

## **【事例紹介】未利用熱源の利用技術**

**空気熱・地中熱ハイブリットヒートポンプを活用した  
いちご栽培における省エネ・CO<sub>2</sub>削減効果について**

**新潟県農業総合研究所園芸研究センター  
(新潟県地中熱利用促進協議会との共同研究により実施)**

# 背景と目的

令和3年5月  
農林水産省

## みどりの食料システム戦略（概要） ～食料・農林水産業の生産力向上と持続性の両立をイノベーションで実現～ MIDORI Strategy for Sustainable Food Systems

### 現状と今後の課題

- 生産者の減少・高齢化、地域コミュニティの衰退
- 温暖化、大規模自然災害
- コロナを契機としたサプライチェーン混乱、内食拡大
- SDGsや環境への対応強化
- 国際ルールメーキングへの参画

「Farm to Fork戦略」(20.5)  
2030年までに化学農薬の使用及びリスクを50%減、有機農業を25%に拡大

「農業イノベーションアジェンダ」(20.2)  
2050年までに農業生産量40%増加と環境フットプリント半減

**農林水産業や地域の将来も見据えた持続可能な食料システムの構築が急務**

### 持続可能な食料システムの構築に向け、「みどりの食料システム戦略」を策定し、中長期的な観点から、調達、生産、加工・流通、消費の各段階の取組とカーボンニュートラル等の環境負荷軽減のイノベーションを推進

#### 目指す姿と取組方向

##### 2050年までに目指す姿

- 農林水産業のCO2ゼロエミッション化の実現
- 低リスク農薬への転換、総合的な病害虫管理体系の確立・普及に加え、ネオニコチノイド系を含む従来の殺虫剤に代わる新規農薬等の開発により化学農薬の使用量（リスク換算）を50%低減
- 輸入原料や化石燃料を原料とした化学肥料の使用量を30%低減
- 耕地面積に占める有機農業の取組面積の割合を25%(100万ha)に拡大
- 2030年までに食品製造業の労働生産性を最低3割向上
- 2030年までに食品企業における持続可能性に配慮した輸入原材料調達の実現を目指す
- エリートツリー等を林業用苗木の9割以上に拡大
- ニホンウナギ、クロマグロ等の養殖において人工種苗比率100%を実現

##### 戦略的な取組方向

2040年までに革新的な技術・生産体系を順次開発（技術開発目標）  
2050年までに革新的な技術・生産体系の開発を踏まえ、今後、「政策手法のグリーン化」を推進し、その社会実装を実現（社会実装目標）

※政策手法のグリーン化：2030年までに施策の支援対象を持続可能な食料・農林水産業を行う者に集中。  
2040年までに技術開発の状況を踏まえつつ、補助事業についてカーボンニュートラルに対応することを目指す。  
補助金拡充、環境負荷軽減メニューの充実とセットでクロスコンプライアンス要件を充実。

※革新的な技術・生産体系の社会実装や、持続可能な取組を後押しする観点から、その時点において必要な規制を見直し。  
地産地消型エネルギーシステムの構築に向けて必要な規制を見直し。

##### 期待される効果

経済	持続的な産業基盤の構築	社会	国民の豊かな食生活 地域の雇用・所得増大	環境	将来にわたり安心して暮らせる地球環境の継承
・輸入から国内生産への転換（肥料・飼料・原料調達）		・生産者・消費者が選択した健康的な日本型食生活		・環境と調和した食料・農林水産業	
・国産品の評価向上による輸出拡大		・地域資源を活かした地域経済循環		・化石燃料からの切替によるカーボンニュートラルへの貢献	
・新技術を活かした多様な働き方、生産者のすそ野の拡大		・多様な人々が共生する地域社会		・化学農薬・化学肥料の抑制によるコスト低減	

アジアモンステン地域の持続的な食料システムのモデルとして打ち出し、国際ルールメーキングに参画（国連食料システムサミット（2021年9月）など）

※農林水産省HPより

2050年までに、化石燃料を使用しない施設への完全移行を目指す

# 背景と目的

## 【園芸用施設の設置等の状況】 加温設備の種類別設置実面積の推移

(単位 : h a)

加温種類	年次	平成15年	17年	19年	21年	24年	26年	28年	30年	令和2年	令和3年	令和4年	令和5年
加温設備等のあるもの		22,828	22,712	22,311	21,581	20,002	17,406	17,308	17,388	16,947	17,071	16,676	16,512
化石燃料のみに依存するもの		22,184	22,051	21,641	20,755	19,266	16,253	15,623	15,657	15,288	15,286	14,899	14,592
石油利用等		22,037	21,891	21,493	20,610	19,174	16,161	15,534	15,576	15,161	15,110	14,651	14,327
LPガス・LNガス		147	160	148	145	92	92	89	80	128	183	261	265
化石燃料のみに依存しないもの		791	822	798	972	828	1,246	1,774	1,812	1,659	1,786	1,777	1,917
木質系バイオマス		...	...	...	...	...	67	88	95	107	121	132	116
ヒートポンプ		6	3	13	148	243	401	685	709	742	965	1,018	1,094
太陽熱利用(地中蓄熱等)		22	25	10	14	16	12	17	15	10	8	8	7
地下水等利用(地熱水、ウォーターカーテン等)		557	601	583	604	421	651	876	878	765	670	606	675
都市ゴミ・産業廃棄物		...	...	...	...	...	6	6	5	12	13	12	10
その他		44	16	26	31	17	16	13	30	23	11	11	19

【新潟県 (R5年)】

加温設備あり : 180.5 ha  
 化石燃料のみに依存 : 172.4 ha  
 化石燃料のみに依存しない : 8.1 ha

※農林水産省HPより

依然として化石燃料利用が多く、省エネ機器の普及が進んでいない

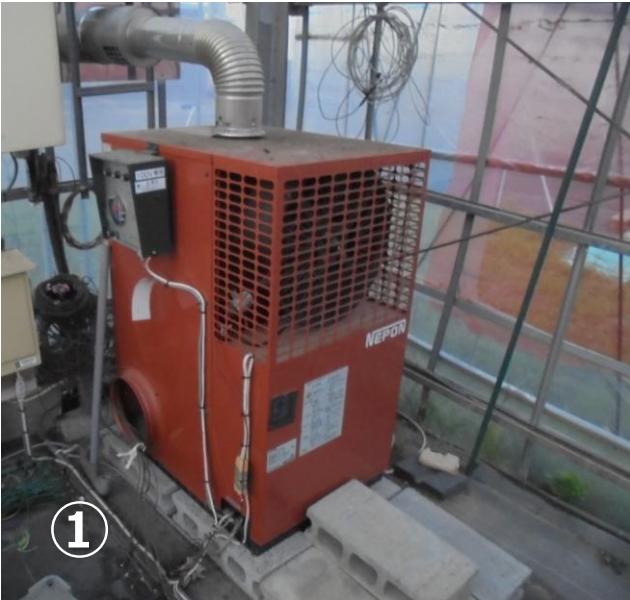
## 背景と目的

#### 【新潟県における冬春いちごの作型】



化石燃料を使用しない再生可能エネルギー（地中熱・空気熱）を活用した施設園芸用空調（暖房）システム（再エネ空調システム）を構築し、省エネ・CO<sub>2</sub>排出削減効果を明らかにする

# 試験区の構成



## ①慣行空調

施設園芸用温風暖房機・ネポン社製KA-205（暖房出力：23.3kW、燃料：灯油）・1基

## ②再工ネ空調

地中熱・空気熱ハイブリッドヒートポンプ・コロナ社製HYS-AG11WZ

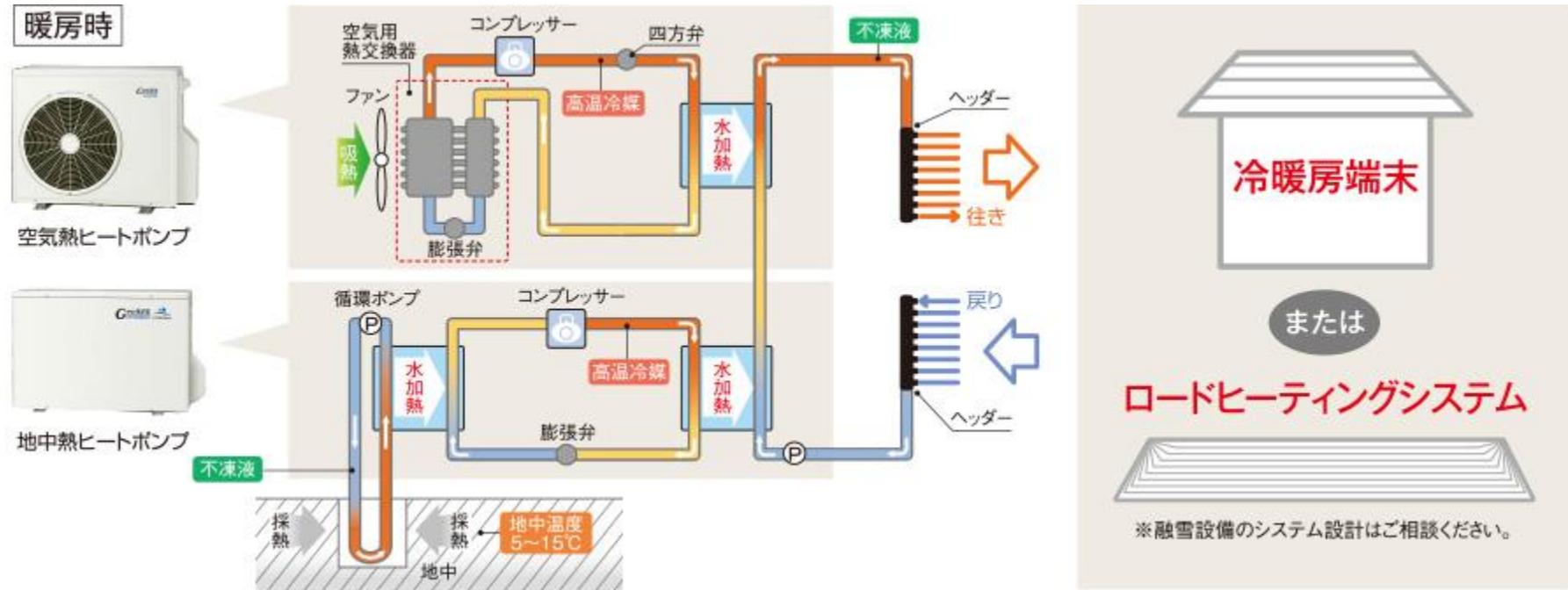
（暖房出力：11.0kW）・1基、

ファンコイルユニット・暖冷工業社製UC-546VWM-6・2基、

クローズドループ式地中熱交換器・新潟県地中熱利用研究会製  
（ボアホール100m、直径25mmシングルUチューブ）・1基

\*両区ともに、温度調節器・ネポン社製NT-145、温風ダクトを利用

# 地中熱・空気熱ハイブリッドヒートポンプ

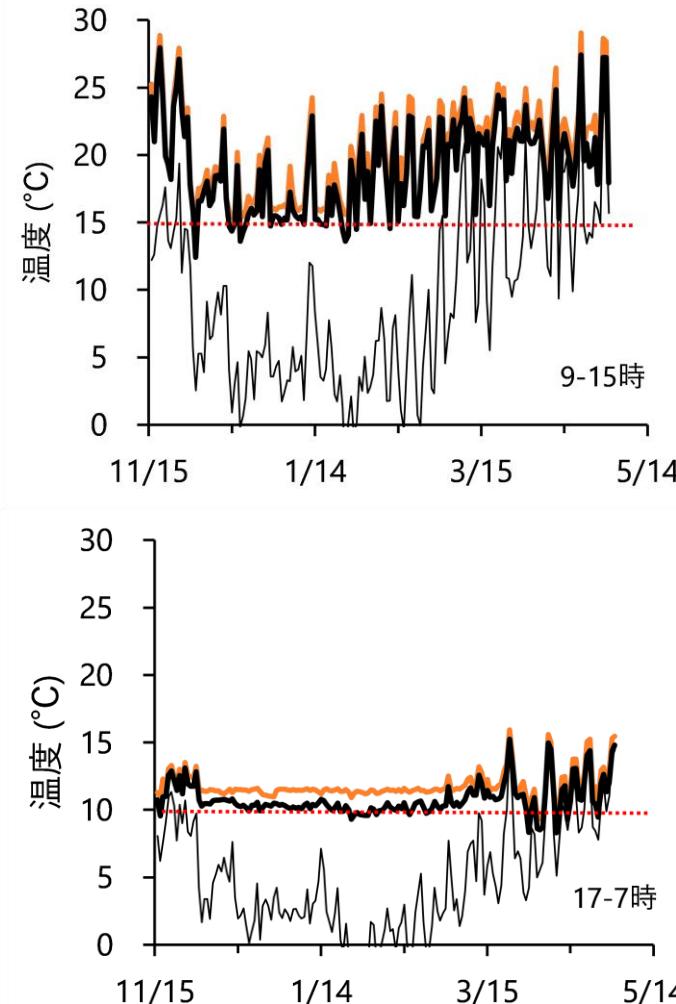
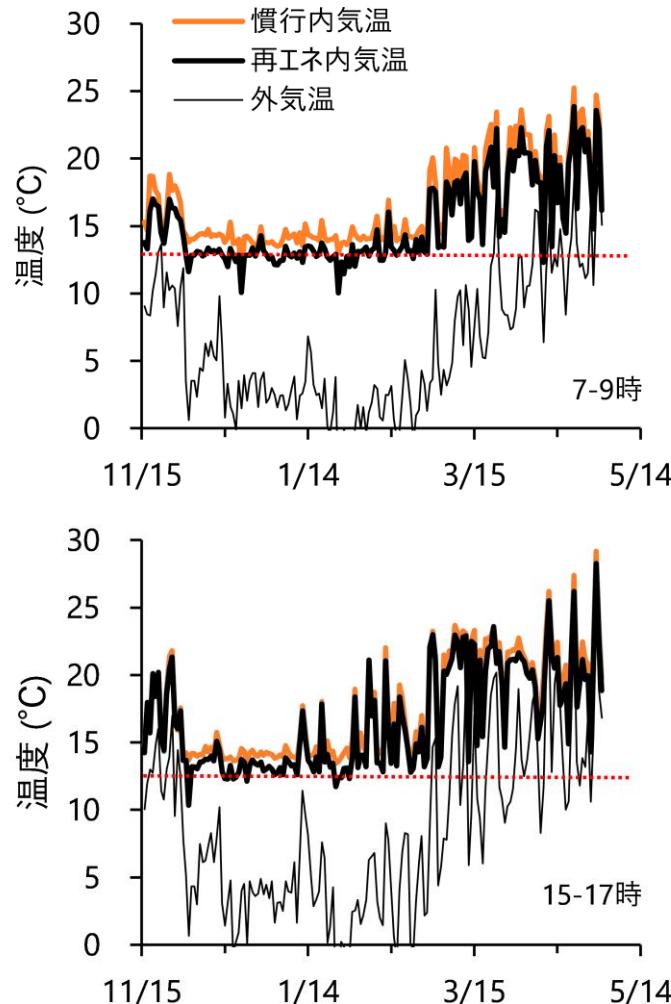


※株式会社コロナHPより

- ・地中熱ヒートポンプと空気熱ヒートポンプを直列に連結させたシステム
- ・外気温や暖房負荷の変動に応じ、最適な連動制御を行うため、高効率な運転が可能
- ・低外気温における空気熱HP の除霜動作を軽減させ、システム全体の効率低下を抑えることができる

# 結果（2022年度）

異なる空調方式における設定温度帯別の施設内気温の差異（点線は冬季の目標温度）

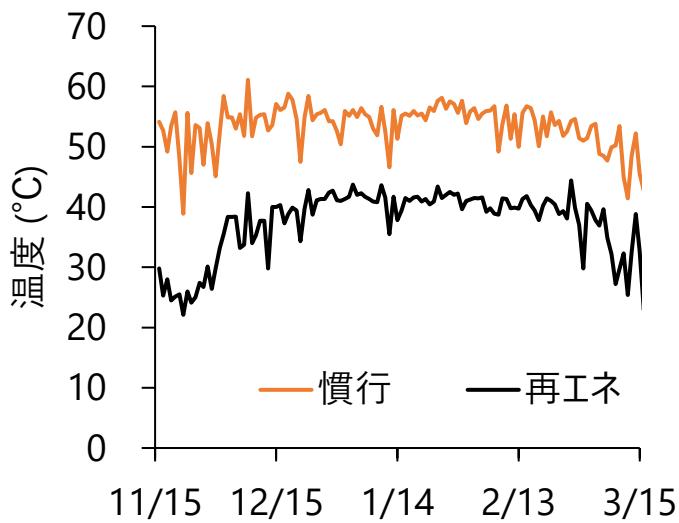


慣行、再エネともに目標温度は概ね確保されていたが、  
再エネ空調が慣行空調よりやや低く推移する傾向

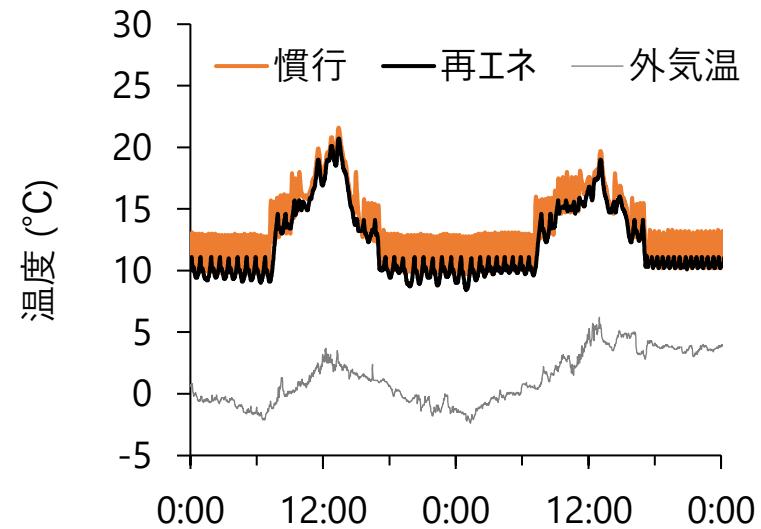
# 結果（2022年度）

## 再エネ空調が慣行空調よりやや低く推移した要因

- ・温風吹出口最高温度が、再エネ空調で慣行空調より低い
- ・慣行空調では停止後も放熱運転があり、変動幅が大きく平均温度が目標温度より高くなる



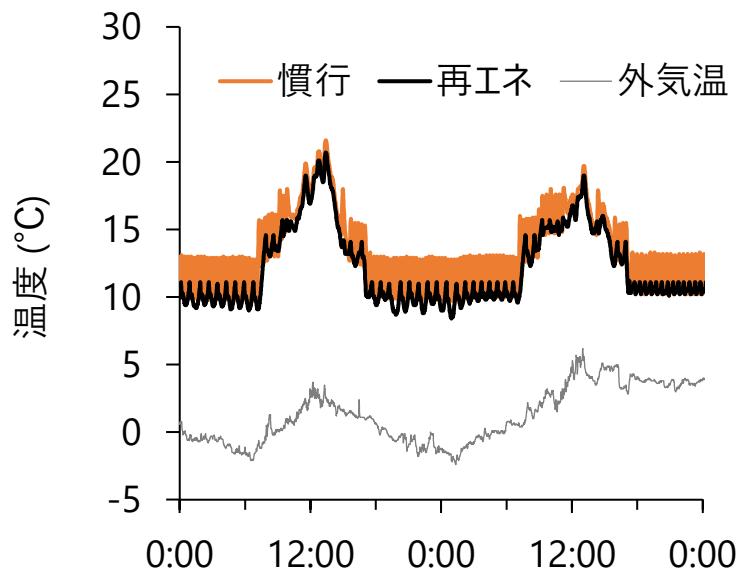
異なる空調方式における  
温風吹出口最高温度の差異



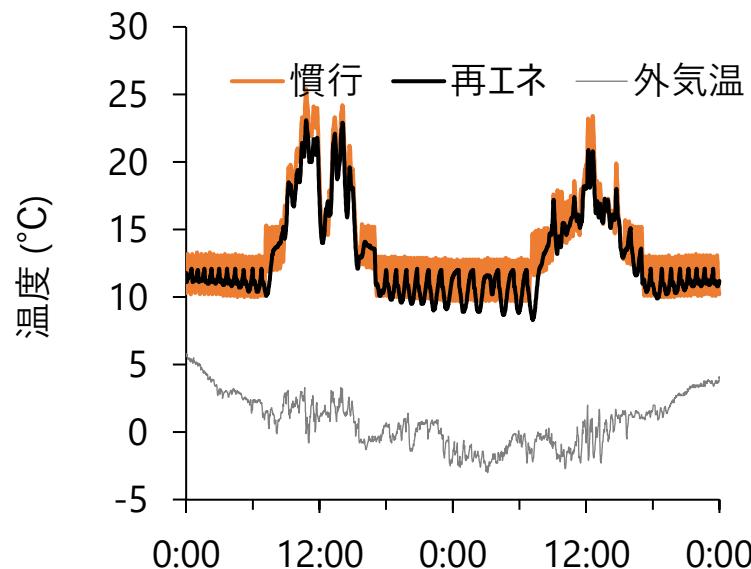
異なる空調方式における  
施設内気温の日変動の差異  
(2023/1/22-1/23)

# 結果（2023年度）

- ・2022年度の結果を踏まえ、2023年度では再エネ空調の制御方法を変更
- ・再エネ空調では、始動停止頻度を減少（動作時間を延長）させ、慣行空調と稼働状況が同等になるよう制御

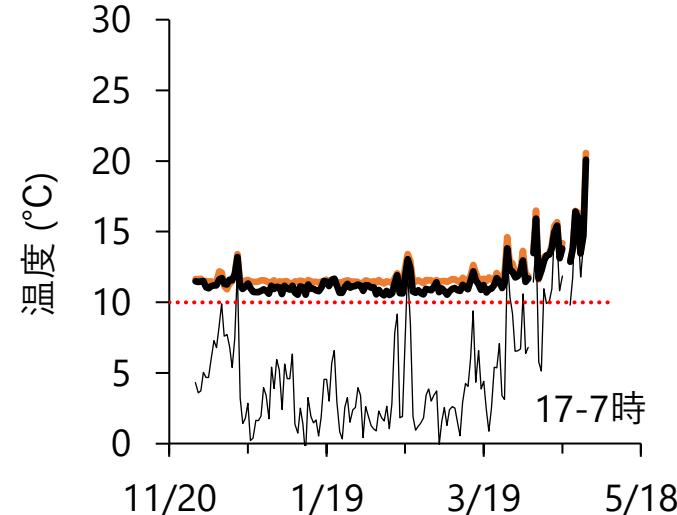
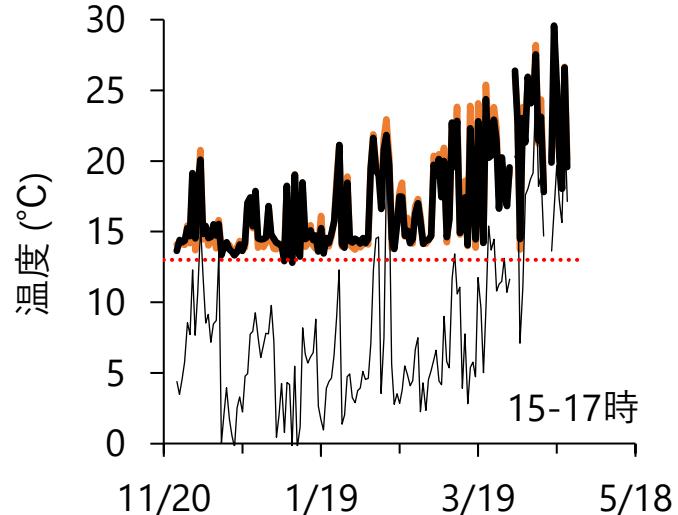
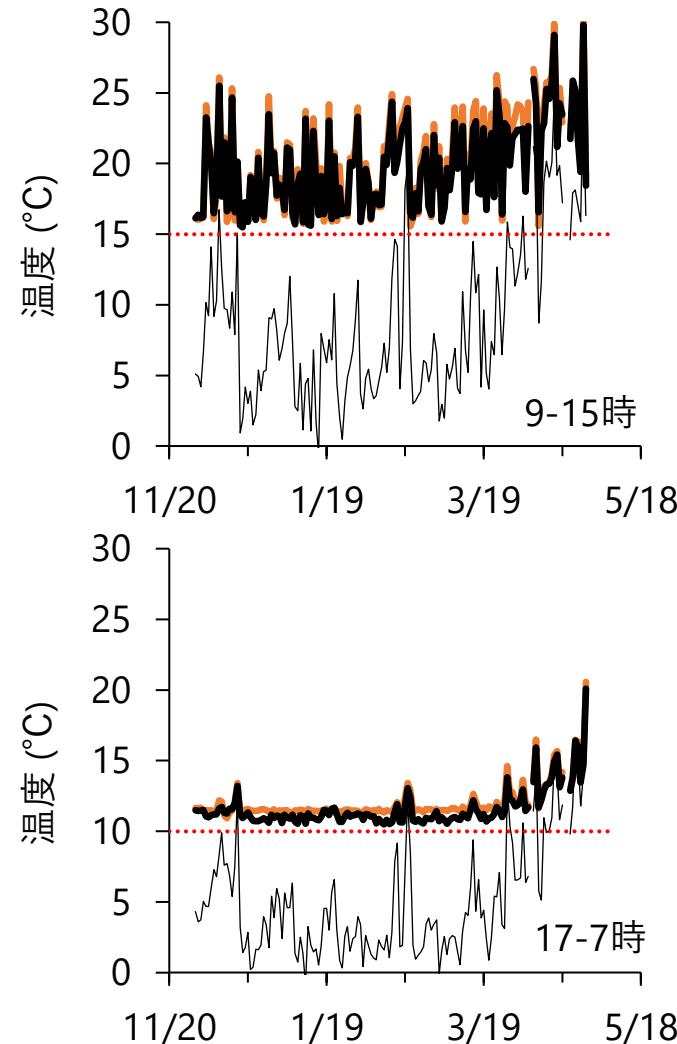
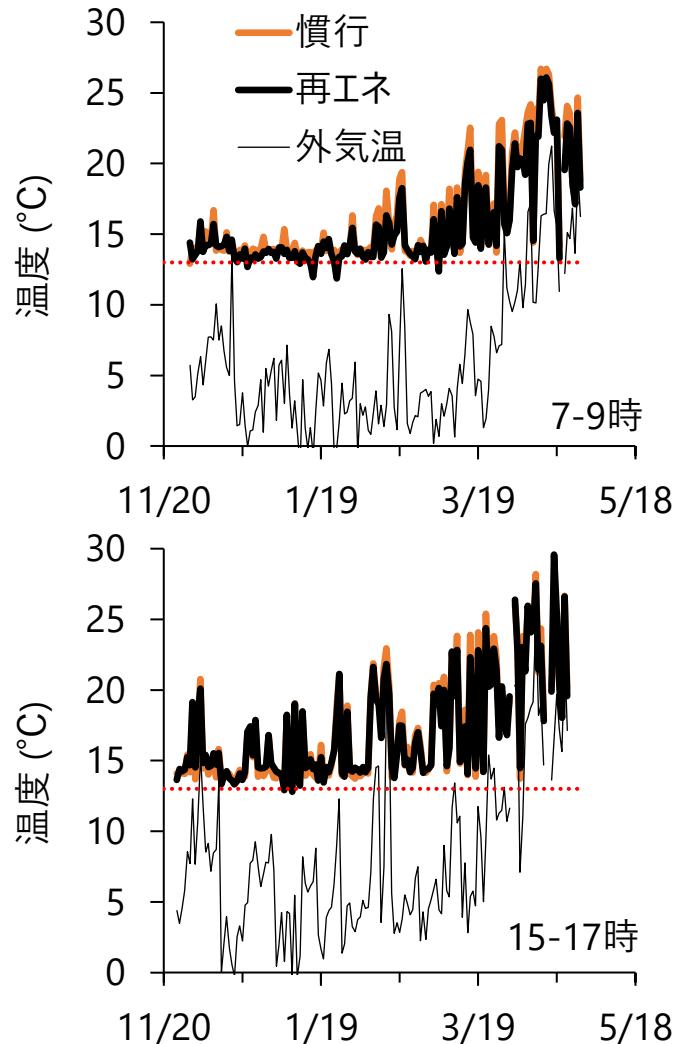


施設内気温の日変動の差異（左：2023/1/22-23、右：2024/1/15-1/16）



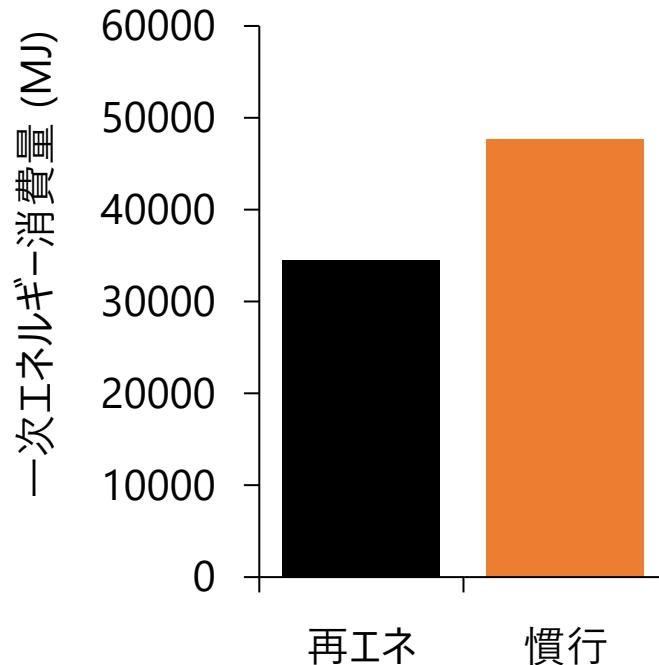
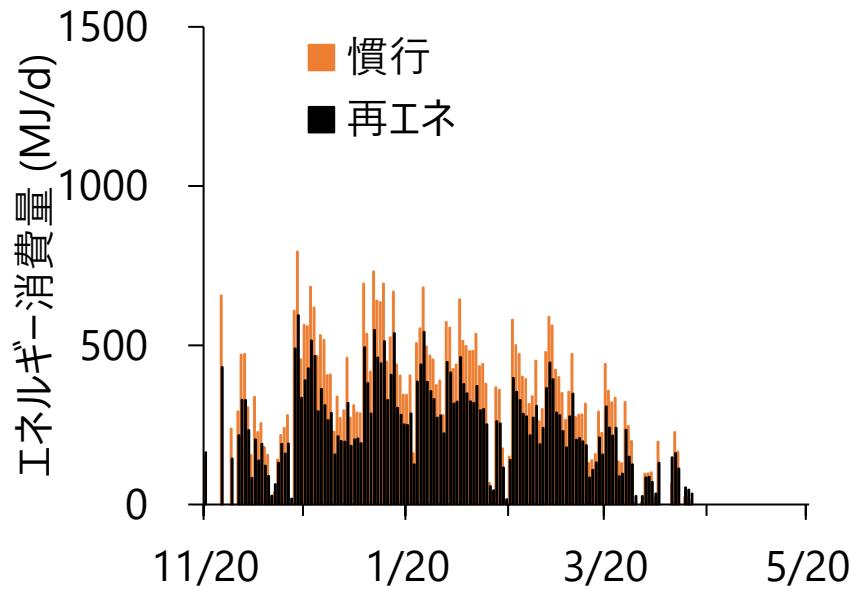
# 結果（2023年度）

異なる空調方式における設定温度帯別の施設内気温の差異（点線は冬季の目標温度）



慣行、乱エネともに目標温度は概ね確保されていた

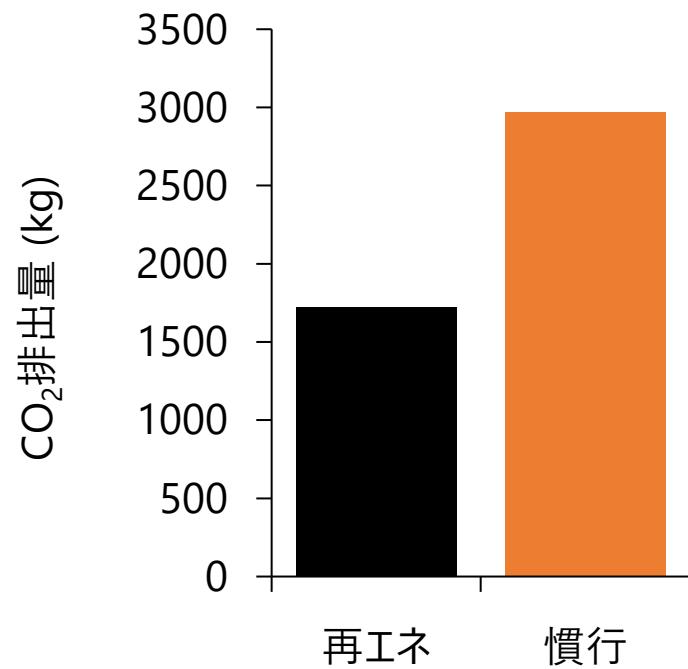
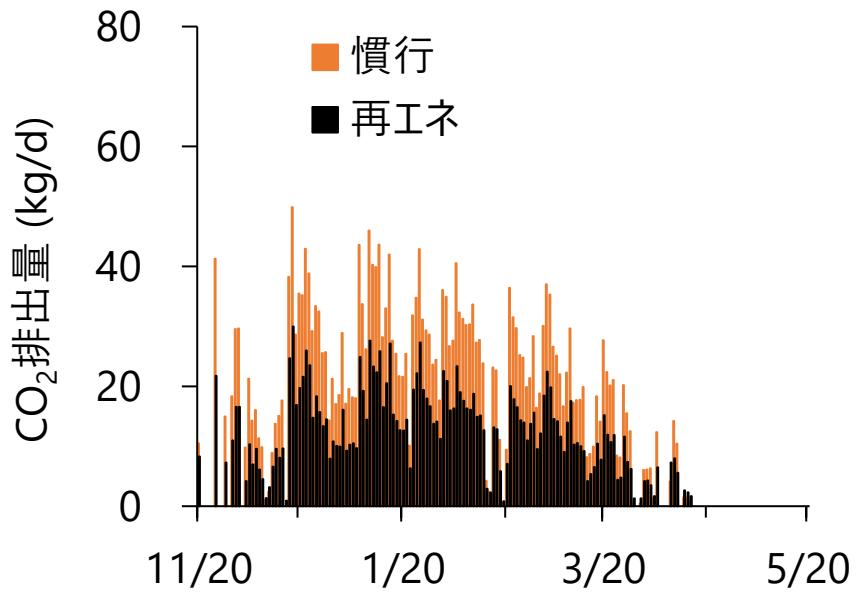
# 結果（2023年度）



異なる空調方式における一次エネルギー消費量の差異（1aあたり）

一次エネルギー消費量は、再エネ空調が慣行空調より低く推移し、  
11～4月の合計は再エネ空調が慣行空調の71%

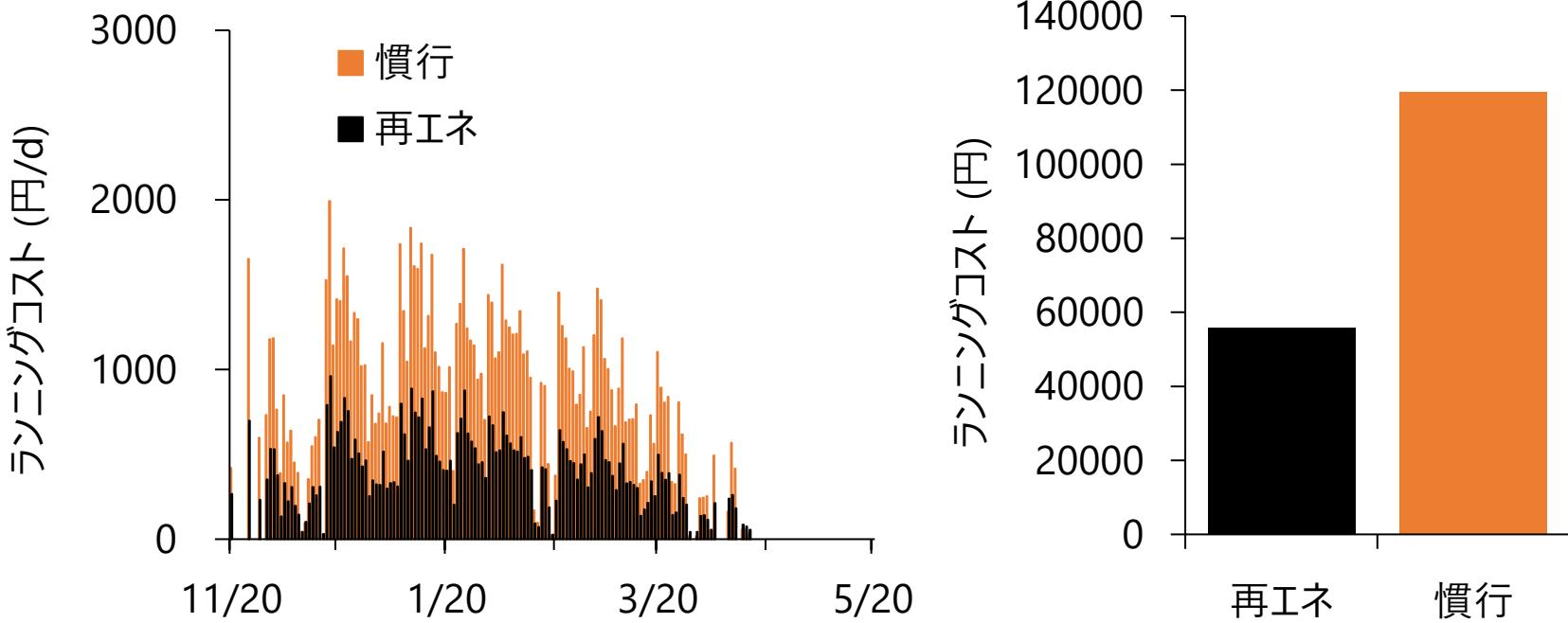
# 結果（2023年度）



異なる空調方式におけるCO<sub>2</sub>排出量の差異（1aあたり）

CO<sub>2</sub>排出量は、再工ネ空調が慣行空調より低く推移し、  
11～4月の合計は再工ネ空調が慣行空調の58%

# 結果（2023年度）



異なる空調方式におけるランニングコストの差異（1aあたり）

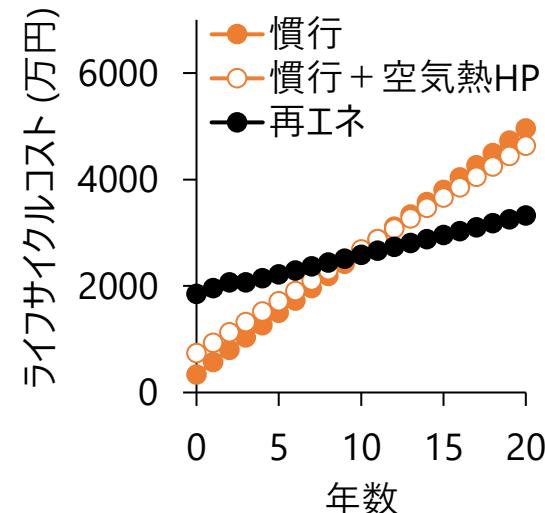
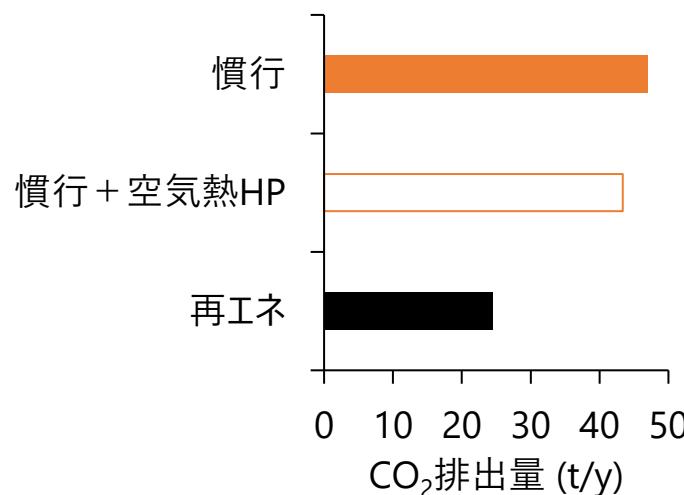
ランニングコストは、再エネ空調が慣行空調より低く推移し、  
11～4月の合計は再エネ空調が慣行空調の47%

# 結果

再エネ機器を導入した場合の暖房設備のコストおよびCO<sub>2</sub>排出量の試算

空調方式	慣行	慣行 + 空気熱HP	再エネ
イニシャルコスト（万円）	340	740	1850
ランニングコスト（万円）	231	195	110
CO <sub>2</sub> 排出量（t/年）	47	43	25

※5×30間 (490m<sup>2</sup>) 定格出力100kW想定、R4～5年作データにより試算



再エネ機器を導入した場合の暖房設備のCO<sub>2</sub>排出量（左）、  
ライフサイクルコスト（右）の試算

# まとめ

- ・本試験で構築した化石燃料を使用しない地中熱・空気熱を活用した再エネ空調システムは、目標温度を十分に確保できる
- ・再エネ空調は、慣行の温風暖房システムに比べ、一次エネルギー消費量は約3割、CO<sub>2</sub>排出量は約4割、ランニングコストは約5割削減できる
- ・再エネ空調は、慣行の温風暖房機等に比べ、イニシャルコストは高いものの、ライフサイクルコストが温風暖房機を下回る年数は、温風暖房機+空気熱HPと同程度と試算