

SHIN EI

- 設置施工のお仕事の方
- 太陽光発電システムの
維持管理のお仕事の方



測定器で点検・安心と信頼性 太陽光発電システム メンテナンスハンドブック

- ★ 発電能力テスト
- ★ データ蓄積・解析

IVH-2000Z

I-V カーブトレイサ



SIV-1000Z

アレイテスター

- ★ 不良モジュール検索
- ★ システム動作確認

SMD-200

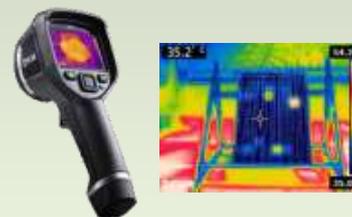
モジュールドクター



- ★ ホットスポット発見
- ★ 早期不良発見

FLIR E4

赤外線サーモグラフィ



- ★ 太陽光発電監視システム
- ★ 低圧から高圧まで

SUN-PVMシリーズ SOLGIAシリーズ



- ★ 新設発電所でモジュール検査
- ★ 発電所現場でモジュール点検

PVC-2E

PVクリニッカー



新栄電子計測器株式会社

目 次

太陽光発電システムのメンテナンスは、「①・②・③」で行います。.....	2
太陽光の劣化について「年間発電量乖離度データ」.....	4
太陽光発電にはどんな故障があるのでしょうか？.....	4
太陽光発電で使用される測定器の種類.....	5
設置現場の日照調査と太陽光発電システム設計..... エラー! ブックマークが定義されていません。	
太陽光発電の基本測定器(I-V測定器).....	6
テスターではわからない太陽電池の発電不良(V_{oc} は変動しない).....	9
ホットスポットの早期発見.....	10
不良モジュールの検索方式.....	11
クラスター欠陥検索をモジュールドクターで実例.....	12
モジュールドクターでどのような不良がわかるの？.....	13
発電所現場でのモジュール検査の手法.....	14
発電量のモニタリングで何がわかるの？.....	15
メガソーラ監視システムの構成例.....	16
低圧発電所監視システムの構成例(小型ローコスト).....	17
「屋外や壁に掛ける」発電量表示器は、何を表示するの？.....	17



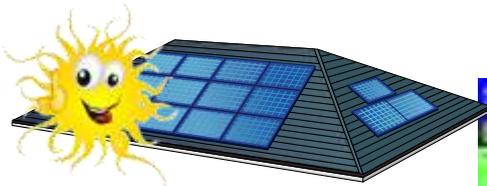
太陽光発電システムのメンテナンスは、

「①・②・③」で行います。

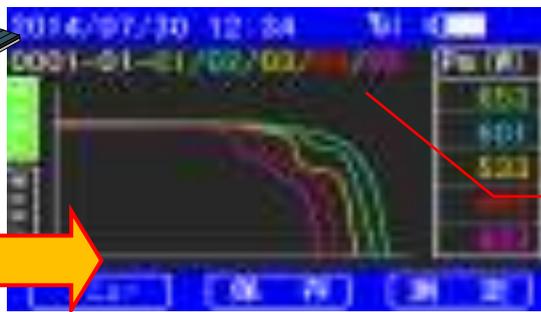
①発電能力測定「最初に発電能力を測定します」

- 天候不問・ストリング比較機能で、不良ストリング発見
- 特性が揃っていれば安心、発電は異常なし
- 発電能力測定器による数値化で顧客も安心「顧客満足度向上」

IVH-2000Z



■重ね書き簡単ストリング比較



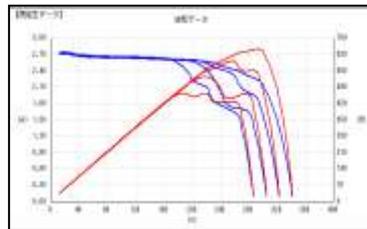
表示切替ワンタッチ

■リスト表示で不良ストリング発見

	Pm (W)	Voc	Isc	FF	Ω
01	653	343	2.70	0.70	11
02	601	339	2.71	0.65	15
03	583	334	2.72	0.59	17
04	462	328	2.72	0.51	19
05	423	323	2.72	0.47	22

次 頁

無線式日射計・背面温度計付



★施工管理ソフト「顧客情報と測定データを一括管理」

- レポートで顧客に安心が伝わります
- データの蓄積が、信頼性につながります

S T C 処 理

最大20ストリング

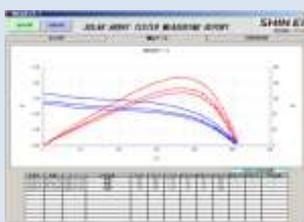
直並列ストリング

電流-電圧の特性データ

情報や写真レポート

発電量データレポート

パネル・PCSデータ



ワン

①発電能力測定

I V H - 2 0 0 0 Z

ツー

②欠陥モジュール探し

S M D - 2 0 0

スリー

③早期不良発見

F L I R E 4

②欠陥モジュール探し「ストリングから不良モジュールを検索」

- 発電能力が下がった。原因は、何か！ 表面からの目視では分かりません
- モジュールのバスバー電極の上を走査する事で不良場所をピタリと当てます
- ヘッド部が小型で延長棒が細いため影が少なく発電に影響しません

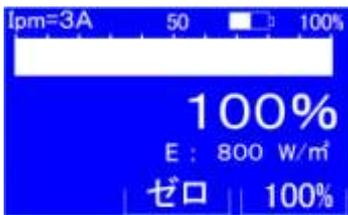
音とアナログレベル表示で簡単検索

センサーヘッド部

安定測定に必須「特許出願中」

- ①日射強度補正
- ②地磁気除去機能

■稼働状態で検査



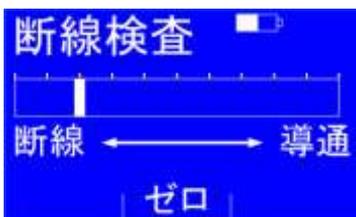
信号源



本体部

SMD-200
(断線検査信号源付)

■信号源を入力し検査



表面からは、わからない欠陥モジュールも、裏は欠陥場所が目視できます



③早期不良発見「放置すると故障につながる不良を事前に発見」

- 早めのホットスポット発見が発電量の維持には必要です
- ホットスポットは、要観察の印です

■異常箇所は発熱しています

モジュールをサーモで測定



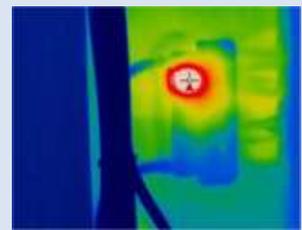
正常モジュール



異常モジュール

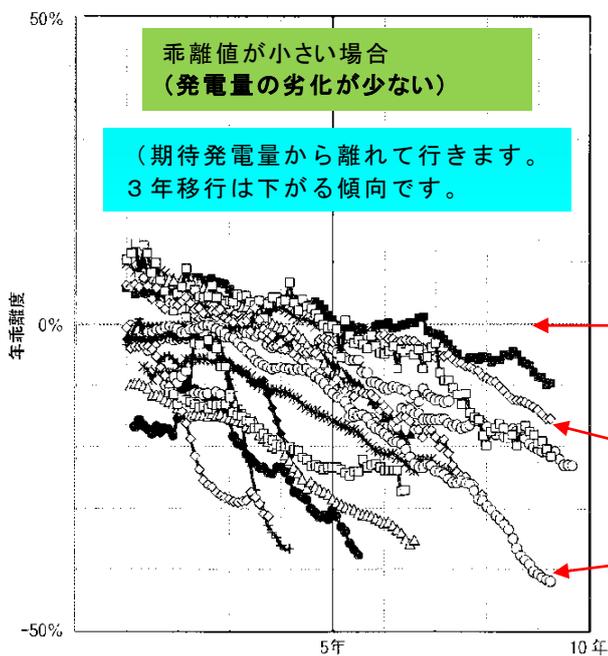


ダイオードの異常



★太陽光の劣化について「年間発電量乖離度データ」

設置場所の発電量予想値と実際の発電量を比較し劣化を知ります。



10年で多くのシステムが、30%発電劣化が見られます。
 参考：加藤和彦様書 日刊工業新聞社
 「太陽光発電システムの不具合事例ファイル」

期待発電量

(気象庁の気象観測データをもとに、理想状態で期待される発電量)

乖離値が小さい

(発電量の劣化が少ない。)

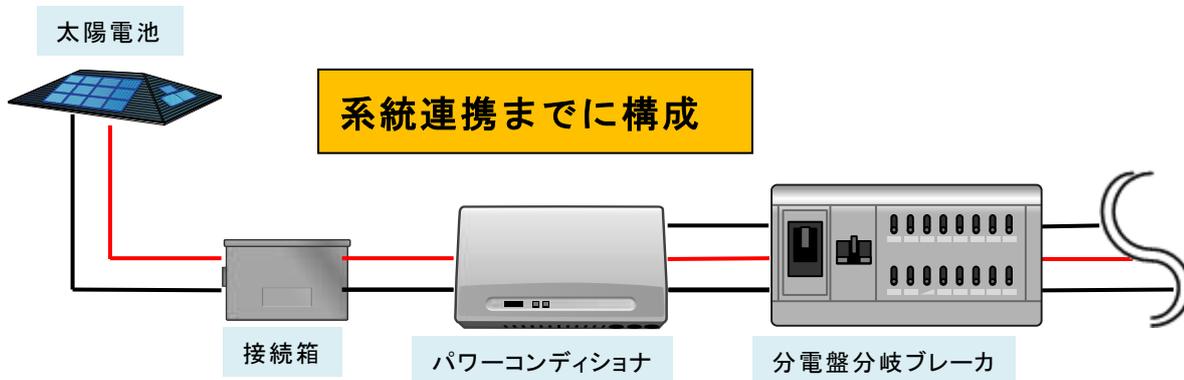
乖離値が大きい

(発電量の劣化が大きい。)

⇒ 劣化の前に原因を調べる

：太陽電池モジュールの交換となった太陽光発電システムの性能指標（年乖離度）の推移（18台）

★太陽光発電にはどんな故障があるのでしょうか？



①太陽電池モジュールの不良

- ・ 経年劣化による発電量の低下
- ・ 故障（外的要因による損傷・内部電極不良・インターコネクタ不良など）

②パワーコンディショナの不良

- ・ 経年劣化による変換効率の低下
- ・ 故障（エラー表示・運転停止など）

③施工・設置時の不良

- ・ 配線ミス・接続ミスなどの人的ミス

★太陽光発電で使用される測定器の種類

日影調査

ITL-1000
日射データロガー



設置工事完了時の
開放電圧測定
発電能力試験
絶縁試験

SIV-1000Z
アレイテスタ



IVH-2000Z
I-Vカーブトレイサ



絶縁計



クランプテスタ

メンテナンス
ホットスポット検出
発電能力テスト

IVH-2000Z
I-Vカーブトレイサ



SMD-200
モジュールドクター



FLIR E4
赤外線サーモグラフィ



蓄電装置メンテナンス
バッテリーの寿命調査（内部抵抗）

BTR-3300
バッテリーテスタ



★太陽光発電の基本測定器（I-V測定器）

用途で選べる2タイプ

SIV-1000Z
アレイテスタ

最大測定電圧
1000V

IVH-2000Z
I-Vカーブトレイサ

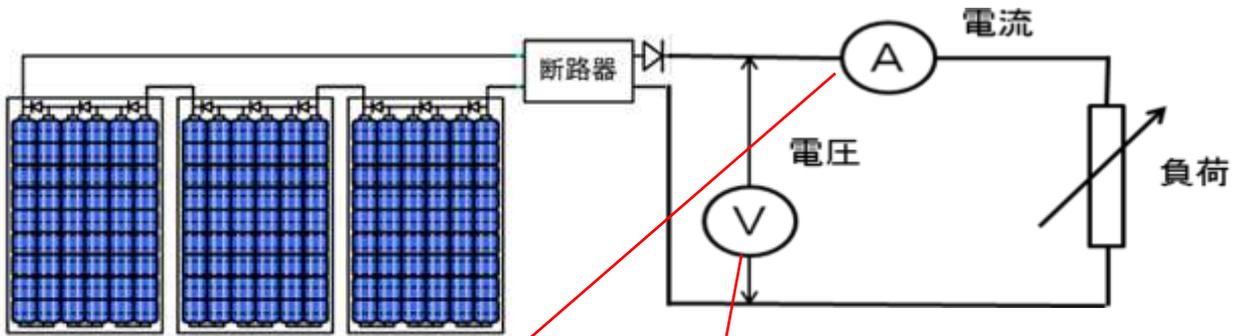
電子負荷

コンデンサ負荷

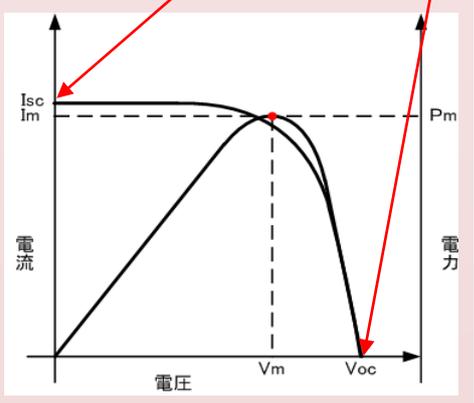
日射計は、無線接続です



発電能力テストは、負荷試験の事です。(汎用テスターでは、わかりません。)



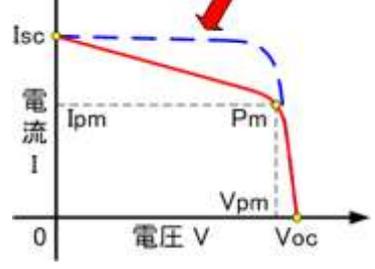
- ・ 短絡電流 : I_{sc}
- ・ 開放電圧 : V_{oc}
- ・ 最大出力 : P_m
- ・ 曲線因子 : FF (Fill Factor)



劣化の指標曲線因子 (F.F) も測定します。

$$F.F = (I_{pm} \times V_{pm}) / (I_{sc} \times V_{oc})$$

直列抵抗 R_s が大きくなったとき



☆電子負荷方式・大型LCDタッチパネル SIV-1000Z

●簡単操作

- ① 太陽電池の種類を選択します。
- ② 測定条件を設定します。
- ③ データの記録場所を設定します。
- ④ 「READY」を押します。
- ⑤ 「START」を押します。
- ⑥ 測定端子の接続で自動測定開始します。



☆ポータブルタイプ・簡単操作

IVH-2000Z

●簡単操作

- ① 「モード」ボタンで測定モードに移行します。
- ② 「F2(測定)」ボタンを押します。
- ③ 測定リードを太陽電池に接続(無極性)します。
- ④ 接続後1秒経過すると自動測定を開始します。
- ⑤ 測定結果表示後、測定リードを外します。
- ⑥ 結果保存の場合は「F1」ボタンを押します。



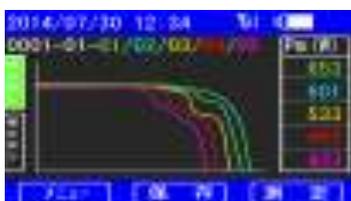
ストリング比較で不良ストリングをすばやく発見できます。

IV特性で比較

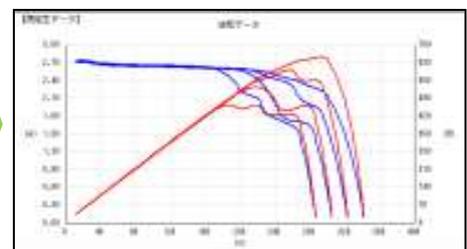
データで比較

SDM-3600 施工管理ソフトで詳細表示

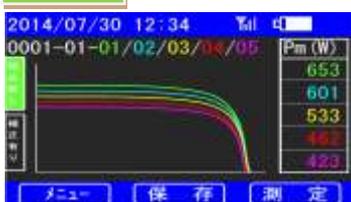
結晶系



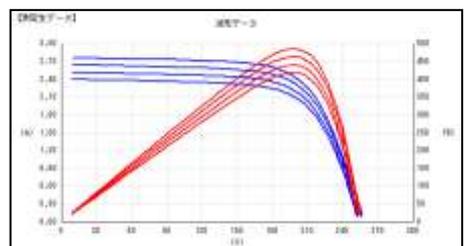
	Pm (W)	Voc	Isc	FF	Ω
01	653	343	2.70	0.70	11
02	601	339	2.71	0.65	15
03	583	334	2.72	0.59	17
04	462	328	2.72	0.51	19
05	423	323	2.72	0.47	22



薄膜系



	Pm (W)	Voc	Isc	FF	Ω
01	483	260	2.80	0.68	11
02	461	260	2.61	0.68	15
03	443	259	2.52	0.68	17
04	422	256	2.42	0.68	19
05	403	256	2.32	0.68	22

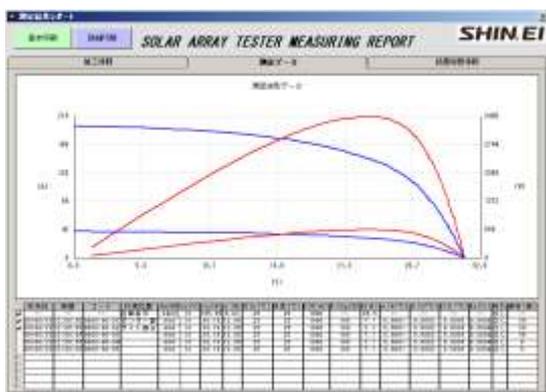


施工管理ソフトウェア SDM-3600 付属です。

■取得データが、役に立ちます。

- 顧客に安心が伝わります。
- データの蓄積が、信頼性につながります。

I (電流)-V (電圧)特性と測定データ



顧客データ・施工写真



太陽電池・パワコンデータ



STC処理

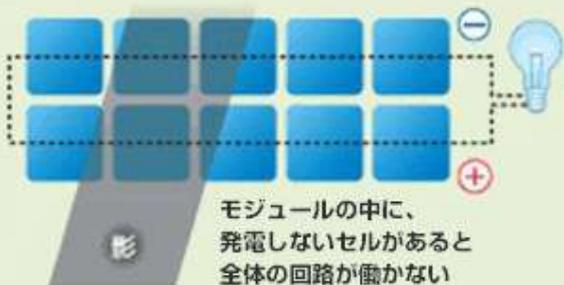
最大20ストリング

直並列ストリング

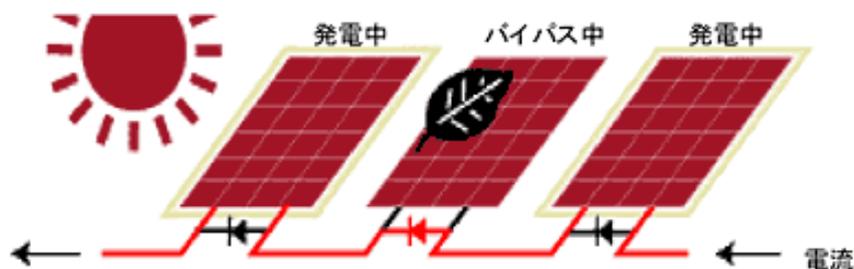
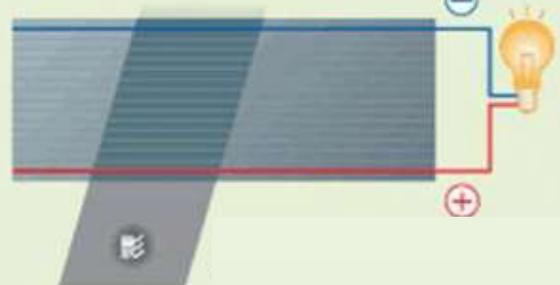
■測定の実際・発電能力・影

太陽電池の種類によって、影の影響が違います。

【結晶シリコン系モジュール】



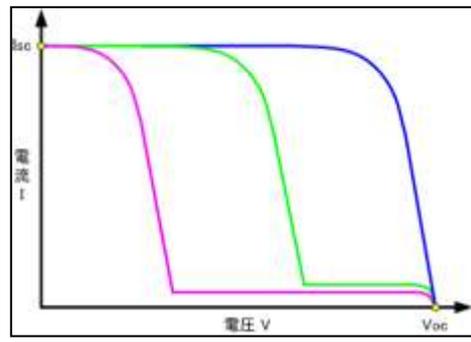
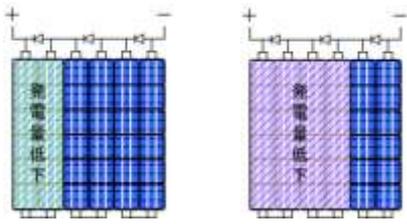
【CIS 薄膜系モジュール】



太陽電池モジュールは影による発電量低下を最小限に抑える「バイパスダイオード機能」を備えています。

★ テスターではわからない太陽電池の発電不良 (Voc は変動しない)

青のグラフ：正常な I-V 特性
 緑のグラフ：一部に影や不良がある場合
 紫のグラフ：大きい部分に不良のある場合。



単結晶・多結晶 (Pm の差で判断)

影が無く正常に発電



Pm=744W

モジュールに柱の影がありました



右下の特性が崩れています。

Pm=551W

枯れ葉が落ちていました



右下の特性が崩れています。

Pm=635W

薄膜 (Pm の差で判断)

影が無く正常に発電



Pm=498W

モジュールに柱の影がありました



Pm=421W

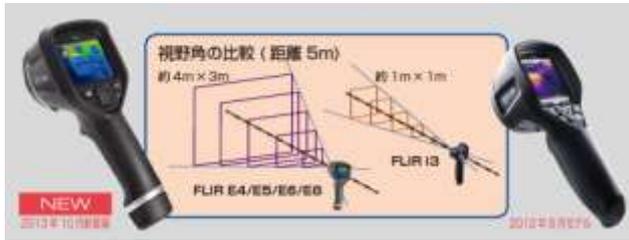
枯れ葉が落ちていました



Pm=473W

★ホットスポットの早期発見

- 新シリーズ FLIR Exシリーズ
視野角が広くなりました



可視画像と重ねて測定できます。



サーモグラフィで、早めのホットスポット発見が発電量の維持には必要です。



サーモグラフィは、熱分布を画像で表示します。

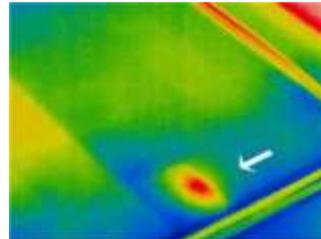


FLIR E4
赤外線サーモグラフィ

■ 測定の実際 欠陥計測 (サーモグラフィ)



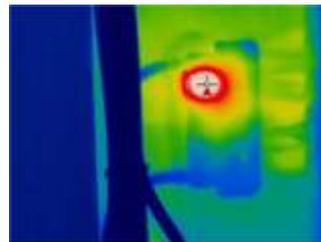
→
外観上、問題
ありません。



セルの一部に
ホットスポット



→
外観上、問題
ありません。



ジャンクション
BOXに
ホットスポット

*** ホットスポットがある場合でも、すべてが不良・劣化と言う事ではありません。**

太陽電池の経年劣化の不良症状の一つとして「ホットスポット」があります。ホットスポットとは、「太陽電池の発電しない部分が、発熱する事」です。

ホットスポットの原因としては、大きくは、下記の2つの事が考えられます。

- ① 太陽電池生産上の不具合。
 1. 生産中に何らかの原因で発生したセル上の発電しない部分が発熱し破損個所が拡大した。
 2. バスバー電極の半田づけ不良
- ② 太陽電池周辺の外的要因
 1. 落ち葉などの堆積により発電しない部分が発生して発熱を起こす (濡れて表面から風で飛ばない。)
 2. 電柱・街灯などの影で発電しない部分が発生して発熱を起こす (影の位置が移動します。大きさに影響度が違います。)

★不良モジュールの検索方式

I-V測定器でストリングの発電不足を発見した次は、欠陥検索

発電能力が下がった。原因は、何か表面からの目視では分からない、不良モジュールをピタリと当てます。

音とレベル表示で
簡単検索

モジュールの
バスバー電極の
上を調べます。

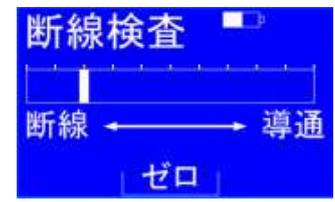
3つのボタンで
簡単操作

■音とレベルメータで判定します

■稼働状態で検査



■信号源を入力し検査



SMD-200
断線検査信号源付

安定測定に必須
①日射強度で電流補正
②地磁気除去機能



取り付け方向不問！
そのまま縦横どちらの
バスバーも測定可能です。



「新発売」☆小型ポケットサイズのドクターmini

SMD-7

◎音とLEDランプで判定します

■ポケットサイズ



■手元で簡単測定



■延長して遠くの測定



■ケーブルに当てて電流確認



★ クラスター欠陥検索をモジュールドクターで実施

「このごろ売電が少なくなった」と顧客から相談がきた。モジュールドクターを持って現場へ直行



ただいま
太陽光発電 稼働中
稼働状態で検索
現場ですぐ検索



20枚のモジュールから3枚の欠陥モジュールを発見しました。



表面からはわからない欠陥モジュールも、裏は欠陥場所が目視できます。

☆ドクターは、頼りになります。

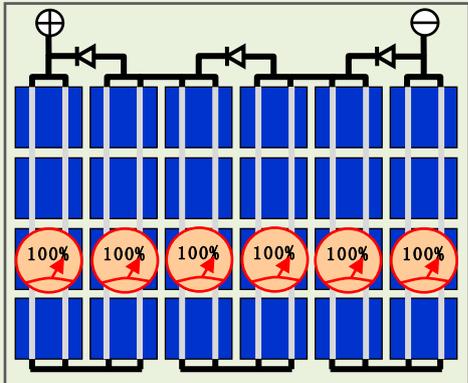
- 各種モジュール対応
 - ・結晶系：クラスター単位で欠陥検出。
 - ・薄膜系：モジュール単位で欠陥検出。
- 簡単測定
 - ・使いやすい2つのボタンの簡単操作。
- 非接触
 - ・バスバー電極の表面をサーチする事で、欠陥クラスターを特定。
- 信号源不要
 - ・特別な負荷装置を必要としません、通常の系統連係発電中に測定。
- 感度補正機能
 - ・日射計を内蔵、日射量に応じて電流補正を行うため安定測定。
- 延長棒付属
 - ・離れたモジュールも延長棒を使用する事で、簡単に測定。
 - ・センサーヘッドは、方向自在で、縦や横自動認識
- 高感度・安定測定
 - ・センサーヘッドは地磁気や外乱磁気を自動補正。
- 簡単判定
 - ・判定結果はブザーでお知らせします。音の周期間隔で判断。
 - ・電流表示は、バーグラフメーター表示。
- 小型軽量
 - ・小型軽量で電池駆動ですので何処でも簡単に測定。

★モジュールドクターでどのような不良がわかるの？

「断線・欠陥」探し

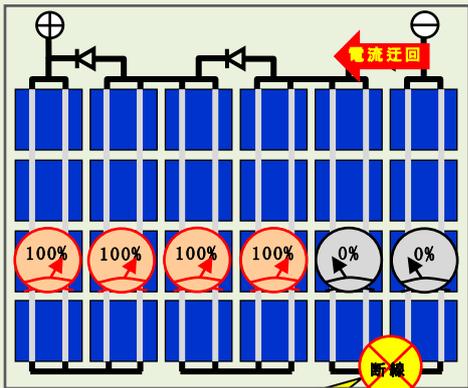
正常なモジュールの電流の流れ

すべてのバスバー電極にほぼ同程度の電流が流れています。



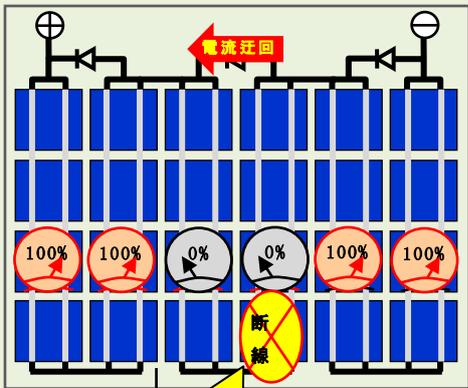
バスバー断線状態

断線や欠陥があるクラスターの電流はバイパスダイオードを経由して電流が迂回して、そのバスバーには電流が流れなくなるので、欠陥クラスターを特定できます。



バスバーの断線状態

セルの断線・欠陥状態

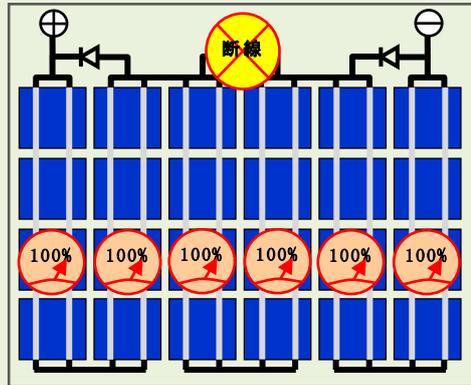


セルの断線・欠陥状態

「バイパスダイオード欠陥」探し

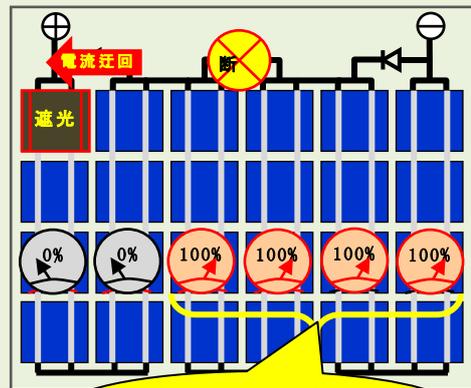
影が無ければ正常に発電、影が入ると全体未発電

クラスターに異常や影が無い場合は、バイパスダイオードが断線していても、モジュールは正常に発電します。ただし断線場所に影が入るとストリング全体が遮断されて発電しません。



断線確認は、1セルを遮光する事で発見できます

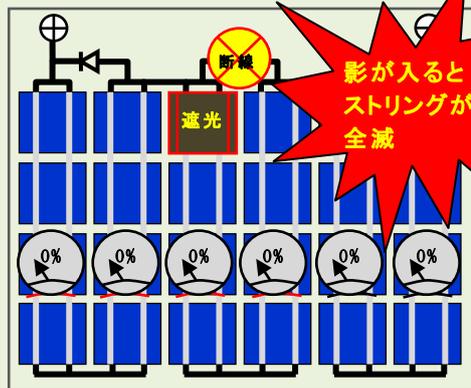
遮光したクラスターは、バイパスダイオードに電流が迂回するので、電流が流れなくなります。そのほかのクラスターには電流が流れますので、この状態のクラスターは正常です。



遮光して他は正常ならその場所はOK

断線クラスターを遮光すると、すべて未発電

電流がバイパスダイオードで迂回できないため、すべての電流が遮断されるためです。



★ 発電所現場でのモジュール検査の手法

- ① 新設発電所現場でモジュール受け入れ検査どうするの？
- ② 中古発電所のモジュール検査はどうするの？
- ③ 外国産モジュールの出荷や受け入れ検査はどうするの？

こんな時に「**移動式モジュール性能診断装置**」が必要です

モジュール診断は何ができますか？

【検査項目】

- | | | |
|-------------------|----------------------|------------|
| ① 発電能力検査 (I-V 特性) | ② マイクロクラック検査 (EL 測定) | |
| ③ バイパスダイオード断線検査 | ④ 内部抵抗検査 | ⑤ 赤外線サーモ検査 |

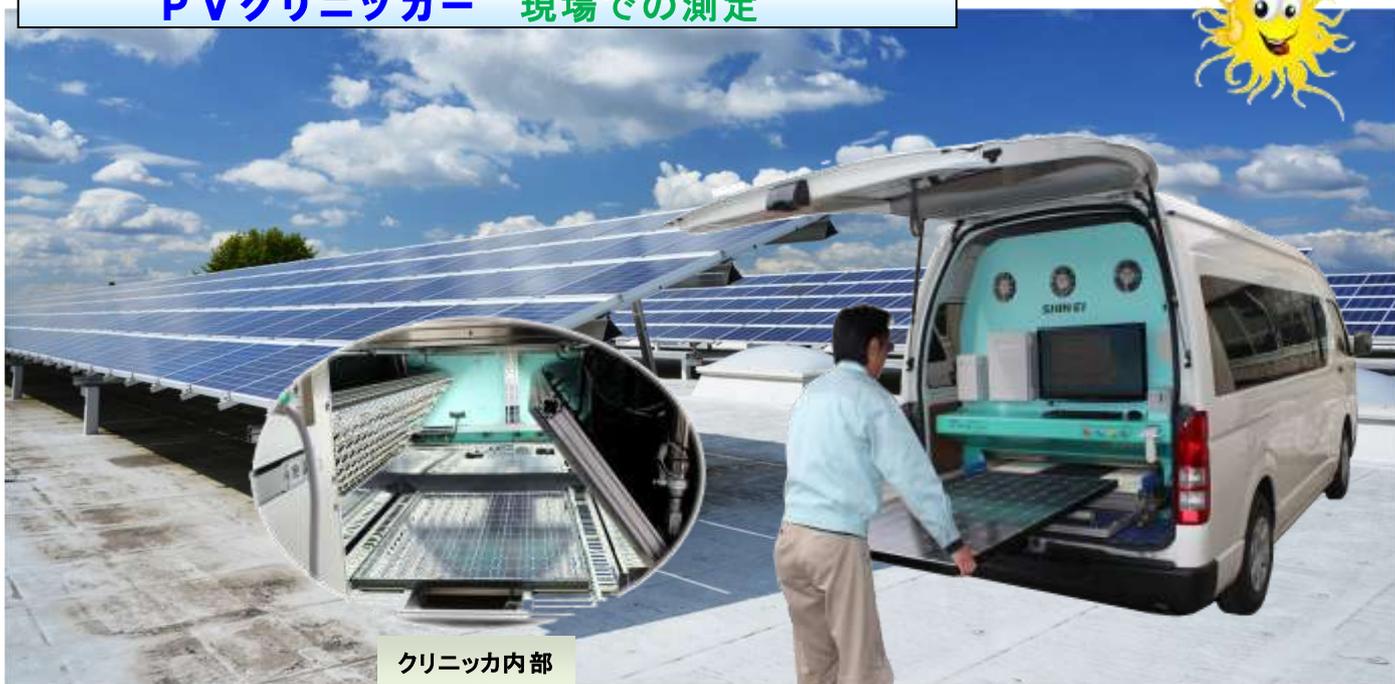
一台の車にオールインワン

PVクリニックカー
PVC-2E



- LED ソーラ光源
- I-Vカーブトレサ
- EL検査用カメラ
- EL検査用電源
- シールプリンタ
- パソコン・モニター
- システム用電源の発電機

PVクリニックカー 現場での測定



★発電量のモニタリングで何がわかるの？

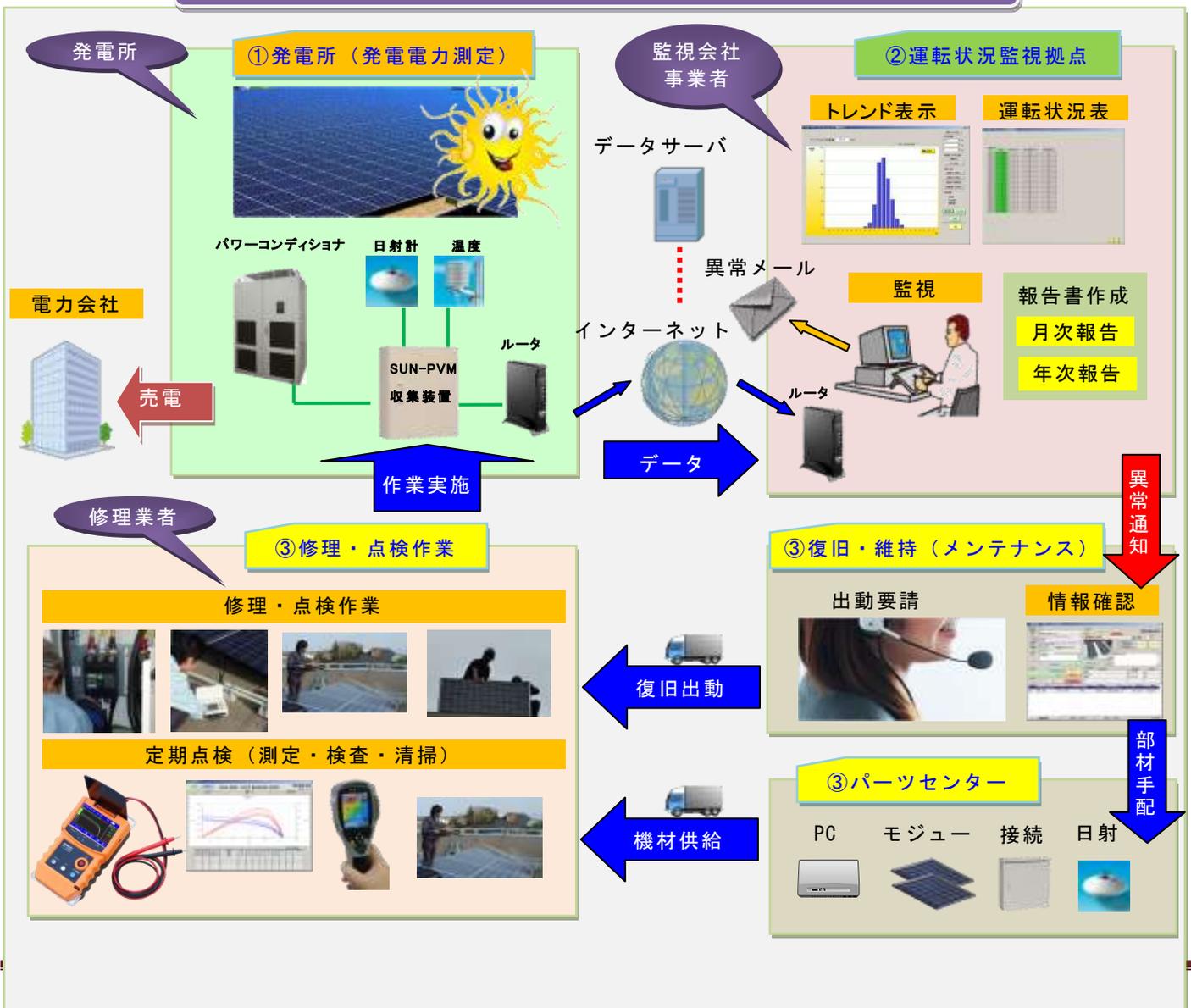
モニタリングの機能

- ◇発電量のデータ収集
- ◇発電量の解析（年報・月報・日報）
- ◇パソコンなどの異常検知と通報
- ◇発電量を日射量や温度で補正を行い、発電量からモジュール異常の検知と通報
- ◇敏速なメンテナンスによる損失を最小限に抑える

最適なデータ収集と解析システムが構築

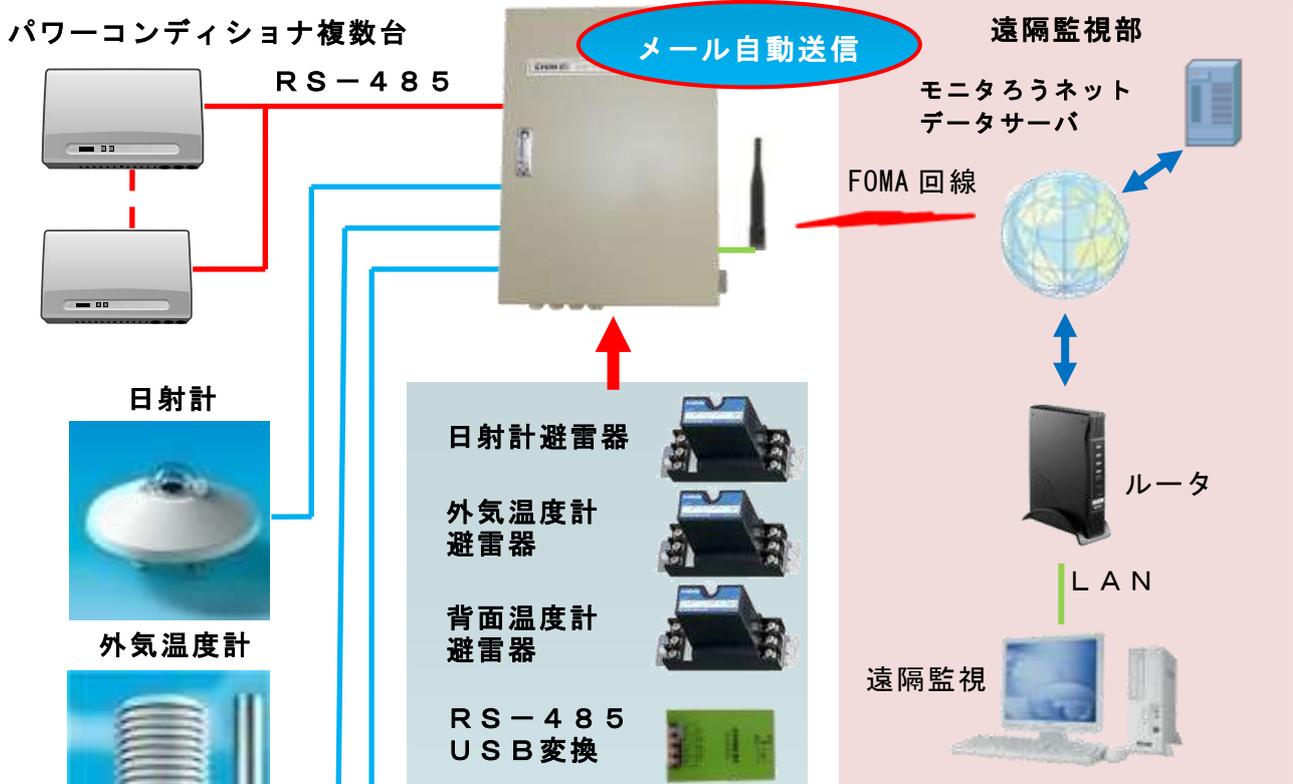
- 複数のパワーコンディショナーのデータ集計
- パワーコンディショナー毎の発電量表示で、発電不良発見
- 日報・月報・年報の発電量グラフ表示
- 屋外設置対応
- 遠隔監視対応
- 日射・外気温度などの、環境データ測定と同時記録可能

測定監視からメンテナンスまでのシステムフロー



★メガソーラ監視システムの構成例

システム例
防水式BOX 収納式無線通信遠隔監視システム



パワコン単位発電量解析

パワコン単位
発電異常発見

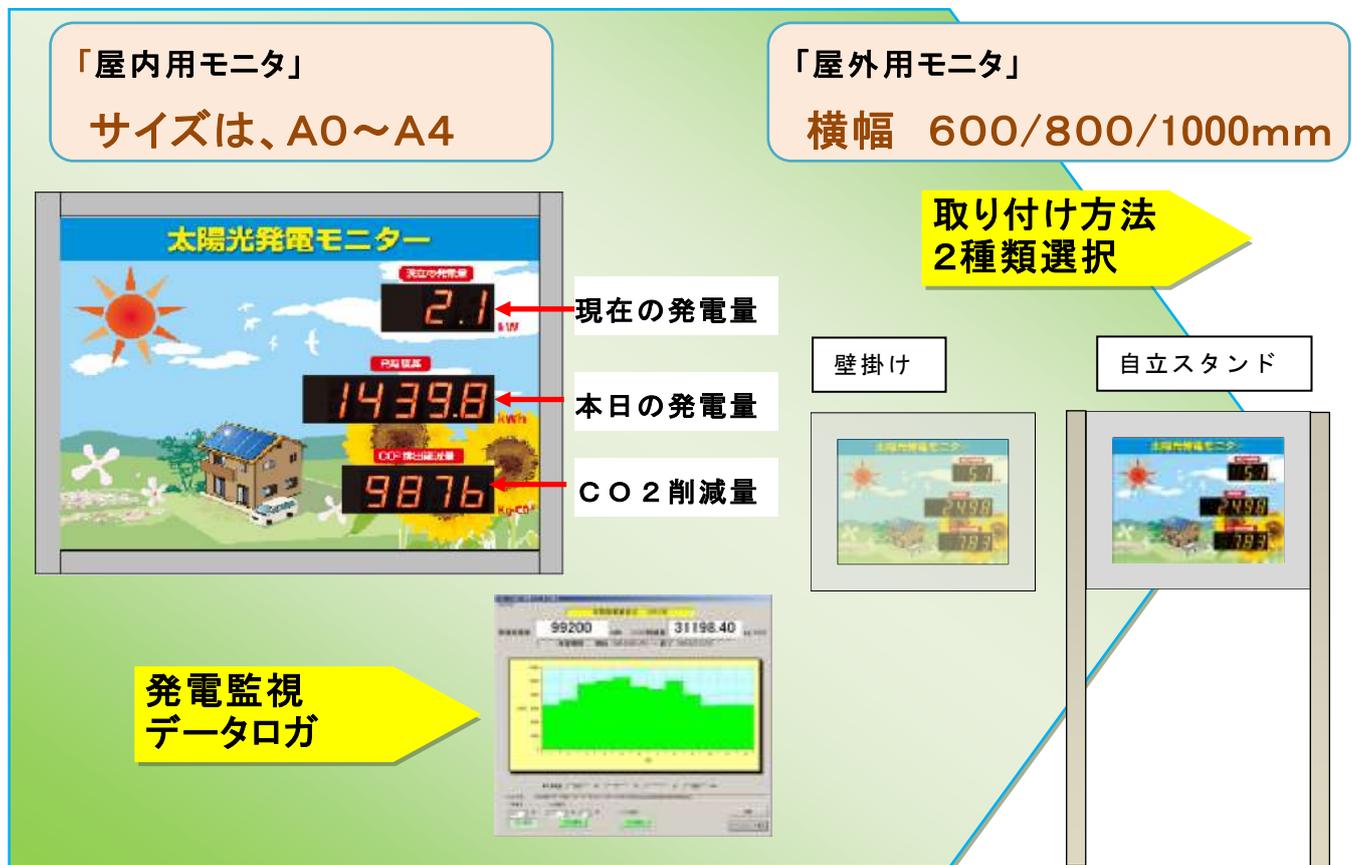
発電量解析データ

<p>日報詳細データ (10分単位)</p>	<p>日報データ (1時間単位)</p>	<p>月報データ (月単位)</p>	<p>年報データ (年単位)</p>
----------------------------	--------------------------	------------------------	------------------------

★ 低圧発電所簡単監視システムの構成例（小型ローコスト）



★ 「屋外や壁に掛ける」発電量表示器は、何を表示するの？



- 太陽光発電は、長い期間過酷な自然環境の中で使用されます。工事当初の発電能力を維持するには、定期的な測定器によるシステム検査が必要です。
- 目視では分からない発電能力低下も、測定器では、正確に知ることができます。
- 検査データの蓄積が、顧客との信頼につながります。

SHIN EI

新栄電子計測器株式会社

〒252-0816 神奈川県藤沢市遠藤2636

TEL 0466-88-3030

URL <http://www.shin-ei.ne.jp/>

新エネルギー分野 加盟団体

- 一般社団法人 太陽光発電検査協会
- 職人革命会
- 日本PVプランナー育成協会