

〔附属・補足〕2. 食農分野への地中熱・温度差熱利用の事例

2019（平成31）年4月、福島大学に食農学類（仮称）を設立するために準備中である。

本学は、地球レベルでの課題を抱える「福島」で 実践的農学を学び『食料・農業・農村問題』へ主体的・創造的に対応する地域リーダーを育成することを目指している。学際的な高い実践力で食料・農業・農村問題へ主体的・創造的に対応できる人材を育成する。育成する人材像は、つぎの通りである（図-2.0.1）。

- ① 先端的な農業生産技術を応用し、付加価値をつけて高度なマーケティングに挑戦することにより「もうかる農業」を実現できる人材
- ② 高度な食品加工技術や発酵・醸造技術を駆使して、地域の素材を生かした6次化により「新たな食産業」を生み出していける人材
- ③ 原発事故にともなう農地・森林・水資源の汚染の中で、測量・土木技術を活用して環境回復を進め、地域再生に貢献していける人材
- ④ 農業の現場を知り、環境マネジメントから地域計画まで幅広く修得し、総合力を発揮して自治体や農業団体をけん引できる人材
- ⑤ 高齢化・人口減少の中で、新たな着想と熱いコーディネート力で、農村再生・いきいきした地域づくりを担っていける人材

立割でなく、有機的に結びついた4つの専門コースで、確かな専門性と学際的な思考力を養おうとしている（図-2.0.2）。

福島県が目指す2040年に再生可能エネルギー100%に呼応するために、食農施設に再生可能エネルギーを導入する必要がある。「B. 事業検討結果」の「6.1 再生可能エネルギー100%とヒートポンプによる熱源利用への転換」の通り、再生可能エネルギーで発電した電気を使った熱源にしなければならない。効率の高いヒートポンプで電気を利用するのが妥当である。

そこで、再生可能エネルギーを活用した食農施設の事例を記述した。ヒートポンプを利用することで、冷却や除湿も可能となり、農作物の種類によっては、品質向上や生産量の増加に繋がる。除湿は、カビの発生を抑えることができることから、用途は多いと予想する。季節や生育過程によっては、ヒートポンプを稼働させる必要がなく、フリークーリングで冷却・除湿できることもできる。

なお、本項に記載したエネルギー消費量の比較は、あくまでも記載した事例の場合で、気候風土や農作物の種類、ハウスの形状や断熱等によって変化するので普遍的なものではない。農作物の種類や栽培方法の研究と教育の効果を考慮すると、本学食農学類の施設には、画一的なシステムを導入するのではなく、多様性を持ったシステム導入が必要である。



図-2.0.1 育成する人材像（イメージ）

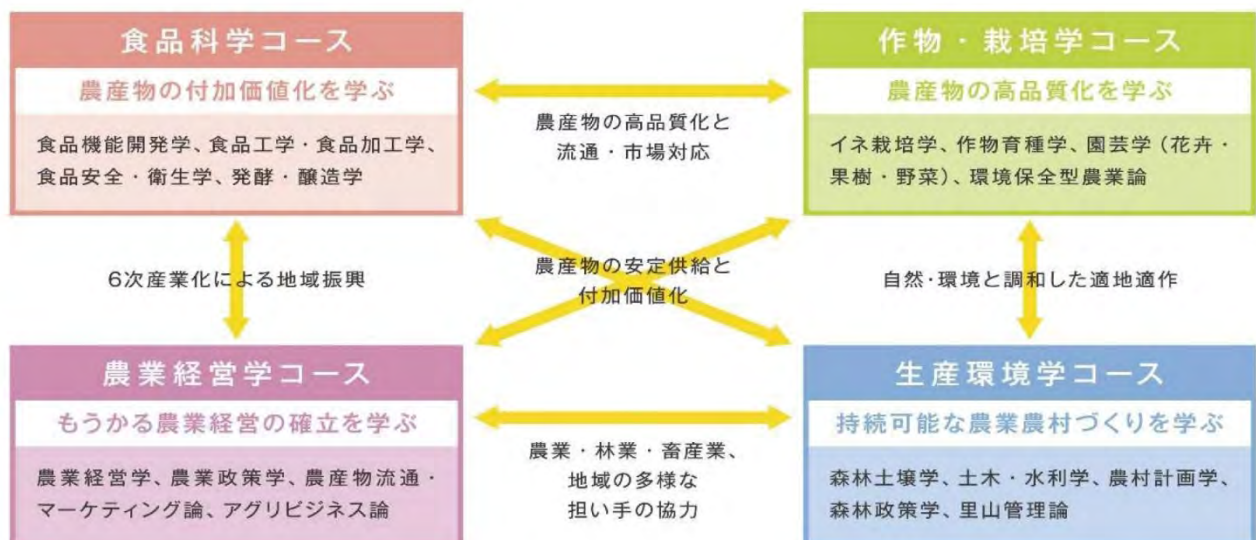


図-2.0.2 有機的に結びつく福島大学食農学類（仮称）の4つの専門コース

2.1 食品工場（㈱アレフ 北海道工場、北海道恵庭市）

株式会社アレフ社は1968年（昭和43年）盛岡市で創業、1979年札幌に本社を移転。ハンバーグ限定のファミリーレストラン「びっくりドンキー」を主力業態にする外食産業である。1990年より同業態のフランチャイズ全国展開を開始し、直営店とフランチャイズ店合わせて339店舗（2018年1月現在）の陣容である。創業当初より、食の安全への取組と高い環境意識を理念として掲げている。先駆的な実践を全社で継続する同社の姿勢は同業他社の追随を許さず、業界の垣根を越えて高い評価を得ている。

同社は全国に7ヶ所の加工工場を有している。同工場の役割は、その地域に展開する「びっくりドンキー」店舗に食材を供給する一次加工である。毎日製造、毎日配送でチルドのハンバーグを届けている。当該工場は2007年2月の操業開始で当時は最も新しい工場であった。計画にあたり、食品工場本来の備えるべき機能以外のコンセプトが検討され「CO₂排出量の半減と地域と連携し地域貢献を果たす工場」の実現を掲げた。再生可能エネルギーの中でも特にバイオマスの種類と賦存量は地域特性が色濃く反映され、従って地域連携は欠かせない要素でもあった。施設外観を写真-2.1.1に示す。



写真-2.1.1 施設外観

施設の特質は以下である。全体のフローチャートを図-2.1.1に示す。

- ・徹底した省資源・省エネと環境負荷低減を目標のひとつとして設定し計画された
- ・既存の自社工場と比較し「CO₂削減率55%」「灯油使用ゼロ（既存の依存度は約50%）」を目標
- ・構内にBDF精製プラントを設置し、市内の幼稚園・小学校・マンション・消防署の協力で廃食油収集
- ・BDFは、道内店舗への配送車の代替燃料や近隣で希望する企業へ提供（地産地消・地域連携）
- ・年間約500名の見学者（環境省・自治体・各種団体）現在は受入れ休止（感染性罹患のリスク回避）

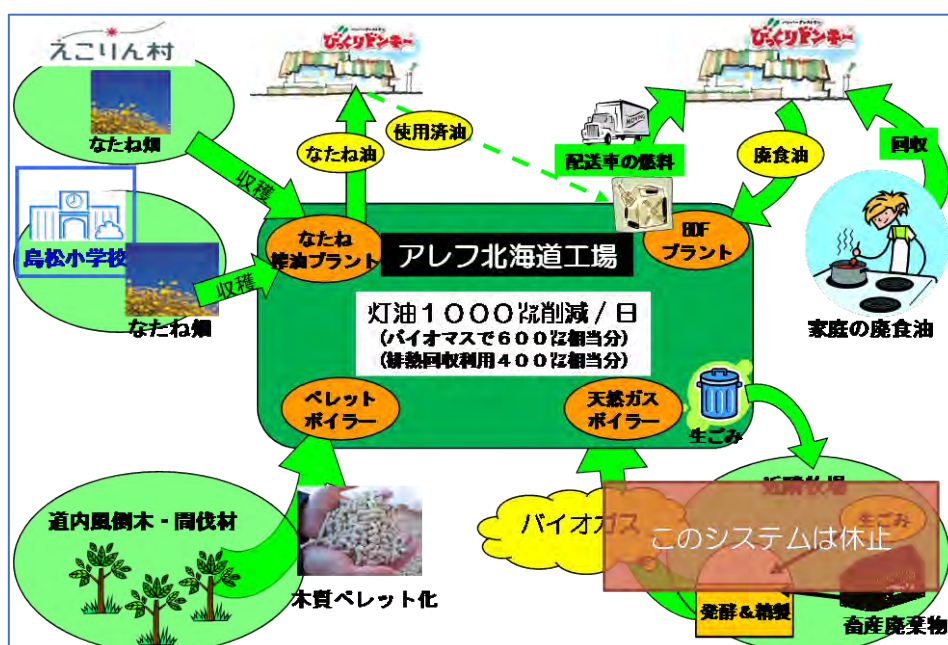


図-2.1.1 バイオマスでエネルギーの地産地消（全体フロー）

導入した設備の概要は以下となっている。

- ①地中熱/100 ㎡のボアホール 20 本で採熱しヒートポンプで空調と冷水製造を行う
- ②設備排熱/冷蔵庫の排熱を地下水の昇温に利用（アレフ・東洋製作所・ゼネラルヒートポンプ連携）
- ③設備排熱/工場排水の浄化槽からも採熱し、ヒートポンプの熱源として利用している
- ④バイオマス/60℃を超える高温帯の蒸気等はペレットボイラーで昇温（道内産の間伐材で製造）
- ⑤バイオガス/当初は近隣の牧場のバイオガスプラントに当工場から排出される生ごみを投入し発生したバイオガスを精製して当該工場ボイラー燃料とする循環を実現⇒3年前にシステム廃止
- ⑥バイオマス/施設の特質で記述の BDF 製造と利用
- ⑦太陽光利用/発電パネル及び熱利用のためのソーラーウォールの設置
- ⑧人感センサー式照明/自動感知式の照明設備導入で省エネ

導入効果としては以下の削減効果が得られている。

*経済性/床面積当たりのエネルギー使用金額 42%削減（自社既存工場との比較）

*環境性/床面積当たりの CO₂排出量 51%低減（自社既存工場比較、目標は 55%低減であった）

システムフロー概要を図-2.1.2 に示す。

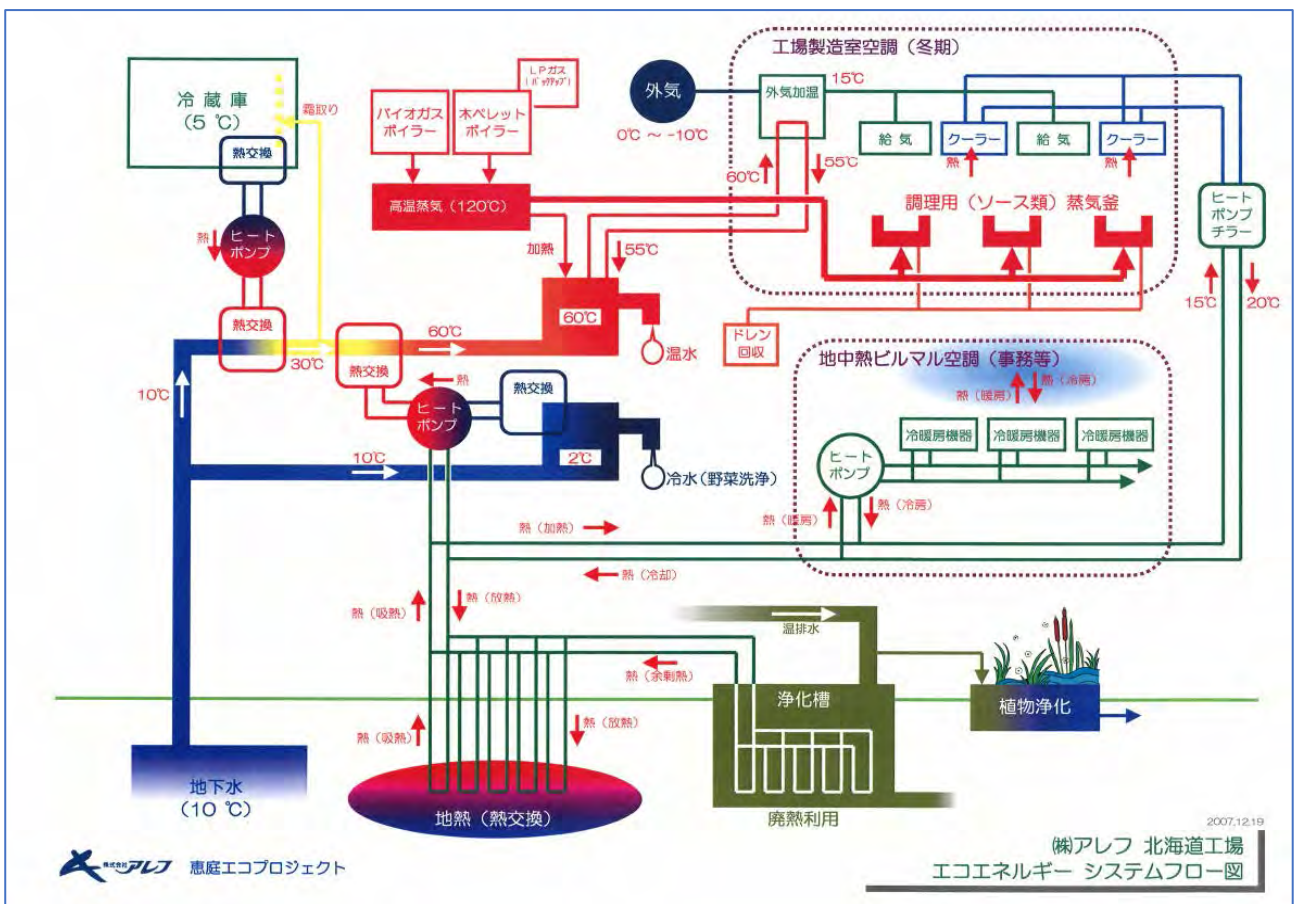


図-2.1.2 システムフロー図

ヒートポンプに関わる部分の概要図を図-2.1.3に示す。

同社は以上のような環境活動により、下記に記載する多数の賞を受賞している。

- ・ 新エネ財団 第14回新エネ大賞 「資源エネルギー庁長官賞」優秀導入活動法人部門(2009年12月)
- ・ 平成23年度 北海道ゼロ・エミ大賞 「大賞」(細澤牧場と共同受賞)
- ・ 環境省 平成21年度 食品リサイクル推進環境大臣賞「最優秀賞」(2010年2月)
- ・ 第63回 「北海道新聞文化賞」 経済部門(2009年11月)
- ・ 平成20年度北海道省エネルギー・新エネルギー促進大賞 北海道「省エネルギー大賞」(2008年6月)
- ・ 日本財団 「地域のCSR大賞」(2007年11月)
- ・ 環境省 「循環型社会形成功労者環境大臣表彰」(2007年10月)
- ・ 農林水産省 バイオマス利活用優良表彰「農村振興局長賞」(2007年2月)
- ・ 日本政策投資銀行 「環境格付け融資」5億円 最高のAランク評価

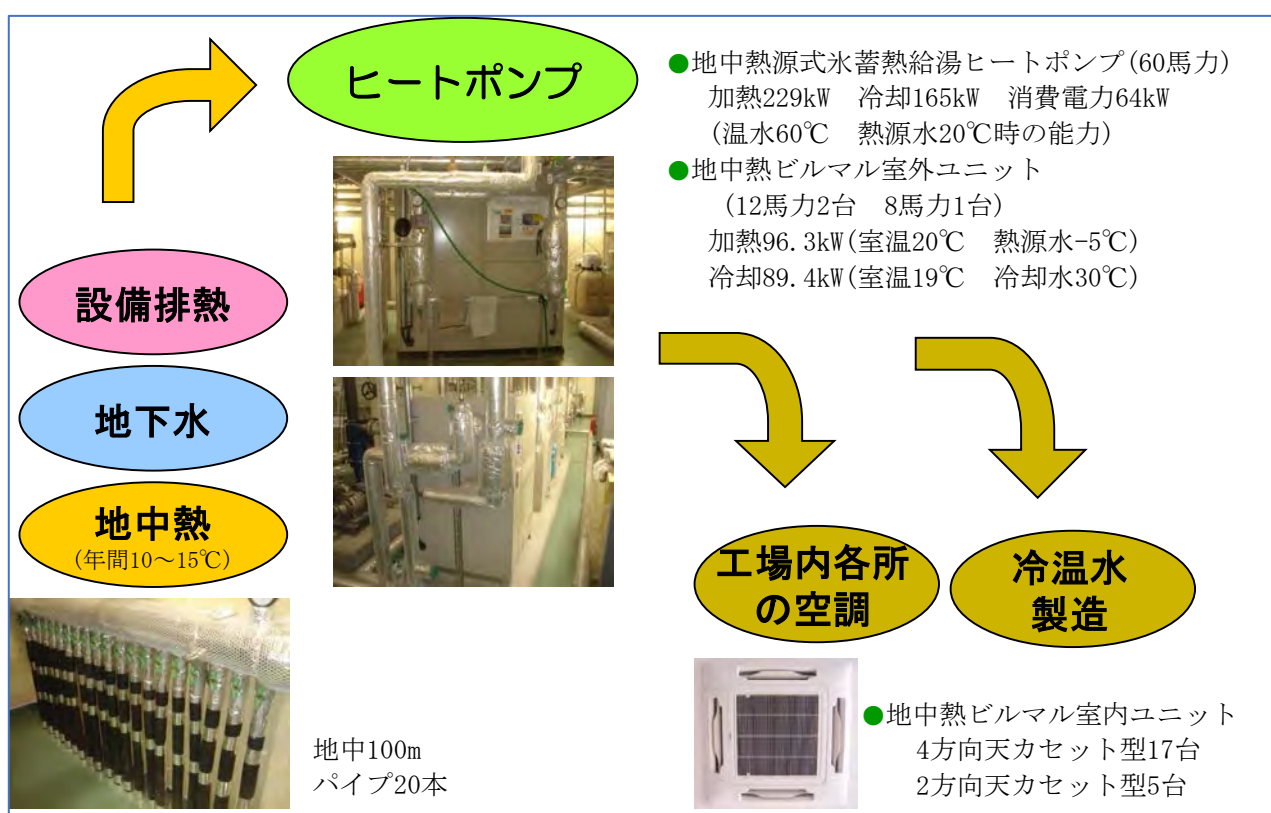


図-2.1.3 ヒートポンプシステム概要

2.2 カラーピーマン（ミサワ環境技術㈱、広島県三次市）

2.2.1 はじめに

地中熱ヒートポンプによる加温設備を備えたビニールハウスを設置し、冬期にハウス内を暖房しながらカラーピーマンの栽培を実施している。暖房運転は2010年12月に開始し、暖房能力や省エネ効果の評価を実施した。栽培の状況や地中熱ヒートポンプシステムの評価結果を紹介する。

2.2.2 事業概要

夏野菜であるカラーピーマンを冬期に安定供給することを目指し、9月に苗を定植、12月から翌年7月頃まで収穫する促成栽培を行っている。収穫したカラーピーマンは地域の学校へ給食を供給する給食センターをはじめ、飲食店やスーパーへ出荷している。給食でカラーピーマンを食べる地元の小学生を対象として、定植体験や収穫体験も毎年実施している。



写真-2.2.2.1 収穫したカラーピーマン

2.2.3 設備概要

ハウス : トラス式パイプハウス 270m² (6m×45m)、2棟

加温設備 : ハウス内加温 (HP1)

ヒートポンプ: 加熱能力 67.8kW、消費電力 15.5kW、給気風量 9000m³/h

地中熱交換器 : L=100m×6本

土壌加温 (HP2)

ヒートポンプ: 加熱能力 : 10kW、消費電力 : 3.1kW

地中熱交換器 : L=100m×1本

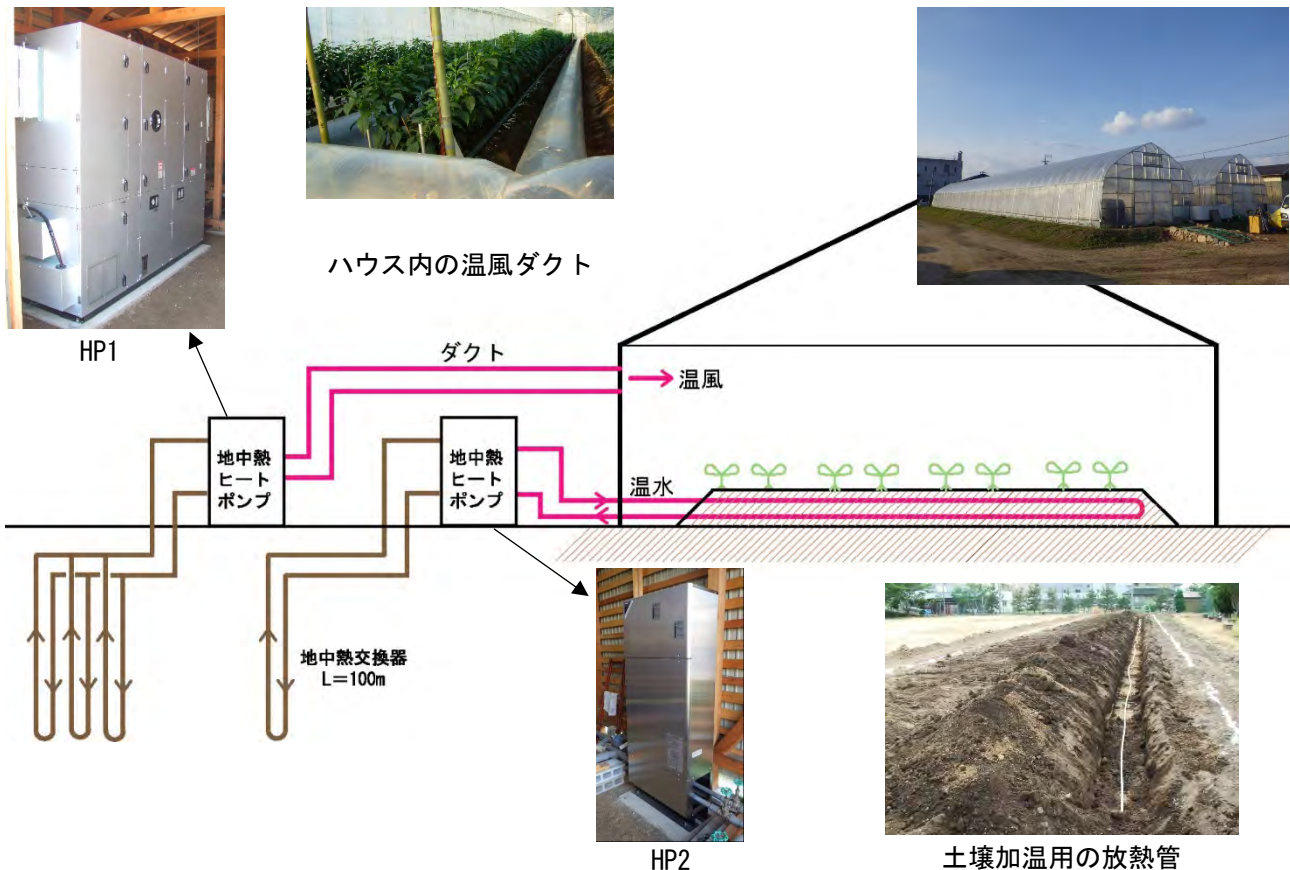


図-2.2.3.1 システム模式図

2.2.4 評価結果

下図に各温度の測定結果をまとめた。これより、以下のことが分かる。

- HP-1 の給気温度は、連続運転中は概ね 40℃前後の温度である。運転中の熱源水の温度は、最低でも 5℃程度である。
- HP-2 の温水出口温度は 35℃前後で安定している。運転中の熱源水の温度は、最低でも 5℃程度である。
- 外気温度は、最低で-10℃程度まで低下しているが、室内温度は目標の 18℃前後に保たれている。
- 地中温度は、HP-2 の運転中は配管深度で 25～28℃、地表付近で 23～25℃程度に昇温されている。運転停止後は、室温に近い温度まで低下している。

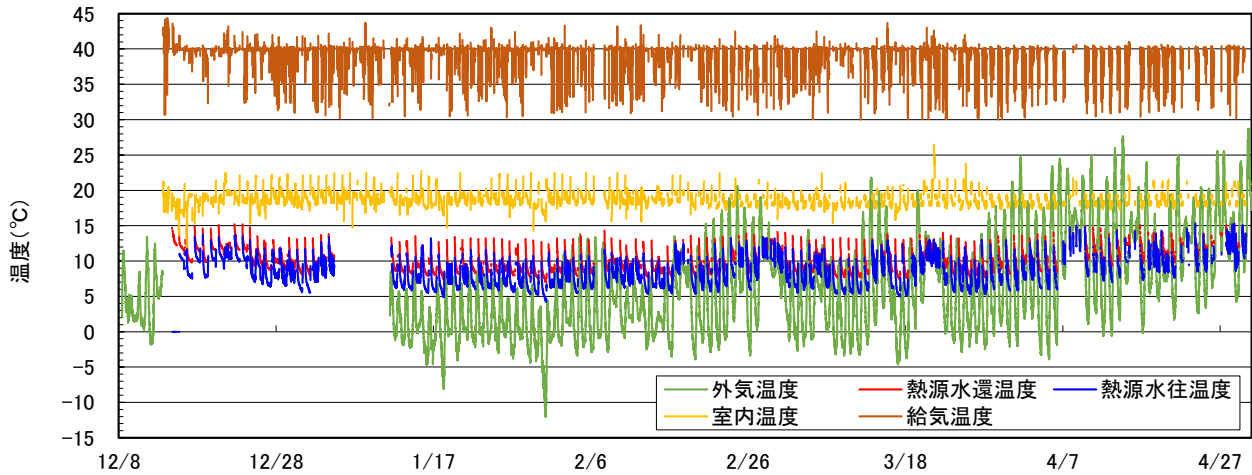


図-2.2.4.1 HP1 の運転状況

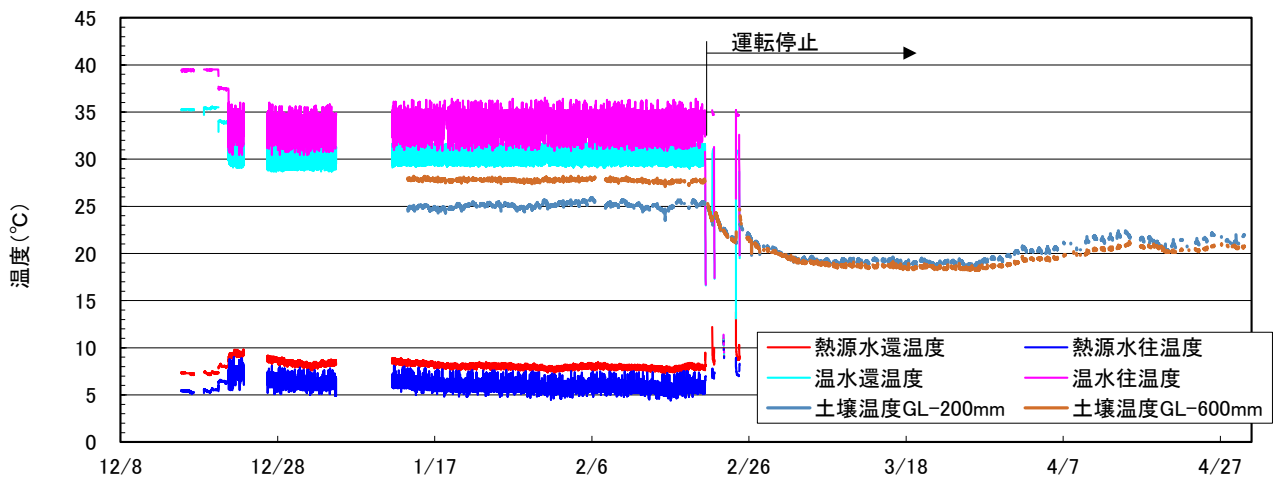


図-2.2.4.2 HP2 の運転状況

図-2.2.4.3 にヒートポンプの COP を示す。加温期間中の平均 COP は、HP1 が 2.6～3.0、HP2 が 3.7～4.4 であった。

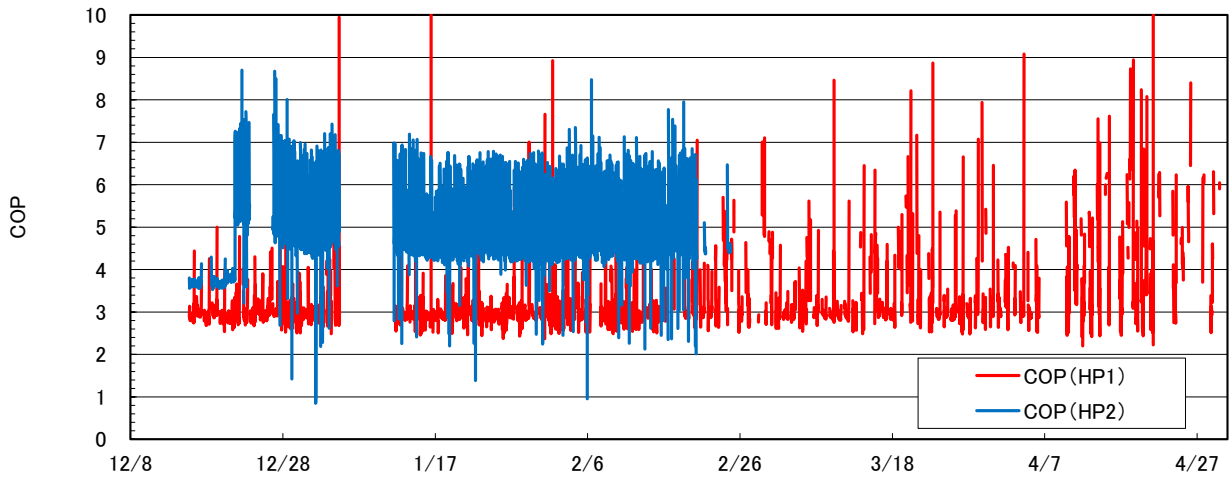


図-2.2.4.3 COP の変化

また、図-2.2.4.4 にコストと CO₂排出量の削減効果を示す。従来の一般的な加温熱源である重油ボイラーを使用する場合と比較して、運転費用と CO₂排出量を約 37%削減することができた。

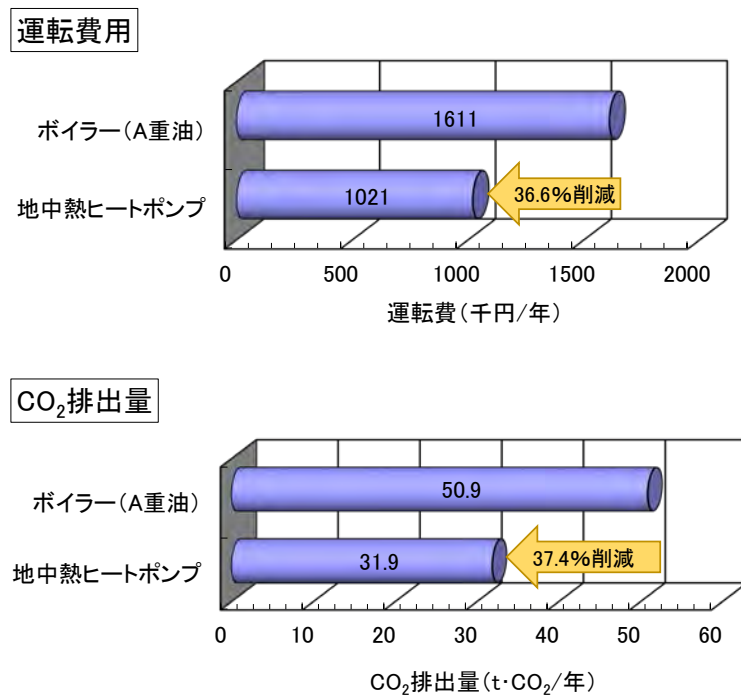


図-2.2.4.4 コスト・CO₂排出量削減効果

2.3 胡蝶蘭（赤平オーキッド株、北海道赤平市）

赤平オーキッド株式会社の設立の概要は以下のようである。1994年（平成6年）国のエネルギー政策の転換に伴う炭鉱閉鎖に伴い、産業転換の一環として検討され、花卉栽培事業を第三セクター（赤平花卉園芸振興公社）で開始した。2008年、公社から民間への移管を協議する中で、事業継続の妨げとなる課題の抽出作業が始まった。経営圧迫の最大原因はコストの26.5%を占める暖房費であり、旧産炭地の産業振興対策のための補助金を活用して、灯油ボイラーに代わる冷暖房システムとして地中熱利用の冷暖房システムの導入が決定された。2008年、新しいシステムと施設は「赤平オーキッド株式会社」に引き継がれ現在に至っている。同社は、DCM ホールディングスの中核企業であるホームマックの傘下であり、DCM グループを構成している。栽培している胡蝶蘭の様子を写真-2.3.1に、施設外観を写真-2.3.2に示す。

- ・1994年：赤平花卉園芸振興公社（第三セクター）として設立
- ・2002年：科学技術振興事業団「独創的研究成果育成事業」に採択される
- ・2008年：赤平オーキッド株式会社を設立し公社から経営を引き継ぐ



写真-2.3.1 胡蝶蘭



写真-2.3.2 施設外観

施設の概要は次のようになっている。約450㎡/1棟の栽培ハウスが12棟あり、中央の通路を共有して左右2列で配置され繋がっている。胡蝶蘭の栽培を主力として全国に出荷している。その他、胡蝶蘭の苗である「メリクロン苗」「実生苗」の製造販売、受託によるメリクロン苗の培養、緑化用樹木の培養を事業としている。

施設の特徴は以下である。

- ・経営の引継ぎにあたり、旧産炭地の産業転換振興策関連の有利な補助施策を利用できた
- ・コストに影響されないことと併せ、地球環境への配慮が不可欠と考えて地中熱利用の結論に至る
- ・ハウス内の温度・湿度・日照などの育成環境の管理は全て自動制御で行われている
- ・「赤平のエコ施設」として先進的モデルになり、他の施設への影響度も高くなっている
- ・一昨年は「赤平市立病院」昨年は「赤平消防署」でも採用され、地域の面的な展開に繋がっている
- ・厳しい寒冷地における「農業ハウス」の好事例と言える
- ・敷地面積/15,420㎡ 栽培棟総面積（12棟）/5,728㎡

設備概要は次のとおりである。中央熱源方式の地中熱ヒートポンプシステムで栽培棟の空調を賄っている。併せて、断熱にも随所に工夫を凝らしている。まず、断熱性の高いフッ素フィルムを外側に貼り、膨らませることでハウス全体を空気の層で包み、断熱性を高めている。更に、ハウス内部には遮光や保温、結露防止の有孔フィルムなどの各種フィルムを目的に応じて、屋根面は4層～5層、妻面・側面は2層に組合せている。このことにより、自然界に賦存する再生可能エネルギーで環境負荷低減の配慮と、そのように生み出されたエネルギーの効率的利用を実現している。

導入した地中熱関連の機器と設備は以下である。

- ① 地中熱交換器（ボアホール）：85m（120mm）×78本
- ② ヒートポンプ：地中熱ヒートポンプチラー270馬力（45馬力×6基）
- ③ ッションタンク：容量4t×2基

地中熱設備概要フローを図-2.3.1に、ヒートポンプ機械室および地中熱交換機写真を写真-2.3.3及び写真-2.3.4に示す。

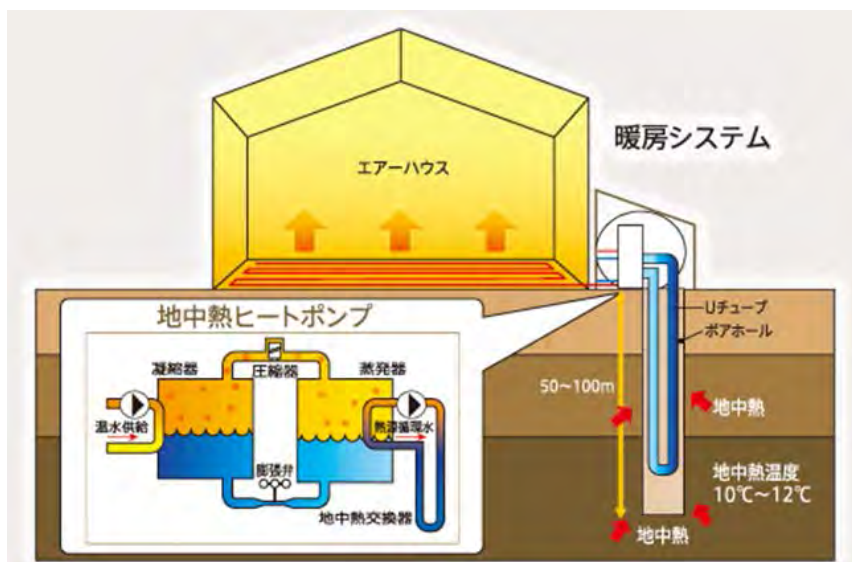


図-2.3.1 地中熱ヒートポンプシステム



写真-2.3.3 ヒートポンプ機械室



写真-2.3.4 地中熱交換器

採熱管の掘削位置を図-2.3.2に、工事風景写真を写真-2.3.5に示す。駐車場部分に深度85メートル×78本を4メートル間隔で設置し、舗装下に埋設している。78箇所地中熱交換器を3台の機械により約70日間で設置した。

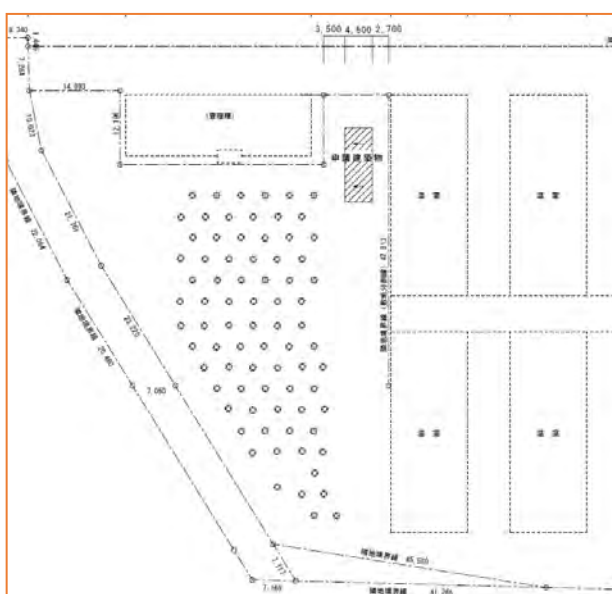


図-2.3.2 採熱管掘削位置



写真-2.3.5 工事風景

導入効果は以下のようになっている。

*経済性：光熱費比較//2,838万円/年（灯油ボイラー）→970万円/年（地中熱 HP） 65%削減効果

*環境性：CO₂ 排出量比較//946ton/年（灯油ボイラー）→283ton/年（地中熱 HP） 70%低減効果

2.4 野菜（株アプレ・北海道七飯町）

株式会社アプレは2006年（平成18年）2月に設立、2015年より生産と出荷を開始した。事業内容は「水耕栽培による野菜の生産・直販と水耕栽培プラント技術に附帯関連する一切の事業」である。技術開発と生産を担う専務取締役の山根氏は地元の七飯で育ち、無農薬の土耕栽培から始め、水耕栽培の技術を独学で習得してきた。その集大成である当社のユニークさを最大に表現しているのが「単質養液」である。現代農法と称される慣行農法では野菜の種類毎、成長段階毎に養液を変えるのが常識とされているが、山根氏の「単質養液」農法では、約30種類に及ぶ葉菜類・果菜類を含めた多品目野菜の全てを同じ養液（単質養液）で育てており、これまで実現不可能といわれていた農法を確立した同氏は「異端児」とも言える。生産開始直後から地元百貨店に専用売り場を確保するなど、価格の優位性は無いにも拘わらず既にブランドを確立しつつあり、現在、約30名の従業員雇用を実現しています。同氏の決断の背景には「地元で雇用を創出したいとの思いがあり、水耕栽培は通年作業であり温かい就業環境でもあるので若い人達に、その機会を提供できる」との考えが動機付けになっているとのこと。これからは、賛同してくれる全国にこの農法を拡げる活動にも意欲をみせておられる。施設外観を写真-2.4.1に示す。



写真-2.4.1 施設外観

施設概要は次のようになっている。温室面積は、1,536 m²（100m×15m）が2棟である。近々にロート製菓との提携事業が加わるために更に1棟の建設を予定している。当該施設では「葉菜類20種類」ほうれん草・小松菜・水菜・壬生菜・菊菜（春菊）・ミニ青梗菜・ミニセロリ・ベビーリーフ・ルッコラ・からし菜・サンチュ・スイスチャード・大葉・クレソン・結球レタス・リーフレタス・サニーレタス・レタス・キャベツ・白菜「果菜類8種類」//ブロッコリー・カリフラワー・トマト・ミニトマト・キュウリ・長ナス・米ナス・ピーマンを栽培している。

アプレ野菜と施設の特徴は以下のとおりである。

- ①野菜のエグミ（苦味など）が少ないと言われており、野菜嫌いの子供でも食べられる
- ②他の露地栽培の野菜と比べて、鮮度が2～3倍も日持ちします→健全に育っている証です
- ③栄養バランスの良い野菜栽培を目指している→必要な光は太陽光とLEDを併用している
- ④水耕栽培に使用する養液は一滴も廃棄しません
- ⑤ハウス内の温度管理には、温泉熱・地中熱・井水等の再生可能エネルギーを組み合わせている

温室の冷暖房は、温泉熱・地下水熱を利用したヒートポンプによる冷温水を用いて、輻射および冷温風で行なっている。栽培に必要な外気の加温・冷却は地中熱ヒートポンプで行っており、温室で利用する外気の予冷・予熱にはアースチューブを併用している。

空調関係の設備概要は以下である。

- ① 冷暖房用ヒートポンプ：温泉水（50℃、350L/min）、地下水（12℃、450L/min）を熱源とするヒートポンプ 112.5馬力（22.5馬力×5基連結）
- ② 加温・冷却（エアレーション）：地中熱（ボアホール：85φ×9本）アースチューブ：300φ4系統ヒートポンプ 22.5馬力

③ その他設備：温室内放熱管 450m、温室内ファンコイルユニット 各棟 5台（計 10 台）

全体の設備配置を図-2.4.1に示す。また、温室の冷暖房用ヒートポンプ（地下水熱、温泉熱源）写真を写真-2.4.2に、外気の加温、冷却用ヒートポンプ（地中熱源）写真を写真-2.4.3に、外気の予熱、予冷用アースチューブ写真を写真-2.4.4に示す。

導入効果は以下のようになっている。

- *経済性：光熱費比較//約 8,000 万円/年→約 4,300 万円/年 46%削減効果
- *省エネルギー性：削減率 57%
- *環境性：CO₂ 排出量 59%削減

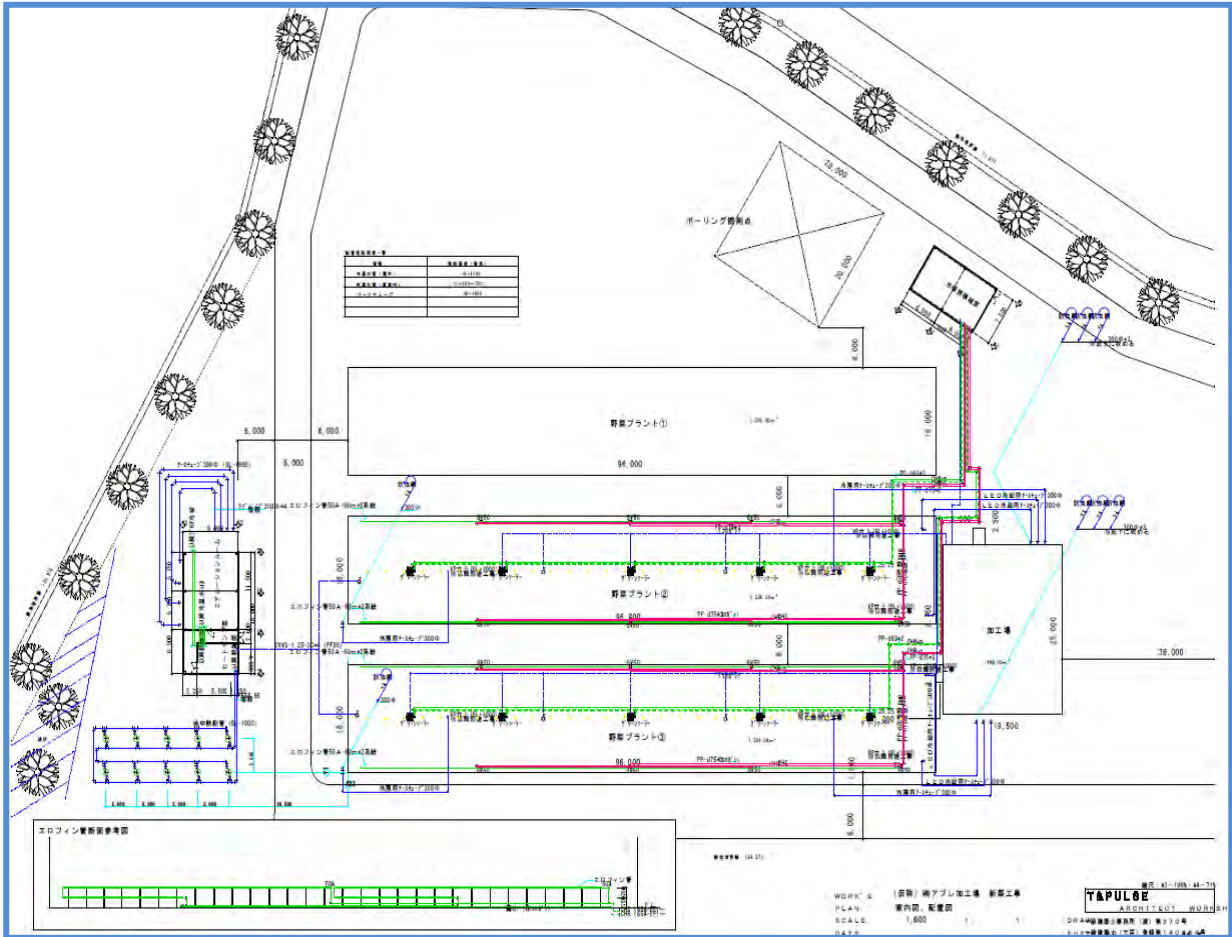


図-2.4.1 全体設備配置



写真-2.4.2 冷暖房用ヒートポンプ



写真-2.4.3 加温、冷却用ヒートポンプ



写真-2.4.4 アースチューブ

2.5 花卉・アルストロメリア（鈴木農場、北海道新篠津村）

2.5.1 目的

北海道などの寒冷地において冬期間のハウス加温にかかる暖房費は農家にとって切実な問題で、近年の燃料価格の高騰はさらに農家経営を圧迫している。再生可能エネルギーのひとつである地中熱源を利用した地中熱ヒートポンプ（Ground Source Heat Pump: GSHP）システムはランニングコストが安く、地球に優しいシステムである。しかしイニシャルコストが高く、とりわけ地中熱採熱用の地中熱交換器を埋設する掘削費用が高いという課題がある。そこで広大な農地においては深さ1～2mの浅層部に水平埋設配管を施し、農家自身が保有する重機などで掘削することにより掘削費用の大幅な低減が可能となる。

平成25～27年度に農林水産省委託プロジェクト研究「施設園芸における熱エネルギーの効率的利用技術の開発（熱プロ）」の1課題として、「寒冷地園芸施設向けの低コストで実用的な地中熱提供方法の開発」を行なった。コンソーシアムとして、北海道立総合研究機構 花・野菜センター、北海道大学 長野研究室、サンポット株の3社で行ない、協力企業として積水化学工業株、ショーワ株が参加した。

2.5.2 システム概要

北海道新篠津村の標準的なアルストロメリア栽培ハウス（510 m²/2重被覆+1層カーテン）に、地中熱ヒートポンプユニット2台を設置し採熱方式は浅層採熱方式とボアホール方式を採用した。浅層採熱方式の系統を表-2.5.1、ボアホール方式の系統を表-2.5.2に示す。配管の様子を図-2.5.1～図2.5.3に示す。

表-2.5.1 浅層採熱方式

	配管種類	サイズ	埋設方式	トレンチ長さ[m]
①	PE100 ^{※1}	20A	横スリンキー	45
②	PE100	20A	横スリンキー (砂入り)	45
③	SMTX ^{※2}	20A	横スリンキー	45
④	PE100	20A	水平配管	45
⑤	PE100	20A	縦スリンキー	45
⑥	PE100	25A	横スリンキー	45
⑦	PE100	25A	横スリンキー (砂入り)	45
⑧	PE100 (薄肉)	25A	横スリンキー (砂入り)	45

表-2.5.2 ボアホール方式

	配管種類	長さ[m]
①	シングル Uチューブ	100×3系統
②	シングル Uチューブ (スペーサ付)	100
③	シングル Uチューブ (ケーシング付)	100
④	ダブル Uチューブ	100

※1 PE100：高性能ポリエチレン管

※2 SMTX：金属強化ポリエチレン管



図-2.5.1 横スリンキー



図-2.5.2 水平配管



図-2.5.3 縦スリンキー

2.5.3 園芸用地中熱ヒートポンプ

園芸用地中熱ヒートポンプを開発しハウス内に設置した。図-2.5.4 にハウス内設置状況を示す。表-2.5.3 には園芸用地中熱ヒートポンプの仕様を示す。

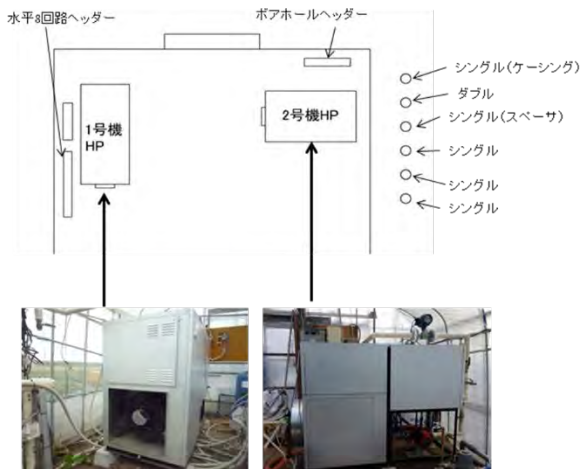


図-2.5.4 ハウス内設置状況

表-2.5.3 園芸用地中熱ヒートポンプの仕様

	1号機HP	2号機HP
用途	園芸用冷暖房空調	
	冷温風・冷温水	冷温風
定格電圧	3相200V	
定格周波数	50Hz/60Hz	
圧縮機	DCスクロール	
凝縮器・蒸発器	プレート熱交換器	
空気熱交換器 (mm)	銅+アルミフィン	
	W600×D130×H625	W600×D130×H600
外形寸法(mm)	W800×D1,600×H1,300	
接続口径	採熱側R1 1/4	
	冷暖房側R1 1/4	-
冷媒の種類	R410A	
冷媒量	3,700g	3,800g
採熱方式	水平埋設採熱	ポアホール
実証期間	H26.7～	H26.11～

2.5.4 冷房運転

図-2.5.5 に冷房運転の概念図を示す。冷房運転は栽培床に冷水を循環させる地中冷却を1号機ヒートポンプで行なう。冷却管は地中深さ・10cm～・15cm のところに埋設した。運転期間は平成26年7月11日～9月15日まで行なった。二次側の循環液は、万が一漏れが発生した場合、作物に影響が無い水を使用している。

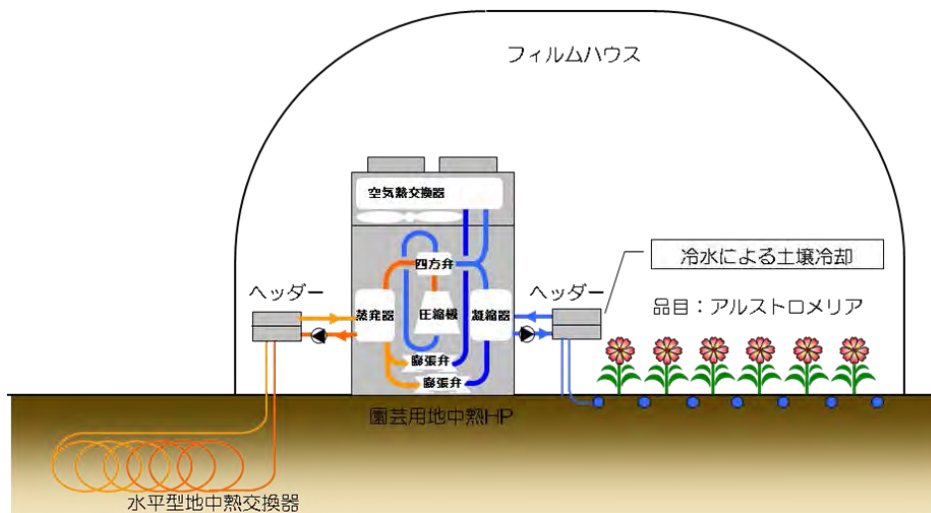


図-2.5.5 冷房運転の概念図

図-2.5.6 に冷房期間の各温度、図-2.5.7 に栽培床の地中温度を示す。運転開始時は設定温度 17℃とされていたが、地中温度が高かったため8月上旬に設定温度 13℃に変更した。冷房負荷が小さく、また暖房負荷に合わせた採熱管のため1次側の放熱も少なかったため、1次側戻り、2次側往きの温度差が小さかった。計測点としてハウス内前、奥、対照区の地中深さ 10 cm、20 cmの場所に計測器を設置した。地温は冷却処理により 3～5℃程度低下し、17℃程度を保っている。また、アルストロメリアの増収を確認した。なお平成27年度はフリークーリングで地中冷却を行ったが、二次側循環水温度を設定出来ないため徐々に地中温度が高くなり 17℃程度に保つことは難しかった。だが、増収効果は確認できた。



図-2.5.6 各循環水温度

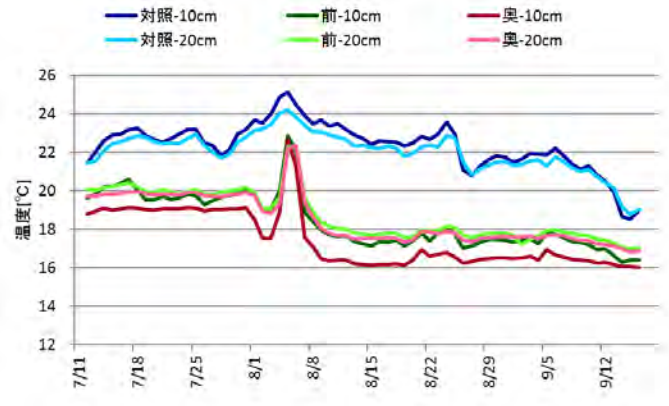


図-2.5.7 植栽部の各地中温度

2.5.5 暖房運転

図-2.5.8 に暖房運転の概念図を示す。暖房期は温風によるハウス加温を行ない、ハウス内を 12°C程度に保つように運転する。暖房運転は平成 27 年 10 月 13 日～平成 28 年 3 月 31 日まで行なった。

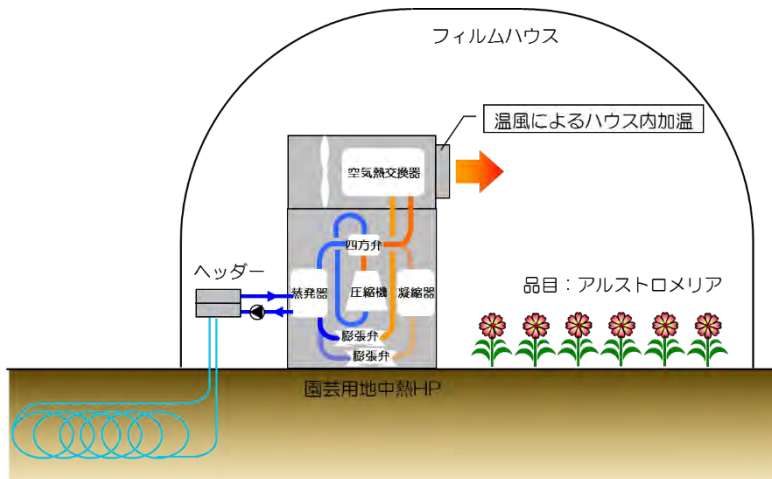


図-2.5.8 暖房運転の概念図

図-2.5.9 に園芸用地中熱ヒートポンプの各温度を示す。図-2.5.9 より 1 号機、2 号機の採熱戻り温度は 3°C程度、温風吸込み温度は 15°C程度、吹き出し温度は 25~40°Cで推移している。またハウス内温度は 12°C程度に保つことができ、収量への影響も無かった。

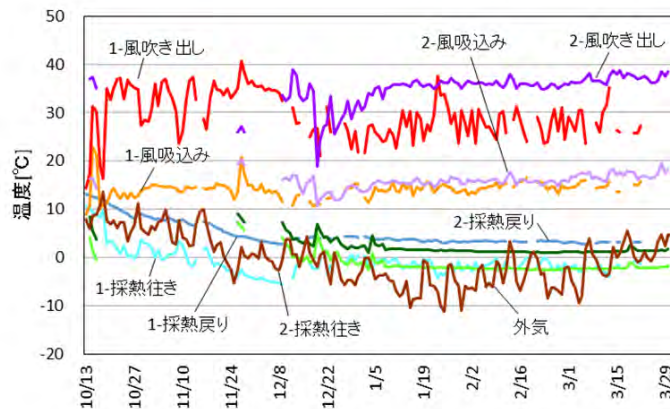


図-2.5.9 園芸用地中熱ヒートポンプの各温度

引用・参考文献

- 1) 山本和哉：地中熱ヒートポンプを用いた加温・冷却システムの農業用ハウスへの適用 空気調和・衛生工学会北海道支部第46回学術講演論文集
- 2) 山本和哉：地中熱ヒートポンプを用いた加温・冷却システムの農業用ハウスへの適用（第2報）二年目の実測評価と土壌温度分析 空気調和・衛生工学会北海道支部第47回学術講演論文集
- 3) 岡本淳：寒冷地園芸施設向けの低コストで実用的な地中熱提供方法の開発（その1）プロジェクト概要と冷温風／冷温水提供ヒートポンプの開発 空気調和・衛生工学会北海道支部第48回学術講演論文集
- 4) 多田梨恵：寒冷地園芸施設向けの低コストで実用的な地中熱提供方法の開発（その3）地中熱ヒートポンプ加温・冷却システムの性能評価および植物の生育評価 空気調和・衛生工学会北海道支部第49回学術講演論文集

2.6 ベビーリーフ・レタス（株アド・ワン・ファーム、北海道豊浦町）

2.6.1 概要

農業生産法人(株)アド・ワン・ファーム豊浦農場はベビーリーフ等の葉物野菜を中心に水耕栽培事業を運営している。

冬期間の暖房は灯油を熱源とする施設園芸用温風機を利用していたが、化石燃料の高騰に伴い、ヒートポンプシステムを導入した。

同農場内は水冷式ヒートポンプ 2 台、空冷式ヒートポンプ 1 台の合計 3 台のヒートポンプが導入されている。

水冷式の 2 台はそれぞれ地中熱利用のクローズドループ方式、灌漑用水を利用したオープンループ方式を採用している。アド・ワン・ファーム豊浦農場の様子を写真-2.6.1～写真-2.6.2 に、導入された水冷式ヒートポンプを写真-2.6.3 に示す。



写真-2.6.1 豊浦農場の様子(1)

写真-2.6.2 豊浦農場の様子(2)

写真-2.6.3 水冷式ヒートポンプ

2.6.2 地中熱方式

アド・ワン・ファームに導入された地中熱方式の主な設備仕様は以下の通り。システム概要を図-2.6.4 に示す。

- ・設置場所：複層式ビニルハウス 1,000 m²×1 棟
- ・ヒートポンプ定格加熱能力：75kW
- ・採熱方式：クローズドループ式、シングルUチューブ 90m×9 本
- ・用途：ハウス内暖房 温水循環床置き型ファンコイルユニット設置

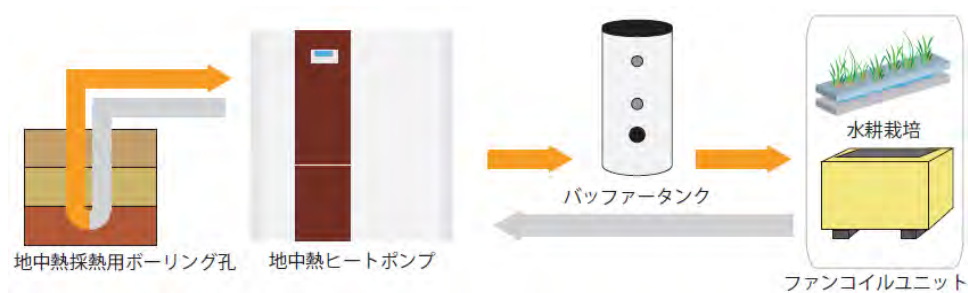


図-2.6.4 システム概要

ファンコイルの運転はハウス内の温度設定で制御し、ヒートポンプは常に一定の温度を 500L バッファータンクに蓄熱させている。

また、電力の契約メニューは北海道電力の融雪電力契約になっているが、2 時間の通電カット時間に対応するために、既存の灯油温風機は残した状態としている。ハウス内ヒートポンプシステム概要を図-2.6.5 に示す。

ハウス内ヒートポンプシステム概要

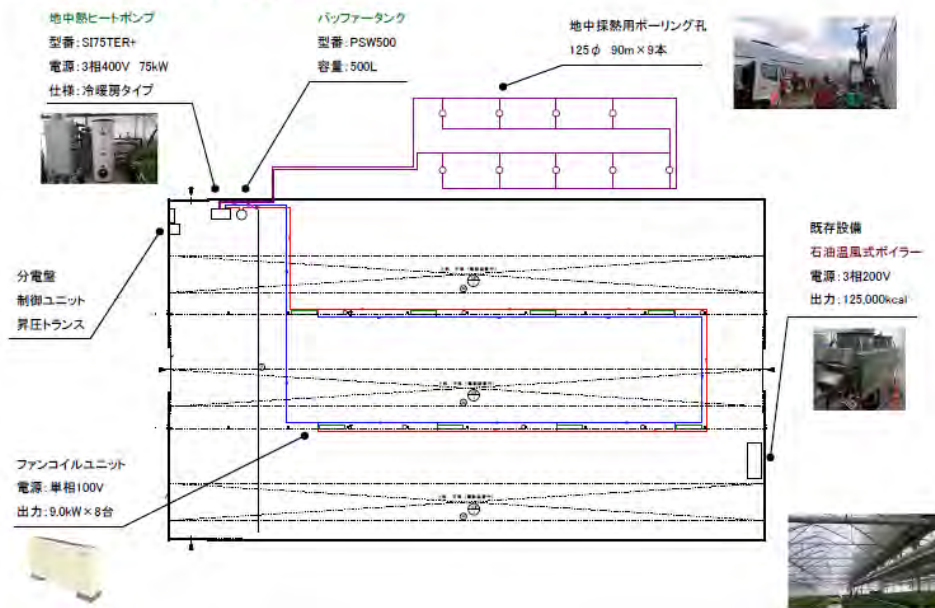


図-2.6.5 ハウス内ヒートポンプシステム概要

導入後のデータ計測の結果では、年間約 8 か月の利用で従来の燃料代から約 1,200,000 円の削減効果を確認した。※1

※1 2012年時点でのエネルギー単価比較

2.6.3 水熱利用方式

水熱利用方式の主な設備仕様は以下の通り。システム概要を図-2.6.6 に示す。

- ・設置場所：複層式ビニルハウス 1,000 m²×4 棟
- ・ヒートポンプ定格加熱能力：130kW
- ・採熱方式：オープンループ式、灌漑用水用熱ブレイジング交換器設置
- ・用途：ハウス内暖房 温水循環床置き型ファンコイルユニット設置（4 棟分配）
- ・その他：2013 年度 北海道経済部 一村一エネ事業採択案件

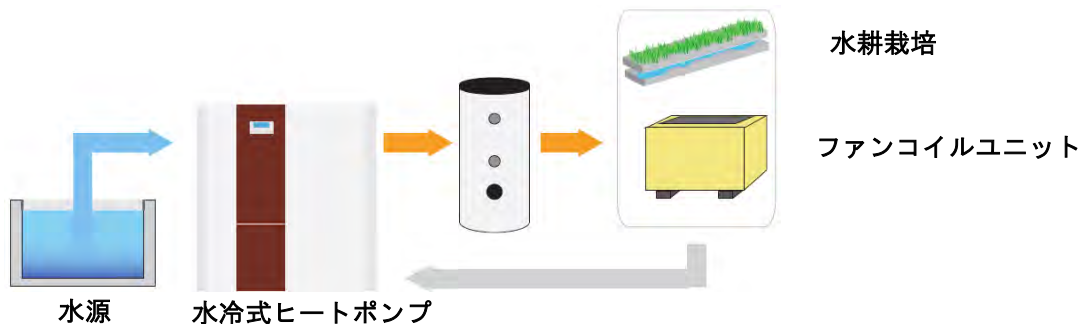


図-2.6.6 システム概要

このシステムは 4 棟に配管を分配し熱供給を行っており、既存温風機と併用している。採熱用の用水は元々施設内に引き込まれている配管から分岐した為、大規模な掘削工事等は発生していない。

ただし、用水の温度変化や異物混入を考慮し、採熱用に熱交換器を設置している。導入後のデータ計測の結果では、同じく年間約 8 か月の利用で従来の燃料代比から約 2,850,000 円の削減効果を確認した。

2.6.4 空冷式方式

最後に空冷式ヒートポンプの主な設備仕様は以下の通り。システム概要を図-2.6.7に示す。

- ・設置場所：複層式ビニルハウス 1,000 m²×3 棟
- ・ヒートポンプ定格加熱能力：60kW
- ・採熱方式：空気熱方式
- ・用途：ハウス内暖房 温水循環床置型ファンコイルユニット設置（3 棟分配）
- ・その他：2013 年度 農林水産省 燃油高騰対策事業採択案件

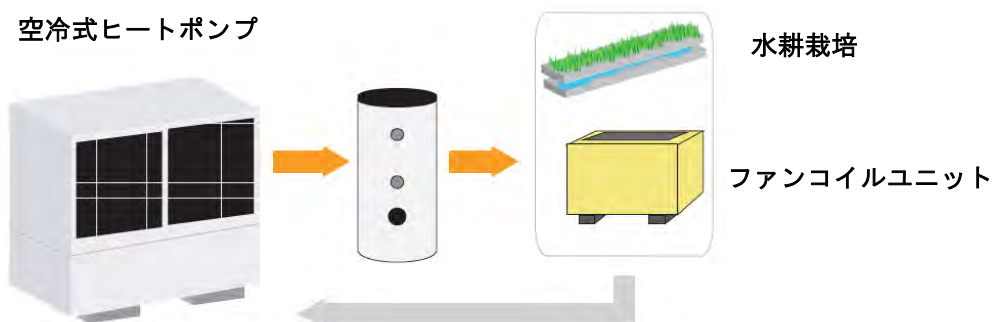


図-2.6.7 システム概要

このシステムも3棟のハウスに配管を分配し熱供給を行っており、既存温風機と併用している。導入後のデータ計測の結果では、同じく年間約8か月の利用で従来の燃料代比から約1,077,000円の削減効果を確認した。

2.6.5 削減効果

ここで、それぞれのシステムで削減した燃料費をヒートポンプの定格出力で除して単位出力あたりの削減効果を比較する。加熱能力1kwあたりの削減効果を図-2.6.8に示す。

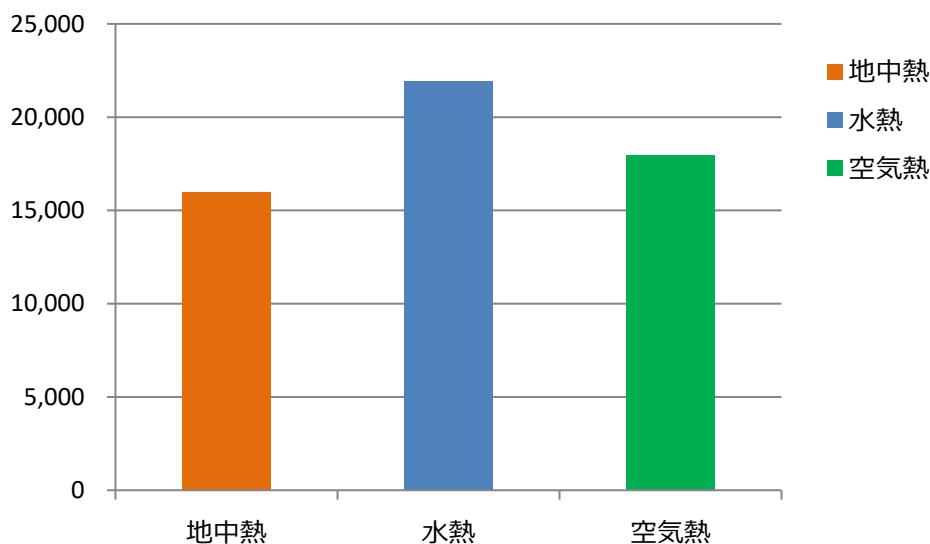


図-2.6.8 加熱能力1kwあたりの削減効果

冬期も熱源温度が安定している水熱システムが最も削減効果の高い結果となっている。ただし、それぞれのシステムは全て異なる温度設定で稼働しており、電力契約の形態も異なる。実際の運転条件での出力で比較をすると、地中熱と空気熱の削減効果が逆転する。

2.6.6 まとめと展望

地下水や灌漑用水を利用する場合は、自治体や近隣施設との協議が必要になる場合があり、利用した後の水の利用・処理方法についても十分な検討が必要となる。

当施設では、異なるシステムのヒートポンプを導入し継続してデータ取得をする事で、栽培方法や生育への影響、及び効率化の追求に利用されている。

ヒートポンプシステムは寒冷地においても常に安定した熱供給が可能であり、温度管理が重要となる施設園芸への更なる導入が期待される。