

# 屋外曝露された高効率結晶Si系太陽電池モジュールの 屋内測定結果の年次推移(II)

千葉恭男<sup>1</sup>、佐藤梨都子<sup>1</sup>、崔誠佑<sup>1</sup>、秋富稔<sup>1</sup>、石井徹之<sup>2</sup>、増田淳<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>産業技術総合研究所 再生可能エネルギー研究センター、  
<sup>2</sup>電力中央研究所、<sup>3</sup>新潟大学

## 研究の目的

我々は、産総研九州センター(佐賀県鳥栖市)にて、系統連系された太陽電池アレイの実発電量の評価を実施してきた。また、ソーラーシミュレータを用いた屋内での標準試験条件(STC)における測定などによりモジュールの劣化率の評価を行ってきた[1-8]。2012年から曝露を開始したヘテロ接合型単結晶Si太陽電池(SHJ)やバックコンタクト型単結晶Si太陽電池(IBC)に加え、2016年には裏面不導態型単結晶Si太陽電池(PERC)やn型単結晶Si太陽電池(n-type)の曝露を開始し、2019年、および2020年にはSHJとPERCをそれぞれ追加導入してきた。今回、約9年曝露してきたSHJと約5年曝露してきたPERCを含むそれぞれの屋内測定(出力)結果の年次推移を報告する。

## 実験

- 表1は、それぞれの対象モジュールを設置時期の早い順に示している。
  - ・SHJは、W-2A(20枚:測定枚数 以下同様)、W-1A(5枚)、M-3C(5枚)、M-1D(5枚)を評価した。
  - ・PERCは、W-1C(5枚)、W-1D(5枚)、M-3E(5枚)、M-3F(5枚)を評価した。
- 対象のモジュールを取り外し、洗浄後、ソーラーシミュレータ(日清紡メカトロニクス社製 PVS1222i-L)を用いて標準試験条件(1 kW/m<sup>2</sup>、AM1.5G、25°C)で特性を評価した。
- 対象のモジュールは設置する前に屋内測定を実施している。今回は、その値(初期値)で規格化した結果を示す。

表1. 九州センターに設置しているSHJとPERCモジュール一覧(それぞれの設置時期の早い順に掲載)

Location	Kinds	Total P <sub>max</sub> (kW)	Array Configuration	Installed Mon/Year
W-2A	SHJ	4.8	5S x 1P x 4A	12/2012
W-1A	SHJ	1.25	5S x 1P x 1A	06/2016
M-3C	SHJ	1.55	5S x 1P x 1A	06/2016
M-1D	SHJ	1.3	5S x 1P x 1A	01/2019
W-1C	PERC mono-Si	1.48	5S x 1P x 1A	06/2016
W-1D	PERC mono-Si	1.45	5S x 1P x 1A	06/2016
M-3E	PERC mono-Si	1.25	5S x 1P x 1A	02/2020
M-3F	PERC mono-Si	1.55	5S x 1P x 1A	02/2020

## 結果

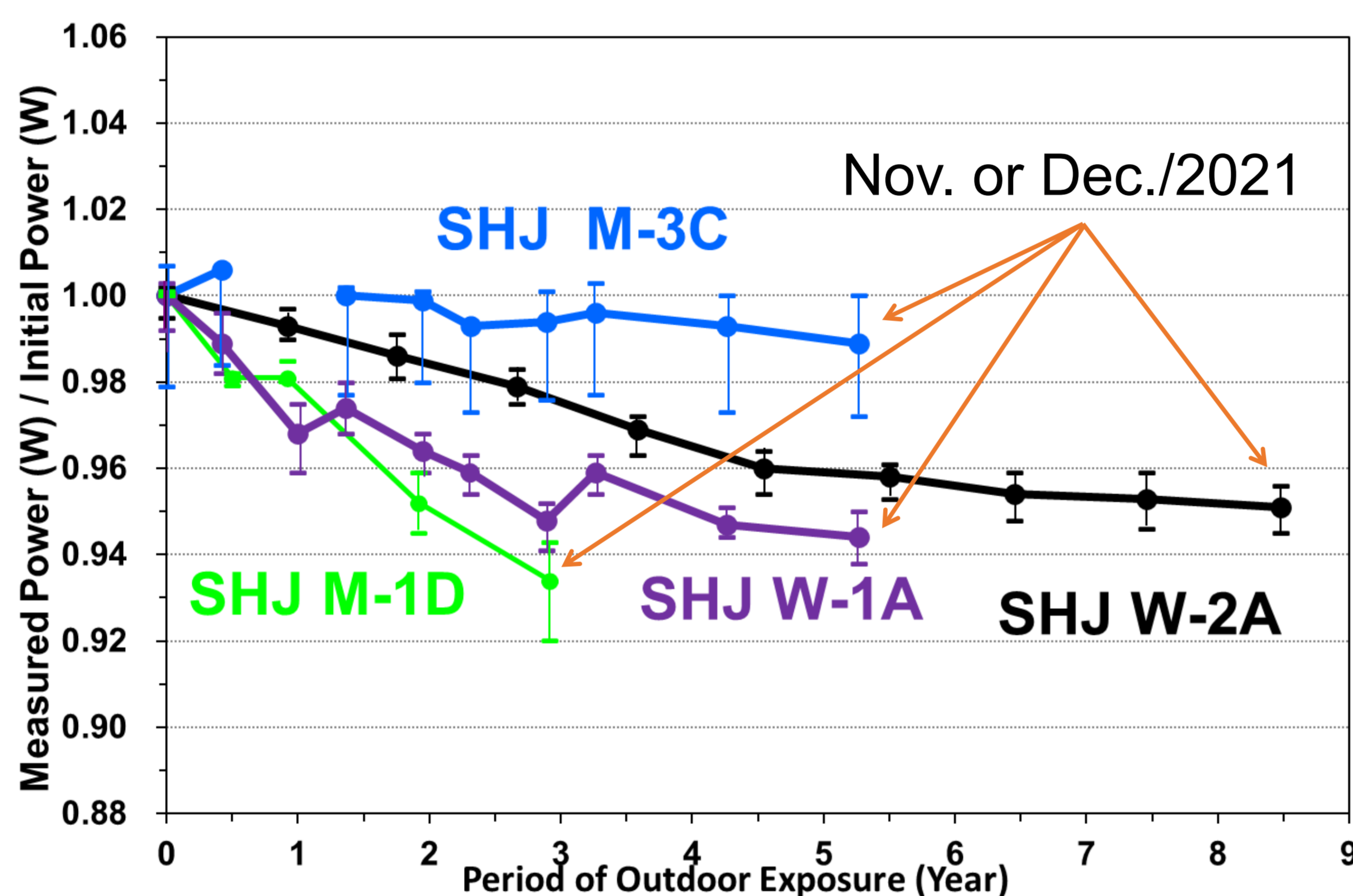


図1 SHJの屋内測定結果の年次推移

### SHJモジュール (2021年は、屋内測定を1回実施)

- W-2A : 曝露開始から約5年後頃からの劣化の鈍化傾向を継続。
- W-1A : W-2Aに見られている劣化の鈍化傾向と類似。
- M-1D : 急激な劣化を継続。  
W-1Aや、W-2Aに見られる設置直後からの推移と類似。
- M-3C : 設置開始からの安定な傾向を維持。  
2020年からの1年間の推移は、W-2AやW-1Aと類似。

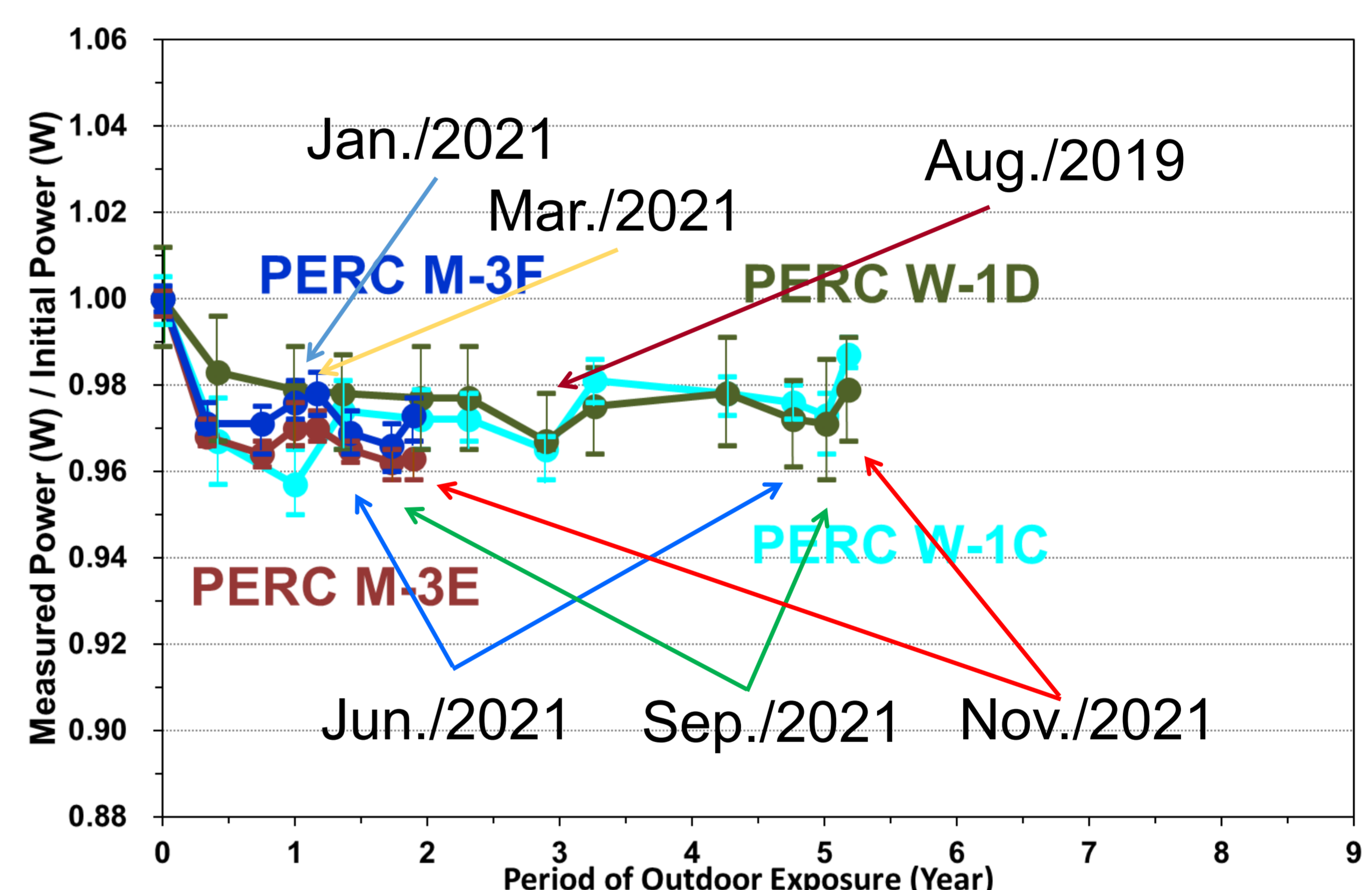


図2 PERCの屋内測定結果の年次推移

### PERCモジュール (2021年は、屋内測定を5回実施)

- M-3E・3F : 6月、9月の測定結果は、1月、3月の結果より低下。
- W-1C・1D : 6月、9月の測定結果は、2020年11月の結果より低下。
- 4種類のPERCすべてで、11月の測定結果は、9月の結果より回復。

(図1、2内に示された年月は、屋内測定を実施した時期を示す)

## 考察・まとめ

### SHJモジュール

- W-2A, W-1A, M-3Cの1年間の屋内測定結果から、劣化率が類似する傾向を示唆。
- 今後、M-1Dの動向に注視していく。

### PERCモジュール

- モジュール温度が50°C以上になるときにLight- and elevated temperature-induced degradation; LETID)が生じる[9,10]ことが報告されていることを鑑みると、夏の測定時ではLETIDが生じている可能性を示唆。
- 2019年8月のW-1Cおよび1Dの屋内測定結果においても、低下を確認。
- 2021年のW-1Cのモジュール温度は、概ね4月~10月頃までの間で50°C以上を観測。
- 今後、屋内測定の頻度を維持し、測定を継続していく。

## 参考文献

- [1] T. Ishii and A. Masuda, Progress in Photovoltaics: Research and Applications 25, 953 (2017).
- [2] T. Ishii et al., Japanese Journal of Applied Physics 56, 08MD05 (2017).
- [3] S. Choi et al., Japanese Journal of Applied Physics 56, 08MD06 (2017).
- [4] S. Choi et al., Thin Solid Films 661, 116 (2018).
- [5] Y. Chiba et al., Japanese Journal of Applied Physics 57, 08RG04 (2018).
- [6] R. Sato et al., Japanese Journal of Applied Physics 58, 052001 (2019).
- [7] R. Sato et al. Japanese Journal of Applied Physics 58, 106510 (2019).
- [8] T. Ishii et al., Progress in Photovoltaics: Research and Applications 28, 1322 (2020).
- [9] F. Kersten et al., Solar Energy Materials & Solar Cells 142, 83 (2015).
- [10] E. Fokuhl et al., EPJ Photovoltaics 12, 9 (2021).

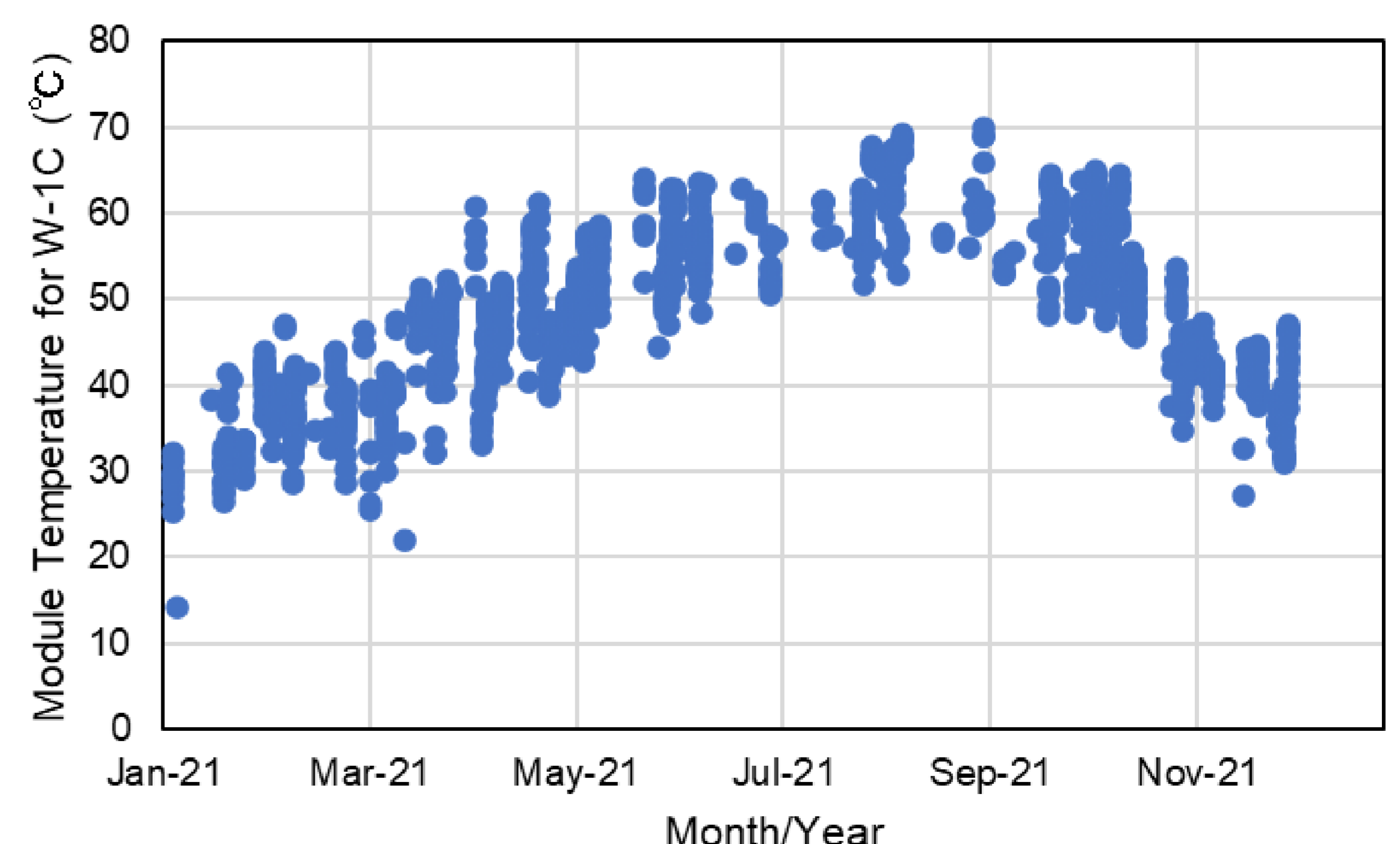


図3 2021年のPERC(W-1C)モジュール温度の変化  
(日射量が800~1000W/m<sup>2</sup>のデータを抽出)

## 謝辞

本研究は、新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)の委託により行った。