

ソーラーパネル故障チェッカーの 開発・販売の逸話



比嘉道夫(72機械工学科卒)

第50回 関西蔵前懇話会

2018年9月13日

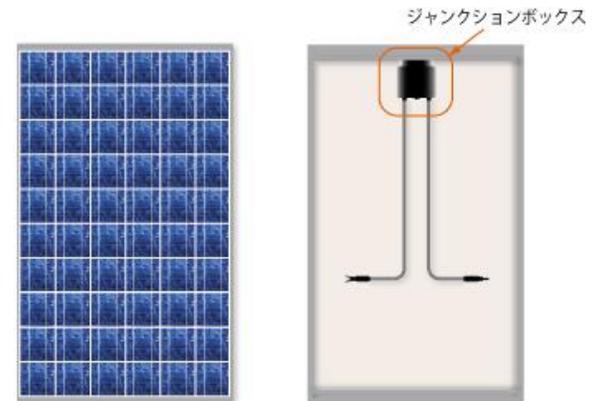
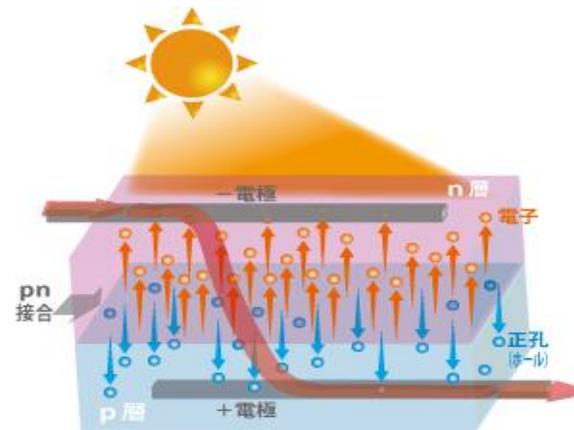
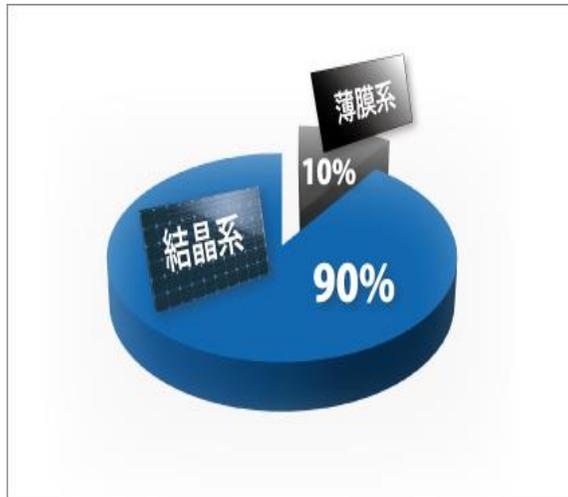
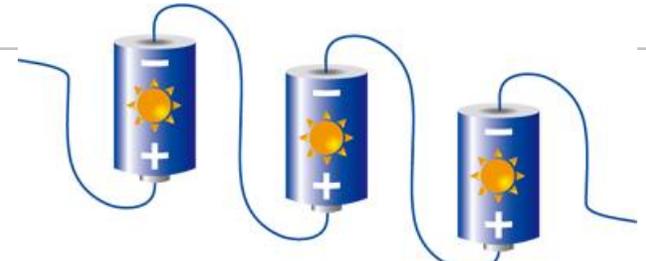
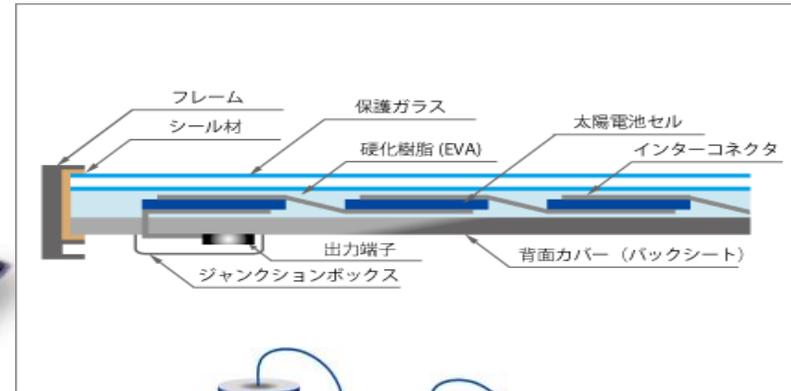
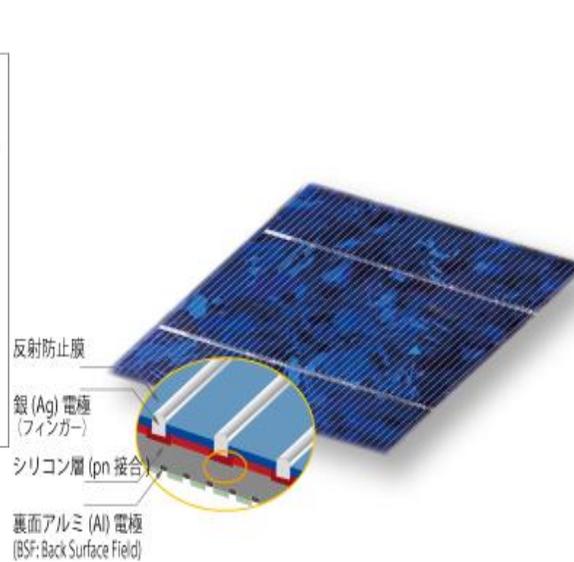
私と(株)アイテス紹介

- 比嘉道夫(ひがみちお) 熊本生まれ、沖縄育ち
 - ・前半:ユーザー企業の機器・施設エンジニア
 - ・20代:全農ジュース工場の計画・装置導入・保守
 - ・30代:IBM野洲工場半導体ライン(64K・1M)
 - ・後半:部門長・経営者
 - ・42—55才:IBM野洲施設部門長・アイテス事業部長
 - ・55—66才:アイテス社長
- (株)アイテス 93年 日本IBMから独立分社
 - ・品質(分析・信頼性評価)・施設・製造部門の混成
 - ・IBM売上:100→0%、 出向・転籍社員:100→10%

太陽電池故障チェッカー開発のきっかけ

- アイテスの置かれたビジネス環境
 - ・新規ビジネスによる売上・利益補填・拡大
- アイテスの太陽電池に対する知見
 - ・委託分析事業による太陽電池故障原因究明
 - ・信頼性評価事業による太陽電池寿命推定
 - ・太陽電池EL画像測定装置で国内シェアNo.1
 - 国内太陽電池メーカー・産総研との交流
- 再生可能エネルギー特別措置法(FIT)
 - ・11年3月：閣議決定、同8月：国会成立
 - ・12年7月1日施行、太陽電池バブルの予感

太陽電池モジュール(ソーラーパネル)とは



1枚のパネルの起電力は、およそ 30V、8A ≒ 250W

太陽光発電所の構造 ポイントは？



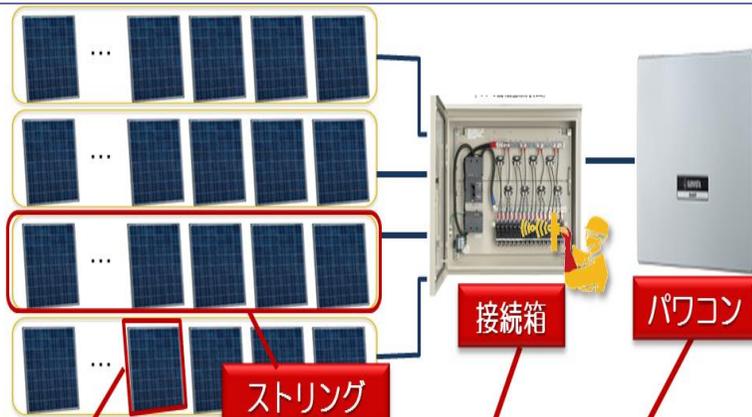
メガソーラー



産業用ソーラー



住宅用ソーラー



太陽電池モジュール

ストリング

接続箱

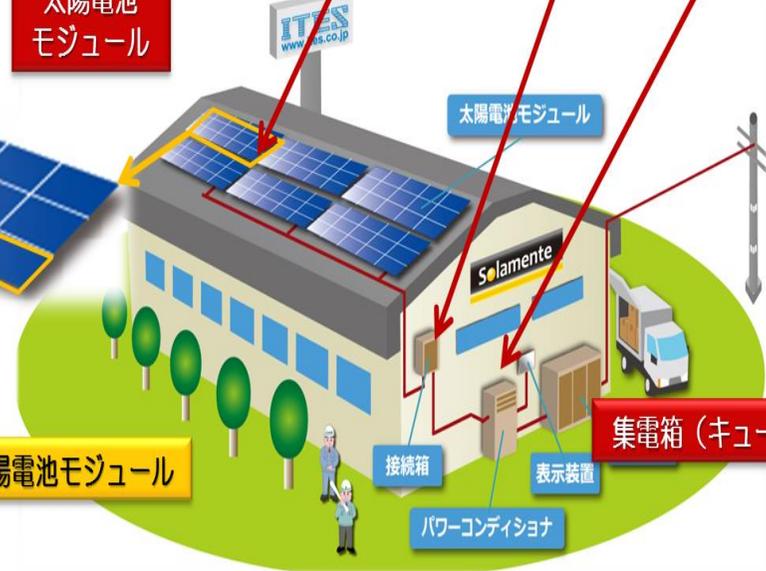
パワコン



太陽電池ストリング

太陽電池モジュール

セル



太陽電池モジュール

集電箱 (キュービクル)

接続箱

表示装置

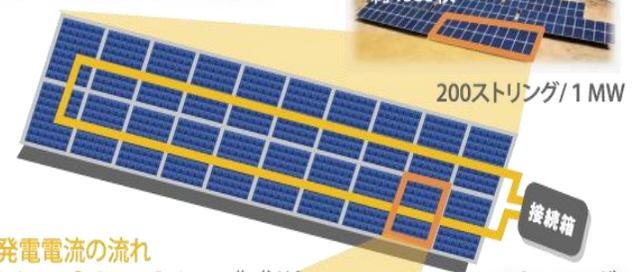
パワーコンディショナ

結晶型太陽光発電所のパネル構成と発電電流の流れ

1 MW 発電所
4000 パネル (250W/パネル) の事例



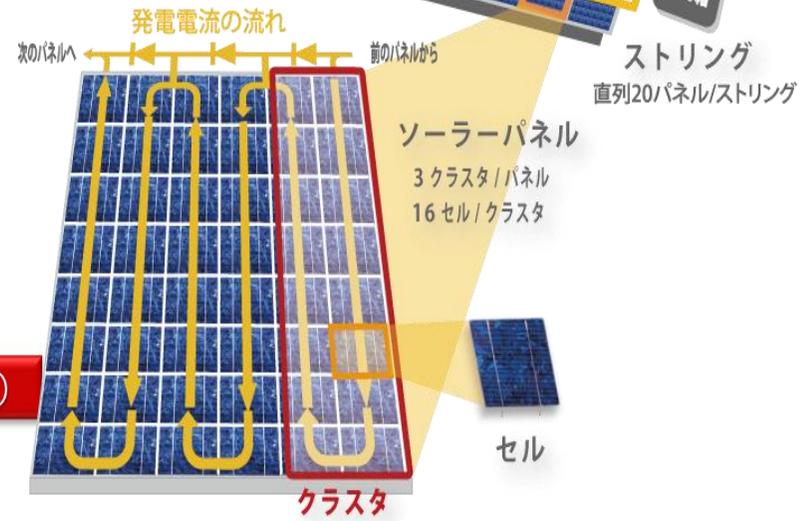
1 MW 発電所
約4000枚



200ストリング/1 MW

接続箱

ストリング
直列20パネル/ストリング



発電電流の流れ

次のパネルへ

前のパネルから

ソーラーパネル
3 クラスタ/パネル
16 セル/クラスタ

クラスタ



セル

アイテスが推定していたこと(1)

太陽電池EL検査装置

アイテスのPVXシリーズ
国内シェアNo.1

国内外のパネルの
実情を知っていた



アイテスが推定していたこと(1)

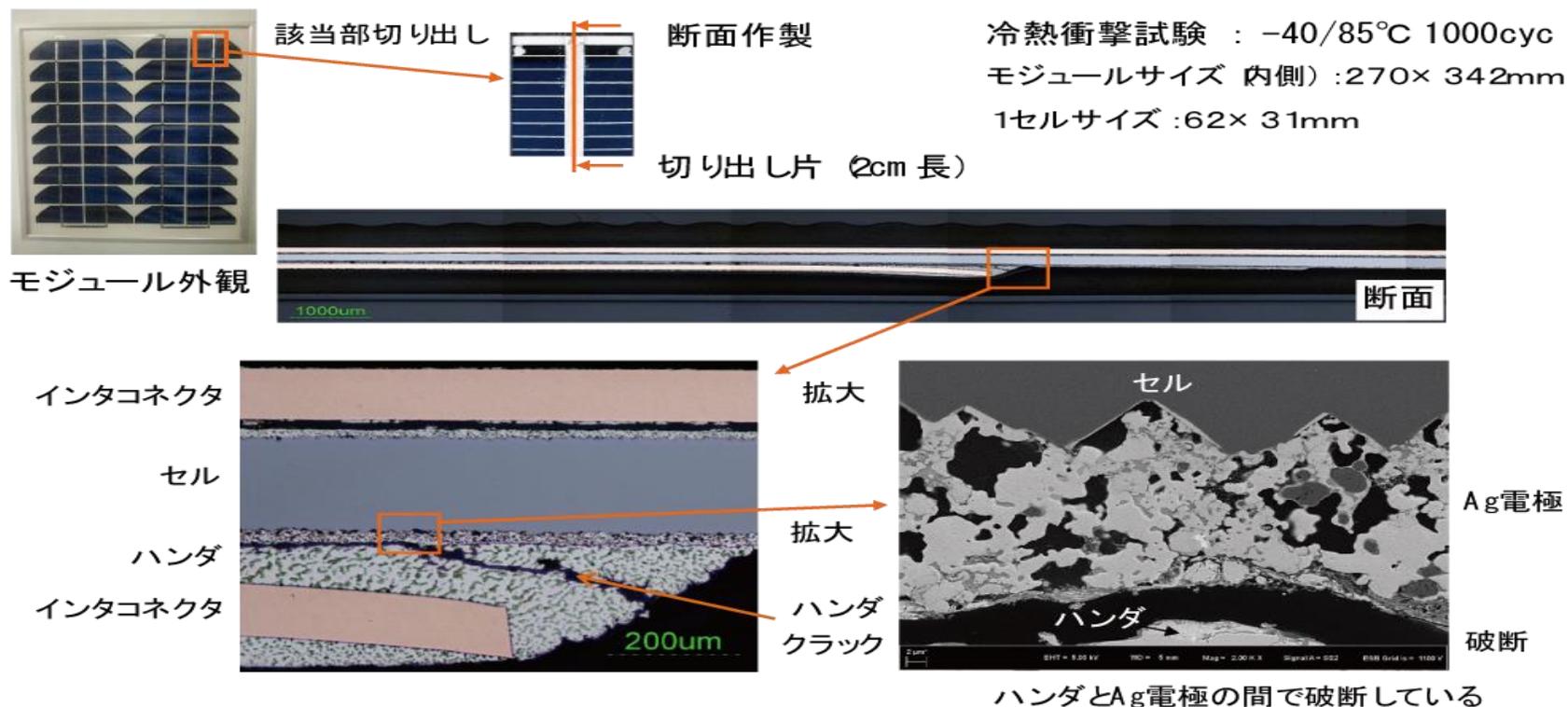
結晶にマイクロクラックが成長すればセル内配線を切断する。発電出力が低下する。



アイテスが推定していたこと(2)

長時間の冷熱衝撃試験でセルの接続部のハンダが破断する

クラスタ断線箇所断面観察



(株)アイテス故障解析部門で冷熱衝撃試験後に断面観察を行い、インタコネクタハンダ付け部のクラックを特定

産総研 加藤和彦博士の著作からヒント

□ 実際の設置環境でのレポート

- ・ 不具合がある程度ある
- ・ 不具合を探すのは難しい
- ・ メンテフリーはない



ビジネス採算性評価と決断

- 市場規模：どう算定？
- 市場のニーズ：あるか？
- 競争力・優位性：どこで？
- 採算性：期間をどう見るか
- リスク受容

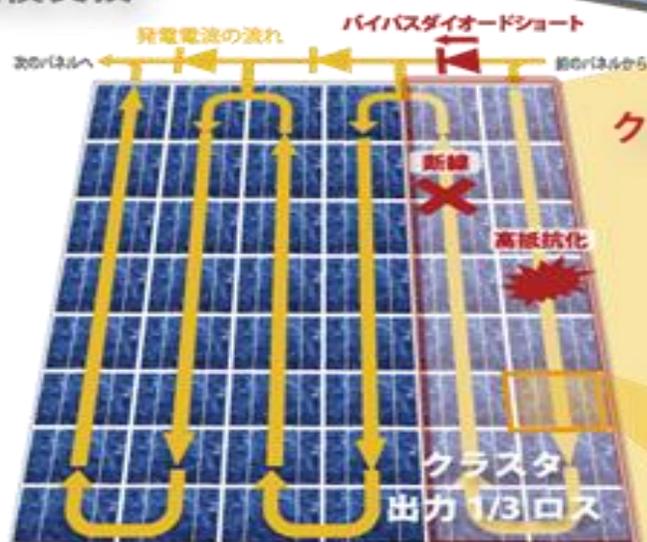
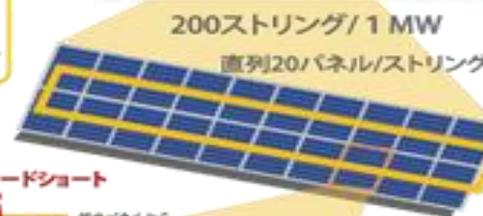
クラスタ故障の発見: 1/3出力低下

クラスタ故障と出力低下

- 出力約 250W
 - 交換単位
 - 3 クラスタ構成
- 遠隔モニターではわからない

- **クラスタ故障**
- 1/3 出力低下
- 無償交換

パネル
メーカーの
保証
10年間
81%以上

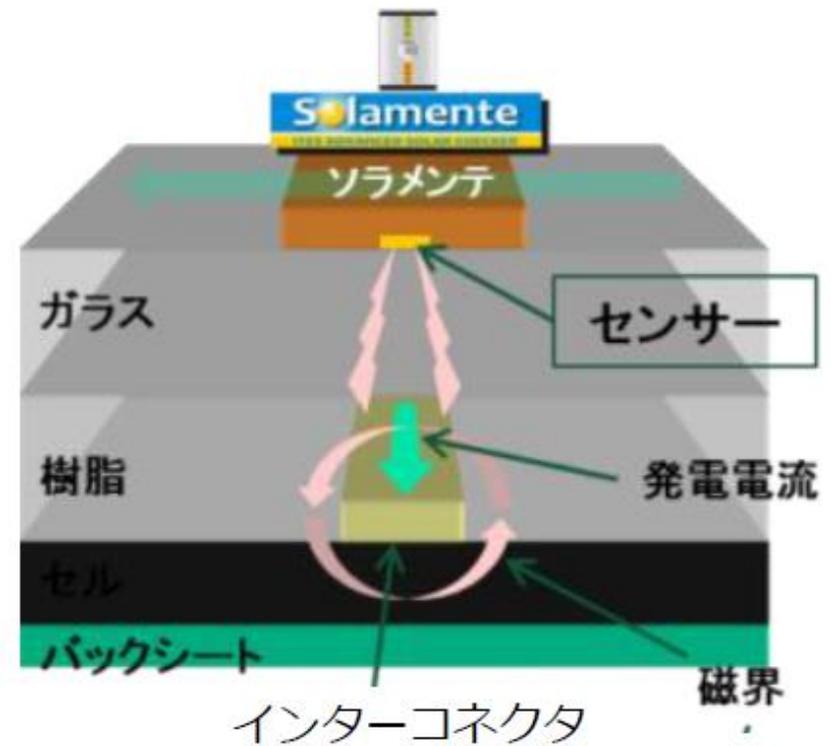
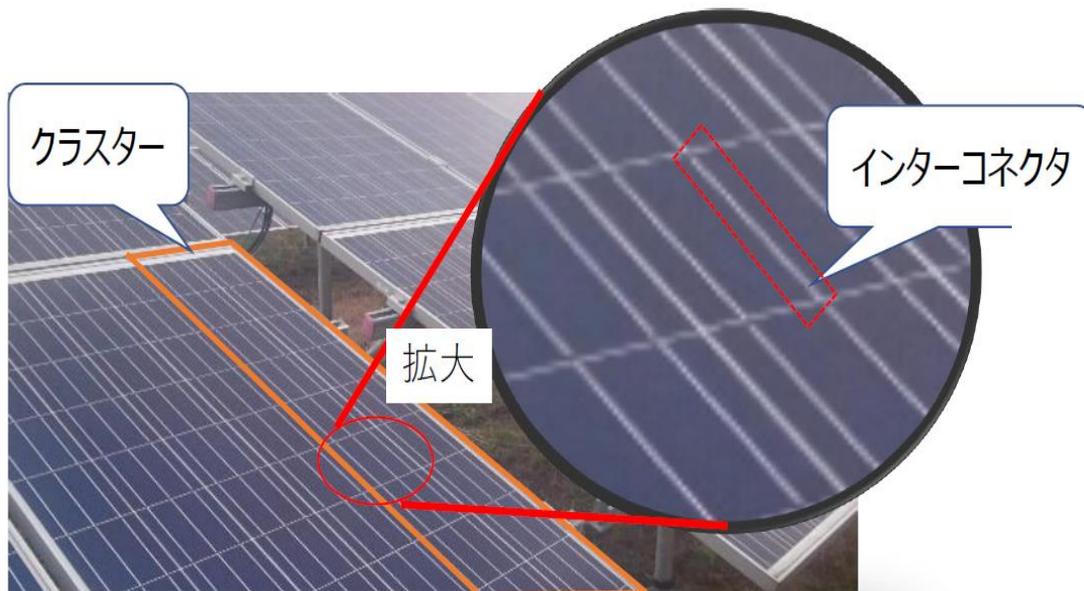


クラスタ故障とは？

- ✕ 断線
- ✶ 高抵抗化
- ◀ バイパスダイオードショート



ソラメンテ-ISの誕生



ソラメンテ-ISの役割

Solamente-iS
SOLAR PANEL CHECKER

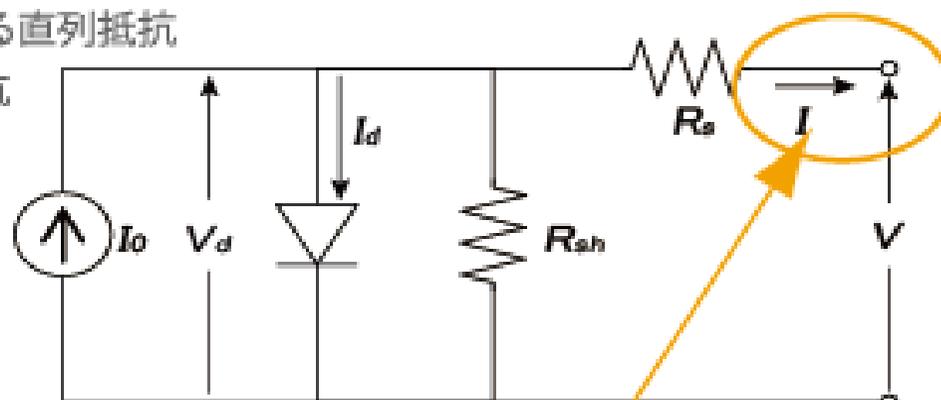
パネルチェッカー「ソラメンテ-iS」の役割 +

R_s 太陽電池で発生した電流を端子に集める直列抵抗

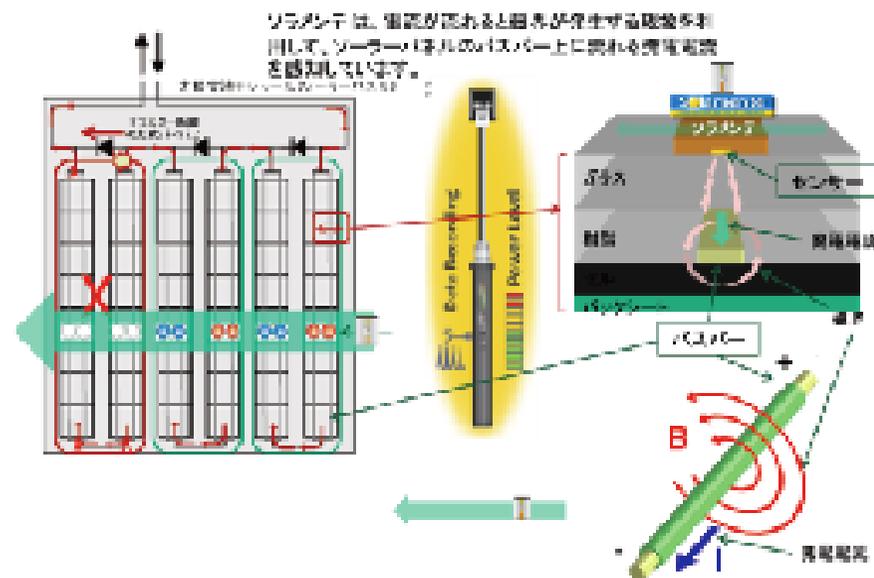
R_{sh} p-n 接合の漏れ電流に起因する並列抵抗

I_d ダイオードに流れる電流

V_d ダイオードにかかる電圧



太陽電池の等価回路



ソーラーパネル(クラスタ)に流れる直流の発電電流をパネル表面から検知して故障判断する +

地磁気の磁束密度は約 0.3G(ガウス)
電流 1A の場合、約 0.4G +



ソラメンテ-ISの原理

Solamente iS は高感度磁気センサを搭載しており、電流による磁束密度を検出する。アンペールの法則によれば、電流経路からの距離を r [m] とすると、磁束密度 B [T] は

$$B = \mu H = \mu I / (2\pi r) \quad (4)$$

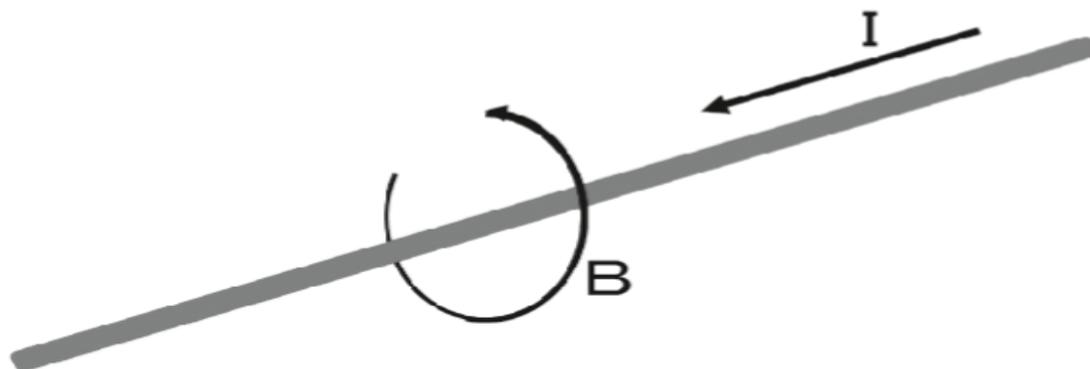


図8 電流 I が作る磁束密度 B

$$\mu = 4\pi \times 10^{-7} [\text{H/m}] \quad (5)$$

ソーラーパネルのメーカー保証

| メーカー | 本社 | 保証タイプ | ソーラーパネル 出力保証 |
|------|----|--------------------|--|
| A社 | 日本 | 10年保証 【無償】 | 10年公称最大出力81% |
| | | パワフル保証 【有償】 | 10年公称最大出力81.0% 15年公称最大出力76.5% 20年公称最大出力72.0% |
| B社 | 日本 | モジュール20年保証 【無償】 | 10年公称最大出力81% 20年公称最大出力72% |
| | | モジュール25年保証 【無償】 | 10年公称最大出力81% 25年公称最大出力72% |
| C社 | 中国 | モジュール25年保証 【無償】 | 10年公称最大出力81% 25年公称最大出力72% * 年度毎に変動 |
| D社 | 欧米 | モジュール25年保証 【無償】 | 10年公称最大出力81% 25年公称最大出力72% * 年度毎に変動 |

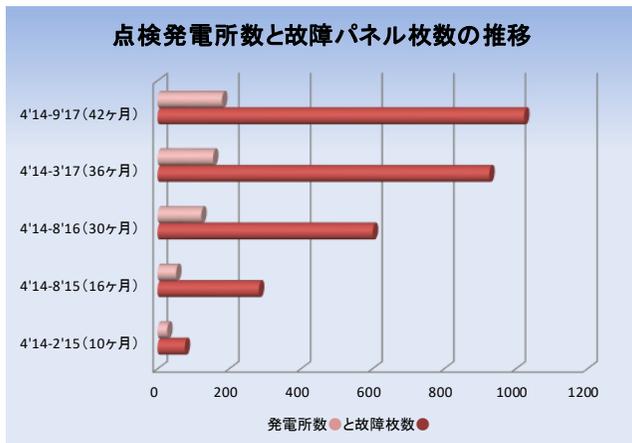
市場の反応

- メンテフリーなので必要ない。故障はあるのか。
- 設置で忙しい。保守は今でなく後で考える
- 1 Mの太陽光発電所では4000枚のパネルがある。
故障探しのために、4000回のスキャンはやれない
- ソラメンテで見つけた故障パネルを、メーカーが
本当に無償交換してくれるのか
- 故障探しの労力に対する採算性はあるのか
- 専門性のいらない故障チェッカーは有用だ

初期の営業戦略

- つてを頼り、実態確認、実績作り
 - 既存施設は保守性がよくなく、測定に危険も
 - 行けば何か得られた
- 伝道者探し
 - セミナーの参加者
 - 地域の電気主任技術者の方々
 - 近隣の施工会社
- 市場の反応への対応

アイテスが4年間全国の発電所 **180箇所** で点検デモを実施した結果、パネル故障(クラスタ故障)は経年が浅い発電所でも多く発生している



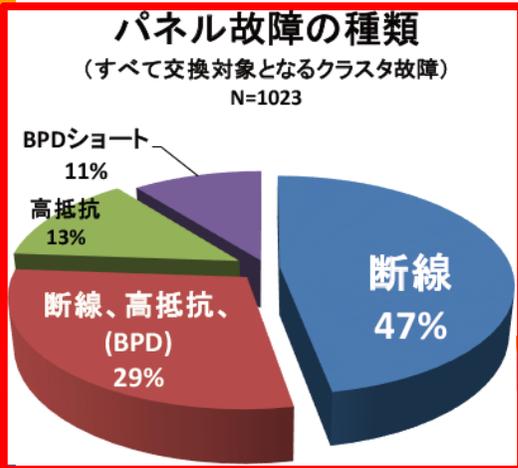
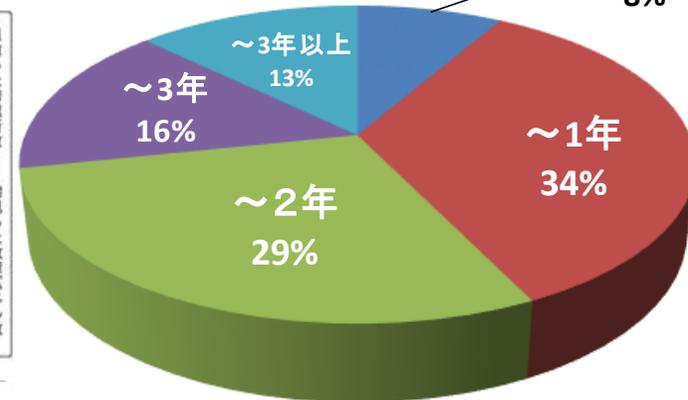
検出故障パネル数(※) = **1,023**

稼働年数内訳

稼働年数

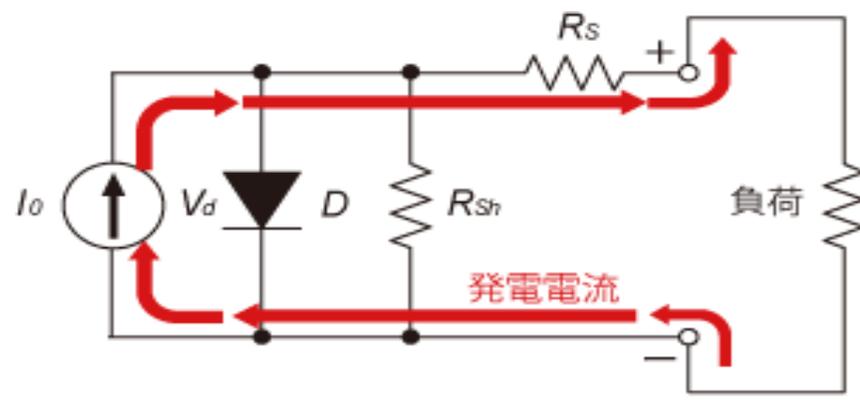
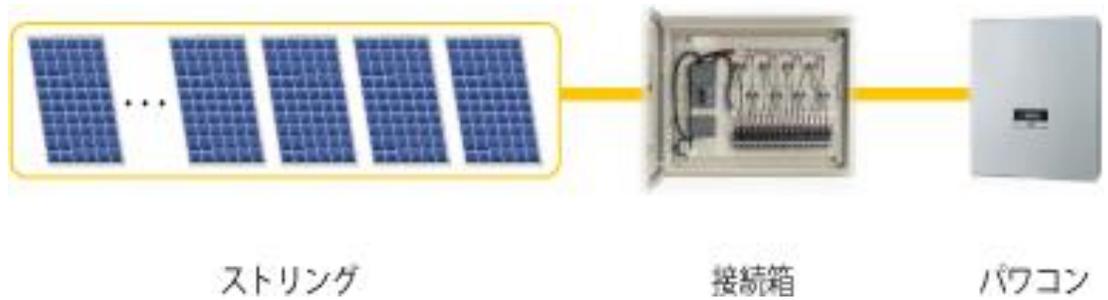
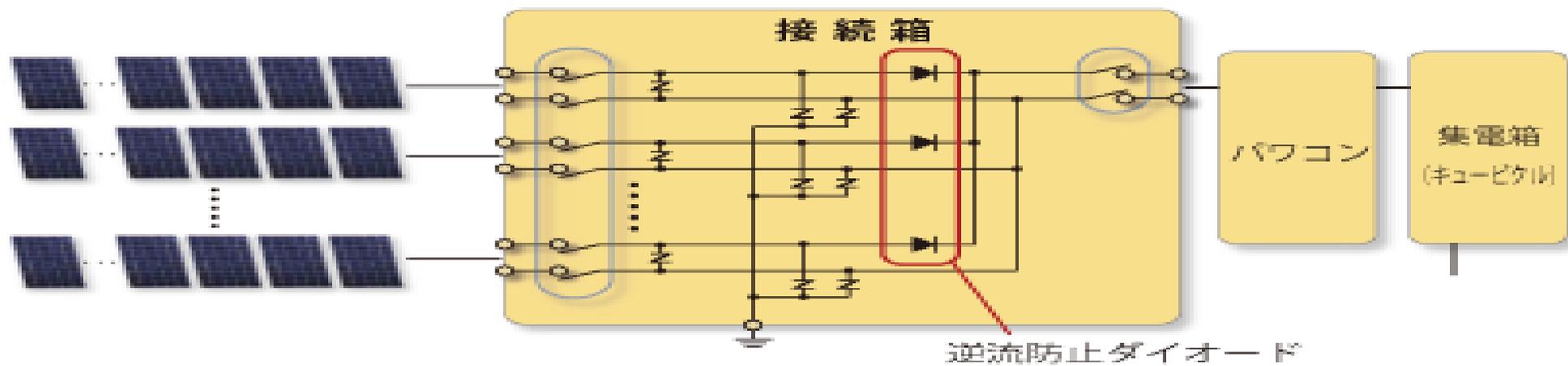
N=180

竣工前
8%



※ ソラメンテが検出した故障パネル枚数

故障探しの時間短縮ができないか



- R_s : 太陽電池の配線路の直列抵抗
- R_{sh} : pn 接合の漏れ電流に起因する並列抵抗
- I_0 : 発電電流
- V_d : 太陽電池にかかる電圧

ソラメンテ-Zの誕生

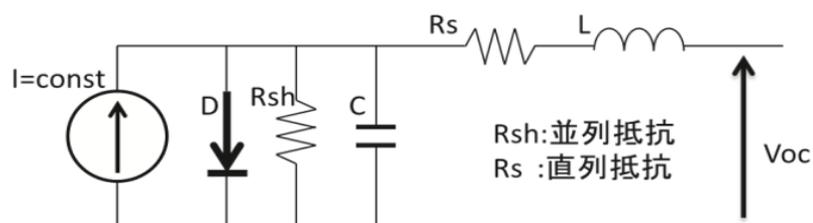


図4 交流を考慮した等価回路

$$Z = R + j\omega L + 1/j\omega C$$

$$= R + j(\omega L - 1/\omega C) \quad (\text{ただし, } \omega = 2\pi f) \quad (1)$$

よって、インピーダンスの大きさは

$$|Z| = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2} \quad (2)$$

RLC 直列回路に無理なく近似することができる。



図5 交流信号を印加した場合の近似等価回路

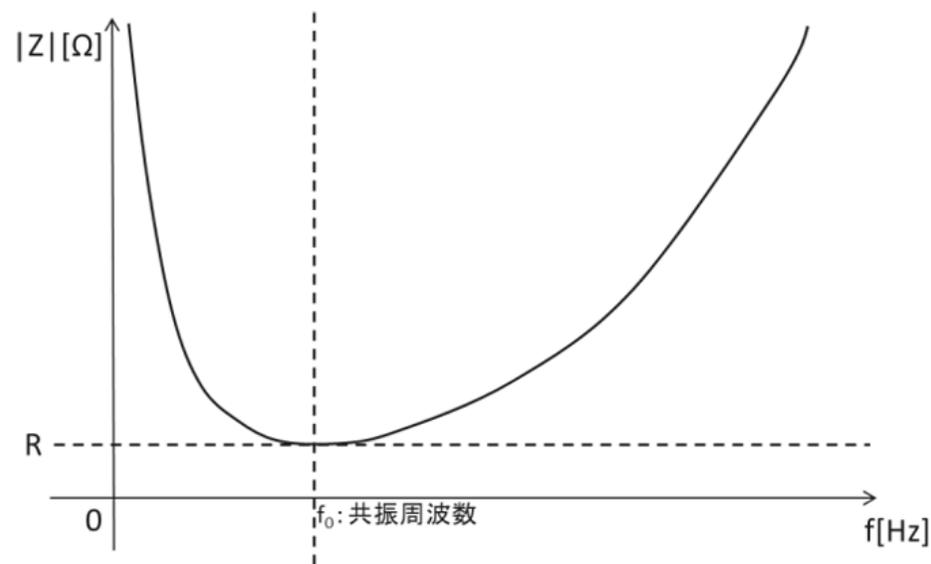


図7 RLC 直列回路のインピーダンス - 周波数特性

ソラメンテ-Zで500KW発電所30分で測定

500KW(110ストリング)の発電所をソラメンテZにて測定



上記4ストリングにてソラメンテiSでクラスタ故障パネルを特定

メガソーラーでの実態例

日経メガソーラービジネス2017年3月17日記事

<https://tech.nikkeibp.co.jp/dm/atcl/feature/15/302961/031600045/?ST=msb>

鹿児島県サンシャインエナジー湧水発電所

出力約20MW パネル容量約26MW 86112枚

1ストリング18直列 4784ストリング

1年で17枚、1年半で26枚

Zで故障検出 0.02%

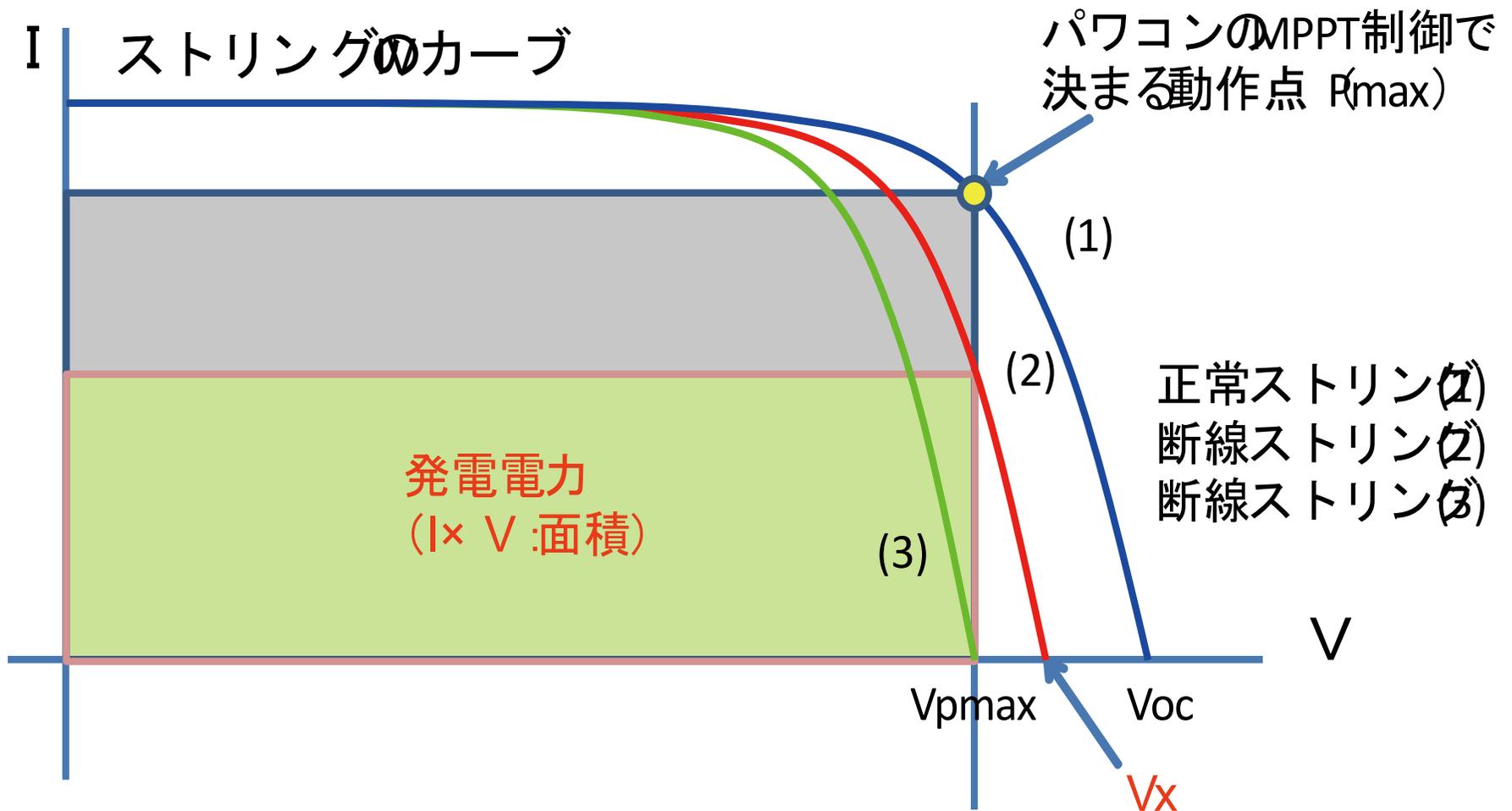
常駐2名

他の装置で検出できず



なぜ20倍も出力が減るの？

クラスタ断線故障と発電低下の例（一括型パワコンの時）



太陽電池業界にソラメンテ手法が

ソラメンテの故障モード特定方法

| 故障モード | Solamente-Z SOLAR SYSTEM STRING CHECKER | | Solamente-iS ITES ADVANCED SOLAR CHECKER |
|-----------------|--|--------|---|
| | 開放電圧 | 抵抗値 | 測定方法 |
| ① 正常 | 正常 | 低い | 測定の必要なし |
| ② クラスタ断線 | 低い | 非常に大きい | 通電状態で測定 |
| ③ クラスタ高抵抗化 | 正常 | 大きい | 通電状態で測定 |
| ④ バイパスダイオードショート | 低い | 低い | 開放状態で測定 |

ITES 株式会社
www.ites.co.jp アイテス



次の営業戦略

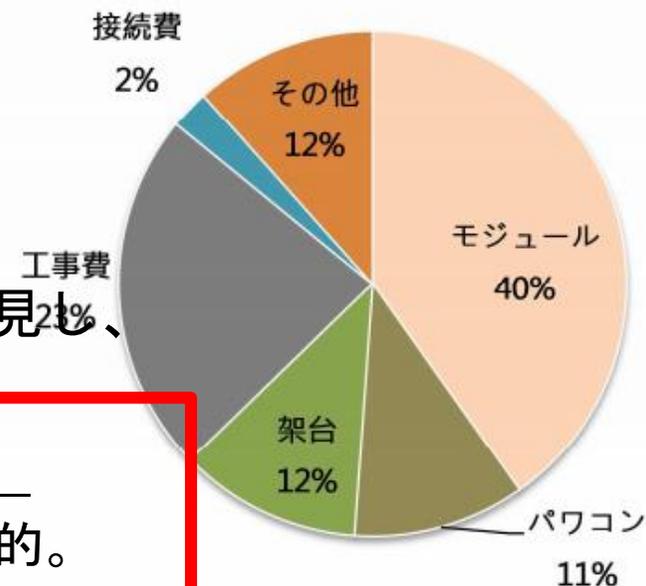
- ターゲットの探索
どのように見つけたか
- メンテフリー風潮の否定
どのように打破したか
- できることをすべてやる
効果が高かったのは？
効果が低かったのは？



法律の遵守、安全確保した上で、

✓ 発電を低下させる原因（故障パネル）を発見し、

✓ 正常品に交換し、発電量を維持すること。
=>これが性能維持視点での、点検の目的。



※モジュール＝ソーラーパネル
図 23 システムコスト内訳

出典：公益財団法人 自然エネルギー財団 2015年 2月
https://jref.or.jp/images/pdf/20150226/PV_Cost_Report_2014.pdf

★**ソーラーパネル**は発電所全体コストの40%を占め、かつ電気と、お金を生み出してくれる**心臓部**

=>故障パネルの見逃しは発電・売電損失を生む

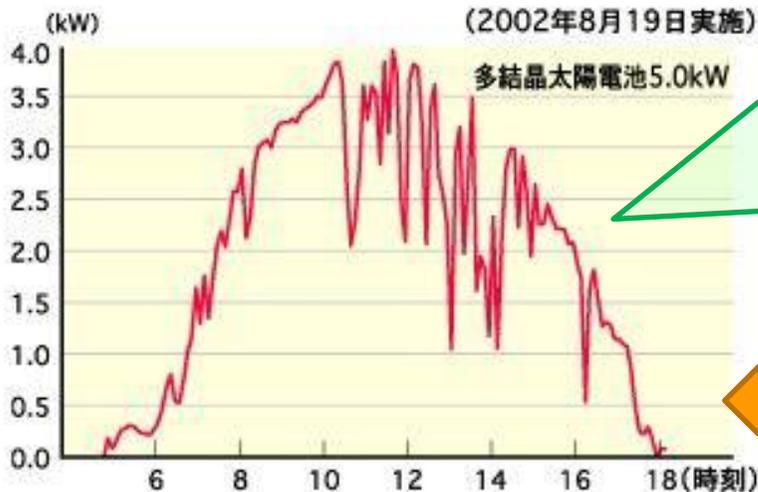
27

天候を利用する太陽光発電。

発電量を24時間、365日遠隔監視していても、メーカーの保証単位である個々の「ソーラーパネル」の **正常、異常の判定は非常に難しい。**

遠隔監視の電力モニターは「**発電所全体**」、もしくは「**パワコン**」「**ストリング**」単位

● 太陽光発電出力



出所: 中国電力HP

事例:

2016年の、ある滋賀県の太陽光発電所の発電量は4月に比べて5月は

約137%でした

また、2016年5月の発電量は2015年の

約164%でした。

保証を議論する数値より、発電所の発電量の変動はケタ違いに大きい

パネルメーカーの「出力保証」は「**パネル**」が対象。

例「最大出力が初年度保証値の97.5%、2年目以降は出力保証値を毎年**0.7%**下げ、25年目まで保証」

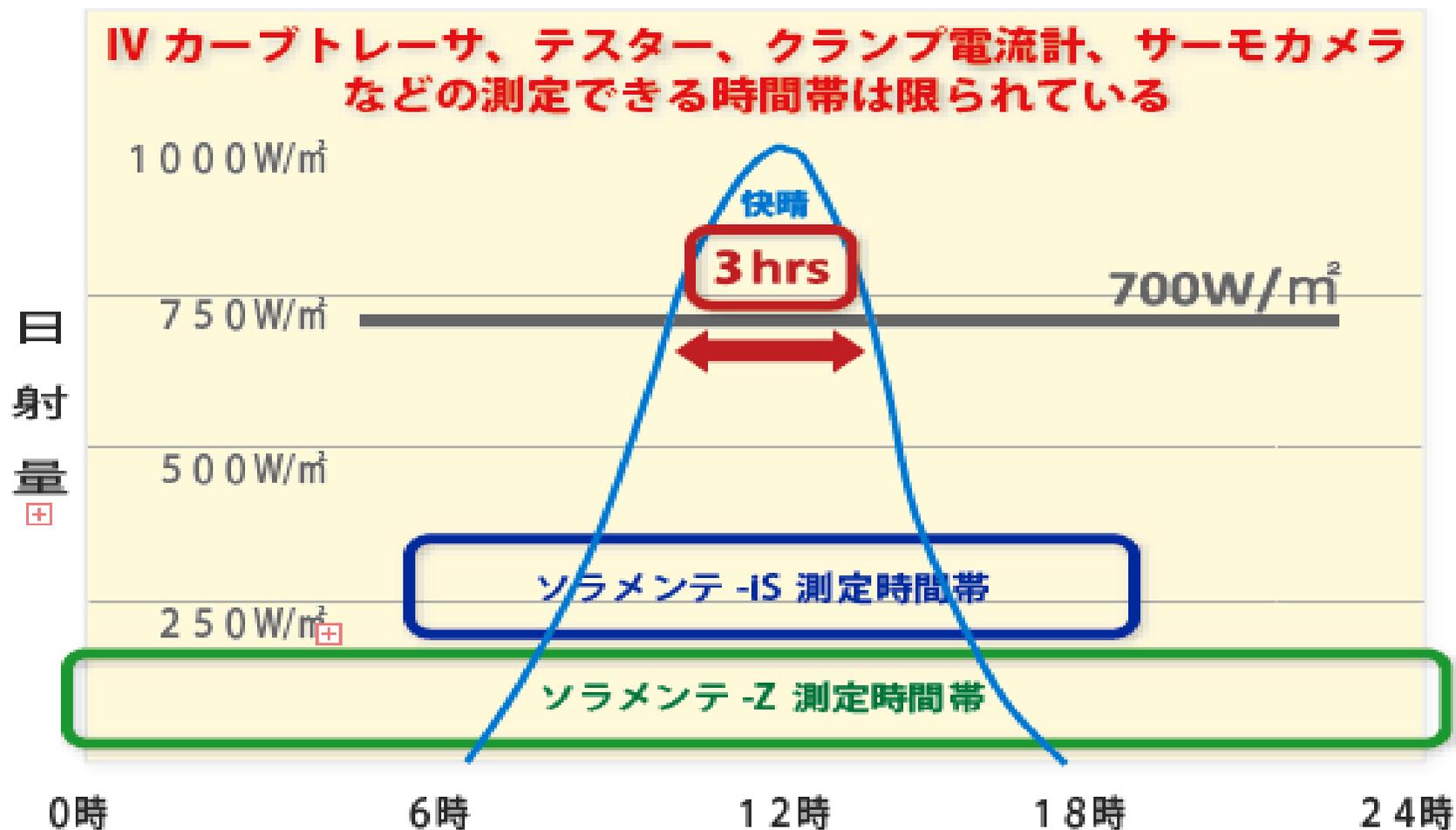
天候の影響込で診ている遠隔監視、サーモ画像、IVデータ、電流計のみの判断では、上記保証の**0.7%**の違いを見落としてしまう実情。

どうやって結びつける？

Copyright © 1993-2018 ITES Co., Ltd.
当資料に掲載されている全ての内容について、
無断複写・複製・転載などを禁止しています。

競合に対する差別化・優位化は？

日射量と測定器の点検可能時間帯の違い +



9

✓ パネルメーカーがソラメンテを使用されている

理由①: アイテスとパネルメーカーの信頼関係

理由②: 結果判断がしやすく対応が早い

太陽電池メーカー
とアイテスは
EL/PL装置、故障解
析、
信頼性試験などで
深いビジネス信頼関
係があります。

✓ 多くのEPC、O&M事業者が使用されている

理由③: パネルメーカー、EPC、O&M社、発電事業者間でパネル交換の条件として話が通じる

エネテック様、PVFACTEC様、オランジュ様、CO2O様、NTTファシリティーズ様をはじめ多くの

O&M事業者様、中部電気保安協会様をはじめ全国の保安協会

✓ 全国の電気主任技術者(協会・自営)が使用されている

理由④: 保安、電気のプロの方にも現場で使えると評価された

大手パネルメーカーA社の
国内市場クレームパネルの
9割がソラメンテでの点検の
結果となっている。

A社自身もソラメンテで
受け入れ確認をされている。

✓ 国内ご使用実績 約1,800台 以上 (2018年4月現在)

(約850社のユーザー様)

多くのユーザー様、現場からの多数の情報を、製品の改善、進化に反映しています

太陽光発電の未来はあるか

□ 発生している諸問題

風雨で飛んだり崩れたり。住宅街の景観・反射光
森林が伐採され保水力低下。再生賦課金増加
将来の廃棄物処理。地産地消でない。昼だけ発電
曇り・雨で発電低下。発電コスト高い

□ 解決の見込みは

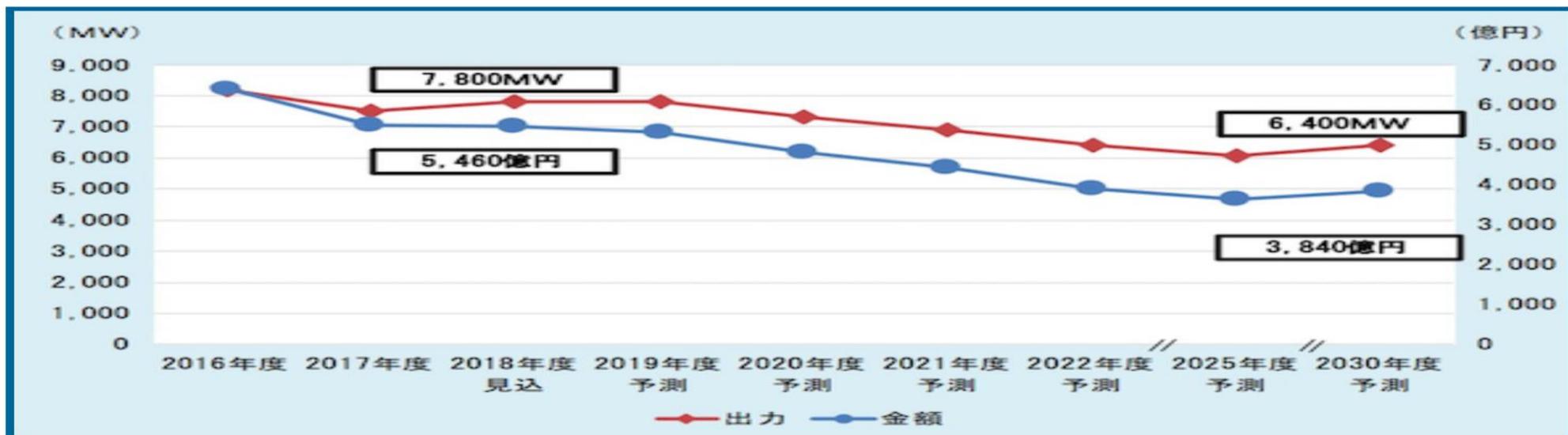
□ 社会が必要とするか

鉱物性燃料輸入額 15.8兆円(2017年)

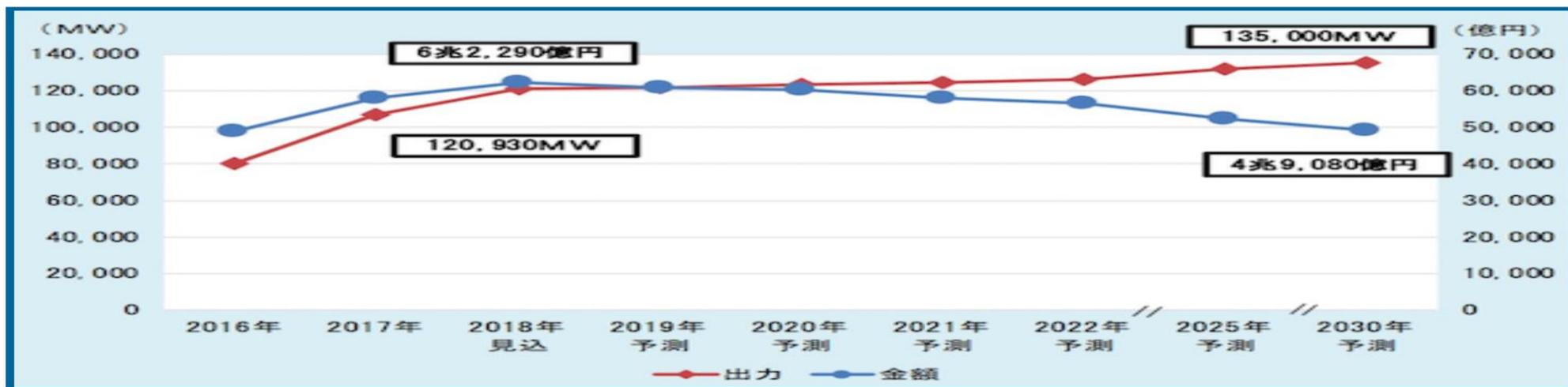
分散エネルギー・燃料不要・運転技能ほぼ不要

低コストの再エネ発電の実現は？

太陽光発電導入予測は？



国内の太陽電池市場の推移予測 出典：富士経済



世界の太陽電池市場の推移予測 出典：富士経済

これからのソーラメンテ

- メーカー保証期間内 20年間～30年
保証条件適用の決め手
- 保証期間外 発電所の命尽きるまで 40年間以上
ソーラーパネル価格：今30-50¢/W → 20¢/W以下
採算性あるまで：ソーラーパネル5千円以下の世界
- 太陽光発電所の寿命 その先の世界・日本
蓄電池・水素・PtG・系統制御・DR
ブロックチェーン・電力取引市場
EV・ヒートポンプ・熱エネルギー・電化推進
余剰電源による資源・エネルギー閉鎖社会