



太陽光発電システムの点検

PVResQ! の手順 ～ PVResQ! プロシージャ ～

Q! プロ

PVResQ! with Collaborators

PVResQ! 7号隊員 池田一昭

<発表内容>

PVResQ!流 PVS 点検の内容と実施手順_ver. 171205

(一社) 日本太陽エネルギー学会 太陽光発電部会 第24回セミナー

@ ハロー貸会議室秋葉原駅前, 2017.12.18

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



背景

- ・ 太陽光発電システム (PVS) について
 - 「メンテナンスフリー神話」の崩壊： 半永久的なはずがない, 低品質化
 - PVS 保守点検の必要性の認識拡大： 経済性, 安全性
 - ・ PVS保守点検のガイドライン (GL) の作成・改訂・拡充, 認知度上昇
 - xxx-xxxxxx (1995年) 小出力PVSの保守・点検GL (JEMA)
 - JEM-TR228 (2012年) 小出力PVSの保守・点検GL [新] (JEMA)
 - BU145001 (2014年) PVS保守点検GL【10kW以上の一般用電気工作物】 (JPEA)
 - BU167001 (2016年) PVS保守点検GL【住宅用】 [第2版] (JPEA)
 - JM16Z001 (2016年) PVS保守点検GL (JEMA・JPEA)
- 点検項目・不具合凡例などが充実 (= 辞書的・情報過多?)



PVS保守点検の点検項目

PVResQ!

・ JEM-TR228 : 2012年

- 6.2 絶縁抵抗
- 6.3 開放電圧
- 6.4 接地抵抗
- 6.5 PCS

全 19 ページ

※ 含) 解説 3
除) 表紙 1, 目次 1, 他 3

・ JM16Z001 : 2016年

- カテゴリ 1 : 基準試験 [最小要件] - 全システム対象
 - D6.1 接地・等電位ボンディング
 - D6.2 ケーブル極性
 - D6.3 ストリング極性
 - D6.4 開放電圧
 - D6.5 開閉器, 遮断器, PCS
 - D6.6 絶縁抵抗
- カテゴリ 2 : 拡張試験 - 全システム or サンプル対象
 - D7.2 ストリングIV測定
 - D7.3 ストリング電流 (短絡 or 動作)
 - D7.4 赤外線サーモグラフィ
- 追加試験 : その他の試験 - 状況に応じて
 - D8.1 対地電圧
 - D8.2 逆流防止ダイオード試験
 - D8.3 湿潤絶縁抵抗試験
 - D8.4 日影評価

全 91 ページ

※ 含) 附属書 35, 解説 25
除) 表紙 1, 目次 3, 他 2

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



PVS保守点検の項目と手順

PVResQ!

「PVS保守点検の手順書」が欲しい!

PVResQ! の「点検項目」と「手順」を紹介

Q!プロ

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



- 太陽電池モジュール : mdl(s)
- 太陽電池クラスタ : clst(s)
- バイパス回路 : BPC [Bypass Circuit]
- 逆流防止ダイオード : BLD [Blocking Diode]
- 等電位接地 : EqpG [Equipotentialization & Grounding]
- クラスタ脱落 : ①完全脱落 ($V_{oc,clst} \sim 0$)
- ・セルストリング断線
 - ・BPC短絡
- ②部分脱落 ($V_{oc,clst} > 0$)
- ・セルストリング導通不良
 - ・BPCの抵抗化, PID

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



タイトル: _____ 作業者: _____ □: 装備 _____ ver. 171205

接続箱:	<Str. = _____ mdl>	Voc (V):	<Mdl spec.>	Voc (V):	(V/elst)
日付:		Vpm (V):		Vpm (V):	
時刻:	<Sys = _____ str>	Isc (A):		Isc (A):	
天候:		Ipm (A):		Ipm (A):	
		Pm (W):		Pm (W):	

検電	周辺:	箱内:												
Str. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	ALL	時刻	日照(W/m ²)	T_mdl (°C)	T_air (°C)	湿度 (%)
Look, Smell, IR	【開扉時】 接続箱内の観察(目視, におい, サーモカメラ)													
R _g (Ω)	【任意時】 接地抵抗(接続箱アース)													
V _{op} (V)	【運転時】 動作電圧													
I _{op} (A)	【運転時】 動作電流													
I _{LEAK} (mA)	【運転時】 漏れ電流													
I _{LOOP} (A)	【運転時】 循環電流													
Eqp Grounding	【解列時】 等電位接地(モジュール/架台~接続箱アース~集電箱e~PCS e) 【遮断】=遮断器の開放													
BLD _{FW} (V)	【解列時】 逆流防止ダイオード・動作電圧(順方向)													
BLD _{RV} (V)	【解列時】 逆流防止ダイオード・動作電圧(逆方向)													
BLD _{FW} (Ω)	【解列時】 逆流防止ダイオード・抵抗測定(順方向) or ヒューズ・抵抗測定(+極側)													
BLD _{RV} (Ω)	【解列時】 逆流防止ダイオード・抵抗測定(逆方向) or ヒューズ・抵抗測定(-極側)													
V _{oc} (V)	【解列時】 開放電圧													
V _b (V)	【解列時】 プリダ電圧													
V _{pe} (V)	【解列時】 対地電圧(正極)													
V _{ne} (V)	【解列時】 対地電圧(負極)													
R _{pe 500V} (MΩ)	【解列時】 絶縁抵抗(正極, 500V印加), 1000V印加時はインデックスを修正													
R _{ne 500V} (MΩ)	【解列時】 絶縁抵抗(負極, 500V印加), 1000V印加時はインデックスを修正													
LCh _{string short}	【解列時】 配線路確認, ストリンガ-接続箱間の整合性確認													
LCh _{fallout (dist)}	【解列時】 クラスタ脱落 (BPC短絡+セルストリング断線・導通不良) [mdl-ID]													
Z _(V)	【解列時】 インピーダンス測定 (開放電圧)													
Z _(Ω)	【解列時】 インピーダンス測定 (抵抗値)													
iS _{sh-epc (elst)}	【解列時】 BPC短絡 [mdl-ID]													
BPC _{ch_K} (V)	【解列時】 バイパス回路チェッカー (印加電圧)													
BPC _{ch_H} (I+2)	【解列時】 バイパス回路チェッカー (遮電値)													
BPC _{ch_H} (Isc)	【解列時】 バイパス回路チェッカー (短絡電流値)													
LCh _{open (elst)}	【解列時】 BPC開放 [mdl-ID]													
Look & Touch	【解列時】 目視 & 触診													
IV	# 【解列時】 IV測定 [ファイルNo.]													

memo: • V_{pe}, V_{ne} は測定開始から約10秒後の値を記録

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



- ①任意状態** — 安全具の装着・装備: 作業服・ヘルメット・手袋・安全靴・絶縁シート
- ②任意状態** — 検電・目視【VB, IR】・接地抵抗の確認
 - 検電器 [作業場近傍の安全性を確保] → 接続箱の開扉 → 目視【VB, IR】・におい
 - 検電器 [接続箱内部の安全性を確保] → 接地抵抗計 [接続箱アースの接地抵抗: R_G]
- ③運転状態** — システム・各ストリングの動作 & 循環電流の確認
 - 電圧計 [導通: V_{op}], 電流クランプ [通電: I_{op}, 漏れ電流: I_{LK}] → 遮断器の開放
 - 電流クランプ [循環電流: I_{LP}] → ストリング解列 [ヒューズの取り外し or 開閉器の開放]
 - ※ 「V_{op}=0 and I_{op}=0」 → ④ → ラインチェッカー<電界モード>で断線箇所を探索
- ④解列状態** — 等電位接地の確認
 - 目視 [ボンディングを確認], 低抵抗計 [等電位性と接地: EqpG (モジュール=架台=接続箱アース=集電箱=PCS)]
- ⑤解列状態** — システム・各ストリングを点検
 - マルチメータ: 接続箱の逆流防止ダイオード (BLD) or ヒューズ (F) の動作確認
 - 電圧計 [出力: V_{oc}, V_b, 対地: V_{pe, ne}] → 「クラスタ完全脱落 or 部分脱落」の有無, 絶縁性低下の有無
 - 絶縁抵抗計 [絶縁性: R_{pe, ne}] ← とりあえず P が先 ← セルストリング断線/BPC短絡
 - ラインチェッカー<磁界モード> (LCh) [配線路確認, ストリンガ-接続箱間の整合性確認][クラスタ脱落]
 - ソラメンテ (Z) [セルストリング断線 & 導通不良の有無]
- ⑥解列状態** — 各モジュールを点検: バイパス回路検査
 - ソラメンテ (iS) [BPC短絡→信号あり], サーモカメラ (IR) [BPC短絡→温度が異なるセルの継ぎ接ぎ模様]
 - バイパス回路チェッカー (BPC Ch) [BPC開放の有無], IV測定 with セル部分遮光 [BPC開放 (の有無)]<危険>
 - ラインチェッカー<磁界モード> with セル全遮光 (LCh with Mask) [BPC開放]
- ⑦解列状態** — 架台の構造およびモジュール取り付けの健全性を目視および触診点検
- ⑧解列状態** — 特性測定 - IV測定 [クラスタ脱落, セルストリング導通不良, 他] → 運転 → PCS等, 交流側の点検
- ⑨運転状態** — 各モジュールを点検: モジュール不具合調査
 - ソラメンテ (iS) [セルストリング断線→信号なし, セルストリング導通不良→信号弱い]
 - サーモカメラ (IR) [クラスタ脱落, セルストリング導通不良, BPC稼働→発熱], IR with 遮光板 [BPC開放]<危険>

基本測定

基礎点検

モジュール点検



① 安全具の装着・装備

PVResQ!



絶縁手袋（高圧用）
& 作業用保護手袋



ヘルメット
（耐衝撃，耐電気）

作業服

絶縁手袋（低圧用）
& 作業用保護手袋

ブルーシート

絶縁シート

絶縁長靴
or 安全靴



顔シールド付き

絶縁用保護用具等

→ 定期自主検査
（労働安全規則 第351条）

・外観点検，耐圧試験



- 6ヶ月以内ごとに1回
- 記録は3年間保存

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



②-1-1 検電（作業場近傍と接続箱）

PVResQ!



検電器



架台



接続箱



補助極



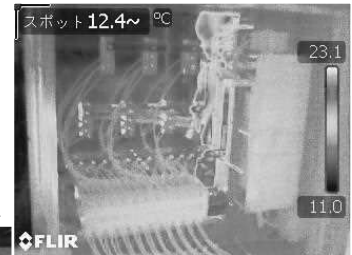
周辺モジュールのフレーム

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



②-1-2 開扉 & 目視・におい

PVResQ!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



②-2 検電（接続箱内） & 接地抵抗

PVResQ!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



③-1 動作確認

PVResQ!

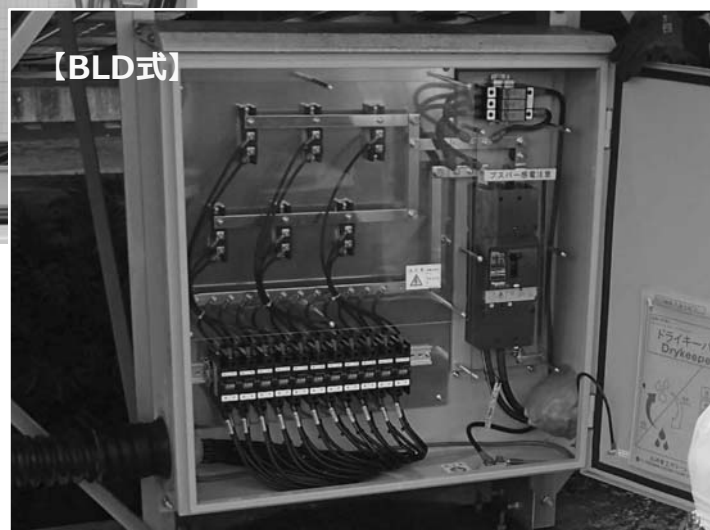
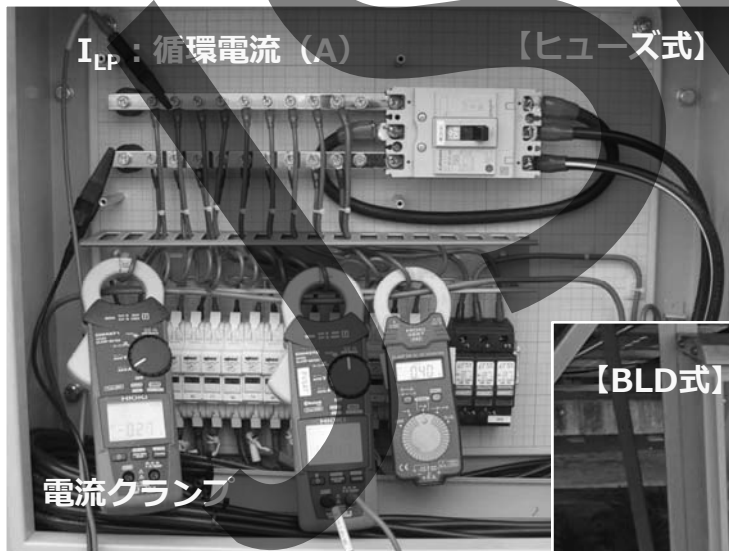


Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



③-2 循環電流

PVResQ!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



③-1 動作確認で「 $V_{OP}=0$ and $I_{OP}=0$ 」

PVRessQ!

ラインチェッカー<電界モード>で断線箇所を探查する

※ただし「③-2 循環電流 & ④ 等電位接地の確認」のあとに実施する！



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



④ 等電位ボンディング・接地の等電位性

PVRessQ!

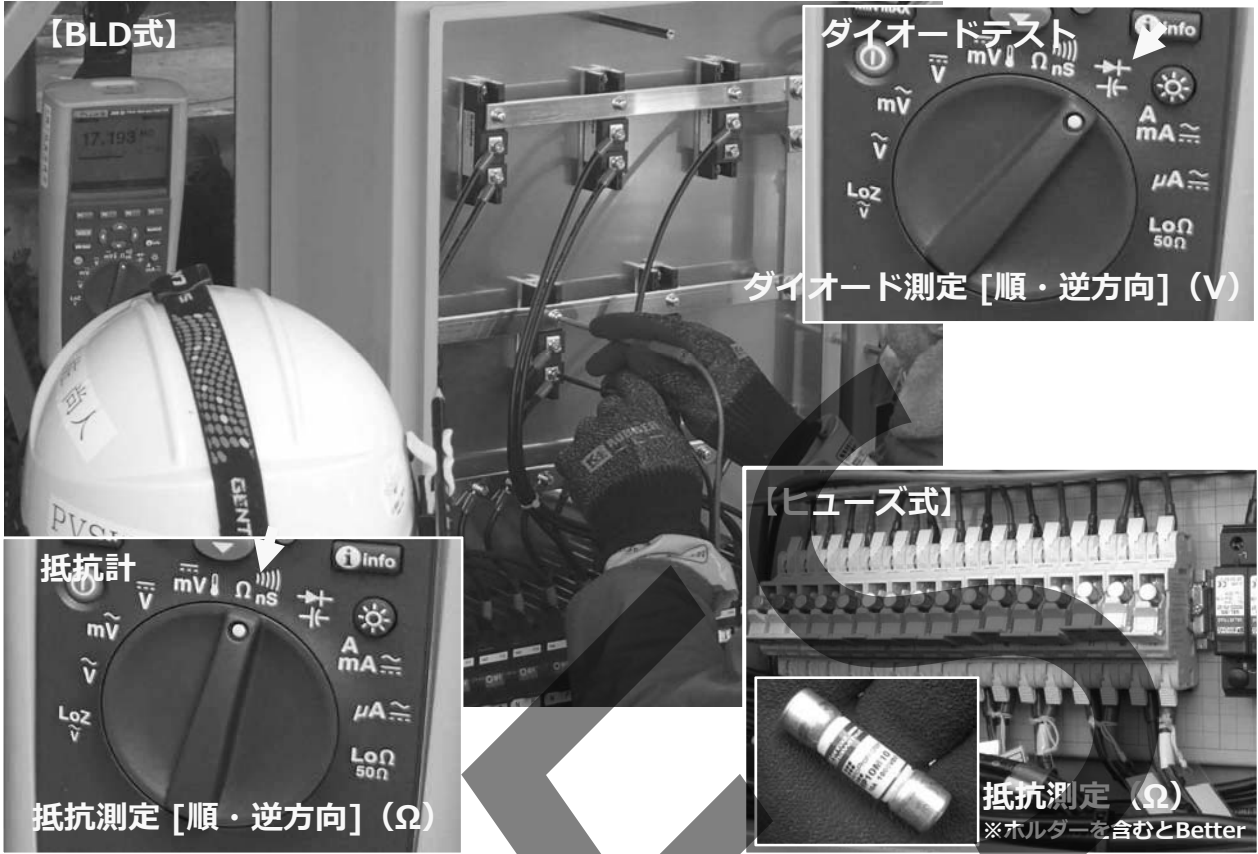


Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑤-1 逆流防止ダイオード, ヒューズ

PVResQ!

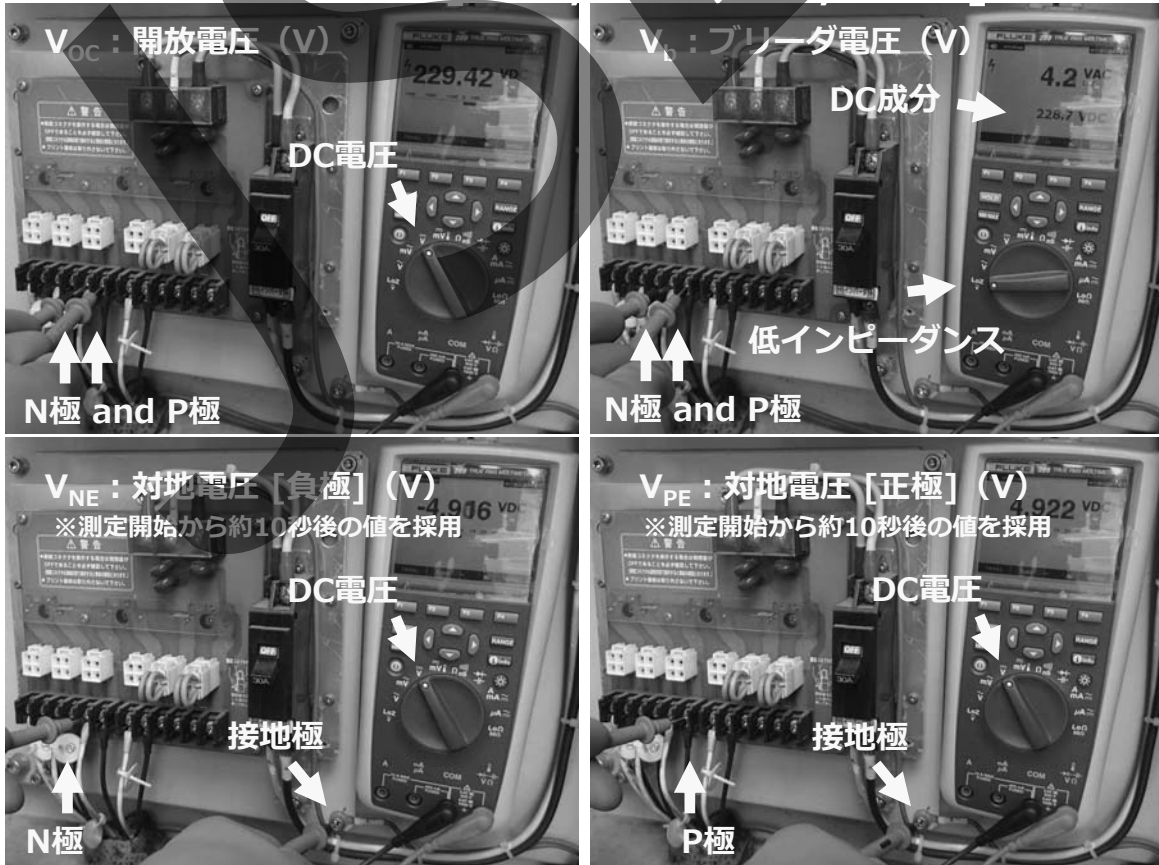


Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑤-2 電圧測定 [開放, ブリーダ, 対地]

PVResQ!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑤-3 絶縁抵抗測定

PVResQ!



Earth (+)

Line (-)

とりあえずP極が先

R_{PE} , R_{NE} : 絶縁抵抗 (M Ω)

絶縁抵抗計

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑤-4 配線経路, 各種接続の整合性を確認

PVResQ!



N極 and P極

ラインチェッカー <磁界モード>



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑤-5 mdiストリングのインピーダンス測定

PVRessQ!



ソラメンテ Z

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!

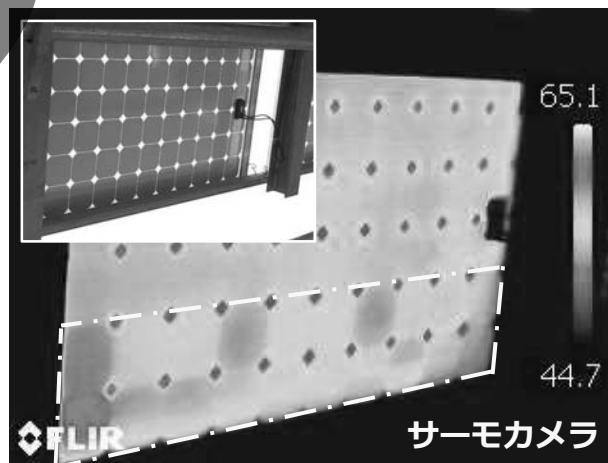


⑥-1 バイパス回路点検：短絡故障

PVRessQ!



解列状態で信号あり



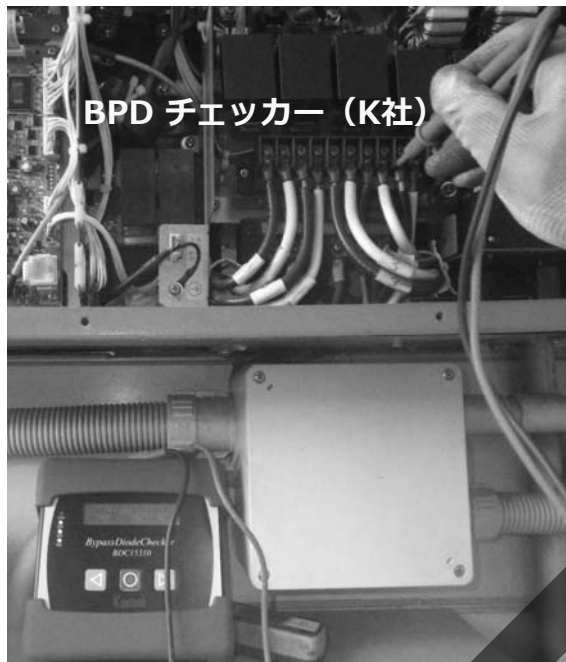
温度が異なるセルの継ぎ接ぎ模様

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑥-2 バイパス回路点検：開放故障

PVResQ!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑥-3 バイパス回路点検：開放故障

PVResQ!



セル (複数枚) を全遮光しても信号あり → 開放故障

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑦ 目視・触診

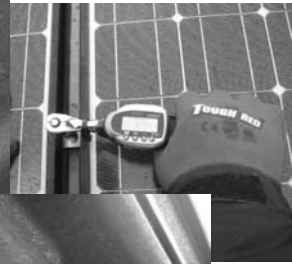
PVResQ!



架台の構造と強度



ねじの緩み



ねじの錆び



配線



架台の構造, モジュール設置状況

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑧ IV測定

PVResQ!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑨ モジュール点検

PVResQ!



ソラメンテ iS

運転状態で信号なし → クラスタ脱落



発熱, 変色, 他

目視 (デジタルカメラ)

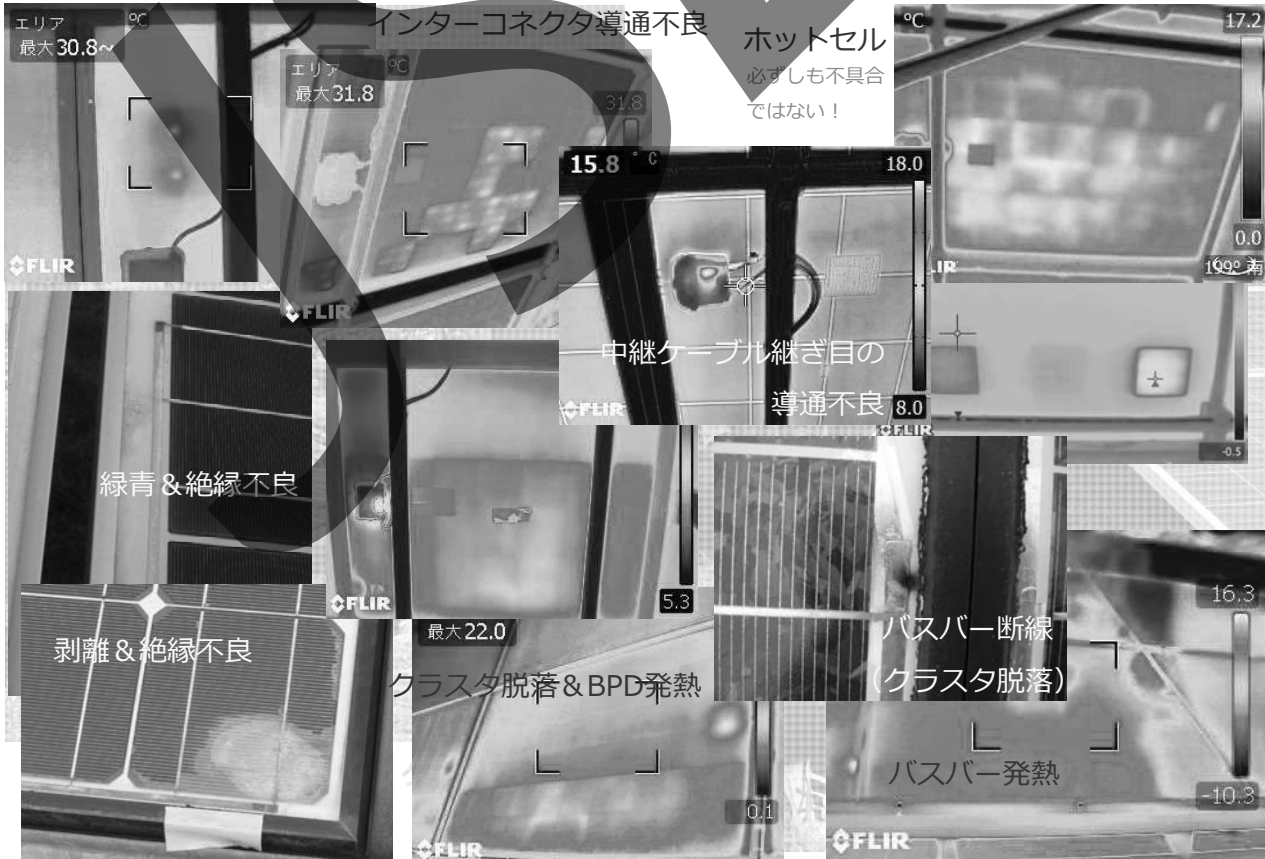
サーモカメラ

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



⑨ モジュール点検

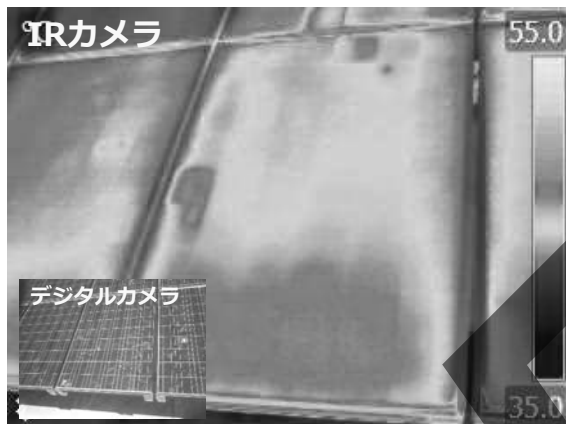
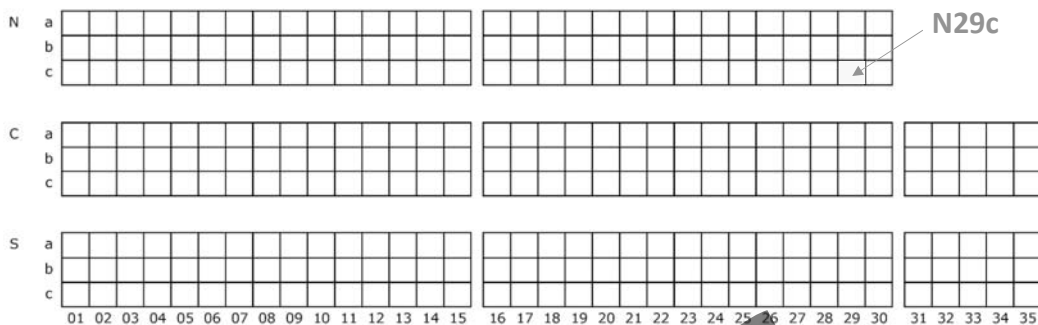
PVResQ!



Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



モジュール配置図



チェック票

mdl: N29c		左	中	右
端子箱 (BPD) :	J -box	0	0	0
クラスタ :	C lst	0	0	0
セル (大面積) :	F ull	0	0	0
セル (小面積) :	H alf	1	1	0
単インコネ :	S ingle	1	0	1
複インコネ :	M ulti	0	0	0
バスバー :	B us	0	0	0
その他 :	Q uestion	0	0	0

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!



- PVS点検手順を模索中
 - 現行最新 : ver. 171205
- ガイドラインや文献との整合性の確認が必要

Photovoltaics – Reliable, Safe and Sustainable Quality!

タイトル: _____

作業者: _____ □: 装備

ver. 171205

接続箱: _____

日付: _____

時刻: _____

天候: _____

<Str.= _____ mds> Voc (V): _____

Vpm (V): _____

<Sys = _____ str> Isc (A): _____

Ipm (A): _____

Pm (W): _____

<Mdl spec.> Voc (V): _____ (V/clst)

Vpm(V): _____

Isc (A): _____

Ipm (A): _____

Pm (W): _____

検電 周辺: / 箱内:

Str. No.	1	2	3	4	5	6	7	8	ALL	時刻	日射(W/m2)	T_mdl (°C)	T air (°C)	湿度 (%)
Look, Smell, IR														
Ra (Ω)														
Vop (V)														
Iop (A)														
I_LEAK (mA)														
I_LOOP (A)														
Eqp.Grounding														
BLD_FW (V)														
BLD_RV (V)														
BLD_F_FW (Ω)														
BLD_F_RV (Ω)														
V_oc (V)														
V_b (V)														
V_pe (V)														
V_ne (V)														
R_pe 500V (MΩ)														
R_ne 500V (MΩ)														
LCh string check														
LCh Fail-clst (clst)														
Z (V)														
Z (Ω)														
iS SH-BPC (clst)														
BPC Ch_K (V)														
BPC Ch_H (I+α)														
BPC Ch_H (Isc)														
LCh OP-BPC (clst)														
Look & Touch														
IV #														

memo : -Vpe, Vne は測定開始から約10秒後の値を記録

