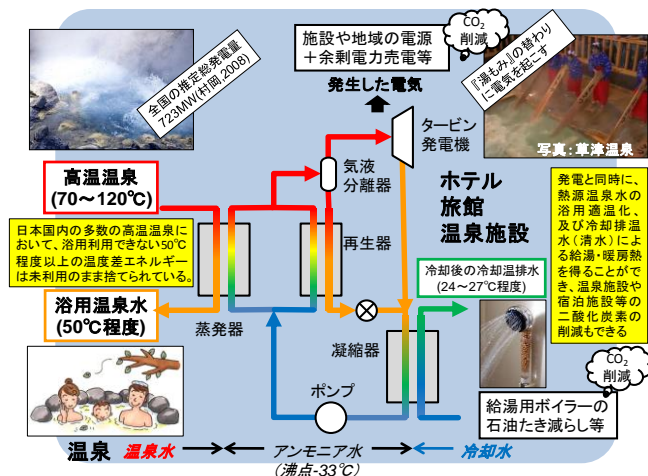


(1)事業概要

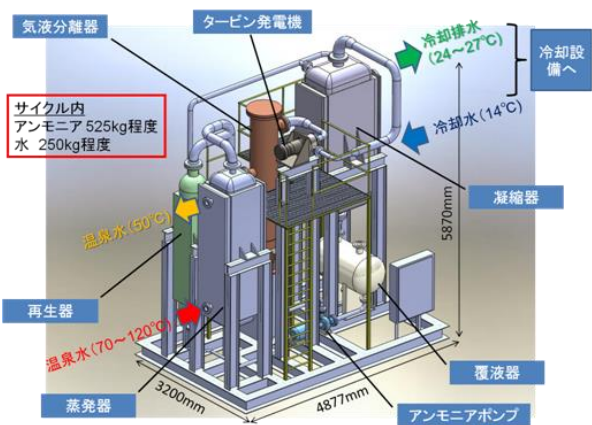
CO2削減効果が極めて高い地熱発電のひとつである温泉発電の普及のために、温泉や電力系統に影響を及ぼさない安心・安全な温泉発電システムの実用機の開発を行い、新潟県の温泉で実証試験を実施して、早期普及を図る。

(2)システム構成



- 超小型タービン発電機
- 蒸発器
- 再生器
- 凝縮器
- アンモニアポンプ
- 気液分離器
- 凝縮器
- 制御装置

国内の多数の高温温泉では、浴用利用できない50°C以上の熱エネルギーの多くが未利用のまま河川等に放流されている(産業技術総合研究所の試算では、全国の既存の温泉だけで72.3万kW)。70～120°Cの温泉水を浴用利用温度50°Cまで下げる間の温度差エネルギーを回収して、二酸化炭素排出量の少ない50kW程度の発電を行い、50°Cまで冷ました温泉水を浴用に供給する発電により、年間150～190トン程度の二酸化炭素を削減することが可能である。



(3)目標

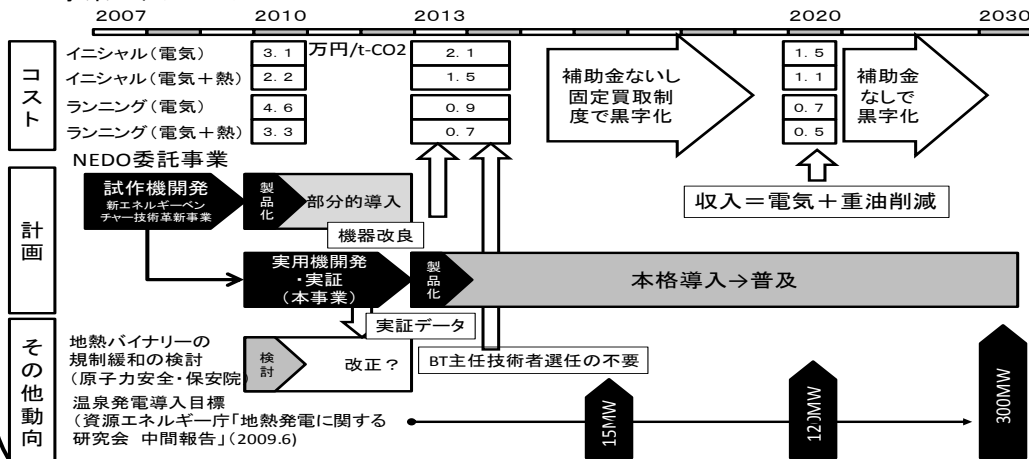
開発規模:50kW発電
仕様:耐用年数15年
発電率:5～8% (タービン効率72%)
コスト:5,000万円/ユニット以下(2020年目標)

(4)導入シナリオ

＜事業展開におけるコストおよびCO2削減見込み(環境省ガイドラインベース)＞

		電気のみ	電気と熱
現状	2020年の削減効果(t-CO2/年)	21,878	30,788
	イニシャルコスト(万円/t-CO2)	3.05	2.17
	ランニングコスト(万円/t-CO2)	4.57	3.25
本事業の成果	2020年の削減効果(t-CO2/年)-温泉発電	700,099	985,219
	2020年の削減効果(t-CO2/年)-工場排熱含む	1,925,273	2,709,353
	イニシャルコスト(万円/t-CO2)	1.52	1.08
	ランニングコスト(万円/t-CO2)	0.69	0.49

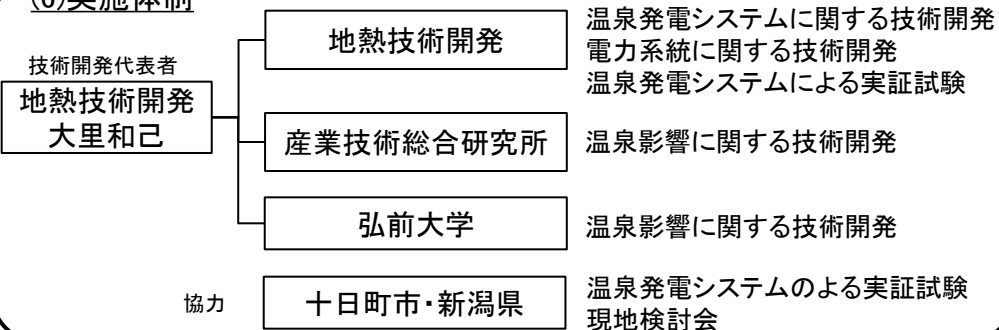
＜事業スケジュール＞



(5)技術開発スケジュール及び委託費(補助金交付額)

	平成22年度	平成23年度	平成24年度
温泉発電システムに関する技術開発	←装置の開発→		←装置の改良→
温泉発電システムによる実証試験		←工事→	←実証試験データの解析→
電力システムに関する技術開発	←調査・設置→		
温泉影響に関する技術開発	←調査→	←データの解析・最適操作手法の検討→	←装置の改良→
	←装置の検討→	←装置の改良→	←装置の改良→
温泉影響モニタリング		←温泉影響モニタリング→	
年度予算	101,758	144,673	128,123

(6)実施体制



(7)技術・システムの技術開発の詳細

① **温泉発電システムに関する技術開発**: 低温(100℃以下)で効率の高い、アンモニア水を二次媒体とした小型蒸気タービンを有する温泉発電システムの開発を行い、電位事業法での認可を受ける。安全を担保するための安全措置(一体型構造・緊急時の安全停止等)を施したタービン発電機の信頼性を向上する。これは、ボイラー・タービン主任技術者の選任の不要に係る規制緩和につながり、運転費に掛かるコストを大幅に削減することが可能になる。

② **電力システムに関する技術開発**: これまで連系実績の無い温泉発電システムを高圧(6.6kV)での系統連系を行う上での保護装置の開発を行い電力システムへの接続時の安定性や安全性の検証を行う。低圧連系に必要な技術的要件について検討して提示する。

③ **温泉への影響に関する安心・安全を検証するシステムの開発**: 既存の温泉を利用する温泉発電は、新規掘削は伴わないものの、温泉への影響に対する漠然とした不安等が地元にある。温泉発電が温泉に影響せず、地域にとってメリットのあるものであることを証明するために、実証試験中の温泉影響モニタリングを実施し影響の有無を可視化するとともに、温泉貯留層のメカニズムを解明して提示する。

④ **温泉発電システムによる実証試験**: 開発した温泉発電システムについて、実際の温泉を利用した発電試験を行うことで、低温熱源での発電の可否、性能、安全性について評価を行う。また、実証試験に伴う経済性評価を行い、ハード・ソフト面からのコスト削減について提示する。豪雪地帯での冬季の運転に係る対策について提示する。

(8)これまでの成果

- ・タービン発電機の開発を完了した。タービンシャフト効率は77.4%となり、当初目標を達成した。また、窒素による発電試験の結果、72.5kWの発電を確認した。
- ・商用運転に必要な電気事業法等に基づく使用前安全管理審査を受検し、合格した。
- ・温泉熱を利用したアンモニア水サイクルの正常循環を確認し、タービン発電機の起動および発電(ピーク時: 20kW、定常時: 4kW程度)を確認した。
- ・系統連系に係る保護システムの製作を完了し、連系許可となった。
- ・未利用蒸気の利用を検討し、温泉湧出量を大幅に増加せずに発電利用可能な熱量を大幅に増加する手法を検討した。
- ・地質的見地より、松之山地域の貯留層規模を推定し、適正汲み上げ量の評価を実施
- ・松之山温泉の温泉影響調査を実施し、影響が認められないことを確認。
- ・小型の温泉水自動サンプリング装置を開発し、冬季の無人サンプリングを実施した。

(9)成果発表状況

- ・平成23年度日本地熱学会 オーガナイズドセッション「自然エネルギーの宝庫: 温泉と地熱」(発表及びパネラー: 大里和己(地熱技術開発))
- ・日本地熱学会発表(平成23年11月9日~11日)「地圧型の新潟県松之山熱水系とその予察的地質調査」(発表者: 村岡洋文(弘前大学))
- ・松之山バイナリー発電実証試験設備 開所式(平成23年12月16日)
ご臨席: 環境副大臣: 横光克彦様、新潟県知事: 泉田裕彦様、十日町市長: 関口芳史様 マスコミ: テレビ(4社)、ラジオ(1社)、新聞(14社)
- ・平成24年度日本地熱学会 タウンフォーラム「バイナリー発電への期待 - その現状と将来」(発表及びパネラー: 大里和己(地熱技術開発))
- ・報道関係: 2013年1月30日 日本テレビ系列ニュース番組「スッキリ」、2013年1月28日テレビ朝日系列「ニュースバード」、2012年12月16日NHKニュース(全国ネット)等

(10)期待される効果

本事業によって期待される効果は次のとおりである。

- ① 国内には既に湧出する利用可能な温泉が数多くあり、導入における社会的課題が他の再生可能エネルギーと比較して少ないことから、早期に現状の課題が克服されることで2020年度の国の導入目標達成への寄与が可能である。本事業後の2020年時点での導入による二酸化炭素削減効果については、(4)に記載したとおり、温泉発電では、電気70万t-CO₂、電気+熱98万t-CO₂、工場排熱を含み、電気192万t-CO₂、電気+熱270万t-CO₂の削減が期待できる。産総研の試算では、既存の温泉発電の潜在発電量は72.3万kW(CO₂削減量258万t-CO₂/年)、将来の開発可能性も含めると833万kW(同2,975万t-CO₂/年)あり、利用率が90%を超えることから、太陽光発電設備(利用率12%)に換算すれば、既存分で542万kW、将来の可能性も含めると、6,247万kWの太陽光発電設備導入に匹敵する効果が得られる潜在発電量を有する。
- ② 温泉発電によって、地熱発電の仕組みや安全性への地元の理解が進むことで、より大型の地熱発電の導入が円滑に進む効果が期待できる。
- ③ 海外の遠隔地のマイクログリッド発電での需要(インドネシアやアラスカ等)が見込まれる。また、世界各地の工場排熱においてもさらに大きな需要が期待される。これらの分野で、CDMでの適用も含めて、日本の国際競争力を維持することが可能になる。
- ④ 国内市場において、2020年時点で温泉で400台(200億円)、工場排熱を含み1,100台(550億円)の需要が見込まれ、さらに海外での需要を考慮すると、部品供給メーカー・組立工場・メンテナンス等での新たな新規雇用が期待できる。

(11)技術・システムの応用可能性

要素技術の小型タービンは、今回開発したシステム以外にも、他の小型蒸気発電システムへの組み込みが可能であり、更なるCO2削減効果が期待される。

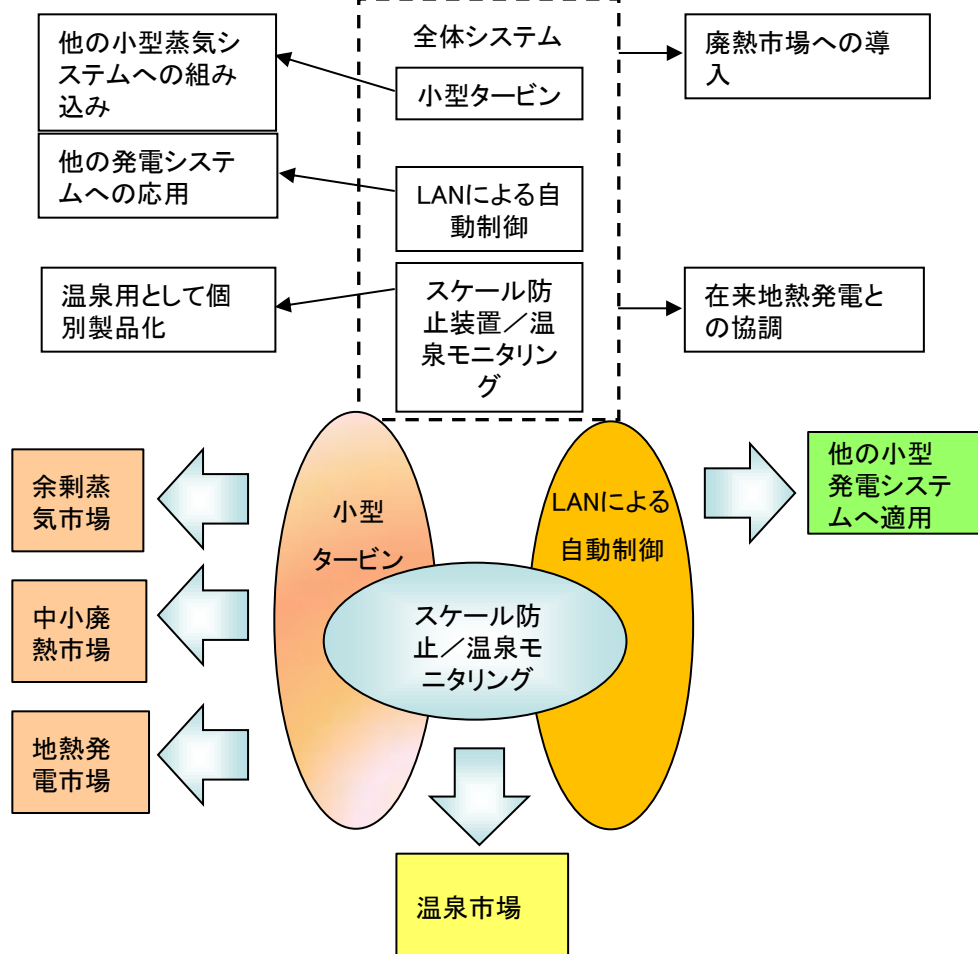
全体システムについては、中小規模の廃熱市場への適用が考えられ、CO2削減効果の拡大が見込まれる。

以上より、本システムの開発により中小工場分野の廃熱等における大幅なCO2削減効果の発現と低炭素型機器への更新が進むことが期待される。

また、スケール防止や温泉のモニタリングは、温泉市場への応用が期待できる。

<技術・システムの応用>

<全体システムの応用>



(12)技術開発終了後の事業展開

○量産化・販売計画

2013年までに、事業モデルとしてのサンプル事業を実施する。

2015年までに、自社事業として海外委託生産を行い熱交換器部分の低コスト化を推進。

2017年までに、システム全体の低コスト化、高効率化及び省力化を推進。

2017年より、本格的な導入、海外市場への展開をはかる。

○事業拡大シナリオ

	概念設計段階	試作開発段階(現状)	実用機開発段階	製品化段階
期間	H17~H18	H19~H21	H22~H24	H25~
予算ソース	自社研究	NEDO新エネルギーベンチャー技術革新事業	本事業	自社事業等
実施内容	温泉発電の概念設計を行い、市場調査による現状の把握を行った。 ・概念設計 ・市場調査	NEDO事業による試作機の製作・試験・市場詳細調査等により市場投入用の実機の目標を設定した。 ・基本設計 ・機器試作 ・試験 ・市場詳細調査 ・実用機基本設計	試作機のデータに基づき、改良された実機を設計・製作して長期間の実証試験で、安心・安全なシステムを構築する。 ・実用機詳細設計 ・実用機開発 ・実証試験(実証データの取得・評価)	開発された実機を市場に投入し、並行してコストダウンのための技術改良を進めながら市場展開を行う。 ・温泉市場への展開 ・開発(コストダウン) ・工場排熱市場への参入

○シナリオ実現上の課題

- ・事業化に向けた低コスト高効率小型発電・熱交換器技術の開発、実証
- ・低コスト化のためのシステムの簡素化・信頼性向上のための技術開発
- ・規制緩和による製造コストの低減
- ・販売網拡大のための部品メーカーとの連携強化
- ・海外への事業展開に向けた海外市場調査

○行政との連携に関する意向

- ・更なる温泉発電への規制緩和に対する政府方針の明確化
 - ・BT主任技術者選任の不要の実現
 - ・小型発電設備の系統連系要件の緩和
 - ・圧力容器等の溶接安全審査の緩和(特に電気事業法以外の基準)
- ・温泉発電への固定買取制度等の適用に対する政府方針の明確化
- ・地方公共団体(静岡県等)による地域への導入支援事業の展開 等

CO₂排出削減対策技術開発評価委員会による終了課題事後評価の結果

- 評価点 6.7点（10点満点中）

- 評価コメント

- 現地の温泉業者の巻き込み方が弱い。
- コストダウンの方策として、ボイラー・タービン主任技術者の規制緩和を主張しているが、本実証実験によるコストダウンの成果を示す必要がある。
- 着実に技術開発を行っている。熱源不足や温泉水中のガスなどの予測をたてる技術開発も必要と思われる。
- 潜在的な熱源は莫大で、CO₂削減ポテンシャルも大きい。実証を充分に行い、社会的なコンセンサスが得られれば普及可能では。特に工場などの廃熱活用等には比較的受け入れられやすいと思われる。
- 設備製造・建設における技術開発という観点からは一定の成果が得られていると評価される。今後の実用化に向けて、設備費の一層のコスト低減に向けた取り組みとともに、松之山以外の様々な地域への展開を意識して検討することを期待したい。
- 地熱発電を具体的なサイトで実践を行い、日本における可能性を秘める再生可能エネルギーの展開を明らかにしたことを評価する。