

# NEDO再生可能エネルギー分野成果報告会2025 プログラムNo.1-7

再生可能エネルギー熱の面的利用システム構築に向けた技術開発  
/ 再エネ熱利用システムに資する要素技術開発 /

## 高温冷温熱源の面的利用のための 超高効率太陽光集熱システムの研究開発

発表：2025年7月17日

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構

発表者名 奥原 芳樹

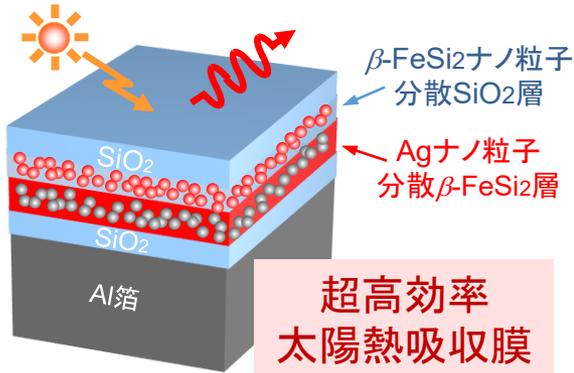
\* (一財) ファインセラミックスセンター

OMソーラー (株)

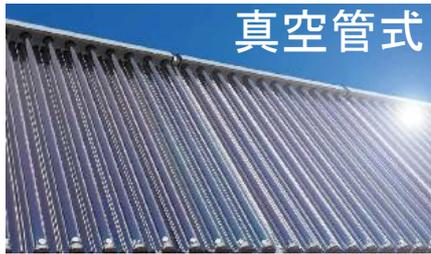
(株) 寺田鉄工所

問い合わせ先 (一財) ファインセラミックスセンター E-mail:okuhara@jfcc.or.jp TEL:052-871-3500

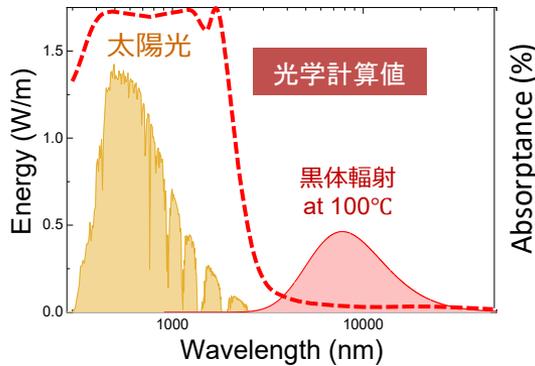
# 研究開発の背景・目的



## 超高効率太陽光集熱システム



太陽光を高吸収 + 赤外線を低放射 = 高い変換効率



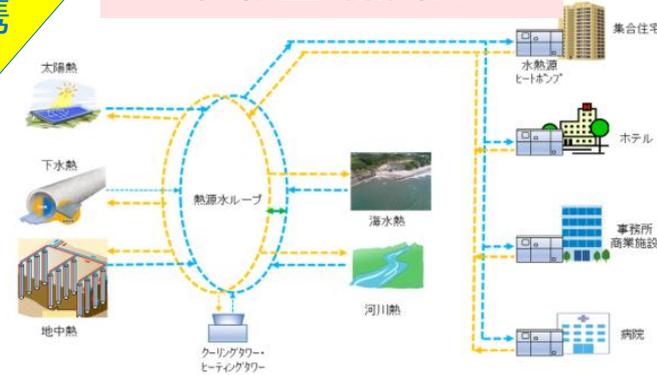
新規  
シーズ

ニーズ  
連携

温熱の高温化  
冷熱の低温化



再生可能熱エネルギーの供給量・品質向上



## 本研究開発の目的

新たな原理に基づき太陽光集熱システムの変換効率を向上 + 温度範囲を拡大

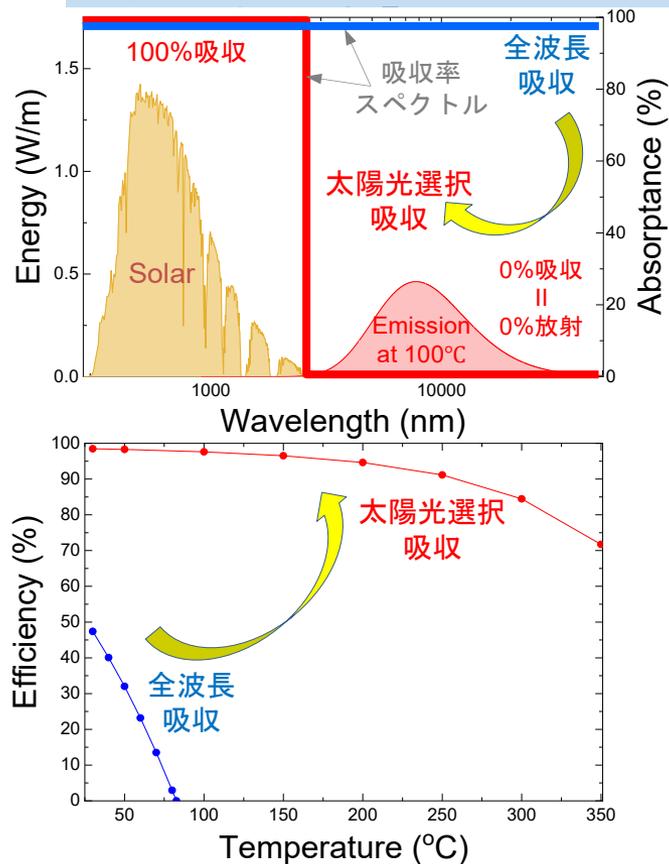


再生可能エネルギー熱の面的利用に貢献する接続モデル提案

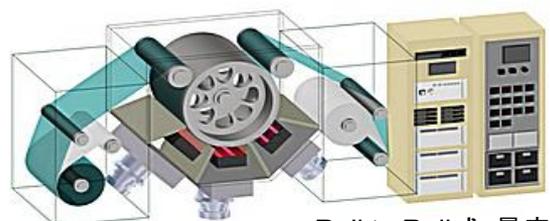
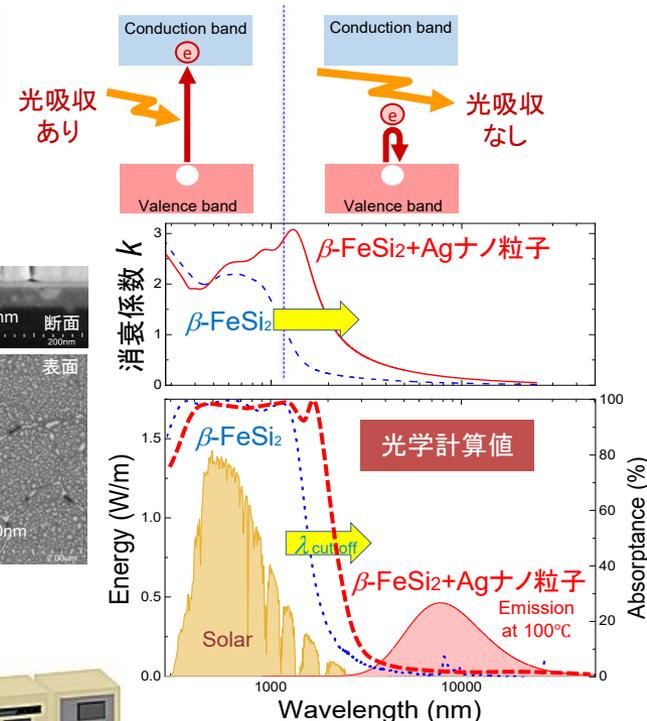
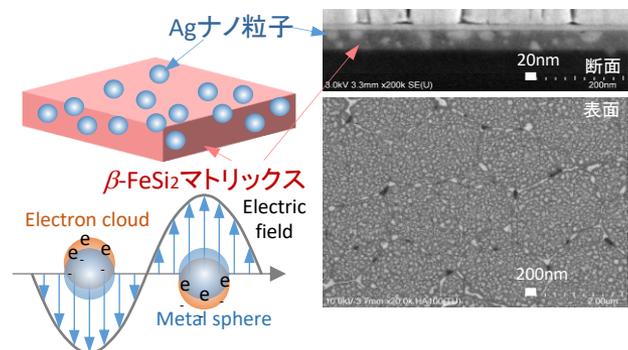
# 研究開発項目・実施概要・目標

## 1) 超高効率太陽熱吸収膜の開発

(ファインセラミックセンター)



$\beta$ -FeSi<sub>2</sub>のバンド端による  
波長選択「カットオフ」吸収  
+  
プラズモン共鳴吸収による  
カットオフ波長の最適化



Roll to Roll式: 量産レベル大面積成膜

### 1-1) 太陽熱吸収膜の超高効率性能実証

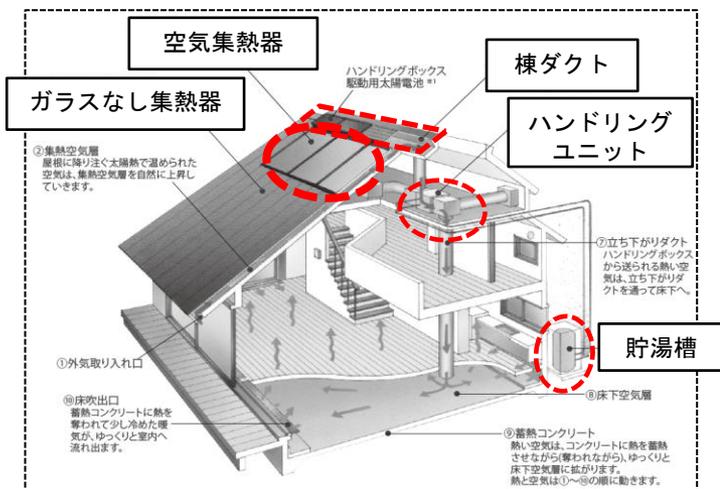
	最終目標
太陽光吸収率 $\alpha$	95%以上
赤外放射率 $\varepsilon$	2%以下 (100°C)
変換効率	90%以上 (100°C)
耐熱寿命	10年以上 (250°C)

### 1-2) 超高効率太陽熱吸収膜フィルムの大面積化

	最終目標
成膜面積	1,000,000mm <sup>2</sup> 以上
成膜コスト	10,000円/m <sup>2</sup> 以下

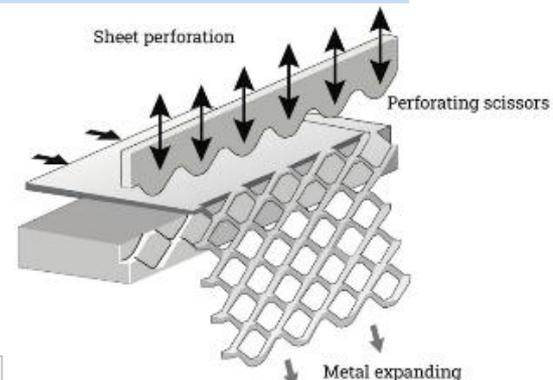
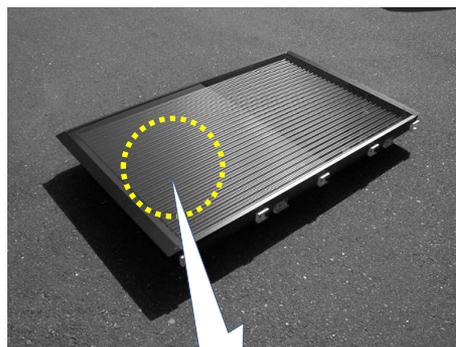
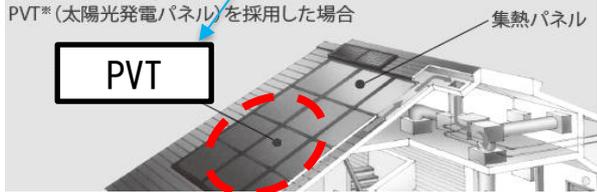
# 研究開発項目・実施概要

## 2) 超高効率「平板式」太陽集熱器の開発 (OMソーラー)

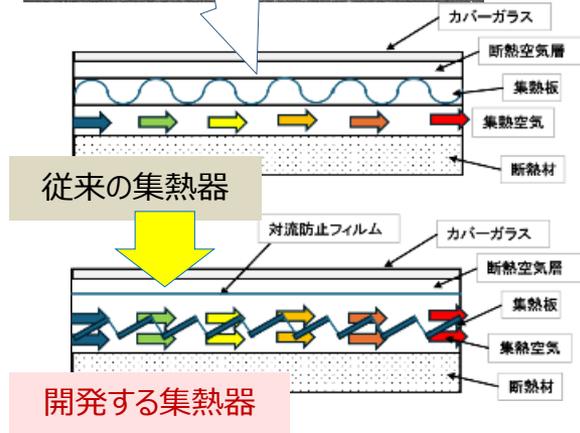


電力 → 冷熱として面的ネットワークへ供給

OMクワトロソーラー  
PVT\* (太陽光発電パネル) を採用した場合



エキスパンドメタル加工法



### 2-1) 太陽熱吸収空気集熱器の開発

#### 最終目標

太陽熱吸収膜フィルム空気集熱器の確立

太陽熱吸収空気集熱器の製品モデル作製

目標集熱効率50% (現状JIS基準: 30%)

### 2-2) 高効率給湯全館空調システムの性能実証

#### 最終目標

周辺機器 (空気搬送システム・貯湯システム・ダクト等) の高効率化確立

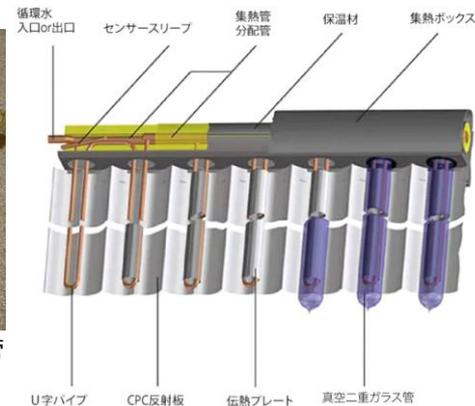
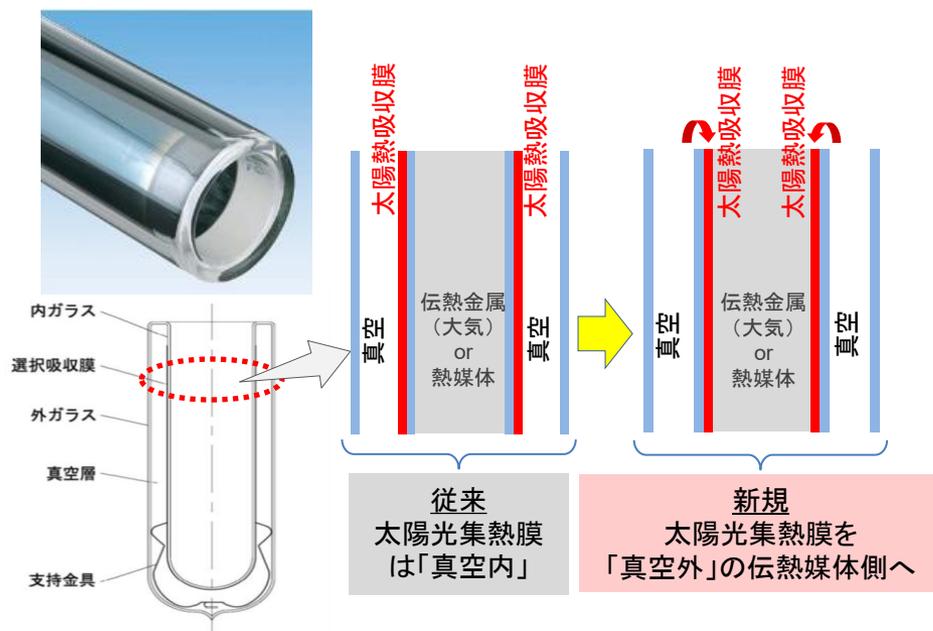
周辺機器 (空気搬送システム・貯湯システム・ダクト等) の製品モデル作製

革新的全館空調システムにおける効率シミュレーション法の確立

再生可能エネルギー熱の面的利用コミュニティへの貢献法提示

# 研究開発項目・実施概要

## 3) 超高効率「真空管式」太陽集熱器の開発 (寺田鉄工所)



### 3-1) 革新的変換効率をもつ真空管式太陽集熱器の開発

#### 最終目標

超高効率太陽集熱器の製作と実証

停滞温度：272℃以上

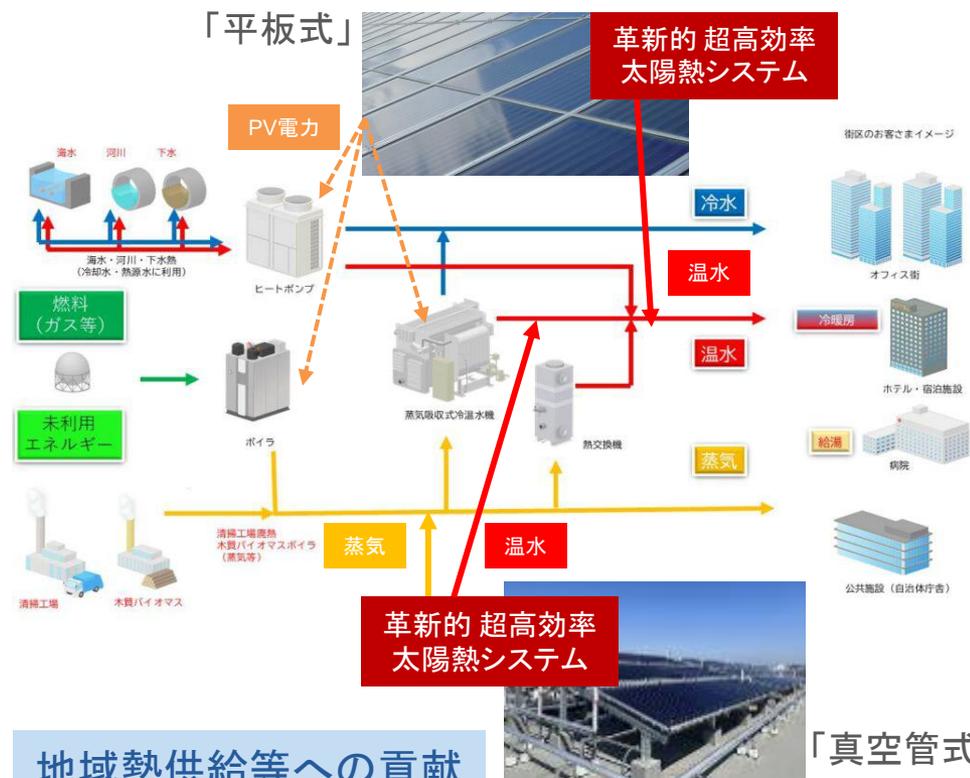
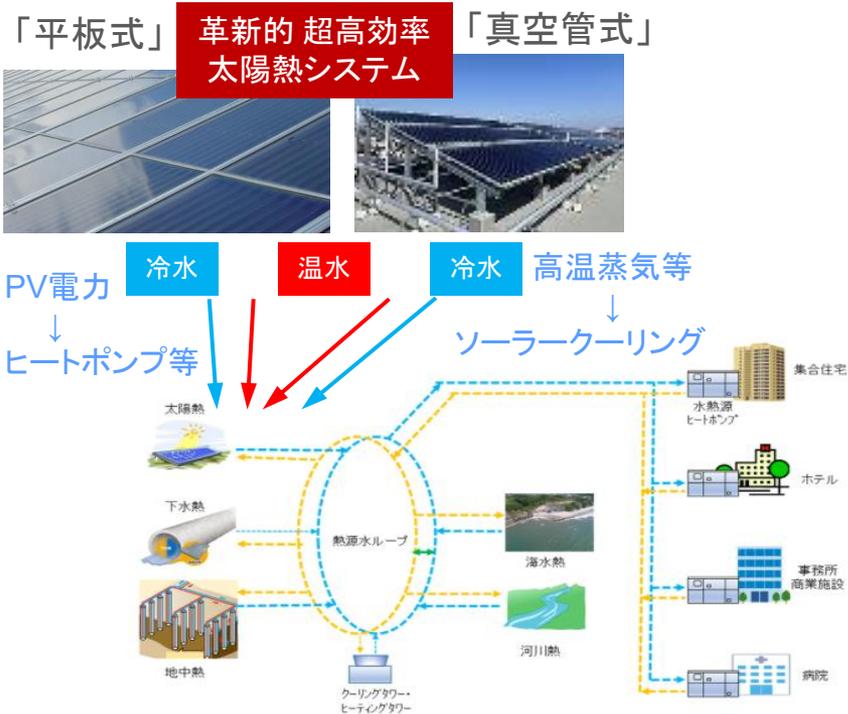
変換効率：65%以上  
(外気温と集熱器温度差=0℃での換算値)

### 3-2) 真空管式太陽集熱器による高温熱源創生の性能実証

最終目標	
高温耐性検査 EN12975-2:2006-part2, chapter5.3	日射強度:> 1000W/m <sup>2</sup> 、環境温度:20-40℃、風速:<1m/sで最低60分間実施し、ガラスの破損やプラスチックカバーが破損や溶解することなく、強い日射に耐えるかどうか確認する。
雨の浸水検査 EN12975-2:2006-part2, chapter5.7	環境温度:<30℃、流量:> 0.05kg/s/m <sup>2</sup> 、試験時間:4時間で実施し、集熱器に雨の浸水がないことを確認する。
暴露試験 EN12975-2:2006-part2, chapter5.4	以下の各項目について暴露し、異常の有無を判定。1日の日射量が14(MJ/m <sup>2</sup> )の以上を30日以上。日射量が850(W/m <sup>2</sup> )以上を30時間以上。環境温度を10℃以上。
外部衝撃試験 EN12975-2:2006-part2, chapter5.5	集熱器が日当たりの良い日に突然の雨にさらされた時、激しい外部の熱衝撃を引き起こす。この熱衝撃に対しての耐力を確認する。日射量:> 850(W/m <sup>2</sup> )、環境温度:> 10℃、水温:<25℃、流量: 0.03-0.05kg/s/m <sup>2</sup> (集熱面積) の条件で実施する。
内部衝撃試験 EN12975-2:2006-part2, chapter5.5	集熱器が日当たりの良い日に突然冷たい熱媒体が流入することが考える。この熱衝撃に対しての耐力を確認する。日射量:> 850(W/m <sup>2</sup> )、環境温度:> 10℃、水温:<25℃、流量:> 0.02kg/s/m <sup>2</sup> (集熱面積) の条件で実施する。

# 研究開発項目・実施概要

## 4) 熱エネルギー面的利用ネットワークへの接続モデル構築 (全機関)



熱源水ネットワークの高温化・低温化

地域熱供給等への貢献

### 最終目標

- 開発項目1)~3)の集熱性能データに基づく熱エネルギー面的利用ネットワークへの接続モデルの提示
- 従来の地域熱供給ネットワーク、熱水源ネットワークへの接続モデルの構築
  - 新たな要素技術 (地中蓄熱など) と連携した熱面的利用ネットワークモデルの提示

各モデルにおける省エネ効果およびCO2削減効果の定量的算出

2030年までに太陽熱55万kL(2018年ストック量33万kL分の65%増)、CO2排出量削減量42万t

2050年までに太陽熱150万kL(2018年ストック量33万kL分の350%増)、CO2排出量削減量200万t  
に対する本研究開発による超高効率太陽集熱器の集熱性能アップ分の寄与度算出

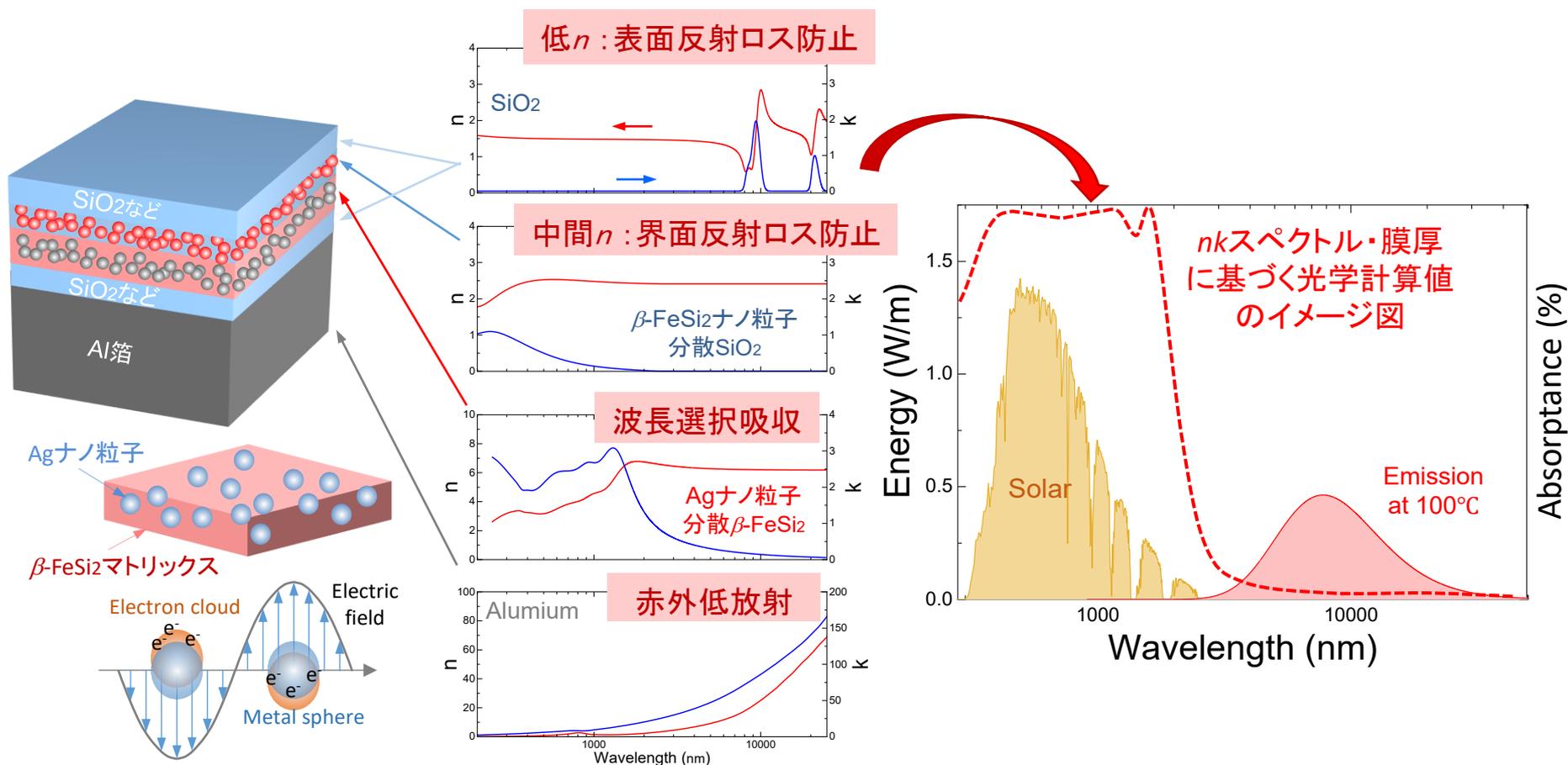
本研究開発による超高効率太陽集熱器の实地適用の検討



# 研究成果 (進捗概要)

## 1) 超高効率太陽熱吸収膜の開発 (ファインセラミックセンター)

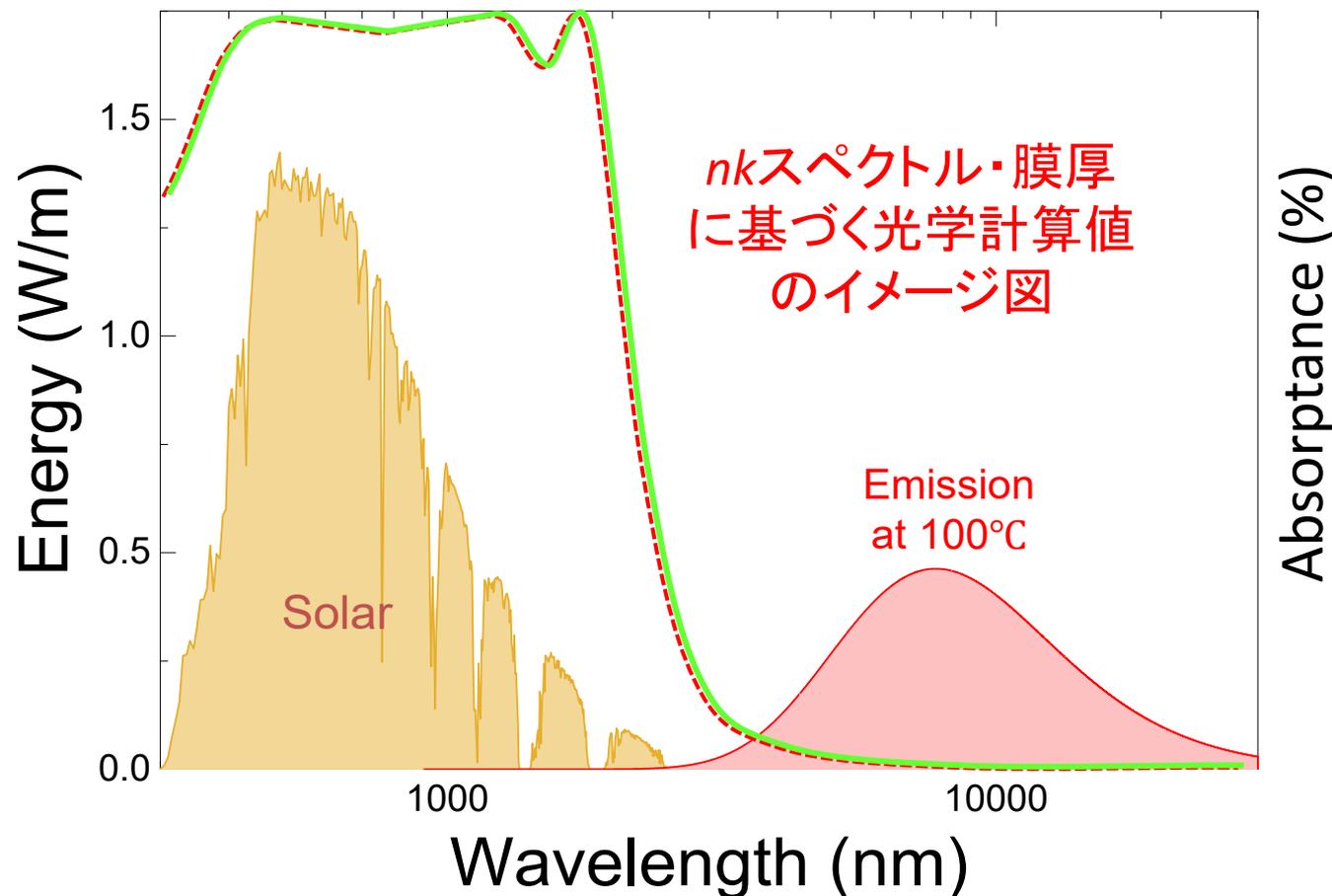
- 太陽熱吸収膜 (Agベース) の変換効率実証 (~300°Cにて世界最高レベル)
- Al箔上での太陽熱吸収膜の耐熱性確保に着手
- 大面積な太陽熱吸収膜の試作スタートおよび集熱デバイスへの展開



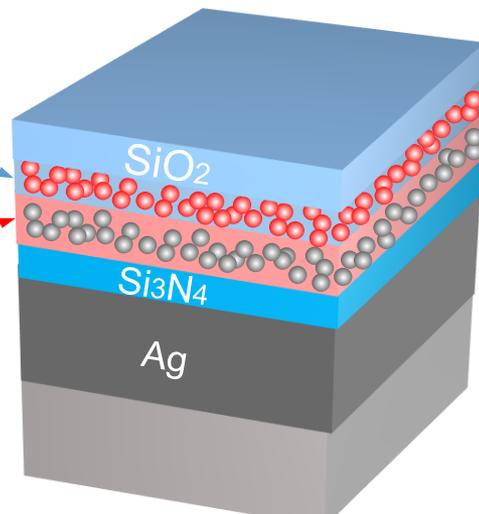
# 研究成果 (進捗概要)

## 1) 超高効率太陽熱吸収膜の開発

積層成膜サンプル  
実測値のイメージ図



$\beta$ -FeSi<sub>2</sub>ナノ粒子  
分散SiO<sub>2</sub>層  
Agナノ粒子  
分散 $\beta$ -FeSi<sub>2</sub>層



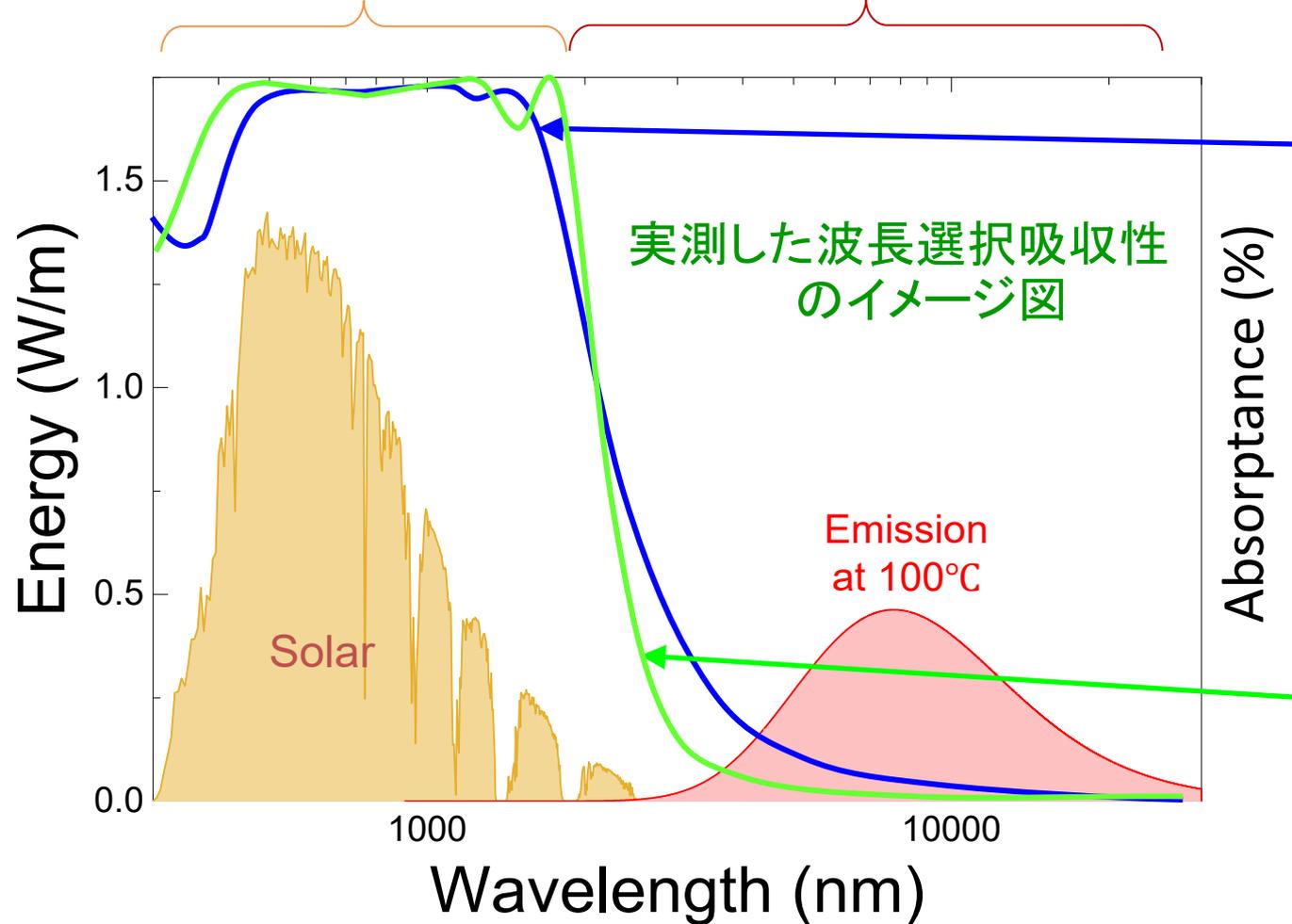
高融点 (960°C)  
Agベースにて  
変換効率の実証

熱処理温度  
最適値 : 620°C  
↓  
 $\beta$ -FeSi<sub>2</sub>結晶化  
Agナノ粒子形成

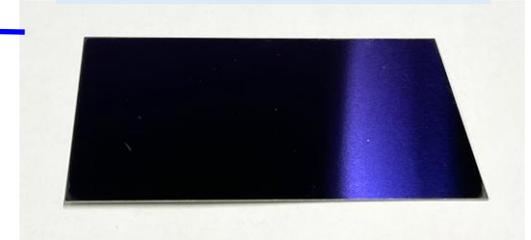
# 研究成果 (進捗概要)

## 1) 超高効率太陽熱吸収膜の開発

太陽光: 高い吸収      赤外光: 低い損失



Alanod solar社



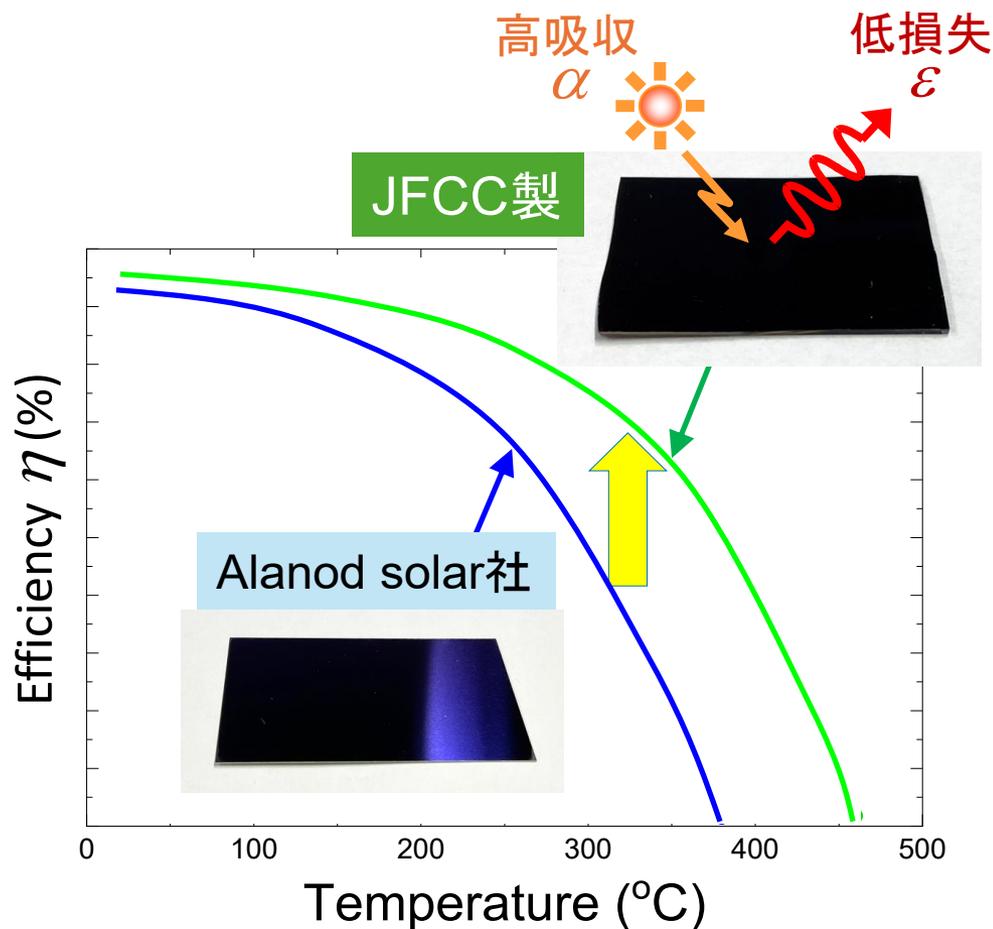
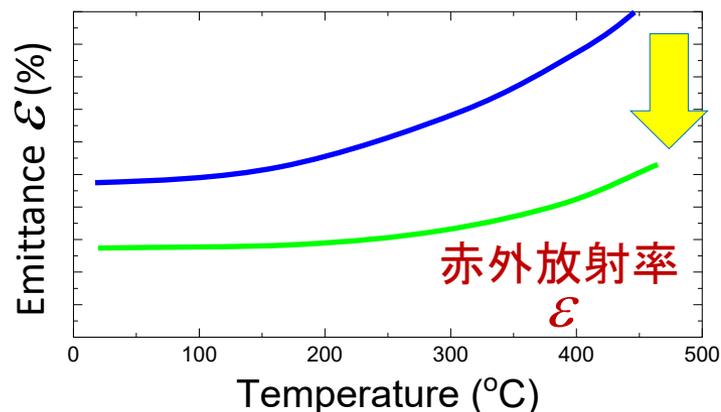
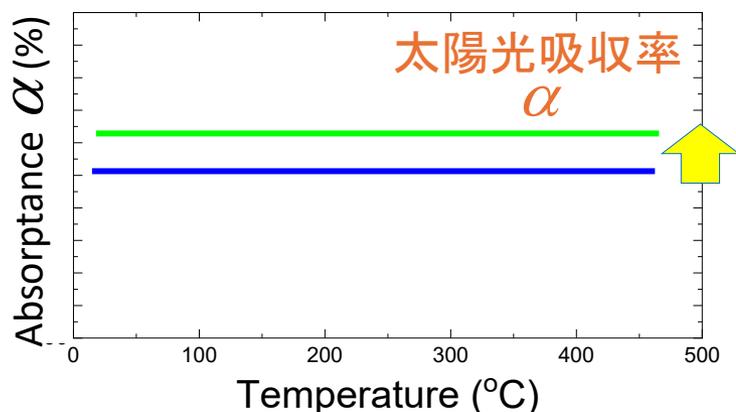
JFCC製



# 研究成果 (進捗概要)

## 1) 超高効率太陽熱吸収膜の開発

太陽光吸収率 $\alpha$ ・赤外放射率 $\varepsilon$ ・変換効率 $\eta$   
の温度依存性 (イメージ図)

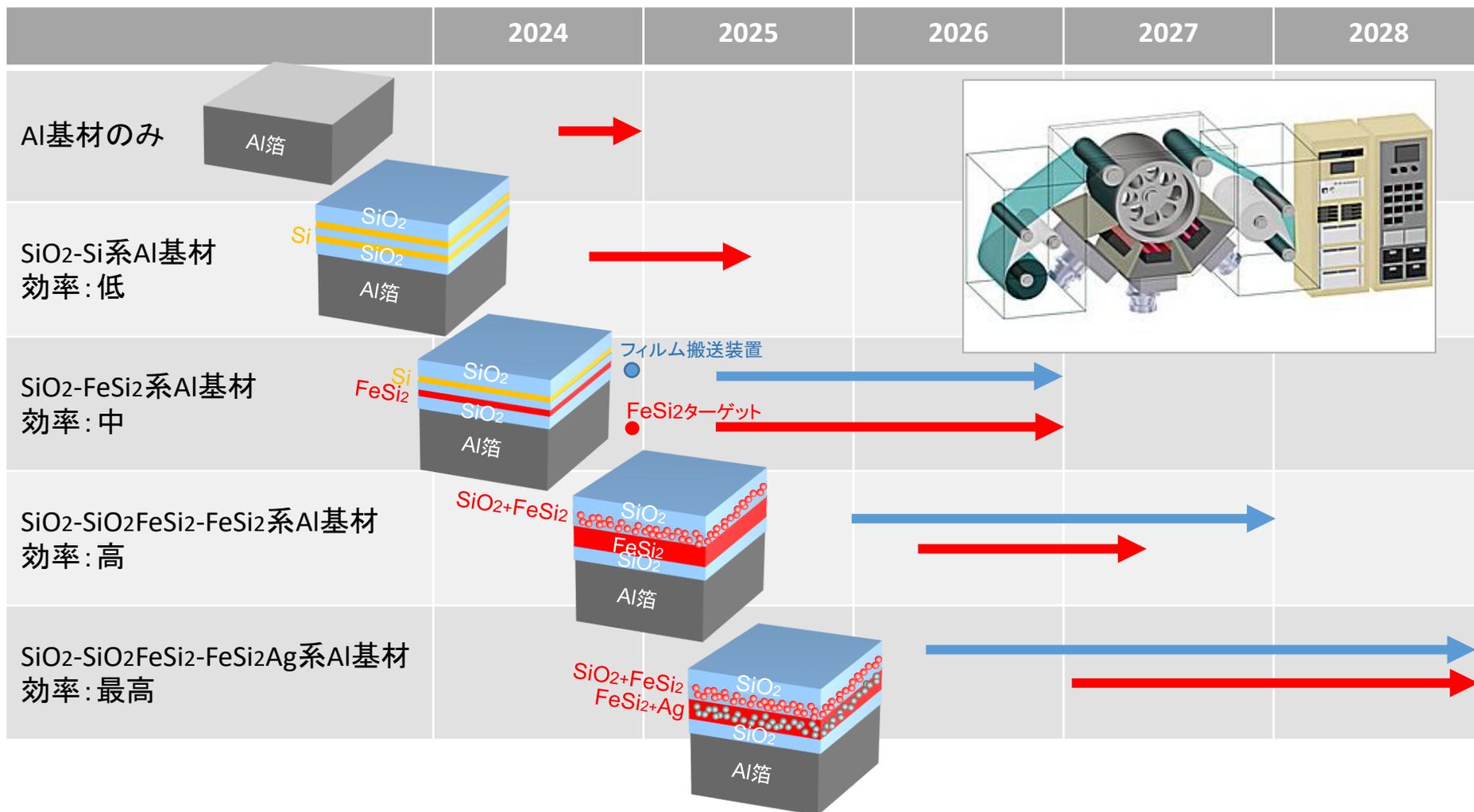


# 研究成果 (進捗概要)

## 1) 超高効率太陽熱吸収膜の開発

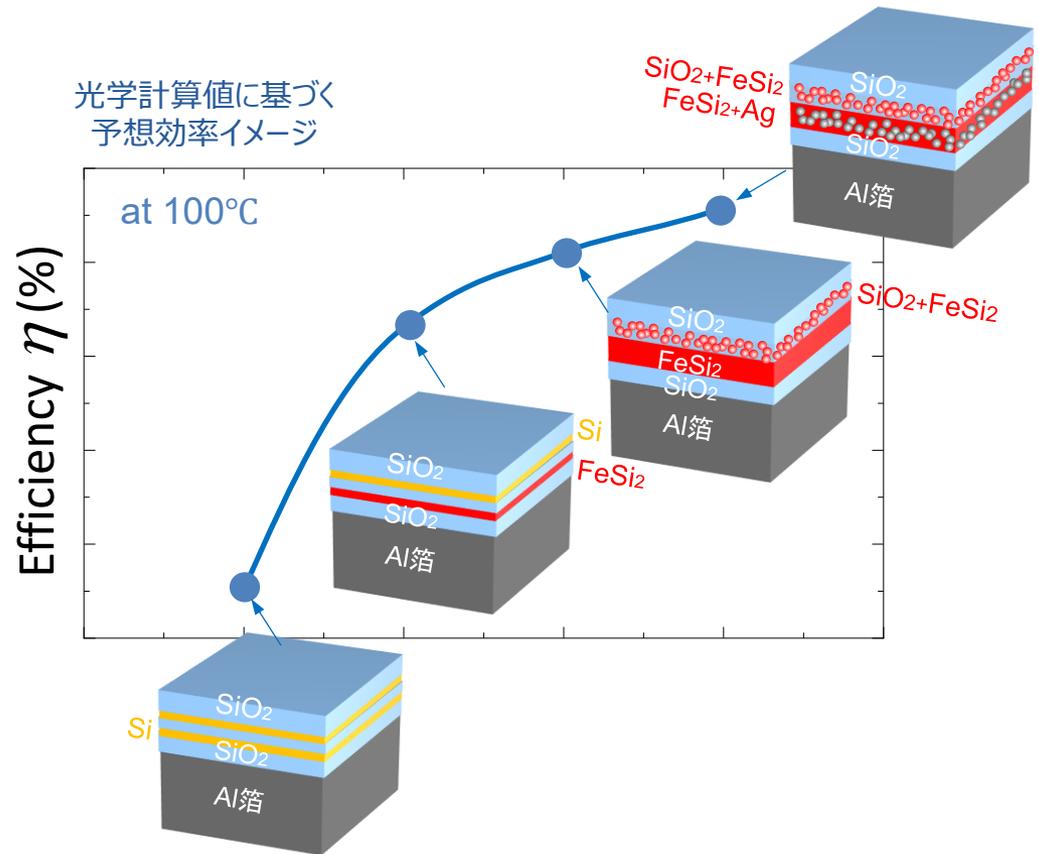
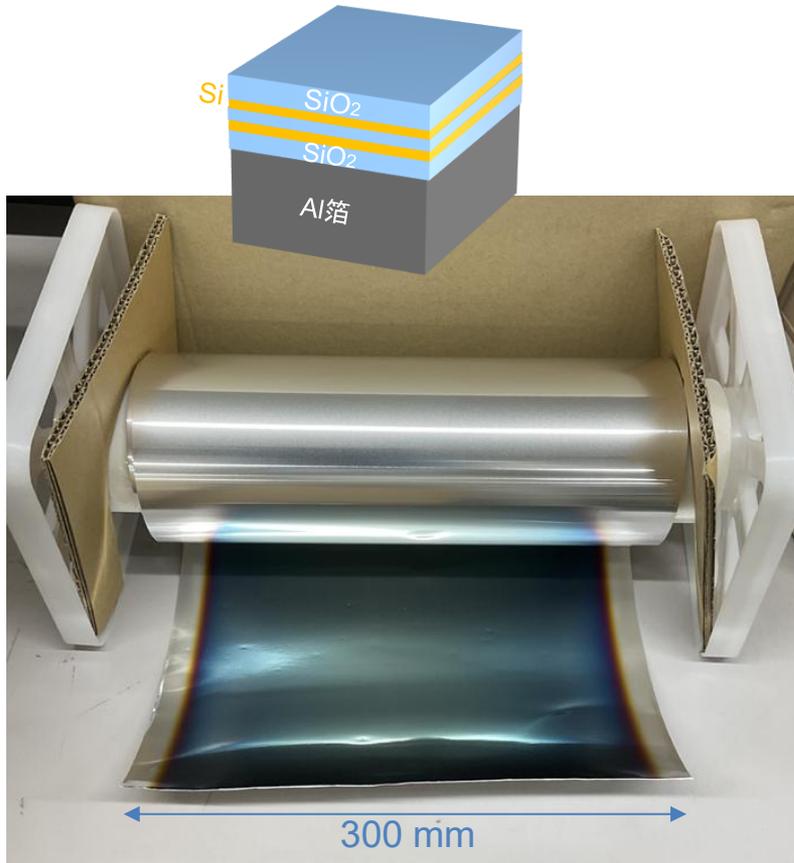
### 大面積 太陽熱吸収膜フィルムの開発計画案

 JFCC製 : 100mm幅×1~3m  
 外注製 : 300mm幅×10~100m



# 研究成果（進捗概要）

## 1) 超高効率太陽熱吸収膜の開発



### 【2025年度の課題】

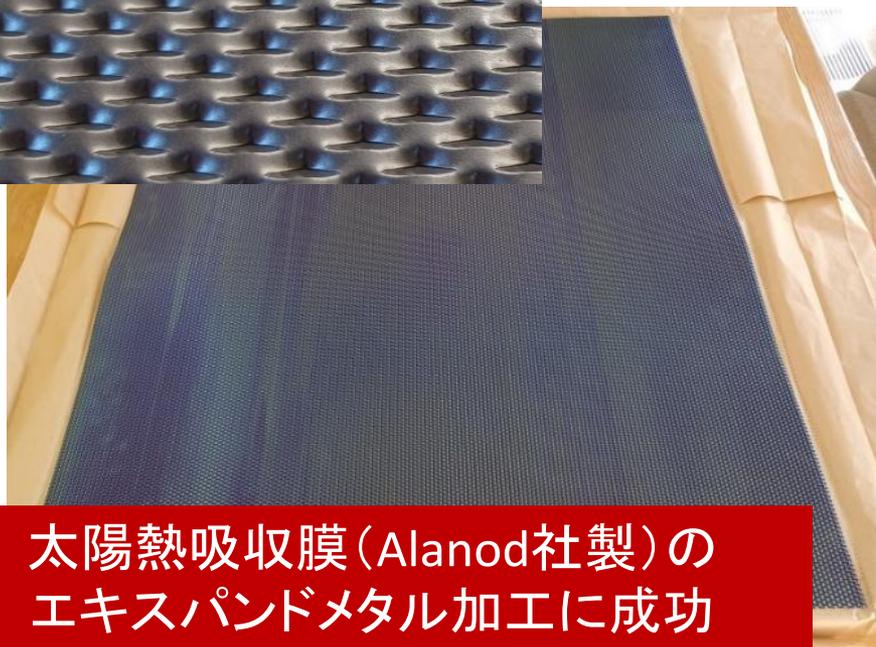
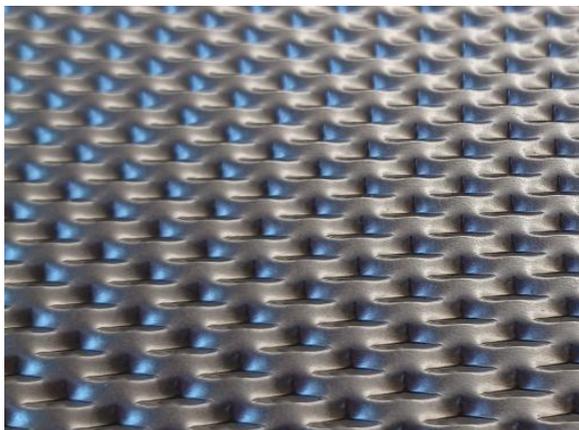
- Al箔上への太陽熱吸収膜の形成および変換効率実証
- Al箔上での太陽熱吸収膜の長期耐熱性確保
- 大面積な太陽熱吸収膜の変換効率upおよび集熱デバイスへの展開

# 研究成果 (進捗概要)

## 2) 超高効率「平板式」太陽集熱器の開発 (OMソーラー)

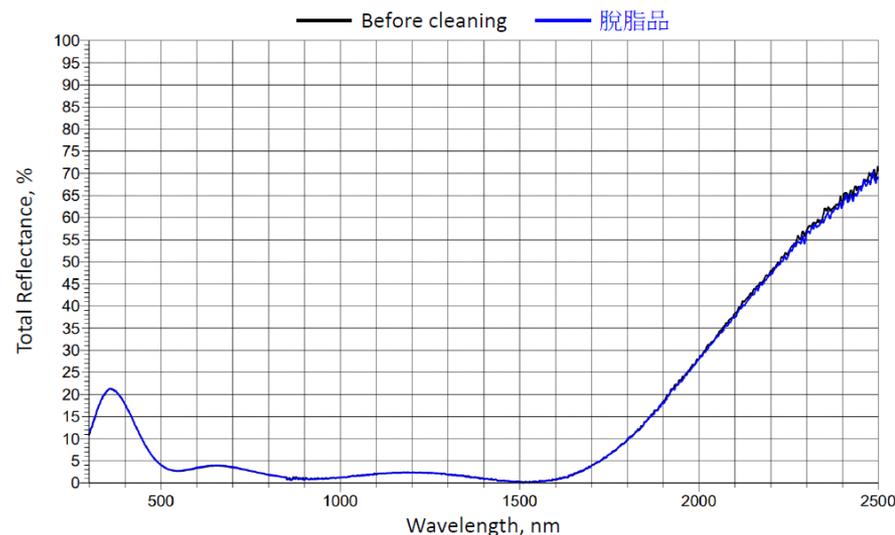
### (2-1-1) 集熱板の加工方法検討

- ・0.4mmのAl薄板材料のエキスパンドメタル加工に成功
- ・選択吸収面の損傷や洗浄による性能劣化は認められず
- ・薄板エキスパンドメタルの切断や曲げなどの後加工法も確立



太陽熱吸収膜 (Alanod社製) の  
エキスパンドメタル加工に成功

加工⇒脱脂洗浄後も  
光学特性に影響なし

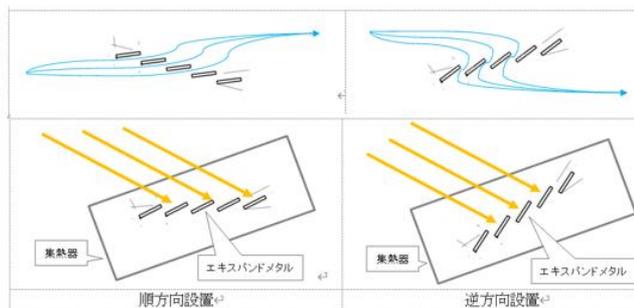
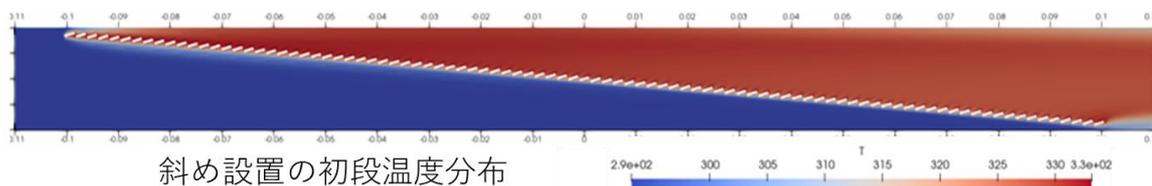
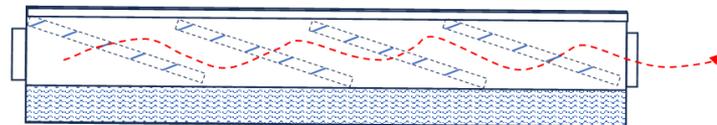
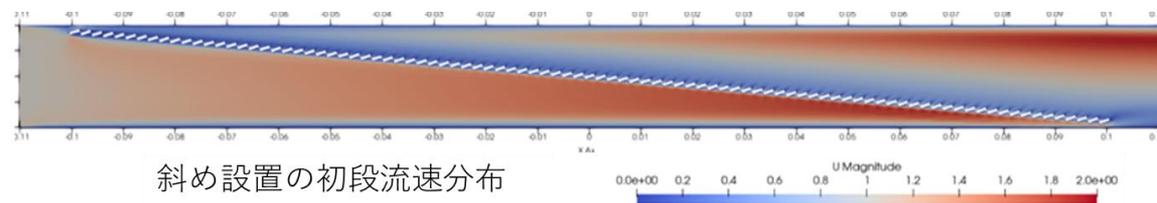


# 研究成果（進捗概要）

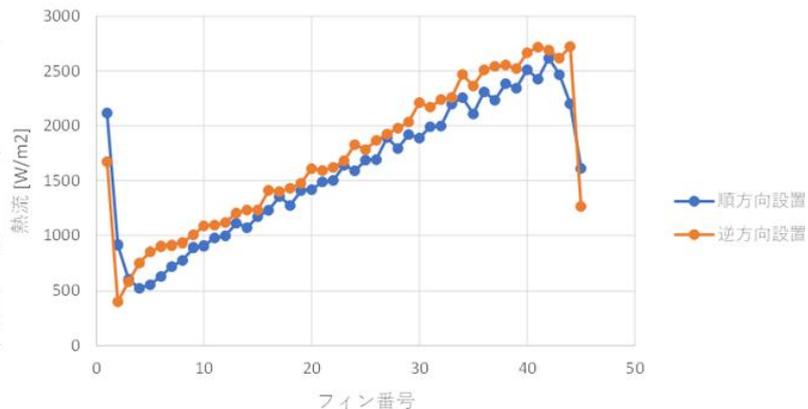
## 2) 超高効率「平板式」太陽集熱器の開発（OMソーラー）

### (2-1-2) 集熱板の熱伝達を促進するシミュレーション検討

- ・邪魔板式・斜め設置式・斜め設置カスケード式などの配置を変えてシミュレーション検討
- ・斜めカスケード設置式が優れていることをシミュレーション実証
- ・熱伝達と日射との正対性を考慮して加工方法と設置方向を決定



エキスパンドメタルの設置方向



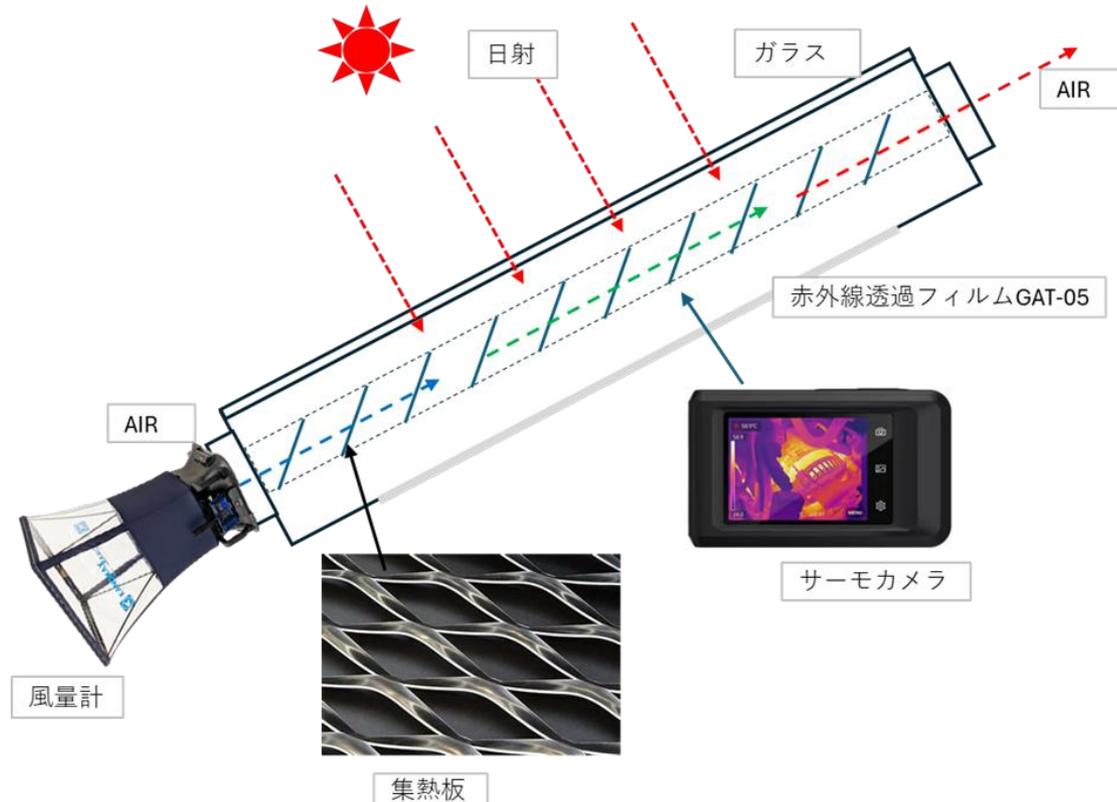
エキスパンドメタルの設置方向の違いによる熱流

# 研究成果（進捗概要）

## 2)超効率「平板式」太陽集熱器の開発（OMソーラー）

### (2-1-3)集熱器の概略構造の検討による原理試作

- ・集熱器の構造検証のための原理試作品を作製



### 【2025年度の課題】

- ・集熱板の温度上昇状態をサーモカメラで観察し、シミュレーション検証により設計改良
- ・高効率給湯および高効率集熱全館空調システムのシミュレーション性能検証

# 研究成果（進捗概要）

## 3) 超高効率「真空管式」太陽集熱器の開発（寺田鉄工所）

### 【2024年度の進捗】

- ・透明ガラス管単体の入手
- ・ガラス管単体での計測用の機器調達と計測用盤の製作
- ・太陽熱集熱器の比較試験に必要な計測器の調達および計測盤の製作
- ・太陽熱集熱器の計測試験に用いる方位旋回架台の設計・製作（2025年度の前倒し）



超高効率太陽熱吸収膜を  
インストールする  
透明ガラス管の入手

ガラス管単体性能試験設備

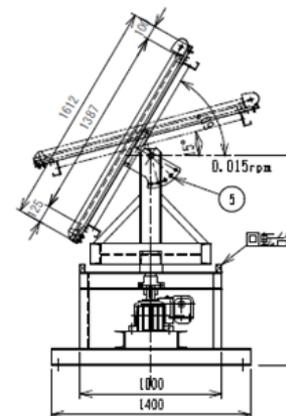
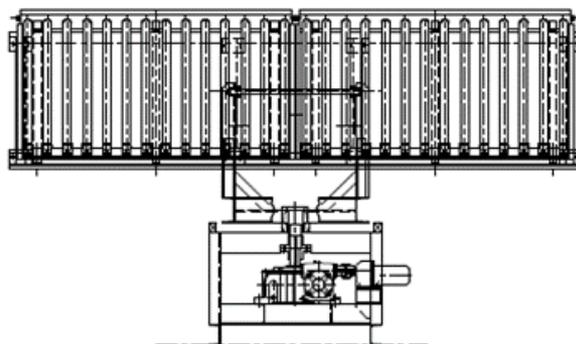


ガラス管単体性能計測盤



# 研究成果 (進捗概要)

## 3) 超高効率「真空管式」太陽集熱器の開発 (寺田鉄工所)



太陽熱集熱器 計測試験用  
方位旋回架台



### 【2025年度の課題】

- ・ガラス管単体への超高効率集熱膜のインストール方法の確立
- ・高温集熱用に熱媒油を使用することに適した太陽熱集熱器本体の構造設計・試作

# 研究成果（進捗概要）

## 4) 熱エネルギー面的利用ネットワークへの接続モデル構築（全機関）

### 【2025年度の課題】

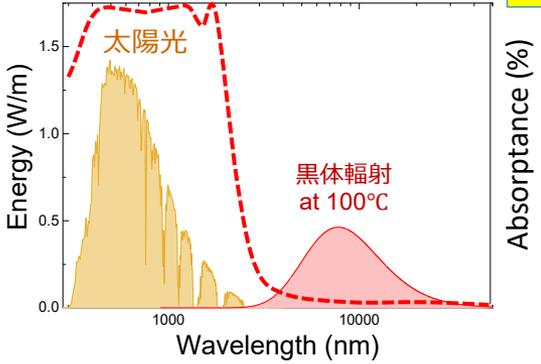
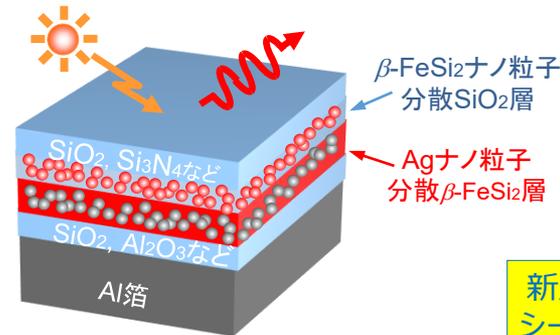
- ・超高効率太陽光集熱デバイスの応用可能性の探索、面的利用モデルの検討
- ・実地適用ポテンシャルユーザーへのアピール

### 太陽熱「100～300℃」の活用可能性

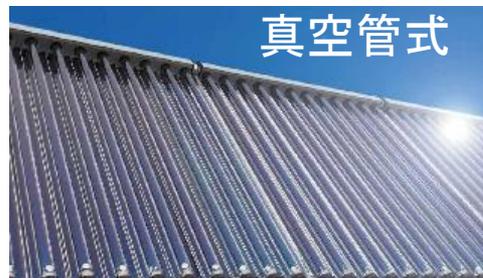
熱媒体	応用展開	温度帯	概要
高温 水蒸気	二重/三重効用 吸収式冷凍機	300℃	冷凍機の変換効率向上に高温化が有効
	産業熱利用（加熱、殺菌、乾燥）	200℃	欧州では集光型→新規真空管式で達成
	地熱発電のサポート	300℃	300℃を達成できれば地熱蒸気と同等に
	ゼオライトボイラー	200℃	ゼオライトの再生に高温化が必要
高温 流体	熱音響 冷却装置	300℃	温度勾配が大きいほど音波エネルギーが増幅
	帯水層蓄熱による地域熱供給	100℃	高温集熱器 + 高速流体で大きな熱量確保
	ソーラーポンドによる地域熱供給	100℃	高温集熱器 + 高速流体で大きな熱量確保
	ケミカルヒートポンプ	200℃	化学蓄熱材の再生に高温化が有効
	DACの脱着熱源	200℃	DAC技術のCO <sub>2</sub> 脱着に高温化が有効

# まとめ

	太陽熱吸収膜	太陽光集熱システム	面的利用の展開
2024 成果	<ul style="list-style-type: none"> <li>光→熱変換効率を世界最高レベルに</li> <li>大面積な膜試作開始</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平板式： エキスパンドメタル加工法確立 CFD計算による集熱板の構造最適化</li> <li>真空管式： ガラス管単体の性能評価系作製 集熱器計測試験用旋回架台の作製</li> </ul>	2025年度より実施予定
2025 以降の課題	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al箔上での膜形成耐熱性の向上</li> <li>大面積膜での変換効率up</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>平板式： 集熱試験とシミュレーション整合性検証 高効率空気集熱器の1次試作</li> <li>真空管式： 管内部へ膜インストール法の検討 熱媒油に適した集熱器設計・性能評価試験</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>地域熱供給/熱水源などへの接続モデル提案</li> <li>省エネ効果/CO2削減効果の定量評価</li> <li>実地適用の可能性/候補検討</li> </ul>



新規  
シーズ



ニーズ  
連携

