

# 太陽光発電システムの故障診断 のためのモニタリング手法

システムチーム  
加藤和彦

## 研究の背景と目的

- ☀️ 太陽光発電システムの運用・保守，長期信頼性への関心の高まり
- ☀️ 現地での迅速かつ効率的な保守点検のための事前情報の必要性
- ☀️ 現状のモニタリング手法の問題
  - 商品としての「kW」「kWh」表示機能では，不具合はわからない
  - kWhベースのモニタリング手法(ex.SV法)は，損失分析を主眼においており，故障診断は必ずしも得意ではない
- ☀️ 原理・原点にかえり，ストリング動作電流・動作電圧をモニタすることによる故障の早期発見
- ☀️ 日射強度やモジュール温度の測定を不要にする故障診断(特に住宅用を意識して)

# 測定対象システム

## ☀️ AIST Mega-SolarTown内の4kWシステム(2種類)

### 【三菱システム】

場所:第7事業所屋上  
 モジュール:PV-MG126CF(2BPD,126W)  
 アレイ:10直列×3並列(3,780W)※  
 PCS:PV-PN04C(アレイ一括制御,4kW)

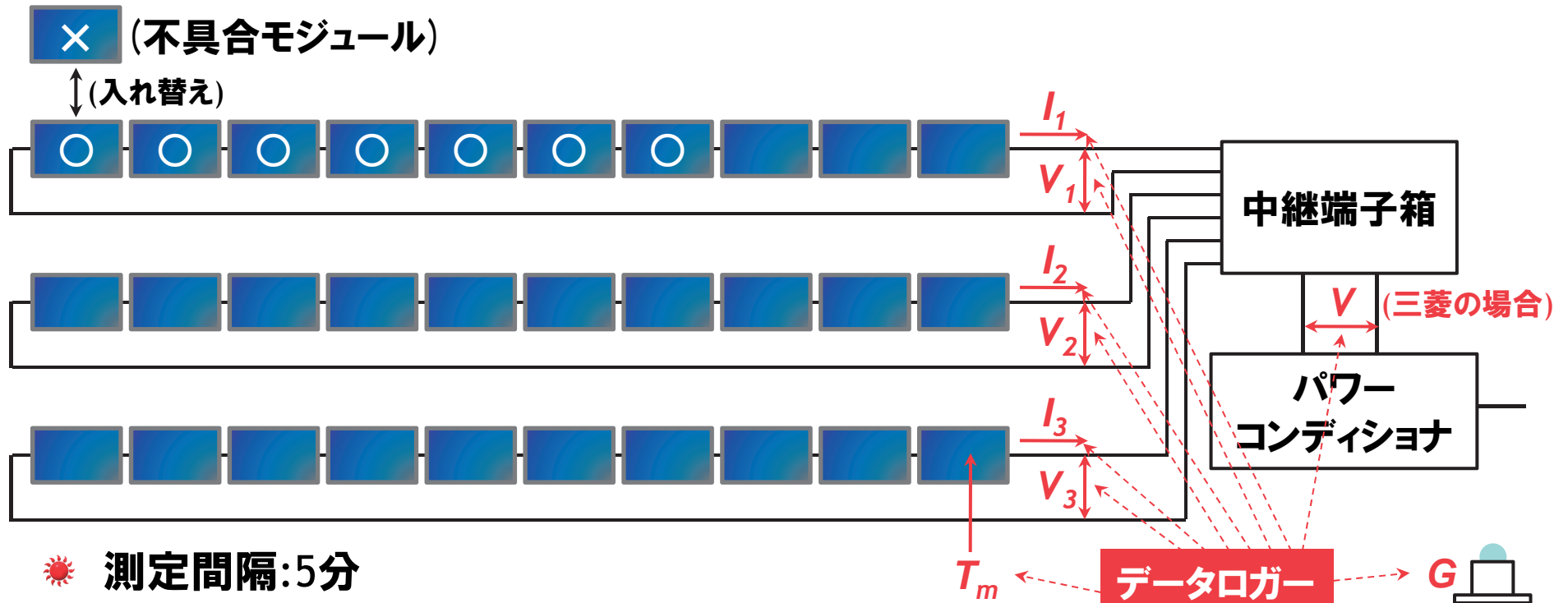
### 【シャープシステム】

場所:第2事業所OSL棟屋上  
 モジュール:ND-150AM(3BPD,150W)  
 アレイ:9直列×3並列(4,050W)  
 PCS:JH-M0C3(ストリング制御,4kW)



# 測定方法

☀ 日射強度  $G$ , モジュール裏面温度  $T_m$ , スtring電流  $I_j$ ・電圧  $V_j$  を測定



☀ 測定間隔: 5分

☀ 測定日数: 1ケースにつき5日間(1日は9時-15時)

☀ 電流は  $G$  に比例、電圧は温度係数  $\beta_S$  の一次関数として擬似的にSTC換算

擬似STC換算電流  $I_j^* = (1/G) \times I_j$

擬似STC換算電圧  $V_j^* = V_j - \beta_S(T_m - 25)$

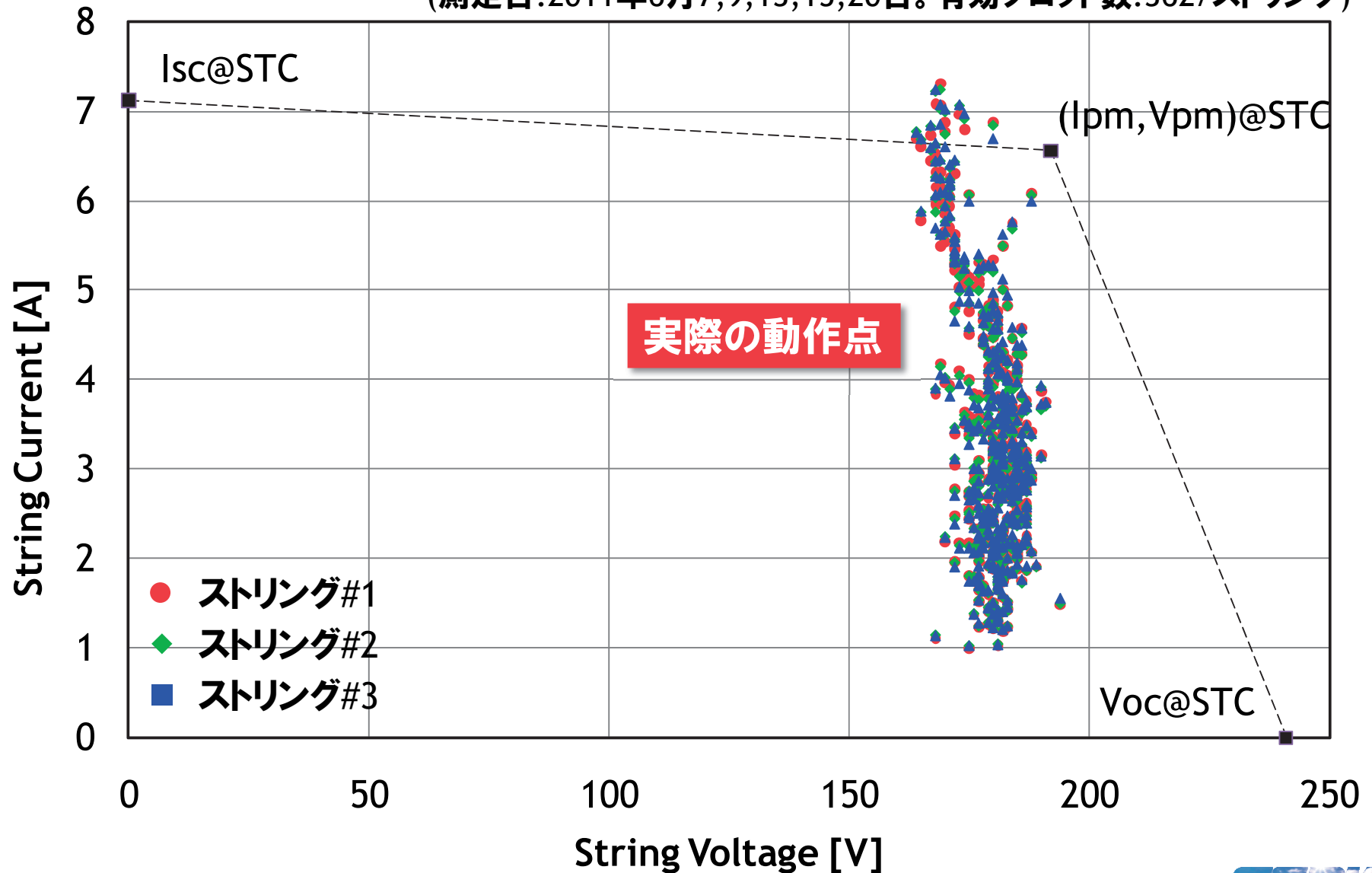
String動作電圧温度係数  $\beta_S$  (実測)

-0.766V/°C (三菱), -0.856V/°C (シャープ)



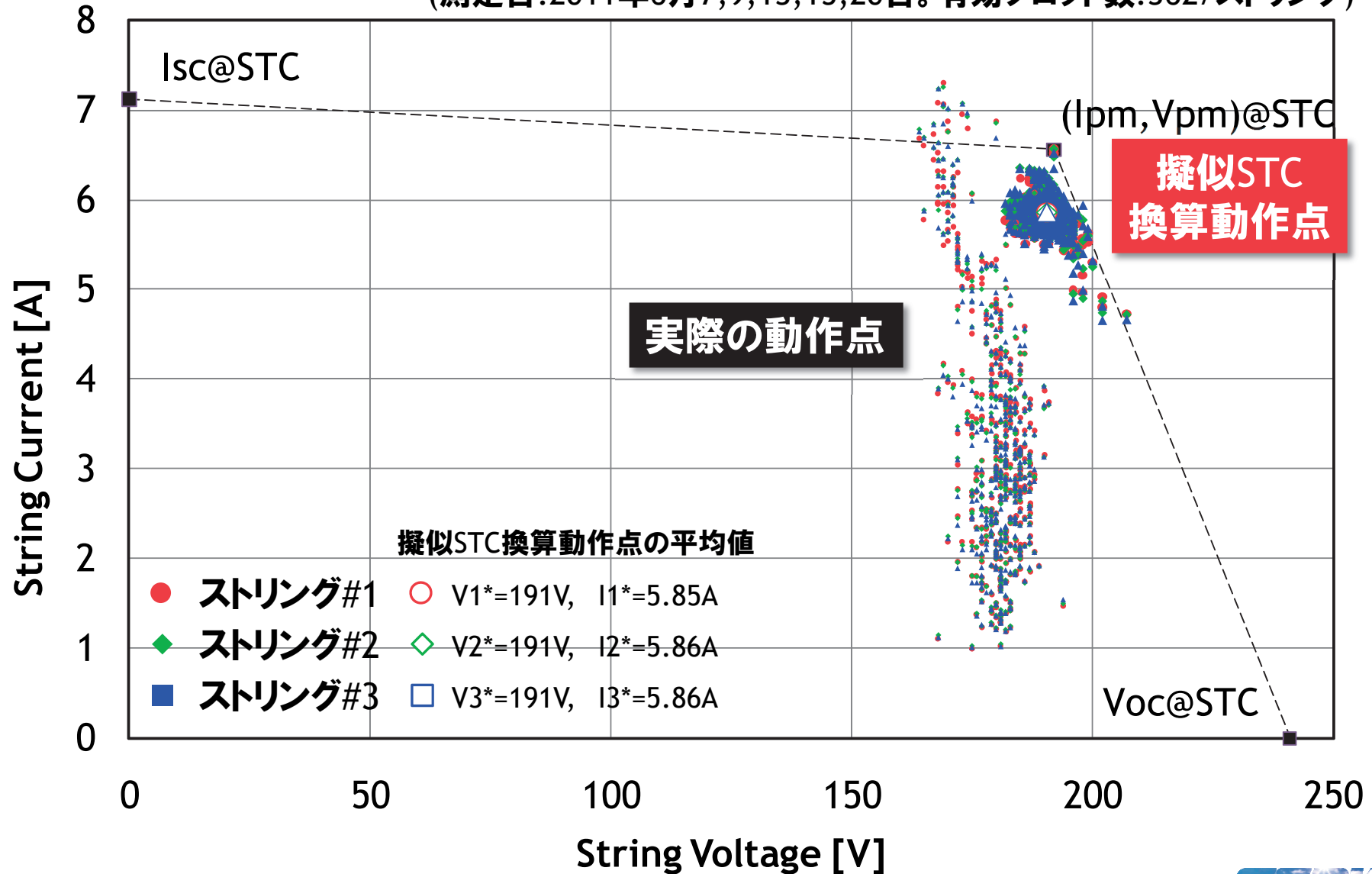
☀️ 三菱システム:不具合モジュールなし(ケースD-0)

(測定日:2011年6月7,9,13,15,20日。有効プロット数:362/ストリング)



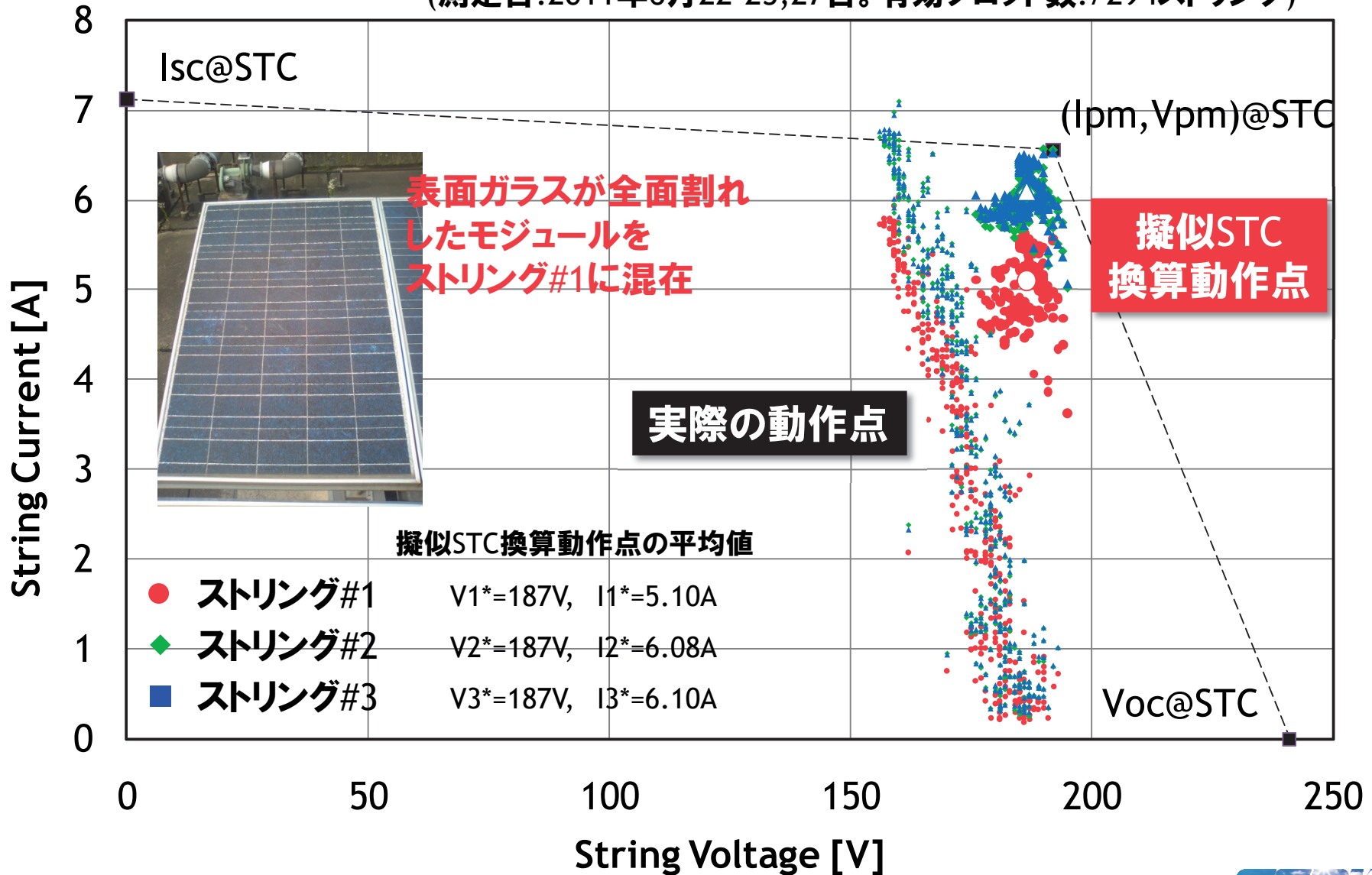
# 三菱システム:不具合モジュールなし(ケースD-0)

(測定日:2011年6月7,9,13,15,20日。有効プロット数:362/ストリング)



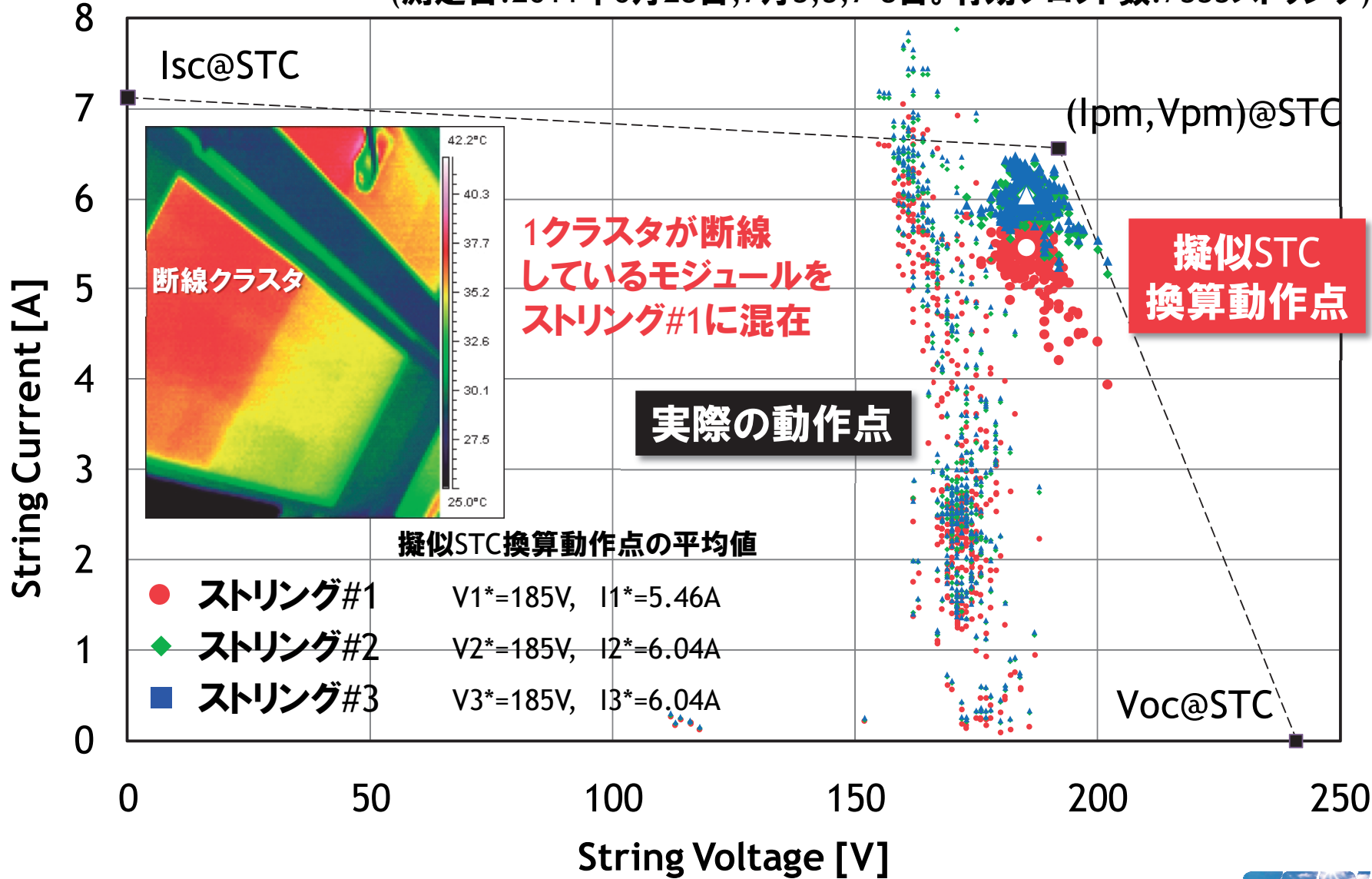
☀️ 三菱システム:表面ガラスが割れたモジュールを1枚混在(ケースD-1)

(測定日:2011年6月22-25,27日。有効プロット数:/294ストリング)



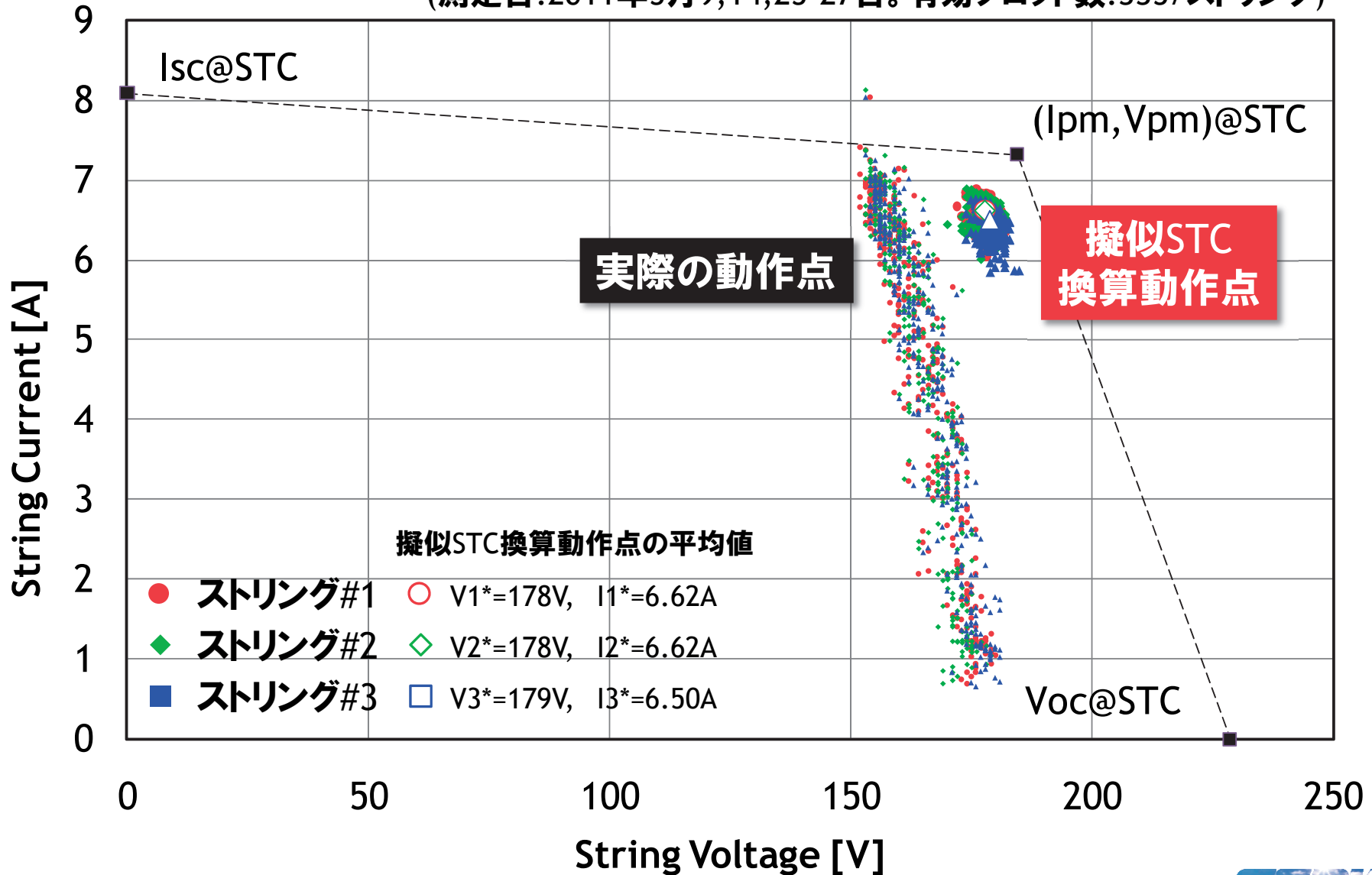
# 三菱システム:1クラスタが断線しているモジュールを混在(ケースD-2)

(測定日:2011年6月28日,7月3,5,7-8日。有効プロット数:/333ストリング)



# ☀ シャープシステム:不具合モジュールなし(ケースA-0)

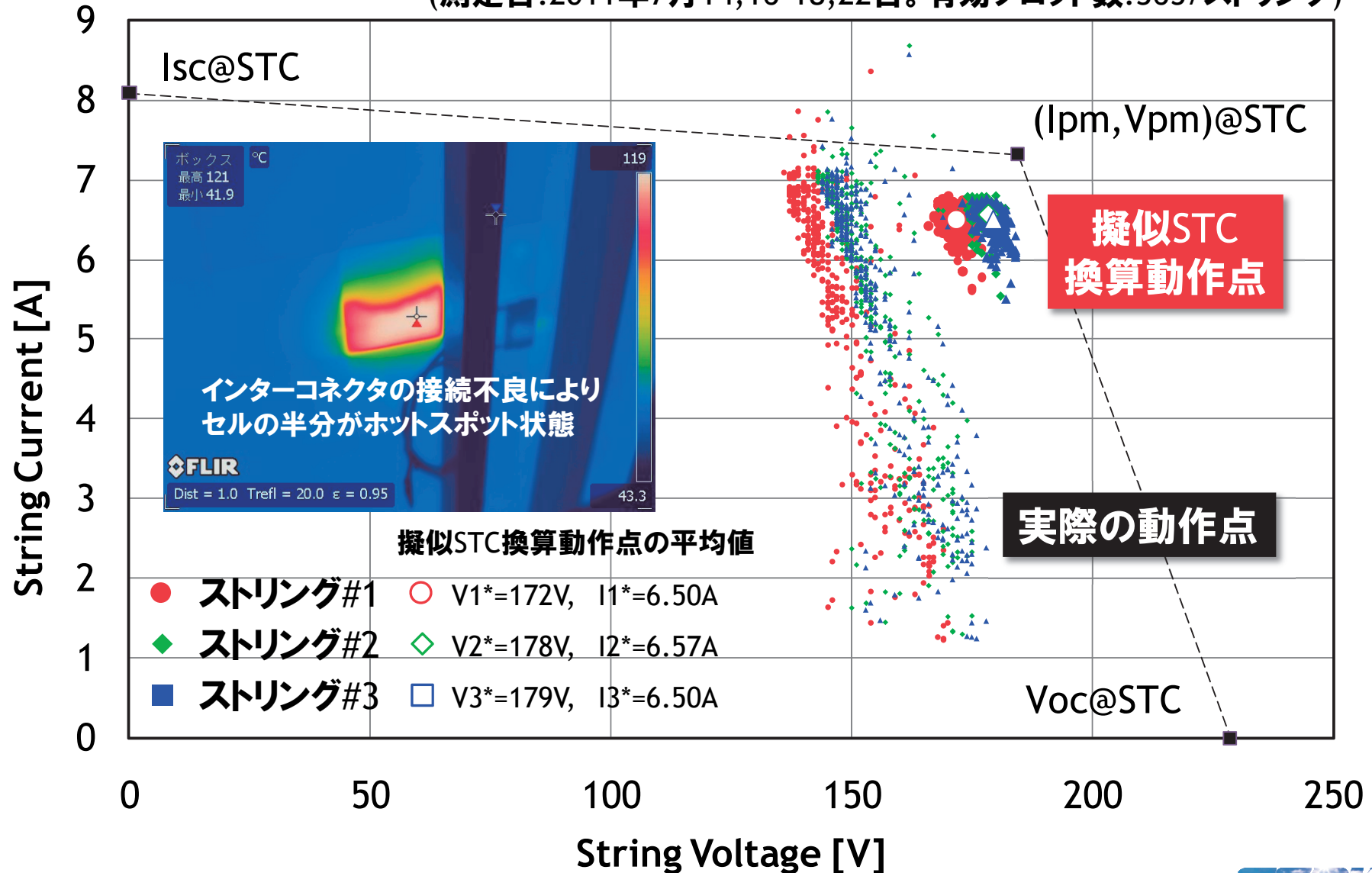
(測定日:2011年5月9,14,25-27日。有効プロット数:335/ストリング)





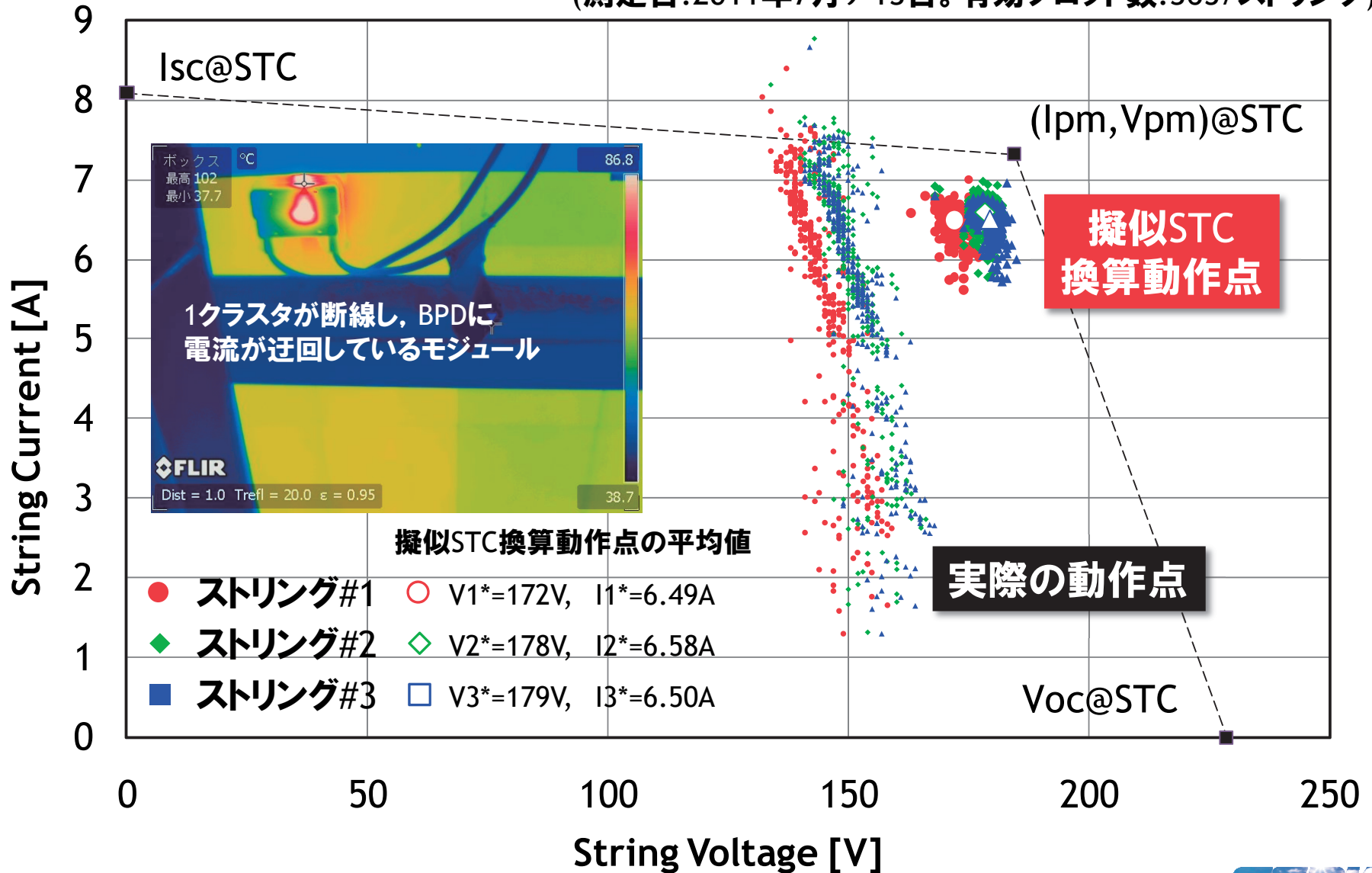
# ☀ シャープシステム:セル接続不良によるホットスポット発生モジュール(ケースA-1)

(測定日:2011年7月14,16-18,22日。有効プロット数:365/ストリング)



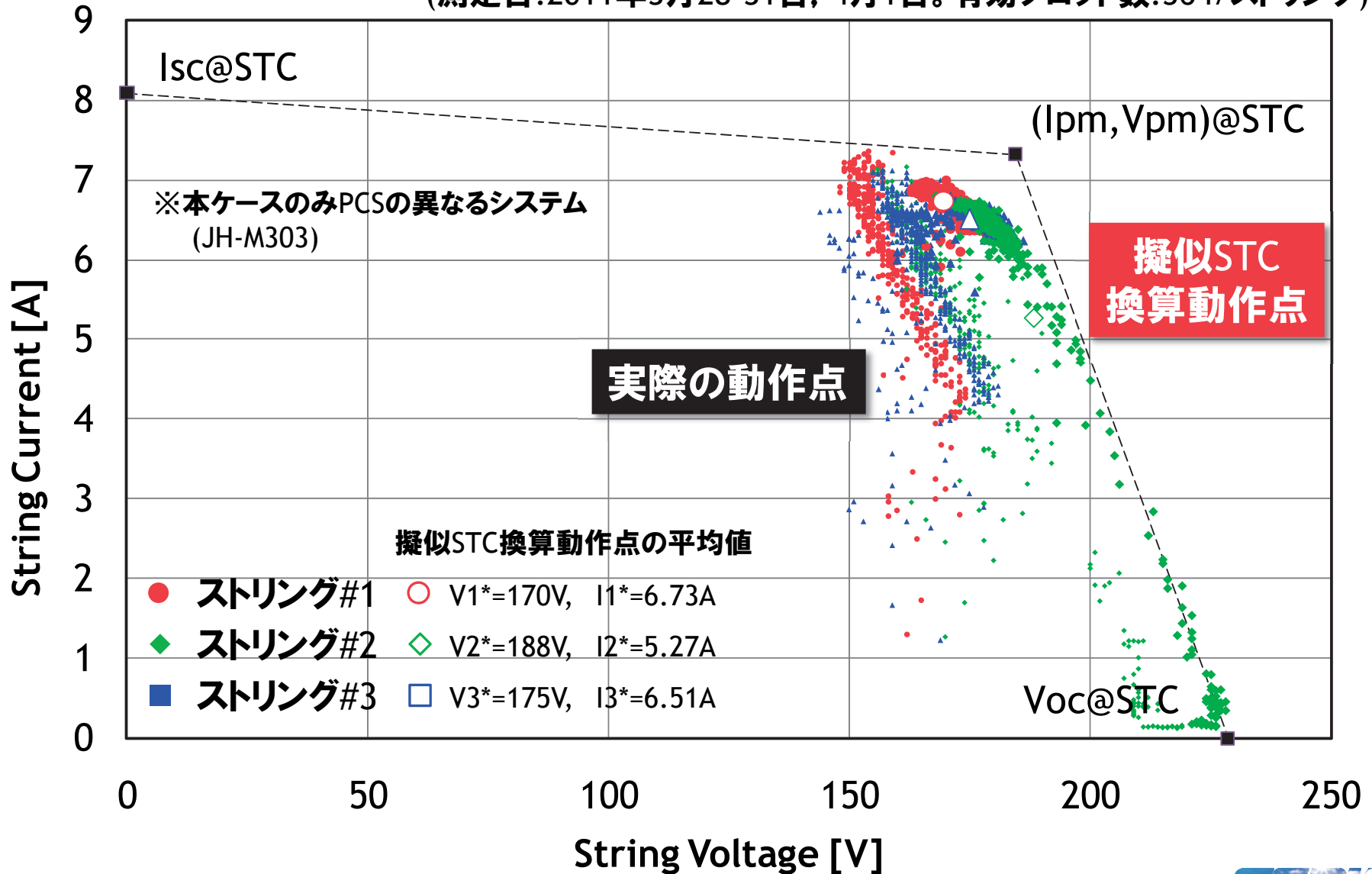
☀ シャープシステム:1クラスタが断線しているモジュールを混在(ケースA-2)

(測定日:2011年7月9-13日。有効プロット数:365/ストリング)



# ☀ シャープシステム:MPPT制御が正常に動作していないPCS(ケースA-3)

(測定日:2011年3月28-31日, 4月1日。有効プロット数:364/ストリング)



# 日射強度 $G$ , モジュール温度 $T_m$ を使わない方法

公共・産業用やメガ・ソーラでは,  $G \cdot T_m$ の測定も可能だが, 住宅用ではそうもいかない...

## ☀ 二つの前提条件

1. 対象とするPVシステムに複数の不具合が同時に発生することはない。
2. 複数のストリングのうち少なくとも一つ(ストリング $k$ )は正常であり,  

$$I_k = f(G), \quad V_k = f(T_m, \beta_S)$$
 が成り立っている。

## ☀ 最も大きい出力が得られているストリング $k$ から簡易的にSTC換算係数を導出

$$\text{STC電流換算係数: } q_G(t) = I_{pm@STC} / I_k(t)$$

$$\text{STC電圧換算係数: } q_T(t) = V_{pm@STC} / V_k(t)$$

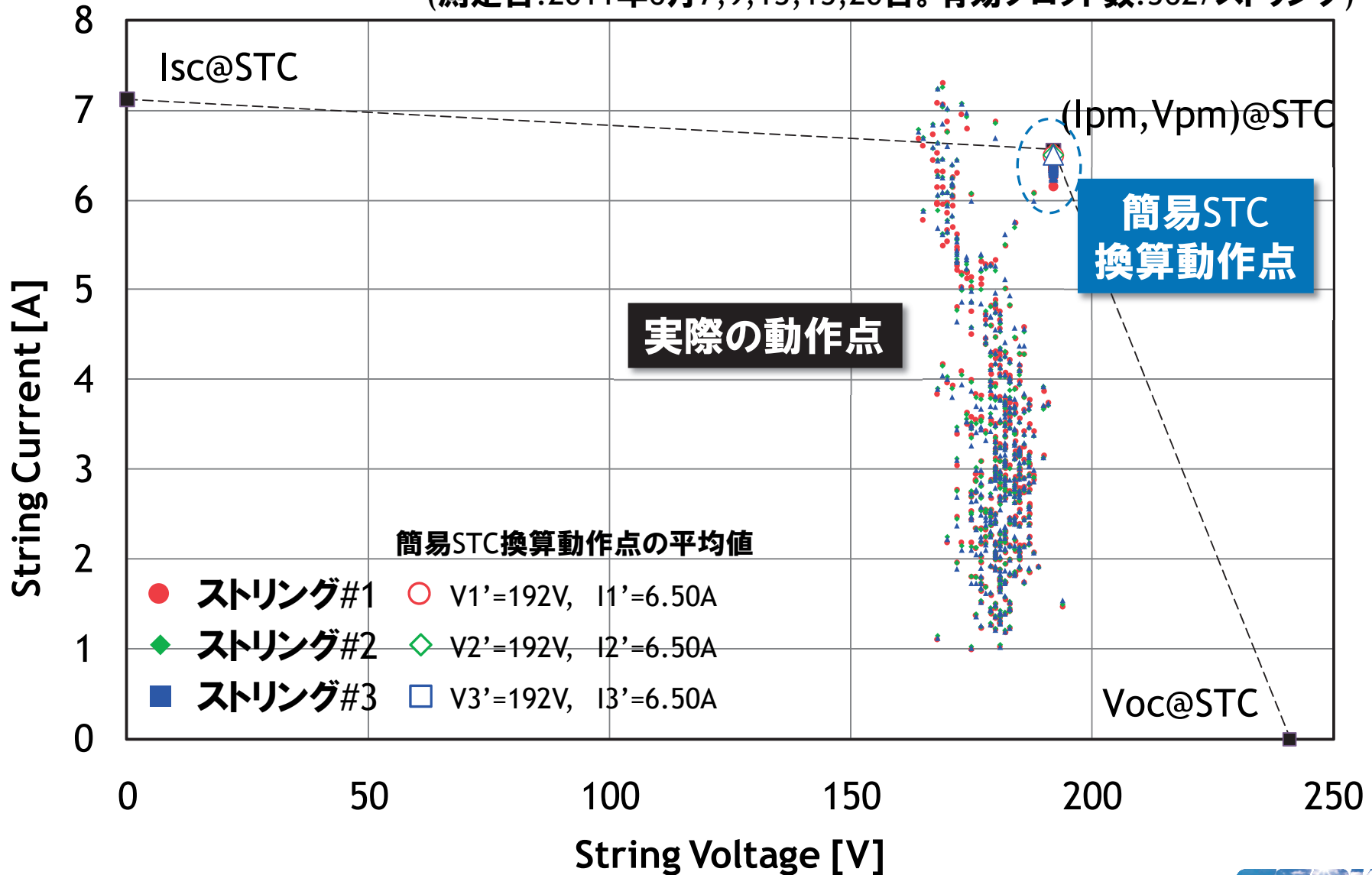
## ☀ 各ストリングの簡易STC換算動作点( $V_j'(t)$ , $I_j'(t)$ )を導出

$$\text{簡易STC換算動作電圧: } V_j'(t) = q_T(t) \times V_j(t)$$

$$\text{簡易STC換算動作電流: } I_j'(t) = q_G(t) \times I_j(t)$$

# 三菱システム:不具合モジュールなし(ケースD-0)

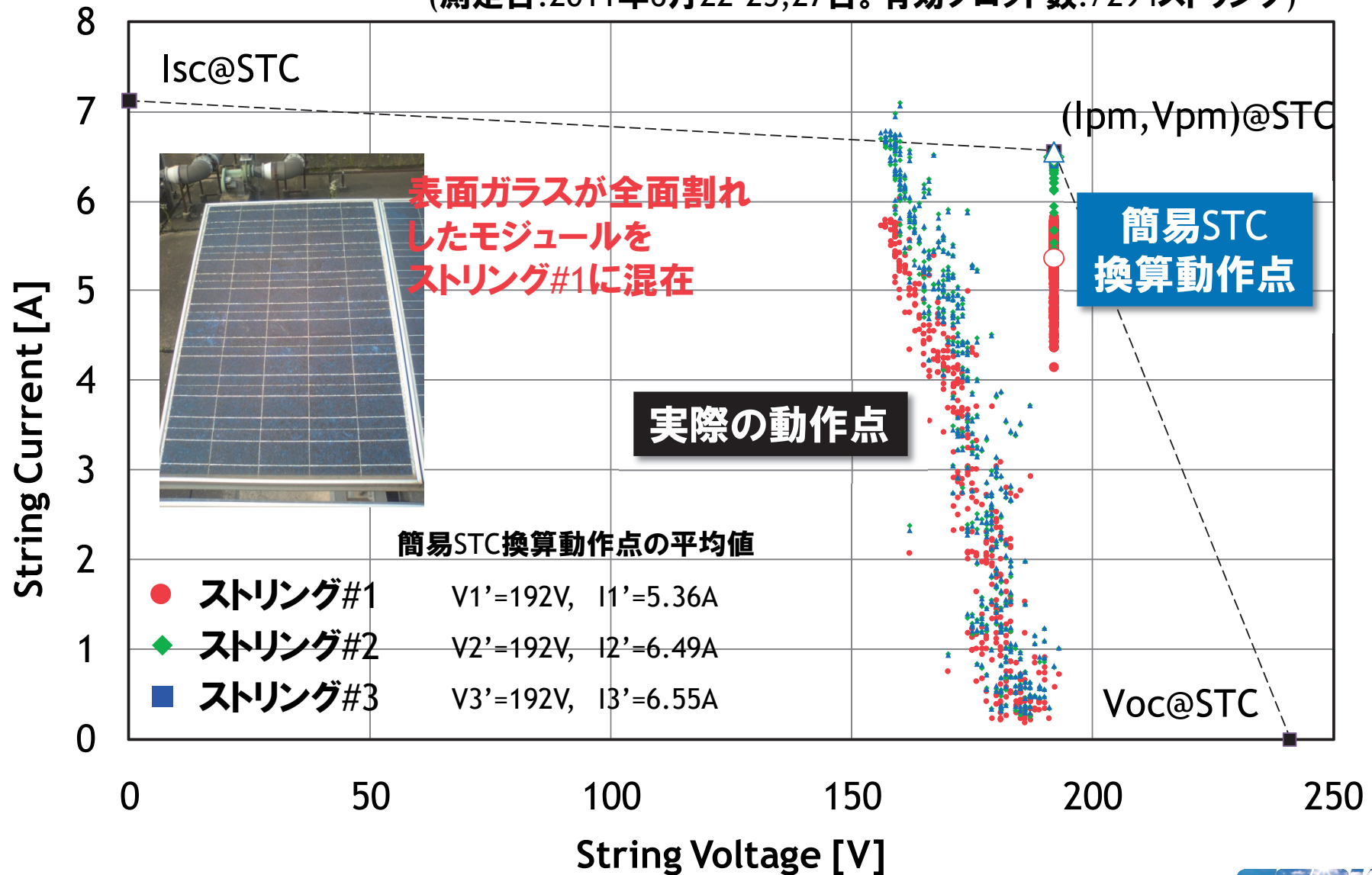
(測定日:2011年6月7,9,13,15,20日。有効プロット数:362/ストリング)





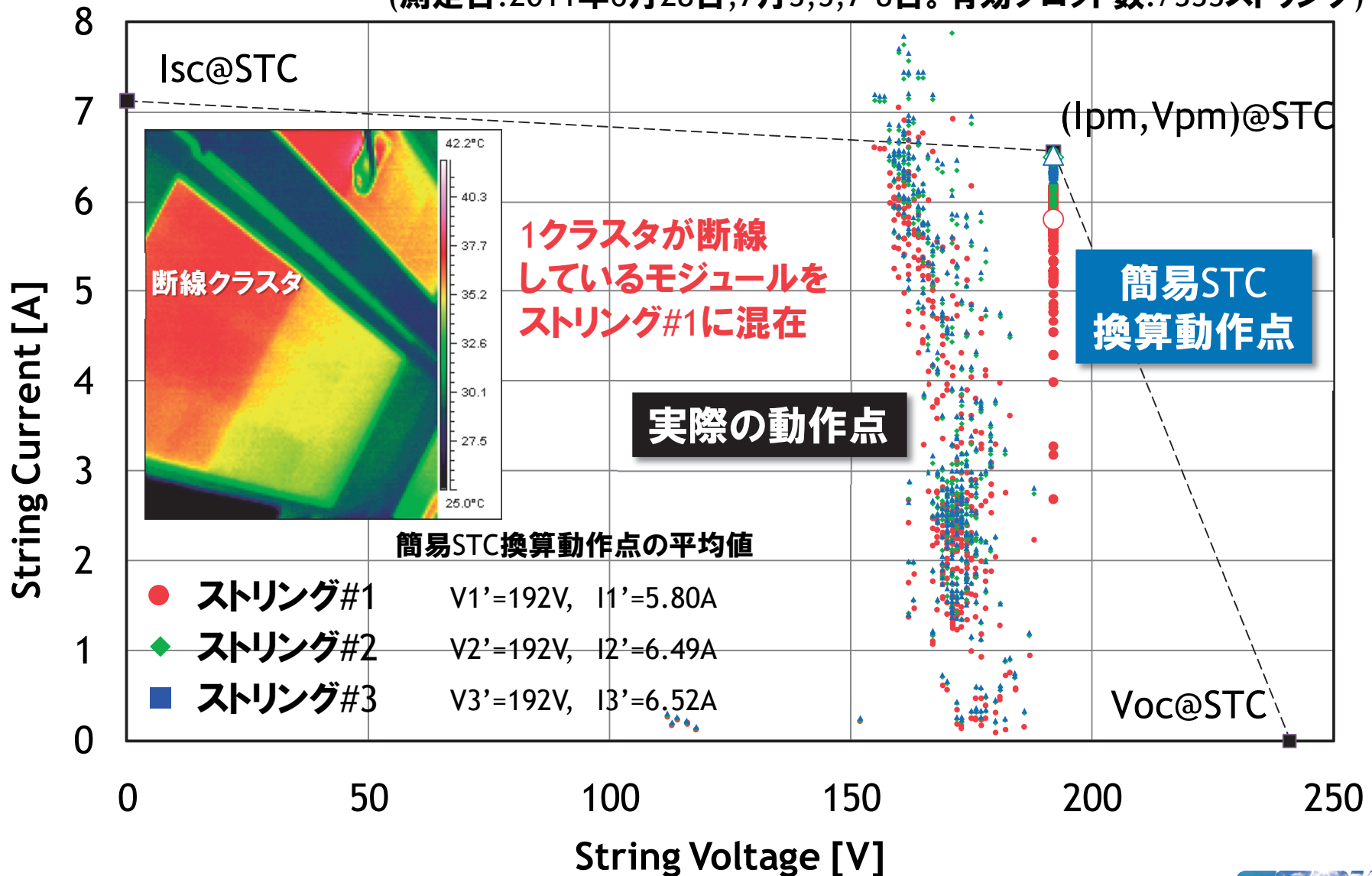
☀️ 三菱システム:表面ガラスが割れたモジュールを1枚混在(ケースD-1)

(測定日:2011年6月22-25,27日。有効プロット数:/294ストリング)



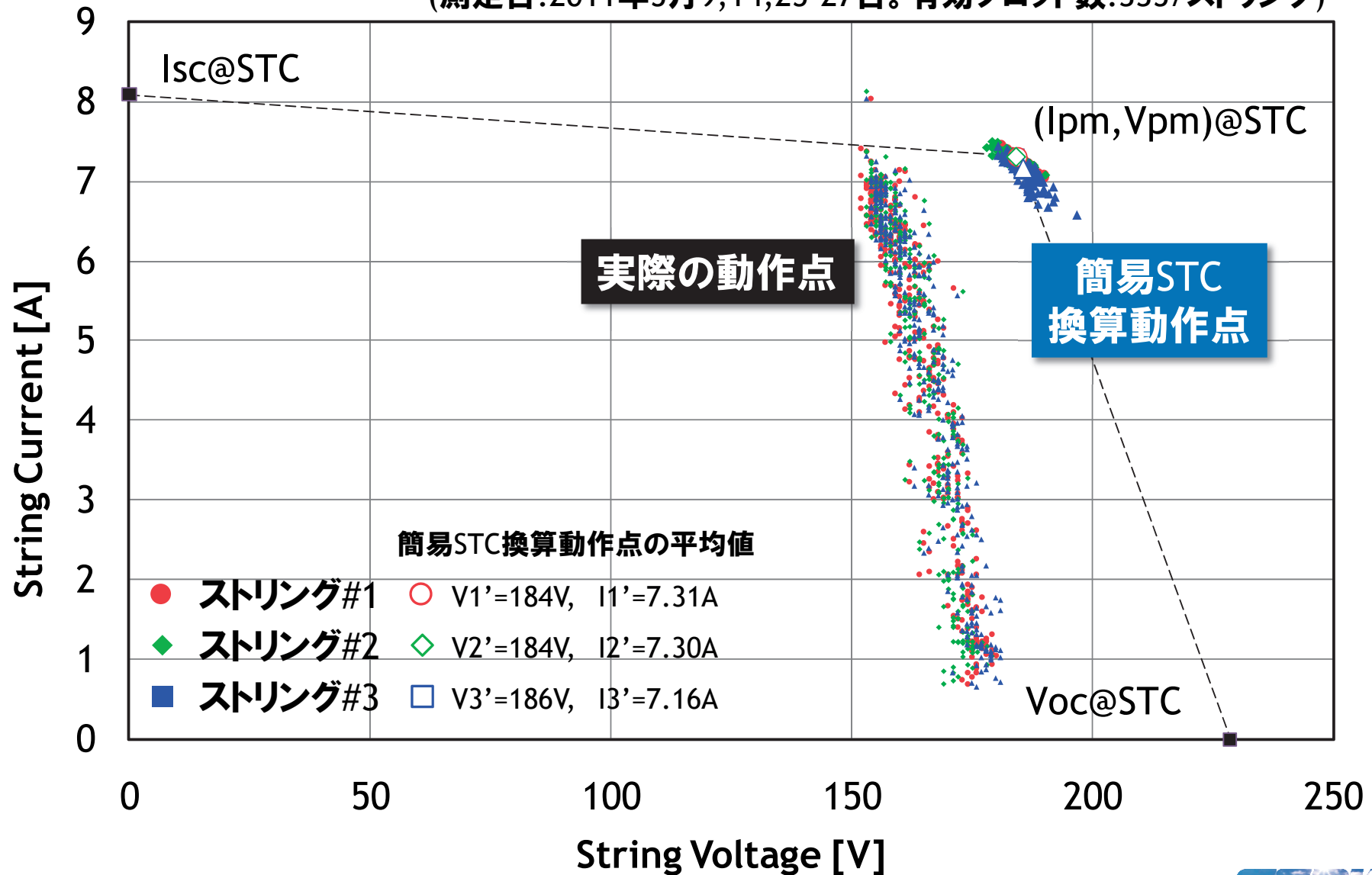
# 三菱システム:1クラスタが断線しているモジュールを混在(ケースD-2)

(測定日:2011年6月28日,7月3,5,7-8日。有効プロット数:/333ストリング)



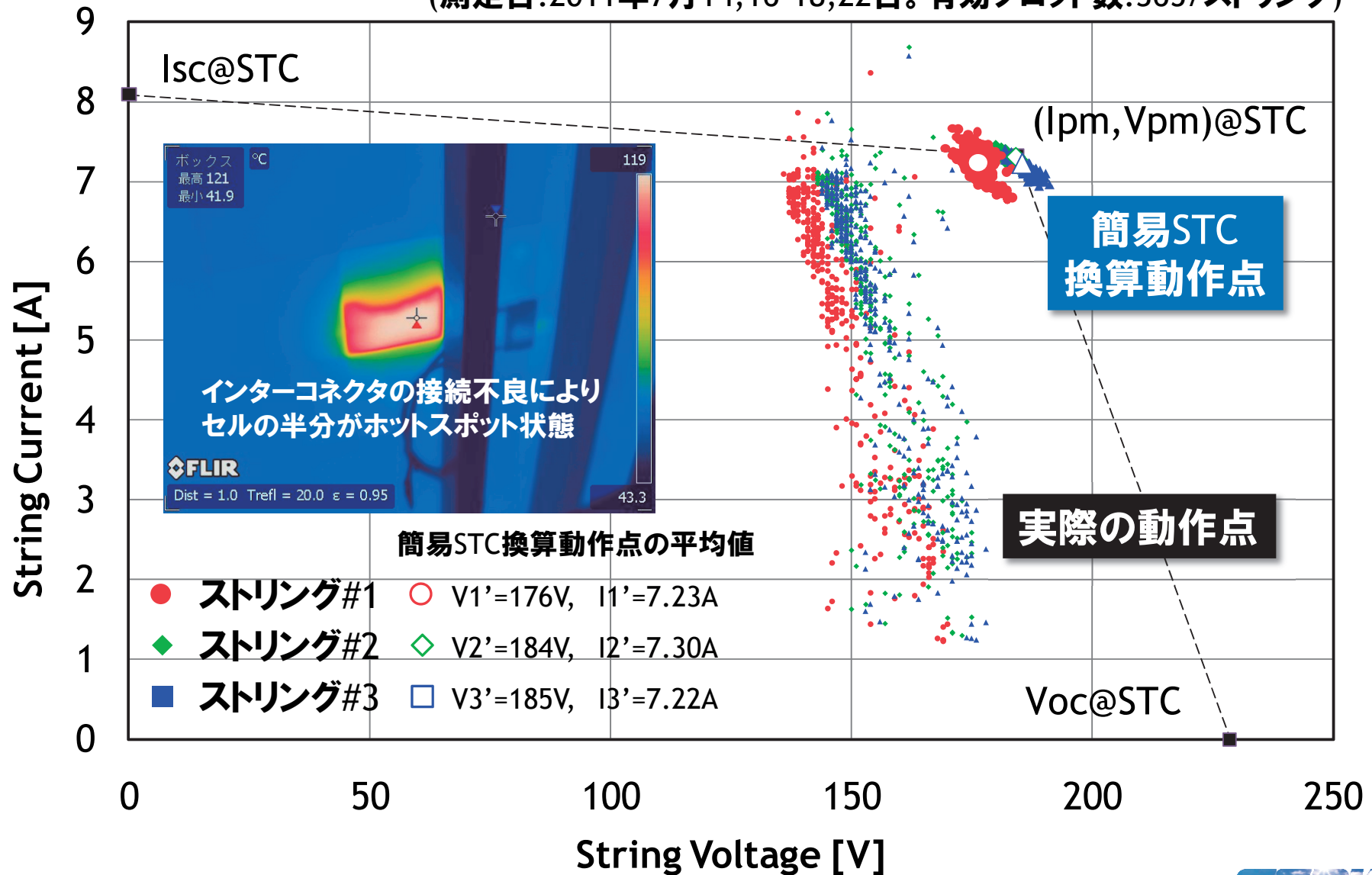
# ☀ シャープシステム:不具合モジュールなし(ケースA-0)

(測定日:2011年5月9,14,25-27日。有効プロット数:335/ストリング)



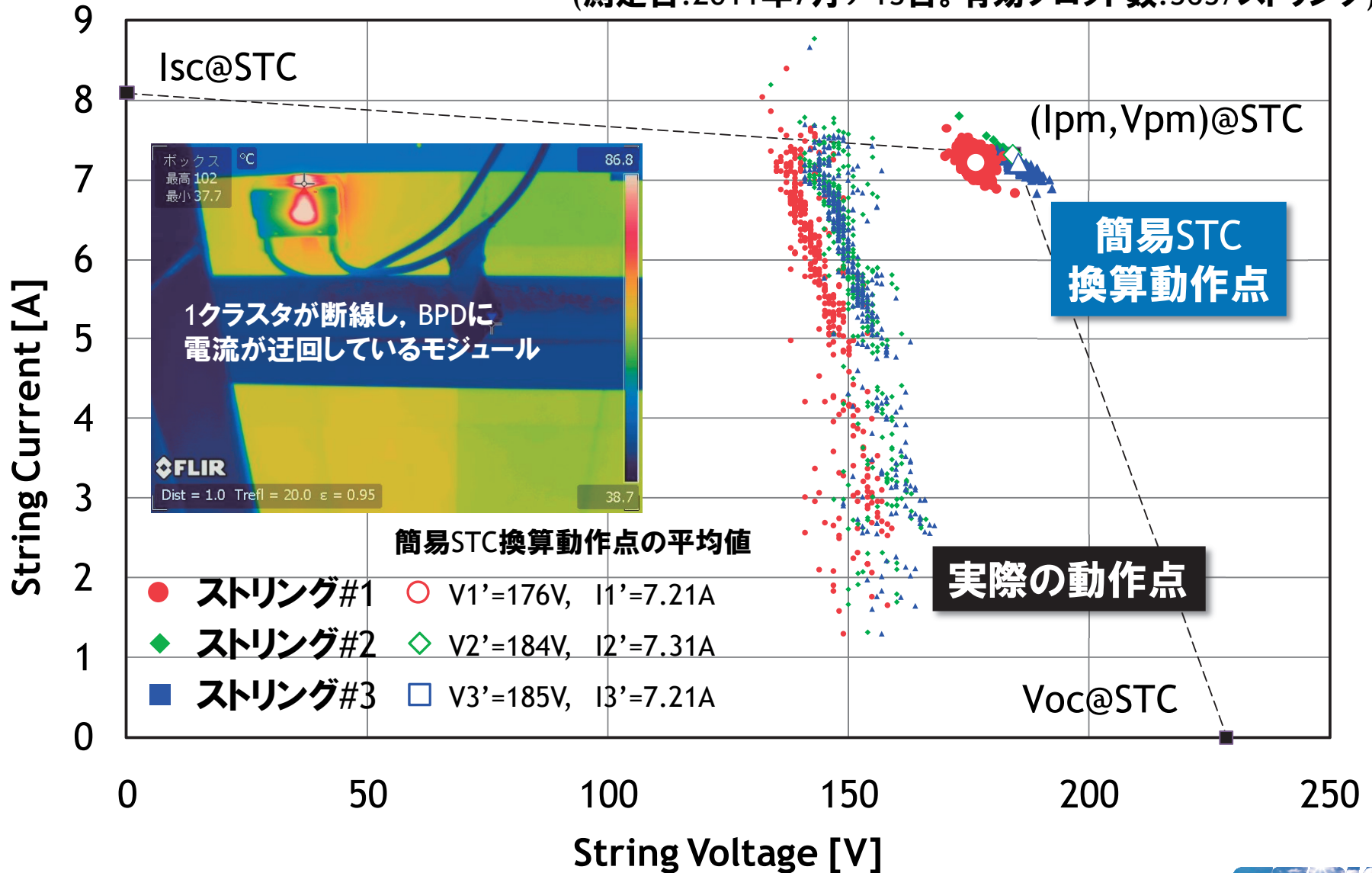
☀ シャープシステム:セル接続不良によるホットスポット発生モジュール(ケースA-1)

(測定日:2011年7月14,16-18,22日。有効プロット数:365/ストリング)



☀ シャープシステム:1クラスタが断線しているモジュールを混在(ケースA-2)

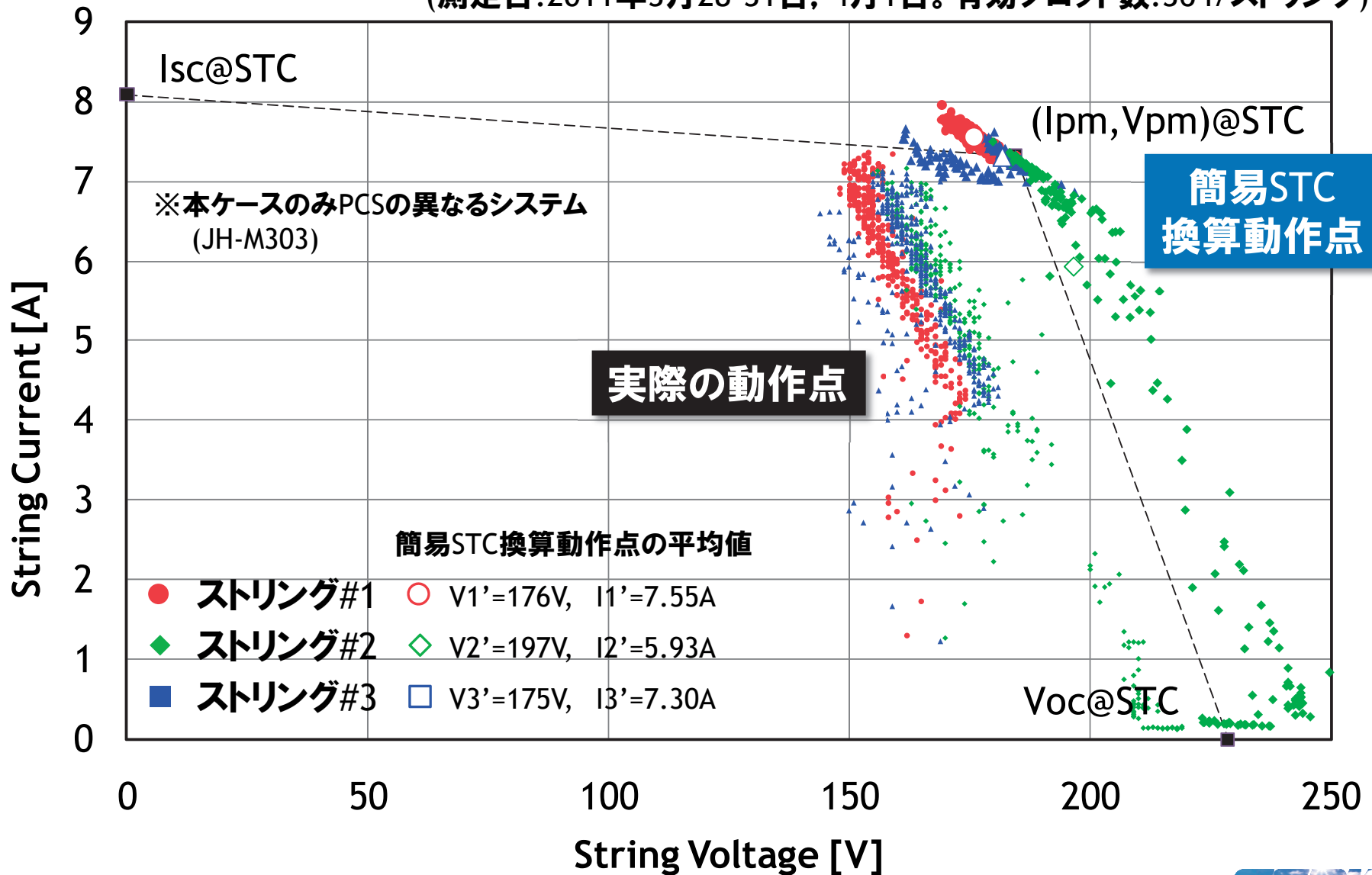
(測定日:2011年7月9-13日。有効プロット数:365/ストリング)





# 🌞 シャープシステム:MPPT制御が正常に動作していないPCS(ケースA-3)

(測定日:2011年3月28-31日, 4月1日。有効プロット数:364/ストリング)



## まとめ

### ☀ 日射強度やモジュール温度の測定が不要な動作点モニタリングによる故障診断方法(概念)の提案

- kWhベース(積分値)ではないため、間欠的な測定も可能(ex. 1時間間隔)
- 一方, kWhベース(積分値)ではないため、損失評価には不適
- PCSや中継端子箱などへの機能組込も比較的容易

### 【課題】

- ☀ 複面アレイへの対応
- ☀ 「陰」や「汚れ」といった不具合ではない損失要因の区別
- ☀ 故障発生部位だけでなく、故障内容推定への発展