

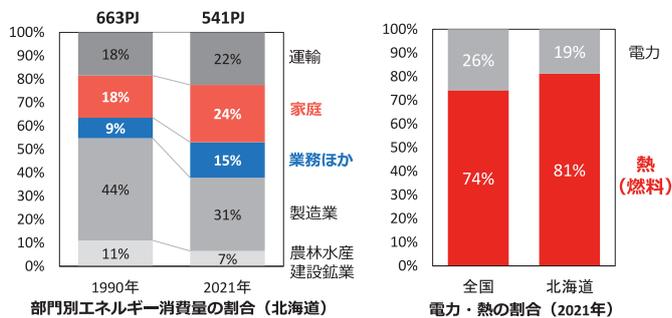
末尾資料

第7回道総研オープンフォーラム展示ポスター

# 地域に応じたゼロカーボン技術を北海道のすみずみに

## 背景

- 2011年東日本大震災、2018年北海道胆振東部地震を契機に、エネルギーの地域分散化、エネルギー源の多様化、エネルギー自給率の向上の必要性が改めて認識されました。
- 北海道では全国に先駆けて、2020年に「ゼロカーボン北海道」を宣言し、徹底した省エネを推進し、その上で脱炭素化に向けた様々な取り組みを展開しています。
- 北海道は、再生可能・未利用エネルギー資源のポテンシャルが高く、**地域の特長あるエネルギーを効率的に利用**することが地域の脱炭素化につながるだけでなく、地域課題の解決にも貢献することが期待されます。
- 北海道の部門別の年間エネルギー消費量では、**家庭・業務部門が増加**しており、特に省エネ化を図ることが重要です。
- 北海道は積雪寒冷地であるため、エネルギー消費量全体に占める**熱の割合が大き**く、当該部門の再エネ比率向上が必要です。



出典：「総合エネルギー統計」「都道府県別エネルギー消費統計」※運輸は自動車のみ計上  
「北海道における新エネルギーの導入」(北海道、2023.9)

民生部門の省エネモデルが必要

熱主体の再エネ利用拡大が必要

- 地域特有の課題を踏まえた技術開発を行い、
- 北海道が有するエネルギー資源を最大限に活かしつつ、環境と調和した持続可能な循環型地域社会の創造に貢献します

木質バイオマス、地中熱、温泉熱など熱利用を主体に、**施設・街区の省エネ、再エネ利活用、未利用資源活用** に取組む

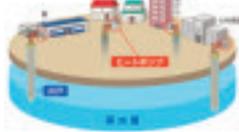
## 全体概要

(当別町)

### 地域特性に応じたエネルギー地産地消モデル構築

#### 1. 熱エネルギーネットワーク

- 地下水を地域の熱エネルギー資源として活用する先導モデルを構築し、未利用エネルギーの利用促進を図ります。
- 帯水層が存在すると考えられる地域(■)に展開の可能性があります。



#### 2. 木質バイオマスの利用拡大

- 木質バイオマスのサプライチェーン各段階の課題解決・改善により、適正な利用拡大を進めます。
- 森林資源に恵まれながら活用が少ない市町村(■)に展開の可能性があります。



地図出典：国土地理院 タイル白地図

(津別町)

### 脱炭素のまちづくり

- 施設、街区の省エネ化による、エネルギー的に自立した持続可能なまちの構築を目指します。
- 中小規模(概ね人口1万人以下)の市町村(●)に展開の可能性があります。

エネルギー脱炭素の検討対象



街区の省エネ化の検討対象

(足寄町)

### 温泉熱と温泉付随ガスのハイブリッド利用モデルの提案

- 温泉熱の効率的な利用に加えて、未利用な温泉付随ガスと併用したハイブリッド利用モデルを提案します。
- メタンガス放散量が一定以上の温泉(●)に展開の可能性があります。



街区を対象としたエネルギー需要の推計と省エネ街区形成の検討

概要

- 津別町では、令和2年4月に市街地総合再生基本計画が公表されました。「つながりがにぎわいを生む、歩いて暮らせるコンパクトシティ」を基本コンセプトに中心市街地を8つのゾーンに分けた再開発事業が進んでいます。これに伴い、中心市街地のエネルギー需給は今後大きく変化することが予想され、エネルギーのエリアマネジメントが重要となります。
- そこで、中心市街地の街区を対象にエネルギー需要を推計するとともに、街区全体の省エネルギー化を目指した将来シナリオと削減効果を検討しました。

成果

1. 対象街区内部における建物属性の把握

- 対象街区は、「市街地総合再生基本計画」における中心市街地の再開発検討エリアとします(図1、写真1)。
- 街区内部には、76棟の建物があり、棟数では住宅が最も多い(55棟)。建設年代の傾向として、1980年代以前に建設された建物が多くありますが、業務、文化施設では、再開発により2020年代に建設された建物が見られます。また、延床面積も住宅が最も大きく、次いで業務、医療施設の順に大きくなっています(図2)。

2. 中心市街地におけるエネルギー需要の空間分布特性

- 中心市街地では、年間エネルギー需要が2.0[TJ/年]未満のメッシュが数多く分布しています。病院があるメッシュではエネルギー需要が多い傾向にあり、8.0[TJ/年]以上となるメッシュがありました(図3)。
- 年間エネルギー需要が多いところでは、熱負荷密度※も大きい傾向にあり、熱負荷密度の最大値は6.8[TJ/ha]となりました。対象街区内部では、病院があるメッシュで4.2[TJ/ha]以上となりました(図4)。

※熱負荷密度：地域冷暖房の導入可能性を検討するために用いられる指標であり、基準値は4.2[TJ/ha]以上

3. 対象街区内部におけるエネルギー需要・CO<sub>2</sub>排出量

- エネルギー需要は医療が最も大きく、次いで業務、住宅の順に大きくなりました。熱電比を見ると、医療で熱電比が大きくなっており、他の用途に比べ熱需要の割合が大きいです(図5)。
- 街区内の省エネ化を進めるためには・・・
  - 医療施設(病院)の省エネ改修または改築
  - 業務施設は、再開発により2020年代以降に建設された建物が多いため、運用で省エネ化
  - 住宅は、1980年代以前に建設されたものが半分以上を占めており、省エネと耐震をあわせた改修、または建て替えにより省エネ化
- CO<sub>2</sub>排出量はエネルギー需要と同様に、医療で最も大きく、次いで業務、住宅の順になりました(図6)。

4. 省エネ街区形成の検討

- 2030年を想定した将来シナリオを設定し、対象街区のCO<sub>2</sub>排出量を推計しました(表1)。
- CASE1~3の病院や戸建住宅の省エネ対策を講じることで、CO<sub>2</sub>排出量は現状と比べて25%削減となりました。さらに、電源の再エネ率が増加し、電力のCO<sub>2</sub>排出係数が低くなると、現状と比べて47%削減となりました(図7)。

表1 省エネ街区形成に向けたシナリオ検討

	削減シナリオ	CO <sub>2</sub> 削減効果
CASE0	現状	
CASE1	病院のZEB化※1	▲17%
CASE2	CASE1に加え、1980年代以前の戸建住宅の50%を建て替えてZEH化※2	▲22%
CASE3	CASE2に加え、1980年代以前の戸建住宅のすべてを建て替えてZEH化※2	▲25%
CASE4	CASE3に加え、電力のCO <sub>2</sub> 排出係数の改善(北電2030年目標値0.37[kg-CO <sub>2</sub> /kWh]を使用して計算)	▲47%

※1: 道内においてZEB化した病院の原単位を用いて推計  
 ※2: 北方建築総合研究所の調査によるZEHの原単位を用いて推計



図1 津別町市街地総合再編計画の対象街区 (図は津別町市街地総合再編計画より引用)

写真1 対象街区内の建物

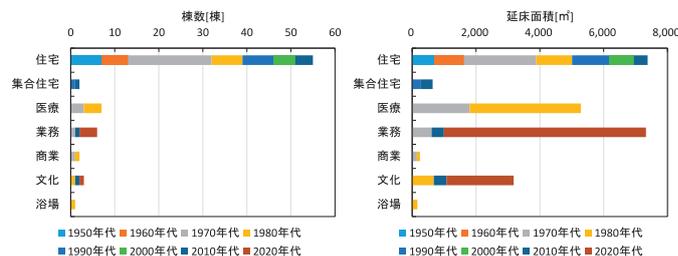


図2 対象街区内部における建設年代別の棟数・延床面積

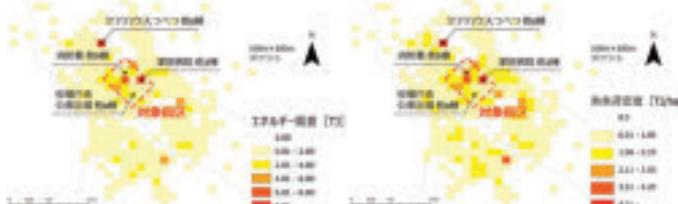


図3 エネルギー需要(熱需要+電力需要)

図4 熱負荷密度

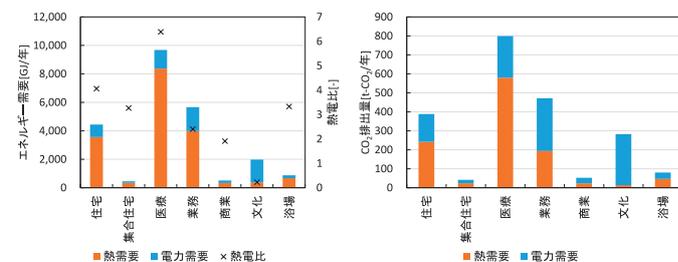


図5 建物用途別のエネルギー需要と熱電比

図6 建物用途別のCO<sub>2</sub>排出量

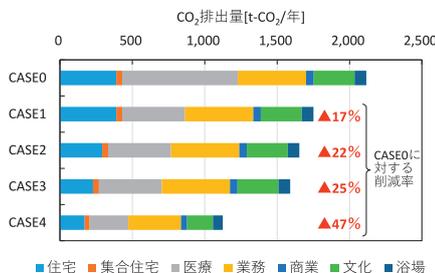


図7 CO<sub>2</sub>排出量の推計結果

連絡先

建築研究本部 北方建築総合研究所

●建築研究部 Tel. 0166-66-4211

# 公共施設を対象としたエネルギー消費実態の把握と運用改善

## 概要

- 2021年5月建て替えの津別町役場庁舎は、津別町の木材を使用しており、木と鉄筋コンクリートの混構造、バイオマス(ペレット)ボイラーを主熱源とした温水暖房などを採用しています(表1)。
- 施設の建て替えの際に省エネ化しても、設計時に想定した設備性能や運用と異なるなどにより、期待したほどには省エネにならない場合もあるため、津別町役場庁舎のエネルギー消費量と温熱空気環境を調査し、運用改善による消費量削減方法を検討しました。

表1 津別町役場新庁舎の建物と設備の概要

構造	鉄筋コンクリート・木混構造
規模	2階建て
延床面積	3,208.16 m <sup>2</sup>
暖房熱源	主:ペレットボイラー 232kW 副:灯油ボイラー 52kW×4台 台数制御
暖房放熱器	パネルラジエーター 33台 121.741kW ファンコベクター 2台 12.8kW 床暖房 敷設面積 1,515.9m <sup>2</sup>
冷房	パッケージエアコン 冷房のみ40台 冷暖切替 9台
外調機*	送風機風量 1F 5,840m <sup>3</sup> /h 2F 4,550m <sup>3</sup> /h 加熱能力 1F 142kW 2F 111kW



写真1 津別町役場新庁舎



写真2 執務スペース(床暖房)



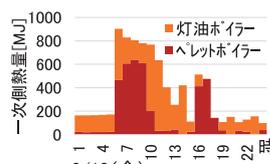
写真3 ペレットボイラー

## 成果

### 1. ボイラーの出力と温水暖房運転時間の改善

- 改善前は、ペレットボイラーよりも灯油ボイラーの運転時間が長くなっていましたが、ボイラーの出力設定と運転時間を調整することで、再生可能エネルギーである木質ペレットの利用割合が増えました(図1)。
- 改善前は、パネルラジエーターの温水暖房が連続運転になっていましたが、温水の循環を夜間と休日に停止することで、開庁時間の執務室温度は確保しつつ(図2)、夜間と休日の温水循環ポンプの消費電力量毎時約8kWhを削減しました(図3)。

改善前(R3年度)



改善後(R4年度)

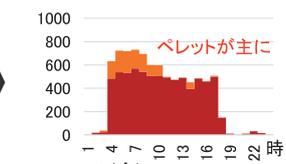


図1 時間別の温水一次(ボイラー)側熱量

### 2. 外調機送風機の風量と運転時間の改善

- 改善前は、外調機\*の送風機(ファン)の運転が開庁時間の午後数時間停止され、事務所の換気量の指標であるCO<sub>2</sub>濃度1,000ppmを越える時間がありました。送風機の風量を30%減らした上で開庁時間は停止せず運転した結果、CO<sub>2</sub>濃度は700ppm以下に保たれ、送風機の日消費電力量も4%程度削減できました(図4)。

\*外調機:送風機(ファン)と温水コイルから構成され、換気のために取り入れる外気を冬季には暖めてから室内に送る装置。

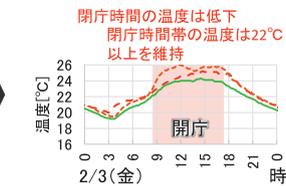
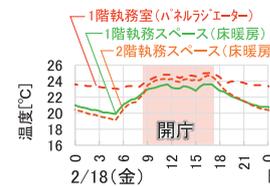


図2 執務室・執務スペースの温度変化

### 3. 一次エネルギー消費量の削減

以上の改善の結果(図5)、

- 暖房熱源(ペレットと灯油)のうちペレットの割合が6割から9割以上に改善しました。
- 年間のエネルギー消費量を約9%削減し、設計時の推定エネルギー消費量と同程度になりました。

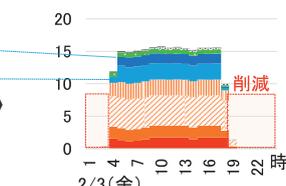
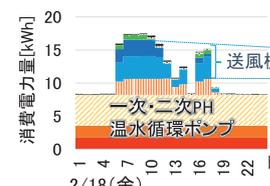


図3 時間別の暖房・空調等動力の消費電力量



一次エネ換算 灯油:36.7MJ/L、ペレット:20.0MJ/kg、電気:9.76MJ/kWh

図5 改善前後の一次エネルギー消費量

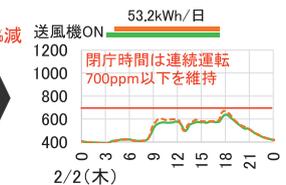


図4 時間別の執務スペースのCO<sub>2</sub>濃度と外調機送風機の運転

## 連絡先

建築研究本部 北方建築総合研究所

● 建築研究部 Tel. 0166-66-4211

# 施設間でのエネルギー融通に関するケーススタディ

## 概要

- 木質バイオマスの熱利用はCO<sub>2</sub>排出量の削減に効果がありますが、木質バイオマスボイラーは化石燃料ボイラーに比べて非常に高価であるため、イニシャルコストの削減には複数の建物にまとめて熱を供給することが有効です。
- 省エネ街区のCO<sub>2</sub>排出量の削減を目的として、まちなか再生基本計画の福祉・住宅ゾーンに福祉施設が建設されることを想定し、津別消防庁舎と福祉施設を対象とした木質バイオマスによる熱融通の可能性を検討しました。

## 成果

### 1. 津別消防庁舎を対象とした熱需要の把握

- 津別消防庁舎(2021年3月供用開始)を対象に調査を行いました。暖房の熱源機には、ペレットボイラーが設置されています(写真1, 図1)。
- ペレットボイラーが稼働すると、ペレットボイラーの容量のみで建物で発生する暖房負荷を処理することができるため、ペレットボイラーと重油ボイラーが同時に稼働する時間帯はほとんどありませんでした(図2)。
- ペレットボイラーの定格出力は174kWですが、製造熱量が174kWを上回る時間数はほとんどないことがわかりました(図3)。
- これより、現状の消防庁舎の暖房負荷では、ペレットボイラーは定格出力以下で稼働している時間がほとんどであり、他の施設に熱を供給できる余力を有していることがわかりました。

### 2. 福祉施設を対象とした熱需要の把握

- 津別町内にある福祉施設として、軽費老人ホームである「ケアハウスつべつ」(2001年12月1日に開所、入居者定員は30名(単身用居室24室、夫婦用居室3室))を対象に調査を行いました(写真2, 図4)。
- 暖房は、昼間に熱量が大きくなっている時間帯(日曜日を除く)があるものの、日中や夜間における時間変動は小さく、約50kWで推移していました(図5)。
- 給湯は、月曜日の午前中に行う浴槽のお湯張り、火曜日及び木曜日の夜に行う過機内の逆洗浄運転の時に需要が大きくなり、熱量が突出していました(図5)、それ以外の時間帯では、需要に応じて熱量が発生していました(図5)。

### 3. 熱融通のケーススタディ

- ケーススタディでは、消防庁舎からの熱融通は、福祉施設の暖房で使用することを想定しました(図6)。
- 消防庁舎から福祉施設への熱融通量が大きくなると、熱導管からの熱ロスが大きくなるので、消防庁舎と福祉施設の暖房に必要な合計熱量は増加しました。また、熱融通量が大きくなると、搬送熱量が大きくなるため、搬送動力が増加することから、搬送動力の削減が課題となります(図7)。
- 一方で、熱融通量が大きいほど、木質バイオマスによる熱供給が増えるため、CO<sub>2</sub>排出量は削減される結果となりました(図8)。木質バイオマスによる熱融通は、搬送動力や配管熱損失を加味してもCO<sub>2</sub>排出量の削減に効果あることが試算されました。



写真1 津別消防庁舎

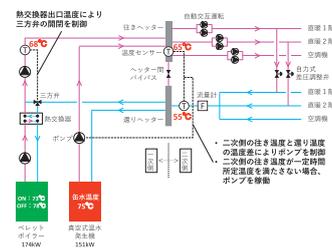


図1 熱源システム

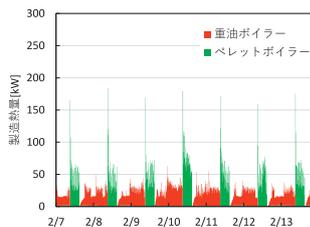


図2 ボイラーの製造熱量(2023年2月)

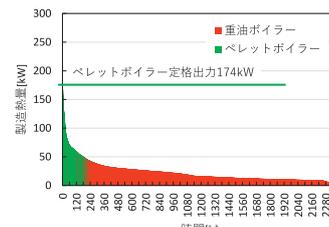


図3 製造熱量のデュレーションカーブ



写真2 福祉施設(ケアハウスつべつ)

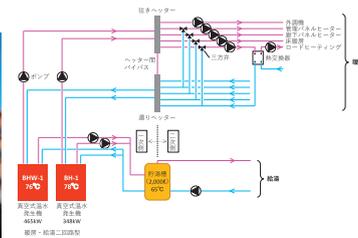


図4 熱源システム

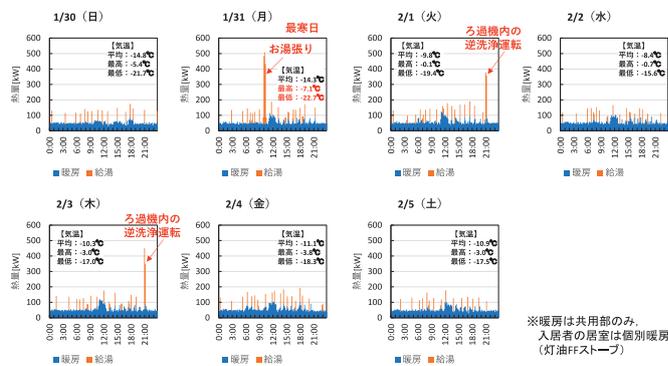


図5 ボイラーの時刻別製造熱量

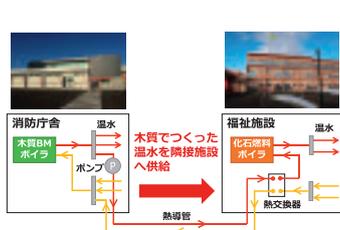


図6 熱融通のイメージ図

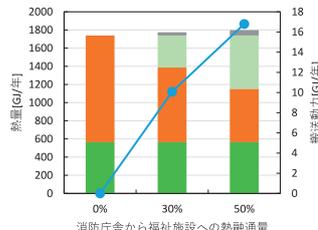


図7 熱量とポンプ搬送動力の試算結果

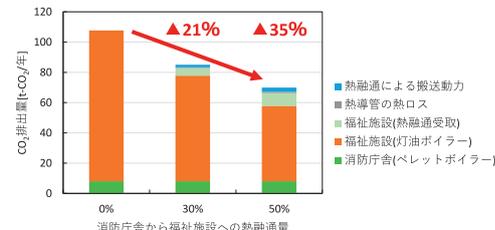


図8 CO<sub>2</sub>排出量の試算結果

## 連絡先

建築研究本部 北方建築総合研究所

● 建築研究部 Tel. 0166-66-4211

# 先端技術を用いた木質バイオマスの賦存量推定

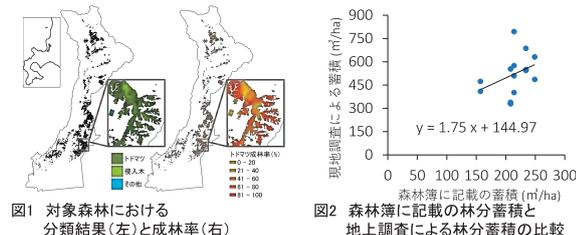
## 概要

森林資源を木質バイオマスとして利用するためには、現在の賦存量を把握し適切に管理する必要がありますが、広大な面積を有する森林の全てを人力で把握することは困難です。これまで、経験則による推定式を用いて、森林の蓄積量を推定する方法がとられてきました。より現況に準じた蓄積量を把握するため、本研究では、リモートセンシング技術を利用して、実際の森林面積を推定する技術を確立しました。この結果を用いて、これまでに使われてきた森林の蓄積量データを補正する方法を検討しました。更に、補正した値を用いて、50年後までの森林資源量(蓄積量)を予測しました。

## 成果

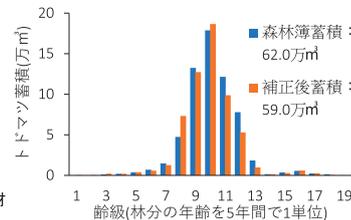
※：森林簿：森林の所在地や所有者、面積や森林の種類、材積や成長量などの森林に関する情報を記載した台帳のこと

### 1. リモートセンシング技術による森林面積の推定



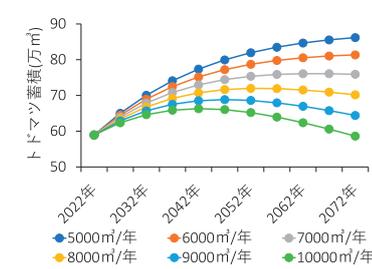
- 衛星画像から、森林簿※でドトマツ人工林と記載されている林分内のセルについてドトマツ、侵入木、その他に分類し(図1:左)林分毎に成林率(面積)を算出しました。機械学習によりセルを分類して得られた林分の成林率(図1:右)と現地確認により確定している林分について比較したところ、98%の林分を正しく分類できました。
- ドトマツ人工林12林分において、成林状況が良好な箇所を選択し地上調査を行いました。地上調査により計算した林分蓄積は森林簿蓄積と比較して1.6~3.8倍大きい結果になりました(図2)。

### 2. 現地調査による面積当たりの蓄積の推定



- 森林簿記載の蓄積量と実測値との関係を示す式を作成し(図-2)、成林率が100%である場合の蓄積量を推定しました。これに1で計算した成林率をかけることで各林分の森林簿蓄積を補正し、年齢別蓄積を森林簿の蓄積と比較しました(図3)

### 3. 森林資源予測による持続可能な伐採材積の推定



- 2で補正した蓄積量を用いて2022年~2072年の50年間のドトマツの蓄積量の推移を5年ごとに予測しました(図4)。ここでは6段階の伐採材積を設定しました。伐採材積を現行5,000m<sup>3</sup>/haの2倍の10,000m<sup>3</sup>/年と想定した場合、50年後の蓄積量は0.5%減少すると予測されました。

## 連絡先

森林研究本部 林業試験場  
●森林経営部 Tel. 0126-63-4164

# 木質バイオマスの乾燥とチップ製造

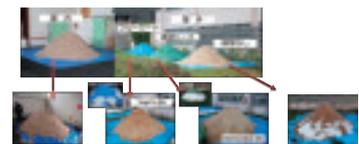
## 概要

札幌市に隣接する当別町は森林資源に恵まれており、木質バイオマスを公共施設の暖房用燃料として供することを計画していますが、町内に木質チップ燃料の生産施設を有していませんでした。本研究では、丸太乾燥試験、移動式チッパーを用いた木質チップ生産試験、採算性試算、および廃校跡を利用した木質チップ保管試験を行い、天然乾燥と移動式チッパーにより(図1)、ボイラーが要求する品質の木質チップ燃料(水分40%以下)を供給可能か検証しました。



### 2. 木質チップ保管試験

- 製造したチップを屋内及び屋外に保管し(図5)、水分変化を調査しました。
- 屋外はシート被覆が必要
  - ブルーシートは結露する
  - 乾燥促進には攪拌が必要



### 3. 移動式チッパーを用いたチップ生産試験

- 移動式チッパーを用いてチップを生産し、1人工1日当たりの生産量、チップ化に係る費用を試算しました(図6)。
- 通直な間伐材より形状が複雑な支障木の方が生産性が劣りコスト高
  - 生産性が劣る河川支障木であっても原料調達価格が安価であれば活用可能



### 4. 木質チップ製造事業の採算性試算

- 設備整備費の1/2に補助金を導入した場合の採算性を試算しました(表1)。
- 設定単価2.0万円/㍓以上であれば利益を得ることが可能
  - 投資回収期間を短くするためには町内以外の需要が必要

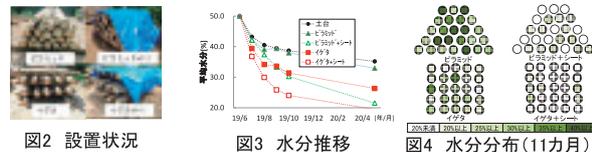
表1 採算性試算

実施日数	日	40	80	120	
年間	1	3,102	6,203	9,305	
チップ生産量	チップ/日	14,400	28,800	43,200	
1.5万円/㍓	年間売上高	万円/年	4,652	9,305	13,967
	営業利益率	%	-27.7	-10.0	-5.5
	投資回収期間	年	x	x	x
2.0万円/㍓	年間売上高	万円/年	6,203	12,406	18,609
	営業利益率	%	4.2	17.5	20.9
	投資回収期間	年	14	6	4

## 成果

### 1. 丸太乾燥試験

- 丸太の天然乾燥試験(図2)を行い、以下のことを明らかにしました。
- 水分40%以下に乾燥するためには3カ月以上の乾燥が必要(図3)
  - 乾燥期間短縮には通気性改善・雨水防止策が有効(図2,3)
  - 内部が乾燥し難いなど、丸太間のバラツキが大きい(図4)
  - M35(水分35%以下)とするには夏季6カ月以上の乾燥が必要(図3,4)



## 連絡先

森林研究本部 林業試験場  
●利用部 Tel. 0166-75-4233

# 木質バイオマスボイラーの効率的な運用

## 概要

### ●背景

- 一体型義務教育学校「とうべつ学園」の校舎が2022年4月に供用開始されました(写真1)。  
→温水暖房の熱源：木質バイオマスボイラー(写真2)、重油の真空温水器
- 重油のCO<sub>2</sub>排出量の低減に向けて  
→木質バイオマスボイラーの寄与率<sup>\*</sup>を高める必要があります。※重油の真空温水器を省いた二次温水熱源に対する木質バイオマスボイラーの割合
- 木質バイオマスは貴重な資源  
→無駄なく有効利用する必要があります。



写真1: とうべつ学園

写真2: 木質バイオマスボイラー

### ●実施内容と目的

- 暖房の運用改善を試行し、その着眼点や効果を示しました。

## 成果

### ●木質バイオマスボイラーの寄与率の向上のため

着眼点：木質バイオマスボイラーを優先して稼働させる

→とうべつ学園のシステムでは、二次温水の温度が制御のパラメータであったことから、木質バイオマスボイラーの方が高温で稼働を始め、さらに温度が低下すると重油の真空温水器が稼働するように調整しました。その結果、寄与率が向上し、90%以上となりました(図1)。

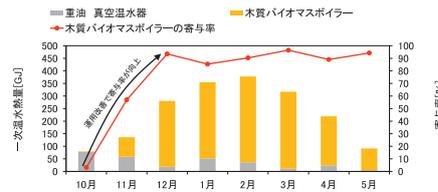


図1: 木質バイオマスボイラーの寄与率

### ●木質バイオマスの有効利用のため

着眼点：製造する温水の量は必要最低限にする

→終業間近に製造したお湯が利用されないままタンク内に残ることを避けるため、ボイラーの停止時刻を調整することしました。

着眼点：不要な時間帯の暖房は停止する

→始業時刻までの室温上昇を念頭に、温水の系統別に送水開始時刻を変更することしました。

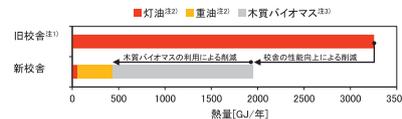


図2: 重油・灯油の使用量の削減効果

### ●重油等の使用量の削減効果

- 旧校舎と比べ、重油・灯油の使用量が大幅に削減し、木質バイオマスの利用が大きく貢献していることを確認しました(図2)。

## 連絡先

建築研究本部 北方建築総合研究所  
●建築研究部 Tel. 0166-66-4211

# 木質バイオマスボイラーのメンテナンス

## 概要

### ●背景と目的

- 木質バイオマスボイラーの適切な運用には定期的な点検と、その結果に基づいた保守作業が不可欠です。  
⇒適切な方法、適切な時期にメンテナンスを行うことが可能になります。  
⇒機器が持つ性能を損なわず、最小限のランニングコストでの運用を行うことにつながります。  
「誰もが」「継続的に」「継続して」メンテナンスを目指しチェックシートを作成し運用しました。

### ●実施内容

- 「ボイラー及び圧力容器安全規則」などについて調査を実施しました。
- シーズンごとに点検(計4回)を行い、点検結果の記録と都度項目のアップデートを行いました。
- ユーザーである当別町に点検に同席いただき、点検方法、内容について共有を行いました。

### ●成果

- チェックシートの作成しその運用を行いました。
- 点検ごとに写真とともにその結果を記録し、運用上留意すべき点などについて提案を行いました。
- 経時的な変化を観察することで木質ボイラー運用に関する知見を収集しました。

## 成果

### ●チェックシートの作成と運用

- 木質ボイラーを構成する機器ごとに点検すべき項目について判定基準を記載しました(表1)。  
→可能な限り一義的に点検を行うことができるようになりました。

### ●点検ごとの記録と点検結果に基づく運用上の留意点

- 木質燃料は灰分が少ないが、クリンカ(写真1)による空気口の閉塞リスクが存在します。  
→定期点検ごとに炉内の目視確認(写真2)と清掃が重要です。
- 木質燃料より発生する可燃ガスを燃焼させるための2次燃焼室における灰の堆積状況(写真2)の確認と清掃  
⇒熱交換能力を健全に保つことができます。
- 燃料中の灰分の増加や燃料運搬時における砂利(写真3)の混入などにより、灰出しスクリーンの過負荷による停止のリスクが高まります。  
⇒燃料性状の把握と異物混入対策が重要となります。
- 燃料中灰分、水分の影響で排ガス系統へダスト(写真4)の付着が顕著です。  
→過去のトラブル内容の把握とその際の対策を記録することが重要です。

表1: チェックシート

検査項目	検査項目	検査方法	判定基準
1. 炉体	(1) 炉壁	[1] 損傷、変形、過熱、変色の有無	目標による確認
		[2] クリンカの発生、付着状況	クリンカサイズの性状、除去性、空気口の閉塞がないか
	(2) ストーカー	[1] 損傷、変形、過熱、変色の有無	損傷、錆み、濡れ又は腐食がないこと。
		[2] クリンカの発生、付着状況	クリンカサイズの性状、除去性、空気口の閉塞がないか
2. 熱交換器	(1) 煙管、氷室	[1] 熱交換能力異常の有無	ボイラー効率の低下
	3. 灰出し	(1) 排出口	[1] 灰箱、炉内での灰の塊、異物の有無
(2) 灰出しスクリーン		[1] スクリーン羽、軸への損傷	過去に過負荷の履歴がないか、目標による確認を行う
4. 煙道、煙突	(1) 煙道内	[1] 損傷、リーク、ダストの付着状況の有無	排ガス中の濃度異常、目標による確認
		5. 外観	[1] 損傷、異臭、塗装の変色、取付け金具の錆み、ダストの付着及び腐食の有無



写真1: 炉内生成分の例



写真2: 炉内写真(清掃前)



写真3: 異物の例(石)



写真4: 煙道での堆積ダスト

## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
●資源エネルギー部 Tel. 011-747-2479

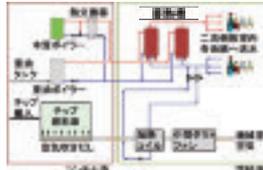
# 木質バイオマスボイラー利用熱源システムの導入支援

## 概要

- 西当別小・中学校への木質バイオマスボイラー(以下木質ボイラー)の導入にあたり、システムの設計、導入、運用の各段階で当別町に技術支援を行いました。

**取り組みの概要**

- 設計段階
  - ・熱需要実測・ボイラー・蓄熱槽の容量設計
- 導入段階
  - ・熱効率・温水出力評価、制御の確認
  - ・木チップ送風乾燥システムの導入と評価
- 運用段階
  - ・運用の分析
  - ・運用改善と省エネ効果の確認



導入した熱源システムの概要



西当別小に実装



木質ボイラー

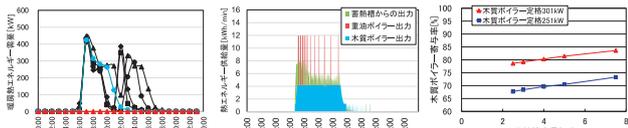


燃料庫とチップ乾燥用空気吹出し口

## 成果

### 1. 設計段階

- 暖房熱エネルギー需要の実測、熱需給シミュレーションにより、木質バイオマスボイラーの寄与率を80%以上とする蓄熱槽容量を決定しました。



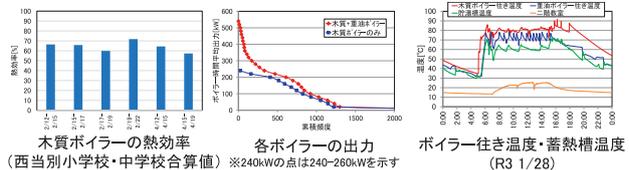
時間別暖房熱エネルギー需要 (黒: 平日、白色: 土曜、赤: 日曜)

熱供給の経時変化(1/15) ※木質ボイラー定格301kW 蓄熱槽5m<sup>3</sup> 87.5kW

蓄熱槽容量と木質ボイラーの寄与率

### 2. 導入段階

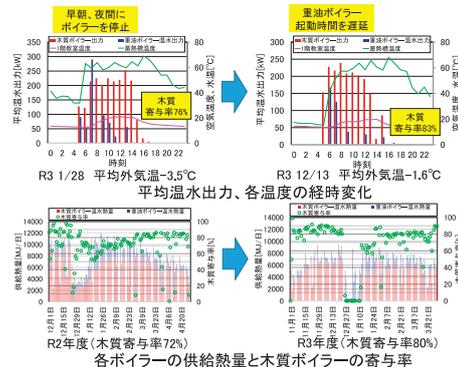
- トラックスケールにより、木質ボイラーの熱効率を測定しました。
- 木質ボイラーをメインに、重油ボイラーを補助に所定の運転が行われていることを確認しました。



木質ボイラーの熱効率 各ボイラーの出力 ボイラー行き温度・蓄熱槽温度 (西当別小学校・中学校合算値) ※240kWの点は240~260kWを示す (R3 1/28)

### 3. 運用段階

- 早朝・夜間のボイラー停止により、熱供給量を2割程度削減しました。
- 重油ボイラーの起動時間の遅延、チップの搬送頻度の向上により、木質寄与率を1割程度向上させました。



R3 1/28 平均外気温-3.5℃ R3 12/13 平均外気温-1.6℃

平均温水出力、各温度の経時変化

R2年度(木質寄与率72%) R3年度(木質寄与率80%)

各ボイラーの供給熱量と木質ボイラーの寄与率

## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
● 資源エネルギー部 Tel. 011-747-2479

# 排ガス・焼却灰の安全性の評価と検証

## 概要

- (i)西当別小中学校の木チップボイラー、(ii)とうべつ学園の木チップボイラーを対象に焼却灰及び排ガスの安全性について検証しました。
- 排ガスは「大気汚染防止法」、焼却灰は「燃え殻」「飛灰」ごとに「利用先の土壌や地下水を汚染しないための満たすべき要件※」を目安に分析値と比較して評価しました。

※道総研 林産試験場発行「利用者向け資料 木質バイオマス燃焼灰を融雪資材として利用する方法」

## 成果

### 1. 排ガス

- (i)(ii)のどちらのボイラーもばいじん及び窒素酸化物は基準値の半分程度以下(図1)、また硫酸酸化物も基準値の0.1%程度の値であり、排ガスの安全性を確認しました。

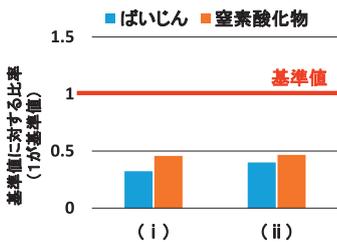


図1 排ガス測定結果



西当別小中学校の木チップボイラー

### 2. 焼却灰

- 間伐材由来チップ燃焼による燃え殻は基準値を下回りました。一方、河川支障木由来チップによる燃え殻は六価クロムの基準値を超過する場合があります(図2)。
- 飛灰は六価クロム及びガドミウムの基準値を超過する場合があります(図3)。

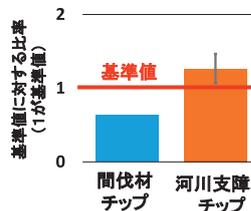


図2 (i)ボイラーの燃え殻(六価クロム) 測定結果

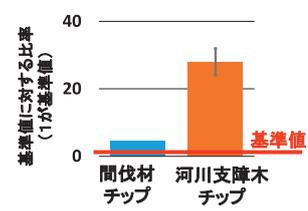


図3 (i)ボイラーの飛灰(ガドミウム) 測定結果

- 以上より、燃え殻(特に間伐材由来チップ)は有効利用できる可能性が高いですが、事前に重金属分析を行い、安全性を確認することが重要です。
- 飛灰(特に河川支障木由来チップ)については、事前に重金属分析を行い、測定結果によっては産業廃棄物処理することが必要です。

## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
● 循環資源部 Tel. 011-747-2372

# 木質バイオマスボイラー導入に関する経済性・環境性評価

## 概要

- **背景:** 木質バイオマスエネルギー熱利用事業の実施には事前の経済性や環境性の評価が重要だが、評価方法が複雑で事業検討のハードルとなっています。
- **目的:** 木質バイオマスエネルギー熱利用事業における経済性を評価するとともに、環境面での便益であるCO<sub>2</sub>排出削減量を評価する
- **成果:** 簡易な操作で木質バイオマスエネルギー熱利用事業の経済性・環境性評価を行える評価ツールを作成しました。また、ケーススタディとして当別町における実際の事例での経済性評価、環境性評価を行いました。

## 成果

### 木質バイオマスボイラー経済性・環境性評価ツール (Microsoft Excel) の開発

#### ツールの特徴

##### 経済性評価

- 化石燃料システムに対して木質燃料系システムが経済的メリットを生じる事業期間を推計
- 原料費等の各種単価、建設費、ボイラー効率率、従業員数、ユーティリティ費などは任意に設定可能
- 建設・運営を行う事業者は、民間と自治体の両方を想定し、事業者が自治体の場合には、起債による充当や交付税措置を考慮した評価が可能

##### 環境性評価

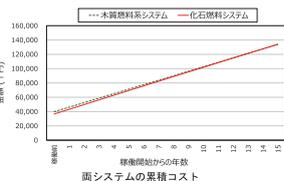
- ツールは、J-クレジット制度における「バイオマス固形燃料(木質バイオマス)による化石燃料又は系統電力の代替(EN-R-001)」をベースに作成
- 化石燃料システムから木質燃料系システムへの転換による削減を評価
- CO<sub>2</sub>排出係数は、化石燃料については方法論の既定値を使用し、電力については電力事業者の排出係数または直接指定が可能



#### 経済性評価

##### ①とうべつ学園に導入された木質ボイラーの経済性

- とうべつ学園の構造と規模は、鉄筋コンクリート造(一部鉄骨造)3階建てで、建築面積は5,772.8 m<sup>2</sup>、延床面積は12,295.9 m<sup>2</sup>
- 両システムの累積コストの交点(コスト回収期間)は、14年と推計され、ボイラーの法定減価償却期間である15年以内となったことから、木質燃料系システムには経済的なメリットあり
- コスト回収期間は、チップ単価と灯油単価に大きく左右される



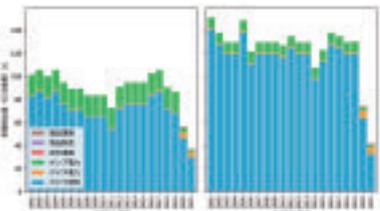
コスト回収期間に対する灯油単価とチップ単価の関係

灯油単価 (円/L)	チップ単価 (円/100kg)							
	20,000	21,000	22,000	23,000	24,000	25,000	26,000	27,000
90	6	8	14	×	×	×	×	×
95	4	5	7	10	×	×	×	×
100	3	4	5	6	8	15	×	×
105	3	3	4	4	5	7	11	×
110	2	3	3	3	4	5	6	9
115	2	2	3	3	3	4	4	5
120	2	2	2	3	3	3	3	4
125	2	2	2	2	2	3	3	3
130	2	2	2	2	2	3	3	3

#### 環境性評価

##### ①既設ボイラーから木質ボイラーへの更新事例

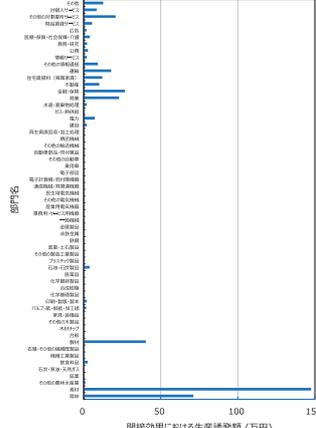
- 既設の重油ボイラーによる温水熱供給を木質ボイラーによる温水熱供給へ転換(西当別小・中学校における事例)
- 木質ボイラーへの転換前の実質排出量と転換後の実質排出量を比較して排出削減量を算出
- チップを製造・輸送する際の排出を考慮しても、木質ボイラーを利用するメリットあり
- 転換前の平均(2001年度~2019年度)と比較して2021年度は57~64%の排出削減効果あり



##### ②木質チップ利用の地域経済波及効果

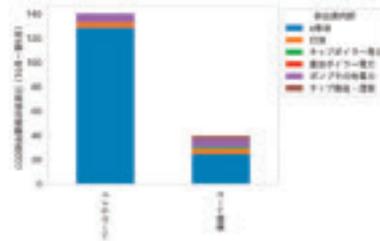
- 西当別小中学校に設置されるボイラーの年間消費量をベースとして、木質チップの消費が地域に与える経済波及効果を産業連関分析によって評価
- 経済波及効果効果の範囲は、当別町を含む札幌広域市町村圏
- 支払額に対する経済波及効果の倍率は、木質燃料系システムの方が非常に大

	システム		
	木質燃料系	化石燃料	
支払金額	848	909	
直接効果	生産誘発額	527	165
	雇用増加額	203	111
第1次間接効果	生産誘発額	384	27
	雇用増加額	181	16
第2次間接効果	生産誘発額	60	24
	雇用増加額	40	15
合計	生産誘発額	972	216
	雇用増加額	424	143
倍率	生産誘発額/支払金額	1.15	0.24
	雇用増加額/支払金額	0.50	0.16



##### ②新規施設における木質ボイラー温水熱供給の事例

- 新規に建設・設置された施設への温水熱供給を木質ボイラーによって行う(とうべつ学園における事例)
- 実績生成熱量をすべて重油ボイラーで生成した際のCO<sub>2</sub>排出量をベースライン排出量とし、実質排出量との差によって排出削減量を算定
- ベースラインに対して2022年度は71%の排出削減効果あり



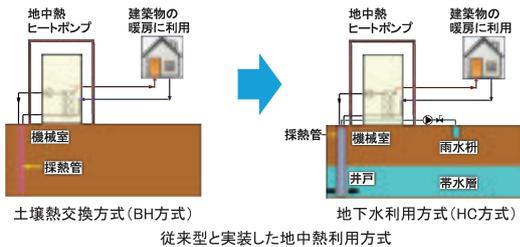
**連絡先**

森林研究本部 林産試験場 ● 利用部 Tel. 0166-75-4233  
 産業技術環境研究本部  
 エネルギー・環境・地質研究所 ● 循環資源部 Tel. 011-747-3587

# 地下水熱利用地中採熱システムの設計・導入・評価

## 概要

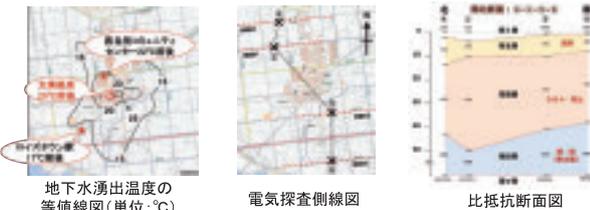
- 地中熱ヒートポンプシステムは、省エネ性が高く、カーボンニュートラル社会に貢献する技術です。しかしながら、土壌と採熱管内の不凍液を熱交換する一般的な地中採熱方式である**ボアホール(BH)方式**は、**採熱量が低く、導入コストが高額**で十分に普及していません。
- 一方、**地下水と熱交換するヒートクラスター(HC)方式**は、**BH方式の数倍の採熱量**が見込まれ、掘削孔数の削減による**大幅なコストダウン**が期待できます。
- 道総研では、当別町太美地区をモデルとして、地下の帯水層の性状を評価するとともに、新設されたJRロイズタウン駅前の歩道への地下水熱を利用したヒートポンプ融雪システムの設計・導入・評価を行いました。



## 成果

### 1. 基礎検討

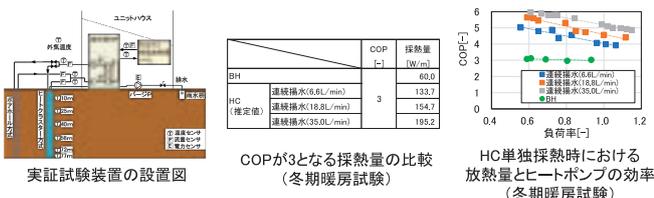
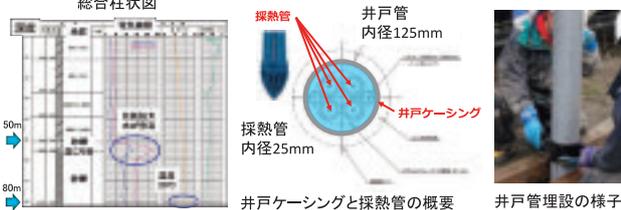
- 当別町太美地区の帯水層の分布や性状に関する文献調査や広がり調査する電気探査により、**地下40~50mより深部には15~20℃の地下水が賦存する帯水層が広がっていることを確認**しました。



- 太美地区西当別コミュニティセンターで80m掘削し、電気・温度検層を実施した結果、地下52m以深で比抵抗が高いこと(水が豊富)、地下80mの水温は**20℃と高い**ことが分かりました。文献調査結果と合わせて、ロイズタウン駅近傍で、**地下40~100mに帯水層があると予測**しました。
- 次に既存のBHの採熱管近傍に内径125mm、開口率8%の塩化ビニル製井戸管を施工。200L/minの揚水試験(水位変動1.5m)では限界揚水量を確認できず、**要求される流量で揚水可能**であることを確認しました。
- システム設計の一つの指標となるヒートポンプのCOPが3となる単位深さ当たりの採熱量(HCは推定値)から、所定量を揚水するHCの**必要埋設深さはBHの1/3以下**となることがわかりました。

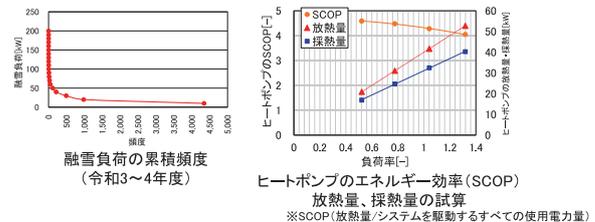
※COP(放熱量/ヒートポンプの使用電力量)

- また、設計に利用可能なヒートポンプの効率を取得しました。



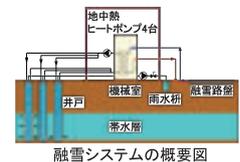
## 2. システム設計

- 駅前歩道に融雪システム(面積157.8m<sup>2</sup>)を導入しました。
- 近隣の気象データを用いて、歩道の融雪負荷を計算しました。
- 試験井戸での採熱特性(①条件別採熱量、②地下水から採熱管への熱通過率、③周辺土壌への熱損失)から、各パラメータを試算し、時系列の負荷に対する採熱シミュレーションを実施しました。



## 3. システムの導入

- 井戸を3本施工(地上から104m)
  - (1)本設井戸2本 井戸の孔の位置地表から88~96m、その下は無孔管
  - (2)試験井戸1本 36m以深を有孔とした井戸(試験井戸と実機を兼ねる)
- システムの概要
  - (1)井戸で帯水層の水から採熱
  - (2)ヒートポンプ(10kW×4台並列接続)
  - (3)融雪路盤に温水を供給



## 4. システムの運用・評価

- 令和4年12月上旬 試運転調整 12/16よりデータ取得
- 井戸内水温(地表から92m) 16~17℃
- 自噴(3本合計で約50L/min)のみで運用(揚水動力不要)
- エネルギー効率(SCOP)=**4.1**
- 商用電力の発電効率を加味しても、灯油ボイラーの**2倍以上の効率**



灯油ボイラー導入に対する各項目の削減率と投資回収年数

項目	ボアホール方式(試算値)	地下水利用方式(ヒートクラスター方式)(実績値)
ランニングコスト削減率[%](電力会社の基本料金を含む)	32	44
投資回収年数[年](補助金込み、メンテナンス費を除く)	9.0	6.6
一次エネルギー消費量削減率[%]	30	51
CO <sub>2</sub> 排出量削減率[%]	40	59

※R4年度実績値 コスト関連の数値は道総研の試算値 灯油ボイラーにおいても、地中採熱システムと同様に計装システムを導入すると仮定

### 結論

- 地下水熱の利用は、**地中熱の導入コスト削減に有効**である。
- 地下水熱の利用により、ヒートポンプの**効率を向上**でき、**ランニングコスト・一次エネルギー・CO<sub>2</sub>を大幅に削減**できる(経済性・環境性向上)。

## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
● 資源エネルギー部 Tel. 011-747-2479

# 揚湯試験による温泉水・天然ガス湧出能力の把握

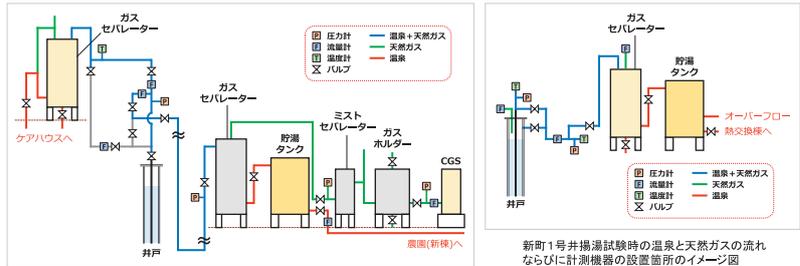
## 概要

### はじめに

温泉の井戸を掘削した際には、掘削後に「揚湯試験」と呼ばれる試験を行い、開発時における井戸の湧出能力(湧出温度・湧出量・水位の関係性)を把握します。また、揚湯試験時にガスが付随する場合は、ガスの組成や湧出量を併せて測定し、温泉の揚湯量に対するガスの湧出量(ガス水比)を確認します。一般的に温泉は再生可能な資源と言われていますが、井戸の湧出能力以上の温泉を汲み上げ続けると、湧出能力が低下することがあります。特にガスが付随する温泉は、ガスの圧力(湧出量)が減衰することによって、温泉の湧出能力も低下することがあるので、湧出量のモニタリングが重要です。

### 揚湯試験概要

温泉に付随するガスは、井戸の中では水頭圧がかかり温泉水に溶存していますが、揚湯によって井戸内の水位が下がると圧力の低下によって発泡が始まります。このため、揚湯試験では付随ガスの発泡する深度を考慮して、揚湯ポンプの設置深度を決める必要があります。本試験ではポンプの設置深度や井戸からのガス流路を変えて、各源泉で2パターンの揚湯試験を実施し、温泉水と天然ガスの湧出能力を把握しました。



銀河の湯揚湯試験時の温泉と天然ガスの流れならびに計測機器の設置箇所のイメージ図

新町1号井揚湯試験時の温泉と天然ガスの流れならびに計測機器の設置箇所のイメージ図

## 成果

### 銀河の湯

令和2年の試験および令和3年の試験結果から(下図左側)、銀河の湯のガス水比は0.4であることが明らかになりました。深度-200m付近に水中モーターポンプを設置すれば、ガス水比0.4を維持したまま揚湯は可能です。既設のコージェネレーションを定格(25kW)発電させるには、メタンガス濃度が70%の場合、最低でも190L/minの天然ガスが必要です。これはガス水比0.4から考えると、475L/minの温泉水を揚湯しないと確保できない量であり、「銀河の湯」単独で定格発電することは困難です。

### 新町1号井

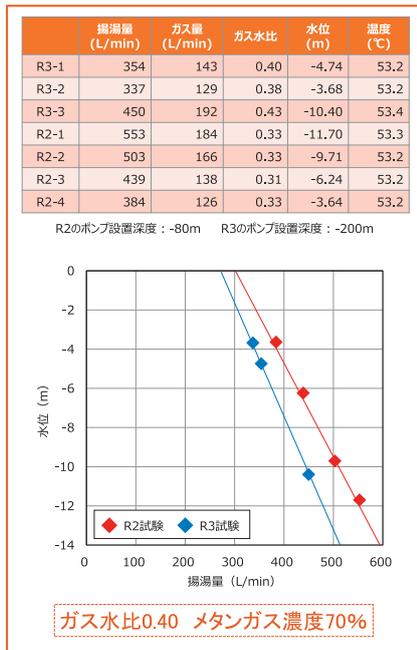
令和4年の試験結果から(下図右側)、新町1号井のガス水比は0.75であることが明らかになりました。新町1号井は鉱業法で運用しているものではありませんが、既設のコージェネレーションを定格(25kW)発電させるには、メタンガス濃度が60%の場合、最低でも230L/minの天然ガスが必要です。これはガス水比0.75から考えると、310L/minの温泉水を揚湯しないと確保できない量であり、「新町1号井」単独で定格発電することは困難です。

### 改善の提案

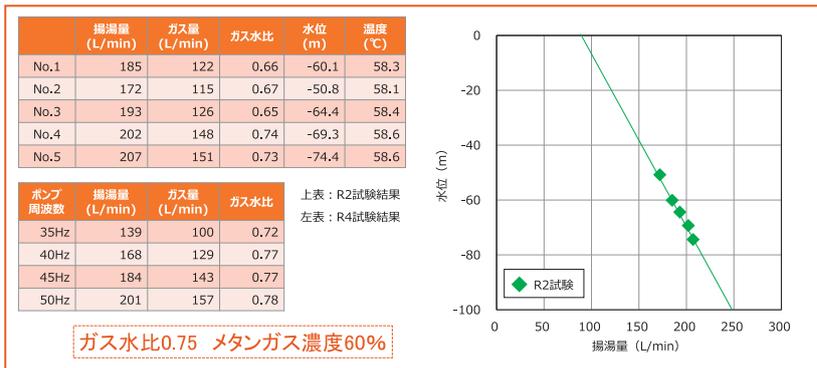
両源泉の揚湯試験・送湯試験から、新たな動力増強などをせず、コージェネレーションを単独で定格運転するためには、どちらの源泉も天然ガス量が不足していることが明らかになりました。課題解決のためには、新たなガスの供給が必要であり、その供給源として以下の方法が考えられます。

- 案1: 町内にあるバイオガスプラントで発生するメタンガスを、パイプライン敷設もしくはポンプ充填+運搬で輸送して利用  
⇒バイオガスプラントと農圃の距離が離れすぎており、経済的な負担が大きく現実的ではありません。
- 案2: 市販のメタンガス購入  
⇒経済的な負担増に加え、環境省の補助事業で本システムを導入している背景からすると、現実的ではありません。
- 案3: 銀河の湯の天然ガスに新町1号井が放散している天然ガスを混合して利用  
⇒新たな鉱区申請など運用までのハードルは高いものの、経済性や資源量から考えると最も現実的な方法です。

銀河の湯の揚湯試験結果



新町1号井の揚湯試験結果



### 改善の提案

\*: 温泉水はケアハウス100L/min、農圃100L/minだが、天然ガスは全量農圃に送られる

源泉名	温泉湧出量	ガス水比	メタン濃度	実メタン量	混合メタン量
銀河の湯	*200L/min	0.40	70%	56L/min	137L/min
新町1号井	180L/min	0.75	60%	81L/min	

定格発電には  
130L/min必要

⇒ 銀河の湯と新町1号井の天然ガスの混合により、定格運転の実現が可能に(数値上)

## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
●資源エネルギー部 Tel. 011-747-2470

# 未利用排湯熱を活かした床暖房等導入効果の検証

## 概要

### ●はじめに

施設のヒアリングやモニタリングの結果から、農園における温泉熱の利用に関して、余剰熱を未利用のまま捨てている箇所が複数で確認できました。このうち、比較的簡単な工事で温泉熱が利用できる箇所について実証試験を行い、灯油の使用量削減の可能性について検証しました。

### ●新町1号井貯湯タンクのオーバーフロー

旧棟熱交換棟へ安定して温泉を供給するために、新町1号井の貯湯タンクは満水状態で維持されており、このため、20～30L/minの温泉水(約60℃)が常時オーバーフローしています。この温泉水をハウスに引き込み、敷設したホースに流す方法(床暖房)でハウス室温の昇温効果について検証しました。

### ●銀河の湯熱交換後の排湯

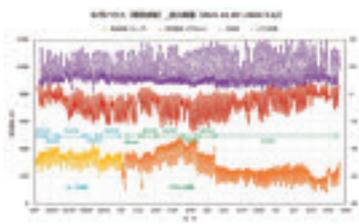
新町1号井とは異なり、銀河の湯は熱交換後の温泉水をカスケード利用せず捨てています。二次利用するには十分な温度(35～45℃)のまま、100L/minの温泉水が放流されているため、この温泉水を職員用トイレに引き込み、コイル状に敷設したポリパイプに流す方法で室温の昇温効果について検証しました。

## 成果

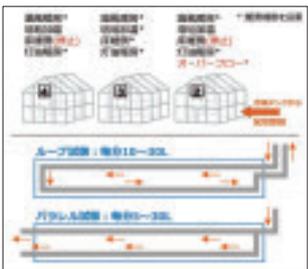
### 昇温効果の検証① 新町1号井貯湯タンクのオーバーフロー



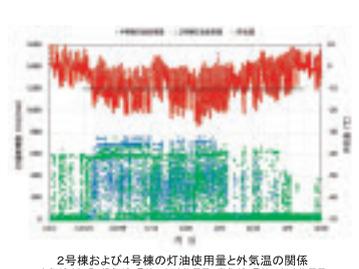
ハウス室温昇温試験の配管敷設状況



2号棟に流したオーバーフローの放出熱量と室内温度・外気温の関係  
紫色が室内温度、赤色が外気温、黄色がループの放出熱量、青色がパラレルの放出熱量



ハウス室温昇温試験の概略図



2号棟および4号棟の灯油使用量と外気温の関係  
赤色が外気温、緑色が2号棟の灯油使用量、青色が4号棟の灯油使用量

### 【実証試験】 左上図および左下図

全ハウスで条件を統一し、2号棟と4号棟の床暖房を停止した上で2号棟のみにオーバーフローを流し、流路や流量を変えた時の室温の上昇や灯油の使用量をモニタリングしました。

なお、放出熱量は各暖房機器の入口温度と出口温度の差温に流量を乗じて算出しました。

### 【結果】 右上図および右下図

放出熱量が400kJ/minを超える期間が一部あるものの、概ね250～400kJで推移しており、ループとパラレルの違いや流量(10～30L/min)の違いによる放出熱量の明確な違いは、確認できませんでした。

流量を増やすと温泉水はパイプ内を早く移動するので、その結果、充分放熱しないまま排出されることに起因します。このため、流量を10L/min以上に増やしても放出熱量の増加は見込めず、**効率的に温泉熱を利用するためには、10L/min程度の流量で充分であることがわかりました。**

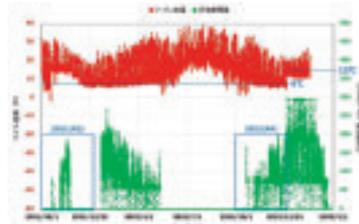
2号棟と4号棟との投入熱量の差は、オーバーフローの有無のみであるため、この差が試験期間中の灯油使用量に反映されます。この期間の灯油使用量は、2号棟の2271Lに対して4号棟は2360Lと約90Lの差となりました。

以上のことから、厳寒期に限定した簡易試験ではあるものの、**10L/minの床暖房を追加するだけで、約100Lの灯油使用量を削減できることがわかりました。**

### 昇温効果の検証② 銀河の湯熱交換後の排湯



トイレハウスに設置した排湯放熱配管の状況

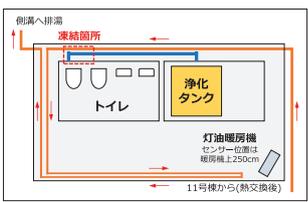


トイレの室温と灯油使用量の関係

- 2021年10月1日から2023年4月1日までのトイレの室温と灯油使用量
- 排湯放熱管は2022年10月19日から設置・運用を開始
- 2021年11月25日から2022年1月20日の間は、計測機器の故障により灯油使用量のデータが欠測
- 灯油暖房機の起動温度はトイレ室温8℃に設定していたが、2023年1月4日にパイプが凍結したため、設定を19℃に変更して運用

2021.12.20	2021.12.27	2021.12.30	2022.1.8	2021年末年始
160L	183L	110L	242L	28.2L/日
2022.12.22	2022.12.29	2023.1.5	2022年末年始	
320L	70L	178L	17.7L/日	

2021年末年始 = (183 + 110 + 242) ÷ 19日 = 28.2L/日  
2022年末年始 = (70 + 178) ÷ 14日 = 17.7L/日



トイレ室温昇温試験の概略図

### 【実証試験】 左上図および左下図

熱交換後の温泉水をハウス内に引き込み、凍結箇所を加温するためにパイプに沿って配管した後、前面に引き込み、コイル状に巻いたポリパイプ内を流して室内で放熱させる試験を行いました。

### 【結果】 右上図および右下表

2021年と2022年を単純に比較することは多少乱暴ではあるが、本試験では灯油の実給油量を対比し、導入の効果を検証しました。

右上図中にある青線四角の期間中に給油した灯油の量は、2021年が右下表の上段で、2022年が右下表の下段になります。これらの値から各年の1日あたりの灯油使用量を求めると、**2021年が28.2Lであるのに対し、2022年は17.7Lと減少しており、導入によって、一定程度の灯油使用量を削減できることがわかりました。**

少しの工夫や簡易な工事により  
灯油使用量の削減効果を実証

削減効果あり

施設全体に広げることで  
削減効果の拡大に期待



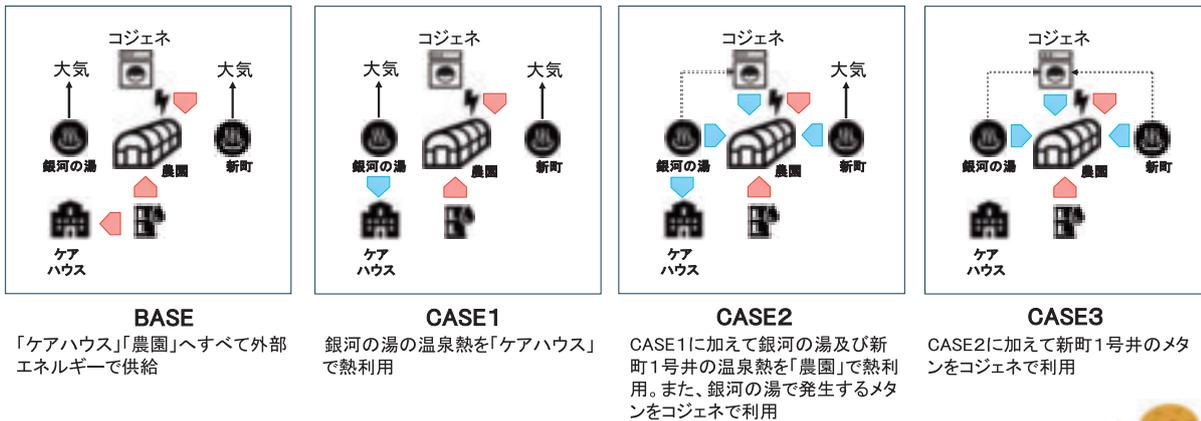
## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
●資源エネルギー部 Tel. 011-747-2470

# メタンガスを加味した温室効果ガス削減効果の検証

## 概要

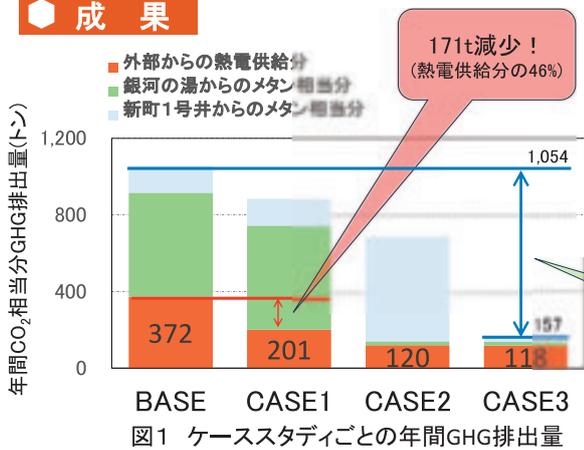
- 概要  
足寄町における温泉熱及び天然ガス中のメタンをイチゴ栽培等へエネルギー利用することによる温室効果ガス(以下、GHG)削減効果を推定しました。
- 手法  
\*GHG削減効果検証のためのシステム境界とケーススタディについては、以下の4通りとしました。 ▶ 外部から得たエネルギー ▶ 生成したエネルギー



上記のケーススタディではさらに、エネルギー需要別に4タイプにわけ、タイプごとの年換算のGHG排出量を計算しました。

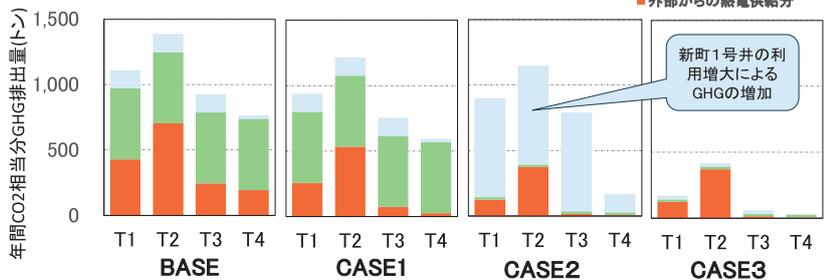


## 成果



- ケーススタディごとの年間GHG排出量を推定しました(図1)。
- 銀河の湯の温泉熱を「ケアハウス」で熱利用することにより、年間171t(372t-201t)のCO<sub>2</sub>相当分のGHG削減効果があると推定されました。これは、外部からの熱電供給分の約46%に相当しました※1。
- CASE3の新町1号井のメタンをコジェネで利用することにより、年間897t(1,054t-157t)のCO<sub>2</sub>相当分のGHG削減効果があると推定されました。これは、メタンを含むシステム境界全体のGHG排出量の約85%に相当します。

※1 100L/minの浴水を35℃加温すると仮定。



- 図1をさらにエネルギー需要別に4タイプにわけ、タイプごとの年換算のGHG排出量を計算しました(図2)。
- BASEの場合では、もっとも多いType2(エネルギー利用最大期)で約1,400t/年あり、もっとも少ないType4(エネルギー利用分散期)で約760t/年でした。
- BASE→CASE1→CASE2と温泉熱の利用を増大にしたがってオレンジ色の「外部からの熱電供給分」のGHGは減少しますが、新町1号井の利用増大によって、メタンの大気放散によるGHGが増大する計算結果となりました。
- 今回の検証ではメタンの大気中への放散の影響が大きかったことがわかりました。温泉熱のエネルギー利用とともに、メタンの有効利用やフレアリングなどの対策が必要と考えられました。

## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
循環資源部 Tel. 011-747-2372

# 温泉熱を利用したイチゴ栽培における経済性評価

## 概要

- **背景・目的**
  - ・本研究のフィールドである「ぬくもり農園(運営: JAあしよろ)」では、形状の異なる2種類のハウス(図1, 2)においてイチゴを周年栽培しています。
  - ・ハウスは全15号棟あり、形状や断熱方法により、旧棟(1~10号棟)と新棟(11~15号棟)の2種類に分類されます。
  - ・2種類のハウスについて、エネルギー投入量やイチゴの収穫量を元に、様々な観点から経済性の評価を行いました。
- **評価方法と成果**
  - 1) 各ハウスの形状、断熱方法を整理(表1)
  - 2) 各ハウスの暖房方法を整理(表1)
  - 3) 各ハウスへの投入熱量を実績ベースで整理
  - 4) 収穫量を実績ベースで整理(ハウス、品種ごと)
- **成果**
  - ・上記3)及び4)を元に下記項目を行いました。
  - ・現状での経済性評価
  - ・旧棟を新棟にリプレースした場合における将来的な経済性評価

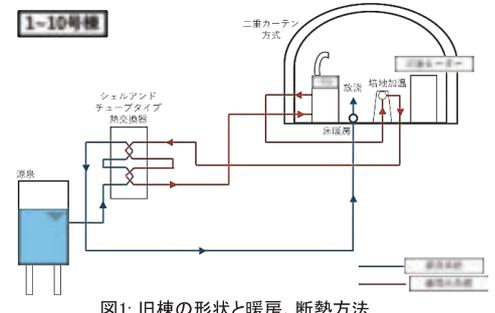


図1: 旧棟の形状と暖房、断熱方法

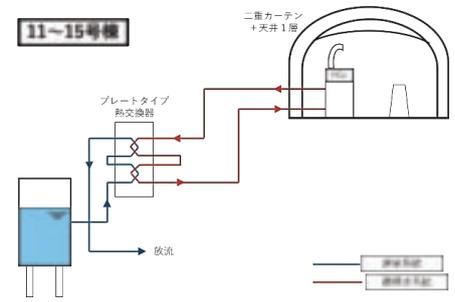


図2: 新棟の形状と暖房、断熱方法

表1: 各棟の形状、暖房、断熱方法まとめ

	旧棟		新棟
	1-5号棟	6-10号棟	11-15号棟
面積	347-396m <sup>2</sup>	439-454m <sup>2</sup>	575m <sup>2</sup> (11号棟: 381m <sup>2</sup> )
ファンコイル	1台	2台	2台 (11号棟: 1台)
培地加温	○		×
床暖	棟により異なる		×
灯油暖房機	1台		
断熱方法	2層カーテン		2層カーテン + 天井1層

## 成果

- **現状での経済性評価**
  - ・ぬくもり農園では周年栽培を行うために収穫時期が異なる4品種を各棟にて栽培しています。
  - ・各品種は1つ当たりの大きさ、重量が異なります。
  - ⇒代表的な品種である信大BS8-9を対象に投入熱量(図3)と収穫量(図4)を整理しました(表2)。
  - ※6, 7, 9, 10号棟を「旧棟群」、12~15号棟を「新棟群」と表現しています。
  - ・**新棟群の面積当たりの投入熱量は平均-7.5%、収穫量は+16.7%でした。(旧棟群比)**
  - ⇒設定温度を高く保てるのが原因(旧棟群 3°C vs. 新棟群 7~10°C)
  - ・イチゴ販売価格を3,000円/kg、灯油価格115円/L
  - ⇒新棟群の灯油100円あたりの売上は旧棟群比で+293円となり、より多くの増収が見込めます。

表2: 投入熱量と収穫量まとめ

	棟	温泉熱投入熱量[MJ/m <sup>2</sup> ]			灯油投入熱量[MJ/m <sup>2</sup> ]	投入熱量合計値[MJ/m <sup>2</sup> ]	収穫量合計		
		FCU	培地加温	床暖房			合計	[kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]
旧棟群	6号棟	211	168	0	380	157	537	1899	4.2
	7号棟	214	171	0	385	139	523	1490	3.3
	9号棟	173	138	0	310	123	433	1228	2.8
	10号棟	199	158	90	447	110	557	1790	4.3
新棟群	12号棟	424	0	0	424	55	480	2525	4.4
	13号棟	347	0	0	347	67	414	2707	4.7
	14号棟	524	0	0	524	51	574	2355	4.1
	15号棟	404	0	0	404	36	440	2623	4.5

- **将来的な経済性評価**
  - ・立地上、新棟を新設するよりも旧棟を建替える方が現実的であると考え、旧棟を1棟取り壊し、そのスペースに新棟を1棟新築する条件にて下式を用いて償還年数を試算しました。

$$\text{償還年数[年]} = \frac{\text{リプレース費用(イニシャルコスト)[円]}}{\text{灯油の削減量} + \text{イチゴ収穫量増による増収(ランニングコスト)[円/年]}}$$

- ・補助金の有無や灯油価格による結果を表3に整理しました。
- ⇒最大でも4.5年程度での投資回収が可能であることが分かりました。
- (この試算においてはイチゴの増収分が支配的です。)

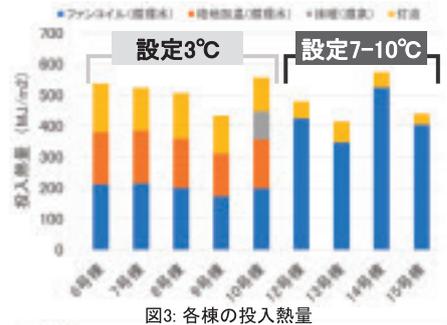


図3: 各棟の投入熱量

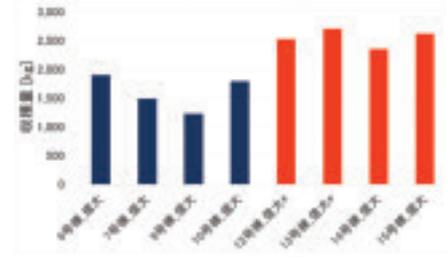


図4: 各棟の収穫量

表3: 償還年数の試算結果

	灯油価格[円]	償還年数[年]
	100	4.53
補助金なし	120	4.51
	140	4.48
	100	2.27
補助金50%	120	2.25
	140	2.24

## 連絡先

産業技術環境研究本部 エネルギー・環境・地質研究所  
● 資源エネルギー部 Tel. 011-747-2429