

農業の現場で利用される 地中熱ヒートポンプ

NPO法人地中熱利用促進協会
笹田政克

1

パリ協定に基づく成長戦略の長期戦略

(c)カーボンニュートラルな農山漁村づくり

農林水産業においては、省エネルギー設備の導入、施設園芸での加温施設における木質バイオマス燃料等への転換や地中熱の利用、家畜排せつ物のエネルギー利用を推進する。また、ICTを活用した作業の効率化による「スマート農林水産業」の実現等により、温室効果ガス排出削減を図る。2040年までに、農林業機械・漁船の電化・水素化等に関する技術の確立を目指す。これらにより、2050年までに、農林水産業における二酸化炭素ゼロエミッションを目指す。

2

プレゼンの内容

- 地中熱とは
- 地中熱の利用形態
- 施設園芸での地中熱の利用実績
- 施設園芸での地中熱の利用効果
- 施設園芸での地中熱利用の10事例紹介

3

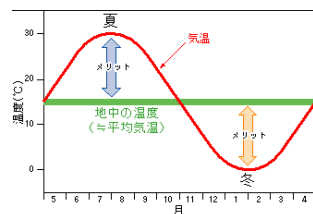
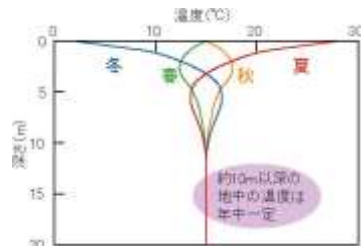
地中熱は再生可能エネルギー

地中熱は、太陽及び地球内部からの熱に由来する再生可能エネルギーである。

地表付近では気温の影響により地温は変化するが、地下10～15mの深さになると、年間通して地温の変化が見られなくなる。

その温度はその地域の平均気温とほぼ等しい。それより深い場所の温度は、一般に100mにつき2～3℃程度の割合で上昇するが、地温は安定した状況にある。

地中熱は、日本中どこでも利用でき、しかも天候等に左右されず安定的に利用できる。



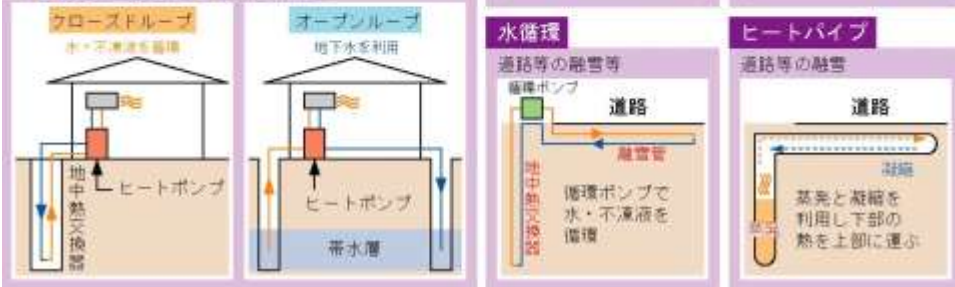
4

地中熱利用の形態

ヒートポンプの熱源として利用
温度調節が可能で汎用性が高い

ヒートポンプシステム

住宅、ビル等の冷暖房・給湯、プール・温浴施設の給湯
道路等の融雪、農業ハウスの冷暖房など



(地中熱利用促進協会)

5

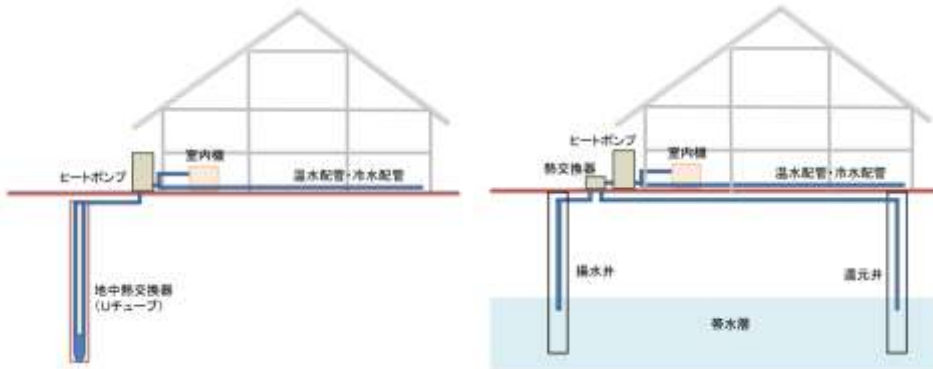
地中熱ヒートポンプシステム

施設園芸への適用

クローズドループ

オープンループ

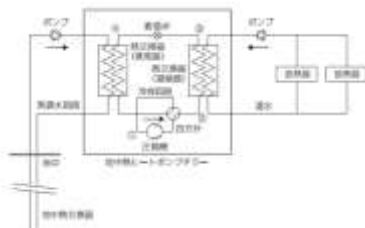
地下水熱とも、井水熱とも呼ばれる



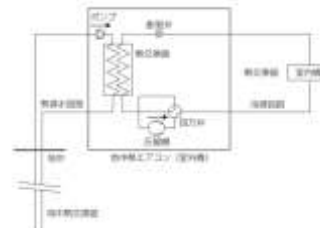
オープンループには、この図に示した還元方式の他に
放流方式もある。

6

地中熱ヒートポンプの種類

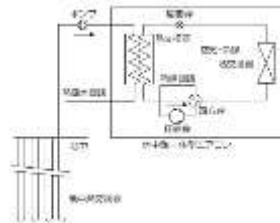


地中熱ヒートポンプチラー(水-水ヒートポンプ)



地中熱エアコン(水-空気ヒートポンプ)

(地中熱ヒートポンプシステム
施工管理マニュアル改訂版による)



地中熱一体型エアコン(水-空気ヒートポンプ)

地中熱にできること



住宅・建物の空調・給湯



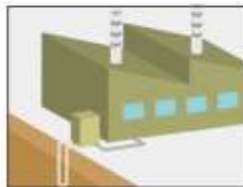
道路・駐車場の融雪



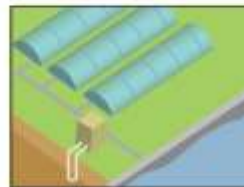
地域熱供給での冷温水供給



プール・温泉の加温



工場の冷温水利用



施設園芸・養殖場の湿度管理

(地中熱利用促進協会)

8

地中熱ヒートポンプの施設別件数 (1981年～2019年)



図 3 地中熱ヒートポンプシステムの導入箇所別設置件数 (2019年度末)

(環境省, 2021) 9

地中熱の利用実績、品種

地中熱の利用実績

- ・果物、野菜： イチゴ、トマト、カラーピーマン、みかん、バナナ、レタスなど
- ・キノコ： シイタケ、きくらげ
- ・花卉： 胡蝶蘭、アストロメリアなど

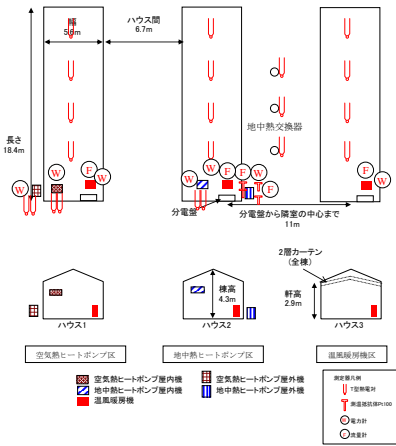
地中熱ヒートポンプの利用に向いている品種：

- ・通年栽培などで温度管理が必要なもの
- ・エネルギー多消費型のもの
- ・土壌の温度管理が有効なもの

10

地中熱ヒートポンプと他熱源との比較 省エネ性

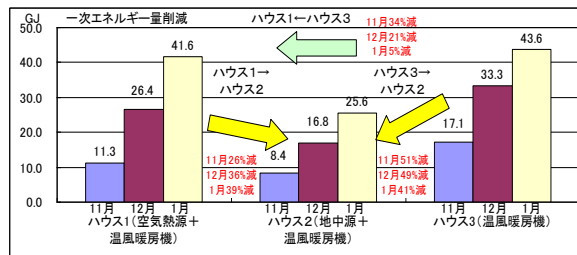
導入予定ハウスの間取り・配置等のイメージ図



茨城県農業総合センター園芸研究所

平成22年度「緑の分権改革」推進事業:
茨城県 地中熱ヒートポンプ ハウス栽培活用実証調査 資料 11

地中熱ヒートポンプと他熱源との比較 省エネ性



エネルギー消費量の実績

項目	単位	ハウス1(空気熱源 + 温風暖房機)			ハウス2(地中源 + 温風暖房機)			ハウス3(温風暖房機)		
		11月	12月	1月	11月	12月	1月	11月	12月	1月
HP電力量	kWh	741	1,294	1,333	721	1,324	1,300	0	0	0
温風暖房機灯油消費量	L	122	392	794	49	129	365	453	885	1,163
温風暖房機電力量	kWh	14	46	57	7	21	57	50	88	106

一次エネルギー換算による省エネ性比較

項目	単位	ハウス1(空気熱源 + 温風暖房機)			ハウス2(地中源 + 温風暖房機)			ハウス3(温風暖房機)		
		11月	12月	1月	11月	12月	1月	11月	12月	1月
HP電力量	MJ	6,667	11,645	12,000	6,486	11,917	11,700	0	0	0
温風暖房機灯油消費量	MJ	4,494	14,388	29,133	1,801	4,741	13,396	16,624	32,490	42,681
温風暖房機電力量	MJ	128	417	517	65	186	517	446	789	952
合計	GJ	79.4			50.8			94.0		

電力の発熱量原単位は資源エネルギー庁資料による9MJ/kWh
灯油の発熱量原単位は資源エネルギー庁資料による36.7MJ/L

平成22年度「緑の分権改革」推進事業:
茨城県 地中熱ヒートポンプ ハウス栽培活用実証調査 資料 12

地中熱クローズドループ

イチゴ「越後姫」の超促成栽培の実証試験施設



イチゴ栽培状況



冷水による“クラウン”温度調整



地中熱ヒートポンプ

種別： 地中熱クローズドループ
 場所： 聖籠町 新潟県園芸研究センター
 竣工： 2013.8
 用途： 越後姫栽培
 出力： 温水6kW、冷水4kW
 熱交換器： 100m(W)×1本
 補助金： なし
 エネルギー削減率： 調査中



新潟のイチゴ「越後姫」



地中熱交換器の設置工事

(新潟県地中熱利用研究会の資料)

13

地中熱、雪氷冷熱、LED利用の植物工場

新潟県南魚沼市:野菜



人工光による栽培



スノーレタス

種別： 地中熱クローズドループ
 場所： 南魚沼市浦佐
 監修： 菱機工業株式会社
 運営： 佐々木農園
 竣工： 2014
 用途： 植物工場の空調
 出力： 33.5kW×1台
 熱交換器： 100m×2本 (W)
 補助金： 平成24年度経産省(先端農業産業化システム実証事業)
 エネルギー削減率： 約25%
 (対 空冷ヒートポンプ)



地中熱ヒートポンプ



遠隔監視制御対応のモニター

(新潟県地中熱利用研究会の資料)

14

地中熱オープンループ(地下水熱)

新潟県南魚沼市:しいたけ



種別： 地中熱オープンループ
場所： 南魚沼市茗荷谷
運営： 八色しいたけ事業協同組合
竣工： 2012年
用途： きのご菌床培養棟 4 棟の空調
出力： 暖房能力 30.45kW
冷房能力 25.0kW
1 棟に4台 計16台

補助金： 環境省平成24年度地域再生可能
エネルギー熱導入促進事業（地中熱利用）
エネルギー削減率： 約65%
（対 灯油ボイラー+空冷ヒートポンプ）

培養棟

地中熱ヒートポンプ

菌床培養施設の空調に利用、灯油暖房と
空気熱エアコンとの比較で65%のランニ
ングコスト削減。
イニシャルコストを2.5年で回収。

（新潟県地中熱利用研究会の資料）

15

地中熱オープンループ(地下水熱)

横須賀市:キクラゲ



生産しているキクラゲ



地中熱ヒートポンプで生産ハウス
内の温度を管理している。



キクラゲの生産ハウス



地下水(井水)を利用したオープン
ループ方式の地中熱ヒートポンプ

（地中熱利用ガイドブック Vol.5）

16

地中熱と太陽熱の利用

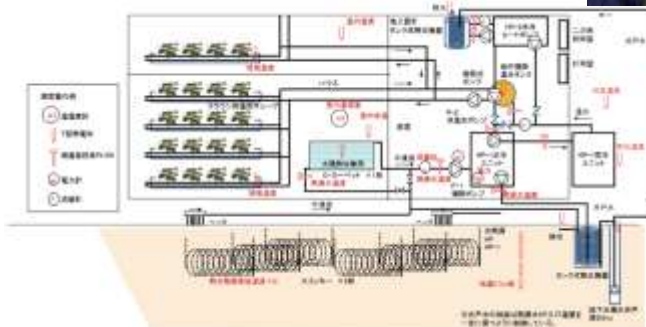
宮城県山元町：イチゴ



タンク式熱交換器



太陽熱集熱部



地中熱ヒートポンプ

イチゴのクラウンを冷却・加温するための地中熱ヒートポンプシステム (地中熱利用ガイドブック Vol.5) ¹⁷

地中熱オープンループ(地下水熱)

富山県：しいたけ栽培工場



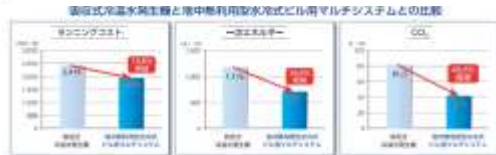
しいたけ栽培工場「あしつきの森」



地中熱ヒートポンプに熱源水を配給するヘッダー



地下水(井水)利用の地中熱ヒートポンプ



(地中熱利用ガイドブック Vol.6) ¹⁸

地中熱オープンループと空気熱のハイブリッド

熊谷市の観光イチゴ農園



観光イチゴ農園「いちごファームKumagaya」



イチゴの親株を専用の高設苗床で育てる。



イチゴのクラウン部分を冷却・加温し開花をコントロールする。



冷却と加温のパイプを設置した高設苗床



50mの高設苗床16床の温度を3台の地中熱ヒートポンプ(空気熱とのハイブリッド方式)で制御。

(地中熱利用ガイドブック Vol.4)

19

地中熱を利用したハウスミカン

佐賀県果樹試験場



地中熱交換器の設置工事



佐賀県果樹試験場の実証ハウス



ハウス内を暖房する室内機 地中熱ヒートポンプ

(地中熱利用ガイドブック Vol.8)

20

半地下の農業ハウス

栃木県宇都宮市：イチゴ



半地下の農業ハウス



高設栽培でイチゴの周年栽培を行う。



地中熱ヒートポンプを設置した機械室



大谷石の砕石をケースに入れて側壁に積み上げて放射冷却する。



機械室内部の地中熱ヒートポンプ

大谷石採石場廃坑跡に隣接した4棟の農業ハウスは木造建て、延べ床面積525㎡。農地を1.5m掘り下げた半地下構造で、実証実験の結果、1.5m程度掘り下げ、地中熱を有効活用し、夏期でも外気温に関係なく26℃～27℃程度で安定するハウスになっている。

(地中熱利用ガイドブック Vol.8)

21

下水熱(処理水の熱)利用

新潟県西川浄化センター：ワサビ



西川浄化センター



下水処理水路での熱交換器設置工事



ワサビ栽培



温室室内機



ヒートポンプ

(ゼネラルヒートポンプ工業資料)

22

ガイドブック・企業名鑑

毎年発行、自治体に無償配布



まとめ

- 施設園芸での地中熱利用は、国の政策に位置付けられている。
- 地中熱利用には地中熱交換器を用いるクローズドループ、地下水と熱交換するオープンループがあり、農業施設には全国で175件の実績がある。
- 施設園芸での地中熱利用は、省エネ性が高く、CO2削減効果大きい。
- 品種で見ると、イチゴ、トマト、カラーピーマン、みかん、バナナ、レタス、シイタケ、きくらげ、胡蝶蘭、アストロメリアなどの実績がある。