

光学薄膜を用いた

建材一体型太陽電池における高効率加飾技術

研究の目的

建材一体型太陽電池(BIPV)^[1-3]

建材機能を有する太陽電池
壁面PV ⇒ 発電量の増大に期待

景観の観点
⇒ 白色・中間色等の
PVモジュールが望まれる



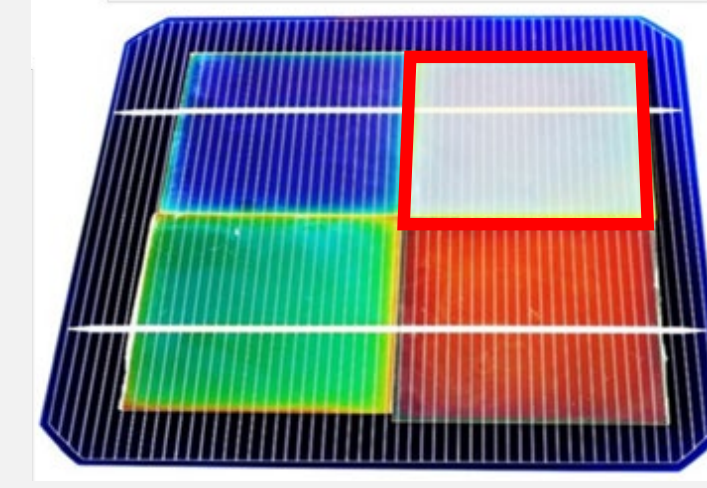
東京工業大学 EEI棟

光学薄膜 (誘電体多層膜)

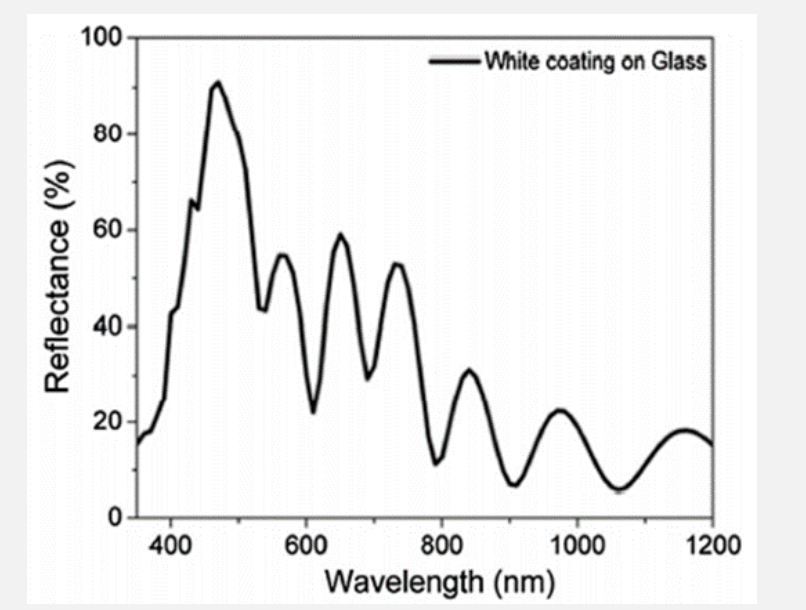
光の干渉による**構造着色**

- 吸収損失なし
- △ 角度によって色相が変化
- △ 白色: 発電効率低下

加飾太陽電池^[4]



光学特性 (白色)^[4]



多くの光を反射 ⇒ 効率低下 **40%**^[4]

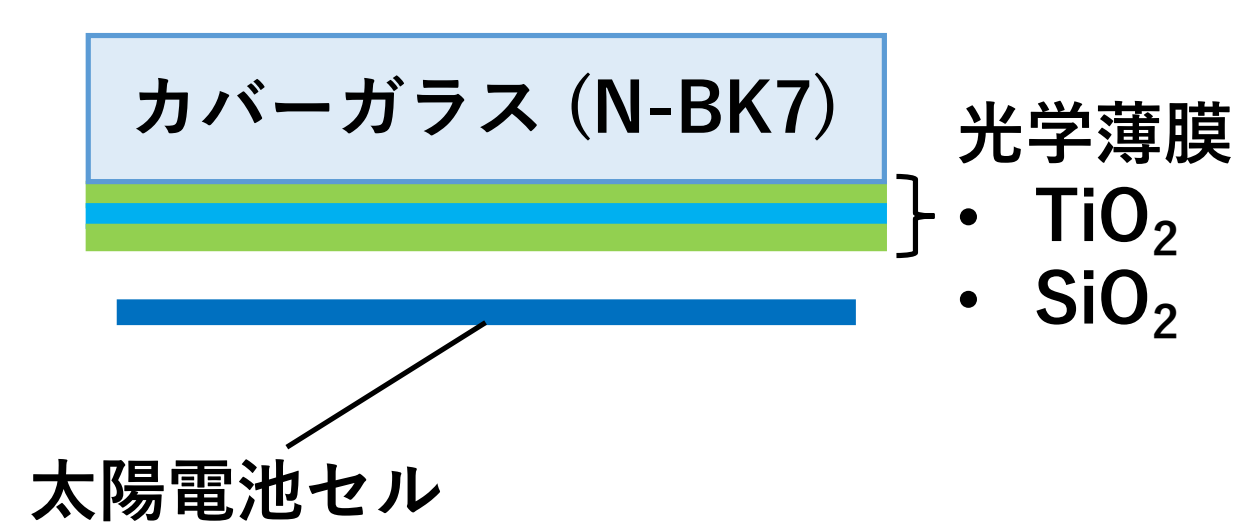
目的 低角度依存・高発電効率で白色の太陽電池加飾用光学薄膜を設計する

実験

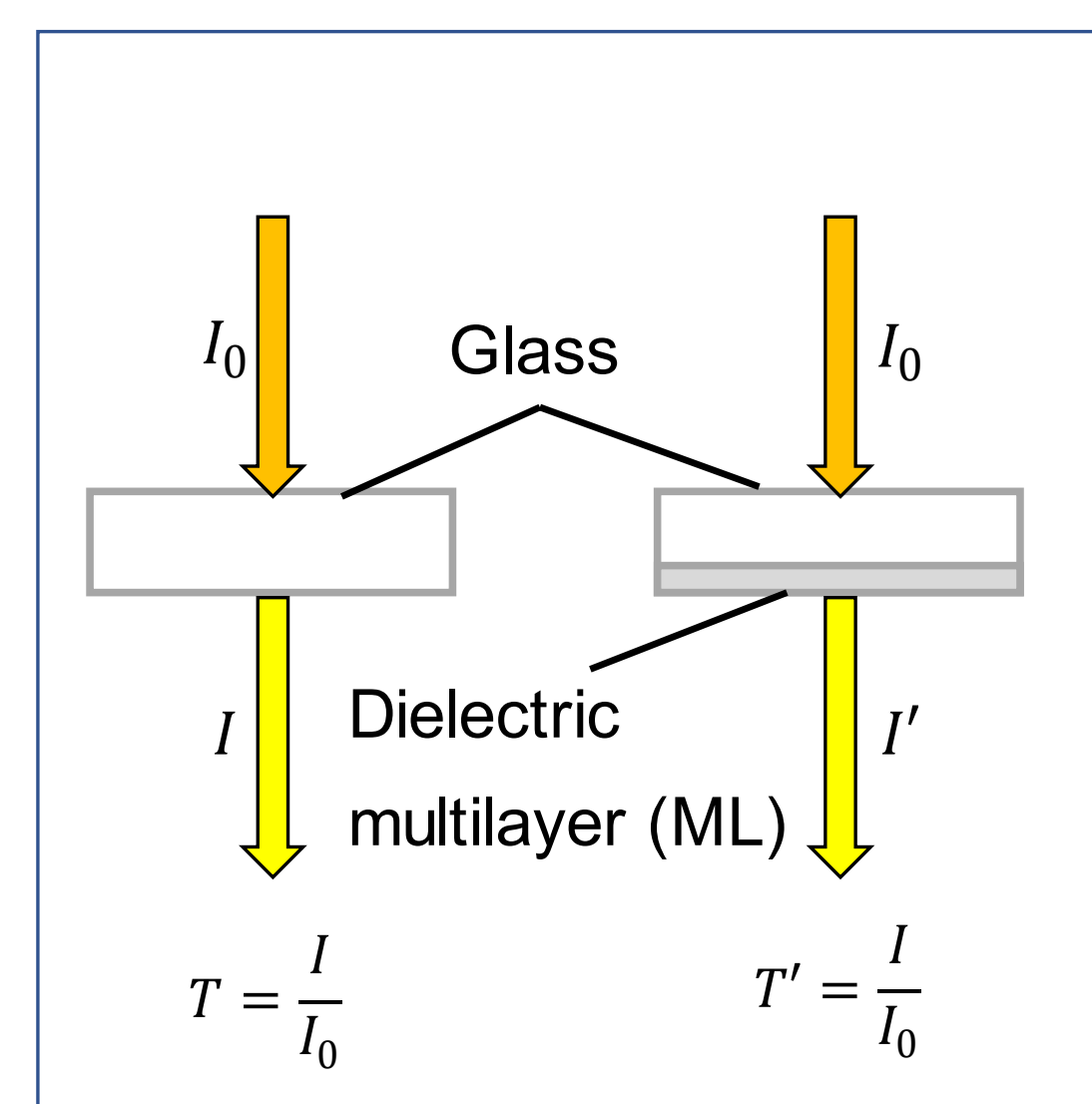
光学設計

1. 分光反射特性, 色相, 明度の目標値を設定
2. 層数, 膜厚のパラメータを変動
3. 所望の光学特性を持つ膜構造を取得

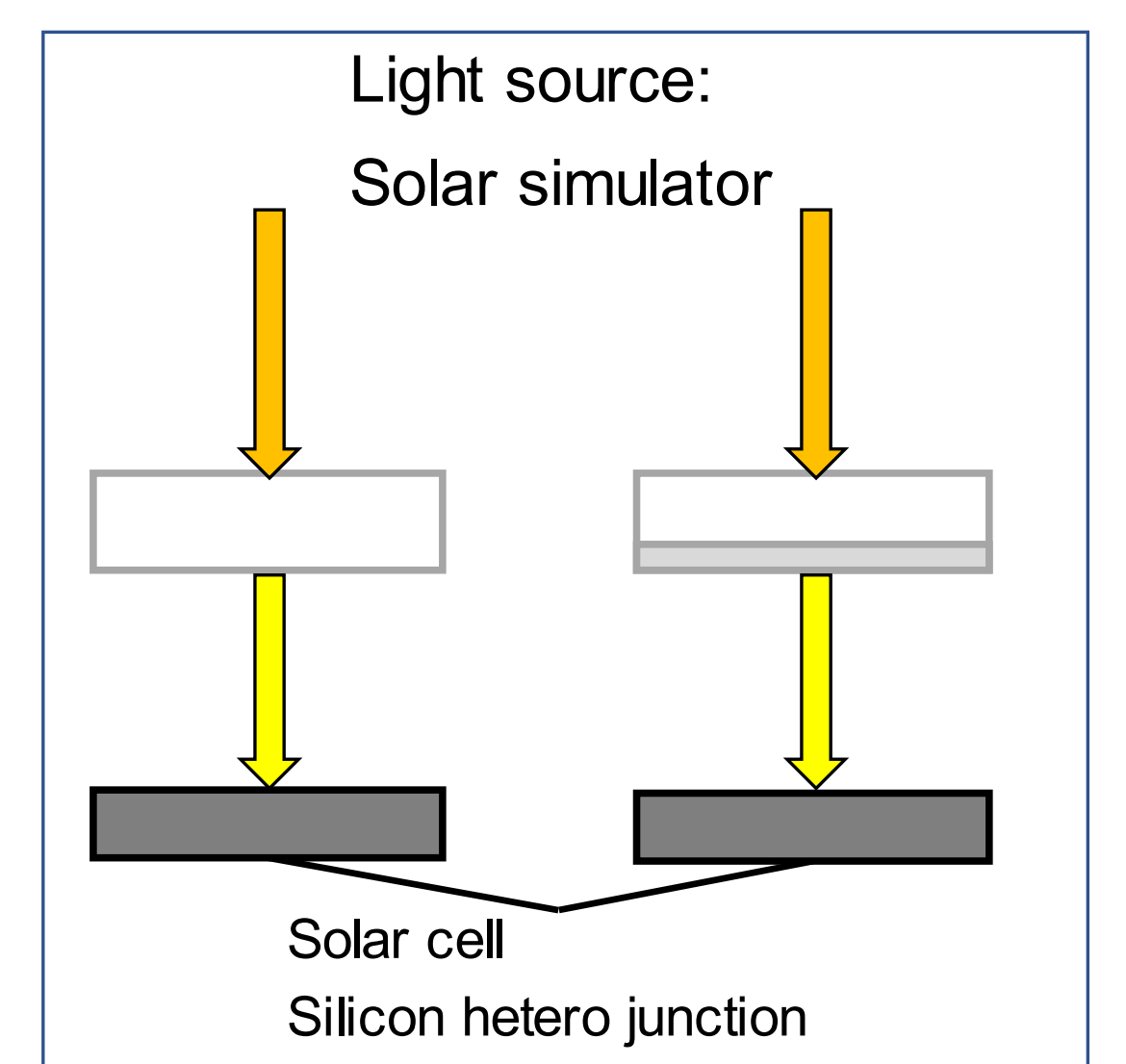
太陽電池モジュールの模式図



分光透過特性の測定



外部量子効率の測定

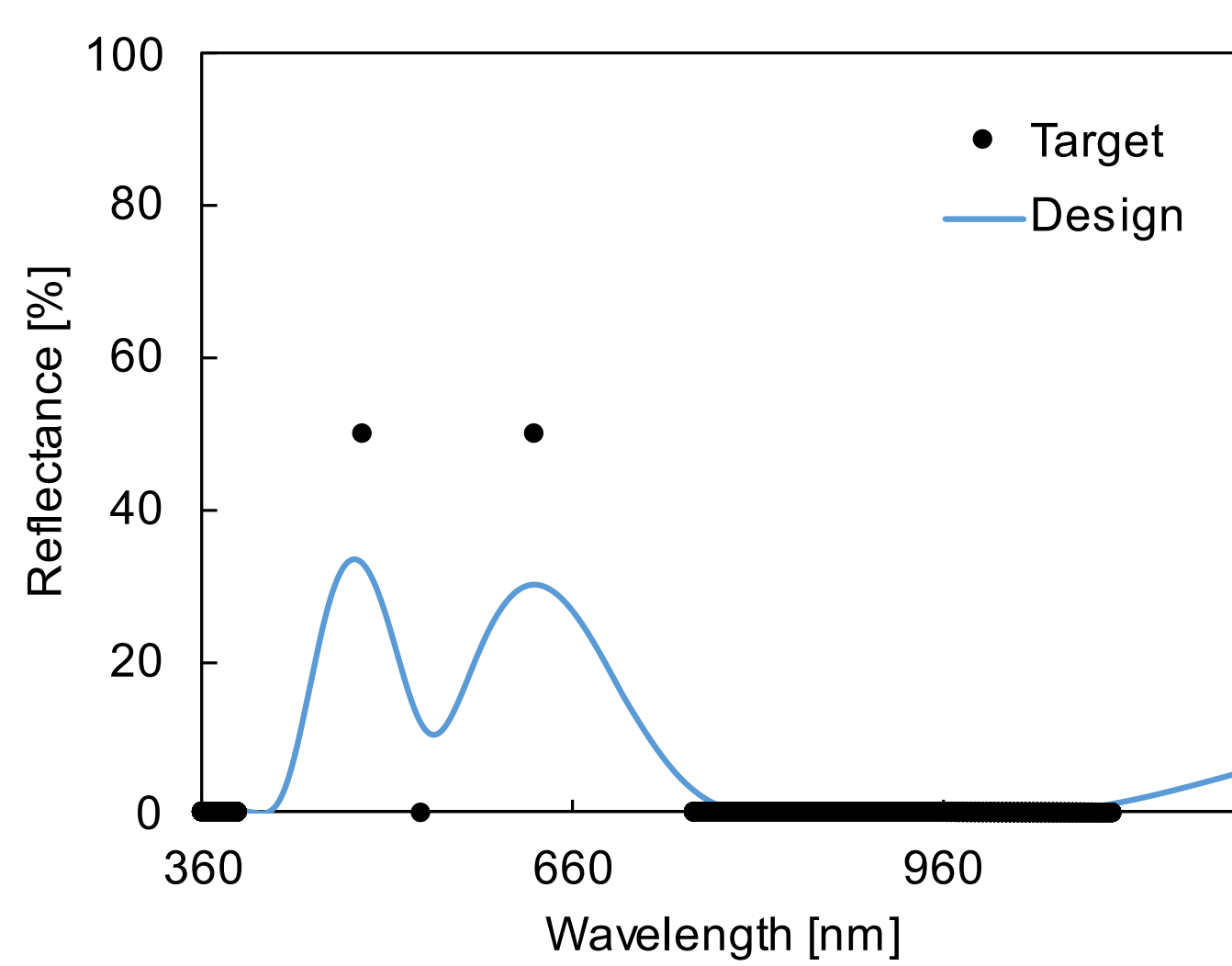


試作品の特性評価

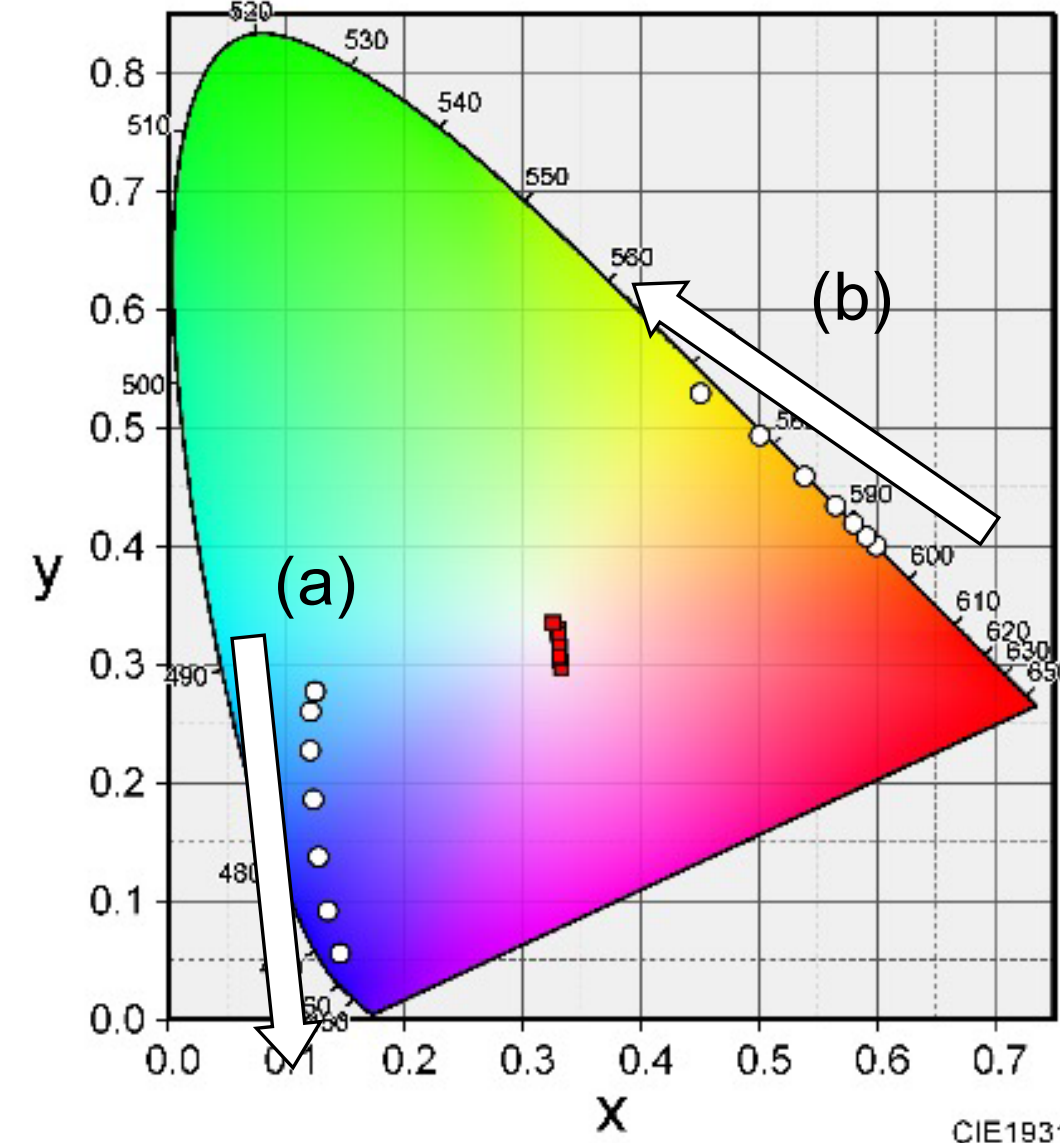
- 分光透過特性
- 太陽電池の外部量子効率

結果 反射ピークを490 nm, 630 nmに配置することで、入射角30° まで白色の反射光を維持

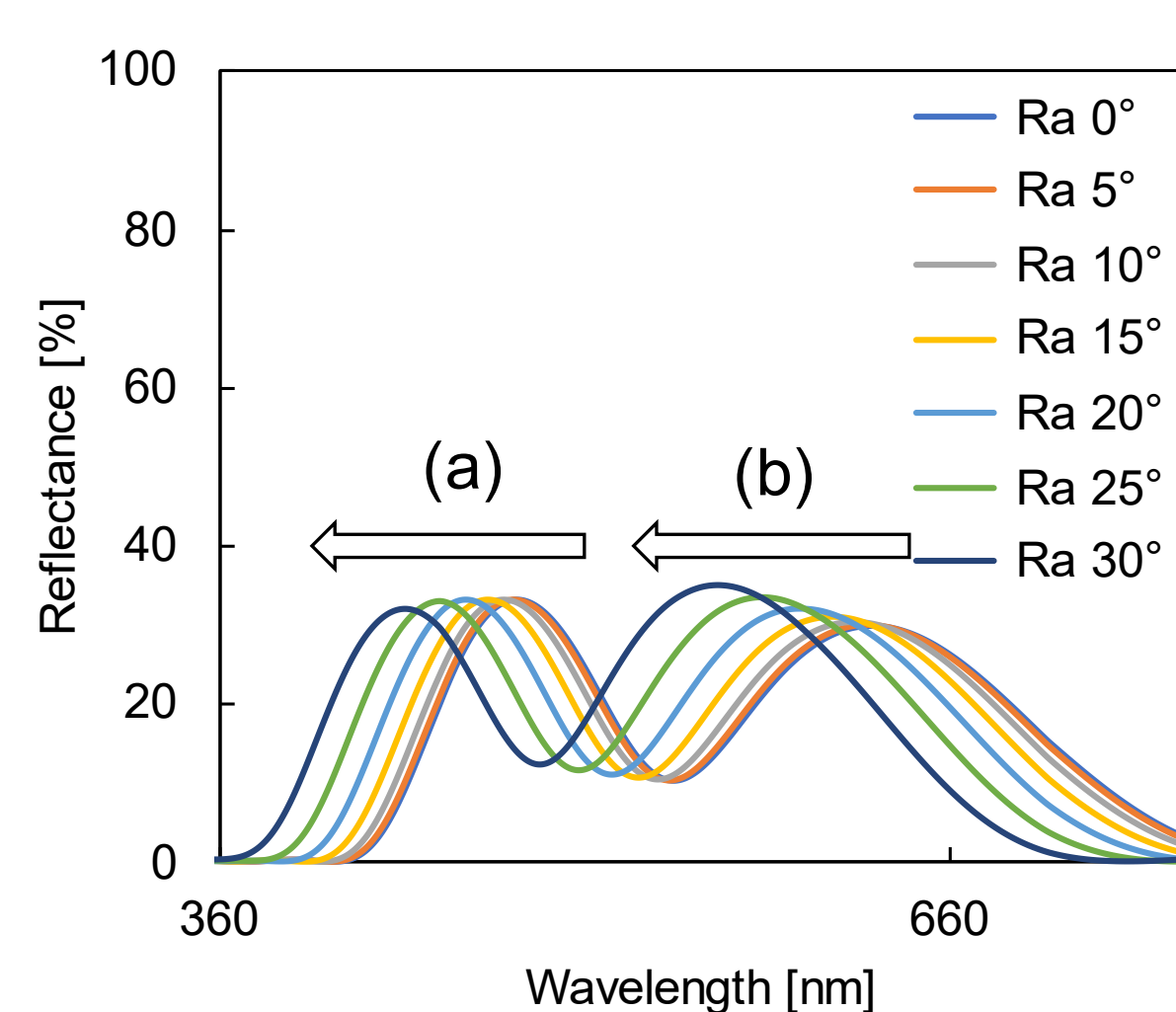
分光反射特性 (計算値)



色座標 (計算値)

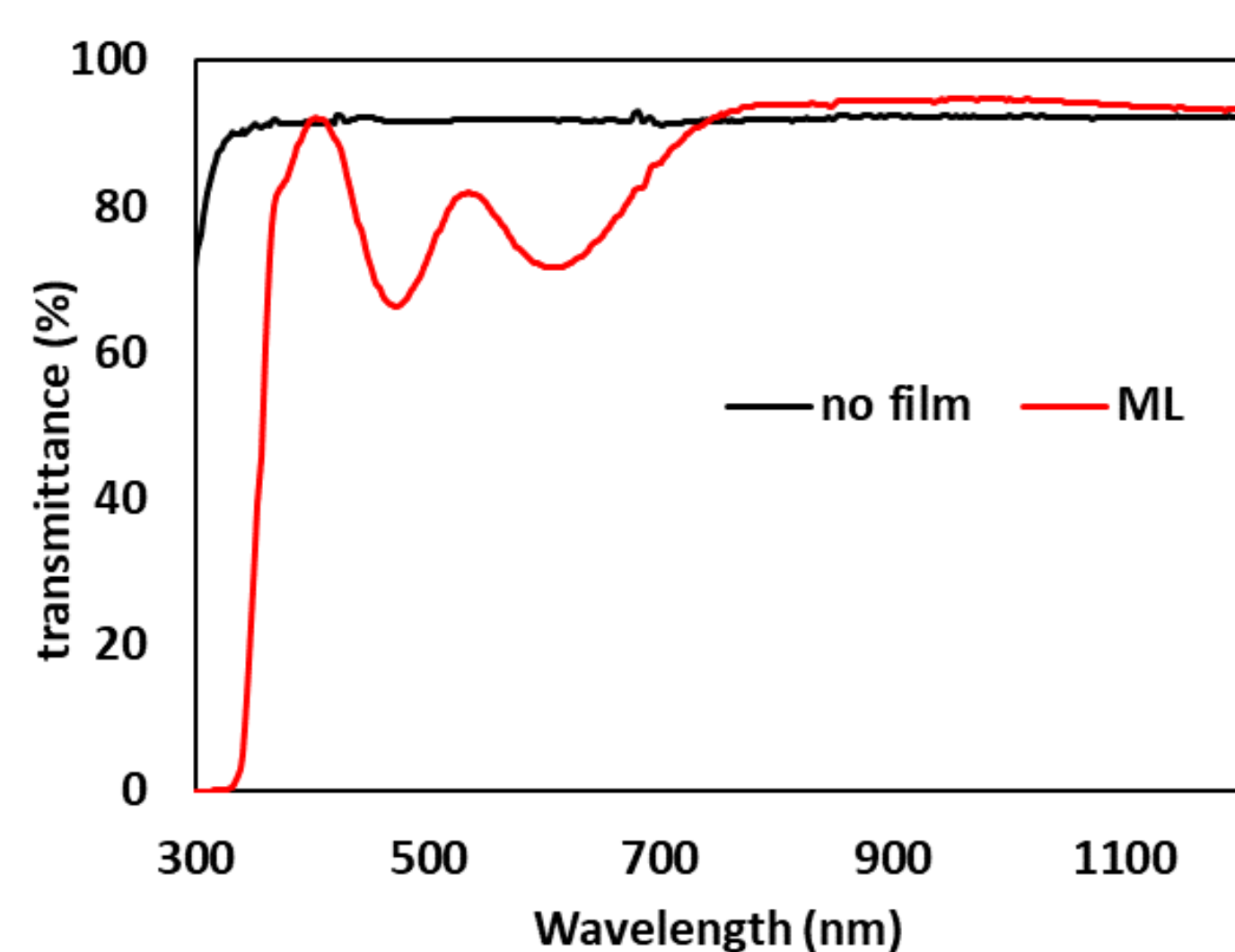


分光反射特性の角度依存性

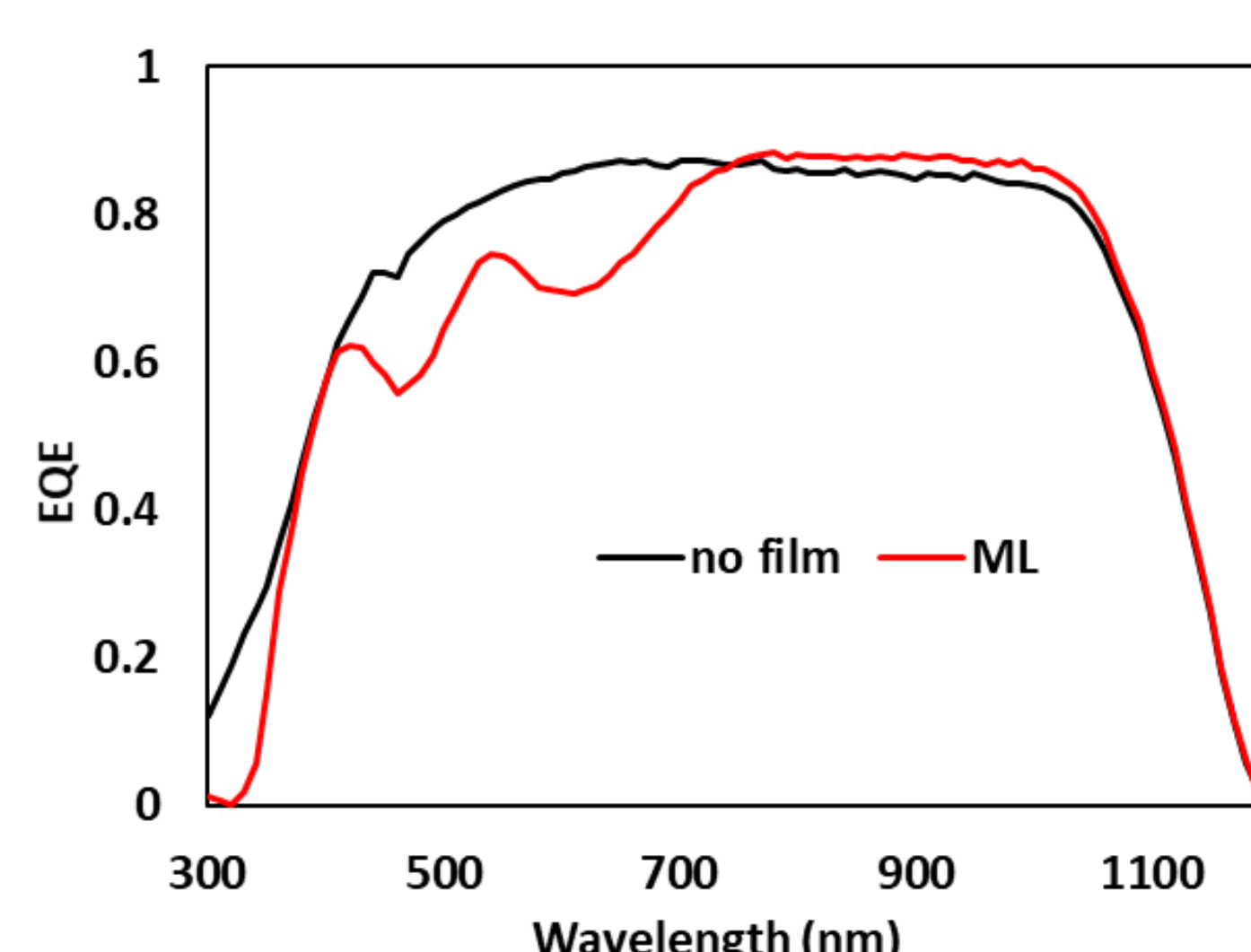


- 入射角が増加しても、2つのピークの補色関係を保ち、白色を維持
- ピーク以外での反射率を抑制 ⇒ 発電効率低下を低減

分光透過特性 (測定値)



外部量子効率 (測定値)



設計した光学薄膜をカバーガラスに成膜し、分光透過特性と太陽電池の外部量子効率を測定

- 反射率のピーク位置で透過率・外部量子効率が低下
- 外部量子効率変化から計算した効率低下量: **5.9%** ⇒ 先行研究と比べて効率低下を抑制

結論

- 490 nm, 630 nmに反射ピークをもつ光学薄膜の光学設計を行い、入射角30° まで白色の反射光を維持した。
- 設計した光学薄膜を成膜し、外部量子効率変化から求めた太陽電池の発電効率の低下量は5.9%であった。

参考文献

- [1] C. Ballif, et al., Nature Energy, 3, 438 (2018).
- [2] V. H. L. Caer, et al., International Patent 045141A2 (2013).
- [3] J. Escarre, et al., IEEE 42nd PVSC, 179 (2015).
- [4] A. Soman, et al., Solar Energy, 181 (2019) 1.

謝辞 本研究は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) の委託を受けて実施された (JPNP20015)。

久保田 聡^{1,2}, 足立 零生^{1,2}, 端無 元輝¹, 徐 志豪², 齋 均², 近藤 道雄^{1,3}, 和田 裕之¹
1. 東京工業大学, 2. 産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター, 3. 早稲田大学

