

実証事業計画書（伊佐市）

I	はじめに	...p.1
II	調査・検討概要	...p.5
III	調査・検討結果	...p.11

I はじめに

(1) 背景・目的

- 国内外において「脱炭素」に向けた動きが加速度的に進展している。
- 国では、令和2年10月に「2050年カーボンニュートラル」を表明し、「温対法」の改正や「地域脱炭素ロードマップ」を策定するなど、自治体に求められる役割もこれまで以上に重要になっている。
- このような動向をふまえ、伊佐市においても令和5年2月に「ゼロカーボンシティ」を宣言し、市民・事業者との協働による地球温暖化対策を推進することが掲げられている。
- 市内の菱刈鉱山においては、金の採掘に伴い、大量の温泉水（約65℃、9t/分）をポンプアップし、そのうちの約1/3を湯之尾温泉の温泉旅館に供給するなど、再生可能エネルギーである温泉熱の有効利用が古くから行われているが、温泉旅館に供給している温泉水も余剰が発生するなど、さらなる利活用を図ることで、地域における化石燃料の使用を低減し、脱炭素化に貢献することが必要である。
- 本調査では、菱刈鉱山における温泉熱のさらなる利活用を図るため、再生可能エネルギーを新たにシェアする地産地消事業の可能性および実施方策を検討し、市としての基本的な構想を整理するとともに、その実現に向けた第一歩である温泉熱利用に係る実証事業の実施計画を作成する。



湯之尾温泉



菱刈鉱山

(2) 地域の現状と課題

- 菱刈鉱山は、1985年から採鉱が行われており、産金量は国内産金量の9割以上を占める。
- 金の採鉱作業を進めるために抜湯しており、これまでは-50m以深から抜湯していたが、水位が低下しているため、今後は-80m以深からの抜湯が予定されており、温度が上がる可能性がある。
- 菱刈鉱山は、採掘に伴い抜湯した温泉水をパイプラインを敷設し、湯之尾温泉街へ供給している。現在まで40年以上、温泉供給とパイプラインの維持管理を担っており、長い年月をかけて地域との協調を図っている。
- 温泉宿を中心とした受湯家は年々減少しており、26軒存在していた受湯家が現在は15軒となっているため、これに伴い温泉水の余剰が発生している。
- 将来的な温泉宿のさらなる廃業等も見込まれているため、地域の貴重な資源である温泉水を活用したエネルギー利用をビジネス展開することで、脱炭素化への貢献だけでなく、衰退傾向にある市域の農業や産業や林業の振興、雇用創出、新たな観光資源の創出等が期待されている。
- また、これまで受湯家が増えた事例がなく、温泉水供給の新たな仕組みづくりやスケール対策等の技術的課題等に対して、実証事業により実現の可能性を検討する。



(3) 事業スキームの想定 (仮説)

- 衰退傾向にある市域の農業、産業、林業振興
- 市域の担い手不足に対する新たな雇用創出
- 地域資源を活用した市内での新たな資金循環
- 再エネ観光資源の創出による観光振興



**住友金属鉱山 (株)
(菱刈鉱山)**

○温泉水供給元



**菱刈泉熱開発 (有)
(第三セクター)**

○温泉水供給事業

今回の実証事業の対象

営農家

- 温泉水利活用の実証
- カーボンプレジットの発行

メーカー・研究機関等

○既往・熱交換技術の提供



熱交換器
ヒートポンプ等

湯之尾温泉等の受湯家

○温泉水利活用 (既往)



将来的な実装 (市域への水平展開)

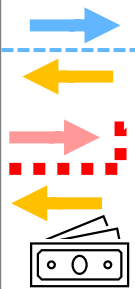
農業団地

陸上養殖

製材所 (木材乾燥) ...

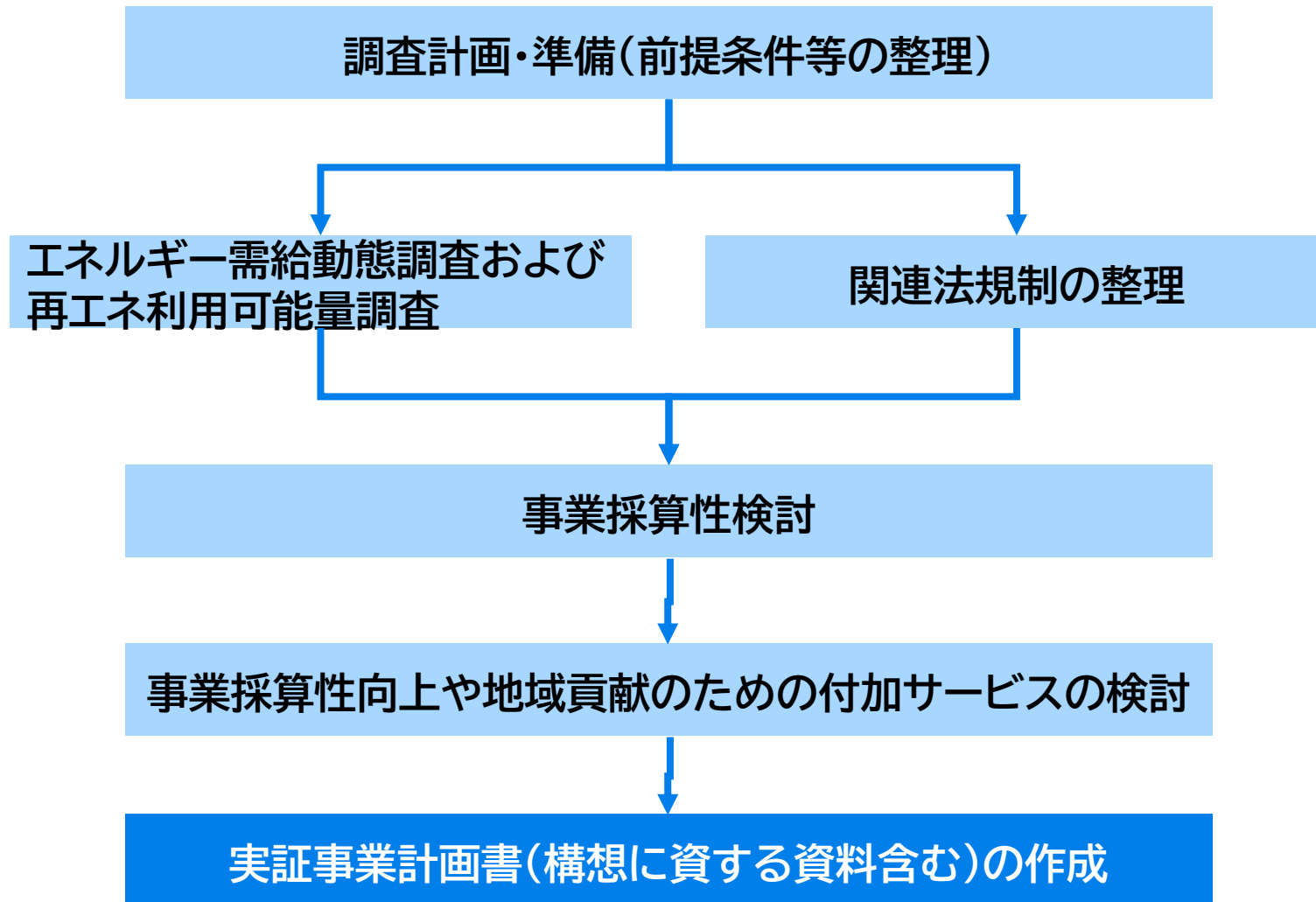
伊佐市

- 基礎調査、実証計画の作成
- 実証事業の推進
- 地域関係者調整



Ⅱ 調査・検討概要

(1) 調査・検討のフロー



関係者協議・学識経験者を含む検討会議

目次

- ①前提条件等の整理（実証エリアの選定、スケジュールの検討）
- ②対象エリアのエネルギー需給動態調査及び再生可能エネルギー利用可能量調査
- ③関連法規制の整理
- ④設備導入・維持管理にかかるコスト・採算性の試算
- ⑤事業性向上や地域振興のための付加サービスの検討
- ⑥実証事業計画
- ⑦今後の検討及び課題の整理

(1) 実証エリアの選定

confidential

※色のついた線は温泉水パイプラインの大まかな位置



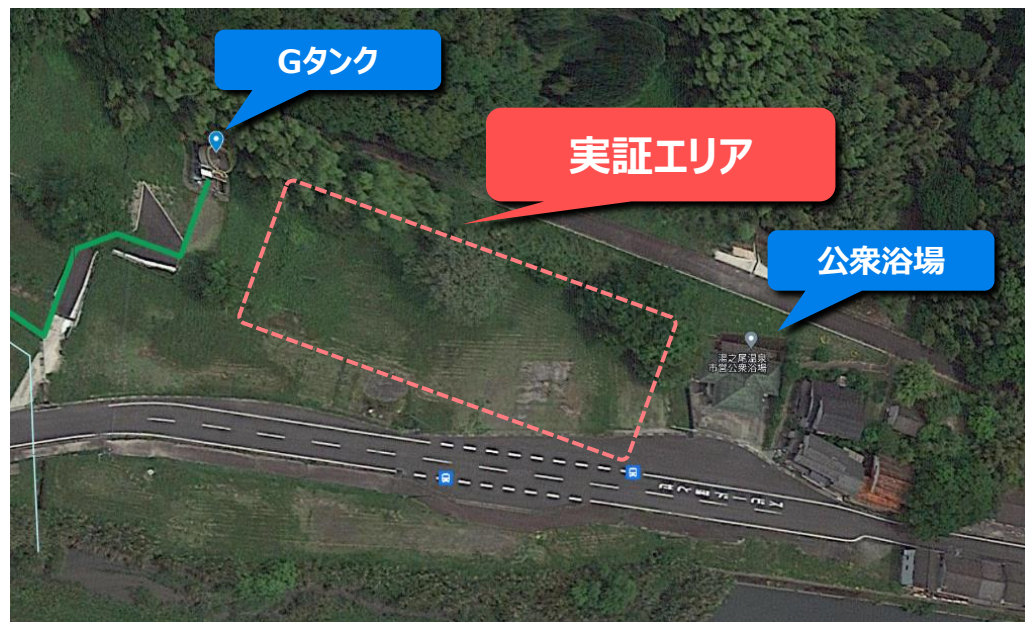
出典) 伊佐市提供

(1) 実証エリアの選定



- 当初想定していた現行の営農地（ビニールハウス）は、付近を通る温泉水パイプラインが地中埋設されており、施工面やコスト面における障壁の大きさが、菱刈鉦山から指摘
- また、現在の営農地は、周囲の樹木の生育により日照条件が悪化しており、将来的な営農地の移転、栽培種の変更なども検討の視野にあることが、営農家からの意向として得られたため、施工面などを考慮した実証エリアを検討

- パイプライン下流側で公衆浴場への温泉水供給のために中継しているGタンクがあり、そこに隣接する市有地が存在
- この市有地を含む一帯は、温泉水くみ上げによる地盤沈下が進行しているものの、数年程度の実証実験サイトとして利用することは可能であると見込まれたため、実証エリアとして設定



(2) 関係者の役割分担（案）

※以下はあくまで現時点の想定であり、関係機関と今後協議が必要

関係主体	【Step1】実証準備	【Step2】実証事業
伊佐市	<ul style="list-style-type: none"> ● FS調査の実施（実証事業の準備） ● 実証事業に向けた関係者調整（菱刈鉱山、第三セクター、営農家、既往受湯家、メーカー等） ● 協議会の設置・運営 ● 補助事業申請検討 ● 基本設計 ● 受湯家の追加に向けた規程の検討（三者） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業の実施 ● 協議会の運営、関係者調整 ● 補助金成果報告 ● 事業進捗確認
鹿児島県	<ul style="list-style-type: none"> ● FS調査等の支援 ● 実証事業実現に向けた支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業等の支援 ● エネシェアシステムの普及
営農家	<ul style="list-style-type: none"> ● 協議会への参画 ● システム運用体制等の検討 ● メーカー等との協議 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業におけるデータ計測 ● システムメンテナンス
既往受湯家	<ul style="list-style-type: none"> ● 需要家による事業への影響の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業に関する情報収集
メーカー 研究機関等	<ul style="list-style-type: none"> ● 最適な熱回収システム等の技術提案 ● 実証事業参画可能性の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業システムの設備導入等 ● データ検証
菱刈鉱山 第三セクター	<ul style="list-style-type: none"> ● 協議会への参画 ● メンテナンス範囲等の検討 ● 受湯家の追加に向けた規程の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業における温水供給、データ計測 ● パイプラインメンテナンス

Ⅲ 調査・検討結果

(1) 営農家におけるエネルギー需要量

①条件の整理

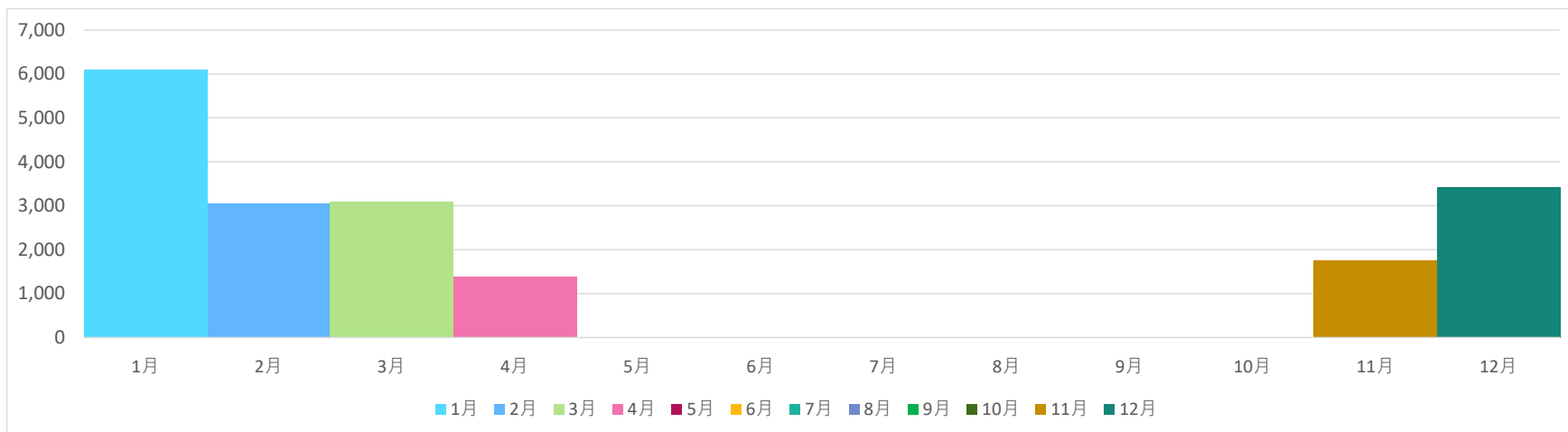
No	区分	条件	備考
①	ボイラーのエネルギー種	A重油	営農家聞き取り結果
②	ボイラー稼働時期	11月～4月頃	営農家聞き取り結果
③	ボイラー稼働時間	18時～翌朝6時頃	仮定（営農家聞き取り結果参考）
④	ボイラー出力	6aハウス：44.2〔kW〕（38,000〔kcal/h〕） 3a+11aハウス：174〔kW〕（150,000〔kcal/h〕）	営農家聞き取り結果
⑤	時間当たりボイラー燃料消費量	6aハウス：4.8〔L/h〕 3a+11aハウス：19〔L/h〕	メーカーカタログ
⑥	年間のA重油消費量	18,810〔L/年〕	営農家聞き取り結果



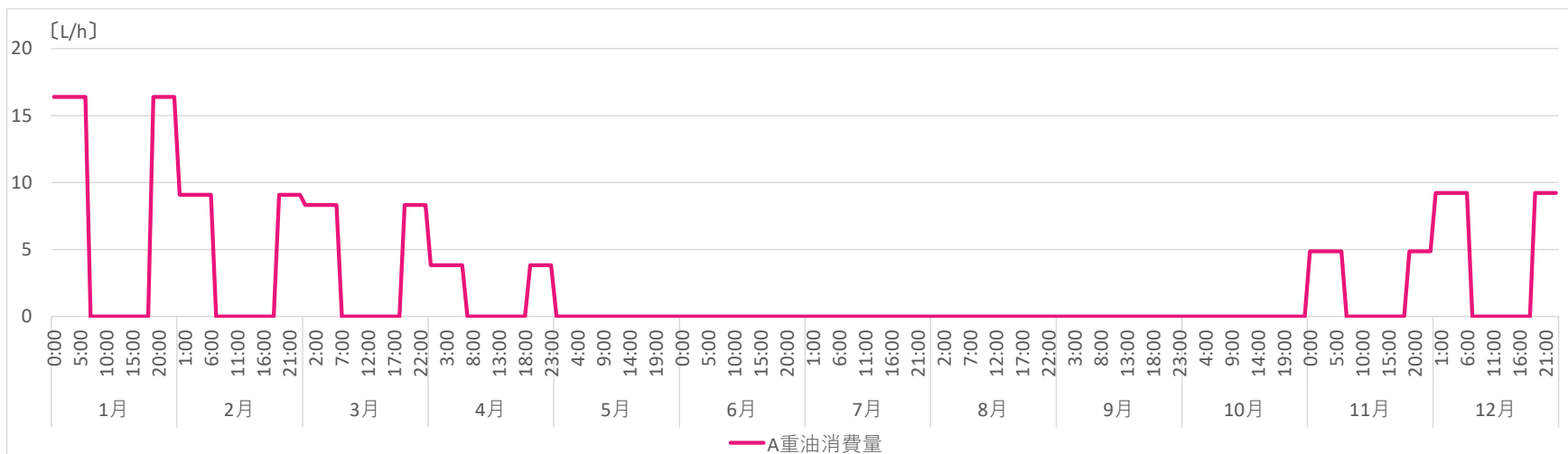
(1) 営農家におけるエネルギー需要量

① 推計結果

■ 月別のA重油消費量



■ 時間帯別のA重油消費量



(2) 対象エリアにおける温泉水の利用可能量

①条件の整理

No	区分	条件	備考
①	Gタンクへの 温泉水供給量	0.3[m ³ /分]	菱刈鉱山聞き取り結果に基づき仮定 構造上の都合上0.1~1.4[m ³ /分]の変動あり
②	公衆浴場の営業情報	【定休日】 毎月1日、15日 【営業時間】 夏季：14時~20時、冬季：14時~19時	伊佐市HP
③	公衆浴場における 温泉水使用量	0.1[m ³ /分]	第三セクター聞き取り結果
④	Gタンクからの余剰供給量	0.2[m ³ /分]	①-③

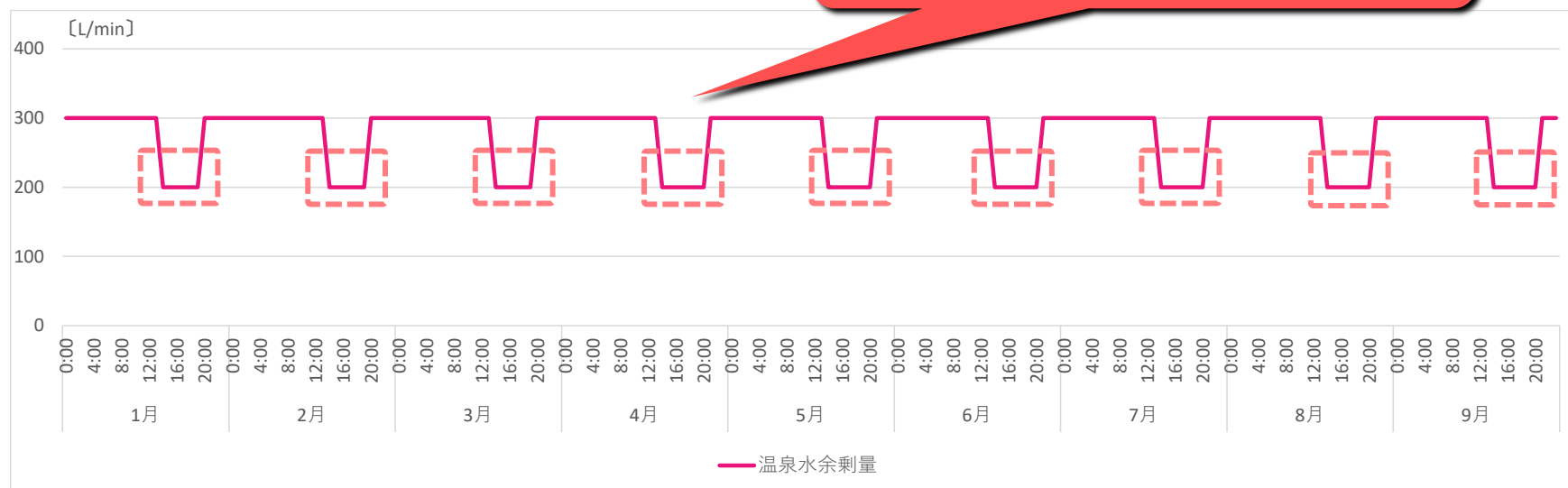


(2) 対象エリアにおける温泉水の利用可能量

① 推計結果

■ 時間帯別の温泉水余剰量

公衆浴場の営業への影響を考慮すると
200L/分 (0.2m³/分) が常時利用可能



(1) 水質汚濁防止法等における課題の整理

①温泉施設などにおける動向

- 温泉水の排水においては、旅館業も排出基準の適用を受けている
- ホウ素、フッ素の一般排出基準は、平成13年7月1日から適用されているが、直ちに対応することが困難な40業種については3年間の暫定排水基準が設定されており、3年ごとの見直しが行われ続けている
- 令和4年6月30日までの暫定期間をもって、従来のような3年ごとの見直しがなくなる予定であったものの、処理装置の普及目途が立たないことから、環境省は省令を改正し、令和4年7月1日以降も暫定排水基準が維持されている
- 対象となる温泉水の温泉分析書によると、現在のホウ素やフッ素に関しては、旅客業の暫定排水基準は超過しておらず、フッ素に関しては一般排出基準も満たしている



今後の法規制の動向によっては、ホウ素の一般排出基準への対応が必要となる可能性がある

業種		制限等	暫定期間（令和元年7月1日～令和4年6月30日）	
			ほう素 (mg/ℓ)	ふっ素 (mg/ℓ)
			一般排出基準 10（海域は230）	一般排出基準 8（海域は15）
温泉	旅館業	自然湧出	500	50
		自然湧出以外		30
		昭和49年以降湧出で50m ³ /日以上		30

出典) 環境省

(1) 水質汚濁防止法等における課題の整理

② 農業施設で温泉水を熱利用する場合に留意すべき内容の整理

■ 環境省への照会概要

区分	内容
目的	<ul style="list-style-type: none">● 実証エリア周辺においては、現在公衆浴場が営業されている。● 本実証事業は、当該公衆浴場に温泉水が配湯されているパイプラインから分岐させて、余剰分をビニールハウスで熱利用することから、水質汚濁防止法に基づく特定施設区分に該当する場合は、適切な排水への対応が必要となる。● そのため、本実証事業において該当の有無や留意すべき事項等を確認することを目的として、所管する環境省への聞き取り調査を行った。
対象	環境省 水・大気環境局 環境管理課 環境汚染対策室（水環境班）
聞き取り事項	<ol style="list-style-type: none">① 温泉水が供給されているパイプラインを分岐してビニールハウスで熱利用して排水する場合、水質汚濁防止法におけるどのような特定施設（特定事業場）に該当するか② ビニールハウスで温泉水を熱利用して排水する際に、水質汚濁防止法上で留意すべき事項はあるか③ その他に水質汚濁防止の観点から配慮すべき事項があるか

(1) 水質汚濁防止法等における課題の整理

■ 環境省への照会結果

- 温泉水を供給しているパイプラインから分岐させてビニールハウスで熱利用したものを排水する場合、水質汚濁防止法において、ビニールハウス（農業）は特定施設ではなく、同法で定義されている特定事業場には該当しない。
- ビニールハウスで熱利用した温泉水は、そのまま排出されても水質汚濁防止法の規制は適用されない。



水質汚濁防止法の適用は受けないため、そのまま排水することは可能

※ただし、排水の成分自体が変わるわけではないため、県条例に基づいて特定施設として追加することもできる

【参考】県公害防止条例に基づく汚水に係る特定施設

番号	用途区分	施設名	規模
1	ドラムかん再生業の用に供するもの	噴射式洗浄施設	すべてのもの
2	自動車整備業の用に供するもの	自動車整備工場	屋内作業場面積及び整備作業場面積の和が300平方メートル以上のもの
3	上水道の浄化の用に供するもの	砂ろ過施設	浄水能力の和が1日当たり1万立方メートル未満のもの

(1) 導入設備・システムの検討

① 本実証事業における設備・システムの導入目的

■ 地域の課題

- 菱刈鉱山の採掘に伴い発生する大量の温泉水のうち、1/3程度が温泉宿を中心とした受湯家に供給されてきたが、受湯家は年々減少しており、26軒存在していた受湯家が現在は15軒となっているため、これに伴い温泉水の余剰が発生している
- 将来的な温泉宿のさらなる廃業等も見込まれているため、地域の貴重な資源である温泉水を活用したエネルギー利用をビジネス展開することで、脱炭素化への貢献だけでなく、衰退傾向にある市域の農業や産業や林業の振興、雇用創出、新たな観光資源の創出等が期待されている
- また、これまで受湯家が増えた事例がなく、温泉水供給の新たな仕組みづくりやスケール対策等の技術的課題等がある



■ 本実証事業の目的

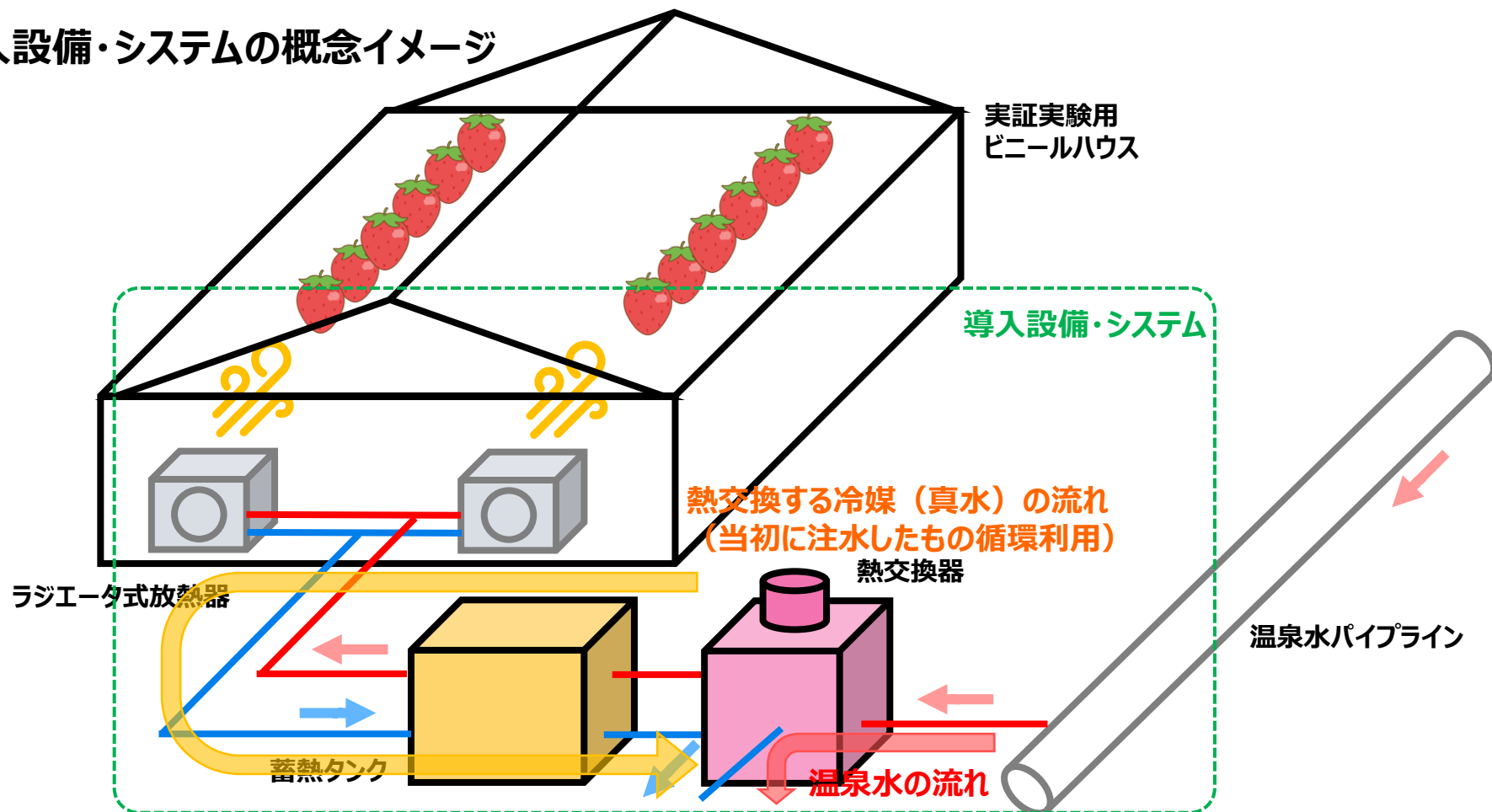
- ① 地域における再生可能エネルギーの積極的な活用のため、既往受湯家への事業活動に影響を与えない、地域との共生・協調を十分に図った「伊佐市版エネシェア」の展開可能性を確認する
- ② 高収益を期待されている農作物が、実証システムによって適切に生育・収穫できることを確認する
- ③ 温泉水利用において課題とされているスケールの実態や対策の効果、コスト等を確認する

(1) 導入設備・システムの検討

② 導入設備・システムの検討条件

- 営農家への聞き取り結果をふまえ、作目種はイチゴを選定し、3a程度のコンパクトなビニールハウスでの実証を想定
- Gタンクから公衆浴場に供給されているパイプラインから0.2[m³/分]を分岐してビニールハウスに供給することを想定
- 保守性などを考慮して、熱交換器、ラジエータ式放熱器、蓄熱タンク等のシンプルな設備の組合せを想定

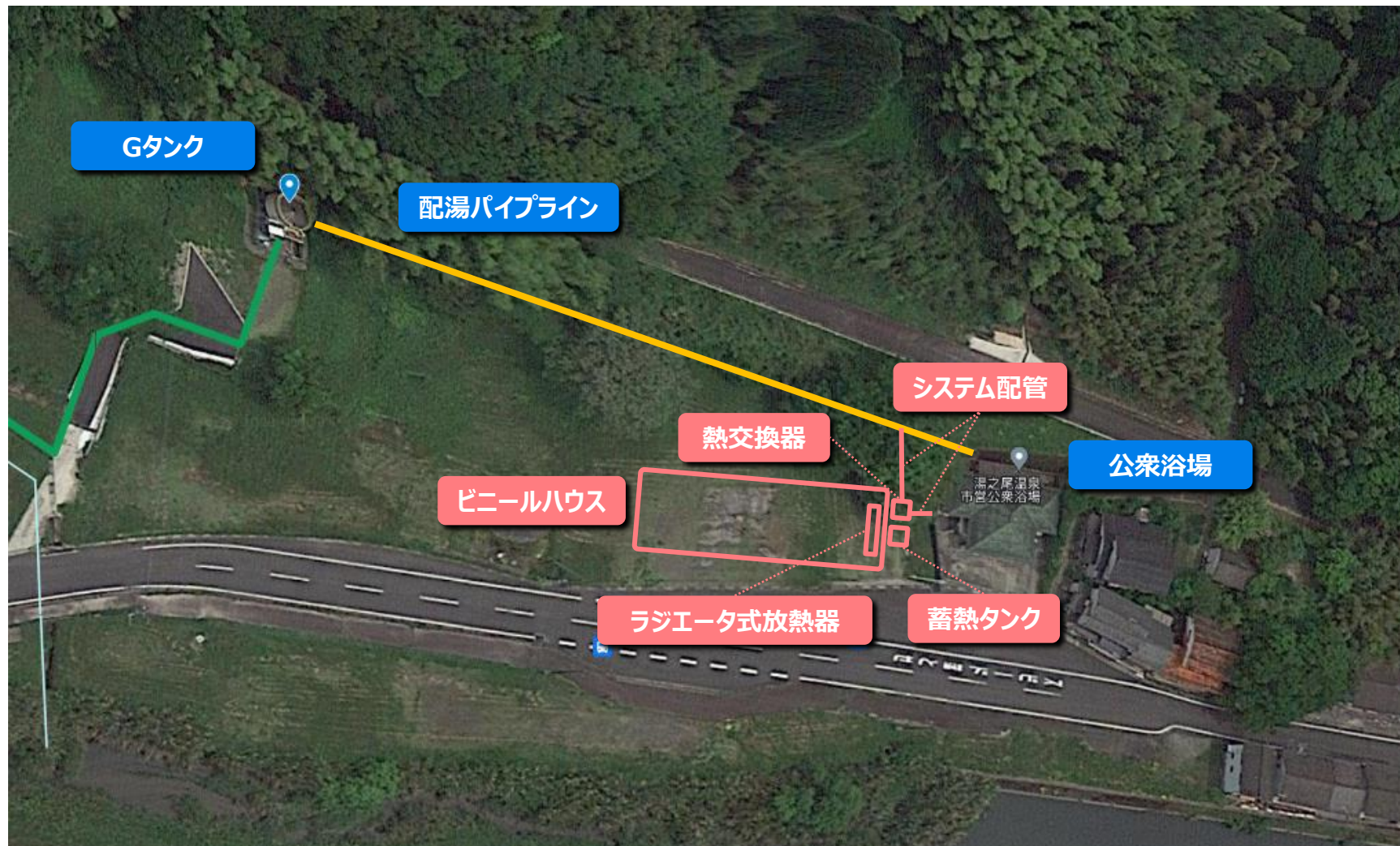
導入設備・システムの概念イメージ



(1) 導入設備・システムの検討

②導入設備・システムの検討条件

導入設備・システムのレイアウト (案)



(1) 導入設備・システムの検討

②導入設備・システムの検討条件

作目別生育適温

種類	昼気温 (°C)	夜気温 (°C)
トマト	20~25	8~13
ナス	23~28	13~18
ピーマン	25~30	15~20
キュウリ	23~28	10~15
温室メロン	25~30	18~23
スイカ	23~28	13~18
カボチャ	20~25	10~15
イチゴ	18~23	5~10

他の作物種と比較するとそこまで昇温が必要なく、温度管理が比較的容易

出典) 施設園芸省エネルギー生産管理マニュアル (農林水産省)

(1) 導入設備・システムの検討

③導入設備・システムのパターンの設定

■熱交換器の種類と特性

- 熱交換器にはさまざまなパターンがあり、使用目的や設置環境に応じて適切なものを選択することになる
- 本実証事業においては、実証ビニールハウスの大きさや必要な熱量等をふまえ、熱交換効率やサイズ（規模）、メンテナンス性、コスト等の特性を考慮して、適切な種類になると見込まれるプレート式と回転式の2パターンによるシステム構成や事業採算性等を検討

種類	熱交換効率	サイズ	メンテナンス性	コスト
ファンコイルユニット式	△	最大	△	△
プレート式	◎	最小	○	◎
シェル&チューブ式	○	中	○	△
浸漬式	△	中	△	○
ジャケットタンク式	△	中	◎	△
回転	◎	小	○	○

(1) 導入設備・システムの検討

③導入設備・システムのパターンを設定

■熱交換器パターンの設定

- 前述のとおり、本実証事業において適切と見込まれるプレート式と回転式の2通りの熱交換器パターンを設定
- それぞれの熱交換器パターンに対して、蓄熱タンクの有無によって細分化したパターンを設定
- なお、蓄熱タンクは、適温の湯量を一定量保つことで、ビニールハウス側で一時的に熱量不足が発生した際にも安定的な熱供給が可能となる

機器構成	パターン1 (プレート式熱交換器)		パターン2 (回転式熱交換器)	
	あり	なし	あり	なし
蓄熱タンク	あり	なし	あり	なし
送湯ポンプ [°]	あり※1	あり※1	なし※2	なし※2
循環ポンプ [°]	あり	あり	あり	あり
ミキシングバルブ [°] (一定温度で送湯)	あり	あり	あり	あり
ラジエータ式放熱器	あり	あり	あり	あり

※1 プレート式熱交換器は、熱交換器にスケールが付着し圧力損失が高くなるため、それを補うための送湯ポンプが必要

※2 回転式熱交換器は、熱交換器自体にスケール対策機能を備えるため、パイプラインから実証エリアまでの1.5m程度の落差を利用して送湯可能

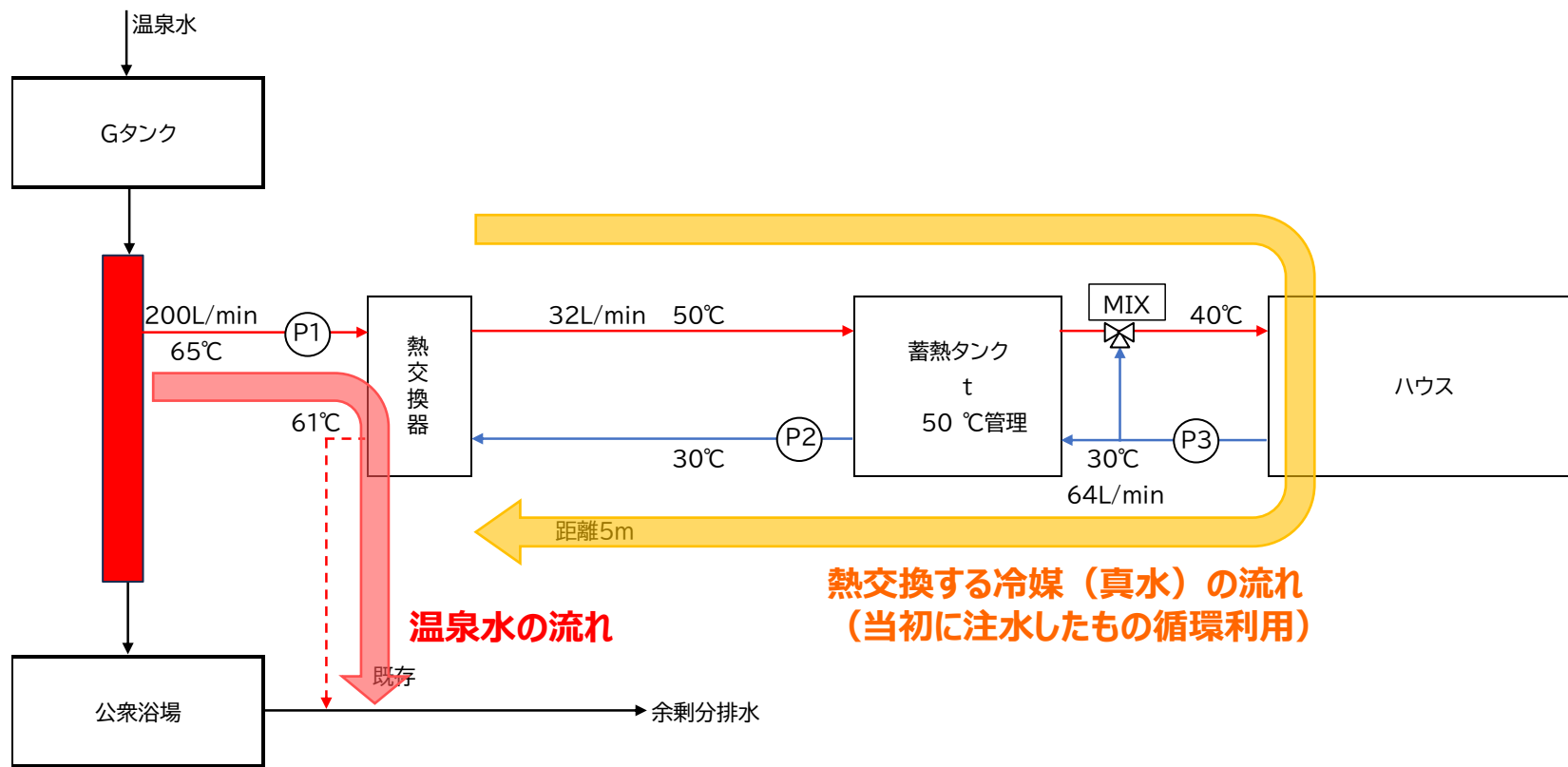
(1) 導入設備・システムの検討

④導入設備・システムの検討結果

■パターン1（プレート式熱交換器）

- パイプラインからポンプによって熱交換器に送湯し、ラジエータ式放熱器で熱利用
- 余剰や熱利用された温泉水は既存の排水設備に排水
- 熱供給温度は、作物種（イチゴ）を想定して40℃になるよう温度管理

システム図（蓄熱タンクありの場合）



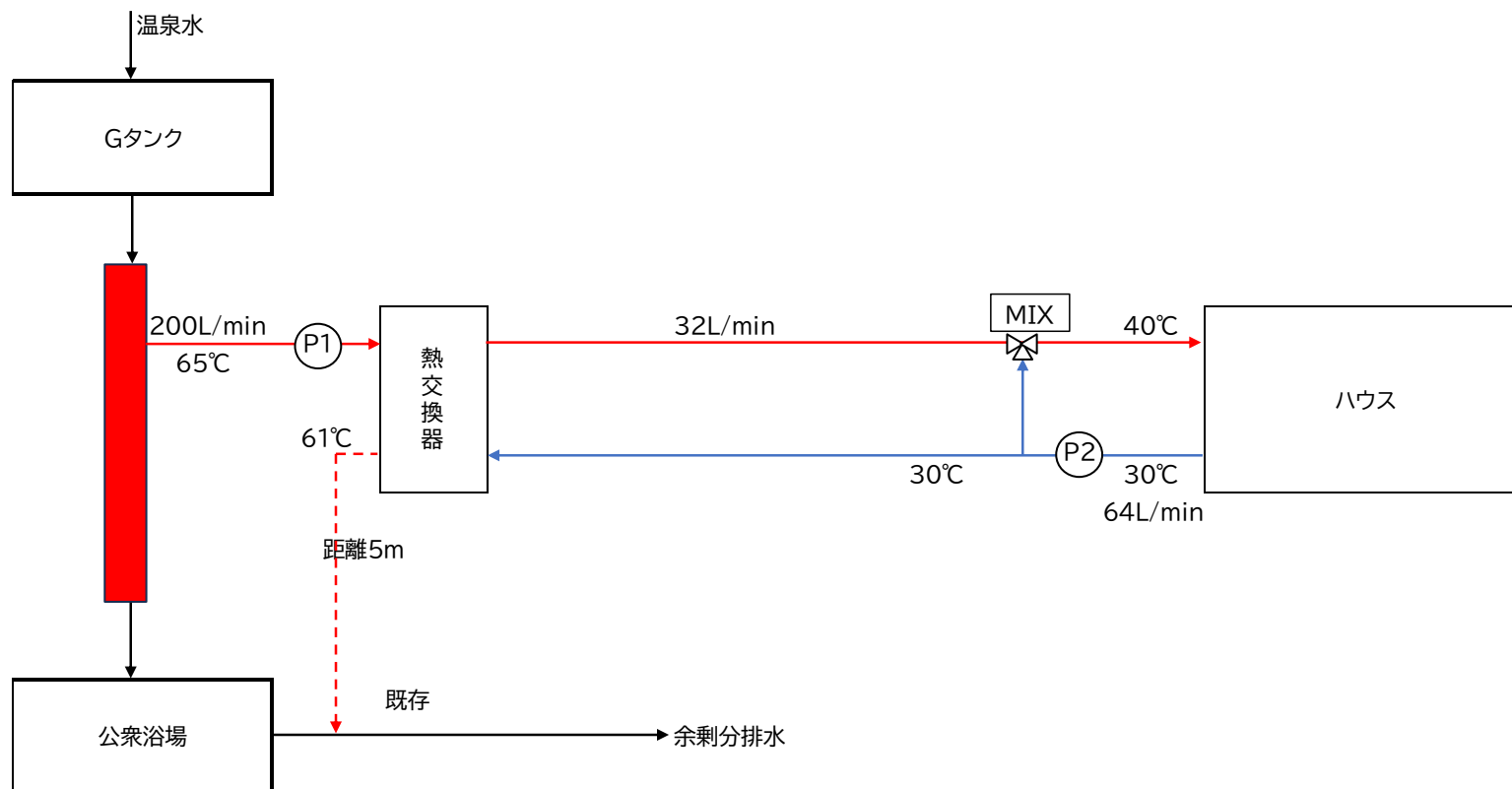
(1) 導入設備・システムの検討

④導入設備・システムの検討結果

■パターン1（プレート式熱交換器）

- パイプラインからポンプによって熱交換器に送湯し、ラジエータ式放熱器で熱利用
- 余剰や熱利用された温泉水は既存の排水設備に排水
- 熱供給温度は、作物種（イチゴ）を想定して40℃になるよう温度管理

システム図（蓄熱タンクなしの場合）



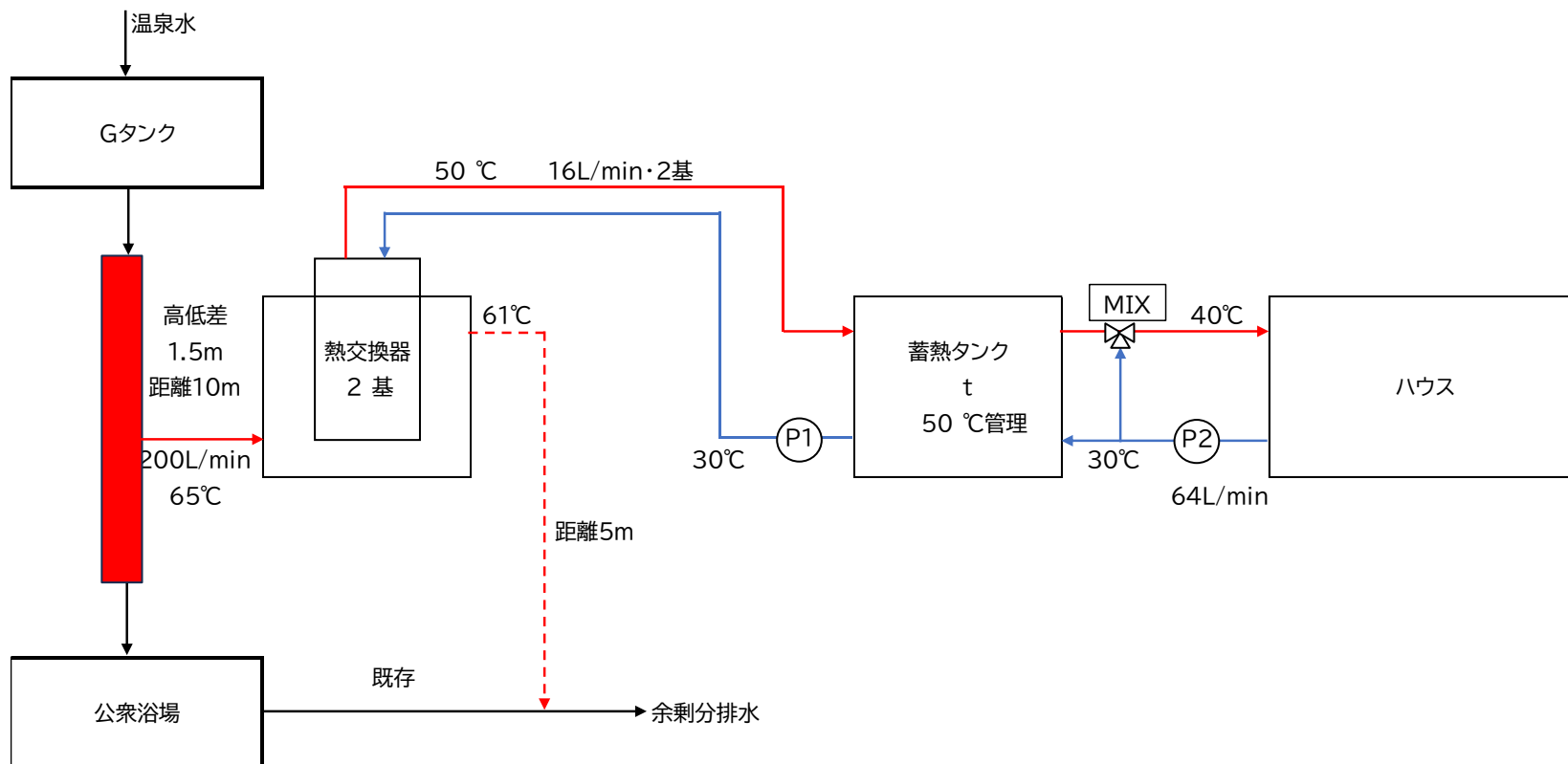
(1) 導入設備・システムの検討

④導入設備・システムの検討結果

■パターン2（回転式熱交換器）

- パイプラインから実証エリアまでの約1.5mの落差を利用して熱交換器に送湯し、ラジエータ式放熱器で熱利用
- 余剰や熱利用された温泉水は既存の排水設備に排水
- 熱供給温度は、作物種（イチゴ）を想定して40℃になるよう温度管理

システム図（蓄熱タンクありの場合）



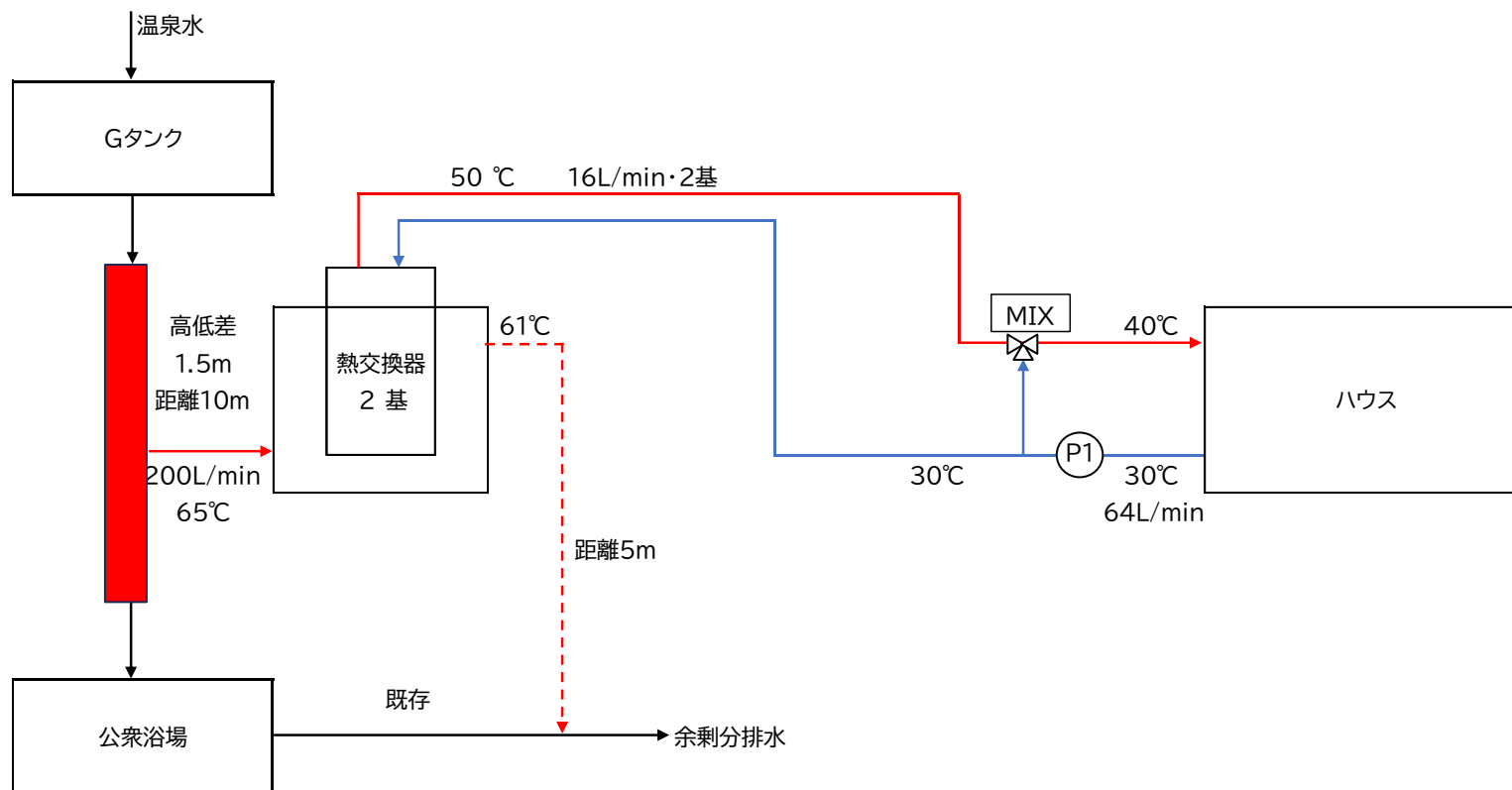
(1) 導入設備・システムの検討

④導入設備・システムの検討結果

■パターン2（回転式熱交換器）

- パイプラインから実証エリアまでの約1.5mの落差を利用して熱交換器に送湯し、ラジエータ式放熱器で熱利用
- 余剰や熱利用された温泉水は既存の排水設備に排水
- 熱供給温度は、作物種（イチゴ）を想定して40℃になるよう温度管理

システム図（蓄熱タンクなしの場合）



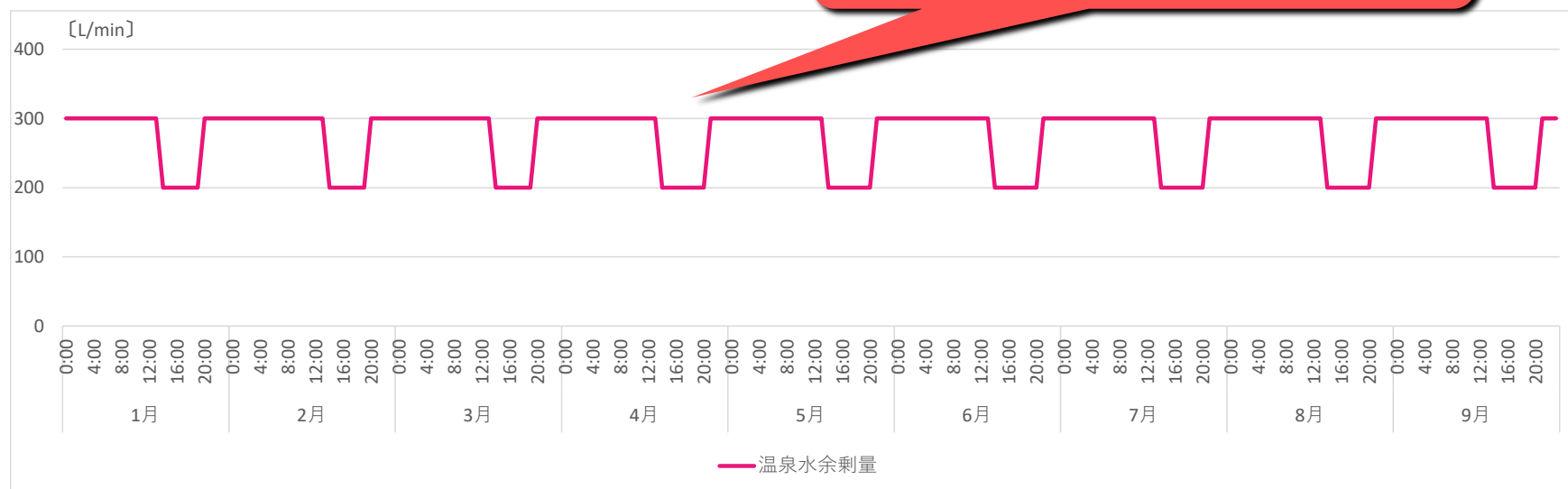
(1) 導入設備・システムの検討

⑤ 温泉水パイプラインシステムの運用に関する検討

- 本実証事業では、既往受湯家への影響に配慮して、常時利用可能と見込まれる温泉水の余剰量のみを活用することを想定
- 市内に敷設されている温泉水パイプラインのうち、Gタンクから公衆浴場に供給されているパイプラインから分岐をさせて、余剰量を実証サイトに引き込むシステムとして検討
- そのため、本実証事業においては、配湯家（第三セクター）が温泉水供給を行うにあたり、温泉水パイプラインシステムにおける供給量調整等が不要であり、実証事業で新たな需要が加わっても現行どおりの運用が可能

■ 時間帯別の温泉水余剰量（再掲）

公衆浴場の営業への影響を考慮すると
200L/分（0.2m³/分）が常時利用可能



(2) 設備導入コストの試算

①ビニールハウス関連

No	区分	条件	備考
①	ビニールハウス費用	200〔万円〕	営農家聞き取り結果（3a程度で実証実験可能な規模、施工費含む）
計	設備導入費用	200〔万円〕	①

現行のビニールハウス（撮影時は収穫後のためフィルムは片付けている状態）



(2) 設備導入コストの試算

②設備・システム関連

■パターン1 (プレート式熱交換器)

No	区分	金額 (円)	備考
①	プレート式熱交換器	763,000	メーカー等への聞き取り結果 (45kW、1基)
②	循環ポンプ [°] (熱回収用)	80,000	メーカー等への聞き取り結果 (32L/分)
③	蓄熱タンク	2,500,000	メーカー等への聞き取り結果 (3t、密閉型)
④	ミキシングバルブ [°]	140,000	メーカー等への聞き取り結果
⑤	循環ポンプ [°] (熱供給用)	90,000	メーカー等への聞き取り結果 (64L/分)
⑥	ラジエータ式放熱器	480,000	ラジエータ式放熱装置づくり方マニュアル (国立研究開発法人農業・食品査 君業技術総合研究機構)
⑦	送湯ポンプ [°]	170,000	メーカー等への聞き取り結果 (200L/分)
⑧	配湯工事費用	750,000	菱刈鉦山聞き取り結果 (配管延長15m、配管工事単価：5万円)
⑨	設置工事費用	1,000,000	メーカー等への聞き取り結果
⑩	参入手数料※	1,000,000	第三セクター聞き取り結果
⑪	補助金	補助率：1/2	地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業 (環境省) 等
計	設備導入費用	6,973,000	①+……+⑩
計	設備導入費用 (補助)	3,486,500	(①+……+⑩) / 2

※参入を想定していない手数料のため、今後菱刈鉦山と市で料金単価等に関する協議が必要

(2) 設備導入コストの試算

②設備・システム関連

■パターン2（回転式熱交換器）

No	区分	金額（円）	備考
①	回転式熱交換器	3,000,000	メーカー等への聞き取り結果（22.5kW、2基）
②	循環ポンプ [°] （熱回収用）	80,000	メーカー等への聞き取り結果（32L/分）
③	蓄熱タンク	2,500,000	メーカー等への聞き取り結果（3t、密閉型）
④	ミキシングバルブ	140,000	メーカー等への聞き取り結果
⑤	循環ポンプ [°] （熱供給用）	90,000	メーカー等への聞き取り結果（64L/分）
⑥	ラジエータ式放熱器	480,000	メーカー等への聞き取り結果（3,000cc）
⑦	配湯工事費用	750,000	菱刈鉦山聞き取り結果（配管延長15m、配管工事単価：5万円）
⑧	設置工事費用	1,000,000	メーカー等への聞き取り結果
⑨	参入手数料※	1,000,000	第三セクター聞き取り結果
⑩	補助金	補助率：1/2	地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業（環境省）等
計	設備導入費用	9,040,000	①+……+⑨
計	設備導入費用	4,520,000	(①+……+⑨) / 2

※参入を想定していない手数料のため、今後菱刈鉦山と市で料金単価等に関する協議が必要

(3) ランニングコストの試算

①パターン1（プレート式熱交換器）

No	区分	金額（円/年）	備考
①	プレートガスケット	59,200	メーカー等への聞き取り結果（1回/年）
②	Dプレートガスケット	14,000	メーカー等への聞き取り結果（1回/年）
③	Eプレートガスケット	6,800	メーカー等への聞き取り結果（1回/年）
④	ディスタンスピース	12,800	メーカー等への聞き取り結果（4回/年、毎月1回程度）
⑤	ボンド	35,200	メーカー等への聞き取り結果（4回/年、毎月1回程度）
⑥	プレート清掃※	320,000	メーカー等への聞き取り結果（4回/年、毎月1回程度）
⑦	補助金	補助率：1/2	地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業（環境省）等
計	維持管理費用	448,000	①+……+⑥
計	維持管理費用（補助あり）	224,000	(①+……+⑥) × ⑦

※メーカー聞き取りにより、プレート清掃は2人が1日程度従事できればセルフメンテナンスも可能

(3) ランニングコストの試算

②パターン2（回転式熱交換器）

No	区分	金額（円/年）	備考
①	ベアリング	11,000	メーカー等への聞き取り結果（1回/3年）
②	オイルシール	2,000	メーカー等への聞き取り結果（1回/3年）
③	伝熱管	17,000	メーカー等への聞き取り結果（1回/3年）
④	上記作業費	34,000	メーカー等への聞き取り結果（1回/3年）
⑤	電気設備の維持管理費用	90,000	メーカー等への聞き取り結果（1回/年）
⑥	補助金	補助率：1/2	地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業（環境省）等
計	維持管理費用	154,000	①+……+⑤
計	維持管理費用（補助あり）	77,000	(①+……+⑤) × ⑥

(4) コストのまとめ

■パターン1（プレート式熱交換器）

- 蓄熱タンクがない場合、設備導入コストは約349万円となり、冬期の安定性確保のため蓄熱タンクを追加した場合は約697万円となる
- ランニングコストは、約45万円となる
- 国の補助金を活用した場合、設備導入コストおよびランニングコストの半減が期待できる

■パターン2（回転式熱交換器）

- 蓄熱タンクがない場合、設備導入コストは約454万円となり、冬期の安定性確保のため蓄熱タンクを追加した場合は約907万円となる
- ランニングコストは、約15万円となる
- 国の補助金を活用した場合、設備導入コストおよびランニングコストの半減が期待できる



- ① 本実証事業用のシステムは規模が小さい中で、汎用化されているものが少なく、構成する大部分の設備が工作物となるため、イニシャルコストが割高になっている
- ② 本実証事業の実現においては、将来的な実装や本格的な事業開始を想定しつつ、システムの設備構成におけるさらなる費用低減の可能性を検討することが必要
- ③ 熱交換器のパターンにより、設備導入コストやランニングコストにおけるメリット・デメリットがあるため、事業で想定する運営期間や職員の作業負担などを考慮してシステムを選択することが重要

(5) 活用可能な国の補助事業等の整理

①条件の整理

区分	内容
補助事業名	地域共創・セクター横断型カーボンニュートラル技術開発・実証事業（環境省）
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 我が国において早期に脱炭素社会を実現するためには、あらゆる分野でさらなるCO2削減が可能なイノベーションを創出し、社会実装することが必要不可欠 ● 一方、CO2排出削減に貢献する技術開発は、開発リスクが大きく、収益性が不確実で産業界が自ら対策強化を行うインセンティブが小さい等の理由により、民間の自主的な技術開発に委ねるだけでは、必要なCO2排出削減に貢献する技術の開発が必ずしも十分に進まない状況 ● このため、国の政策上必要な、CO2排出量を大幅に削減する技術の開発・実証を、国が主導して推進し、第5次環境基本計画における地域循環共生圏の概念の下、急速に拡大しているゼロカーボンシティ宣言都市等における先導的な取組を支援し、各地域の特性を活かして、脱炭素かつ持続可能で強靱な活力ある地域社会を構築
交付要件	補助事業者の要件 ア 民間企業 イ 地方公共団体の研究開発機関 ウ 独立行政法人通則法（平成11年法律第103号）第2条第1項に規定する独立行政法人 エ 特例民法法人並びに一般社団法人・一般公益法人及び公益社団法人・公益財団法人 オ その他環境大臣が適当と認める者
実施期間	原則として3年度以内
補助金額 補助率	補助率 1 / 2 以内で1.5千万円～2.5億円程度（単年度）

(5) 活用可能な国の補助事業等の整理

①条件の整理

区分	内容
補助事業名	民間企業等による再エネ主力化・レジリエンス強化促進事業（環境省）
概要	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域の特性に応じた、再エネ熱利用、未利用熱利用（工場廃熱等）、自家消費型再エネ発電（太陽光発電除く）等について、コスト要件を満たす場合に、計画策定・設備等導入支援を実施
交付要件	<p>補助事業者の要件</p> <ol style="list-style-type: none"> ①民間企業 ②個人事業主（温泉熱利用設備、温泉熱発電設備又は温泉供給設備更新時の省エネ設備等の導入に限る） ③地方公共団体（温泉熱利用設備、温泉熱発電設備又は温泉供給設備更新時の省エネ設備等の導入に限る。ただし、地方公共団体で当該補助事業の対象となる設備を取得しない場合は、共同事業者として申請することができる） ④独立行政法人。 ⑤地方独立行政法人 ⑥国立大学法人、公立大学法人及び学校法人 ⑦社会福祉法人 ⑧医療法人 ⑨特別法の規定に基づき設立された協同組合等 ⑩一般社団法人・一般財団法人及び公益社団法人・公益財団法人 ⑪地域における温泉の管理や配湯を行う組合（民間企業を除く）（温泉熱利用設備、温泉熱発電設備又は温泉供給設備更新時の省エネ設備等の導入に限る） ⑫その他環境大臣の承認を得て協会が適当と認める者
実施期間	<p>計画策定事業：単年度 設備等導入事業：2年度以内</p>
補助金額 補助率	<p>計画策定事業：3/4（上限1,000万円） 設備等導入事業：1/2（上限1億円）</p>

(5) 活用可能な国の補助事業等の整理

- 国の予算要求の状況に基づき、本実証事業において活用可能と見込まれる補助事業の情報を調査
- 補助金額・補助率は、システム導入で1/2で設定
- 補助事業者の要件は、民間企業や地方公共団体などのさまざまな主体が設定

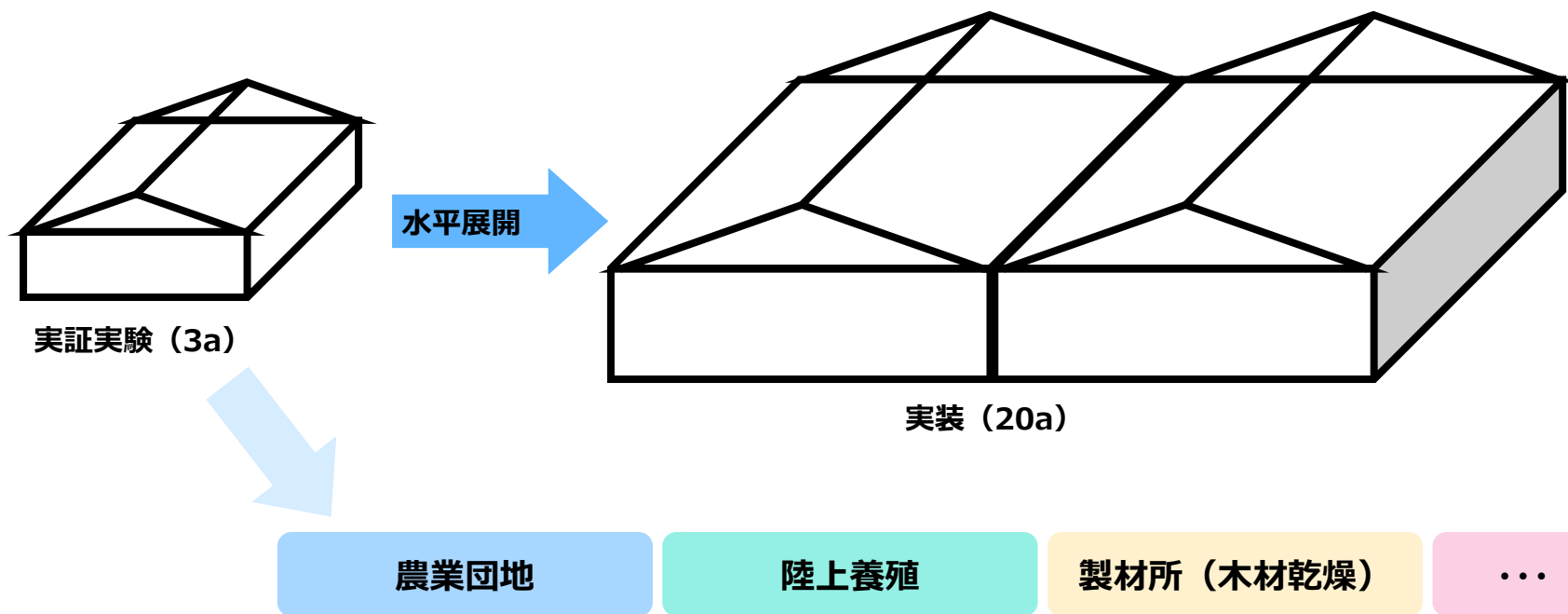


- ① システムのイニシャルコストが高価になると想定されるため、本実証事業の特性をふまえた国の補助事業を積極的に活用することが重要
- ② システム導入の補助要件には、コストあたりのCO₂削減効果が設定されていることもあるため、これらの詳細な条件を満たすことができるかなども、システムの設備構成におけるさらなる費用低減などとあわせて検討することが必要

(6) 地域への実装（事業モデル）を想定した事業採算性の検討

①地域への実装（事業モデル）の基本的な考え方

- 将来的な伊佐市域内への実装は、前述の「事業スキームの想定（仮説）」でも示したとおり、農業団地や陸上養殖などの可能性についても想定できるものの、最も初期的で着実な水平展開として期待できる実証実験からの商用規模への拡大を想定
- 具体的には、営農家が事業実施主体となり、20a程度の既設ビニールハウス（加温にA重油利用）において温泉水へのエネルギー転換を行うとともに、イチゴ栽培への切り替えを行う
- メーカー聞き取り等に基づき、単純なビニールハウス規模拡大（6.67倍）に対して、設備導入コストのスケールメリットは概ね5割程度（3.34倍）、ランニングコストのスケールメリットは概ね3割程度（2.00倍）に抑制できると設定
- また、イチゴ栽培に必要な熱量については、ビニールハウス規模拡大に対して、概ね9割程度になると設定



(6) 地域への実装（事業モデル）を想定した事業採算性の検討

②事業採算性に関する条件整理

■設備導入コスト

パターン	区分	金額（円）	備考
1-①	プレート式熱交換器	19,382,020	メーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して3.34倍程度）
1-②	プレート式熱交換器（蓄熱タンク）	11,332,620	メーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して3.34倍程度）
2-①	回転式熱交換器	26,853,600	メーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して3.34倍程度）
2-②	回転式熱交換器（蓄熱タンク）	18,236,400	メーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して3.34倍程度）

■ランニングコスト（維持管理費）

パターン	区分	金額（円/年）	備考
1	プレート式熱交換器※	900,480	メーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して2.00倍程度）
2	回転式熱交換器	309,540	メーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して2.00倍程度）

※メーカー聞き取りをふまえ、プレート清掃をセルフメンテナンスにした場合、ランニングコストは256,000円/年となる

(6) 地域への実装（事業モデル）を想定した事業採算性の検討

②事業採算性に関する条件整理

■ランニングコスト（燃料費）

No	区分	条件	備考
A	A重油単価	86.1〔円/L〕	営農家聞き取り結果
B	A重油使用量	2,352〔L/年〕	営農家聞き取り結果（3a想定） ※主に熱需要の高い冬期の4ヶ月を想定
C	A重油料金	202,507〔円/年〕	A×B

No	区分	条件	備考
①	温泉水単価	0～200〔円/L/分・月〕	温泉水転換のメリットを検討するため、受湯家向けの供給単価から数段階に低減させた単価を想定
②	温泉水利用量	0.2〔m ³ /分〕	前述調査結果
③	温泉水利用料金	0～40,000〔円/月〕	①×②
④	温泉水利用料金	0～160,000〔円/年〕	③×4〔月/年〕 ※主に熱需要の高い冬期の4ヶ月を想定

パターン	温泉水単価 〔円/L/分・月〕	燃料費低減額 〔円/年〕	備考
①	200	255,043	C-④にメーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して6.00倍程度）を乗じる
②	150	495,043	C-④にメーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して6.00倍程度）を乗じる
③	100	735,043	C-④にメーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して6.00倍程度）を乗じる
④	50	975,043	C-④にメーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して6.00倍程度）を乗じる
⑤	0	1,215,043	C-④にメーカー等への聞き取り結果（ハウス規模に対して6.00倍程度）を乗じる

(6) 地域への実装（事業モデル）を想定した事業採算性の検討

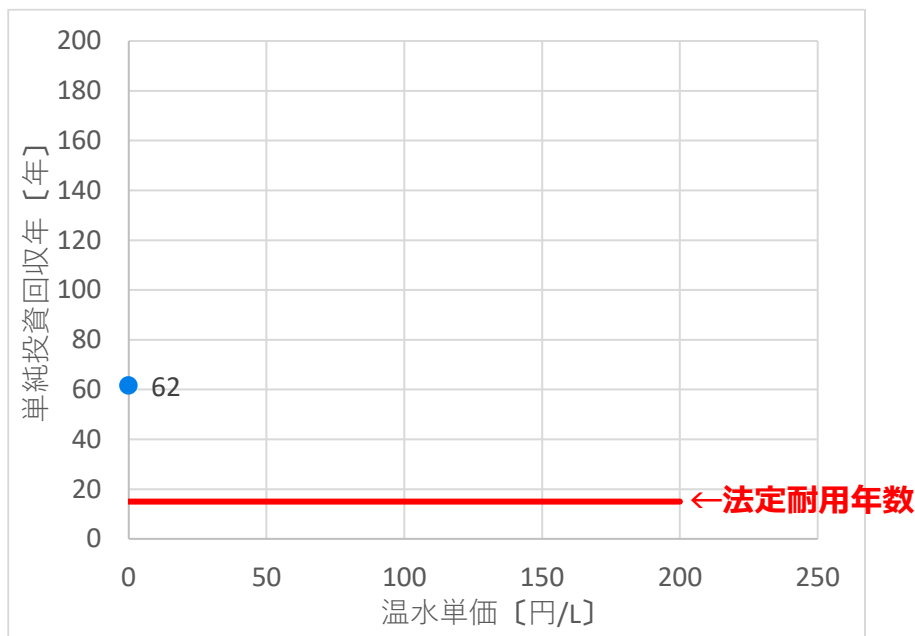
③事業採算性の検討

■温泉水単価をパラメータにした感度分析

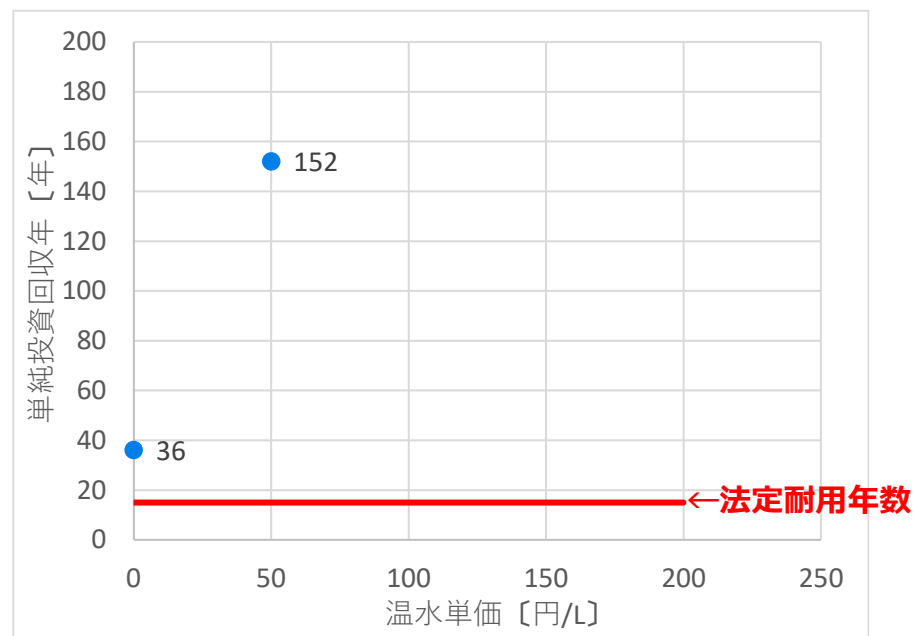
【事業採算性の算定式】 投資回収年数 = $\frac{\text{イニシャルコスト}}{\text{ランニングコスト (燃料費 - 維持管理費)}}$

◎プレート式熱交換器（全てのメンテナンスを業者に依頼した場合）

- 蓄熱タンクありの最も安価なパターンで投資回収が62年となる
- 蓄熱タンクなしの最も安価なパターンで投資回収が36年となり、温泉水単価50円の場合は152年となる
- 熱交換器の法定耐用年数15年を下回るパターンはなかった



プレート式熱交換器（蓄熱タンク）



プレート式熱交換器

(6) 地域への実装（事業モデル）を想定した事業採算性の検討

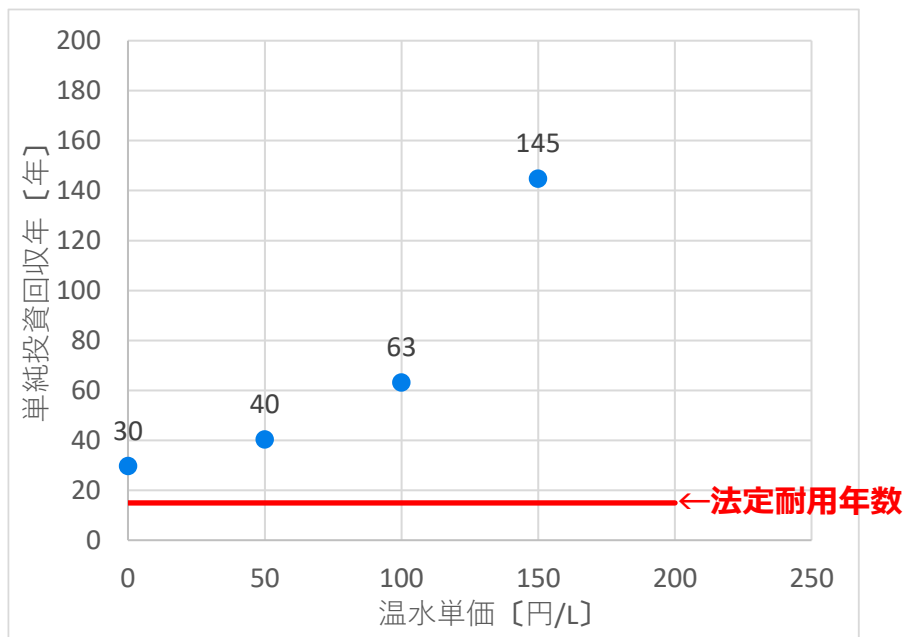
③事業採算性の検討

■ 温泉水単価をパラメータにした感度分析

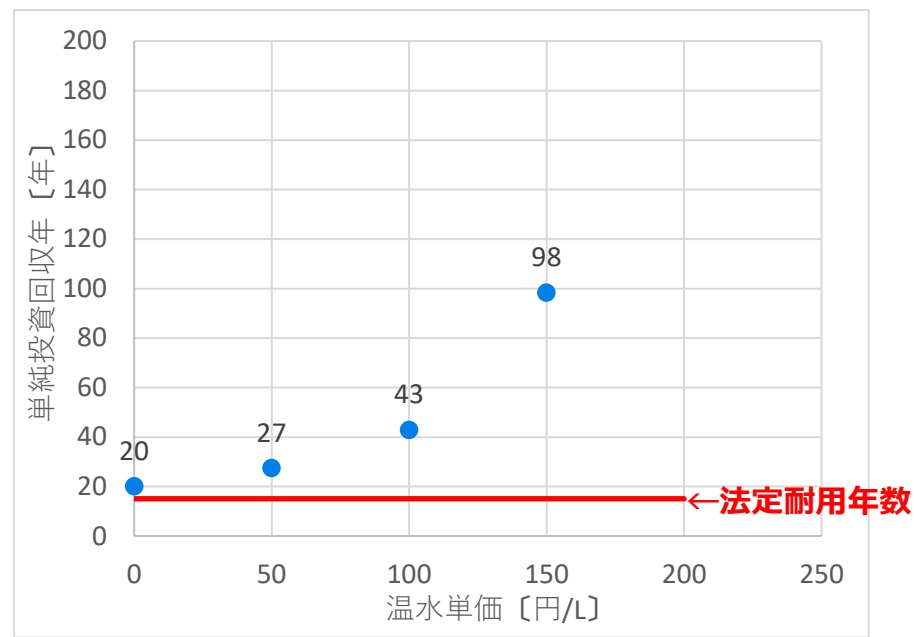
【事業採算性の算定式】 投資回収年数 = インitialコスト / ランニングコスト（燃料費 - 維持管理費）

◎ 回転式熱交換器

- 蓄熱タンクありの最も安価なパターンで投資回収が30年となり、温泉水単価150円の場合は145年となる
- 蓄熱タンクなしの最も安価なパターンで投資回収が20年となり、温泉水単価150円の場合は98年となる
- 熱交換器の法定耐用年数15年を下回るパターンはなかった



回転式熱交換器（蓄熱タンク）



回転式熱交換器

(6) 地域への実装（事業モデル）を想定した事業採算性の検討

③事業採算性の検討

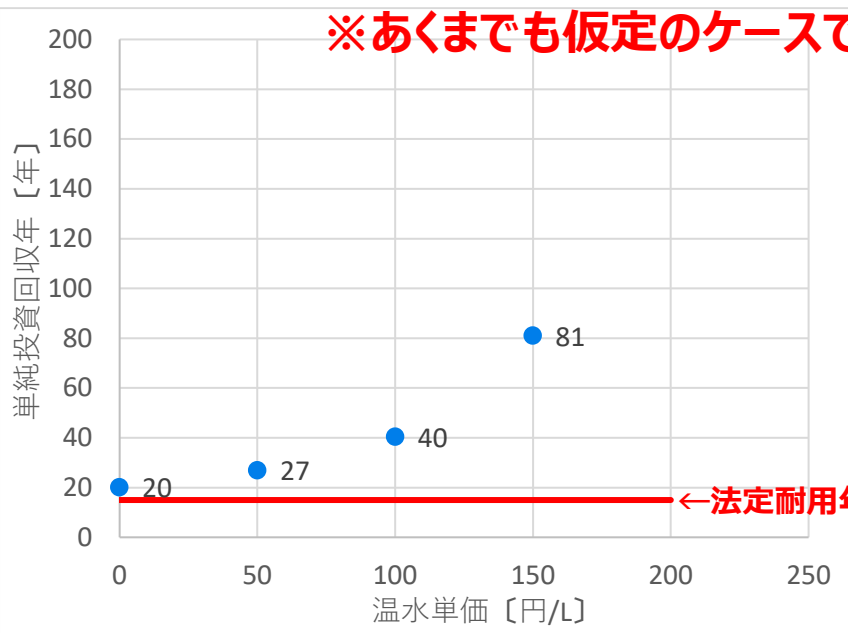
■温泉水単価をパラメータにした感度分析

【事業採算性の算定式】 投資回収年数 = インitialコスト / ランニングコスト（燃料費 - 維持管理費）

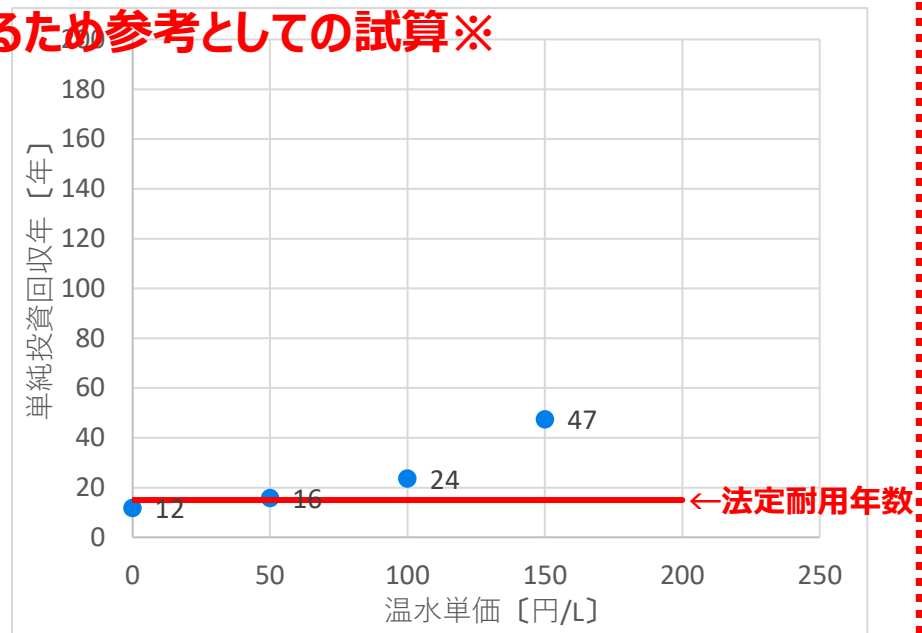
◎プレート式熱交換器（プレート清掃をセルフメンテナンスした場合）

- 蓄熱タンクありの最も安価なパターンで投資回収が20年となり、温泉水単価150円の場合は81年となる
- 蓄熱タンクなしの最も安価なパターンで投資回収が12年となり、温泉水単価150円の場合は47年となる
- 熱交換器の法定耐用年数15年を下回るのは、蓄熱タンクなしの最も安価なパターンのみであった

※あくまでも仮定のケースであるため参考としての試算※



プレート式熱交換器（蓄熱タンク）



プレート式熱交換器

(6) 地域への実装（事業モデル）を想定した事業採算性の検討

④事業採算性検討のまとめ

- プレート式熱交換器、回転式熱交換器ともに、温泉水単価を0円や50円の場合でも、投資回収に20年から152年要する算定結果となった
- 回転式熱交換器は、設備導入コストがプレート式熱交換器よりも高価であるものの、ランニングコストによるメリットがあるため、長期的な事業を見据えた場合は優位性が確認された
- プレート式熱交換器は、プレート清掃をセルフメンテナンスとすることで、ランニングコストのメリットが大きくなり、熱交換器の法定耐用年数15年以内に収まるパターンも確認された
- 投資回収年数を大きく低減できる可能性があるため、実装のタイミングで活用可能な国補助等を積極的に利用し、事業採算性の改善を図る必要がある。



- ① 本実証事業において、システムの費用低減の可能性やメンテナンス性等を検証することで、伊佐市域に実装する際のスケールメリットを発揮するとともに、事業者側の意向や要望などを考慮したメンテナンス方式を選択できるようにする必要がある
- ② 温泉水単価は、事業採算性確保の観点からは安価であることが望ましいことから、伊佐市域における積極的な温泉水利用による将来的な産業振興や地域活性化などを見据えて、菱刈鉱山と伊佐市が単価に関する調整協議を行うことが必要
- ③ 伊佐市域における将来的な温泉水利用拡大を目指すため、菱刈鉱山と温泉水供給可能性や方法などについて調整協議が必要

(7) 二酸化炭素排出削減効果の試算

①条件の整理

No	区分	条件	備考
①	A重油消費削減量	2,822L/年	営農家聞き取り結果に基づき実証実験用のハウス規模を想定して推計
②	A重油のCO ₂ 排出係数	2.71〔kg-CO ₂ /L〕	算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧（環境省）

②二酸化炭素排出削減効果の試算

- 従来のボイラを用いて加温した場合と新たな温泉水による加温を行った場合のCO₂排出削減量を試算
- 従来ボイラのA重油消費に伴って発生するCO₂排出量をそのまま削減することが可能であるため、実証実験において年間で7.6t-CO₂の削減効果が期待
- 地域への実装を想定した場合には、ビニールハウス規模拡大（3a→20a）に対して9割程度の熱需要になると見込まれるため、実証実験による削減効果の6.00倍である45.9t-CO₂の削減効果が期待

■ 実証実験（3aのビニールハウス）

A重油消費削減量×A重油のCO₂排出係数

$$= 2,822〔L/年〕 \div 2.71〔kg-CO_2/L〕 = 7,648〔kg-CO_2/年〕 = 7.6〔t-CO_2/年〕$$

■ 地域への実装（20aのビニールハウス）

実証実験におけるCO₂削減量×施設規模拡大による熱需要の拡大

$$= 7,648〔kg-CO_2/年〕 \times 6〔倍〕 = 45,888〔kg-CO_2/年〕 = 45.9〔t-CO_2/年〕$$

(1) カーボン・クレジットを巡る国内外の動向

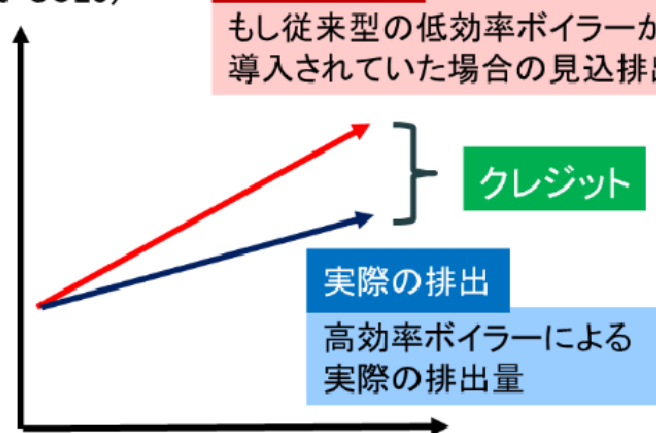
①カーボン・クレジットの定義

- 一般にカーボン・クレジットとは、排出量見通し（ベースライン）に対し、実際の排出量が下回った場合、その差分をMRV（モニタリング・レポート・検証）を経てクレジットとして認証するものを指す。
- また、各制度においては、クレジット認証に係るいくつかの要件が設定されている状況。（ICROA（International Carbon Reduction & offset Alliance）で整理される品質基準を以下に例示）

出所：カーボン・クレジット・レポートの概要（2022年6月）もとに作成

クレジットの考え方

累積排出量
(t-CO₂e)



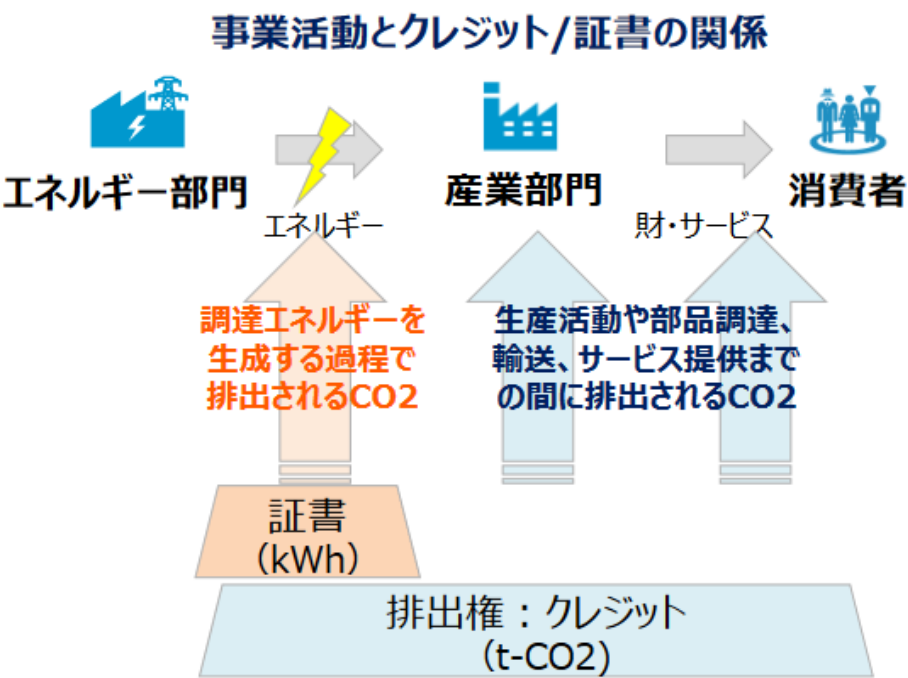
- ✓ ベースラインに基づくGHG削減・吸収量を評価したもの。
- ✓ 自社の排出量（t-CO₂e）を、別途調達したクレジットによってオフセットすることができる。

要件項目	概要
Real（実際に行われていること）	全ての排出削減・除去及びプロジェクト活動は、真に行われたことが証明されなければならない。
Measurable（測定可能性）	全ての排出削減・除去は、信頼できる排出ベースラインに対して、認められた測定ツールを使用して定量化されなければならない。
Permanent（永続性）	カーボン・クレジットは、恒久的な排出削減と除去を表すものでなければならない。 プロジェクトに可逆性リスクがある場合、少なくとも、リスクを最小限に抑えるための適切な保護手段を講じ、逆転（漏洩）が発生した場合に備えた保証メカニズムを導入する必要がある。 なお、国際的に認められている永続性基準年数は100年間である。
Additional（追加性）	プロジェクトベースの排出削減・除去は、そのプロジェクトが実施されなかった場合に発生したであろう追加的なものでなければならない。 カーボンファイナンスが利用できなければプロジェクトは行われなかったことを実証しなければならない。
Independently verified（独立した検証）	全ての排出削減・除去は、認定された独立した第三者検証者によって検証されなければならない。
Unique（唯一無二であること（二重カウントされていないこと））	1トンの排出削減・炭素吸収・炭素除去量が、1トン分のクレジットを生み出す必要がある。 カーボン・クレジットは、独立したレジストリーで管理され、無効化・償却されなければならない。

(1) カーボン・クレジットを巡る国内外の動向

②カーボン・クレジットの種類

- 「クレジット」取引とは、CO₂削減に価値を付けて、市場ベースでやり取りをするもの。
- 国の制度と紐づくものと民間のもの（ボランタリークレジット）が存在する。そのうえで、調達電源の属性を示す「証書」（kWh単位）と、調達電源以外も含め、CO₂削減価値を示す「排出権＝クレジット」に分類される。（再エネ需要に対して直接的な供給が限られる日本では、J-クレジット制度の中で再エネ由来のクレジットへのニーズも高い状況）
- クレジットについては、排出総量に規制を課し、総量に対する過不足について、削減分の取引を認める、「キャップ＆トレード型」と、設備投資等の削減取組がなかった場合との差分を認証する「ベースラインクレジット」が存在。



クレジット/証書の例と取引規模

類型	国内		海外	
	政府関係	民間	政府関係	民間
排出権 クレジット	総量削減義務/ 排出量取引制度 (東京/埼玉)	-	EU-ETS	CCX (現在は廃止)
	0.03億t-CO ₂	-	(オークション) 約10億t-CO ₂ (先物取引) 約30億t-CO ₂	約0.7億t-CO ₂ (2008年)
	ベースライン型	Jクレジット 0.01億t-CO ₂ (2020年度)	-	豪州基金制度 約0.4億t-CO ₂
証書 (※)	非化石証書	グリーン 電力証書	RECs (米)	I-REC
	約4.4億kWh (2019年度)	約3.5億kWh (2019年度)	約687億kWh (2019年)	約160億kWh (2019年6月～ 2020年5月)

※国内は取引量、海外は償却量。

出典) 第3回 世界全体でのカーボンニュートラル実現のための経済的手法等のあり方に関する研究会 資料4に一部追記

(1) カーボン・クレジットを巡る国内外の動向

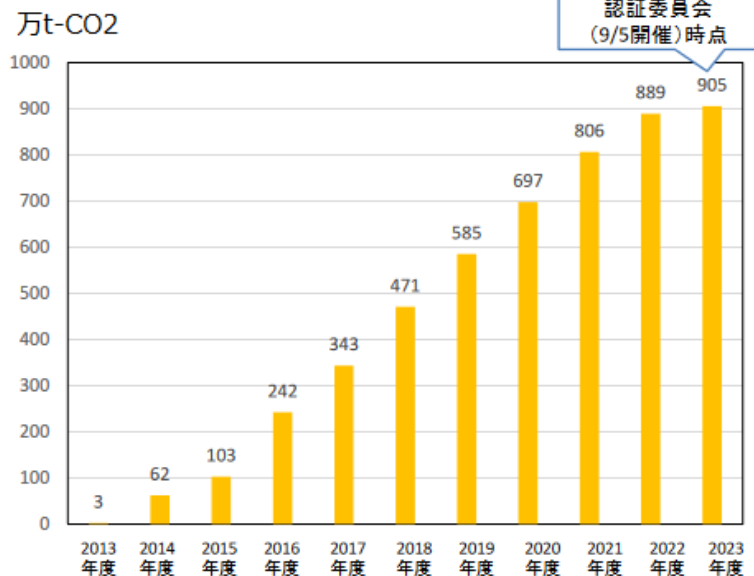
③ NDC（国が決定する貢献）におけるカーボン・クレジットの位置づけ

- 地球温暖化対策計画（令和3年10月閣議決定）では、カーボンクレジット制度の一つである二国間クレジット制度（JCM）について、「官民連携で、2030年度までの累積で、1億t-CO₂程度の国際的な排出削減・吸収量を目指す」とされている。なお、1億t-CO₂は2030年度▲46%（2013年度比）を目指すうえで必要な削減量のうち、約15%を占める。
- また、J-クレジット制度については需給両面の取組（需要：クレジット活用者、供給：クレジット創出者）を活性化することで、2030年度にJ-クレジットの認証量として、0.15億t-CO₂を目指すとしている。

④ 国内動向

- 国内においては、政府主導でJ-クレジット制度の活性化に向けた取組が進められているほか、Jブルークレジット等の民間主導（ボランタリークレジット）の自主的な動きも活発化しており、過去3年間における認証量が急増している。

<J-クレジットの認証実績>



<Jブルークレジットの認証実績>



年度	認証サイト数	認証量
2020	1	22.8 t-CO ₂
2021	4	80.4 t-CO ₂
2022	21	3733.1 t-CO ₂

出典) J-クレジット制度について（データ集）（J-クレジット制度事務局）

出典) 地球温暖化防止に貢献するブルーカーボンの役割に関する検討会（令和4年度第1回）資料6-1

(1) カーボン・クレジットを巡る国内外の動向

⑤ 海外動向

- 民間主導の動きが活発化しており、特に近年は、企業自らの省エネや再エネ活用による排出削減の取組に加えて、削減努力を経てもどうしても排出してしまう残余排出を、カーボン・クレジットを活用することによりオフセットするという手段に注目が集まっている状況である。
- また、各国公的制度におけるカーボン・クレジット活用に関する状況を以下に示す。

国・地域	制度	概要
英国	UK-ETS	UK-ETS にて Direct Air Capture (DAC) 由来のクレジットの評価を検討 (2021 年 10 月)。
欧州	EU-ETS	海外で創出される国際クレジットについては、フェーズ毎に、プロジェクト実施国、プロジェクトの分野、使用可能量に条件が定められている (2021 年以降 (第 4 フェーズ) での活用は現時点では想定されていない。) 。欧州委員会が公表した「Sustainable Carbon Cycles」にて、森林・農地等の土地利用に伴う炭素吸収・炭素除去、DACCS/BECCS 等の技術由来炭素除去に係る MRV 基準の確立・認証制度 (炭素除去証書) の検討を行い、将来的なコンプライアンス市場における活用も検討することに言及 (2021年12月)
米国	Growing Climate Solutions Act of 2021	米国農務省 (USDA) を中心とした米国内の農林業事業者がカーボン・クレジットを創出し、売買を可能とするプログラムを設立する法案が提出され (2021年4月)、現在上院を通過している状況 (2021年6月)。
	California Compliance Offset Program	カリフォルニア州が実施する ETS において、カーボン・クレジットが使用可能。量的制限は 2013 年～2020 年は義務に対し最大 8%、2021 年～2025 年は最大 4%、2026 年以降は最大 6% の予定。監督する Air Resources Board (ARB) がプロジェクトタイプ (畜産メタン、鉱山メタン、オゾン破壊物質代替 (ODS)、農業 (稲作事業)、米国森林・都市森林) ごとに整理された基準「Air Resources Board (ARB) Compliance Offset Protocol」を策定し、同基準を満たすカーボン・クレジットのみ使用可能。
豪州	Indo-Pacific Carbon Offsets Scheme	環境十全性が高く、相当調整にも対応した高品質なカーボン・クレジット創出・活用に向け、フィジー、パプアニューギニア等と連携を発表。(2021 年 11 月)
中国	China National ETS	2021年より発電設備を対象に開始された全国版 ETS において、中国政府が実施するカーボン・クレジット制度 (China GHG Voluntary Emission Reduction Program) にて創出されるクレジット (CCERs) が 5%まで使用可能
韓国	Korea ETS	フェーズ 1 (2015年～2017年) では、国内のオフセットクレジット (KOC) 及び国内で創出された CER について、義務に対し最大 10%まで活用可能。 フェーズ 2 (2018年～2020年) では、KOC 及び2016年6月1日以降に韓国企業が開発した CER についても、義務に対し最大 10%まで活用可能。(所有権・議決権の最低 20%が韓国企業であることや、低炭素技術の供給によるプロジェクトコストの 20%以上が韓国企業等の要件も設定。) フェーズ 3 (2021年～2025年) では、フェーズの量的制限が 5%に縮小。

出典) カーボン・クレジット・レポート (経済産業省) をもとに作成

(1) カーボン・クレジットを巡る国内外の動向

(参考) 九州地方における動向

- 九州地方においては、脱炭素社会の実現やカーボン・クレジット市場の活性化を目的とした「一般社団法人ナチュラルキャピタルクレジットコンソーシアム（以下、NCCCと略記）」が設立されている。
- NCCCは、森林や農地、海洋資源などの自然資本が吸収したCO₂の量を技術的に測定・評価し、参画企業正会員がカーボン・クレジット市場において売買をするとともに、ゴールドスタンダードなどの主要なボランタリークレジットの認証取得も目指している。
- 具体的には以下に示す取組を通じて、カーボン・クレジットの評価の透明性、測定精度、モニタリングなどのガバナンス、規格という重要な課題に取り組んでいる。
- なお、NCCCにおける精度の高い測定・評価のもと、大分県佐伯市においてブルカーボン分野に関する実証実験を開始予定である。

取組	内容
ベリーベスト法律事務所によるコンプライアンスと監視体制	380名以上の弁護士を擁し、全国に展開するベリーベスト法律事務所が、カーボン・クレジット取引における権利関係への迅速かつ適切な対応が行われるよう、法律面・コンプライアンス面でのアドバイスを常時提供する。
損保ジャパンによるプロジェクトの災害リスクヘッジ	損保ジャパンは、自然資本を活用して温室効果ガス排出を削減するボランタリーカーボンクレジット市場において、国内初の森林由来カーボンクレジットの補償を提供する。これにより、森林で損害が生じた際に、CO ₂ 吸収量の減少や想定外のクレジット獲得が困難になるリスクをカバーできる。
ソフトバンクによる高精度の測定・評価と技術活用	ソフトバンク株式会社の農業AIプレーン「e-kakashi」のCO ₂ 吸収量推定システムを活用し、森林や農地などの緑地におけるCO ₂ 吸収量を高い精度で測定することが可能で、信頼性の高いカーボン・クレジット発行を強化する。
独自ブロックチェーン技術を活用し、カーボン・クレジット市場を活性化	独自のブロックチェーン技術を活用して、カーボン・クレジットの認証プロセスを効率化し、クレジット化までの時間短縮と価格の低廉化をすることで、カーボン・クレジット創出や市場の活性化を行う。

(2) 主なカーボンクレジット制度の分類

- 国内ではJ-クレジット制度やJ-ブルークレジットが存在し、海外ではVCSやGSといった民間主導のボランタリークレジットの整備が進んでいる。

区分	制度	概要	主体		
			国連	政府	民間
国内	J-クレジット制度	経済産業省・環境省・農林水産省が制度管理者となり、2013年より運営されているカーボン・クレジット制度。省エネ・再エネ・森林等を対象に幅広くカーボン・クレジットを認証。		●	
	Jブルークレジット	ジャパンプルーエコミー技術研究組合（JBE）が制度管理者となり、2020年よりブルーカーボンに特化して認証を行う国内ボランタリークレジット制度。			●
海外	Clean Development Mechanism (CDM)	京都議定書において、先進国（付属書I国）と途上国（非付属書I国）が共同で排出削減プロジェクトを途上国で実施し、その排出削減量を移転することにより、投資国（先進国）が自国の目標達成に利用できる国連主導のカーボン・クレジット制度。	●		
	二国間クレジット制度（Joint Crediting Mechanism (JCM)）	途上国等（JCMに関する二国間文書に署名したパートナー国）への優れた脱炭素技術、製品、システム、サービス、インフラ等の普及や対策を通じ、実現した温室効果ガス排出削減・炭素吸収・炭素除去への我が国の貢献を定量的に評価するとともに、我が国のNDCの達成に活用する制度。		●	
	Verified Carbon Standard (VCS)	WBCSD(World Business Council For Sustainable Development) や IETA(International Emissions Trading Association)などの民間企業が参加している団体が、2005年に設立した認証基準・制度。森林や土地利用に関連するプロジェクト（REDD+を含む）や湿地保全による排出削減プロジェクトなど多様なプロジェクトが実施されている。			●
	Gold Standard (GS)	2003年にWWF(World Wide Fund for Nature)等の国際的な環境NGOが設立した認証基準・制度。 自らVER(Verified Emission Reductions)を発行するだけでなく、CDMプロジェクトの中でも、地元共同体への貢献などの付随的な便益を有すると見なされたプロジェクトについては、GSが認証する取組みを行ってきた。			●

出典) カーボン・クレジット・レポート（経済産業省）をもとに作成

(3) 実証事業を想定したカーボン・クレジット創出可能性

① J-クレジット種による活用方法の制限

- 本実証事業ではJ-クレジット制度の活用を想定
- 本実証が該当する「再エネ熱」は、多くの用途において活用可能（RE100達成のための報告以外で活用可能）

No.	用途	J-クレジットの種別				
		再エネ発電	再エネ熱	省エネ	森林吸収	工業プロセス、農業、廃棄物
1	温対法での報告 (排出量・排出係数調整)	○	○	○	○	○
2	省エネ法での報告 (共同省エネルギー事業に限る)	×	×	○※1	×	×
3	省エネ法での報告 (定期報告における非化石エネルギー使用割の報告)	○	○	△※2	×	×
4	カーボンオフセット	○	○	○	○	○
5	CDP質問書・SBTへの報告	○※1※3	○※1※4	×	×	×
6	RE100達成のための報告	○※1※3※6※7	×	×	×	×
7	SHIFT・ASSET事業の目標達成	○	○	○	○	○
8	経団連カーボンニュートラル行動計画の目標達成	△※8	△※8	△※8	○	△※8

※1：報告可能な値はプロジェクトごと、認証回ごとに異なる。

※2：EN-S-019、EN-S-043、EN-S-044の方法論に基いて実施される排出削減プロジェクト由来J-クレジット（非化石エネルギーを活用するものに限る）のみ利用可。

※3：他社から供給された電力（Scope2）に対して、再エネ電力由来のJ-クレジットを再エネ調達量として報告可能。

※4：他社から供給された熱（Scope2）に対して、再エネ熱由来のJ-クレジットを再エネ調達量として報告可能。

※5：CDP気候変動質問書2021の設定C11.2にのみ、報告し対処期間内の創出・購入量を報告可能。

※6：2021年8月のRE100の基準引き上げによる変化点

- 自家発電した電力（Scope1）には再エネJクレ使用不可。
- Scope2の電力供給のうち、工場敷地内（オフグリッド内）の別会社が設置した発電施設由来の電力（Scope12）に対して再エネJクレ使用不可。

※7：2022年10月のRE100の基準引き上げによる変化点

※8：経団連カーボンニュートラル行動計画に参加している事業者が創出したクレジットは対象外。制度記号が「JCL」のクレジットが使用可能。

(3) 実証事業を想定したカーボン・クレジット創出可能性

② 認証までの流れ

- J-クレジット制度において、プロジェクト登録には約3～6カ月程度、その後クレジット認証までは1～2年程度要する。

STEP1

プロジェクトを計画し、プロジェクト登録の審査を受ける

- ① J-クレジット制度への参加検討
- ② プロジェクト計画書の作成
- ③ プロジェクト計画書の妥当性確認
- ④ プロジェクト登録の申請

約3～6カ月程度

STEP2

プロジェクト実施を通して温室効果ガスを削減（同時にモニタリングを実施）

- ① データのモニタリング、収集
- ② モニタリング報告書の作成
- ③ モニタリング報告書の検証

平均1～2年の
サイクル

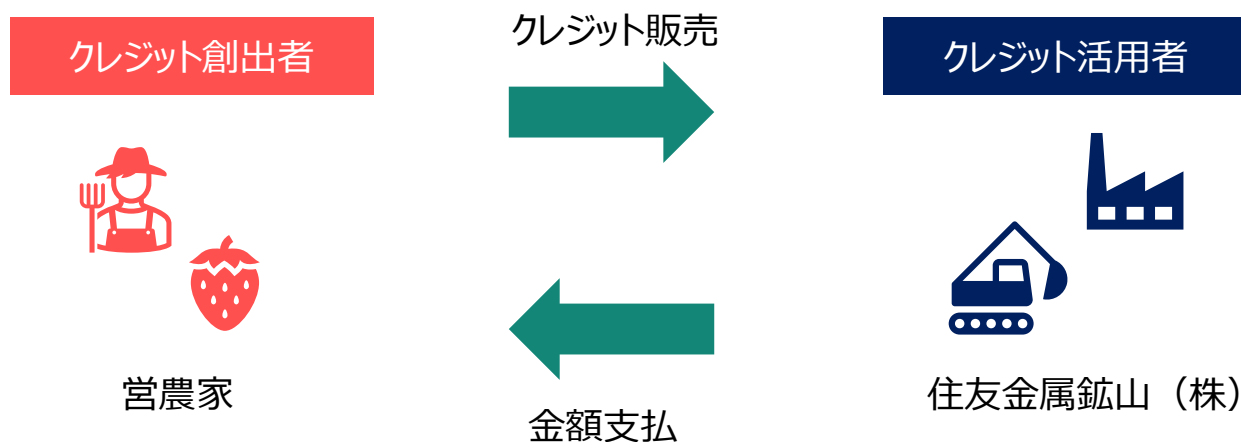
STEP3

モニタリング結果を報告し、クレジット認証の審査を受ける

(3) 実証事業を想定したカーボン・クレジット創出可能性

③ 本実証事業におけるカーボン・クレジットの簡易シミュレーション

- J-クレジット制度に基づいた相対取引を想定
- クレジット創出者は営農家、クレジット活用者は住友金属鉱山（株）を想定



項目	値	備考
①クレジット認証量 (CO ₂ 削減量)	7.6 t-CO ₂ /年	本実証事業の実施によるCO ₂ 削減効果（前述参照）
②販売/購入単価	12,000 円/t-CO ₂	売り出しクレジット一覧に掲載されている希望売却価格の平均値 (再エネ発電) ※2023年12月上旬時点
①×②販売/購入金額	91,200 円/年	—

将来的に事業エリアを拡大（3a→20a）した場合は、単純試算で約60万円分のクレジット創出が可能

(4) カーボン・クレジットのまとめ

- 本実証事業におけるカーボン・クレジット活用の可能性を前提として、現在国内で主に取引されているJクレジット制度と徐々に広がりつつあるボランタリークレジットの特性を整理した。
- Jクレジット制度は手続きにかかる費用面、労力面の負担が大きいものの、温対法やCDP質問書やSBTへの報告などの適用可能な環境価値が幅広いことがメリットとなる。
- 一方、ボランタリークレジットは手続きの負担はJクレジット制度と比較して小さいものの、現状は温対法などにに基づき適応できる制度などはなく、購入した事業者のCSRなどにおける対外的なPRのみに活用する程度に限られる。



事業の特性や規模、関係者の意欲・ニーズなどをふまえて、選択することが重要

制度	手続き				環境価値				
	審査費用		申請にかかる期間		温対法	省エネ法	CDP・SBT	RE100	CSR等の対外的PR
	妥当性確認	検証	妥当性確認	検証					
Jクレジット制度	714,465円※1	682,772円※1	約3～6カ月	平均1～2年	○	△※3	○	×	○
ボランタリークレジット	11,000円※2		－（事例が少なく、情報なし）		×	×	×	×	○

※1：再エネ（プログラム型）における審査費用の平均値

※2：Jブルークレジット制度におけるクレジット認証発行手数料

（ジャパンプルーエコノミー技術研究組合が実施する購入者公募手続きへの参加申し込みをした場合を除く）

※3：Jクレジット種による

出典）各種文献をもとに作成

(5) 非常時対応の検討

- 市域において将来的な温泉水利用の実装が進められた際には、大規模災害が発生した場合等における当該温泉水の利活用方法を検討することが必要。
- 例えば、市内で大規模災害に伴い断水や燃料供給の途絶などが発生した場合には、自宅避難者向けに当該事業で利用されている温泉水を軽トラックなどで配湯したり、仮設の共同浴場を設置するような仕組みを検討。
- 過年度の大規模災害においても、ボランティアなどがボイラーで加温した温水を地域の自宅避難に配湯している事例や温泉等を活用した仮設風呂が設置された事例等がある。

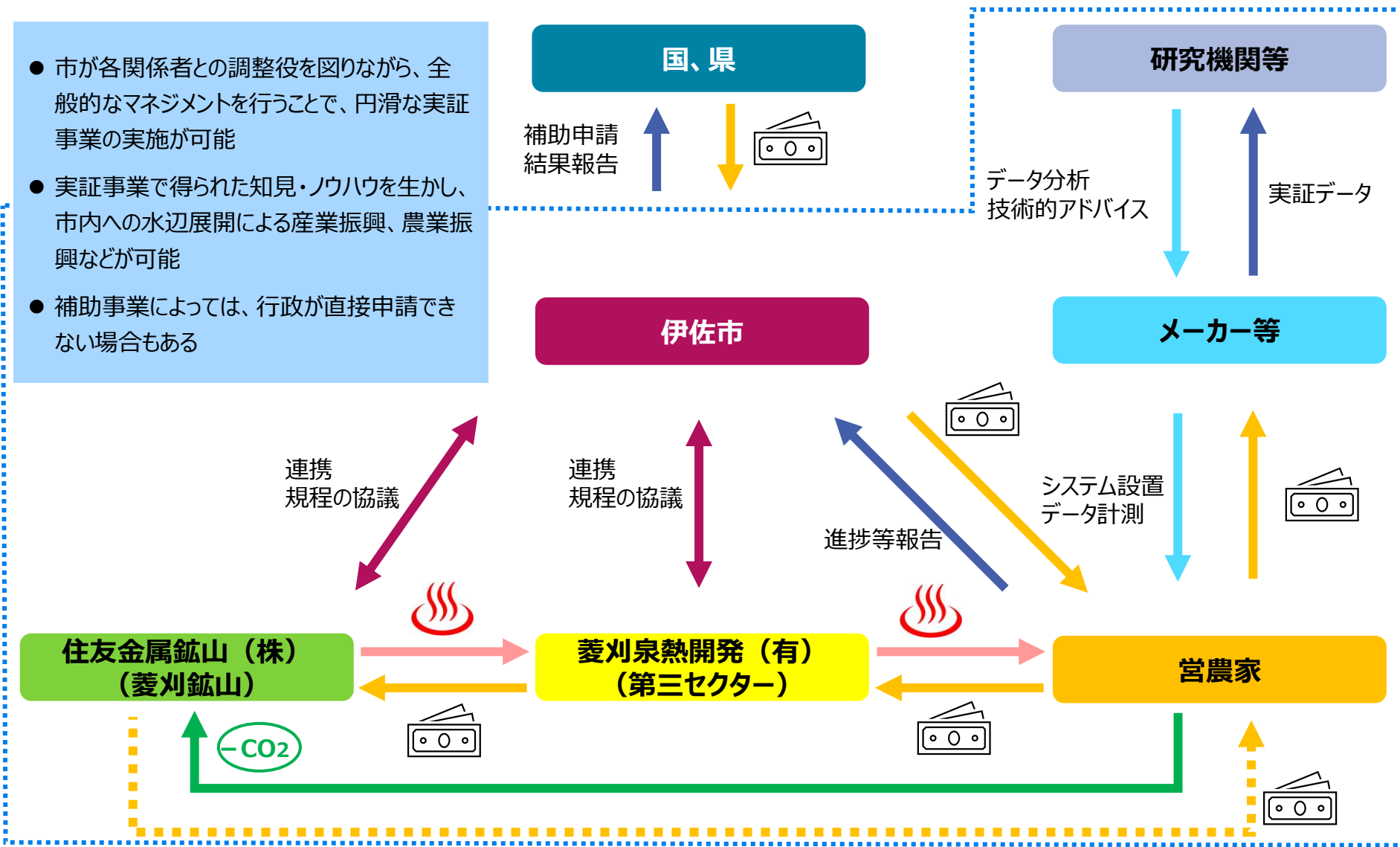
■ 災害時における入浴支援事例



(1) 事業スキーム (案)

①市が主体となるパターン

- 市が各関係者との調整役を図りながら、全般的なマネジメントを行うことで、円滑な実証事業の実施が可能
- 実証事業で得られた知見・ノウハウを生かし、市内への水辺展開による産業振興、農業振興などが可能
- 補助事業によっては、行政が直接申請できない場合もある

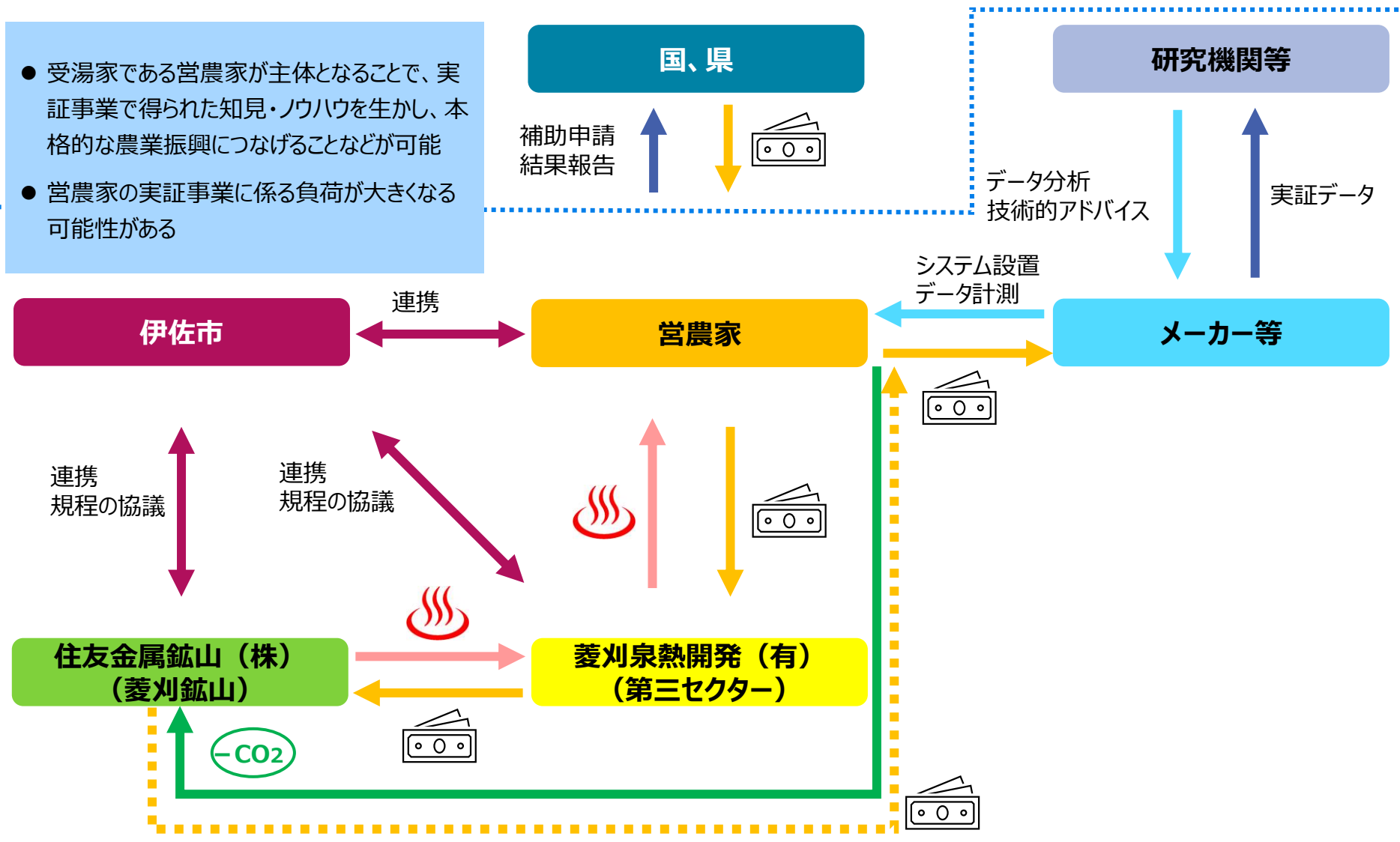


※本実証事業では、小規模なカーボンプレジットとなるため、金銭の取引はせず無償譲渡を想定（本格運用の際に検討）

(1) 事業スキーム (案)

② 営農家 (受湯家) が主体となるパターン

- 受湯家である営農家が主体となることで、実証事業で得られた知見・ノウハウを生かし、本格的な農業振興につなげることなどが可能
- 営農家の実証事業に係る負荷が大きくなる可能性がある



※本実証事業では、小規模なカーボンプレジットとなるため、金銭の取引はせず無償譲渡を想定（本格運用の際に検討）

(2) 事業スケジュール (案)

※以下はあくまで現時点の想定であり、関係機関と今後協議が必要

 【Step1】実証事業 【Step2】実装事業

実施主体	1年目	2年目	3年目～
伊佐市	<p>【実証準備】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・FS調査 ・関係者調整 ・補助事業申請準備 	<ul style="list-style-type: none"> ・協議会の設置・運営 ・補助事業申請検討 ・各関係者ヒアリング ・地域住民説明 ・基本設計 	<p>【実証事業】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・協議会の運営、関係者調整 ・補助金結果報告 ・事業進捗確認 <p>【実装準備】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実装事業計画 ・調整会議の立ち上げ等
鹿児島県	<ul style="list-style-type: none"> ・FS調査等の支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・実証事業実現に向けた支援 	<p>【実装事業】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・実装事業計画等の支援 <p>【エネシアシステムの普及】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・他地域への適用性の検討 ・実証、実装
菱刈鉱山 第三セクター		<ul style="list-style-type: none"> ・規程改定の検討 ・メンテナンス範囲等の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ・温泉水供給、データ計測 ・パイプラインメンテナンス <p>・実装事業計画</p>
営農家		<ul style="list-style-type: none"> ・協議会への参画 	<ul style="list-style-type: none"> ・データ計測 ・システムメンテナンス <p>・実装事業計画</p>

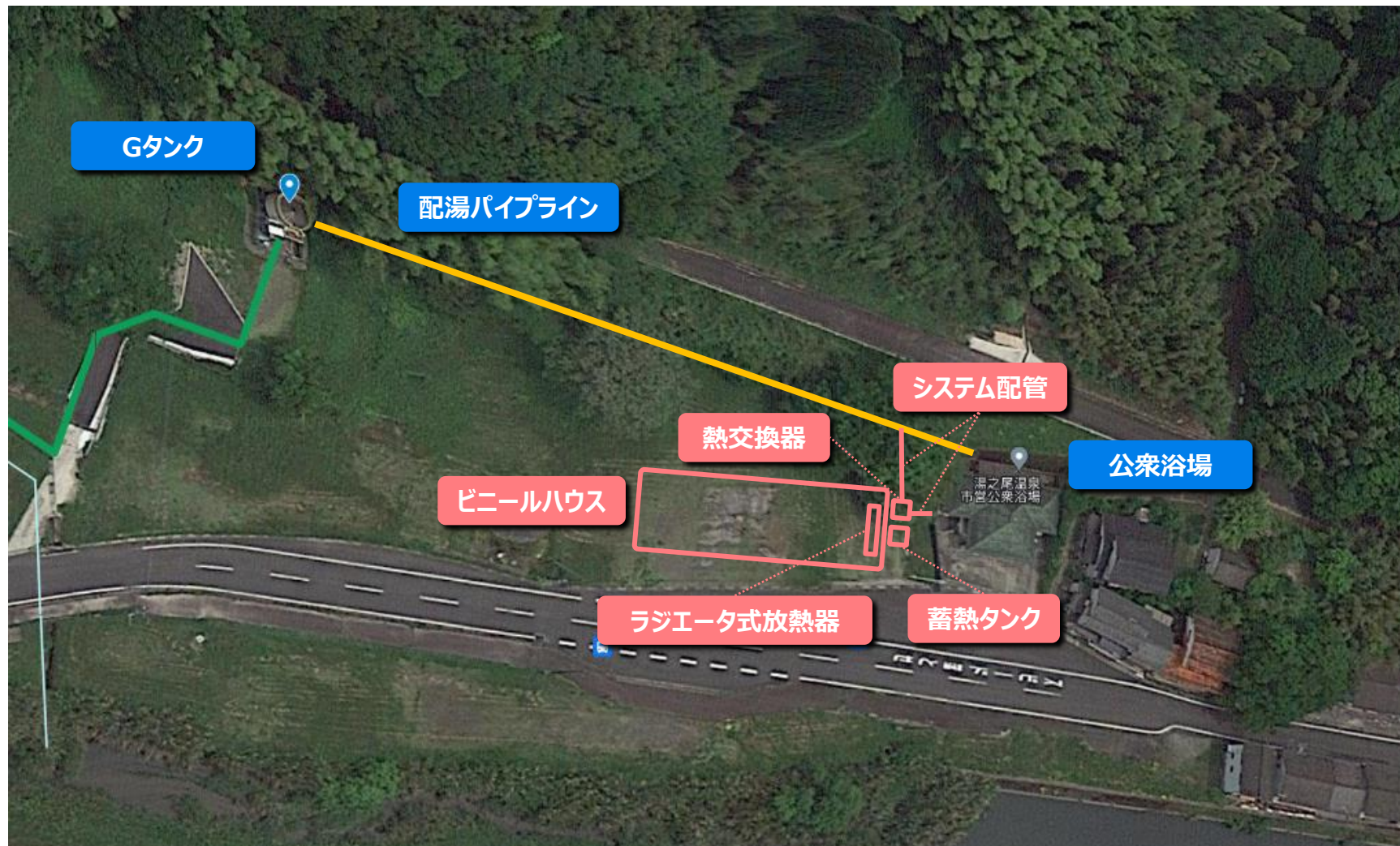
(2) 関係者の役割分担（再掲）

※以下はあくまで現時点の想定であり、関係機関と今後協議が必要

関係主体	【Step1】実証準備	【Step2】実証事業
伊佐市	<ul style="list-style-type: none"> ● FS調査の実施（実証事業の準備） ● 実証事業に向けた関係者調整（菱刈鉱山、第三セクター、営農家、既往受湯家、メーカー等） ● 協議会の設置・運営 ● 補助事業申請検討 ● 基本設計 ● 受湯家の追加に向けた規程の検討（三者） 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業の実施 ● 協議会の運営、関係者調整 ● 補助金摂家報告 ● 事業進捗確認
鹿児島県	<ul style="list-style-type: none"> ● FS調査等の支援 ● 実証事業実現に向けた支援 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業等の支援 ● エネシェアシステムの普及
営農家	<ul style="list-style-type: none"> ● 協議会への参画 ● システム運用体制等の検討 ● メーカー等との協議 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業におけるデータ計測 ● システムメンテナンス
既往受湯家	<ul style="list-style-type: none"> ● 需要家による事業への影響の把握 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業に関する情報収集
メーカー 研究機関等	<ul style="list-style-type: none"> ● 最適な熱回収システム等の技術提案 ● 実証事業参画可能性の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業システムの設備導入等 ● データ検証
菱刈鉱山 第三セクター	<ul style="list-style-type: none"> ● 協議会への参画 ● メンテナンス範囲等の検討 ● 受湯家の追加に向けた規程の検討 	<ul style="list-style-type: none"> ● 実証事業における温水供給、データ計測 ● パイプラインメンテナンス

(1) 導入設備・システムの検討 (再掲)

導入設備・システムのレイアウト (案)



(1) 今後の検討及び現時点における課題の整理

- 複数の事業スキームが想定される中、関係者による協議会やワーキングなどを設置・協議することにより、役割分担などを明確にする必要がある
- 菱刈鉱山による温泉水供給事業が開始されて以降、新たな受湯家が契約した事例がないことから、菱刈鉱山および第三セクターとの温泉水供給単価、配管工事などの契約条件に関する協議・調整を行う必要がある
- Gタンク以降の正確な温泉水供給量が不明であることから、既往受湯家に影響を与えないように分岐できているかをデータ検証し、必要に応じて配湯計画を作成する必要がある
- 収益性が高いと見込まれる実証事業用の作物（イチゴ）が問題なく生育・出荷できるかを見極める必要がある
- 設備・システムにおけるイニシャルコスト低減の可能性やスケール除去対策の必要性やコスト、メンテナンス性などを検証する必要がある
- 上記の調査・検討結果をふまえ、事業性の確保を前提として、農業団地や陸上養殖などの市域における温泉熱利用の多様なビジネス展開やボランティアクレジット・ローカルクレジットの市域内循環の拡大などを図る必要がある