



再生可能エネルギー熱利用に関わる技術開発 -SDGs対応型施設園芸の実現に向けた再エネ熱の貢献-

2023年2月28日
SDGs対応型施設園芸事例普及事業シンポジウム

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)
新エネルギー部 熱利用グループ
大竹正巳 otakemsm@nedo.go.jp

1

NEDOについて



1970年代に世界を襲った二度のオイルショック。エネルギーの多様化が求められる中、新エネルギー・省エネルギー技術開発の先導役として、1980年にNEDOが誕生しました。のちに産業技術に関する研究開発業務が追加され、今日に至るまでNEDOは、技術開発マネジメント機関として、エネルギー・環境技術、産業技術の開発・実証を推進し、イノベーション創出を後押ししています。

- 1980 ● 「新エネルギー総合開発機構」設立
- 1988 ● 産業技術研究開発業務を追加し、「新エネルギー・産業技術総合開発機構」に改称
- 1996 ● 石炭鉱害事業団と統合、石炭鉱害賠償等業務の追加
- 2003 ● 「独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構」設立
- 2006 ● 京都メカニズムクレジット取得事業を追加
- 2007 ● 石炭鉱害復旧経過業務終了
- 2012 ● 石炭・地熱業務をJOGMECIに移管
- 2014 ● 技術戦略研究センター設置
- 2015 ● 「国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構」に改称
- 2016 ● 京都メカニズムクレジット取得事業終了



1986年
兵庫県六甲アイランドにて、初の大規模系統連系の実験を開始



2012年
商用モデル実証水素ステーションを建設

2

NEDOについて



イノベーション・アクセラレーターとしてのNEDOの役割

技術戦略の策定、プロジェクトの企画・立案を行い、プロジェクトマネジメントとして、産学官の強みを結集した体制構築や運営、評価、資金配分等を通じて技術開発を推進し、成果の社会実装を促進することで、社会課題の解決を目指します。



3

NEDOについて



ミッション

エネルギー・
地球環境問題の解決

産業技術力の強化

予算

予算 **1602**億円

(2021年度当初予算)

※表記の他、特定公募型研究開発基金を設置し、以下の事業を実施。

- ムーンショット型研究開発事業
- ポスト5G情報通信システム基盤強化研究開発事業
- グリーンイノベーション基金事業

エネルギーシステム分野

551億円

【技術内容】

- 系統対策技術
- 蓄電池等のエネルギー貯蔵技術
- 水素の製造から貯蔵・輸送利用に関する技術
- 再生可能エネルギー技術 等

省エネルギー・環境分野

417億円

【技術内容】

- 未利用熱エネルギーの活用技術
- 高効率石炭火力発電技術開発
- フロン対策技術
- 国際実証、JCM 等
- 環境調和型プロセス技術
- 二酸化炭素回収・有効利用・貯留技術
- 資源選別・金属精錬技術等の3R技術

産業技術分野

486億円

【技術内容】

- ロボット・AI技術
- IoT・電子・情報技術
- ものづくり技術
- 材料・ナノテクノロジー
- バイオテクノロジー 等

新産業創出・シーズ発掘等分野

70億円

【技術内容】

- 研究開発型ベンチャーの育成
- オープンイノベーションの推進 等

4

説明内容



1. 再生可能エネルギー熱の特徴と利用状況
2. 再生可能エネルギー熱利用の政策的位置づけと課題
3. NEDO技術開発の農業分野への適用
4. SDGs対応型施設園芸の実現に向けた再エネ熱の役割

5



再生可能エネルギー熱の特徴と利用状況

6

再生可能エネルギー

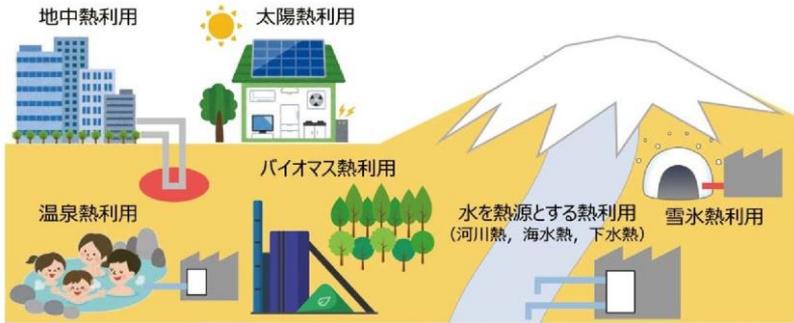


再生可能エネルギー(電気)

太陽光、風力、水力、バイオマス、地熱 (固定価格買取制度の対象)

再生可能エネルギー(熱)

太陽熱、地中熱、バイオマス熱、雪氷熱、温泉熱、河川熱、海水熱、下水熱



出典：NEDO技術戦略研究センターレポート「再生可能エネルギー熱利用分野の技術戦略策定に向けて」(NEDO,2021)

再生可能エネルギー熱



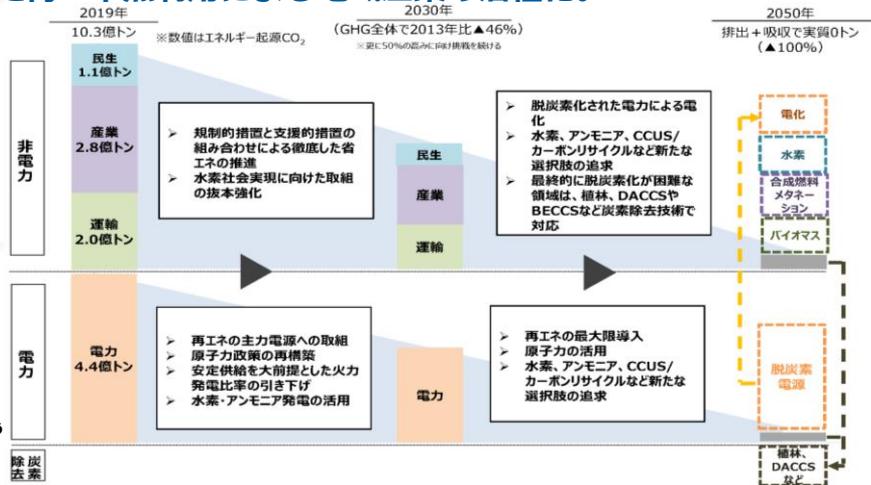
<p>地中熱利用</p> <p>昼夜間又は季節間の温度変化の少ない浅い地盤中(通常地下10~200m位)と外気や水熱媒を熱交換することにより、冷暖房や給湯等に利用。</p> <p>地下の温度は年間を通してほぼ一定であり、地上と比べて夏は涼しく、冬は暖かい。</p>	<p>太陽熱利用</p> <p>太陽光エネルギーが集熱器へ照射することによって発生する熱エネルギーを使い、水や空気等の熱媒体を温め、給湯や暖房等に利用。</p> <p>集熱器 貯湯槽</p>	<p>バイオマス熱利用</p> <p>動植物由来のバイオマス原料を直接燃焼したり、メタン発酵によってバイオガスとして燃焼することで熱源として利用。</p> <p>原料は木質チップや下水汚泥など多種多様である。</p>
<p>雪氷熱利用</p> <p>冬季に降り積もった雪や冷たい外気によって凍結した氷などを冷熱源として夏季まで保存しておき、その冷気を融けてできた冷たい水を冷房等に利用。</p> <p>寒冷地の気象特性を活用するため利用地域は限定されるが、冷熱として活用可能。</p>	<p>温泉熱利用</p> <p>源泉や排湯の熱エネルギーを利用。熱利用後の温泉温度に応じて、二次利用、三次利用と多段階的な活用も可能。</p>	<p>海水・河川・下水熱利用</p> <p>河川・海水・下水の水温は夏は気温よりも低く、冬は気温よりも高いため、夏は冷熱、冬は温熱として利用。</p> <p>水源があれば活用可能で、規制等があるが比較的適用範囲が広い。</p>

再生可能エネルギー熱



- 持続可能な国産エネルギーを使用することから、エネルギー安全保障に寄与。
- 省エネ/節電による電力消費の抑制、CO2排出量削減効果。
- 地域特性を活かした再エネ熱利用による地域産業の活性化。

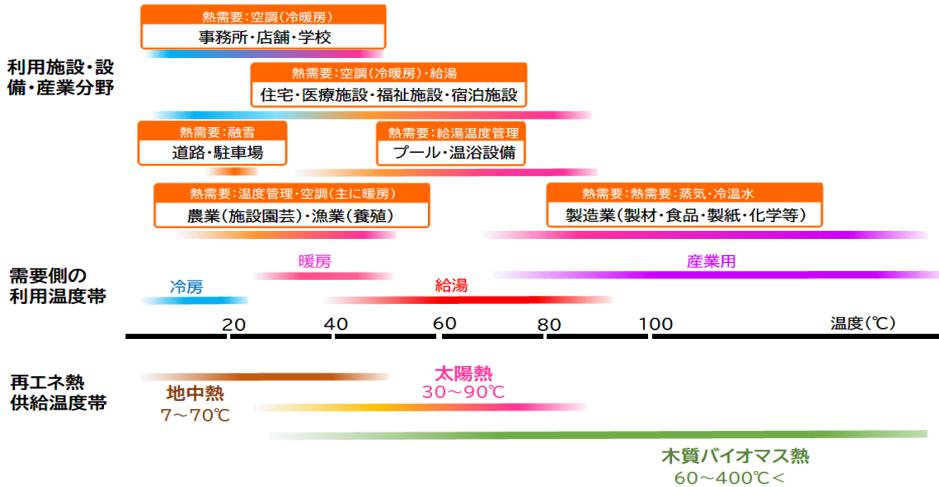
2050年カーボンニュートラルの実現に貢献。



再生可能エネルギー熱



- 再エネ熱は、変換機器（熱交換器、ヒートポンプ、ボイラー、集熱器など）を用いることで家庭用、業務用、産業用の広い用途の熱需要に対応。特に熱需要の大きい施設での利用が効果的。



出典：2022年再生可能エネルギー熱利用オンラインシンポジウム「地域脱炭素への再エネ熱の活用」（再エネ熱利用促進連絡会）資料

再エネ熱の利用事例(地中熱×市庁舎)



青森市役所・本庁舎

地中熱を駐車場やエントランス付近の融雪、庁舎内の冷房に活用しています。



導入者の声

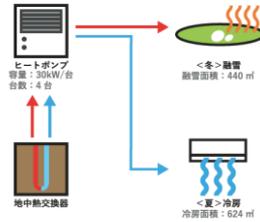
きっかけ

新庁舎の建設に当たり、「環境負荷を低減し、環境にやさしい庁舎とする」ことを建設方針として定め、再エネの導入を検討しました。太陽光発電は、十分な設置場所の確保が難しく、また積雪によって冬期間の利用が難しいことから、過年で利用できる地中熱を活用することとしました。

使ってみて

従来のボイラーなどに比べてランニングコストがからなくなりました。また、地中熱ヒートポンプの稼働状況や、CO₂削減効果などを示すモニターを庁舎のロビーに設置しており、市民への情報発信や小学生への環境教育等に役立っています。

システム図



概要

活用補助金	二酸化炭素排出抑制対策事業費等補助金(環境省)
ランニングコスト削減率	約 49% (対灯油比)
CO ₂ 排出量削減率	約 82% (対灯油比)
採熱方式	クローズドループポアホール方式
深度・本数	約 100m×16本
施工年度	2019年度

出典：熱利用事例集(青森県エネルギー総合対策局, 2022年)
https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/energy/enerugi/files/R4netsurikatsuyoujireis_hu_webkeisaiyou.pdf

再エネ熱の利用事例(温泉熱×施設園芸)



観光いちご園アグリーな田んぼアートの里

温泉熱をいちご栽培に活用しています。



導入者の声

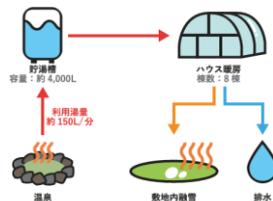
きっかけ

近隣に利用可能な温泉があったことから「田んぼアートの里」のブランド化に向けた取組の一環として、いちご栽培に温泉熱を利用するシステムを導入しました。温泉熱をタンクに貯め、ポンプによりパイプを通じて循環させて培地を加温することで、冬期間のいちご栽培をしています。

使ってみて

温泉熱の活用によって、冬期間におけるハウス内の温度管理が容易になりました。また、泉質上、配管にスケールが付着することはほとんどないため、手間がかからず、ランニングコストが大きく抑えられています。ハウス加温後の温泉水はハウス付近の融雪に役立っています。

システム図



概要

熱利用設備費	約 1,224 万円
活用補助金	地方創生加速化交付金(田舎館村)
補助金額	約 1,224 万円
ランニングコスト	燃料は使用していない
CO ₂ 排出量削減率	約 100%
源泉温度	約 41°C
pH	8.5
泉質	ナトリウム・塩化物泉
施工年度	2016・2017年度

出典：熱利用事例集(青森県エネルギー総合対策局, 2022年)
https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/energy/enerugi/files/R4netsurikatsuyoujireis_hu_webkeisaiyou.pdf

再エネ熱の利用事例(温泉熱×施設園芸)



(株) 阿部工務店

温泉熱をメロン栽培に活用しています。

熱利用先

熱利用先

施設外観

熱利用先

熱利用先

熱源設備

導入者の声

きっかけ

(株) 阿部工務店(本社:五所川原市)がつかがる市で経営する温泉施設では、温泉熱を温泉施設内の床暖房や、駐車場の融雪に活用していました。さらに温泉を活用した何か新たな事業展開が可能ではないかと考え、メロンのハウス栽培に取り組むこととしました。

使ってみて

重油を一切使用せずに冬期間にメロン栽培ができ、ランニングコストの大幅な削減につながっています。

また、新年の初セリに間に合う時期にメロンを収穫できるため、高値がついています。今後も事業を拡大し、雇用等を拡大していきたいと考えています。

システム図

概要

熱利用設備費	約 100 万円
導入費回収年数	約 1.5 年
源泉温度	約 59.6℃
pH	7.5
泉質	ナトリウム・塩化物泉
施工年度	2008 年度・2021 年度

出典：熱利用事例集(青森県エネルギー総合対策局, 2022年)
https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/energy/enerugi/files/R4netsurikatsuyoujireis_hu_webkeisaiyou.pdf

13

再エネ熱の利用事例(温泉熱×養殖)

(株) 東北すっぽんファーム

温泉熱をすっぽんの養殖に活用しています。

熱利用先

熱利用先

施設外観

熱利用先

熱源設備

導入者の声

きっかけ

「すもも沢温泉郷」の温泉を活用した事業展開を検討していたところ、栃木県で温泉をトラフグの養殖に活用している事例を知りました。すもも沢温泉の泉質を調査し、ウナギやすっぽんの養殖に適していることが判明したため、すっぽん養殖に取り組むこととしました。

使ってみて

温泉と地下水それぞれを流量調整し、水槽内の水温をすっぽんの養殖に適した 28℃前後の温度になるようにしており、ガスやボイラー等を利用せずに済んでいます。

すっぽんは温泉の成分により生きがいいと評価され、主に都内の有名店にも卸しています。

システム図

概要

ランニングコスト	電気代約 1 万円/月
源泉温度	約 42.5℃
pH	8.7
泉質	アルカリ性単純温泉
施工年度	2011 年度

出典：熱利用事例集(青森県エネルギー総合対策局, 2022年)
https://www.pref.aomori.lg.jp/soshiki/energy/enerugi/files/R4netsurikatsuyoujireis_hu_webkeisaiyou.pdf

14

7



再生可能エネルギー熱利用の政策的位置づけと課題

15

再生可能エネルギー熱利用の政策的位置づけ



第5次および第6次エネルギー基本計画

- ▶ 地域に賦存する地下の蒸気・熱水を活用した地熱発電、小河川や農業用水などを活用した中小水力、地域に賦存する木質を始めとしたバイオマス、太陽熱・地中熱等の再生可能エネルギー熱等は、コスト低減に資する取組を進めることで、コスト面でもバランスのとれた分散型エネルギーとして重要な役割を果たす可能性がある。また、地域に密着したエネルギー源であることから、自治体や地域企業や住民を始め、各地域が主体となって導入が進んでいくことが期待される。
- ▶ 現時点において、我が国の最終エネルギー消費の過半は熱利用を中心とした非電力部門が占めており、2050年カーボンニュートラルを見据え、省エネルギーや燃料転換などにより、更に熱を効率的に利用する必要がある。熱の利用は、個人・家族の生活スタイルや地域の熱源の賦存の状況によって、様々な形態が考えられることから、生活スタイルや地域の実情に応じた、柔軟な対応が可能となる取組が重要である。
- ▶ 地域の特性を活かした太陽熱、地中熱、バイオマス熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等の再生可能エネルギー熱をより効果的に活用していくことも重要である。

16

再エネ熱利用の政策的位置づけ



地球温暖化対策計画(2021年)

- 地域性の高いエネルギーである再生可能エネルギー熱（太陽熱、地中熱、雪氷熱、温泉熱、海水熱、河川熱、下水熱等）を中心として、下水汚泥・廃材・未利用材等によるバイオマス熱等の利用や、廃棄物処理に伴う廃熱等の未利用熱の利用を、経済性や地域の特性に応じて進めていくとともに、運輸部門における燃料となっている石油製品を一部代替することが可能なバイオ燃料、水素をはじめとする脱炭素燃料等の利用も重要である。再生可能エネルギー熱等の供給設備の導入支援を図るとともに、様々な熱エネルギーを地域において有効活用するモデルの実証・構築等を行うことで、再生可能エネルギー熱等の導入拡大を目指す。

2050年カーボンニュートラルに伴うグリーン成長戦略(2021年)

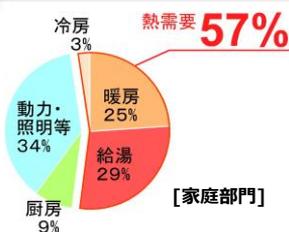
- ⑧物流・人流・土木インフラ産業：国土交通分野のカーボンニュートラル実現に関して記載。一部、官民連携による下水熱利用の推進策（下水熱利用マニュアルの改訂、案件形成促進）に言及。
- ⑨食料・農林水産業：農林業分野のカーボンニュートラル実現に関して記載。一部、木質バイオマスエネルギー熱利用等の推進に言及。

17

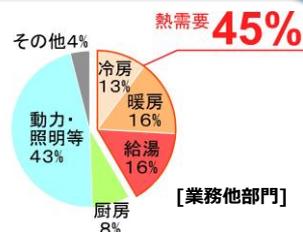
日本のエネルギー需要構造



エネルギー消費
の用途別割合
(2018年度)

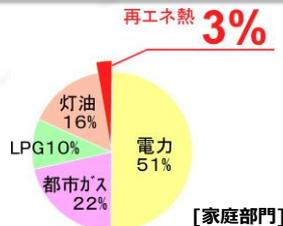


[家庭部門]

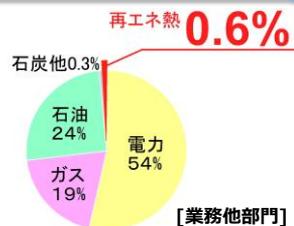


[業務他部門]

エネルギー源
(2018年度)



[家庭部門]



[業務他部門]

資源エネルギー庁「エネルギー白書2020」に基づいて作成
業務他部門：事務所・ビル、学校、病院、ホテル・旅館、劇場・娯楽場等

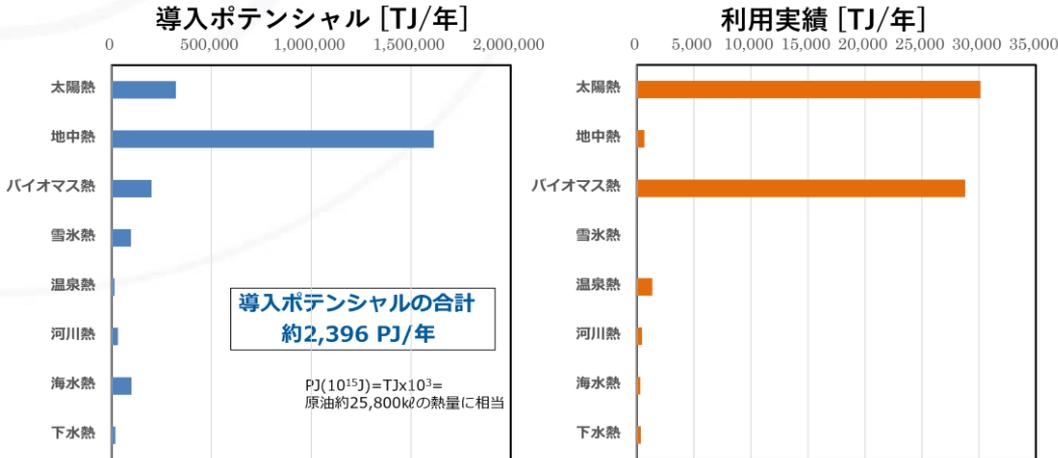
- 熱需要は大きいですが、再エネ熱の利用割合は極めて小さい。
- 脱炭素化社会の実現に向けて、電力の再エネ化のみならず再エネ熱の利用も重要。

18



再エネ熱の導入可能量と利用実績

- 導入ポテンシャル合計は、家庭部門・業務他部門の熱需要と同程度（約2,400PJ/年）。
- 導入ポテンシャルは地域偏在性の低い地中熱が最も大きい。
- 太陽熱とバイオマス熱の利用実績が多いが、導入ポテンシャルの3%程度。



出典：NEDO技術戦略研究センターレポート「再生可能エネルギー熱利用分野の技術戦略策定に向けて」（NEDO,2021）
データは平成29年度成果報告書「再生可能エネルギー熱利用システムの普及に向けた技術開発に関する調査」（NEDO,2018）に基づく。

NEDO再エネ熱利用技術開発の経緯



NEDO技術開発の農業分野への適用

21

再エネ熱利用技術開発の事例(流水熱×施設園芸)

テーマ名：地中熱・流水熱利用型クロズドシステム技術開発（委託事業）
 事業者：ジオシステム(株)、農研機構、東北大学、八千代エンジニアリング(株)
 事業期間：2014年7月～2019年2月

【目的】浅層地下水や農業用水を熱源とした低コスト空調システム利用技術の開発

- 【目標】
- ・浅層地下水熱や用水熱の利用に適した熱交換器の開発と実証。
 - ・HP運用最適化と不凍液不使用システムの開発。
 - ・浅層地下水熱や流水熱利用の普及のための導入適地マッピング技術の開発。

【実施手順】

流水路内設置型熱交換器の製作



室内水路試験による検証



農業用水路での実証試験



実証用熱利用システムは花卉種（パンジー、サクラソウ、マリーゴールドの苗）の栽培用ハウスに導入。

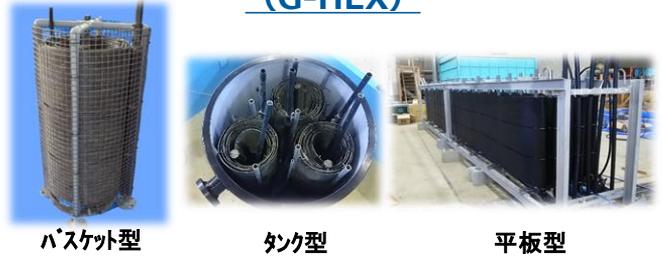
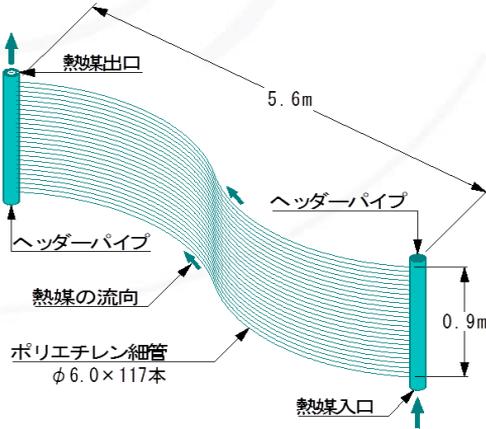
22

流水熱交換器の開発・実証試験



ポリエチレン製熱交換器 (G-カーペット)

熱交換器ユニット (G-HEX)



- ポリエチレン樹脂 (PE100) 素材の採用により、50年超の推定寿命。
- 海水や温泉水等の腐食性の水質に強く、サビ対策も不要。
- 目詰まりに強く、熱源水の水質の影響を受けない。
- 工場排水、井水、河川、湖沼、海水など未利用熱回収としても有効。

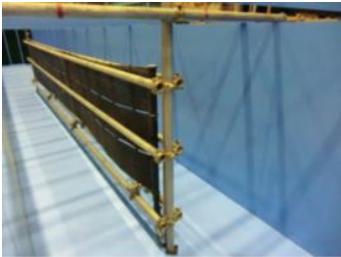
23

流水熱交換器の開発・実証試験

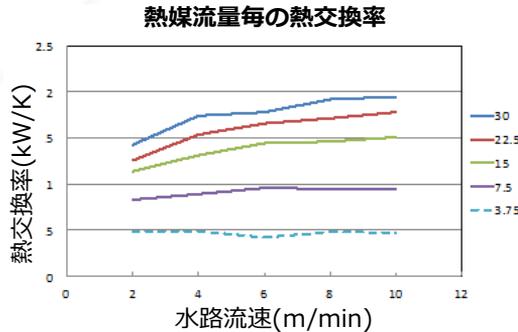


室内試験結果のまとめ

- 室内試験水路において、流速変化による採熱量を検証した結果、水路流速および熱媒流量が大きいほど、熱交換率が高いことが確認された。
(水路流速 2m/分：熱交換率1.2kW/K、水路流速10m/分：熱交換率1.9kW/K)
- 熱交換器の水没割合が減少（水位が低下）する程、熱交換率が減少した。
- ゴミ流下実験の結果、遮断板を設置することで、いずれの流速条件下でもゴミ附着量は僅かであった。



試験水路
(全長15m、幅1.6m、高さ1.6m)



ゴミ流下実験で用いた材料

24

流水熱交換器の開発・実証試験

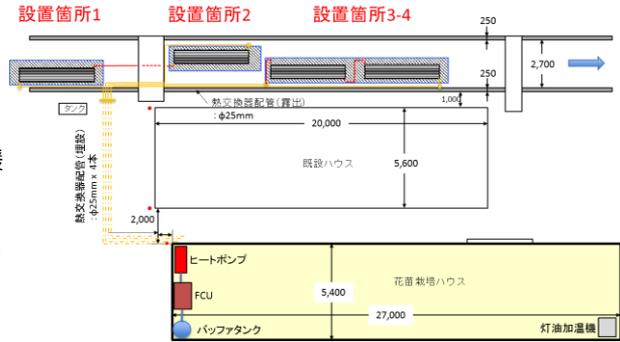
農業用水路での実証試験(東京都昭島市)

- ・ 1.5年間の冷暖房運転による採放熱の計測と性能評価
- ・ ビニールハウス：間口5.4m、奥行27.0m、高さ2.5m
- ・ 熱交換器（G-カーペット）4枚
- ・ ヒートポンプシステム：暖冷房能力10kW 1台
- ・ 熱媒：水（不凍液不使用）
- ・ FCU：暖房能力 13.52kW
冷房能力 7,22kW



用水路と隣接するハウス

- * ハウスは花卉種（パンジー、サクラソウ、マリーゴールドの苗）の栽培用。従来灯油加温機による暖房のみだったが、パンジーなどは発芽温度が 20℃前後のため本実証試験では冷房も行った。
- * 不凍液の漏洩による環境汚染を防止するため、熱媒に不凍液を使用せず水を使用した。
- * 暖房時の不凍液不使用熱媒の温度を監視してヒートポンプの運転を制御する熱媒凍結防止方法を開発。



実証試験の設備・機器の配置

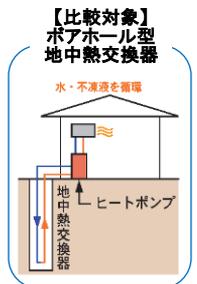
25

流水熱交換器の開発・実証試験



実証試験結果のまとめ

- 流水熱交換器はボアホール型地中熱交換器と比べて約半分のコストで導入可能。
- 冬期は凍結防止対策としてハイブリッド（流水熱源＋空気熱源HP）運転を行うため、ボアホール型（地中熱源）よりも消費電力は増えるが、従来の灯油加温機と比べて運用コストは削減できる。
- マリーゴールドとパンジーの花苗栽培時に冷房運転を実施した結果、花苗の冷却は出荷時期調整に有効であることを確認した。



流水路熱交換器とボアホール型地中熱交換器のコスト設置比較

(前提条件: 10kWHPの熱源を使用、熱量kW当りの設置費で比較)

項目	諸元	数量	単価	合計	円/kW	項目	諸元	数量	単価	合計	円/kW
G-カーペット	5.6m × 0.9m	4枚	100,00	400,000		ボアホール掘削	75m × 2本	150m	15,000	2,250,000	
工事費		一式		600,000		工事費		一式		200,000	
合計				1,000,00	100,00	合計				2,450,00	245,000

流水路熱交換器のコスト
(採放熱量: 10kW⇒4枚設置、2.5kW/1枚と仮定)

ボアホール型熱交換器のコスト
(採放熱量: 10kW⇒75m × 2本掘削、67W/mと仮定)

26

SDGs対応型施設園芸の実現に向けた再エネ熱の役割

27

SDGs対応型施設園芸の実現に向けた再エネ熱の役割

1. 再エネ熱利用に関わる既存技術・ノウハウの施設園芸への導入により、ランニングコストおよびCO2排出量の削減効果がある。
2. 再エネ熱を熱源とする熱利用システムの技術開発を促進させることで、システム全体の高効率化・低コスト化を図り、更なるイニシャル/ランニングコストの削減、投資回収年数の短縮、作物の収量、収益率の向上が期待できる。
3. 化石燃料由来の一次エネルギーの代替として、地域特性を活かした再エネ熱（例えば、地中熱、温泉熱）および身近にある農業用水を熱源に取り入れた熱利用システムの構築は、施設園芸農業の脱炭素化を実現するために有効な方策である。

28



国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
New Energy and Industrial Technology Development Organization