

# 太陽電池モジュールの屋外高精度測定技術の検討

## 太陽光発電工学研究センター

評価・標準チーム  
津野裕紀

### 背景

- ・ オンサイト点検、出力検査等、屋外での計測需要の拡大  
(メガソーラ、ミリオンルーフ)
- ・ エネルギー定格、パワー定格等STC以外の条件での正確な出力評価の必要性  
(IEC61853)

### 目的

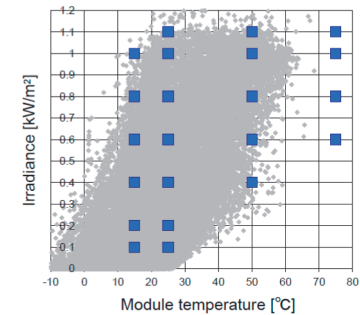
屋外に設置した太陽電池モジュールの様々な条件におけるI-V特性・温度および入射光の照度・分光スペクトル等から、STCおよびその他の条件における太陽電池特性を正確に測定する技術の開発。

# ①屋内測定I-V特性の温度・照度補正方法の比較

- ・屋外⇒多点、広範囲
- 全測定点を屋内で再現するのは非常に煩雑



IEC 60891 ed.2に記載の3つの補正式の補正精度を比較した



IEC61853のPower Matrixの条件と屋外条件の温度・照度のプロット

結果

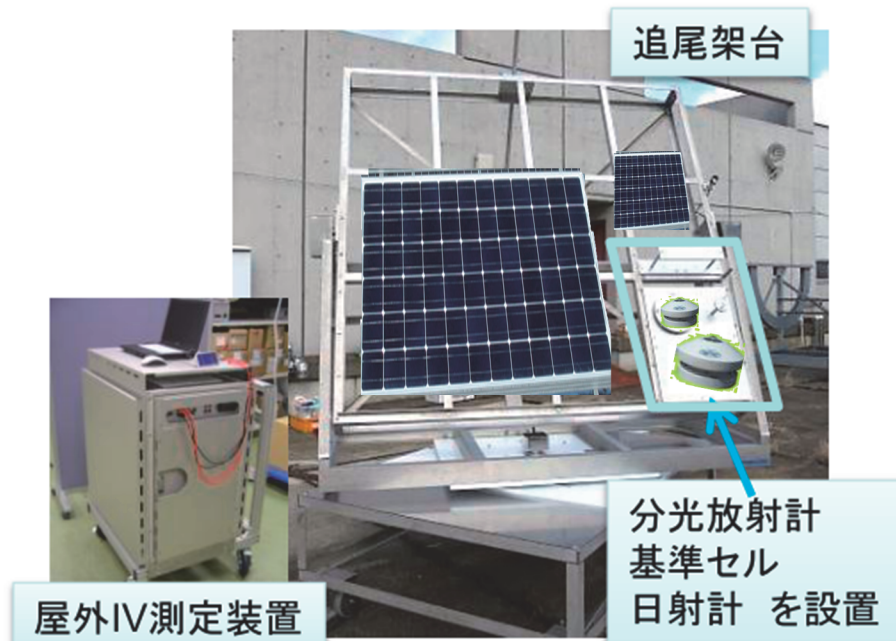
## 測定値と補正值のPmaxの差[%]

	Procedure 1 (Ed.1の方法) Temperature [°C]					Procedure 2 (TÜV提案式) Temperature [°C]					Procedure 3 (AIST提案式) Temperature [°C]					測定値との差	
		20	30	40	50		20	30	40	50		20	30	40	50		60
c-Si cell	Irradiance [SUN]																
	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<±1%
	0.75	-0.2	0.1	0.0	-0.2	-0.1	0.3	0.2	0.1	-0.3	-0.4	0.0	0.1	0.1	0.1	0.1	<±1%
	0.5	0.1	0.1	-0.1	-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.5	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	<±1%
0.25	0.4	0.2	-0.4	-0.8	-3.1	-3.2	-3.8	-4.2	-0.1	-0.1	-0.1	-0.4	-0.5	>±3%	>±3%	>±3%	>±3%
c-Si module	Irradiance [SUN]																
	1	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1	0.0	0.0	<±1%
	0.69	1.2	1.3	1.2	1.2	0.4	0.5	0.3	0.4	0.0	0.2	0.4	0.2	0.1	0.1	0.1	<±2%
	0.51	3.0	2.8	2.4	2.3	0.6	0.6	0.2	0.1	-0.2	-0.3	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	<±3%
0.25	8.3	8.3	8.5	8.0	7.7	7.4	-0.9	-0.7	-0.7	-1.2	-1.4	-1.7	-0.1	-0.1	-0.1	>±3%	
CIGS module	Irradiance [SUN]																
	1	-0.3	0.0	-0.1	0.0	-0.4	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	<±1%
	0.69	-0.3	-0.3	-0.2	-0.5	0.1	0.1	0.2	0.0	0.0	-0.2	-0.3	-0.2	-0.1	-0.1	-0.1	<±1%
	0.51	0.1	-0.2	0.0	-0.5	0.6	0.2	0.4	0.0	-0.1	-0.3	-0.3	-0.2	0.1	0.1	0.1	<±1%
0.25	1.7	1.2	0.9	0.9	0.8	0.8	0.4	0.1	0.2	-1.4	-1.4	-0.2	-0.3	-0.3	-0.1	<±1%	

Procedure 3は、様々な温度・照度条件下でのI-V特性を±1%以内の精度で算出可能

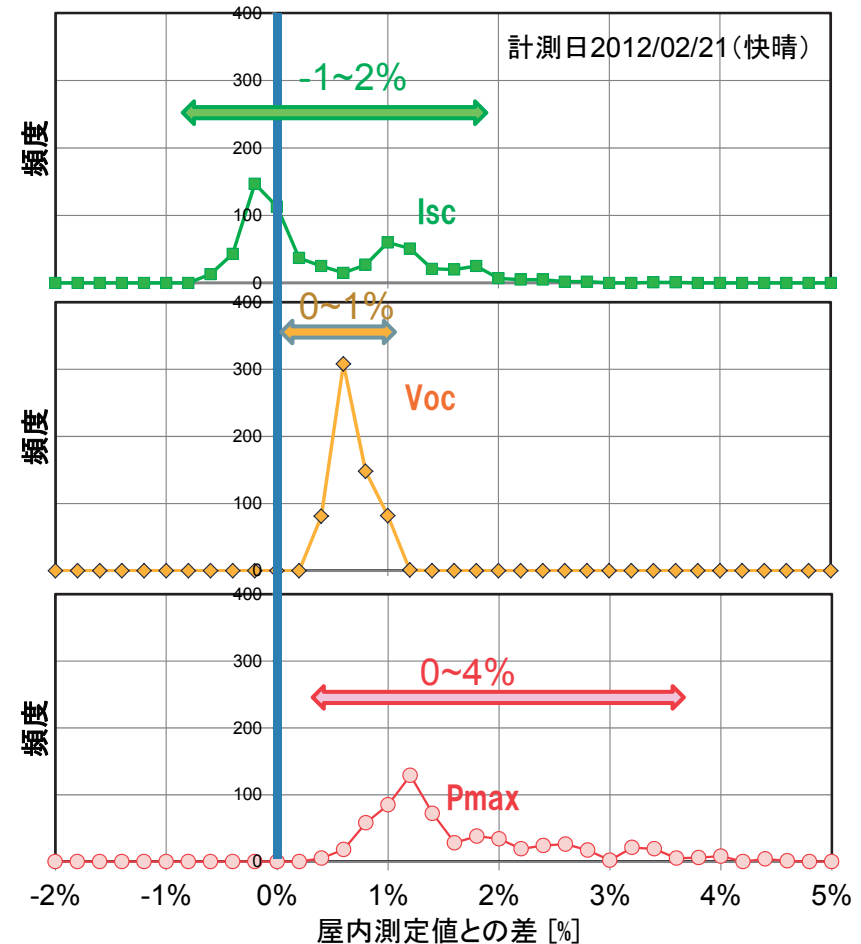
## ②従来の屋外測定方法での測定値のばらつき要因

各パラメータの屋内測定値との差の頻度分布(約600点)



屋外高精度測定システムの外観図

- ・可動式(屋内・屋外の両方で使用可能)
- ・I-V、基準デバイス、日射、温度
- ・暗電流測定可能
- ・装置内の温調可能



Isc: 日射計と太陽電池の応答時間、スペクトルの影響  
 Voc: 裏面温度とセル温度の差

# まとめ

## 屋外高精度測定技術開発

### ・屋外測定値の精度を検証する方法

屋内測定値を補正して屋外での測定結果と比較するために、IEC60891の3つの補正方法を比較した。結果、Proc.3が最も補正精度がよく、±1%以内であった。

### ・屋内と屋外測定値との比較結果

Iscのばらつき(照度測定)が最も影響が大きい

⇒基準セル・基準モジュール等の使用, スペクトルミスマッチ補正等

Vocに0.5%程度の系統的な差

⇒内部温度と裏面温度の違いの影響によるもの。

## 謝辞

本研究の一部は、NEDO「発電量評価技術等の開発・信頼性及び寿命評価技術の開発」の一環で行った。関係者各位に感謝する。



# 太陽電池モジュールの屋外高精度測定技術の検討

津野裕紀 菱川善博

産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター 評価・標準チーム

## 研究の目的

- ・メガソーラ等の太陽光発電事業、住宅用太陽光発電市場(>100万件)の拡大により、設置時の出力確認やオンサイトでの点検等、屋外で正確に太陽光発電の出力を測定する機会が増大
- ・エネルギー定格、パワー定格等STC以外の条件での正確な出力評価の必要性



屋外に設置した太陽電池モジュールの様々な条件におけるIV特性・温度および入射光の照度・分光スペクトル等から、STCおよびその他の条件における太陽電池特性を正確に測定する技術の開発

## 実験

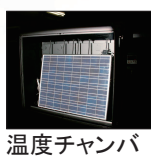
### ①屋外測定値の精度を検証する方法

- ・屋内計測値との比較により精度を検証。
- ・屋外の計測条件と一致させるために補正が必要のため、IEC60891 Ed.2 の3つのI-V特性補正方法を比較した。

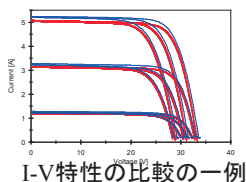
### ②従来の屋外測定方法での測定値の誤差要因の検討

- ・高精度I-V特性計測装置を導入し、太陽を追従させながらI-V特性、日射強度、モジュール裏面温度を計測。得られたI-V特性を屋内測定値と比較した。

## 結果①



- サンプル:
- ・結晶Siセル(小型)
  - ・結晶Siモジュール
  - ・CIGS モジュール



## 結果

### 測定値と補正值のPmaxの差[%]

Irradiance [SUN]	Temperature [°C]				
	20	30	40	50	60
1	0.1	0.0	-0.1	-0.1	0.0
0.69	1.2	1.3	1.2	1.2	0.8
0.51	3.0	2.8	2.4	2.3	1.9
0.25	8.3	8.3	8.5	8.0	7.7

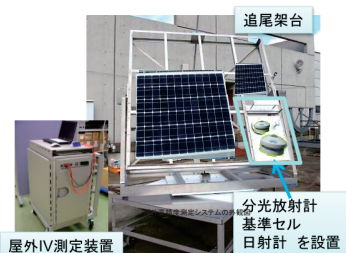
Irradiance [SUN]	Temperature [°C]				
	20	25	30	40	50
1	0.0	0.0	-0.1	-0.1	0.0
0.69	0.4	0.5	0.3	0.4	0.0
0.51	0.6	0.6	0.2	0.1	-0.2
0.25	-0.9	-0.7	-0.7	-1.2	-1.4

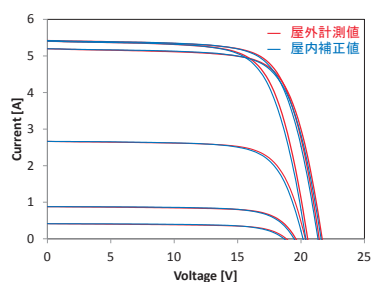
Irradiance [SUN]	Temperature [°C]				
	20	25	30	40	50
1	0.1	0.0	0.0	0.0	-0.1
0.69	0.2	0.3	0.2	0.4	0.2
0.51	0.6	0.6	0.2	0.4	0.3
0.25	-0.4	-0.1	0.0	-0.2	-0.1

Procedure 3は、様々な温度・照度条件下でのI-V特性を±1%以内の精度で算出可能

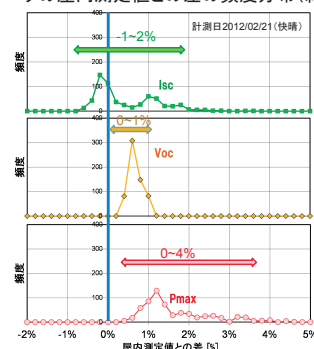
## 結果②



- ・可動式(屋内・屋外の両方で使用可能)
- ・I-V、基準デバイス、日射、温度
- ・暗電流測定可能
- ・装置内の温調可能



### 各パラメータの屋内測定値との差の頻度分布(約600点)



## 結論

### 屋外高精度測定技術開発

- ・屋外測定値の精度を検証する方法  
屋内測定値を補正して屋外での測定結果と比較するために、IEC60891の3つの補正方法を比較した。結果、Proc.3が最も補正精度がよく、±1%以内であった。

- ・従来の屋外測定方法での測定値の誤差要因の検討  
Iscのばらつき(照度測定)が最も影響が大きい(快晴日でも)

Vocに±0.5%程度の系統的な差

## 今後の課題

- ・照度測定精度の改善  
⇒ 基準セル・基準モジュール等の使用, スペクトルミスマッチ補正等
- ・温度測定方法  
⇒ 内部温度と裏面温度の違い、モジュール内の温度ムラ等の影響評価
- ・薄膜太陽電池での検証

謝辞

本研究の一部は、NEDO「発電量評価技術等の開発・信頼性及び寿命評価技術の開発」の一環で行った。関係者各位に感謝する。