

長崎大学・小浜温泉エネルギー活用推進協議会

パネル・写真 展示

小浜温泉発電プロジェクト
10年のあゆみ

2018年3月18日

長崎大学大学院水産・環境科学総合研究科
アジア環境レジリエンス研究センター

地熱エネルギーへの期待

2011年3月11日、太平洋三陸沖を震源としたマグニチュード9.0の巨大地震が発生しました。「東北地方太平洋沖地震」と名付けられたこの地震は津波を引き起こし、2万人を超える犠牲者を出しました。地震後、東京電力福島第一原子力発電所の事故を受け、政府は国内の全ての原子力発電所の活動停止を決断、それ以降、節電や電力事情への関心が高まるとともに、自然エネルギーへの転換についての議論が盛んに行われるようになりました。

現在、日本におけるエネルギー資源の主力は石油・石炭などの化石燃料ですが、これらは限りある資源です。一方、太陽光や太陽熱、水力、風力、バイオマス、地熱などのエネルギー資源は、一度利用しても比較的短期間に再生できるため「再生可能エネルギー」と呼ばれています（再生可能エネルギーは「自然エネルギー」、「クリーンエネルギー」とも呼ばれます）。化石燃料がいずれは枯渇すること、日本におけるエネルギー自給率が極端に低いこと、さらに地球温暖化防止のためには二酸化炭素の排出量削減が必要なことなどに鑑みると、今後は再生可能エネルギー中心の社会に転換していくことが不可欠といえます。しかし現実には、小規模・分散型であることに加え発電コストや供給の不安定性などの問題から、再生可能エネルギーの利用率はまだ十分にはあがっていません。

世界有数の火山帯に位置する日本では、地熱エネルギーは極めて有望な再生可能エネルギーの一つです。ところがこれまで日本は、世界第3位の地熱資源量を保有しているにも拘わらず、発電設備容量では第8位に低迷しています。地熱エネルギーは気候に左右されず安定した発電が可能な純国産のエネルギーであり、今後の利用拡大が大いに期待されます。

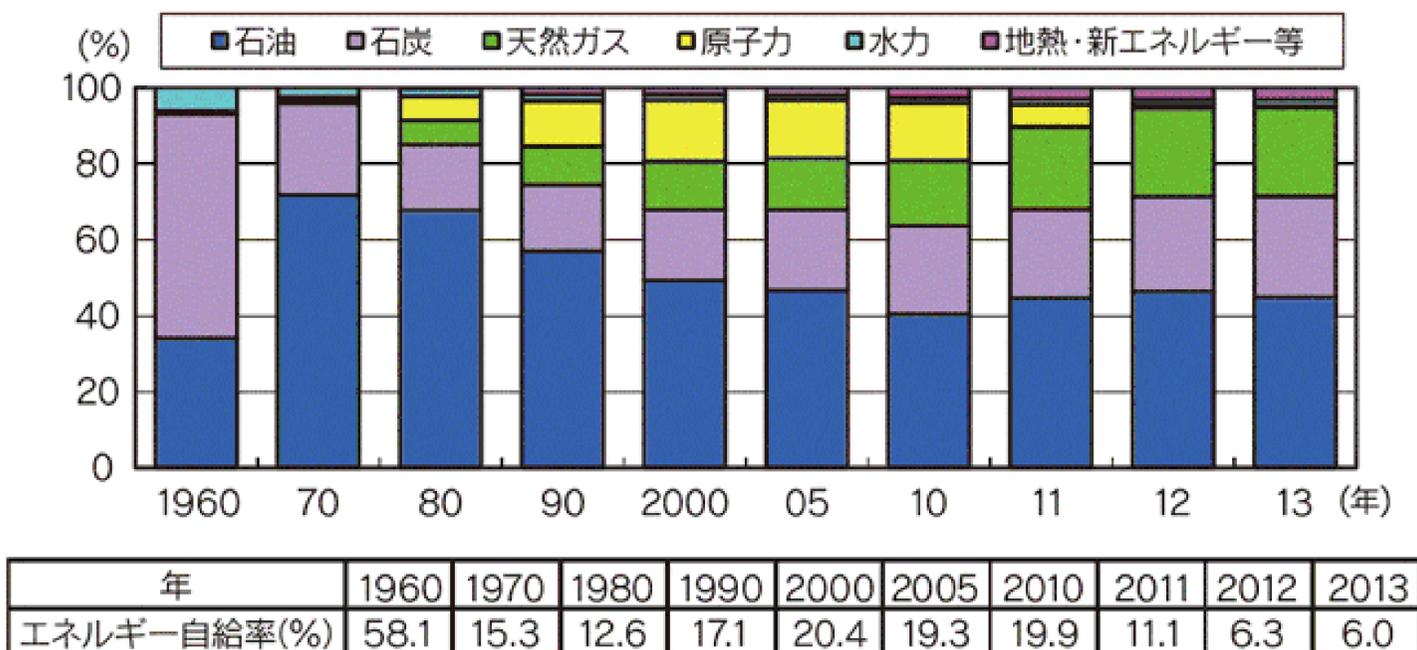
地熱エネルギー

- 日本は米国、インドネシアに続く**世界第3位**の地熱資源保有大国（20,540MW）。
- しかし、地熱発電導入量(2008)は**世界第8位**（535MW）
- 1999年の八丈島地熱発電所(3300kW)以降、新規立地が停滞。「**失われた10年**」
- 地熱開発が進まない理由＝発電コスト問題、国立公園問題、**温泉問題**

地熱エネルギーの長所

- ・天候に左右されず安定
- ・CO₂排出量が少ない
- ・分散エネルギー
- ・純国産
- ・再生可能

日本のエネルギー国内供給構成及び自給率の推移



島原半島(雲仙火山)の地学的特徴

雲仙火山は約50万年前から、地殻が南北に引っ張られ中央が陥没する構造の中で成長してきました。その陥没した部分が、島原半島を東西に横切る雲仙地溝で、北縁は千々石断層、南縁は西側が金浜断層、東側が布津断層です。平成の雲仙火山噴火以前の測量結果によると、雲仙地溝の両側は年間14mmの割合で南北に開き、地溝部分は年間1~2mmずつ沈降を続けていました。その結果、地溝内部にもまた、東西走向の断層が数多く形成されています。雲仙火山はこのような構造上の特徴を背景にして、マグマの上昇が起こり火山活動を繰り返してきました。

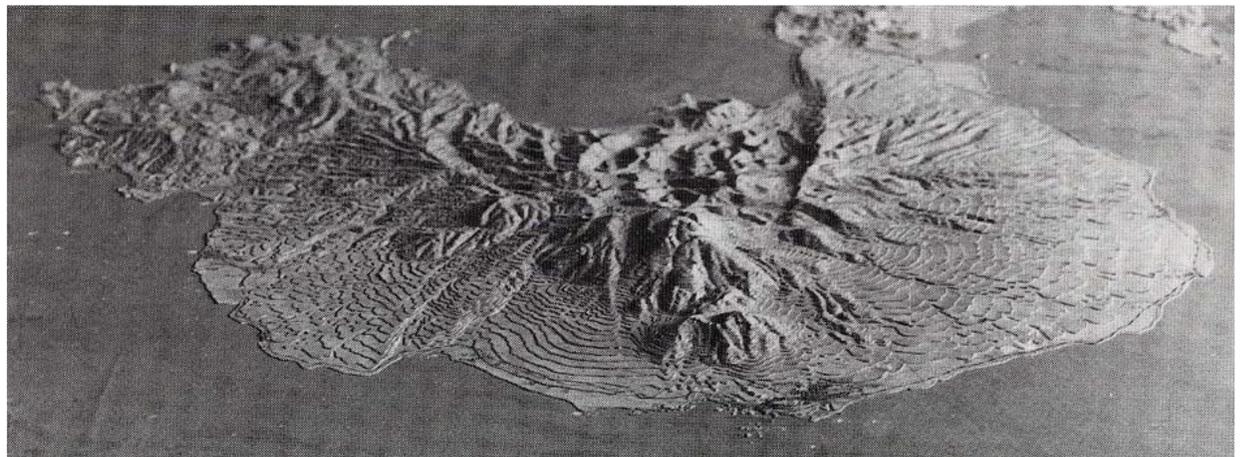
雲仙地溝の西側の海は橘湾(千々石湾)です。その海底は、緩やかに湾曲した島原半島の西海岸線を円弧の一部とするように、ほぼ円形に陥没した構造になっています。その成因には火山活動が関与した可能性が高く、「千々石カルデラ」と呼ばれています。



島原半島の温泉分布 (太田、2006)

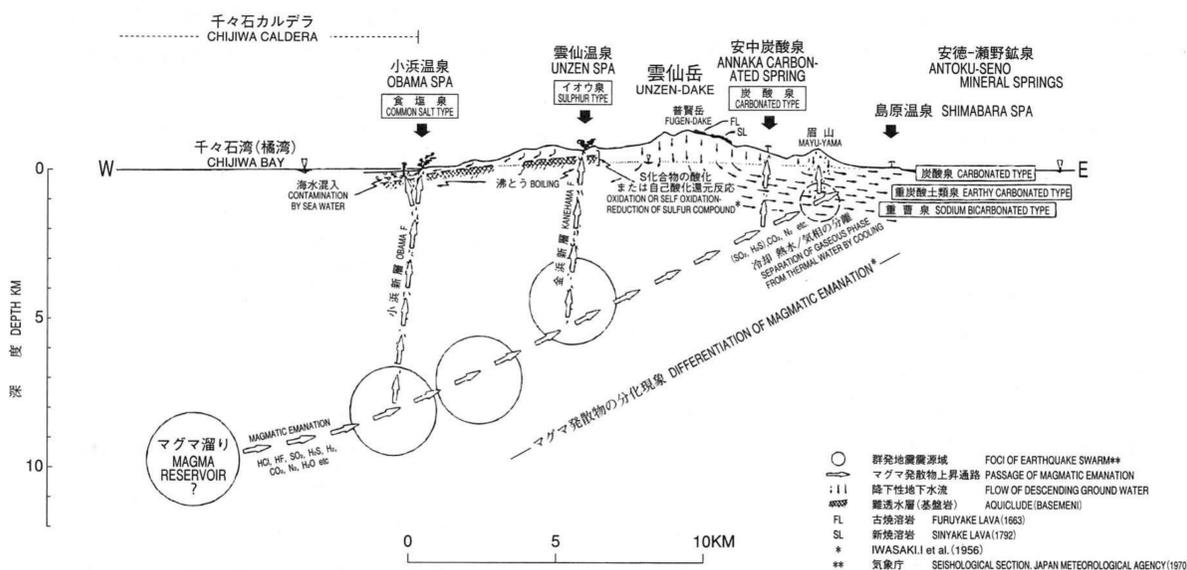
島原半島の主な火山性温泉

温泉名	泉質	温度
小浜温泉	食塩泉	100℃
雲仙温泉	硫黄泉	98℃
島原温泉	炭酸泉	30℃



島原半島の立体模型 (太田、1984)

半月型の主要部分が雲仙火山体で、南端の突出した部分が基盤岩分布区域です。雲仙地溝と千々石カルデラが鮮やかに刻み込まれ、南北の二つの火山性山麓扇状地では浸食状態に老若の差が反映されていて、火山活動の主舞台が西側から東側へ移っていったことがわかります。



島原半島の火山性温泉の生成機構 (太田、1973)

1990-1995年に噴火した雲仙普賢岳のある島原半島中部(雲仙地溝内)には、西から順に小浜温泉、雲仙温泉、島原温泉の3つの火山性温泉があります。これらの温泉の源であるマグマ溜まりは、半島西方の千々石カルデラ(橘湾)の地下10数キロにあり、マグマやマグマ発散物はそこから東方浅所に移動していると考えられています。火山性温泉は、マグマから分離したガス成分が地下水に溶けてできたものですが、これら3つの温泉はマグマ溜まりからの距離の違いなどにより泉質や泉温が異なります。小浜温泉は、そのなかでマグマ溜まりに一番近く、100℃に近い高温泉で、湯量にも大変恵まれています。

小浜温泉発電プロジェクト 1

長崎県島原半島の西岸にある小浜温泉は、国内有数の温泉資源に恵まれた地域です。雲仙火山のマグマを起源とする火山性温泉で、東西30~200m、南北1.5kmの範囲に約30の泉源があります。

2010年（平成22年）、長崎大学環境科学部では、産学官・地域連携による「未利用温泉熱を利用したバイナリー発電事業」の検討を始めました。そして2013年には、環境省・チャレンジ25推進事業により、地熱発電の一種である温泉熱を利用したバイナリー発電の実証試験が実現し、現在、民間企業による事業運営が行われています。

小浜温泉の特徴

- ★噴出温度は約100℃、約15,000t/日の湧出量、熱量が大きい（50MW 日本の温泉のベストテン入り）
- ★山側深部から温泉水の流入。小浜温泉地下深部にも熱源（冷えつつあるマグマ）があり、これに加熱された温泉水が上昇。海水も地下から温泉水に混じっている（20~30%程度）。
- ★休止井を含めると約70%が未利用。入浴だけでなく他の利用法が可能（未利用温泉熱により1,500~1,900kW規模で発電が可能）

小浜温泉プロジェクト以前の温泉利用・開発計画の歴史

●1941-1965年

温泉水を使った製塩事業の開始、源泉100本以上、1日4~5万tを消費

温泉が自噴停止など枯渇寸前

（1965年までに廃止→源泉24本→現在約30本）

●2003-2005年

NEDO 地熱開発促進調査 掘削調査→1500kWの発電計画

地元の反対により掘削調査が中止

NEDO 産業技術実用化開発 250kWバイナリー発電実証試験

温泉井の掘削後に中止



小浜歴史資料館の源泉



海に捨てられる未利用温泉水

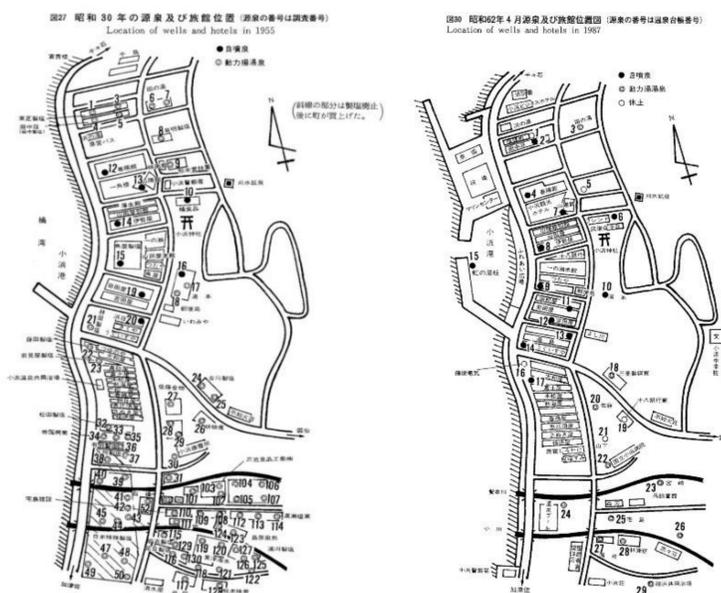


足湯（ほっとふっと105）

小浜温泉における製塩事業

1941年、海岸のすぐそばに高温の温泉が湧出しているという絶好の立地条件を利用して、温泉熱を利用した製塩が小浜温泉にて始まりました。当初は製塩方法の研究程度の規模で生産量もわずかでしたが、戦争の影響で輸入塩が少なくなり、国内産の必要性が大きくなったこととで活発化していきました。特に戦後の物資不足時代には国内製塩量の2%(1万t)を生産することとなり、小浜町最大の産業となりました。

製塩方法は1日4万~5万トンのお湯をくみ上げ、その温泉水の熱を塩水の濃縮に利用するというものでした。この方法は多くの温泉水を使用するため、濫掘が起き、源泉の自噴停止、温泉水の温度低下、海水成分の混入増加が発生し、1955年には枯渇寸前にまで至ってしまいました。しかしその後、1959年9月の台風による津波と大潮の影響で海岸線一帯の旅館や製塩工場が壊されたことと、輸入塩が安価に入るようになり採算が合わなくなったことにより、1965年までに小浜温泉から温泉熱利用製塩は全てなくなってしまいました。



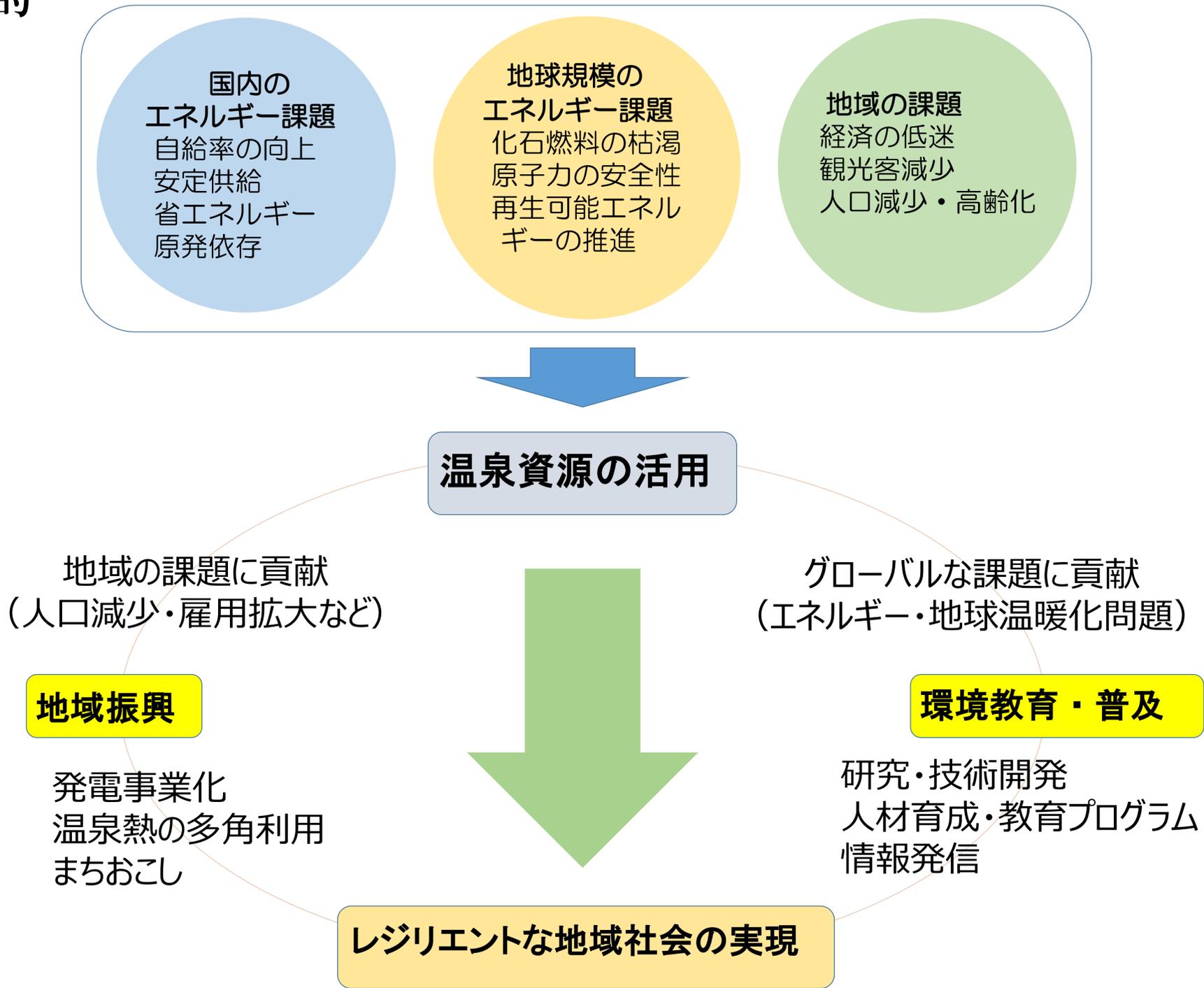
（長崎県衛生公害研究所、1988）

小浜温泉発電プロジェクトのはじまり

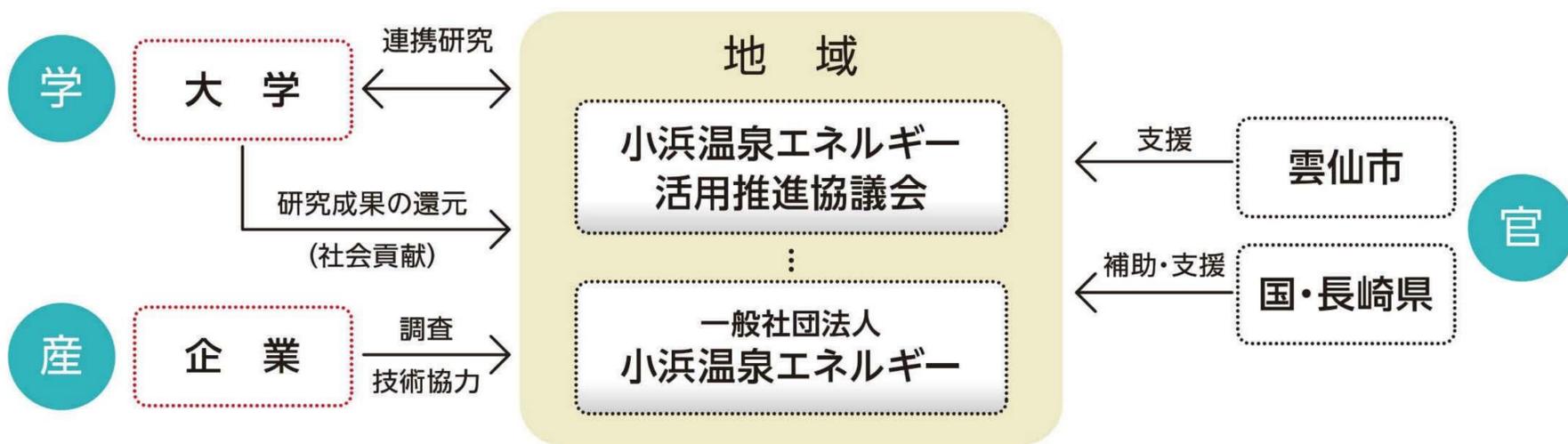
2007年から長崎大学が中心となり、新規掘削をとまなわれない、未利用温泉熱の活用について地元関係者への働きかけを始めました。およそ3年に及ぶ協議の結果、未利用温泉熱の活用のためには、地元と産学官が連携した「協議会」を設立して、意見集約や合意形成を行っていくべきとの結論に至りました。これを受け、2011年3月、「小浜温泉エネルギー活用推進協議会」が発足しました。さらに同年5月には、協議会で検討した内容を具体的に実現していくための実行組織として、「一般社団法人 小浜温泉エネルギー」が設立されました。

小浜温泉発電プロジェクト 2

目的



産学官民連携による事業の推進体制



小浜温泉エネルギー活用推進協議会の目的

未利用温泉熱活用に関する調査研究を行うとともに、未利用温泉熱活用事業の円滑な普及発展を図り、地球温暖化対策への寄与と地域経済・観光の活性化をもって持続可能な社会の構築に寄与する



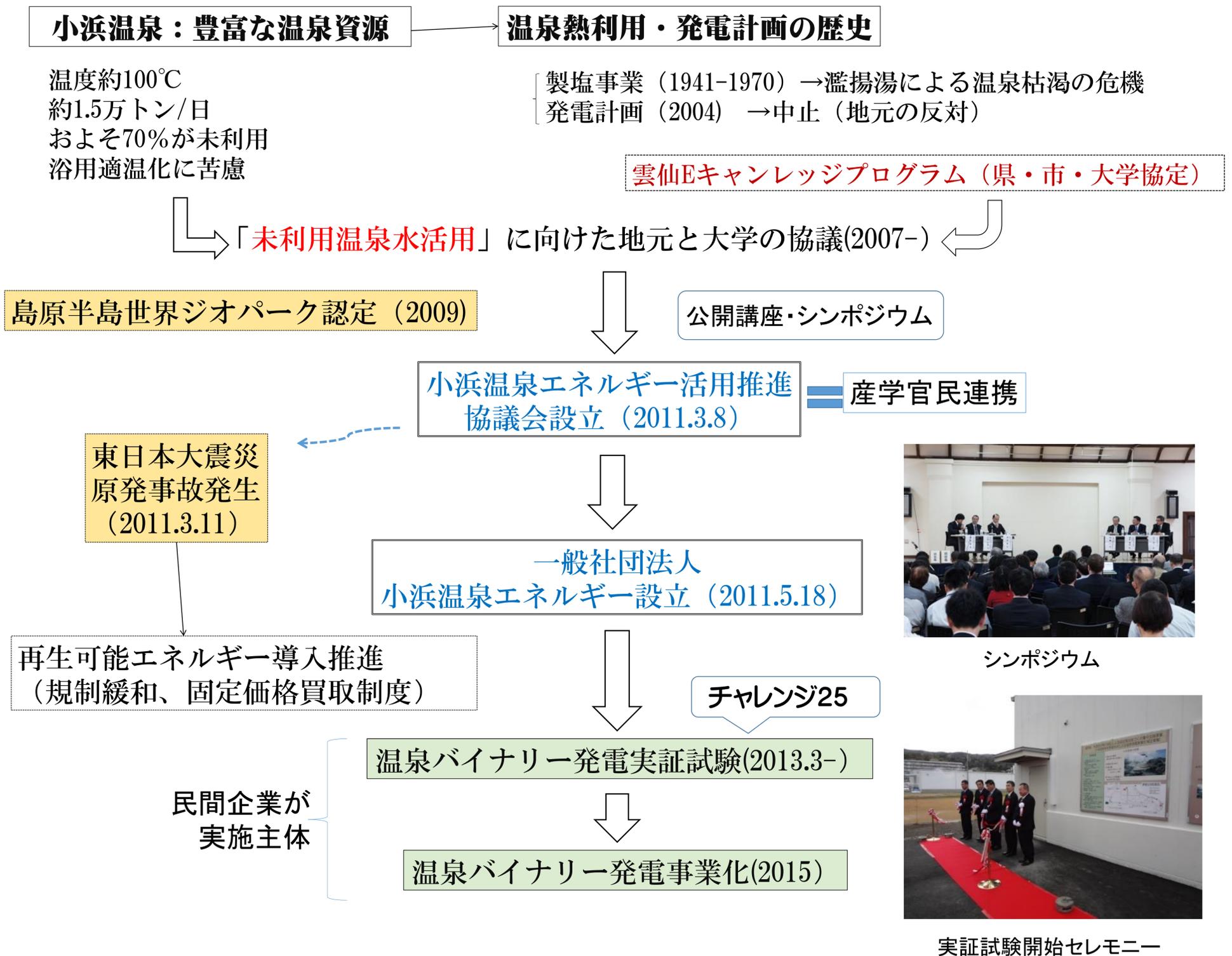
勉強会のようす



協議会設立
(2011年3月8日)

小浜温泉発電プロジェクト 3

プロジェクトのこれまでの経緯



雲仙Eキャンレッジプログラム

自然エネルギーの利用推進は、地球温暖化対策の成否を握る重要な試金石と言えます。しかしこれまで日本では、地熱を含む自然エネルギーの開発は必ずしも進んでいません。その主な原因は、技術的・工学的な問題もありますが、克服すべきより大きな課題は、社会的・制度的な問題、さらには地域の受け止め方にあると考えられます。従って事業化の実現に向かっては、地熱・温泉資源に関する自然科学的研究と、地域に導入するための社会・政策科学的研究の協同が不可欠です。

長崎大学環境科学部は、1997年に文系・理系融合型の学部として設立されました。また2007年には、長崎大学環境科学部、長崎県環境部、雲仙市の3者間で「雲仙Eキャンレッジプログラム」の協定が締結され、地域での体験型教育や地域連携研究の推進が図られました。また雲仙市からは、活動拠点として雲仙Eキャンレッジ交流センターが貸与されました。小浜温泉プロジェクトは、長崎大学環境科学部に文理協同の調査研究グループを結成し、プログラムの推進母体であるアジア環境レジリエンス研究センター（旧環境教育研究マネジメントセンター）とも連携して実施されています。

チャレンジ25地域づくり事業（環境省）

温室効果ガスを25%削減するのに効果的・先進的な対策のなかで、技術的には確立されているものの、十分な効果検証がなされていない先進的対策について、事業性・採算性・波及性等の検証を行い、全国に展開させていくことが目的。※H23年度事業では全国で16件が採択されました。



雲仙Eキャンレッジ交流センター

小浜温泉発電プロジェクト 4

温泉発電事業の成立過程

小浜温泉では地熱エネルギーとして未利用温泉水を何とか活かそうと様々な取り組みが試みられてきました。その過程を、地元の賛同が得られず頓挫してしまった「停滞期」、プロジェクトの基盤ができた「着手期」、事業が稼働し始めた「成立・展開期」の3つに分けて示します。

温泉発電事業の成立過程に関わる年表 (渡辺他, 2014, 2017)

	年月	出来事		
停滞期	1984 4	雲仙西部地域地熱開発促進調査開始(～1986年)		
	1995 7	NEDOが再調査を申し込むものの、地元の反発が強く断念		
	2004	3	小浜総合自然エネルギー特区への承認	
		5	小浜町長と源泉所有者の間に協約書が交わされる	
		8	小浜町・B社共同による地熱バイナリー発電の導入可能性に関する調査の報告 小浜町長が小浜・雲仙両地区に対する確認書を提示	
		9	温泉掘削許可申請書を長崎県知事に提出 雲仙温泉を守る会が開発・掘削等4項目に対する反対を決議	
	2005	4	小浜町が小浜マリーナ温泉井掘削説明会を開催	
		8	小浜町が地元住民とバイナリー発電の協議を開催。合意に至らず	
	着手期	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	
		2008 11	長崎大学環境科学部が市に「雲仙市地域新エネルギービジョン策定事業提案書」を提出 上記の提案の実施を巡る協議とNEDOに提出する申請書の作成(～2009年5月)	
2009 8		雲仙市地域新エネルギービジョン策定委員会(第1回)開催(全4回開催)		
2010		2	地域新エネルギービジョン(初期ビジョン)の策定	
		3	環境省チャレンジ25地域づくり事業【計画策定委託業務】の採択	
		5	科学研究費補助金採択に伴う運営会議	
		6	うんぜん環境リレー講座(第1回)開催(全10回開催)	
2011		8	雲仙市地域新エネルギービジョン策定委員会(第1回)開催(全4回開催) 地域住民と研究会の協議(第1回)(以降の協議会設立までの主要な協議内容は表2を参照)	
		2	地域新エネルギービジョン(重点ビジョン)の策定	
		3	第1回シンポジウム:「ジオパークにおける低炭素まちづくりと地域再生」開催 小浜温泉エネルギー活用研究会・小浜温泉エネルギー活用推進協議会設立総会開催 一般社団法人「小浜温泉エネルギー」設立の提案	
成立・展開期		2011	5	一般社団法人「小浜温泉エネルギー」の設立
			10	経済産業省スマートコミュニティ構想普及支援事業の採択
			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採択 環境省チャレンジ25地域づくり事業【実証事業】の採択
	2012	3	第2回シンポジウム「ジオパークにおける低炭素まちづくりと地域再生Ⅱ」開催	
		7	第1回小浜温泉エネルギー推進協議会開催(2012年12月までに全2回開催)	
		8	ワークショップ「地熱資源を活かした小浜温泉の未来像:温泉をデザインする」開催	
		9	京都大学・長崎大学第1回合同研究会:「自然エネルギーと地域自立」開催 小浜温泉バイナリー発電所の工事着工に伴う説明会開催	
		12	公開講座:「地熱エネルギーと小浜の未来」第1回開催(全4回開催)	
	2013	1	第1回小浜温泉エネルギー運営会議開催(2013年4月までに全4回開催)	
		3	第3回シンポジウム:「ジオパークにおける低炭素まちづくりと地域再生Ⅲ」の開催 小浜温泉バイナリー発電所の事業内容に関する地元説明会開催	
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)洗陽電機とB社から発電所引き受けに関す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)洗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		

小浜温泉発電プロジェクト

停滞期（1984-2006）

1984～1986年にかけて、NEDO(新エネルギー・産業技術総合開発機構)による雲仙西部地域地熱開発促進調査(ボーリング調査)が行われました。調査の実施に際して、温泉への影響を懸念する地域住民から反対の声があがり、小浜町と地域住民との間で「温泉への影響があると予測される場合は直ちに中止」等が明文化された協定が締結され、調査実施が承認されました。その後、1995年にNEDOから再調査の申し込みがありましたが、地元の反対により断念されました。2004年3月には、2つの小規模バイナリー発電(1500kW、250kW)と熱水の多角的な利用により地域の活性化を図ることを目標とした「小浜総合自然エネルギー特区」に設定されました。これを受けて、小浜町が源泉所有者に対する説明会を開催し、源泉所有者と温泉掘削にかかわる協約書を取り交わしました。そして8月には、小浜町とコンサルタント会社との共同による1500kW程度の地熱バイナリー発電の導入可能性に関わる調査が行われることが報告されました。これに対して近隣の雲仙温泉では、温泉に与える影響に対する懸念から「雲仙温泉を守る会」が結成され、10月に「地熱バイナリー発電に対する住民反対について」との要望書が長崎県自然環境保全審議会に出されました。続いて小浜温泉でも、「小浜温泉を守る会」が結成され、1500kW地熱バイナリー発電に関係する掘削の反対に関わる決議が出されました。温泉掘削に関わる協約書を取り交わしたにもかかわらず、採掘反対の決議書が出されたのは、採掘地点が源泉所有者の同意を必要とする範囲から50mしか離れていない場所に設定されたことと、あくまで調査のためだったはずの掘削が恒久的・営業運転のための掘削であることが判明したことが原因でした。これにより、10月に長崎県自然環境保全審議会にて掘削の不許可が決定され、1500kW級バイナリー発電事業は中止となりました。一方、250kW級バイナリー発電については、2005年まで小浜町と地域住民との間で協議が続けられましたが、新規掘削の必要が生じたため、こちらも中止となりました。

着手期（2007-2011）

2007年4月、協働により雲仙市を持続可能な社会にすることを目的として、長崎大学環境科学部・雲仙市・長崎県の間で連携協定が結ばれました。さらにその後、地域にある自然エネルギーの総合的なビジョン・プログラムの構築にむけて環境科学部の教員・大学院生を主たる構成員とした「地域エネルギー研究会」が設立されました。この研究会では学内・学外の自然エネルギーに関与する人々との研究会の運営に加えて、以下の4つの活動を行いました。

1. 地域新エネルギービジョン策定事業の支援

コンサルタントとして、地域新エネルギービジョンの策定に関与した経験を有する学内関係者が中心となって提案書を作成し、2008年11月に雲仙市に説明しました。研究会と市との数回にわたるやりとりを経て、策定事業の実施が決定されました。NEDOへの申請も承認され、2010年2月には新エネルギーに関する基礎的データをもとに基本方針、推進体制が明文化されたビジョンが策定されました。このビジョンによって有望なテーマと評価された小水力発電と地熱利活用の具体化を検討したビジョンが策定されました。

2. 実証実験に関わる各種事業への申請

採択された主なものは2つあり、1つは研究費の獲得と研究体制の補助金を目的とした、2010年に採択された科学研究費補助金です。もう1つは、2010年2月に採択された環境省チャレンジ25地域づくり事業です。この事業は実証実験事業に向けた地域住民との調整や理解に資する機会を設定することに寄与しました。

3. 地域住民との協議

協議は2010年8月から行われ、初めに地熱資源・発電に関する説明と意見交換が、次いで事業の実施主体に関わる協議が、そして最後に様々な主体が参画して協議と合議形成を行う場の設定が必要との共通認識のもと、協議会設立に関する協議が行われました。

4. 実証実験事業を取り巻く様々な主体に対する実証実験事業に関わる知識の普及啓発

具体的には2010年に10回にわたるリレー講座と2011年3月に開催されたシンポジウムがあります。

これらの取り組みを経て、2011年3月に小浜温泉エネルギー活用推進協議会設立総会が開催され、未利用温泉熱活用事業の円滑な普及発展を目的とした「小浜温泉エネルギー活用推進協議会」が設立されました。この協議会は大学・企業・地元が連携したもので、地元構成員には温泉旅館関係者のほか、源泉所有者、観光協会、商工会、観光協議会、NPO、婦人会、女将の会、青年会、製造業、教育機関など様々な地元団体の代表が入っています。またオプザーバーとして、長崎県環境部、同産業労働部、同環境保健研究センター、雲仙市市民生活部環境生活課、さらに地元選出の県会議員および市議会議員も参加しました。協議会の会長には小浜温泉に代々伝わる本多湯太夫の12代目当主であり、2004年の反対運動の際に組織された「小浜温泉を守る会」の会長でもあった本多宣章氏が就任し、本取り組みが地域が一体となった新たなプロジェクトであるということを強く印象付けました。

小浜温泉発電プロジェクト

成立期（2011-2013）

協議会設立後の2011年5月18日には、協議会で検討した内容を実施する事業組織として「一般社団法人小浜温泉エネルギー」が設立されました。協議会構成員より旅館経営者、泉源所有者、大学、民間企業の代表計8名が理事を務めており、これによって産学官と地域が連携してプロジェクトを推進する体制が完成しました。その後、協議会参加の企業が経済産業省スマートコミュニティ構想普及支援事業、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、環境省チャレンジ25地域づくり事業の3つを主な資金源として、72kW×3台の発電機による温泉バイナリー発電の実証試験が2013年4月に開始されました(2014年3月終了)。場所は南部海岸近くの市所有の埋め立て地で、2004年にバイナリー発電計画により掘削された市所有の井戸に隣接しており、湯量確保のため市と旅館が所有する別の2つの井戸のお湯も引き入れています。また、関係主体に対する普及啓発は2012年の4回にわたる公開講座や2011年から開催されているシンポジウムを通じて継続しています

この実証事業ではCO₂の削減効果や採算性等の検証が行われました。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、(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ました。これらの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ました。この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となりました。

発電所を引き受ける主体は、独自に打診があった(株)洗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りました。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月に開催された平成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(株)洗陽電機が望ましいとの結論に至りました。最終的に決定した2014年6月に(株)洗陽電機は事業関与に係る記者会見を開催しました。

2014年8月に小浜温泉エネルギー、雲仙市は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ました。また、(株)洗陽電機もスケール対策の実証試験を行いました。スケールによる設備稼働効率を改善するために、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)とスケール付着の抑制措置が計画・実施されました。また、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ました。同計画の実施により先の課題点は大幅に改善され、売電の目途が立ちました。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)洗陽電機の100%出資の子会社として設立されました。そして2015年9月、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、いよいよ発電事業が始まりました。

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ました。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)の制作が行われました。



小浜温泉発電プロジェクト 5

ジオパークにおける低炭素まちづくりと地域再生

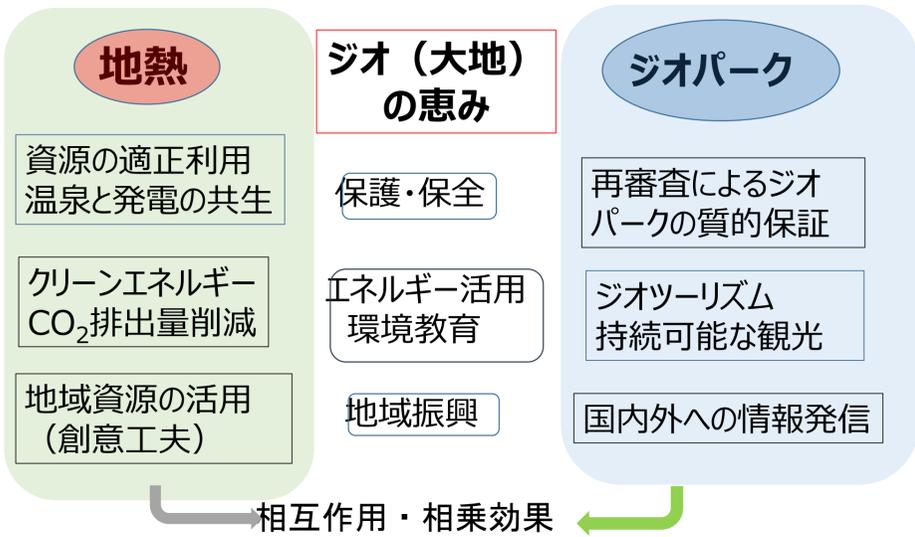
島原半島ジオパークは、2009年に「火山との共生」をテーマとして日本初の世界ジオパークに認定されました。そのジオサイトの1つである雲仙市小浜温泉では、「大地の恵み」である温泉熱を用いたバイナリー発電が行なわれています。長崎大学環境科学部と小浜温泉では、産学官連携により、発電プロジェクトを通じ、ジオパークの特色を活かした低炭素まちづくりと地域再生の取り組みを進めています。

ジオパークにおける再生可能エネルギー推進の取り組み

2011年3月11に発生した東日本大震災以降、再生可能エネルギー導入推進に向けた動きが加速しました。2012年5月に島原半島ジオパークで開催された第5回ジオパーク国際ユネスコ会議の「島原宣言」の中では、「気候変動問題におけるジオパークの役割」として、「**私たちは気候変動の管理者であるべきであり、再生可能エネルギーを活用し、ツーリズムの最良の基準を運用する取り組みの成功例として、社会に認められるように努めるべきである**」との文言が盛り込まれました。ジオパークにおいて大地の恵みである地熱エネルギーの利用推進を図る意義は下図のように考えられます。



ジオパーク国際ユネスコ会議



環境科学部フィールドスクール(小浜温泉)

小浜温泉ジオツアー

小浜温泉では、2013年より小浜温泉観光協会や一般社団法人小浜温泉エネルギーが中心となり、発電所見学を含む「小浜温泉ジオツアー」の受け入れを開始し、小浜温泉の地熱利用の歴史や温泉バイナリー発電についての紹介を行っています。これまで国内外から5千名以上の参加があり、研究者のみならず全国の温泉地の方々、また修学旅行の体験メニューとして多くの学生たちにも小浜温泉の豊富な温泉熱を実感していただいています。



世界ジオパーク再審査
(小浜温泉バイナリー発電所)



高校生のフィールドワーク
(小浜歴史資料館)



中学校の修学旅行
(蒸し釜体験)



中学校の修学旅行
(小浜温泉バイナリー発電所)



長崎大学環境科学部新入生研修
(小浜温泉バイナリー発電所)

視察ルート例



ツアー申し込み先

小浜温泉観光協会

<http://obama.or.jp/>

基本コースツアー内容 一般の観光客や見学者向けの分かりやすいお気軽コース



専門コースツアー内容 事業者や研究機関等、詳しい説明をご希望の方向けのコース



ジオツアーのモデルコース

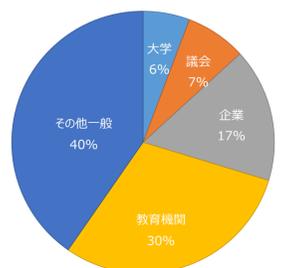


パンフレット表紙

平成25年度 発電所視察者実績

178組2,437名

視察者の組織割合



バイナリー発電とは？

Binary-cycle power generation

小浜温泉は雲仙火山地下のマグマを熱源とした火山性温泉です。泉温は約100℃、湧出量は、1日15,000tにのぼります。しかしその豊富な温泉水の約70%は未利用で、使われないものはそのまま海に捨てられています。この発電所では、こうした未利用の温泉水を使ったバイナリーサイクル方式の発電(バイナリー発電)をおこなっています。



未利用のまま海に捨てられている温泉水
Hot spring water which is released into the sea.

The Obama-onsen (Obama Hot Spring) is a volcanic hot spring with a heat source that comes from the underground magma of the Unzen volcano. The hot-spring temperature is about 100°C, and the amount of hot-spring water reaches up to 15,000 tons/day. However, 70% of the abundant hot-spring water remains unused and is released into the sea. This power station generates energy by a binary-cycle power system from the abundantly wasted hot-spring water.

バイナリー発電のしくみ Process of binary-cycle power generation

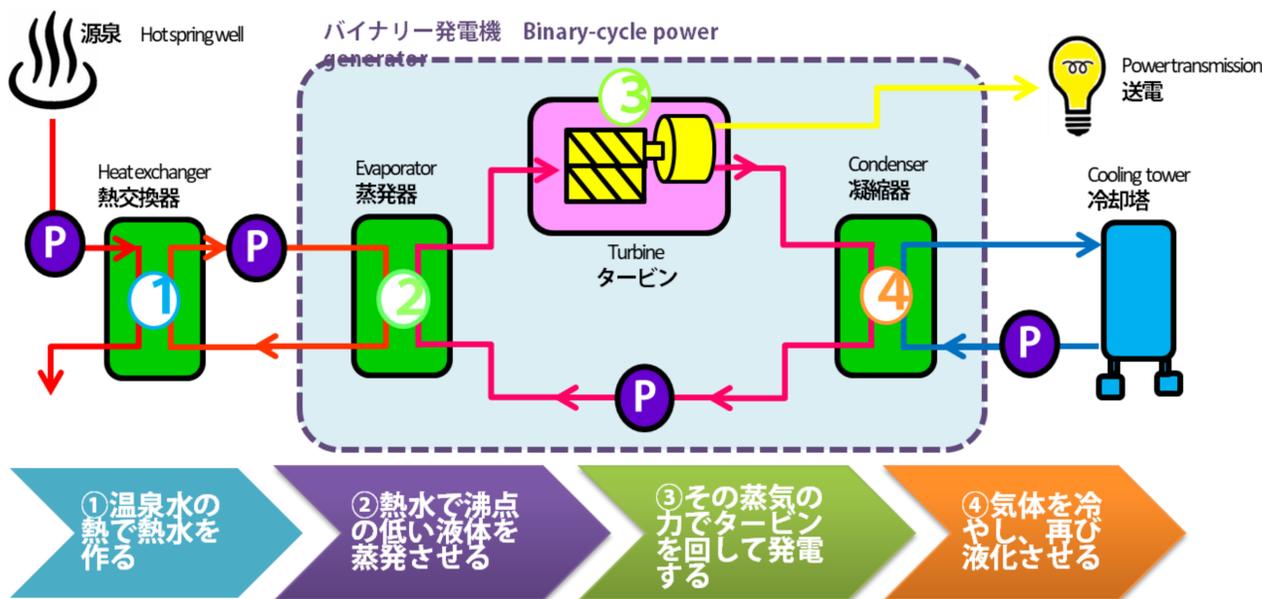
バイナリー発電とは、加熱源により水よりも沸騰温度の低い液体を加熱・蒸発させてその蒸気でタービンを回す発電方法です。この方法により、従来の地熱発電では利用できなかった70～100℃程度の温泉水による発電が可能になりました。

Binary power generation is a method of turning turbines with steam that is heated and evaporated by a heat resource using a liquid with a lower boiling temperature than water.



小浜温泉バイナリー発電所

A complete view of the Obama-onsen binary-cycle power station.



- ① make hot water by the heat of the hot-spring water
- ② evaporate the low-boiling-point liquid with hot water
- ③ generate power by turning the turbine with power from the steam
- ④ cool the gas return to a liquid

小浜温泉は泉温が高いため、これまで浴用のためにその温度を下げるのに苦慮してきました。温泉バイナリー発電では、発電後の温度の下がった温泉水を浴用に使うことができるため、温泉のもつ熱エネルギーを無駄なく活かせるようになります。また再生可能エネルギーとして永続的な利用が可能で、CO₂を出さないことから環境にやさしい発電方法といえます。

Since the Obama-onsen has a high temperature, the local residents have been struggling for a long time to lower the temperature to 42°C for bath use. Therefore, since it is possible to use the hot spring water at a lower temperature for baths after being used at the power station, they can use the energy well without wasting it. Also, this power station is environmentally friendly because it doesn't emit CO₂ and may permanently be used as a renewable energy.