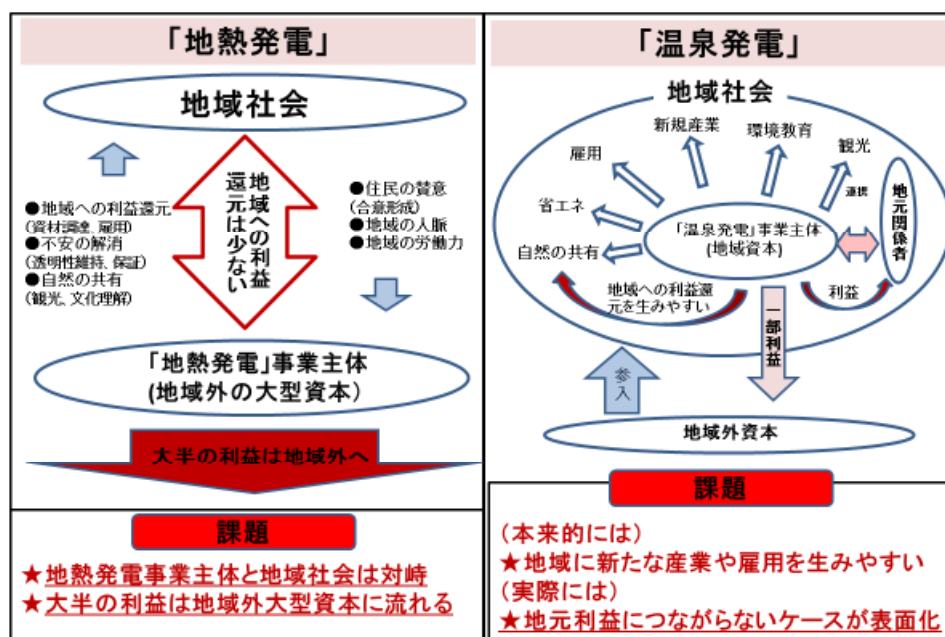


図1.7 地熱発電開発からみた温泉発電の課題

図 1.7 は、地域社会における地熱発電と温泉発電のそれぞれの位置付けと、そこで浮かび上がる課題を示した。

地熱発電の場合、工事の規模も大きくなることから地域外の大型資本が主体となって開発が進められるケースが多い。このため関係が悪化した場合、地域社会と事業主体は対峙する形で存在することになる。事業者側から地域社会に及ぼす影響、または与える不安としては、温泉湧出への影響に対する懸念に加えて、①環境汚染・自然破壊、②資源の独占などを挙げることができる。一方、地域社会が事業者に対して感じる不安・不満としては、①何をやっているかわからないという不透明感、②事業そのものに対する不信感・反発、③地元へ恩恵がないなどの利益の還元、④大企業による地元企業の不利益であり、さらには開発の是非をめぐって住民間の対立が生じるといった社会的影響もありうる。

よって開発事業者側にとって、地元との信頼性の構築、さらには地元への利益還元が必要となってくることとなり、①地域の資源採取に公平性が担保できているのか、②開発が地域社会への貢献につながっているのか、③開発が地域住民に

対して透明性を維持させているかなどへの配慮を土台とし、地域との共存を図ることが重要となる。

例えば、大分県九重町にある商業用3地熱発電所では、豊富な給湯、蒸し調理施設や共同温泉施設の建設・提供などによって地元旅館・ホテルや一般家庭への理解を求めようとしている⁽⁹⁾。さらに、定期検査、井戸の掘削作業などが数百人から3,000人規模で行われ、地元は作業員の旅館宿泊・食事などの面でも利益を享受している⁽¹⁰⁾。3地熱発電所のひとつであり発電規模が日本一を誇る九州電力八丁原発電所はPR館を整備して見学者を受け入れており、このことが透明性を維持させている。

しかし、利益の大半は参入した大型資本によって地域外に流れるのが通常であり、そうであれば地熱発電が地域社会にもたらす貢献度は必然的に低くなると考えられる。

これに対して温泉発電は、地域社会と対峙する形で存在する地熱発電と比べ、地域社会との間に軋轢が生じる度合いは小さいと考えられる。比較的小規模な源泉を利用することから発電規模は小さくなるため、地域資本が参入しやすく、ひいては地域に新たな産業や雇用を生みやすい環境をもたらすことになる。

その半面、温泉熱利用が地域社会の内部に入りこんだ形で開発が進むことから、利害関係者が複雑に絡んでくるほか、住民の意識や習慣、文化などに影響が及ぶことなどが予想される。一般的に生じやすい問題点としては、温泉地の中で開発されるため騒音や景観損壊、土壌汚染が挙げられる。また過度な開発が温泉資源そのものの存在を危うくしてしまう恐れがあることから温泉湧出への影響も懸念される。経済面では地域資源の独占や、域外・域内企業の利益優先姿勢による地元への利益還元不足、社会面では、事業者と地域住民との関係が疎遠となることで生じる不透明感の拡大、地域社会の混乱などが想定され、実際に地元利益につながらないケースも表面化している。

1.2 温泉発電に関する先行研究の整理

表 1.1 は、温泉発電開発における地域貢献に関して、様々な視点から行われた先行研究である。

村岡は、全国 3,687 個の温泉の湧出温度と湧出量のデータをもとに全温泉（2万 7,644 個）の温泉発電による総発電電力規模を推計した。そのうえで、温泉水の余剰温度を利用した“カスケード発電”の普及が、地熱開発と温泉開発の対立の構図を緩和させ、地熱エネルギー開発のブレークスルーになり得ると論じている。この研究成果については、推計で出された全国の温泉発電による総発電電力規模のデータが、現在、全国で稼働している温泉発電の総設備容量と対比させるのに大いに役立ったが、温泉熱利用全体について論じられていないことから、新

たに温泉熱利用関連のデータをもとに本研究を進める必要がある。

さらに村岡はその後の研究で、地熱資源を低温でも利用できるバイナリー発電技術の進歩によって温泉発電の可能性を指摘した。そのうえで、既存の温泉、新たに掘削する温泉資源の賦存量は発電容量にして 833 万 kW に達するとし、温泉発電の今後の重要性を論じている。この研究は、温泉発電システムの将来性を有望視させる成果を生んだものの、その意義と展望については、日本の温泉発電開発が世界の中でも「圧倒的に有利な立場にある」ことを指摘したものの、温泉地での具体的な普及処方や地域との関わりについて触れておらず、村岡が指摘した「バイナリー発電技術の進歩」と「豊富な賦存量」を踏まえて今後の発展性についての研究に取り組む必要がある。

表1.1 温泉発電に関する先行研究

研究題名	研究者	年度	概要
日本の地熱エネルギー開発凋落の現状と将来復活の可能性	村岡洋文 (弘前大学・北日本新エネルギー研究所)	2007	全国3687個の温泉の湧出温度と湧出量のデータをもとに全温泉(2万7644個)の温泉発電による総発電電力規模を推計した。そのうえで、温泉水の余剰温度を利用した“カスケード発電”の普及が、地熱開発と温泉開発の対立の構図を緩和させ、地熱エネルギー開発のブレークスルーになり得ると論じている。
温泉大国日本ならではの温泉発電システムの現状と将来	村岡洋文 (弘前大学・北日本新エネルギー研究所)	2011	地熱資源を低温でも利用できるバイナリー発電技術の進歩によって、温泉発電が可能となった現状下、既存の温泉、新たに掘削する温泉資源の賦存量は発電容量で833万kWに達するとし、今後の開発の重要性を論じている。
雲仙市小浜温泉における温泉発電プロジェクト	馬越孝道ら (長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科)	2012	小浜温泉の温泉発電プロジェクトを、一つの温泉地が一体となった全国でも稀な取り組みとして位置付け、地域の結束に至った経緯や観光振興への利用を含むモデル作りを訴えている。
温泉バイナリー発電の試み	秋田涼子 (日本経済研究所)	2013	温泉バイナリー発電導入のための課題としては、技術面でデータやノウハウの蓄積が必要としたほか、事業実施面で、温泉地の権利関係や利害関係、源泉の所有・利用状況の把握をしたうえで、その温泉地の事情に適したノウハウが求められると結論付けている。
温泉発電—温泉資源と共生する再生可能エネルギー	遠藤真弘 (国立国会図書館調査及び立法考査局農林環境課)	2014	温泉発電をめぐる課題として、①熱水・蒸気の安定供給、②冷却水の安定供給、③スケール対策を挙げた。さらに温泉発電を通じた地域活性化については、温泉発電を源泉所有者や発電事業者らの利害関係だけでなく、熱水利用、観光などを踏まえた総合的な温泉・地熱エネルギー利用事業として発展すれば地域活性化の新しい事業モデルになりうると指摘している。

馬越らは、長崎県雲仙市・小浜温泉の温泉発電プロジェクトを、温泉地が一体となった全国でも稀な取り組みとして位置付け、地域の結束に至った経緯や観光振興への利用を含むモデル作りの必要性を訴えた。この研究成果については、小浜温泉の事例を取り上げる際に、温泉発電が地域に及ぼす経済的、社会的貢献について参考になったが、発電以外の温泉熱利用についてはほとんど言及されておらず、また地域社会がどのように取り組んでいくのかについても明らかにされていない。

秋田は、温泉バイナリー発電導入のための課題として、技術面でデータやノウハウの蓄積を必要としたほか、実際に事業に取り組むにあたって、温泉地の権利関係や利害関係、源泉の所有・利用状況の把握をしたうえで、その温泉地の事情に適したノウハウが求められると結論付けた。しかし、その具体的なノウハウに

までは踏み込んでおらず、この点を本研究で追究することは重要だと考える。

遠藤は、温泉発電をめぐる課題として、①熱水・蒸気の安定供給、②冷却水の安定供給、③スケール対策を挙げた。さらに温泉発電を通じた地域活性化については、温泉発電を源泉所有者や発電事業者らの利害関係だけで見のではなく、熱水利用、観光などを踏まえた総合的な温泉・地熱エネルギー利用事業として発展すれば地域活性化の新しい事業モデルになりうると指摘した。しかし、地域活性化の事業モデルがどうあるべきかについては触れておらず、本研究で事業モデルを検討することは重要となる。

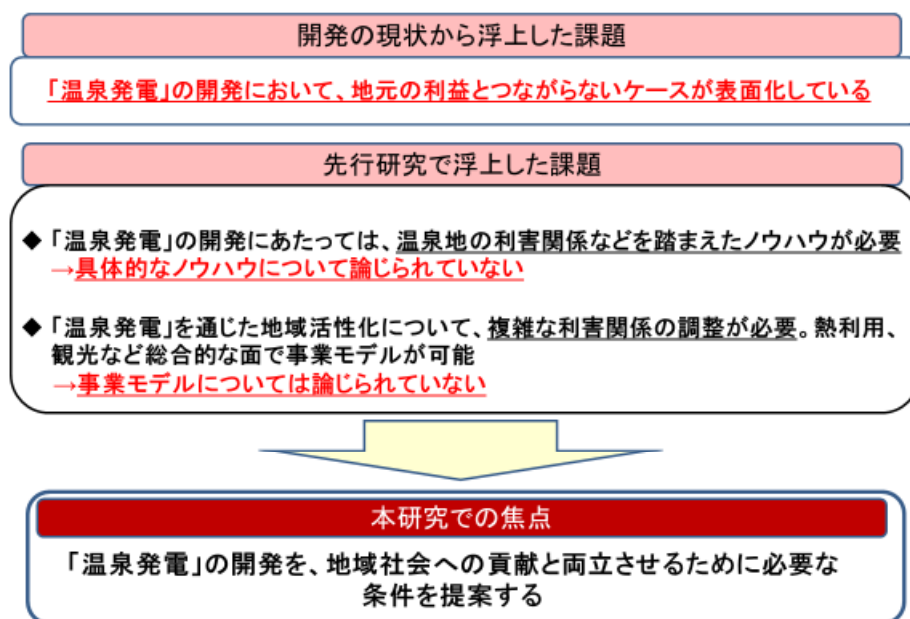


図1.8 開発の現状と先行研究から浮上した温泉発電の課題

温泉発電に関する先行研究では、ほとんどが温泉発電の将来性に期待を寄せたうえで、開発のノウハウや事業モデルなどの充実が重要としている。しかし、いずれも具体的な方策の検討には至っていない。さらには、大規模な地熱開発とは異なり、小規模な温泉発電は地元の利益を生みやすいという特長そのものや、そのメリットを生かした地域貢献の条件、手法には踏み込んでいない。温泉発電の開発の現状では、地元の利益とつながらないケースが表面化しており、本研究ではこれらの点を掘り下げたうえで、温泉発電の開発を、地域社会への貢献と両立させるために必要な条件を提案する。

1.3 本研究の目的

本研究は、温泉発電が地域社会への貢献を行う手段として有効であるとの観点

をもとに、地域貢献と両立させるために必要な温泉発電開発の条件を広範囲な温泉熱利用を視野に入れながら検討し、提案することを目的とする。温泉発電が地域社会への貢献につながると判断する根拠として以下の3点を挙げることができる。①現在余っている温泉や熱をそのまま発電に利用でき、さらに二次三次利用へとつなげることができる、②太陽光や風力のように天候に左右されないことから非常時の電源として確保ができる、③地域の主体性を発揮することが可能なうえ地産地消に適しているなど新たな地域活性化の手段として期待できる。

しかし、現在行われている温泉発電開発は地域活性化にほとんど結び付いておらず、このままでは開発が行き詰まってしまう恐れが出ている。その原因としては、FITを背景とした売電収入目当てによる利益優先の開発が行われ、結果的に地域の環境破壊、温泉資源への懸念、さらには事業者と住民の間に軋轢が生じるケースが表面化したことが挙げられる。さらには、地域住民が開発に参加しやすい状況にないことや、発電と温泉熱利用がうまく結び付いていないことも背景にあると思われる。

本研究では、そういった地域社会への混乱を解消するための条件や、地域社会への貢献を満たすための条件を探ることを目的に、持続可能な温泉発電の普及を阻害する要因を突き止め、その対応策を検討し提言する。現在、温泉発電は、開発が限定的な状況のままで終わってしまうのか、それとも開発に弾みをつけることができるのか、その分岐点にあるとみられる。そのような現状の下で、地域社会への貢献を目指した温泉発電開発の条件を見いだすことは重要だと考える。

1.5 本論文の構成

本論文は、6章から構成される（図 1.9）。

第1章では、本研究の背景、目的、必要性を明らかにするとともに、温泉発電開発が地域社会への貢献をもたらすための条件についての先行研究がほとんど行われていないことを示し、本研究の意義と独自性を明確にした。

第2章は、全国で稼働中の温泉発電施設28カ所の現状整理を実施したうえで、事業主体や地域との関わりの多様性を考慮して代表的な14事例を抽出した。この14事例については、民間企業、旅館・ホテル、行政、住民主体組織の4つの事業主体に分類し、それぞれ自然・環境、経済、社会の分野で課題項目を作成して評価した。そのうえで、詳細な事例研究対象として「地域社会に混乱が生じたケースとしての別府温泉・小倉地区」、「地域社会への貢献を目指したケースとしての土湯温泉」2つに絞り込み、第3章、第4章の事例研究につなげた。

第3章は、別府温泉・小倉地区の事例研究を行った。地元の民間企業が利益を優先するあまり、住宅地に多くの温泉発電施設を建設し、①騒音被害・景観損壊、②熱排水による環境・農業被害、③温泉資源の枯渇懸念、④乱開発による住民と

(注)

1. 杉乃井ホテル温泉発電施設の稼働当時の設備容量は 3,000kW だったが、その後の減衰により現在は 1,900kW となっている。
2. 杉乃井ホテル、霧島国際ホテル、九重観光ホテルの発電施設についてはこれまで「地熱発電」と呼ばれていたが、地熱採取の深度が比較的浅いことや採取の場所が温泉地の中心部であることなどから、本研究では「温泉発電」の範疇として扱うことにした。
3. 九州電力八丁原発電所がフラッシュ方式で利用できなくなった温度の地熱資源を利用して 2006 年にバイナリー発電施設（設備容量 2,000kW）を稼働させた。
4. 2013 年 6 月 14 日に閣議決定された「規制改革実施計画」による。
5. 経済産業省の調達価格等算定委員会が 2012 年 4 月 27 日に提出した「平成 24 年度調達価格及び調達期間に関する意見」による。
6. 調達価格等算定委員会が決定した 2016 年度の価格。制度スタート時点から価格は変更されていない。
7. 九州電力大分支店 HP「八丁原発電所 見学者累計 200 万人達成について」
http://www.kyuden.co.jp/company_outline_branch_oita_press_2012_120924.html (2016.9.10 アクセス)。2011 年 3 月に福島原子力発電所事故が起きた翌年度（2011 年度、2011 年 4 月 - 2012 年 3 月）は訪問者数が 51,329 人にのぼり、2010 年度の 33,017 人から急増するなど、国民の自然エネルギーに対する関心が強まったことを示す結果となった。
8. 環境省「2015 年度温泉利用状況」（2016 年 3 月末現在）による。
9. 九重町湯坪地区、滝上地区、九重町役場でのヒアリングによる。
10. 滝上発電所、九重町役場でのヒアリングによる。

第 2 章

温泉発電開発の現状分析と課題検討

第2章 温泉発電開発の現状分析と課題検討

2.1	目的	22
2.2	温泉発電開発の現状	22
2.2.1	全国で稼働中の28温泉発電施設の現状分析	22
2.2.2	地熱利用における温泉発電の位置付け	25
2.2.3	温泉発電の技術的な歴史と価値	28
2.3	主要14事例の詳細分析	29
2.3.1	14事例への絞り込み	29
2.3.2	14事例の事業主体分類	30
2.4	14事例分析のための課題項目の検討と評価	35
2.4.1	課題項目の検討	35
2.4.2	14事例の課題項目毎の評価	37
2.4.3	14事例の評価から見えてきた事柄と2事例の選定	38
2.5	まとめ	40

図 2.1	稼働中の「温泉発電」分布図
図 2.2	稼働中28温泉発電施設の分析
図 2.3	地熱利用における「温泉発電」の位置付け
図 2.4	温泉熱のカスケード利用例（秋田県旧雄勝町の例）
図 2.5	「温泉発電」の技術的な歴史と価値
図 2.6	14事例への絞り込みに向けての着目点
図 2.7	絞り込んだ14事例（17施設）
図 2.8	14事例の評価から見えてきた事柄

表 2.1	全国で稼働中28温泉発電施設の詳細
表 2.2	温泉熱利用の現状：別府市の種類別一覧と利用率
表 2.3	14事例の事業主体分類
表 2.4	事例分析のための課題項目の検討
表 2.5	14事例課題項目毎の評価

第2章 温泉発電開発の現状分析と課題検討

2.1 目的

第2章は、全国で稼働中の温泉発電施設28カ所の現状を分析した。その分析結果は、第3章以降で詳細分析する事例の抽出に活用した。まず、温泉発電の地熱利用における位置付け、技術的な課題など基本的な現状を確認したうえで、温泉発電の事業主体を「民間企業」、「旅館・ホテル」、「行政」、「住民主体組織」の4つに分類する過程で14事例に絞り込み、ここで表面化した課題を「自然・環境」、「経済」、「社会」の3側面で評価分析を行うこととする。さらに「14事例の評価から見えてきた事柄」について検証を行い、本研究が目的とする「地域社会への貢献を目指した温泉発電開発の条件」を引き出すことができる2事例を選定することとした。

2.2 温泉発電開発の現状

2.2.1 全国で稼働中の28温泉発電の現状分析

図2.1は、2016年12月9日時点の全国で稼働中の28温泉発電施設の分布図である。28件の中で22件が九州で稼働しており、そのうち大分県が17件を占めている。さらには、この中の14件が別府市で稼働しているのが大きな特徴である。このほか熊本県に2件、鹿児島県に2件の温泉発電施設が点在している。

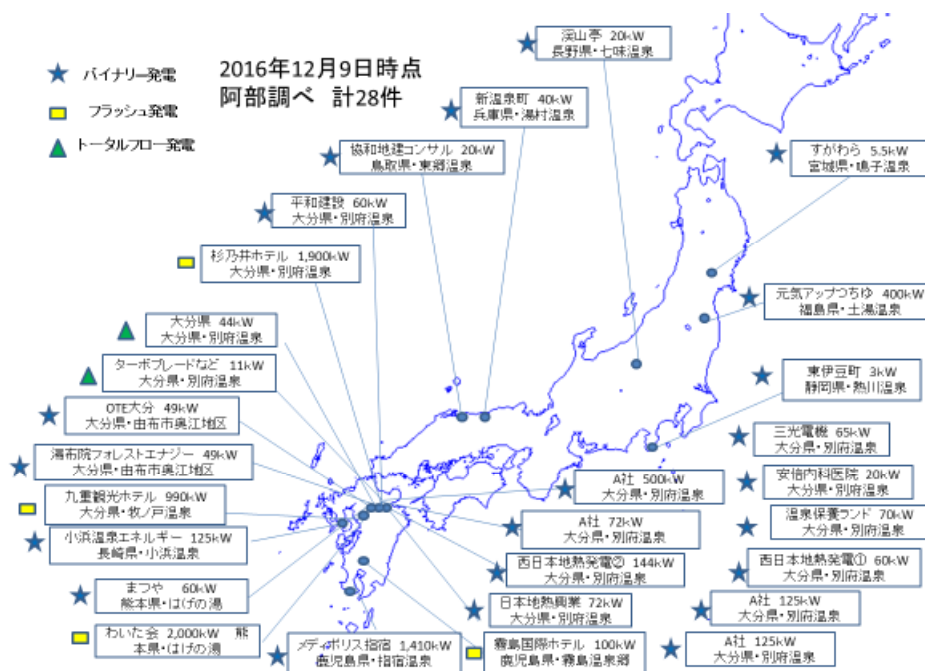


図2.1 稼働中の「温泉発電」分布図

設備容量でみると、温泉発電 28 施設の総設備容量 8627.5kW のうち 94.3%にあたる 8,139kW が九州に集中している。九州における設備容量の割合を温泉地別でみると、別府温泉⁽¹⁾が 41%という圧倒的な割合であり、次いではげの湯（熊本県小国町）の 26%、指宿温泉（鹿児島県指宿市）の 17%、牧ノ戸温泉（大分県九重町）の 12%の順となっている。

発電方式別では地熱流体の蒸気のみを利用するフラッシュ方式が 4 件あり、これは 2000 年以前に九州の 3 ホテル（杉乃井ホテル、霧島国際ホテル、九重観光ホテル）で建設された発電施設と、2015 年稼働を開始したはげの湯の施設となる。

都道府県	温泉地	事業主体	発電方式・メーカー	設備容量	稼働年月
宮城県大崎市	鳴子温泉	旅館すがわら	バイナリー発電(アネスト岩田)	5.5kW	2014年12月
福島県福島市	土湯温泉	(株)元気アップつちゆ	バイナリー発電(米オーマツ)	400kW	2015年11月
長野県高山村	七味温泉	ホテル溪山亭	バイナリー発電(IHI)	20kW	2014年4月
静岡県東伊豆町	熱川温泉	東伊豆町	バイナリー発電(アルバック理工)	3kW	2014年3月
兵庫県新温泉町	湯村温泉	新温泉町	バイナリー発電(IHI)	40kW(2基)	2014年4月
鳥取県湯梨浜町	東郷温泉	協和地建コンサルタント	バイナリー発電(IHI)	20kW	2015年6月
大分県別府市	別府温泉・小倉地区	A社	バイナリー発電(神戸製鋼所)	72kW	2013年1月
	別府温泉・小倉地区	A社	バイナリー発電(アクセスエナジー)	500kW(4基)	2014年8月
	別府温泉・小倉地区	A社	バイナリー発電(アクセスエナジー)	125kW	2016年6月
	別府温泉・小倉地区	A社	バイナリー発電(アクセスエナジー)	125kW	2016年6月
	別府温泉・小倉地区	アベメディカル	バイナリー発電(IHI)	20kW	2016年1月
	別府温泉・小倉地区	三光電機	バイナリー発電(エレクトラサーモ)	65kW	2016年4月
	別府温泉・堀田地区	西日本地熱発電	バイナリー発電(神戸製鋼所)	144kW(2基)	2014年3月
	別府温泉・湯山地区	西日本地熱発電	バイナリー発電(神戸製鋼所)	144kW(2基)	2014年10月
	別府温泉・竹之内地区	日本地熱興業	バイナリー発電(神戸製鋼所)	72kW	2014年7月
	別府温泉・南立石地区	平和建設	バイナリー発電(IHI)	60kW(3基)	2015年4月
	別府温泉・明礬地区	HTBエナジー	バイナリー発電(神戸製鋼所)	72kW	2016年9月
	別府温泉・亀の井地区	日本地熱興業	トータルフロー(ターボブレード)	11kW	2014年11月
	別府温泉・鉄輪地区	大分県	トータルフロー(ターボブレード)	44kW(2基)	2015年3月
別府温泉・観海寺地区	杉乃井ホテル	シングルフラッシュ(富士電機)	1900kW	1980年11月	
大分県九重町	牧ノ戸温泉	九重観光ホテル	シングルフラッシュ(三菱重工)	990kW	1998年4月
大分県由布市	奥江地区	湯布院フォレストエナジー	バイナリー発電(神戸製鋼所)	50kW	2015年5月
大分県由布市	奥江地区	OTE大分	バイナリー発電(神戸製鋼所)	50kW	2016年11月
長崎県雲仙市	小浜温泉	小浜温泉エネルギー	バイナリー発電(アクセスエナジー)	125kW	2013年4月
熊本県小国町	はげの湯	旅館まつや	バイナリー発電(IHI)	60kW(3基)	2014年5月
熊本県小国町	はげの湯	合同会社「わいた会」	シングルフラッシュ(東芝)	2000kW	2015年1月
鹿児島県指宿市	霧島温泉	霧島国際ホテル	シングルフラッシュ(富士電機)	100kW	1984年2月
鹿児島県指宿市	指宿温泉	メディポリス指宿	バイナリー発電(米オーマツ)	1410kW	2015年2月

(注)1980年代から1990年代にかけて3ホテルで建設された「地熱発電所」も発電の特徴などから判断して温泉発電の範ちゅうに入れた小倉地区で稼働中の6件のうち4件については事実上の事業主体であるA社を提示した

温泉発電施設で最も多い発電方式は、沸点の低い媒体を温泉と熱交換して気化

させ、その蒸気の勢いでタービンを回転させるバイナリー発電である。2013年11月に別府市小倉地区で、FITを適用させたバイナリー発電としては最初となる施設が稼働を開始し、2016年11月までに稼働した発電施設は合計22件に達した。このような流れからみてもわかるように、バイナリー発電が温泉発電の主要方式として定着しつつある。また、各発電施設の設備容量は1,410kW（鹿児島県指宿温泉）から3kW（静岡県熱川温泉）と幅があるものの、指宿温泉と土湯温泉（福島県、400kW）の2件を除けばいずれも125kW以下と小規模である。指宿温泉と土湯温泉の発電施設を含めても、全バイナリー発電施設22件（32基）の装置1基あたりの設備容量平均は約112kWにとどまっている。

このほか大分県別府市では、温泉井からの熱水と蒸気をそのまま2種類のタービンで回転させて発電する熱水蒸気発電（トータルフロー方式）が2件稼働中である。この方式は大分県の地場企業連合によって共同開発され、「湯けむりの街・別府」で誕生したことから通称「湯けむり発電」と呼ばれる。

全国の温泉発電のポテンシャルについては、設備容量規模で推定72万1,800kWに達する（村岡、2007）ものの、2016年12月時点で導入されている温泉発電全体の設備容量は9,000kWにも満たず、導入余地はかなりあると判断できる。



図2.2 稼働中28温泉発電施設の分析

さらに、これら28件・13温泉地の温泉発電施設を分析した結果、3つの大きな特徴を有することがわかった。

まず温泉発電が導入されている温泉地は、温泉熱の資源量、すなわち湯量が豊

富である。温泉発電の温度は最低 70℃以上が必要であり、各温泉地は湯量とともに高温の温泉を確保していることになる。これは、発電を含む多様な熱利用、熱開発が可能であることを意味し、ひいては地域社会への貢献に結び付きやすい状況だといえる。

次に温泉地・地区ごとによって温泉熱の活用形態が違っていることである。温泉発電も各温泉地・地区でフラッシュ、バイナリー、トータルフローとそれぞれ異なる方式を採用しているほか、発電規模も違っている。さらに、発電後の温泉、または発電の際に分離した熱水はほとんどの温泉地で浴用として二次利用されており、さらに温室栽培や養殖などの三次的に利用するところも少なくない。これらは温泉の湧出量、湯質、温度によって活用形態が異なるほか、地理、気候、文化などの地域特性、政策、そこに存在する利害関係者によっても左右されている。これは発電を含む温泉熱利用は地域に即した開発が可能であることを意味し、地域が主体となって開発が行われれば地域社会への貢献により結び付きやすくなる。

最後に、バイナリー発電が温泉発電の主要方式として定着しつつあることからわかるように、発電の設備容量が小規模化してきている。これは地域資本が参入しやすく、地場産業の育成や地元雇用を生みやすい環境が提供されつつあることを意味する。よって地域主体の開発の可能性が広がり、これが地域社会への貢献へと結び付いていくと予想される。

2.2.2 地熱利用における温泉発電の位置付け

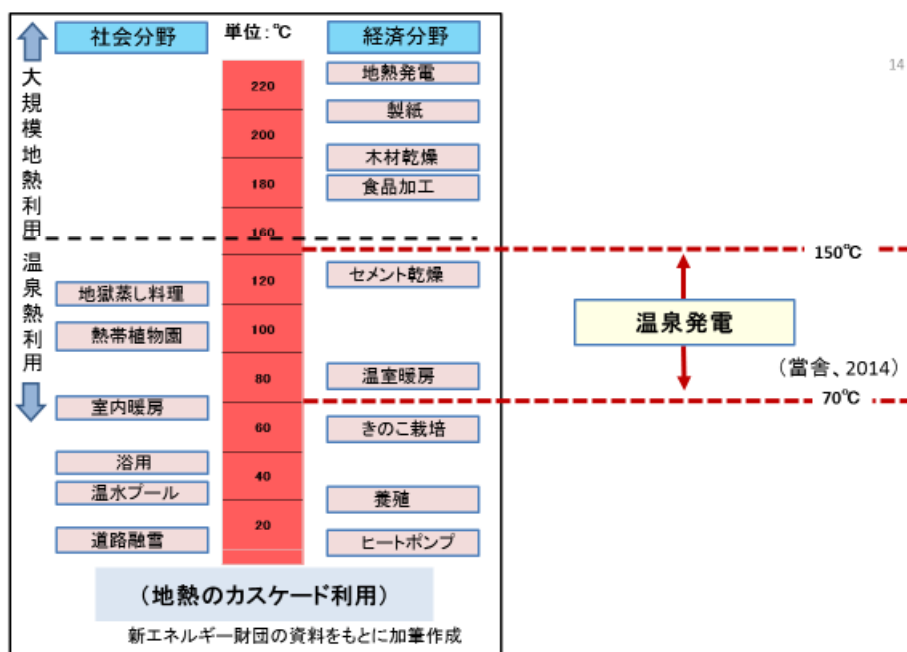


図2.3 地熱利用における「温泉発電」の位置付け

図 2.3 は、地熱利用における温泉発電の位置付けを整理したものであり、地熱が効率よくカスケード利用された場合を示した。温泉発電についてはバイナリー発電の場合、理論的には 53℃以上の地熱資源を利用すれば発電が可能であるものの、発電の効率を考慮すれば現実的には 70℃以上が必要であり、温泉発電の適正温度を 70℃以上、150℃以下とした（當舎、2014）。

カスケード利用全体を経済分野でみると、地熱利用は 220℃前後の大規模地熱発電から始まり、温度が下がるにしたがって製紙、木材乾燥、食品加工、セメント乾燥、温泉発電、温室暖房、きのこ栽培、養殖、ヒートポンプの段階利用が可能となる。また社会分野でも 100℃前後の熱を利用した料理（地獄蒸し料理）から順に熱帯植物園、室内暖房、浴用、温水プール、道路融雪などに活用できる。

さらに他の自然エネルギーにない地熱特有の付加価値としての活用として、医療や保養、観覧のほか、硫黄採取、湯の花採取などを挙げることができる。このような総合的かつ段階的な地熱利用によって、エネルギーの地産地消を図ることができたり、温泉文化が形成されたりする。そして地熱の総合利用は地域社会の主体性を発揮することにもつながると考えられる。

しかしその一方で、日本の温泉地での実際の温泉熱利用の比率をみると、浴用には多く利用されるものの、温泉発電を含めて効率よくカスケード利用を行うのは難しいことがわかる。表 2.2 は、大分県の温泉利用状況報告書（2015年3月時点）をもとに温泉湧出量が日本一を誇る別府市の温泉熱利用の現状について、種類別、利用源泉数、利用比率をまとめたものである。

表2.2 温泉熱利用の現状：別府市の種類別一覧と利用比率		
(大分県の「温泉利用状況報告書」(2015年3月31日時点)をもとに作成)		
温泉熱利用の種類	利用源泉数 ⁽⁴⁾	利用比率 ⁽⁶⁾
浴用・飲用	1,699	93.9%
農業園芸	50(35)	2.8%
湯の花 ⁽¹⁾ 採取	24(1)	1.3%
温泉発電 ⁽²⁾	18(15)	1.0%
観覧用 ⁽³⁾	12(4)	0.7%
暖房	6(3)	0.3%
合計	1,809 ⁽⁵⁾	100.0%

〔注〕
 (1)天然の温泉成分で入浴剤として使用される
 (2)元の報告書の表記は「地熱発電」だったが別府市には温泉発電施設しかないため「温泉発電」とした
 (3)温泉が独特な形式でダイナミックに噴出する「地獄」などを指す
 (4)温泉熱利用の中で浴用・飲用と併用されているものがありカッコ内でその数字を示す
 (5)浴用・飲用と併用されているものがあることから延べ総利用源泉数とした
 (6)各種類別の利用源泉数を延べ総利用源泉数1,809で割ったもの

それによると、浴用・飲用の利用比率が圧倒的に多く全体の 93.9%であり、あ

とは農業園芸（2.8%）、湯の花採取（1.3%）、温泉発電（1.0%）、観覧用（0.7%）、暖房（0.3%）と続いた。各種温泉熱利用が浴用・飲用とあわせて段階的に利用されていることも特徴となっているが、浴用・飲用以外の比率は低く、これらの利用拡大によって温泉熱に関係する産業構造を多様化させ地域活性化へとつなげることが今後の課題となる。

秋田県旧雄勝町（現湯沢市）の温泉熱の段階利用例（図 2.4）は、温泉熱の有効活用が実現すれば、いかに地域社会に多くの貢献を可能とするかを示している。旧雄勝町での温泉熱段階利用は、1982 年度以降に通商産業省（当時）と秋田県の支援により「地熱エネルギー開発利用モデル事業」として実施された。

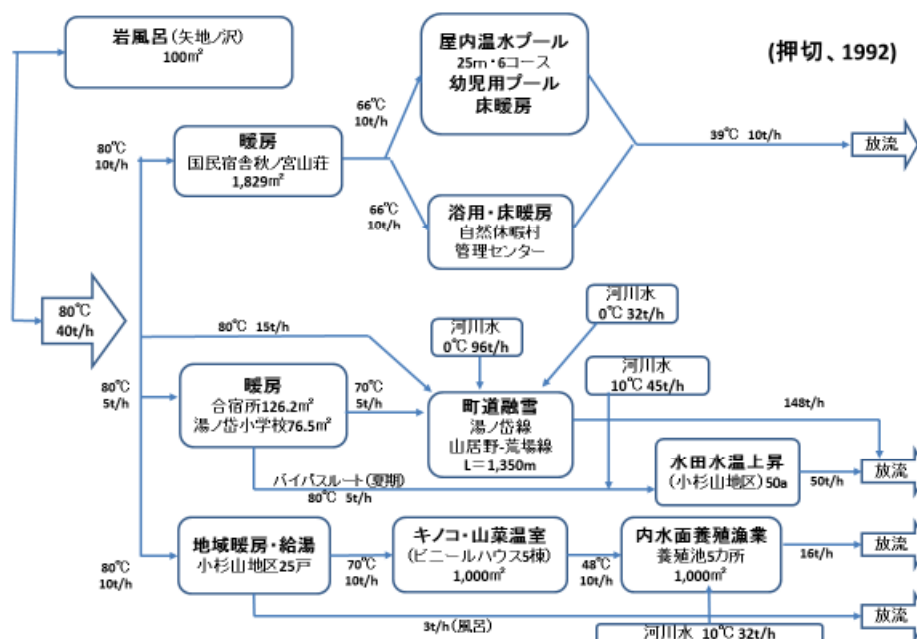


図2.4 温泉熱のカスケード利用例(秋田県旧雄勝町の例)

事業では、深さ 1,000m から自噴した温泉熱水と蒸気を 1,280m にわたって落差を利用して輸送し、そこで清水と熱交換によって造成熱水をつくった。温度が 80°C の状態、毎時 40 t の熱水を、まず国民宿舎や小学校、合宿所の暖房、一般家庭 25 世帯の地域暖房・給湯に活用されたあと、温水プールや町道の融雪、キノコや山菜の温室栽培、ウナギの内水面養殖へと有効活用した。さらに該当地区は標高 300－350m の山間高冷地であり、稲作の生育が不安定な冷涼地でもあるため、河川水を加えた温水を利用して稲作の安定を図った（押切、1992）。

旧雄勝町のモデル事業は 1982 年から実験的に行われた。当時は小型のバイナリー発電装置も開発はされていなかったが、このような段階利用に発電装置を取り込むことは十分可能だと考えられる。

2.2.3 温泉発電の技術的な歴史と価値

全国の温泉発電のポテンシャルは、現在導入されている温泉発電の規模の80倍程度に達するとみられ、この点からも導入余地はかなりあると判断できる。しかし、個々の温泉泉源でみると、その湧出量は限定されているため、発電システムを小規模化しなければ温泉発電は普及しないことになる(村岡、2011)。また大規模な地熱発電用として地下深部から採取される高温熱水と比べて、温泉発電に使う熱水の温度は低い。このため、日本企業は、小型でありかつ低温でも発電が可能となるバイナリー発電装置の開発に向けてしのぎを削ってきた。

日本では、1999年に茨城県鹿嶋市の住友金属鹿島製鉄所(当時)がアンモニア水を媒体として使うカーリーナサイクル方式のバイナリー発電装置(設備容量3,450kW)を実用化させたが、この時は温泉ではなく製鉄工場から排出される100℃近い熱水をアンモニア水媒体と熱交換する方式で発電を行った。2006年には、富士電機が国産初のオーガニックランキンサイクル(ORC)方式による温泉バイナリー発電装置(2,000kW)を開発し、鹿児島県霧島市の霧島国際ホテルで実証実験を行った。また2011年からは新潟県十日町市松之山温泉で環境省地球温暖化対策技術開発等事業として小型カーリーナサイクル方式(50kW)の実証実験が実施された。

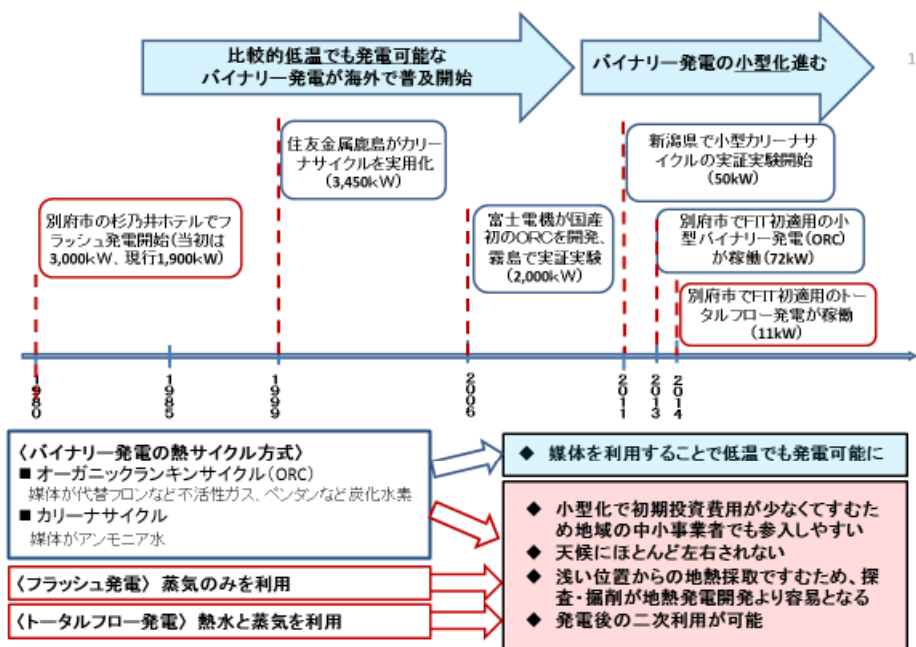


図2.5 「温泉発電」の技術的な歴史と価値

その後2013年に別府市でFIT初適用となる小型バイナリー発電装置(ORC方

式、72KW) が稼働し、2016年12月までに全国の22温泉発電施設で計32基のORC方式のバイナリー発電が稼働する結果となった。発電規模については、125kW以下のORC方式バイナリー発電装置だけでも8メーカーが開発している⁽²⁾が、これは泉源によって温度、湯量、設置スペースの大きさなどが異なることから、各メーカーがそれぞれの条件に合った泉源をターゲットにするというすみわけがなされようとしていることを示すものでもある⁽³⁾。

小型のバイナリー発電装置が実用化された意義を整理すると、①小型化により初期投資費用が少なくすむため、地域の中小企業でも参入しやすくなった、②天候にほとんど左右されない、③地中の浅い位置からの地熱採取ですむため、探査・掘削が地熱発電開発よりも容易になった、④温泉地内での発電施設建設が可能になるため発電後の温泉熱を二次利用できることなどを挙げることができる。

2.3 主要14事例の詳細分析

2.3.1 14事例への絞り込み

全国で温泉発電を導入している28施設を分析した結果、これら温泉地は、①発電を含む多様な熱開発の可能性を秘めている、②地域の特性に適した温泉エネルギー利用がなされている、③地域主体による開発の可能性を秘めていることが判明した。

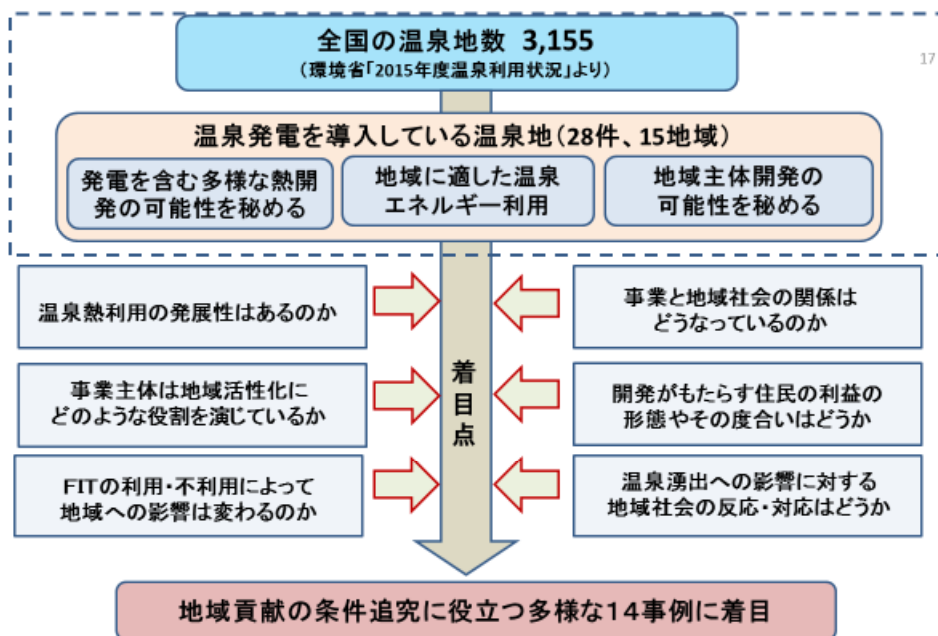


図2.6 14事例への絞り込みに向けての着目点

地域社会への貢献を目指した温泉発電開発の条件を追究するため、これら温泉

地（28件・15地域）をさらに絞り込むことを検討した。その際、地域貢献というキーワードを柱として、①温泉熱利用の発展性はあるのか、②事業主体は地域活性化にどのような役割を演じているのか、③FITの利用・不利用によって地域への影響は変わるのか、④事業と地域社会の関係はどうなっているのか、⑤開発がもたらす住民の利益の形態やその度合いはどうなっているのか、⑥温泉湧出への影響に対する地域社会の反応・対応はどうかの6点について検討した結果、図2.7で朱色で示す14事例（17施設）を抽出することができた。絞り込んだ別府市の8施設のうち4施設は同じ地区内にあり、事実上の事業主体がA社であるため一つの事例として扱った。

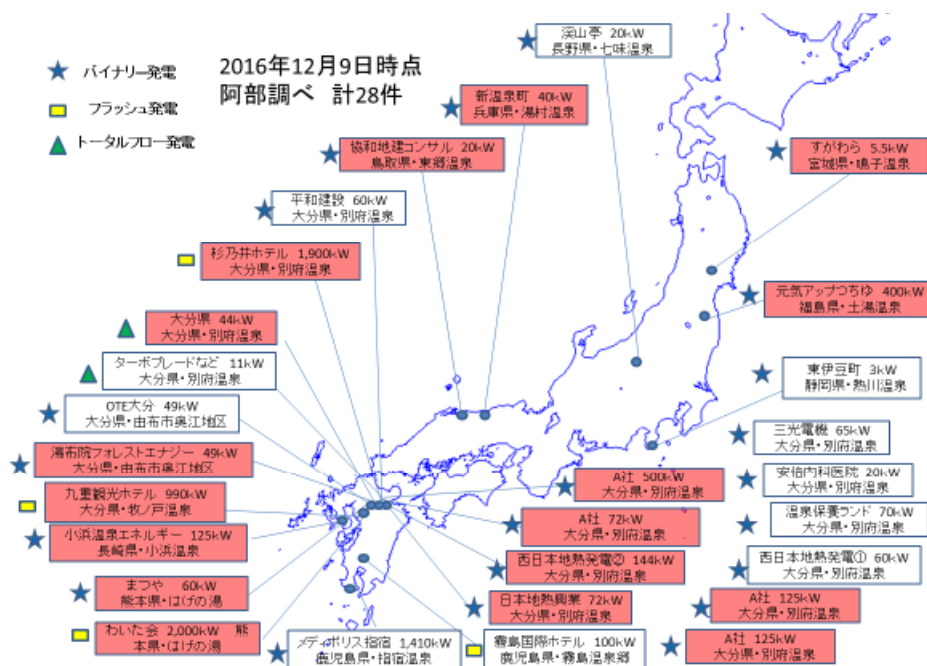


図2.7 絞り込んだ14事例(17施設)

2.3.2 14事例の事業主体分類

次に、絞り込んだ14事例を、民間企業、旅館・ホテル、行政、住民主体組織の4事業主体に分類し分析した（表2.3）。その結果明らかになったことを事業主体別に整理する。

〔民間企業〕

絞り込んだ14事例の民間企業5社は、いずれも地場の中小企業である。もともと温泉給湯業などを手掛けていた企業が新たに温泉発電事業に踏み切ったか、または温泉発電事業を目的に新たに設立された企業であり、共通点はFITによる売電収入を目的にしていることである。いずれも小型バイナリー発電を導入して

いる。

事業の特徴としてはまちまちであるが、別府温泉・堀田地区で開発された施設は西日本地熱発電が源泉所有者から、源泉の噴気使用権利を有償で借り受ける「噴気レンタル」方式で発電に踏み切った。また由布市奥江地区にある発電施設は、湯布院フォレストエナジーが発電の際に分離した熱水を利用してキクラゲの栽培を行っている。一方、別府温泉・小倉地区では A 社が分譲住宅地内の空き地を利用して多くの温泉発電施設を建設、または建設中である。利益を優先するあまりに過剰開発となってしまったことから騒音や景観被害、熱水被害、さらには温泉資源への懸念も浮上した。

〔旅館・ホテル〕

旅館・ホテル 4 事例は、いずれも自己所有の自噴泉を利用して敷地内で発電を行っている。このうち杉乃井ホテル（別府温泉・観音寺地区）、九重観光ホテル（大分県九重町・牧ノ戸温泉）は、温泉発電施設が 2000 年以前に建設された。いずれもシングルフラッシュ方式を取り入れており、2011 年以降に建設が相次いでいる小型のバイナリー発電と比較すると発電規模は大きい。

両ホテルとも地熱発電を売り物にして宿泊客を呼び込もうとしているのが特徴であり、杉乃井ホテルは「地獄のイルミネーション」と称して敷地内から噴出する湯けむりをライトアップするとともに、ホテル前の通りを LED 電球 300 万個のイルミネーションで飾り、宿泊客らの目を楽しませている。イルミネーションは、ホテルが所有する「杉乃井地熱発電所」からの電力によって点灯されていることがアピールされている。九重連山の真っただ中にある九重観光ホテルは、井戸 2 本からの地熱流体を蒸気と熱水に分離し、蒸気は発電、熱水は宿泊客らが利用する温泉に向けられるほか、暖房などにも利用される。宿泊客らは地熱発電施設の見学も可能となっており、これを目当てに宿泊する客も少なくない。

一方、旅館すがわら（宮城県大崎市・鳴子温泉）は 2014 年 12 月に 5.5kW 規模の小型バイナリー発電装置を導入して実証実験中だが、旅館まつや（熊本県小国町・はげの湯）は余剰の噴気を活用して小型バイナリー発電装置 3 基を 2014 年 5 月に導入し、FIT による売電収入を得ている。

〔行政〕

行政が事業主体となる 2 事例は、それぞれが独自の活用を展開させている。兵庫県新温泉町の湯村温泉は、防災拠点の非常用電源を主目的としてバイナリー発電を活用している。日本海に面する新温泉町は豪雪地帯で知られる。中心部にある町営の日帰り温泉施設「薬師湯」は、災害時に高齢者や障害者が避難できる福祉避難所に指定されており、ここに電力を安定的に供給できるバイナリー発電装置が設置された。薬師湯ではバイナリー発電で使用されたあとの温泉が浴用として二次使用されているほか、次いで周辺の融雪にも使われる。施設内には、半導

体を利用した温度差発電装置も備わっているうえ、充電機も装備されているほか、非常用コンセントや携帯充電機能も充実しており、自治体主導で温泉エネルギーが総合的に利用される取り組みは全国で初めてとなる。実際に災害に見舞われたことはないが、備えが充実しているというだけでも地域全体に安心感が生まれている。

	温泉地	事業主体	形態	事業の特徴	発電方式・メーカー	最大出力	稼働年月
民間企業	別府温泉・小倉地区 (大分県別府市)	A社	温泉発電開発を目的に設立された地元民間企業	地域外から発電企業を誘致、「土地・発電所のセット」売却で計23件の契約	バイナリー発電 (アクセスエナジー、神戸製鋼所)	822kW(7基)	2013年1月～
	別府温泉・堀田地区 (大分県別府市)	西日本地熱発電	温泉発電開発を目的に設立された地元民間企業	「噴気レンタル」方式。隣接する日帰り温泉施設の源泉を使用。発電中。	バイナリー発電 (神戸製鋼所)	144kW(2基)	2014年3月
	別府温泉・竹之内地区 (大分県別府市)	日本地熱興業	地元の温泉開発事業者	自社所有の源泉を活用	バイナリー発電 (神戸製鋼所)	72kW	2014年7月
	奥江地区 (大分県由布市)	湯布院フォレストエナジー	温泉発電開発・温泉熱利用を目的に設立された地元民間企業	温泉熱の二次利用でキラゲを栽培	バイナリー発電 (神戸製鋼所)	50kW	2015年5月
	東郷温泉 (鳥取県湯梨浜町)	協和地建コンサルタン	地元の民間企業	鳥取県と湯梨浜町の支援事業	バイナリー発電(IHI)	20kW	2015年6月
旅館・ホテル	別府温泉・観音寺地区 (大分県別府市)	杉乃井ホテル	大手ホテル	所有の自噴泉を利用、「地熱からの電力によるイルミネーション」を売りものに	シングルフラッシュ (富士電機)	1,900kW	1980年11月
	秋ノ戸温泉 (大分県九重町)	九重観光ホテル	中堅ホテル	所有の自噴泉を利用	シングルフラッシュ (三菱重工)	990kW	1998年4月
	はげの湯 (熊本県小国町)	旅館まつや	旅館	所有の自噴泉を利用	バイナリー発電(IHI)	80kW(3基)	2014年5月
	鳴子温泉 (宮城県大崎町)	旅館すがわら	旅館	所有の自噴泉を利用	バイナリー発電 (アネスト岩田)	5.5kW	2014年12月
行政	湯村温泉 (兵庫県新温泉町)	新温泉町	地方自治体	災害時の避難所である公共温泉施設に設置。電力は売らずに施設で利用	バイナリー発電(IHI)	40kW(2基)	2014年4月
	別府温泉・鉄輪地区 (大分県別府市)	大分県	地方自治体	温泉熱利用の温室栽培実験施設に設置	トータルフロー発電 (ターボブレード)	44kW(2基)	2015年3月
住民主体組織	小浜温泉 (長崎県雲仙市)	一般社団法人・小浜温泉エネルギー	小浜温泉エネルギー活用推進協議会が事業実行組織として設立	発電事業は地域外の民間企業「洗陽電機」に委託	バイナリー発電 (アクセスエナジー)	125kW	2013年4月
	はげの湯 (熊本県小国町)	合同会社「わいた会」	はげの湯と、隣接の岳の湯の全住民26世帯が運営	発電事業は域外民間企業「中央電力」に委託、発電収入の20%が「わいた会」に	シングルフラッシュ (東芝)	2,000kW	2015年1月
	土湯温泉 (福島県福島市)	(株)元気アップつちゆ	土湯温泉町復興再生協議会が復興事業主体として創設	発電収入を復興資金に、キーパーソンが存在	バイナリー発電 (米オーマツ)	400kW	2015年11月

(注)1980年代から1990年代にかけて2ホテルで自家用として建設された「地熱発電所」も発電の特徴などから判断して温泉発電の範ちゅうに入れることにした。

湯村温泉は、温泉発電で生じた電力を FIT に基づいて売却するのではなく非常用として確保するという他の温泉地でない事例である。売電収入がないだけに特有の課題が浮上してくる。維持管理コストの問題である。1基の設備容量が20kWの温泉発電装置2基からの電力は薬師湯館内などで利用されることによって電気料金の節約につながっているが、温泉発電システムのメンテナンスなどを含める

と赤字が膨らんでくる。「火災はいつ発生するかわからないため消防自動車は故障しないようにメンテナンスを維持させなければならないという視点と同様」であり⁽⁴⁾、温泉発電装置が非常時に機能していなければ本末転倒になってしまうこともあって管理コストの問題は大きな課題となっている。

一方、大分県は2015年10月、別府市内に保有する「大分県農林水産研究指導センター農業研究部花卉グループ」に、地場企業連合が開発したトータルフロー方式の発電装置（湯けむり発電）を導入した。これは実証実験の段階から支援を続けてきた湯けむり発電装置を実用化させることで、販路促進につなげたいとの意向があった。

さらに同センターでは、敷地内にある源泉から噴出する温泉の熱を利用して花の栽培や品種改良に関する研究と技術指導を行っているが、温泉発電を導入したのを機に温泉熱のカスケード利用も充実させた。温室栽培施設に地熱を利用した冷暖房機能、温度、湿度、二酸化炭素濃度などの自動制御機能を備えたスマート農業ハウスを建設したほか、温泉熱を利用した土壌消毒施設も備えた。余った大量の熱水も近隣の公共温泉施設に送られるなど、大型温泉地での温泉熱有効利用のケースを示した。また、熱帯・亜熱帯地域の植物が育つ温室や植物園は一般公開されており、「地獄」などの観光施設、多くの温泉旅館・ホテルが点在する鉄輪地区に近いことから観光客が足を延ばして訪れる場所でもある。温室施設内の一角には、実証実験で使った湯けむり発電装置のほか、湯けむり発電の仕組みを説明したパネルなども展示され、地元小中学校、高校、大学などからの見学を受け入れている。

〔住民主体組織〕

住民主体組織は3事例に絞り込んだ。このうち長崎県雲仙市の小浜温泉は、海岸に面した温泉地で、ダイナミックな火山地形や断層地形が広がり、世界ジオパークの認定を受けた島原半島の一角にある。泉温は約100℃と高温で、湧出量は一日あたり1万5,000tに上るが、このうち70%が未利用のまま捨てられている。また、浴用に使用する際は、42℃まで水道水を使って冷ましている。温泉熱の用途については以前から有効活用を求める意見が地域住民の間から出ていた。住民が長崎大学の協力のもと、温泉エネルギーの有効利用について意見交換や勉強会を行った結果、2011年に地元主体の協議会が設立され、温泉発電の事業化を目指すようになった。このような経験を通じ地域の結束は強まり、同じ年には事業運営を行う一般社団法人「小浜温泉エネルギー」を誕生させ、環境省温泉発電実証事業によるバイナリー発電に踏み切った。

1年間の実証事業ではスケール（カルシウムやマグネシウムなど堆積物）の深刻な付着問題が表面化した。現在は新しい手法によってスケール付着問題もほぼ解消され、海水冷却システムの導入などを経て2016年春に売電事業が実現す

ることとなった。当初は地域住民が主体となって運営する市民発電所の発足を目指していたが、技術的な課題をクリアするにはコスト的な面も含めて専門企業が運営した方がいいと判断し、発電事業会社、洗陽電機(本社・神戸市東灘区)が事業を引き継いだ。小浜温泉エネルギーが仲介役となって、住民を対象とした温泉発電施設説明会や現地案内を頻繁に実施するなど透明性を持たせ、「地元と近い距離を保った温泉発電所」(小浜温泉エネルギー)として活動を続けている。他の温泉熱利用の観光施設との連携も強めて地元住民ボランティアによる「見学ルート」を設けている。温泉熱の有効利用についても具体的な対策も検討されており、蒸し料理、足湯、塩製造、新たな温泉発電導入のほか、温室栽培を計画している。

熊本県阿蘇郡小国町の山中にある「はげの湯」は、地面のいたるところから噴気が上がり、料理や暖房、木材乾燥などに日常的に使われる「地熱の集落」でもある。2011年1月、「はげの湯」と隣接する「岳の湯」の住民30世帯が共同出資して合同会社「わいた会」を地熱発電の事業主体として結成した。発足当時は、東日本大震災の前だったほか、FITも導入されていなかったが、住民の間から「せっかくの余った地熱資源だから、発電に利用して少しでもお金になれば」との要望が強まり、「わいた会」の設立が実現した。1990年代後半、はげの湯付近で別の地熱開発の話が持ち上がったが、温泉湧出への影響を懸念する地元の反対で断念した経緯があった。今回は、東日本大震災を受けて自然エネルギーへの関心が強まったことや、住民の世代交代が進み反対する者がいなくなったこと、FITが導入されて売電収入に対する関心が強まったことなどを背景に地域が一体となり、温泉発電施設建設の話が進んだ。

わいた会は温泉発電の建設・運営を電力関連工事・サービス会社、中央電力(本社・東京)に建設・運営を委託している。建設地は、わいた会メンバーの所有地で、わいた会は中央電力がFITを利用して売電した収入の20%を受け取る契約を締結した。旅館が建ち並ぶ地区とは谷を挟んだ反対側の敷地に600mの井戸を掘り、2015年1月に設備容量2,000kWの「大型の温泉発電」を完成させた。各温泉旅館には温泉のモニタリング機器が設置されており、温泉発電開発が湧出に影響が及んだと判断されれば発電は中止することが契約書に明記された⁽⁵⁾。

わいた会は、はげの湯と岳の湯に住む全30世帯で結成され、メンバーは旅館経営者のほか、この温泉地の産業とは関係なく単に住んでいるという一般住民もいる。働くことができない高齢者も少なくなく、今回の温泉発電開発で定期収入が得られることになったことから生活がより安定する状況が生まれた。また、わいた会が資金を出して温泉施設や木材乾燥施設、ハウス園芸施設、観光施設などを充実させて若者の雇用を創出させることも検討している⁽⁶⁾。わいた会の結成・運営をまとめることができたのは、キーパンスンの存在があったことも成果につながったといえる。ただし、温泉発電自体は域外の企業に委託されたことで、地

場企業が育つ環境が作れなかったことや、FITの期間が終了したり、参入企業に経営上の問題が生じたりした場合の対処方法について不透明であるなど事業の持続可能性に問題を残す形となった。

福島県福島市・土湯温泉は、2011年3月の東日本大震災の震度6強の揺れでほとんどの旅館、ホテルが倒壊した。さらに土湯温泉から東方約60キロの東京電力福島第一原子力発電所の事故によって風評被害が強まり観光客数は激減した。多くの旅館、ホテルが修復費用を捻出できず、震災前16件あった旅館は11件となった。この窮地を打開しようと地域の住民らが打ち出したのが自然エネルギー活用による復興計画だった。地域の有志が「土湯温泉町復興再生協議会」を結成、高温の温泉を活用するバイナリー発電事業、温泉地近くにある河川を利用した小水力発電事業に踏み切ることを決定し、その実行主体として発電事業会社「元気アップつちゆ」を誕生させた。

元気アップつちゆは2015年4月に小水力発電施設（設備容量は140kW）を、同年11月に温泉バイナリー発電施設（400kW）をそれぞれ稼働させた。発電による売電収入は、疲弊した街並みの整備に充てられるほか、共同浴場の充実、エネルギーPR館の新設なども今後の使い道として計画されている。さらに、発電システムの冷却用として使用して温度が上昇した沢水を使ってオニテナガエビを養殖し、名物料理として売り出したり、温泉熱を南国フルーツの温室栽培に利用したりすることも目標に掲げた。また、2つの自然エネルギー発電施設、養殖場を含めて見学ルートを設けて観光客を呼び戻す計画も打ち出している。2015年、2016年の夏休みには、小学生を対象とした「再生可能エネルギー体験ツアー」を企画し、ツアー参加者は土湯温泉の旅館に宿泊した。

2.4 14事例分析のための課題項目の検討と評価

2.4.1 課題項目の検討

以上、事業主体別の特徴を整理した上で、14事例が地域社会への貢献を達成するにあたってどのような課題を抱えているかについて分析する。そのための課題項目を表2.4に示した。課題項目は大きくわけて「自然・環境」、「経済」、「社会」の3分野を設定し、それらをさらに細かく分類した。評価項目に基づいた14事例の分析を踏まえ、地域貢献のための条件を追究するためにさらに詳細な事例研究を行うためにいくつかの事例を選定する。

〔自然・環境〕

まず温泉発電開発、温泉熱利用が環境に配慮されたもとで実施されているかという「環境への配慮」に焦点をあてる。この課題を検討するために、①事業者が法規制を遵守しているか、②開発が実際に周辺環境に影響を及ぼしているかにつ

いて検討した。また温泉発電の開発や熱利用で常に注目しなければならないのが、その開発が温泉湧出に影響を与えていないかどうかである。温泉地が存続するための生命線ともいえる温泉資源が、新たな開発によって脅かされるのであれば、それは本末転倒であり、「温泉資源の保護」は主要な課題項目として挙げる事ができる。この際、①法規則を遵守しているか、②湧出への影響があった場合の対策を有しているのかについて検討した。

表2.4 事例分析のための課題項目の検討

	課題項目	課題項目の内容	主な利害関係者
自然・環境	環境への配慮	・法規則を遵守しているか ・周辺環境への影響はあるか	事業者、住民、地元企業、観光関係者、行政、観光客
	温泉資源の保護	・法規則を遵守しているか ・湧出への影響があった場合の対策を有しているか	事業者、住民、観光関係者、行政、観光客
経済	地元への経済波及	・地元住民の雇用につながっているか ・観光分野や農業分野への経済的波及効果が配慮されているか	事業者、住民、地元企業、観光関係者、農業関係者、観光客
	地元への利益還元	・地元への利益還元が配慮されているか	事業者、住民、地元企業、観光関係者、農業関係者、観光客
社会	事業の透明性	・事業に関する情報の公開が配慮されているか	事業者、住民
	地域住民の関与	・事業のプロセスに住民の意思が尊重・反映されているか ・住民とのコミュニケーションが配慮されているか	事業者、住民
	地元への社会的貢献	・地域に結束や自信をもたらすような開発であるのか ・非常時対策としての利用が配慮されているか	事業者、住民、行政

〔経済〕

温泉発電開発の地域社会への貢献を検証する際、経済的分野で重要なのは「地元への経済波及」である。すなわち、開発そのものが直接または間接的に、①地元住民の雇用につながっているか、②観光分野や農業分野に経済的効果が波及するよう配慮されたものであるかが焦点となる。発電規模が小さく地域に入り込んだ形で開発が進む温泉発電は、地域資本が参入しやすいため地域に産業や雇用を生みやすいとみられている。さらに、「地元への利益還元」も重要となる。開発によって事業主体にもたらされた利益に関して、地元への利益還元が配慮されているかが課題として浮上してくる。

〔社会〕

社会の分野では、温泉発電は地域の財産である温泉資源を利用して開発されるだけに、事業者と地域社会との良好な関係が不可欠となる。その際、着目したい課題として、「事業の透明性」、「地域住民の関与」、「地元への社会的貢献」の3項目を挙げる事ができる。まず「事業の透明性」については、住民に対して事業

に関する情報の公開が配慮されているかが必要となる。また、開発が事業者の手によって一方的に行われていけば住民の反発は招きやすくなるため「地域住民の関与」ができていのかどうかも重要である。すなわち①事業のプロセスに住民の意思が尊重、反映されているか、②住民とのコミュニケーションが配慮されているかを検証する必要性が生じてくる。また事業が地元に対して経済的な貢献だけでなく、「地元への社会的貢献」も焦点となる。具体的には、①地域に自信や結束をもたらすような開発であるのか、②非常時対策としての利用が配慮されているかということ課題項目として挙げなければならない。

2.4.2 14 事例の課題項目毎の評価

14 事例を分析するための課題項目を設定したのち、課題項目毎に 14 事例を評価した（表 2.5）。

表 2.5 14 事例課題項目毎の評価 ○=問題なし ▲=問題が生じる可能性あり ■=問題あり --=評価できず

事業主体形態	温泉地・地域	地域特性	温泉熱利用特性	政策	利害関係者	評価項目							その他の留意点	
						自然・環境		経済		社会				
						環境への配慮	温泉資源の価値	地元への経済波及	地元への利益還元	事業の透明性	地元住民の関与	地元への社会的貢献		
民間企業	別府温泉・小倉地区 (大分県別府市)	大規模温泉地にある一般住宅、観光規模0	浴用、住宅地内に温泉発電装置が複数乱立	FIT	源泉所有者が複数企業に発電向け給湯、行政が乱開発への対応策	■	▲	■	■	■	■	■	■	新規掘削、売電
	別府温泉・福田地区 (大分県別府市)	大規模温泉地の一角にある山林、観光規模0	貫切湯施設の横に温泉発電、浴用、料理	FIT	源泉所有者が温泉発電事業者に「噴気レンタル」	▲	○	▲	—	○	—	▲	▲	売電、噴気レンタル方式
	別府温泉・竹之内地区 (大分県別府市)	大規模温泉地にある一般住宅、観光規模5	給湯、温泉発電	大分県が開発支援、FIT	源泉所有者の給湯事業者が地場企業開発の発電装置設置	▲	○	▲	—	○	▲	▲	▲	売電
	奥江地区 (大分県由布市)	小規模温泉地、限界集落、観光規模0	浴用、温室栽培、温泉発電	地熱開発理解促進関連事業、FIT	温泉熱を発電とくらげ栽培の並行活用	▲	○	▲	—	○	▲	▲	▲	売電
	東郷温泉 (鳥取県湯梨原町)	小規模な温泉地、観光規模3	浴用、温泉発電	FIT	温泉管理組合所有の源泉を活用、湯梨原町が民間事業者を公募で決定	▲	○	○	○	○	▲	○	○	売電
旅館・ホテル	別府温泉・観音寺地区 (大分県別府市)	大規模温泉地の一角、観光規模5、大型ホテル	浴用、料理、温泉発電、「地球に優しい電力」利用をうたった観光イルミネーション	—	域外大手資本による大型ホテル経営。	▲	▲	—	—	○	▲	▲	▲	電力は直接利用
	牧ノ戸温泉 (大分県九重町)	中規模温泉地、国立公園内、観光規模5	浴用、料理、温泉、温泉発電	FIT	老舗ホテルが温泉発電施設を保有、見学をパッケージにした宿泊プラン	▲	○	—	—	○	▲	▲	▲	売電
	はげの湯 (熊本県小国町)	ひなびた温泉地、観光規模1、積雪	浴用、温泉発電	FIT	旅館が単独で温泉発電開発	▲	○	▲	—	○	▲	▲	▲	売電
	晴子温泉 (宮城県大崎市)	中規模温泉地、積雪、観光規模3	浴用、発酵したメタンをカフェで活用、料理、野菜乾燥、温泉発電	地熱開発理解促進関連事業、温泉発電は宮城県の支援	大崎市が主導、旅館組合が協力	▲	○	○	○	○	—	—	—	温泉発電は実証実験中
行政	湯村温泉 (兵庫県新温泉町)	中規模温泉地、日本海側の豪雪地帯、観光規模2	浴用、温泉発電、融資、料理、環境教育	温泉発電は福祉避難所での非常用電源確保が目的、環境省・グリーンニューディール基金、地熱開発理解促進関連事業	新温泉町が主導、キーパーソンが存在	▲	○	—	○	○	▲	○	○	福祉避難所の非常用電源
	別府温泉・鉄輪地区 (大分県別府市)	大規模温泉地、旅館・ホテルが集中、観光規模5	浴用、温室栽培、温泉発電、「地球めぐり」、観光・環境教育の総合利用	地熱開発理解促進関連事業、FIT	大分県主導で温泉熱の総合利用、観光・環境教育向けの資料展示も、温泉発電装置は地場企業が開発	▲	○	○	○	○	▲	○	○	売電
住民主体組織	小浜温泉 (長崎県雲仙市)	中規模温泉地、観光規模4、港町	浴用、料理、足湯、製塩、温室栽培、温泉発電、観光総合利用	地熱開発理解促進関連事業、環境省・グリーンニューディール基金、FIT	地域社会が設立した組織が主体で温泉熱利用が進むが発電は域外企業が開発	▲	○	—	○	○	○	○	○	売電
	はげの湯 (熊本県小国町)	小規模温泉地、観光規模1	浴用、温泉発電、木材乾燥	地熱開発理解促進関連事業、FIT	地域社会が設立した組織の委託で域外企業が発電事業	▲	○	○	—	○	○	○	○	新規掘削、売電
	土湯温泉 (福岡県糟屋郡)	中規模温泉地、東日本大震災で被災、原発事故の風評被害、積雪、観光規模3	浴用、足湯、製塩、温室栽培、温泉発電、観光・環境教育に積極利用	地熱開発理解促進関連事業、福島市支援事業、FIT	キーパーソンが存在、旅館組合が会社設立	▲	○	○	○	○	○	○	○	売電

項目毎でみると、「自然・環境」における「環境への配慮」については、別府温泉・小倉地区の民間企業による事業については、騒音や景観損壊、熱排水による被害が顕著となっていることから「問題あり=■」とした。残りの 13 事例では何

らかの環境被害が生じているわけではないものの、いずれも明確に環境に配慮していることを示すものはないことから「問題が生じる懸念あり＝▲」とした。

「温泉資源の保護」については、小倉地区の民間企業の過剰開発、別府温泉・観音寺地区の大型ホテルの比較的規模の大きな開発によって、それぞれ温泉湧出への懸念が生じている。しかし、別府温泉全体で温泉資源がくみ上げられていることに対して懸念が生じているのが現状であり、小倉地区の過剰開発だけをとって温泉資源にどのように影響を及ぼしているかについて明確な因果関係を判断できないことから「▲」とした。同じく観音寺地区の大型ホテルについても、下流地域で減衰が確認されているものの、因果関係は判断できず「▲」とした。

「経済」における「地元への経済波及」については、民間企業のほとんどは自社が利益を得るにとどまり、地元への経済的利益はみられなかった。旅館・ホテルは、「環境に優しいホテル」などの話題性、独自性を狙って宿泊客を呼び込もうとしている。その宿泊客が地元で土産の買い物、食事などをする可能性があるものの、その効果の度合いについては判断が困難であることから「評価できず(「－」)」とした。また地元への利益還元についても、ほとんどを「－」とした。

「社会」においては、小倉地区(「■」)を除けば、13事例で「事業の透明性」は維持できていた。ただ、「地元住民の関与」については、住民主体組織の小浜温泉、はげの湯、土湯温泉が「問題なし＝○」となった以外は、ほとんどが「▲」または「－」であり、小倉地区は「■」だった。一方、「地元への社会的貢献」に関しては住民主体組織の3事例と行政2事例(湯村温泉、別府温泉・鉄輪地区)については「○」だった。このようなことから、民間企業と旅館・ホテルは事業に透明性は維持ができて、住民を巻き込んだ社会的な貢献を行うことは難しいと判断できる。

2.4.3 14事例の評価から見えてきたことと詳細検討のための事例の選定

14事例について、地域特性や温泉熱利用特性、政策、利害関係者などを鑑みながら課題項目毎の評価を出した。その結果見えてきたことを以下の視点をもとに整理する(図2.8)。

〔事業主体別から見えてきたこと〕

まず民間企業に見える大きな特徴は、FITを利用した自社の利益優先事業を展開していることから、地元への経済波及はほとんどなく、また地元住民が関与することもなく、ひいては地元への社会的貢献も薄い。これによって地域社会との間に問題が生じてくる傾向が強くなると考えられる。旅館・ホテルは、自己所有の源泉からの余剰の湯・熱を利用して温泉発電施設を建設し、個人として売電収入を得ている。よって地元住民の関与、地元への社会的貢献はほとんど行われて

いないのが現状である。行政は、地域おこしや地元企業の育成、さらには地域の非常時に対するエネルギー源の確保など地元への社会的貢献が中心となっている。また住民主体組織は地元住民の関与はもちろんだが、住民の利益、地域活性化を目的に開発が行われていることから、地元への社会的貢献が確保できていることも大きな特長となっている。

〔地域特性から見えてきた事柄〕

民間企業の参入が目立っているのは、温泉地の中でも周辺が観光地として成り立っていない地域である。また衰退の危機に瀕した温泉地は、危機に直面している地元住民らが立ちあがり住民主体組織が結成されている。

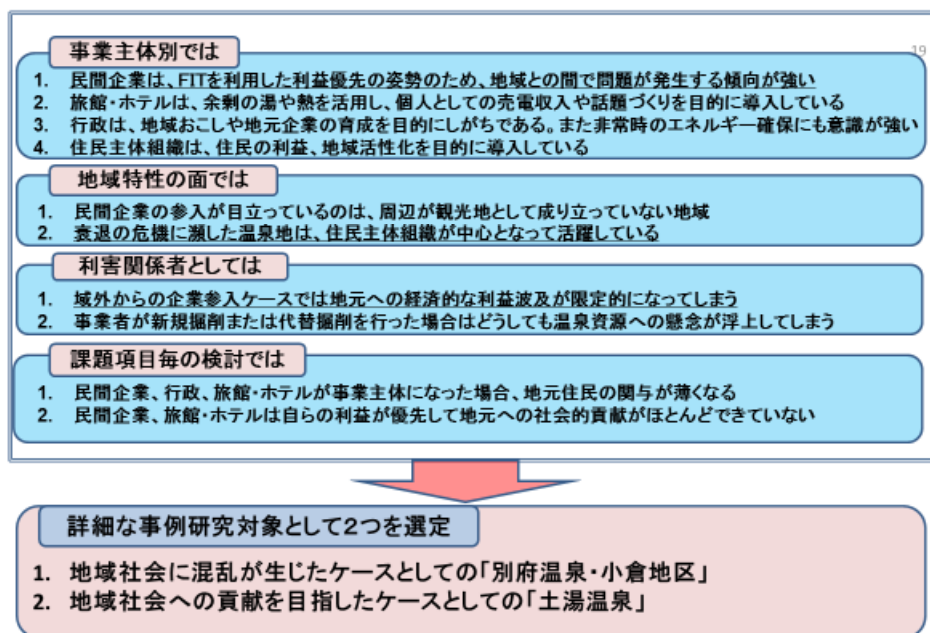


図2.8 14事例の評価から見えてきた事柄

〔利害関係者から見えてきたこと〕

地域外からの企業が参入するケースでは地元への経済的な利益の波及がどうしても限定的になってしまう。これは企業が売電収入による利益が目的で参入していることが背景だと思われる。また、開発に乗り出した事業者が新規掘削または代替掘削を行う場合が多く、結果的に温泉資源への懸念が浮上することとなる。

〔課題項目毎の検討から見えてきたこと〕

民間企業、旅館・ホテル、行政が事業主体になった場合、地元住民の関与が薄くなってしまふ。特に民間企業、旅館・ホテルについては、地元への経済的波及も、地元への社会的貢献も限定的だった。

以上、14 事例について分析を行い、地域貢献の状況について概観できた。その上で、地域貢献の条件を追究するためには、さらなる詳細な事例研究を行う必要があるとの考えに達した。14 事例の分析を踏まえ、詳細検討の対象に適した 2 事例を取り上げることとした。すなわち地域社会に混乱が生じたケースとしての「別府温泉・小倉地区」と、地域社会への貢献を目指したケースとしての「土湯温泉」がそれであり、3 章、4 章で詳細分析をそれぞれ行うこととする。

2.5 まとめ

第 2 章では、最初に全国で稼働中の温泉発電施設 28 カ所の現状分析を行った。この結果、28 カ所の温泉地は、地域の特性に適した温泉エネルギーの利用がなされており、発電を含む多様な熱開発の可能性を秘めていることや地域主体による開発の可能性を秘めていることがわかった。さらに、①温泉熱利用にさらなる発展は望めるのか、②事業主体は地域活性化にどのような役割を演じているのか、③FIT の利用・不利用が地域にどのような影響を及ぼしているのか、④事業と地域社会の関係はどうなっているのか、⑤開発が住民にどのような利益、不利益をもたらしているのか、またその度合いはどうか、⑥開発がもたらす温泉湧出への影響、それに対する地域社会の反応・対応はどうかの 6 視点をもとに 14 事例に絞り込んだ。それらを事業主体分類したうえで、「自然・環境」、「経済」、「社会」の 3 分野の課題項目毎に評価した。地域貢献の条件を追究するために、利益を優先する民間企業が開発が地域社会に混乱を生じさせている典型的な事例である別府温泉・小倉地区、キーパーソンを中心に住民らが組織を編成し、温泉発電開発、熱利用で温泉地再生へのめどをつけた事例である土湯温泉の 2 ケースを詳細事例研究のために選び出した。第 3 章では別府温泉・小倉地区を「地域社会に混乱が生じたケース」、第 4 章では土湯温泉を「地域への貢献を目指すケース」として取り上げ、詳細な事例研究を行う。

(注)

1. 別府市には 8 カ所の温泉地（別府八湯）が点在し、厳密にはうち 1 カ所が「別府温泉」と呼ばれている。別府市全体の温泉地域は「別府温泉郷」と呼ばれるが、本研究では、別府市全体の温泉地域の呼び名として全国的に広まっている「別府温泉」の名称を使うこととする。
2. 独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構（JOGMEC）が 2014 年 2 月に発行した「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）」による。
3. アネスト岩田へのヒアリングによる
4. 兵庫県新温泉町役場職員へのヒアリングによる
5. わいた会の関係者らへのヒアリングによる

6. わいた会の代表、江藤義民氏へのヒアリングによる。

第 3 章

地域社会に混乱が生じたケースとしての 別府市小倉地区の事例研究

第3章 地域社会に混乱が生じたケースとしての小倉地区の事例研究

3.1	目的	43
3.2	問題発生経緯とその原因	43
3.2.1	別府市に集中する温泉発電開発の現状と背景	43
3.2.2	小倉地区・住宅分譲地内で建設された温泉発電施設	46
3.2.3	民間企業が乱開発に至った経緯	47
3.2.4	小倉地区における温泉発電開発の4つの問題点	49
3.3	問題の解消方策分析	54
3.3.1	騒音被害・景観損壊への対処	54
3.3.2	熱排水による被害への対処	55
3.3.3	温泉資源の枯渇への対処	56
3.3.4	民間企業による乱開発への対処	57
3.3.5	4つの混乱要因の法規制面での対策検討	58
3.4	まとめ	59

- 図 3.1 別府市に集中する温泉発電開発の現状と背景
- 図 3.2 小倉地区・分譲住宅地内に建設された温泉発電施設
- 図 3.3 民間企業が乱開発に至った経緯
- 図 3.4 「前向き」から「否定的」に変化した報道内容
- 図 3.5 騒音被害・景観損壊
- 図 3.6 住宅と接する温泉発電施設
- 図 3.7 熱排水による被害
- 図 3.8 側溝・今井川を流れる熱排水と被害のあった田
- 図 3.9 別府市で浮上する温泉資源問題
- 図 3.10 小倉地区の位置と別府の温泉減衰懸念の関係
- 図 3.11 騒音被害・景観損壊への対処
- 図 3.12 熱排水による被害への対処
- 図 3.13 温泉資源枯渇への対処
- 図 3.14 民間企業による乱開発への対処
- 図 3.15 4つの混乱要因の法規制面での対策検討

第3章 地域社会に混乱が生じたケースとしての小倉地区の事例研究

3.1 目的

第3章では、別府市小倉地区で民間企業が利益を優先するあまりに乱開発に走り、地域社会を混乱に陥れた事例の研究を行う。無理のある開発に至った背景を分析したうえで、これら混乱要因が法規制によってどこまで対処できるかを追究する。その上で、法規制では対処できない混乱要因解消の方向をも模索する。

温泉発電の開発環境に優れた別府市では、東京電力福島第一原子力発電所での事故（2011年）や自然エネルギー普及策のFIT導入（2012）などを受けて普及が加速した。小倉地区では、特定の事業者が住宅分譲地の空き地7カ所に24件の温泉発電施設を建設したか、または建設中であり、地域住民を無視した開発であったことから混乱が生じる結果となった。混乱の要因としては、「騒音被害・景観損壊」、「熱排水による被害」、「温泉資源枯渇への懸念」、「利益目当ての乱開発」の4項目を挙げることができ、これら要因に対して別府市が制定した「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」など法規制がどの程度効果的なのかについて検討し、その限界を突き止める。さらに、それをもとに法規制の厳格化以外の対策について第5章で検討するための論点を整理する。

3.2 問題発生の経緯とその原因

3.2.1 別府市に集中する温泉発電開発の現状と背景

大分県別府市は全国の中でも温泉発電開発が集中する温泉地でもある。その理由として、別府市が温泉発電に適した特長を有していることを挙げることができる。1日の温泉湧出量は12万6,000klと日本最大規模を誇る。源泉数は2,850孔にのぼり、これは全国（26,505孔）の約11%に相当する。高温泉（42℃以上）が多いのも特徴で、総源泉数に占める高温源泉数の割合は87%と、全国平均の60%を大きく上回る。特に温泉発電にとって有利となる、高温の噴気が出たり沸騰しながら温泉水が噴出したりする場所は348孔にも達し、全国（1,057孔）の3分の1が別府に集中している（由佐、2003）。

市内の水路や小川にはあふれ出た温泉が流れ、ここから立ち上る湯気も別府の温泉旅情を引き立てている。しかし、これは湧き出た温泉が無駄に海へと流れてしまっていることを意味し、その割合は全体の90%にも達するといわれる。エネルギー資源の有効活用がますます注目されるようになった現在、そのまま捨てられていく温泉エネルギーの利用が重要視されている。さらに、観光客だけではなく、地域住民が温泉熱を花や野菜のハウス栽培、飲用、暖房に利用したり、病院が温泉を治療に取り入れたりしているなど、別府市を挙げて、温泉エネルギーの

3.2.2 小倉地区・分譲住宅地内で建設された温泉発電施設

このような現状の中、別府市西部小倉地区では温泉発電の集中的な建設によって地域社会の住環境や温泉資源に悪影響を及ぼすとの懸念が強まった。小倉地区は1980年代、別府市に本拠を置く不動産会社が温泉付き住宅地として分譲を行った。別府湾を見下ろすことのできる高台にあることからリゾート的要素も醸し出しており、売り出し当時は話題になった。現在は分譲地内に売れ残った空き地が点在しており、小倉地区にある温泉発電24件は、不動産会社が設立したエネルギー開発会社A社が、この住宅分譲地の空き地7カ所に建設したか、これから建設しようとするものである。施設は、温泉発電装置、電気系統設備、冷却塔などをセットで「分譲温泉発電ユニット」として売り出され、関西、関東を中心とする県外企業19社が購入した（図3.2）。



図3.2 小倉地区・分譲住宅地内に建設された温泉発電施設

このような開発については、地元の住民に工事についての十分な説明がないうえ、県外企業の参入が相次いだ。本来、住宅用として売り出した分譲地内に点在していた空き地が開発されたことから、住民にとっては騒音、景観損壊などの環境問題が深刻となっている。分譲地には現在150世帯が在住している。さらに温泉発電で利用後の高温排水をそのまま川に放流したことから、その排水が水田に流れ込んで稲作ができなくなったところもある。また水路に生息していたメダカやカニも姿を消した。別府市全体の温泉の水収支が既に限界に達していると推定されており、小倉地区は扇状地の上部に位置することから、温泉資源の過剰採取

によって長期的には下流にある地域の温泉湧出に影響が出てくるのではないかとの懸念も強まっている。

3.2.3 小倉地区で乱開発が起きた経緯

別府には温泉発電に適した源泉が多く存在し、小倉地区の源泉も発電事業に乗り出すのに十分な湯量を有している。そして、福島第一原子力発電所事故を受けて日本の社会全体に自然エネルギーを称賛する風潮が強まり、FITが導入されたことによって温泉発電開発も全国的に加速した。2012年6月、小倉地区の温泉付き分譲住宅地を販売した不動産会社が自然エネルギー開発会社「A社」を設立した。2013年1月、A社が小倉地区で手掛けた温泉バイナリー発電装置が、温泉発電のFIT適用第1号として稼働すると全国的にも注目を集め、視察に訪れる企業や行政関係者、研究者らが相次いだうえ、マスコミの間では「温泉発電開発のバイオニア」として、むしろ前向きに評価する立場で報道する姿勢が目立った。このFIT適用第1号となったバイナリー発電施設の起工式には、別府市長（当時）も出席して地元報道機関に開発を称賛するコメントを寄せている（今日新聞2012年12月3日付）ことから、行政側も温泉発電建設に前向きだったことをうかがい知ることができる。このような温泉発電開発を評価する風潮や世論が、小倉地区の乱開発の背景にあった。

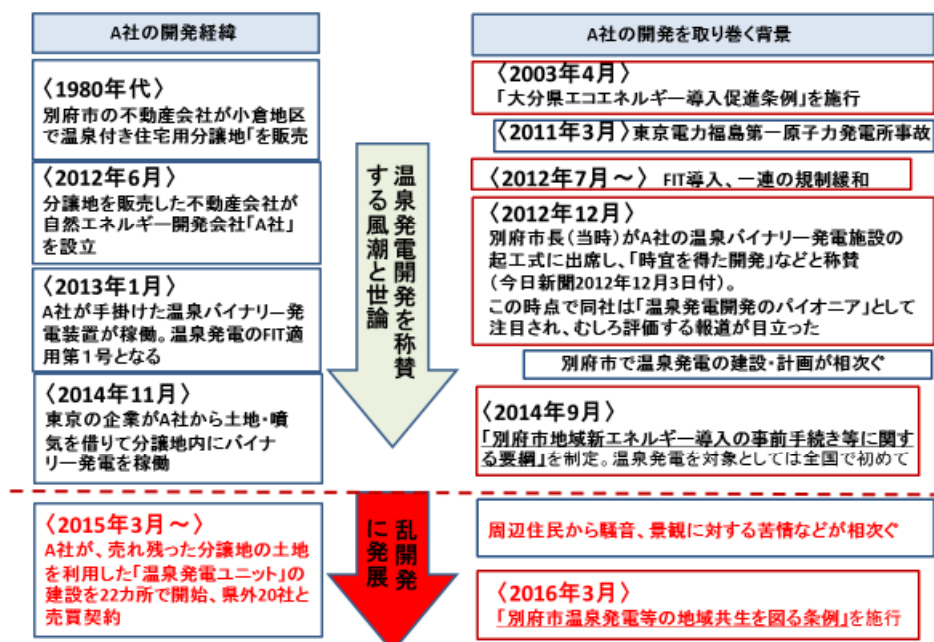


図3.3 民間企業が乱開発に至った経緯

小倉地区で最初の FIT 適用の温泉発電が稼働したあと、別府市内で温泉発電の建

設計画が次々に浮上した。温泉発電導入に関して明確な指針を事業者に示す必要があった別府市は 2014 年 9 月、温泉発電を対象とした規制としては全国で初めてとなる「別府市地域新エネルギー導入の事前手続き等に関する要綱」を制定した。また別府市は、これと並行する形で作成を急いでいた自然エネルギー導入に関する基本方針を盛り込んだ「別府市地域新エネルギービジョン」を 2015 年 3 月に公表した。別府市は 4 つの基本方針の中で、①温泉資源の保全と活用を重視する「環境と調和した新エネルギーの導入」、②自然エネルギーによる温泉・観光産業の活性化を目指す「観光産業への貢献」、③自然エネルギーがもたらす経済的・社会的利益を地域に還元し地域活性化に結び付ける「地域還元型新エネルギーの導入」、④自立・分散型エネルギーシステムを構築し、災害に強いまちづくりを目指す「災害時のエネルギー確保」を掲げた。

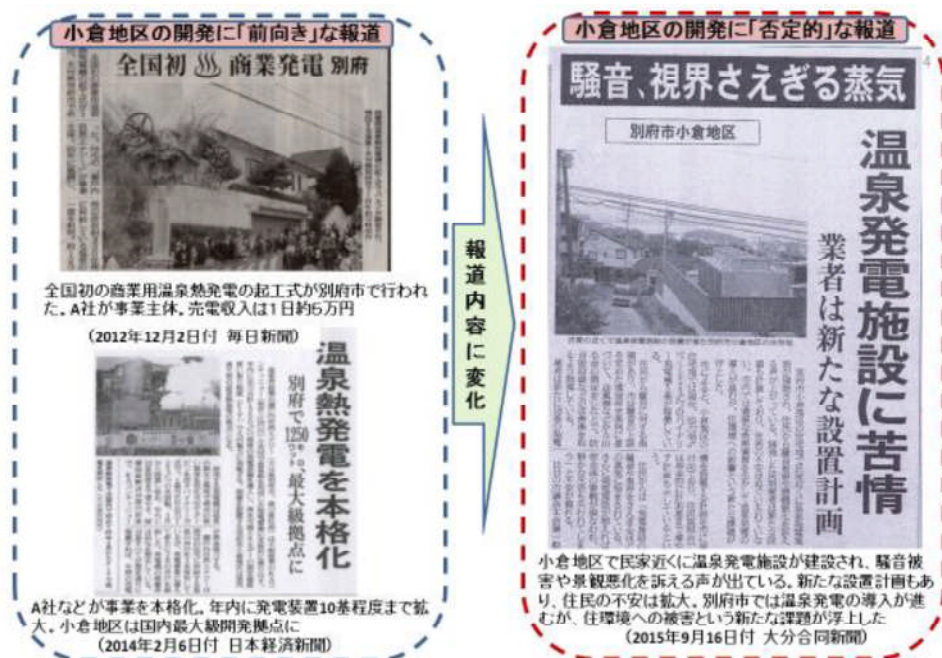


図3.4 報道も「前向き」から「否定的」に変化

2015 年 3 月前後から A 社は、住宅分譲地内にある自社所有の源泉の増掘を行うとともに、売れ残った土地の 7 カ所に「温泉発電ユニット」22 施設の建設工事を開始し、分譲地内の周辺住民から騒音や景観に対する苦情が相次ぐようになった。これに伴い、これまで温泉発電に前向きな報道を行っていたマスコミからも、小倉地区については「新たな設置計画もあり、住民の不安は拡大している。住環境への被害という新たな課題が浮上した」（大分合同新聞 2015 年 9 月 16 日付朝刊）などとする否定的な報道が目立つようになり、温泉発電開発への支持が一辺倒だった風潮に一石を投じる結果となった。

小倉地区の集中開発が始まってから約1年が経過した2016年5月、別府市は「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」を施行した。条例施工後に別府で「乱開発」がみられた場合、これに歯止めをかける内容となったが、小倉地区の開発については、市が既に承認していることから開発に新たな規制を課すことはできず、行政の対応が後手に回る結果となった。

3.2.4 小倉地区で浮上した4つの混乱要因

別府市小倉地区の集中開発で浮上した混乱要因に関して、①地域社会を無視した開発によって生じた騒音被害・景観損壊、②河川の生態系や農業に被害を出した不適切な熱排水の処理、③増掘（代替掘削）によって生じた温泉資源枯渇への懸念、④企業による利益目当ての乱開発の4分野に分けて、以下に整理した。

〔騒音被害・景観損壊〕

図3.5は、2016年12月時点の騒音被害と景観損壊についてまとめたものである。A社による住宅分譲地内7カ所での開発が進むにつれて、住民約150世帯のうち温泉発電施設の周辺に住んでいる数十世帯が騒音被害と景観損壊を主張するようになった。住宅と発電施設が混在する分譲地は、双方の距離が近いところではわずか3mにとどまり、住民は汽水分離器やその他機器からの騒音や、点々と無秩序に建設された発電施設そのものが景観を損ねているなどと被害を訴えるようになった。

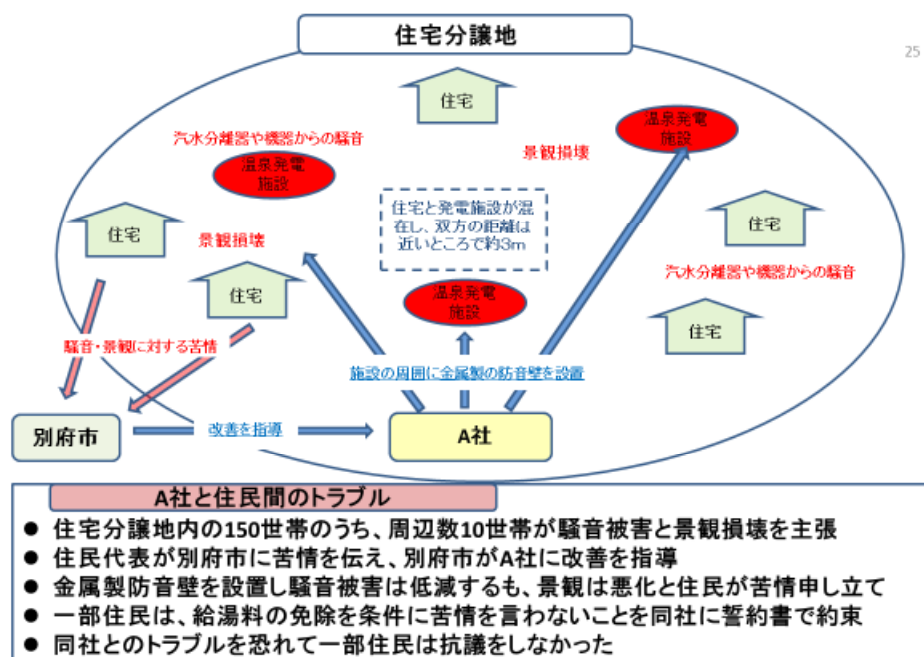


図3.5 騒音被害・景観損壊(2016年12月時点)

住民代表が別府市に苦情を訴えたのを受け、別府市は A 社側に改善を指導し、A 社は各施設の周辺に金属製防音壁を設置したほか、景観を和らげる目的で植樹を行った。図 3.6 の写真 4 枚のうち「写真 C」は温泉発電施設が稼働中、「写真 A、D」は工事中の状況を示すものである。「写真 B」は防音壁を施した施設の写真であり、いずれも発電施設と住宅の距離が近く混在した状況に置かれているのがわかる。防音壁の設置で騒音被害は軽減したものの、防音壁が金属製だったことから、反射や視界が遮られるなどの新たな景観被害を生む結果となった。また A 社は、一部住民に対して給湯料の免除を条件に苦情を言わないことを誓約書で約束させ、住民の中には A 社とのトラブルを恐れた者もいたという⁽¹⁾。

図3.6 住宅と接する温泉発電施設(2016年4月撮影)



〔熱排水による被害〕

温泉の熱排水については、 45°C を超える場合に暗渠が義務付けられているが、事実上の規制はなく、温泉発電から流れ出した熱排水も同様である。しかし、小倉地区では、A 社が使用していなかった 2 号源泉の増掘を行ったことから大量の熱水が湧出し、オーバーフローした大量の熱排水が近くの小川に流れ込み被害を拡大させたとみられている (図 3.7)。2 号源泉から湧出した沸騰泉は汽水分離器によって熱水と蒸気に分離され、蒸気は分譲住宅地内に建設された各温泉発電施設に供給され、熱水は一般家庭に配湯されている。しかし、増掘による大量湧出が原因となり余った大量の熱排水は、側溝を通り川幅が狭く流量が少ない今井川に流出することとなった。

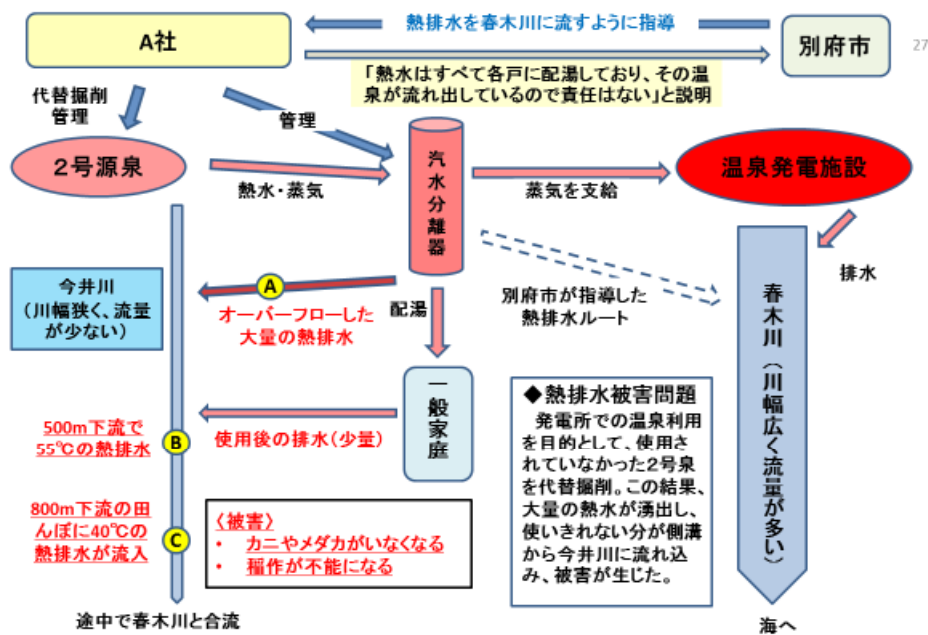


図3.7 熱排水による被害(2016年10月時点)

図 3.8 は 2016 年 10 月 時 点 の 被 害 状 況 を 示 し た 写 真 3 枚 だ る。「写 真 A」は オ ー バ ー フ ロ ー し た 熱 水 が 側 溝 を 流 れ て い る 状 況 を 示 し た。ま た「写 真 B」は 温 泉 発 電 施 設 か ら 約 500m 下 流 の 今 井 川 だ る が、こ こ で も 熱 排 水 の 温 度 は 55℃ に 達 し て い る。



図3.8 側溝・今井川を流れる熱排水と被害のあった田(2016年4月撮影)

800m 下流の脇にある水田はこれまで、今井川から水を引き入れて稲作を行っていたが、40℃の排水が流入したことから「写真 C」が示すように、稲作が不可能となった。さらに今井川に生息していたカニやメダカも姿を消したという⁽²⁾。今井川にはこれまでも、一般家庭が使用した後の温泉排水が流れ込んでいたが、少量であったため、被害はみられなかった。水田の所有者は小倉地区での温泉発電開発が開始されたところから被害が起きるようになったと主張している。しかし今井川には、A 社が所有する源泉以外からも温泉排水が流れ込んでおり、水田の被害と小倉地区での温泉発電開発の因果関係を立証するのは難しい状況にある。小倉地区の 2 号源泉から北に約 400m 離れた地点に川幅が広くて流量の多い春木川が流れており、別府市は、オーバーフローした熱排水をこの春木川に流すように求めた⁽³⁾。

〔温泉資源の枯渇〕

図 3・9 が示すように、別府市では経済高度成長期の 1960 年代から源泉の新規掘削が急増した。それまでの源泉はほとんどすべてが自噴泉であったが、温泉開発が加速した 1960 年代からポンプでくみ上げる動力泉の導入が急拡大した。この影響で本来、自噴泉だったものが自噴しなくなったことから動力泉に切り替えられる事態も相次ぎ、利用源泉数に対する動力泉の比率は約 80%に達した(由佐、2012)。

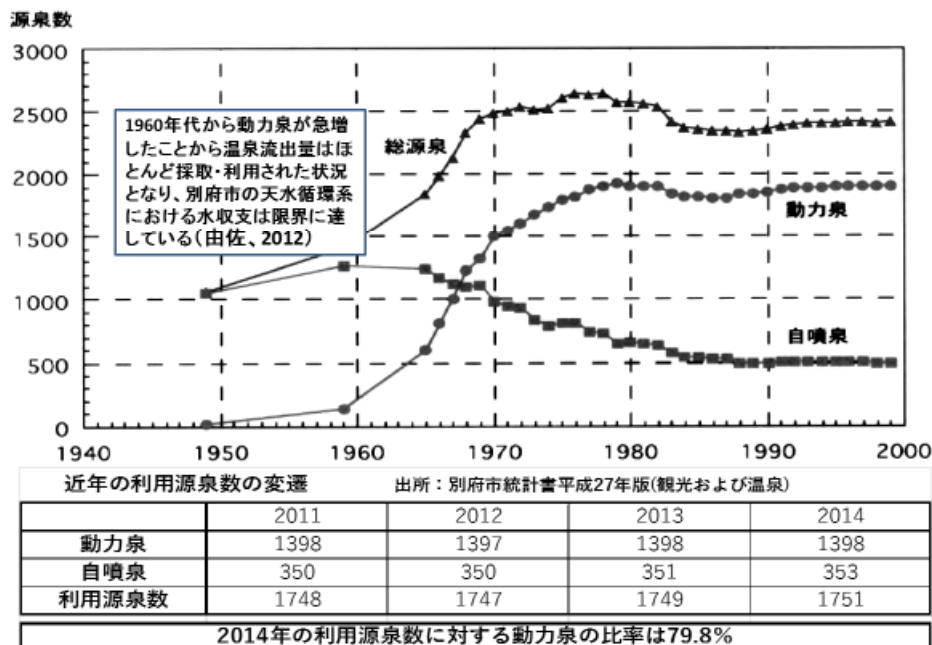


図3.9 別府市で浮上する温泉資源問題

出所: 文化的景観・別府の湯けむり景観保存計画(由佐)

別府市で湧出する温泉は、背後にある鶴見岳・伽藍岳などに浸透した雨水が約

50年かけて噴出するとみられている（大分県、2016）が、動力泉が80%に達している現状からすれば、別府の地下から、天水循環を無視して温泉をくみ出していることになり、温泉湧出量のほとんどは既に採取・利用されている状況に陥っているといえる。すなわち、別府市の天水循環系の水収支は限界を迎えていると判断できる。

別府市の西側には鶴見岳、伽藍岳などの火山群が連なり、その前面に大規模な火山麓扇状地が広がっている。別府温泉の熱源は主に伽藍岳の地下に存在するとみられている。また断層に沿って流れる温泉水の主な流動経路は2通りある。このうちの一つの流動経路の上流に小倉地区があり、そこで温泉発電施設の建設が集中的に行われている。温泉資源の採取が限界に達しているとみられる別府温泉では、長期的にみて小倉地区での集中的な温泉熱利用が下流地域の温泉湧出に影響を与える恐れが強まっているといえる（図3.10）。

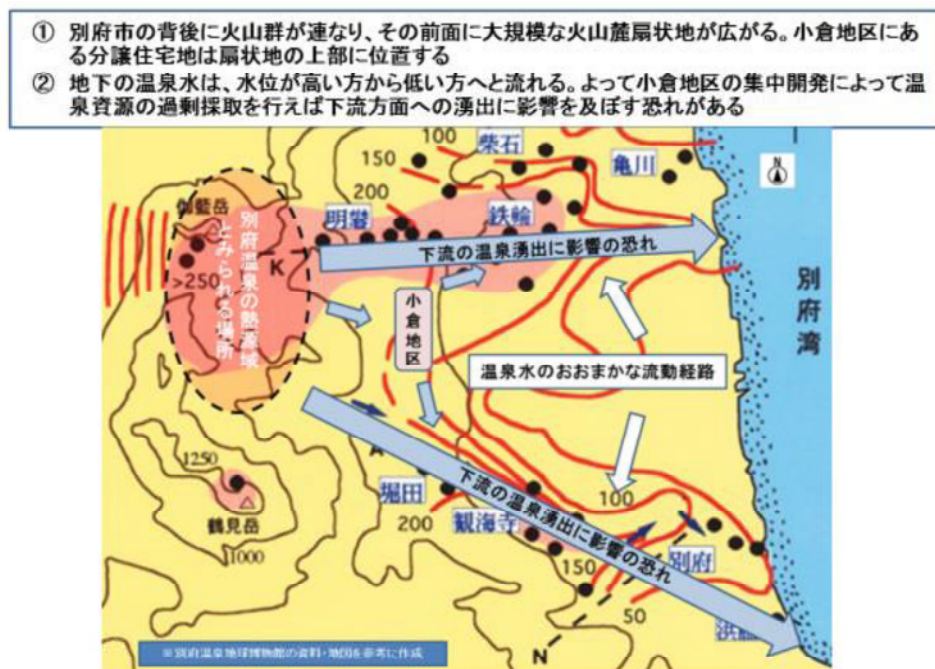


図3.10 小倉地区の位置と別府の温泉減衰の関係

さらに小倉地区の増掘によって、温泉資源への懸念が生じた。増掘をする場合、埋設管の口径を「50A」（50 mm）から「80A」（80 mm）に拡大するのが一般的であり、これは温泉資源の採取量が拡大されることを意味する。小倉地区では新たな増掘も予想されていることから温泉湧出への影響に対する懸念が強まった。

〔企業による利益目当ての乱開発〕

そもそも地元では、小倉地区を開発した A 社について事業者としてのモラルに

疑問を呈する声が多かった。A社の事実上の親会社である不動産会社が販売した温泉付分譲住宅地は、管理・運営に問題があると言われていた状態であり、そのような企業体質が地域住民への配慮を顧みない乱開発につながったと考えられる。

例えば、分譲住宅地内の道路はすべて私道であることから公共の水道管は埋設されておらず、上水道は地下水をくみ上げて有料で給水されているが、濁ったり量が少なかったりするなど水質・量に問題が起きている。また、最初の分譲から30年以上経過していることから、道路は舗装がはがれて荒れた状態となっている。自治体（会員は約100人）は、私道の所有権を別府市に移譲することで、①道路の補修、②上下水道の整備、③街灯料金の無料化などを目指したが、私道の利権者が1,000人以上に上り、既に所在不明になっている者が多く、全利権者の合意を得るのは不可能であることから断念した経緯がある⁽⁴⁾。

このため、A社を知る地元企業は、取引でトラブルが生じる可能性のあることを懸念し、小倉地区に建設される温泉発電施設の購入に動こうとしなかったとみられ、結果的に、発電施設を購入したのはすべて関東、関西を中心とする県外の企業になったと思われる。

3.3 問題の解消方策分析

3.3.1 騒音被害・景観損壊への対処

騒音被害や景観損壊に対しては、環境影響評価法をはじめ多くの法規制が存在する。しかし温泉発電に関しては、本来適用されるべき法規制が、規模の小ささや工作物としての性格上の理由から適用できない場合が少なくない。例えば、環境影響評価法や大分県環境影響評価条例は、一定の事業規模（出力1万kW以上の第1種事業、出力7,500kW以上・1万kW未満の第2種事業）のみを対象としており、小規模な温泉発電には適用されない。

また景観問題については、都市計画法で規制の対象を建築物と特定工作物としているが、「発電所は事業用電気工作物であり建築物ではないと定められている」（電気事業法）ことから、都市計画法での規制はできない。さらに、景観法に基づいて別府市景観計画、別府市景観条例が制定されているものの、規制対象が「景観に与える影響の大きい工作物」とされ、これら法規制も小規模な温泉発電を対象にできる状況にはなかった。一方、騒音について別府市は、工事計画書の届け出があった場合に騒音規制法に基づいて指導を行っている。しかし、2011年の規制緩和で「出力300kW未満の温泉発電設備は工事計画書の届け出は不要」（電気事業法）となったことから、小規模な温泉発電施設については騒音に関する規制や指導が事前にできなくなった。

このようなこともあり別府市は、適用されない部分を補完する目的で2016年5月に別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」を施行した。条例では、対象と

する温泉発電設備の設備容量を 10kW 以上 7,500kW 未満としたほか、事業用電気工作物の中でも発電設備や冷却塔などが景観規制の対象になることを明確にした。さらに、事業者には着工前に市と事前協議を行うことを義務付け、騒音については、騒音規制法第 6 条に基づいて環境課と事前協議を行うことを定めた。

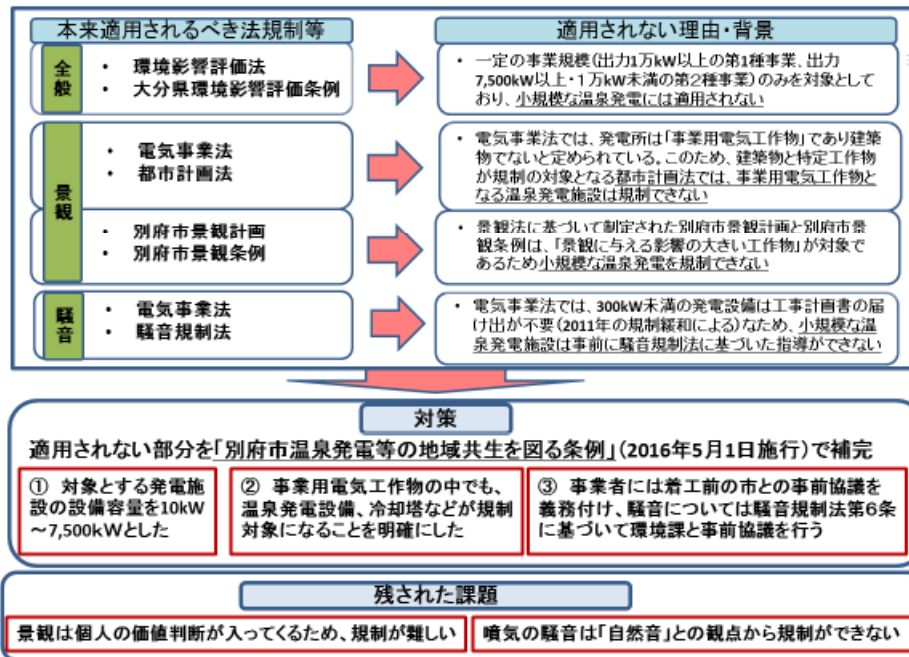


図3.11 騒音被害・景観損壊への対処

しかしその一方で、①景観は個人の価値判断が入ってくるため規制基準をどこに定めるかが難しい、②噴気の騒音は、川の水が流れたり鳥が鳴いたりする音と同じ「自然音」とみなされるため規制ができないなどの課題も浮き彫りになった。

3.3.2 熱排水による被害への対処

温泉発電後の熱排水については事実上規制が設けられていない。また高温の熱排水で農業被害や環境被害が生じた場合、市が改善の行政指導を行うことができるが、罰則規定はない。温泉の排水をめぐっては水質汚濁防止法による規制があるが、これは水質悪化による健康被害を防ぐことが主たる目的であり、温泉発電後の排水の温度の高さについての制限は定められていない。

このようなことから別府市は、小倉地区で源泉からオーバーフローした大量の熱排水が小川に入り込んで被害を拡大させた問題について、「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」に基づき水利関係者に事前説明し、承諾を得るよう義務付けた。しかし、熱排水の被害が起きた場合に、熱排水を特定して被害との因果関係を立証するのは困難であり、行政指導にも限界が生じてしまうということが

課題として残った。また、大分県環境審議会温泉部会は、温泉発電後の熱水を地下に還元することを求めているが、法的拘束力がないため実効性に乏しいと考えられる。実際のところ、還元井を掘ると高額のコストがかかることから、ほとんどの事業者は地下還元を行っていない。

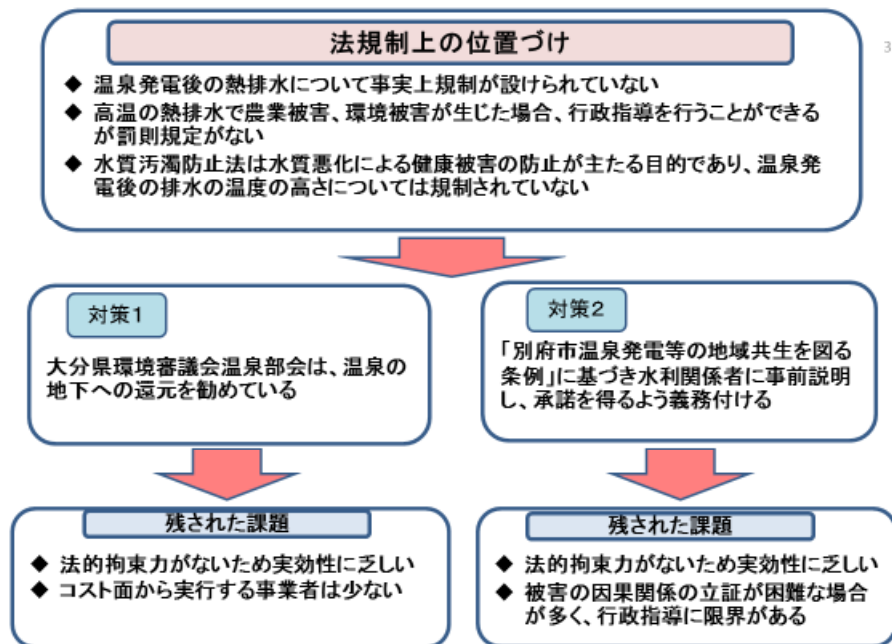


図3.12 熱排水による被害への対処

3.3.3 温泉資源の枯渇への対処

別府市では天水循環系の水収支は限界を迎えており、温泉資源に対する懸念が強まっている。しかし、それにもかかわらず、十分な規制が整っていないのは、温泉湧出に関するデータが不足しているのに加え、市民の温泉枯渇への危機感が薄いことが背景にあると思われる。「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」は、熱源となる源泉から150m以内に所在する源泉所有者（近隣温泉関係者）のモニタリング実施を開発事業者に課している。モニタリングは、着工前、稼働してから6カ月後、1年後に実施し、その後も1年おきに行うことを義務付け、開発が温泉資源に影響を与えていないかどうかについて市に報告することも課されている。しかし、モニタリングで温泉資源への影響が判明した場合の事業者の対応について強制力がないほか、埋設管の口径が申告通りのものであるかチェックする機能が事実上存在しないなど課題も残っている。

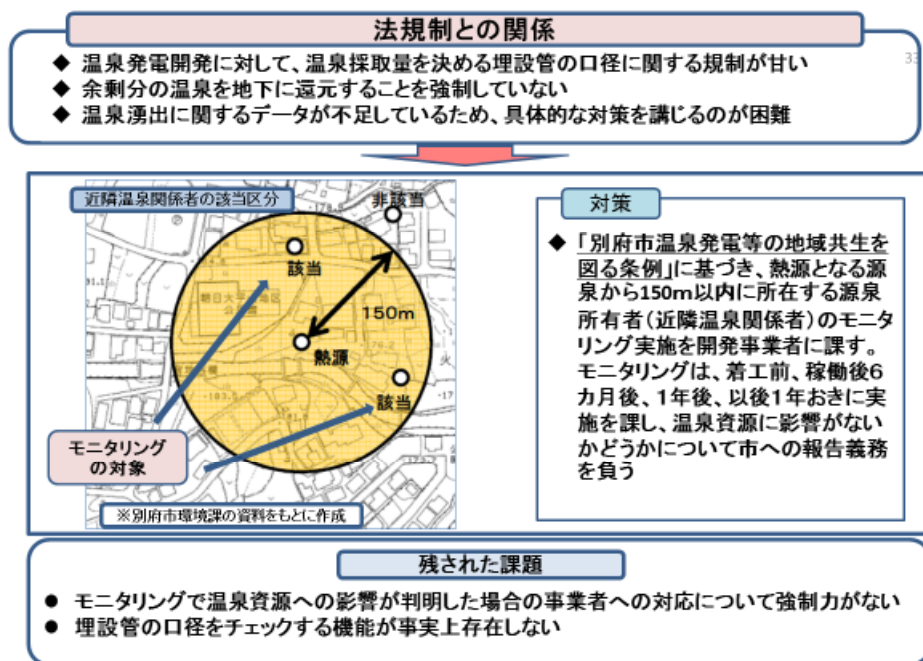


図3.13 温泉資源の枯渇への対処

3.3.4 民間企業による乱開発への対処

小倉地区で乱開発が行われたことを教訓に制定された「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」では、事業者には義務付けられた責務を果たさない場合は改善勧告を受ける。さらに事業者が勧告に従わない場合は、インターネットによる企業名の公表を行うとともに、経済産業省など関係機関にその企業が勧告に従わない旨の情報を通知することになっている（第21条）。これは、事業者が関係機関から受けていた諸認定の取り消し処分を受けたり、新たな認定を受けられなくなったりすることを意味し、「事業者にとってはかなりきつい処分になる」（別府市）という。

また市は、①暴力団関係者でない、②導入案件が公益を害する恐れがない、③近隣区域の自然環境、生活環境におよぼす影響に対して適切な措置を講じているなどを条件に、国の補助を受ける前提となる同意文書を交付するが、違反があれば同意を取り消すなどの措置をとる。さらに地域社会の混乱を避けるため、地元説明会の徹底も図った。すなわち、①事業計画の内容と環境影響調査の結果を地元で説明する、②発電所から200m以内に住む近隣関係者、近隣温泉関係者に対して確実に説明することを義務付け、その結果を市にも報告する、③定められた様式による説明会等実施調書の作成、開催を通知した旨の資料、説明を受けた者の名簿、質疑応答を整理した資料など説明会に関する一連の資料を充実させることを事業者に求めている。

しかしこれについては、企業名の公表によって違反した企業は一定の厳しい処

分を受けることになるものの、厳格な罰則規定がないことから規制を潜り抜けて事業を継続させる企業が出てくる可能性もある。また、企業が条例に基づいて最低限の義務を果たしたとしても、地域住民との信頼関係が必ずしも構築されるわけではなく、結果的に持続可能な事業にはつながらないと考えられる。

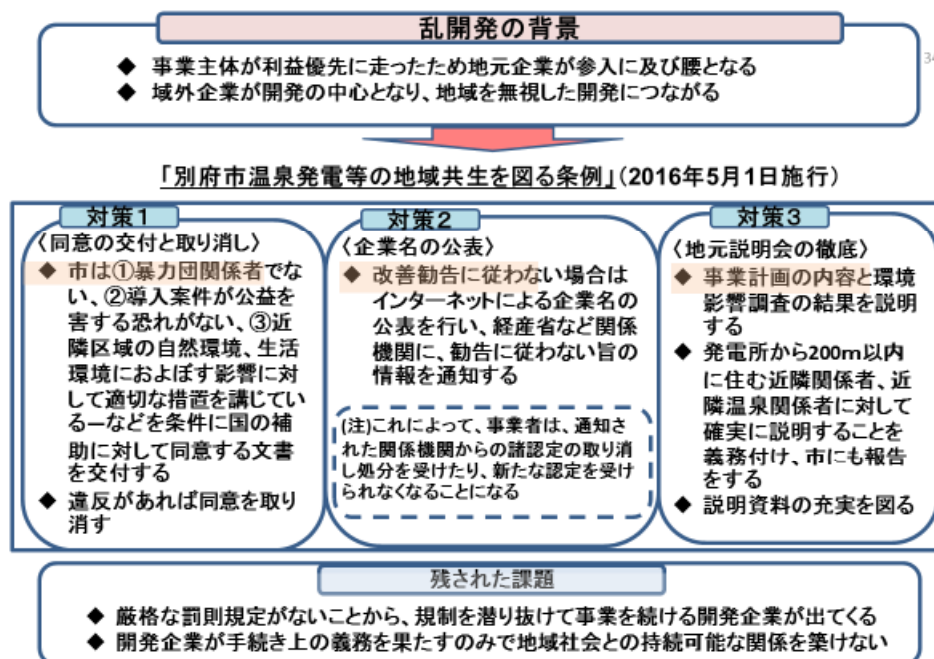


図3.14 民間企業による乱開発への対処

3.3.5 4つの混乱要因の法規制面での対策検討

以上、別府市小倉地区で浮上した4つの混乱要因について、「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」を中心とした法規制面からの対策検討を試みた。騒音被害・景観損壊では、条例によって小規模な温泉発電開発を対象にした規制の強化を検討したが、①温泉噴気は自然音であり騒音として扱われない、②個人の価値判断が入りがちな景観問題は規制が難しいなど法規制以外の対処が必要になることがわかった。また熱排水被害問題については、同条例によって水利関係者に事前説明を義務付けたほか、大分県環境審議会温泉部会が温泉の地下還元を推奨したが、①強制力がないため実効性に乏しい、②環境被害が出た場合の因果関係の立証が難しい、③温泉の地下還元はコスト高から事実上実行されていないなどの課題が浮上した。

一方、温泉枯渇に対する懸念の問題は、事業者周辺温泉の継続的なモニタリング実施・報告を義務付けるなどの方策が同条例によって打ち出されたものの、モニタリングで温泉湧出への影響が判明した際の事業者の対応に強制力はなく、今後の課題として残った。民間企業による乱開発については、企業に対して、①

違反があれば国の補助金交付に対する市の同意を取り消す、②違反した場合に出す改善勧告に従わなければ企業名を公表する、③地元説明会の徹底を図るなどの対処が同条例により行われたが、そもそも条例に厳格な罰則規定がないうえ、条例を遵守したとしてもそれが地域社会との信頼関係の構築につながらないなど法規制の限界が浮き彫りになった。

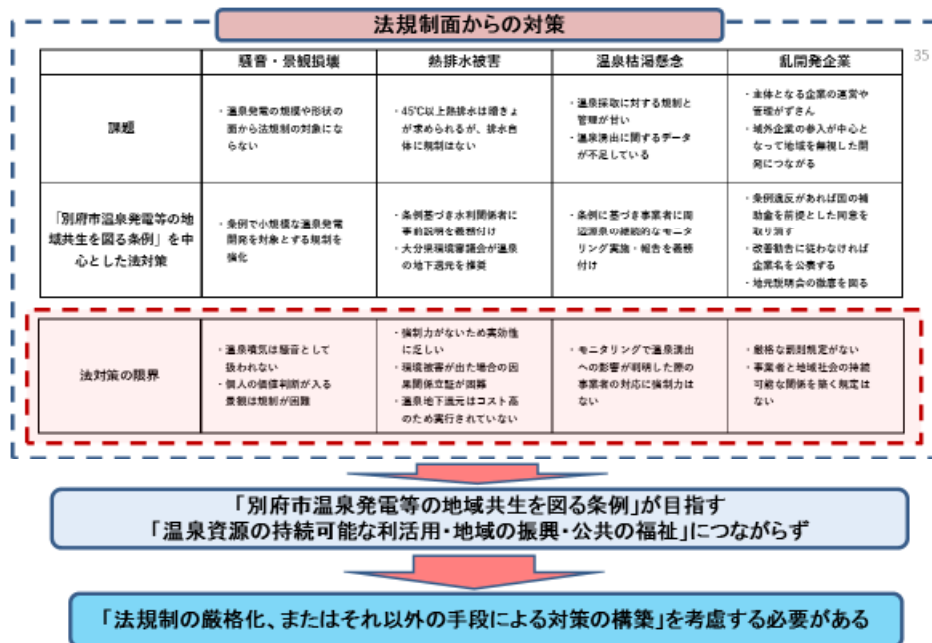


図3.15 4つの混乱要因の法規制面での対策検討

この結果、「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」が目指している「温泉資源の持続可能な利活用・地域の振興・公共の福祉」にはつながっておらず、法規制の厳格化、またはそれ以外の手段による対策の構築を考慮する必要があることがわかった。

3.4 まとめ

湧出量が多く温泉発電開発に適した環境にある大分県別府市では、自然エネルギー開発会社「A社」が2015年ごろから売電利益を優先したとみられる乱開発により、周辺地域に騒音被害・景観損壊、熱排水による被害を引き起こしたほか、温泉資源枯渇への不安を生じさせるなど地域社会を混乱させる結果となった。別府市はA社のこれ以上の乱開発や同様の企業が現れるのを防止するため、2016年5月に「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」を制定したが、規制だけでは過剰開発を阻止できないことが明らかとなった。このままでは条例が目指す「温泉資源の持続可能な利活用・地域の振興・公共の福祉」にはつながらないため、

法規制の厳格化、またはそれ以外の手段による対策の構築を考慮する必要がある

(注)

1. 小倉地区内、周辺住民へのヒアリングによる。
2. 被害に遭った水田所有者へのヒアリングによる。
3. 行政関係者へのヒアリングによる。
4. 小倉地区住民へのヒアリングによる。

第4章

地域への貢献を目指すケースとしての

土湯温泉の事例分析

第4章 地域への貢献を目指すケースとしての土湯温泉の事例分析

4.1	目的	63
4.2	震災・原子力発電所事故による土湯温泉の状況	63
4.2.1	土湯温泉の概要	63
4.2.2	震災・原子力発電所事故による被害と復興事業	64
4.3	土湯温泉の復興事業の詳細分析	66
4.3.1	土湯温泉の地域再生スキーム	66
4.3.2	土湯温泉バイナリー発電事業の関連法規制	68
4.4	土湯温泉のキーパーソンの役割	69
4.4.1	復興事業に関わる主要組織とキーパーソン	69
4.4.2	キーパーソン・加藤勝一氏の存在意義	71
4.5	土湯温泉復興事業の成果と課題	72
4.5.1	土湯温泉事業の経済的成果	72
4.5.2	温泉発電事業が「成功」した理由と残された課題	73
4.6	まとめ	74

図 4.1 土湯温泉の概要

図 4.2 震災・原子力発電所事故による土湯温泉の影響

図 4.3 土湯温泉の震災被害と復興事業

図 4.4 土湯温泉の地域再生スキーム

図 4.5 土湯温泉の復興事業開始までの経緯

図 4.6 土湯温泉復興事業に関わる主要組織とキーパーソン

図 4.7 キーパーソンとステイクホルダーの詳細関係

図 4.8 キーパーソン・加藤勝一氏の存在意義

図 4.9 土湯温泉事業の経済的成果

図 4.10 温泉発電事業の成功理由と残された課題

表 4.1 土湯温泉バイナリー発電事業の関連法規制

第4章 地域への貢献を目指すケースとしての土湯温泉の事例分析

4.1 目的

第4章は、東日本大震災による家屋倒壊と東京電力福島第一原子力発電所事故の風評被害による観光客減少で存続の危機に直面した土湯温泉が、温泉発電を含む温泉熱を利用した復興事業に取り組んだ事例を取り上げ、地域貢献に関するメリット、さらには浮上した課題について検討するのが目的である。土湯温泉は大手企業など地域外の参入を認めず、住民主体組織が築いた地域再生スキームによって復興に向けての道筋を作り上げることができた。豊富な温泉資源を利用した温泉発電（設備容量は400kW）事業、温泉地を流れる河川を利用した水力発電（140kW）事業により売電収入を確保し、これらを震災復興やまちづくりの資金に活用するものである。

住民主体組織による温泉発電事業が、一定の地域社会への貢献を実現させた理由として、そこにリーダーシップの発揮できるキーパーソンの存在があったことを挙げることができる。このキーパーソンのもと、旅館・ホテルの関係者らを中心としたフォロワーらの結束が強まり、全国から注目されるような温泉発電事業、温泉熱利用のケースを作り上げることが可能となった。しかし、①復興事業組織のメンバーの大半が旅館やホテル関係者だったことから再建が観光関連中心になり、恩恵が地域全体に行き渡っていない、②本来の目的である非常用電源の確保、エネルギーの地産地消などが未到達のままになっているなどの課題も残しており、地域社会への貢献をより充実させるための条件を追究する必要がある。

4.2 震災・原子力発電所事故による土湯温泉の状況

4.2.1 土湯温泉の概要

福島県福島市・土湯温泉は磐梯朝日国立公園の一角に位置し、吾妻連山や安達太良山など風光明媚な山々に囲まれた温泉地である。住民566人、319世帯（2017年2月時点）で、若者の流出が激しく住民の約46.3%を高齢者が占める（2015年8月時点）。温泉は中心部から約2キロ離れた山間部に共同管理の源泉群（数十カ所）を所有している。

事実上使用しているのは3つの泉源である。このうち16号泉は湧出温度が155℃に達し、造湯量も毎分900ℓと高温、大湯量の泉源ともなっている。このほか2号泉（140℃、毎分350ℓ）と15号泉（45℃、毎分250ℓ）があり、総湯量は、毎分1,500ℓに達する。これら源泉から温泉街の各旅館、一般家庭へと温泉が供給され、管理は温泉協同組合による一元体制となっている。2015年度の宿泊者数は15万7,574人、日帰り客数は9万4,617人（いずれも入湯税ベース）であった。

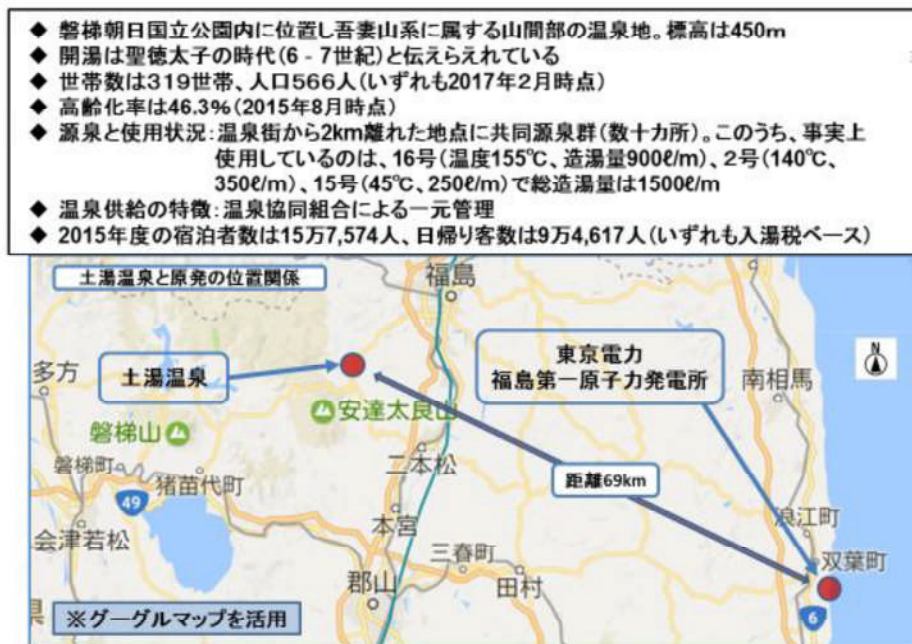


図4.1 土湯温泉の概要

4.2.2 震災・原子力発電所事故による被害と復興事業

2011年3月の東日本大震災の震度6強の揺れでほとんどの旅館、ホテルが倒壊した。さらに土湯温泉から東方69kmの地点にある東京電力福島第一原子力発電所の事故によって風評被害が強まり観光客数は激減した。多くの旅館、ホテルが修復費用を捻出できず、震災前16件あった旅館は11件となった。これに伴って旅館収容人員も震災前に2,328人(2011年2月時点)だったのが震災後は1,052人(2011年9月時点)と55%の激減となった。入込客数は2011年全体で6万9,420人となり、前年(20万4,853人)に比べて66%のマイナスとなった。2011年の日帰り客数は3万3,850人で、前年(5万3,028人)比36%減だった(図4.2)。

また土湯温泉は、福島県浪江町と南相馬市から原子力発電所事故避難者794人(2011年4月末時点)を受け入れた。避難者らは震災被害が比較的軽微な8旅館に分かれて一時的に生活した。被災と風評被害の影響で最終的に廃業に追い込まれた5旅館のうち2旅館は解体され、その跡地は公衆浴場や、土湯温泉の名産でもあるこけしを売り込む「こけしミュージアム」の建設が予定されている。残る3旅館については、2旅館が他の旅館に買い取られた後に再建したほか、1旅館はレストランや特産品販売所として再建されることとなっている。

東日本大震災前後の旅館数・入込客数比較 (湯遊つちゆ温泉協同組合のデータをもとに作成)			
	東日本大震災前	東日本大震災後	震災後の増減率
旅館数	16軒 (2011年2月時点)	11軒 (2011年11月時点)	-31%
旅館収容人員	2,328人 (2011年2月時点)	1,052人 (2011年9月時点)	-55%
入込客数 (宿泊)	204,853人 (2010年)	69,420人 (2011年)	-66%
入込客数 (日帰り)	53,028人 (2010年)	33,850人 (2011年)	-36%

- ◆ 東日本大震災の本震被災時の震度は「6強」
- ◆ 震災後の停電期間は3日間
- ◆ 東京電力福島第一原子力発電所からの直線距離は69km
- ◆ 浪江町・南相馬市から原発事故避難者794人を受け入れ(2011年4月末時点)
震災被害が比較的軽微な8旅館が受け入れ
山水荘(175人)、土湯温泉ホテル(111人)、天景園(96人)、いますや旅館(94人)、松雲閣(82人)、山根屋旅館(67人)、はるみや旅館(65人)、ニュー扇屋(41人)、川上温泉(32人)、小滝温泉(31人)
- ◆ 被災と風評被害で最終的に廃業に追い込まれた旅館と現状(2017年3月現在)
 - 富士屋旅館→解体、公衆浴場建設へ
 - 親山荘→解体、「こけしミュージアム」建設へ
 - いますや旅館→レストラン(温泉熱利用の養殖エビ提供)、特産品販売所として再建へ
 - 天景園→福島県内旅館業者に買い取られ、新旅館「福うさぎ」として再建
 - 土湯温泉ホテル→山水荘が復興作業関係者の宿舎として購入、再建

図4.2 震災・原発事故による土湯温泉の影響

このような土湯温泉の窮地を打開しようと地域の住民らが打ち出したのが自然エネルギー活用による復興計画である。地域の有志が「土湯温泉町復興再生協議会」を結成、さらに発電事業会社を設立し、2015年4月に温泉地近くにある河

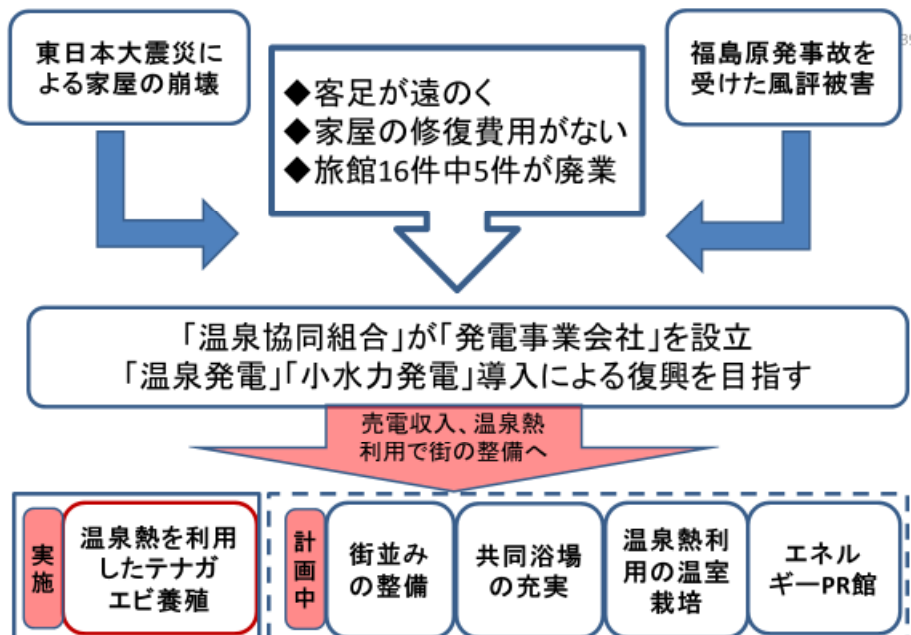


図4.3 土湯温泉の震災被害と復興事業

川を利用した小水力発電施設（設備容量は140kW）を、同年11月に温泉バイナリー発電施設（400kW）をそれぞれ稼働させた。

発電による売電収入は、疲弊した街並みの整備に充てられるほか、共同浴場の充実、温泉熱を利用した温室栽培、エネルギーPR館の新設なども今後の使い道として計画されている。また発電システムの冷却用に使用して温度が上昇した沢水を使って、オニテナガエビの養殖に既に乗り出しており、今後は建設が予定されているレストランや、旅館・ホテルで名物料理として売り出すことを目標に掲げている。また、2つの自然エネルギー発電施設、養殖場を含めて見学ルートを設けて観光客を呼び戻す計画も打ち出している。2015年、2016年の夏休みには、小学生を対象とした「再生可能エネルギー体験ツアー」を企画し、ツアー参加者は土湯温泉の旅館に宿泊した。

4.3 土湯温泉の復興事業の詳細分析

4.3.1 土湯温泉の地域再生スキーム

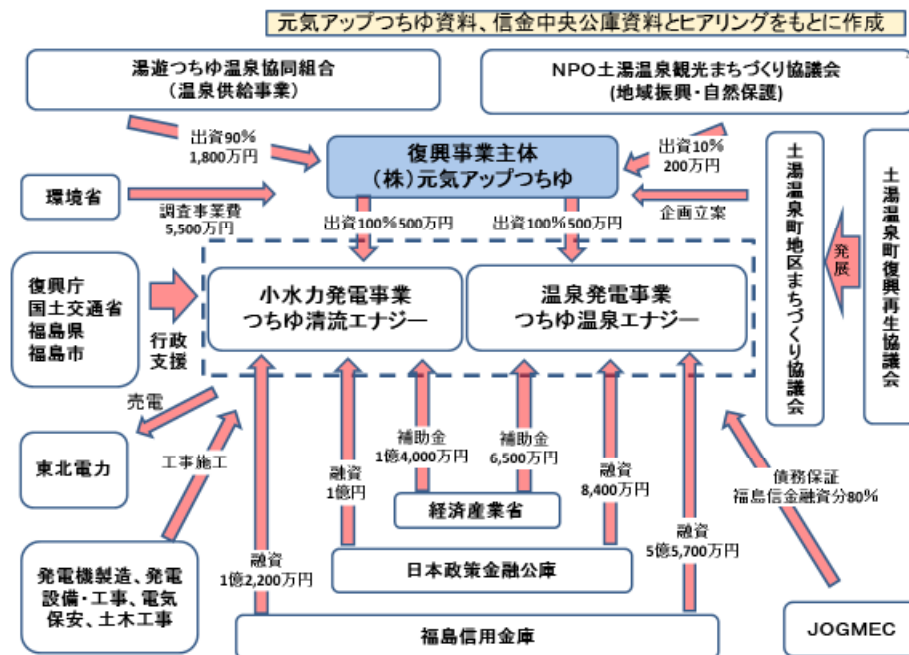


図4.4 土湯温泉の地域再生スキーム

図 4.4 は土湯温泉の復興に向けた地域再生スキームである。核となるのが復興事業主体「元気アップつちゆ」であり、土湯温泉全体の温泉供給事業を手掛ける「湯遊つちゆ温泉協同組合」が90%に相当する1,800万円を、土湯温泉の振興や自然保護に取り組むNPO「土湯温泉観光まちづくり協議会」が10%に相当する200万円をそれぞれ出資して2012年10月に設立された。また震災から約半年後

に地域住民ら有志が復興事業に乗り出すために結成した「土湯温泉町復興再生協議会」は解散し、代わって発足した「土湯温泉町地区まちづくり協議会」が元気アップつちゆの企画立案に携わった。

元気アップつちゆは、環境省の再生可能エネルギー緊急検討調査委託事業として2011年12月に獲得していた補助金（5,500万円）をもとに温泉発電可能性事業調査を、次いで2012年8月に得た国土交通省からの補助金（1,614万円）で小水力発電の可能性調査事業を実施した。さらに復興庁や福島県、福島市などの行政支援を得て小水力発電事業会社「つちゆ清流エナジー」と温泉発電事業会社「つちゆ温泉エナジー」を設立した（いずれも元気アップつちゆによる100%出資、出資金額は500万円）。

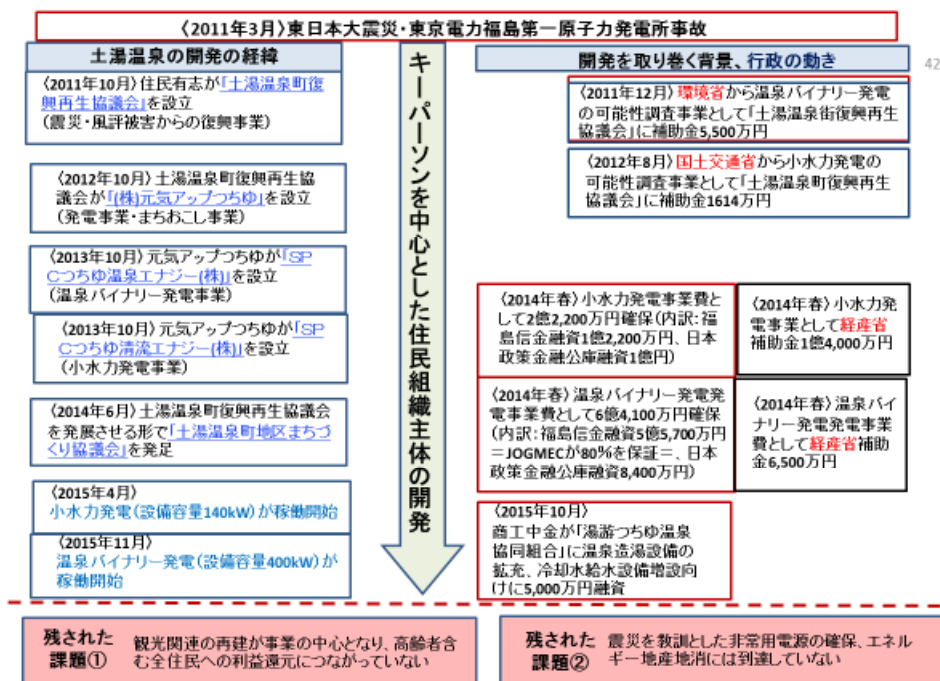


図4.5 土湯温泉の復興事業開始までの経緯と残された課題

土湯温泉の温泉発電開発を中心とする復興事業の大きな特長は、資源調査や設備設計、発電装置の選定・発注などの運営面で地域外の大手企業の参入を認めずに地元組織がすべて主体で行われたことである。このため、巨額の資金調達を余儀なくされたが、独立行政法人「石油天然ガス・金属鉱物資源機構」(JOGMEC)から民間融資についての債務保証を取り付けるなどして乗り切った。具体的には2014年春に、小水力発電事業費として3億6,200万円を確保し、その資金調達先の内訳は福島信用金庫融資が1億2,200万円、日本政策金融公庫融資が1億円、経済産業省補助金が1億4,000万円だった。またこれと前後して温泉バイナリー発電事業費として7億600万円(内訳は福島信用金庫融資が5億5,700万

円、日本政策金融公庫融資が 8,400 万円、経済産業省補助金が 6,500 万円) を確保した。JOGMEC は、温泉バイナリー発電事業費として福島信用金庫から融資された 5 億 5,700 万円について 80% の債務保証を行った。このほか、商工中金が「湯游つちゆ温泉協同組合」に温泉造湯設備の拡充、温泉バイナリー発電装置の冷却水給水設備増設向けに 5,000 万円を融資した。

4.3.2 土湯温泉バイナリー発電事業の関連法規制

次に、土湯温泉のバイナリー発電事業の関連法規制について整理する。住宅地に建設されて問題となった別府温泉・小倉地区の温泉発電開発の事例（第 3 章）では、騒音や景観、熱排水などに関連する法規制が議論の中心となったが、土湯温泉の場合は発電装置の設置場所が温泉街から約 2km 離れた山間部の河川沿いにあり、国立公園第 3 種特別地域に属することから、表 4.1 で示すように自然公園法や森林法、河川法などが関係する。

表4.1 土湯温泉バイナリー発電事業の関連法規制			
法規制	所管	対象となる行為	許認可の種類
建設に関する許認可			
自然公園法	福島県北地方振興局 (環境省)	国立公園第 3 種特別地域での機器設置	自然公園特別地域内工作物新築許可
		国立公園第 3 種特別地域での用地造成	自然公園特別地域内土地形状変更許可
森林法	福島県北農林事務所 (農林水産省林野庁)	保安林内での建設工事	保安林内作業許可
		保安林内での土地造成	保安林内土地形状変更許可
国有林野 管理経営法	福島県北農林事務所 (農林水産省林野庁)	国有林内での取水配管敷設	国有林野使用許可
河川法	福島県北建設事務所 (国土交通省)	取水配管の河川横断	河川工作物設置認可
砂防法	福島県北建設事務所 (国土交通省)	砂防指定地内での建設工事	砂防指定地内行為許可
設備・運用に関する許認可			
電気事業法	産業保安監督部 (経済産業省)	電気主任・ボイラータービン主任の選任	主任技術者の選任
		発電所設備の建設	工事計画の届け出
		発電所設備の運転	保安規程の届け出
消防法	福島市消防本部 (総務省消防庁)	バイナリー発電装置の媒体 ペンタンの保有	危険物取扱所設置認可
労働安全衛生法	労働基準監督署 (厚生労働省)	汽水分離器など圧力容器の設計	第一種圧力容器の製造許可
		汽水分離器など圧力容器の設置	第一種圧力容器の設置届

温泉発電施設に関する許認可としては、国立公園第 3 種特別地域内の用地を造成し機器を設置することから、自然公園法に基づいた「自然公園特別地域内土地形状変更許可」や「自然公園特別地域内工作物新築許可」が必要となった。また

保安林内での建設工事、土地造成にあたることから、森林法も適用されたほか、国有林野管理経営法(国有林内での取水配管敷設に伴った「国有林野使用許可」、河川法(バイナリー発電装置の冷却用の取水配管が河川を横断するのに伴う「河川工作物設置許可」、砂防法(砂防指定地内での建設工事に伴う「砂防指定地内行為許可」)に基づく許認可が必要となった。

さらに温泉発電の設備・運用に関する許認可としては、ボイラー・タービン主任技術者の選任、工事計画の届け出、保安規程の届け出(いずれも電気事業法)、バイナリー発電の媒体としてペンタンを使用することから危険物取扱所設置認可(消防法)が必要になった。このほか、汽水分離器など圧力容器の設計や設置を行うことから、労働安全衛生法に基づいて「第1種圧力容器の製造許可」、「第1種圧力容器の設置届」の許認可申請を出す必要が生じた。

4.4 土湯温泉のキーパーソンの役割

4.4.1 復興事業に関わる主要組織とキーパーソン

土湯温泉の復興事業が軌道に乗ることができたのは、東日本大震災以来、まちづくりのリーダーシップを取り続けて、復興のキーパーソンとなった加藤勝一氏(67)の存在が大きい⁽¹⁾。加藤氏は、震災後に土湯温泉の復興再生を推進する組織「土湯温泉復興再生協議会」を発起人となって設立させ、会長に就任した。2012年に設立された復興の事業主体「元気アップつちゆ」の社長にも就任し、温泉発電をはじめとする温泉熱利用を手掛けて、経済的、社会的両側面から復興に向けての基盤を作った。

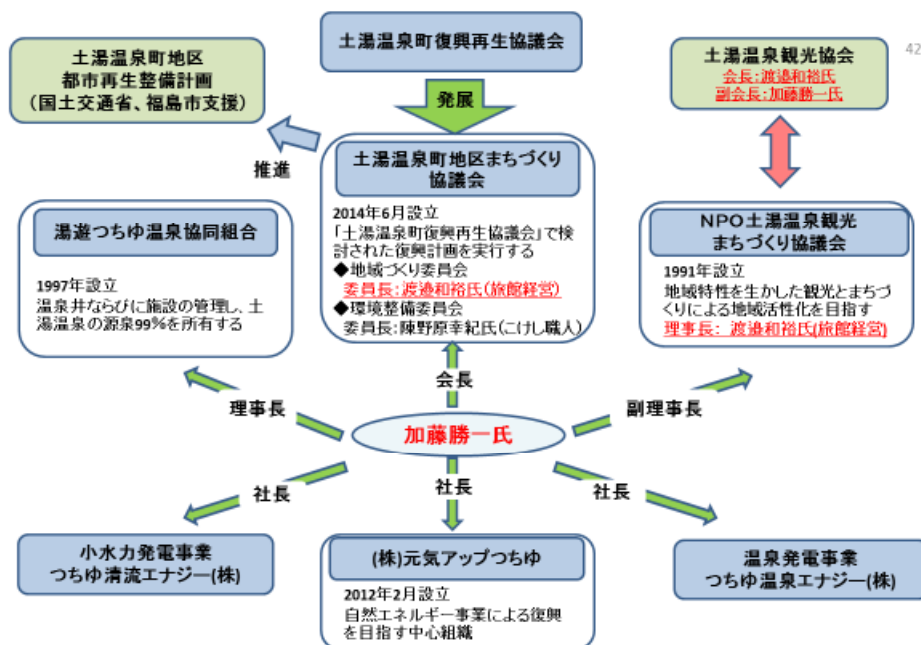


図4.6 土湯温泉復興事業に関わる主要組織とキーパーソン

加藤氏がリーダーシップを発揮できたのは、土湯温泉の復興事業に関わる主要組織すべてで中心的な職務に就いていたことが大きな理由と判断できる（図 4.6）。もともと震災直後に地元の有志が結成した「土湯温泉町復興再生協議会」は、加藤氏の呼びかけによるものであり、協議会の会長に就任した加藤氏は、①温泉観光地の将来を占うモデル地域の構築、②少子高齢・人口減少社会への対応、③自然エネルギーを活用したエコタウンの形成、④産官学との連携、⑤計画を支える組織の確立を 5つの計画ポイントとして提案していた。

さらに加藤氏は、自然エネルギー事業による復興事業の中核となる株式会社「元気アップつちゆ」の社長に就任したほか、小水力発電事業会社「つちゆ清流エナジー」、温泉バイナリー発電事業会社「つちゆ温泉エナジー」の社長も務めた。また「土湯温泉町復興再生協議会」を発展させた組織「土湯温泉町地区まちづくり協議会」の会長、NPO「土湯温泉観光まちづくり協議会」の副理事長、「湯游つちゆ温泉協同組合」の理事長にもそれぞれ就任しており、多くの組織で指導力を発揮した。

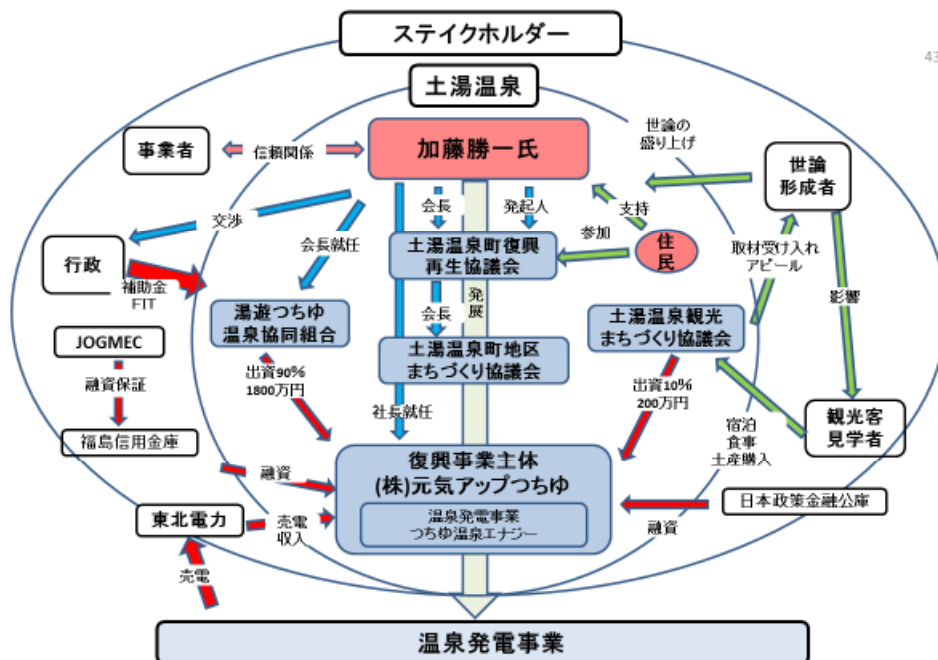


図4.7 キーパーソンとステイクホルダーの詳細関係

また加藤氏を中心に温泉発電事業に絡むステイクホルダーも形成されていったと考えられる（図 4.7）。温泉発電装置の製造業者や電気工事関係者らとの信頼関係を構築する一方で、行政への補助金申請や金融機関からの融資、JOGMECへの債務保証の取り付け、電力会社との FIT に基づく売電手続きなどで中心的存在

となった。さらに福島県内外の多くの場で土湯温泉の復興事業に関する講演会を行ったり、報道機関の取材にも積極的に応じたりして世論の盛り上げにも努力した。

4.4.2 キーパーソン・加藤勝一氏の存在意義

加藤氏は土湯温泉町生まれ。福島市内の商業高校を卒業し、社会福祉法人の理事長や福島市議会議員などを経て、土湯温泉の温泉協同組合、観光まちづくり協議会などの幹部を務めるなどして、土湯温泉の発展に尽力した。青年時代は雪を踏み分けて道を作ることを意味する「あらふど」をもじった青年組織「あらふど会」を結成した実績もある。「加藤氏が実家の石材店を手伝ったあと、旅館の養子になったことから、旅館・ホテルの経営者間との複雑なしがらみがなかったため、中心人物として適任だった」と一部の報道機関は伝えている⁽²⁾。

加藤氏は、総合的な温泉熱利用開発で地域の住民が一つになれた理由として、「(東日本大震災や、原子力発電所事故による風評被害で観光客が激減したり、廃業する旅館が相次いだりしたことによって生じた) 誰もが目の当たりにした、かつてない危機感」が台頭したことによって復興再生に向けた目標を共有できたことを挙げている。また加藤氏は、キーパーソンとしてリーダーシップを取り続けることができたのは「あいつがやるなら」と、住民が後に続いてきてくれたからだと振り返っている⁽³⁾。

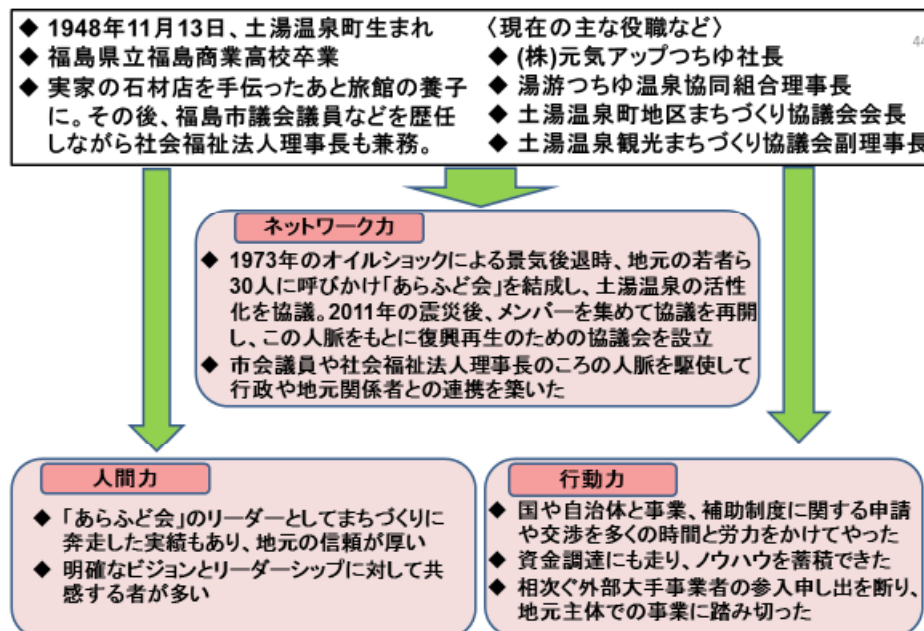


図4.8 キーパーソン・加藤勝一氏の存在意義

具体的な加藤氏の存在意義を裏付けるものとして、ネットワーク力、人間力、行動力の「3つの力」を持っていることを挙げることができる。ネットワーク力については、1973年のオイルショックによる景気後退時、地元の若者ら30人に呼びかけて「あらふど会」を結成し、土湯温泉の活性化を協議したことを機に培われた。2011年の震災後、当時のメンバーを集めて協議し、この人脈をもとに復興再生のための協議会を設立した。また市議員や社会福祉法人理事長のころの人脈を駆使し、復興事業での行政、地元関係者との連携を築いたという。

また加藤氏は、「あらふど会」のリーダーとしての実績により地元の信頼が厚いのに加え、明確なビジョンとリーダーシップに対して共感する者が多いなど人間力を備えているうえ、国や自治体と事業に関連した補助制度に関する申請や交渉を多くの時間と労力をかけて行ったり、蓄積したノウハウを資金調達やその他交渉にも役立てたりするなど行動力も評価されている⁽⁴⁾。

一般的に地域社会での活動において、人と人とのつながりは多大な影響力を持つ。特に活動の取り組みにおいて中心的な役割を果たすキーパーソンの存在は大きく、その役割としては、アイデアの創出、企画の実行、事業の組織化などを挙げることができる。キーパーソンが組織に存在しない場合、個人個人の活躍に依存することになり、活動の継続性、発展性が失われてしまう危険性が浮上してくることもありうる。さらに、資金不足やネットワークでの協力者の不在、支援基盤の不在などによってキーパーソンの能力が抑えつけられることすら考えられる。もちろん、キーパーソンの個人プレーだけでは活動は限定的になることから、周辺にフォロワーが生まれるなど多くの人の支えが活動する上で重要となる。また、人と人とのつながりは、組織だった上下関係ではなく、共感をもった者同士の間で存在していくのである（新川、2011）。

4.5 土湯温泉復興事業の成果と課題

4.5.1 土湯温泉事業の経済的成果

土湯温泉での自然エネルギーを活用した事業は、経済的な成果を収めた。特に温泉バイナリー発電（400kW）に関しては2015年11月に稼働を開始し、2017年3月時点で稼働率が98%を維持するなど順調に機能している⁽⁵⁾。この結果、FITに基づいた売電による収入は、ひと月あたり約1,037万円に達する計算となり、このまま順調に稼働が続けば、FIT適用の15年間のうちの最初の7年間で借金の返済が終わり、残り8年間は、売電収入をそっくり復興事業に充当させることができる。一方、小水力発電事業（140kW）は、2015年4月に稼働を開始した。以来2017年3月までの平均稼働率は約50%となった。ひと月あたりの売電収入は約171万円であり、FIT適用の20年間のうち最初の11年間で借金返済を完了することができる予定である。

また、温泉熱を利用したオニテナガエビの養殖計画も 2017 年 4 月に施設の竣工式が行われるなど準備が着々と進んでいる。温泉バイナリー発電装置の冷却過程で 20℃上昇した沢水を利用する方式をとっており、既に稚魚 1 万匹を搬入した。成長スピードに合わせて水槽 10 個（計 2,000ℓ）に振り分け、共食いを防ぎながら養殖を行う。震災被害で廃業した旅館が、レストラン、特産品販売所として再建される見通しとなっており、育ったオニテナガエビを名物料理として観光客や宿泊客らに売り出すことを予定している。さらに土湯温泉では元気アップつちゆが中心となって温泉発電、小水力発電の見学ツアーを企画した。大雪が積もる冬場でも、地熱を利用して道路や観覧施設を融雪して視察者を受け入れることとしている。2015 年 1 年間の視察者は 2,100 人にのぼり⁽⁶⁾、このうち 6 割にあたる約 1,300 人が土湯温泉の旅館・ホテルに宿泊した。また土湯温泉での事業の視察は有料化され、1 人あたり 3,000 円である。

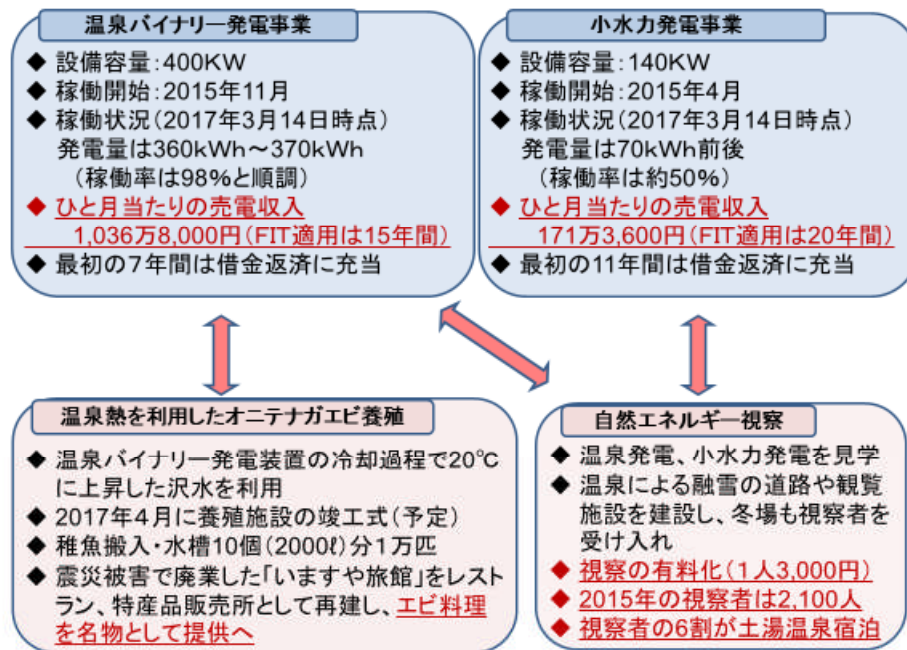


図4.9 土湯温泉事業の経済的成果

4.5.2 温泉発電事業が「成功」した理由と残された課題

土湯温泉の温泉発電事業がスムーズに運んだ理由としては、①廃業旅館が相次ぎ、風評被害で客が激減するなどして住民に危機感が募った、②強力なリーダーシップを持つキーパーソンが存在していた、③地元の温泉協同組合が源泉を所有し、利害関係が複雑でなかった、④源泉が温泉街から離れた山中にあることから発電施設のスペースを確保でき、騒音や景観も問題視されなかった、⑤もともとまちおこしを担い続けていたグループに対して地域の信頼が厚かったの 5 つを挙

げることができる。

その一方で、温泉発電事業による地域貢献という観点からすれば、大きく分けて2つの課題が浮き彫りになった。まず1つ目の課題は、旅館関係者ら特定人物による観光関連の再建が事業の中心となってしまったことである。例えばキーパーソンである加藤氏が会長となって新結成された「土湯温泉町地区まちづくり協議会」は、その下部組織である「地域づくり委員会」の委員長に旅館経営者が就任、また「環境整備委員会」の委員長には地元で民芸品政策を手掛けている職人が就任した。

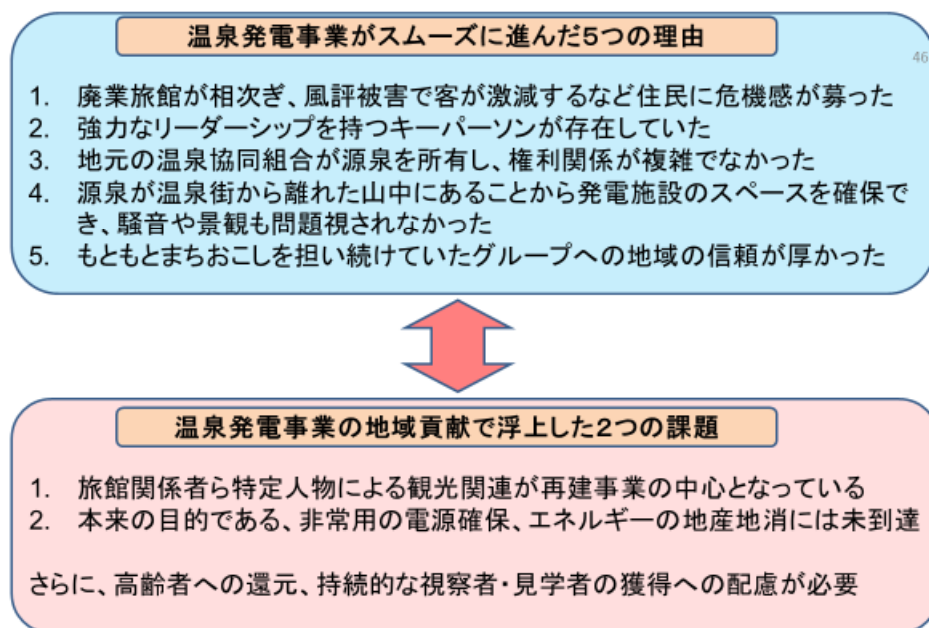


図4.10 温泉発電事業の成功理由と残された課題

2つ目の課題は、震災直後に目標として掲げていた非常用電源の確保やエネルギーの地産地消については達成されていないことである。土湯温泉は東日本大震災のあと、3日間停電が続いた。このような教訓から非常時の温泉熱の利用も含めてエネルギーの地産地消の体制を整える必要がある。このほか高齢化率が約46%と高水準であるにもかかわらず、復興事業が高齢者に対して恩恵をもたらしているかどうか不透明であり、高齢者への利益還元についても配慮が必要となる。

4.6 まとめ

震災被害、風評被害で衰退の危機に直面した土湯温泉は住民らによる協議会を設立し、温泉発電導入を中心とした復興事業を実施した。また復興事業は外部企

業に頼らず独自のスキームを作り上げ、FITに基づく売電も順調に行われことから、温泉地再生に向けての道筋を確立させることができた。

復興事業は強力なリーダーシップを持つキーパーソンを中心に展開した。しかし、住民主体組織による事業ではあるものの、①実際に事業参加しているのは旅館関係者ら特定の人物であり、観光関連が中心の再建事業となっているなど、地域住民参加、幅広い地域貢献が行われておらず、持続可能な地域貢献に関して疑問が生じる形となった。さらに②当初は、発電された電力を停電時のために消費する「地産地消型」にしたいとの目標を定めていたが、売電が重視されている課題も残した。加えて、土湯温泉の高齢化率が約46%に達する中、事業による高齢者への還元、一時的に増加している視察者・見学者が持続可能となるための配慮も必要である。

(注)

1. 加藤氏の年齢は2017年5月24日時点
2. 東京新聞電子版（2015年2月3日付）
http://www.tokyonp.co.jp/article/feature/tohokujisin/fukushima_report/list/CK2015020302000199.html（2017年5月25日最終アクセス）
3. 加藤氏への文書によるヒアリングによる
4. 土湯温泉町の住民、各復興事業関連組織へのヒアリングによる
5. 元気アップつちゆへの電話によるヒアリングによる
6. 土湯温泉観光協会へのヒアリングで入手したデータによる

第 5 章

地域社会へ貢献する温泉発電開発の条件分析

第5章 地域社会へ貢献する温泉発電開発の条件分析

5.1	目的	78
5.2	「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件分析	78
5.2.1	法規制の「厳格化」からのアプローチ	78
5.2.2	温泉法の位置付けと大分県環境審議会温泉部会	80
5.2.3	法規制厳格化以外の手段による対処①	81
5.2.4	法規制厳格化以外の手段による対処②	83
5.2.5	「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件	84
5.3	「地域社会への貢献」のための条件分析	85
5.3.1	「地域への貢献」のための対処法①	86
5.3.2	「地域への貢献」のための対処法②	87
5.3.3	土湯温泉を教訓にした「地域社会への貢献」のための条件	88
5.3.4	温泉の「癖」を踏まえた地域貢献	89
5.4	まとめ	90

図 5.1 法規制の「厳格化」からのアプローチ

図 5.2 温泉法の位置付けと大分県環境審議会温泉部会

図 5.3 法規制厳格化以外の手段による対処（土湯温泉事例）

図 5.4 法規制厳格化以外の手段による対処（土湯温泉事例との比較から）
〈騒音・景観・熱排水への対処の条件〉

図 5.5 法規制厳格化以外の手段による対処（土湯温泉事例との比較から）
〈温泉資源枯渇・乱開発問題への対処の条件〉

図 5.6 「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件

図 5.7 「地域への貢献」のための対処法①

図 5.8 「地域への貢献」のための対処法②

図 5.9 土湯温泉を教訓にした「地域社会への貢献」のための条件

図 5.10 温泉の「癖」を踏まえた地域貢献

第5章 地域社会へ貢献する温泉発電開発の条件分析

5.1 目的

第5章は、地域社会に貢献するための温泉発電開発の条件を見いだすために、2つの視点から分析を行う。第3章で実施した別府市小倉地区の詳細事例分析をもとにした「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件分析と、第4章で実施した土湯温泉の詳細事例分析をもとにした「地域社会への貢献」のための条件分析である。

まず、「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件分析においては、「法規制の厳格化」と「法規制以外の手段」の2通りについて検討する。法規制については、別府市が「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」(2016年5月施行)をさらに厳格化することを目的に、2017年4月に「別府市温泉発電等対策審議会」を発足させた。2017年5月時点では審議会の議論は深まっていないものの、現行の温泉発電開発問題が現法規制で対応しきれない点を取り上げて協議し、さらに温泉法に基づく大分県の諮問機関である大分県環境審議会温泉部会の内規の問題にまで踏み込んで部分改正を提言することを目標としている。本章では、このような別府市の動向を分析し、温泉発電に対する法規制がどこまで可能となるのかについてまず追究する。さらに、別府市小倉地区で生じたような環境問題が、土湯温泉では起きなかったことに着目し、その理由、背景などを分析して法規制以外の手段による対処条件についても検討する。

次に、「地域社会への貢献」のための条件分析においては、一定の成功を示す事例となった土湯温泉が残した地域貢献に関する課題を取り上げ、他の温泉地の事例と比較する形で解決方法を検討する。

5.2 「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件分析

5.2.1 法規制の「厳格化」からのアプローチ

法規制の厳格化については、別府市小倉地区の温泉発電乱開発の事例を踏まえ、別府市が地域社会の混乱を抑止するために新たに目指そうとしている厳格化の展望について検討する。

別府市は、市内で温泉発電の建設・計画が相次いだのを受けて、2014年1月に温泉発電開発の秩序ある開発に向けての方策などを検討する「別府市地域新エネルギービジョン推進委員会」を設置し、①別府の新エネルギー導入促進を図るための「別府市地域新エネルギービジョン」の策定、②新エネルギー導入に伴う環境の保全に関する必要な事項について協議を開始した。同年9月には温泉発電開発に関して指針を示す「別府市地域新エネルギー導入に関する事前手続き等に関

する要綱」が制定されたが、この時点では小倉地区のような乱開発が起きることは予測されていなかった⁽¹⁾。

この段階で、小倉地区の事業者がなぜ乱開発へと進むことができたかについて改めて整理すると、まず、全国的な時流が「自然エネルギー推進」だったことが挙げられる。当時は FIT に加え、国、地方自体によるその他支援制度などが相次いで出されるなど温泉発電開発に勢いを与える要素が目立っていた。また法規制については、環境影響評価法、電気事業法、別府市景観条例などが小規模な温泉発電を規制の対象としておらず、さらに温泉発電の開発前の段階で事業者と行政がコミュニケーションを図るための制度や規制が事実上存在していなかったことも、乱開発を許してしまう要因となった。

2016年5月、法令による拘束力を持たない要綱に代わって、法規制としての効力を有する「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」が施行されたが、小倉地区では条例施行の1年以上前となる2015年3月ごろから既に乱開発の動きが強まっており、条例施行は結果的に後手に回る形となった。さらに第3章で論じたように、小倉地区の開発で問題として浮上した、①騒音被害・景観損壊、②熱排水による被害、③温泉資源の枯渇、④企業による利益目当ての乱開発の4点については、「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」だけで抑止するには限界があることが明らかになり、法規制の厳格化、さらにはそれ以外の手段による対策の構築が求められている。

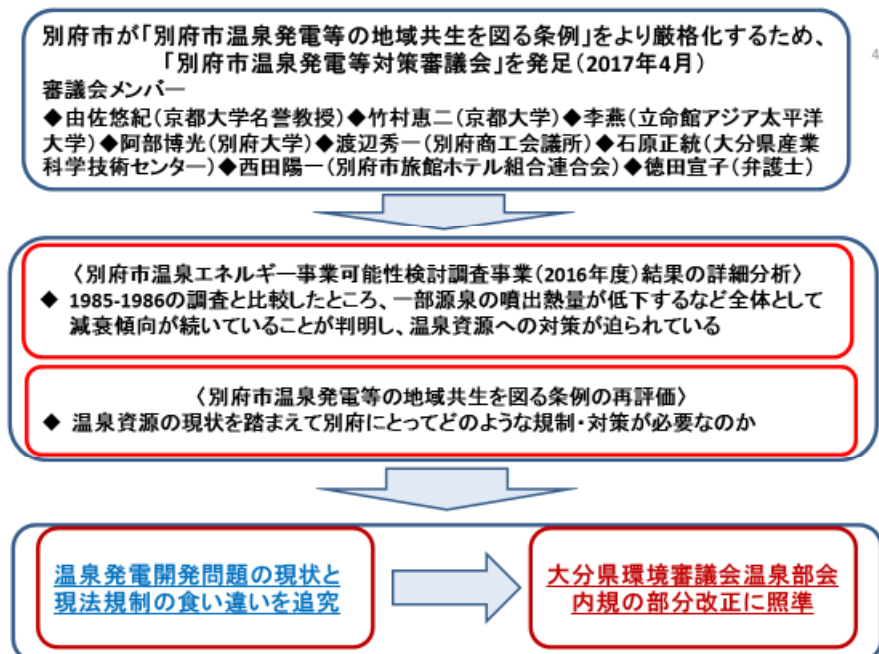


図5.1 法規制の「厳格化」からのアプローチ

これを受けて別府市は 2017 年 4 月、「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」をより厳格化するため、別府市温泉発電等対策審議会を発足させた。審議会のメンバーには京都大学、別府大学、立命館アジア太平洋大学の各研究者のほか弁護士、さらに別府商工会議所、大分県産業科学技術センター、別府市旅館ホテル組合連合会の代表者が名を連ねた。審査会は、別府市が 2016 年度中に実施した「別府市温泉エネルギー事業可能性検討調査事業」の結果について、2017 年 6 月から詳細な分析に入ること、その一方で、「別府市温泉発電等の地域共生を図る条例」についても再評価を行うこととなっている⁽²⁾。

「別府市温泉エネルギー事業可能性検討調査事業」は、別府市の温泉の熱源となっている伽藍岳と鶴見岳に近い場所で、概ね 200m 以上に位置する湯山、明礬、小倉、堀田、南立石、鉄輪、乙原など各地区の合計 103 カ所の噴気沸騰泉を調査対象とした。調査項目は、これら噴気沸騰泉の、①源泉利用状況（埋設管の口径、深度など）、②温度、③噴出流量、④熱量、⑤pH、⑥電気伝導度、⑦陰イオンである。1985 - 1986 年の前回調査と比較した限りでは、一部源泉の噴出熱量が低下するなど全体として減衰傾向が続いていることが判明し、温泉資源保護への対策が迫られることとなった。審議会ではこのような課題について協議を重ね、温泉発電開発の現状と現法規制の食い違いについて是正を求める見通しとなっている。そのうえで、温泉法にもとづいて大分県に設置されている「大分県環境審議会温泉部会」の内規の部分改正の検討も目標に定めている。

5.2.2 温泉法の位置付けと大分県環境審議会温泉部会

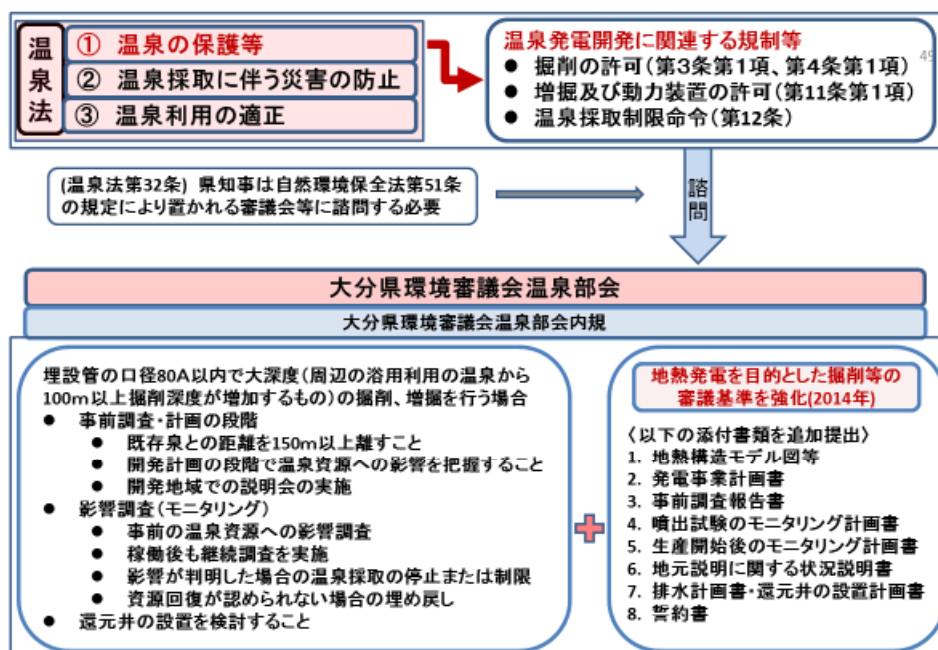


図5.2 温泉法の位置付けと大分県環境審議会温泉部会

温泉法は、①温泉の保護、②温泉採取に伴う災害の防止、③温泉利用の適正による公共福祉の増進を目的として1948年に公布・施行され、「温泉の保護」の観点から温泉発電開発に関連する規制を定めている。具体的な規制の項目は、①掘削の許可（温泉法第3条第1項、第4条第1項）、②増掘及び動力装置の許可（第11条第1項）、③温泉採取制限命令（第12条）などである。そしてこれら規制に関して、都道府県知事が処分を行うときは、自然環境保全法第51条の規定に置かれる審議会、その他合議制の機関の意見を聴かなければならない（温泉法第32条）としている。

大分県の場合、県の諮問機関として「大分県環境審議会温泉部会」が自然環境保全法の規定に基づいて置かれており、温泉部会が定めた内規によれば、例えば埋設管の口径80A以内で大深度（周辺の浴用利用の温泉から100m以上掘削深度が増加するもの）の掘削、増掘を行う場合、事前調査・計画の段階で、①既存泉との距離を150m以上離す、②開発計画の段階で温泉資源への影響を把握する、③開発地域で説明会を実施することのほか、影響調査（モニタリング）に関して、①開発の事前に温泉資源への影響調査を実施する、②稼働後も継続調査を実施する、③影響が判明した場合の温泉採取の停止または制限を行う、④資源回復が認められない場合は源泉を埋め戻すことが義務付けられている。また「還元井の設置を検討すること」も求められた。

さらに大分県環境審議会温泉部会は2014年、地熱発電、温泉発電開発に関して事業者書類の追加提出を求めるなどして規制の厳格化に踏み切った。追加提出の対象となったのは、①地熱構造モデル図等、②発電事業計画書、③事前調査報告書、④噴出試験のモニタリング計画書、⑤生産開始後のモニタリング計画書、⑥地元説明会に関する状況説明書、⑦排水計画書・還元井の設置計画書、⑧誓約書などである。しかしこのような温泉部会の動きはあくまで温泉法に基づく温泉資源の保護を念頭に置いたものであるため、温泉発電開発自体が引き起こす騒音被害や景観損壊については、温泉部会内規によって直接取り締めることは不可能であり、別府市温泉発電等対策審議会の継続審議課題として残された。

5.2.3 法規制厳格化以外の手段による対処①

次に、法規制の厳格化以外の手段について、第4章で取り上げた福島県・土湯温泉の事例を参考にしつつ検討に入る。土湯温泉は、別府市の小倉地区の開発環境と大きく違っており、この点が法規制の厳格化以外の手段を模索するための大きなヒントになると思われる。

図5.3は、土湯温泉の温泉発電施設、小水力発電施設、オニテナガエビ養殖施設などの位置関係と熱水、冷却水の流れを示したものである。いずれも騒音被害・

出ていない。

一方、小倉地区は、地域住民の存在を無視した民間企業による開発だったため、被害への反発は強かった。熱排水問題については、土湯温泉には流量の多い河川が存在していたことで問題は生じなかったものの、小倉地区はオーバーフローした熱排水が行き場を失って、流量の少ない川へと流れ込んだことから環境被害が拡大するという点で土湯温泉と大きな違いを見せた。さらに、小倉地区が発電後の熱湯を二次利用せずに捨てていたのに対し、土湯温泉は、発電後の熱湯がすべて浴用として二次利用されたうえ、温泉熱を活用してオニテナガエビ養殖も行われた。オニテナガエビは土湯温泉の名物料理として売り出すことが地域活性化に大きく貢献するだろうとの認識が住民の間に広まった。仮に何らかの環境被害が生じた場合でも、そのような期待感が住民の被害意識を心理的に緩和させることが考えられる。

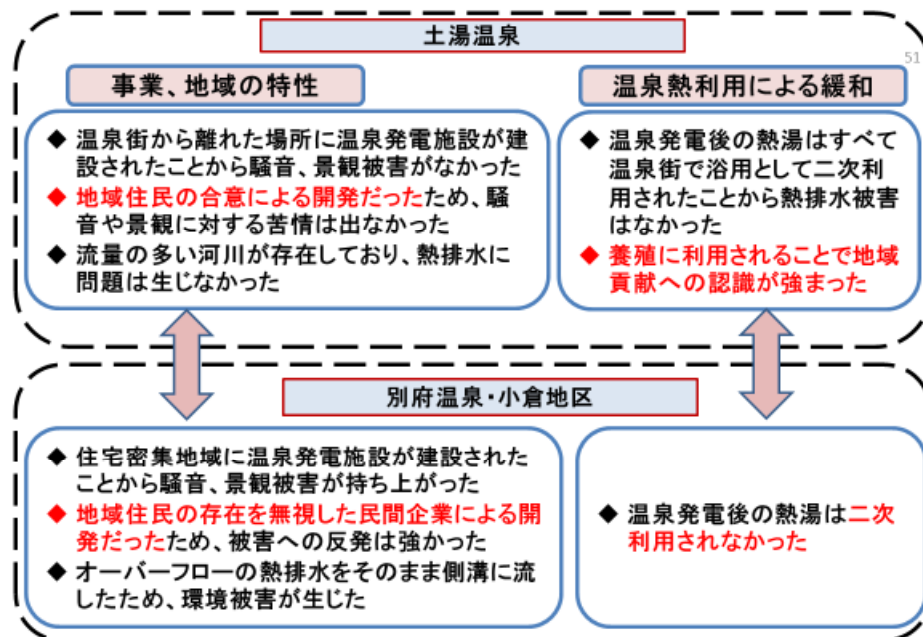


図5.4 法規制厳格化以外の手段による対処(土湯温泉事例との比較から)
＜騒音・景観・熱排水問題への対処の条件＞

5.2.4 法規制厳格化以外の手段による対処②

一方、温泉資源枯渇への懸念や、民間企業による乱開発問題について、土湯温泉を小倉地区のケースと比較してみる。まず、事業の目的や事業主体の形態、そして「体質」からみると、土湯温泉は、震災・風評被害からの復興再生という社会的目的があったのに対し、小倉地区は売電収入による利益が目的だった。また、土湯温泉は地域の中から強いリーダーシップを持ったキーパーソンが登場し、外部企業には頼らずに地域主体の組織で開発を行ったのに対し、小倉地区は、個人

企業の経営者主導で開発・運営が行われた。さらに、土湯温泉の源泉は温泉協同組合が共同所有していたため、温泉使用は必然的に公益が目的となり、地域貢献につながりやすかった。これに対して小倉地区は、源泉は個人所有であったため、結局は温泉の使い道が個人の利益に左右され、地域貢献にはつながらなかった。

また、土湯温泉の場合、新たに掘削をしない既存の源泉をそのまま使用できたことが、温泉資源の保護に対する住民の安心感を誘った。さらに、オニテナガエビ養殖や温室栽培などで温泉資源を有効に利用しようとしているとの姿勢を示したほか、売電収入をまちづくり資金に充当する計画を明確にしたことも、住民の支持を得る要因となった。しかし小倉地区では事業者が、建設した多くの発電施設に十分な温泉を供給すべく代替掘削を行うなど、温泉資源を少しでも多く採取しようとの姿勢が前面に出ていた。温泉発電後の熱水を二次利用する意向も示さなかったことから、住民らの間に企業の地域貢献に対する期待が遠のき、むしろそれが反発に変わっていったと推察できる。

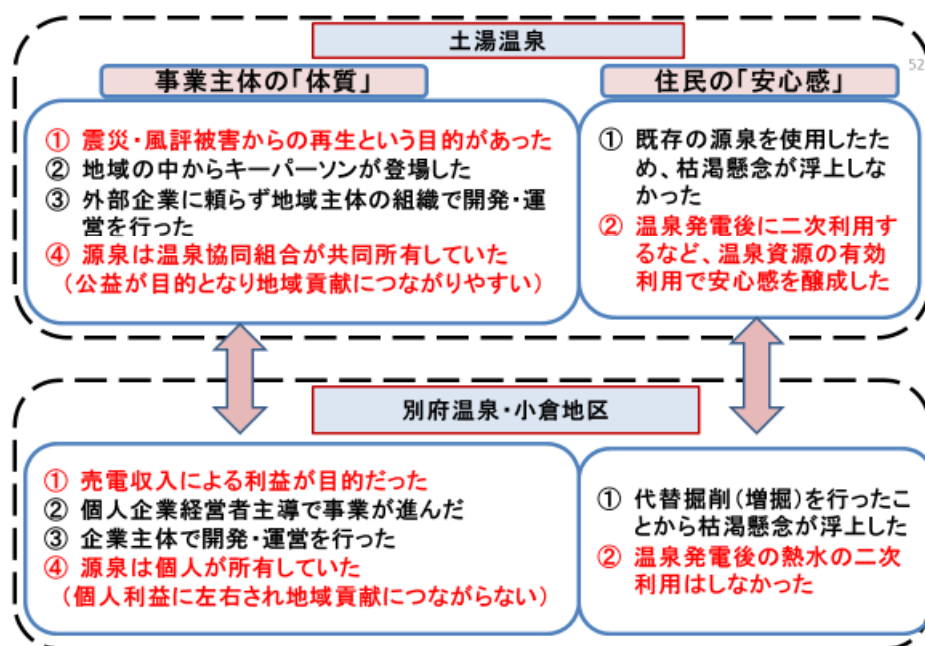


図5.5 法規制厳格化以外の手段による対処(土湯温泉事例との比較から)
 <温泉資源枯渇・乱開発問題への対処の条件>

5.2.5 「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件

別府温泉・小倉地区で見られるような「地域社会の混乱」を、抑止して解決するためには、乱開発の事業者を取り締まるための法規制の厳格化を進めつつ、それを補う形で厳格化以外の社会的条件を模索する必要があることがわかった(図5.6)。法規制の厳格化以外の条件について検討すると、土湯温泉の事例では「地域による目的の共有」と「源泉の共同所有」がキーワードとして浮上した。

さらに、これらキーワードをもとにして地域開発を推進していくためには地元出身のキーパーソンの存在が重要となり、またキーパーソンを支える地域在住のフォロワーも必要になってくる。一方、ここで留意しなくてはならないのは、温泉はその地域ごとに特有の「癖」を有していることである。地域特有の温泉の「癖」を知っているのは長年住み続けた住民であり、その住民らがそこで培った知恵を提供しなければ、適切かつスムーズな温泉熱利用は難しいと思われる。

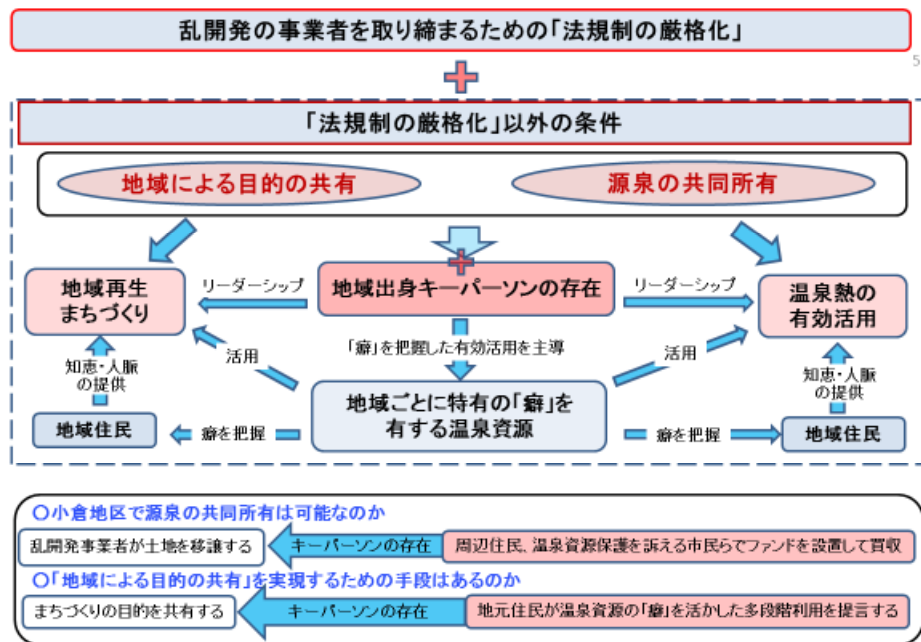


図5.6 「地域社会の混乱」を抑止し解決するための条件

次に、「地域による目的の共有」と「源泉の共同所有」が実際に小倉地区に適用できるのかどうかについて検討する。まず、小倉地区で源泉を共同所有する手段としては、温泉発電施設や源泉のある土地を乱開発事業者から地元に取り戻すことが考えられる。これを実現させるためには、周辺住民や温泉資源保護を訴える市民らがファンドを設置して買い取るケースが想定できるものの、やはりここでも住民らを牽引するキーパーソンの存在が実現の鍵であると考えられる。また、小倉地区において住民らが同じ目的を共有できるかどうかについては、温泉発電、その他温泉熱利用でまちづくりを目指すことが想定されるが、この際、温泉の「癖」を知る地域住民の関与、さらにはキーパーソンの役割も重要になってくる。

5.3 「地域社会への貢献」のための条件分析

第4章で地域社会への貢献を目指すケースとして、土湯温泉の温泉発電事業を分析した。その結果、キーパーソンの強力なリーダーシップのもとで結成された

住民主体組織によって成功を果たし、復興・まちづくりへの道筋を築いたとの評価を出すことができたものの、一方で、①旅館関係者ら特定人物による観光関連の再建が事業の中心となっている、②本来の目的である非常用電源の確保、エネルギーの地産地消には未到達であるの2点については課題として残った。ここでは、土湯温泉の2つの課題を解決するための条件を模索するため、第2章で絞り込んでいた14事例の中で、これら課題に対処するための参考になる事例を取り上げて比較分析を試みる。

5.3.1 「地域への貢献」のための対処法①

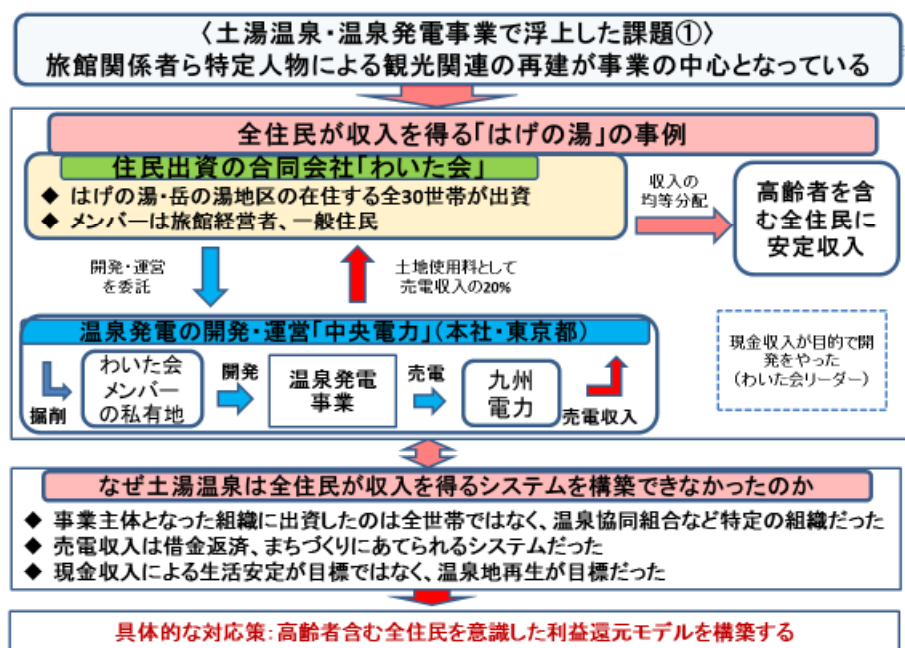


図5.7 「地域への貢献」のための対処法①

最初に、土湯温泉の事例で浮上した課題「旅館関係者ら特定人物による観光関連の再建が事業の中心になっている」ことについて、熊本県・はげの湯の事例を参考にする。はげの湯と隣接する岳の湯の住民全30世帯は2011年1月、地元で眠る豊富な地熱資源を利用して発電事業に乗り出すことを目的に、共同出資して合同会社「わいた会」を設立し、地元出身のキーパーソンのリーダーシップのもとで東京都内に本社を置く電力関連工事・サービス会社「中央電力」と事業契約を結んだ。中央電力は、わいた会メンバーが所有する土地を借りて温泉発電事業に乗り出し、FITに基づく売電収入を得ることになり、この収入の20%を土地使用料としてわいた会に支払うことで合意した。わいた会は中央電力から支払われた収入の一部を地元の開発資金に回す一方、残りを全世帯のメンバー30人に均等

配分した。はげの湯、岳の湯地域には働くことが困難な高齢者も多く、全住民に安定収入をもたらしたことは、大きな地域貢献となった。

土湯温泉において、はげの湯の事業のように全住民が利益を得られるようなシステムを構築するのは事実上困難と思われる。その理由としては、①事業主体となった組織に出資したのは全世帯ではなく、農業協同組合など特定の組織だった、②売電収入は借金返済とまちづくりにあてられる方式を採用した、③現金収入による生活安定が目標でなく、温泉地再生が目標だったことなどを挙げることができる。そもそもはげの湯は、域外の大手企業に開発・運営を委託したのに対し、土湯温泉は地域住民によって開発・運営を目指しており、その開発形態がまったく異なった。確かに、はげの湯の事業は、温泉発電事業がまちおこしや地域再生につながっているわけではない。しかし、キーパーソン主導によって全住民の利益を網羅した開発としては注目に値する事例であり、これを参考にして、土湯温泉が持つ最初の課題に対処する条件として「高齢者を含む全住民を意識した利益還元モデルの構築」に取り組む案が考慮に値すると考えられる。

5.3.2 「地域への貢献」のための対処法②

次に、土湯温泉の事業が「本来の目的である非常用電源の確保、エネルギーの地産地消には未到達である」との課題について検討する。これについては、FITによる収入に頼らず、むしろ非常時の電源や熱の確保を重視した兵庫県・湯村温泉の事例を土湯温泉と対比する形で分析を試みる。

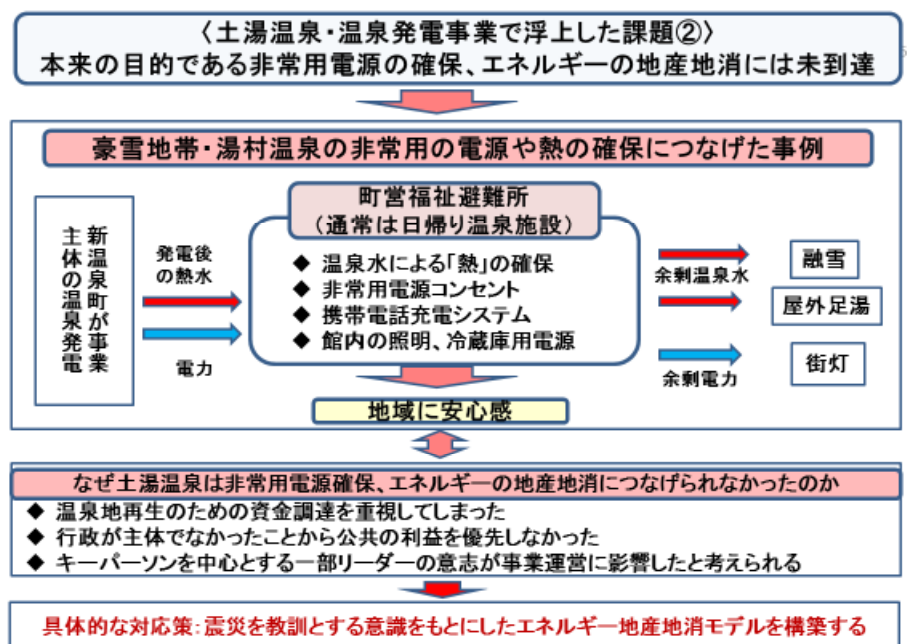


図5.8 「地域への貢献」のための対処法②

日本海側に面し冬場は豪雪地帯として知られる湯村温泉は、福祉避難所に指定されている日帰りの温泉施設の一角に温泉発電施設を建設した。発電された電力は館内の照明、冷蔵庫などの電源として使用され、関西電力に支払う電気代が節約されるという点で成果を見せた。しかし震災や大雪による停電が起きた場合に、そのまま館内で電気を使用し続けることができるような状況を常に作り出すことが本来の目的であることを見据え、館内には非常用のコンセントや携帯電話充電システムも設置した。通常は入浴客らが入浴の合間に、携帯電話の充電用として使っている。温泉水も、非常時に住民らが暖をとるための「熱」となるため、電力と並行して温泉そのものを常時確保しておくことも留意されている。また、オーバーフローした温泉水は、観光用の屋外足湯施設で利用されるほか、冬場は周辺道路の融雪用としても使えるように路上脇にパイプを整備した。さらに温泉発電による電力は館内だけでなく、周辺の街灯用にも利用されている。

土湯温泉は当初、復興事業とともに、震災を教訓にした非常用のエネルギーを確保することを目標に掲げていた。しかし、結果的には非常用電源の確保を含むエネルギーの地産地消のシステム構築につなげることができなかった。その理由としては、①温泉地再生のための資金調達、つまり売電収入を得ることを重視してしまった、②住民が事業主体となったため、行政機関のように公共利益を優先できなかった、③キーパーソンを中心とするほとんどのリーダーは観光関連に携わっており、これらリーダーらの意志が事業方針に影響を与えたと考えられることなどが挙げられる。

5.3.3 土湯温泉を教訓にした「地域社会への貢献」のための条件

全住民参加による組織が温泉発電事業に関わり、高齢者を含む全住民に安定収入を得ることができる仕組みを築いた熊本県・はげの湯と、温泉発電によって非常用の電源や熱を確保し、地域に万が一の場合の安心感をもたらした兵庫県・湯村温泉の事例をもとに検討した結果、土湯温泉が理想的な地域社会への貢献を実現するためには、①高齢者を含む全住民を意識した利益還元モデルを構築する、②防災意識をもとにしたエネルギー地産地消モデルを構築することが必要であることが分かった。

さらに土湯温泉の場合、図 5.9 が示すように、2つのモデル構築を実現するためには、強いリーダーシップを持つキーパーソンの意識が重要であると考えられる。キーパーソンが実際に行動した経緯は図の上段部分である。温泉街の再生を目的とし、住民主体の組織とはいいつつ実際は旅館組合が中心メンバーとなって温泉発電事業が行われた。温泉街再生の手段としては、温泉発電と小水力発電からの売電収入により資金を得てまちづくりを実行する仕組みである。さらには温泉熱を利用したオニテナガエビの養殖や自然エネルギー見学ツアーによって客を

集め、それによって旅館、土産店、飲食店の繁栄につなげている。しかしながら、事業は特定の温泉業者の復興に留まり、高齢者を含む全住民が意識された利益還元には至らず、また防災意識をもとにしたエネルギー地産地消にもつながらなかった。

これに対し下段部分は「理想的な方向」を示した。目的を温泉街だけでなく温泉地全体に定め、住民の多くからの事業参加を求める。さらに、長年の経験で温泉の「癖」を見極めることのできる住民らの主導で発電を含む温泉熱の多面的利用を実行に移せば、多くのステイクホルダーに利益をもたらすことになる。この結果、観光施設だけでなく医療施設や福祉施設なども充実し、震災など非常時を想定した電源と「熱」の確保もでき、高齢者を含む全住民に利益を生むことになる。問題となるのはキーパーソンの目的意識を方向転換させるにはどのような方法があるのかが焦点となってくる。それには地域内外のキーパーソン人脈はもちろんのこと、現在復興事業に携わっている世代に代わって、土湯温泉の「次」を担う世代がモデルを構築しつつ、全住民の生活安定・安心・エネルギーの地産地消を意識する風潮を形成することが現実的な対処方法と判断できる。

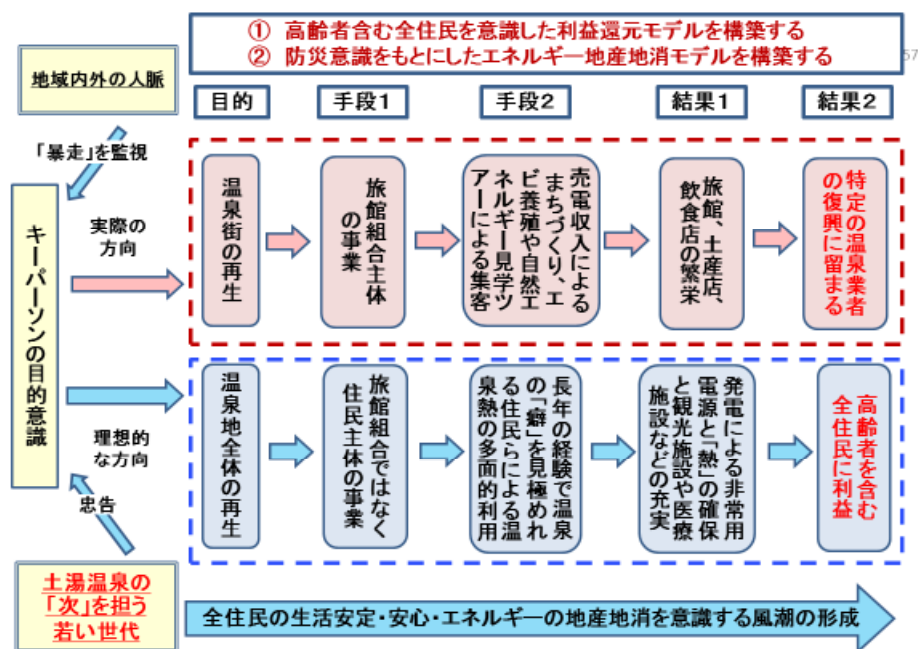


図5.9 土湯温泉を教訓にした「地域社会への貢献」のための条件

5.3.4 温泉の「癖」を踏まえた地域貢献

全国 3,155 カ所の温泉地には、合計 2 万 7,214 個の源泉が存在する⁽³⁾。温泉はこれら源泉の場所によって温度や湯質、湧出量などが異なるなど、それぞれが「癖」を持っている。温泉の「癖」は様々な状況を生み出し、例えば「機械を腐

食させやすい湯質なのか」、「スケールが付着しやすいのか」をとってみても、その度合い、スピードに違いがある。さらに季節によって湧出の量や温度に変化が生じたりするほか、入浴・飲用の医療効果や保養効果、さらにはどのような温泉熱利用が適切か、どのような農業利用が適切かなど、すべて「癖」が影響してくる。

さらにその「癖」を把握するのは地域に古くから住む人々であり、温泉と何らかの関係を持つ地元企業でもある。すなわちその温泉地や源泉に適した温泉発電、熱利用を行うためには、地域の住民や地域の人脈が必要となり、防災を意識したエネルギーの地産地消にも密接につながってくると考えられる。また「癖」を熟知した地域のステイクホルダーは多分野に存在する。温泉熱を利用して食品や木材を加工する業者のほか、温泉熱を利用して農産物のブランド化を目指す農業従事者、温泉熱利用のための関連機器を製造する業者などが挙げられる。さらに温泉熱は医療や保養にも利用されるほか、入浴や料理などの観光利用、そして温泉そのものを掘削したり給湯したりする温泉開発業者など様々であり、温泉発電や温泉熱利用は結果的にそれぞれの分野で「癖」を熟知したステイクホルダーに利益を及ぼし、これらが総合的な地域貢献の起爆剤になっていくと想定できる。

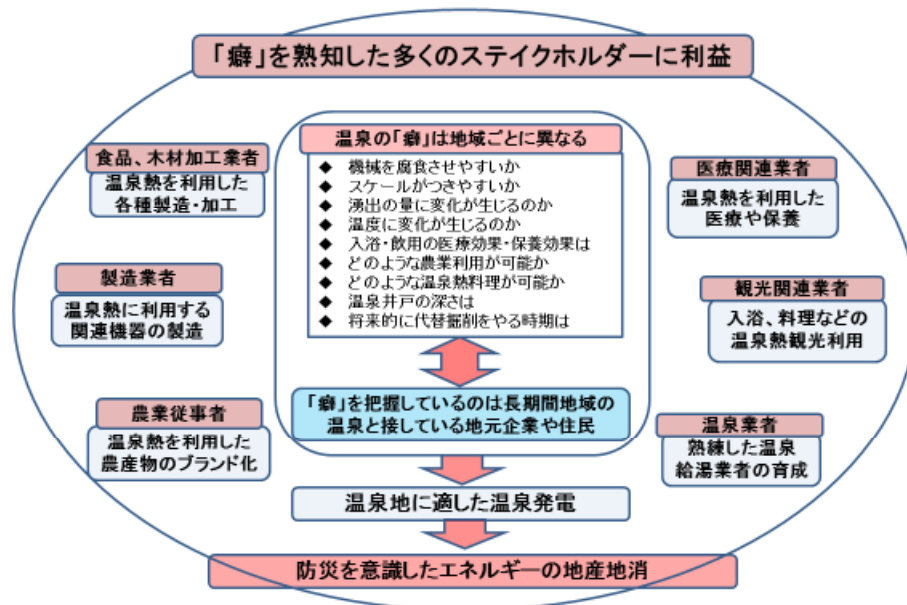


図5.10 温泉の「癖」を踏まえた地域貢献

5.4 まとめ

第5章では、第3章で取り上げた別府温泉・小倉地区の事例をもとに「地域社会の混乱」を解決するための条件について分析したあと、第4章で取り上げた土湯温泉の事例をもとに「地域社会への貢献」のための条件分析を行った。「地域社

会の混乱」を解決する手法としては、法規制の「厳格化」によるアプローチを試み、別府市が「別府市温泉発電等対策審議会」を発足させて、既存の条例の強化、大分県環境審議会温泉部会の内規部分改正などを試みようとする動きについて検討した。その結果、温泉発電開発が引き起こす騒音被害や景観損壊を阻止するまでの厳格化は難しいことがわかり、土湯温泉と小倉地区を比較する形で法規制厳格化以外の手段を検討し、地域社会が「地域による目的の共有」と「源泉の共同所有」をもとにキーパーソン主導で地域再生やまちづくり、温泉熱の有効活用に乗出すことが地域社会への貢献の条件になることが分かった。これに加え、地域ごとに存在する温泉特有の「癖」を知る地域住民の存在が欠かせないことも判明した。

さらに「地域社会への貢献」のための条件としては、土湯温泉の事例から浮上した「旅館関係者ら特定人物による観光関連の再建が事業の中心となっている」、「本来の目的である非常用電源の確保、エネルギー地産地消には未到達」の2つの課題に関して、それぞれ熊本県・はげの湯、兵庫県・湯村温泉の事例を参考に分析した。この結果、地域社会への貢献を実現するためにはキーパーソンの目的意識が重要であり、それに影響力をもたらす、地域内外の人脈、そして温泉地の「次」を担う若い世代の存在が重要であると結論付けた。

(注)

1. 筆者は当時、「別府市地域新エネルギービジョン推進委員会」のメンバーであり、「別府市地域新エネルギー導入に関する事前手続き等に関する要綱」の制定協議にも関与した。その際の協議内容などからの判断による。
2. 2017年4月24日時点の別府市温泉発電等対策審議会の見通し。
3. 環境省の「平成27年度温泉利用状況」による。

第6章

結論と今後の展望

(地域社会への貢献を目指すための7つの条件)

第6章 結論と今後の展望（地域社会への貢献を目指すための7つの条件）

6.1	2事例分析で表出した「評価項目」	94
6.2	「評価項目」による14事例再分析	95
6.3	14事例再分析で「浮上したこと」と「表出した条件」	98
6.4	地域社会への貢献を目指す7つの条件	100
6.5	まとめ	102

図 6.1 2事例分析で表出した「評価項目」と14事例の再分析

図 6.2 地域社会への貢献目指す「7つの条件」

表 6.1 2事例分析で表出した「評価項目」による14事例の再分析

表 6.2 14事例再分析で「浮上したこと」と「表出した条件」

第6章 結論と今後の展望（地域社会への貢献をめざすための7つの条件）

6.1 2事例分析で表出した「評価項目」

第2章では、「自然・環境」の、①環境への配慮、②温泉資源の保護、「経済」の、①地元への経済波及、②地元への利益還元、「社会」の、①事業の透明性、②地域住民の関与、③地元への社会的貢献の3分野7項目において、14事例を「民間企業」、「旅館・ホテル」、「行政」、「住民主体組織」の事業主体別に分けて分析を行った。この結果、民間企業はFITを利用した利益優先の事業に走ってしまうことから地域との間で問題が発生する傾向が強いことや、住民主体組織は、住民の利益、地域活性化を目的に温泉発電を導入していることなどが明確となり、14事例のうち詳細な事例研究対象として、①地域社会に混乱が生じたケースとしての「別府市・小倉地区」、②地域社会への貢献を目指したケースとしての「土湯温泉」の2つを選定し、第3、4、5章で詳細分析を行った。

この結果、温泉発電開発に際して地域社会への貢献を考慮する時に特に評価を進めなければならない3分野5項目が浮上した。3分野5項目は「自然・環境」分野が「温泉資源の保護」、「経済」分野が「FITの功罪」、「社会」分野が「温泉熱利用」、「地域住民の関与」、「キーパーソンの存在と地域への波及」となる。さらにその3分野5項目を「地域社会への貢献を前提とした評価項目の着目点」と、着目点が順調に機能した場合に「想定される地域貢献の形態」について整理し、図6.1に示した。

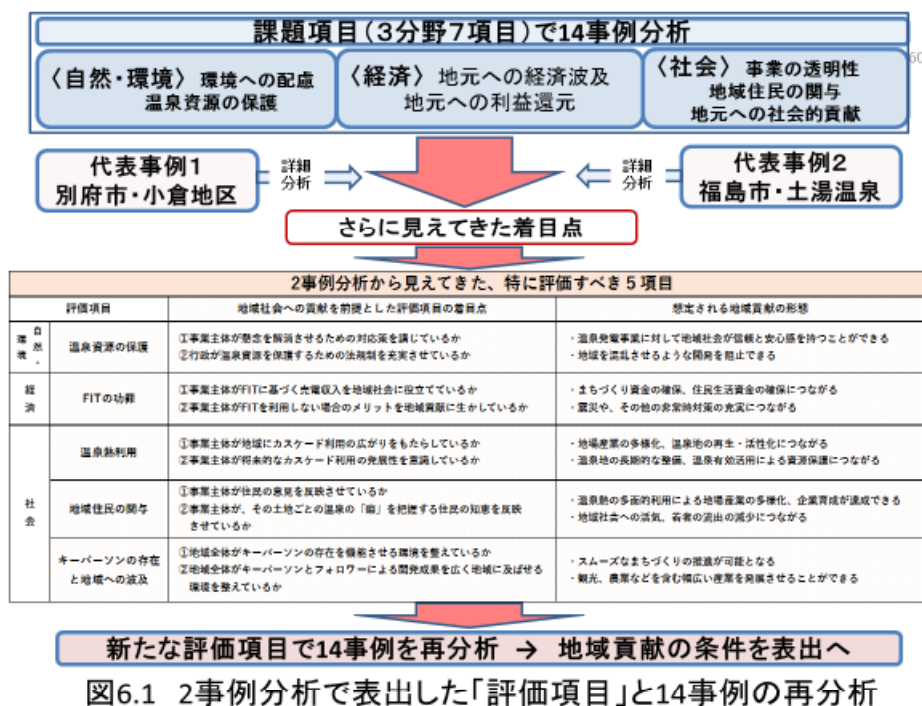


図6.1 2事例分析で表出した「評価項目」と14事例の再分析

温泉資源の保護では、①事業主体が懸念を解消させるための対応策を講じているか、②行政が温泉資源を保護するための法規制を充実させているかの2着目点に絞った。これを実現できれば、地域社会に、現在行われているかまたは行われようとしている「温泉発電事業に対して、地域社会が信頼と安心感を持つことができる」ほか、「地域を混乱させるような開発を阻止できる」といった地域への貢献ができるかと想定した。

FITの導入は地域社会にとって結果的に好影響を及ぼしたのか、それとも悪影響を及ぼす結果となったのかを見極めるための項目である「FITの功罪」については、①事業主体がFITに基づく売電収入を地域社会に役立てているか、②事業主体がFITを利用しない場合のメリットを地域貢献に生かしているかが着目点となった。FITを利用しない場合のメリットとは、主として電力の自家使用によるものが多いと考える。売電することなく常時自家使用の状態にすれば、電力会社に支払う電気代を節約できることはもちろん、事故や災害によって電力会社からの電力供給が止まった場合に、一定の電力を確保できる。これら着目点がうまく機能すれば、「FITの売電収入が、まちづくり資金や住民の生活資金の確保につながる」、「震災、その他非常時対策の充実につながる」などの地域貢献が生じることになる。

一方、「社会」分野のうち「温泉熱利用」については、①事業主体が地域にカスケード利用の広がりをもたらしているか、②事業主体が将来的なカスケード利用の発展性を意識しているかを着目点とした。これによって、「地場産業の多様化や温泉地の再生・活性化につながる」、「温泉地の長期的な整備、温泉有効活用による資源保護につながる」といった点で地域貢献が見込めると考える。「地域住民の関与」については、①事業主体が住民の意見を反映させているか、②事業主体がその土地ごとの温泉の「癖」を把握する住民の知恵を反映させているかを着目点とし、これらを実現できれば「温泉熱の多面的利用による地場産業の多様化や企業育成が達成できる」、「地域社会への活気、若者の流出の減少につながる」などの地域貢献ができると想定した。さらに「キーパーソンの存在と地域への波及」については、①地域全体がキーパーソンの存在を機能させる環境を整えているか、②地域全体がキーパーソンとフォロワーによる開発成果を広く地域に及ぼせる環境を整えているかに着目した。これを実現させることによって想定される地域貢献としては、「スムーズなまちづくりの推進が可能になる」、「観光、農業などを含む幅広い産業を発展させることができる」ことが挙げられる。

6.2 「評価項目」による14事例再分析

再分析するための特に評価すべき項目として3分野5項目を設定したのち、14事例すべてに関して項目毎の評価を検討した(図6.2)。

「温泉資源の保護」については、小倉地区で事業者が地元住民らの温泉資源に対する懸念を解消させるために何らかの対応策を講じたわけでもなく、法規制に関しても厳格化に限界があることが明らかになったことから「問題あり＝■」とした。また別府温泉・観音寺地区は、大手ホテルが1980年の開発当時に新規掘削を行った当時は、温泉資源に対する懸念は生じなかったものの、大手ホテルの下流域にあたる地域で温泉の減衰がみられるようになっていたり、懸念の声が出たりしていることから「問題が生じる懸念あり＝▲」とした。一方、熊本県小国町・はげの湯で合同会社「わいた会」が手掛けた温泉発電事業は、モニタリングが実施されており、わいた会と参入事業者との間で「モニタリングで温泉湧出に対して異常が判明すれば即座に発電装置の稼働を停止する」ことで合意されているため「問題なし＝○」とした。このほか、既存の源泉をそのまま利用して温泉発電事業に乗り出した民間企業4件、旅館・ホテル3件、行政2件、住民主体組織2件は、温泉枯渇への懸念が生じていないことから「○」とした。

「FITの功罪」については、売電収入による利益優先の姿勢が乱開発につながった小倉地区は、地域に貢献が見られなかったことから「■」とした。またその他の民間企業4件と、FITを利用して売電収入を得ている2件の旅館・ホテルは、地域への貢献は見られないものの、現時点で発電事業そのものが地域住民に悪影響を及ぼしている状況ではないため「▲」とした。長崎県雲仙市・小浜温泉は広がりを見せる温泉熱利用全般は観光面で地域に役立っているが、発電事業は域外の民間企業が参入し、売電収入もこの企業の利益になっていることから「▲」とした。また、発電事業は域外の民間企業に委託しているものの売電収入の20%を土地などの使用料として受け取り、それを高齢者含む全住民の安定収入につなげたはげの湯、FIT利用による売電収入を震災被害の復興資金に充てている土湯温泉はともに「○」だったほか、FITを利用していない別府温泉・観音寺地区の大手ホテルは電力をホテル内で使用し、ホテル周辺を飾るイルミネーションを「地熱で発電した電力を使っている」との売り文句で集客に利用しているが、FITを利用しない場合のメリットを地域に生かしているわけではないため「▲」とした。FITを利用せずに電力を災害時の非常用として確保した湯村温泉は、FITを利用しない場合のメリットを地域貢献につなげたことから「○」とした。

「温泉熱利用」については、小倉地区の場合、蒸気を発電に利用し、熱水を一般家庭に浴用として配湯しているが、事業者は売電にしか関心がないとみられることからカスケード利用は行われていない。カスケード利用に関して将来的な発展性も予想できないことから「■」とした。別府温泉・観音寺の大手ホテルは、発電用の源泉ではなく、他の源泉を浴用や料理に活用しており、カスケード利用としての発展性を有しているが、ホテル内でのカスケード利用にとどまり地域への広がりはないため「▲」とした。このほか、温泉熱を利用してキクラゲを栽培

する民間企業、料理、浴用、暖房と段階的に有効利用するホテル、製塩、バイオディーゼル燃料製造、養殖、温室栽培など多彩な活用を行う住民主体組織など、その土地の温泉の「癖」に合わせた熱利用に取り組む計9件を「○」とした。

一方、「住民の関与」は、小倉地区を初め、民間企業5件、旅館・ホテル4件、行政2件について、①事業への住民の意見の反映、②温泉の「癖」を把握する住民の知恵の反映の2着目点で該当しなかった。小倉地区は事業が住民からの強い反発を招いたため「■」とし、残る10件は現時点で住民とのあつれきが生じていないことから「▲」とした。また土湯温泉も、旅館組合主体の住民参加にとどまっているとの判断から「▲」だった。湯村温泉と別府温泉・鉄輪地区は、それぞれ行政が主導するという特有の事業であるものの、住民の関与による地域貢献への発展性がないとして「▲」とした。小浜温泉は、農林水産業、サービス業、製造業にも熱利用を拡大させるため「小浜温泉まちづくり協働部会」を発足させるなど住民間の連携を強めていることから「○」に、はげの湯は全世帯参加による事業組織を設立したことから「○」とした。

表6.1 2事例分析で表出した「評価項目」による14事例の再分析 ○=問題なし ▲=問題が生じる可能性あり ■=問題あり -=評価せず

2事例分析から見えてきた、特に評価すべき5項目

事業主体形態	温泉地・地域	事業主体	発電機・規模	評価項目					自然・環境	経済	社会
				自然・環境への負荷	自然・環境への負荷	自然・環境への負荷	自然・環境への負荷	自然・環境への負荷			
民間企業	別府温泉・小倉地区 (大分県別府市)	A社	バイナリー発電 625kW(1基)	■	▲	■	■	■	■	■	
	別府温泉・湯田地区 (大分県別府市)	西日本地産電機	バイナリー発電 144kW(2基)	▲	○	▲	-	○	-	▲	
	別府温泉・竹之内地区 (大分県別府市)	日本地産電機	バイナリー発電 72kW	▲	○	▲	-	○	▲	▲	
	長江地区 (大分県別府市)	湯田村フレストエナジー	バイナリー発電 60kW	▲	○	▲	-	○	▲	▲	
	草野温泉 (鳥取県鳥取市)	地産地消コンサルタント	バイナリー発電 20kW	▲	○	○	○	○	▲	○	
旅館・ホテル	別府温泉・湯田地区 (大分県別府市)	湯乃井ホテル	フラッシュ発電 1,900kW	▲	▲	-	-	○	▲	▲	
	牧ノ戸温泉 (大分県九重町)	九重観光ホテル	フラッシュ発電 900kW	▲	○	-	-	○	▲	▲	
	はげの湯 (熊本県小国町)	旅館まつや	バイナリー発電 90kW(3基)	▲	○	▲	-	○	▲	▲	
	湯子温泉 (熊本県大津町)	旅館すずむら	バイナリー発電 6,000kW	▲	○	○	○	-	-	-	
行政	湯村温泉 (熊本県新温泉町)	新温泉町	バイナリー発電 400kW(2基)	▲	○	-	○	○	▲	○	
	別府温泉・鉄輪地区 (大分県別府市)	大分県	トータルフロー発電 44kW(2基)	▲	○	○	○	○	▲	○	
住民主体組織	小浜温泉 (熊本県新温泉町)	一般社団法人「小浜温泉エネルギー」	バイナリー発電 125kW	▲	○	-	○	○	○	○	
	はげの湯 (熊本県小国町)	合同会社「わいた湯」	フラッシュ発電 2,000kW	▲	○	-	○	○	○	○	
	土湯温泉 (熊本県新温泉町)	(株)花気アップつちゆ	バイナリー発電 400kW	▲	○	○	○	○	○	○	

自然・環境	経済	社会
温泉資源の保護 ①発電機への負荷 ②地熱の枯渇	FTTの効率 ①発電機への負荷 ②発電機への負荷	温泉熱利用(活用含む) ①事業への位置づけ ②温泉の「癖」を把握する 住民の知恵の活用
地産地消の推進 ①地元産品の活用 ②地元産品の活用	発電機への負荷 ①発電機への負荷 ②発電機への負荷	住民の関与 ①事業への位置づけ ②温泉の「癖」を把握する 住民の知恵の活用
地域活性化 ①地域活性化 ②地域活性化	発電機への負荷 ①発電機への負荷 ②発電機への負荷	住民の関与 ①事業への位置づけ ②温泉の「癖」を把握する 住民の知恵の活用
地域活性化 ①地域活性化 ②地域活性化	発電機への負荷 ①発電機への負荷 ②発電機への負荷	住民の関与 ①事業への位置づけ ②温泉の「癖」を把握する 住民の知恵の活用
地域活性化 ①地域活性化 ②地域活性化	発電機への負荷 ①発電機への負荷 ②発電機への負荷	住民の関与 ①事業への位置づけ ②温泉の「癖」を把握する 住民の知恵の活用

また「キーパーソンの存在と地域への波及」に関しては、「住民の関与」と同様に民間企業5件、旅館・ホテル4件、行政1件が「不在」だった。ただし小倉地区については、地域貢献どころか地域を混乱させた事業であったため「■」とした。残る9件はキーパーソンの不在が地域社会に悪影響を与えてはな

いとして「▲」で評価した。湯村温泉は兵庫県新温泉町による事業であるが、新温泉町の職員の強力なリーダーシップのもとで開発が行われた。「キーパーソンが存在し機能している」ことや「開発成果が広く地域に及んでいる」と判断できるため「○」とした。一方、住民主体組織による事業3件は、いずれもキーパーソンの存在が認められ、かつ機能している。このうち小浜温泉は、キーパーソンが学識経験者や行政を含む多くのフォロワーとともに勉強会やシンポジウム、その他環境啓発イベントを催すなどしており、住民との協働による開発成果が広く地域に及んでいるとの判断から「○」とした。はげの湯は、キーパーソンが「わいた会」の代表として域外参入企業との交渉をまとめあげ、土地を貸して発電事業を行う見返りとして売電収入の一部を受け取り全住民に均等配分するなど地域社会に利益をもたらしたことから「○」とした。土湯温泉については、キーパーソンの強い行動力、フォロワーの協力によって一定の成果を出したものの、成果が観光事業などに限定され、広く地域に及んだといえる状況ではなかったため「▲」と判断した。

6.3 14事例の再分析で「浮上したこと」と「表出した条件」

14事例の再分析で「浮上したこと」を評価項目ごとにまとめ、それによって表出できた「地域社会への貢献を目指すための条件」をそれぞれ整理したものを表6.2に示した。

最初に、「温泉資源の保護」に関して浮上したことは、まず「温泉発電開発に踏み切るにあたって新規掘削または増掘をした場合、たとえ周辺地域の温泉湧出に影響がみられなくても住民の間に温泉資源に対して懸念が生じる」ことである。ほとんどの温泉地は、観光事業や住民の日常生活において温泉を浴用として利用することを最優先としている。仮に温泉発電開発、その他温泉熱利用が浴用に影響を及ぼすのであれば本末転倒と言わざるを得ない。よってはげの湯で住民主体組織「わいた会」のように、**①事業主体がモニタリングを継続実施し、影響があれば事業を停止する強い姿勢を示す**ことが条件として表面化してくる。また利益を優先させるあまりに無理な開発に踏み切り、地域を混乱させる事業者の存在が浮き彫りになった。これについては、別府市が地域を混乱させている現状、また今後も同様の事業者が参入してくる恐れがあることに対処するために取り組んでいるが、**②行政が法規制を厳格化させる**ことで、地域に問題を生じさせるような開発が阻止されると考えられる。

「FITの功罪」については、FIT利用、FITを利用しない場合で検討した結果、民間企業や旅館・ホテルは、どうしてもFIT利用による売電収入目的の事業になってしまうが、住民主体組織は売電収入をまちづくりや住民生活の資金など地域社会のために役立てていることが判明した。民間企業や旅館・ホテルは私的利益

を得るのを目的に温泉発電事業に乗り出すため、売電収入が地域に役立ってはならず、まして小倉地区のように過剰開発によって地域に混乱をもたらすケースもあった。これに対してはげの湯のように事業を域外に委託しながらも売電収入の一部を受け取って高齢者を含む住民らの生活資金に充てたり、土湯温泉のように売電収入を震災復興やまちづくりの資金に充てたりするところもあり、これらを総合すると、③事業主体が地域のまちづくりや住民の生活資金調達など目的を持つことが地域社会への貢献を目指した温泉発電開発につながると考えられる。またFITを利用しない場合は、売電ではなく自家使用が中心となるが、それは自ずと停電などの非常事態が起きた場合の電源・熱源になることを意味する。ただし、別府温泉・観音寺地区の大手ホテルのように自家使用はしているものの、非常時であってもホテル内の電源確保にとどまり地域貢献にまで生かしきれないと予想されるケースもあった。一方、湯村温泉は当初から避難所での非常用電源の確保を目的としているため、確実に地域に大きなメリットをもたらすことになる。すなわち④事業主体が震災、非常対策としての機能を備えられるような開発を進めることが地域社会への貢献を目指す条件となる。

表6.2 5評価項目による14事例再分析で「浮上したこと」と「表出した条件」

評価項目		14事例分析で浮上したこと	地域社会への貢献を目指すための条件
環境・自然	温泉資源の保護	新規掘削または増掘をした場合、たとえ周辺地域の温泉湧出に影響がみられなくても住民の間には温泉資源に対する懸念が生じる	①事業主体がモニタリングを継続実施し、影響があれば事業を停止する強い姿勢を示すことが地域に事業継続に対する安心感を与える
		利益を優先させるあまりに無理な開発に踏み切っ問題を生じさせる事業者の存在が浮き彫りになった	②行政が法規制を厳格化させることで、地域に問題を生じさせるような開発が阻止される
経済	FITの功罪	民間企業や旅館・ホテルは、FITによる売電収入目的の事業になってしまいが、住民主体組織は売電収入をまちづくりの資金や住民生活の資金の調達など地域社会のために役立っている	③事業主体が地域のまちづくりや住民の生活資金調達など目的を持つことが地域社会への貢献を目指した温泉発電開発につながる
		FIT非利用の場合は、自家使用が中心となるが、それは自ずと非常時の電源・熱源になることを意味する。もともとが非常用電源の確保を目的とした開発となれば、震災・非常時対策としての大きなメリットが生じることになる	④事業主体が震災、非常時対策としての機能を備えられるような開発を進める
社会	温泉熱利用	その地域ごとで湯量や温度に合わせた熱利用に取り組んでいるが、温泉発電の二次利用が浴用だけにとどまるところが多い。民間企業や旅館・ホテルは、FITに基づく売電収入に注目するあまりに、温泉発電開発に注力する一方で熱利用に積極的でないところも少なく、このような現状がカスケード利用の広がりを限定的なものにしている	⑤地域に温泉発電を含む広範囲な温泉熱利用が展開されてこそ地場産業の多様化、温泉地の再生・活性化が実現する。行政が、温泉熱を利用した量に準じて補助金を支給するような温泉熱導入促進策を講じることが重要となる
	地域住民の関与	民間企業や旅館・ホテルなど「個人」が主体となる事業の場合、地域住民の関与が難しい。温泉の「癒」を把握する地元住民の知恵をとり入れなければ温泉発電事業を含む温泉熱利用の順調な拡大は難しいものの、カスケード利用の広がりが限定的になっている現状からすれば、各温泉地で住民の知恵が十分に反映しているとは言い難い	⑥地域全体が温泉の「癒」を知る地域住民がカスケード利用に関与しやすいような計画的なまちづくり政策を構築する
	キーパーソンの存在	民間企業や旅館ホテルにはキーパーソンは存在していない。住民主体組織などで機能しているが、キーパーソンの影響力が強すぎると事業に弊害を及ぼす恐れがでてくる。キーパーソンとフォロワーが身近な関係にあるなど開発に取り組む人のネットワークが狭い分野にとどまると、開発成果が広い地域に及ばなくなる	⑦地域に観光や農業など幅広い産業を發展させ、スムーズなまちづくりを推進するためには、地域全体がキーパーソンとフォロワーの存在、人のネットワークの構築を実現できるような環境を整えることが重要となる。これによって地域社会の結束も強まる

次に「温泉熱利用」については、その地域ごとで湯量や温度に合わせた熱利用に取り組んでいるが、温泉発電の二次利用が浴用だけにとどまるところも少なく

ない。その理由としては、余剰の熱水・蒸気を有効に利用したいとの意思はあるもののノウハウが把握できていないことや、採算性を考えると利用を敬遠してしまうことなどが考えられる。よって特に民間企業や旅館・ホテルは FIT に基づく売電収入に注目するあまりに、温泉熱利用に積極的ではなく、このような現状がカスケード利用の広がりを限定的なものにしてしまう。しかし、地域に温泉発電を含む広範囲な温泉熱利用が展開されてこそ地場産業の多様化、温泉地の再生・活性化が実現するのであり、⑤行政が、温泉熱を利用した量に準じて補助金を支給するような温泉熱導入促進策を講じることが重要となると考えられる。

「地域住民の関与」は、第 2 章で 14 事例を分析する際の課題項目として取り上げたが、地域の住民が事業に関わりを持つことが社会的だけでなく経済的にも重要な要素となることから 5 評価項目のうちの一つとして再び取り上げて別の角度から再分析を行った。この結果、民間企業や旅館・ホテルなど「個人」が主体となる事業の場合、地域住民の関与が難しいことがわかった。また温泉の「癖」を把握する地元住民の知恵を取り入れないと順調な温泉発電事業を含む温泉熱利用の拡大は難しいと考えられることは第 5 章で論じたが、カスケード利用の広がりが限定的になっている現状からすれば、各温泉地で住民の知恵が十分に反映されているとは言い難い状況にある。このため⑥地域全体が温泉の「癖」を知る地域住民がカスケード利用に関与しやすいような計画的な街づくり政策を構築する必要が生じてくる。

さらに「キーパーソンの存在と地域への波及」については、民間企業や旅館・ホテルにはキーパーソンが存在していない一方、住民主体組織などでキーパーソンの影響力が強すぎると事業に弊害を及ぼす恐れも出てくることがわかった。また土湯温泉のようにキーパーソンとフォロワーが身近な関係にあり、開発に取り組む人のネットワークが狭い分野に留まると、開発成果が広い地域に及ばなくなるという事実も浮上した。このため、地域に観光や農業など幅広い産業を発展させ、スムーズなまちづくりを推進するために⑦地域全体がキーパーソンとフォロワーの存在、人のネットワークの構築を実現できるような環境を整えることが重要となる。これによって地域社会の結束も強まると予想される。

6.4 地域社会への貢献を目指すための 7 つの条件

以上、5 評価項目による 14 事例分析で浮上した課題などを再度検討した結果、温泉発電が地域社会への貢献を目指すためには以下の 7 条件が重要であることが明らかになった。

- ① 事業主体がモニタリングを継続実施し、影響があれば事業を停止する強い姿勢を示す

- ② 地域社会を無視した利益優先の開発を防止するため、行政が法規制を厳格化させる
- ③ 事業主体が地域のまちづくりや住民の生活資金調達など目的を持つ
- ④ 事業主体が震災、非常対策としての機能を備えられるような開発を進める
- ⑤ 行政が、温泉熱を利用した量に準じて補助金を支給するような温泉熱導入促進策を講じる
- ⑥ 地域全体が温泉の「癖」を知る地域住民がカスケード利用に関与しやすいような計画的な街づくり政策を構築する
- ⑦ 地域全体がキーパーソンとフォロワーの存在、人のネットワークの構築を実現できるような環境を整える

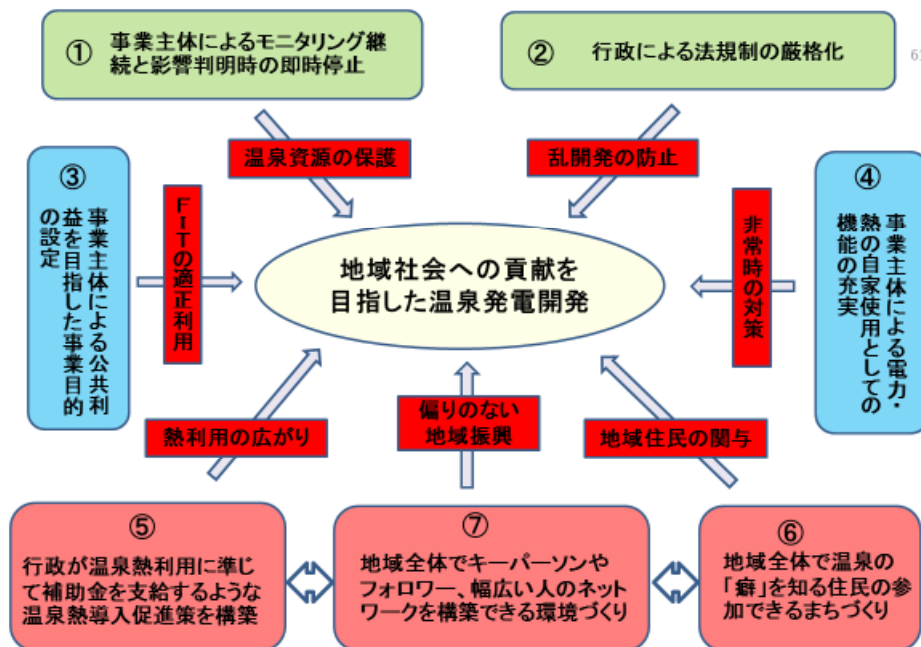


図6.2 地域社会への貢献を目指す「7つの条件」

図 6.2 は、7 つの条件によって地域社会への貢献を目指した温泉発電開発が実現する概略図である。温泉発電開発場所の周辺の源泉における「①事業主体によるモニタリング継続と影響判明時の即時停止」は温泉資源の保護に不可欠な条件となる。「②行政による法規制の厳格化」は乱開発の防止につながる。また温泉地の復興や地域住民の生活安定など「③事業主体による公共利益を目指した事業目的の設定」をすることは、利益を優先するだけの発電事業と違って FIT が地域貢献にも役立つという「適正」さをもたらすことになる。「④事業主体による電力・熱の自家使用として機能の充実」は、震災など非常時対策につながるという自然エネルギーが地域に貢献する本来あるべき姿でもある。「⑤行政が温泉熱利用に

準じて補助金を支給するような温泉熱導入促進策を構築」することは、地域に熱利用の広がりをもたらすほか、「⑥地域全体で温泉の『癖』を知る住民の参加できるまちづくり」を創出することは地域住民の関与を充実させることになる。また「⑦地域全体でキーパーソン、フォロワーの存在と幅広い人のネットワークを構築できる環境づくり」が実現することは偏りのない地域振興につながる。これら3要素は、それぞれが互いに作用しながら地域貢献を実現させていくと想定される。

6.5 まとめ

本研究では、温泉発電開発を地域社会への貢献と両立させるために必要な条件を検討してきた。第2章は全国で稼働している28温泉発電施設から14事例を絞り込み、自然・環境、経済、社会の3分野をもとに地域社会への貢献を達成するにあたってどのような課題を抱えているか分析した。その結果、①民間企業は、FITを利用した利益を優先させる傾向にあることから地域との間で問題が生じやすい、②衰退の危機に瀕した温泉地は、住民主体組織が中心となって事業を行っている、③住民主体組織は住民の利益や地域活性化を目的に事業を行っている、④域外から企業が参入するケースは地元への利益の波及が限定的になることなどが明らかになった。このような14事例の分析から見えてきたことをもとに、地域に混乱が生じたケースの大分県別府温泉・小倉地区と、地域貢献を目指したケースの福島県土湯温泉を詳細な事例研究対象として選定した。

第3章は、選定した代表2事例のうち、民間企業が売電利益を優先した乱開発に走り、環境被害や温泉枯渇への懸念を生じさせるなど地域社会を混乱させる結果となった別府温泉・小倉地区の事例研究を行った。別府市は、小倉地区を混乱に陥れた企業のこれ以上の開発、さらには別の企業が同様の開発に踏み切るのを防止するため条例を制定したが、このような法規制には限界があり、法規制の厳格化またはそれ以外の手段による対応策の必要性があることがわかった。

第4章は、震災被害と風評被害で衰退の危機に直面した福島県の土湯温泉が、住民らによる協議会を設立し、温泉発電導入を中心とした復興事業に取り組む事例について、地域社会への貢献を目指すケースとして取り上げた。リーダーシップのあるキーパーソンのもと、外部企業に頼らず独自のスキームを作り上げ、FITによる売電も順調に行って温泉地再生に向けて道筋を確立させた。しかし事業参加者が観光関連の住民に偏っていたため、幅広い地域貢献につながらず、また電力を非常時に利用できる体制が整っていないなど課題を残した。

第5章は、地域社会の混乱を抑止するための条件を模索するため、別府市の法規制の厳格化を目指した事例と、厳格化以外の対処の参考事例として土湯温泉を分析した。さらに土湯温泉の課題部分に焦点をあて、他の温泉地事例と比較する

ことで地域貢献のための条件を検討した。

第6章は、第3、4、5章で取り上げた別府温泉・小倉地区と土湯温泉の2事例の分析でさらに見えてきた着目点をもとに、①温泉資源の保護、②FITの功罪、③温泉熱利用、④地域住民の関与、⑤キーパーソンの存在の5評価項目を新たに設定し、第2章で絞り込んだ14事例を再分析した。この結果、地域社会への貢献を目指した温泉発電開発の条件として、①モニタリング継続と影響判明時の即時停止、②法規制の厳格化、③公共利益を目指した事業目的の設定、④電力・熱の自家使用としての機能の充実、⑤補助金支給による温泉熱導入促進策の構築、⑥温泉の「癖」を知る住民の参加できるまちづくり、⑦キーパーソン、フォローの存在と幅広い人のネットワークの7条件を表出した。

本研究は、全国で温泉発電を導入している28施設から特に地域貢献の条件追究に役立つ14事例に着目し、さらに14事例の課題項目による分析を通じて2事例に絞り込み詳細検討に入った。そして2事例の分析でさらに見えてきた着目点をもとに14事例を再分析し、「7つの条件」を掘り起こすことができた。現在行われている温泉発電開発が地域活性化に結び付いていない事例が散見されるのが現状であるものの、温泉発電開発は全国で今後も拡大することが予想され、これら「7つの条件」を満たすような開発を進めるべく提言を行っていきたいと考える。そのためには「7つの条件」に不足している課題を見いだしながら、地域社会への貢献を目指す温泉発電開発の条件について研究を深化させていきたい。

最後に、本研究で詳細な事例研究の対象として取り上げた別府温泉について整理しておきたい。本研究では別府の事例として主に「温泉発電の乱開発が地域社会を混乱に陥れた小倉地区」を分析したが、別府では稼働中の温泉発電施設の14件すべてで「乱開発」が行われているわけではなく、むしろ地域との共生を図りながら開発に取り組んでいるところが多い。また別府市は規制面の導入が後手に回ったことは否めないが、小倉地区のこれ以上の開発の抑制に加えて、近い将来、50以上の温泉発電が稼働すると想定されるのを前提に、新たな乱開発を招かないようにくさびを打とうとしている。

2017年4月に発足した別府市温泉発電等対策審議会は、法規制の厳格化を実現させて乱開発に対処しようとしているが、法規制だけでは限界もあり、それ以外の方策が必要になることが本研究で明確になった。別府全域で今後持続可能な温泉発電開発が行われるための方策として、本研究で打ち出した地域社会への貢献を目指すための7つの条件のうち、温泉資源保護のための「①事業主体がモニタリングを継続実施し、影響があれば事業を停止する強い姿勢を示す」と、乱開発の防止を目的とする「②行政が法規制を厳格化させる」について既に実行

に移されつつあると認識している。「③事業主体が地域のまちづくりや住民の生活資金調達など目的を持つ」ことによって経済性だけを目的としない FIT の本来あるべき利用を図る必要があるほか、別府市が既に「災害時のエネルギー確保」として定めている FIT にこだわらない、「④事業主体が震災、非常対策としての機能を備えられるような開発を進める」ような動きを強めることも重要となる。さらに、「⑤行政が、温泉熱を利用した量に準じて補助金を支給するような温泉熱導入促進策を講じる」ことで、温泉資源の有効利用、カスケード利用拡大によるまちづくりが図られ、これに「⑥地域全体で温泉の「癖」を知る地域住民がカスケード利用に関与しやすいような計画的な街づくり政策を構築する」システムが機能し、それぞれの開発に「⑦地域全体でキーパーソンとフォロワーの存在、人のネットワークの構築を実現できるような環境を整える」ことができれば、別府に住む住民らが自分たちの街に自信と誇りを持てる状況を生み出すことにつながり、経済的、社会的な地域社会への貢献が実現すると考える。

本研究では地域社会への貢献を目指す温泉発電開発の「7つの条件」を掘り起こすことができた。しかし別府温泉をはじめ全国温泉地それぞれが特有の地域特性、温泉熱利用特性を持っているほか、政策や利害関係者の関与にも違いが生じている。すなわち「7つの条件」を適用させるにしても、各温泉地、各温泉発電開発地でその適用の処方が異なると考えられる。このため各温泉地での条件の適用については今後の研究課題として粘り強く取り組んでいきたいと考える。

参考文献

第1章

- 飯田哲也「地域を活性化するための再生可能エネルギーの取り組み」、2014、環境エネルギー政策研究所編著、『地域の資源を活かす再生可能エネルギー事業』、金融財政事情研究会、pp.2-8
- 浦島邦子・和田潤「地域イノベーションと震災復興に寄与する地熱エネルギーの利用」、2011、『科学技術動向』11・12月号、科学技術・学術政策研究所、pp.13-28
- 江原幸雄『日本列島は地熱エネルギーの宝庫』、2010、樺歌書房、pp.29
- 大友詔雄「自然エネルギーの利活用で地域産業の未来をひらく」、2012、大友詔雄編著、『自然エネルギーが生み出す地域の雇用』、自治体研究社、pp.17 - 18、pp.20
- 環境省「国立・国定公園内における地熱開発の取扱いについて」、2015
- 日本温泉科学会編「日本の温泉と温泉文化」、2010、『温泉学入門 温泉への誘い』、コロナ社、pp.93-103
- 平岡俊一・豊田陽介・田浦健朗「地域資源を活用する温暖化対策の推進」、2011、『地域資源を活かす温暖化対策』、学芸出版社、pp.210-219
- 新妻弘明・野田徹郎、「基本的な考え方」、2010、『地熱発電と温泉利用との共生を目指して』、日本地熱学会・地熱発電と温泉との共生を検討する委員会、pp.1-2
- 和田武『拡大する世界の再生可能エネルギー 脱原発時代の到来』、2011、世界思想社、pp.197-199
- 和田武「市民・地域主体による自然エネルギー普及と市民・地域共同発電所」、2014、『市民・地域共同発電所の作り方』、かもがわ出版、pp.10-24

第2章

- 押切憲一「地域計画における〈地熱利用〉への抱負（その3） - 雄勝町における地熱多段階利用」、1992、『地熱エネルギー』Vol.17 No.1、新エネルギー財団地熱本部、pp.4-12
- 當舎利行「バイナリー発電の活用・実用化に向けた動き」、2014、『OHM』第101巻第1号、オーム社、p.7
- 村岡洋文「日本の地熱エネルギー開発凋落の現状と将来復活の可能性」、2007、日本エネルギー学会、pp.153-160
- 村岡洋文「温泉大国日本ならではの温泉発電システムの現状と将来」、2011、『温泉科学』、日本温泉科学会、pp.157-160

第 3 章

大分県『おおいた温泉基本計画 - 持続可能な温泉利用に向けて』、2016、大分県生活環境部生活環境企画課、pp.23

由佐悠紀「温泉を科学する」『別府市誌第 1 巻』、2003、別府市、pp.160-175

由佐悠紀「温泉・湯けむりの自然科学的概要」、2012、『文化的景観 別府の湯けむり景観保存計画』、別府市、pp.52-55

第 4 章

新川達郎「温暖化対策と地域活性化が成功する条件」、2011、『地域資源を活かす温暖化対策』、学芸出版社、pp.194-209

謝辞

本研究を進めるにあたっては、多くの方々に懇切丁寧なご指導をいただいたことに厚くお礼を申し上げます。

特に本論文をまとめるにあたり、深夜や早朝を問わず電話、電子メールを通じて丁寧かつ適切なお助言・ご指導をいただきました早稲田大学大学院環境・エネルギー研究科の友成真一教授には深く感謝の意を表します。友成教授には仕事の都合や体調にまでご配慮をいただき、常に励まされました。また本論文を審査していただき、その過程で幾度となく貴重な助言をしていただいた吉田徳久教授、小野田弘士教授にはいくら感謝してもしきれません。筆者が大分県別府市に在住していることから審査の日時等について最大のご配慮をしていただいたことは、たいへんありがたいことでした。心よりお礼を申し上げます。

また、本研究においては大分県別府温泉、福島県土湯温泉、長崎県小浜温泉、兵庫県湯村温泉、熊本県はげの湯、宮城県鳴子温泉など多くの温泉地の関係者、住民の方には多大なご協力をいただき、この場を借りてお礼を申し上げます。さらに大分県別府市環境課、大分県商工労働部工業振興課、宮城県環境生活部、兵庫県新温泉町、長崎県雲仙市環境政策課の職員の方々、土湯温泉「元気アップつちゆ」、はげの湯・岳の湯「わいた会」、小浜温泉「小浜温泉エネルギー」など各温泉地の組織の方々に、研究を掘り下げるうえでこの上ないアドバイスをいただいたことは心強い限りでした。厚くお礼を申し上げます。

最後に、本研究に取り組むにあたり、快く東京（早稲田大学）や全国の温泉地調査に向かわせてくれた別府大学国際経営学部の教員仲間にも感謝の意を表したいと思います。