

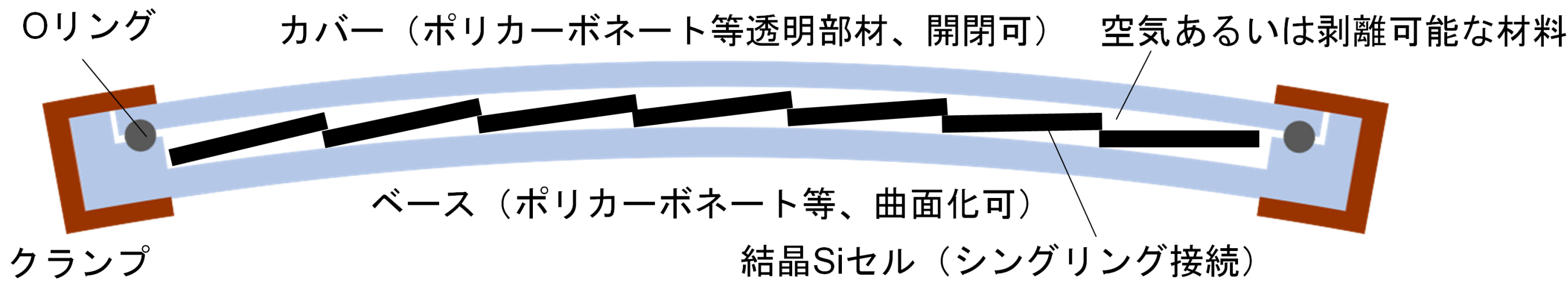
リサイクル容易な曲面・超軽量結晶Si太陽電池モジュールの開発

団体名：北陸先端科学技術大学院大学、京セラ、新潟大学、青山学院大学、岐阜大学

事業の目的・目標

封止材を使用しない、あるいは剥離可能な封止材を使用した  
新概念結晶Si太陽電池モジュールを作製する技術の確立  
→ モジュールの長寿命化、部材の**高いリサイクル性**を実現  
カバーガラスの代わりに**プラスチック等の軽量素材**を使用  
→ モジュールの**曲面化・軽量化**、多様な建材への導入

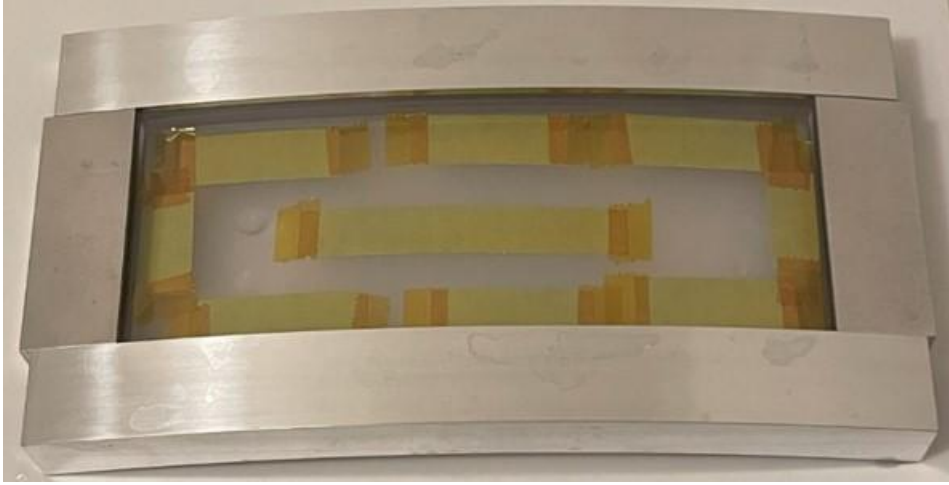
本事業で開発を目指す  
太陽電池モジュールの構造



2024年の主な成果

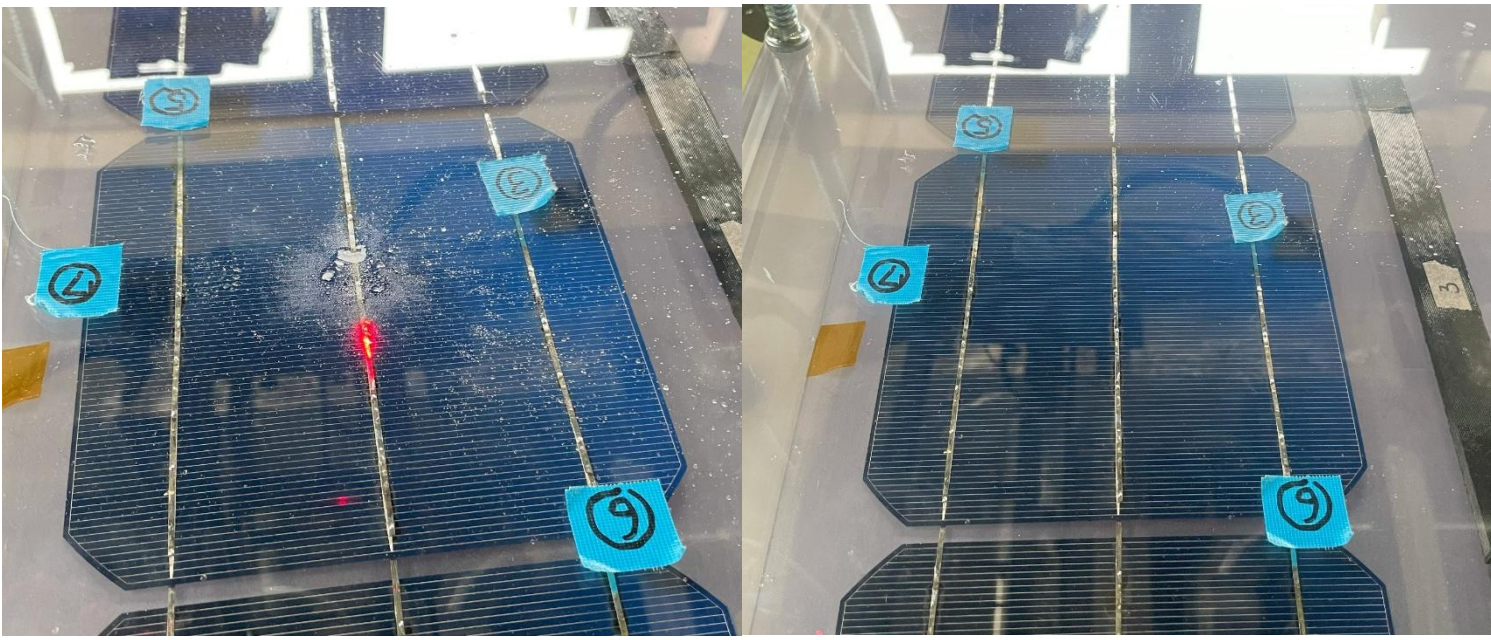
①モジュール構造の開発（北陸先端科学技術大学院大学）

セルを設置するベースとカバーにポリカーボネート(PC)を使用  
Oリングを固定するクランプをAIフレーム型のものに改良→ 水分浸入抑止可能

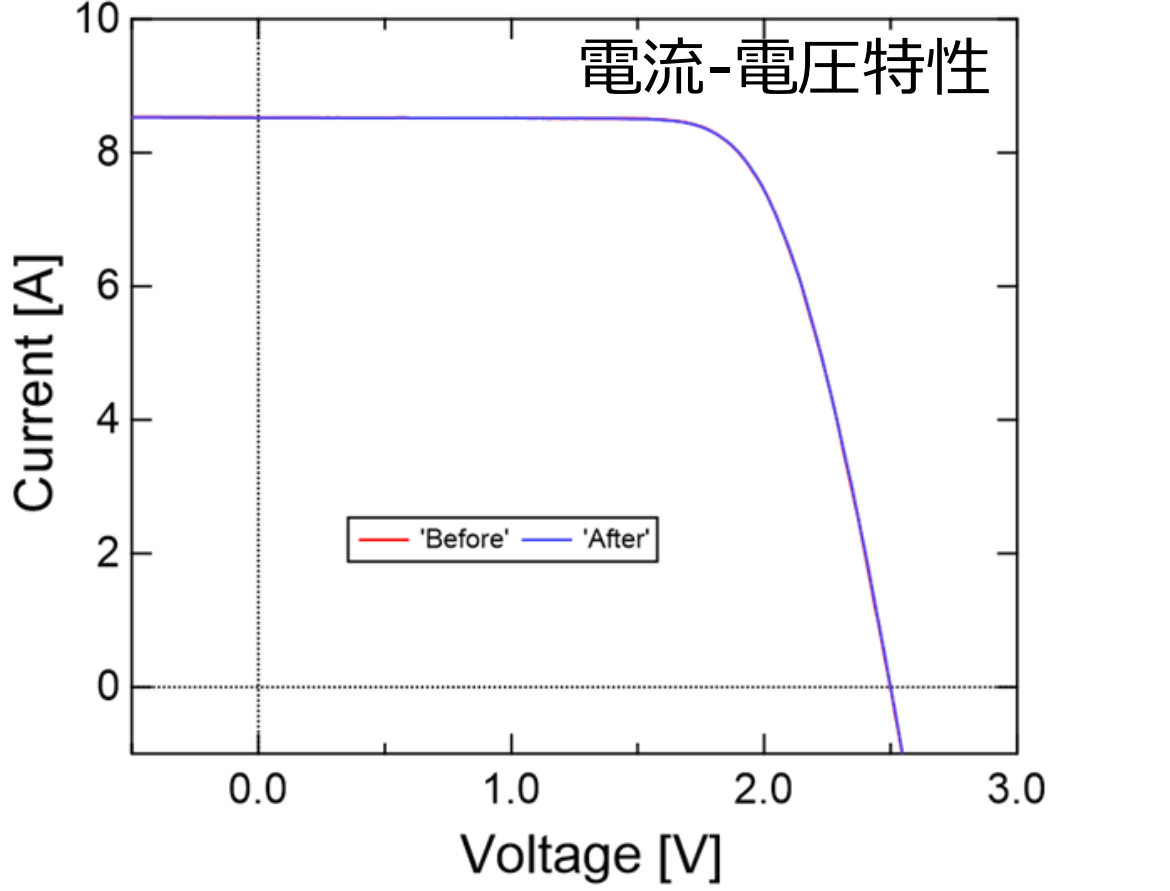


浸水試験14.5 h後の  
モジュール構造の外観

長辺1 m、短辺0.5 m、曲率半径~3 mの曲面大面積モジュールに  
JIS C 61215-2に基づく降電試験を実施  
→ 発電性能の変化、PCベース/カバーへの損傷が無いことを確認



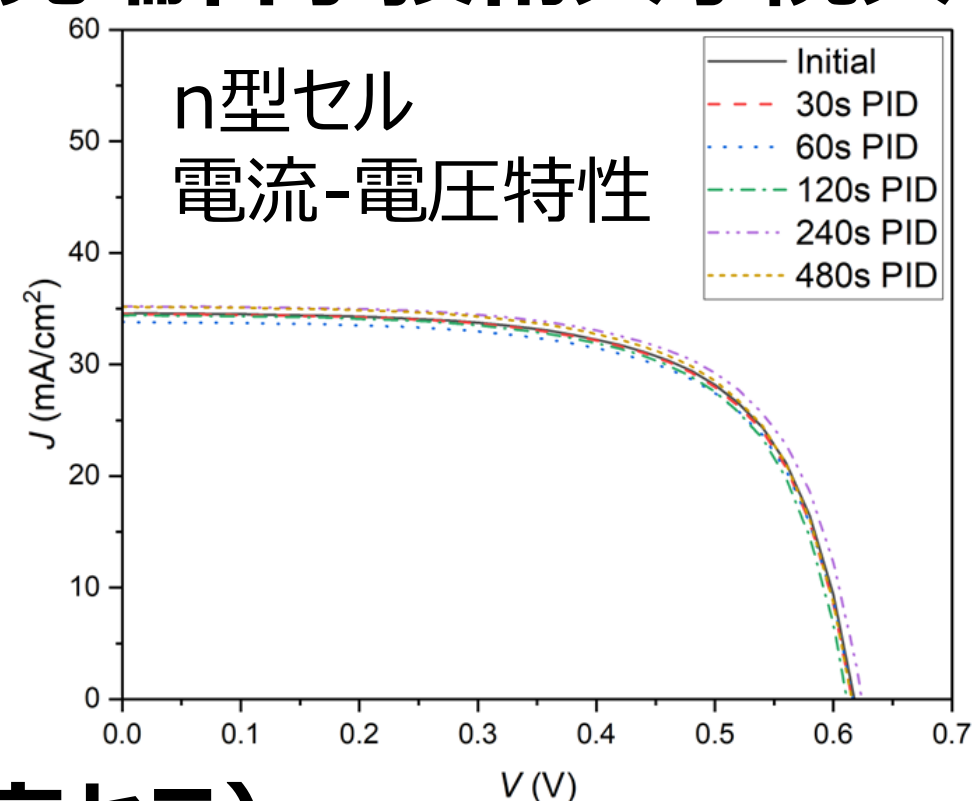
試験後のモジュール表面



②新概念モジュールのPID耐性の検証（北陸先端科学技術大学院大学）

PCカバーと剥離可能封止材を用いたモジュール  
を用いた結晶Si PVモジュールのPID耐性

汎用のp型セル（シャント型PIDを起こす）  
n型フロントエミッタセル（分極型PIDを起こす）  
PCカバーの使用でいずれのPIDも抑止可能



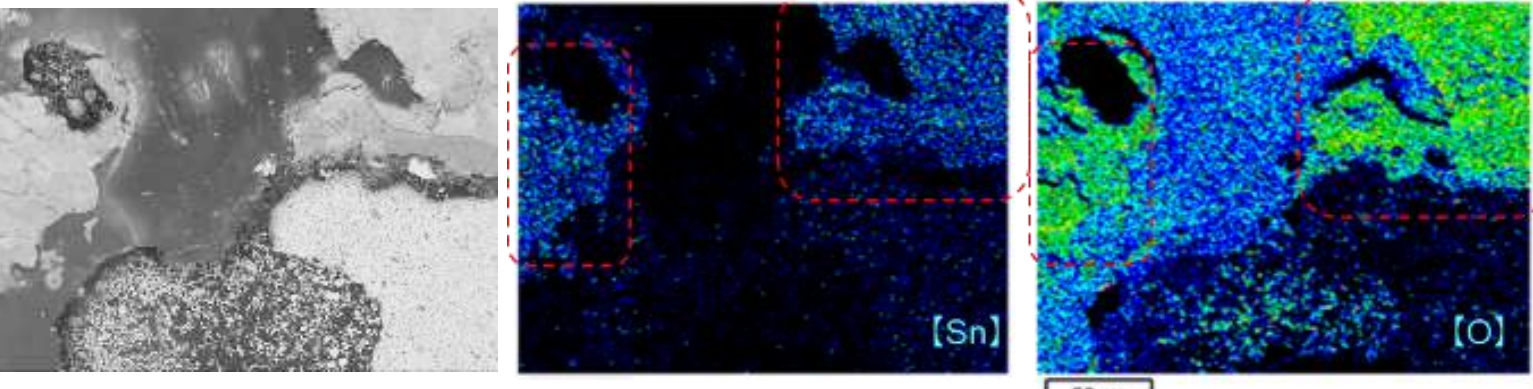
③リサイクル可能な封止材料の調査、検証（京セラ）

分離/再生可能性のある封止材料4種を選定、  
リサイクル面、製造面、耐久性面での検討を行い、課題を抽出

| 抽出課題  | リサイクル面 |            |                   |      | 製造面      |            |            |    | 耐久性面     |    |    |          |          |    |      |   |
|-------|--------|------------|-------------------|------|----------|------------|------------|----|----------|----|----|----------|----------|----|------|---|
|       | 分離方法   |            | 再生化               |      | 密着性      | Jsc<br>低下率 | TC試験90~40℃ |    |          |    |    |          |          |    | UV照射 |   |
|       | 加熱溶融滴下 | 機械的剥離      | 大気加熱<br>200℃, 6hr | 酸化する |          |            | 剥離         | 断線 | FF<br>劣化 | 黄変 | 腐食 | FF<br>劣化 | 局部<br>剥離 | 黄変 | 気泡   |   |
| 選定樹脂1 | a      | 低回収率 8%    | 剥離可               | 剥離不可 | 酸化       | 剥離有        | 大          | ×  | —        | ×  | ○  | ○        | ×        | ×  | ×    | ○ |
| 選定樹脂2 | b      | 低回収率 7~11% | 剥離不可              |      | 酸化       | 剥離無        | 中          | ○  | ×        | ○  | ○  | ○        | △        | ×  | ×    | ○ |
| 選定樹脂3 | a      | 低回収率 12%   | 剥離可               |      | 酸化、一部架橋  | 剥離有        | 大          | ×  | —        | ×  | ×  | △        | ×        | ×  | ×    | ○ |
| 選定樹脂4 | b      | 低回収率 8%    | 剥離不可              |      | 架橋、酸化、分解 | 剥離無        | 小          | ○  | ×        | ×  | ×  | ×        | ×        | ×  | ×    | × |

④新概念モジュールに適したセル間接続方法の開発（京セラ）

半田メッキ銅箔とSiセル間の導電性接着剤(ECA)接合  
TC試験、DH試験 → 劣化モードが3種類存在することを解明



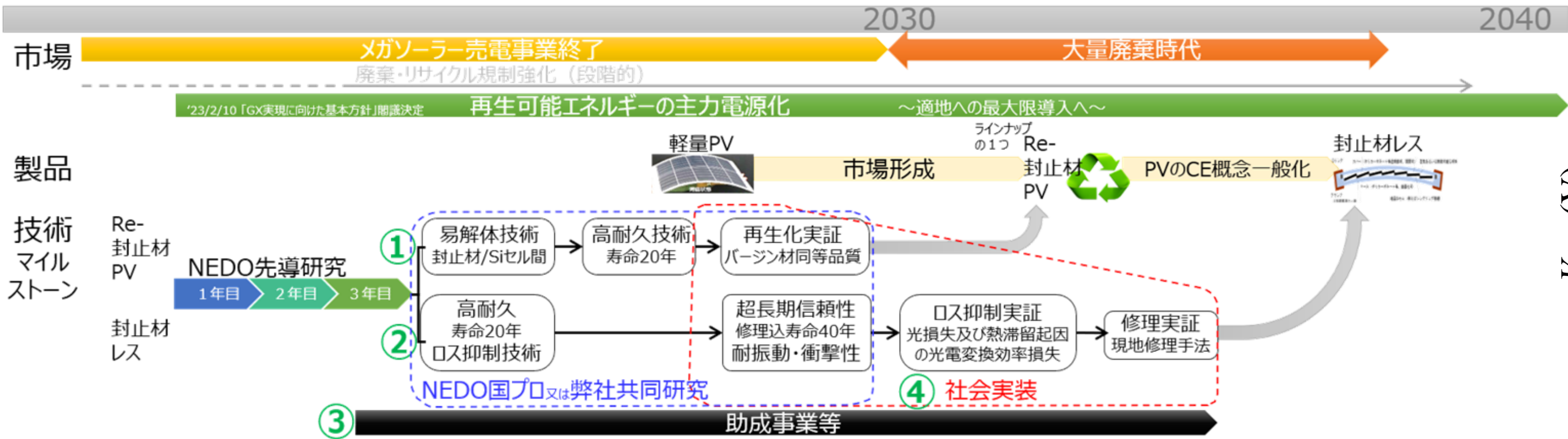
- 熱+繰り返し疲労による密着強度減
- 湿熱による密着強度低下
- 湿熱によるSn拡散と腐食

剥離後ECA表面のSEM-EDS分析結果

課題・今後の取組

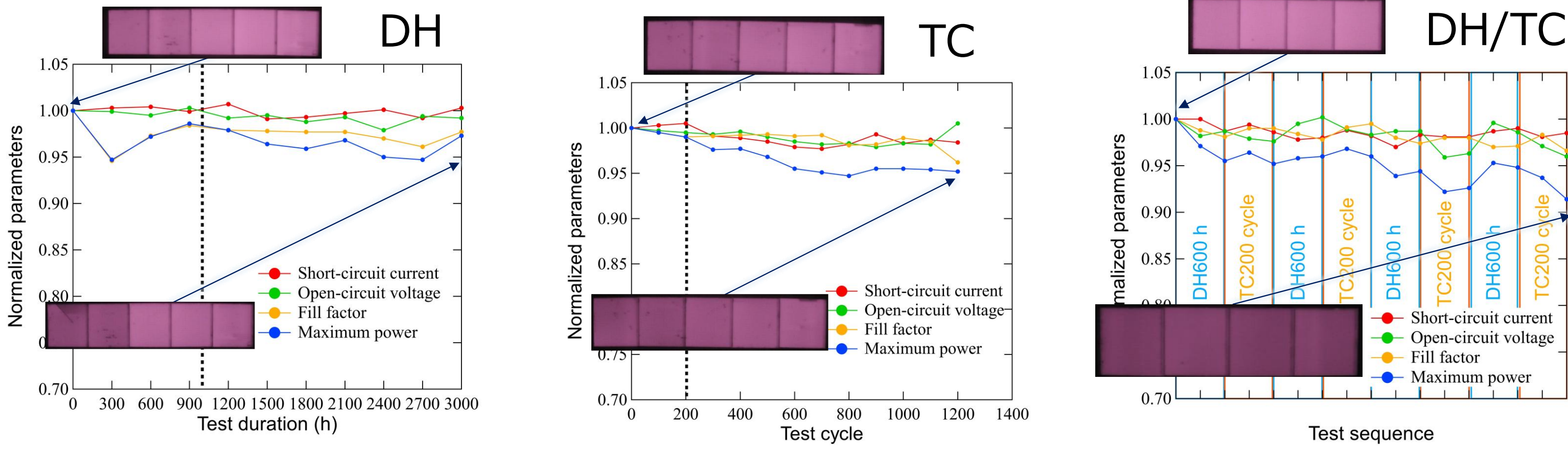
- 振動によるセル割れの対策
- 実用サイズのモジュールの作製と屋外曝露検証

実用化・事業化の見通し



- 信頼性評価
- 多量の水分浸入の抑止技術開発
- 新概念モジュールに適したセル間の接続方法の開発
- 光学損失を抑制する構造の開発、部材の選定
- 放熱を促進する技術の開発
- プラスチック材料自体の長期信頼性を確保するための施策

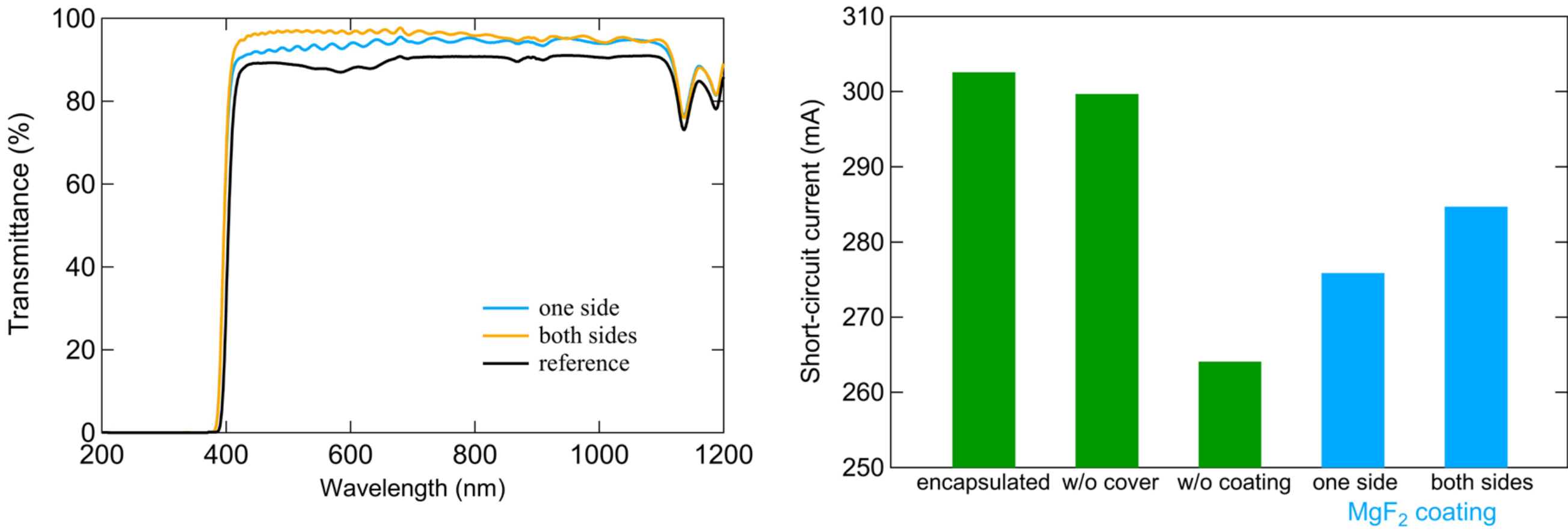
⑤曲面・超軽量新概念モジュールの複合加速試験による評価（新潟大学）



DH試験：試験3000 h後の出力は初期値の93%程度を維持  
TC試験：1200サイクル後においても2つのモジュールともに初期値の95%程度の出力を維持  
DH/TC繰り返し試験：DH2400 h、TC800サイクル後も、性能低下は10%程度

⑥高効率化に資する高耐久モジュールベースの開発（新潟大学）

PCカバー／大気界面での光反射抑制のためMgF<sub>2</sub>膜コート

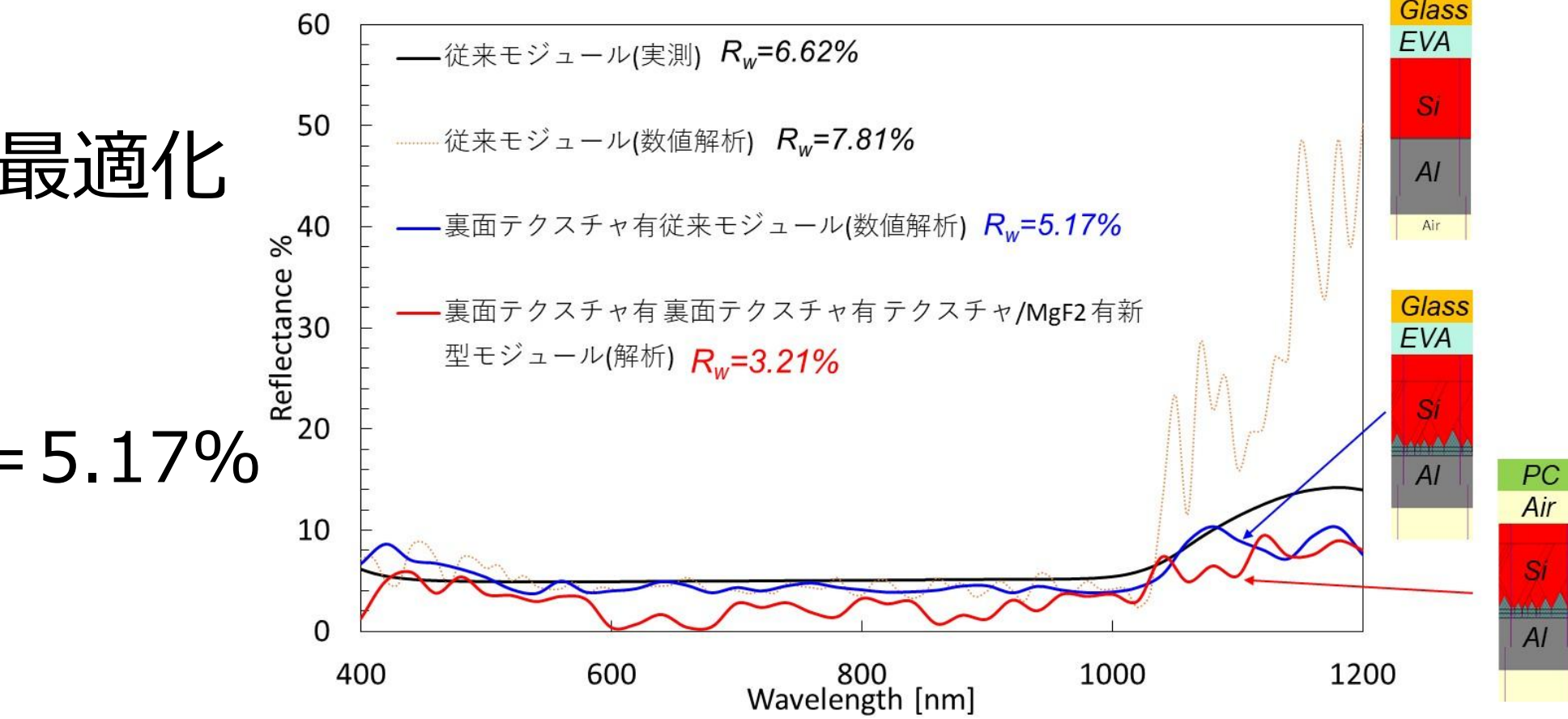
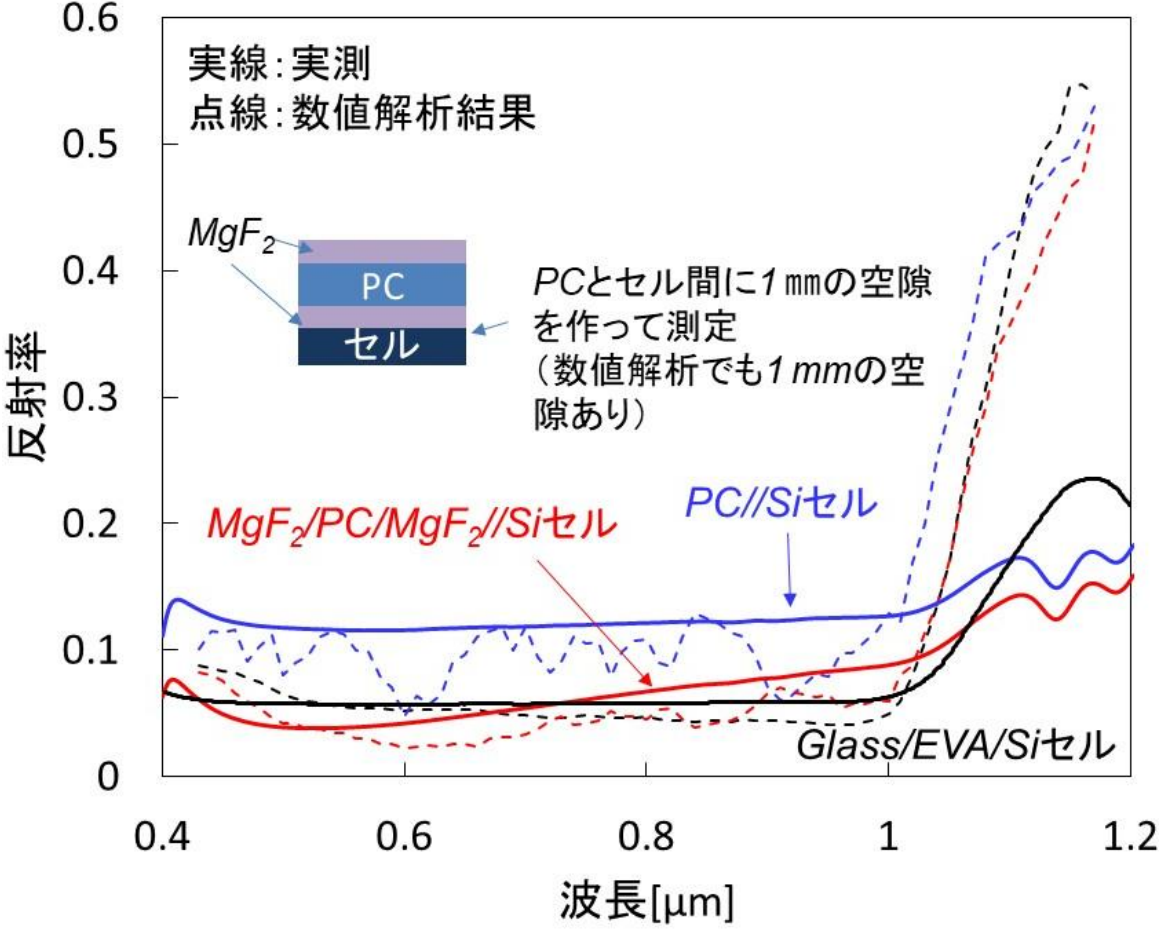


MgF<sub>2</sub>膜コートによる透過率および短絡電流向上を確認

⑦光反射損失低減構造の開発（青山学院大学）

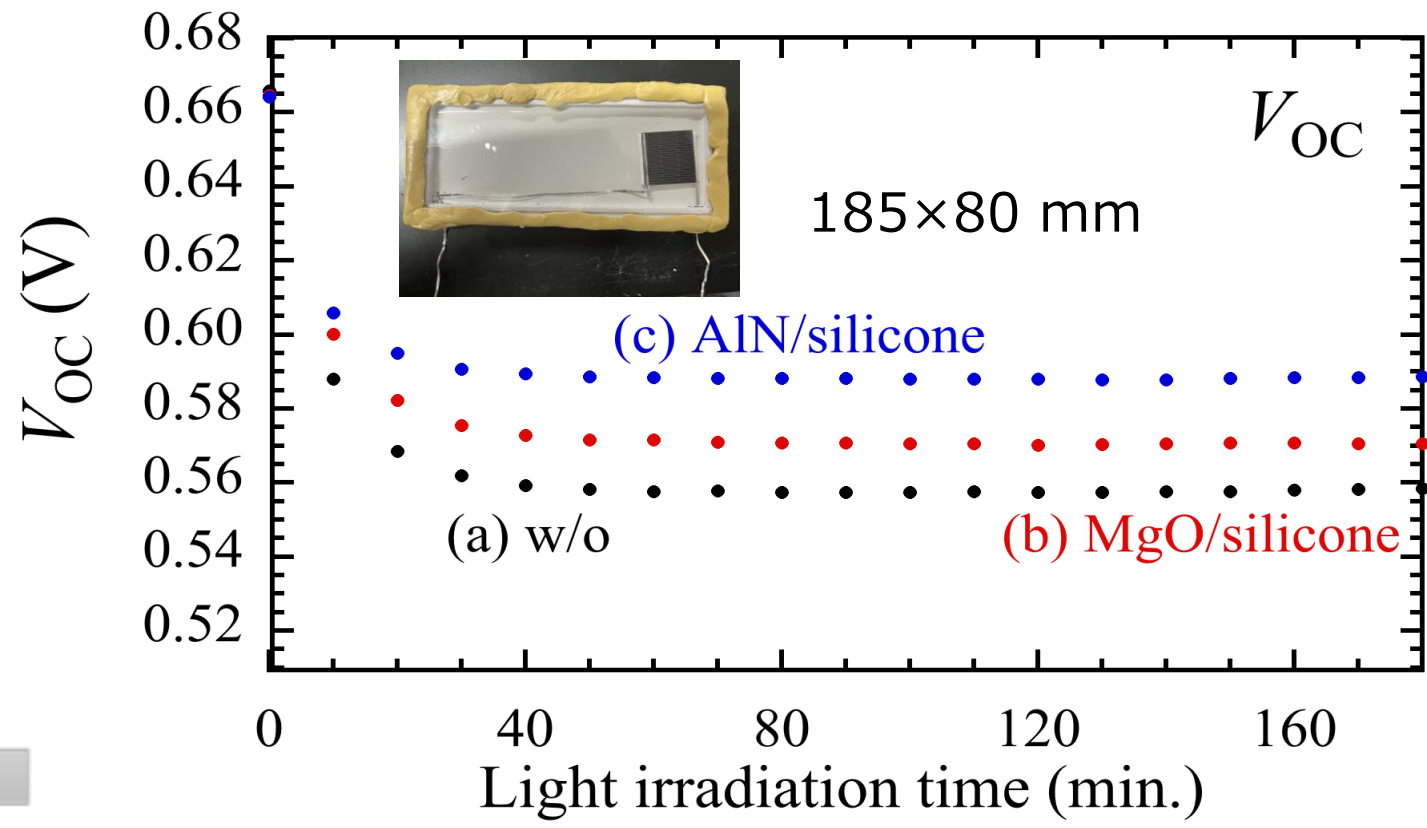
3次元光学数値解析  
PC表面のテクスチャ構造サイズ最適化  
MgF<sub>2</sub>反射防止膜を検討

加重平均反射率 $R_w = 3.21\%$   
※カバーガラス/EVA封止材:  $R_w = 5.17\%$



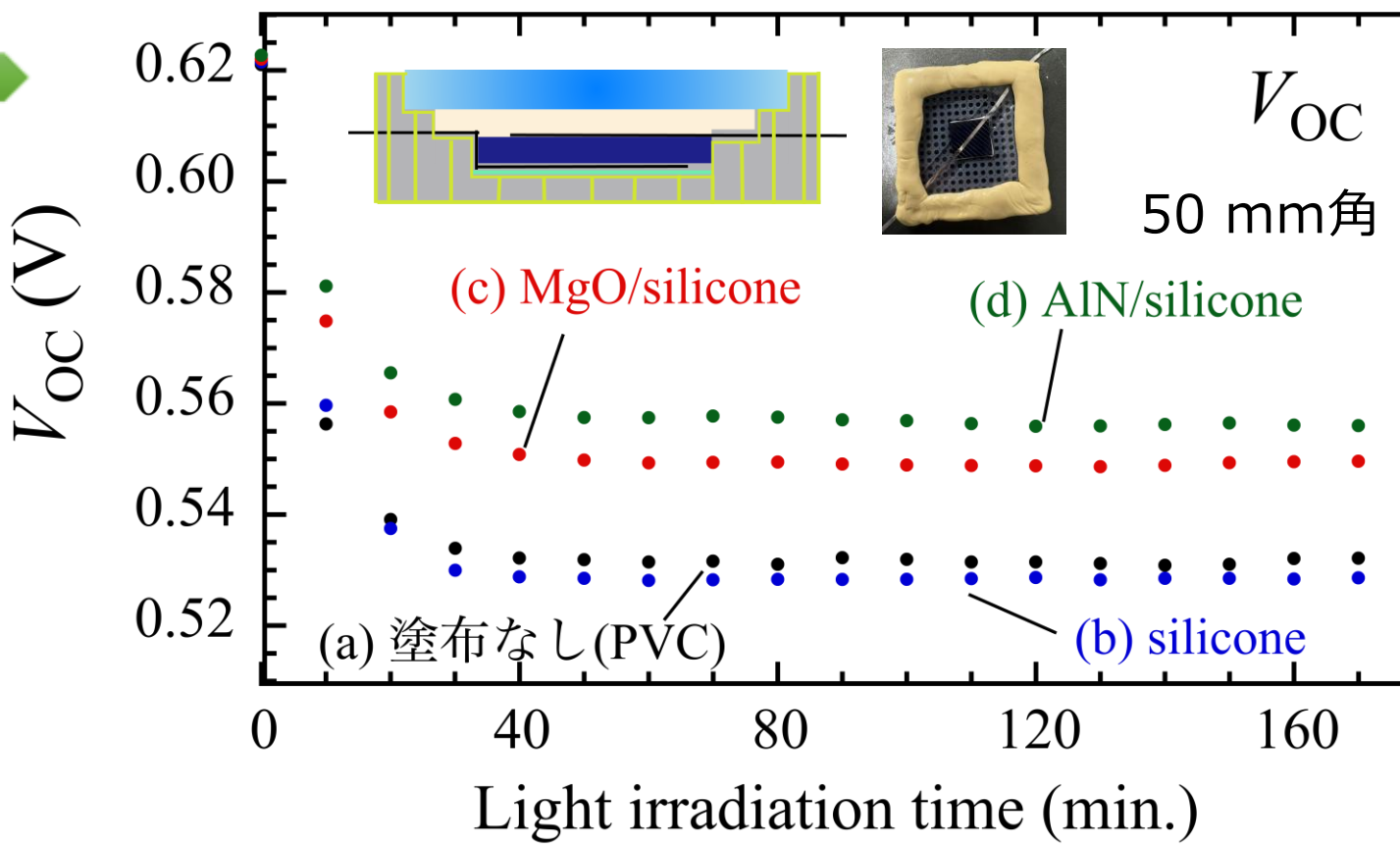
PC板(3 mmt)両面にMgF<sub>2</sub>膜を最適膜厚堆積  
結晶Siセル上1 mmの空隙で設置し反射率評価  
→ 従来モジュールと同等の反射率

⑧新概念モジュールの放熱機構の開発（岐阜大学）



液体siliconeに熱伝導性フィラー粒子  
(AlN, MgO) を混入し、塗布・乾燥

放熱効果  
MgO/silicone: 6.1℃  
AlN/silicone: 15.5℃



2 mmφの縦穴に放熱効果材料を充填  
放熱効果  
AlN/silicone: 11.5℃  
MgO/silicone: 8.6℃