

民間10社と産総研の太陽電池評価技術共同研究 (測定コンソーシアム)

産業技術総合研究所 太陽光発電工学研究センター 菱川 善博, 佐々木あゆ美, 志村 陽哉, 山越 憲吾

(目的)

主に量産段階および量産に向けた開発段階等の太陽電池性能を正確に測定するために必要な測定条件・測定システムおよび測定技術を明らかにすることを目的とする。

(参画PVセル・モジュールメーカー)

株式会社カネカ, 京セラ株式会社, パナソニック株式会社, 三菱電機株式会社 (測定セル・モジュール: 単結晶Si, 薄膜Si, 多接合, etc.)

(参画PV測定装置メーカー)

英弘精機株式会社 (IVテスタ, 屋外測定装置, etc.)

株式会社 オプトリサーチ (分光放射計)

共進電機株式会社 (試料台, IVテスタ, etc.)

株式会社 相馬光学 (分光放射計, 分光感度測定装置)

分光計器株式会社 (分光感度測定装置, ソーラシミュレータ)

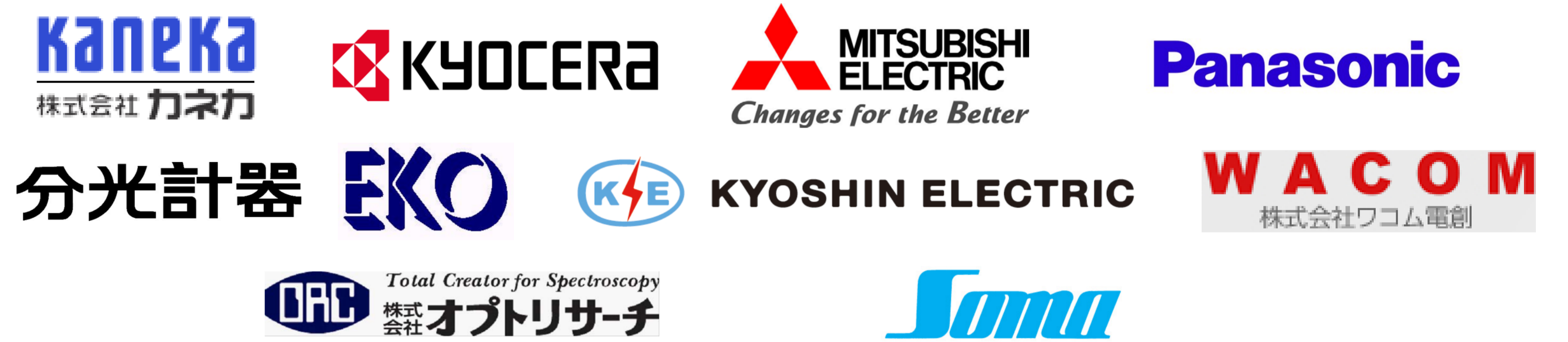
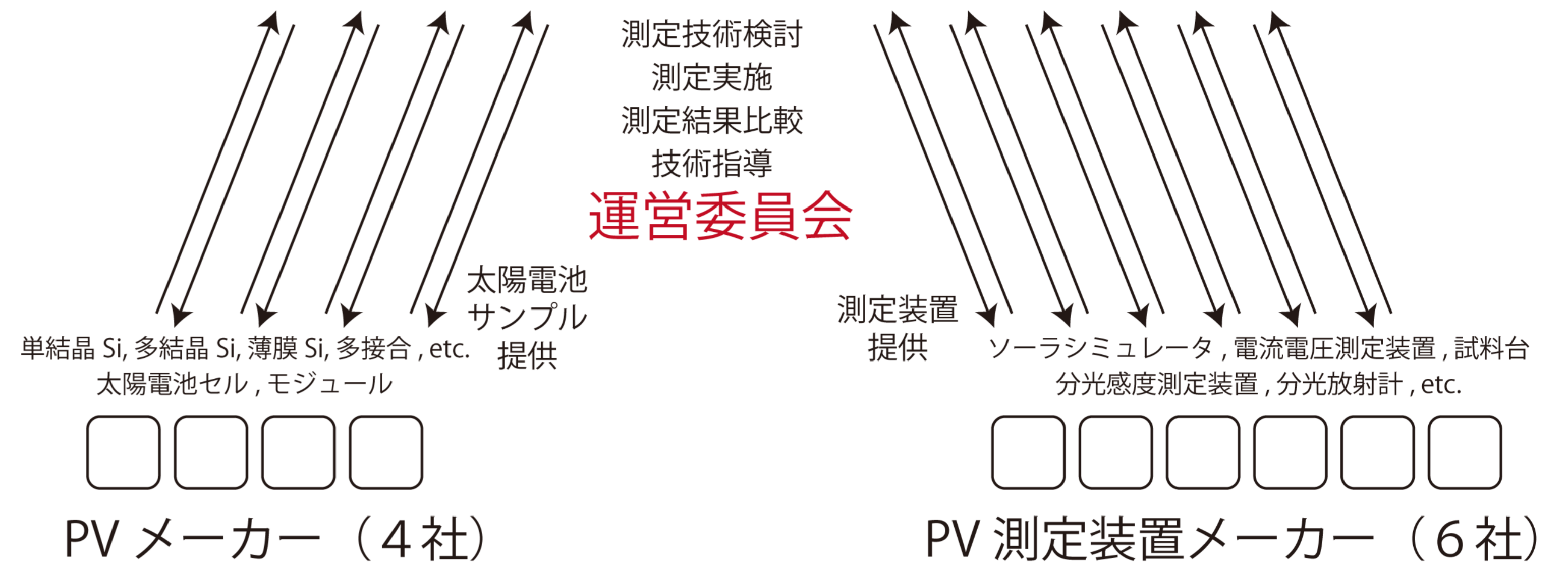
株式会社ワコム電創 (ソーラシミュレータ, IVテスタ)

(結果)

参画各社の太陽電池測定結果および測定装置の影響とその範囲を検証した。今後更に高精度化のために必要な個別要素技術を明らかにした(継続中)。新型評価装置を開発した。民間PV試験所のJETとの連携等、より迅速な開発を検討中。

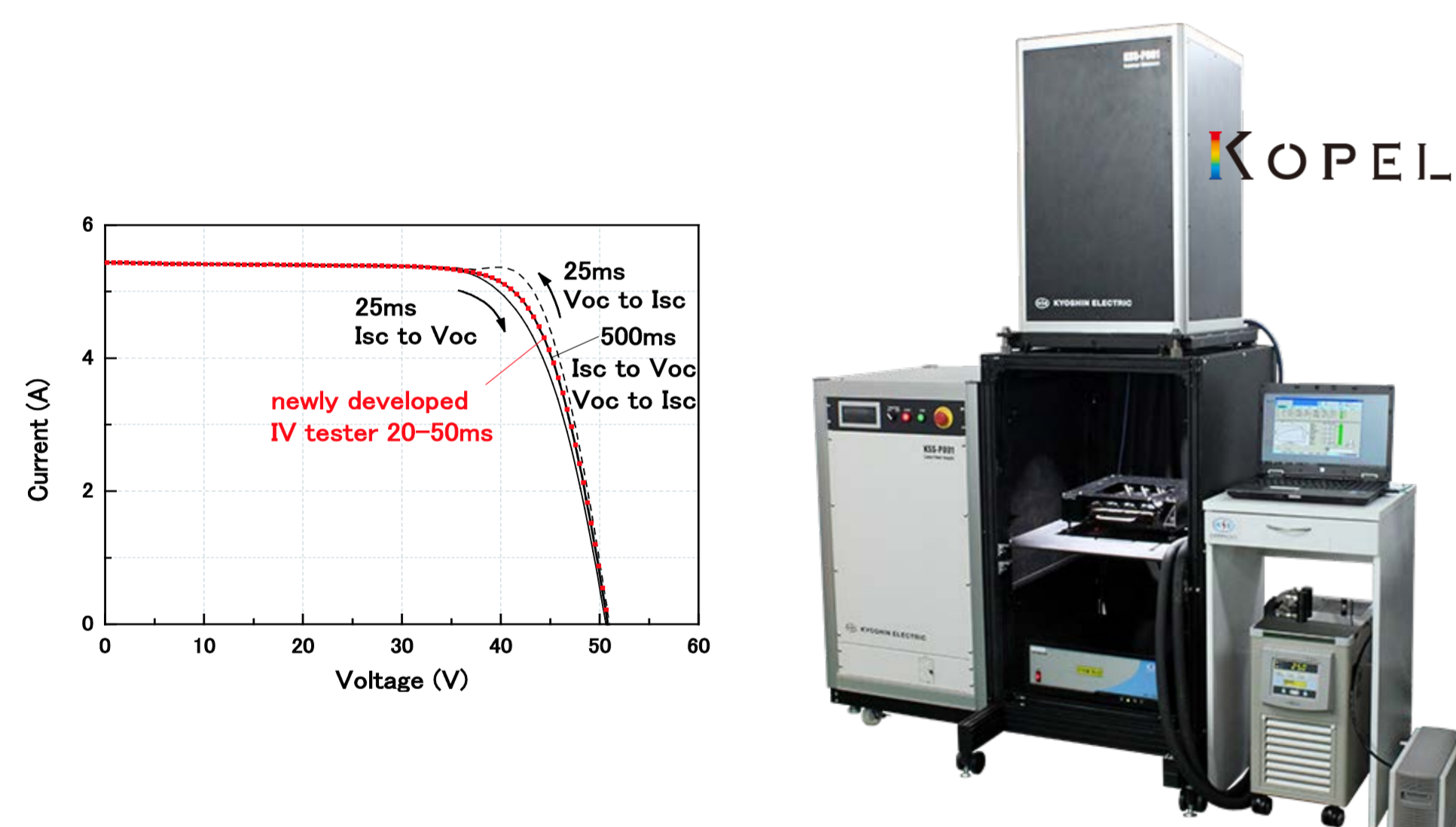
産総研

様々な太陽電池測定技術・測定装置特性データベース構築



(測定技術・装置の開発・検証の一例: IVテスタ)

50ミリ秒(0.05秒)以内の短時間パルス光源を用いて、高効率太陽電池セル及びモジュールの性能を正確に計測する技術(IVテスタ技術)を開発した。(共進電機株式会社と共同開発)。この技術は様々な種類のソーラシミュレータに適用でき、太陽電池生産ラインにおける性能測定や品質管理の高精度化かつ低コスト化が可能となる。国内外特許出願中。

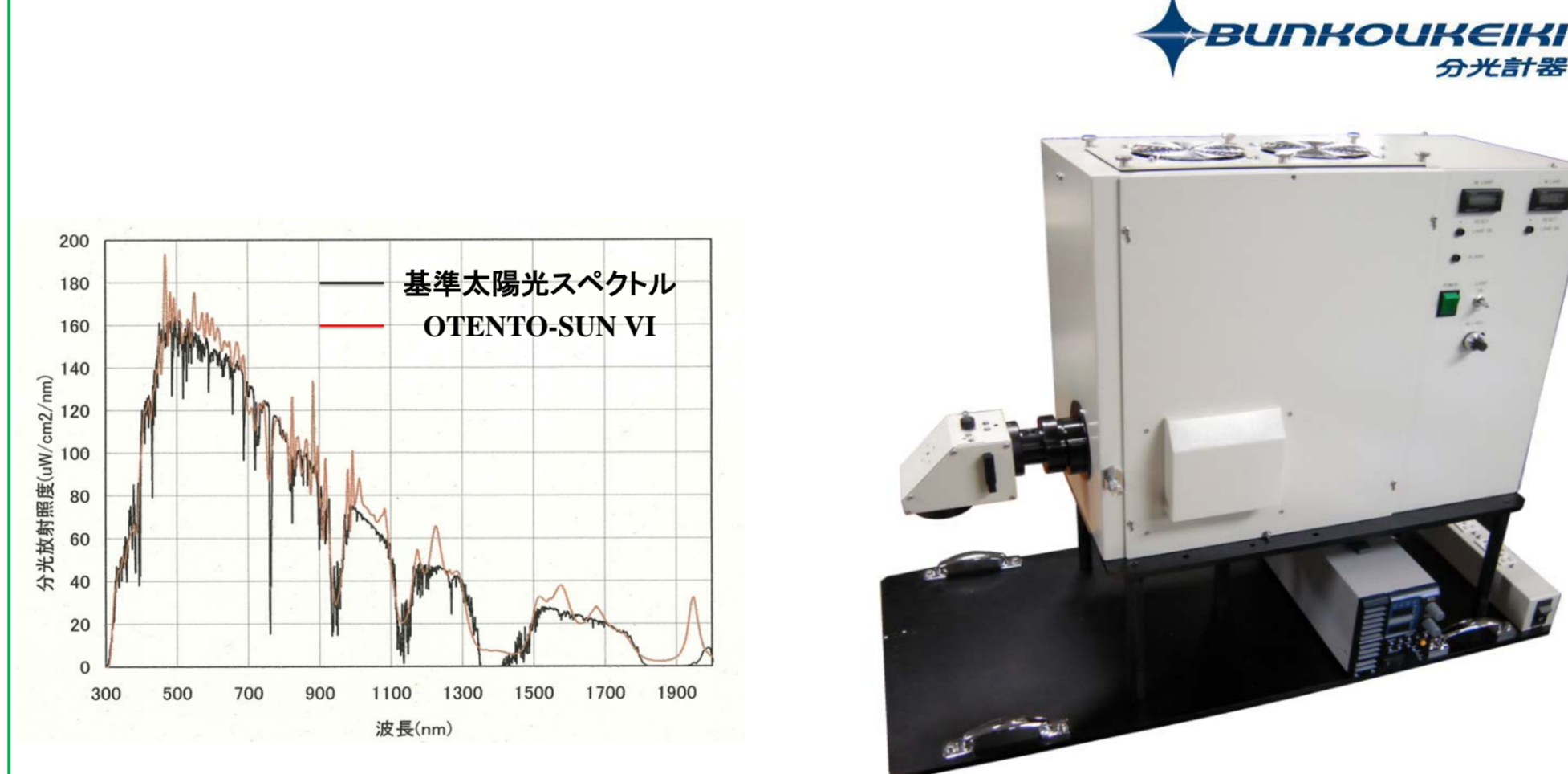


短パルス光によるa-Si/結晶Siヘテロ接合太陽電池モジュールの高精度IV特性測定の一例

開発した技術を用いた太陽電池検査システム KSX-3000H

(測定技術・装置の開発・検証の一例: 高近似小型SS)

基準太陽光スペクトルに高近似で、幅広い波長範囲をカバーし、かつ小型な卓上タイプ新型ソーラシミュレータ(SS: 疑似太陽光源)を開発した。分光計器株式会社と共同開発。SSの分光スペクトルを調整する多層膜光学フィルタの高性能化等により実現した。様々な感度波長を持つ有機系太陽電池や、感度スペクトルが広く高近似が必要な多接合太陽電池等の高精度な評価が、卓上型の小型SSで可能となった。



開発したソーラシミュレータの分光放射スペクトルの一例。規格に規定されない長波長を含めて、基準太陽光スペクトルに極めて高近似を実現。IEC60904-9, JIS C8912, 8933 class A, JIS C8942 class MA

開発した技術を用いた小型・広帯域高近似ソーラシミュレータ OTENTO-SUN VI

(測定技術・装置の開発・検証) (有機太陽電池用高精度分光感度測定装置)

DSC太陽電池、ペロブスカイト太陽電池等、有機系太陽電池では、入射光に対する出力電流の応答速度が結晶Si太陽電池等より遅いため、従来のロックインアンプを用いた分光感度測定装置では測定ノイズが大きくなる弱点があった。ロックインアンプ不要のハード、ソフトを用いて高精度測定が可能な分光感度測定装置によるDSC太陽電池の分光感度測定を検証し、0.01Hz~1Hzの低速で高再現性を確認した。

(分光放射計)

太陽電池の性能評価を十分高精度に行うために、ソーラシミュレータ(SS)や屋外日射の分光スペクトルを計測する分光放射計の精度、安定性が極めて重要である。市販(一部開発中)の各種分光放射計による分光スペクトルの比較測定を実施して結果を解析し、現状の測定精度の検証とより高精度化するための技術課題を明らかにした。第2回の比較測定を今年度実施予定。

(屋外太陽電池計測装置)

PVの設置が急速に進展する中で、屋外における太陽電池測定の必要性が増している。市販(一部開発中)の屋外計測装置による太陽電池評価を実施して検証を行う。

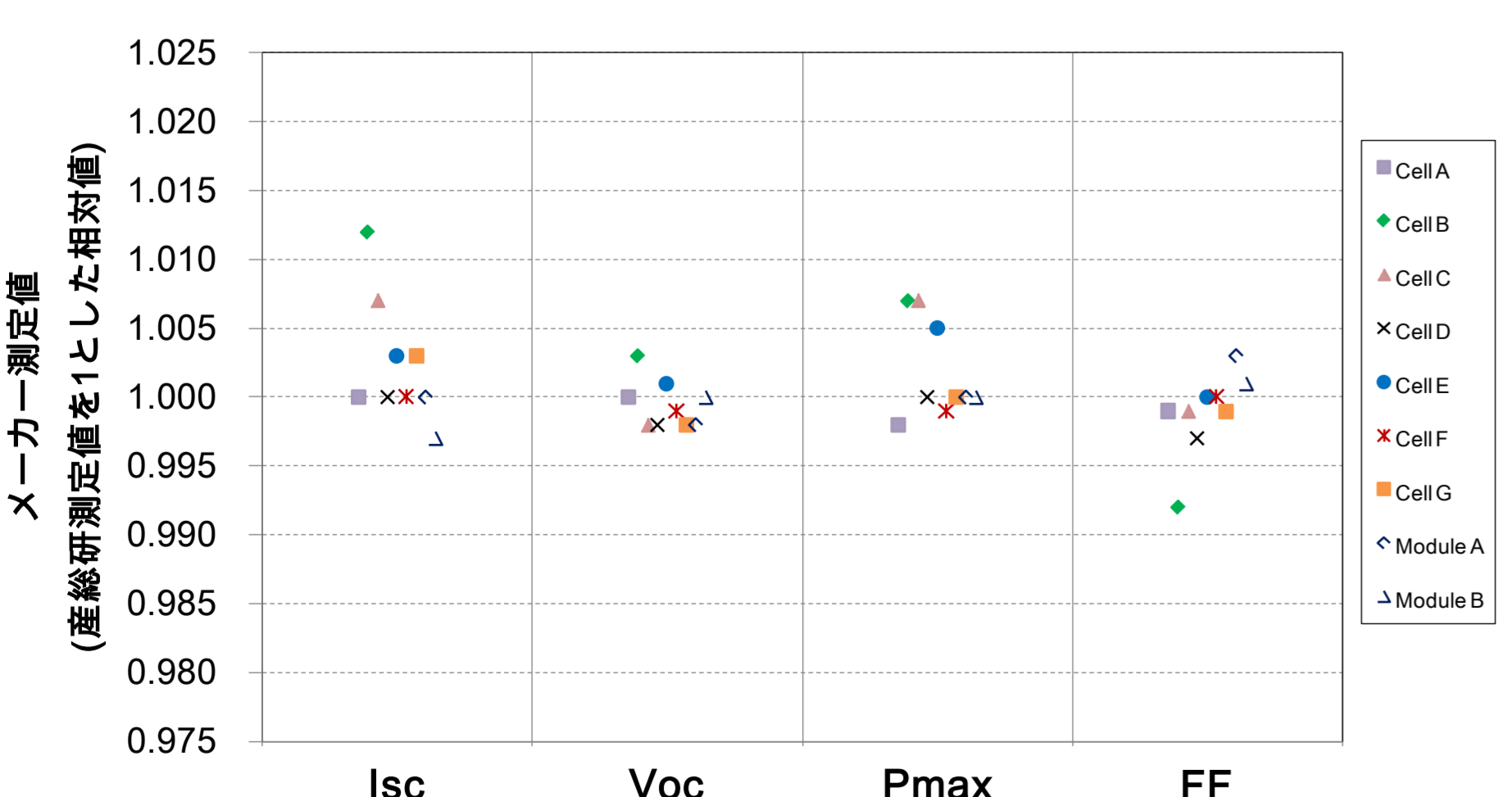
(新型光源評価装置)

太陽電池評価に用いられるSSの性能に対する要求が高制度化し、海外計測装置メーカーとの競争も高まっている一方、太陽電池評価の精度に直接影響するSS性能を正確迅速に評価する計測装置の開発が望まれている。

(各社測定結果の産総研との比較検証: 結晶Si)

結晶Si太陽電池セル・モジュールにおける太陽電池メーカーと産総研の測定結果の差は P_{max} で約±0.7%以内であった。各社の太陽電池に関する高精度測定のための技術は以下の通りであった。

- ペアセルの形状・構造により、測定に使用する試料台によるブロープの影・接触抵抗・セル内の電位分布・IV測定中の温度上昇等が測定結果に及ぼす影響が異なるため、試料台の選定と運用が重要。
- セルからの反射光・透過光の再入射が無視できない。外部量子効率+反射率が1を超えないことの検証も有効。

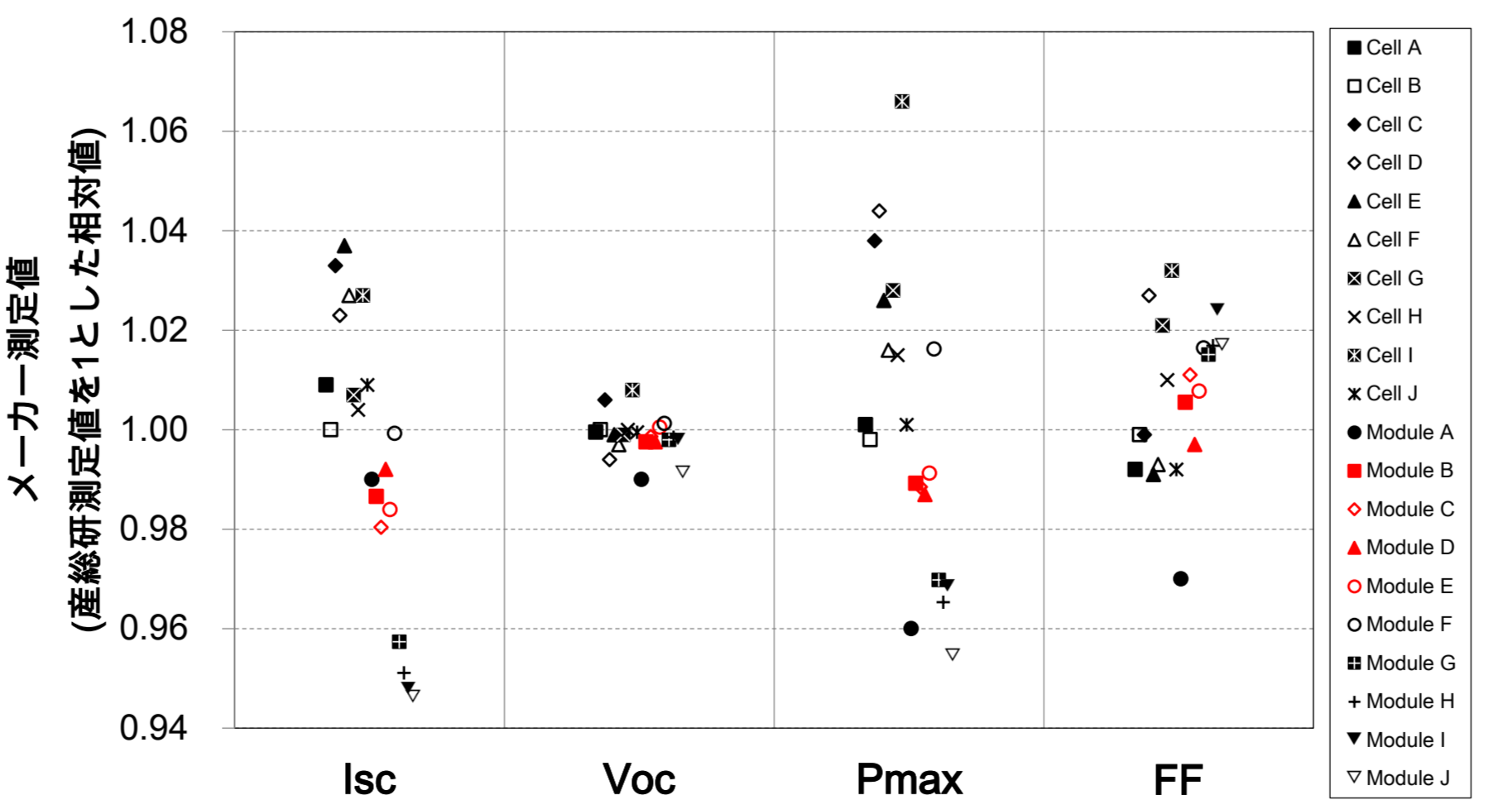


結晶Si太陽電池セル・モジュールの太陽電池メーカーの測定値(産総研測定値を1とした相対値)。

(各社測定結果の産総研との比較検証: 多接合)

多接合(タンデム, トリプル)セル・モジュールにおける太陽電池メーカーと産総研の測定結果の差, および各社の太陽電池に関する高精度測定のための技術は以下の通りであった。

- アモルファスSi等単接合太陽電池の測定ばらつきは、結晶Siとほぼ同様と思われるが、多接合ではより高度な測定技術が必要。
- 多接合太陽電池におけるソーラシミュレータの照度調整・スペクトル調整の差が、測定結果に主に影響。スペクトル調整無しのソーラシミュレータでは誤差大となる可能性あり。要素セルの分光感度測定も重要。

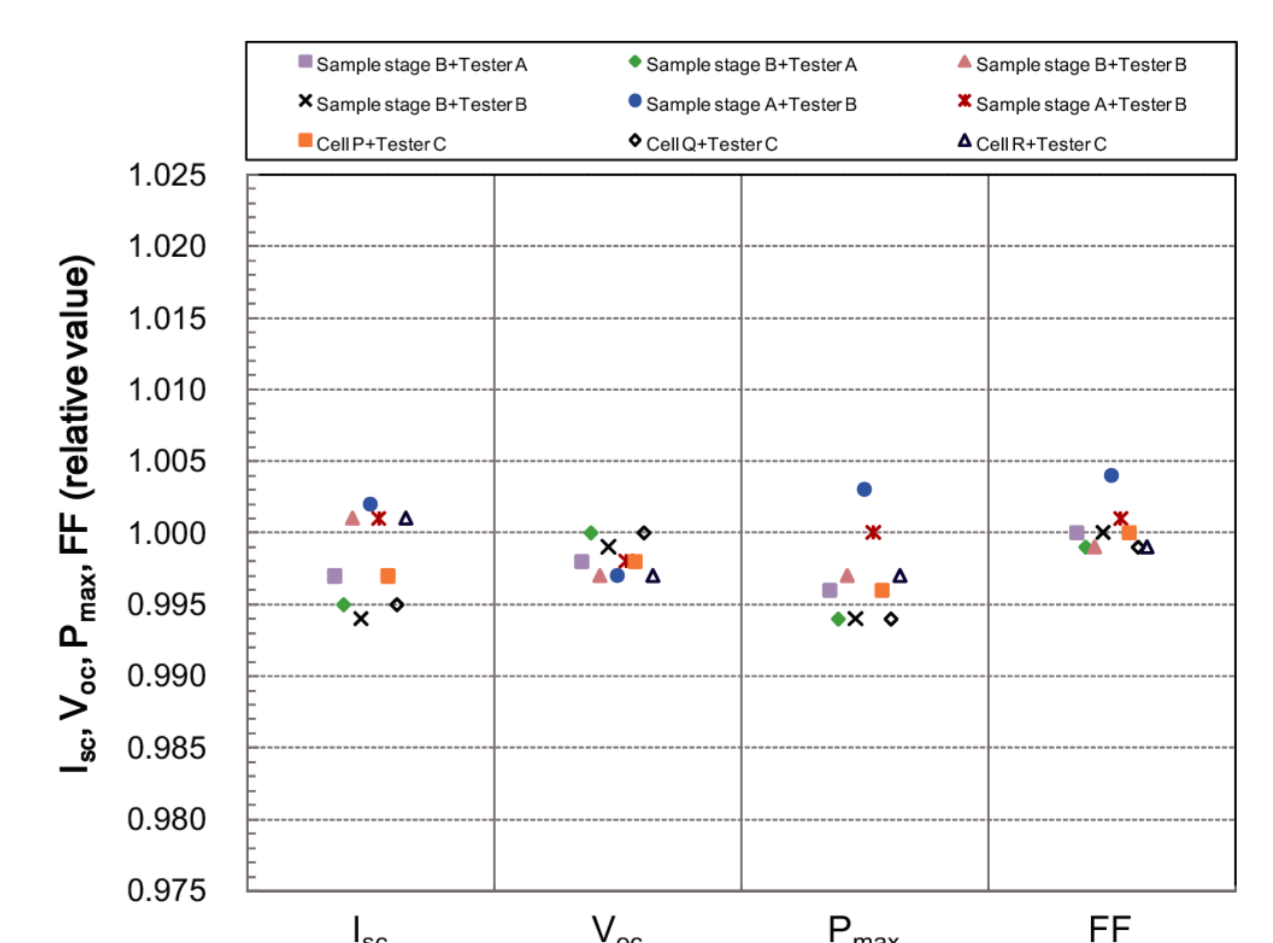


アモルファスSi太陽電池および薄膜Si系タンデムセル・モジュールの太陽電池メーカーの測定値(産総研測定値を1とした相対値)。各層を考慮したスペクトル調整により、測定精度が改善することを確認(赤いシンボル)

(各社測定結果の産総研との比較検証: SS, 試料台)

測定装置メーカー各社と産総研での測定結果の差は約±0.6%以内であった(産総研に測定装置持ち込み, または産総研から出張して測定を実施)。これら測定装置に関する高精度測定のための技術は以下の通りであった。

- 今回検討したソーラシミュレータそのものに起因する系統的な差は見られない。ただしサンプル設置法等により、サンプルや治具からの反射光がソーラシミュレータの出力レンズや内部光学系から再反射する効果が無視できない場合がある。
- IVテスタによる系統的な差は見られないが、電流・電圧測定精度を維持するためには、定期的な校正が必要。



各社ソーラシミュレータ, IVテスタ, 測定治具によるPmax測定値(産総研測定値を1とした相対値)の一例。