■研究発表論文

温泉地における温泉発電事業と運営体制との関係

The relationship between characteristics of project and governing structure for hot spring power generation in hot spring areas

渡辺　貴史*　　馬越　孝道*　　小林　寛**

Takashi WATANABE　Kodo UMAKOSHI　Hiroshi KOBAYASHI

Abstract: This research identifies the relationship between characteristics of project and governing structure for hot spring power generation in hot spring areas. The main findings are as follows. (1) Governing structure for hot spring power generation in hot spring areas has big differences in both the number of stakeholders and their role involving management of hot spring power generation. (2) Local resident's acceptance level for hot spring power generation in the hot spring areas where local residents have the central role of managing hot spring power generation is higher than that in the hot spring areas where nonlocal persons have the central role of this. (3) Hot spring areas implementing hot spring power generation differ in the objective and the influence according to the characteristics of hot spring areas. Based on these findings, we propose a list of considerations in order to review the establishment and management of project for hot spring power generation.

Keywords: *hot spring power generation, governing structure, local residents' acceptance, distributive justice, procedural design, hot spring area*

キーワード：温泉発電，運営体制，地域住民の受容性，地域住民，配分的正義，手続きの手法，温泉地

１．はじめに

我が国に 3088 箇所ある温泉地(2014 年度末時点)は，旅行先で行いたい活動の上位を占め続ける温泉浴が体験できる空間であり，主要な観光目的地の一つといえる。しかしながら歴史的ストックを活かした温泉地の台頭，アクセスの良い公衆浴場の増加，そして自然災害により生じる風評被害(例：福島第一原発事故)等により，宿泊者数が減少し続けている所が発生している [1]。宿泊者数の減少を抑制・改善するためには，その温泉地の特性を活かした取り組みを行うことで，地域の魅力を高めることが必要である [1]。このような状況のなかで近年高い関心を集める取り組みの一つに，温泉発電がある。温泉発電とは，温泉井戸から得られる概ね 70℃～150℃の温泉水を利用した小規模な発電のことである [2]。温泉発電は，天候等の周辺環境の影響を受けづらく安定的に電気を供給できる可能性がある再生可能エネルギーの一つであり，その希少性と先進技術の体感または環境教育の実践の場として地域活性化の拠点となる可能性があるため，各地で事業化が進行している [3]。

温泉発電事業は，温泉水の大量活用による泉源の枯渇を危惧する旅館業者等の温泉関係者に反対されることが多い [4]。また事業着手後も，想定外の事態の発生により，温泉関係者の信頼を喪失することがある [5]。温泉地の活性化に資する温泉発電事業を進めるためには，事業導入から実施に至るまで泉源を共有する温泉関係者からの受容が欠かせない。温泉関係者に受容され得る温泉発電事業では，どのような取り組みを行うことが望ましいのか。温泉関係者の受容を高める方策に係る知見は，持続可能な温泉地の形成に資する温泉発電事業の方策の検討時に有用な情報となろう。

温泉発電事業を運営する体制は，事業成立の経緯や事業内容の特性に応じて，異なることが想定される。一般的には，事業対象が同じでも運営体制により内容に共通点・相違点があると認識されている。そのため，温泉関係者の温泉発電事業の受容に関係する取り組みも，運営体制によって相違点があることが想定される。

温泉発電事業を対象とした研究について，各地の取り組みが数多く報告されている [6]。しかしながら温泉発電事業に対する温泉関係者の受容に着目した研究は，地熱発電開発の合意形成プロセスの一般論を論じた書籍 [7]や地熱発電実現の要因に係るヒアリングを整理した報告書 [8]にこそあるものの，その数は極めて少ない。書籍等に関係する研究としては，文献・ヒアリング・アンケートをもとに，温泉発電を含む地熱発電の開発に対する地熱発電関係者の受容の概況を解明したものがある [9)-11)]。しかしこれらの研究は，概況こそ明らかにしているが，実際に成立した事業の成立過程や事業の概要から，温泉関係者の受容に資する要因を実証的に考察したものではない。この点に関する研究としては，実証実験事業を対象にしたものがある [12)]。しかし温泉発電事業の受容に関係する取り組みが運営体制により異なることが予測されるなか，同様の観点から複数事例を対象にした研究が必要と考えられる。

そこで本論文では，温泉発電事業が実施されている複数の温泉地を対象に，まずは事業の成立経緯と成立した事業の概要を明らかにした(第 3 章)。次いで得られた結果から，温泉関係者の受容に資する要因を比較考察した。最後には，比較考察した結果をもとに，温泉関係者の受容に資する方策を検討した(以上，第 4 章)。

２．方法

（１）調査対象の選定

温泉発電は，全国で 19 箇所に導入されている(2016 年 3 月時点)[3)]。本研究では，運営体制が異なる事業の比較を行うことから，事業主体が異なる 3 つの温泉地を選定した。具体的には，事業主体が地域住民 [13)]の設立した会社((株)つちゆ温泉エナジー)である福島市の土湯温泉の土湯温泉バイナリー発電所，行政(兵庫県新温泉町と湯財産区 [14)])である湯村温泉の湯村温泉観光交流センター薬師湯温泉バイナリー発電施設，外部から参入した会社((株)洸陽電機)である長崎県雲仙市の小浜温泉バイナリー発電所である。

（２）対象地域の概要

土湯温泉(以下，土湯と称す)は，福島県の北部にある福島市の

*長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科　Graduate School of Fisheries and Environmental Sciences, Nagasaki University
**信州大学学術研究院（社会科学系）　School of Humanities and Social Sciences Institute of Social Sciences, Shinshu University

南西部に位置し(図－1)，泉質は源泉温度最高 150℃前後の単純泉であり，湧き水等により 65℃前後に造湯した毎分約 1500l の温泉水が温泉地に供給されている。湯村温泉(以下，湯村と称す)は，兵庫県の北西部にある新温泉町のほぼ中心に位置する。泉質に関して，代表的な源泉である荒湯は，源泉温度最高 98℃前後の炭酸水素塩泉であり，60 近くある源泉からは毎分約 2300l が湧出している。小浜温泉(以下，小浜と称す)は，長崎県の南東部にある雲仙市の南西部に位置し，泉質は源泉温度最高 105℃のナトリウム塩化物泉であり，毎分約 9700l が湧出している。

（3）データの取得及び解析

本研究に関わるデータは，2015-2016 年にかけて行った関係者へのヒアリング[15]と文献収集により取得した。事業の成立過程の特性は，ヒアリング等から得たデータから作成された成立に係る年表にもとづき解析した。成立した事業の概要の特性は，当該データから整理された事業の内容と運営体制から解析した。

3．結果

（1）事業成立の経緯

1）土湯温泉(表－1)

土湯では，温泉バイナリー発電事業に先立ち，1983 年 5 月に NEDO による地熱資源調査が行われており，地熱のポテンシャルの高さが把握されていた。

2011 年 3 月に東日本大震災が発生した。東日本大震災による被害と原発による風評被害は，土湯の宿泊客を大きく減少させた(年間宿泊客の平均：約 23 万人，2011 年度：約 7 万人)。それに伴い震災前に 16 軒あった旅館のうち 5 軒が廃業した。また震災後の 3 日間は，停電となった。停電中の電力を補完するガソリン・灯油等は，インフラの寸断や流通の混乱に伴い，入手しづらかった。このような事態に直面した土湯では，災害時でも供給可能な電源であり，他地域でみられることが少なく観光目的に活用し得る資源として，地熱に関心が集まった。2011 年 10 月には，復興に向けて土湯温泉復興再生協議会が設立された。同協議会では，復興再生の目標像として，「訪ね観る誰もが想う光るまち」が提示された。そして同目標像の推進に向けた 5 つの理念の一つに「自然エネルギーが支える先進のまち」が掲げられ，地熱の活用が目標実現の手段の一つに位置づけられた。その後は，事業の具体化に向けて 2011 年 11 月にバイナリー発電施設メーカーと協議が行われ，既存の泉源を用いたバイナリー発電の導入可能性を検討することとなった。導入可能性を検討する調査に必要な費用を調達するために，2011 年 11 月の土湯温泉復興再生協議会第 2 回例会において環境省の補助事業(環境省再生可能エネルギー緊急検討調査委託事業)への申請を決めて申請し，2012 年 1 月に採択された。そして 2012 年 2 月からは，バイナリー発電導入可能性の調査が実施された。調査の結果，バイナリー発電は，事業成立に必要な条件(例：温泉水の量と温度，採算性等)を満たし温泉水の減少等による旅館への影響が少なく，導入可能性が高いことが明らかとなった。既存の泉源を用いたバイナリー発電の導入を含む復興に係る事業の推進主体としては，将来の土湯にとって地域主体による実践が重要との考え[16]から，地域が主体となった組織が検討された。しかし事業に関係する既存の主体(「NPO 法人土湯温泉観光まちづくり協議会」(観光事業担当)や「湯遊つちゆ温泉協同組合」(温泉の開発，管理，供給担当)等)では，既に業務があり事業への専念が難しい上に，NPO・組合との組織の性格から営利事業である発電事業を行えない。そのため 2012 年 10 月には，復興に係る事業に取り組む主体として「(株)元気アップつちゆ」が設立された。同社の資本金は 2000 万円であり，湯遊つちゆ温泉協同組合が 80%(1800 万円)，NPO 法人土湯温泉観光まちづくり協議会が 20%(200 万円)を出資している。事業に必要な予算は，NEPC(一般社団法人新エネルギー導入促進協議会)からの補助金と金融機関(福島信用金庫，(株)日本政策金融公庫)からの融資により確保した。ただし事業に対する補助金の占める比率は，固定価格買取制度による売電を想定していたために，低く(事業予算の 10%)なった。金融機関からの融資にあたっては，十分な担保が用意できなかったため，JOGMEC(独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)から債務保証を受けることとなった。2013 年 9 月に JOGMEC が初めて土湯を訪問し，審査の結果，融資額 80%の債務保証が受けられることとなり，それにより 2014 年 4 月には，金融機関からの融資が確定した。その間，2013 年 9 月には，発電事業の主体として特別目的会社(SPC)である「つちゆ温泉エナジー(株)」が(株)元気アップつちゆの 100%出資の子会社として設立された。その後，2014 年 8 月に起工式・安全祈願祭が行われ，2015 年 11 月に試運転，そして同月に運転が始められた。事業とともに発電開始前後から検討されていたのは，発電に用いた媒体と接触して温水となった冷却水の二次利用である。これについては，2016 年 5 月に採択された経済産業省の補助金を用いて，エビ養殖施設と遊歩道に消雪装置の整備の検討が着手されている。

2）湯村温泉(表－2)

湯村では，2004 年に NEDO の助成にもとづき保育園のグラ

表－1　温泉発電事業の成立に係る年表（土湯温泉）

年月		出来事
1983	5	NEDOによる地熱資源調査
2011	10	土湯温泉復興再生協議会設立総会
		土湯温泉復興再生協議会第1回例会
	11	バイナリー発電施設メーカーとの協議
		土湯温泉復興再生協議会第2回例会
		環境省の補助事業への申請を決定
	12	環境省再生可能エネルギー緊急検討調査委託事業の採択
2012	2	バイナリー発電に係る現地調査の開始
	10	株式会社元気アップつちゆを設立
2013	9	JOGMEC初訪問
	10	特別目的会社「つちゆ温泉エナジー株式会社」を設立
2014	1	金融機関からの融資が確定
	4	JOGMECの債務保証の決定
	8	起工式・安全祈願祭
2015	11	試運転開始
		運転開始
2016	5	経産省地熱開発理解促進関連事業支援補助金の採択

表－2　温泉発電事業の成立に係る年表（湯村温泉）

年月		出来事
2004		NEDOの助成にもとづく保育園グランドの掘削
2008	3	薬師湯の移転先での開業
2011	12	兵庫県が湯村温泉にて地熱発電実施を言及
2012	3	ペルチェ素子による温度差発電の通電式
	4	兵庫県による温泉バイナリー発電の基本設計への着手
		湯村温泉バイナリー発電事業連絡会議の設立
2013	2	地元小学校における温度差発電に関する出張授業
	3	温泉バイナリー発電の基本設計の報告書の完成
		地熱発電の講演会
	6	地熱発電の説明会
	7,8	事業導入の経過と展望を記載した文書の地域住民への配布
	9	新温泉町と湯財産区との間での覚書の締結
		公募型プロポーザルの募集
2014	11	最優秀事業者((株)洸陽電機)の決定
	12	経産省地熱開発理解促進関連事業支援補助金の採択
	1	工事の着工
		視察受入の開始
	2	地元小学校における温度差発電に関する出張授業
	3	工事の完工
	4	温泉バイナリー発電所の運用開始
	8	経産省地熱開発理解促進関連事業支援補助金の採択
2015	3	足湯・消雪装置の設置工事
	4	使用後の温泉水を利用したイルミネーション・足湯・消雪装置の開始

ンドの掘削が行われた。しかしながら当時想定されていた地熱発電を稼働するために必要な温度の温泉水が湧出しなかったために，事業を断念した。

2011 年 3 月の東日本大震災の発生に伴う自然エネルギーに対する関心の高まりを受けて，兵庫県は，2011 年 12 月の予算編成を発表する場において，湯村に地熱発電を整備することに言及した。地熱を発電に活かす動きは，発表される前から湯村でも起きていた。具体的には，新温泉町による湯村温泉観光交流センター薬師湯(以下，薬師湯と称す)におけるペルチェ素子を用いた温度差発電である。2008 年 3 月に移転により新たに開業した薬師湯では，年間約 20 万人の利用を目論んでいたが，約 10～11 万人に止まっていた。また泉源の温度が約 90℃である温泉水に関わる課題の一つには，浴用に適した温度までに低める際に生じる余剰熱の活用が挙げられていた。余剰熱を活用して利用者数の増加に資する話題作りとして考えられたのが，この温度差発電であった。新規事業のために役場内での反対が想定された。しかし同事業は，余剰予算があったことと役場内に 2004 年の事業を通じて地熱発電を受容する機運が醸成されていたために，承認された。工事は，事業に関心を持つ地元の電気業者の協力のもと進められた。そして 2012 年 3 月には，通電式が行われ，利用が開始された。同発電により作られた 30～40W の電力は，薬師湯内の携帯電話等の充電用の充電ボックスとその他の電気機器用のコンセントに配電された。こうした取り組みは，テレビ，新聞，雑誌等により広く報道され，それらの報道を受け止めた大学生，大学教員，自治体担当者の見学，自治体からの問い合わせがあった。また見学者に発電の仕組みを分かりやすく説明するために，ペットボトルとプラモデル用のモータを用いた温泉水の熱が電気に変わる原理を再現する装置が製作され，新温泉町の担当者による薬師湯での見学時の説明や地元小学校での温度差発電に関する出張授業時に活用された。これらペルチェ素子による温度差発電をめぐる一連の動きは，温泉発電事業の着手検討を受容する機運の醸成に寄与したとされている。こうした中で兵庫県は，環境省の再生可能エネルギー等導入推進基金をもとに，2012 年 4 月から余剰熱を用いた温泉バイナリー発電の基本設計に着手した。その結果，平時は湯村温泉観光交流センターの稼働に，緊急時(外部からの電力寸断等)は二次避難所に指定されたセンターの緊急電源となる温泉バイナリー発電施設を整備することになった。またそれとほぼ同じ時期に「湯村温泉バイナリー発電事業連絡会議」が開設された。2013 年 3 と 6 月に地熱発電に係る講演・説明会が行われた。講演・説明会を聴いた会議の構成員ではなく事業を初めて知った地域住民のなかからは，「湯を，薬師湯開設時の町と湯財産区が締結した契約書に記載された目的と異なる目的に使っている」との声が上がった。それとともに事業を地域住民に周知すべきとの要望があった。そこで 2013 年 7~8 月には，地域住民に事業導入の経過と展望が記載された文書が配布された。またほぼ同時期の町議会では，導入後の維持管理費が発電の便益を超過することを懸念する質問がみられた。先の状況のなか区長の A 氏から新温泉町に要望書が提出された。そこでは，同事業に反対ではないことを前置きした上で，湯煙等から醸成される温泉情緒を喪失させないことと湯財産区と覚書を取り交わすことが要望されていた。当該要望書を受けて 2013 年 9 月 13 日に新温泉町と湯財産区との間で覚書が取り交わされた。同覚書を通じて（ⅰ)工事費は兵庫県が負担する，(ⅱ)故障した場合の修理費は新温泉町が負担する，(ⅲ)機械設置による利益が発生した場合には財産区が享受すること等が，取り交わされた。同覚書の締結後の 2013 年 9 月 20 日に環境省の再生可能エネルギー等導入推進基金を原資とした公募型プロポーザルの募集が開始され，11 月に最優秀事業者((株)洸陽電機)が決定した。2014 年 1 月に工事が着工され，3 月に完工，そして 4 月には，温泉バイナリー発電施設の運用が開始された。当初の運営主体は新温泉町のみだったが，後に薬師湯の指定管理者である湯財産区も新温泉町の委託のもと運営に関わることになった。湯村においても，発電利用後の温泉水の二次利用が課題となっていた。課題を解消するために，2014 年 8 月に採択された経済産業省の補助金をもとに，2015 年 3 月に薬師湯の敷地内に使用後の温泉水を利用した 2 基の足湯，温度差発電によるイルミネーション，隣接する橋の消雪装置が整備された。温泉発電事業の普及啓発に対しては，2013 年 12 月に採択された前記と同じ補助金をもとに啓蒙用パンフレットと看板が，そして 2014 年 8 月の補助金をもとに啓蒙用動画等が作成された。

3）小浜温泉(表－3)

小浜では，既往研究 [12]で論じられた通り，2004 年 3 月の小浜総合自然エネルギー特区への承認を契機として温泉バイナリー発電導入を検討していたが，温泉の枯渇を危惧する地域住民の反対によって頓挫した。2007 年に長崎大学環境科学部, 長崎県環境部, 雲仙市の連携協定が締結され，その取り組みの一つとして大学と地域住民が温泉バイナリー発電導入に向けた協議を始めた。一連の協議の果てに 2011 年 3 月に様々な利害関係者が協議できる場として「小浜温泉エネルギー活用推進協議会」が，そして 2011 年 5 月に協議会を代表する法人組織として「一般社団法人小浜温泉エネルギー」が設立され導入を推進する体制づくりが進められた。そして 2011 年 11 月に温泉バイナリー発電の事業化の計画策定や実証事業等を行う事業に採択され，実証事業を行う設備が整備され，2013 年 4 月に小浜温泉バイナリー発電所の開所式が行われ，実証事業が開始された(2014 年 3 月終了)。具体的には，同発電所を稼働させて，CO_2 の削減効果や採算性等の検証が行われた。検証の結果，(ⅰ)当初に想定した発電所の仕様変更に伴う発電設備容量に対する温泉水の不足，(ⅱ)温泉水の配水管及び熱交換器への温泉スケール(湯の花)の付着に伴う設備稼働効率の低下と運転コスト(例：配水管に付着するスケールの除去等)の増加，そして(ⅲ)発電所内での電力消費量の多さ等の課題が見いだされた。当該課題により当初に想定した売電収入が見込めないことは，2013 年 10 月の小浜温泉エネルギーの運営会議と 2013 年 11 月の地元説明会にて報告された。同報告を受けて地域住民は，当初想定していた小浜温泉エネルギーを中心に地域住民が主体となる事業化は困難と判断し，発電所を引き受ける主体の検討を行うことになった。発電所を引き受ける主体は，独自に打診があった(株)

表－3　温泉発電事業の成立に係る年表（小浜温泉）

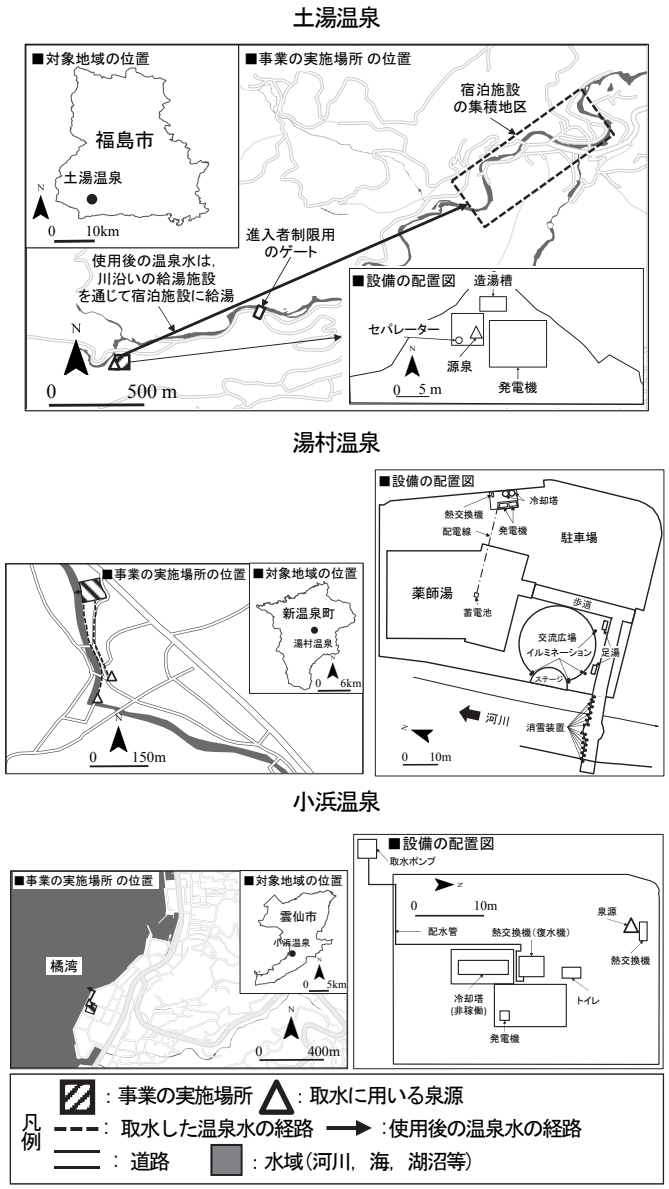
年月		出来事
2004	3	小浜総合自然エネルギー特区への承認
2007	4	長崎大学環境科学部，長崎県雲仙市，長崎県による連携協定の締結
2011	3	小浜温泉エネルギー活用推進協議会設立総会開催
	5	一般社団法人「小浜温泉エネルギー」の設立
	11	環境省地域主導型再生可能エネルギー事業化検討委託業務の委託
	11	環境省チャレンジ25地域づくり事業【実証事業】の委託
2013	4	小浜温泉バイナリー発電所の開所式
	5	小浜マリンパーク源泉　温泉熱水利用拡大の申請
	7	環境省地域活性化を担う環境保全活動の協働取組推進事業の委託
	9~10	事業化は困難と判断，発電所を新たに引き受ける主体の検討
	10	経産省地熱開発理解促進関連事業支援補助金の採択
	11	実証事業経過に関する地元説明会の開催
2014	3	発電実証実験終了
	3	(株)洸陽電機とB社から発電所引き受けに関わるプレゼンテーション
	4	平成26年度第1回小浜温泉エネルギー活用推進協議会
	6	(株)洸陽電機に決定し記者会見を開催
	7	環境省平成26年度地域活性化に向けた協働取組の加速化事業の委託
	8	環境省平成26年度小浜温泉バイナリー発電スケール対策等実証事業の委託
	12	スケール対策等実証事業に関わる源泉所有者説明会及び現地見学会
2015	4	特別目的会社「第1小浜バイナリー発電所合同会社」を設立
	9	小浜温泉バイナリー発電所事業運転開始セレモニー

洸陽電機と実証事業の受託企業A社が推挙したB社の2社から選定することになった。小浜温泉エネルギー活用推進協議会での2社からのプレゼンテーションと協議会構成員による協議の結果，2014年4月の平成26年度第1回小浜温泉エネルギー活用推進協議会において，(ⅰ)B社の提案は実証事業をほぼ踏襲したものであり今後の技術的展開が望めない，(ⅱ)B社から運営を委託されるA社が実証事業期間中の対応から地域住民の信頼を失っており新たな事業を実施する際に泉源所有者からの同意を取り付けることが難しいとの2点から，(株)洸陽電機が望ましいとの結論に至った。最終的に決定した2014年6月に(株)洸陽電機は，事業関与に係る記者会見を開催した。2014年8月に小浜温泉エネルギー，雲仙市は，この2点の課題を解消するため，環境省からスケール対策等の実証事業の委託を受けた。また(株)洸陽電機も，スケール対策の実証試験を行った。スケールによる設備稼働効率を改善するために，(ⅰ)配管の改造(例：熱交換器を極力泉源近傍に設置してスケールが付着する箇所を少なくする等)と(ⅱ)スケール付着の抑制措置が計画され，実施された。当該計画の実施状況は，説明会や見学会を通じて，地域住民への周知が図られた。同計画の実施により先の2点の課題は，大幅に改善され売電の目途が立った。そのため2015年4月に発電事業の主体として，特別目的会社(SPC)である「第一小浜バイナリー発電所合同会社」が(株)洸陽電機の100%出資の子会社として設立された。そして2015年9月に小浜温泉バイナリー発電所事業運転開始セレモニーが開かれ，発電事業が始まった。発電利用後の温泉水の二次利用については，2013年7月に採択された環境省の事業によりワークショップによる検討を行い冊子(小浜温泉未来ブック)にまとめて地域住民に配布することや，2014年7月に採択された事業により温泉水の熱を用いた植物園やトラフグ等の陸上養殖の可能性の検討等が実施された。温泉発電事業の普及啓発に向けては，2014年8月に採択された経済産業省の補助金をもとに啓発用動画とイラスト(漫画)の制作が行われた。

（2）成立した事業

1）事業の概要（表−4及び図−1）

各温泉地に共通する主要な設備は，熱交換機と発電機であった。他の温泉地にない設備として，土湯ではセパレーター(温泉水を熱水と蒸気に分離)と造湯槽(使用後の熱水・蒸気と直接取水した水により浴用の温泉水(65℃)を作成)が，湯村では冷却塔(低沸点媒体を凝縮する水の冷却)と蓄電池(災害時に発電機を起動)が，小浜では取水ポンプ(媒体の冷却に用いる海水の取水)があった。設備を設置する土地は，土湯と小浜が自治体から借り，湯村は新温泉町自身が所有する土地である。動力源となる温泉水は，土湯が1つの泉源(湯遊つちゆ温泉協同組合有)，湯村が2つの泉源(財産区有)，そして小浜は1つの泉源(市有)から取水していた。設備に配水される量は，土湯が37.2t/h，湯村が24t/h，小浜が75t/hであった。

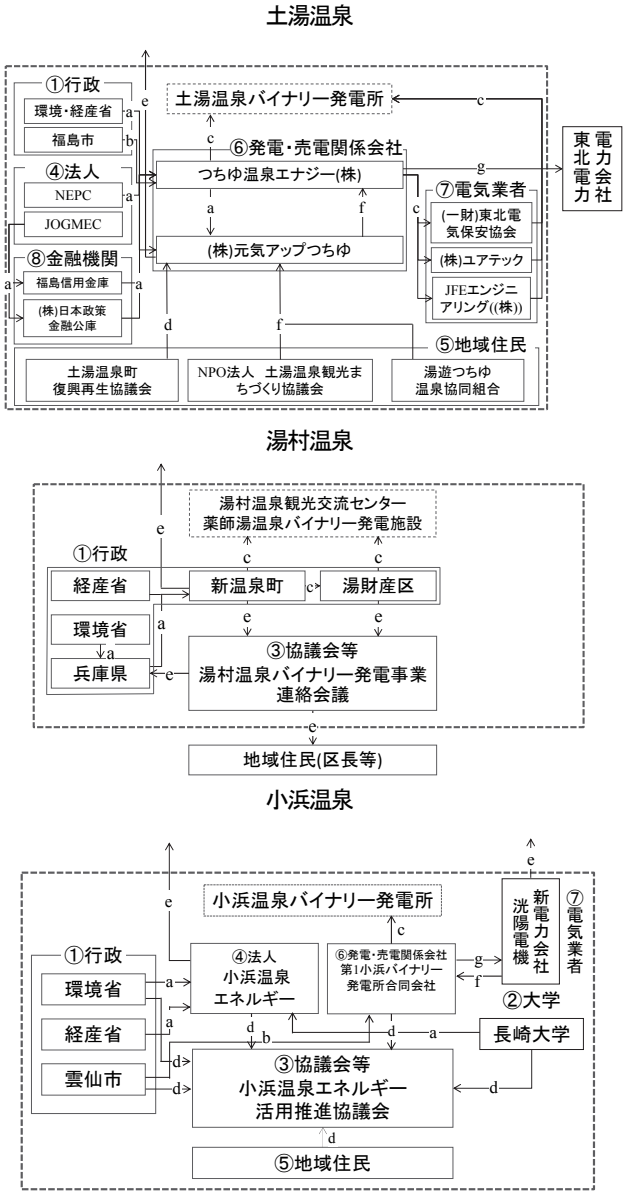


図−1　温泉発電事業の実施場所と主要な設備の配置

使った後の温泉水について，土湯は温泉街に給湯されていた。湯村は，隣接する施設(薬師湯)で浴用に活用された後，温度差発電によるイルミネーション・足湯・消雪設備での活用を経て，河川に放出されていた。小浜は，二次利用が検討されたものの実施に至っておらず，そのまま海に放出されていた。発電規模は，土湯が約400kW，湯村が約40kW，小浜が約125kWであった。電力は，土湯と小浜では固定価格買取制度による売電がされている。一方，湯村では整備資金の出所が行政であることから利益が発生する活用が禁じられており，薬師湯の稼働用(温泉熱源，電灯・コンセント，発電設備)に限定されているため，固定価格買取制度による売電は行われていない。

表−4　成立した温泉発電事業の概要

項目	内容		
発電所名	土湯温泉バイナリー発電所	湯村温泉観光交流センター 薬師湯温泉バイナリー発電施設	小浜温泉バイナリー発電所
事業開始	2015年11月	2014年4月	2015年9月
発電規模	400kW級	40kW級	125kW級
主要な稼働用設備	セパレーター：蒸気と熱水に分離	熱交換機：温泉水から熱水を製造	熱交換機：温泉水からの熱水の製造
	発電機：定格出力：400kW 台数：1機	発電機：定格出力：20kW 台数：2機	発電機：定格出力：125kW 台数：1機
	造湯槽：発電に用いた熱水と蒸気に分離された温泉水と冷却水から温泉街に給湯する温泉水を製造	冷却塔：発電機に送る冷却水製造	熱交換機(復水機)：媒体を冷却する水の海水による冷却
		蓄電池：災害時のバイナリ発電機の起動用	取水ポンプ：媒体の冷却に用いる海水の取水
使用泉源	1（湯遊つちゆ温泉共同組合有）	2（湯財産区有）	1（長崎県雲仙市有）
使用熱水量と温度	熱水量：約37.2t/時間 温度：約139℃	熱水量：約24t/時間 温度：約86℃	熱水量：約75t/時間 温度：約100℃
使った温泉水の処理	温泉街に給湯	浴用に利用後，温度差発電によるイルミネーション・足湯・消雪装置での活用を経て，河川に放出	海に放出
電力の使用用途	電力会社への売電	公共施設の稼働用電力	新電力会社への売電
土地面積	241.3㎡	3,702㎡	1,456㎡
土地所有	福島県福島市	兵庫県新温泉町	長崎県雲仙市



補注：[- - - -] は，運営体制の範囲を表す。

丸数字は，（ⅰ）運営に係る主な主体に記載のものと対応。

図－2　温泉発電事業の運営体制

2）運営体制（図－2）

（ⅰ）運営に係る主な主体

運営に係る主な主体は，土湯が 6，湯村が 2，小浜が 7 である。具体的に土湯は，①行政(経産省，環境省)，④法人(NEPC(一般社団法人新エネルギー導入促進協議会)，JOGMEC(独立行政法人石油天然ガス・金属鉱物資源機構)，⑤地域住民(各種地域団体)，⑥発電・売電関係会社((株)元気アップつちゆ，つちゆ温泉エナジー(株))，⑦電気業者((一財)東北電気保安協会)，(株)ユアテック，JFE エンジニアリング(株))，⑧金融機関(福島信用金庫，(株)日本政策金融公庫)である。湯村は，①行政(環境省，兵庫県，新温泉町，湯財産区)，③協議会等(湯村温泉バイナリー発電事業連絡会議)である。そして小浜は，①行政(環境省，経産省，長崎県，雲仙市)，②大学(長崎大学)，③協議会等(小浜温泉エネルギー活用推進協議会)，④法人(一般社団法人小浜温泉エネルギー)，⑤地域住民(温泉関係者，各種地域団体の代表等)，⑥発電・売電関係会社(第一小浜バイナリー発電所合同会社)，⑦電気業者((株)洸陽電機)である。

（ⅱ）運営に係る主な活動

3 事例にみられる主な活動は，以下の 7 つにまとめられた。

(a) 資金提供

資金提供とは，事業に必要な資金の提供である。土湯では，行政，法人，そして金融機関が発電・売電関係会社に対して発電設備整備に係る融資による資金提供を行っている。金融機関の融資には，JOGMEC が債務保証を行っている。設備原価を償却した後のつちゆ温泉エナジー(株)の売電収入は，(株)元気アップつちゆに復興事業運営に係る資金として，提供される予定である。湯村では，環境省と兵庫県が新温泉町に発電設備整備に係る補助金による資金提供のみを行っている。小浜では，行政，大学が法人に協定の趣旨に則り事業運営に係る資金提供のみを行っている。

(b) 貸与

貸与とは，事業の運営に必要なものの貸与である。貸与は，土湯と小浜でみられた。土湯では，湯遊つちゆ温泉協同組合からの泉源の無償貸与と福島市からの土地の有償貸与が発電・売電関係会社に行われている。小浜では，雲仙市から発電・売電関係会社に土地と泉源が有償貸与されている。

(c) 運営

運営とは，事業の運営に関わる活動のことである。具体的には，設備稼働に必要な各種事務手続き(例：事業申請，泉源・土地占用の許可，管理・保守点検の委託等)，設備の管理運営等である。土湯では発電・売電関係会社と発電・売電関係会社から委託を受けた電気業者が，湯村では新温泉町と町から委託を受けた湯財産区が，小浜では発電・売電関係会社が担っている。

(d) 協議

協議とは，事業の円滑な遂行に向けた連絡調整である。協議は，土湯(土湯温泉町復興再生協議会と(株)元気アップつちゆ)と小浜でみられた。本事業に特化した運営方針を協議する協議会が設定されているのは，小浜のみ(小浜温泉エネルギー活用推進協議会)である。協議に関わる主体は，土湯・小浜ともに前記した関係者のほぼ全てである。

(e) 情報発信

情報発信とは，事業の地域内外への普及啓発に向け，WEB ページ，連絡会議，新聞・テレビ取材への対応を通じて，同事業の情報を発信することである。情報発信は，主として，土湯では発電・売電関係会社の(株)元気アップつちゆが，湯村では新温泉町が，小浜では一般社団法人小浜温泉エネルギーと(株)洸陽電機が行っている。

(f)　出資

出資とは，会社設立に必要な資本金を出資することである。出資は，土湯と小浜にて行われていた。土湯では，地域住民が発電・売電関係会社に対して資本金を出資していた。発電・売電関係会社間においても，(株)元気アップつちゆからつちゆ温泉エナジー(株)に資本金が出資されていた。小浜では，電機業者から発電・売電関係会社に対して資本金が出資されていた。

(g)　売電

売電とは，固定価格買取制度にもとづき電力を売ることである。売電を実施していたのは土湯と小浜であり，いずれも発電・売電関係会社(土湯：つちゆ温泉エナジー(株)，小浜：第一小浜バイナリー発電所合同会社)が行っている。固定価格買取制度による長期的な売電収入は，地域の経済的発展にも資するものである。

運営との関わりが低い運営主体による主な活動には，設備見学の希望者への対応があった。見学者への対応は，主として，土湯では発電・売電関係会社の(株)元気アップつちゆが，湯村では新温泉町と湯財産区が，小浜では一般社団法人小浜温泉エネルギーが担当している。

４．考察

（１）事業成立の経緯と運営体制の関係

１．はじめにで述べた通り，温泉発電事業の運営体制は，事業内容の特性と事業成立の経緯によって異なっていた。

３つの温泉地の事業主体は，調査対象の選定理由により，異なっている(土湯：地域住民が設立した会社，湯村：行政，小浜：外部から参入した会社)。土湯が地域住民によって設立された会社なのは，事業の目的に東日本大震災の復興に向けての地域主導の自然エネルギーの活用を掲げたものの，既存組織(組合・NPO)には売電による営利事業を担える主体が存在しなかったからである。湯村が行政なのは，事業の目的が高い公共性(二次避難所に指定された当該施設に対して外部からの電力寸断時に緊急用の電源を供給)を有していた上に，発電設備の整備に必要な資金の大半が営利目的の活用を禁じる国・兵庫県の補助金により供出されたからである。小浜の当初の事業目的は，地域住民による事業化であった。しかし実証事業からは，熱交換機への温泉スケールの付着等により採算が見込めないことと，黒字化に数年以上かかり設備改修に多額の資金を要することが判明した。小浜が外部から参入した会社なのは，地域住民が，実証事業の成果をもとに，資本の小さい自らが事業化を推進することは困難であり，事業に実績を有し資本が大きい外部の会社に託すことが妥当と判断したためである。

こうした事業成立の経緯による事業主体の相違は，それ以外の運営体制の違いにも反映されている。地域主導を目的に掲げる土湯では，出資主体が地域住民，運営主体が地域住民の出資により設立した発電・売電関係会社である。土湯では，売電を想定しており，行政からの補助金が低比率となった。その不足分を補うために発電・売電関係会社は，法人からの債務補償のもと金融機関から融資を受けている。売電収入は，復興事業に還元されるようになっている。発電設備が営利目的の活用を禁じる補助金により整備された湯村は，公益性を重んじる行政が，自身が所有する土地・泉源を用いて，運営している。資金提供と運営に係る主体が一致する湯村では，他の地域と比べて運営主体が少ない(土湯：6，湯村：2，小浜：7)。事業主体が地域住民から外部の会社に変わった小浜では，出資主体が電気業者，運営主体が発電・売電関係会社である。事業成立の経緯(大学の関与を契機に実証事業に着手)は，運営主体に大学や法人が含まれていることに反映されている。なお土湯と小浜において出資主体と運営主体が分離しているのは，既存組織が事業リスクの影響を回避するためと考えられる。

以上から温泉発電事業の運営体制は，本論文の主体と活動が必要との想定のもと，事業目的，事業主体，事業に係る資本の所在とその確保方法等に応じて，構築することが望ましいといえる。

（２）事業受容に関わる取り組みと運営体制の関係

本論文では，事業受容に関わる取り組みを，先行研究[17]にて地域特性と関係が強いとされる配分的正義(事業のリスクと便益の分配)と手続きの手法(地域住民の関与)から検討する。

配分的正義の観点の一つである温泉発電の所有者と電力の活用法は，3 温泉地で異なっていた。地域住民が設立した会社が所有者である土湯では売電し，設備原価を償却次第，復興事業に資金提供の予定であった。行政である湯村では，平時は施設運用，緊急時は二次避難所に指定された施設の緊急電源への活用が想定されていた。そして外部から参入した会社である小浜では，会社の設立元である電気業者への売電が予定されていた。電力による便益の地域への還元が 2 温泉地と比べて少ない[18]小浜は，地域への還元の少なさにより温泉関係者からの受容が低まる可能性がある。温泉関係者の受容の低下を抑えるには，売電収入に相当する便益を地域に還元する取り組みを行うことが望ましい[19]。温泉発電には，発電以外に前記した観光スポットの形成や雇用創出等の地域の魅力向上に資する効果の発揮が予想される[3]。電力による便益の地域への還元が少ない事業では，当該効果の発揮に資する取り組みへの積極的な関与が必要である。各温泉地における温泉水の二次利用に係る取り組みは，まさにそうした取り組みに他ならない。

事業の受容にとって配分的正義とともに重要なのが手続きの方法，すなわち温泉関係者のうち運営に直接関わらないことが多い利害者である地域住民にどのように関与してもらうかである。事業成立の経緯と図-2 からは，土湯では復興再生協議会における事業の実施決定と発電・売電関係会社に対する出資，湯村では協議会等での行政からの事業の説明，小浜では協議会等での事業への参加と説明会・現地見学会等による事業の周知を通じて関与していることが読み取れた。以上の説明にて大きく異なる点は，土湯は事業自体の協議会等が設置されてないのに対して，湯村と小浜は設置されていることである。土湯が設置されてないのは，復興再生協議会が協議会に相当する役割を果たし，発電・売電関係会社への出資により運営に影響を及ぼしているからと考えられる。

上記は，事業成立の経緯や事業主体によっては必ずしも事業自体に係る協議会を設立する必要が無いことを，示唆している。

今後の課題としては，他事例との比較による本論文の知見の一般性の確認や発電施設が地域に与える影響の解明等が挙げられる。

本研究には，JSPS 科研費 JP15K07829 と JP15K00657 の助成を受けた。

補注及び引用文献

1)渡辺貴史(2013)：温泉地における主体の関わりと空間形成の関係の変遷：ランドスケープ研究 77(3)，218-222
2)遠藤真弘(2015)：温泉発電：温泉資源と共生する再生可能エネルギー：調査と情報 845, 1-10
3)渡辺貴史(2016)：温泉発電を活かしたまちづくり：生活と環境 724, 14-18
4)村岡洋文(2007)：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：日本地熱エネルギー学会誌 86(3)，153-160
5)佐々木裕・本多宣章(2016)：小浜温泉における地熱資源を活用した地域活性化の取り組み：生活と環境 724，24-29。
6)秋田涼子・平島佳奈・森谷優季(2016)：様々な地熱発電の試み：日経研月報 454, 62-72
7)野田徹郎・江原幸雄(2016)：地熱エネルギー技術読本：オーム社，349pp
8)環境省自然環境局：地熱発電と温泉地の共生事例調査委託業務報告書 平成 27 年度：<https://www.env.go.jp/nature/onsen/docs/honpen.pdf>，2016 年 3 月 30 日更新，2016 年 9 月 11 日閲覧
9)窪田ひろみ(2012)：地熱発電事業と温泉事業との相互理解と地域共生に向けた方策:電力中央研究所報告 V11033, 1-25
10)Kubota,H., Hondo,H., Hienuki,S. and Kaieda,H(2013):Determining barriers to developing geothermal power generation in Japan: Societal acceptance by stakeholders involved in hot springs: Energy Policy 61,1079-1087
11)窪田ひろみ(2015)：持続可能な地熱エネルギー利用に向けた社会的受容性：日本エネルギー学会誌 94，663-670
12)渡辺貴史・馬越孝道・佐々木裕(2014)：長崎県雲仙市小浜温泉地域における温泉発電実証実験事業の成立過程の特徴:ランドスケープ研究 77(5)，549-552
13)本論文は，地域住民を事業に関心がある・関与している住民と定義する。
14)財産区とは，市町村または特別区の一地区において財産(山林・温泉等)を有する，あるいは公の施設(公民館等)を設けている場合に，その財産または公の施設の管理・処分に関する権限を持つ特別地方公共団体のことである(地方自治法第 294 条)。
15)ヒアリングは，事業に中心的に関与していた主体(土湯：(株)元気アップつちゆ(2 名)，湯村：新温泉町(1 名)・湯財産区(1 名)，小浜：小浜温泉エネルギー(1 名)・洸陽電機(1 名))に対して調査前に事業に関わる質問票((ⅰ)事業着手の経緯，(ⅱ)事業設立に至るまでのながれ，(ⅲ)事業の運営及び管理体制，(ⅳ)事業をめぐる関係主体の評価，(ⅴ)事業に関する基本データの所在(例：開設場所の地図，事業設立までに作成された報告書等))を送付し，それに沿ってヒアリングする半構造化インタビュー形式にて行った。なお現地での主要なヒアリングを行った日は，土湯が 2015/10/24，湯村が 2014/9/12 と 2016/2/22，そして小浜が 2015/9/11 と 2016/9/6 である。
16)加藤勝一(2016)：土湯温泉町の復興再生と地域活性化への挑戦：生活と環境 724，19-23
17)本巣芽美(2016)：風力発電の社会的受容：ナカニシヤ出版，279pp
18)継続的な運転を第一義に望んでいた地域住民からは，電力による便益の地域への還元を求める指摘はなかった。
19)小浜の洸陽電機は，見学者の受入の対応に協力している。