（別紙２）

# 令和７年度山形県熱の面的利用可能性調査研究業務

# 報告書

令和８年３月

山　形　県
日本環境技研株式会社

# 目　　次


１．調査概要　2

２．山形県のエネルギー政策　5

３．県内の再生可能エネルギー・未利用エネルギー（熱）の分布とポテンシャル　10

４．山形県内大規模熱源・熱需要家マップ　16

５．再エネ熱源等に関するアンケート　27

６．山形県における熱の面的利用の導入メニュー　29

７．山形県における熱の面的利用の方向性　63

８．熱の面的利用の導入に係る効果と課題　86

# 1．調査概要

## （1）調査目的

本県におけるカーボンニュートラルの実現に向け、令和6年9月に山形県 エネルギー戦略における再エネ電源と熱源による開発目標の上方修正（101.5万kW→153.0万kW)を行った。開発目標の達成に向けては、再エネ電源開発とともに更なる熱源の開発促進が急務である 。

本業務は、温泉熱や地中熱などの県内に賦存する熱源の面的な利用を進めるため、本県の暮らしや産業、社会基盤における新たな熱利用の可能性（熱利用モデル）について調査・研究するものである。

なお、本調査の実施においては、有識者、地元企業等を委員とした「研究会」を設立し、研究会の意見等を確認しながら進めるものとする。

## （2）調査スケジュール

| | | 2025年 | | | | | | | | | 2026年 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
| 検討内容 | ①山形県地域特性・関連政策の整理 | ― | ― | | | | | | | | | | |
| | ②県内再生可能熱の分布・利用状況整理 | | ― | ― | ― | ― | | | | | | | |
| | ③熱の面的利用事例整理 | | | ― | ― | ― | | | | | | | |
| | ④県内市町村アンケート | | ― | ― | ― | | | | | | | | |
| | ⑤県の熱の面的利用導入の方向性検討 | | | | | | ― | ― | ― | ― | ― | ― | |
| | ⑥検討とりまとめ（効果・課題整理）・報告書作成 | | | | | | | | | | | ― | ― |
| 研究会 | 準備(メンバー参加依頼等) | ― | ― | | | | | | | | | | |
| | 第1回（目的整理) | | | ● | | | | | | | | | |
| | 第2回（導入可能性のあるメニュー整理） | | | | | | | | | | | | |
| | 第3回（方向性整理） | | | | | | | ● | | | | | |
| | 第4回（方向性整理・効果・課題整理） | | | | | | | | | ● | | | ● |

## （３）研究会実施内容

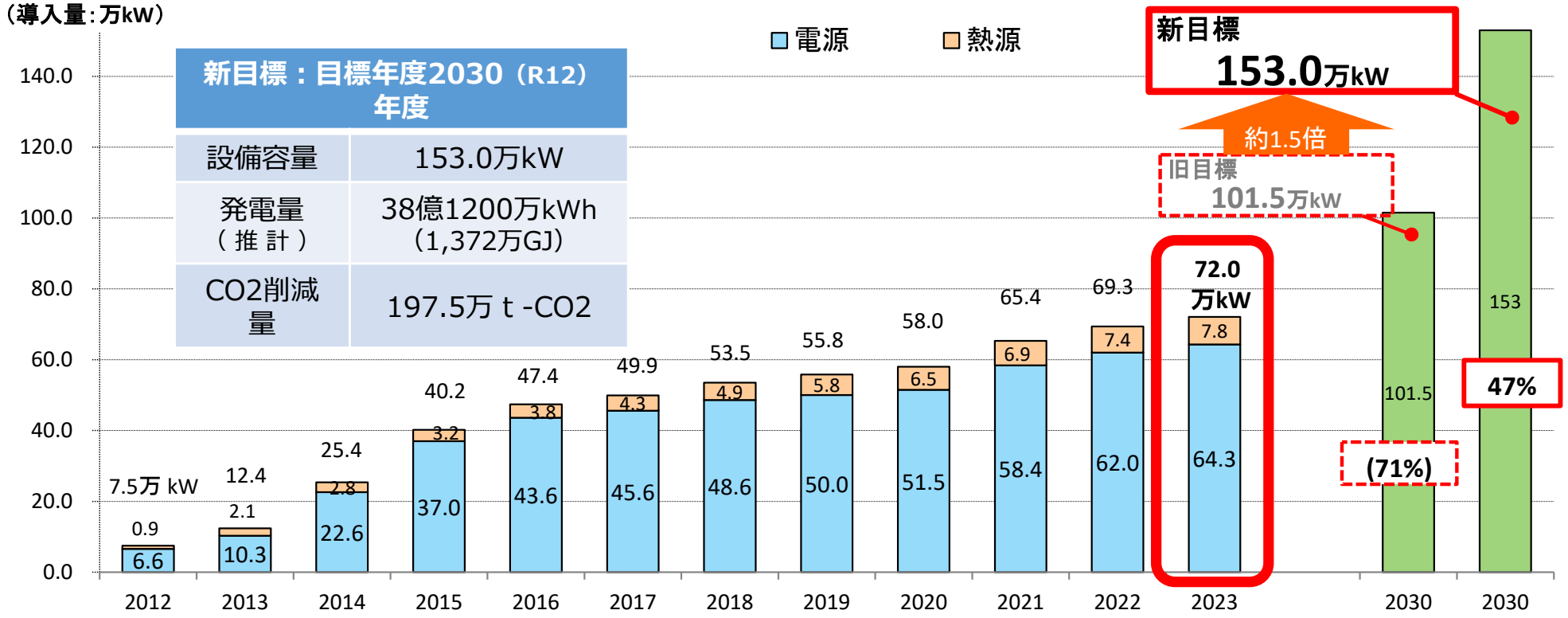
| 開催日時･開催場所 | 内容（議題） |
|---|---|
| 第１回<br>令和７年６月13日<br>14:00～16:00<br>オンライン会議 | １　研究会の実施計画について（山形県環境エネルギー部エネルギー政策推進課）<br>２　説明･講演<br>(1)山形県の地域特性とエネルギー政策（山形県環境エネルギー部エネルギー政策推進課)<br>(2)熱の面的利用の効用(芝浦工業大学教授　村上公哉 氏)<br>３　山形県内の再エネ等熱源分布例･地方における熱の面的利用事例紹介（日本環境技研㈱)<br>４　意見交換：山形県として目指すべき姿について |
| 第２回<br>令和７年10月９日<br>14:00～16:00<br>山形県庁会議室 | １　前回研究会の振り返り（山形県環境エネルギー部エネルギー政策推進課）<br>２　講　演<br>(1)山形県の再エネ熱利用の事例･あり方について(東北芸術工科大学教授 三浦秀一 氏）<br>(2)再エネ熱導入による地域経済波及効果について（㈱野村総合研究所 神尾文彦 氏）<br>３　山形県の地域特性からみた地域エネルギープロジェクトイメージ（日本環境技研㈱）<br>４　意見交換：地域エネルギープロジェクト案の抽出について |
| 第３回<br>令和７年12月15日<br>13:30～15:30<br>オンライン会議 | １　講　演<br>環境性に優れ災害に強いまちづくり（東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱）<br>（都市ｴﾈﾙｷﾞｰ営業本部　片山 敬英 氏、産業ｴﾈﾙｷﾞｰ営業本部　武田 英里 氏）<br>２　山形県における熱の面的利用の方向性･具体プロジェクトの提案（日本環境技研㈱）<br>３　意見交換：地域エネルギープロジェクトの方向性･具体プロジェクト案について |
| 第４回<br>令和８年３月13日<br>10:00～12:00<br>オンライン会議 | １　説明事項<br>(1)熱の面的利用可能性調査研究事業について（山形県環境エネルギー部エネルギー政策推進課）<br>(2)山形県における熱の面的利用の可能性及び想定モデルについて<br>（山形県環境エネルギー部エネルギー政策推進課、日本環境技研㈱）<br>２　意見交換：熱利用モデル選定の視点と期待される地域活性化のポイントについて |
| 先進事例見学会<br>令和７年10月９日<br>10:00～13:00<br>日本地下水開発㈱本社<br>(講演)<br>日本環境科学㈱本社<br>(ZEB棟視察) | １　講演<br>帯水層蓄熱について(日本地下水開発㈱)<br>２　先進事例見学<br>帯水層蓄熱を用いたZEB(日本地下水開発㈱、日本環境科学㈱) |

## （４）研究会メンバー

| | 氏 名 | 所属・役職 |
|---|---|---|
| 委員長 | 村上 公哉 | 芝浦工業大学 建築学部建築学科 教授 |
| 有識者 | 三浦 秀一 | 東北芸術工科大学 デザイン工学部 建築・環境デザイン学科 教授 |
| | 神尾 文彦 | ㈱野村総合研究所 研究理事 未来創発センター長 |
| 事業者等 | | 東京ガスエンジニアリングソリューションズ㈱ |
| | | 日本地下水開発㈱ |
| | | 山形パナソニック㈱ |
| | | 山形ガス㈱ |
| | | ㈱山本製作所 |
| | | ㈱山形銀行 |
| | | ㈱荘内銀行 |
| | | ㈱きらやか銀行 |
| 山形県 | | みらい企画創造部 企画調整課 |
| | | 環境エネルギー部 みどり自然課 |
| | | 健康福祉部 医療政策課 |
| | | 産業労働部 産業創造振興課 |
| | | 農林水産部 農政企画課 |
| | | 県土整備部 管理課 |
| | | 企業局 総務企画課経営戦略推進室 |
| 市町村 | | 鶴岡市 市民部 環境政策課 |
| | | 寒河江市 市民生活課 地球温暖化対策室 |
| | | 東根市 市民生活部 生活環境課 |
| | | 高畠町 企画課 ゼロカーボン推進室 |
| 事務局 | | 山形県環境エネルギー部エネルギー政策推進課 |
| | | 日本環境技研㈱ |

# ２．山形県のエネルギー政策

## （１）再生可能エネルギー導入量の推移と今後の開発目標




| 新目標：目標年度2030（R12）年度 | |
|---|---|
| 設備容量 | 153.0万kW |
| 発電量（推計） | 38億1200万kWh（1,372万GJ） |
| CO2削減量 | 197.5万 t -CO2 |

| | | 設備容量 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 新しい開発目標(A) | 見直し前の開発目標(B) | 直近の進捗状況【R5年度末】(C) | 開発目標の増加量(A-B) | 今後必要な開発量(A-C) |
| 電源 | 風力発電 | 59.0万kW | 45.8万kW | 8.1万kW | 13.2万kW | 50.9万kW |
| | 太陽光発電 | 41.7万kW | 30.5万kW | 37.5万kW | 11.2万kW | 4.2万kW |
| | 中小水力発電 | 3.1万kW | 2.0万kW | 2.7万kW | 1.1万kW | 0.4万kW |
| | バイオマス発電 | 16.7万kW | 1.4万kW | 15.7万kW | 15.3万kW | 1.0万kW |
| | 地熱・天然ガス発電等 | 8.1万kW | 8.1万kW | 0.2万kW | 0.0万kW | 7.9万kW |
| | 小計 | 128.6万kW | 87.7万kW | 64.3万kW | 40.9万kW | 64.3万kW |

| | | 設備容量 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 新しい開発目標(A) | 見直し前の開発目標(B) | 直近の進捗状況【R5年度末】(C) | 開発目標の増加量(A-B) | 今後必要な開発量(A-C) |
| 熱源 | バイオマス熱 | 6.4万kW | 3.4万kW | 4.2万kW | 3.0万kW | 2.2万kW |
| | その他熱利用（太陽熱・地中熱等） | 18.0万kW | 10.4万kW | 3.6万kW | 7.6万kW | 14.4万kW |
| | 小計 | 24.4万kW | 13.8万kW | 7.8万kW | 10.6万kW | 16.6万kW |
| 合計 | | 153.0万kW | 101.5万kW | 72.0万kW | 51.5万kW | 81.0万kW |

※端数処理の関係で、合計の欄が一致しない項目がある

### 【目標達成による効果】

◎約80万世帯相当分の電力需要量を創出
（県内世帯数（40万世帯）の約2倍）

◎県内総電力需要量の約5割相当分を創出

◎県内CO2排出量の約2割相当分を削減

## （２）再生可能エネルギー開発の方向性

# 再生可能エネルギー開発の方向性

## ○ 電源開発の方向性

・洋上風力発電など大規模発電事業の展開を進め、エネルギーの供給基地化を促進するとともに、地域経済を活性化

・風力や太陽光を中心に、地域が主体となって取り組む再エネ導入を進め、エネルギーの地産地消を加速

・脱炭素化により企業の付加価値を高め、更なる地域活性化につなげるため、再エネや水素等新技術の導入支援を強化

【風力】
洋上風力の事業化に向け、地域の合意形成を進めながら、着実な推進を図る。

【太陽光】
PPAモデルなどを通して導入拡大を推進し、ペロブスカイト太陽電池等の新技術の普及可能性を検討

【中小水力】
市町村や地域の事業者等が主体となって地域振興につながる再生可能エネルギー開発の取組みを支援

【バイオマス】
「やまがた森林ノミクス」の取組みと連動し、持続可能な事業導入を推進

【地熱】
本県の豊富な温泉などの熱資源を活かした発電の実現に向け、地域の理解・合意形成を後押し

## ○ 熱源開発の方向性

・地域の熱資源（バイオマスや地中熱など）の利用に当たっては、家庭や事業所等における省エネ化と連動した導入や地域における面的利用などによる効果的な活用を促進

・企業活動における脱炭素化・低炭素化を促進するため、産業部門での熱の面的利用など、更なる熱エネルギーの活用を促進

【バイオマス熱・地中熱】
家庭や事業所でのストーブ・ボイラー利用や融雪装置などを中心に導入が進んできたところ。県民や事業者の一層の理解促進を図りながら、導入拡大を推進

【産業部門での熱の面的利用】
工業団地における天然ガスを利用した地域熱供給システムの導入を促進

【その他の熱利用】
コスト面や技術面の課題等を踏まえながら、事業化の可能性を検討

# （３）後期エネルギー政策推進

## 政策展開の視点と施策の考え方・方向性

### 【視点1】大規模事業の県内展開促進

・エネルギー戦略の目標達成とともに、カーボンニュートラルの実現に向けた、洋上風力発電等の大規模再エネ設備の導入拡大
・発電事業者と地域との信頼関係構築のもと、地域の合意形成を促進
**・産業振興や交流人口拡大、地域活性化に繋がる取組みを市町村や関係団体等と連携して推進**

### 【視点2】再生可能エネルギーの地産地消

・エネルギー価格の高騰を背景とした自家消費やCO2フリー電力等の新たな需要に対応する再エネ設備（蓄電池を含む）の導入支援
・庄内地域における新たな地域新電力の設立に向けた支援や、地域新電力間の連携による供給体制の構築
**・産業部門における未利用熱等の利活用の拡大**

### 【視点3】地球温暖化対策としての徹底した省エネの推進及び再生可能エネルギー等の導入拡大

・徹底した省エネと再エネの導入拡大・利用促進
・エネルギー消費量の多い家庭部門・業務部門の省エネ対策や、運輸部門の脱炭素化を推進
・水素などの新たな技術の導入と県民・事業者等の理解促進

### 【視点4】地域資源の活用による経済循環及び地域課題の解決

**・地域資源を活かして生み出された再エネの地域内利用と利益の還元等による地域活性化の促進**
・脱炭素を成長の機会と捉え、地域課題解決に取り組む人材の育成強化や産学官民金の連携

### 【視点5】エネルギー供給のレジリエンス強化

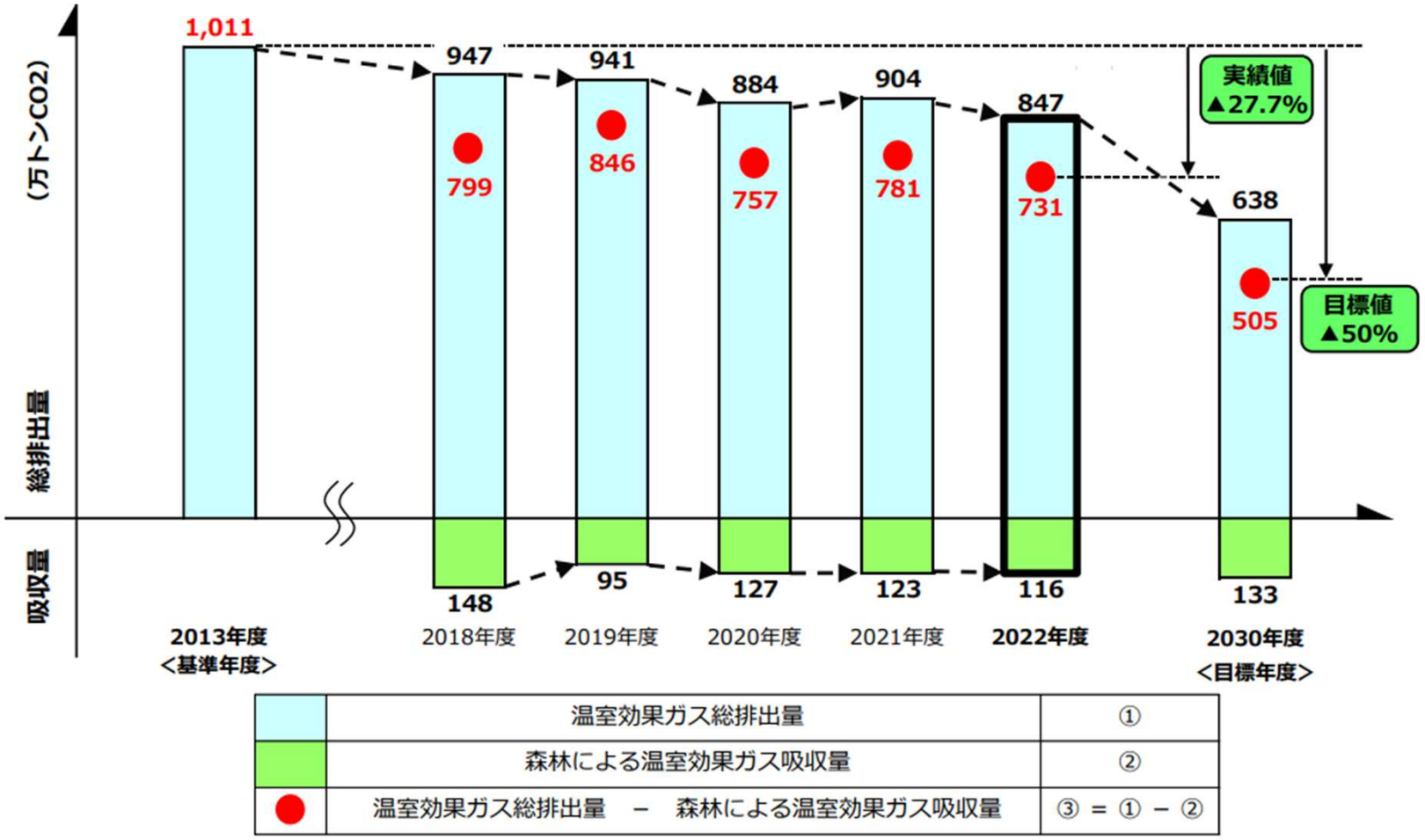
・災害による停電への対応等のレジリエンス向上に向け、自家消費型の太陽光発電や蓄電池の導入、電動車の活用等を促進

### 【視点6】自然環境や歴史･文化等と調和を図った再生可能エネルギーの導入促進

・発電事業者と地域住民等との適切な調整のもと、地域の自然環境等との調和が図られ、地域活性化につながる持続可能な再エネの導入を促進

→ 2050年カーボンニュートラルの実現へ

## （４）山形県のCO2排出量の状況と目標値




（出典）山形県の2022年度（令和４年度）における温室効果ガス排出量（環境企画課）

### ○ CO2総排出量から吸収量を差し引いた数値

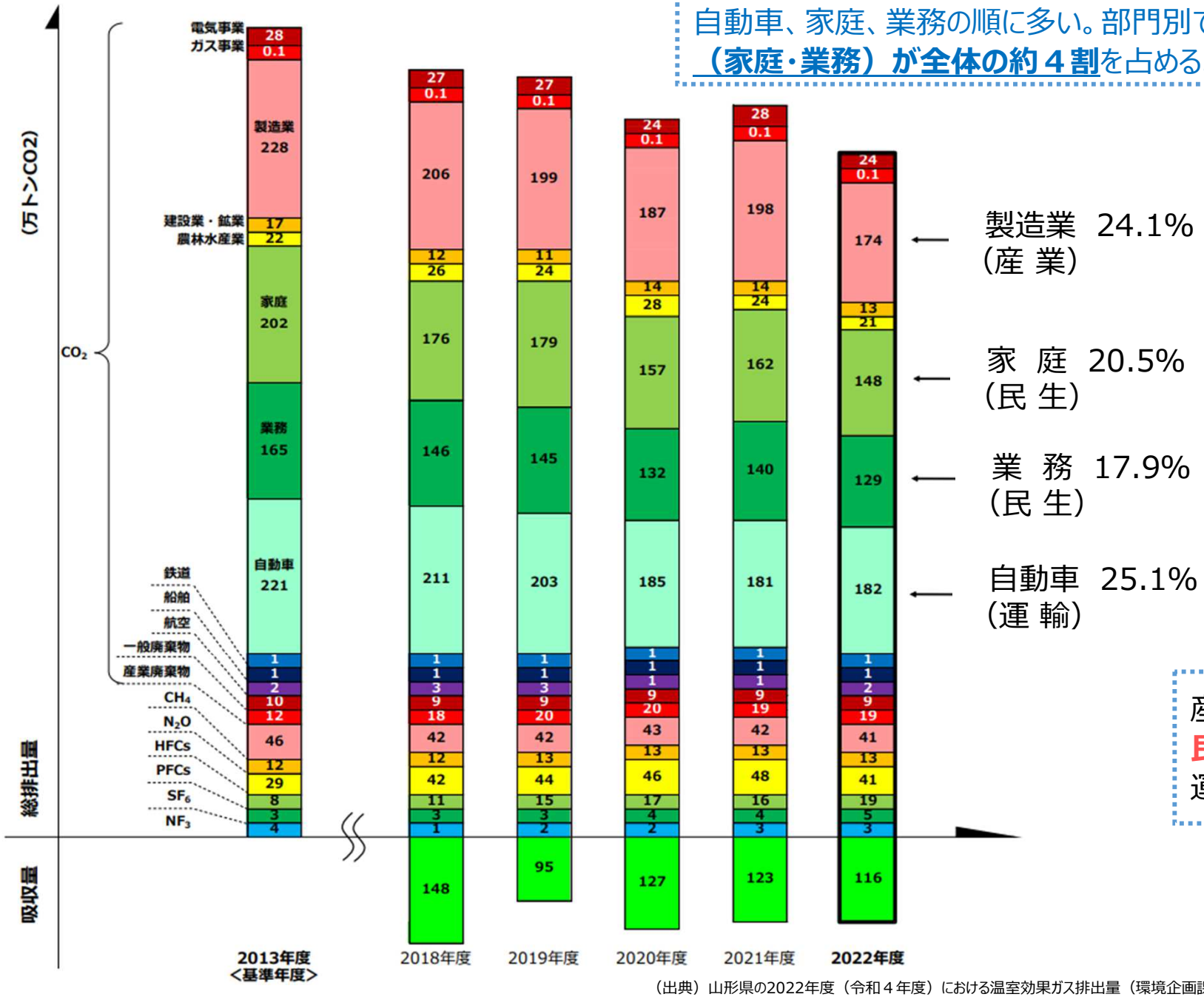
基　準：2013（平成25）年度　1,011万トン
現　状：2022（令和４）年度　　731万トン（基準年度比▲27.7%）
目　標：2030（令和12）年度　　505万トン（基準年度比▲50.0%、現状比▲30.9%）

※ 2050（令和32）年度に基準年度比で▲100%（カーボンニュートラル）を目標

▲226万トン

# （５）県内の部門別の温室効果ガス排出量

県内の2022年度における二酸化炭素排出量は、製造業、自動車、家庭、業務の順に多い。部門別では、**民生部門（家庭・業務）が全体の約４割**を占める。




（出典）山形県の2022年度（令和４年度）における温室効果ガス排出量（環境企画課）

# ３．県内の再生可能エネルギー・未利用エネルギー（熱）の分布とポテンシャル



## （１）温泉熱

山形県の温泉は、全国的に見て優れた泉質と豊富な湯量を誇り、温泉王国として知られている。県内のすべての市町村に温泉があり、多様な温泉地が点在している。




| 地域 | No | 温泉名 | 市町村 |
|---|---|---|---|
| 最上 | 1 | まむろ川温泉 | 真室川町 |
| | 2 | 羽根沢温泉 | 鮭川村 |
| | 3 | 神室温泉 | 金山町 |
| | 4 | 肘折温泉 | 大蔵村 |
| | 5 | 瀬見温泉 | 最上町 |
| | 6 | 赤倉温泉 | 最上町 |
| | 7 | 草薙温泉 | 戸沢村 |
| 村山 | 8 | 銀山温泉 | 尾花沢市 |
| | 9 | 碁点温泉 | 村山市 |
| | 10 | さくらんぼ東根温泉 | 東根市 |
| | 11 | 天童温泉 | 天童市 |
| | 12 | 蔵王温泉 | 山形市 |
| | 13 | かみのやま温泉 | 上山市 |
| | 14 | 月山志津温泉 | 西川町 |
| | 15 | 寒河江温泉 | 寒河江市 |
| 庄内 | 16 | 湯の台温泉 | 酒田市 |
| | 17 | 鳥海温泉 | 遊佐長 |
| | 18 | 湯野浜温泉 | 鶴岡市 |
| | 19 | 湯田川温泉 | 鶴岡市 |
| | 20 | 由良温泉 | 鶴岡市 |
| | 21 | あつみ温泉 | 鶴岡市 |
| 置賜 | 22 | 川西温泉 | 飯豊町 |
| | 23 | 湯の沢温泉 | 米沢市 |
| | 24 | 赤湯温泉 | 南陽町 |
| | 25 | 小野川温泉 | 米沢市 |
| | 26 | 白川温泉 | 飯豊町 |
| | 27 | 白布温泉 | 米沢市 |
| | 28 | 新高湯温泉 | 米沢市 |

（出典）https://yamagata-winter.jp/onsenmap.html

## （２）雪氷熱

- 山形県の積雪量は41.5cm3(2011年)で全国３位。県内ほぼ全域が特別豪雪地帯に指定されている。
- 山形県内では、最上地域、置賜地域、北村山地域、西村山地域、庄内地域の山麓部で多量の降雪が見られ、平野部や東南村山地域では比較的少ない傾向がある。

表　県内雪氷熱導入施設（2014年12月現在、大規模導入施設）

| | 市町村 | 完成年度 | 所有者・管理者 | 施設名 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 金山町 | H13 | 金山町 | 金山町森林交流センター（シェーネスハイム金山） |
| 2 | 新庄市 | H11 | 新庄市農業協同組合 | ゆきむろ倉庫 |
| 3 | 新庄市 | H7 | 山形県 | 雪エネルギー利用実験施設（もがみゆきっこ） |
| 4 | 舟形町 | H6 | 舟形町 | 農林漁業体験実習館 |
| 5 | 舟形町 | H10 | 沖の原機械利用組合 | 籾類等乾燥調製貯蔵施設「利雪型貯蔵庫」 |
| 6 | 舟形町 | H24 | ㈱カネシチ | 木材乾燥施設 |
| 7 | 庄内町 | H11 | 庄内町<br>庄内町種苗センター運営協議会 | 花き種苗センター |
| 8 | 尾花沢市 | H13 | 尾花沢市 | 尾花沢市役所雪山冷房システム |
| 9 | 尾花沢市 | H18 | ㈱ふるさと振興公社 | 花笠の湯「雪蔵」 |
| 10 | 鶴岡市 | H7 | 鶴岡市<br>庄内たがわ農業協同組合 | あさひの雪蔵 |
| 11 | 大石田町 | H12 | 大石田町<br>次年子産業共同組合 | 次年子雪蔵 |
| 12 | 村山市 | H9 | 村山市<br>みちのく村山農業協同組合 | 村山市雪室施設 |
| 13 | 村山市 | H15 | みちのく村山農業協同組合 | JAみちのく村山零温雪室倉庫 |
| 14 | 村山市 | H25 | 山形県<br>山形県立村山産業高等学校 | 山形県立村山産業高等学校 |
| 15 | 高畠町 | H15 | 高畠町 | 高畠町立糠野目小学校 |
| 16 | 川西町 | H19 | 川西町 | 川西町フレンドリープラザ |
| 17 | 飯豊町 | H10 | 飯豊町<br>飯豊町雪室施設管理組合 | 雪室施設 |
| 18 | 飯豊町 | H19 | ㈱いいで雪室研究会 | ㈱いいで雪室研究所 |




（出典）雪氷熱エネルギー活用事例集
（やまがたゆきみらい推進機構・山形県村山総合支庁）

## （３）木質バイオマス

山形県の森林資源は、全国的に見て非常に豊富で、その利用は高度に発達している。これは、山形県が東北地方という森林資源に恵まれた地域に位置すること、そして、林業サプライチェーンの強化によるものと考えられる。

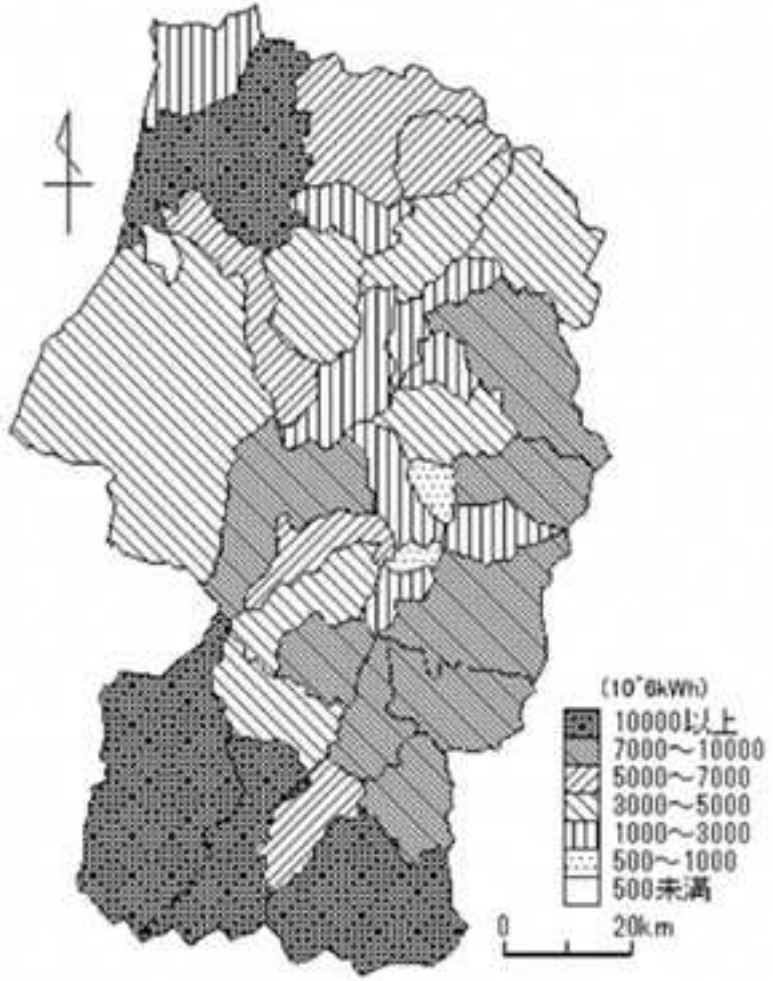
表　山形県市町村別森林資源量（発電ポテンシャル）

| | 材積 | 賦存量 | 年間成長量 | 年間成長量 | | 材積 | 賦存量 | 年間成長量 | 年間成長量 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 千 $m^3$ | 百万 kWh | 千 $m^3$ | 百万 kWh | | 千 $m^3$ | 百万 kWh | 千 $m^3$ | 百万 kWh |
| 山形市 | 2,329 | 8,441 | 38 | 99 | 大江町 | 1,992 | 6,195 | 35 | 86 |
| 米沢市 | 5,667 | 23,428 | 85 | 235 | 大石田町 | 524 | 1,948 | 8 | 22 |
| 鶴岡市 | 1,462 | 4,849 | 25 | 62 | 金山町 | 1,718 | 5,113 | 31 | 74 |
| 酒田市 | 3,431 | 14,786 | 50 | 142 | 最上町 | 1,502 | 4,276 | 27 | 65 |
| 新庄市 | 1,073 | 3,589 | 18 | 46 | 舟形町 | 782 | 2,673 | 13 | 33 |
| 寒河江市 | 754 | 2,830 | 12 | 32 | 真室川町 | 2,232 | 6,049 | 41 | 97 |
| 上山市 | 2,332 | 9,086 | 36 | 98 | 大蔵村 | 758 | 2,223 | 14 | 33 |
| 村山市 | 1,401 | 4,803 | 23 | 60 | 鮭川村 | 763 | 2,542 | 13 | 33 |
| 長井市 | 966 | 4,056 | 14 | 40 | 戸沢村 | 1,176 | 3,442 | 21 | 51 |
| 天童市 | 733 | 2,704 | 12 | 31 | 高畠町 | 1,724 | 7,415 | 25 | 71 |
| 東根市 | 1,811 | 7,758 | 26 | 75 | 川西町 | 1,130 | 5,598 | 15 | 46 |
| 尾花沢市 | 2,311 | 8,284 | 38 | 98 | 小国町 | 2,803 | 11,429 | 42 | 117 |
| 南陽市 | 2,322 | 7,932 | 39 | 99 | 白鷹町 | 2,410 | 7,137 | 43 | 104 |
| 山辺町 | 772 | 2,404 | 13 | 33 | 飯豊町 | 3,161 | 13,899 | 45 | 130 |
| 中山町 | 205 | 729 | 3 | 9 | 三川町 | — | — | — | — |
| 河北町 | 260 | 800 | 5 | 11 | 庄内町 | 1,091 | 5,766 | 13 | 43 |
| 西川町 | 2,862 | 9,280 | 49 | 123 | 遊佐町 | 395 | 2,310 | 4 | 15 |
| 朝日町 | 1,046 | 3,533 | 18 | 45 | 合計 | 55,900 | 207,310 | 893 | 2,357 |

（（山形県 2017a, 2017b, 2020a）をもとに作成）

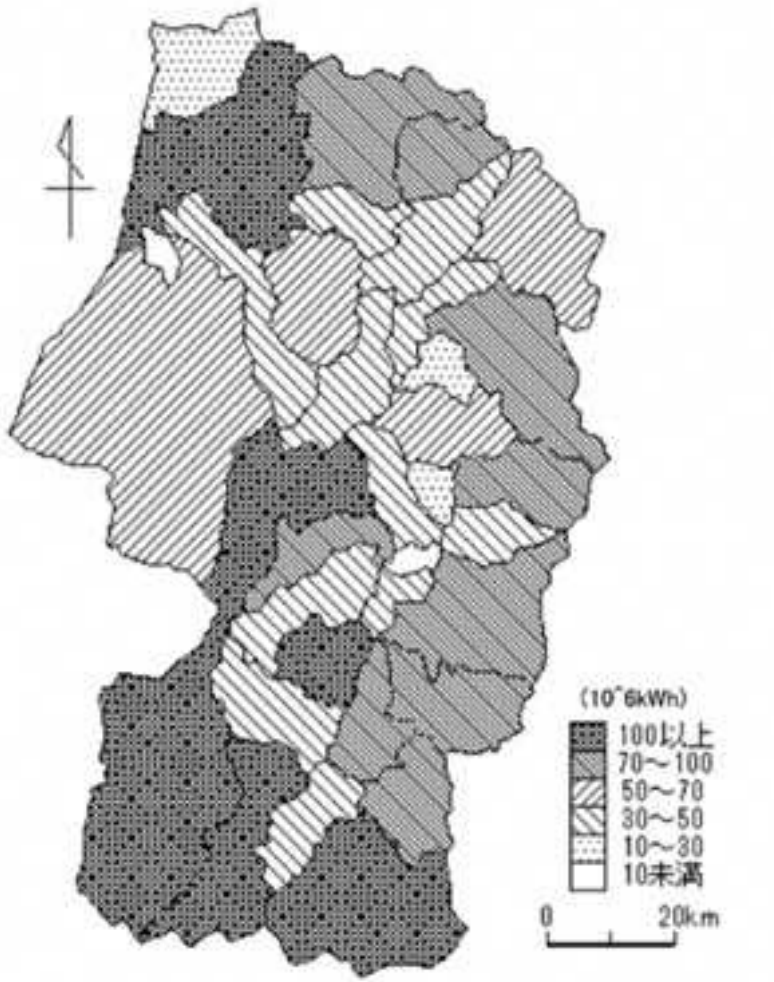
（出典）森林資源のエネルギー利用の特徴－山形県におけるバイオマス発電を事例として－
（海邉健二,2022.3、法政大学地理学会）

特に県南部（米沢市や飯豊町）での賦存量が大きい。北部の一部（酒田市）も大きなポテンシャルがある。




第３図　山形県における市町村別の賦存量

((山形県 2017a, 2017b, 2020a) をもとに作成)




第４図　山形県における市町村別の年間成長量

((山形県 2017a, 2017b, 2020a) をもとに作成)

（出典）森林資源のエネルギー利用の特徴－山形県におけるバイオマス発電を事例として－
（海邉健二,2022.3、法政大学地理学会）

## （４）清掃工場（ごみ焼却排熱）

県内には８つの清掃工場があり、いずれも余熱利用しているが、発電は５施設、施設外へ熱利用（温水利用）しているのは２施設（立谷川エネルギー回収施設、川口エネルギー回収施設）である。

表　山形県内清掃工場

| 地方公共団体名 | 施設名称 | 年間処理量 (t/年度) | 施設全体の処理能力 (t/日) | 炉数 | 使用開始年度 | 余熱利用の状況 | 発電能力 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | | 発電能力 (kW) | 総発電量（実績値） (MWh) |
| 鶴岡市 | 鶴岡市ごみ焼却施設 | 36,053 | 160 | 2 | 2020 | 発電（場内利用） | 3,020 | 19,163 |
| 東根市外二市一町共立衛生処 | 東根市外二市一町共立衛生処理組合ごみ焼却処理施設 | 38,224 | 195 | 3 | 1994 | 場内温水，その他 | | |
| 山形広域環境事務組合 | エネルギー回収施設(立谷川) | 41,222 | 150 | 2 | 2017 | 場内温水，発電（場内利用），場外温水，発電（場外利用） | 3,100 | 16,528 |
| 山形広域環境事務組合 | エネルギー回収施設（川口） | 36,547 | 150 | 2 | 2018 | 場内温水，発電（場内利用），場外温水，発電（場外利用） | 3,220 | 16,776 |
| 最上広域市町村圏事務組合 | 最上広域市町村圏事務組合エコプラザもがみ | 17,572 | 90 | 2 | 2002 | 場内温水 | | |
| 置賜広域行政事務組合 | 置賜広域行政事務組合千代田クリーンセンターごみ焼却施設 | 50,237 | 255 | 3 | 1998 | 場内温水，発電（場内利用），発電（場外利用），その他 | 2,150 | 16,616 |
| 西村山広域行政事務組合 | 西村山広域行政事務組合寒河江地区クリーンセンターごみ焼却処理施設 | 15,610 | 100 | 2 | 2000 | 場内温水 | | |
| 酒田地区広域行政組合 | 酒田地区広域行政組合ごみ焼却施設 | 40,515 | 196 | 2 | 2002 | 場内温水，場内蒸気，発電（場内利用），発電（場外利用） | 1,900 | 13,448 |
| 尾花沢市大石田町環境衛生事 | 尾花沢市大石田町環境衛生事業組合ごみ処理施設 | 5,093 | 30 | 1 | 2002 | 場内温水 | | |

（出典）環境省（2023年度）

## （５）下水処理場（下水処理水・汚泥消化ガス・汚泥焼却熱）

- 県内の下水処理場は35施設あり、そのうち、７施設で下水汚泥消化設備がある。
- 山形県内に汚泥焼却設備は無い。

表　山形県内下水処理場

| 市町村等団体名 | 処理場名 |
|---|---|
| 最上川流域 | 村山浄化センター |
| 最上川流域 | 置賜浄化センター |
| 最上川流域 | 山形浄化センター |
| 最上川下流流域 | 庄内浄化センター |
| 山形市 | 山形市浄化センター |
| 山形市 | 前明石ケーキ処理場 |
| 米沢市 | 米沢浄水管理センター |
| 鶴岡市 | 鶴岡浄化センター |
| 鶴岡市 | 温海浄化センター |
| 鶴岡市 | 湯野浜浄化センター |
| 鶴岡市 | 櫛引浄化センター |
| 鶴岡市 | 鼠ヶ関浄化センター |
| 鶴岡市 | 小堅浄化センター |
| 鶴岡市 | 羽黒浄化センター |
| 鶴岡市 | あさひ浄化センター |
| 酒田市 | 酒田市クリーンセンター |
| 酒田市 | 八幡浄化センター |
| 酒田市 | 松山浄化センター |
| 新庄市 | 新庄市浄化センター |
| 寒河江市 | 寒河江市浄化センター |
| 上山市 | 上山市浄水センター |
| 長井市 | 長井市公共下水道管理センター |
| 西川町 | 西川浄化センター |
| 大江町 | 大江町浄化センター |
| 金山町 | 金山浄化センター |
| 最上町 | 向町浄化センター |
| 舟形町 | 舟形浄化センター |
| 真室川町 | 真室川浄化センター |
| 大蔵村 | 肘折下水処理場 |
| 大蔵村 | 清水浄化センター |
| 戸沢村 | 古口浄化センター |
| 小国町 | 小国浄化センター |
| 白鷹町 | 白鷹浄化管理センター |
| 遊佐町 | 遊佐浄化センター |
| 尾花沢市大石田町環境衛生事業組合 | 銀山温泉浄化センター |

表　山形県内下水汚泥消化設備

| 市町村等団体名 | 処理場名 |
|---|---|
| 最上川流域 | 山形浄化センター |
| 山形市 | 山形市浄化センター |
| 米沢市 | 米沢浄水管理センター |
| 鶴岡市 | 鶴岡浄化センター |
| 鶴岡市 | 羽黒浄化センター |
| 酒田市 | 酒田市クリーンセンター |
| 上山市 | 上山市浄水センター |

（出典）下水道統計（2021年度）

# ４．山形県内大規模熱源・熱需要家マップ

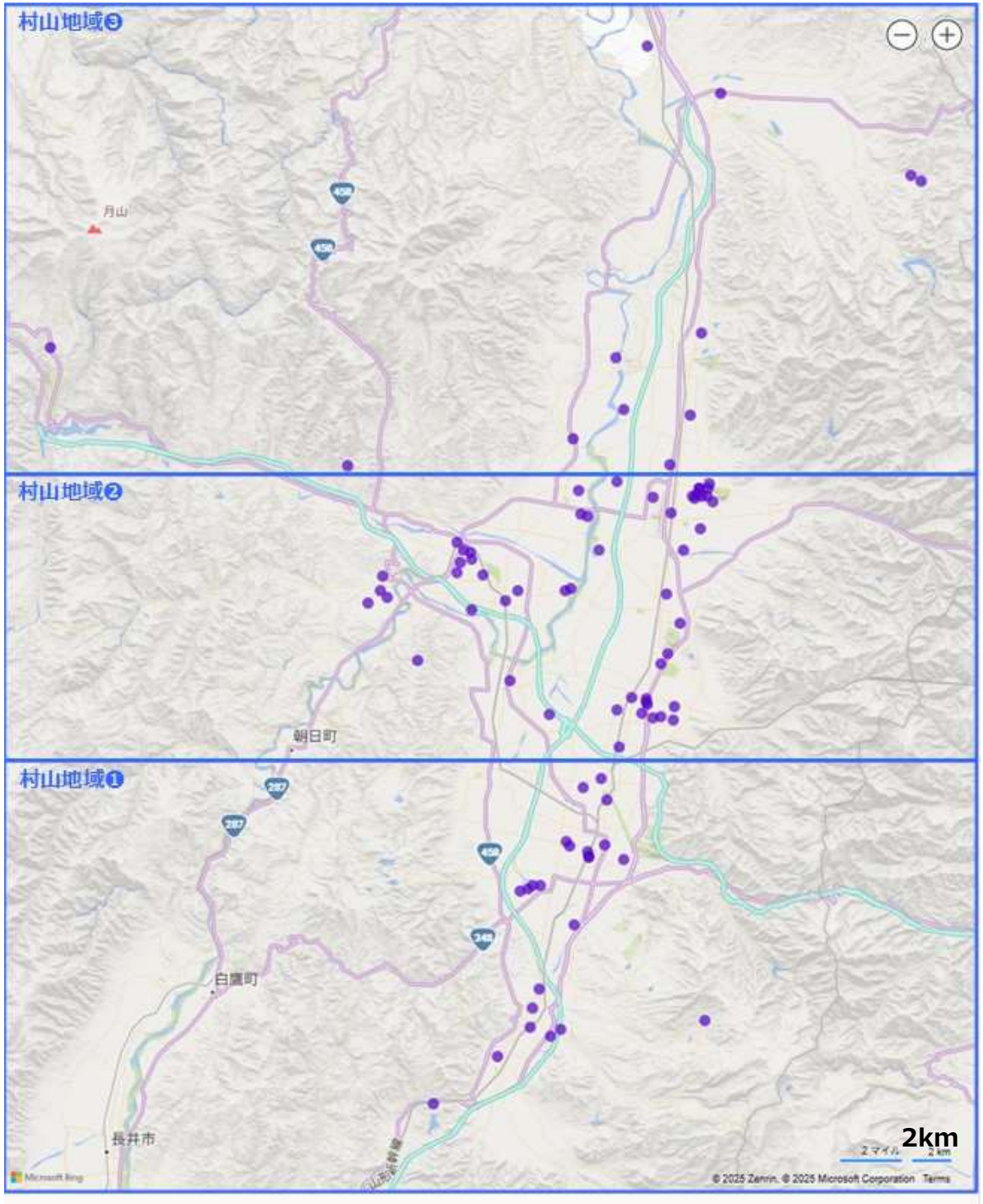
面的な熱利用では、熱源と需要地が近い必要がある。そこで、県内の大規模未利用熱源と大規模熱需要施設の位置を地図に記載し、未利用熱源活用の需給マップを作成した。

| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） |  |
| | • 下水処理場（浄化センター） |  |
| | • 温泉源 |  |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 |  |

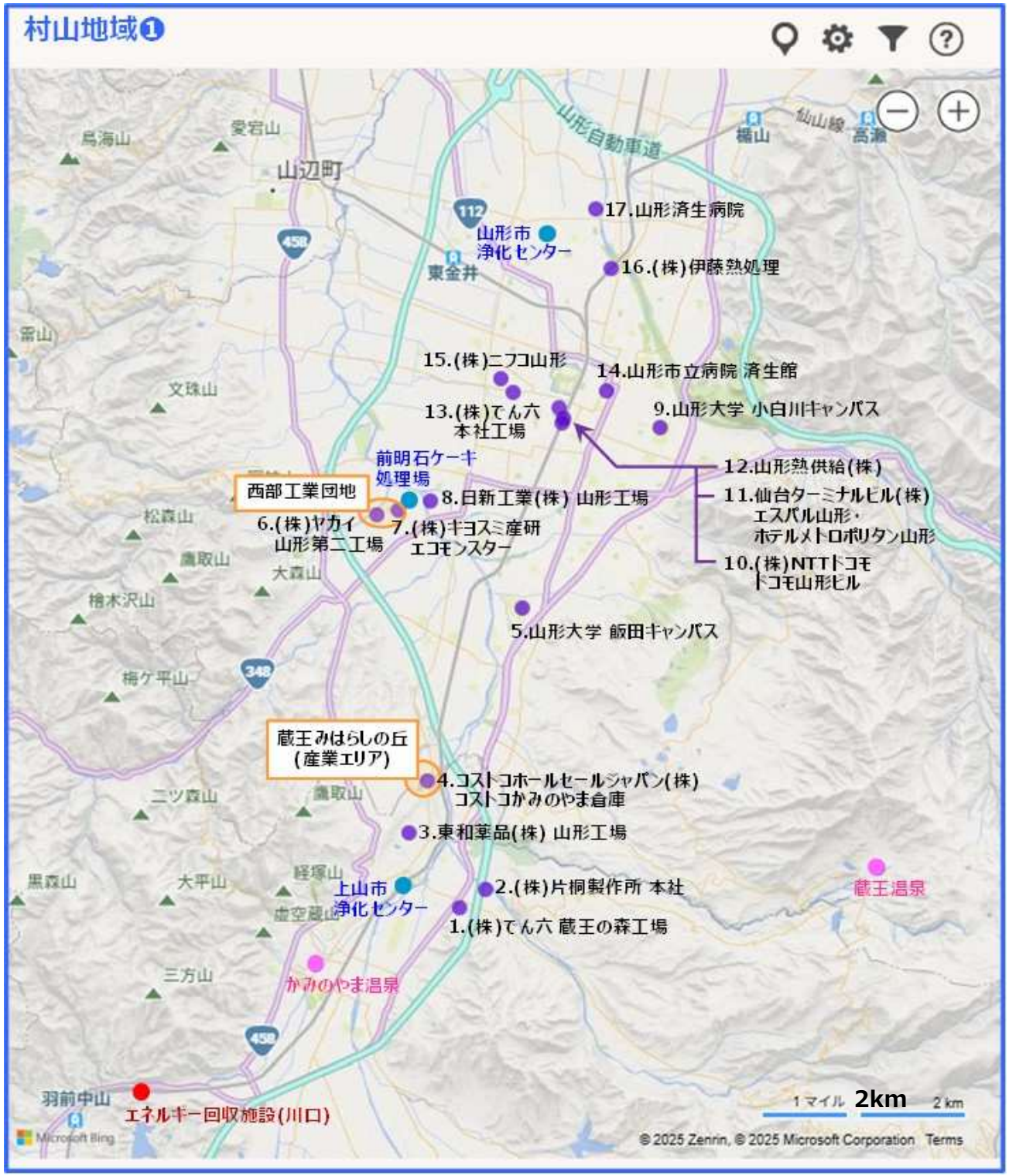
- 村山地域、置賜地域、庄内地域、最上地域の4地域に分けて示す。
- 全体的に見て、大規模な未利用熱源と熱需要地域が隣接しているところは少ないとみられる。
- 本資料では、熱需要施設は大規模なエネルギー需要をもつエネルギー管理指定工場のみを示したが、エネルギー管理指定工場以外の中小規模の施設がプロジェクト熱需要施設候補となることもありうる。これらの施設については検討の進捗に応じて、本マップに追記していくこととする。

## （１）村山地域

村山地域は対象施設が多いため、右図に示す南部①、中部②、北部③の3区域にわけて整理した。



- 村山地域南部①は、山形市があり、業務・商業系での対象施設が多い。地域冷暖房地区(山形駅西口地区)もある。蔵王温泉・かみのやま温泉等の大規模な温泉がある。工業団地もある。
- 村山地域中部②は、東根大森工業団地、寒河江中央工業団地等大規模な工業団地が多い。清掃工場・下水処理場も多くある。空港（山形空港）もある。
- 村山地域北部③は、工業団地もなく、単独の大規模工場が点在する。




| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | |
| | • 下水処理場（浄化センター） | |
| | • 温泉源 | |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | |




| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | |
| | • 下水処理場（浄化センター） | |
| | • 温泉源 | |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | |

別図１




別図2

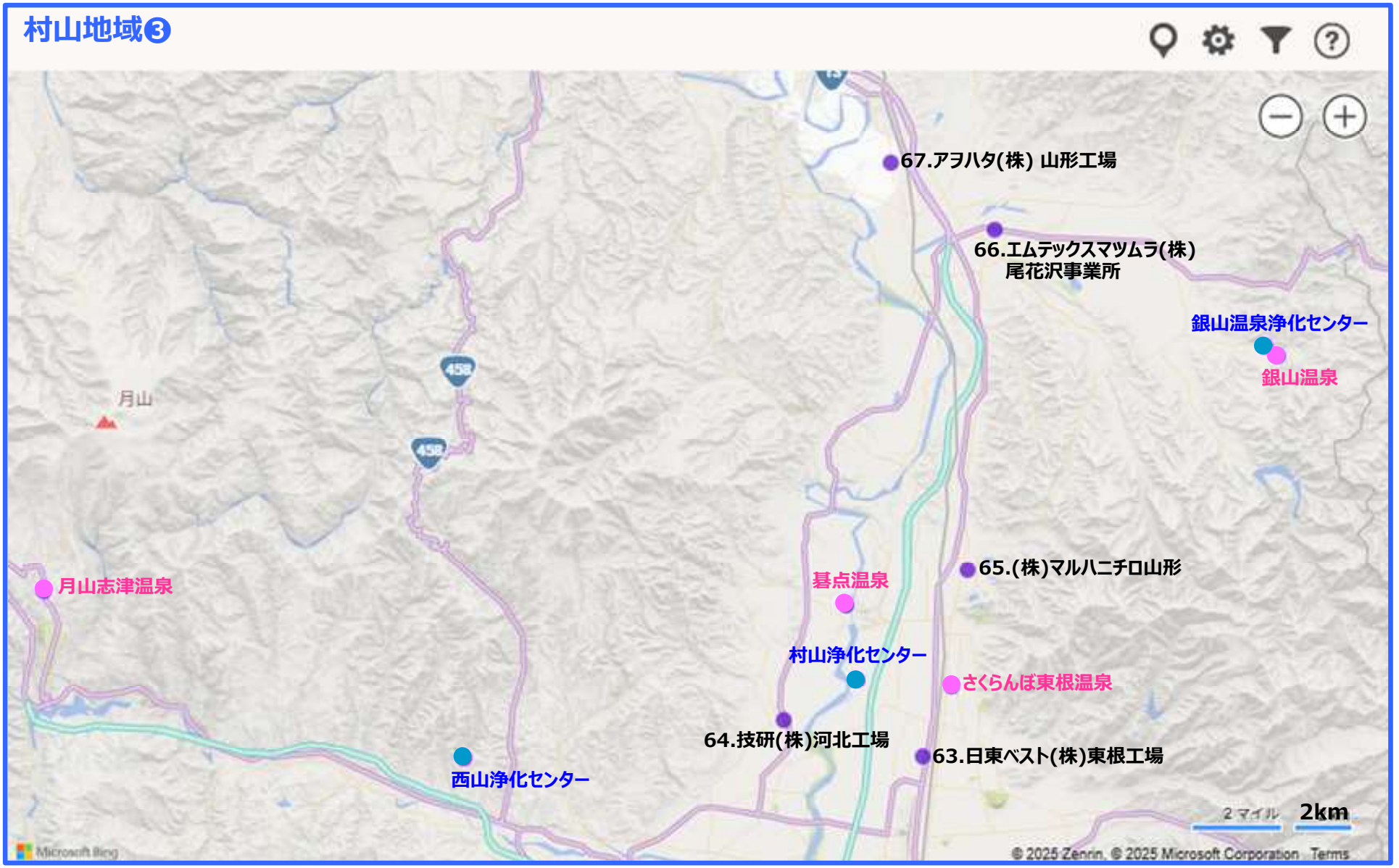



別図３




| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | |
| | • 下水処理場（浄化センター） | |
| | • 温泉源 | |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | |

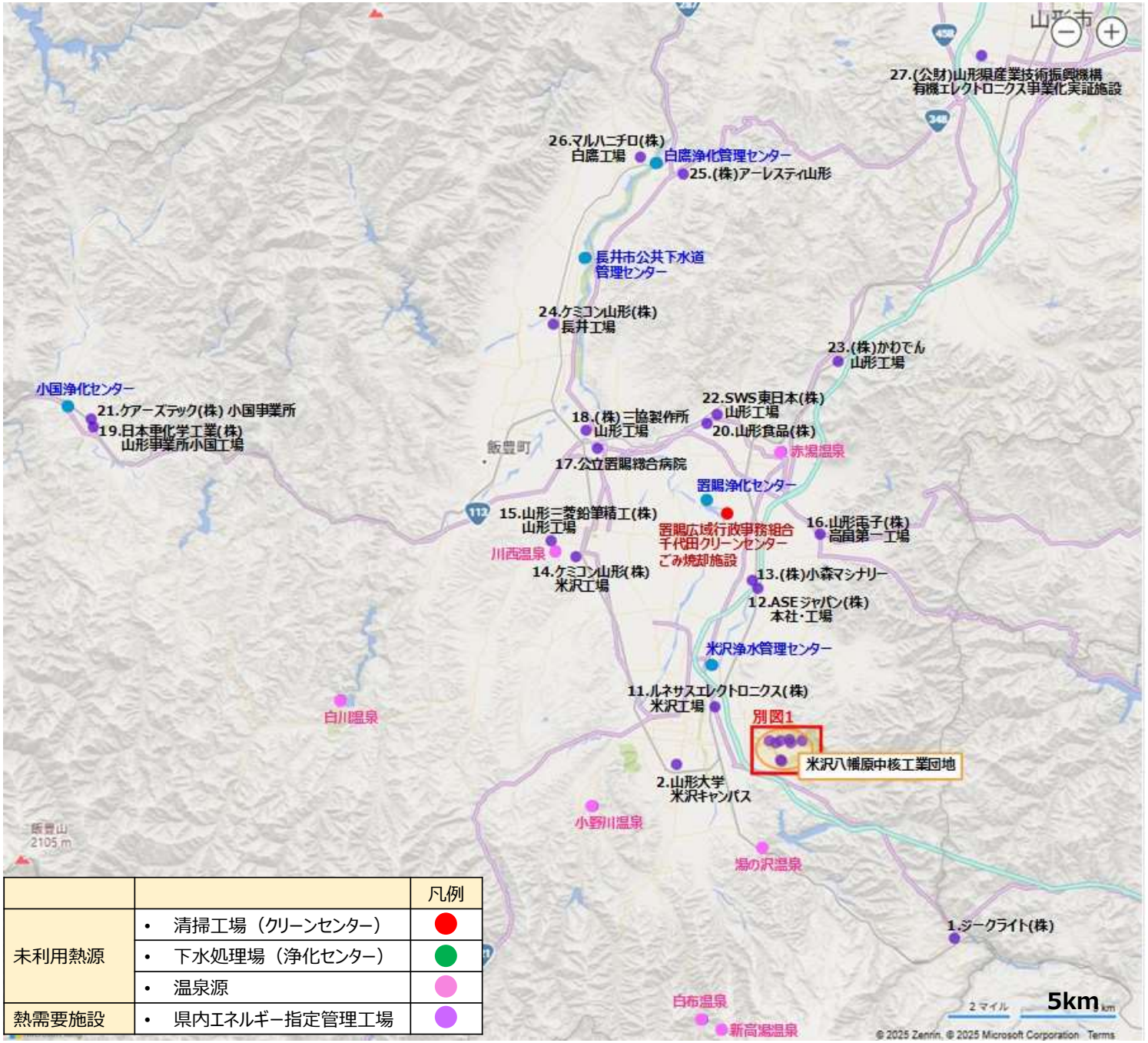
# 村山地域❸




| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | |
| | • 下水処理場（浄化センター） | |
| | • 温泉源 | |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | |

## （２）置賜地域

置賜地域は、米沢市に大規模工業団地があり、清掃工場・下水処理場・温泉等がある。



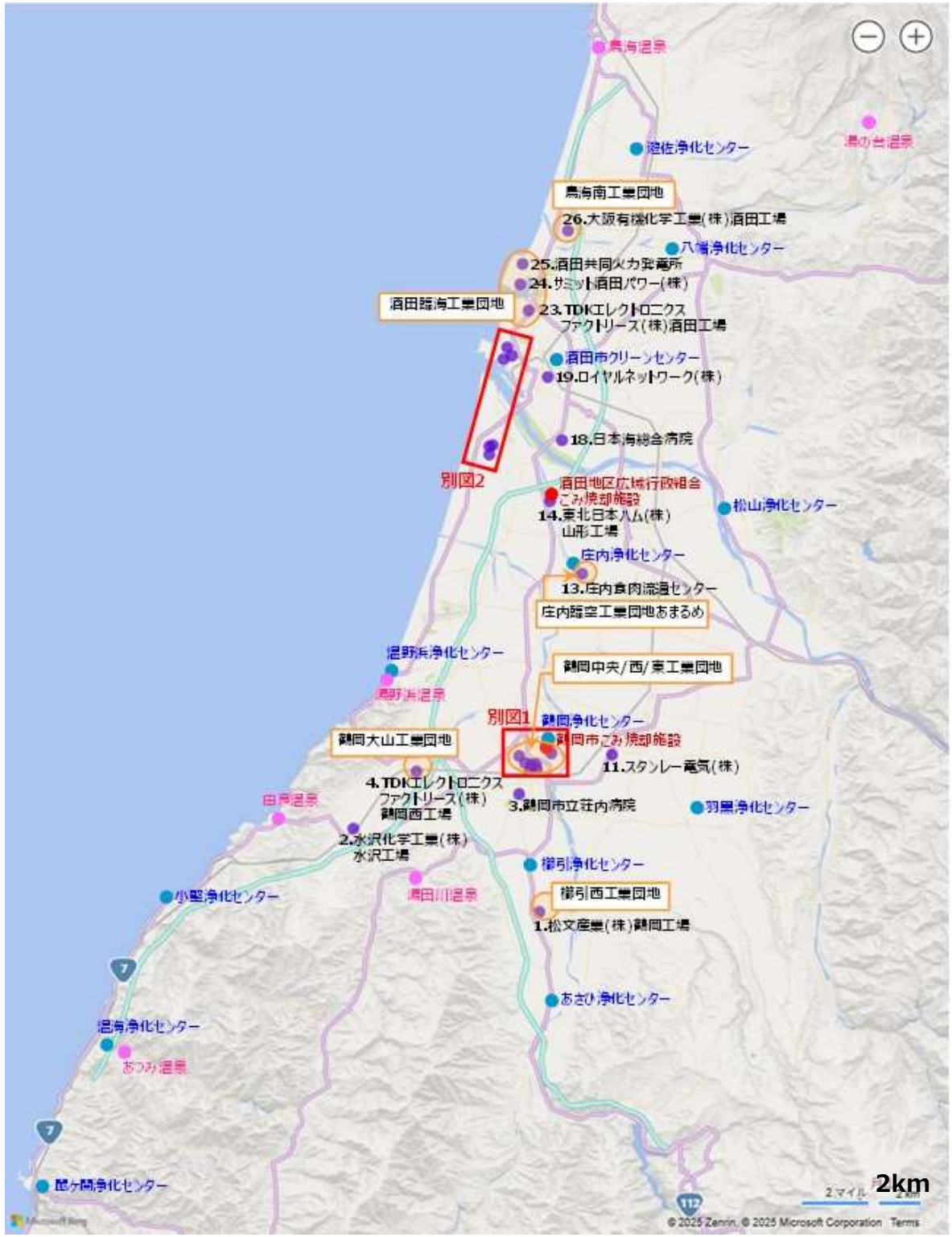

| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | |
| | • 下水処理場（浄化センター） | |
| | • 温泉源 | |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | |




| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | ● |
| | • 下水処理場（浄化センター） | ● |
| | • 温泉源 | ● |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | ● |

## （３）庄内地域

- 庄内地域には多くの工業団地があり、温泉も多い。
- 清掃工場･下水処理場も多い。




| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | |
| | • 下水処理場（浄化センター） | |
| | • 温泉源 | |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | |

別図1




別図2




| | | 凡例 |
|---|---|---|
| 未利用熱源 | • 清掃工場（クリーンセンター） | |
| | • 下水処理場（浄化センター） | |
| | • 温泉源 | |
| 熱需要施設 | • 県内エネルギー指定管理工場 | |

## （4）最上地域

最上地域には新庄市を中心に工業団地がある。温泉や清掃工場・下水処理場も多い。




※地図の中で下の部分は一部村山地区（尾花沢市）が入っておりますのでご注意願います。

# ５．再エネ熱源等に関するアンケート

## （１）目的

温泉熱や地中熱などの県内に賦存するカーボンニュートラルに貢献する熱源の面的な利用を進めるため、本県の暮らしや産業、社会基盤における新たな熱利用の可能性（熱利用モデル）について調査・研究を進めるに際して、実現性の高いプロジェクトを抽出するために、県内各市町村の開発計画や再エネ熱のポテンシャル状況等についてアンケート調査を行う。

## （２）アンケート項目

- 熱利用の促進に向けた具体的な取り組みについて
- 熱利用の促進に向けた課題について
- 再エネ熱等の利用可能性がある施設について
- 市町村内の再エネ熱・未利用エネルギーについて

## （３）回答状況等

35市町村中33市町村から回答在り。

## （４）アンケート結果

### ①熱利用の促進に向けた具体的な取り組みについて

１）ハード面の取り組み

- ハード面の取り組みでは地中熱とバイオマス熱に関する取り組みが多い。
- 補助事業の活用ではバイオマス熱が多い。

| | | 件数 | 備考 |
|---|---|---|---|
| 設備導入 | 太陽熱 | 2 | |
| | 地中熱 | 12 | |
| | 温泉熱 | 2 | |
| | 雪氷熱 | 3 | |
| | バイオマス熱 | 10 | |
| | その他 | 6 | CGS、太陽光発電、バイオマス発電＋排熱利用　等 |
| 実施 補助事業の | 太陽熱 | 2 | |
| | 地中熱 | 3 | |
| | 温泉熱 | 0 | |
| | 雪氷熱 | 1 | |
| | バイオマス熱 | 5 | |
| | その他 | 2 | |

２）ソフト面の取り組み

- 行政主導ではない住民団体の発足（再生可能エネルギーでの町づくりについて、町会議員との懇談会や研究内容の発表等を実施）
- クールビズの実施
- 熱利用啓発用チラシの作成、配布など

②熱利用の促進に向けた課題について

- 熱利用の促進に向けた課題では、導入コスト・採算性・予算等に関するもの、知識・ノウハウ不足に関するもの、マンパワー不足に関するもの等がある。

| 課題点 | 回答数 | 備考 |
|---|---|---|
| 導入コスト | 5 | |
| 取組方法不明 | 8 | |
| 予算不足 | 6 | |
| マンパワー不足 | 8 | |
| 知識・情報・技術不足 | 7 | |
| 費用対効果 | 1 | |
| その他 | 7 | 脱炭素への理解不足 |
| | | 既に導入済みの設備の今後の更新（コスト、維持管理等） |
| | | 関係者の理解を得ることが困難（温泉熱） |
| | | 修繕等を含め再エネの導入にはコストがかかるため、慎重になるべき |
| | | 建築物省エネ法に規定する計算式（WEBプログラム）に木質バイオマス設備の導入に伴う省エネ効果が含まれていない |
| | | 他の設備（太陽光発電、木質バイオマスストーブ等）と比べ導入実績が少ない |
| | | 町の84%を占める森林活用を主としているが、森林資源の活用に課題感を持っている |

③再エネ熱等の利用可能性がある施設について

新設5件（市街地再開発、学校建設、病院建設、工業団地等）、既存１件の地区がある。

| | 地区概要 |
|---|---|
| 新設 | 七日町第1ブロック東地区市街地再開発事業 |
| | 統合中学校建設 |
| | 統合病院建設 |
| | 旧町民プール跡地住宅開発整備事業 |
| | 長井南産業団地 |
| 既設 | 鳥海ふれあいの里 |

④市町村内の再エネ熱・未利用エネルギーについて

温泉熱８件、温泉熱＋地中熱１件、バイオマス発電排熱1件がある。

| | | |
|---|---|---|
| 既設 | 温泉熱：7件 | べに花温泉 ひなの湯 |
| | | テルメ柏陵健康温泉館 |
| | | 柳川温泉 |
| | | 南陽市赤湯（温泉街） |
| | | なの花温泉田田 |
| | | 西浜源泉・鳥海源泉 |
| | 温泉熱＋地中熱：1件 | いきいきランドぽんぽ館 |
| | 木質バイオマス発電排熱利用：1件 | (株)北越マテリアル 米沢工場 |
| 不明 | 温泉熱 | |

# ６．山形県における熱の面的利用の導入メニュー

## （１）山形県の地域特性等からみた熱の面的利用の導入メニュー

### ■山形県の地域特性等

- 地域の再エネ熱・未利用エネルギー熱として地下水、温泉、雪氷、木質バイオマス等がある。
- 山形県は地中熱の利用が全国2位で、特に地下水の直接利用(オープンループ地中熱利用)が1番普及している。
- 県内には多くの工業団地があり、エネルギーの面的利用が検討されているところもある。
- エネルギー面的利用に必要な大規模なエネルギー需要密集地域は、上記工業団地以外では山形市の中心市街地等一部に限られる。
- 県内には消雪用のパイプが多く埋設されており、夏季は使われていないため、既存インフラとして活用できる可能性がある。
- 果物・花き等を中心にブランド作物が多い。

### ■地域特性等からみた熱の面的利用導入の視点

- 需要を考えると、エネルギー面的利用サイトとしては、山形市等都市の中心市街地、工業団地、一部の温泉街、再開発地域等が考えられる。
- 熱需要増大と地域作物のブランド化（カーボンニュートラル）をねらい、地域ブランド果物・花き等の施設栽培設備を整備してはどうか。
- 大規模な工業団地以外では、エネルギーサービスだけの事業では事業規模的に採算をとるのが難しい。まちおこしや新産業創出につながるようなプロジェクトの発掘が望まれる。

### ■熱の面的利用導入メニュー

**①帯水層蓄熱による面的熱利用**

- 山形市内等にある既存の消雪配管を活用し、帯水層蓄熱を活用した地中熱利用による面的な熱利用を検討
- 市街地開発の他温室等への利用も考えられる。

**②工業団地におけるエネルギーの面的利用**

- 県内の大規模な工業団地を抽出し、ガスコージェネレーションシステム（ガスCGS）等による面的な電力・熱の利用を検討

**③温泉熱を活用した面的熱利用**

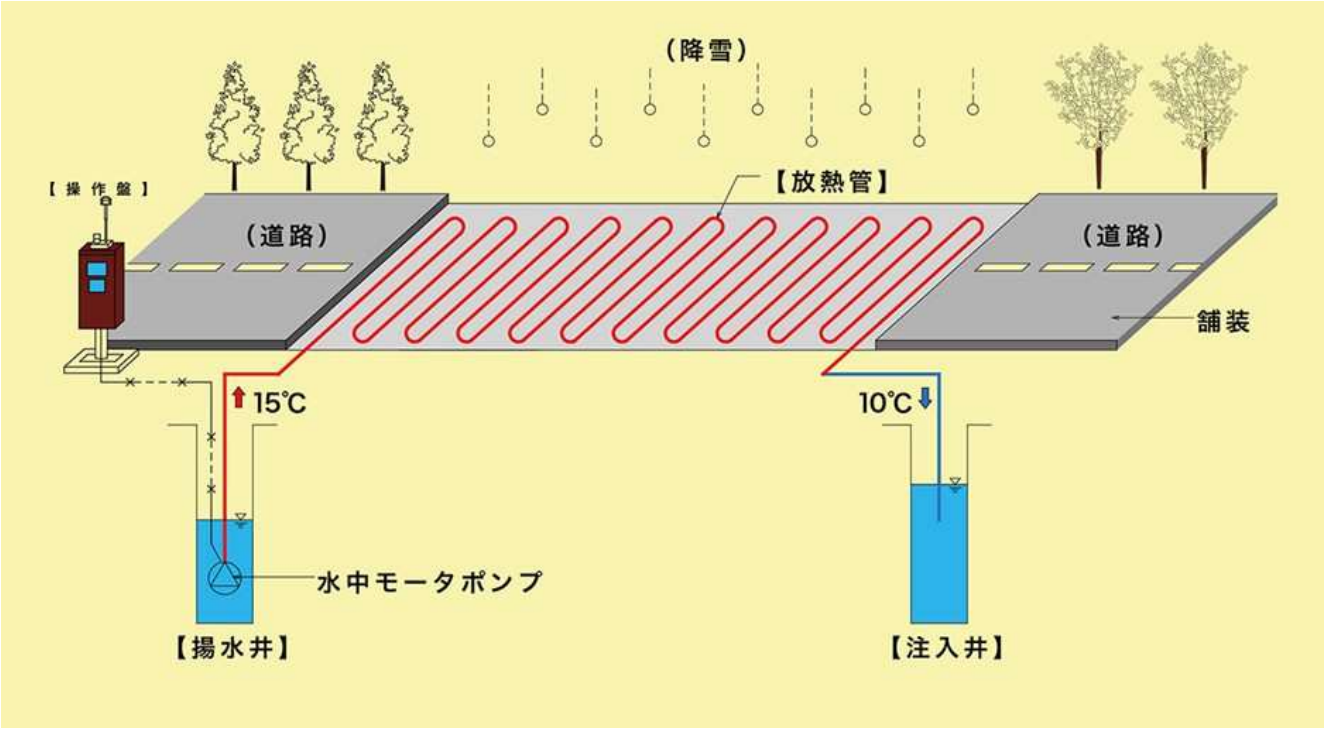
- 温泉熱を活用し温泉街の活性化につながるような面的熱利用を検討

## （２）帯水層蓄熱による面的熱利用

### ①山形県における帯水層蓄熱導入の意義

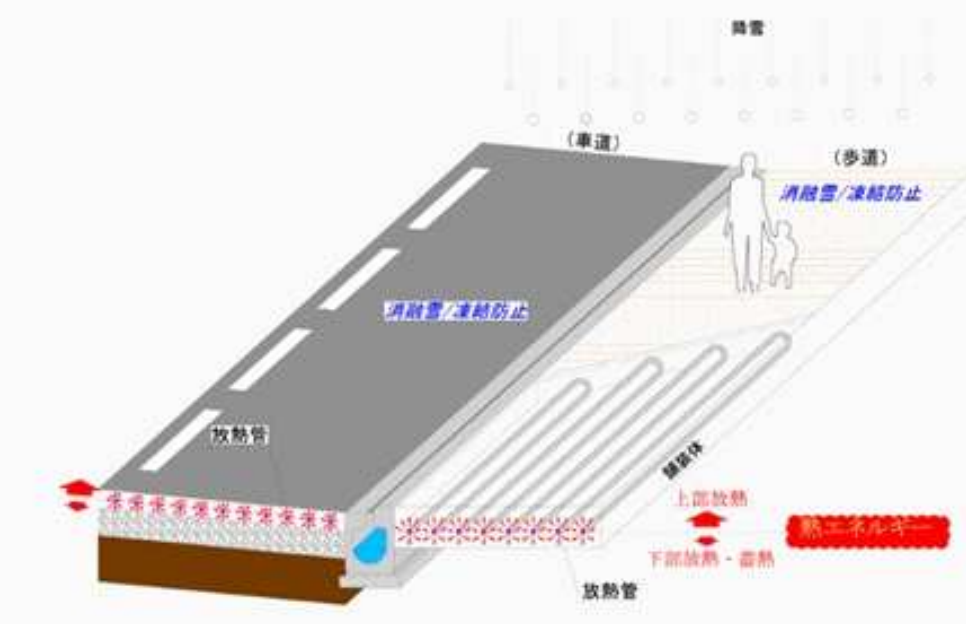
- 山形県は地中熱の利用が全国2位で、特に地下水の直接利用(オープンループ地中熱利用)が1番普及している。
- 山形県内には地下水を活用した消雪配管が多くあるが、活用時期は冬季に限られており、夏季は利用されていない。消雪配管には散水式と無散水式があるが、無散水式では熱供給の配管として利用できる可能性がある。
- 大阪・関西万博の地域熱供給システムとしても使われた帯水層蓄熱を利用すれば、冬季の暖房排熱（冷熱）を帯水層で蓄熱しておき、夏季に蓄熱した冷熱と消雪配管を活用し、面的な冷水供給ができるのではないか。
- 山形市内に本社がある日本地下水開発㈱では、帯水層蓄熱冷暖房システムの導入実績をもち、多くの技術ノウハウがあることから、山形県内において既存消雪配管と帯水層蓄熱技術を活用した地域熱供給を検討する。

■無散水消雪システムイメージ




（出典）日本地下水開発HP

## 無散水消雪システム概要図

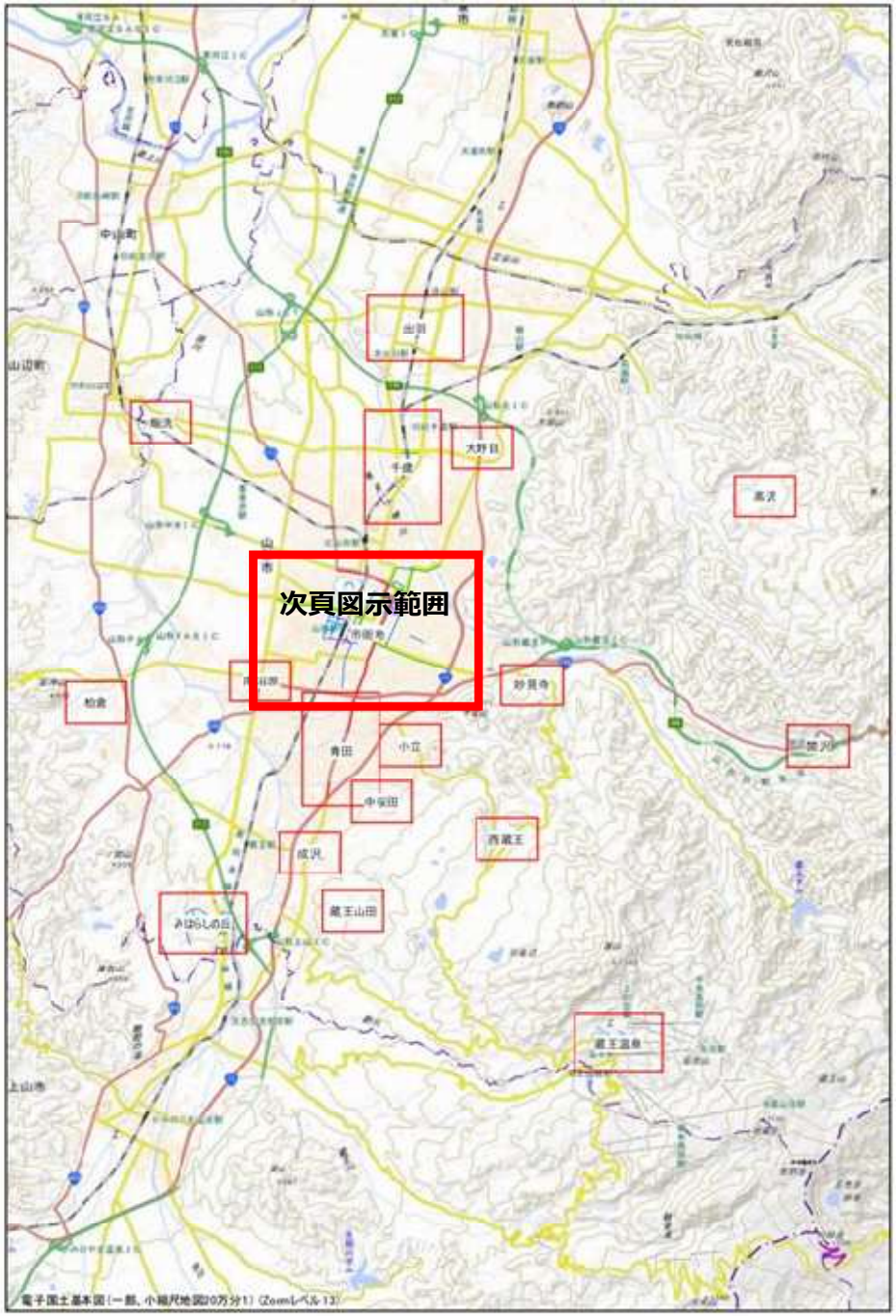



（出典）日本地下水開発HP



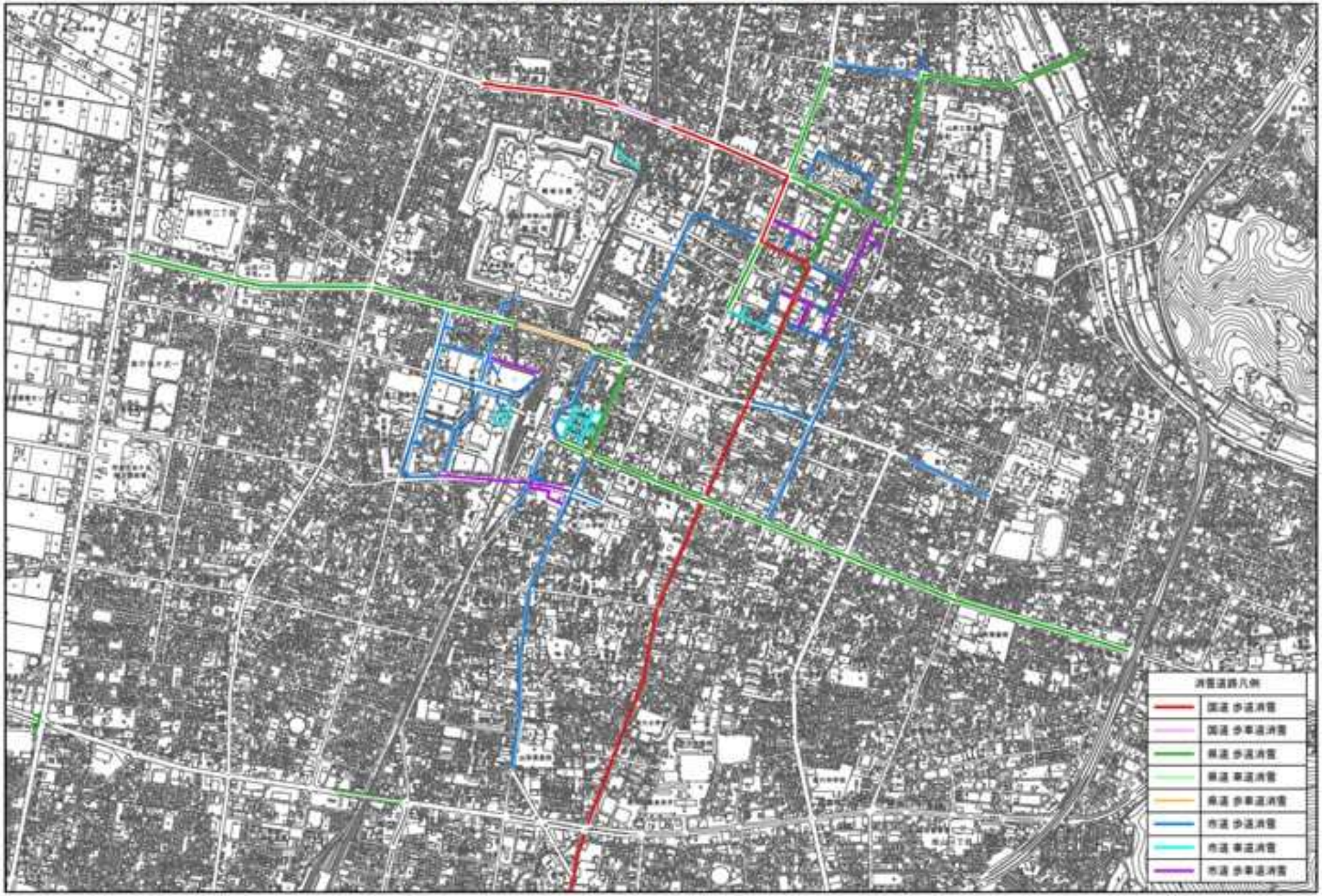

（出典）日本地下水開発HP

## 山形市内消雪道路路線図（全体図）




（出典）山形市HP消雪道路情報

# 消雪道路路線図（市街地）



（出典）山形市HP消雪道路情報

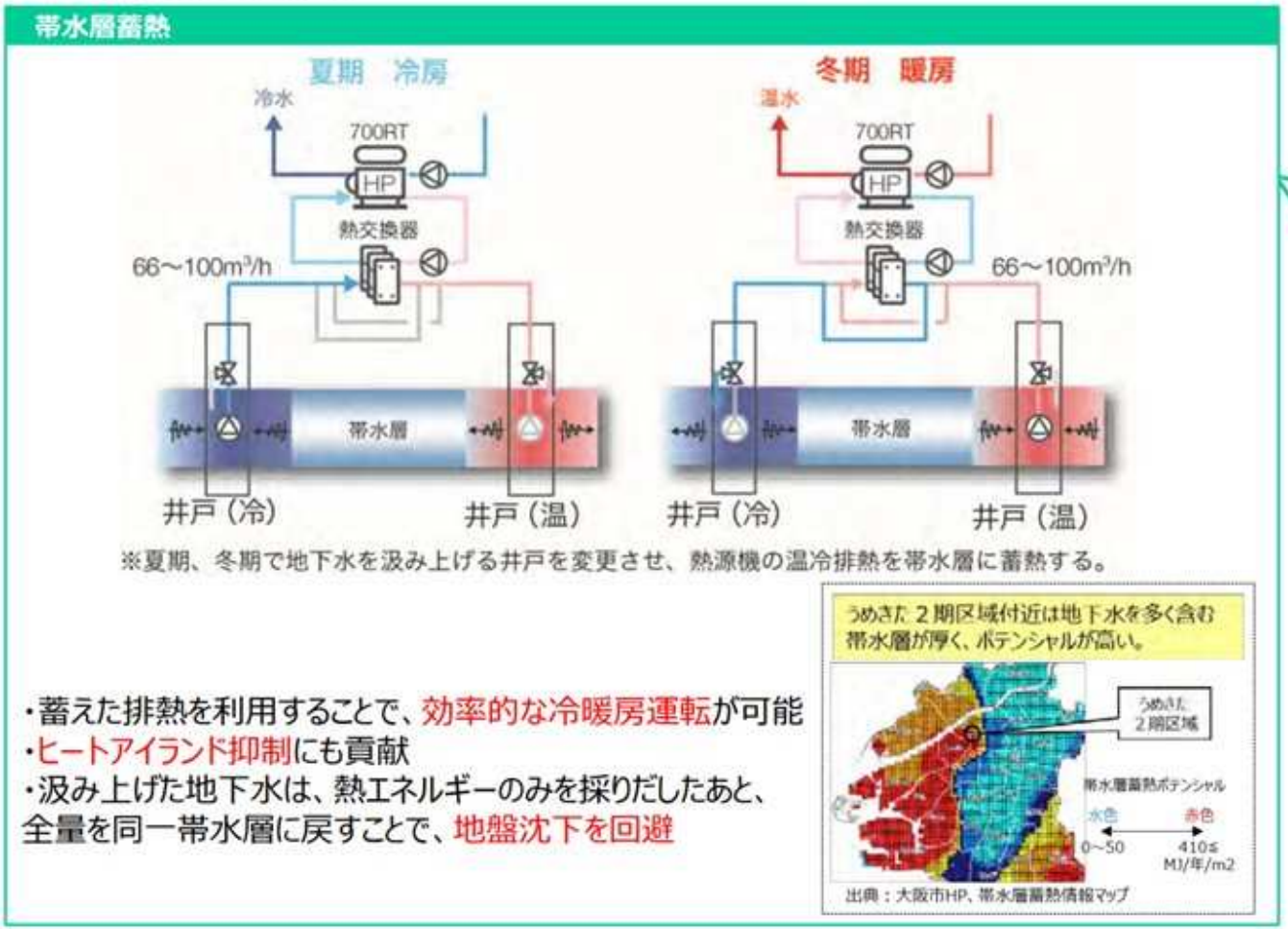
②帯水層蓄熱事例

1）うめきた２期（2024年9月～）

（出典）うめきた2期地区開発における先導的技術（日建設計、R6年１月）
（空気調和衛生工学会近畿支部環境工学研究会講演）

うめきた2期地区開発における先導的技術
空気調和衛生工学会近畿支部
環境工学研究会講演（環境省　CO2排出削減対策強化誘導型技術開発・実証事業）

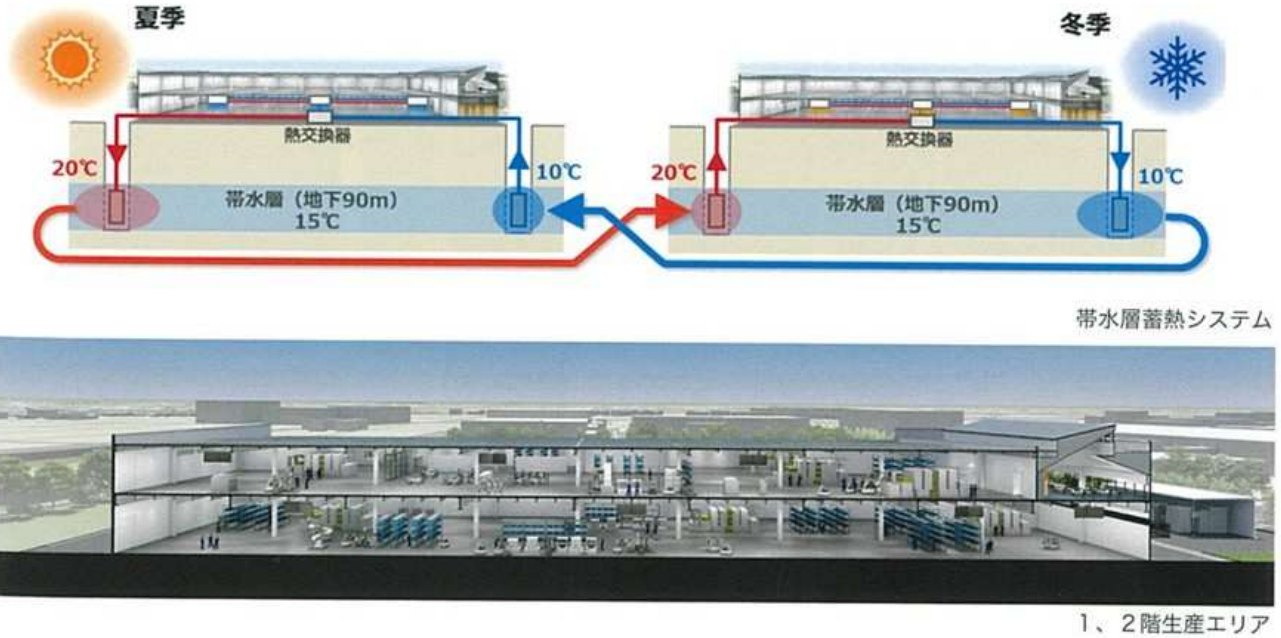
- 事業期間：平成27年度～平成30年度
- 実施者：大阪市、大阪市立大学、岡山大学、関西電力、三菱重工業、ニュージェック、環境総合テクノス、森川鑿泉工業所
- 開発目標：日本初の大容量のエネルギー貯蔵システムを実現。






## 2）愛三工業安城新工場

愛三工業安城新工場（2025年5月竣工）では、帯水層蓄熱で民間企業初の大規模利用を実施。設備は90mの揚水井戸と還元井戸をそれぞれ１本ずつ設置し、地下水を熱源に地中熱ヒートポンプ（冷房能力703kW、暖房能力878kW）で冷暖房を行う。




（出典）大林組プレスリリース　https://prtimes.jp/main/html/rd/p/000000047.000118168.html



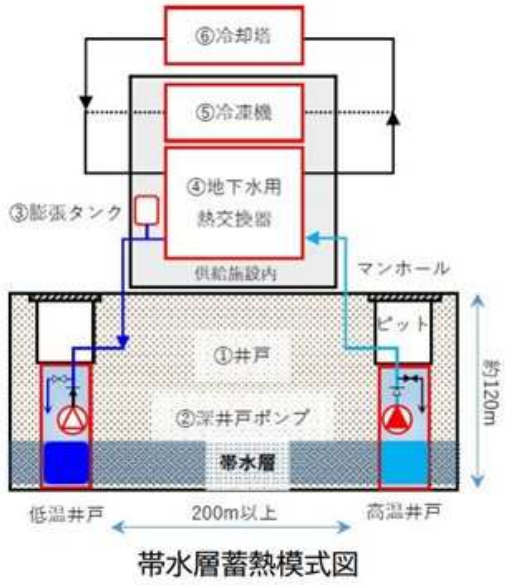

工場外観

（出典）愛三工業プレスリリース　https://www.aisan-ind.co.jp/article_source/data/ja_news/detail/2025/201.html

## 3）大阪・関西万博

大阪万博は2025年4月13日から10月13日に開催されるため、万博施設空調の画期的な省エネルギー対策と敷地屋外の暑熱対策が望まれる。そのため、地中の大規模な蓄熱機能を活用して、2024年12月から2025年3月までの冬期に、低温外気により地中の帯水層を冷やしておき、開催期間における①万博地域熱供給設備用熱源として活用。



帯水層蓄熱模式図

帯水層蓄熱利用のため、帯水層井戸を 万博設備として整備し、熱供給施設に おける再生可能エネルギー活用を行う。

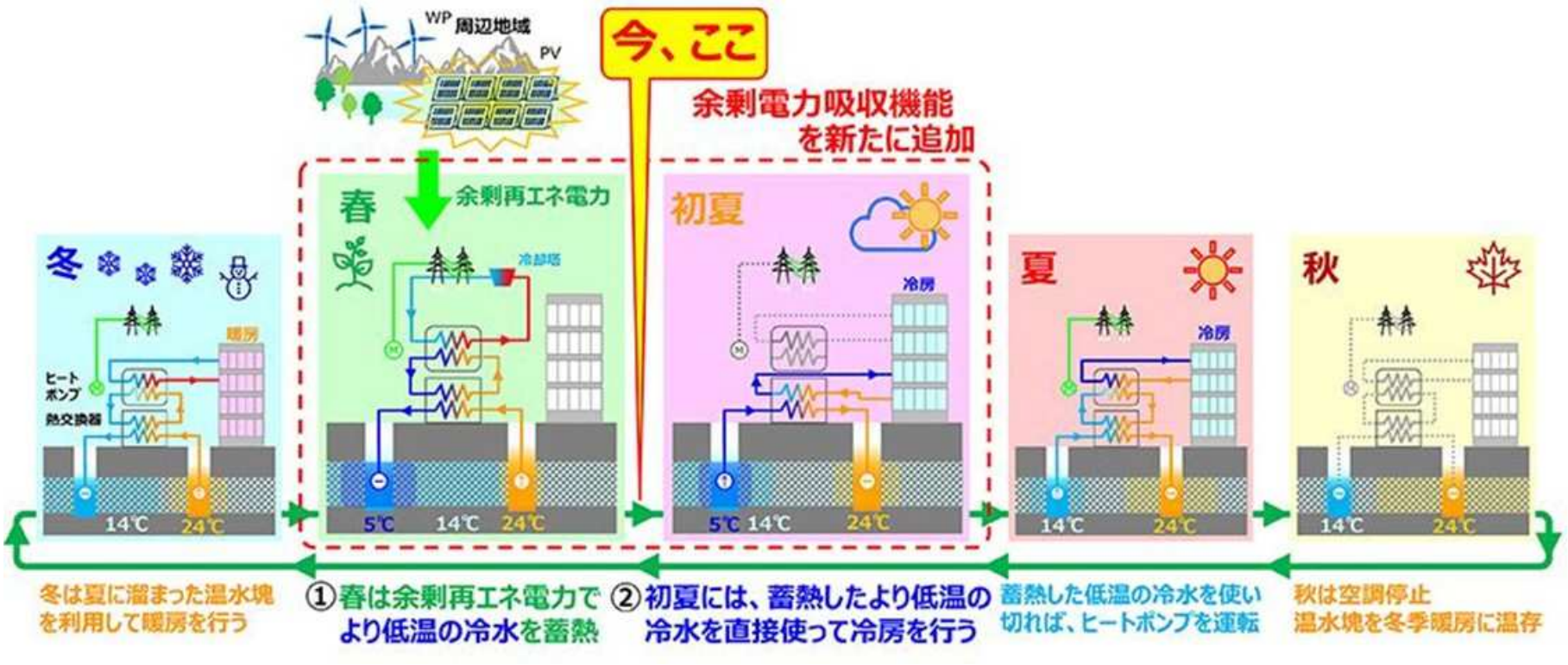
（出典）「博覧会会場のエネマネ（省エネ）について」（2025日本国際博覧会協会）

https://www.expo2025.or.jp/wp-content/uploads/220930_2-4_enerugimanezimento_aa.pdf

## ４）帯水層蓄熱システムを活用した「余剰再エネ電力吸収システム」

◆ 再生可能エネルギーの課題に応える新たな電力吸収の仕組みを大阪公立大学などと共同開発
◆ 余剰電力を効率的に活用する新制御システムを設計・構築、高効率蓄冷で余剰電力の有効活用に貢献

三菱重工サーマルシステムズ㈱は、代表事業者である大阪公立大学をはじめとする共同実施者・協力者との実施体制のもと、帯水層蓄熱システムを活用した「余剰再エネ電力吸収システム」の実証試験を開始した。
今回の共同開発では、帯水層蓄熱システムに対し、世界で初めて余剰再エネ電力吸収システムを採用。余剰再エネ電力吸収システムは、冷熱の蓄積と放出を柔軟に繰り返す短周期蓄放熱と、季節間蓄熱によって地中に蓄えられた冷水塊の中に、さらに低温の冷水を蓄える多重蓄熱機能を備える。




（出典）三菱重工プレスインフォーメーション　https://www.mhi.com/jp/news/25070102.html

## （３）山形県における利用イメージ

県内での帯水層蓄熱を活用したシステムとして以下のようなメニューが考えられる。

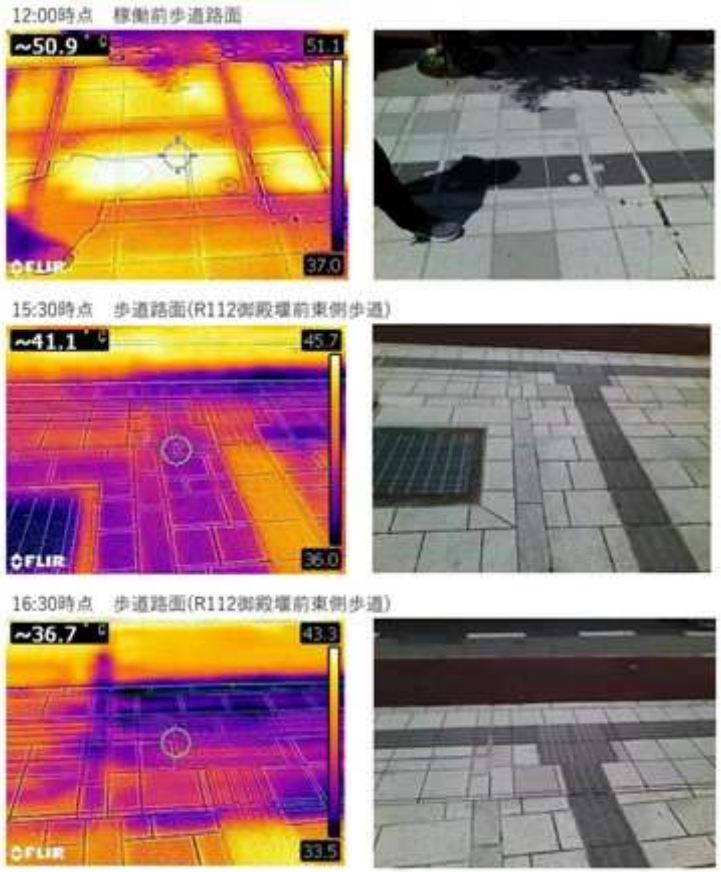
- 市街地建物への熱供給＋消雪＋夏季路面冷却（ヒートアイランド防止）
- 施設栽培への利用（果物・花き）

### １）市街地建物への熱供給＋消雪＋夏季路面冷却(ヒートアイランド防止)

- 消雪配管埋設道路沿いに位置する大規模な建物(中央式熱源方式)への熱供給
- 冬季は消雪や建物への暖房用温水供給等に利用（暖房→消雪のカスケード利用）
- 夏季は建物への冷房用冷水供給とともに路面冷却に貢献しヒートアイランド防止にもつながる。
- 冬季・夏季とも帯水層蓄熱利用

**運転前**

**運転後**



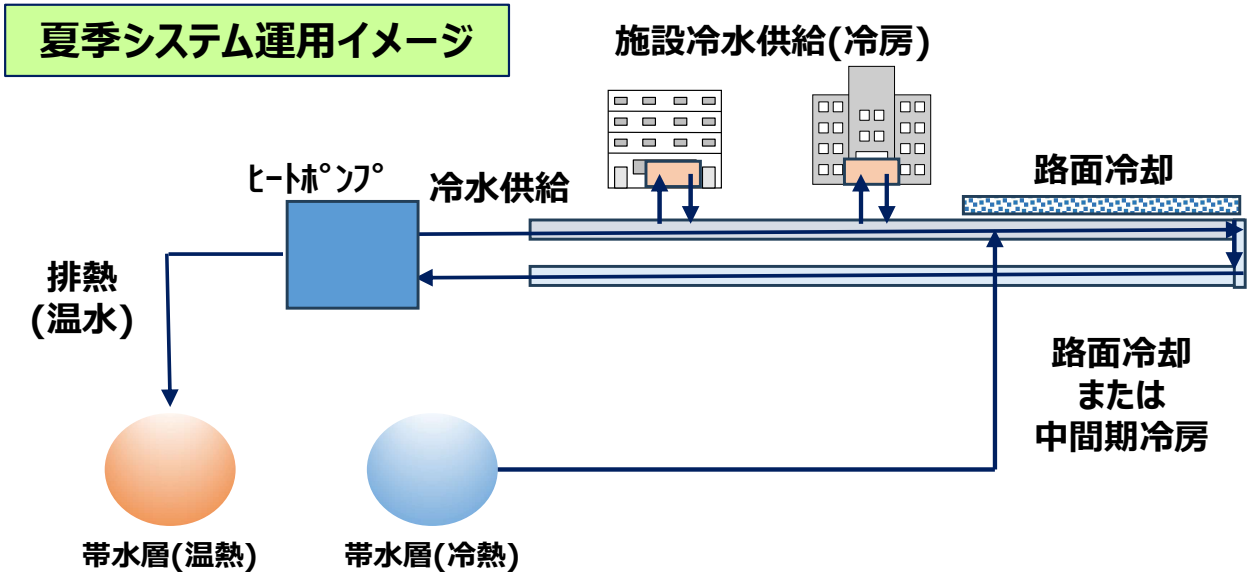

- 国土交通省・日本地下水開発㈱と国土交通省が、今年の花笠まつり（8/5～8/7）で消雪配管システムに地下水を流し、日中の歩道の路面冷却実験を実施し、効果を確認した。
- 運転開始前に50.9℃あった路面は、運転後40℃以下になった。

**実証試験位置**

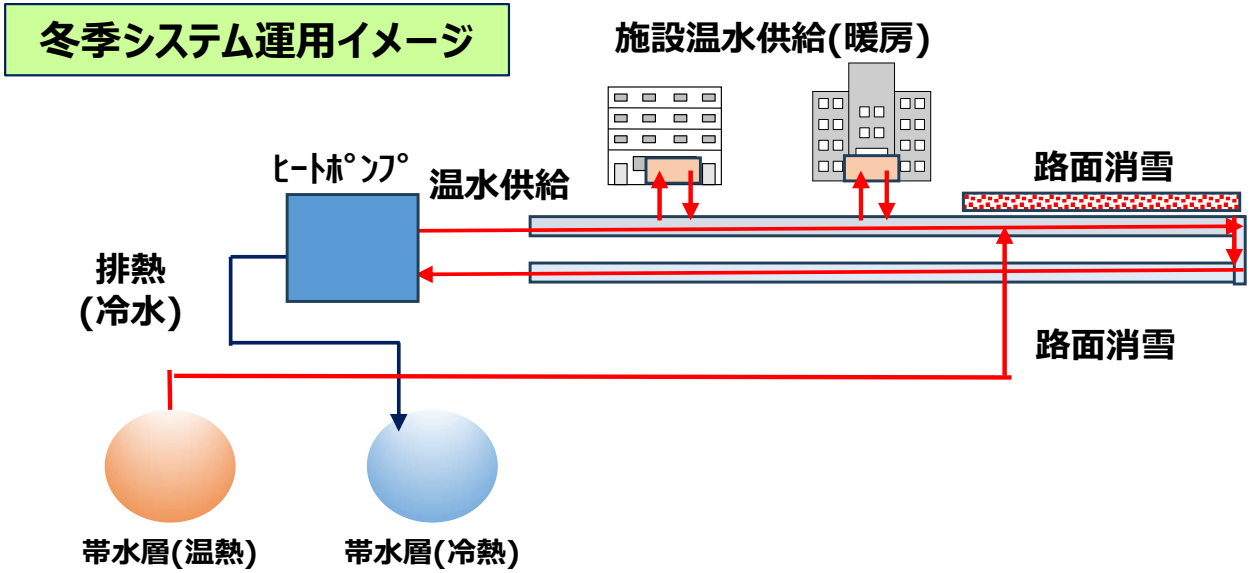



（出典）日本地下水開発資料

## 夏季システム運用イメージ




## 冬季システム運用イメージ




山形市街地における帯水層蓄熱利用イメージ

## 2）施設栽培への利用

地中熱ヒートポンプを利用して、施設栽培で山形県の主要作物をを栽培し、さらにカーボンニュートラル化することにより、ブランド化を図る。県内の主要な施設栽培作物（果物・花き）を以下に示す。

■山形県の主要な施設栽培果物

| 品目 | 栽培形態 | 全国シェア(順位) | 生育温度の目安 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| さくらんぼ（ハウス栽培） | 加温ハウス栽培 | 73.9%<br>1位 | 開花促進：15～20°C<br>休眠打破：5°C以下 | 促成栽培で冬～春に出荷。高温障害果に注意 |
| ぶどう（ハウス栽培） | 雨よけ・加温施設栽培 | 9.5%<br>3位 | 生育：20～30°C | 高温期（30°C以上）では果皮障害や糖度低下のリスクあり |
| りんご（一部施設栽培） | 主に露地、一部施設 | 5.8%<br>4位 | 生育：15～25°C | 高温（30°C以上）で黒星病や果実品質低下のリスクあり |
| 西洋なし（ラ・フランス） | 主に露地、一部施設 | 65.4%<br>1位 | 生育：18～25°C | 施設では開花調整や品質向上が目的 |
| もも | 主に露地、一部施設 | 8.7%<br>4位 | 生育：20～30°C | 高温障害に注意。施設では早期出荷が可能 |

■山形県の主要な施設栽培花き

| 品目 | 栽培形態 | 全国シェア(順位) | 生育温度の目安 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| ストック | 施設栽培（複合経営） | 33%<br>2位 | 発芽：15～20°C<br>生育：10～20°C | 秋～冬に出荷。冷涼な気候が適する |
| アルストロメリア | 周年型施設栽培 | 15%<br>3位 | 生育：15～25°C | 高冷地向け。温度管理で周年出荷が可能 |
| ばら | 周年型施設栽培 | 8%<br>3位 | 昼：25～28°C<br>夜：15～20°C | 高温・低温に弱く、温室での管理が重要 |
| りんどう | 露地栽培中心 | 9%<br>3位 | 生育：15～20°C | 中山間地での冷涼な気候が適する |
| 啓翁桜（切り枝） | 露地＋促成施設栽培 | 1位 | 休眠打破：5°C以下<br>開花促進：15～20°C | 冬に咲かせるため、低温処理後に加温 |
| 紅花 | 露地栽培 | 1位 | 発芽：15～20°C<br>生育：20～25°C | 初夏に開花。伝統的な染料用花き |
| はぼたん（花壇用苗） | 施設＋露地栽培 | 2位 | 生育：10～20°C | 冬の彩りとして人気。低温で色づきが良くなる |

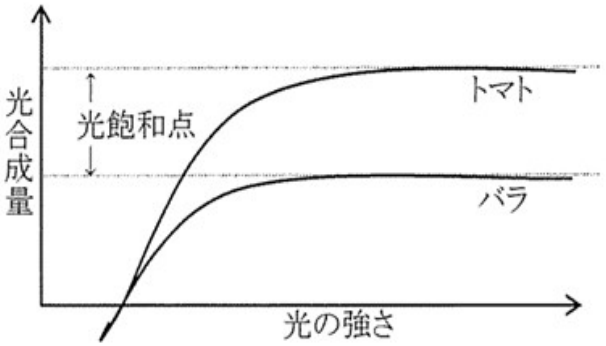
- 栽培作物の選定にあたり、農業分野熱利用に関し、東北農林専門職大学の古野教授より以下のようなアドバイスを受けた。

■地下水熱（地中熱）ヒートポンプの活用について

- 相対的な日照時間の少ない日本海側で行う場合、商用ベースで考えるならば、暖房設定温度が高く、光飽和点が低い作物での活用が有効。花きのうち、寒河江市の農業法人でバラ栽培での実例がある。その他、アルストロメリアやユリでも活用可能と考えられる。

  - 暖房設定温度が低いと、ランニングコストが安いヒートポンプの経済効果が限定的になる(燃料削減効果が小さい)。
  - 光飽和点が高い作物では、日照時間が長い太平洋側と比較して優位性が保てない。

| | ランニングコスト | イニシャルコスト |
|---|---|---|
| 燃油暖房機 | 高い | 安い |
| ヒートポンプ | 安い | 高い |




■加温さくらんぼについて

- 暖房期間が短く、経済的効果が出にくい。栽培農家も限定されていることから、面的利用の事例にはそぐわないと考える。

■ラ・フランスの予冷について

- ラ・フランスは低温を感知し熟す性質があることから、あらかじめ低温処理を行ってから出荷される。理論上、雪室などでの冷熱利用が考えられるが、収穫後の10月頃が予冷期間であり、夏季利用の品目との組み合わせが必須。また、低温高湿度という雪室の特徴を最大限活かしきれない可能性もある。

■地下水熱を利用した冷房・冷却について

- 夏季に地下水を地表近くに循環させて地下部（根）の温度を下げて、高品質安定生産を行う取組みが庄内の花き栽培で実践されている。
- 冬季間の地下水熱ヒートポンプが有効なバラは夏季に夜間冷房が必要であり、効果はあると考える。

- 以上より冬季の生育温度が比較的高く、夏季の冷房需要もあるバラ等が年間を通じた熱需要ら高いため、栽培作物として有効ではないだろうか。

## （３）工業団地におけるエネルギーの面的利用

①山形県内工業団地エネルギー需要

１）①R4年度山形県調査概要

R4年度山形県にて、工場等で使用している熱エネルギーについて、熱源の低炭素化や再生可能エネルギーへの転換も含めたエネルギーの合理的な利用を図る事業に結び付けるため、各工業団地における熱需要の集積度を市場調査し、具体的な事業展開に必要な基礎的調査を行うとともに、地域熱供給等事業に関する普及啓発を図ることを目的に調査を行った。

県内に86の工業団地があるが、山形県内の「大気汚染防止法に基づくばい煙発生施設一覧」や「エネルギー管理指定工場等」などのエネルギー消費データ等を考慮し、エネルギーの面的利用に適する10の工業団地を選定した。さらに、10工業団地の各企業について、エネルギー需要等に関するアンケート調査を行い整理した。



## ②調査結果

以下に選定した10工業団地および新設(稼働前)の山口西工業団地の電力・燃料消費量・熱需要等を調査し整理した(稼働前の山口西は推計値)。一次エネルギー・熱需要については、アンケートに回答があった事業所だけを対象にしているため、実際よりは少ないと思われる。

また、本調査（今回調査）での分析のため、敷地面積、団地内事業者数等も別途調査したが、一部正確な数値を把握することができず、概略の数値であることに注意。エネルギー面的利用導入に関係する項目の内、優れた順に1位～3位の工業団地について色分けをした。

（調査結果概要）

- 一次エネルギーは電力・燃料とも、1位東松原・米沢八幡原中核、2位東根大森、3位寒河江中央であった。
- 熱需要は蒸気が1位東根大森、2位東松原・米沢八幡原中核、3位山口西、冷水が1位東根大森、2位東松原・八幡原中核、3位寒河江中央であった。
- エネルギー密度は1位鶴岡中央、2位山口西、3位東根大森であった。
- 1事業者あたりのエネルギーは1位東根大森、2位東松原・米沢八幡原中核、3位鶴岡中央であった。
- 以上より、東根大森、東松原・米沢八幡原中核をエネルギー面的利用に適している工業団地として選定した。
- また、稼働前の山口西工業団地が今後の建設に合わせて面的なインフラ整備の可能性があることより選択した。
- また、そのほかの候補として、寒河江中央、鶴岡中央なども事業化の可能性が考えられる。

### 工業団地エネルギー需要等調査結果

| No | 団地名 | 所在地 | 一次エネルギー(GJ/年) | | | 熱需要 | | 敷地面積 (ha)② | エネルギー密度 (GJ/ha)(①÷②) | 事業所数 | 1事業所当 ｴﾈﾙｷﾞｰ(GJ/年) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 購入電力 | 燃料 | 計① | 蒸気(t/年) | 冷水(GJ/年) | | | | |
| 1 | 堤東 | 酒田市広栄町 | 47,058 | 40,149 | 87,207 | 0 | 0 | 14.2 | 6,141 | 14 | 6,229 |
| 2 | 鶴岡中央 | 鶴岡市宝田 | 340,948 | 43,992 | 384,940 | 857 | 0 | 11.0 | 34,995 | 29 | 13,274 |
| 3 | 東根大森 | 東根市大字東根甲 | 2,336,143 | 298,767 | 2,634,910 | 116,701 | 233,988 | 109.1 | 24,151 | 17 | 154,995 |
| 4 | 清池 | 天童市清池東 | 101,700 | 21,386 | 123,086 | 0 | 0 | 45.0 | 2,735 | 45 | 2,735 |
| 5 | 東長岡 | 天童市石鳥居 | | | | | | | | | |
| 6 | 寒河江中央 | 寒河江市中央工業団地 | 642,146 | 190,427 | 832,573 | 1,778 | 36,849 | 174.2 | 4,779 | 92 | 9,050 |
| 7 | 立谷川 | 山形市大字十文字 | 182,050 | 39,879 | 221,929 | 3,652 | 0 | 72.9 | 3,044 | 50 | 4,439 |
| 8 | 糠野目 | 高畠町大字福沢 | 140,934 | 26,968 | 167,902 | 8,925 | 0 | 25.1 | 6,689 | 47 | 3,572 |
| 9 | 東松原 | 米沢市三沢 | 3,160,774 | 320,738 | 3,481,512 | 51,396 | 72,144 | 418.1 | 8,327 | 109 | 31,940 |
| 10 | 米沢八幡原中核 | 米沢市八幡原 | | | | | | | | | |
| 11 | 山口西工業団地 | 山形県天童市山口西 | 578,711 | 84,221 | 662,932 | 33,216 | 0 | 22.7 | 29,204 | | |

1位
2位
3位

※11山口西工業団地は調査当時稼働前

## ③10工業団地の航空写真

堤東工業団地



鶴岡中央工業団地



東根大森工業団地



清池工業団地



東長岡工業団地



寒河江中央工業団地



立谷川工業団地



糠野目工業団地



東松原工業団地



米沢八幡原中核工業団地



山口西工業団地



## ②工業団地エネルギーの面的利用方策

### 1）工業団地エネルギーの面的利用方策一覧

| メニュー | 概要 |
|---|---|
| 電力・熱の面的利用 | • 複数施設の受変電設備の共有化（一括受電）、電力・熱の融通<br>• 電力特定供給、地域熱供給<br>• オフサイト熱供給（潜熱蓄熱材を活用した車両による離れた工業団地間の熱融通） |
| 再生可能エネルギー・<br>未利用エネルギー活用 | • 太陽光発電、小風力発電、バイオマス発電・熱利用、地中熱利用、<br>• 工場排熱利用、河川水利用等 |
| 燃料転換<br>（LNGサテライト） | • 重油・灯油・LPG等からよりCO2排出原単位の小さいLNGへの転換<br>• LNG供給事業形態：単独LNGサテライト、隣接供給、ガス事業　等 |
| 天然ガスコージェネレーション<br>（ＣＧＳ） | • 都市ガスやLNG等からガスエンジン・ガスタービン等で発電し、同時に排熱も活用<br>• 高い総合エネルギー効率による省エネ・省CO2やBCP向上に寄与 |
| 蓄電池活用 | • 定置式蓄電池：太陽光発電余剰電力の活用、災害時の電源（ガスコージェネとの併用）<br>• EV（電気自動車）蓄電池：災害時給電車として活用 |
| エネルギーマネジメント | • 地域エネルギーマネジメント（CEMS）、エネルギーデータの見える化<br>• AI等を活用した高度制御（需要予測、最適設備運転制御） |
| その他 | • ファシリティマネジメント（施設設備等の管理）、排熱を活用した地域名産品の製造（温室栽培等）<br>• 井水利用（空調用熱源水・冷却水、防災用水） |

# ■工業団地エネルギーの面的利用方策概要

## 1）電力・熱の面的利用

### ■電力・熱の面的利用によるメリット

- ピーク需要が異なる施設間で受変電設備の共有や熱源の共有化を図ることにより、コストダウンが可能
- CGS排熱を熱需要の多い隣接施設等に融通することにより、さらなる省エネ・CO2削減に寄与
- 地区単位での省CO2・BCP向上。

### ■オフサイト熱供給（離れた施設間での熱供給）




(出典) 三機工業HP

- 工場からの余剰廃熱を蓄熱材を活用して車両に積み込み、熱需要のある離れた施設に運ぶ熱供給方式

図　オフサイト熱供給車両の例

## 2）再生可能エネルギー・未利用エネルギー活用

- 太陽光発電が中心。積雪対応の垂直設置型のものも有り
- 詳細な発電シミュレーションソフトで、本地域の気象を活用し、詳細な発電量計算（年間時刻別）を実施
- 風況、木質バイオマス活用状況、余剰廃熱の有無、周囲状況等を調査し、小風力発電、バイオマス発電・熱利用、工場間廃熱融通等の導入可能性について検討。



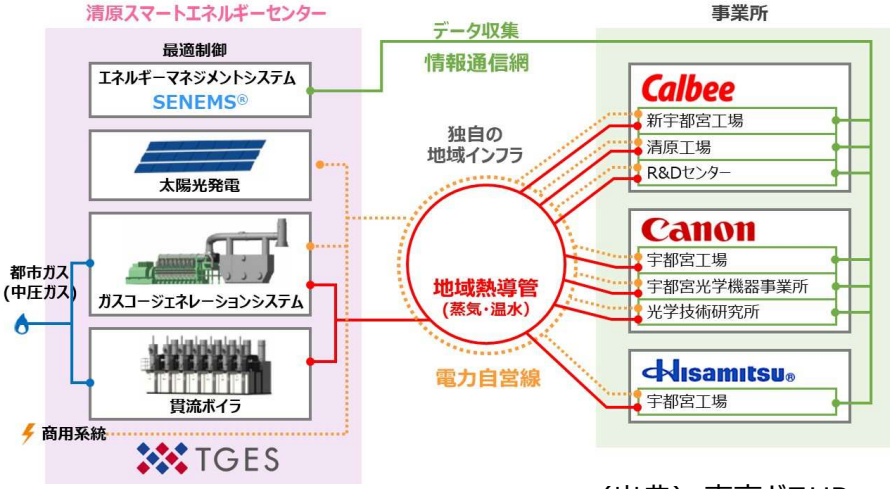
(出典) エアウォーターHP

### ■垂直設置型太陽発電システム）

- 駐車場等に設置可能で、特に積雪地においても積雪の影響を受けない。地面からの反射光も期待でき、平置型・傾斜型と比較しても発電量は大差ない。

### ■清原工業団地スマエネ事業

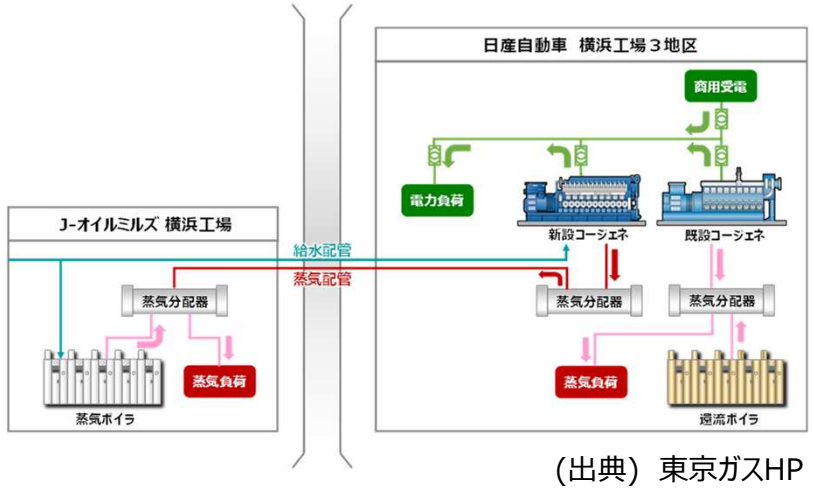
- 業種の異なる３社７事業所へ電力と熱を供給する独自の地域インフラを整備（電力特定供給、地域熱供給事業）
- 発電能力：約35,000kW、蒸気供給能力約70t/h
- エリア全体のエネルギー管理・最適制御実施
- 年間約23,000tのCO2削減効果




(出典) 東京ガスHP

### ■工場間熱融通事例：日産自動車/Jｵｲﾙﾐﾙｽﾞ熱融通事業

- 日産自動車横浜工場に設置するコージェネレーションシステムの廃熱を回収してつくった蒸気を、Jｰオイルミルズ横浜工場に供給。年間5,700tのCO2削減効果




(出典) 東京ガスHP

### 3）燃料転換（LNGサテライト導入）

- 熱需要のある工場では電気だけでなく、燃料の省CO2化が必要
- 本地域では重油・灯油・LPG等が利用されているが、LNGのサテライトを活用した燃料転換が有効
- 東京ガスグループ実績では東日本大震災等の災害時や大雪時においても、LNGローリー出荷体制に支障はなかった。
- LNG供給には、単独の工場で利用する場合だけでなく、隣接する2工場で1つのLNGサテライト設備を共用し設備投資や運用コストを抑制することも可能。調査の中でLNG供給事業形態についても検討

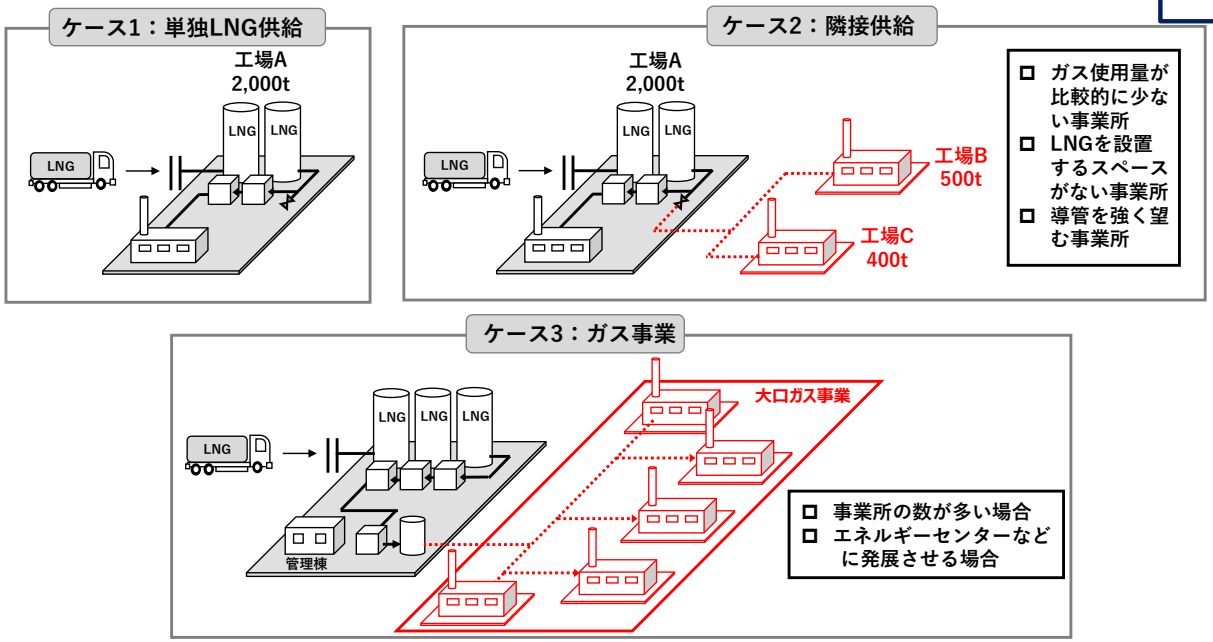



図　ＬＮＧサテライト供給の整備イメージ

### 4）天然ガスコージェネレーション（ＣＧＳ）

- 省エネ・省CO2とBCP向上に優れたシステム
- 電力需要と熱需要を考慮し、容量・機種等を選定
- 将来的(2050年)にはメタネーションにより都市ガス・LNGをゼロカーボンの燃料に変換

### 5）蓄電池の活用

- 太陽光発電での余剰電力の活用、災害時の電源
- 災害時（停電時）には定置式蓄電池やガスコージェネ等から、充電設備を介して、EVに給電し、地域の公共施設等に配電し、地域防災性を向上

### 6）エネルギーマネジメント

- 対象地域において、A/I等の先端技術を活用して、CGSやボイラ、太陽光発電、蓄電池等の設備の最適運転制御（省エネ・省CO2・省コスト）を実施

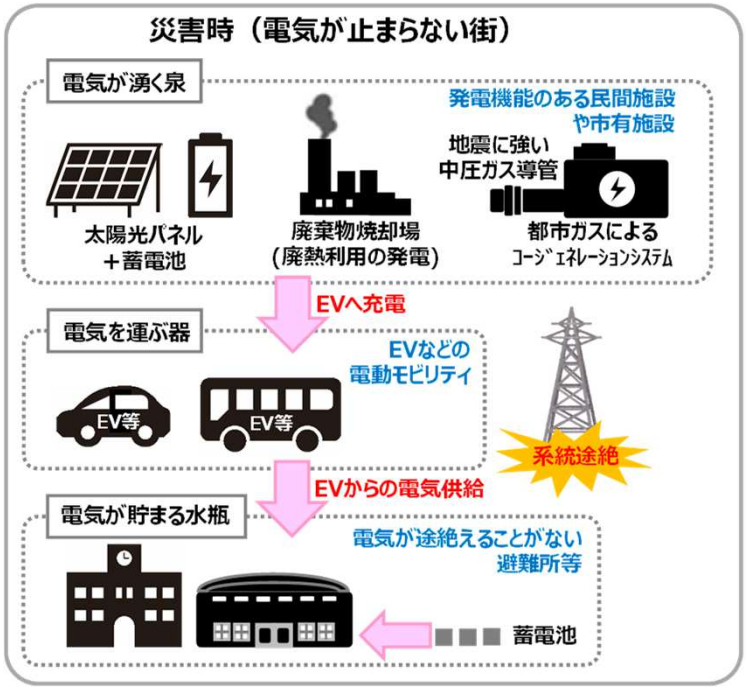



図　EVを災害時の給電車として利用するイメージ（例）

## （４）温泉熱を活用した面的熱利用

①温泉熱利用事例

１）温泉熱利用方法事例一覧

- 全国で温泉熱を発電や熱供給に利用している事例は約30か所。県内では湯野浜温泉（鶴岡市）で面的な熱供給を実施。
- 発電（バイナリー発電）を行っているのは8か所。県内ではまだ導入稼働実績は無い。
- ヒートポンプ熱源水として利用し、稼働している例は12か所。
- その他、施設の暖房・給湯、集中配湯、温室利用、製塩、木材乾燥等に利用されている。




出典：温泉熱利用事例集（環境省）

| 対象事例名（所在地） | 温泉温度[℃] | 主な効果 | 発電 | 熱交換器ヒートポンプ | 温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーション | 熱供給 | 集中配湯 | 多様な活用方法 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1.定山渓鶴雅リゾートスパ森の謌(北海道) p.12 | 80 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | ○(温水供給)(空調) | | | | ○(融雪) |
| 2.あかん遊久の里鶴雅(北海道) p.13 | 67 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | ○(温水供給)(空調) | | | | |
| 3.洞爺湖温泉(北海道) p. 7 | 135 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・温泉資源の保護/有効活用 | ○(自家消費) | | | | ○ | ○(温泉卵) |
| 4.川湯の森病院(北海道) p. 8 | 63 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | ○(自家消費) | ○(温水供給)(空調) | | | | |
| 5.マルシチ津軽味噌醤油㈱(青森県) p.25 | 69 | ・PR効果<br>・味噌の製造効率向上 | | | | | | ○(味噌製造) |
| 6.湯野浜温泉(山形県) p.21 | 65 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・PR効果/集客数増加<br>・未利用熱の活用 | | | | ○ | ○ | |
| 7.土湯温泉(福島県) p. 9 | 130 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・集客数増加<br>・売電収益による公共福祉の拡充 | ○(売電) | | | | ○ | ○(エビ養殖・融雪) |
| 8.那須温泉(栃木県) p.23 | 60 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・温泉資源の保護/有効活用 | | ○(集中配湯) | | | ○(高断熱保温管) | |

出典：温泉熱利用事例集（環境省）

| 対象事例名（所在地） | 温泉温度[℃] | 主な効果 | 発電 | 熱交換器ヒートポンプ | 温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーション | 熱供給 | 集中配湯 | 多様な活用方法 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 8.那須温泉（栃木県） p.23 | 60 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・温泉資源の保護/有効活用 | | ○（集中配湯） | | | ○（高断熱保温管） | |
| 9.ホテルサンバレー（栃木県） p.10 | 86 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・温泉温度の適温化 | ○（自家消費）（搬送電力） | | | | | ○（ビニールハウス） |
| 10.草津温泉（群馬県） p.22 | 95 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・温泉温度の適温化 | | | | ○ | ○ | |
| 11.大滝屋旅館（群馬県） p.25 | 48 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・運営効率向上（除雪作業の軽減）<br>・未利用熱の活用 | | | | | | ○（融雪） |
| 12.B&Bパンシオン箱根（神奈川県） p.14 | 76 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | ○（温泉昇温） | | | | |
| 13.箱根大平台温泉組合（神奈川県） p.15 | 55 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | ○（温泉昇温） | | | | |
| 14.牛岳温泉植物工場（富山県） p.16 | 63 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・未利用熱の活用 | | ○（エゴマ栽培用空調） | | | | |
| 15.大高建設㈱（富山県） p.26 | 88 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・利用者の快適性向上<br>・PR効果<br>・未利用熱の活用 | | | | | | ○（融雪） |

出典：温泉熱利用事例集（環境省）

| 対象事例名（所在地） | 温泉温度[℃] | 主な効果 | 発電 | 熱交換器ヒートポンプ | 温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーション | 熱供給 | 集中配湯 | 多様な活用方法 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 16.セントピアあわら（福井県） p.17 | 42 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | ○（温泉昇温）（温水供給） | | | | |
| 17.しみずの湯(日帰り温泉)（岐阜県） p.17 | 36 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・利用者の快適性向上 | | ○（温泉昇温） | | | | ○（空調・床暖房温水プール） |
| 18.川根温泉（静岡県） p.19 | 49 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・未利用熱の活用 | | | ○ | | | |
| 19.修善寺温泉（静岡県） p.24 | 60 | ・運営効率向上<br>・温泉資源の保護/有効活用 | | | | | ○ | |
| 20.熱川バナナワニ園（静岡県） p.18 | 98 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | ○（ワニ池保温植物園温室） | | | | ○（ワニ池保温植物園温室） |
| 21.城崎温泉（兵庫県） p.22 | 76 | ・温泉の管理効率向上<br>・公共福祉の拡充<br>・温泉資源の保護/有効活用 | | | | | ○ | |
| 22.湯村温泉（兵庫県） p.11 | 98 | ・コスト削減<br>・運営効率向上<br>・$CO_2$排出量削減<br>・公共福祉の拡充 | ○（自家消費）（防災利用可） | ○（シャワー） | | | ○ | ○（空調・床暖房） |
| 23.雲仙市雲仙エコロ塩㈱（長崎県） p.26 | 100 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | | | | | ○（製塩） |

出典：温泉熱利用事例集（環境省）

| 対象事例名（所在地） | 温泉温度[℃] | 主な効果 | 発電 | 熱交換器ヒートポンプ | 温泉付随可燃性天然ガスコージェネレーション | 熱供給 | 集中配湯 | 多様な活用方法 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 24.雲仙地獄（長崎県） p.18 | 51 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | ○（温水供給・空調） | | | | |
| 25.小浜温泉バイナリー発電所（長崎県） p.11 | 100 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・未利用熱の活用 | ○（売電） | | | | | |
| 26.小国町森林組合（熊本県） p.27 | 110 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | | | | | | ○（木材乾燥） |
| 27.亀の井発電所（大分県） p.12 | 120 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・PR効果<br>・未利用熱の活用 | ○（売電） | | | | | |
| 28.地獄蒸し工房鉄輪（大分県） p.27 | 100 | ・集客数増加 | | | | | | ○（調理・足蒸し） |
| 29.地熱観光ラボ縁間（大分県） p.28 | 100 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減 | ○（売電） | | | | | ○（調理・暖房・蕾栽培） |
| 30.ユインチホテル南城（沖縄県） p.20 | 53 | ・コスト削減<br>・$CO_2$排出量削減<br>・集客数増加<br>・PR効果 | | | ○ | | | |

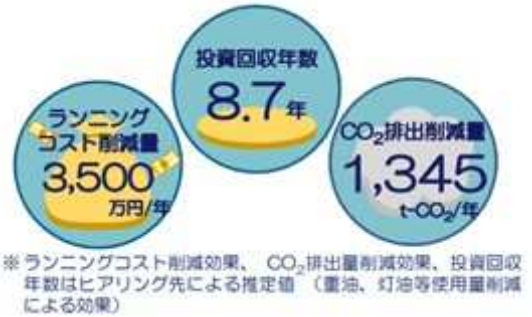
出典：温泉熱利用事例集（環境省）

# 2）湯野浜温泉利用事例（山形県鶴岡市）

■概要

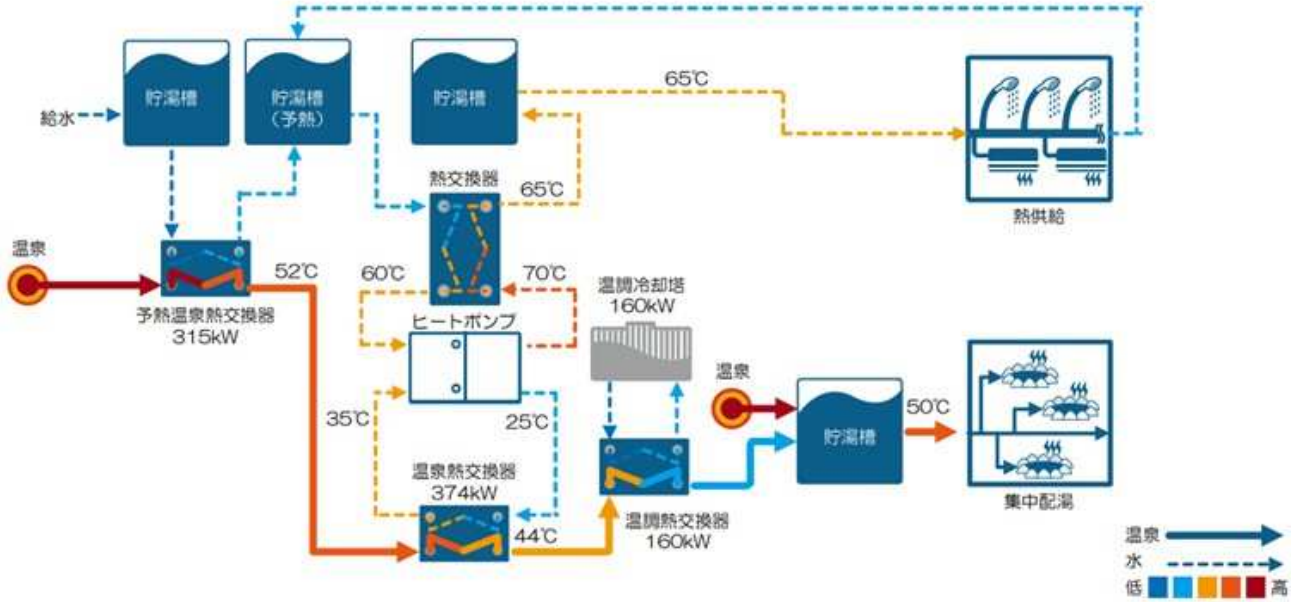
- 温泉の集中管理により周辺施設へ温泉供給を実施。
- 温泉（60℃程度）を熱源としてヒートポンプを用いて温水を作り、周辺旅館等に温泉の配湯とあわせて温水の供給を行うとともに、各施設の温泉量制御による浴槽加温、熱源機器の高効率化等も同時に実施することで、省エネルギー化を実現。

| | |
|---|---|
| 所在地 | 山形県鶴岡市 |
| 泉質 | 塩化物泉 |
| 温泉温度 | 65℃ |
| 利用温度 | 65℃ |
| 利用温泉 | 既存温泉 |
| 総事業費 | 11億5,000万円（一部補助金あり） |

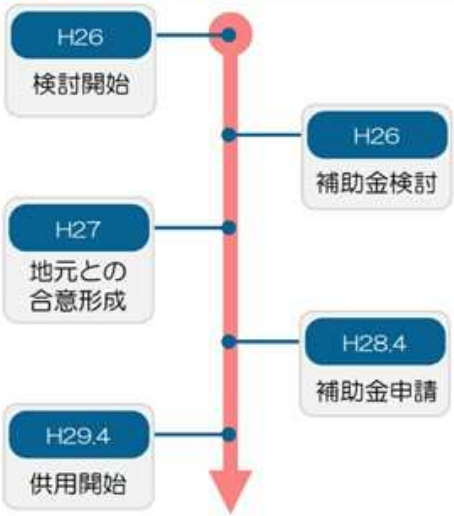



※ランニングコスト削減効果、$CO_2$排出量削減効果、投資回収年数はヒアリング先による推定値（重油、灯油等使用量削減による効果）

## 主な温泉熱利用方法のシステム図




## 導入の流れ




## 実施体制



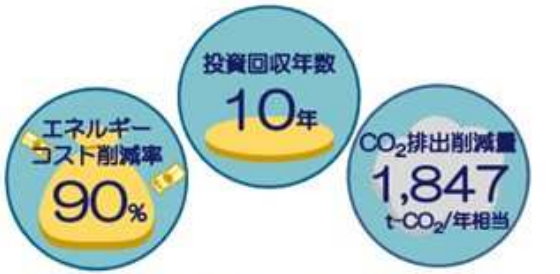

出典：温泉熱利用事例集（環境省）

# 3）土湯温泉利用事例（福島県福島市）

■概要

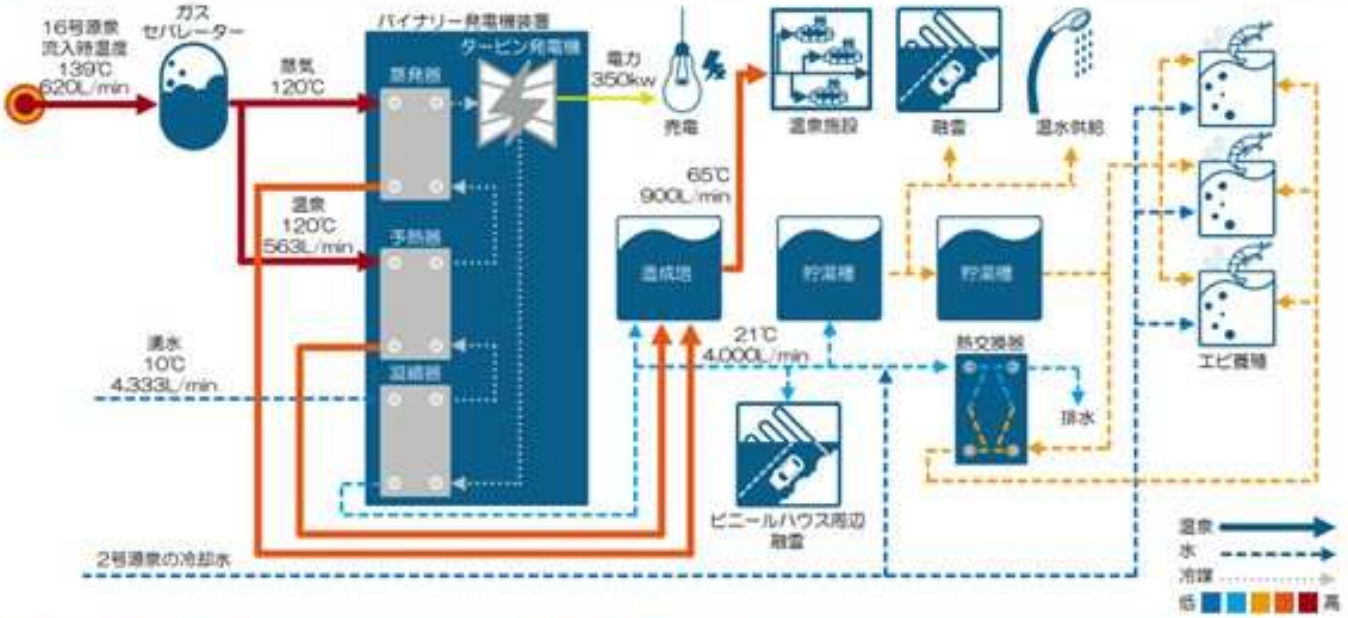
- 温泉の蒸気と熱水を利用しバイナリー発電装置により電力を生成し、東北電力に売電を行っている。
- 発電所から約3kmに位置する黒沢池より湧水を引込み、バイナリー発電装置の冷却水利用、そして温水化された冷却水を16号、17号、18号造成塔及びエビの養殖水槽へ供給するとともに、展望デッキへの融雪にも利用している。
- なお、発電使用後の温泉は集中管理方式により温泉組合員へ配湯している。

| | |
|---|---|
| 所在地 | 福島県福島市 |
| 泉質 | 単純温泉 |
| 温泉温度 | 130℃ |
| 利用温度 | 120℃ |
| 利用温泉 | 既存温泉 |
| 総事業費 | 6億3,000万円（一部補助金あり） |




※エネルギーコスト削減効果、$CO_2$排出量削減効果は、発電量相当を購入した場合と比較して算出した推定値
※投資回収年数は、ヒアリング先による推定値

## 主な温泉熱利用方法のシステム図




## 導入の流れ




## 実施体制




出典：温泉熱利用事例集（環境省）

# ４）地熱観光ラボ縁間利用事例（大分県別府市）

## ■概要

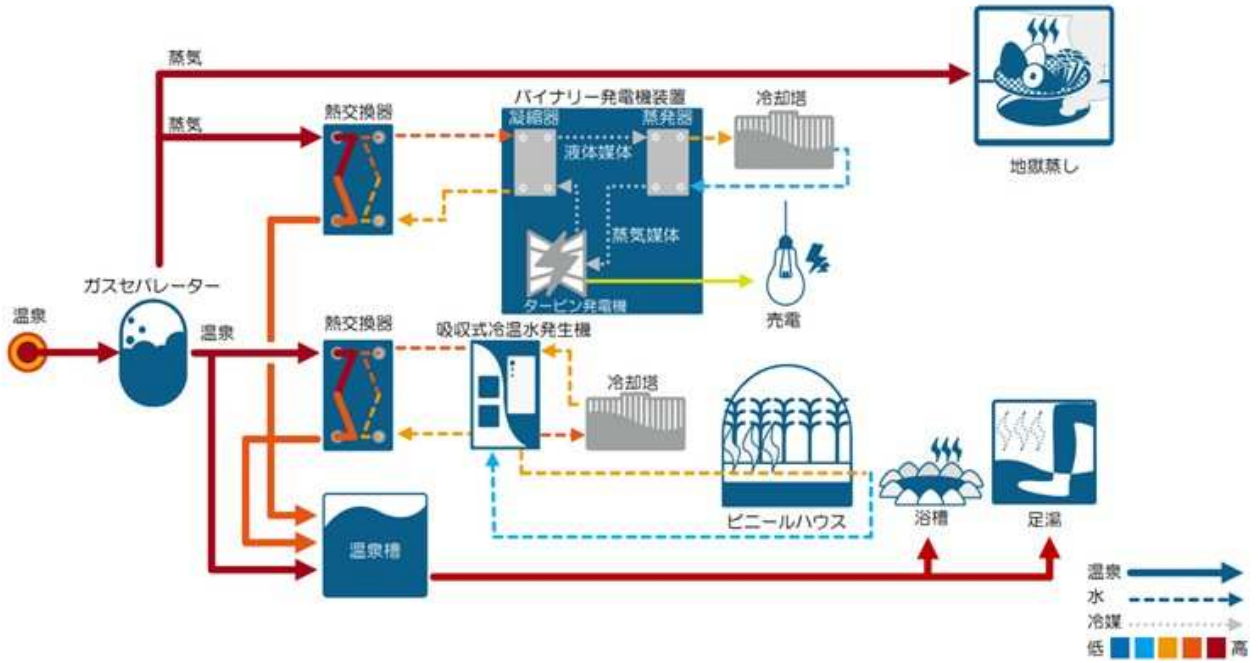
- 温泉熱により吸収式冷温水発生機を駆動し、いちご栽培用のビニールハウスにおけるヒートパイプの熱源と、同一敷地内の観光施設、選果施設の冷暖房に利用。
- 敷地内において、蒸気を利用した地獄蒸しを提供。
- 日帰り温浴施設に併設し、飲食を行うエリアでは、足湯を提供。
- バイナリー発電による売電実施。

| | |
|---|---|
| 所在地 | 大分県別府市 |
| 泉質 | 塩化物泉 |
| 温泉温度 | 99.7℃ |
| 利用温度 | -℃ |
| 利用温泉 | 新規温泉 |
| 総事業費 | 1億8,000万円（一部補助金あり） |





## 主な温泉熱利用方法のシステム図




## 導入の流れ




## 実施体制




出典：温泉熱利用事例集（環境省）

②山形県における温泉熱利用イメージ

1）山形県の温泉熱の特徴

以下に県内の温泉一覧を源泉の温度とともに示す。源泉温度は同じ温泉内でもばらつきがあるが、平均的な温度、主要（湯量の大きな）な温泉の温度等を示す。




（出典）https://yamagata-winter.jp/onsenmap.html

| 地域 | No | 温泉名 | 市町村 | 源泉温度 |
|---|---|---|---|---|
| 最上 | 1 | まむろ川温泉 | 真室川町 | 42℃ |
| | 2 | 羽根沢温泉 | 鮭川村 | 47℃ |
| | 3 | 神室温泉 | 金山町 | 25～34℃ |
| | 4 | 肘折温泉 | 大蔵村 | 85～87℃ |
| | 5 | 瀬見温泉 | 最上町 | 68℃ |
| | 6 | 赤倉温泉 | 最上町 | 57.1℃ |
| | 7 | 草薙温泉 | 戸沢村 | 23℃ |
| 村山 | 8 | 銀山温泉 | 尾花沢市 | 60℃ |
| | 9 | 碁点温泉 | 村山市 | 60℃ |
| | 10 | さくらんぼ東根温泉 | 東根市 | 50～70℃ |
| | 11 | 天童温泉 | 天童市 | 69℃ |
| | 12 | 蔵王温泉 | 山形市 | 47℃ |
| | 13 | かみのやま温泉 | 上山市 | 66.4℃ |
| | 14 | 月山志津温泉 | 西川町 | 42.3℃ |
| | 15 | 寒河江温泉 | 寒河江市 | 50.2℃ |
| 庄内 | 16 | 湯の台温泉 | 酒田市 | 50.3℃ |
| | 17 | 鳥海温泉 | 遊佐長 | 38.5℃ |
| | 18 | 湯野浜温泉 | 鶴岡市 | 65℃ |
| | 19 | 湯田川温泉 | 鶴岡市 | 43℃ |
| | 20 | 由良温泉 | 鶴岡市 | 65℃ |
| | 21 | あつみ温泉 | 鶴岡市 | 60℃ |
| 置賜 | 22 | 川西温泉 | 飯豊町 | 32℃ |
| | 23 | 湯の沢温泉 | 米沢市 | 27.6℃ |
| | 24 | 赤湯温泉 | 南陽町 | 63℃ |
| | 25 | 小野川温泉 | 米沢市 | 83℃ |
| | 26 | 白川温泉 | 飯豊町 | 12.6℃ |
| | 27 | 白布温泉 | 米沢市 | 57～59℃ |
| | 28 | 新高湯温泉 | 米沢市 | 55.6℃ |

以下に県内の湧出量の大きい温泉10か所、宿泊者数の多い温泉10か所を示す。湧出量の大きさでは蔵王、かみのやま、湯野浜が多く、宿泊者数では蔵王、かみのやま、天童等が多くなっている。

■県内で湧出量の大きい温泉（トップ10）

| 湧出量順位 | 温泉地名 | 総湧出量(L/分) | 自噴量(L/分) | 揚湯量(L/分) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 蔵王温泉 | 5,178 | 5,162 | 16 |
| 2 | かみのやま温泉 | 2,477 | 0 | 2,477 |
| 3 | 湯野浜温泉 | 2,065 | 0 | 2,065 |
| 4 | 肘折温泉 | 1,562 | 1,562 | 0 |
| 5 | 温海（あつみ）温泉 | 1,481 | 0 | 1,481 |
| 6 | 白布温泉 | 1,467 | 1,467 | 0 |
| 7 | さくらんぼ東根温泉 | 1,168 | 0 | 1,168 |
| 8 | 小野川温泉 | 1,155 | 0 | 1,155 |
| 9 | 湯田川温泉 | 975 | 0 | 975 |
| 10 | 赤倉温泉 | 968 | 609 | 359 |

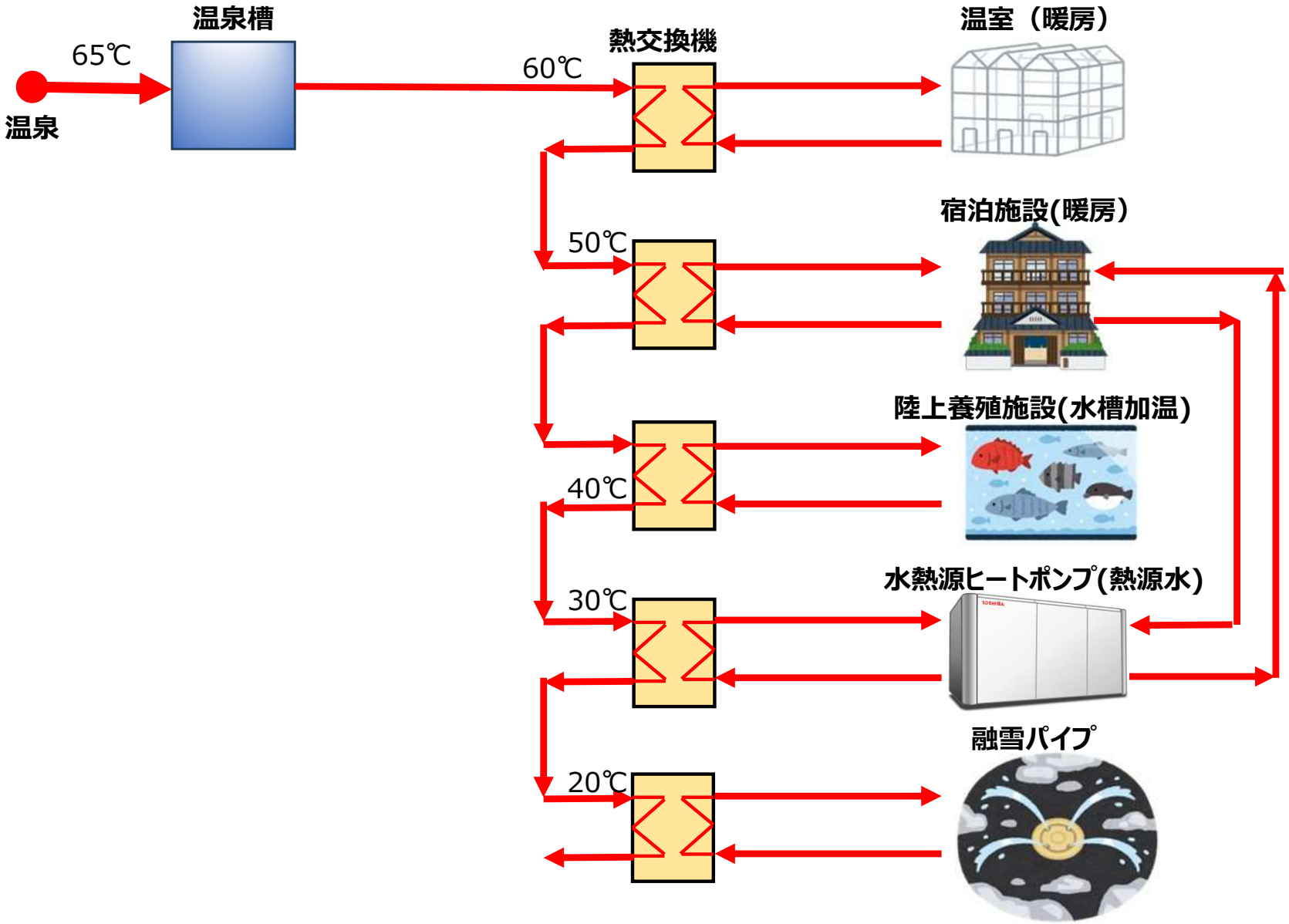
■県内で宿泊者数の多い温泉（トップ10）

| 宿泊者数順位 | 温泉地名 | 宿泊利用者数 | 宿泊施設数 |
|---|---|---|---|
| 1 | 蔵王温泉 | 325,509 | 33 |
| 2 | かみのやま温泉 | 239,673 | 16 |
| 3 | 天童温泉 | 213,127 | 10 |
| 4 | 湯野浜温泉 | 160,409 | 16 |
| 5 | 温海（あつみ）温泉 | 115,630 | 9 |
| 6 | 銀山温泉 | 108,155 | 12 |
| 7 | 赤湯温泉 | 85,002 | 11 |
| 8 | 小野川温泉 | 58,797 | 15 |
| 9 | 湯の瀬温泉 | 47,476 | |
| 10 | 鶴岡北京田温泉 | 44,247 | |

## ２）温泉熱利用の可能性のあるサイトについて

- 面的な熱利用をするためには、温泉熱のポテンシャルも大きく、熱需要量も大きいことが求められる。また、面的利用の際の熱損失も大きいため、需要場所での温度維持を考えると、源泉温度も高い方が良い（ヒートポンプの熱源水の利用としては利用できるが）。
- 温泉熱利用先として、温泉街宿泊施設が中心と考えられる。まちおこし的に地域のブランド品等を栽培・生育することを考え、温室や陸上養殖施設を新たに建設することも考えられる。
- 供給ポテンシャル・熱需要量（宿泊利用者数で代替）とも最大は蔵王温泉で、2位はかみのやま温泉であるが、蔵王は源泉温度が47℃と比較的低いため、ヒートポンプ利用が中心となる。できるだけ、加温量を減らすためには、源泉温度が高い温泉を選定したい。
- これらのことを考えると、温泉熱利用に適したサイトとしては、「かみのやま温泉」「温海(あつみ)温泉」「湯野浜温泉」等があげられる。ただし、「湯野浜温泉」についてはすでに熱供給が行われているので、「かみのやま温泉」「温海(あつみ)温泉」が源泉温度も60℃以上であり可能性があるのではないか（ただし、源泉温度が60℃程度だと、ヒートポンプ利用の割合も高くなる可能性もある）。

3）システムイメージ（例）


温泉槽
65℃
温泉
熱交換機
60℃
温室（暖房）
宿泊施設(暖房)
50℃
陸上養殖施設(水槽加温)
40℃
水熱源ヒートポンプ(熱源水)
30℃
融雪パイプ
20℃

# ■かみのやま温泉マップ

温泉街




（出典）上山市HP　https://www.city.kaminoyama.yamagata.jp/uploaded/life/13036_138805_misc.pdf

## ■あつみ温泉マップ




（出典）https://yamagatakanko.com/lsc/upfile/spot/0000/0409/409_1_file.pdf

# ７．山形県における熱の面的利用の方向性

## （１）事業目的の再確認

・山形県エネルギー戦略に基づき、再エネ由来の熱源の開発も進めていく必要性

→ 本県ならではの熱源の活用による**地域の脱炭素化、さらには地域づくりや地域活性化に繋げる**ため、複数の熱源の組み合わせによる活用や、単一の需要にとどまらない面的な利用可能性について調査・研究を行い、**暮らし、産業分野、公共施設などの社会基盤での取組みの参考となるような熱利用のモデル**としてとりまとめる。

**① 熱利用の可能性を地域の脱炭素化、地域づくりや地域活性化につなげること**

→ 本県の特色や課題を整理し、熱利用が脱炭素化と地域課題の解決にどう寄与できるかを考える

**② 社会基盤での取組みの参考となるようなモデルを抽出すること**

→ 効果・効用に加えて、現状での課題点を整理し、熱利用の参考モデルとして組み上げて活用を考える

**可能性のある熱利用モデル** → **大きな目的**：◇ 地域の脱炭素化 → **つなげる効果**：◇ 地域活性化（地域課題の解決）
- レジリエンス強化
- 利便性、快適性
- 他産業への波及　など

## （２）地域活性化につながる熱の面的利用モデル

山形県において地域活性化につながる熱の面的利用モデルについて再整理する。ここではこれまでに示した導入メニュー等を踏まえ、以下の４つのモデルに分類し、それぞれについて対象施設、利用できる再エネ熱（未利用熱も含む）、用途、システム例、期待される地域活性化の内容について整理した。

① まちづくりに合わせた面的利用
② 工業団地・産業団地での面的利用
③ 温泉街での面的利用
④ 農業分野での面的利用

表　山形県において地域活性化につながる熱の面的利用モデル

| モデル分類 | 対象施設 | 利用できる再エネ熱等 | 用途 | システム例 | 期待される地域活性化 |
|---|---|---|---|---|---|
| ① まちづくりに合わせた面的利用 | 再開発(業務・商業・住宅等)、道の駅、観光地公共施設（庁舎・病院・学校・文化施設等） | 地下水熱、地中熱、太陽熱<br>木質バイオマス、雪氷熱 | 暖房、給湯<br>融雪、冷房 | 帯水層蓄熱<br>CGS(水素、eメタン等)<br>木質バイオマスボイラ<br>ソーラージェネリンク<br>雪冷房 | スマートシティ構築<br>地域防災向上<br>エコツーリズム<br>観光地のブランド化 |
| ② 工業団地・産業団地での面的利用 | 工業団地内熱供給、道路融雪、データセンター | 工場廃熱、地下水熱<br>雪氷熱 | 冷房、暖房 | 帯水層蓄熱<br>CGS(水素、eメタン等)<br>雪冷房 | RE100工業団地(企業誘致) |
| ③ 温泉街での面的利用 | 旅館・ホテル暖房、給湯<br>道路融雪、養殖施設 | 温泉熱、木質バイオマス<br>雪氷熱 | 配湯、暖房、給湯 | 温泉熱カスケード利用<br>木質バイオマスボイラ<br>雪冷房 | エコツーリズム<br>観光地のブランド化 |
| ④ 農業分野での面的利用 | 温室、組織培養施設<br>養殖施設、農作物倉庫製材乾燥施設<br>畜産・林産施設 | 地下水熱、温泉熱<br>雪氷熱、木質バイオマス<br>畜産バイオマス | 冷房、暖房、乾燥 | 帯水層蓄熱、<br>温泉熱カスケード利用<br>雪冷房<br>木質バイオマスボイラ<br>バイオガスCGS | 脱炭素による地域、作物のブランド化 |

## ① まちづくりに合わせた面的利用

（地域性を踏まえたニーズ）

○ 高度成長期に整備された施設やインフラの更新時期が到来する中、人口減少社会という周辺環境の変化や、財源不足という課題を踏まえて、都市機能の集約（コンパクトシティ化）を考えていく必要がある。

○ また、頻発・激甚化する自然災害を受けて、公共施設や公設避難所を中心としたレジリエンス強化の要請も高まっている。

○ さらに、観光立県に向けて交流人口の拡大による地域（経済）活性化の視点も必要。

まちづくりに合わせた熱の面的利用は対象施設によりいくつかのパターンに分かれる。評価の視点からの分析については次のとおり。

表　まちづくりに合わせた面的利用のパターン

| 地域・施設 | 内容・特徴 | 期待される効果 | 県内の類似地区 |
|---|---|---|---|
| 市街地再開発 | • 事務所ビル、商業施設、集合住宅等の新規再開発<br>• 開発スケジュールに合わせて面的なエネルギーシステム導入可能 | 快適性・利便性<br>（良好な住・労働環境確保） | 旧大沼・済生館周辺再開発 |
| 公共施設を中心とした街区形成 | • 庁舎、病院、学校、文化施設等（老朽化による更新や統廃合に合わせて導入）<br>• BCPが重要になる | レジリエンス強化<br>（防災拠点としての活用） | 最上町 |
| 道の駅 | • 地域共生型の脱炭素、地域のPR効果有<br>• 避難所になる場合があり、BCPニーズがある場合もある | 快適性、利便性（集客の必要）<br>レジリエンス強化（避難所としての利用） | 県内に24の道の駅<br>東根市で国道48号沿いに計画中。近隣に産直や農地有 |

BCP：事業継続計画。企業が自然災害、大火災、テロ攻撃などの緊急事態に遭遇した場合において、事業資産の損害を最小限にとどめつつ、中核となる事業の継続あるいは早期復旧を可能とするために、平常時に行うべき活動や緊急時における事業継続のための方法、手段などを取り決めておく計画

参考

公共施設を中心とした街区形成（イメージ）




図　高畠町公共施設集積地区（役場周辺）

表　山形県内道の駅一覧

| No | 道の駅名 | 所在市町村 |
|---|---|---|
| 1 | 月山（月山あさひ博物村） | 鶴岡市 |
| 2 | 河北（ぶらっとぴあ） | 河北町 |
| 3 | 寒河江（チェリーランド） | 寒河江市 |
| 4 | あつみ（夕陽のまち　しゃりん） | 鶴岡市 |
| 5 | にしかわ（月山銘水館） | 西川町 |
| 6 | いいで（めざみの里） | 飯豊町 |
| 7 | むらやま | 村山市 |
| 8 | とざわ（モモカミの里「高麗館」） | 戸沢村 |
| 9 | 鳥海（ふらっと） | 遊佐町 |
| 10 | 田沢（なごみの郷） | 米沢市 |
| 11 | 白い森おぐに | 小国町 |
| 12 | おおえ（コラマガセ） | 大江町 |
| 13 | 庄内みかわ（いろり火の里） | 三川町 |
| 14 | たかはた（まほろばステーション） | 高畠町 |
| 15 | 天童温泉（わくわくランド） | 天童市 |
| 16 | 尾花沢（花笠の里　ねまる） | 尾花沢市 |
| 17 | 白鷹ヤナ公園（最上川あゆとぴあ） | 白鷹町 |
| 18 | あさひまち（りんごの森） | 朝日町 |
| 19 | しょうない（風車市場） | 庄内町 |
| 20 | 川のみなと長井 | 長井市 |
| 21 | 米沢 | 米沢市 |
| 22 | やまがた蔵王 | 山形市 |
| 23 | もがみ（あっつぇ） | 最上町 |
| 24 | しょうない | ※重複なし（No.19参照） |

参考

# 最上町地点熱供給事例【ウェルネスプラザ】









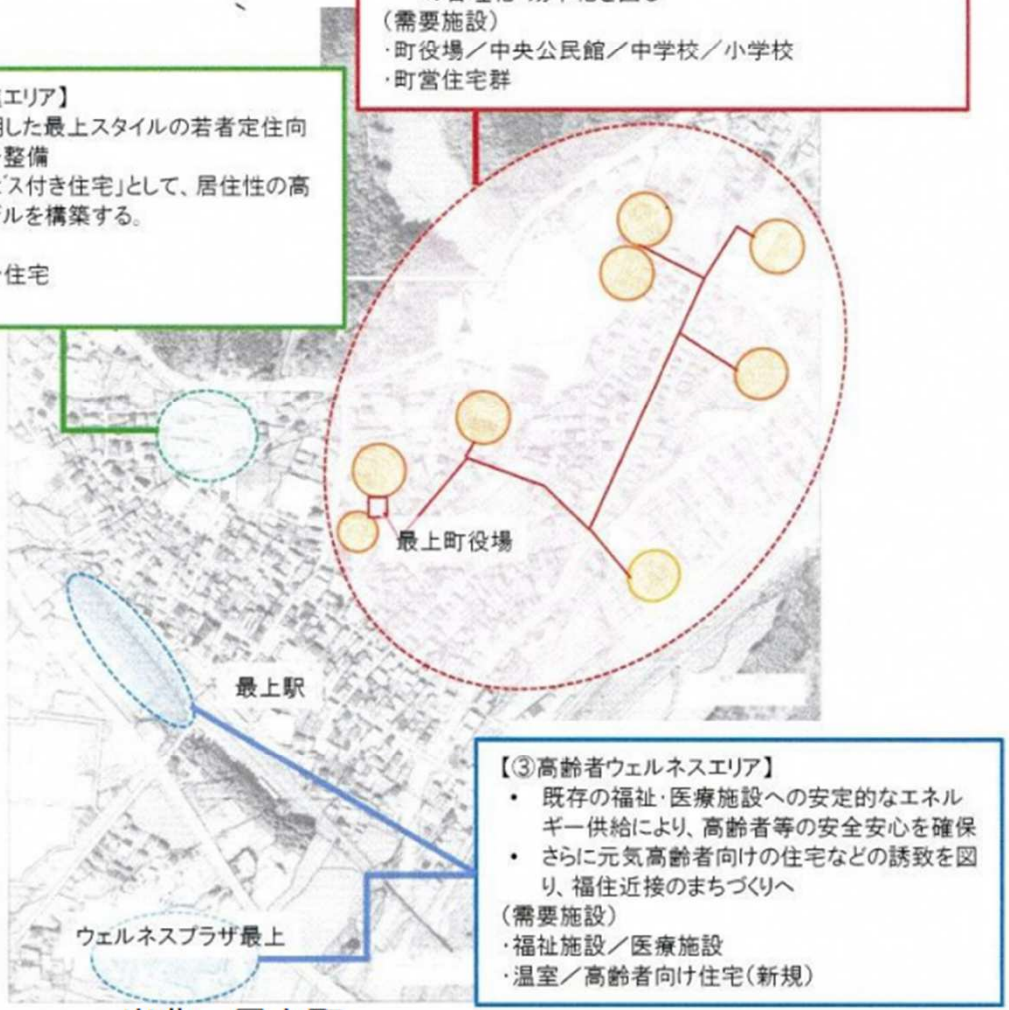

http://mogami.tv/info/03shisetsu/04biomas.php

【①若者定住促進エリア】
- 熱を有効利用した最上スタイルの若者定住向け住宅街区を整備
- 「エネルギーサービス付き住宅」として、居住性の高い住環境モデルを構築する。

（需要施設）
・戸建住宅／集合住宅

【②公共施設＋定住促進エリア】
- 町役場、小中学校などの公共施設と定住促進住宅（町営住宅）への熱供給により、安全で安心の居住環境の提供へ
- 木質チップ・ペレット倉庫への熱供給により、燃料流通の合理化・効率化を図る

（需要施設）
・町役場／中央公民館／中学校／小学校
・町営住宅群




【③高齢者ウェルネスエリア】
- 既存の福祉・医療施設への安定的なエネルギー供給により、高齢者等の安全安心を確保
- さらに元気高齢者向けの住宅などの誘致を図り、福住近接のまちづくりへ

（需要施設）
・福祉施設／医療施設
・温室／高齢者向け住宅（新規）

出典：最上町

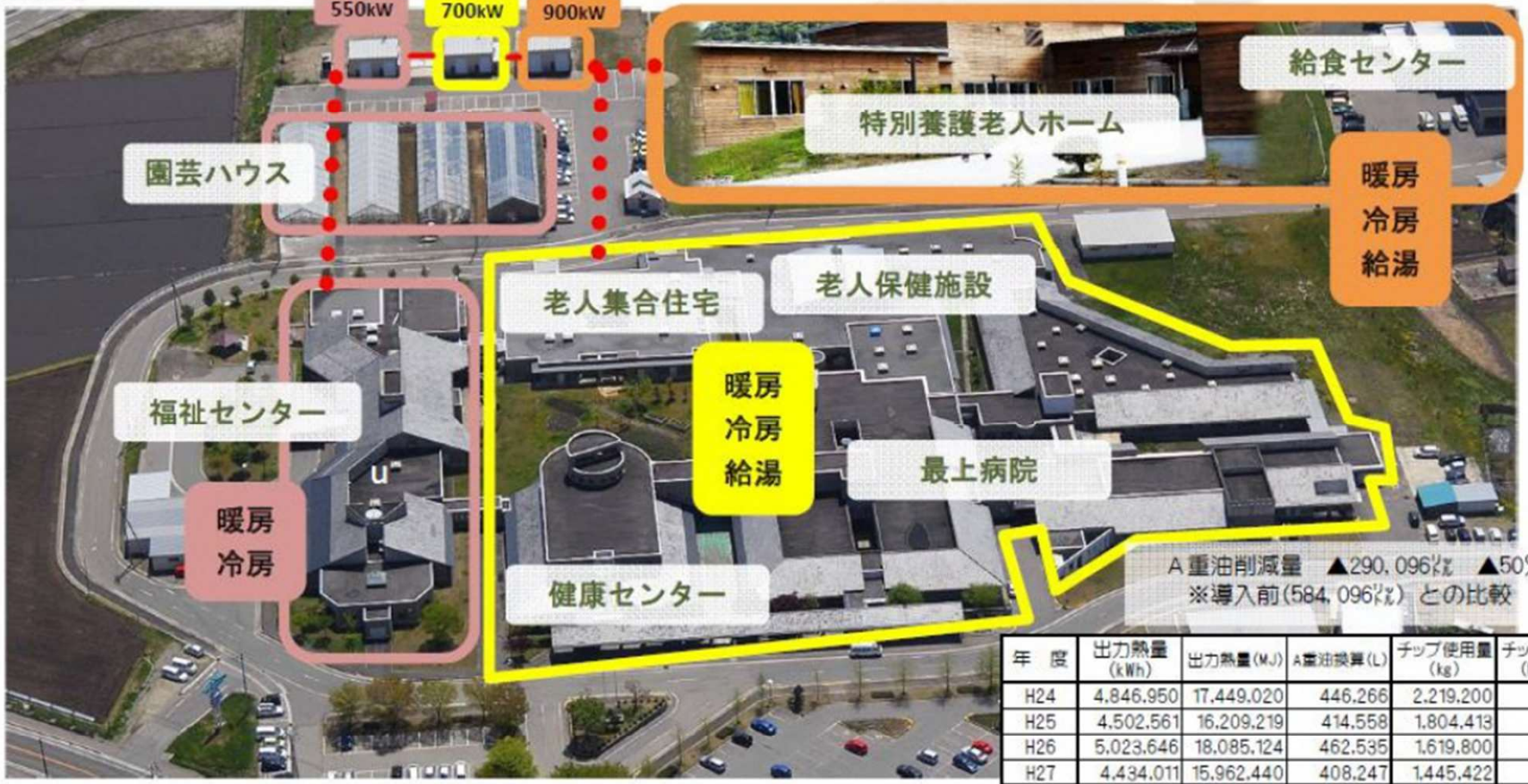


（第１回熱の面的利用可能性調査研究会村上委員長講演資料より）

参考

# 最上町地点熱供給事例【ウェルネスプラザ】

町の森林資源を間伐しその木材をチップ化した木質バイオマスエネルギーによる地域冷暖房システムを構築。生チップ焚き温水機3基を系統連携し、各温水機の熱交換器の温度を管理しながら連携システムタンクより各系統へ放熱運転。生チップ焚き温水機出力の平準化と燃料チップの効率的な活用、化石燃料の削減を行う。




| 年度 | 出力熱量(kWh) | 出力熱量(MJ) | A重油換算(L) | チップ使用量(kg) | チップ発熱量(MJ/kg) |
|---|---|---|---|---|---|
| H24 | 4,846,950 | 17,449,020 | 446,266 | 2,219,200 | 7.86 |
| H25 | 4,502,561 | 16,209,219 | 414,558 | 1,804,413 | 8.98 |
| H26 | 5,023,646 | 18,085,124 | 462,535 | 1,619,800 | 11.17 |
| H27 | 4,434,011 | 15,962,440 | 408,247 | 1,445,422 | 11.04 |

発熱量1kWh=3.6MJ　A重油換算39.1MJ/L　2.71t-CO2/KL

NEDOバイオマスエネルギー地域システム化実験事業(H17年度～H22年度)[総事業費　820,947,681円　補助金802,218,337円]
H19年度 550kW稼働開始、H20年度 700kW稼働開始。
H24年度900kW及び3基のシステム連携が稼働[総事業費　107,750,000円　補助金103,992,000円(山形県森林整備促進・林業等再生事業)]

出典：最上町



(第１回熱の面的利用可能性調査研究会村上委員長講演資料より)

参考

# 地点熱供給事例【紫波町オルガールエリア】

◆ 新しい庁舎や57戸の住宅、ホテルやアリーナなどの建設が計画地。 エリア内に熱供給施設（エネルギーステーション）を設け、**役場新庁舎、民間事業棟、住宅に対して暖房熱、冷房熱、給湯熱を供給**

◆ 主燃料として木質バイオマスを利用。 先進的な事例として環境省のモデル事業に選定

| | |
|---|---|
| 事業名 | 紫波中央駅前エネルギーステーション事業 |
| 事業主体 | 紫波グリーンエネルギー株式会社 |
| 熱供給先 | 紫波町役場新庁舎 ：暖房熱、冷房熱<br>オガールベース ：暖房熱、冷房熱、給湯熱<br>住宅（最大57軒） ：暖房熱、給湯熱<br>D街区建物（予定） ：暖房熱、冷房熱 |
| 主たる燃料 | 木質チップ（年間約1,000トンを予定） |
| 主要設備 | 木質チップ焚温水ボイラー：500 kW<br>吸収式冷凍機：115 US冷凍トン<br>バッファタンク：10 t × 2基 |
| 着工日 | 平成26年3月6日 |
| 熱供給開始日 | 平成26年7月30日 |
| 総事業費 | 約5億円 |

出典：http://shiwa-green.co.jp/project/cogeneration




出典：紫波町グリーンエネルギー株式会社
自治体担当者のための都市環境エネルギーセミナー講演資料



（第１回熱の面的利用可能性調査研究会村上委員長講演資料より）

参考

# 地点熱供給事例【紫波町オルガールエリア】




出典：紫波町『暮らしのガイドブック2015』



（第１回熱の面的利用可能性調査研究会村上委員長講演資料より）

## 参考　「道の駅まつだいふるさと会館」（新潟県十日町市）

- 国道253号沿いにある「道の駅まつだいふるさと会館」では、冷暖房システムの老朽化に伴う更新工事を行い、空調設備の一部に地中熱ヒートポンプシステムを導入した。
- また、常時の再生可能エネルギー由来の電気利用と非常時の電源確保を目的に、太陽光発電及び蓄電池設備を導入した。
- 各システムの運転状況は館内モニターで見ることができる。

表　設備仕様

| | |
|---|---|
| **太陽光発電及び蓄電池設備** | |
| **太陽光モジュール** | 26キロワット（310ワット×84枚） |
| **蓄電池システム** | ・　リチウムイオン電池：13キロワットアワー<br>・　パワーコンディショナー：16．5キロワット |
| **地中熱利用空調設備** | |
| **地中熱ヒートポンプ** | 1基（冷房33．5キロワット、暖房37．5キロワット） |
| **地中熱ヒートポンプ用室内機** | 3台 |
| **採熱井戸** | 4本×100メートル |
| **空気熱利用空調設備** | |
| **空冷ヒートポンプ** | 5台 |
| **空冷ヒートポンプ用室内機** | 17台 |
| **パッケージエアコン** | 2台 |
| **ルームエアコン** | 3台 |
| **期待される効果** | |
| **重油の削減量** | 5,400L/年 |
| **発電量** | 13,000kWh/年 |
| **二酸化炭素排出削減量** | 17t-CO2/年 |



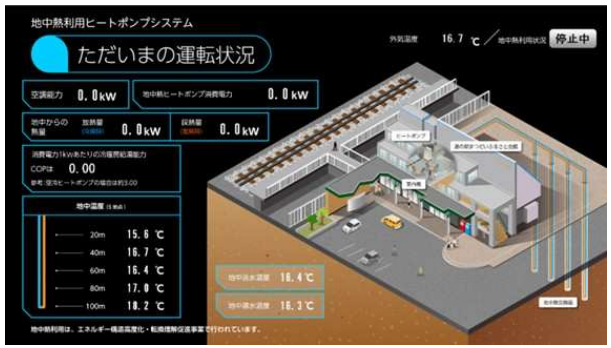
道の駅外観



太陽光発電



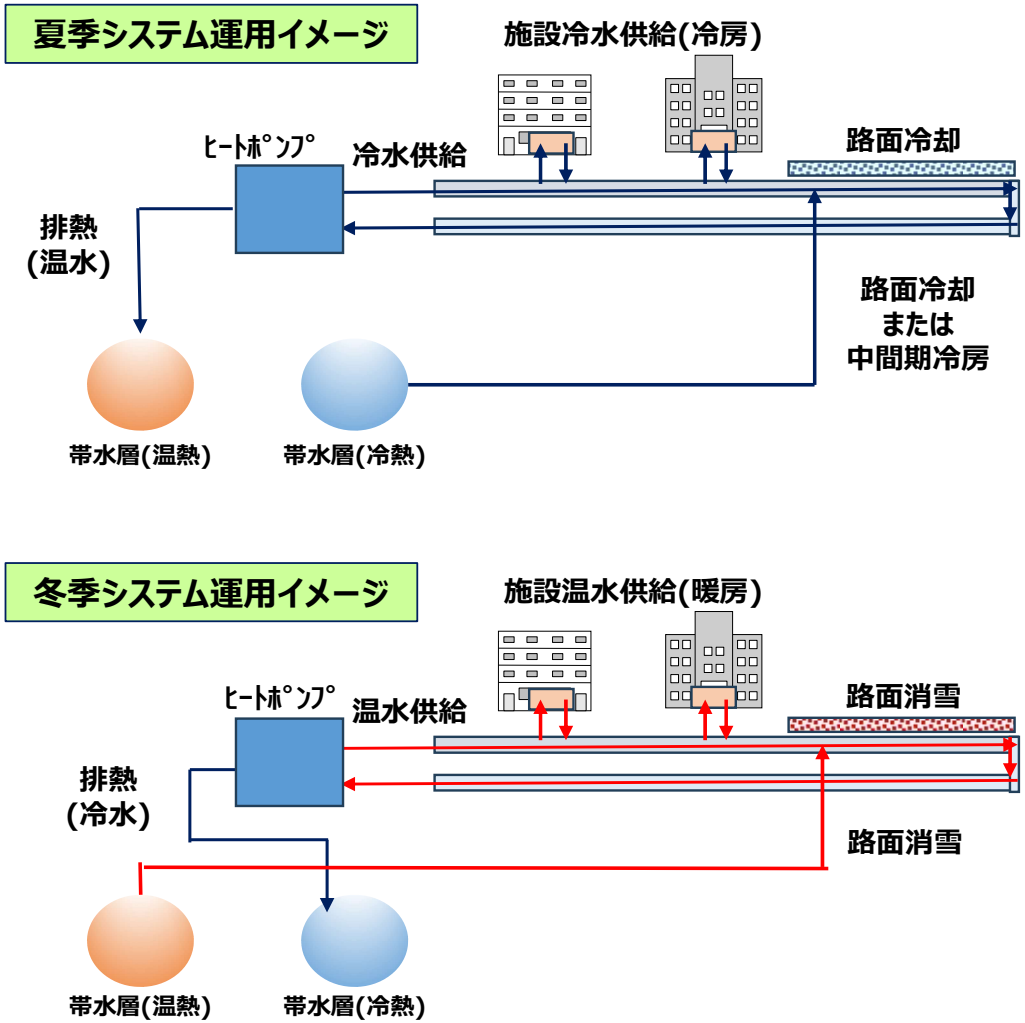
地中熱HP



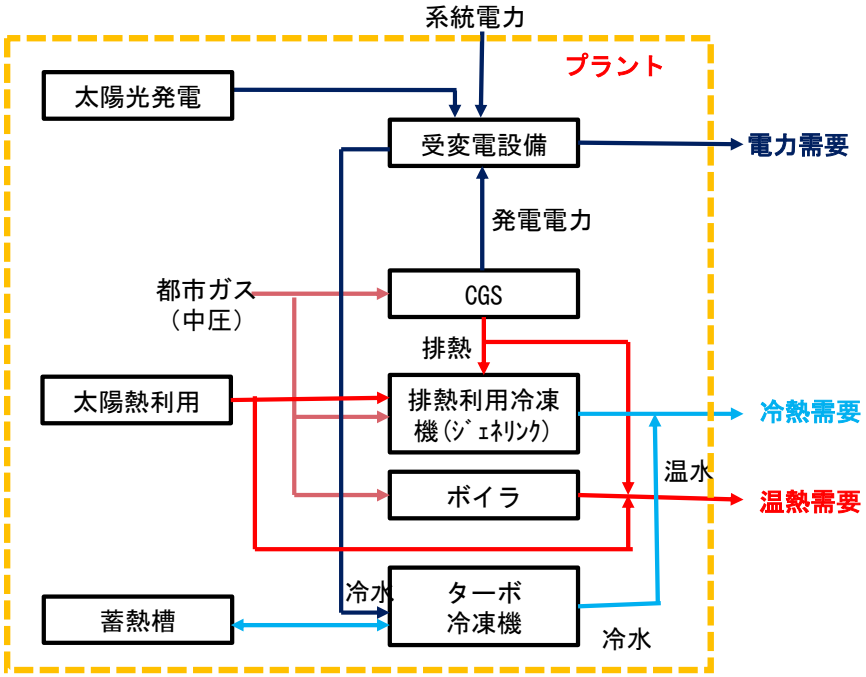

監視画面

参考

## ■帯水層蓄熱システム（市街地再開発、公共施設エリア）
## ※道の駅では小規模なもの（地中熱利用）を導入




## ■ CGSを利用した電力･熱供給システム
## （市街地再開発、公共施設エリア、道の駅）
## ※道の駅では小規模なものを導入



## ②　工業団地・産業団地での面的利用

（地域性を踏まえたニーズ）

○ 本県の強みである製造業分野で、県内企業の脱炭素の実現やBCPでの企業価値向上が期待される。
○ また、県外からの企業誘致による地域経済効果（雇用創出、県民所得向上等）を目指す上で、積雪寒冷地であることから、冬季のアクセスの利便性向上が必要。
○ ポテンシャルが高いといわれる東北地方で今後整備が拡大する可能性のあるデータセンターについては、堅固なインフラ設備（受変電の多重化等）の観点から産業団地に進出する場合が考えられる。

参考

表　工業団地・産業団地におけるエネルギーの観点から脱炭素から地域活性化につなげるポイント

| 重要要素 | 内容 |
|---|---|
| 再エネの大規模導入 | • 風力・太陽光・バイオマス等を面的に導入し団地内で活用<br>• データセンターでは冷房需要が大きいため、雪氷熱の利用も考えられる |
| カーボンフリー燃料の利用 | • 重油　⇒　都市ガス　⇒　カーボンフリー燃料（eメタン、水素等） |
| エネルギーマネジメント | • 自営線・マイクログリッド・蓄電池による安定供給<br>• 単独施設では難しい複数工場での連携省エネルギー（脱炭素の前にまずは可能な限り省エネ） |
| 企業間共生 | • 熱・蒸気・副産物を企業間で共有し削減効果を最大化（廃熱融通、資源共有） |
| 自治体・企業連携 | • 地域GX・脱炭素先行地域など制度支援が成功の鍵 |
| 企業誘致効果 | • $CO_2$フリー電力を求める企業に対し強い競争力<br>• ＢＣＰ向上（災害時電力供給継続）による強い競争力 |

・県内の工業団地・産業団地でのニーズを踏まえた熱利用の観点から、次のような利用を想定。

表　工業団地・産業団地における面的利用のパターン

| 地域・施設 | 内容・特徴 | 期待される効果 | 県内の類似地区 |
|---|---|---|---|
| 団地内企業による共同の熱利用 | • 団地内の複数企業による工業用の熱利用（排熱の融通、エネルギーセンターからの供給等）<br>・ガスコジェネを利用した電熱併給システムの活用　等 | レジリエンス強化（災害時の操業継続）<br>高付加価値化（企業の脱炭素経営） | 東根大森工業団地（予定） |
| アクセス・構内道路融雪 | • ICから産業団地までのアクセス道、団地内道路の融雪など、部分的な熱利用で利便性を確保 | 快適性・利便性 | |
| データセンターを核とした熱利用 | • データセンター（DC）の排熱を近隣企業で融通<br>• 熱需要が少ない時期は、冷涼な気候と雪氷冷熱を利用しDCから発生する余剰熱を冷却 | 新産業誘致<br>レジリエンス強化（DCの冗長性） | |

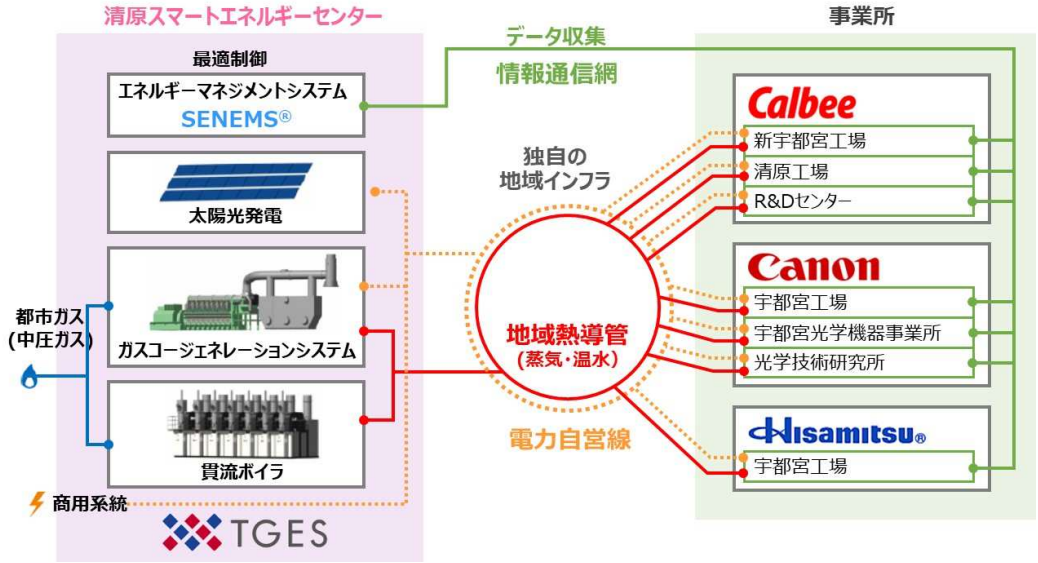
# 参考

- 工業団地・産業団地でのエネルギー面的利用利用の例として、大規模な例、比較的小規模な例を示す。
- 小規模な例では工場間の熱融通などが考えられる。

## 大規模な例

### ■清原工業団地スマエネ事業

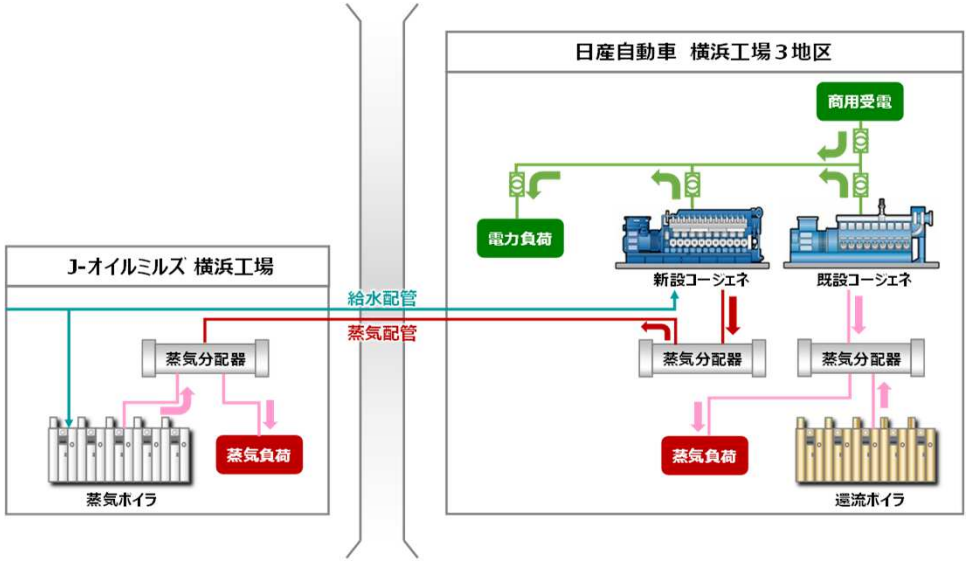
- 業種の異なる３社７事業所へ電力と熱を供給する独自の地域インフラを整備（電力特定供給、地域熱供給事業）
- 発電能力：約35,000kW、蒸気供給能力約70t/h
- エリア全体のエネルギー管理・最適制御実施
- 年間約23,000tのCO2削減効果




## 小規模な例

### ■工場間熱融通事例：日産自動車/Jｵｲﾙﾐﾙｽﾞ熱融通事業

- 日産自動車横浜工場に設置するコージェネレーションシステムの廃熱を回収してつくった蒸気を、J－オイルミルズ横浜工場に供給。年間5,700tのCO2削減効果



## ③　温泉街での面的利用

（地域性を踏まえたニーズ）

○ 県内全域に温泉が湧出する本県では、温泉を観光資源として関係人口の拡大を考えていくことが重要。

・・・ 積雪寒冷の温泉地では、観光客の利便性向上、除排雪の人材不足の課題から、道路融雪のニーズがある。
温泉街での脱炭素化により、エコツーリズム”ゼロカーボン観光地”としてブランド化を狙っていく。
また、まちおこし的に地域のブランド品等を栽培・生育することを考え、温室や陸上養殖施設での利用も考えられる。

○ 近年では、熱利用関係の設備（給湯、管内暖房等）の老朽化に伴う更新の課題もある。

参考

■県内温泉源泉温度

| 地域 | No | 温泉名 | 市町村 | 源泉温度 |
|---|---|---|---|---|
| 最上 | 1 | まむろ川温泉 | 真室川町 | 42℃ |
| | 2 | 羽根沢温泉 | 鮭川村 | 47℃ |
| | 3 | 神室温泉 | 金山町 | 25～34℃ |
| | 4 | 肘折温泉 | 大蔵村 | 85～87℃ |
| | 5 | 瀬見温泉 | 最上町 | 68℃ |
| | 6 | 赤倉温泉 | 最上町 | 57.1℃ |
| | 7 | 草薙温泉 | 戸沢村 | 23℃ |
| 村山 | 8 | 銀山温泉 | 尾花沢市 | 60℃ |
| | 9 | 碁点温泉 | 村山市 | 60℃ |
| | 10 | さくらんぼ東根温泉 | 東根市 | 50～70℃ |
| | 11 | 天童温泉 | 天童市 | 69℃ |
| | 12 | 蔵王温泉 | 山形市 | 47℃ |
| | 13 | かみのやま温泉 | 上山市 | 66.4℃ |
| | 14 | 月山志津温泉 | 西川町 | 42.3℃ |
| | 15 | 寒河江温泉 | 寒河江市 | 50.2℃ |
| 庄内 | 16 | 湯の台温泉 | 酒田市 | 50.3℃ |
| | 17 | 鳥海温泉 | 遊佐長 | 38.5℃ |
| | 18 | 湯野浜温泉 | 鶴岡市 | 65℃ |
| | 19 | 湯田川温泉 | 鶴岡市 | 43℃ |
| | 20 | 由良温泉 | 鶴岡市 | 65℃ |
| | 21 | あつみ温泉 | 鶴岡市 | 60℃ |
| 置賜 | 22 | 川西温泉 | 飯豊町 | 32℃ |
| | 23 | 湯の沢温泉 | 米沢市 | 27.6℃ |
| | 24 | 赤湯温泉 | 南陽町 | 63℃ |
| | 25 | 小野川温泉 | 米沢市 | 83℃ |
| | 26 | 白川温泉 | 飯豊町 | 12.6℃ |
| | 27 | 白布温泉 | 米沢市 | 57～59℃ |
| | 28 | 新高湯温泉 | 米沢市 | 55.6℃ |

■県内で湧出量の大きい温泉（トップ10）

| 順位 | 温泉地名 | 総湧出量(L/分) | 自噴量(L/分) | 揚湯量(L/分) |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 蔵王温泉 | 5,178 | 5,162 | 16 |
| 2 | かみのやま温泉 | 2,477 | 0 | 2,477 |
| 3 | 湯野浜温泉 | 2,065 | 0 | 2,065 |
| 4 | 肘折温泉 | 1,562 | 1,562 | 0 |
| 5 | 温海(あつみ)温泉 | 1,481 | 0 | 1,481 |
| 6 | 白布温泉 | 1,467 | 1,467 | 0 |
| 7 | さくらんぼ東根温泉 | 1,168 | 0 | 1,168 |
| 8 | 小野川温泉 | 1,155 | 0 | 1,155 |
| 9 | 湯田川温泉 | 975 | 0 | 975 |
| 10 | 赤倉温泉 | 968 | 609 | 359 |

■県内で宿泊者数の多い温泉（トップ10）

| 順位 | 温泉地名 | 宿泊利用者数 | 宿泊施設数 |
|---|---|---|---|
| 1 | 蔵王温泉 | 325,509 | 33 |
| 2 | かみのやま温泉 | 239,673 | 16 |
| 3 | 天童温泉 | 213,127 | 10 |
| 4 | 湯野浜温泉 | 160,409 | 16 |
| 5 | 温海(あつみ)温泉 | 115,630 | 9 |
| 6 | 銀山温泉 | 108,155 | 12 |
| 7 | 赤湯温泉 | 85,002 | 11 |
| 8 | 小野川温泉 | 58,797 | 15 |
| 9 | 湯の瀬温泉 | 47,476 | |
| 10 | 鶴岡北京田温泉 | 44,247 | |

- 面的な熱利用をするためには、温泉熱のポテンシャルも大きく、熱需要量も大きいことが求められる。また、面的利用の際の熱損失も大きいため、需要場所での温度維持を考えると、源泉温度も高い方がよい（ヒートポンプの熱源水の利用としては利用は可能）。

・温泉地では、温泉熱という既存の熱源があり、その他、排湯熱の活用も考えられる。さらに温泉街でのニーズを踏まえた熱利用の観点から、次のような利用を想定。

表　温泉街における面的利用のパターン

| 地域・施設 | 内容・特徴 | 期待される効果 | 県内の類似地区 |
|---|---|---|---|
| 温泉旅館の給湯・暖房 | 温泉街に立地する旅館のシャワー等の給湯及び館内暖房に温泉熱利用のシステムを導入 | 利便性、快適性<br>（宿泊客、利用客の満足度向上） | 湯野浜温泉<br>（鶴岡市） |
| 温泉街の道路消雪 | 冬季間の歩道消雪により、観光客が雪を気にせず散策できる環境を整備<br>除雪車オペレーターの減少に対応した人手を割かない雪対策による事業者・行政の負担軽減 | 利便性、快適性<br>（観光客の満足度） | 蔵王温泉<br>（山形市） |
| 温水栽培・飼育 | 温水を活用した魚介類の養殖や果樹、野菜の栽培で、新たな名産・副産品を開発 | 地域の魅力向上、関係人口拡大 | 小野川温泉<br>（米沢市） |

→ 温泉地での熱利用を考えた場合、温泉熱という共通の大きな熱源があるため、必要温度帯が高いところから順に熱エネルギーを活用するカスケード利用により、発電との組合せで多くのエネルギー利用が可能となる。

## 参考

システム的には、温泉熱のカスケード利用が考えられる。源泉温度が高い場合、発電（バイナリー）から始めて、温度が下がるにつれ、暖房→陸上養殖→ヒートポンプ熱源水→融雪というように利用していけば多くの熱利用が可能である。

事例：土湯温泉（福島県）

温泉の蒸気と熱水を利用しバイナリー発電装置により電力を生成し、東北電力に売電を行っている。発電所から約３kmに位置する黒沢池より湧水を引込み、バイナリー発電装置の冷却水利用、そして温水化された冷却水を16号、17号、18号造成塔及びエビの養殖水槽へ供給するとともに、展望デッキへの融雪にも利用している。なお、発電使用後の温泉は集中管理方式により温泉組合員へ配湯している。

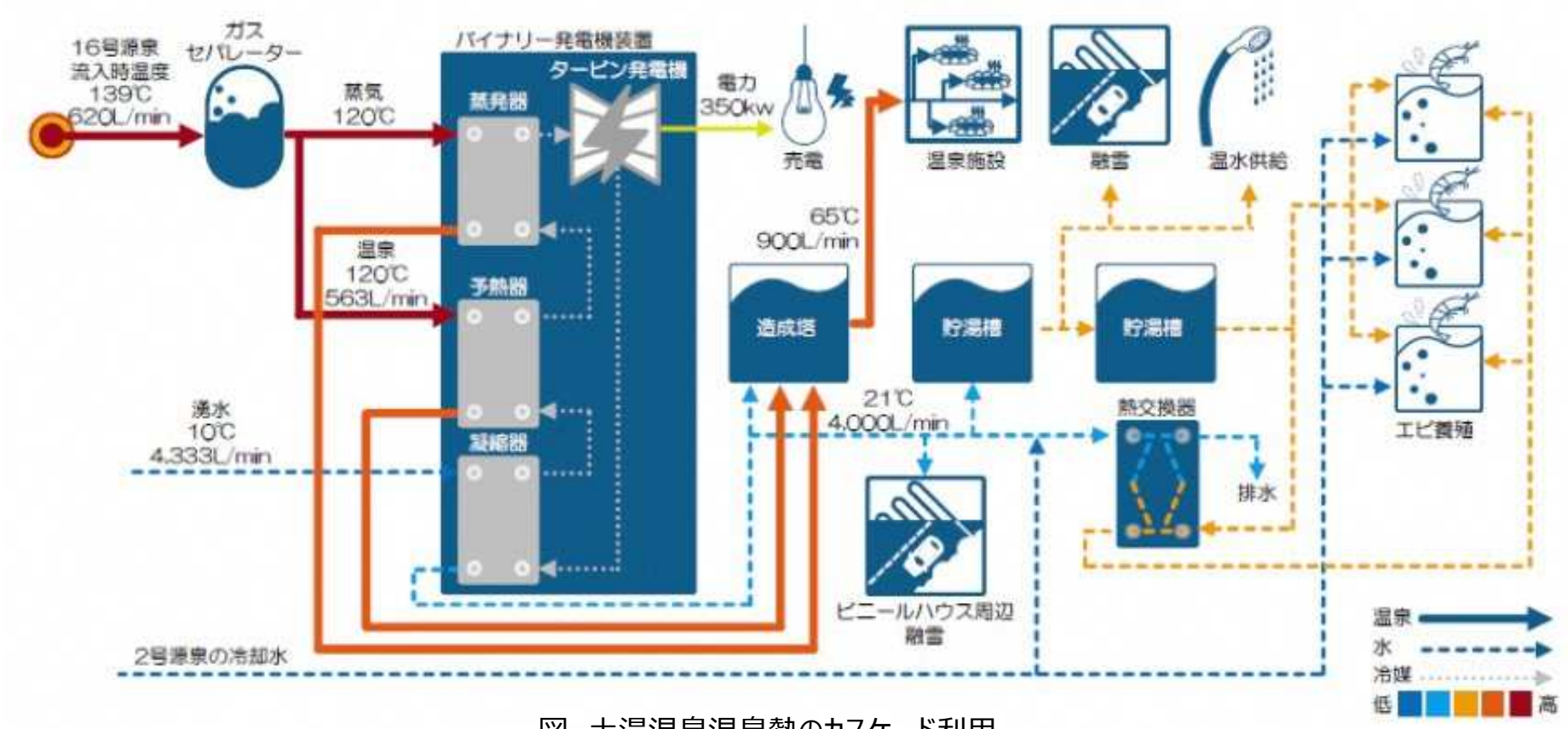



図　土湯温泉温泉熱のカスケード利用

出典：温泉熱利用事例集（環境省）

## ④　農業分野での面的利用

（地域性を踏まえたニーズ）

○ 山形県は四季の寒暖差・豊富な水資源・肥沃な土壌を背景に、多様な農産物の産出額が全国上位。特に果樹と野菜が強く、これらは施設園芸のものが多い。

○ 近年、気候変動の影響から、安定した収量確保や品質の維持向上が課題となっており、農産物の付加価値化による農業所得の向上という課題がある。

○ 林業は天然林が豊富で、多様な植生が残る全国有数の森林県また、木材利用（木育・地材地消）にも積極的で「やまがた森林ノミクス」を推進。畜産業も米沢牛等トップブランドの和牛がある。

- このような観点から、再エネ利用による**地域作物のブランド化**や**地域バイオマスを活用した地域資源循環**等による脱炭素を地域活性化につなげる。

■農業分野への熱の面的利用メニュー

- 山形県のブランド作物を対象にして、地下水熱利用（帯水層蓄熱）を活用したハウス栽培がメニューの一つとしてあげられる。
- 省エネルギーな農業により、ブランド作物に「低炭素」とういうさらなる付加価値をつける。
- 栽培作物は花き類が有望である（学識経験者のヒアリングにより、バラ、アルストロメリア等が有望と判明）。
- これらの花きは比較的県内各地で作られているが、置賜地域、最上地域、庄内地域が多い。
- 庄内地域では地下水供給パイプがすでに整備されているため、地下水利用は普及済みである。したがって、置賜地域、最上地域が有望な対象地域と考えられる。
- 山形県のスマートアグリ産業の推進や雇用の促進につなげる。

参考

表　アルストロメリアとバラの特性

| 品目 | 栽培形態 | 全国シェア（順位） | 生育温度の目安 | 備考 |
|---|---|---|---|---|
| アルストロメリア | 周年型施設栽培 | 15%<br>3位 | 生育：15～25°C | 高冷地向け。温度管理で周年出荷が可能 |
| バラ | 周年型施設栽培 | 8%<br>3位 | 昼：25～28°C<br>夜：15～20°C | 高温・低温に弱く、温室での管理が重要 |



図　アルストロメリアのハウス栽培

・農業分野では、温度管理が品質確保の重要な要素となる施設園芸での利用を中心に、異常気象対策の利用を考える。
・家畜排せつ物のエネルギー利用により、農業のみならず周辺産業への波及や新技術への展開も目指す。

表　農業分野における面的利用のパターン

| 地域・施設 | 内容・特徴 | 期待される効果 | 県内の類似地区 |
|---|---|---|---|
| 花き・野菜の冬季暖房 | 異常気象対策として、重油や電気を使用した暖房を再エネ熱に転換することで、現行のコストを低減<br>地下水熱を活用することで、夏季は冷却にも活用 | 品質、収量確保、高付加価値化 | 鶴岡市<br>酒田市 |
| 木質バイオマスを活用した熱供給 | 県産木材の端材によるバイオマス発電と余剰熱を利用した周辺への熱供給 | 利便性・快適性（暖房や融雪）<br>地域資源の有効活用 | |
| 家畜排せつ物を利用したエネルギー供給 | 家畜排せつ物のメタンガスを活用して発電<br>余剰熱の周辺農地への提供、畜舎暖房での利用<br>水素の生成による新技術への展望 | 地域経済循環（他産業への波及）<br>利便性・快適性（暖房や融雪）　ほか | |

参考

■システムイメージ

- 地下水を利用した帯水層蓄熱システムを導入、ハウスの冷暖房や周囲道路の融雪に利用
- バラやアルストロメリアでは効果的な冷暖房を行うために、ハウス室内ではなく、地面を冷やし根を直接冷やしている。

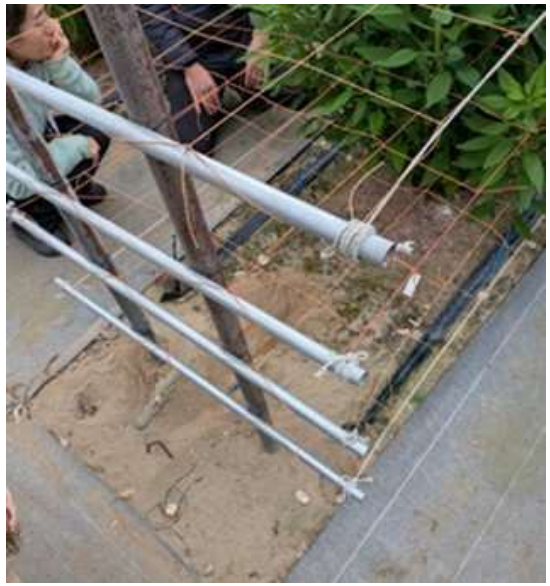
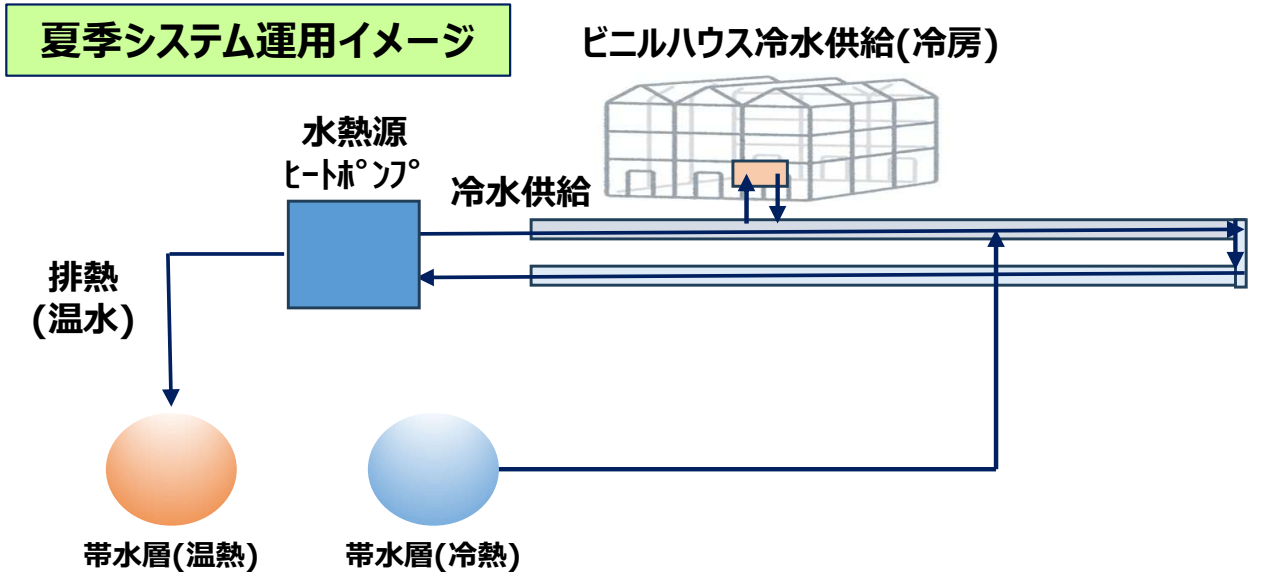
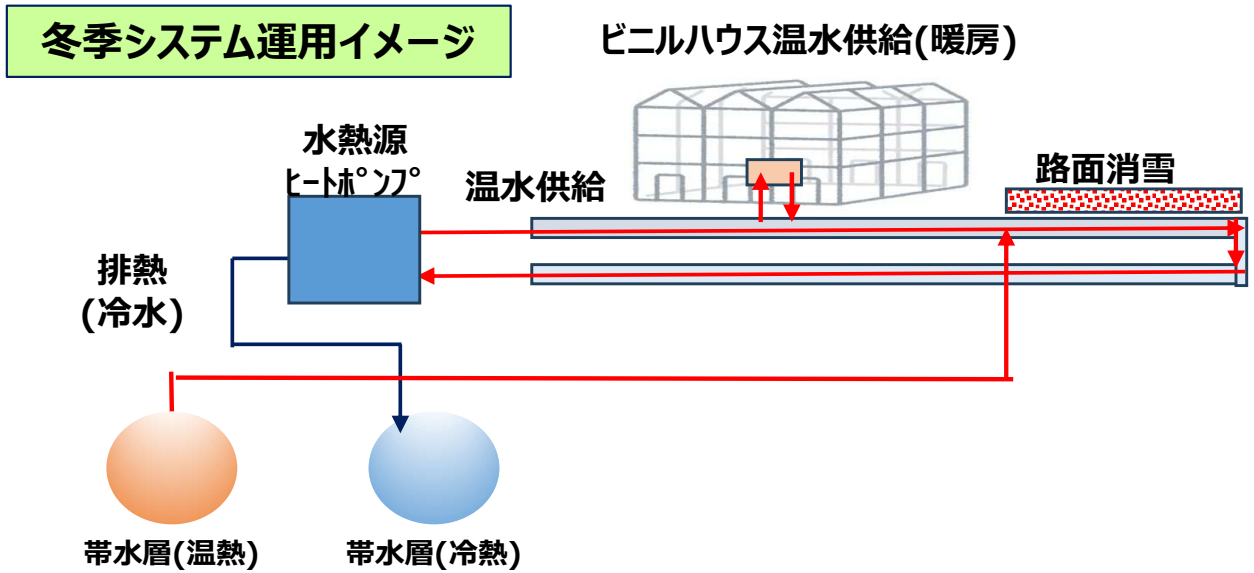


図　地下水による地面冷却水配管



図　地中熱ヒートポンプシステム



参考

■木質バイオマス利用による地域活性化

- 北海道下川町では地産地消の木質バイオマス利用を進めている。町全体の熱自給率は56%に到達している。
- 外部からの電力や燃料を減少させ、バイオマス資源の製造・利用による雇用促進にも繋がり、地域経済循環にも大きく貢献する。

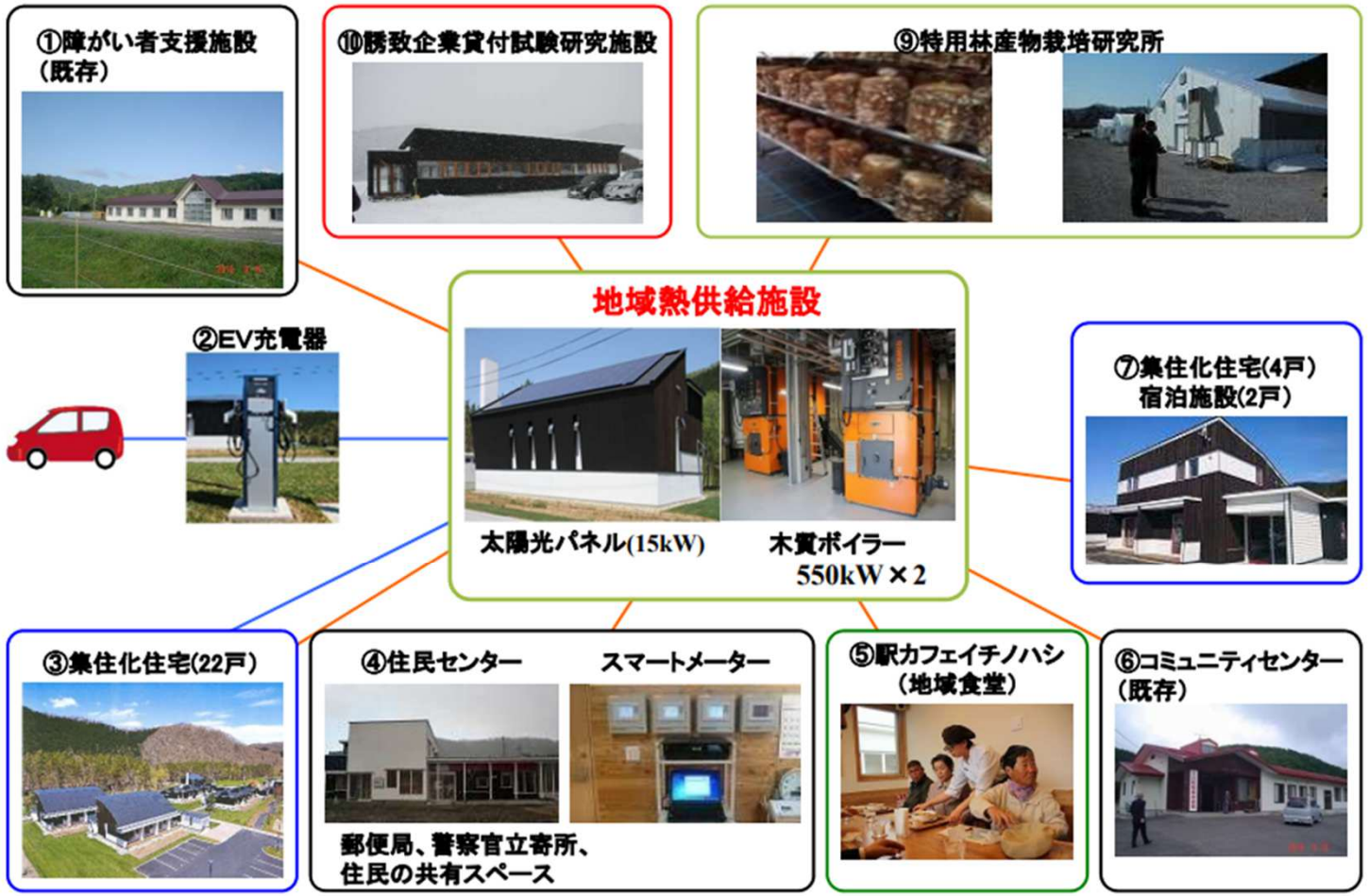



図　下川町一橋地区木質バイオマス利用による地域エネルギーマネジメント

参考

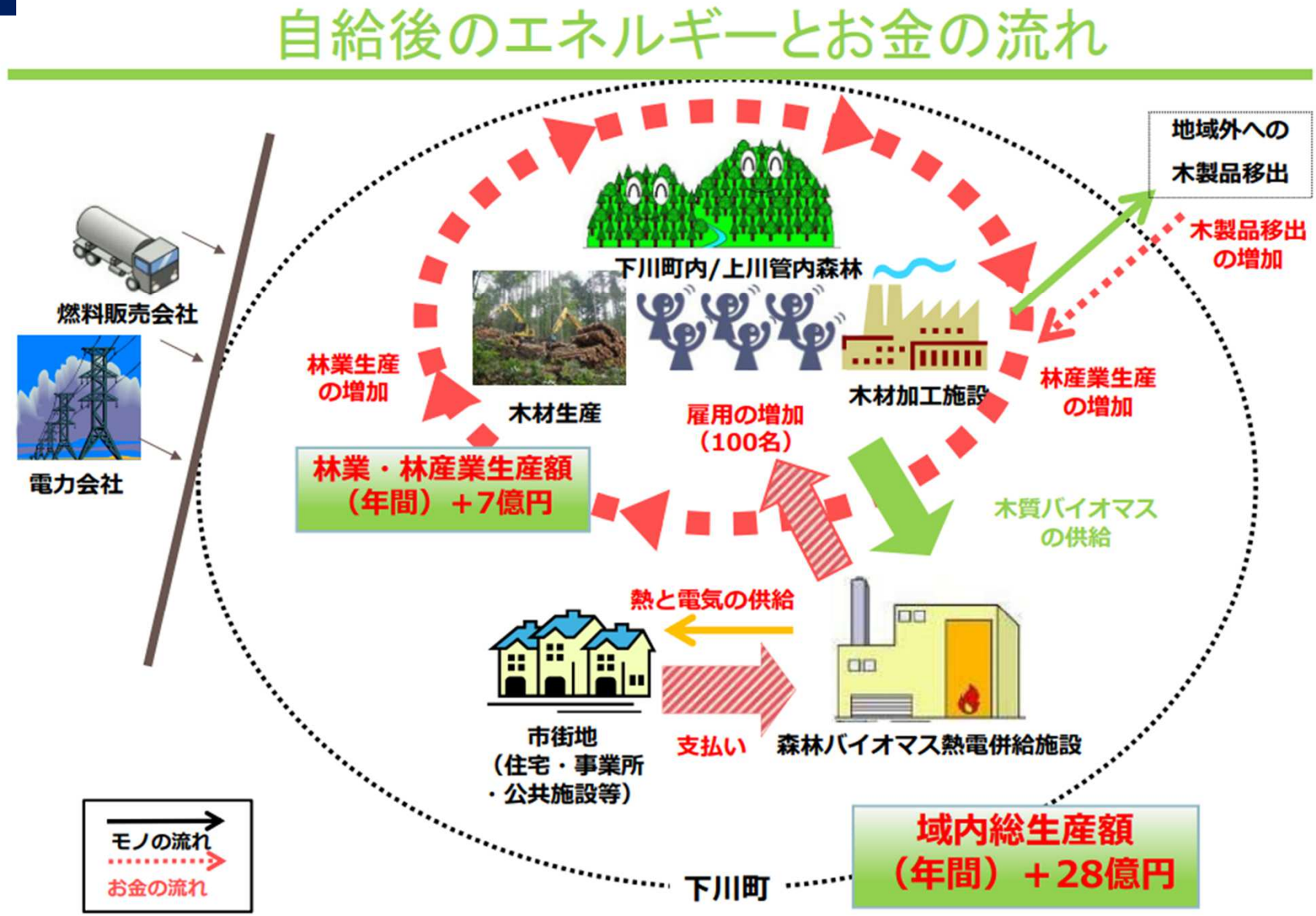



図　下川町の木質バイオマス利用による地域経済循環

参考

■畜産バイオマス利用による地域活性化（北海道鹿追町）

- 北海道鹿追町は、家畜のふん尿由来のバイオガスから水素を製造する、日本で唯一の「地域資源循環型水素サプライチェーン」を構築
- 製造された水素は、町内の燃料電池自動車（FCEV）や施設での熱・電力利用に活用されており、脱炭素と地域経済の両立（脱炭素ローカルモデル）を目指している。

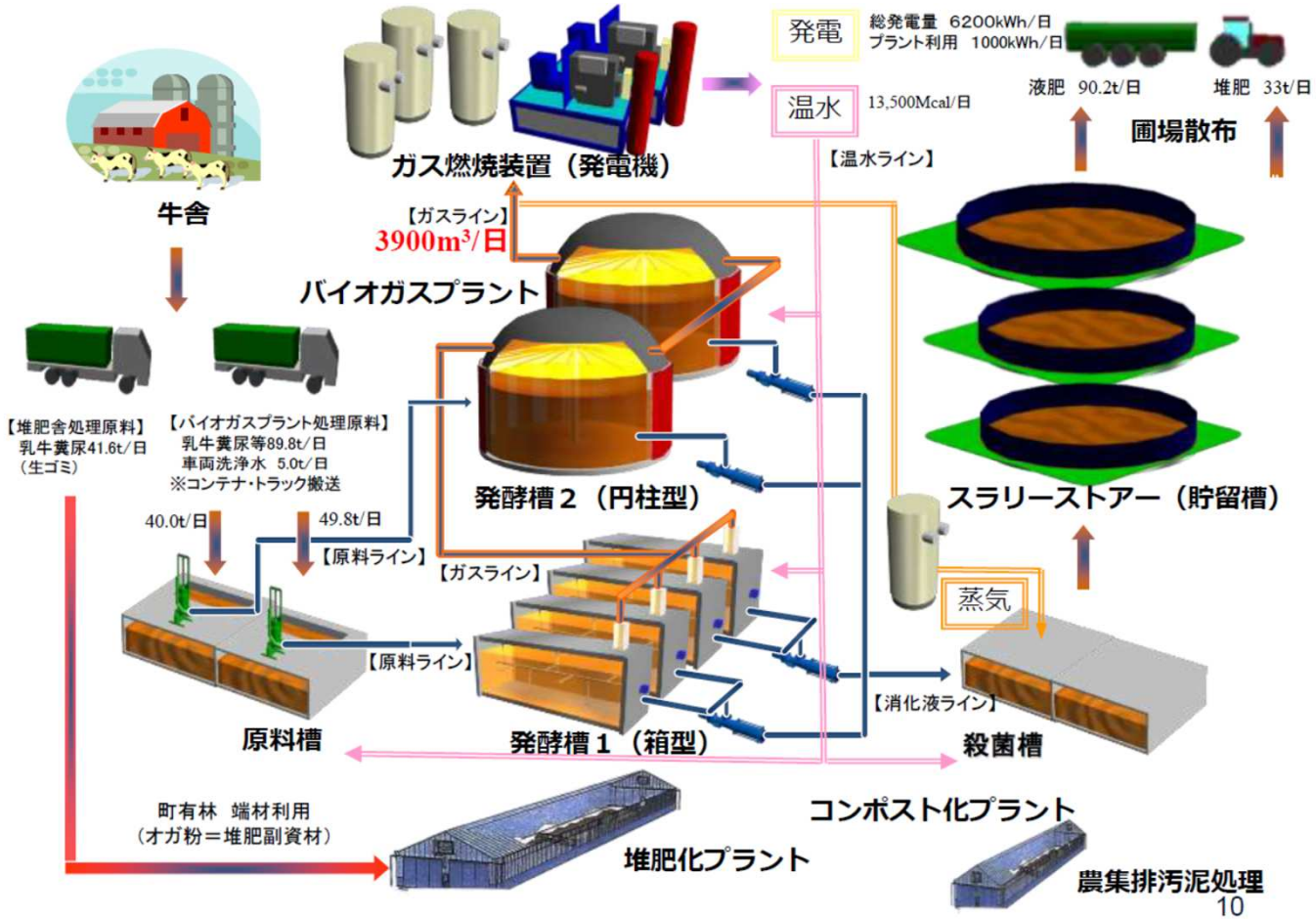



図　鹿追町バイオマスプラントシステムフロー

**主な活用方法**

**FCEV車の燃料:** 町の公用車や民間車（計19台以上）への水素供給。寒冷地でも動作問題なし。

**産業利用:** チョウザメ養殖施設などへの燃料電池（熱・電）供給。

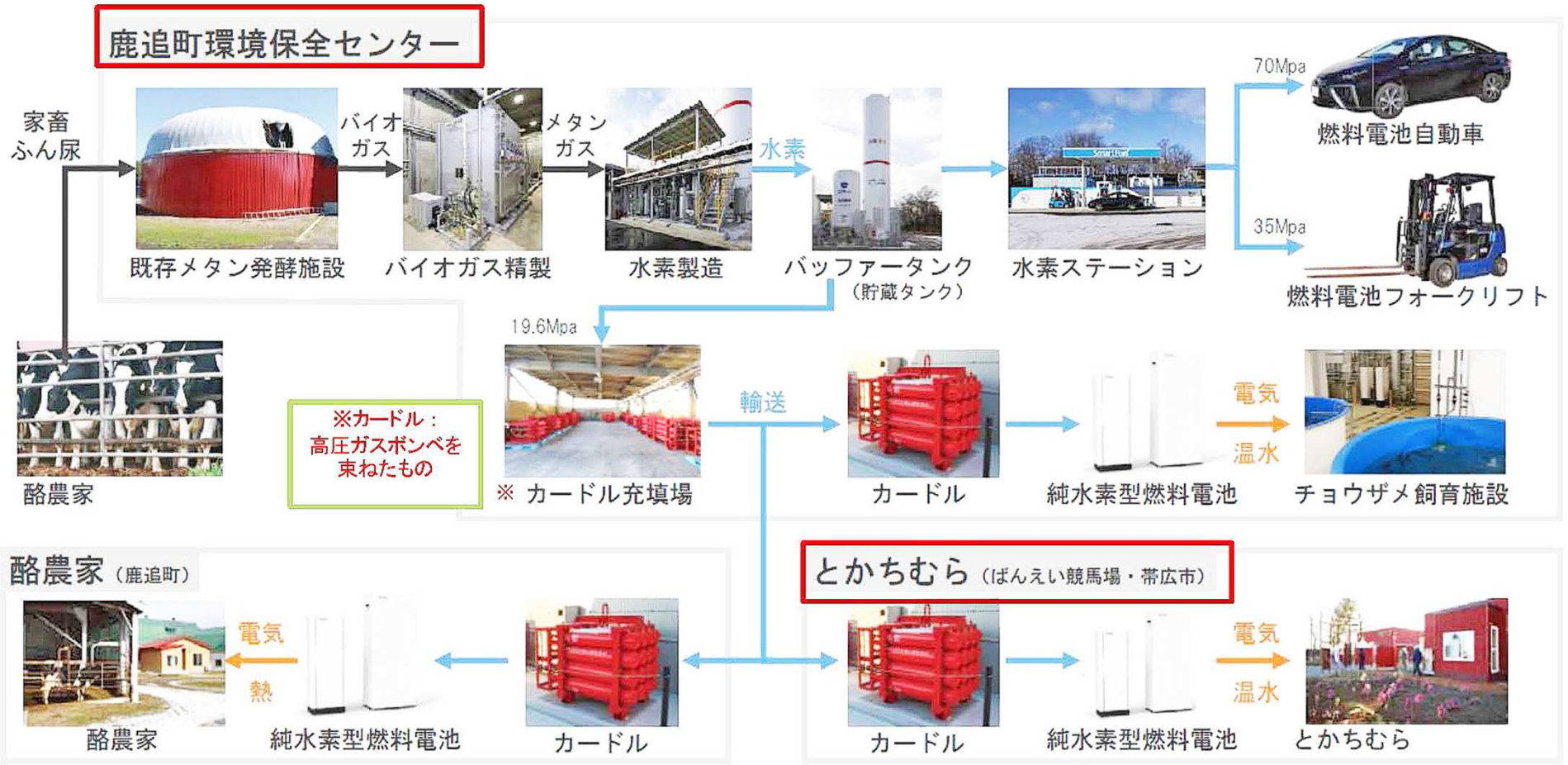
**水素ステーション:** 定置式水素ステーションを隣接し、充填販売。

**温室栽培:** 余剰熱を活用しマンゴー栽培

## 参考

■鹿追町水素サプライチェーン実証事業（環境省）

- 畜糞由来のバイオガスを原料に水素を製造：鹿追町・環境保全センター内に水素製造装置、水素ステーションを設置し、水素を製造、供給
- 水素の利用先は、FCV、FCフォーク、建物設置水素燃料電池：燃料電池には水素ガスボンベによる宅送で水素を供給
- 実証事業を通じて、農業地域、寒冷地特有の課題に対応した水素サプライチェーンの実証を行いさらなる省エネ化、低コスト化に向けた課題を抽出



# ８．熱の面的利用の導入に係る効果と課題



山形県の熱の面的利用モデルについて、考え方や事例、システム例について示してきたが、ここでその効果と課題について整理する。

表　モデル分類別の導入効果と課題

| モデル分類 | 導入効果 | 課　題 |
|---|---|---|
| まちづくりに合わせた面的利用 | • スマートシティ構築<br>• 地域防災向上<br>• エコツーリズム<br>• 観光地のブランド化 | • 事業主体がいるか、事業体制が組めるか<br>• 市街地再開発の場合、同時期に建物が建つか<br>• 帯水層蓄熱に適した地質か<br>• 事業採算性はあるか（面的利用による事業性向上） |
| 工業団地・産業団地での面的利用 | • RE100工業団地（企業価値の向上）<br>• 新規の企業誘致 | • 事業主体がいるか、事業体制が組めるか<br>• 大規模な一括受電の場合、系統連系が可能か<br>• 将来的に燃料の脱炭素化が可能か<br>• 同時期にシステム整備できるか<br>• 事業採算性はあるか（面的利用による事業性向上） |
| 温泉街での面的利用 | • エコツーリズム<br>• 観光地のブランド化 | • 温泉権利者の合意形成が可能か<br>• 大規模な熱需要家がいるか<br>• 需要が集中しているか（広いエリアに拡散していると不利）<br>• 事業主体がいるか、事業体制が組めるか<br>• 集中配湯を行っている温泉か<br>• （源泉の温度が比較的高くカスケード利用が可能か）<br>• 事業採算性はあるか（面的利用による事業性向上） |
| 農業分野での面的利用 | • 脱炭素による地域作物のブランド化<br>• 他産業への経済効果 | • 需要が集中しているか（広いエリアに拡散していると不利）<br>• 事業主体がいるか、事業体制が組めるか<br>• 帯水層蓄熱に適した地質か<br>• 木質・畜産バイオマス利用の場合、バイオマス資源の確保<br>• 事業採算性はあるか（面的利用による事業性向上） |