

日本太陽エネルギー学会
第12回セミナー「太陽光発電システムの長期信頼性に係る課題と対策」

太陽電池モジュールの信頼性

2014年12月12日

石原 隆

三菱電機株式会社

中津川製作所

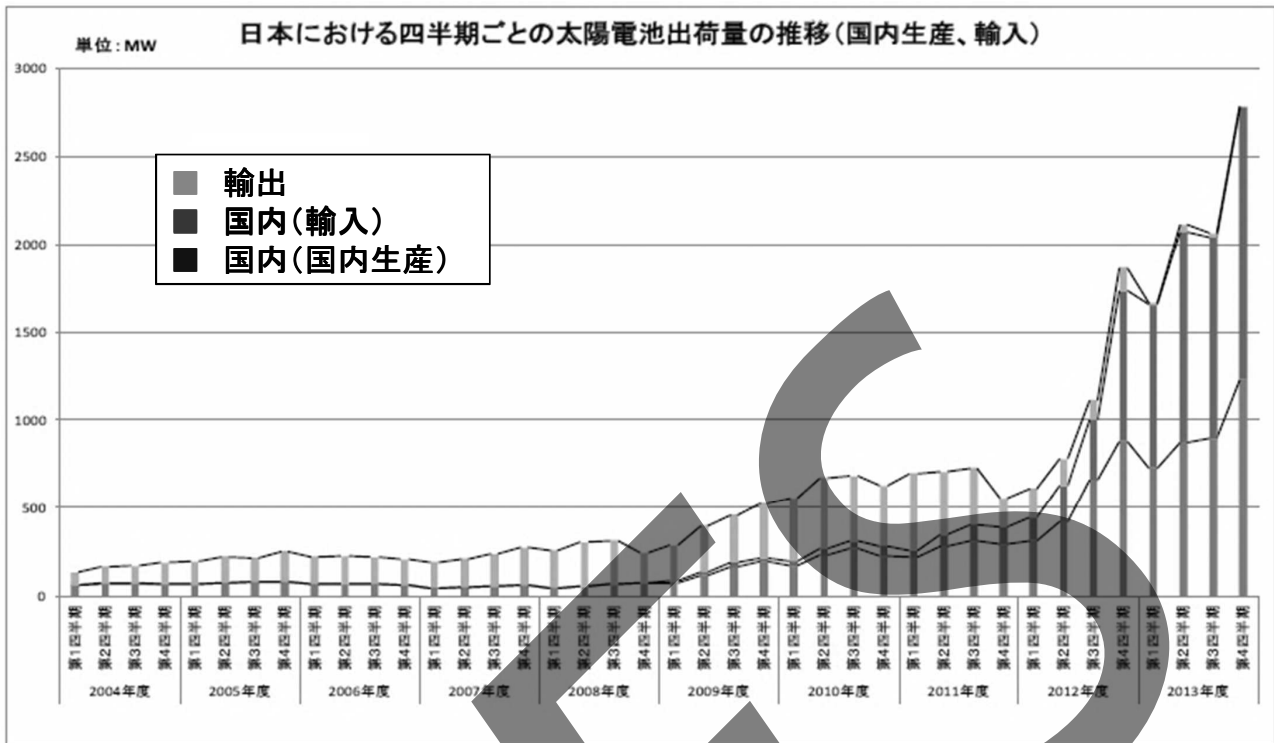
MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

はじめに

1. 国内PVモジュール導入状況と今後の開発方向
2. 当社の環境ビジョンとPV事業
3. モジュールの故障と信頼性規格
4. 不具合対策事例と対策
5. さいごに

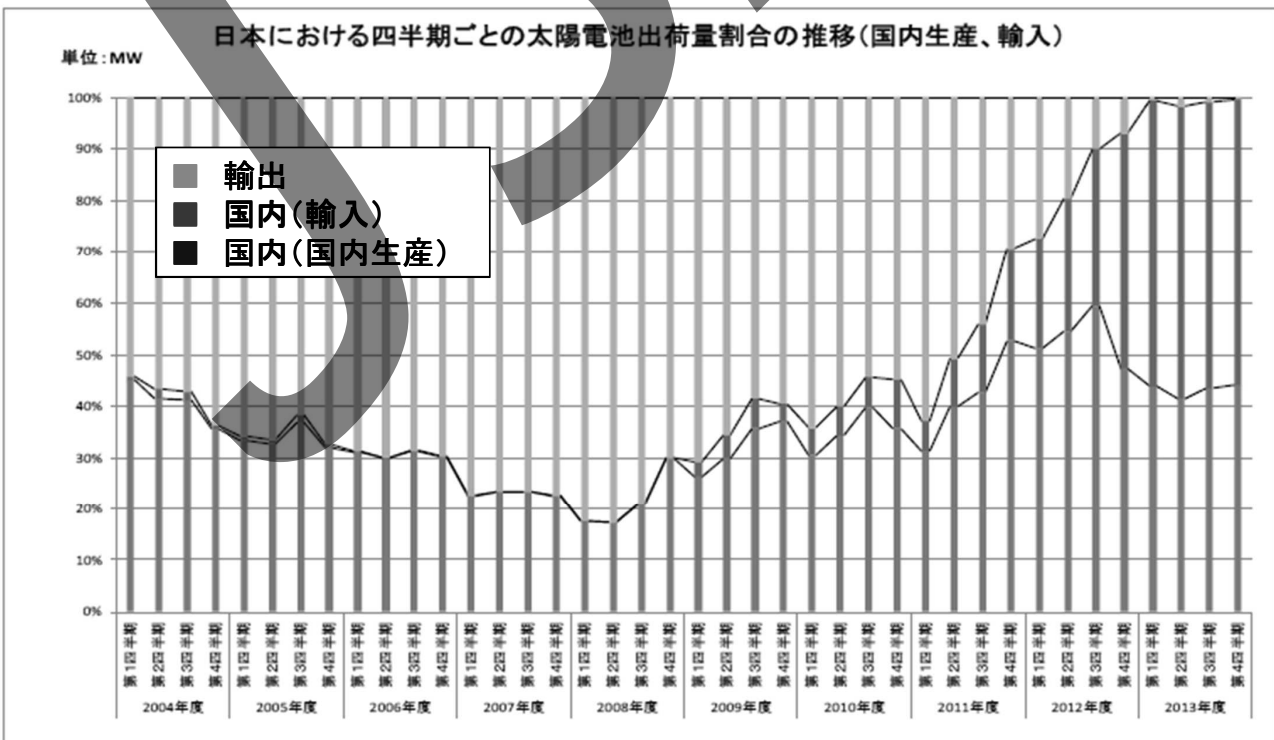
日本における四半期ごとの太陽電池出荷量の推移



出典: NEDO 太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

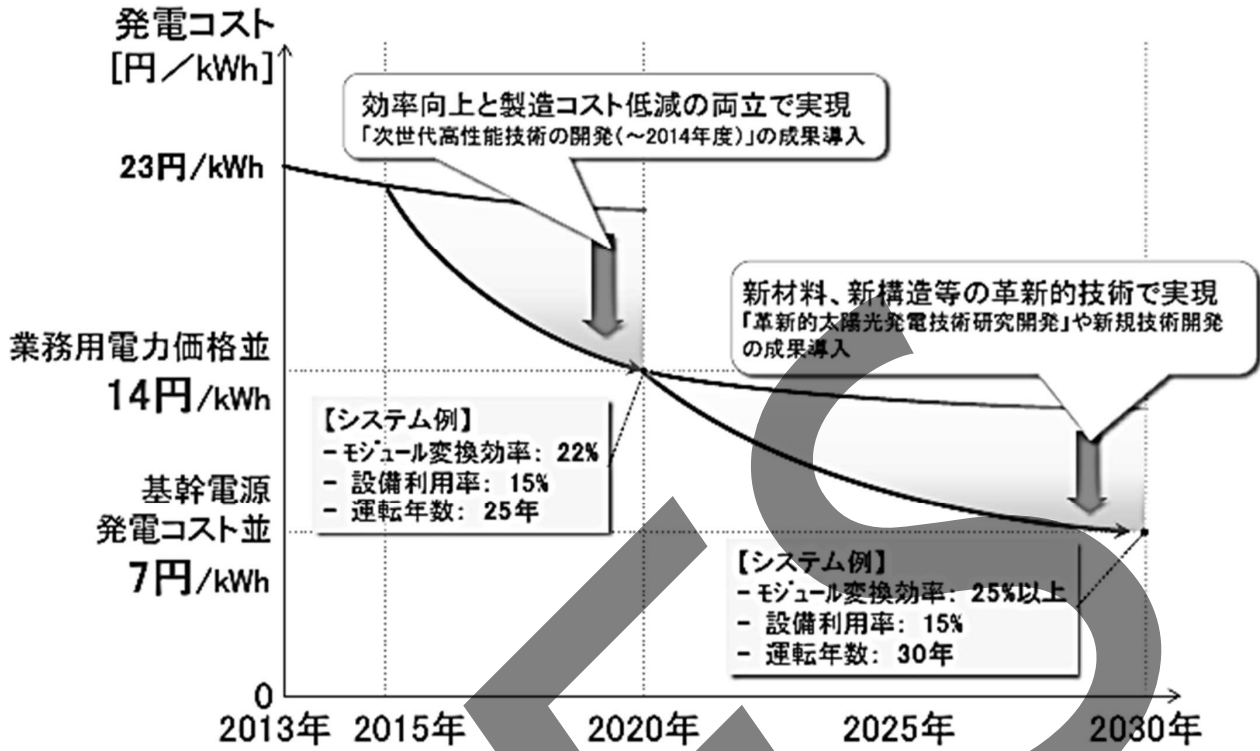
輸出・国内出荷(輸入・国内生産)の比率推移



出典: NEDO 太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

非住宅用システムの発電コスト目標と低減シナリオ



出典: NEDO 太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)

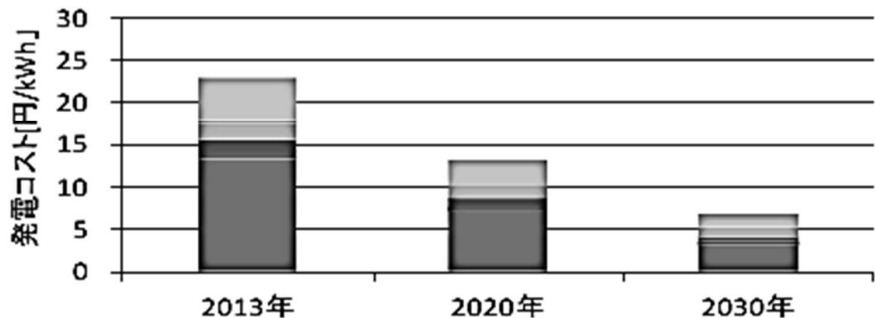
COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

5

発電コスト低減目標を実現する非住宅用システムの例

		2013年	2020年	2030年	
システム価格[万円/kW]		27.5	20	10	
運転年数[年]		20	25	30	
モジュール変換効率[%]		16	22	25	
設備利用率[%]		13	15	15	
発電コスト [円/kWh]	メンテナンス	5.05	3.18	1.59	
	廃棄	0.48	0.23	0.09	
	オペレーション	土地賃借料	1.98	1.25	1.10
		固定資産税	1.49	0.83	0.40
	初期費 (導入+系統接続)	系統連系費	0.65	0.48	0.43
		土地造成費	0.19	0.10	0.08
システム価格		13.26	7.14	3.17	
合計		23.10	13.21	6.87	
うち、メンテナンス費以外		18.15	10.03	5.27	

- 修繕費・諸費、人件費
- 廃棄処理費
- 土地賃借料
- 固定資産税
- 系統連系費
- 土地造成費
- システム価格



出典: NEDO 太陽光発電開発戦略(NEDO PV Challenges)

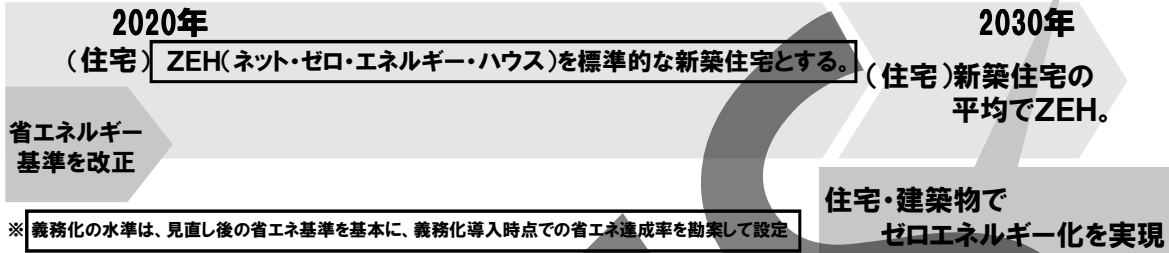
COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

6

新築住宅はZEHへ(2020年政府目標)

- ①2012年施行「都市の低炭素化の促進に関する法律」では、低炭素建築物認定制度を創設。住宅の一次消費エネルギー量を、住宅省エネ基準の10%削減を目標値とする。
- ②2020年には、ZEH(ネット・ゼロ・エネルギー・ハウス)を新築住宅の標準的性能の目標とする。

2012年 2013年 2014年 2015年 2016年 2017年 2018年 2019年 2020年 2030年



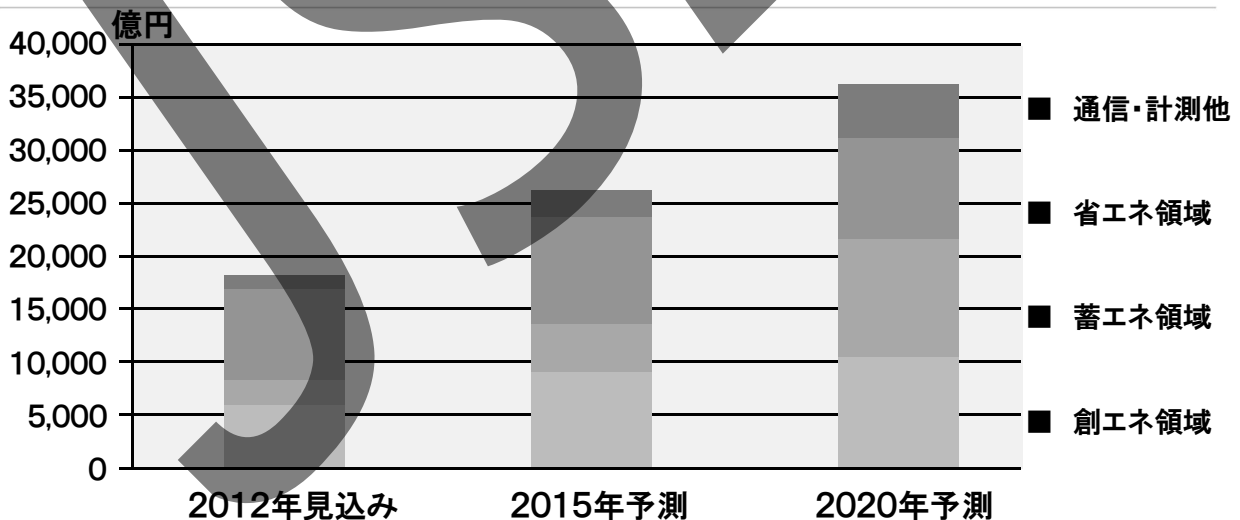
高い住宅性能を前提とした、新たな住宅設備機器・システムの提案が可能になる。スマートハウス普及の基盤が整備される。

ZEH支援事業ではエネルギー計測装置の設置が補助金の要件

出典:国土交通省「都市の低炭素化の促進に関する法律」ロードマップから、住宅関連を当社抜粋

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

国内スマートハウス関連市場予測



通信・計測他	HEMS、エネルギーモニター、「見える化」サービス、HGW(ホームゲートウェイ)、ブロードバンドルータ、住宅用分電盤、スマートタップ、電力スマートメーター、ガススマートメーター、水道スマートメータ、高速PLCモジュール、ZigBeeモジュール、V2G/V2H、DR(需要反応)アグリゲーションサービス、ホームICT型生活支援サービス
省エネ領域	スマート家電、直流給電システム
蓄エネ領域	家庭用定置型リチウムイオン電池、家庭用ヒートポンプ式給湯器、EV/PHV、EV/PHV充電器
創エネ領域	住宅用太陽光発電システム、家庭用燃料電池システム、太陽熱利用システム

*(株)富士経済「スマートハウス関連技術・市場の現状と将来展望2013」

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

技術と行動で 人と地球に貢献する

▶ 製品使用時のCO₂排出量
30%削減(2000年基準)

▶ 生産時のCO₂排出総量
30%削減(1990年基準)※

▶ 発電時のCO₂削減への貢献

▶ 製品3Rの推進
資源投入量削減

▶ ゼロエミッション

低炭素社会

循環型社会

生物多様性保全への対応
自然との共生、環境マインドの育成

※. 単独: 1990年、国内関係会社: 2000年、海外関係会社: 2005年

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

9

スマートグリッド・スマートコミュニティ実証実験

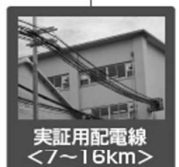
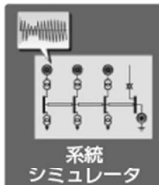
実証実験設備全体概要

基幹系

需要家

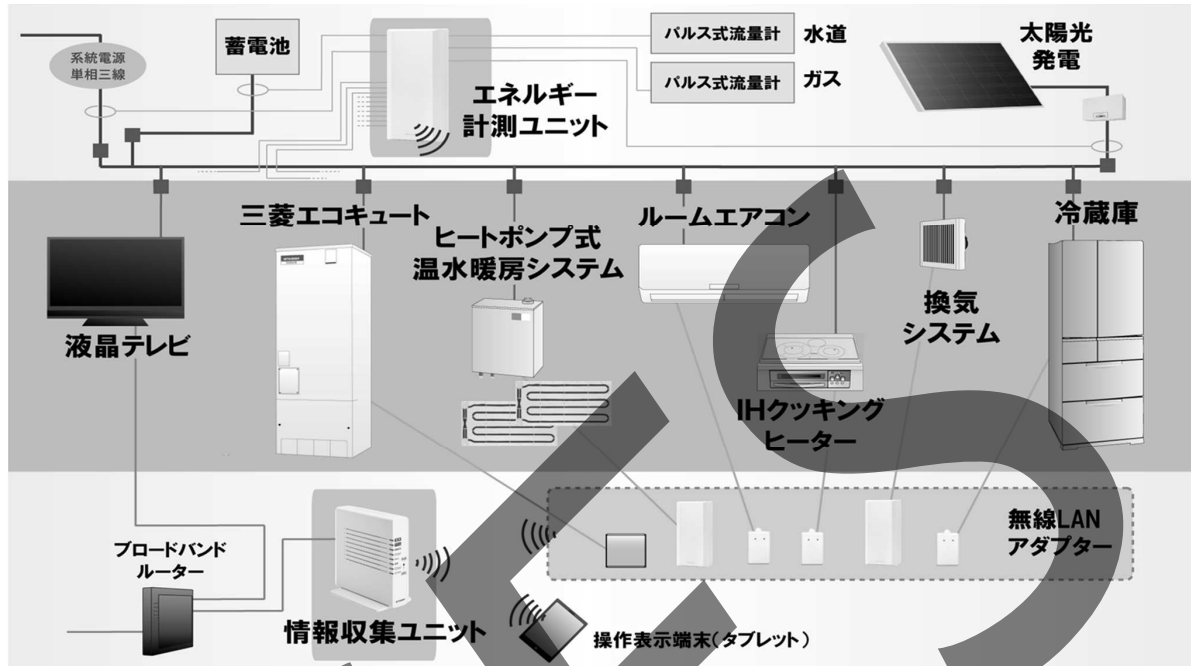
配電系

共通
インフラ



当社スマートハウスのシステム構成図

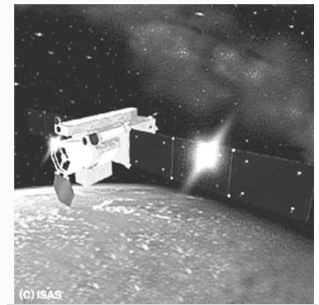
- ① Android 4.2以上の汎用タブレットを操作表示端末として利用。
- ② 汎用性が高く、送信速度が高い無線LANにより接続。
- ③ HEMS標準規格「ECHONET Lite」対応。



COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

当社太陽光発電事業の沿革

- ▲ 1974年 オイルショック直後のサンシャイン計画を契機に中央研究所で研究開発開始。
- ▲ 1976年 宇宙衛星用から事業開始。
- ▲ 1981年 商用インバータの開発開始。
- ▲ 1993年 沖縄県宮古島に750kWシステム納入。
- ▲ 1996年 住宅用事業に参入(中津川製作所)。
- ▲ 1998年 飯田工場で太陽電池(多結晶Si)の自製開始。
- ▲ 2002年 海外市場へ進出。
- ▲ 2003年 国内初の鉛フリー半田モジュール量産開始。
- ▲ 2010年 飯田第二工場完成、稼働開始(単結晶Si)。
多結晶Siセル変換効率: 19.3%(当時のWR)。
- ▲ 2011年 単結晶Siセル製造開始。
- ▲ 2013年 モジュール製造規模: 500MW。
- ▲ 2014年 モジュール生産能力: 650MW。
n型単結晶Siセル変換効率: 21.0%。



COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

太陽光発電システムの拠点

中津川製作所(岐阜県中津川市)

- パワコン製造
 - ・国内向けパワコン製造
 - ・月産6,000台



中津川製作所 飯田工場(長野県飯田市)

- セル工場
 - ・1998年に多結晶セル製造開始
 - ・単結晶セル用新工場設立 (2010年2月竣工)



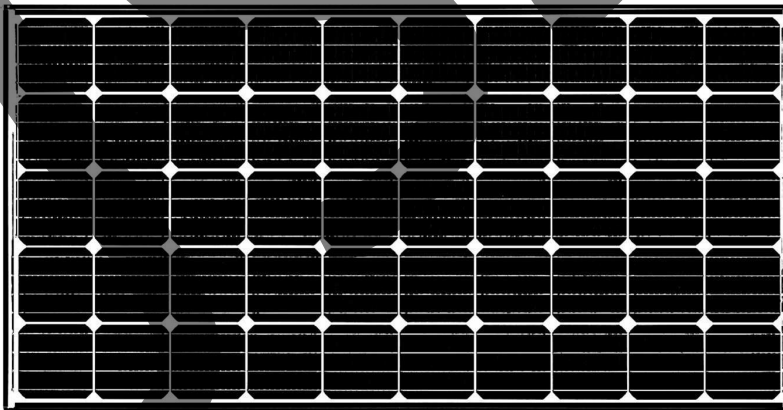
先端技術総合研究所(兵庫県尼崎市)

- 太陽電池セル・モジュール研究開発

中津川製作所 京都工場(京都市長岡京市)

- モジュール工場
 - ・国内・海外向けモジュール製造
 - ・単結晶Si太陽電池モジュール生産ライン 年産650MW体制

モジュールの構造



断面構造

バックフィルム(PET、PVFなど)

端子ボックス
出力ケーブル

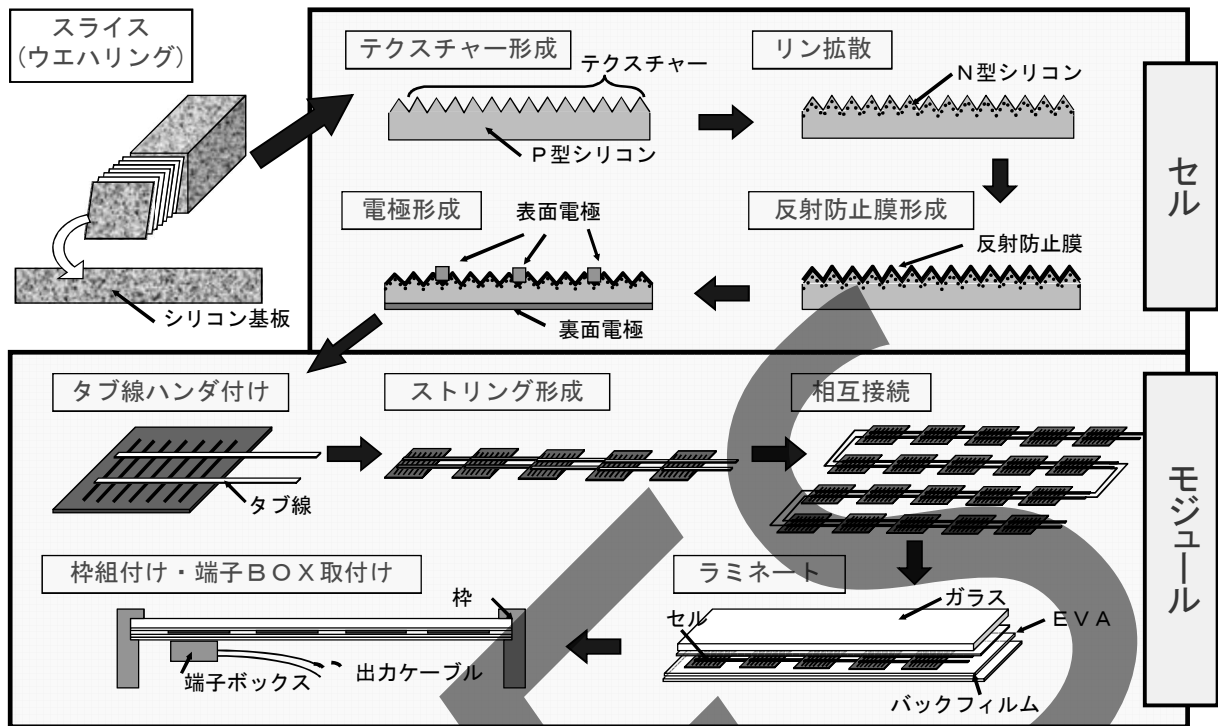
強化ガラス

EVA(封止材)

太陽電池セル

EVA(封止材)

アルミフレーム



COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

モジュールの信頼性とは？

機能性

耐環境性

- 高温多湿(電圧)
- 温度サイクル
- 結露凍結
- 静圧荷重
- 動的荷重
- 積雪・降雹
- 塩害
- 輸送振動
- 風振動
- ...

出力

- モジュール温度
- 設置場所依存
- ...

安全性

感電

- 接地
- 絶縁／湿潤絶縁
- 等電位接続

火災

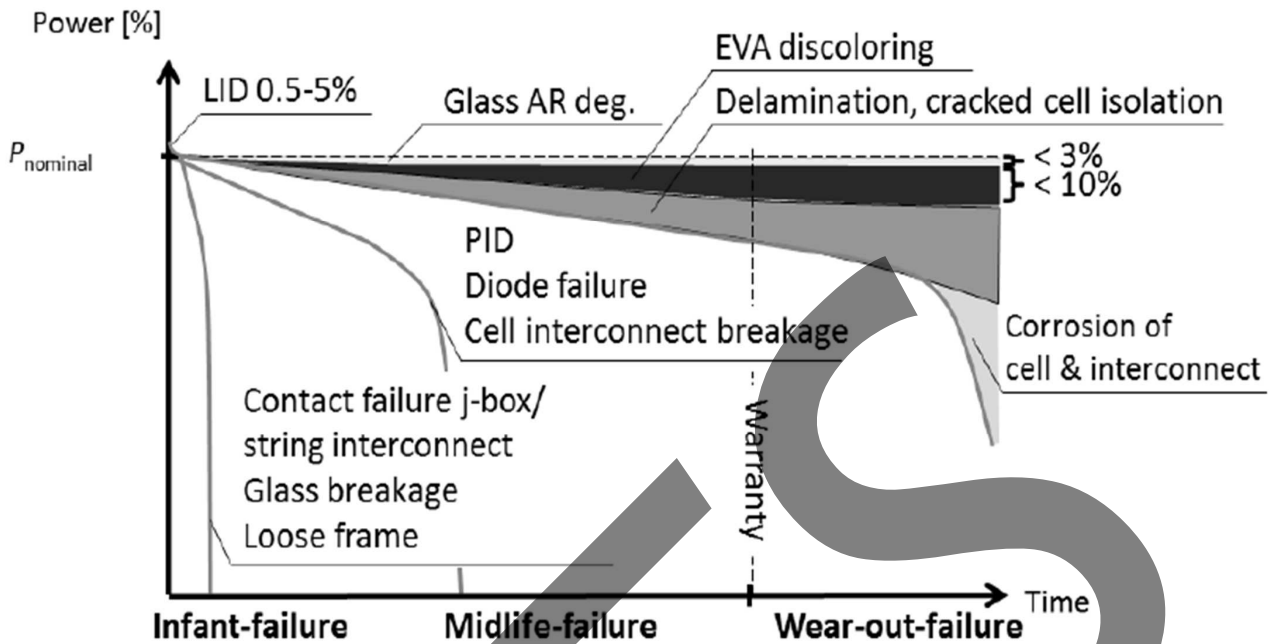
- 延焼
- 着火性
- 逆電流
- ダイオード

傷害

- 切創
- 破壊
- ...

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

モジュール故障の典型的な3タイプ

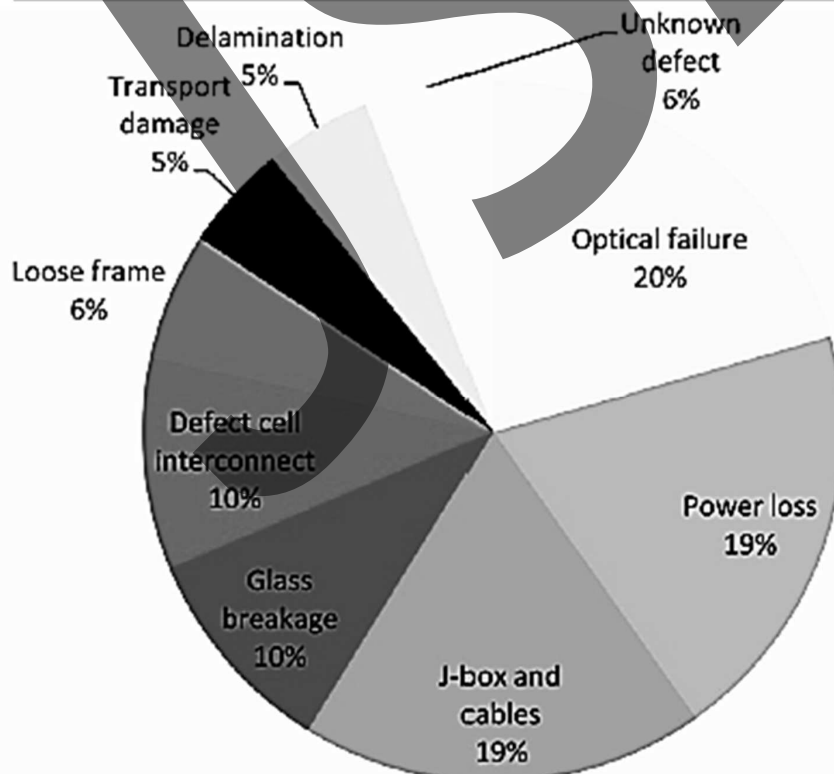


出典: Review of Failures of Photovoltaic Modules (IEA PVPS Task 13 External final report IEA-PVPS March 2014)

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

17

モジュール初期故障モード(設置後2年)



2006~2010年にドイツの業者が設置した約200万台のモジュール初期故障を分類

- ・J-BOX/ケーブル
- ・ガラス
- ・インタコネクタ
- ・フレーム
- ・輸送時のダメージ
- ・剥離

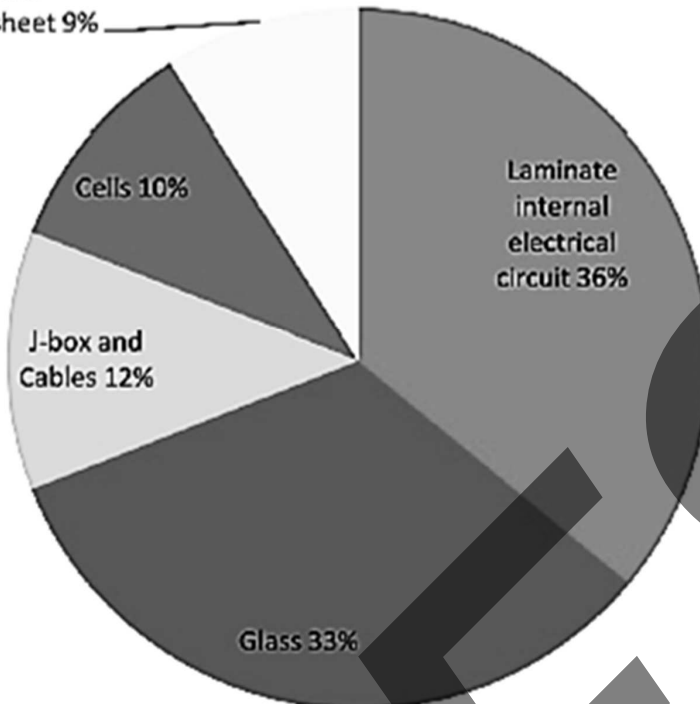
出典: Review of Failures of Photovoltaic Modules (IEA PVPS Task 13 External final report IEA-PVPS March 2014)

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

18

8年運転後のモジュール故障モード

Encapsulation
and
Backsheet 9%



21メーカーの様々なタイプのモジュール故障を分類

- ・内部電気回路
- ・ガラス
- ・ジャンクションボックス
- ・セル
- ・封止材／バックシート

11～12年で2%程度は保証範囲外まで劣化すると推定

出典: Review of Failures of Photovoltaic Modules (IEA PVPS Task 13 External final report IEA-PVPS March 2014)

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

19

JIS C 8990 (IEC 61215 ed.2)

日本工業規格

JIS
C 8990 : 2009
(IEC 61215 : 2005)

地上設置の結晶シリコン太陽電池 (PV) モジュール— 設計適格性確認及び形式認証のための要求事項

Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules—
Design qualification and type approval

序文

この規格は、2005年に第2版として発行された IEC 61215 を基に、技術的内容及び対応国際規格の構成を変更することなく作成した日本工業規格である。

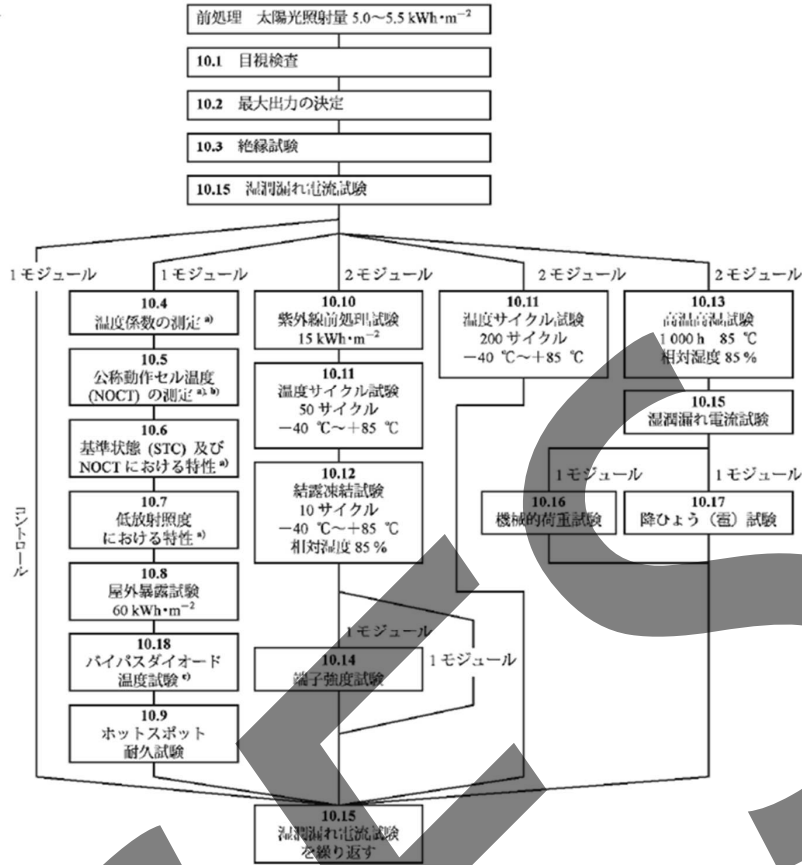
1 適用範囲及び目的

この規格は、JIS C 60721-2-1 に定義する一般屋外の気候で、長期運転に適した地上設置太陽電池モジュールの設計適格性確認及び形式認証に対する要求事項を規定する。この規格は、結晶シリコン系モジュール（以下、モジュールという。）だけに適用する。薄膜モジュールについては、JIS C 8991 で規定している。

この規格は、集光装置付きモジュールには適用しない。

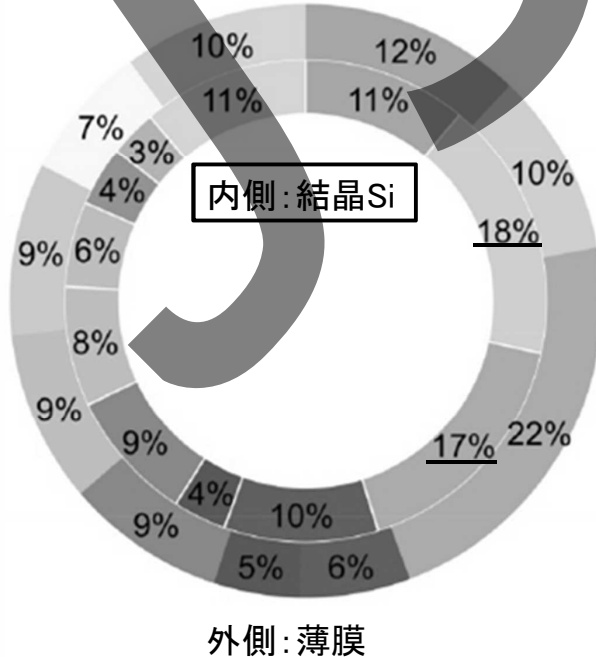
COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

JIS C 8990 (IEC 61215 ed.2)



IEC61215の各種試験での故障割合

TÜV Rheinlandでの認証試験時の故障 (2006~2013年6月)



- Initial measurements
- Thermal cycling test, 200 cycles
- Damp heat test
- Humidity freeze test
- Thermal cycling test, 50 cycles
- Hot-spot endurance test
- Mechanical load test
- Mechanical load test (5400 Pa)
- Cut susceptibility test
- Bypass diode thermal test
- Reverse current overload test
- Light induced degradation
- All other tests (< 3%)

太陽電池モジュールの安全適格性確認—

第1部：構造に関する要求事項

Photovoltaic (PV) module safety qualification—

Part 1: Requirements for construction

序文

この規格は、2004年に第1版として発行された IEC 61730-1 を基に、技術的内容及び構成を変更することなく作成した日本工業規格である。

なお、この規格で点線の下線を施してある参考事項は、対応国際規格にはない事項である。

1 適用範囲

この規格は、太陽電池モジュール（以下、モジュールという。）がその寿命の間、電気的にも機械的にも安全な運転を達成するための、構造に関する基本的な要求事項について規定する。機械的作用又は環境の影響で発生する感電、火災及び人的傷害を査定するための具体的な項目を規定する。この規格は、構造に関する個別の要求事項を規定しており、JIS C 8992-2 は、試験に関する要求事項を規定している。

この規格の目的は、JIS C 8992-2 による試験を実施して、モジュールの基本構造を認証する場合の基本的な指針を提供することである。これらの要求事項は、モジュールの間違った使用、又は火災、感電及び人的傷害を生じる可能性がある内部部品の破損を最小限にすることを意図している。部品に関する要求事項は、モジュール構造及び使用環境において、モジュールに適した内部部品の性能の証拠を提供することを目的としている。

この規格は、様々なモジュールに適用できるが、建築関連の法規、船舶、車両及びインバータを載せたモジュール（ACモジュール）に対する特別な要求事項については適用しない。

RIGHTS RESERVED.

23

太陽電池モジュールの安全適格性確認—

第2部：試験に関する要求事項

Photovoltaic (PV) module safety qualification—

Part 2: Requirements for testing

序文

この規格は、2004年に第1版として発行された IEC 61730-2 を基に、技術的内容及び構成を変更することなく作成した日本工業規格である。

なお、この規格で点線の下線を施してある参考事項は、対応国際規格にはない事項である。

1 適用範囲

この規格は、太陽電池モジュール（以下、モジュールという。）がその寿命の間、電気的にも機械的にも安全な運転を達成するための、試験に関する要求事項について規定する。機械的作用又は環境の影響で発生する感電、火災及び人的傷害を査定するための具体的な項目を規定する。JIS C 8992-1 は、構造に関する個別の要求事項に関係しており、この規格は、試験に関する要求事項を規定している。

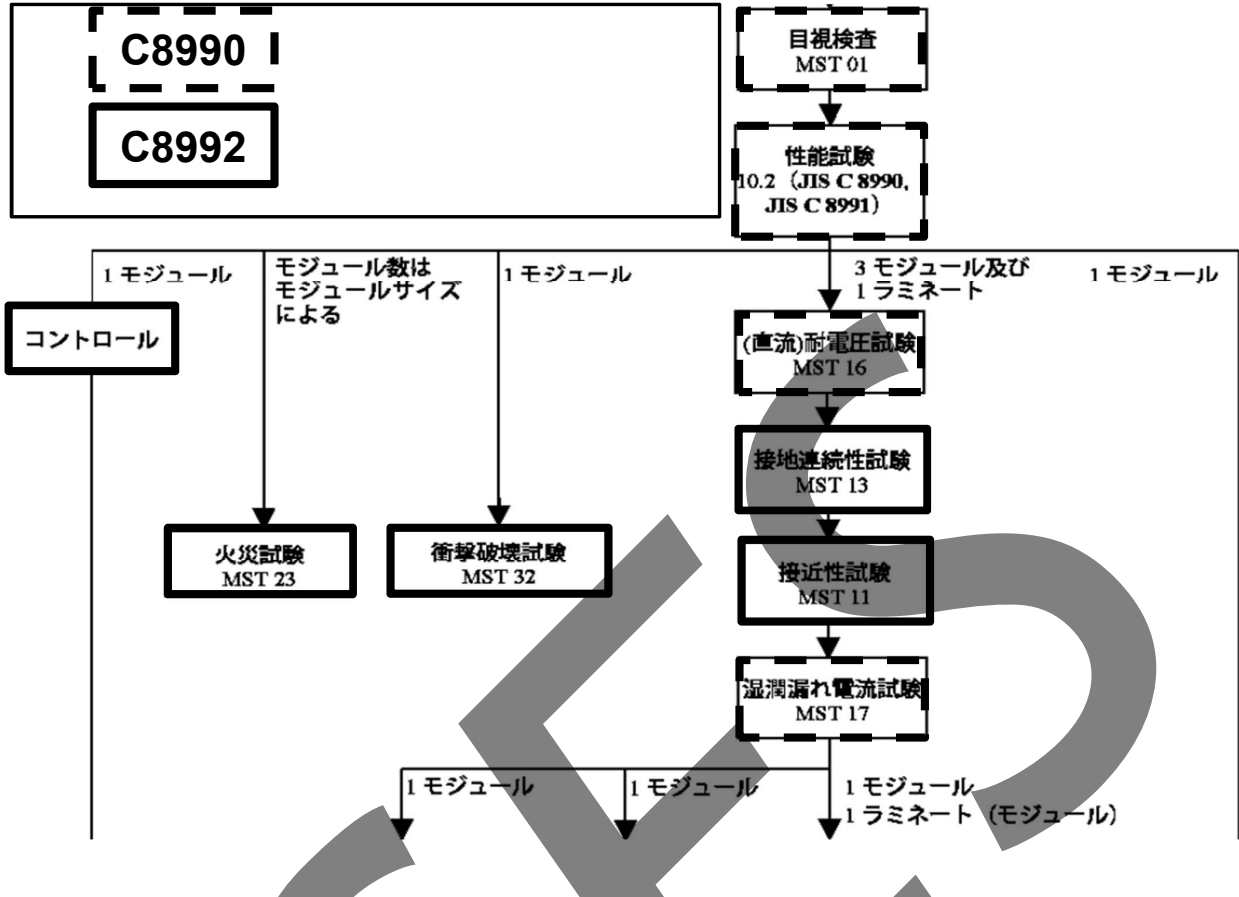
この規格は、様々なモジュールに適用できるが、建築関連の法規、船舶、車両及びインバータを載せたモジュール（ACモジュール）に対する特別な要求事項については適用しない。

この規格は、規定する試験手順が JIS C 8990 又は JIS C 8991 と調和するように作成しており、モジュールを設計する上で、安全及び性能の両方を一組の供試体で評価することができる。

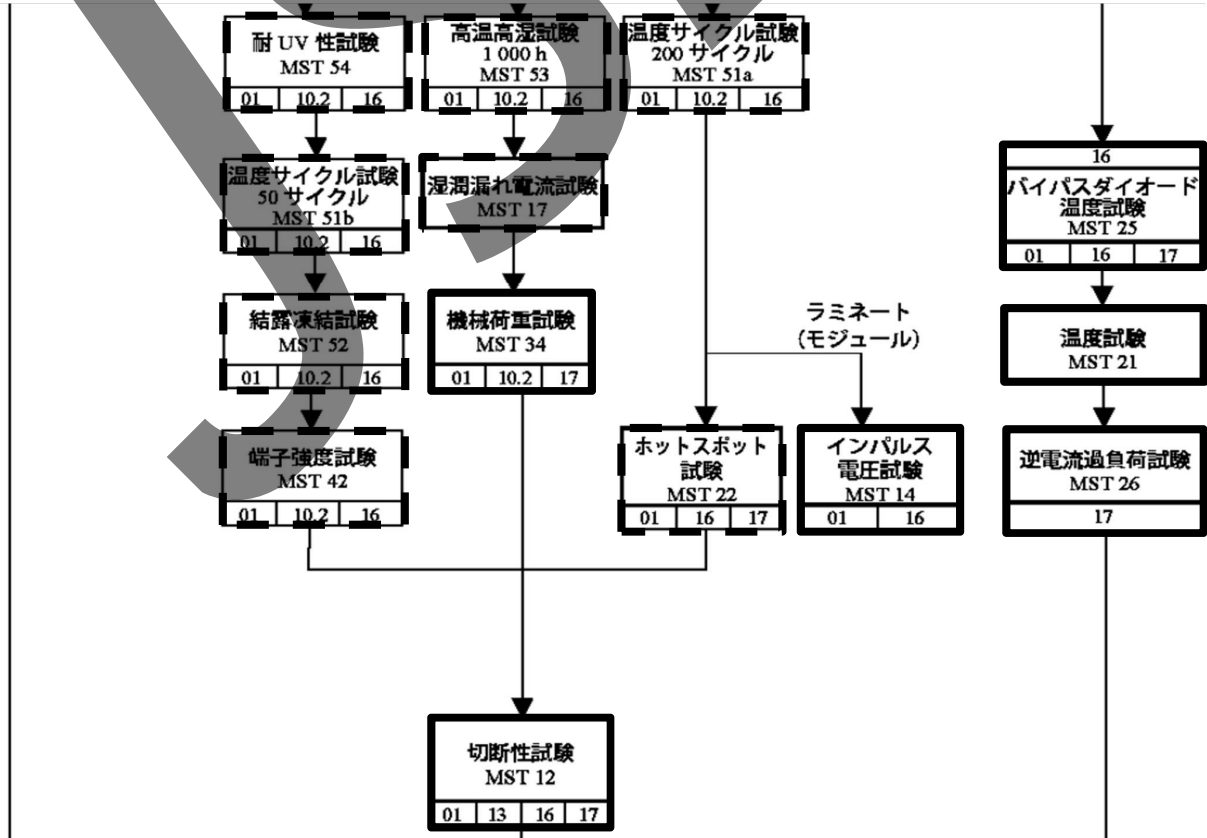
SERVED.

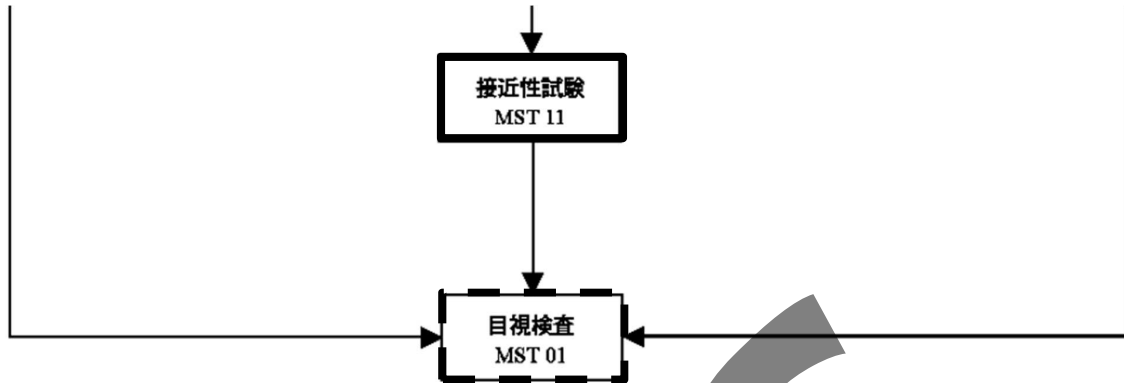
24

JIS C 8992-2 (IEC 61730 ed.1)



JIS C 8992-2 (IEC 61730 ed.1)





現在、IEC61215 Ed.2、IEC61730 Ed1ともに改定作業中

- 61730 Ed.2では火災試験、部分放電試験の削除、バックシート厚さの規定の追加、シーケンスの変更、など大きな改定が行われる方向(2015年中の発行見込み)
- 61215-1/-2/-1-1/2/3/4(元Ed.3)では結晶と薄膜系規格の統一、技術サンプル不可、認証機関の測定不確かさを0とする、など大きな変更が行われる方向(サンプル、不確かさは修正される見込み)

TERRESTRIAL PHOTOVOLTAIC (PV) MODULES - GUIDELINE FOR INCREASED CONFIDENCE IN PV MODULE DESIGN QUALIFICATION AND TYPE APPROVAL

1 Scope

This International Guideline is applicable to sites manufacturing photovoltaic (PV) modules certified to IEC 61215 or IEC 61646 for design qualification and type approval. The design qualification and type approval of PV modules depend on appropriate methods for product and process design, as well as appropriate control of materials and processes used to manufacture the product. This Guideline lays out best practices for product design, manufacturing processes, and selection and control of materials used in the manufacture of PV modules that have met the requirements of IEC 61215 or IEC 61646. These guidelines also form the basis for factory audit criteria of such sites by various certifying and auditory bodies.

The object of this guideline is to provide more confidence in the ongoing consistency of performance and reliability of certified PV modules. The requirements of this guideline are defined with the assumption that the quality management system of the organization has already fulfilled the requirements of ISO9001 or equivalent quality management system. By maintaining a manufacturing system in accordance with this guideline, PV modules are expected to maintain their performance as determined from the test sequences in IEC 61215 or IEC 61646.

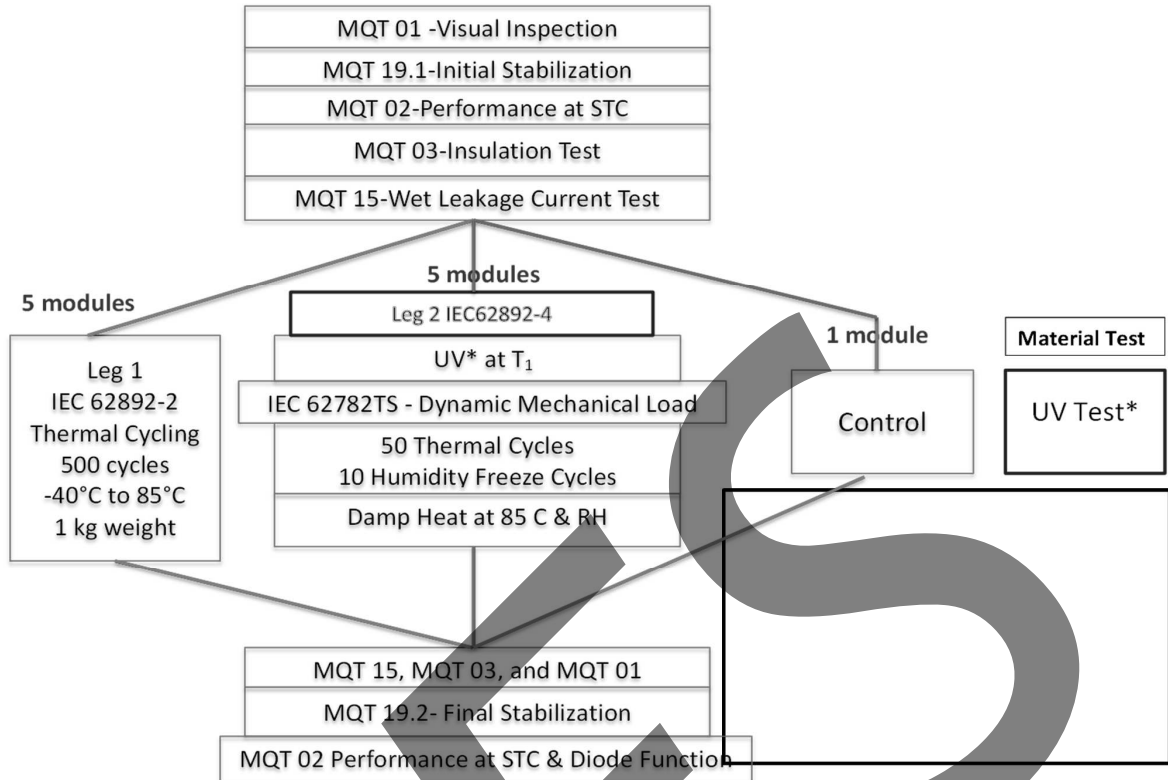
COMPARATIVE TESTING OF PV MODULES TO DIFFERENTIATE PERFORMANCE IN MULTIPLE CLIMATES AND APPLICATIONS – Part 1 Over all test sequence and method of communication

1 Scope and object

The purpose of this international Standard is to define a rating system and associated tests to give a comparative indication of the long-term reliability of flat-plate PV modules in multiple climates and use conditions. The commercial success of photovoltaic technologies is based on long-term reliability. As the industry grows into markets around the world, there will be an increasing need to understand how different climates and specific use conditions affect long-term reliability.

IEC 61215 “Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval” and IEC 61646 “Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval” already provide a set of tests that indicate that the module design is likely to be free of flaws that will result in early module failure. However, IEC 61215 and IEC 61646 do not address long term wear-out of PV modules. This standard is designed to specifically address accelerated stress testing of PV modules to identify their potential to suffer from specifically identified field wear-out mechanisms.

IEC 60721-2-1 Climate Zones	Mounting Classes	
	Rack Mount	Roof Mount
Temperate	Leg 1: 500 thermal cycles Leg 2: UV exposure at 60 °C, DML, 50 TC, 10 HF, and 500 hours of DH (85/85)	Leg 1: 500 thermal cycles Leg 2: UV exposure at 80 °C, DML, 50 TC, 10 HF, and 500 hours of DH (85/85)
Warm Damp Equable	Leg 1: 500 thermal cycles Leg 2: UV exposure at 80 °C, DML, 50 TC, 10 HF, and 1000 hours of DH (85/85)	Leg 1: 500 thermal cycles Leg 2: UV exposure at 80 °C, DML, 50 TC, 10 HF, and 1000 hours of DH (85/85)
Extremely Warm Dry	Leg 1: 500 thermal cycles Leg 2: UV exposure at 80 °C, DML, 50 TC, 10 HF, and 1000 hours of DH (85/40)	Leg 1: 500 thermal cycles Leg 2: UV exposure at 100 °C, DML, 50 TC, 10 HF, and 1000 hours of DH (85/40)



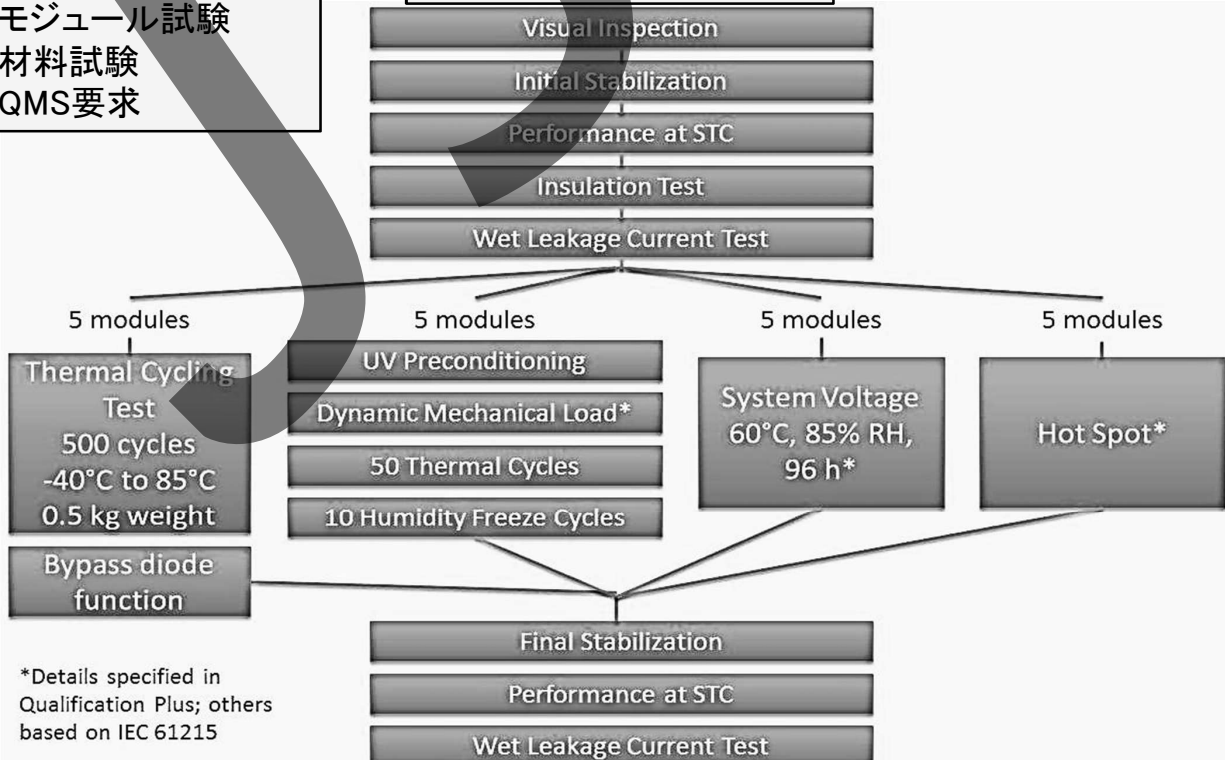
* UV Exposures TBD

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

ANSI/TÜV-R 71732-01

- ・モジュール試験
- ・材料試験
- ・QMS要求

モジュール試験シーケンス

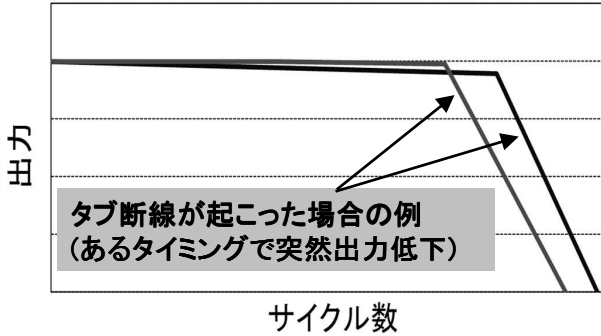


*Details specified in Qualification Plus; others based on IEC 61215

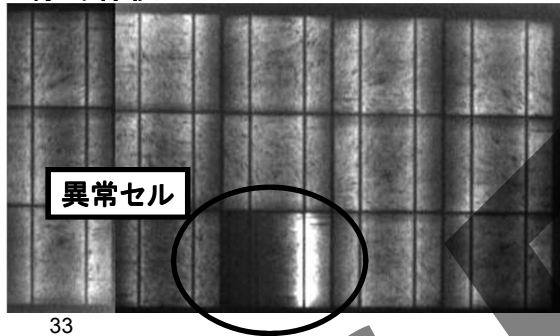
温度サイクル(TC)試験

温度サイクル試験

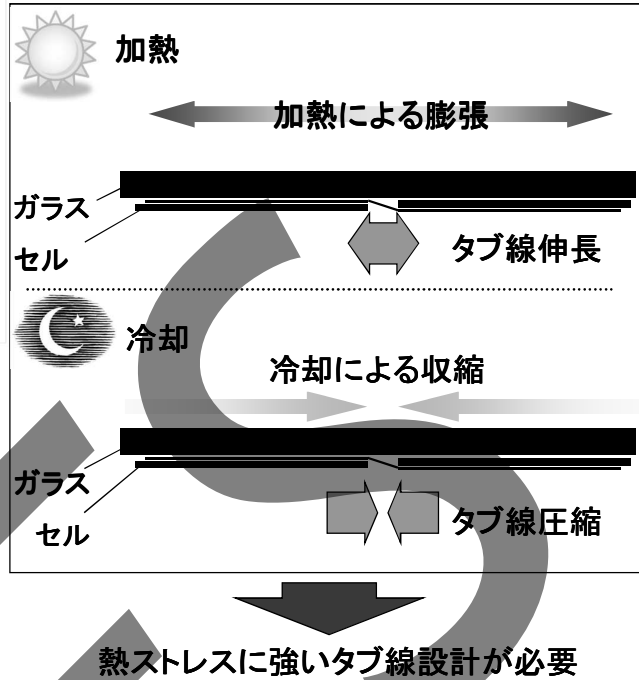
温度サイクル試験での不具合 (イメージ)



赤外線検査



タブ断線の原理

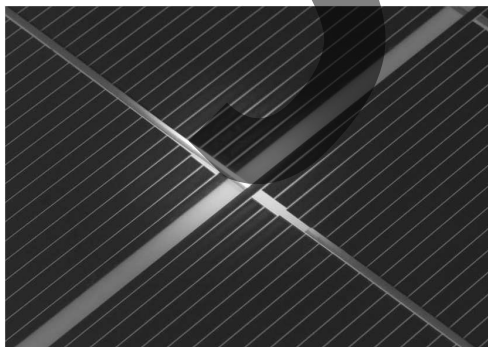


COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

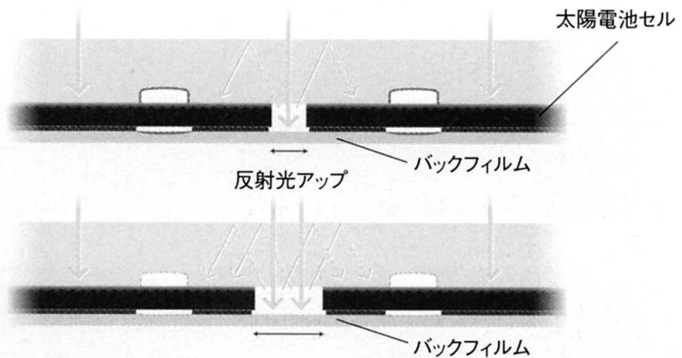
セル間隔適正化による耐久性向上

セル間隔の適正化

太陽電池モジュールの耐久性は、設置後にセルと配線にかかり続けるストレスに大きく左右される
→高い耐久性を確保するために、セル間隔を広げ、インタコネクタへのストレスを軽減

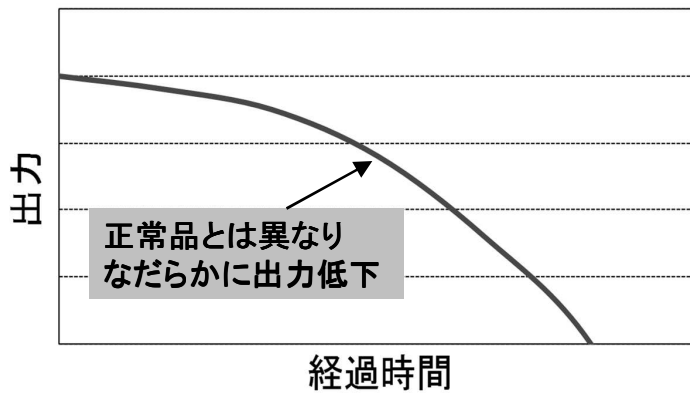


セル間隔を適正に保たないと
タブ断線を引き起こす可能性。



高温高湿(DH)試験

高温高湿試験での不具合 (イメージ)

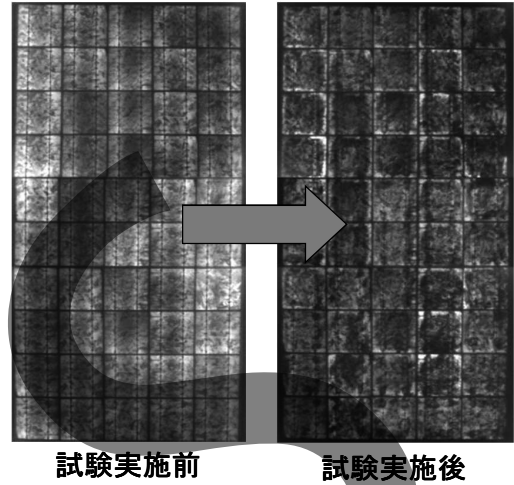


耐湿劣化: バックシートやモジュール周辺から侵入した水分の影響により、電極を腐食して直列抵抗が増加

電極形成やラミネートプロセスのバラツキを抑えるプロセス管理が重要

35

EL(Electro-Luminescence)解析 による試験実施前後の発光量の比較

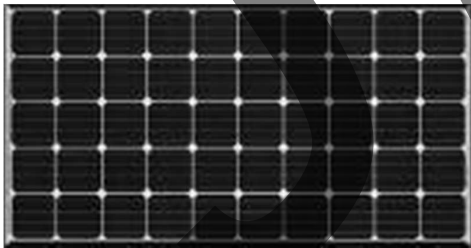


COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

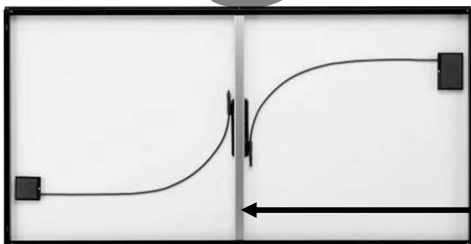
太陽電池モジュールの耐久性

積雪対応

背面にプロテクションバーを採用することで、積雪荷重に対し最大4800Paを確保。多雪地域でも高い信頼性を実現。



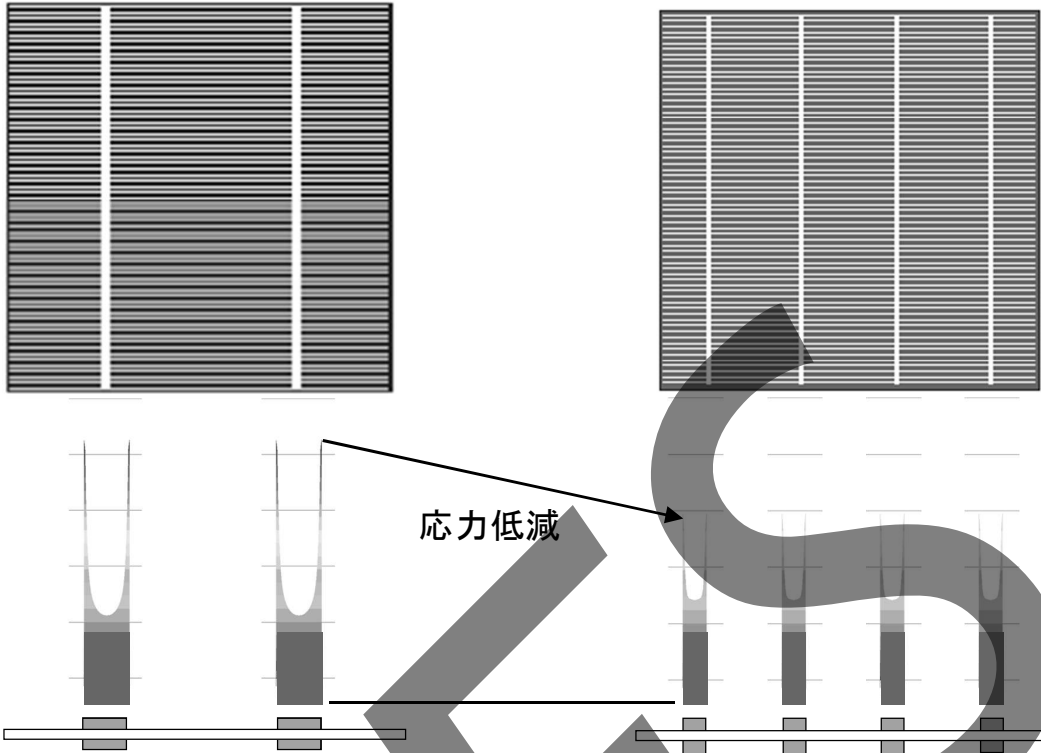
背面プロテクションバーの剛性向上により4800Paの荷重耐力を実現。



36

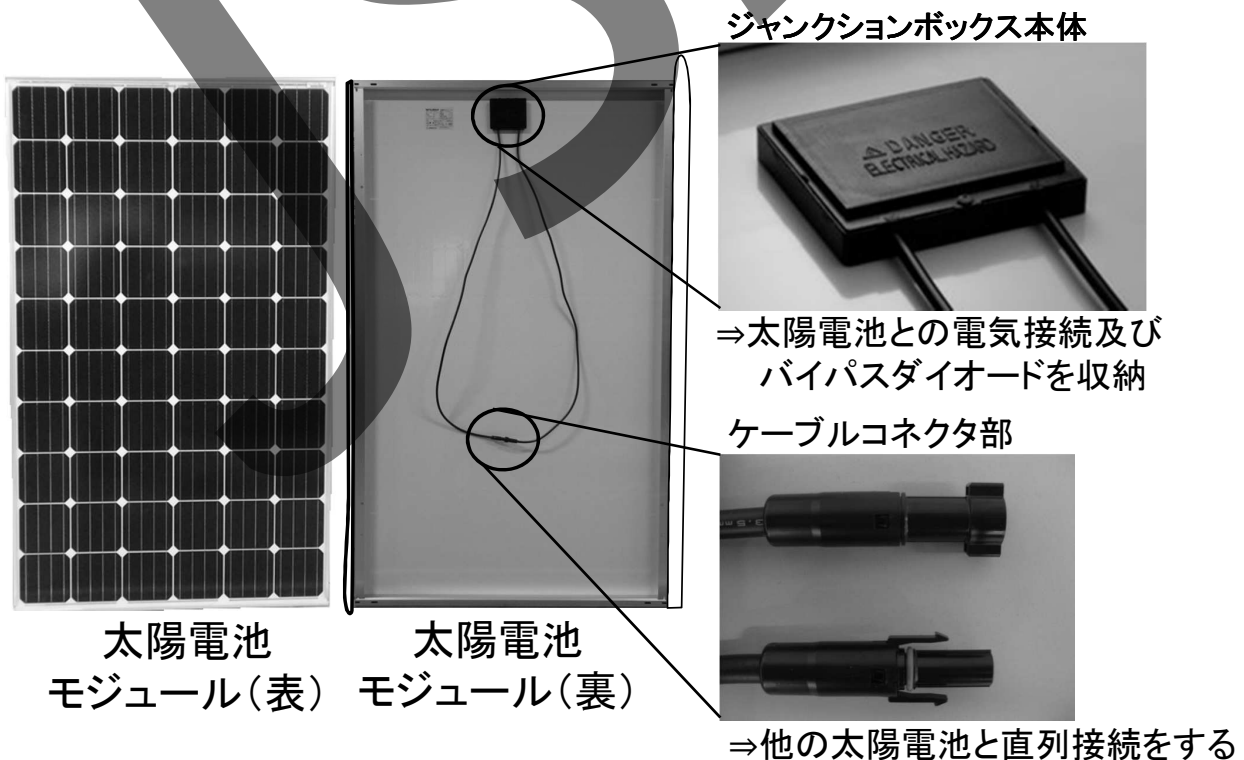
COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

4本バス化による内部応力低減



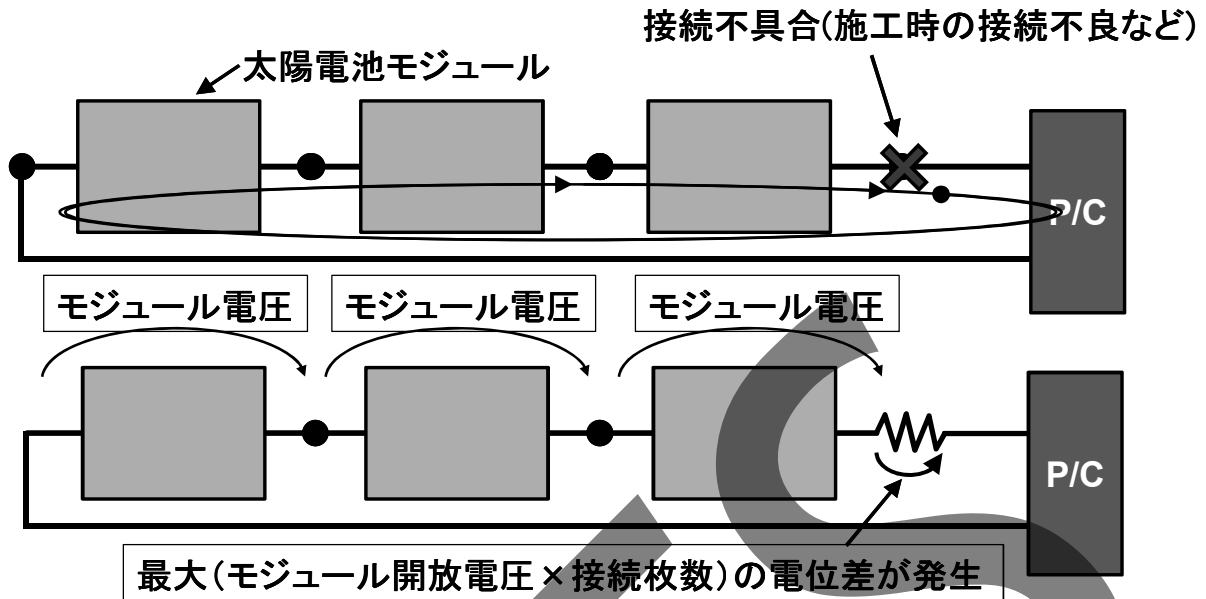
COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

太陽電池モジュールと ジャンクションボックスの役割(1)



COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

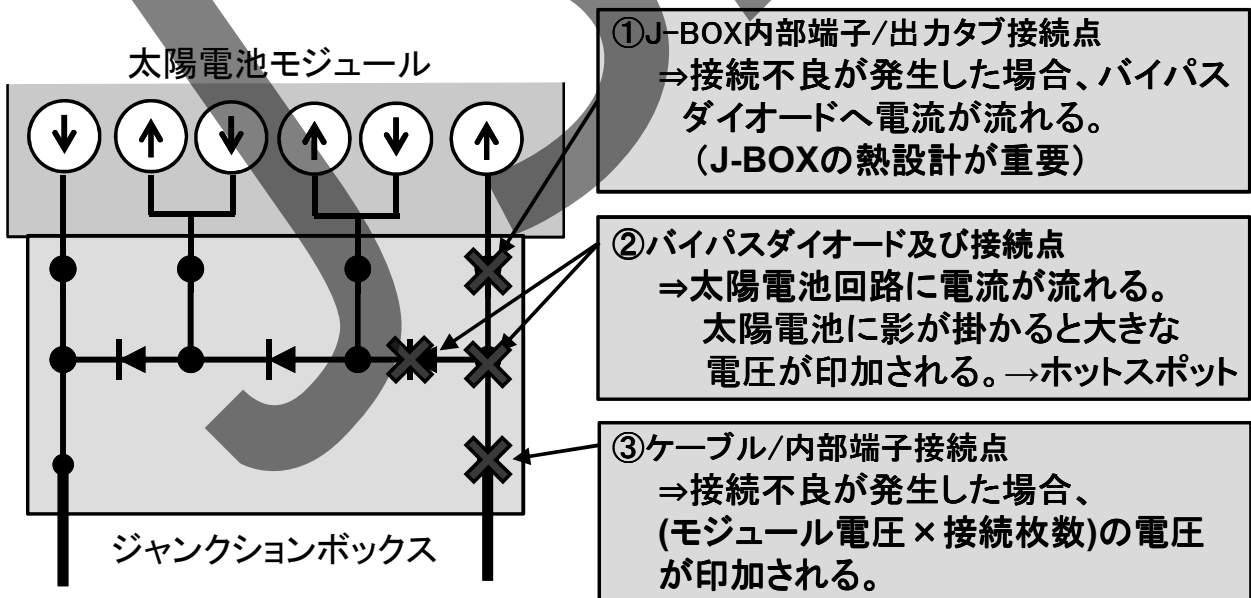
コネクタ部での接続不具合



コネクタ接続部では、最大(モジュール開放電圧 × 接続枚数)の非常に大きな電圧が接続不具合箇所印加される可能性がある

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

ジャンクションボックス(J-BOX)内部での不具合



J-BOX内においても、最大(モジュール電圧 × 接続枚数)の非常に大きな電圧が不具合箇所印加される可能性がある

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

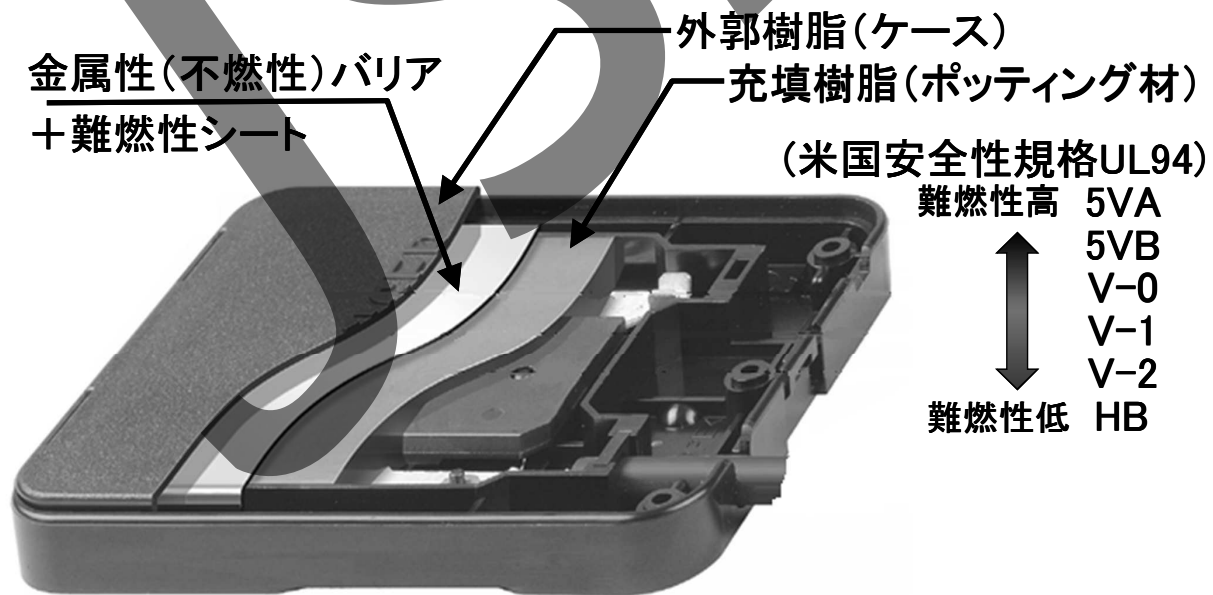
J-BOXにおける不具合箇所とリスク

	接続点	不具合時の状態(例)
J-BOX内	J-BOX内部端子/ケーブル	バイパスダイオードへ電流が流れる。 (J-BOXの熱設計が重要)
	バイパスダイオード 及び接続部	太陽電池回路側へ電流が流れるが、太陽電池に影が掛かった場合は大きな電圧が印加される可能性がある→ホットスポット
	出力タブ/J-BOX内部端子	最大(モジュール電圧×接続枚数)の電圧が不具合箇所に印加される。
J-BOX外	コネクタ/コネクタ	最大(モジュール電圧×接続枚数)の電圧が不具合箇所に印加される。
	ケーブル/コネクタ	

それぞれの不具合が発生した場合の状態は？
⇒太陽電池電気特性や端子ボックスの構造(材料)によって異なるため、各接続点に対して評価・リスクを見積もり、必要に応じて安全対策を検討

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

J-BOXに対する保護対策



- ・難燃性の高い樹脂の採用(外郭の厚み)
- ・金属性(不燃性)による充電部の保護
- ・接続点と外郭の距離

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

コネクタ・ケーブルに対する保護対策

2. コネクタ構造による施工安定性

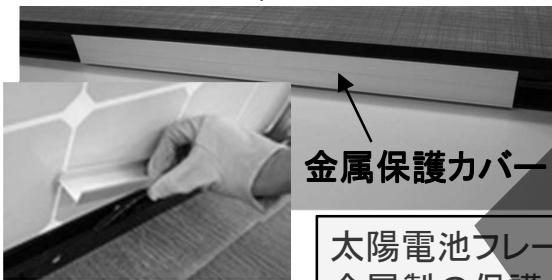
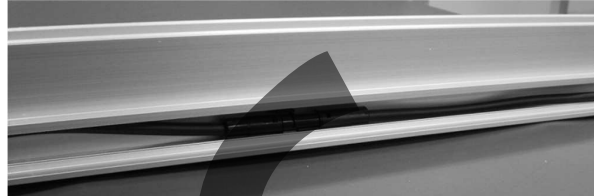
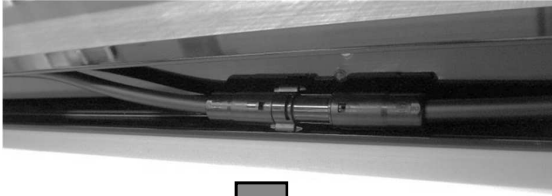


ロック機構付きコネクタによる
施工時の接続確認(音、感触)
接続後の接触安定性向上

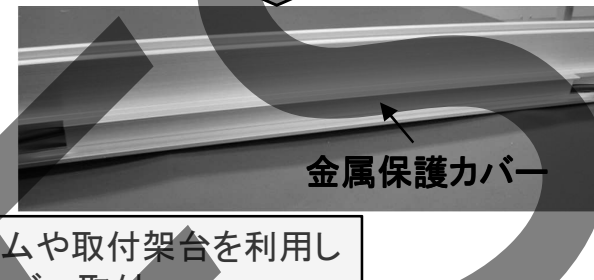
3. ケーブルコネクタに対する延焼保護対策

モジュールフレーム

取付架台



金属保護カバー



金属保護カバー

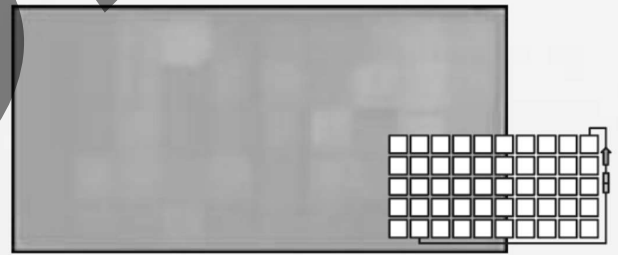
太陽電池フレームや取付架台を利用し
金属製の保護カバー取付

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

ホットスポット



【セル特性が不均一の場合の
太陽電池モジュール】



【セル特性が均一の場合の
太陽電池モジュール】

1枚のモジュール内に特性の異なるセルが混入した場合、均一な日射の場合でもホットスポット発生危険性あり。

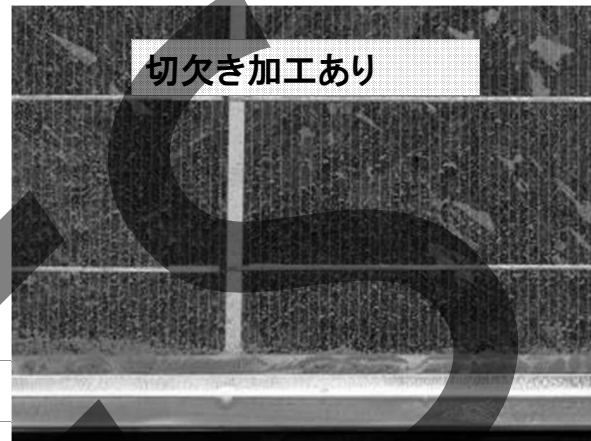
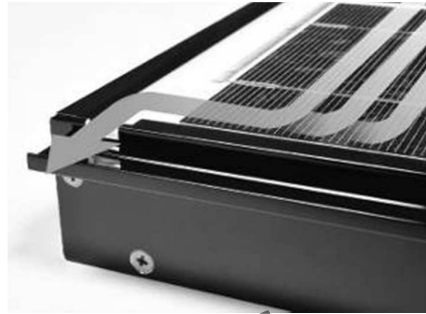
製造プロセス安定化と品質管理によりモジュール内のセル特性を均一化することで、ホットスポット発生を抑制。

セルの特性を均一化させることによって、一梱包あたりの平均出力で公称最大出力値以上を確保。

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

雨・汚れ対応（防汚フレーム）

太陽電池モジュールのフレーム 四隅に水切り用加工



45

COPYRIGHT © 2014 MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION. ALL RIGHTS RESERVED.

信頼性向上に向けた開発課題

長寿命化への課題

対象分野	主として運転年数伸長に寄与する技術の例
太陽電池	<ul style="list-style-type: none"> ・信頼性を向上させる部材・構造の開発 ・信頼性を正當に評価可能な試験法の開発
パワーコンディショナ	<ul style="list-style-type: none"> ・運転状況の常時監視による故障の早期発見 ・SiC パワーデバイスの開発 ・部品のモジュール化 ・電解コンデンサ長寿命化

運転維持費低減への課題

対象分野	主として運転維持費低減に寄与する技術の例
設備維持	<ul style="list-style-type: none"> ・遠隔監視による太陽光発電システムの性能低下・故障検出技術 ・各種サイトのデータを分析することにより、部品交換等の最適時期を算出
不具合対策	<ul style="list-style-type: none"> ・部品交換が可能な PCS の開発 ・不具合（発電量低下）の早期検出 <ul style="list-style-type: none"> －パワーコンディショナへの機能追加 －モジュールへの機能追加 ・安価かつ高精度の不具合検出手法の確立（必要最低限の分解能の見極め）

日本電機工業会技術資料

JEM-TR 228

小出力太陽光発電システムの
保守・点検ガイドライン

Maintenance and inspection guidelines for small photovoltaic power generating system

2003年(平成15年)12月26日 制定

(モジュール関連のみ抽出)

①竣工時点検

目視など

表面の汚れ、破損
フレームの破損、変形
(架台の腐食及びさび)

測定

接地抵抗

②日常点検(毎月1回程度)

目視確認

ガラスなど表面の汚れ及び破損
(架台の腐食及びさび)
外部配線(接続ケーブル)の損傷

③定期点検(4年に1回程度;協議による)

目視、指触など

接地線の接続及び接続端子の緩み

※点検しておくことが望ましい点として
モジュール表面の汚れ、ガラス割れ
などの損傷、変色
モジュール取付部の緩み