

BIPV応用に向けた高効率な着色PVモジュールの開発

研究の目的

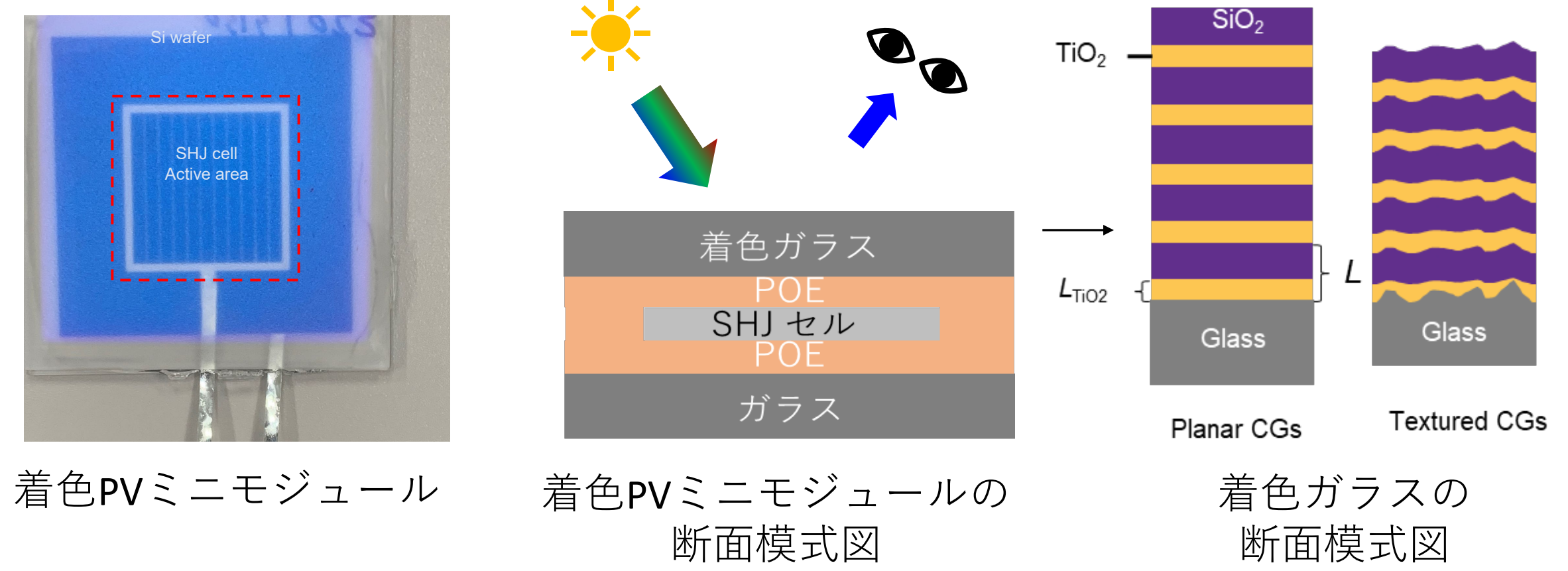


- BIPV に求められる機能:
 1. 建材機能: 構造材、外壁、窓等
 2. 発電機能
- 問題点:
 1. 黒色PVモジュールは建物に調和し難い
 2. 塗料を用いた着色PVモジュールは効率低下
- 解決策: 構造色の活用 [1,2] → 高効率
 - 誘電体多層膜の光学干渉により着色
 - 吸収損失が無い → 光学効率が低い
- 研究の目的:

高い効率 + 鮮やかな色の着色PVモジュール
 J_{SC} 低下量 < 10%

実験

- ミニモジュール: Lab-scaleのSHJセルをダブルガラスで封止・評価
- 構造色: SiO_2/TiO_2 積層*とテクスチャガラス**で発現



着色PVミニモジュール 着色PVミニモジュールの断面模式図 着色ガラスの断面模式図

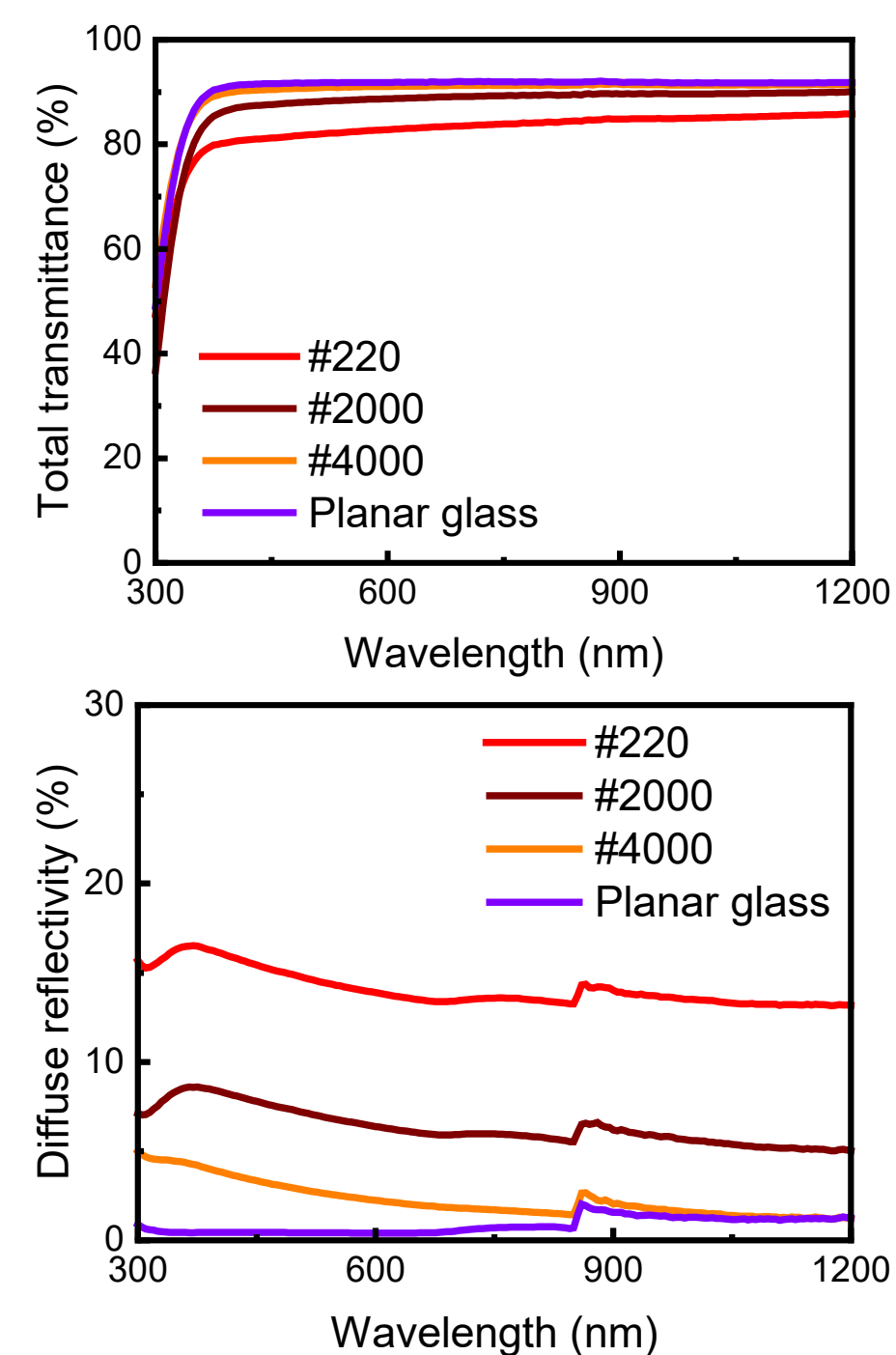
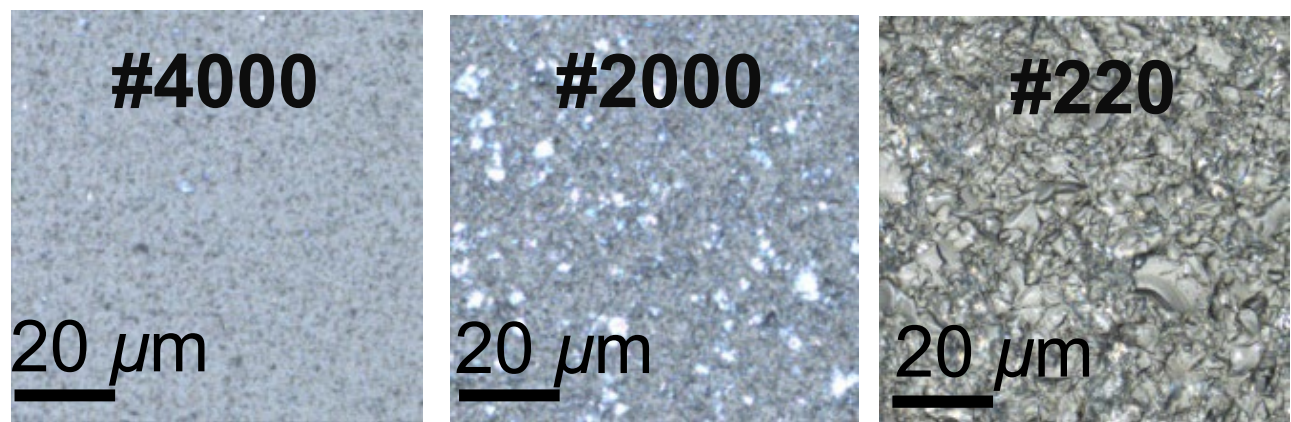
*: Sputtering system: RF
 **: Sandblasting glass.

結果1

■ テクスチャガラスの制御

ID	Average size of Al_2O_3 particles (μm)	S_q (μm)
#4000	3	0.062
#2000	6.7	0.110
#220	50	4.1

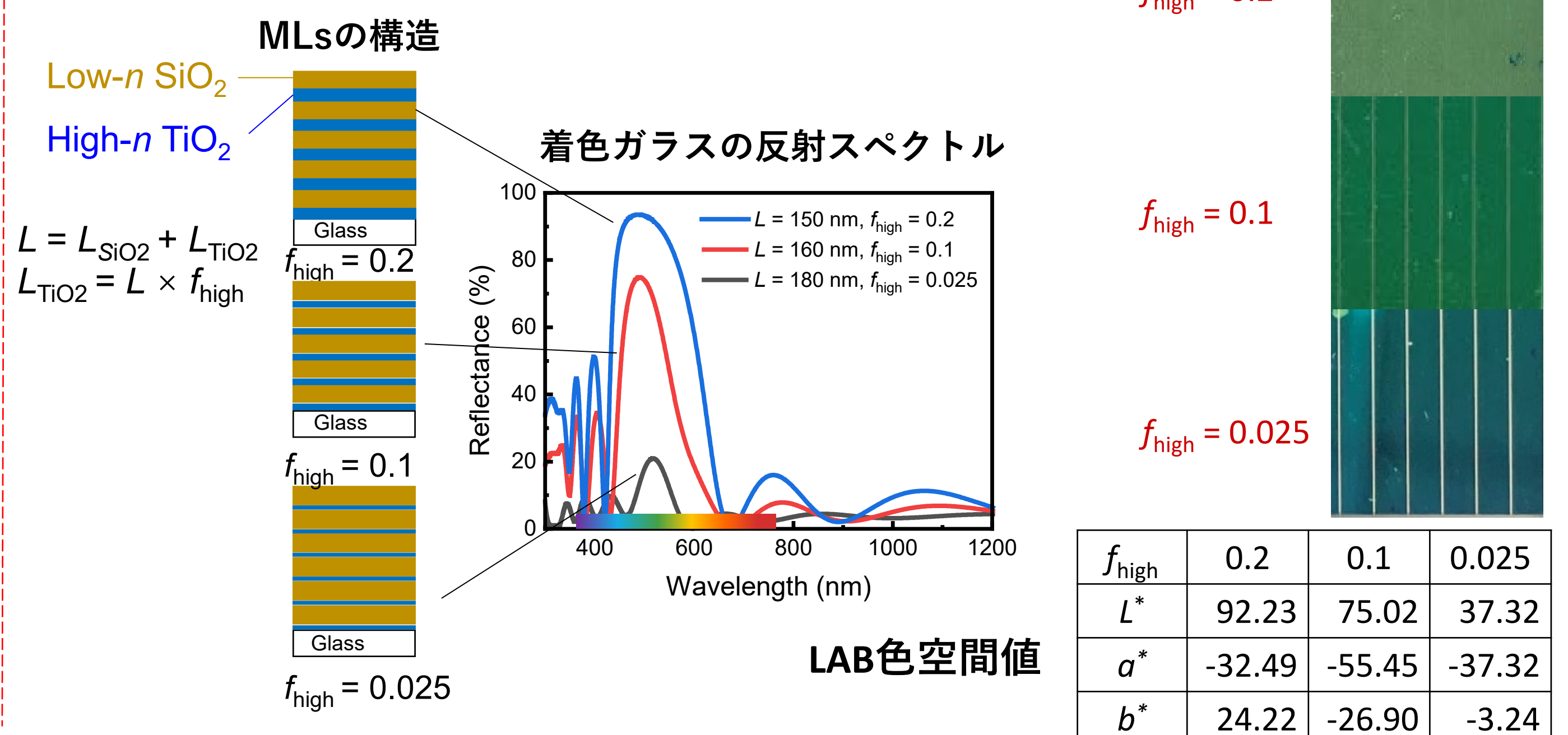
S_q ~ root means square height



■ 透過率が高い順: Planar, #4000, #2000, #220
 ■ 拡散反射が高い順: #220, #2000, #4000, Planar

■ 反射スペクトルの制御

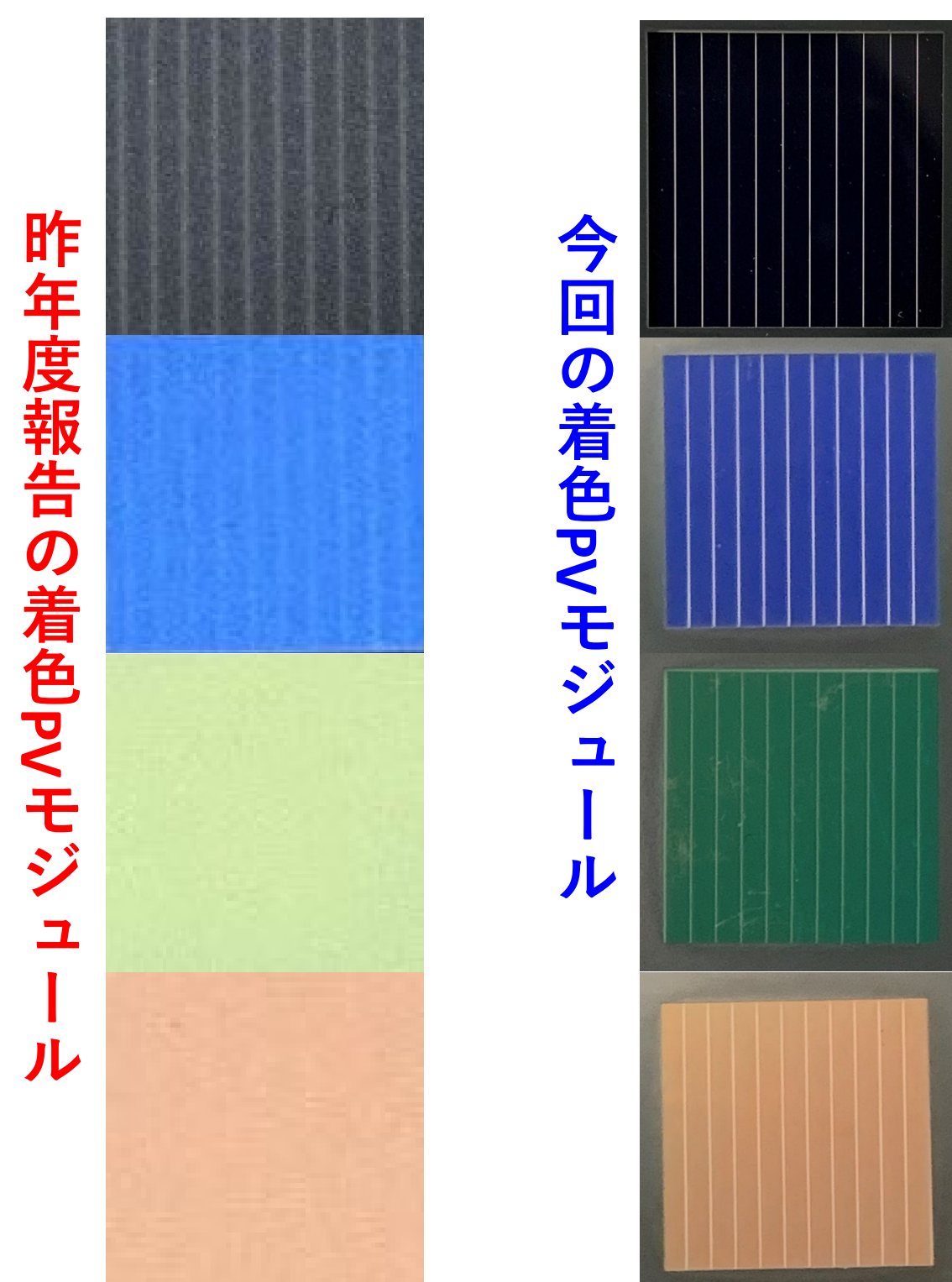
- 多層膜設計により反射強度を可変可能



f_{high}	0.2	0.1	0.025
L^*	92.23	75.02	37.32
a^*	-32.49	-55.45	-37.32
b^*	24.22	-26.90	-3.24

結果2

■ 着色PVモジュールの作製と比較



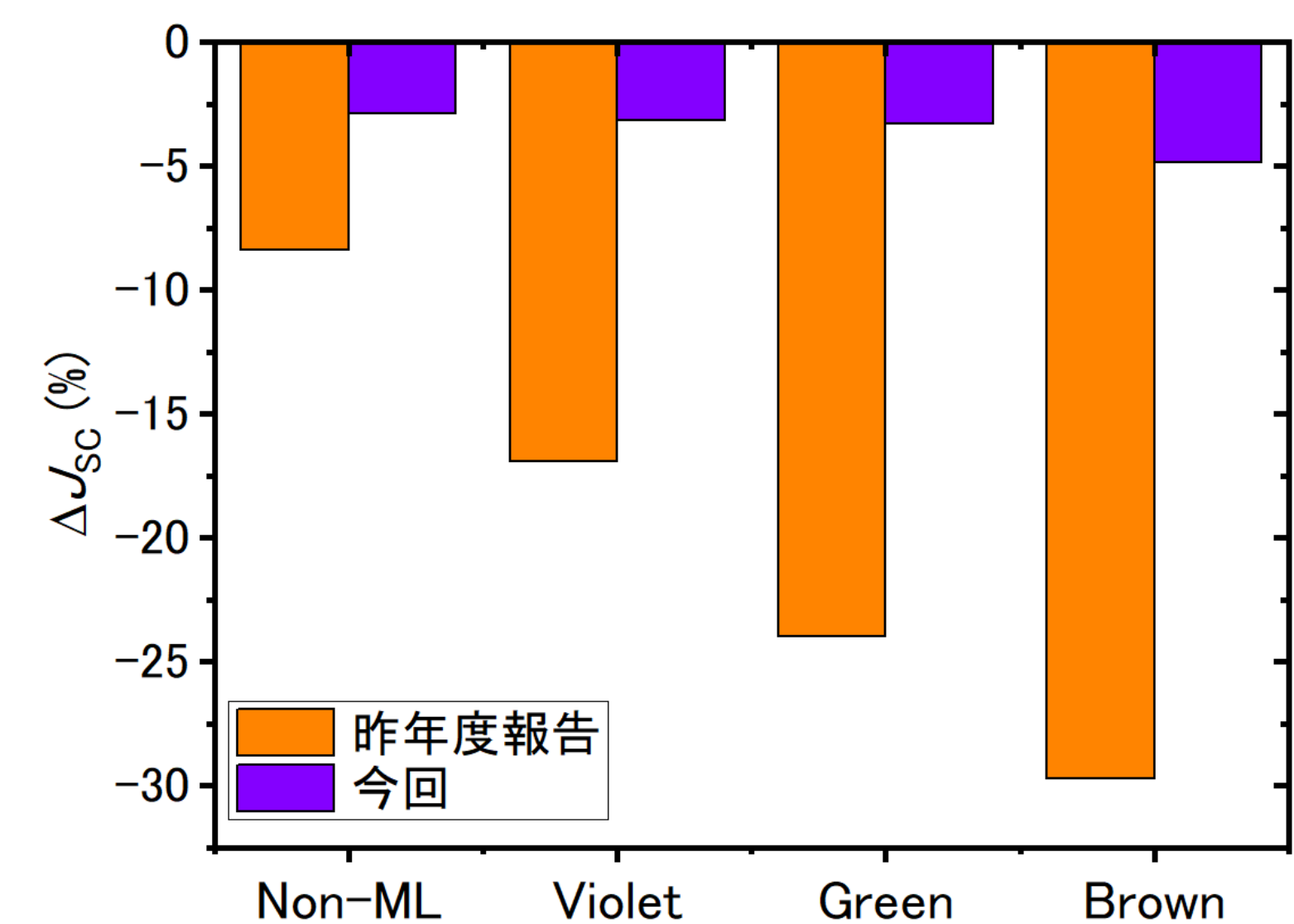
昨年度報告の着色PVモジュール^[3]

Color	J_{SC} (mA/cm^2)	V_{OC} (V)	FF	η (%)
Non-ML	35.8	0.713	0.801	20.6
Violet	32.5	0.712	0.804	18.1
Green	29.7	0.710	0.803	17.2
Brown	27.5	0.711	0.802	15.5

今回の着色PVモジュール

Color	J_{SC} (mA/cm^2)	V_{OC} (V)	FF	η (%)
Non-ML	37.8	0.711	0.799	21.5
Violet	37.2	0.715	0.797	21.2
Green	37.8	0.720	0.800	21.6
Brown	37.0	0.713	0.800	21.0

$$\Delta J_{SC}(\%) = \frac{J_{SC,module} - J_{SC,bare\ cell}}{J_{SC,bare\ cell}} \times 100$$



- 着色ガラスの設計最適化により光学損失 (J_{sc} 損失) を大幅に改善できる

結論

1. BIPV応用を念頭に、構造色を用いたPVモジュールの色調制御を検討した。
2. 誘電体多層膜により任意の色調が発現出来る。
3. 光学損失の低減を目指して、テクスチャガラスと誘電体多層膜の適切な制御を行った結果、発電効率21%以上の着色モジュールを実現した。着色に伴う J_{SC} 低下量は3%未満に抑制できた。

参考文献

1. B. Blasi et al., IEEE Journal of Photovoltaics 11, 5, 2021.
2. N. Jolissaint et al., Energy Procedia 122 (2017) 175-180.
3. Z. Xu et al., Solar Energy Material and Solar Cells 247 (2022) 111952.

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)。