

C5 農業施設における直接膨張方式地中熱利用ヒート ポンプの有効性評価

武田哲明（山梨大学大学院総合研究部）
樋口 進（山梨県農政部）

令和元年度 やまなし産学官連携研究交流事業
2019年10月10日（木）@ベルクラシック甲府

「やまなしエネルギービジョン」

平成28年3月に「やまなしエネルギービジョン」を発表した。その中で、クリーンエネルギー普及促進の具体的な取り組み内容として「**地中熱**」利用が明記され、**2030年における地中熱ヒートポンプ(GSHP)の目標導入台数を900台としている。**

一方、山梨大学では、地中熱ヒートポンプシステムの省エネルギー性をより高める試みとして、**直接膨張方式地中熱ヒートポンプ**を提案している。

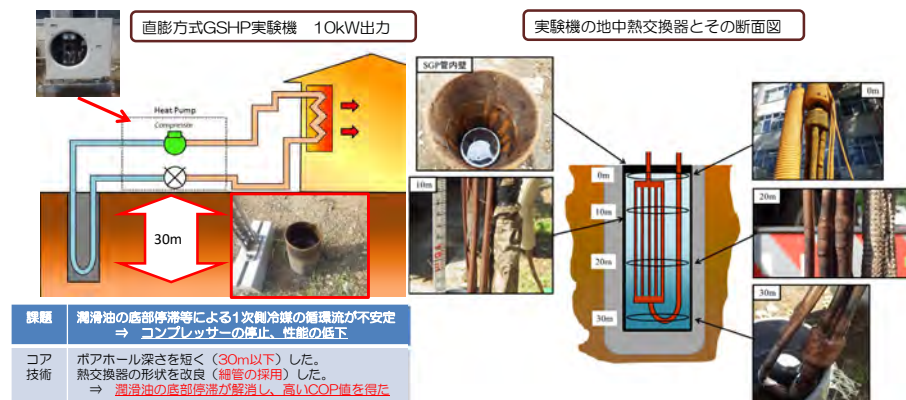
これまでに山梨大学において実施された直接膨張方式地中熱ヒートポンプの性能実験では、空気熱や従来型の間接方式地中熱ヒートポンプとの性能比較が行われ、省エネルギー性能の高いシステムであることが明らかにされてきた。

その成果を受けて、地中熱ヒートポンプを農業分野にも導入するため、環境省の補助金を利用して、**地中熱ヒートポンプによる夏秋イチゴのハウス冷暖房事業**が実施され、一次エネルギー消費量の削減効果や性能評価を実施している。

ここでは、**ハウス空調設備の概要と試運転の結果を報告**する。

研究背景

これまで、直接膨張方式地中熱ヒートポンプの採放熱方式は、過去に知られていたが、構造が複雑で地中配管における採放熱管の配管抵抗や潤滑油の底部停滞等により1次側の冷媒循環量が不安定となり、採放熱量の予測や地中熱交換器の最適形状が決定できず、地中熱交換器の設計手法も確立されてこなかった。そこで、これらの課題を①**ボアホール深さを短く（30m以下）、②地中熱交換器の形状を改良（複数細管の採用）した結果、潤滑油の底部停滞や冷媒循環の不安定さは解消され、高い成績係数を得ることに成功してきた。**



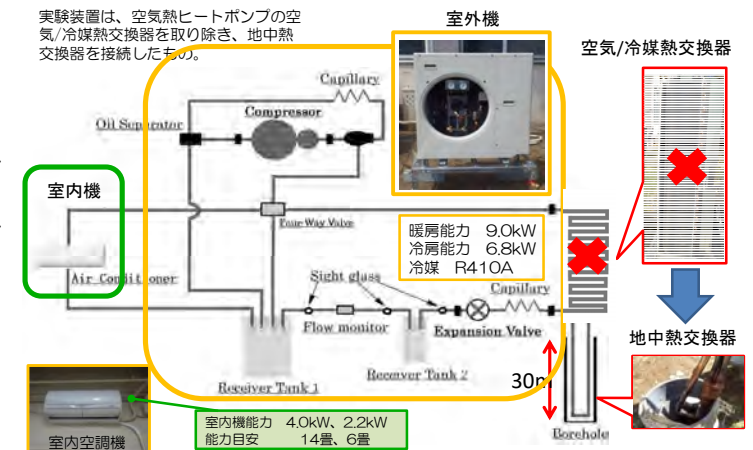
研究背景

直接膨張方式地中熱ヒートポンプは、空気熱ヒートポンプの室外機に収められた空気-冷媒熱交換器の代わりに冷媒が流れる銅管を伝熱管として、地中に設けた①**住宅用鋼管杭**、②**ボアホール内に挿入したケーシング管**、に水を封入して、その中に伝熱管を挿入した**地中熱交換器**を利用して代替フロン冷媒（例えばR410AやR32）を直接地中に循環させて地盤と採放熱を行う方法。

方法の優位性
①ブライン-冷媒熱交換器が不要で部品コストが削減、

②ブライン循環ポンプが不要で、消費電力が削減され、省エネルギー性能が向上、

③冷媒の凝縮蒸発過程が地中熱交換器内で行われるため熱交換器単位長さ当りの採放熱量が増大し、ボアホール深さを短縮でき、掘削コストが削減。



地中熱ヒートポンプによる夏秋イチゴのハウス冷暖房事業（概要）

夏秋イチゴの栽培

計画地(北杜市大泉町)は標高800mの高地であり、これまでは夏季の冷房が不要であった。近年の温暖化の影響で、特に夜間の気温が下がらず、作物の結実に影響があることから、冷房の必要性が生じた。これにより、直接膨張方式地中熱ヒートポンプが導入されることになった。

そこで、既築の高断熱式ビニールハウス(8×27=216m²)に対して、主に夏季の冷房用として地中熱ヒートポンプを2台導入し、φ100mm×30mの3本のポアホール内にそれぞれ地中熱交換器を収め、3本1組として、2組用いて稼働させている。

「廃熱・湧水等の未利用資源の効率的活用による低炭素社会システム整備推進事業」

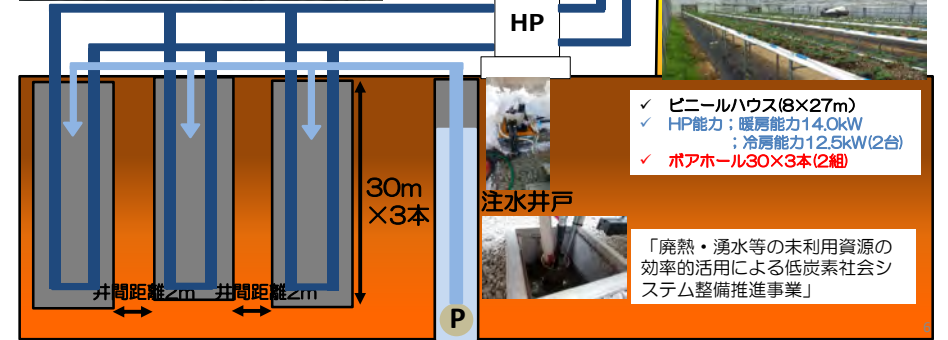


5

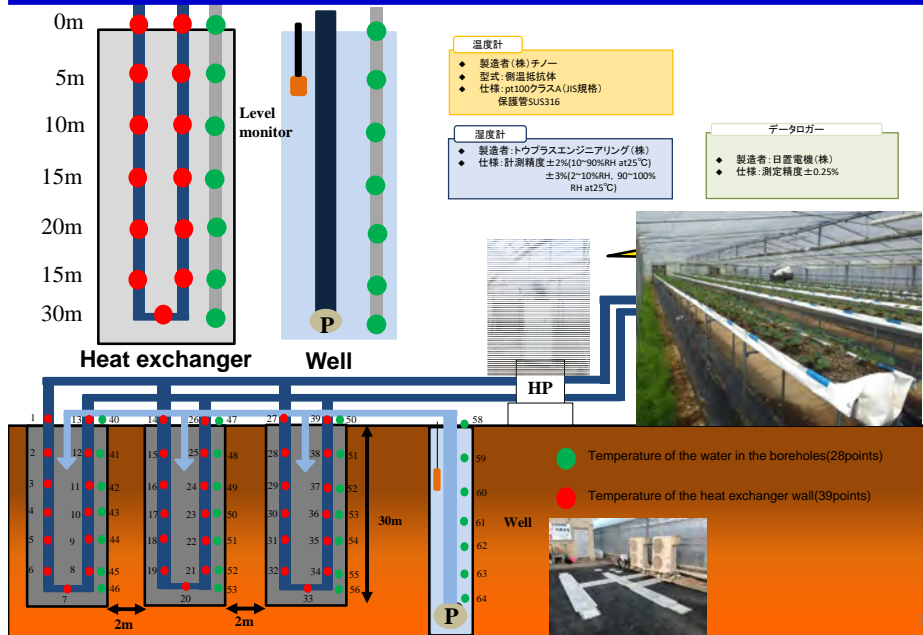
地中熱ヒートポンプによる夏秋イチゴのハウス冷暖房事業（実証試験装置）



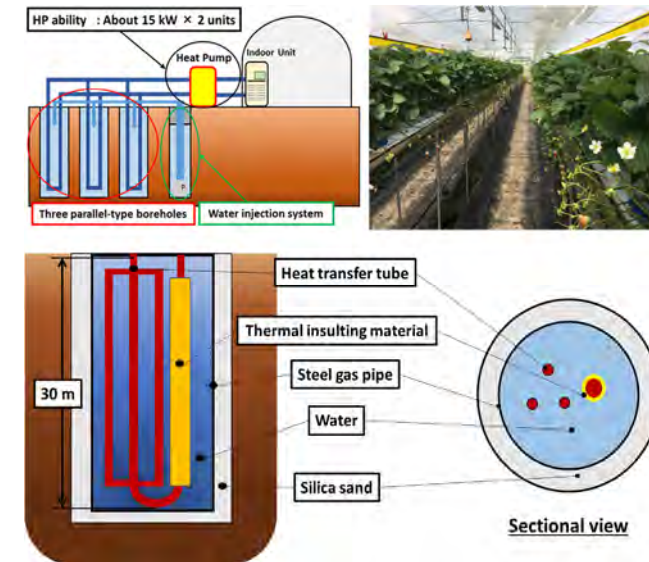
- 機器能力は、栽培する夏秋イチゴの要求する温度を維持するための能力と仮定し、冷房出力12.5kW、暖房出力14kWとした。
- 高負荷時の地中への採放熱が地中温度に大きな影響を及ぼさないように、注水用の井戸を併設してポアホール内へ注水することにより、採熱量を補う方法を採用した。
- 注水に用いる井戸の揚水量は各熱交換器あたり最大でも3ℓ/分として全体でも18ℓ/分とすることから、家庭用の井戸と比べても少ない。
- 注水後の溢水は浸透させて地下に還元させることとした。



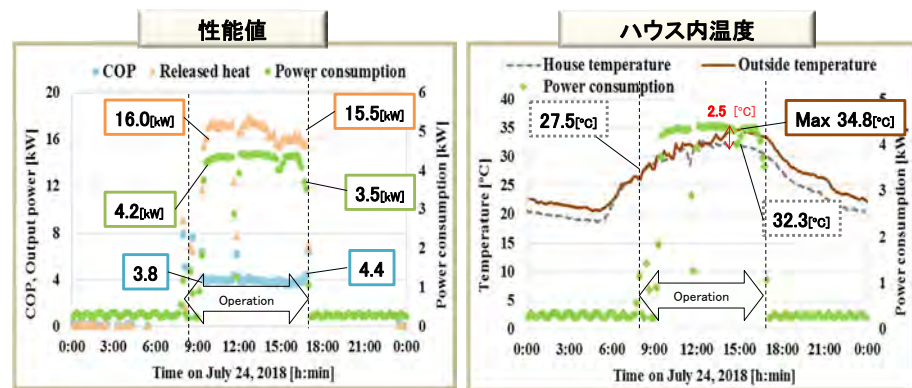
地中熱ヒートポンプによる夏秋イチゴのハウス冷暖房事業（計測点）



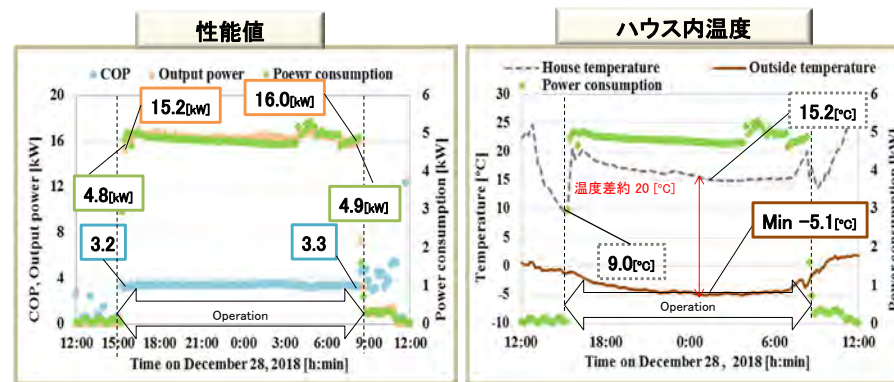
地中熱交換器



8

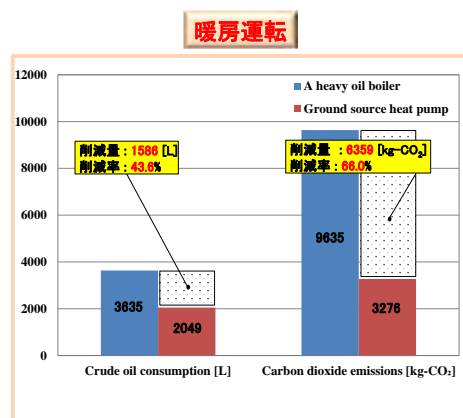
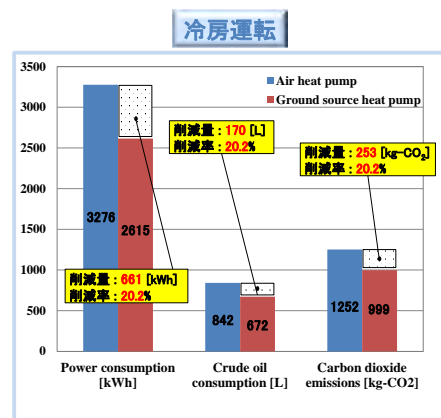


運転期間中の平均COPは4.0、出力は約16.1 kW、消費電力は約4.1 kW



運転期間中の平均COPは3.4、出力は約16.1 kW、消費電力は約4.8 kW

一次エネルギー削減効果



	消費電力量 [kWh]	原油消費量 [L]	二酸化炭素排出量 [kg-CO ₂]
空気熱ヒートポンプ	3276	842	1252
地中熱ヒートポンプ	2615	672	999

	原油消費量 [L]	二酸化炭素排出量 [kg-CO ₂]
A重油ボイラー	3635	9635
地中熱ヒートポンプ	2049	3276

直接膨張方式地中熱ヒートポンプのシステム構成

