

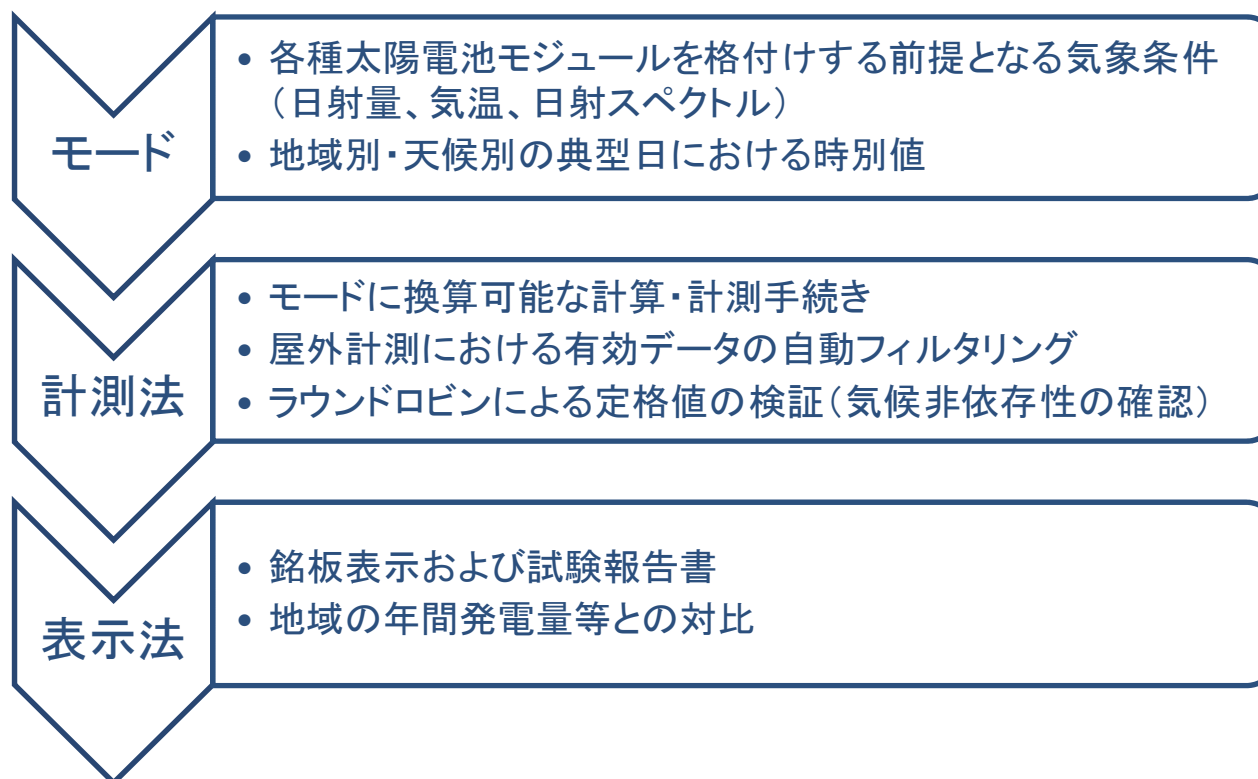
発電量評価技術

評価システムチーム
大谷謙仁

目的

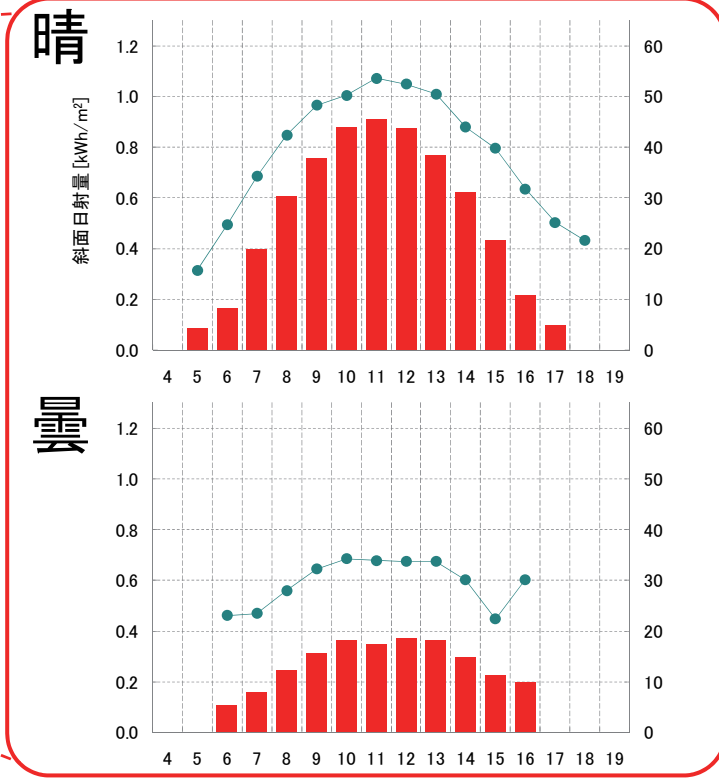
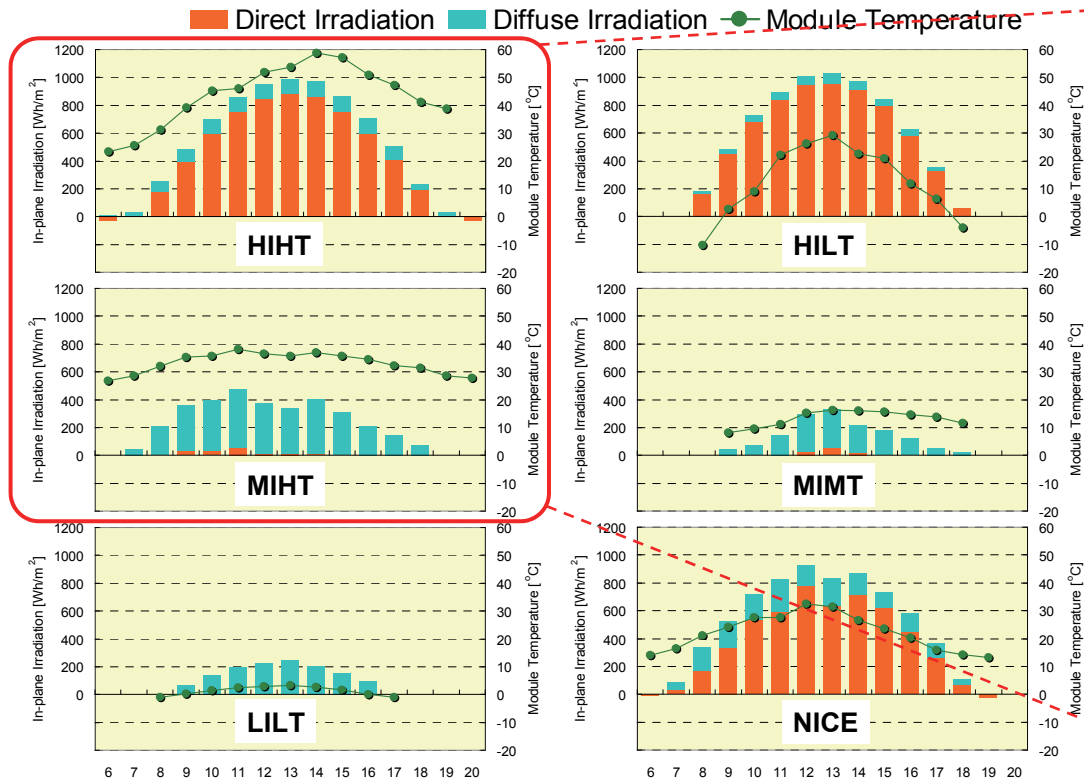
- 多様化する太陽電池技術に対し、STCを補完する評価体系として、発電量定格方式を推進
- 各種太陽電池の「発電量」による競争を促す物差し
- 「適材適所」による発電量の最大化を可視化
- 発電量定格方式の標準化(IEC 61853)

課題

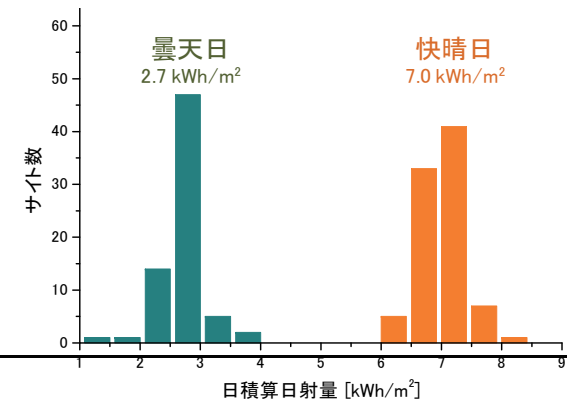


モード(IEC 61853)

モード(国内)

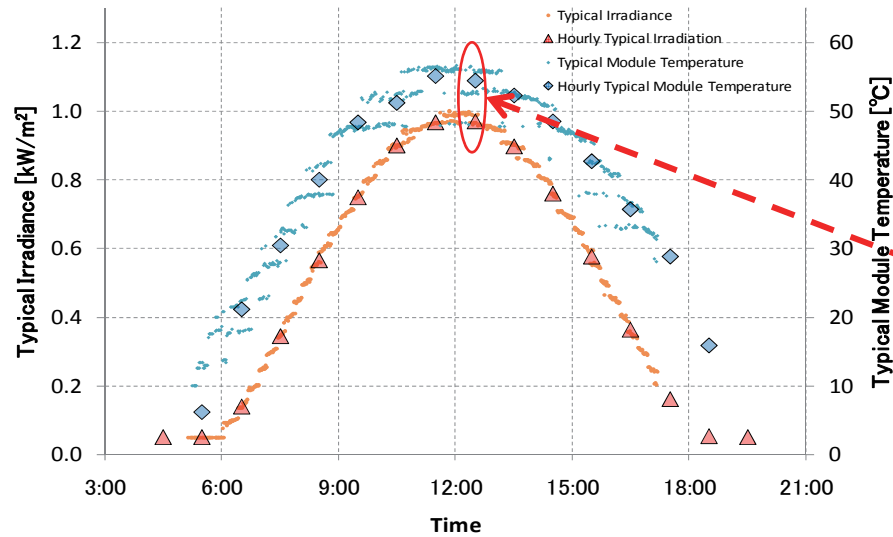


- IEC61853草稿(82/254/NP)の標準試験モードを国内で初めて計算。
- 国内のモードを、日射強度の時刻別最頻値から導出。複数地点の比較では、日射気候区による差は見られなかった。
- IEC61853と国内モードの比較では、61853のHT(高温)系列が国内モードに相当。

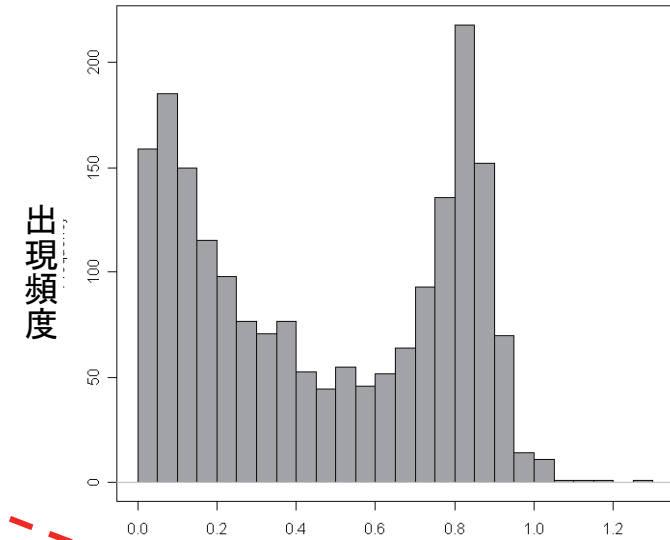


モード設定の方式

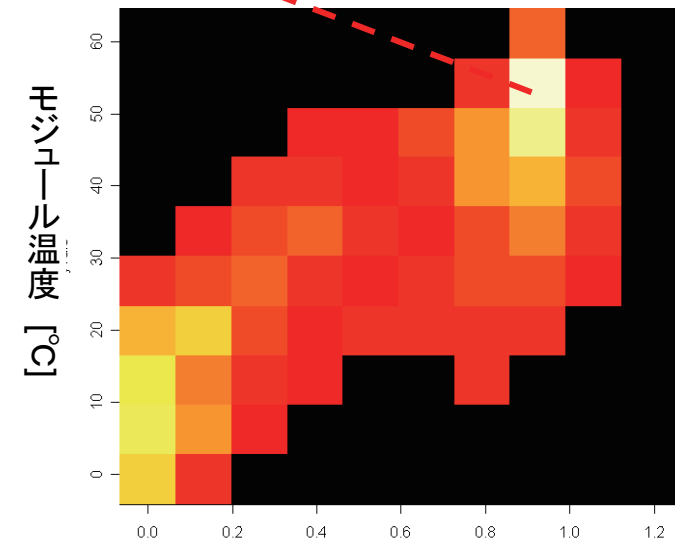
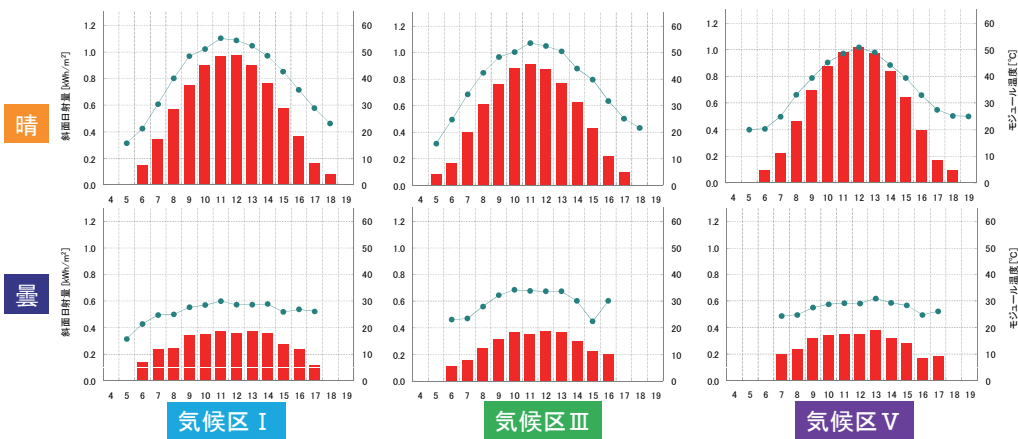
•瞬時日射データの最頻出条件を採用



日射強度の出現頻度分布の2峰性を利用

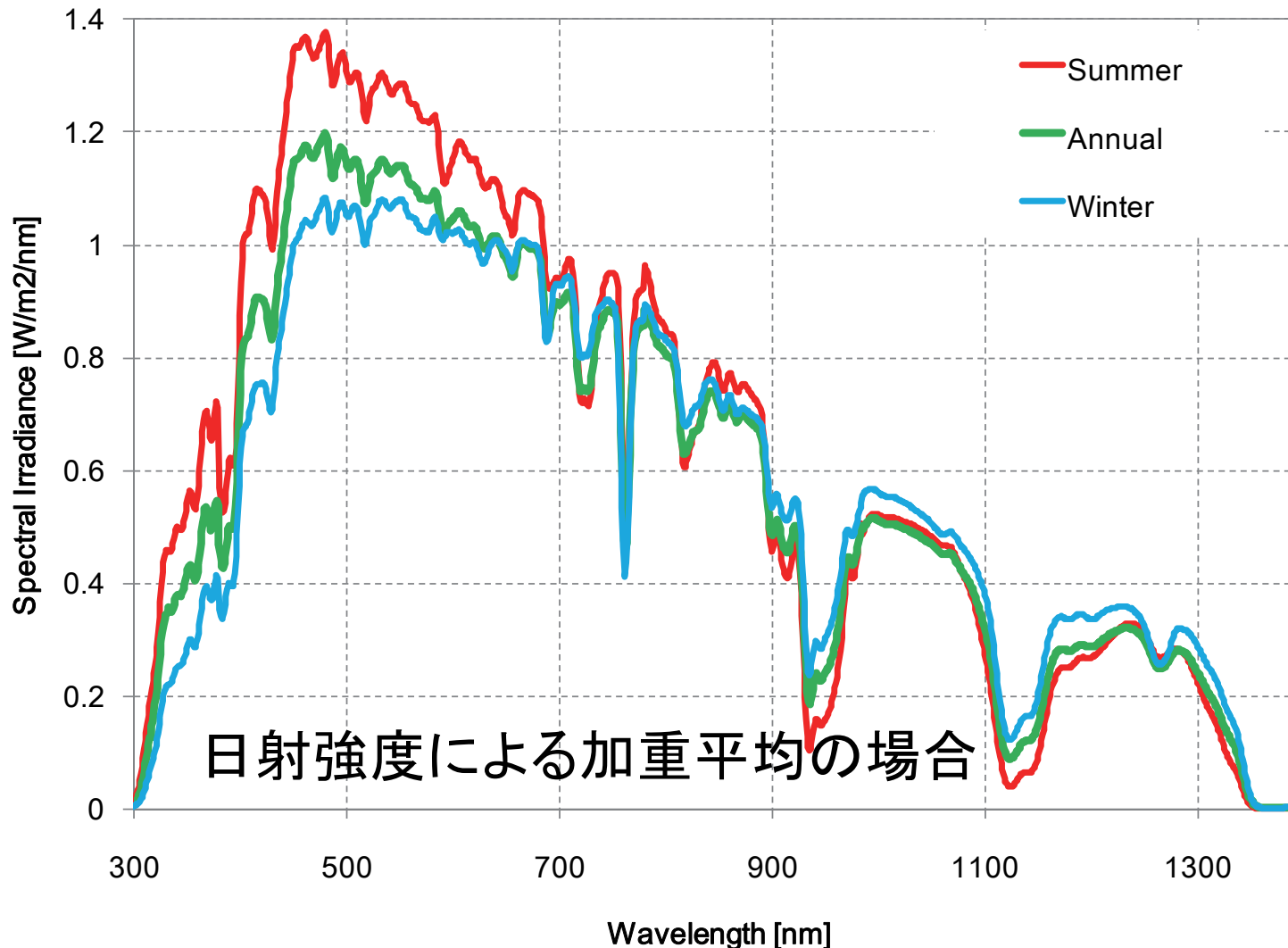


日射強度 [kW/m²]



日射強度 [kW/m²]

平均分光日射強度の例(つくば)



- つくば市で観測された分光日射強度の観測値(真南・傾斜15°)を基に計算
- 観測期間は2006/7~2007/6の1年間
- 夏季および冬季の平均値は、夏至および冬至に近い快晴日の観測値を利用。
2007/6/20 (summer)と
2006/12/24 (winter)。
- 年平均スペクトルを利用した場合には、分光日射補正係数はどのモジュールに対しても1.0±1%程度であった
→ほぼ基準分光日射強度(AM1.5)と同じであった

発電量計算モデル

太陽電池モジュールの最大出力 P_{\max} は、基準分光日射強度のスペクトル分布(AM1.5)に換算した日射強度 $G_{AM1.5}$ と温度 T から計算
→ IEC 60891 Ed.2のCorrection procedure 3(線形内挿法)を利用

$$P_{\max} = f(G_{AM1.5}, T)$$

期間発電量 Y は、日射強度 $G_{AM1.5}$ および温度 T から得られた P_{\max} の和

$$Y = \sum P_{\max}$$

線形内挿法の基本的考え方

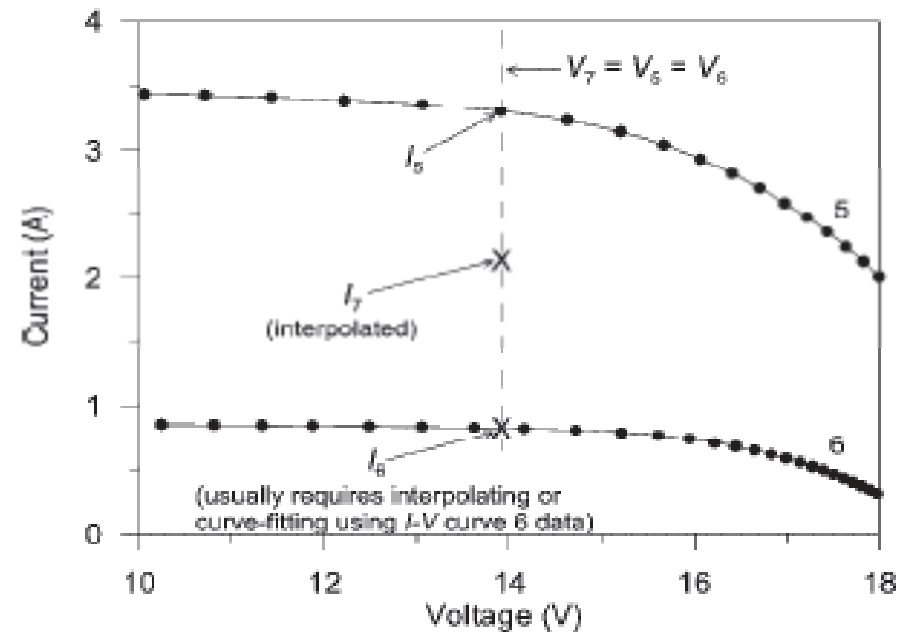
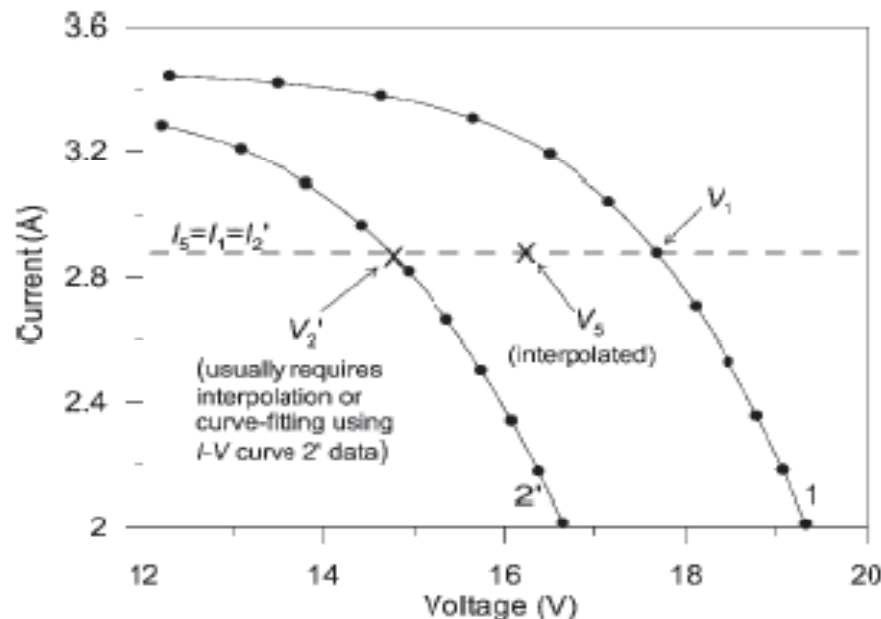
仮定 1 : 短絡電流一定の下で、I-V 特性の一定電流値における電圧値は、温度に対し直線的に変化する。

$$V_3(I) = V_1(I) + \frac{T_3 - T_1}{T_2 - T_1} \cdot (V_2(I) - V_1(I))$$

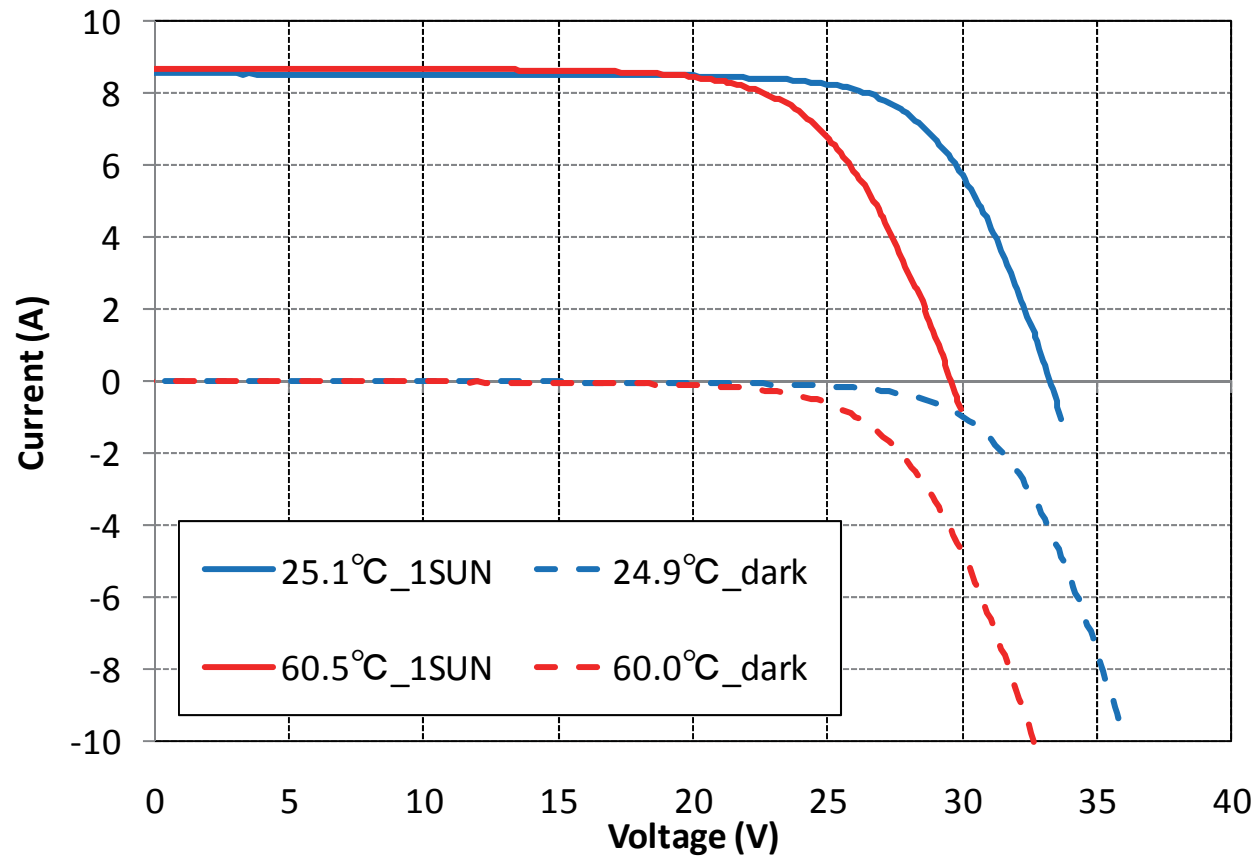
仮定 2 : 温度一定の下で、I-V 特性は日射強度(または短絡電流)に比例した光電流の和で表される。

$$I_3(V) = I_1(V) + \frac{I_{sc3} - I_{sc1}}{I_{sc2} - I_{sc1}} \cdot (I_2(V) - I_1(V))$$

※より洗練された表現はIEC 60891 Ed.2を参照のこと



4条件の室内測定結果の例(c-Si(1))



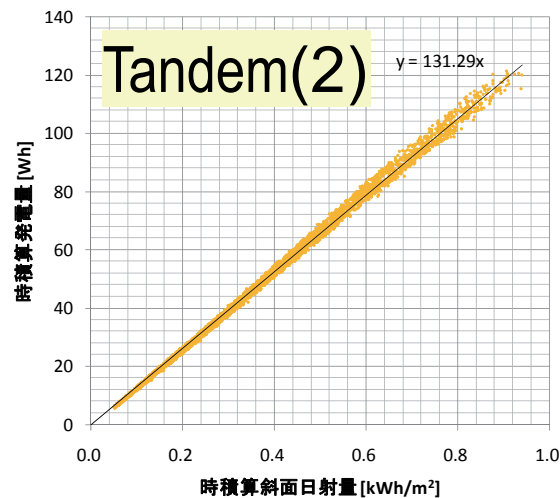
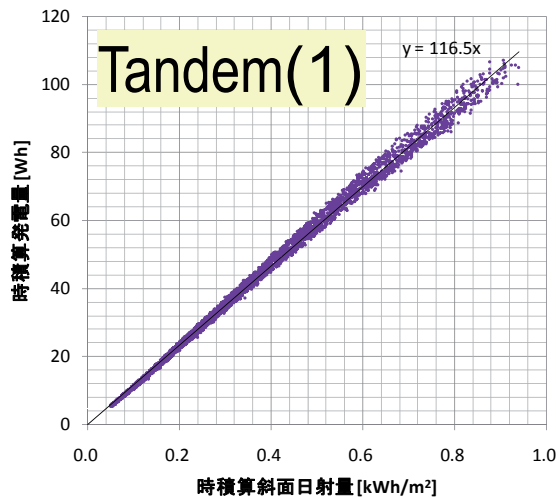
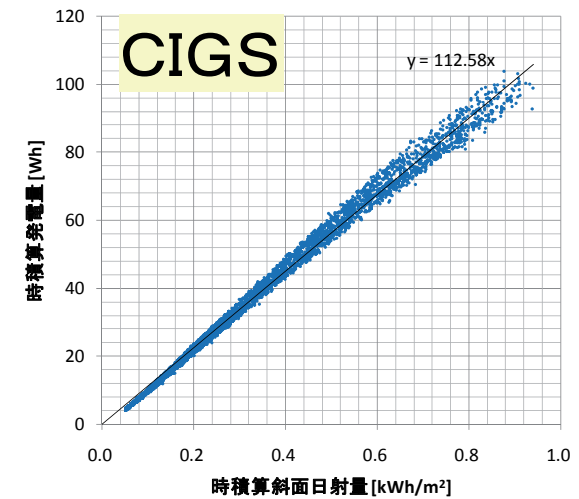
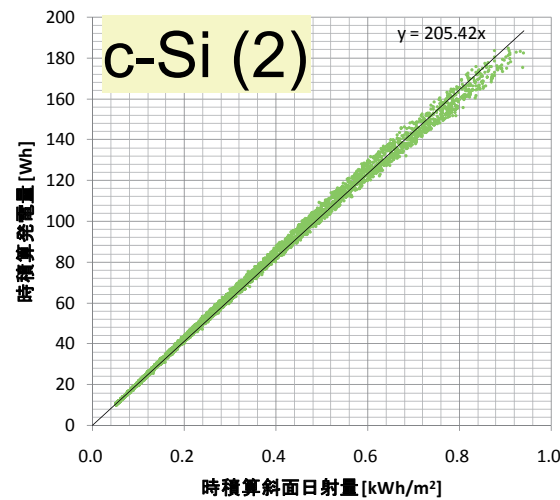
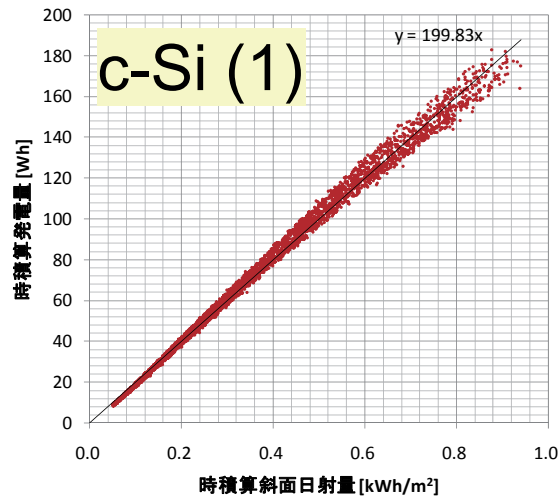
被測定モジュール

- 5型式(3種類)の太陽電池モジュールに対し、
- 4条件の室内測定を実施(ソーラーシミュレータ法)
 - 照度・温度の4つの組み合わせ
 - (1 Sun, 25°C)、(1 Sun, 60°C)、(0 Sun, 25°C)、(0 Sun, 25°C)

c-Si (1)	c-Si (2)	CIGS	Tandem (1)	Tandem (2)
最大電力 公称値 P_{nom} [W]				
208.4	200	125	110	121
最大電力 AIST測定値 P_{STC} [W]				
211.8	212.8	121.1	120.9	136.6

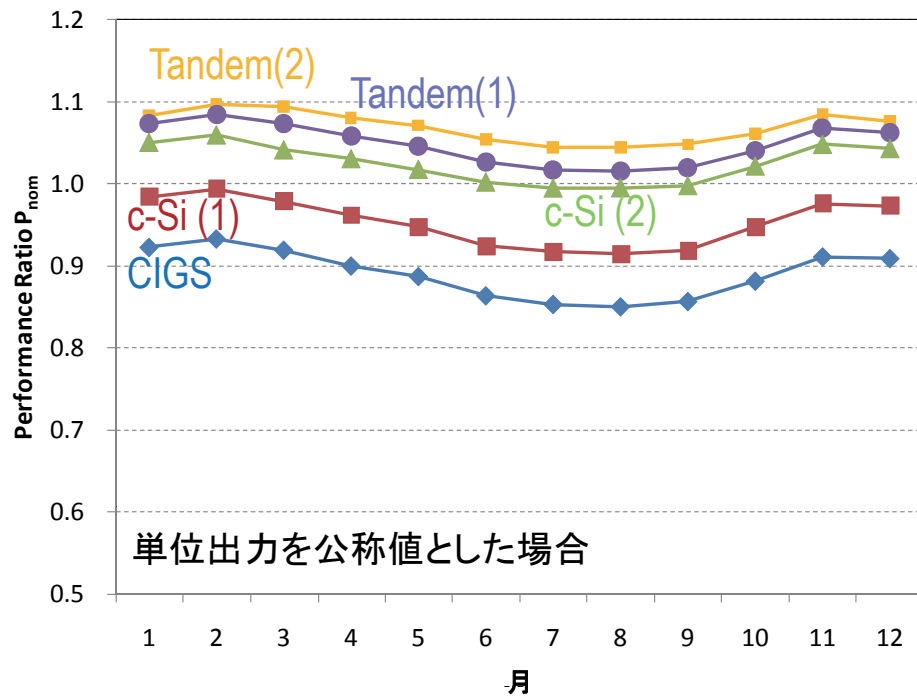
箱出し後
暴露無し

1時間発電量 (Pmax × 1h) の計算結果

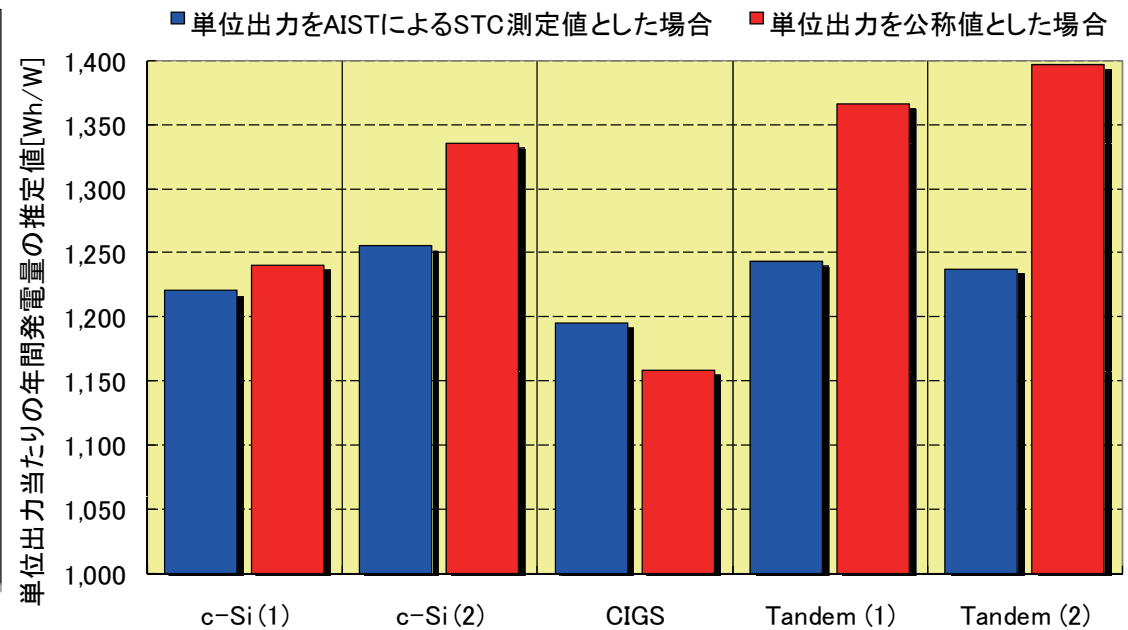


年間発電量(大阪)の推定結果

Performance Ratioの月推移



年間発電量の推定結果

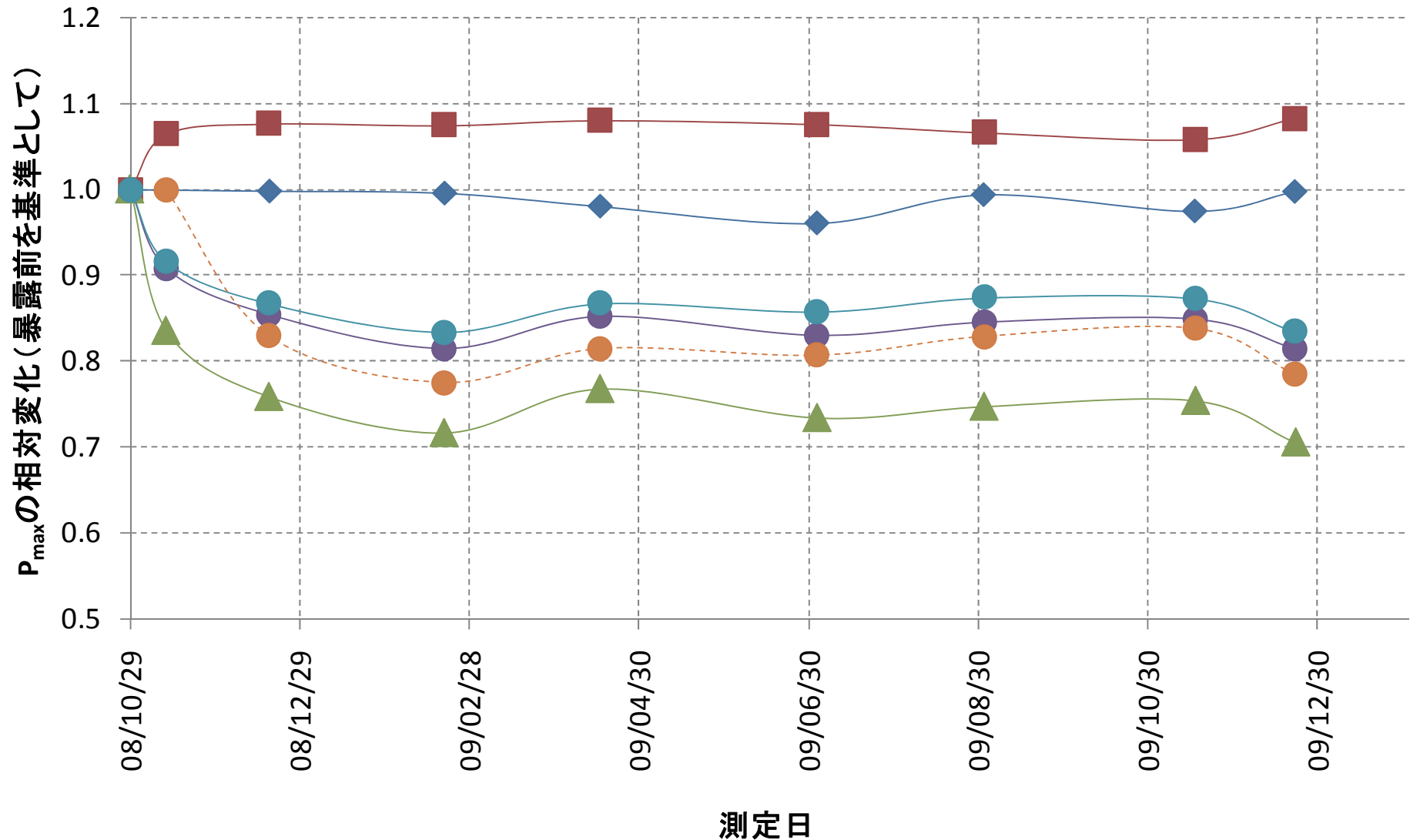


- ソーラシミュレータによる太陽電池モジュールの室内測定値を利用。4つの測定条件。
- 気象データは、日本気象協会開発のMETPVを利用。太陽電池の方角は真南、傾斜角は15°と設定
- 太陽電池モジュールの温度は、斜面日射量、気温、風速から推定(日大・西川先生の実験式を利用)
- 分光日射(スペクトル)データは産総研(つくば市)で観測したもので代用
- モジュールを屋外暴露せずに室内測定した値による推定値であるので、薄膜系太陽電池(CIGS形、タンデム形)に見られる初期性能変化が織り込まれていないことに注意

ラウンドロビン第2期における初期性能変化の確認

(インドア) SPI-SUN Simulator 1116N

◆ c-Si ■ CIS ▲ a-Si ● Tandem 1 ● Tandem 2 ● Tandem 3



発電量定格方式(システム)の検証 — ST065 (札幌市) —

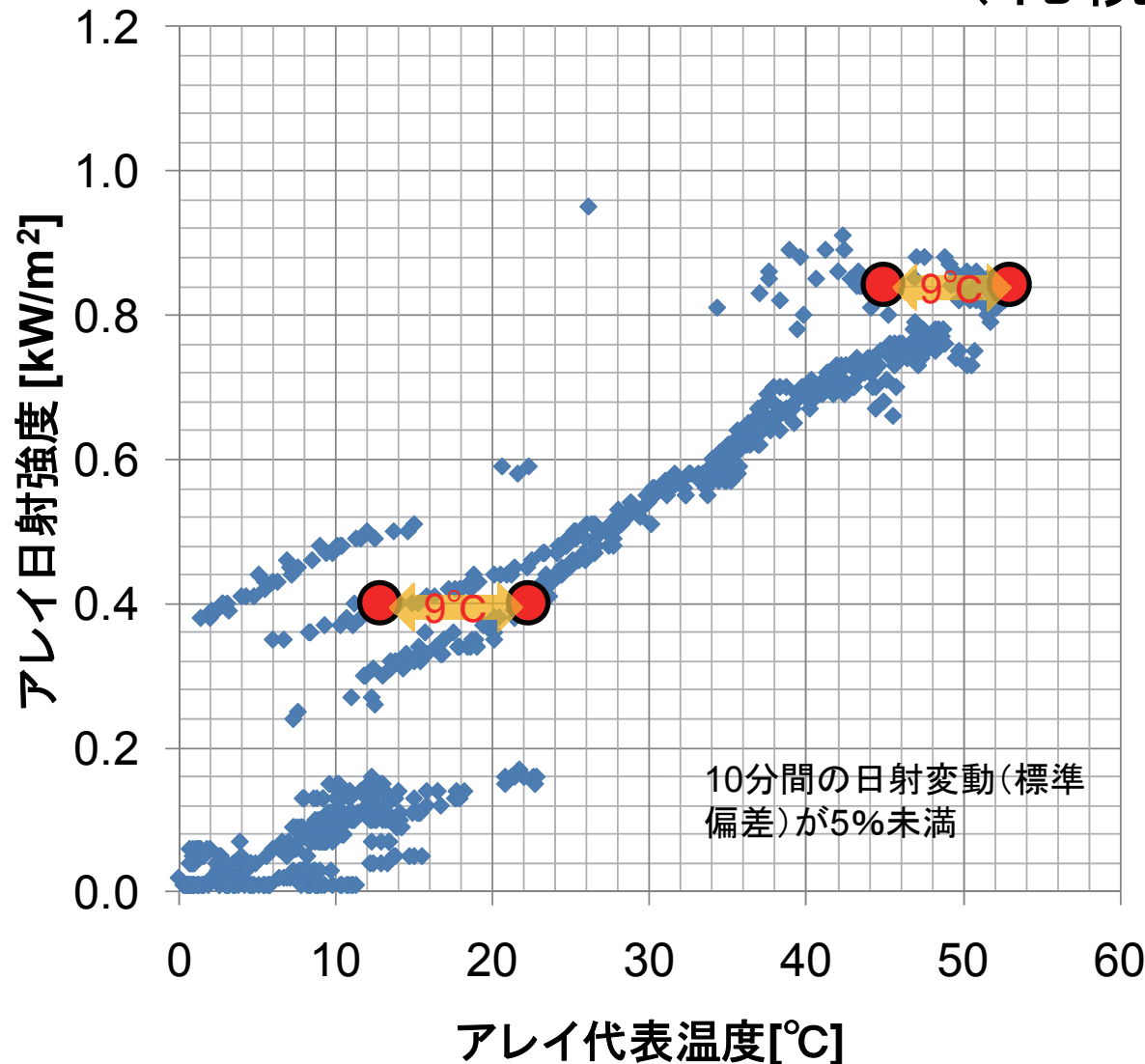


【サイト概要】

- PV設置年月: 1998年12月
- PV種類: 多結晶
- PV定格出力: 4.0kW
- INV定格出力: 4.0kW
- 設置方位: 200° (真南180°)
- 設置傾斜角: 45.0°
- PV設置方法: 屋根置き形
- 測定期間: 2009年11月23日
~12月4日(12日間)

※測定実施: 電気安全環境研究所 (JET)

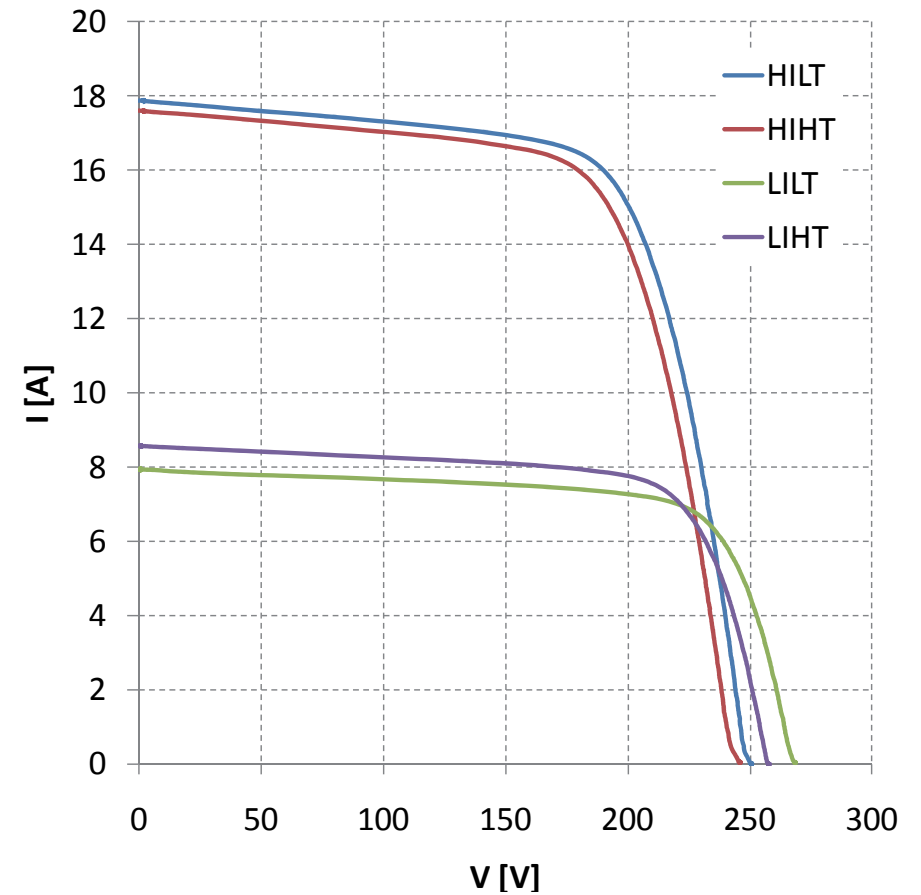
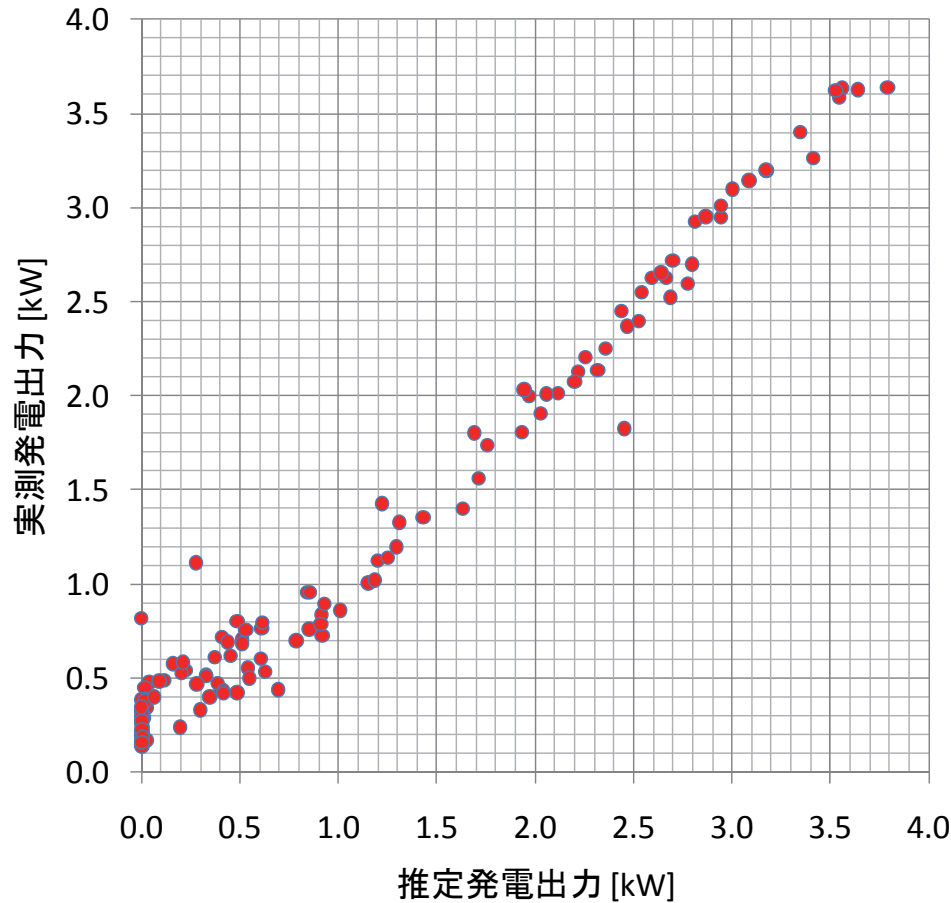
リファレンスI-V測定点の選定 — ST065（札幌市）—



- hiht
 - 2009/11/24 12:36
 - G: 0.85 kW/m², T: 53.4°C
- hilt
 - 2009/11/24 11:57
 - G: 0.85 kW/m², T: 43.9°C
- liht
 - 2009/11/24 8:49
 - G: 0.40 kW/m², T: 21.9°C
- lilt
 - 2009/12/1 11:58
 - G: 0.40 kW/m², T: 12.7°C

発電量の推定結果

— ST065（札幌市）2009年11月 —



11月の月間発電量：（実測値）154 kWh （推定値）142 kWh

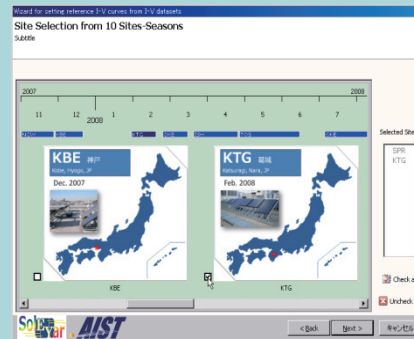
発電量定格方式の計算ソフトウェアの提供

SOLEYar- Solar Energy Yield Assessment Tool

Four Reference I-V Dataset

hilt High Irradiance and Low Temperature	hiht High Irradiance and High Temperature
liht Low Irradiance and Low Temperature	liht Low Irradiance and High Temperature

Outdoor Measurement Dataset

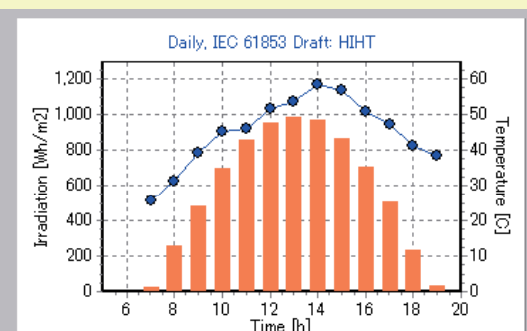


Power Rating Output

Power Ratings using Bilinear Interpolation
Rating conditions are referred from IEC 61853-1

Irradiance [W/m ²]	Module Temperature [C]			
	15	25	50	75
1100	NA	162.4	141.5	120.6
1000	155.1	147.4	128.4	109.4
800	123.7	117.6	102.4	87.2
600	92.3	87.7	76.4	64.9
400	60.9	57.9	50.3	NA
200	29.5	28.1	24.4	NA
100	14.1	13.4	NA	NA

Energy Rating Output



Energy Yield [Wh]	0985	P@STC [W]	0749
Irradiation [kWh/m ²]	0985	PR [%]	0864
Temperature [C]	48.9	* Irradiation-Weighted Average	

まとめ

- 太陽電池モジュールを期間発電量で評価するための方式について、モードから計算法(ソフトウェア)までを開発。
- 各種太陽電池モジュールの室内測定の結果から、大阪における年間発電量を推定。その結果、
 - AISTによるSTC条件下での最大電力を分母とした単位出力当たりの推定値では、モジュール間での差が小さい
 - 年間1,250 Wh/Wp(全モジュールの平均)、範囲:-3%~+2%
 - エンドユーザに示される公称最大出力を単位出力とした場合には、タンデム形モジュールの発電量が大きい。
 - 年間1,300 Wh/Wp(全モジュールの平均)、範囲:-11%~+8%
 - サンプル1枚ずつを屋外暴露をせずに実施したものであるため、個体差や、薄膜系太陽電池(CIGS形、タンデム形)に見られる初期性能変化が織り込まれていないことに注意
- 結晶シリコン系太陽光発電システムの期間発電量が2週間程度のIV連続測定データから推定可能。