

弘前型スマートシティ構想について



弘前市都市環境部スマートシティ推進室

弘前市の概要



位置	東北地方 青森県の南西部
面積	約524km [*]
人口	173,821人(平成30年3月1日)、青森県第3位
世帯数	71,723世帯(平成30年3月1日)
地勢	岩木山、八甲田山、世界遺産白神山地に囲まれた盆地
気象	平均気温:10.2°C、年間降水量:1,183mm 夏が短く冬が長い、日本海型気候
主要産業	りんご栽培 (日本一の生産量 約18万トン、 <mark>国内の約21%</mark>)
観光	弘前城、弘前さくらまつり、弘前ねぷたまつり
地場産業	津軽塗、こぎん刺し













(1) 弘前型スマートシティ構想策定の背景

①弘前市の特徴・課題

■弘前市のアドバンテージ

- ・豊かな自然資源
- ・白神山地のめぐみ(食・水)
- りんごをはじめとする産業資源や バイオマス資源
- ・ 培われた文化

■地域の課題

- ・地産エネルギーが少ない
- ・厳しい寒さと積雪への対応
- ・地域の活性化

②東日本大震災

ガソリン、灯油の長期間出荷停止 (冬季の暖房や、交通への影響)



自立したエネルギーを 持たない弱さが露呈



市民の意識の変化

(エネルギーの効率的利用・自給率向上の重要性)



(1) 弘前型スマートシティ構想策定の背景

③低炭素社会の実現と電力システム改革の進展

- ・低炭素社会の実現は、依然として大きな課題
 - (COP21:2030年度に2013年比で温室効果ガスを26%削減)
- ・電力の小売全面自由化や発送電分離など、外部環境の変化

「弘前型スマートシティ」の構築

- 雪対策や地域活性化なども含めた「スマートコミュニティ」への取組み
- ・再生可能エネルギーの効率的利用やICTの活用
- ・「災害に強く、市民が暮らしやすい魅力ある低炭素・循環型のまち」の実現
- ・将来の世代にそのインフラを残していく



(2) 弘前型スマートシティ構想実現の基本方針

豊かな資源を活用した世界一快適な雪国 弘前

~次の世代を担う子供たちが安心して活躍していけるまちをめざして~

- 本市の様々な課題の解消と市民生活の質の向上が、弘前市の継続 的な発展のためには必要不可欠
- 豊かな資源とICTや再生可能エネルギーを活用し、積雪寒冷地における「安心で快適な生活をおくることができるまち」を構築
- 実現された「世界一快適な雪国 弘前」を、本市の貴重な財産である 次の世代を担う子供たちに引き継ぐことをめざす



7つのプロジェクト

くらし

- ・融雪推進・快適外出プロジェクト
- ・快適住環境プロジェクト
- ・雪資源活用プロジェクト

エネルギー

- ・エネルギー自律・地産地消推進プロジェクト
- ・次世代グリーンエネルギー利用モデル構築プロジェクト

ΙСΤ

- ・ICTによる「地域の知と智」の集積・一元化プロジェクト
- ・ICTによるスマート観光都市実現プロジェクト

計画期間

- 2013~2016: 既存技術の導入と先進技術の可能性調査
- 2017~2020:先進技術の導入と革新技術の可能性調査
 - ※現在は、事業可能性調査を継続しつつ効果が認められるものに関して導入するフェーズとなっている。

2013 2014 2015 2016 2017 2018 2019 2020 2021~2030 持続可能なまち」「災害に強く魅力 期間 フェーズ2 フェーズ3 フェーズ1 技術要素 既存技術の導入・ 既存技術・先進技術の導入 革新技術の導入 先進技術の可能性調査 革新技術の可能性調査 の実現 ・各要素の開発・普及 弘前型スマートシティの拡大 スマートシティの各要素の開発 ・地域内でのエネルギー供給体制の構築・エネルギーの自律の実現 改訂

弘前型 スマートシティ クト ジェクト

弘前市雪国対応型メガソーラー実証事業



豪雪地域における市有地を活用したメガソーラー実現のモデルとしての事業化を図るとともに、本市におけるエネルギー地産地消を推進し、さらに弘前型スマートシティのベース電源を確保すること等を目的とする長期実証事業を実施。

【概要】

1 実施体制

弘前市及び株式会社ひろさきアップルパワー(地元企業の出資により平成 26年 2月 7日設立)

2 事業実施場所

弘前市埋立処分場第一次施設跡地(弘前市十腰内)

3 事業期間

平成 26年 9月 24日から平成 47年 7月 6日まで (平成 27年 7月 7日から発電を開始)

4 発電量等

【発電所名称】 弘前市雪国対応型メガソーラー

【発電出力】 1,500 kW

【年間発電量】 約 140万kWh

【太陽光パネル】 6,900枚



弘前市と世田谷区における自然エネルギー活用を通じた連携・協力協定



(1)協定締結の経緯

年月	内容
平成27年11月	「自然エネルギー活用による自治体間ネットワーク会議」
平成28年11月	『平成28年度「低炭素・循環・自然共生」地域創生実現プラン策定事業』(環境省)参加 ⇒弘前市と世田谷区との連携優先度が高いとの調査結果
平成29年3月	世田谷区長より環境省調査結果に基づく連携に向けた検討依頼
平成30年5月	自然エネルギー活用を通じた連携・協力協定締結

(2)平成28年度「低炭素・循環・自然共生」地域創生実現プラン策定事業

「都市・地方連携型」のモデル地域に世田谷区を選定



【世田谷区】

区と交流のある約40自治体からエネルギー連携に関心の高い4自治体(弘前市、八幡平市、十日市町、郡山市)の調査を実施



【調査結果】

弘前市における既設の「雪国対応型メガソーラー」との連携について、優先度が高いと評価

協定に基づく連携内容



- (1)「雪国対応型メガソーラー」による弘前市産電力の一部を世田谷区民に供給
 - 平成30年5月15日 弘前市産電力の購入者募集
 - ・平成30年7月 世田谷区民60世帯が購入決定
- (2)今後の連携内容
 - ①世田谷区民の現地学習会(11月10日~11日)
 - ・雪国対応型メガソーラー及びスマートシティ構想関連施設 等の見学



②世田谷区のイベントへの物産ブースの出展







公共施設への太陽光発電・蓄電池設備導入事業



エネルギーの自立性を高め災害時のエネルギーを確保するため、地域の防災拠点や小・中学校の避難施設等の公共施設に太陽光発電設備および蓄電池設備等の再生可能 エネルギーを活用した自立分散型エネルギーシステムを導入。



壁面に設置した太陽光パネル



校舎屋上に設置した太陽光パネル



屋根に設置した太陽光パネル

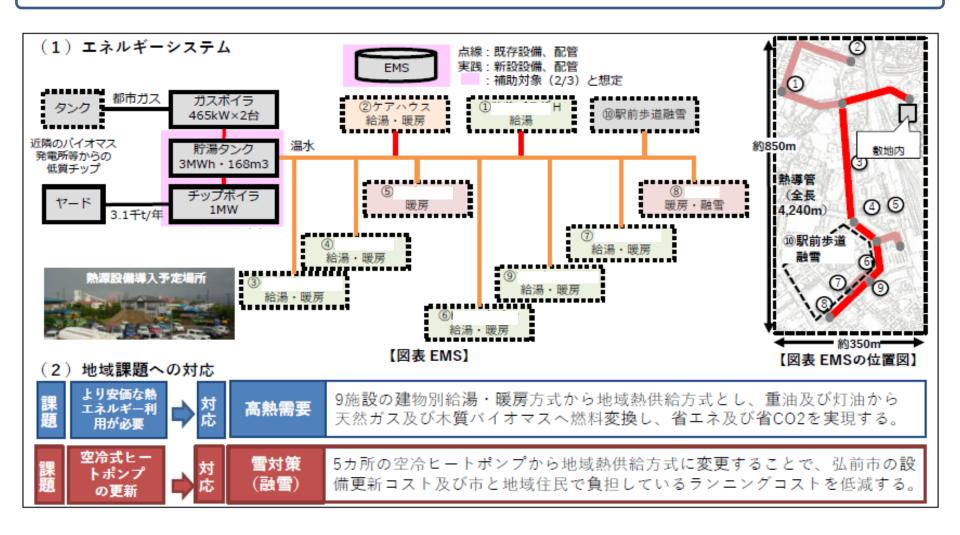
	箇所数	発電容量 (kW)	蓄電池容量 (kWh)	二酸化炭素削減量 (t-CO2/年)
本庁舎・総合支所	2	51	48	約19t
小·中学校	7	140	109	約46t
その他(集会所等)	2	30	27	約15t
合 計	11	221	184	約80t

弘前駅前地区地域熱供給事業可能性調査



【平成30年度】

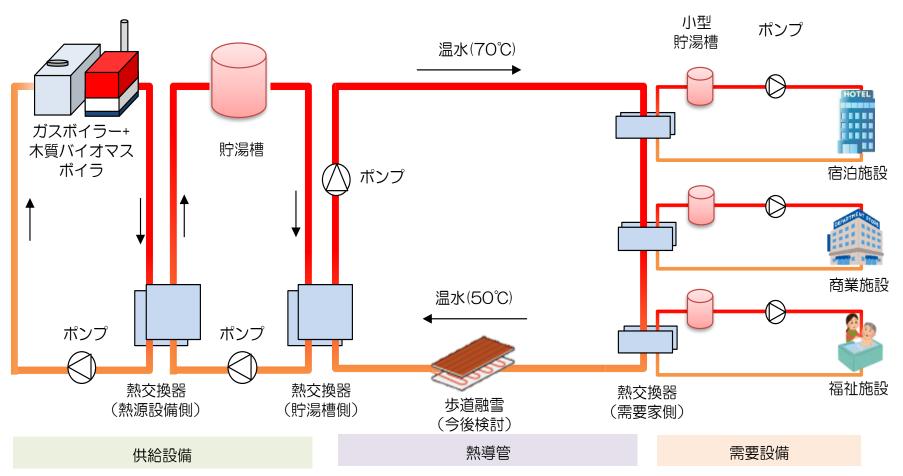
- ■都市ガスと木質バイオマスボイラーによる地域熱供給事業の可能性を調査
- ■地域熱供給事業からの二次利用で駅前周辺の既存歩道融雪コストの削減も検討



弘前駅前地区地域熱供給事業可能性調査



本事業のエネルギー供給の対象は、需要家の暖房・給湯需要である。熱源設備については、ガスコジェネ、ガスボイラーおよびガスボイラー+木質バイオマスボイラの導入を想定して比較した。その結果、ガスボイラー+木質バイオマスボイラによる熱供給が総合的に有望であると判断した。



小型バイオマスCHPによる分散型エネルギーインフラプロジェクト



エネルギー

エネルギー自律・地産地消推進プロジェクト:分散型エネルギーインフラプロジェクト

【小型バイオマスCHPによる分散型エネルギーインフラPJ 】



オフグリッドによる自 立を目的にフィンラン ドで開発された小型 C H P

- 熱100KW
- · 電気40KW

⇒地域で調達可能な木質バイオマスを燃料として熱・電力エネルギーを発する、小規模のバイオマスコジェネ装置を需要家施設に分散設置する。

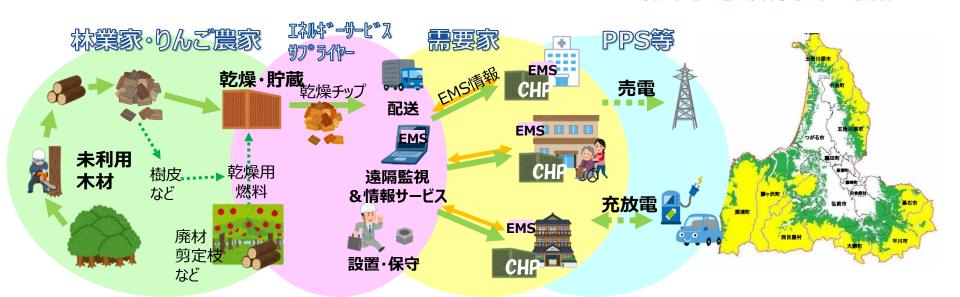
⇒エネルギーマネジメントシステムによりエネルギー使用の効率化を図る。

【弘前市の木材に関する現状】

- ・弘前市には約23,000haの林野がある。(国有林:民有林=6:4)
- ・市内民有林の森林経営計画は3件・14ha 分しか作成されていない。
- ・市内林家は少なく材産出は低迷。市外・県外 業者が施業実施。
- ・高樹齢の森林が放置されている現状

【解決策】

- ・まずは約700haある弘前市公有林の活用
 - →市が森林経営計画作成
- ・間伐材・低質材・剪定枝等の受け入れ先として チップ生産供給基地をプロジェクトで設置
 - →個人や地元建設業者などの参入を誘引



弘前市街灯LED化ESCO事業



- ●エスコ事業: ESCO(Energy Service Company)事業とは
 - 省エネルギー改修にかかる費用を光熱水費の削減分で賄う事業。
 - ・ESCO事業者は、省エネルギー施工、維持管理、資金調達などにかかるすべてのサービスを提供する。
 - ・省エネルギー効果の保証を含む契約形態(パフォーマンス契約)が特徴。

【弘前市街灯LED化事業の概要】

- ・平成25年9~12月までの3か月間で、17,830灯のLED化を実施。
- ・エスコ事業者と10年間の定額サービス契約を結び、契約期間中は維持管理を全てエスコ事業者が実施する(電気代は除く)。





【効果】

- ・地球温暖化防止のための<u>二酸化炭素排出量の削減(約900t/年)</u>
- ・年々膨らみ続けている<u>電気代や維持管理経費の削減</u>
- ・防犯灯の維持管理をエスコ事業者が行うことによる<u>町会等の負担軽減</u>

次世代グリーンエネルギー利用モデル構築プロジェクト

Step1



弘前型水素利用社会モデルの構築に向けて、リーディングプロジェクト①の再生可能 エネルギーによる水素製造実証事業について水素製造技術を確立させるため実証研 究を実施。

Step0

実現可能性の検証 構想の具体化

弘前地域での 水素インフラ実証

弘前地域での 水素供給・利用の実現

津軽地域 全体への拡大

Step2

地域全体での エネルギー供給体制の

つくる

課題

地域資源からの効率的な 水素製造技術の実現

リーディングプロジェクト(1)

再生可能エネルギーによる水素製 告実証事業

実 証



下水汚泥



水素

はこぶ

水素の長距離輸 送インフラの実現

水素の貯蔵 インフラの実現

ためる

基礎技術は工業用水素の輸送・貯蔵 において実現済み。

さらなる効率化、ハンドリングの向上 については民間事業者の研究、他地 域の水素タウンの実証実験により技 術開発が進む。

つかう

積雪寒冷地の厳しい環境下で 運転可能な燃料電池の実現

リーディングプロジェクト②

雪国型水素利用モデル構築事業



水素

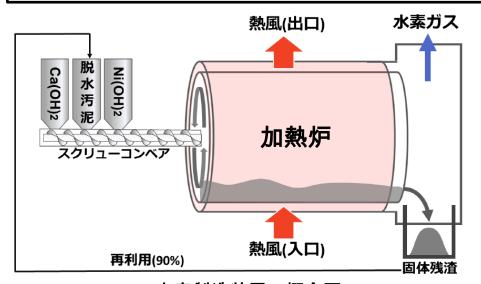


定置型燃料電池

再生可能エネルギーによる水素製造実証事業



東北大学と連携し、従来の製造技術と比べ、混合・加熱の2段階というシンプルな工程で連続的に水素を製造できる技術の確立に向けて実証事業を実施。

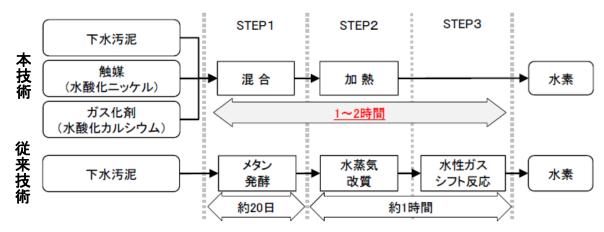




水素製造装置の概念図



水素製造装置(パイロットプラント)



本技術と従来技術との比較

市庁舎へのEMS導入事業



高効率設備の省CO2効果をより一層高めるEMS (エネルギーマネジメントシステム)を導入 (CO2削減年間約100 t)

キーワード:地域性(寒冷地)/施設(既存+新築)/制約(国の登録文化財)

【先進·先端性/普及·展開性技術】

Point.1 省CO2に向けたADR技術

備考: ADR(Auto Demand Respomse) → 自動制御によるDR

Point.2

快適性と省CO2の両立に向けたHDR技術 + 寒冷地の気候特性を踏まえた、 光・温熱環境における省CO2マネジメント

備考: HDR(Human Demand Response)

→ 職員誘導・手動制御によるDR

Point.3

市庁舎以外の地域エネルギー管理と連携した高度なエネルギーマネジメントによるさらなるCO2削減の可能性

【マネジメントの目的】

- ・DR要請やピークカット実施に向けた手法の構築
- ・「自動制御(ADR)」と「人の判断による制御 HDR)」を併用し、快適性と省エネ誘導を両立 する手法の構築



・市有公共施設群の一体的なエネルギーマネジメントの実施に向けた、施設 E M S の構築

融雪推進・快適外出プロジェクト



環境にやさしく、効率的かつ低コストな融雪・除雪の実現

融雪を核として、安全で防災力の高いまちづくりと快適な生活空間の確保













協働による施設整備フロー(実証版)

①整備に関する住民説明会

②既存井戸の揚水調査等

③協定書の作成

4 協定の締結

⑤地域のルールづくり

6施設の整備

⑦管理・運営について



地下水循環システムによる歩道融雪事業【市道土手町俵元線】



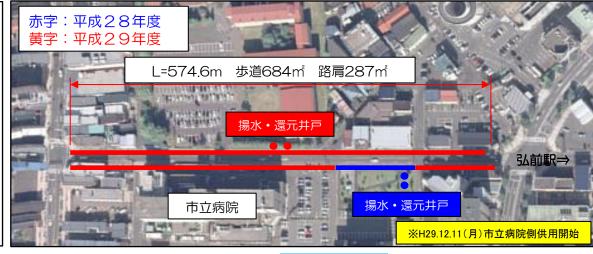
事業目標

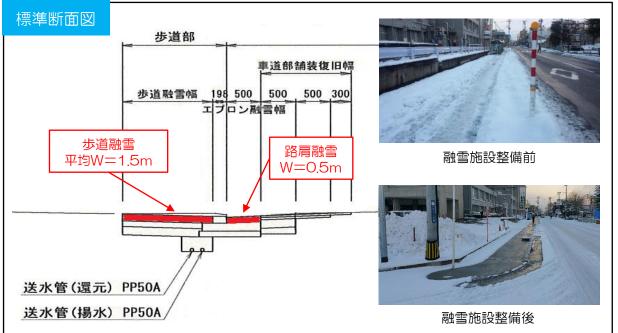
| 再生可能エネルギーを活用した融雪システムの展開として、地下水熱を利用した無散水融雪施設を整備すること | により、大成小学校学区における<mark>冬期間の安心・安全な歩行空間の確保</mark>を図る。

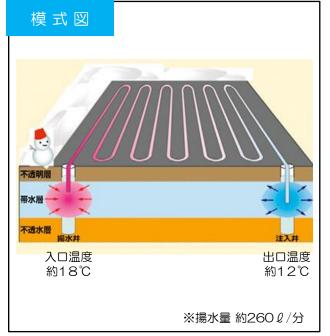
整備概要 【総事業費 C=11,421万円】 ■平成28年度 C=2,995万円 工事費 C1=2,379万円 施行延長 L=47.7m 融雪面積 歩道a1=51.7㎡ 路肩a2=23.5㎡ ※業務委託(詳細設計)C2=616万円 ■平成29年度 C=8,426万円 工事費 C=8,426万円 施行延長 L=526.9m 融雪面積 歩道a1=632.3㎡

路肩a2=263.5㎡

CO2削減量→87t/年







下水熱採熱システムによる歩道融雪事業【弘前駅土手町線】



事業日標

H32で全廃となるフロン冷媒ガス仕様の施設に対して、ノンフロン化及び再生可能エネルギー・未利用熱とのハイブリット化 によりCO。削減による低炭素化とランニングコスト削減など持続可能な施設への転換を図る。

事業概要

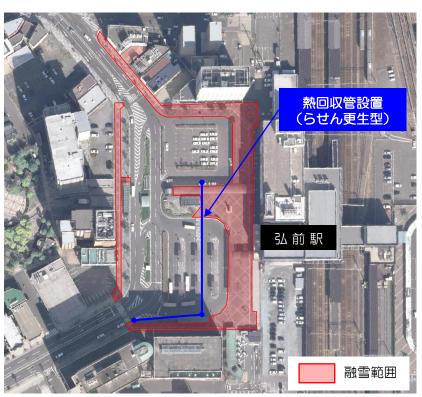
※平成29年度廃熱・湧水等の未利用資源の効率的活用による低炭素化社会システム整備推進事業の採択案件(2ヵ年事業)

- ①津軽地域の玄関口である弘前駅前の歩道部分において快適な雪国形成と環境価値の高いまちづくりの実現により、 当該システムの有効性を広く周知する。
- ②必要融雪熱量154W/m²に対して融雪熱量を約1/3の55W/m² に低下させ、低熱量の常時運転により総放熱量を確保することで、 ランニングコストの削減とCO2の削減が可能な低炭素型融雪を実 現する。
 - ※低熱量融雪については、H28年度の実証研究で検証済み

【導入経費】 C=20,011万円

- ■平成29年度 業務委託(詳細設計)
- ■平成30年度 測試 C1=756万円 工事 C2=19,255万円 無散水融雪面積 A=2, 777m²

システム図 空気熱源ヒートポンプ2基 下水熱源ヒートポンプ1基 路面融雪 熱回収管 熱回収管(らせん更生型)



CO2削減コスト(試算)

- ①CO2削減効果
- ②法定耐用年数(ヒートポンプ)
- ③総CO2削減量
- ④補助対象経費 ⑤CO2削減コスト
- ⑤CO2削減コスト 184, 982 (円/t-CO2)

72 (t-CO2/年)

15 (年)

1, 082 (t-CO2)

13, 135 (万円)

下水熱採熱システムによる歩道融雪事業【市道上白銀新寺町線】



H28に実施した当市の実証研究事業により、

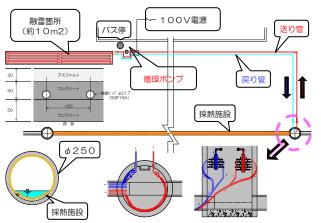
小口径下水道管からの採熱による融雪効果が確認されており、

未利用熱としての下水道熱 の活用を普及促進し、CO2削減による低炭素化社会の実現とランニングコスト削減による持続可能な施設の構築を図る。

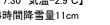
事業概要

- ①特に利用者の多いバス停から弘前公園までの冬期間のアクセス向上により、当該システムの有効性を広く周知する。
- ②景観まちづくり刷新支援事業(国交省)にて予定している歩道整備と共同施行することで、イニシャルコストの削減を図る。

【標準断面図】 C=3,485万円 【導入経費】 ※本事業は赤色部 ■平成30年度 步道部,車道部 工事費(バス停側歩道) C1=2,851万円 鉄筋(3.0kg/m2) 放熱管SGP白15A 施工延長 L=約50m 融雪面積 A=約76㎡ 下水道採熱管布設 約100m 業務委託(詳細設計) C2=634万円 mmm amm amm 下水道管HP250 表層工;⑦再生細粒度As(13F) からの採執 保護層:コンクリート 実証研究(H28) 上層路盤工;粒度調整砕石(M-40) 【融雪状況】



【H28.12.12 AM 7:30 気温-2.9℃】 ※前日からの24時間降雪量11cm





※電気使用量(参考)約350kWh/月

下水熱利用の課題であるイニシャルコストの削減と、熱の効率的な利用手法の構 築を目的として、小口径下水道管からのヒートポンプレスによる融雪実証を行っ た。必要熱量約150W/㎡に対して採熱量が90W/㎡であったが、常時循環による 放熱により、融雪効果は従来システム以上の効果を発揮した。 また、ランニング(電気使用量)も抑えることが出来ていた。

CO2削減コスト(試算)

①CO2削減効果

②法定耐用年数(循環ポンプ)

③総CO2削減量

4)補助対象経費 ⑤CO2削減コスト 13(t-CO2/年)

15(年)

189 (t-CO2)

3,485(万円)

184, 391 (円/t-CO2)

温泉熱・湧水熱利用モデル事業【市道百沢弥生線】



事業日標

再生可能エネルギーや未利用熱の効率的利用により、環境負荷を低減した継続性の高い地域の創出を図る。

源泉(42℃)

• 伏流水 (9℃)

※平成29年度廃熱・湧水等の未利用資源の効率的活用による低炭素化社会システム整備推進事業の採択案件(2筒年事業)

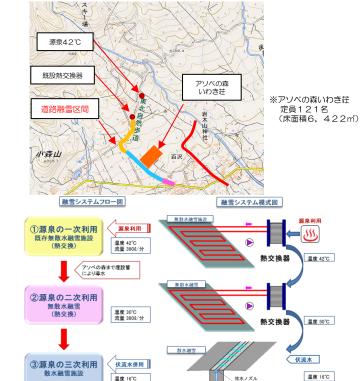
- ①市所有の源泉と岩木山伏流水(湧水)の利用により、温浴施設並びにスキー場へのアクセス道路の融雪を行う。
- ②源泉と伏流水を熱源として段階的に効率よく利用することにより、熱の多段階利用による融雪を実現する。

C=12,300万円

- ■平成29年度 測試 C1=991万円 業務委託(測量・詳細設計)
- ■平成30年度 工事 C2=11,309万円 無散水融雪面積 A=420㎡ 散水融雪面積 A=3, 100m

全体計画概要図





CO2削減コスト(試算)

- - ②法定耐用年数(揚水ポンプ)
 - ③総CO2削減量
 - 4)補助対象経費
 - ⑤CO2削減コスト

- 146 (t-CO2/年) 15 (年)
- 2, 188 (t-CO2)
- 11,647(万円) 53, 231 (円/t-CO2)

※市が所有する温浴施設「アソベの森いわき荘」おいて、源泉及び伏 流水の熱を活用した空調や給湯設備の導入を予定

380L/min

650L/min

地熱資源開発調査事業

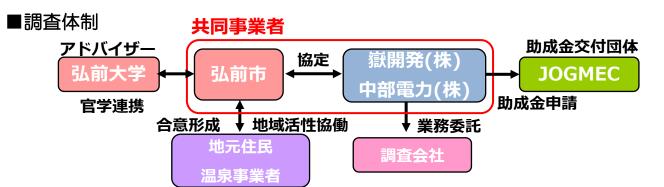


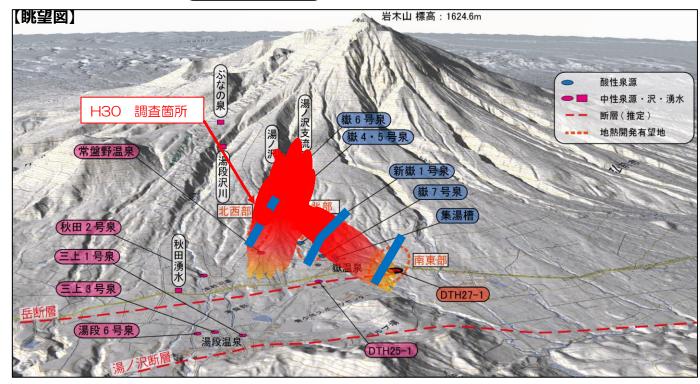
■平成30年度調査概要

調查期間:平成30年4月中旬~平成31年2月下旬

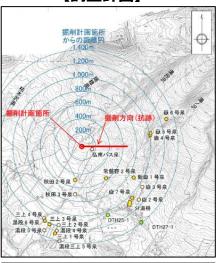
調査箇所: 嶽温泉地の北西部

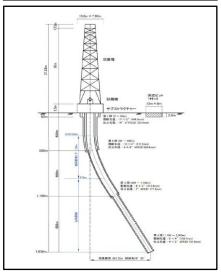
調査内容:深さ1,800mの構造試錐(コントロールボーリング)、坑内検層、仮噴気試験、総合解析、温泉モニタリング





【調査計画】





地熱資源開発調査事業

■これまでの経過

【地熱資源開発調査:事業概要】

平成24年度:地表地質調査、電磁探査、室内分析、既存資料収集

平成25年度: 坑井掘削(深度400m)、電気・温度検層、温泉調査

平成26年度:電磁探査、重力調査、温泉調査、温泉モニタリング、環境調査

平成27年度:構造試錐(掘削調査-深度1,500m、総合解析)、環境調査

温泉モニタリング

平成28年度: 既往調査の再整理等を実施し、掘削調査に向けた有望地の特定

温泉モニタリング

平成29年度:官民連携による調査体制の構築、調査に係る関係機関との調整

温泉モニタリング、調査地の造成

【地熱開発理解促進関連:事業概要】

平成25年度:地域住民との先進地視察(長崎県雲仙市)

地熱発電国際シンポジウムin弘前の開催

平成26年度:地域住民との先進地視察及び勉強会(新潟県松之山温泉)など

平成27年度:まちづくり、賑わいづくりに向けた勉強会の開催

平成28年度:地熱を活用したまちづくりビジョンの策定

: 地域住民との先進地視察(岩手県八幡平市)

◇今後の方向性

■地熱開発を見据えた研究会を組織、発電事業における市の役割や立ち位置を検討

◇課題

■地熱開発に向けた温泉事業者との合意形成、発電事業に至らない場合の地域の今後

■地熱開発理解促進事業

現状

■現 状

- ・平成28年度に地域の方々が一体感をもって地熱及び地熱の活用について知り、自らがまちづくりを担っていくという機運を高めるため、「地熱を活用したまちづくりビジョン」を策定
- ・若い世代を中心に熱水利用によるまちづくりの意欲が湧き上がり始めている。

■課 題

課題

- ・既存温泉や環境、景観への影響が懸念される事業であるため、情報共有などにより、地元の温泉事業者や住民等の理解を得続けることが不可欠。
- ・熱水を有効活用した地域の活性化・まちづくりへの地元からの提案や熱意を引き出すことが重要であり、地熱開発のステージと 調整しつつ、引き続き情報共有や協議の場が必要。

■今後の方向性

- ・組織予定の研究会により、地熱開発と併せて地熱を活用したまちづくりを促進する。
- ・調査結果により発電事業に至らなかった場合、策定した「地熱を活用したまちづくりビジョン」を起点とした地域活性化を検討。

今後



ご清聴ありがとうございました。