

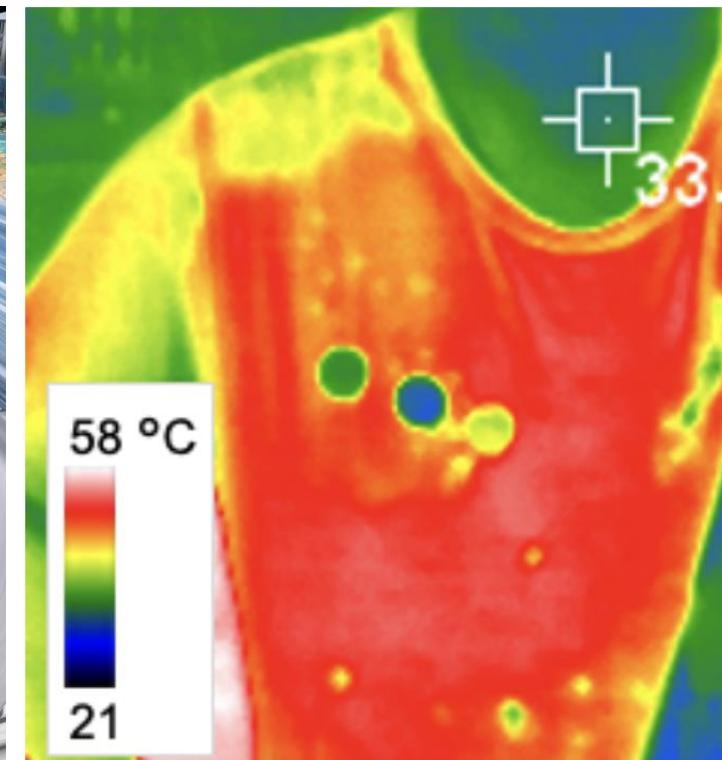
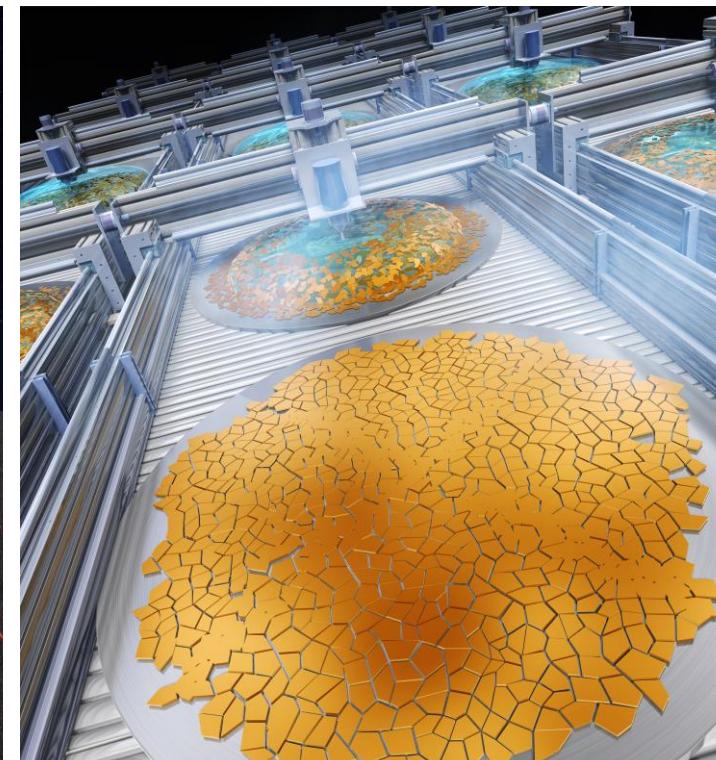
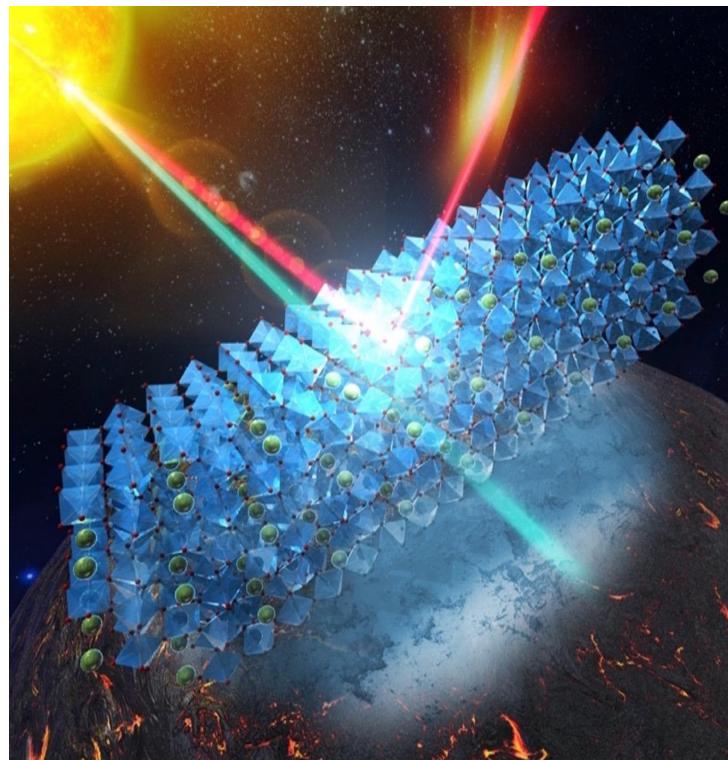
# 世界最高性能の近赤外反射遮熱膜

名古屋大学 未来材料・システム研究所  
教授 長田 実

2025年11月13日

# 概要

- ・酸化タンゲステンをベースとする透明導電体ナノシートを開発
- ・室温・溶液プロセスによる各種基材への成膜、コーティングが可能
- ・世界最高レベルの近赤外反射率と遮熱効果を示す日射遮蔽膜を開発  
(近赤外反射率 >50%と可視光透明性 >70%を同時実現)



# 日射遮蔽膜

## 【背景（社会的、技術的）】

- ・地球温暖化を背景に世界規模で省エネ・CO<sub>2</sub>削減
- ・SDGs, カーボンニュートラル等の国際的目標達成

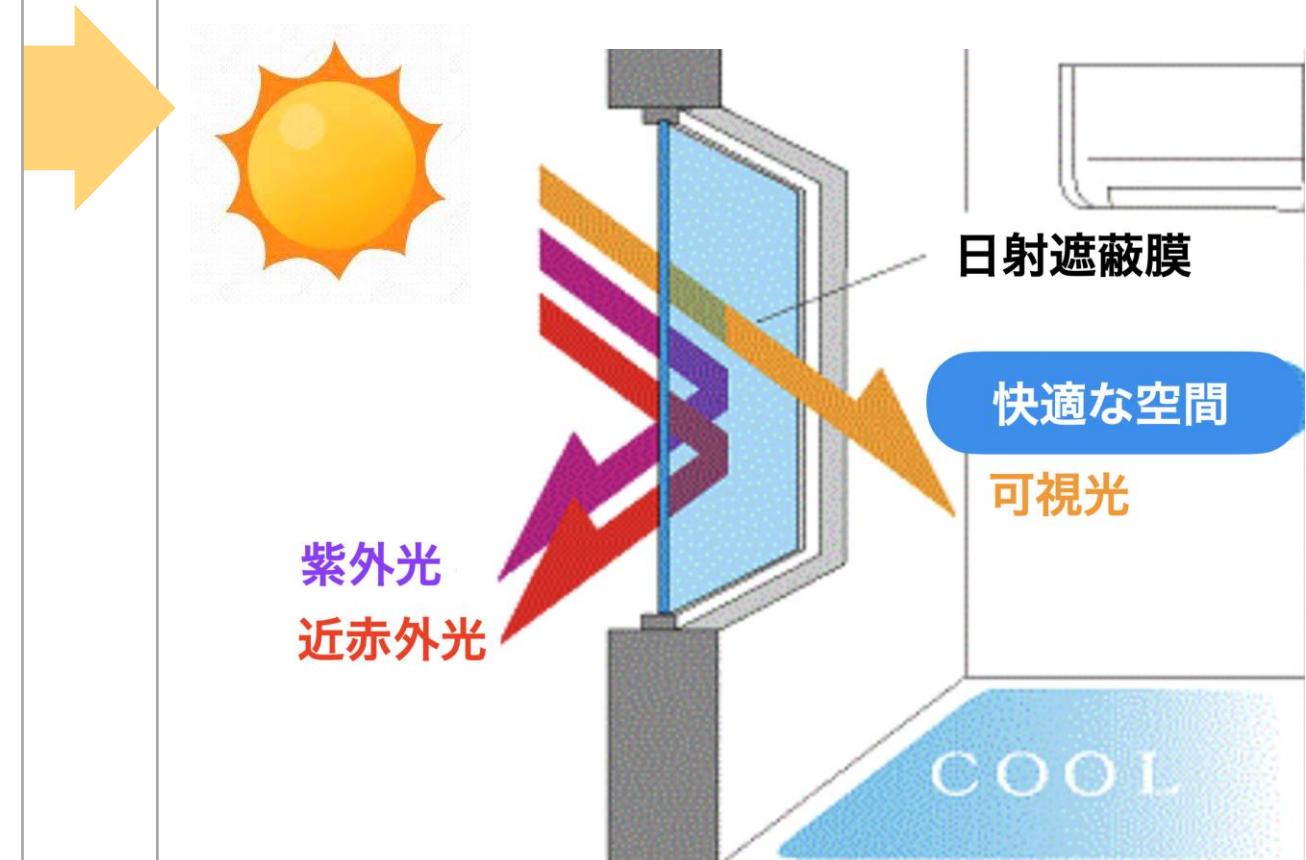
→ 建築物の省エネ化・空調負荷の低減【喫緊の課題】

（建築物関連：全世界のエネルギー消費の約20%）



省エネ性能向上のための取組み（国土交通省資料）

## 【キー技術】日射遮蔽膜

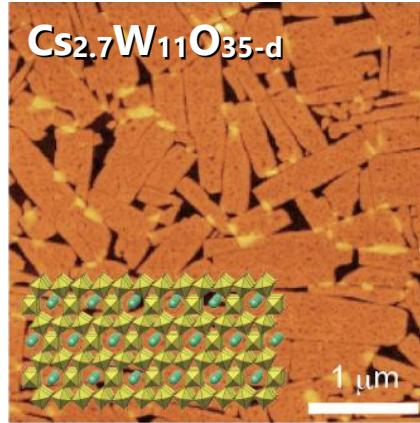


## 【現行技術の課題】

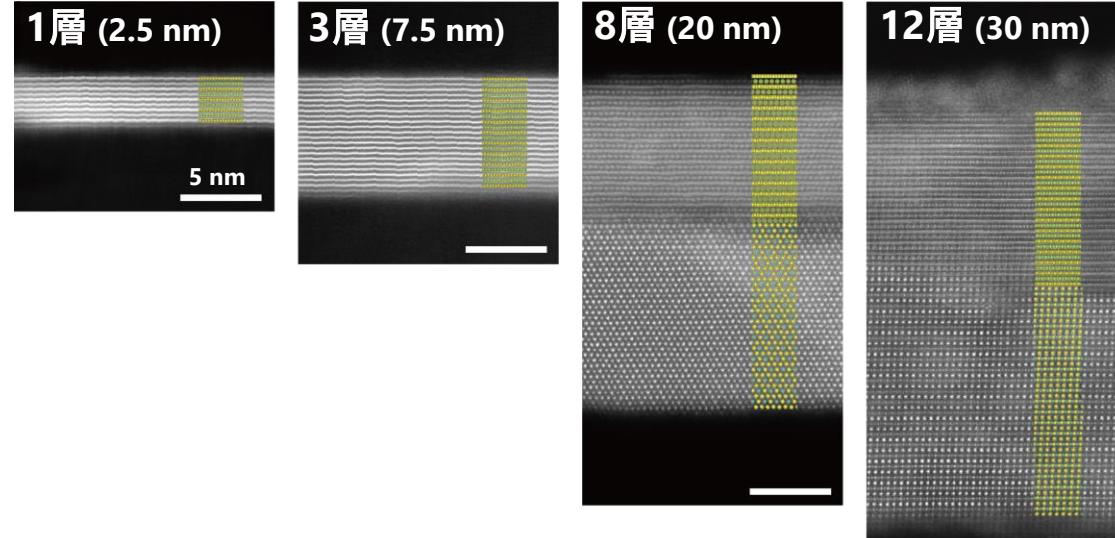
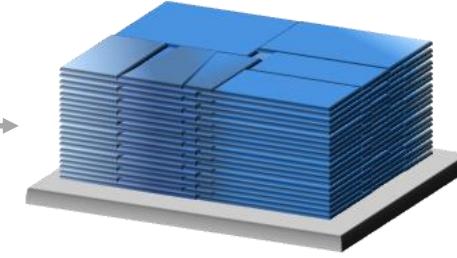
- ・ITOなど従来材料の性能、資源リスク
- ・製造プロセスの問題

# 【本技術】ナノシートの高性能近赤外反射膜

## 透明導電性ナノシート

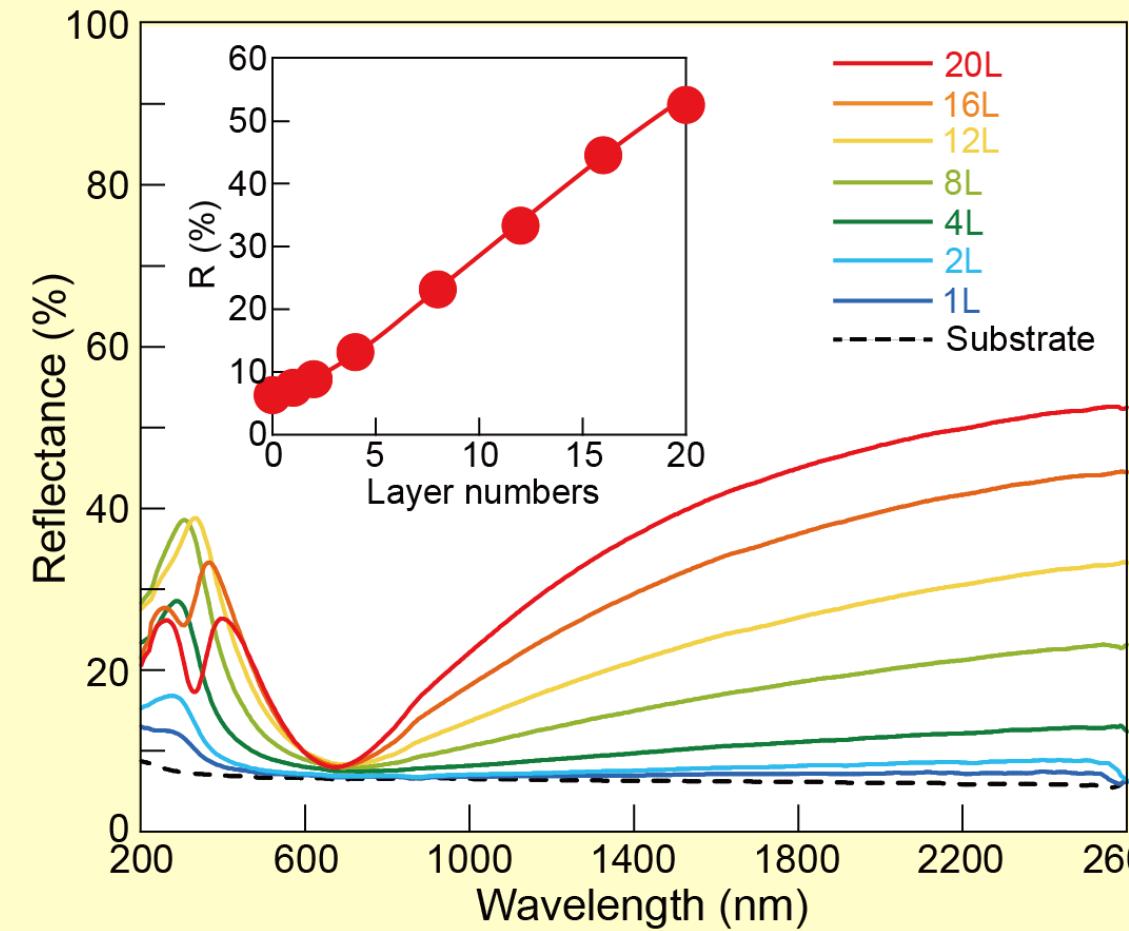


積層集積



高品位積層膜

## 高性能近赤外反射膜

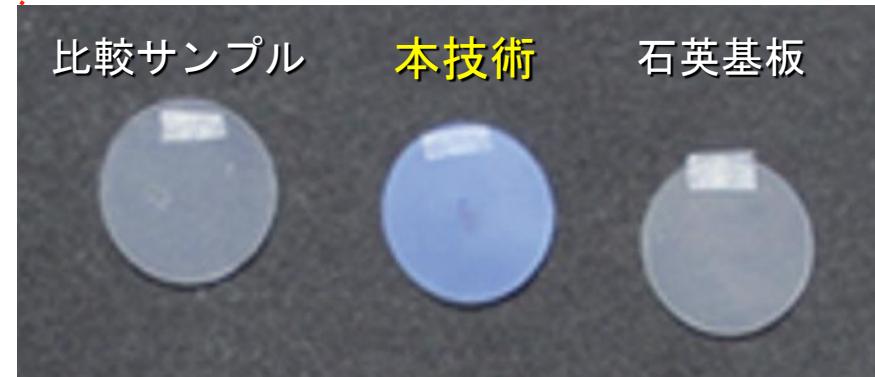


世界最高レベルの近赤外反射特性

近赤外反射率 (53%)と可視光透明性 (71%)を同時実現

# ナノシートの日射遮蔽膜応用

遮熱効果の実験風景

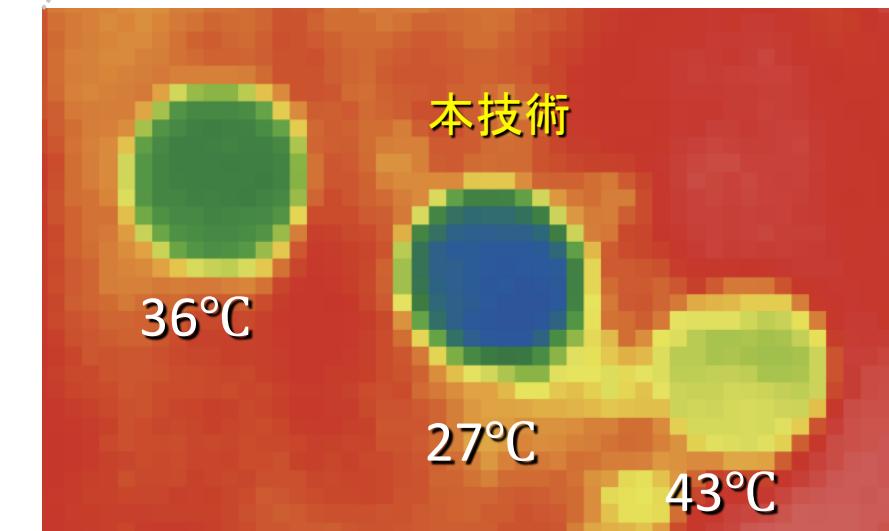
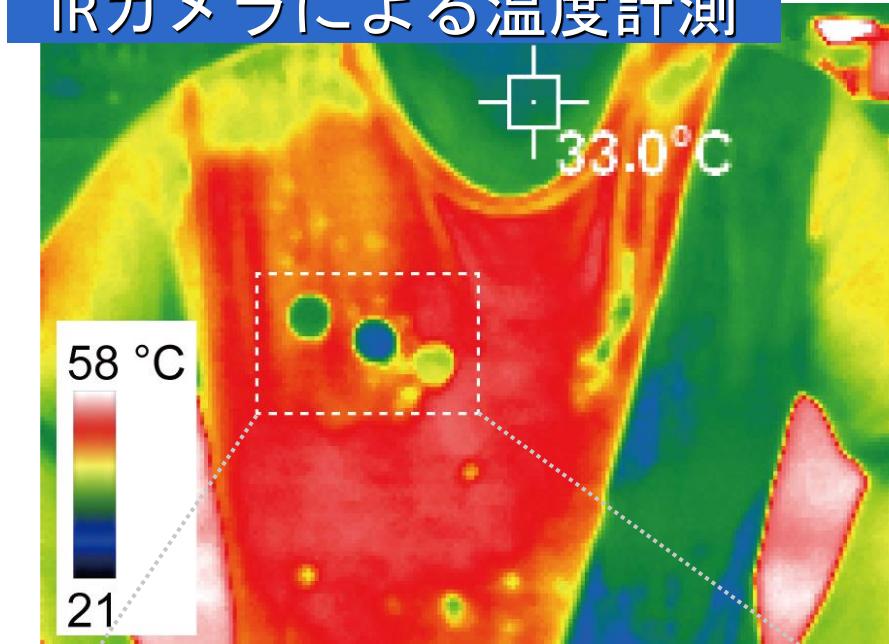


ACSから転載許可

ACS Nano, 17, 11396 (2023) . 表紙採用.

日本経済新聞電子版, 日経産業新聞などで紹介

IRカメラによる温度計測



## 【実験条件】

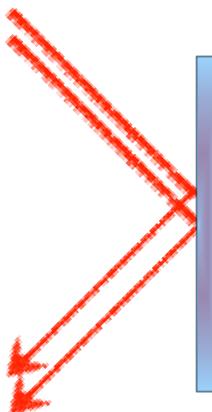
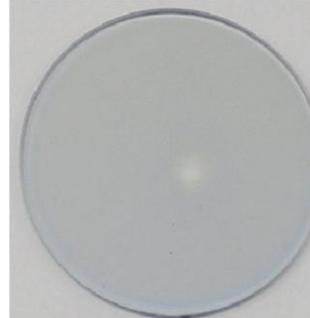
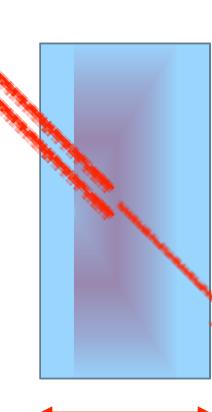
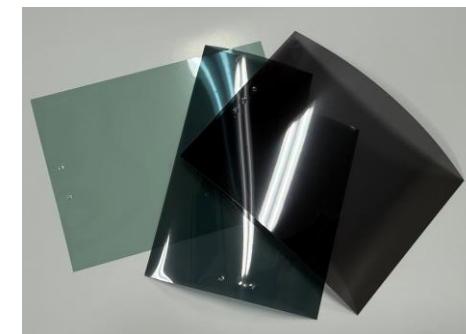
- ・気温32 °C
- ・太陽光10分間暴露後
- ・IRカメラで表面温度計測



優れた遮蔽効果

基板と比較 : -16°C

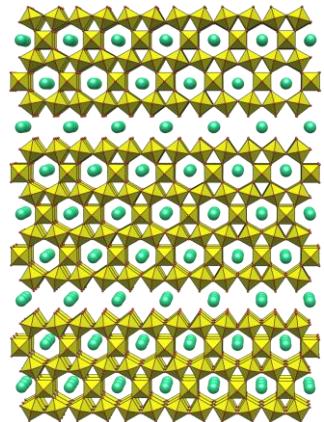
# 新技術の特徴と従来技術との比較

	本技術	従来技術
材料	近赤外反射膜 $\text{Cs}_{2.7}\text{W}_{11}\text{O}_{35-\delta}$ ナノシート	近赤外吸収膜 ITOなどの薄膜・ナノ粒子分散膜
動作原理	<b>反射モード(表面プラズモン反射)</b> <b>表面反射の利用、超薄膜で機能</b>   膜厚 : 10~50 nm	<b>吸収モード(プラズモン吸収)</b> <b>吸収利用のため厚膜が必要</b>   膜厚 : 200~500 nm
膜厚・コスト	 (1/4~1/50の省資源化)	 (吸収のための体積が必要)
可視光透明性	 (>70% ナノシートの特徴)	 (50~60%)

# ナノシートの合成と薄膜作製

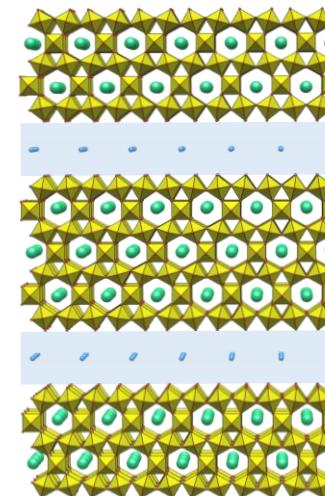
## ナノシート合成

層状化合物  
( $\text{Cs}_4\text{W}_{11}\text{O}_{35}$ )



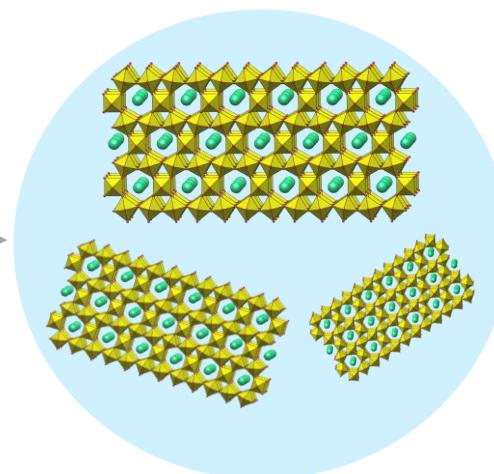
酸処理  
12M HCl, 5日

水素交換体  
( $\text{H}_{1.3}\text{Cs}_{2.7}\text{W}_{11}\text{O}_{35} \cdot \text{H}_2\text{O}$ )



$\text{H}^+, \text{H}_3\text{O}^+$   
振とう・剥離  
TBAOH, 14日

ナノシート  
( $\text{Cs}_{2.7}\text{W}_{11}\text{O}_{35}^{1.3-}$ )



コロイド溶液

## 薄膜作製



成膜  
单一液滴集積法

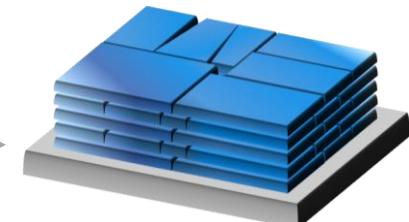
単層膜

積層集積

多層膜

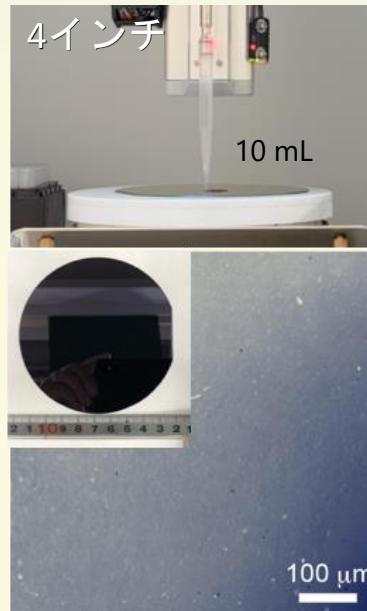
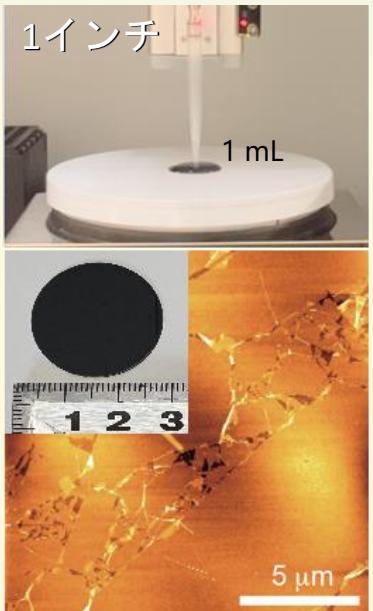
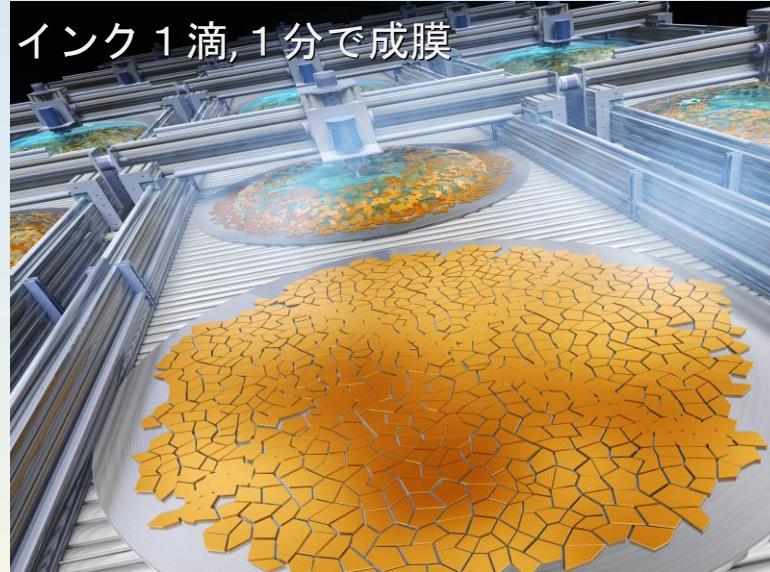
還元処理  
3%  $\text{H}_2/\text{Ar}, 550^\circ\text{C}$

近赤外反射膜

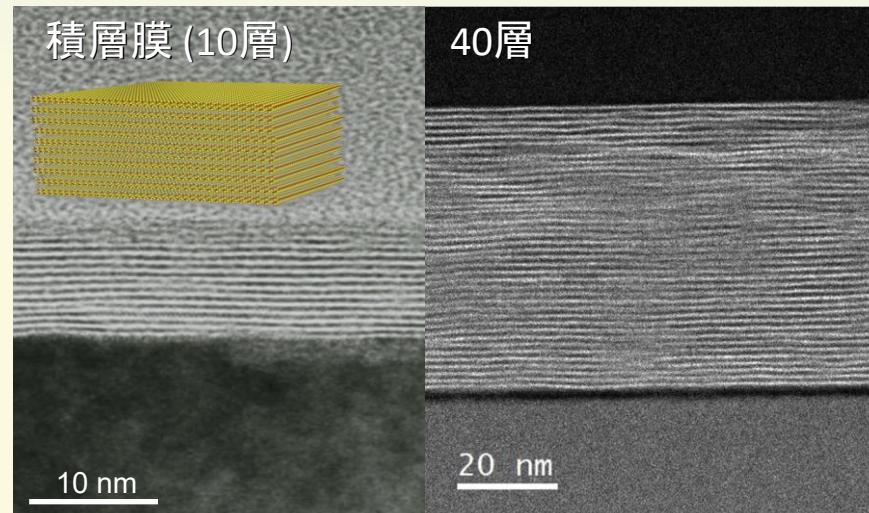
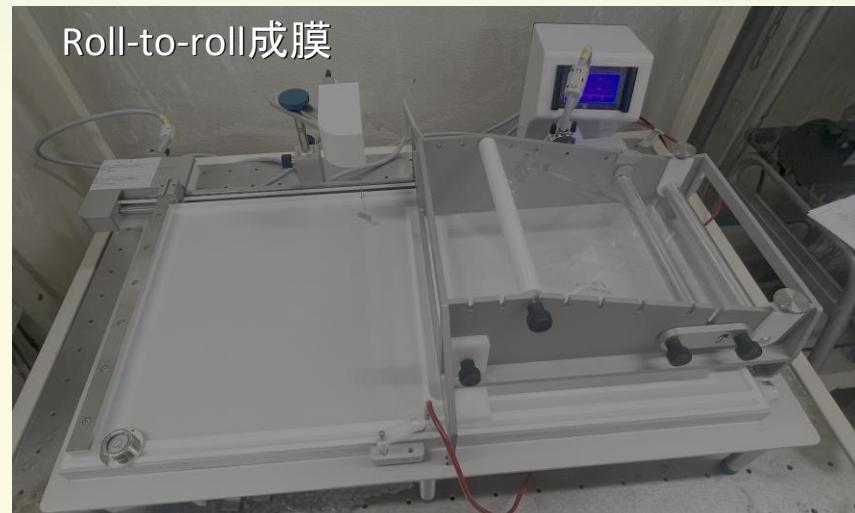
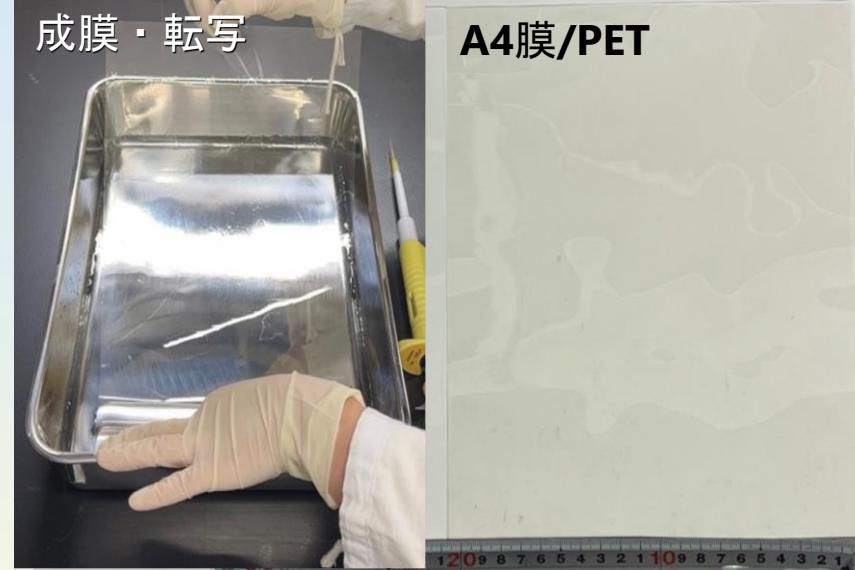
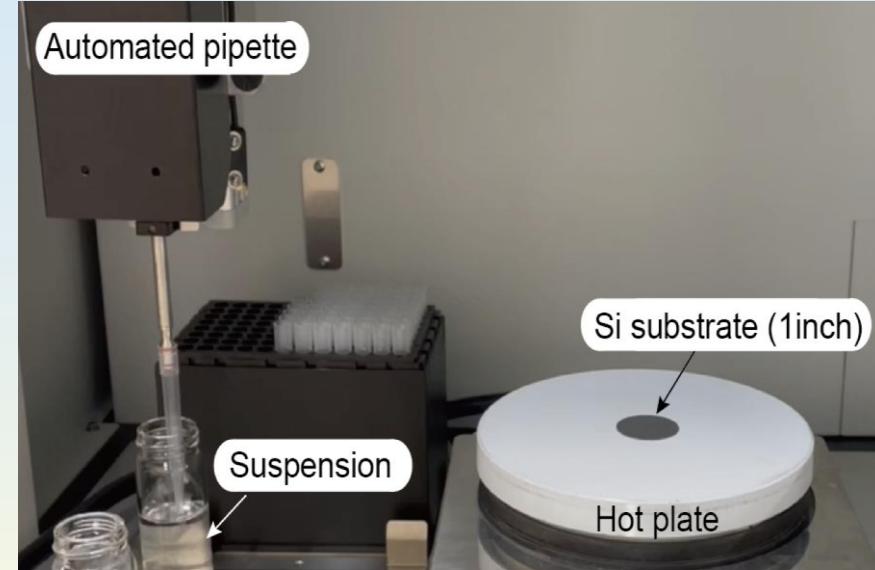


# 室温・液相コーティング

## 单一液滴集積法



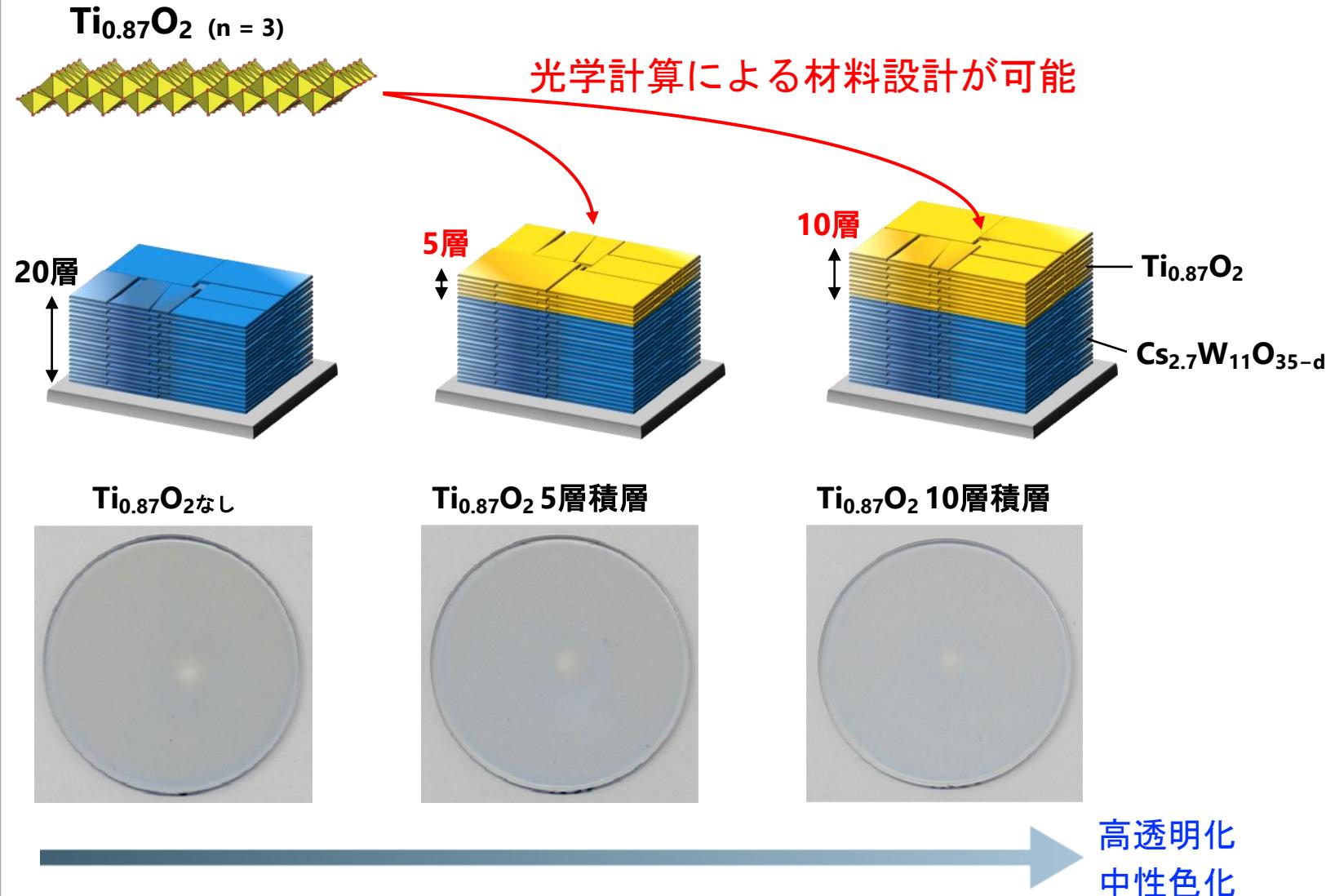
## 自動成膜口ボ



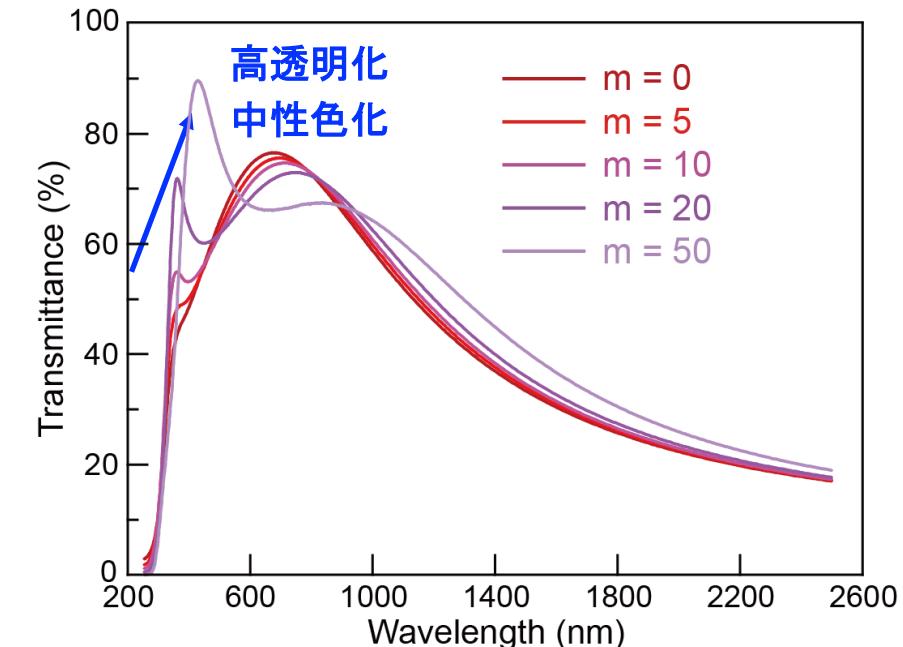
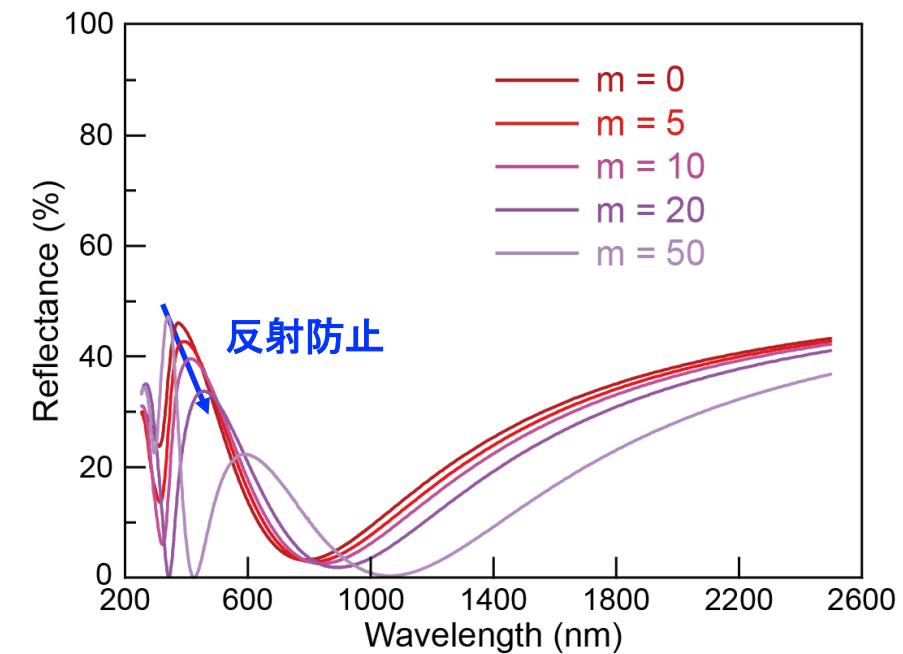
低コスト・省エネの室温プロセスで高品位・大面積薄膜

# ナノシート積層による特性制御

## 高屈折率ナノシートの導入

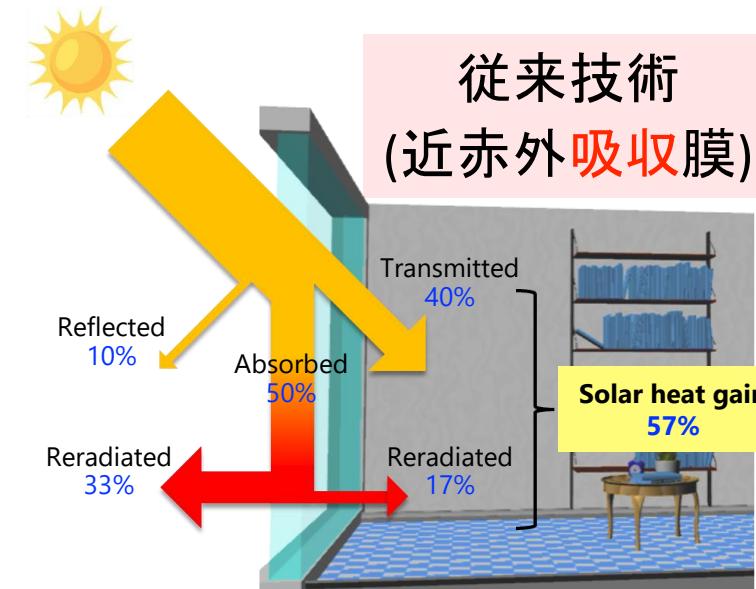
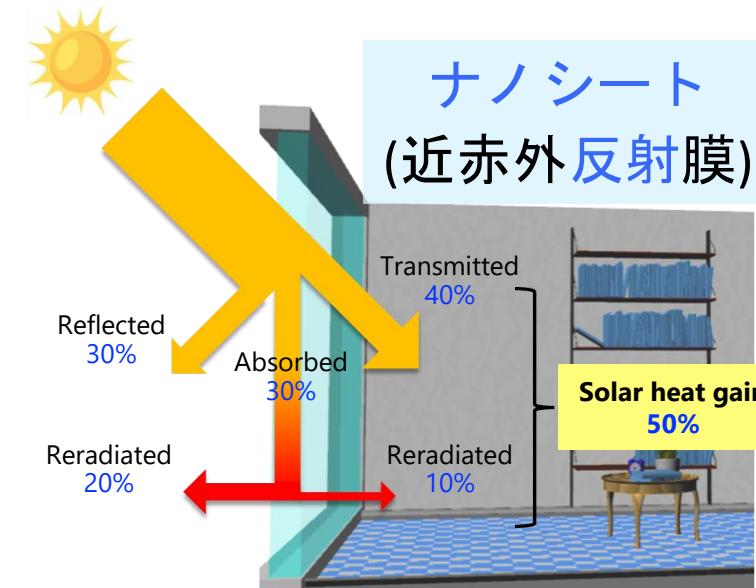
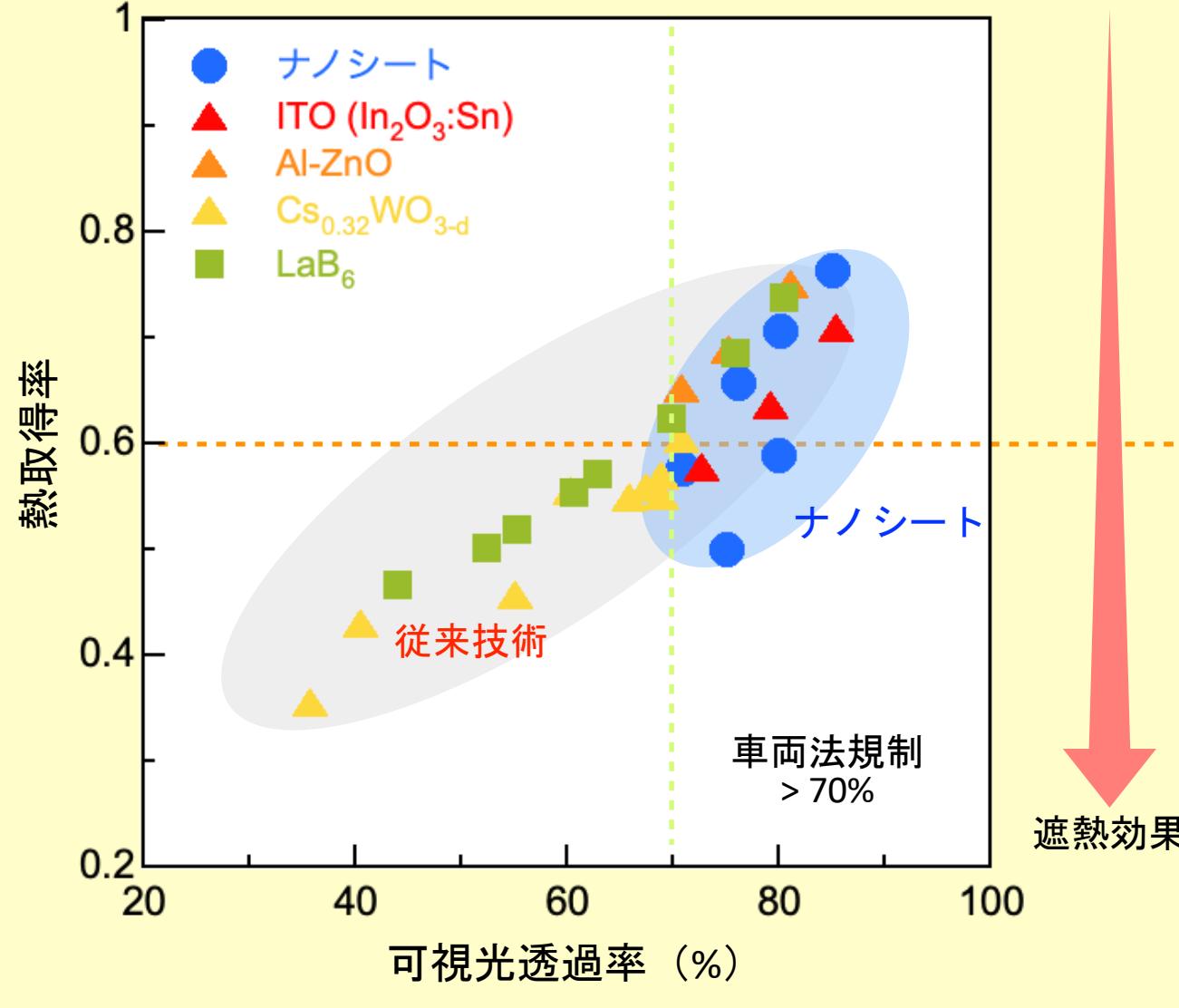


高い近赤外反射率を維持、可視透過率を向上



# ナノシート日射反射膜の優位性

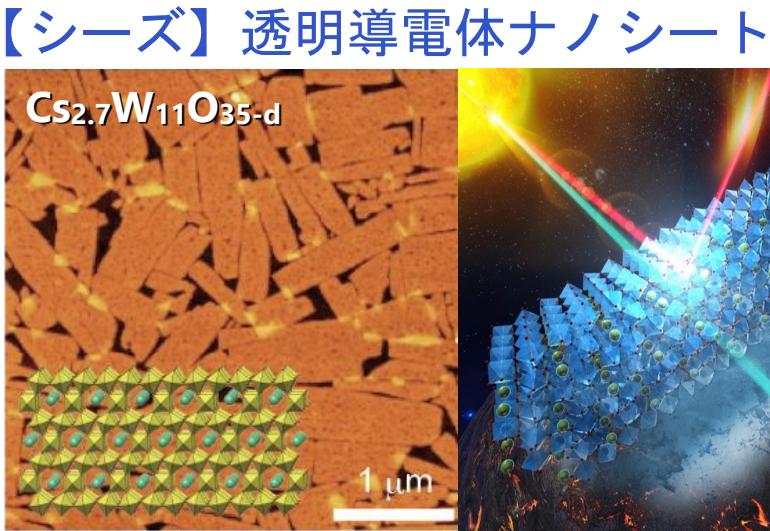
熱取得率(遮熱効果)



ナノシート近赤外反射膜：低い熱取得率(高い遮熱効果)を実現

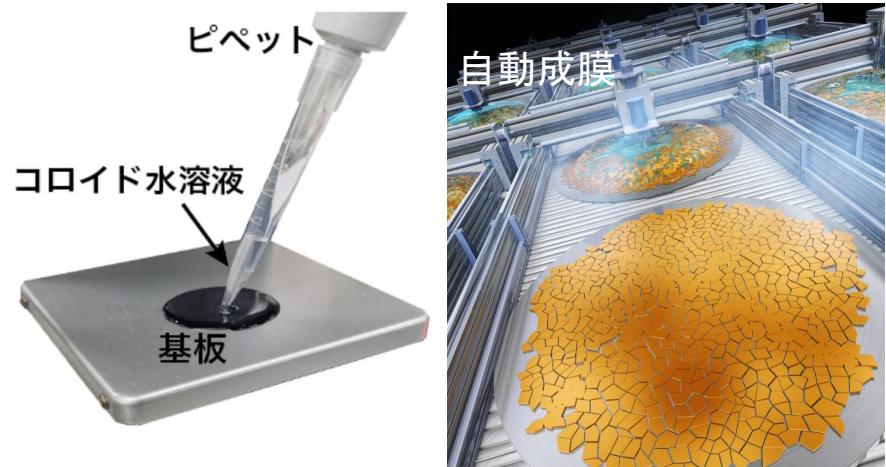
# イノベーションインパクト

【素材】近赤外反射ナノシート



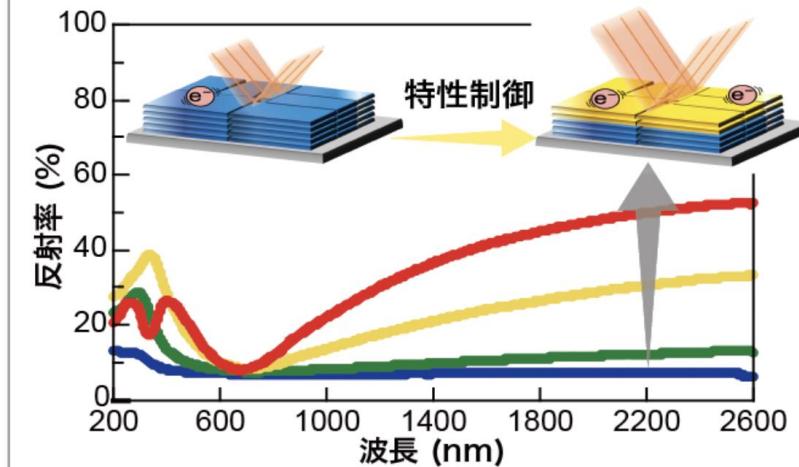
【プロセス】高速・大面積コーティング

单一液滴集積

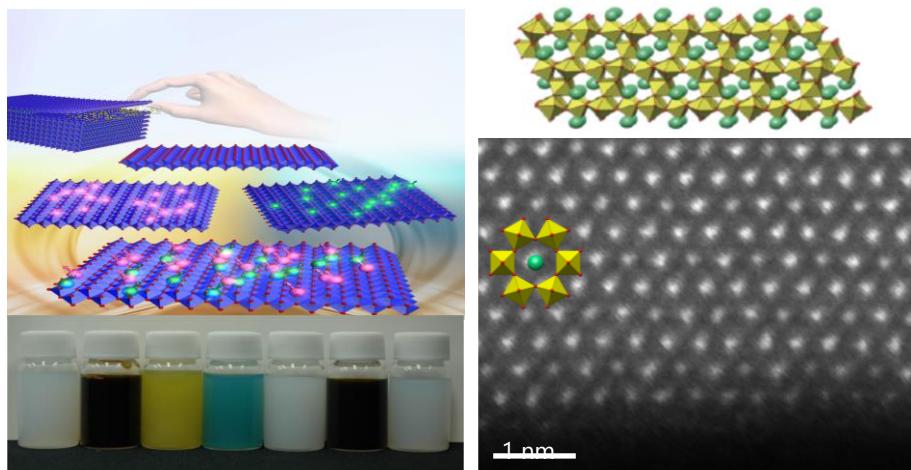


【デバイス】革新的日射遮蔽膜

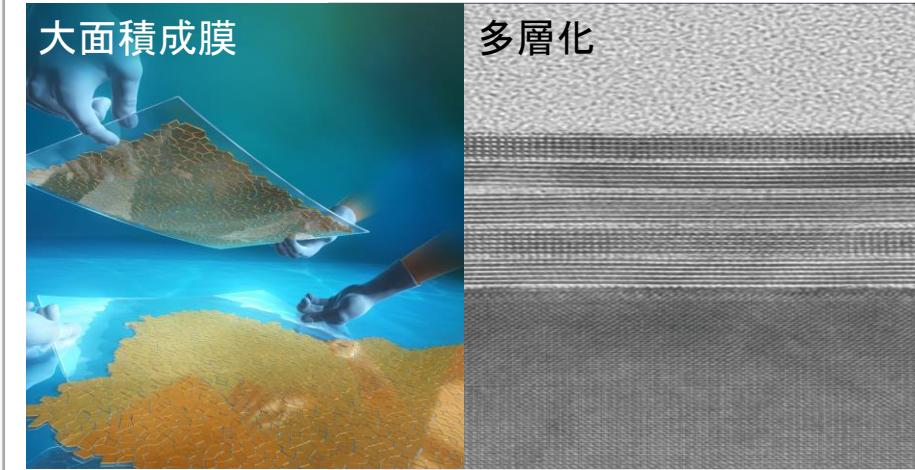
近赤外反射膜 (反射率>60% + 透明性)



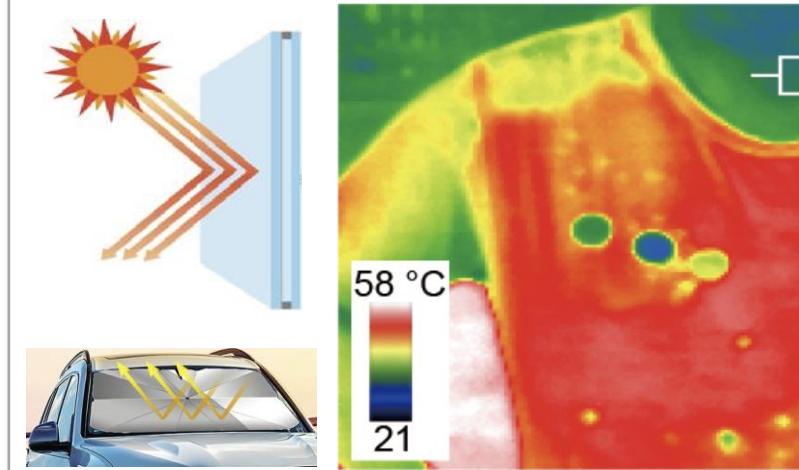
材料開発・特性制御



プロセス高度化

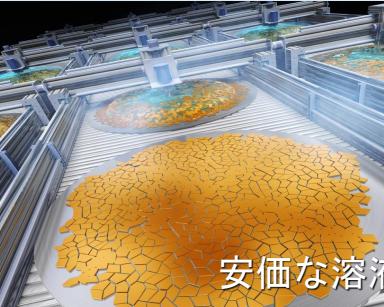


日射遮蔽膜 (熱取得率向上)

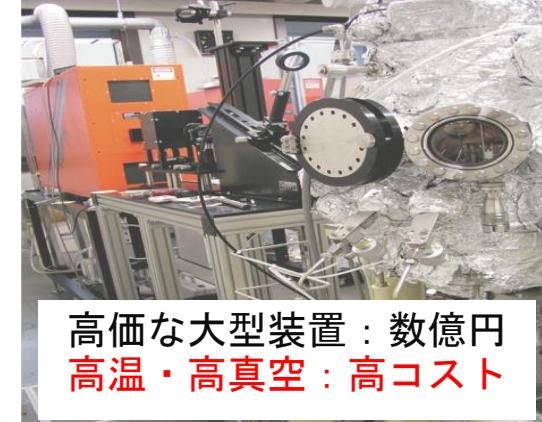


# コーティング応用

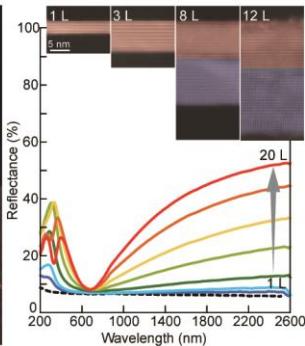
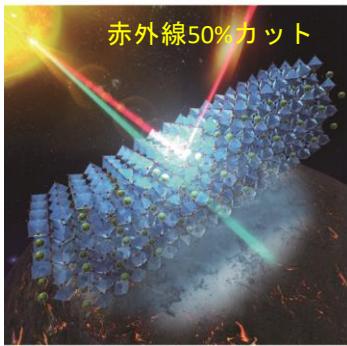
## ナノシートプロセス



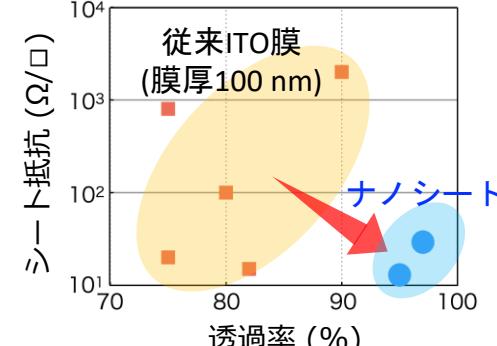
## 従来技術（物理蒸着）



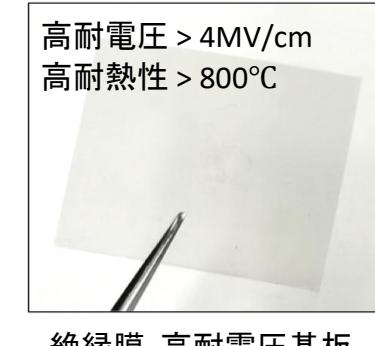
### 日射遮蔽膜・エコガラス



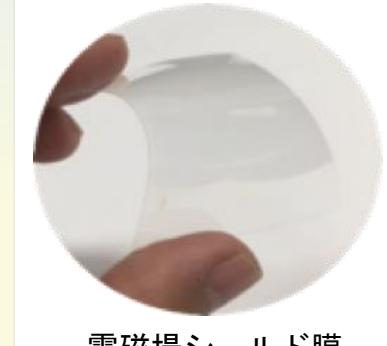
### 透明導電膜



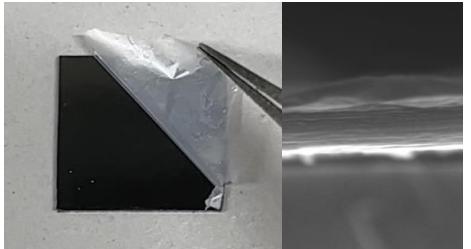
### 断熱・絶縁膜



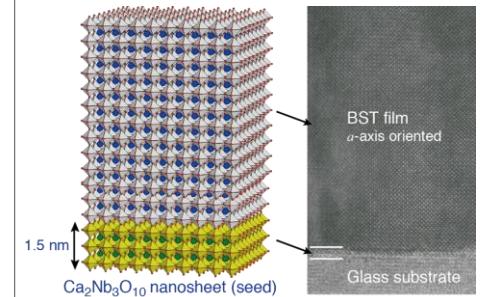
### 磁性膜



### 放熱基板

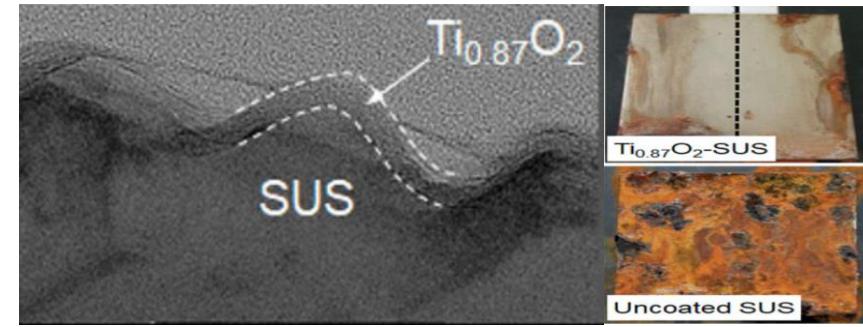


### 結晶成長基板

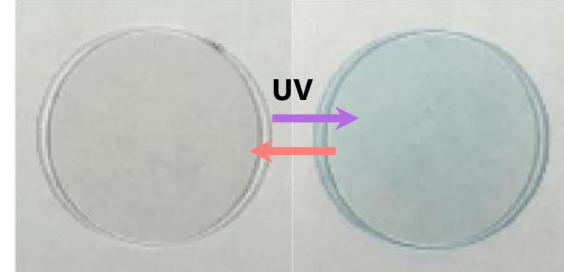


薄膜化・高熱伝導性

### 腐食防止/ガスバリア膜



### フォトクロミック膜



# 社会実装への道筋

時期	取り組む課題や明らかにしたい原理等	社会実装へ取り組みについて記載
基礎研究	【シーズ発見】ナノシートをベースとする日射遮蔽膜 (近赤外反射率 53%と可視透過率71%を実現)	
現在	<ul style="list-style-type: none"> <li>・新材料開発（反射・透過特性の向上）</li> <li>・高速・大面積成膜が実現</li> <li>・多層化・膜構造デザインによる特性制御</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JST A-STEP育成型</li> <li>・スタートアップ起業 (株式会社ディメンジョンフォー)</li> </ul>
1~2年後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・高反射タイプ膜の開発（近赤外反射率&gt;60%）</li> <li>・材料特性の最適化（車両法クリア， 透過率&gt;70%）</li> <li>・大面積印刷技術の開発</li> <li>・安定性試験の実施</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・JST A-STEP本格研究へ応募</li> <li>・ガラス， 自動車メーカーとの共同研究</li> <li>・フィルムメーカーとの共同研究</li> </ul>
5年後	<ul style="list-style-type: none"> <li>・インク， 日射遮蔽膜プロトタイプの製造</li> <li>・各種コーティング応用への展開（透明導電膜など）</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・サンプル提供</li> </ul>

## 企業への期待

- ・ 日射遮蔽膜、2次元材料に関心のある企業との共同研究を希望.
- ・ 日射遮蔽膜、近赤外線反射膜、透明導電膜を開発中の企業、2次元材料分野への展開を考えている企業には、本技術の導入が有効と思われる.
- ・ 低成本・低環境負荷の室温水溶液プロセスで実現可能であり、ガラス、プラスチックなど様々な基材への成膜可能。日射遮蔽膜応用に加え、広く薄膜製造技術、セラミックスコーティング技術としての発展に期待.

## 企業への貢献, PRポイント

- 地球温暖化や記録的猛暑により、日射遮蔽材料に対する需要は年々増加。自動車業界のCAFE規制やネット・ゼロ・エネルギー・ビルディング(ZEB)に対する解決策として日射遮蔽材料は必須
- 本研究で開発した近赤外遮蔽膜は、優れた遮熱効果と可視光透明性を併せ持つており、建築物、自動車の窓ガラスに適用することにより、冷房負荷削減、空調の省エネルギー化を実現するキー技術としての発展に期待。
- 本研究で開発した透明導電体ナノシートは、希少金属の利用しない化合物で、ITOに匹敵する優れた導電性と高い可視光透明性を実現しており、希少金属フリーの透明導電膜としても有望。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称 : ナノシートの稠密単層膜から成る薄膜の製造方法、及び、その薄膜の用途
  - 出願番号 : WO2023/058704 A1  
(特願2021-166185)
  - 出願人 : 国立大学法人東海国立大学機構
  - 発明者 : 長田 実, 施 越, 小林 亮, 山本瑛祐
- 他、各種機能に関する特許多数保有

# 問い合わせ先



MAKE NEW STANDARDS.

東海国立  
大学機構



名古屋大学

国立大学法人東海国立大学機構  
名古屋大学学術研究・产学官連携推進本部

TEL : 052-788-6150

FAX : 052-747-6796

Email : [sangaku@aip.nagoya-u.ac.jp](mailto:sangaku@aip.nagoya-u.ac.jp)