

別添 2－1 3

事業推進調査業務資料  
(令和 3 年度第 3 回)

**2021年度  
温泉給湯及びバイナリー発電事業  
推進調査業務**

**事業検討委員会**

**2022年3月14日**

石油資源開発株式会社

# バイナリー発電設備の比較

2020年度に選定したバイナリー発電機は、メーカーが生産・販売を停止したことから、2021年度に再度機体の絞り込みをし直した。

熱水温度は発電後90℃以上（500ℓ/分）を確保し、寒冷対策のある冷却システムの設計を前提条件として6社の機体性能を比較した。

代理店	第一実業			地熱開発			Climeon Japan			—			梶原鉄工所			—		
メーカー/機体名	Access Energy Thermapower 125XLT			Electratherm 4400B			Climeon HP150			Xenesys			Zuccato Energia ZE-50-ULH			パワーイノベティブ テクノロジー JRET30		
供給温度 ℃	116			116			116			116			116			116		
発電後温度 ℃	90			90			90			92.3~93.9			95.9			90		
揚湯方式	水中ポンプ			水中ポンプ			水中ポンプ			水中ポンプ			水中ポンプ			水中ポンプ		
冷却水温度 ℃	10			10			10			10			10			10		
冷却水量 ℓ/分	100	300	500	100	300	500	100	300	600	100	300	500	100	300	500	空冷式		
冷却後温度 ℃							—	—	28.6		28.4	19.4	29.9	28.8	27.3			
必要空冷能力 kW																		
発電端出力 kW									59		56	58	52.5	52.5	52.5			
送電端出力 kW										-	44.5	46	29.8	32.5	36.1	31.7	47.6	60
メンテナンス先	海外			海外			海外			国内			海外			国内		
価格（工事費含）	不提示						1.5億円									0.85億円		
備考	期限までに 回答なし			使用温度幅が設計 限界以下			11/24辞退									外気温25,15,5℃で 計算		

以下の項目が重要なポイントとなる。

- ✓出力規模：FITで低圧接続の場合は、発電端上限50kWに限りなく近い出力で、かつ所内利用率を下げることで自家消費の場合は、発電量全量の引取先を確保できること
- ✓冷却方式：二次媒体を直接冷却することができる空冷システムであること
- ✓メンテナンス：給湯事業に支障をきたさないよう、短期間（1週間以内）に実施できる体制があること
- ✓価格：出力規模（50kW）に見合った価格であること（工事費含）

 パワーイノベティブテクノロジー機体を候補として検討をすすめる。

# パワーイノベティブテクノロジー製発電機の概要

## 発電ユニットの概要

小型バイナリー発電装置 30kw

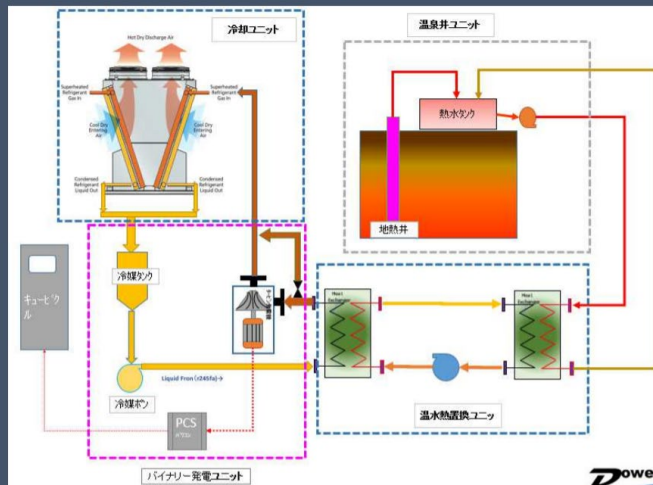
商品名：JRET30



- ・送電端出力 MAX 30kw
- ・発電機 IPM同期発電機
- ・定格回転速度 31500rpm
- ・出力電圧 200-220V
- ・周波数 50-60Hz
- ・系統連系機能保護付き
- ・作動流体 R245fa
- ・寸法 幅1.0m × 奥行き1.6m × 高さ1.7m
- ・重量 約900kg (作動流体含まず)

PowerInnovative  
Technology

## 附帯システム導入例



PowerInnovative  
Technology

## 空冷式冷却システムの特徴



- ・冬場は冷却水が無いので、凍結の心配がいない
- ・夏場は外気温が30°Cを超えても運転が可能
- ・オプションとして、短期間にスプレーシステム追加可能

PowerInnovative  
Technology

## 導入例-1

エンドユーザー：廃棄物処理設備様 (岩手県)

燃烧炉の排熱を利用して温水を製造  
空冷式凝縮器を採用し、冷却水を不要とし冬季凍結対策



岩手県盛岡市処理施設内に設置(2018年10月設置)

PowerInnovative  
Technology

# 前掲発電機を導入した場合の町中事業経済性

検討ケース： 弟子屈町町中50kW

## 【現時点の前提条件】

建設費 : 補助金適用2/3  
 年間操業費 : 専任管理者2名雇用  
 源泉使用料負担有  
 年間収入 : 非FIT、  
 売電単価30円  
 熱収入なし

## 現時点の経済性

建設費 : 85,000千円  
 年間操業費 : 20,686千円  
 年間収入 : 10,111千円

⇒投資回収できない

プロジェクト開始	2021	年
建設開始年	2021	年
発電開始年	2022	年
蒸気井貫戻年	2022	年
操業期間	15	年

1 設備	発電機出力	45	KW	
	冷却方式	空冷		
	所内率	5	%	揚湯ポンプは外部
	年間利用率	90	%	
	負荷設備		KW	
2 建設費	発電機	65,000	千円	30kW×2基で本体65,000千円
	CP	0	千円	
	PP		千円	揚湯ポンプ費は熱事業で賄う
	配管等付帯工事費	20,000	千円	PIT見積より
	自営線	0	千円	
			千円	
	建設費計	85,000	千円	
3 操業費	人件費	12,200	千円/年	電気主任技術者（1人×20万円、
	修理費（発電機対象）	2,210	千円/年	発電機 ×3.4%
	諸経費（発電機対象）	299	千円/年	発電機 ×0.46%
	労働基準監督署検査費	300	千円/年	
	燃料費	0	千円/年	揚湯ポンプ電力費は熱事業で賄う
	源泉使用料	1,500	千円/年	
	一般管理費	3,677	千円/年	直接費計 ×25%
	操業費計	20,186	千円/年	
4 収入	売電単価	30.00	円/kWh	
	売電収入	10,111	千円/年	
	熱供給収入	0	千円/年	
5 資金	自己資本	85,000	千円	自己資本 100%
	有利子融資	-56,100	千円	利率1.50% 10年返済
	補助金	56,100	千円	補助率66%
	合計	85,000	千円	

# 町中事業経済性を確保するための条件

## 【条件の改善①】

建設費：  
補助金適用2/3  
年間操業費：  
専任管理者2名雇用  
源泉使用料負担150万円/年  
年間収入：  
非FIT  
売電単価70円

## 【条件の改善②】

建設費：  
補助金適用3/4  
本体価格1500万円低下  
年間操業費：  
専任管理者2名雇用  
源泉使用料負担無  
年間収入：  
非FIT  
売電単価45円  
熱事業収入500万円

## 【条件の改善③】

建設費：  
補助金適用3/4  
本体価格500万円低下  
年間操業費：  
専任管理者1名雇用  
源泉使用料負担無  
年間収入：  
非FIT  
売電単価40円

## 【条件の改善④】

建設費：  
補助金適用1/2  
年間操業費：  
専任管理者1名雇用  
源泉使用料150万円/年  
年間収入：  
非FIT  
売電単価45円

## 条件改善された経済性①

建設費 : 85,000千円  
年間操業費 : 20,186千円  
年間収入 : 23,593千円

⇒14年で投資回収可能

## 条件改善された経済性②

建設費 : 70,000千円  
年間操業費 : 17,963千円  
年間収入 : 20,167千円

⇒14年で投資回収可能

## 条件改善された経済性③

建設費 : 80,000千円  
年間操業費 : 10,945千円  
年間収入 : 13,482千円

⇒13年で投資回収可能

## 条件改善された経済性④

建設費 : 85,000千円  
年間操業費 : 12,686千円  
年間収入 : 15,167千円

⇒15年で投資回収不可

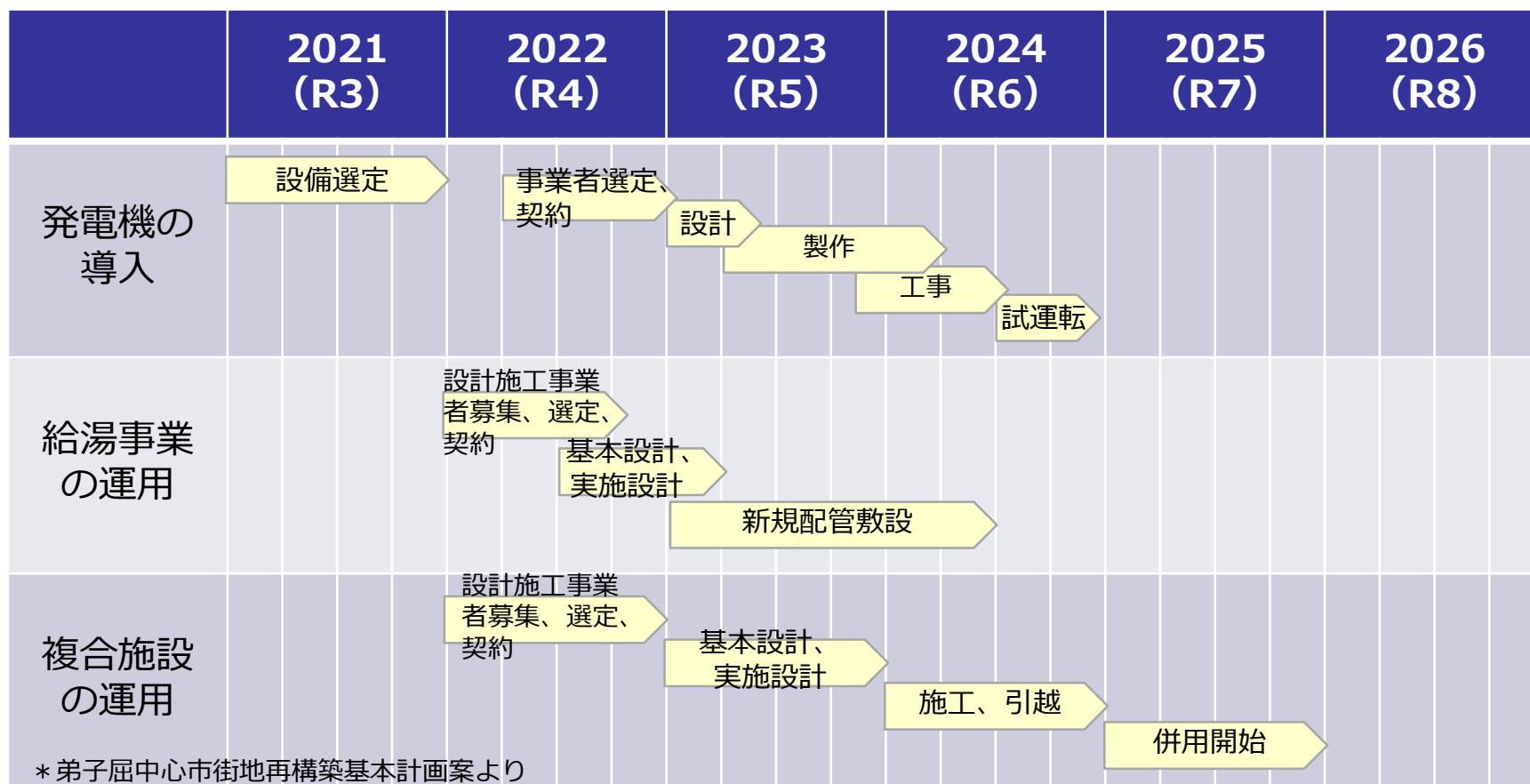
# パワーイノベティブテクノロジー製発電機における経済性まとめ

---

パワーイノベティブテクノロジー製の発電機は、TS井における発電事業と熱供給事業にとって、機能としては現時点で最も適切と考えられるが、経済性評価としては年間費用が年間収入を上回るため投資回収できない厳しい結果となっている。

パワーイノベティブテクノロジー製発電機を導入するにあたって、売電単価に環境価値を付与する・極小数での操業体制で運用する・補助金率が引き上げられるといった条件が追加された場合、経済性が向上し、投資回収が可能になる。

# 発電機導入および給湯事業の運用開始スケジュール



パワースイッチテクノロジー製の発電機を導入する場合、3年目に運用開始できる。



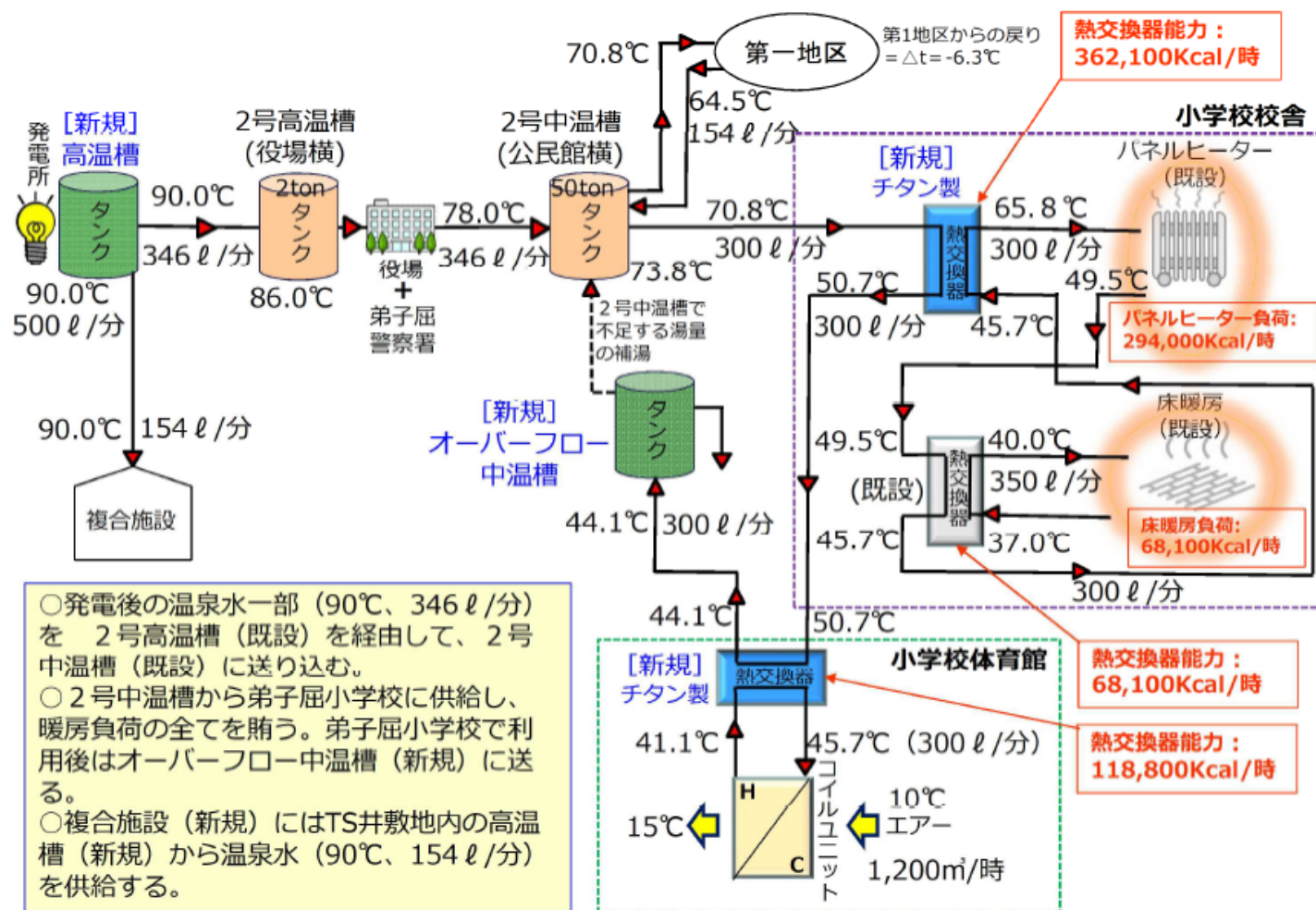
# 参考：発電機導入のスケジュール

期間 着工 令和4年04月01日 完工 令和6年09月30日		作成： 2022年01月11日																																								
年, 月, 日 名 称	2022年												2023年												2024年																	
	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月						
設計業務(バイナリー発電設備)				●	全体構想(現地調査)								●	詳細設計		●																										
発注業務																																										
バイナリー発電装置製作																●	バイナリ製作											●														
発注 (調達)																●	資材調達											●														
発注 (業者選定・発注)																●	業者選定・発注・工事準備											●														
附带工事																																										
土木・基礎工事																											●	基礎工事		●												
機器据付工事																											据付工事		●	●												
配管工事																											配管工事		●	●												
電気工事																											電気工事		●	●												
試運転																																										
附带試運転																											附带試運転		●	●												
バイナリー試運転																											バイナリ試運転		●	●												
連続運転 (調整)																											連続運転		●	●												
引渡																																						引渡		●	●	
各種申請業務																																										

# 発電事業後の熱供給事業の安定性

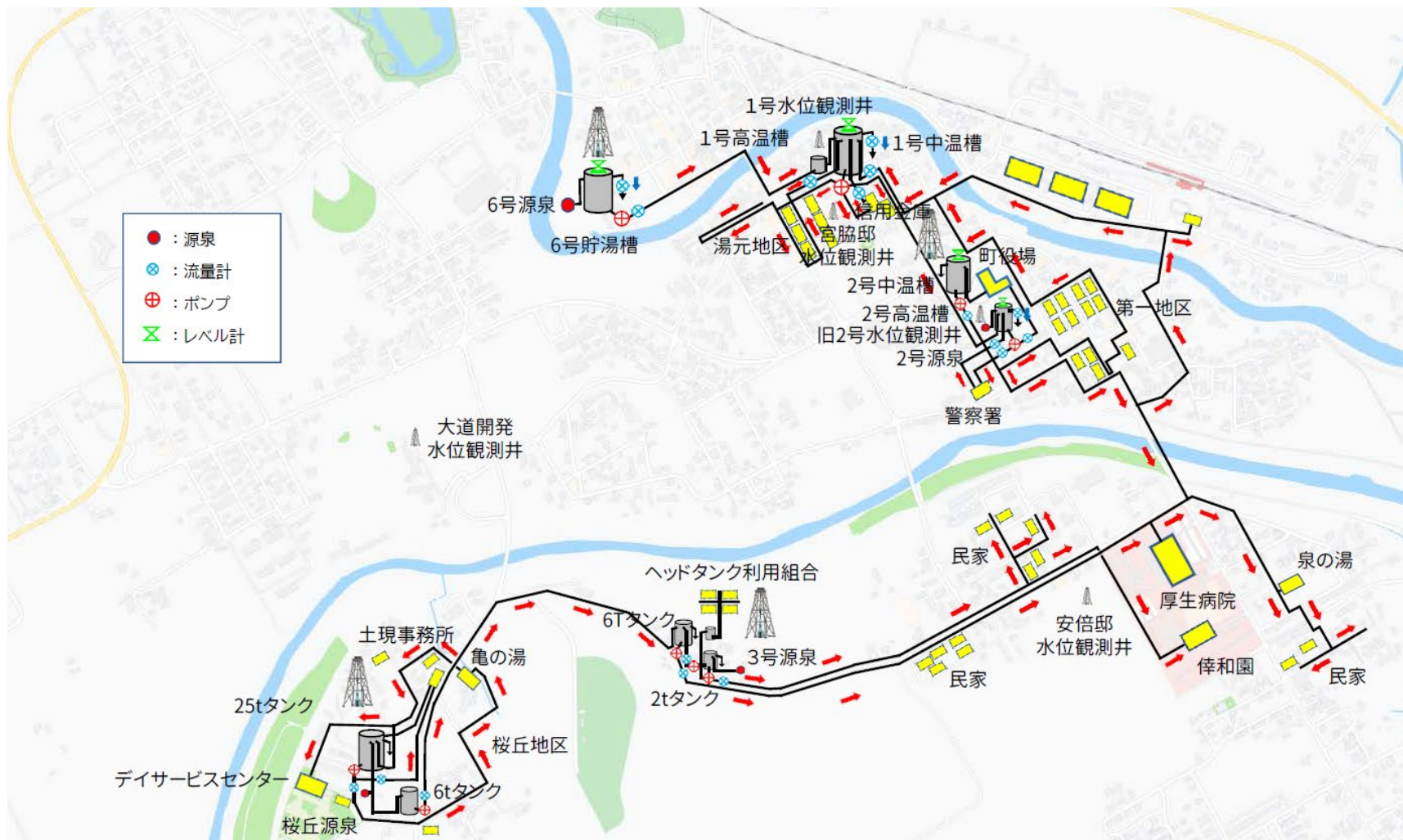
パワーイノベティブテクノロジー製発電機を導入し発電事業を実施した場合の、熱供給事業の安定性についても熱量再計算を行った結果、問題ないことを確認した。

■再計算に基づく熱供給システム図(2021 年度版)の概要

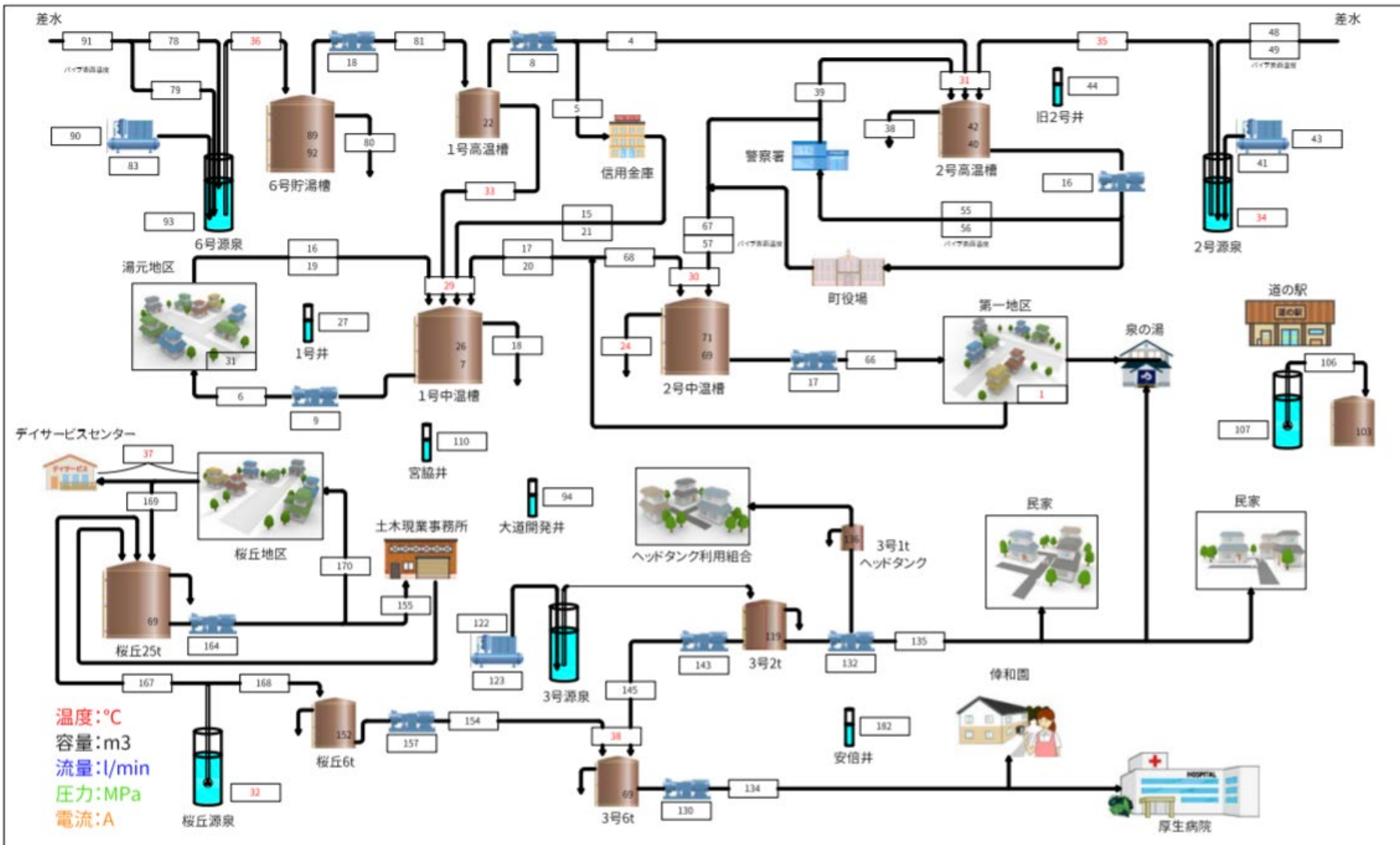


# 〈おゆれこ〉 給湯マップの完成

モニタリングシステム〈おゆれこ〉の完成によって、町中の給湯状況のデータを蓄積・最適利用に活かす環境が整った。将来的には、TS井を中心としたシステムに更新し、継続的に利用していくことが、給湯量を自動制御する等のさらなる効率化に役立つと見込まれる。



# 〈おゆれこ〉 給湯スクリーンの完成

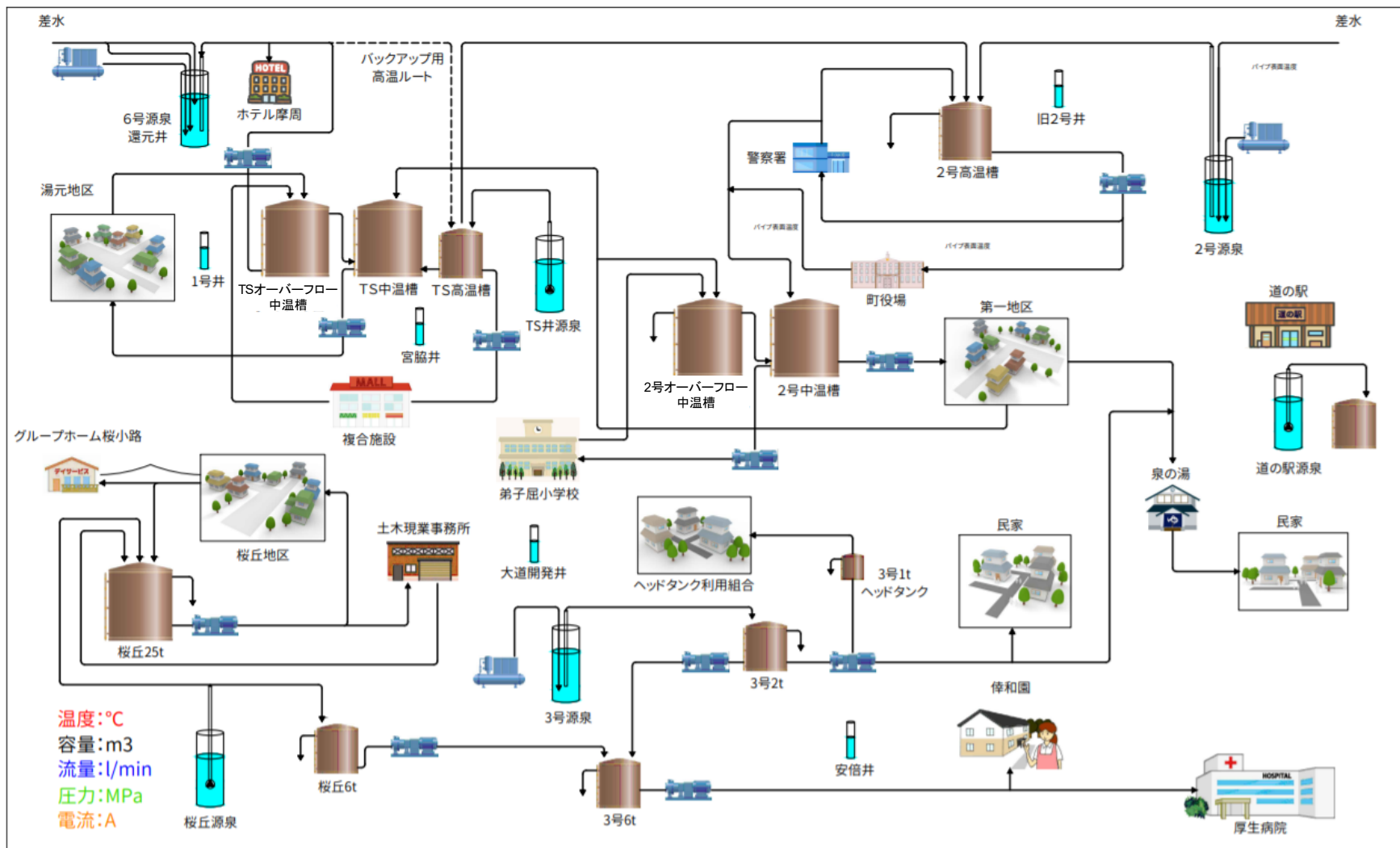




# TS井を中心とした給湯スクリーン



## TS井を中心とした給湯スクリーン



今後TS井を中心とした熱水供給システムを構築する際には現状の熱需要を精査し、より効率的な利用法を確立していく必要がある。

# 自動制御機能のイメージ

発電事業を行う場合、揚湯量は一定に保つ必要があるため、還元量を制御する方式のシステムを想定する。

基本的にTS中温槽のレベルを見て、各給湯ポンプの送湯量を制御する。

設定された目標値と、実際に計測された入力値の間の差異が大きくなると、弁の開度が制御され、流量が自動的にコントロールされる仕組みになる。

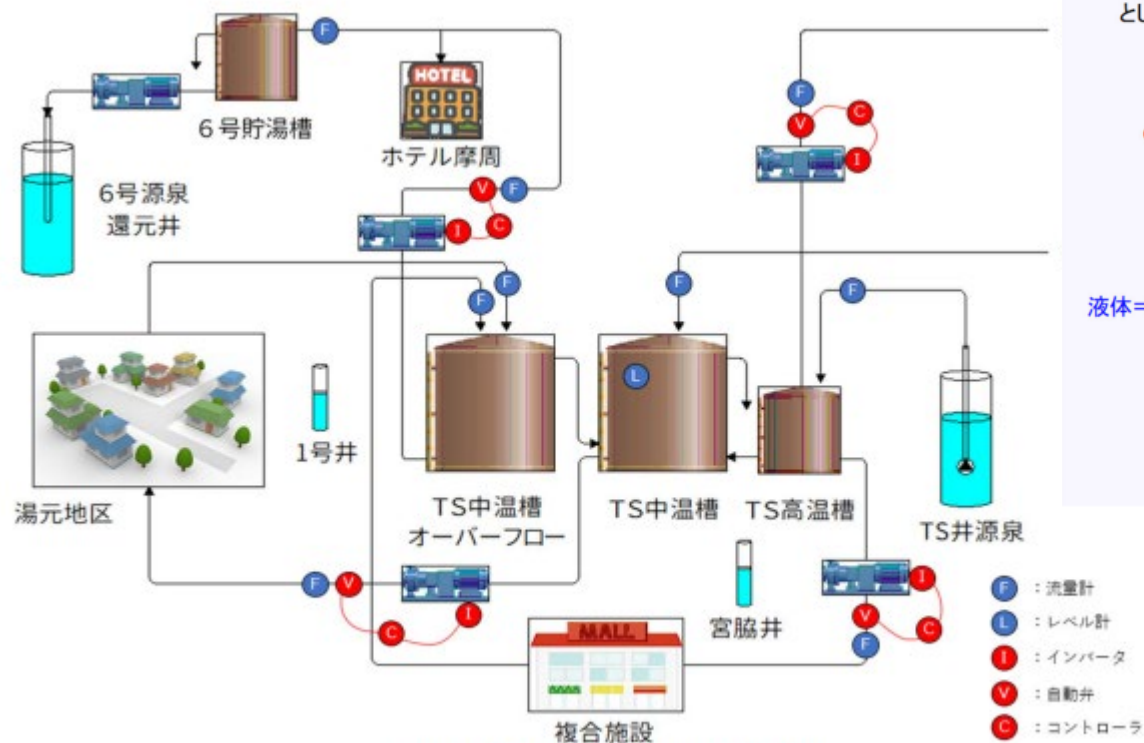


図-1 給湯自動化制御簡略図

調節弁（コントロールバルブ）とは

液量・圧力・温度・液位など、プラントで必要となるプロセス量の操作機器として使用されるモノ。調節計と組み合わせる場合が多い。

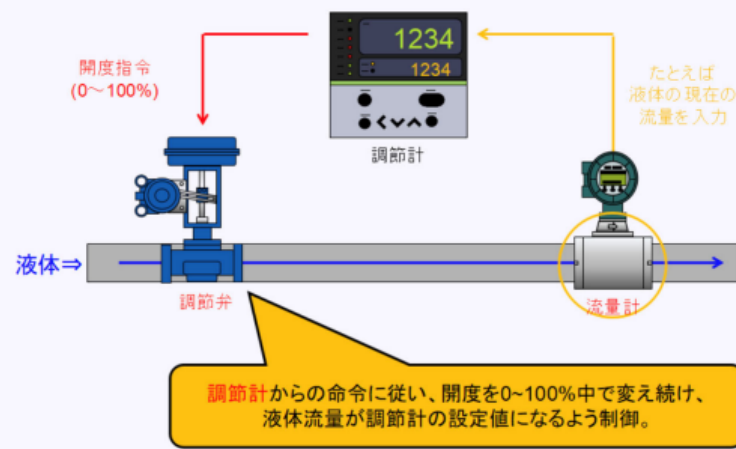


図-2 調節弁説明図

# てしかがゼロカーボンシティ実現へ向けた温泉熱の徹底活用

## 【活用案】

- ・発電後の熱水のカスケード利用
- ・排湯熱の回収、利用
- ・ポンプ動力の再エネ利用
- ・CO2削減効果、ランニングコスト削減効果の試算
- ・他の再エネ・省エネ設備との融合



## 環境性

- ・CO2排出量削減
- ・温泉利用量管理による資源保護
- ・未利用熱水の還元

## 経済性

- ・温泉熱利用による副次産業の増加
- ・温泉熱利用先進地域として現地視察増加

## 社会性

- ・地域活性化
- ・コミュニティの場の形成
- ・環境教育
- ・温泉熱利用先進地域としての認知度向上

## 【課題】

- ・温泉熱ポテンシャルと熱消費実態の把握
- ・維持管理の効率化
- ・給湯システムの自動化
- ・実施体制の確立
- ・事業化、資金調達の方法

## てしかがゼロカーボンシティ宣言

～2050年までに二酸化炭素排出量ゼロを目指して～

近年、地球温暖化の進行やその影響による異常気象から、世界的に甚大な自然災害が頻発しています。弟子屈町でも経験のない集中豪雨が発生するなど、気候変動が日常の生活を脅かす事態が次々起こり始めています。

弟子屈町としてもこの危機的状況に向き合い、脱炭素社会・循環型社会に向けた取り組みを強化することとしました。

2015年に合意されたパリ協定では、「産業革命からの平均気温上昇の幅を2℃未満とし、1.5℃に抑えるように努力する」との目標が国際的に共有されています。さらに2018年に公表されたIPCC（国連の気候変動に関する政府間パネル）の特別報告では、「気温上昇を2℃より低い1.5℃に抑えるためには、2050年までに二酸化炭素の排出量をゼロにする必要がある」と示されています。

弟子屈町は、これまでも公共施設では、豊富な温泉の温泉熱を活用した暖房設備や温水冷熱を活用した冷房設備、地中熱を活用した冷暖房設備などを推進し、一般家庭でも温泉を活用した浴用・暖房設備を推進してきました。

また、農業では温泉熱を活用した温室栽培や、バイオガスエネルギーでの発電に取り組み、観光でも温泉の電気自動車活用や二酸化炭素の影響調査のため、町を代表する景勝地である摩周湖への、自家用車交通規制、RDPバス運行などの先駆的実験も実施してきたところです。

今後は、さらに地熱を利用した発電事業など、環境に配慮し持続可能なまちづくりのため、積極的な温暖化対策に取り組みます。

ここに弟子屈町は、弟子屈町温暖化対策実行計画を着実に実行し、2050年までに二酸化炭素排出量ゼロを目指す「てしかがゼロカーボンシティ」へ挑戦することを宣言いたします。



令和3年12月10日

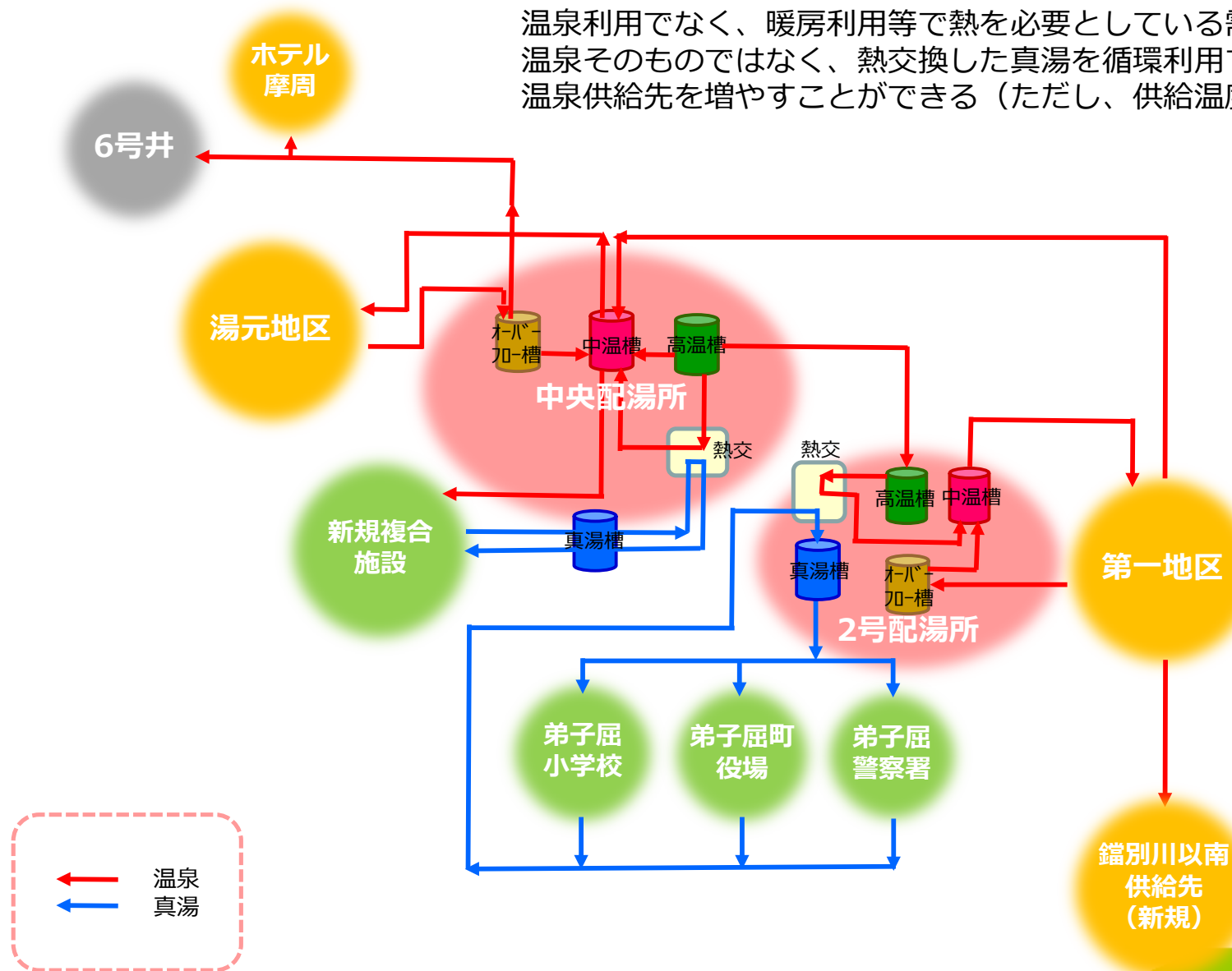
弟子屈町長 徳永哲雄

2021.12.10付  
ゼロカーボンシティ宣言



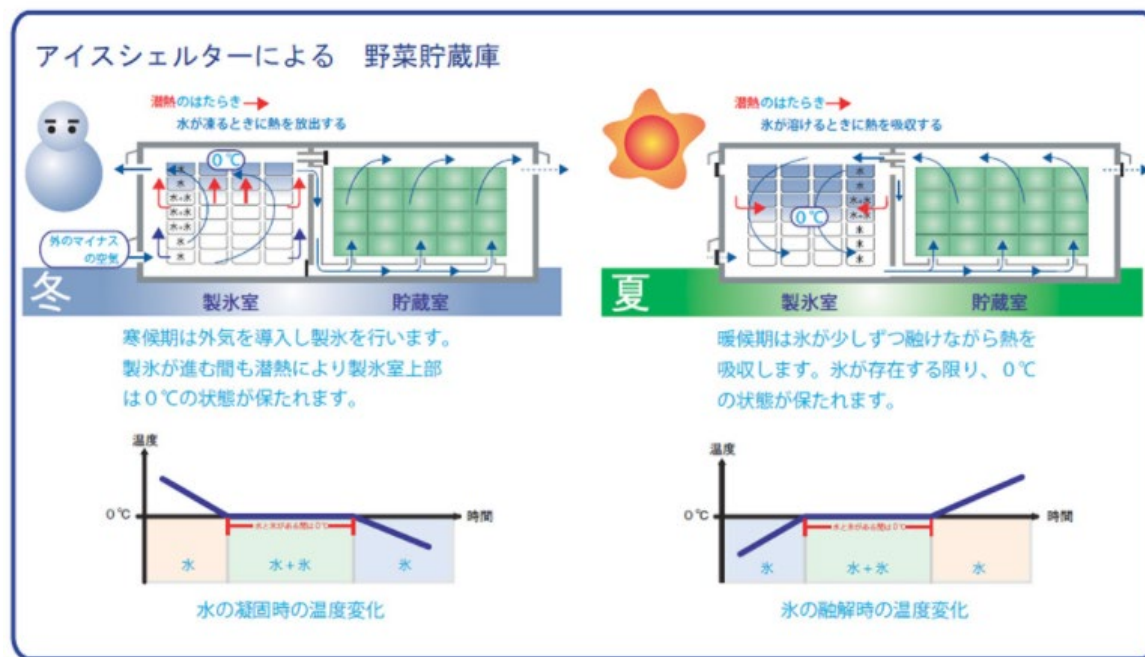
# 真湯給湯イメージ図

温泉利用でなく、暖房利用等で熱を必要としている需要先には、温泉そのものではなく、熱交換した真湯を循環利用することによって、温泉供給先を増やすことができる（ただし、供給温度は低下する）。



# 雪氷熱利用の事例

- 吸熱式冷房、一般的エアコンの導入よりも
- **自然冷熱使用のシステム（アイスシェルター）を導入**
- アイスシェルターは、水が凍ったり融けたりする時に発生する潜熱を利用して0℃の空気を作り、農産物の貯蔵や建物の冷房などを行うシステム。冬の寒さをエネルギーとして製氷を行い、氷の潜熱を利用することで通年の冷房を可能とする。
- 自然冷熱使用で省エネ
- 農産物の長期貯蔵、建物の除湿、換気冷房に適している



(株)土谷特殊農機具製作所HPより

# 5か年の総括

## ◆ 町中バイナリー発電事業

- ・ 弟子屈市街地を中心とした調査を行い、新規坑井（代替井）TS井を掘削した。
- ・ TS井の噴出試験を行い、温泉動力装置許可申請を行い、揚湯量500ℓ/分の許可を受けた。  
TS井は、当初想定した自噴をせず、動力揚湯となり、準温泉保護地区でもあるため、揚湯量を500ℓ/分の制限が設けられた。これにより発電出力は、当初見込みの250kW/hから50～70kW/hへと規模を縮小せざるを得なくなった。
- ・ TS井の温泉揚湯許可内容に照らしたバイナリー発電機の最適機種の絞り込みを行った。  
小規模バイナリー発電機の国内メーカーの撤退が相次ぎ、選定の見直しが必要となった。  
小規模バイナリー発電では経済性が成り立たないことが判明し、現時点ではその解決策は実現のハードルが高い。

## ◆ 温泉給湯事業

- ・ TS井を中心とした将来的な温泉給湯システムの基本設計を行った。
- ・ 想定していた新規需要施設を営林署跡地と桜丘地区老人ホーム跡地と考えていたが、桜丘地区老人ホームは地理的に遠方であり、より効率的な熱供給先となる営林署跡地およびそれに隣接する弟子屈小学校へ変更した。
- ・ バイナリー発電機導入には至らず、給湯配管網の整備はバイナリー発電機の仕様が決まっている必要があるため、新規給湯網の敷設は本事業以降へ先送りした。
- ・ 連続データ取得・蓄積と「見える化」を実現した温泉・給湯モニタリングシステム「おゆれこ」を実用化させた。