

QAフォーラム活動状況報告

2012.5.25

太陽光発電工学研究センター 顧問

山道 正明

目次

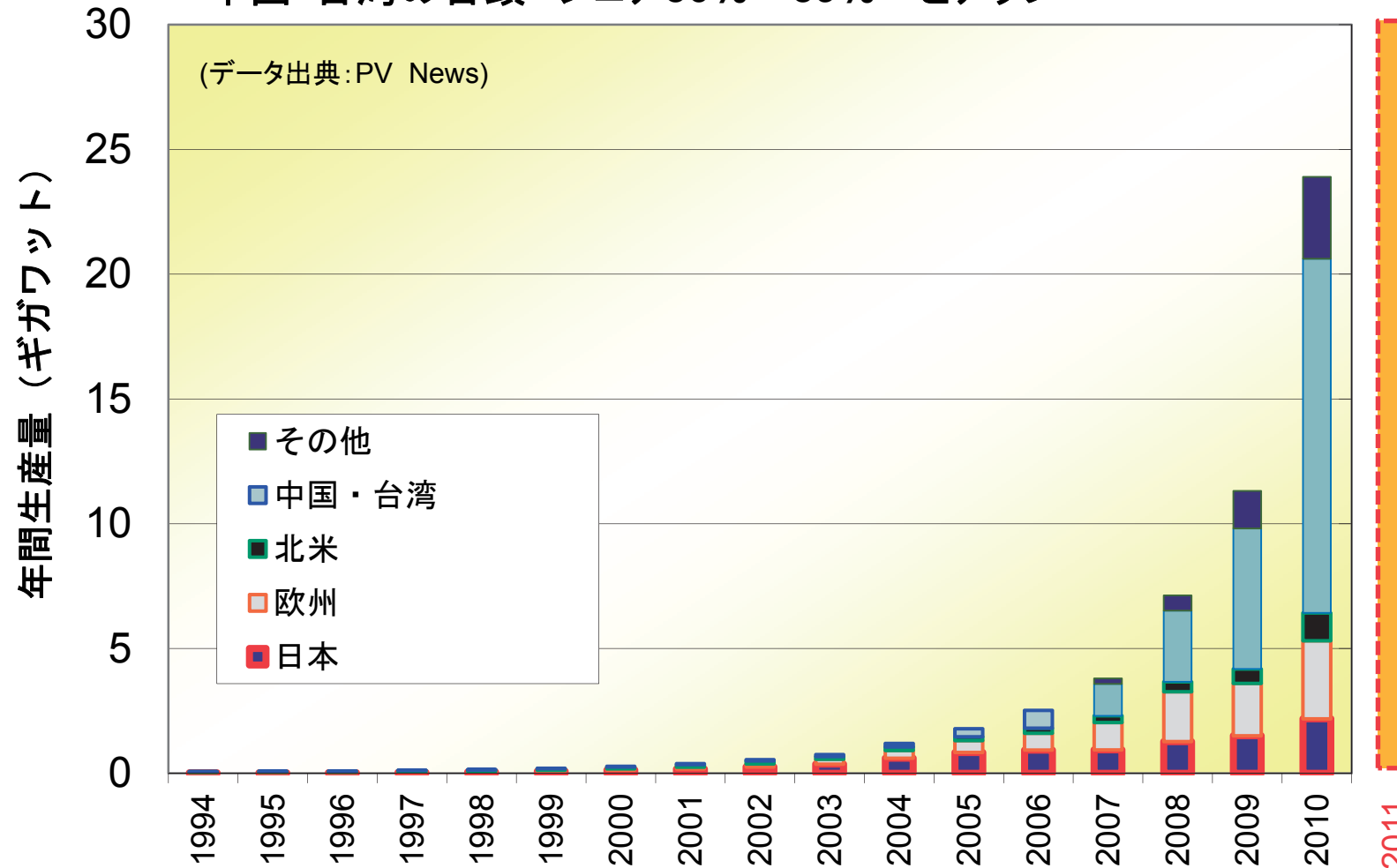
1. PVモジュール信頼性にかかわる現状
2. QAフォーラムについて
3. QAフォーラムタスクグループ活動状況
4. 今後の課題と取り組み
5. まとめ

目次

1. PVモジュール信頼性にかかわる現状
 - PV市場動向
 - PVモジュールの不具合・不良発生について
 - PV試験標準化の現状
 - PVモジュールの信頼性に関わる課題と最近の動向
2. QAフォーラムについて
3. QAフォーラムタスクグループ活動状況
4. 今後の課題とス取り組み
5. まとめ

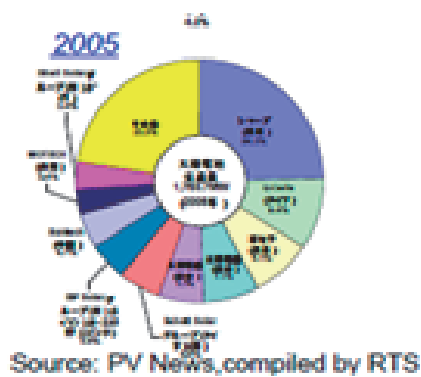
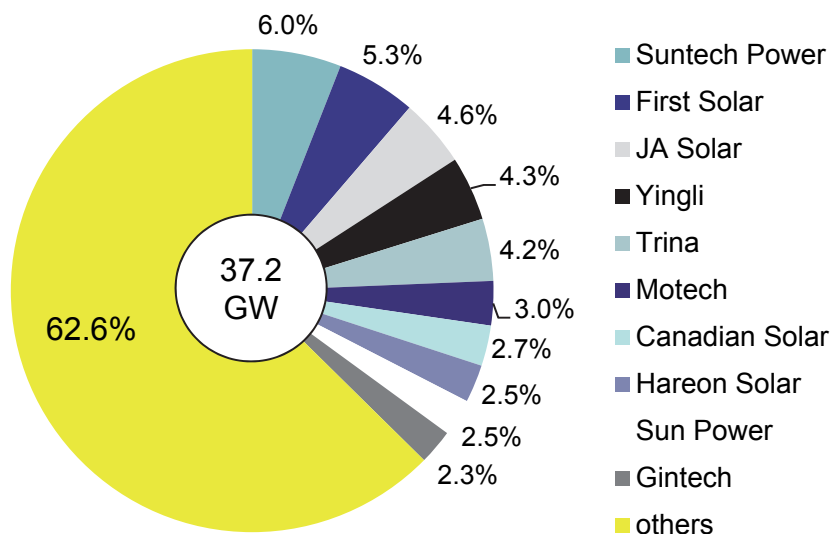
太陽電池生産量は引き続き急増中

2010年日本のシェア13%⇒9%に低下
 中国・台湾の台頭 シェア50%⇒59%へとアップ

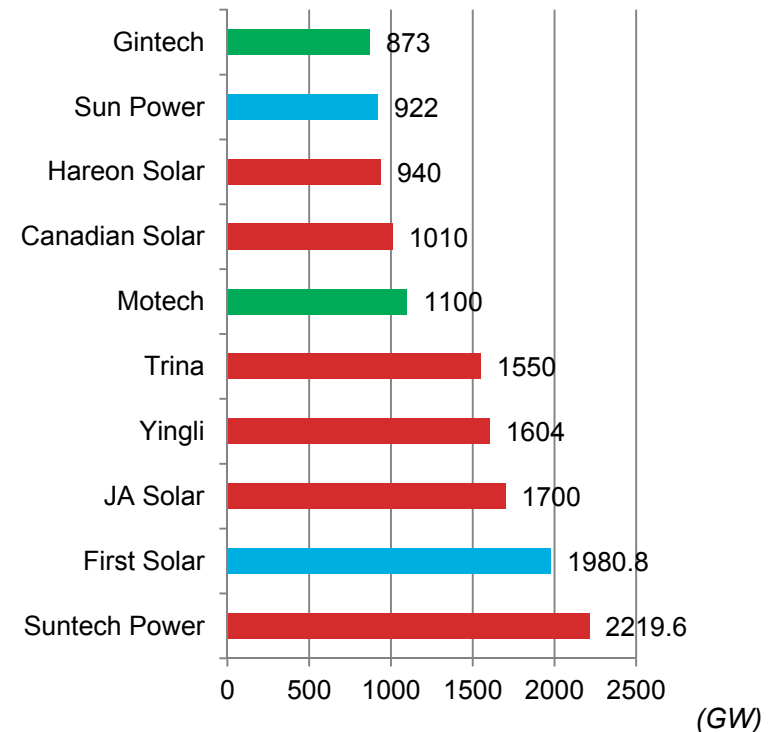


2011年世界のトップ10PVメーカー

トップ10のシェアは年々低下 73%(2005)⇒37%(2011)



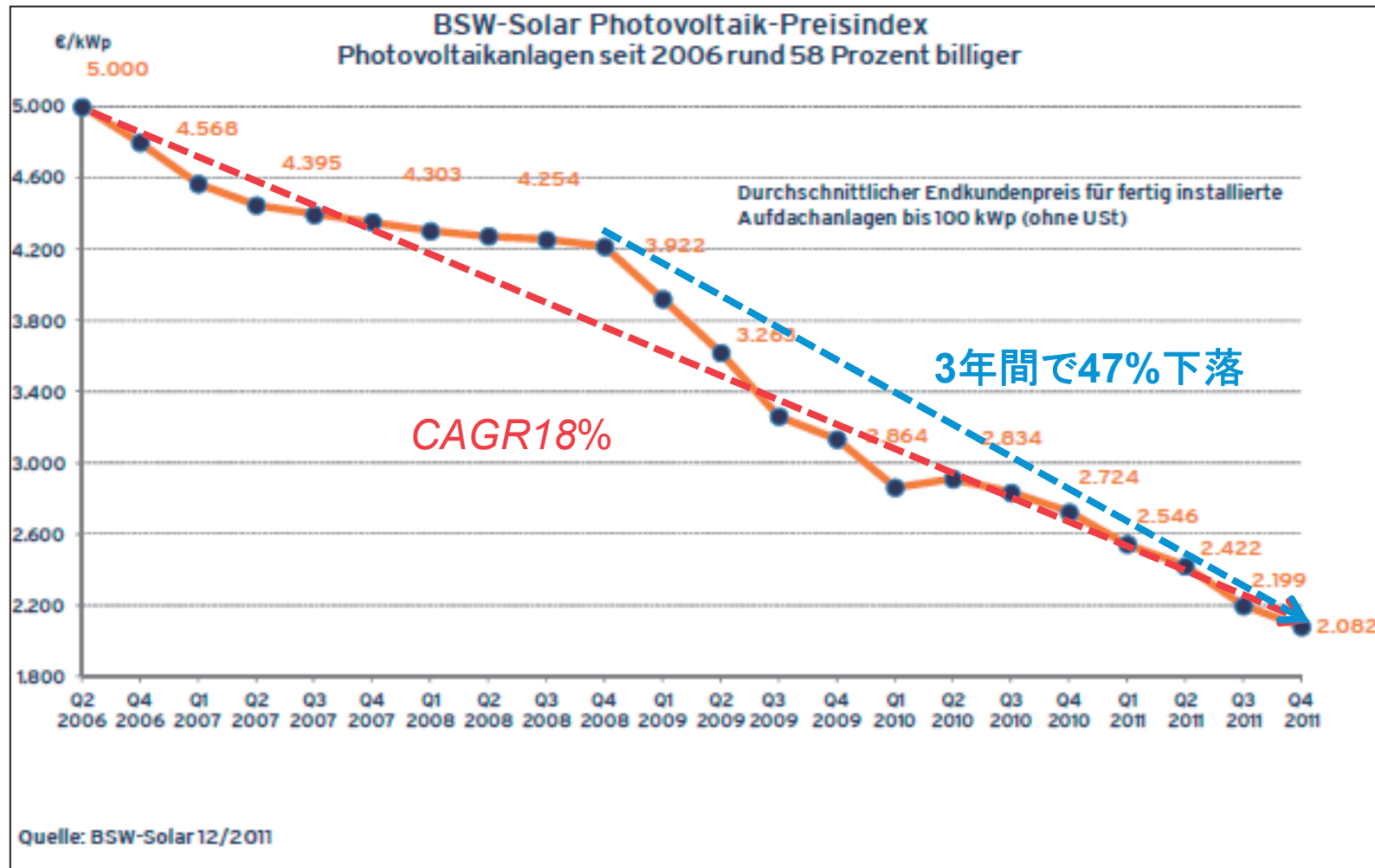
Top10(2011)



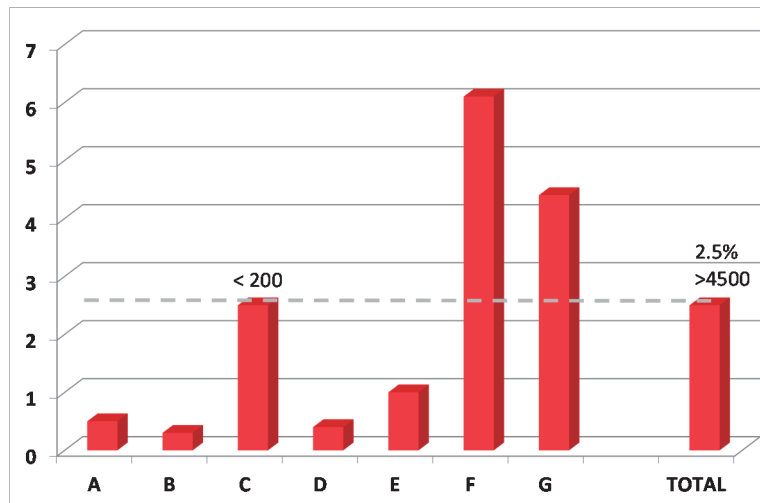
(Photon Mar. 2012データから作成)

太陽光発電システム価格が急落

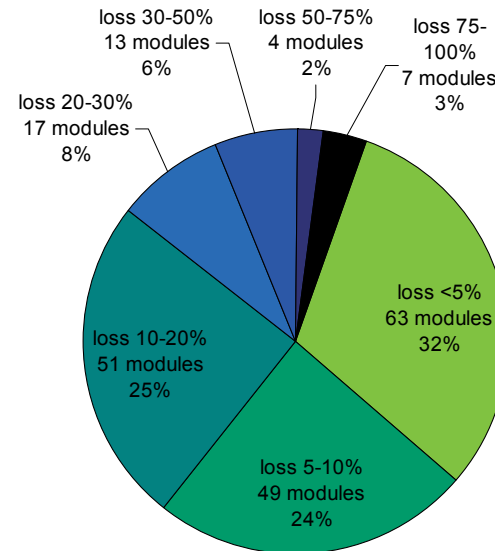
2006年から58%下落



モジュール不具合発生はメーカー/モデルにより差あり

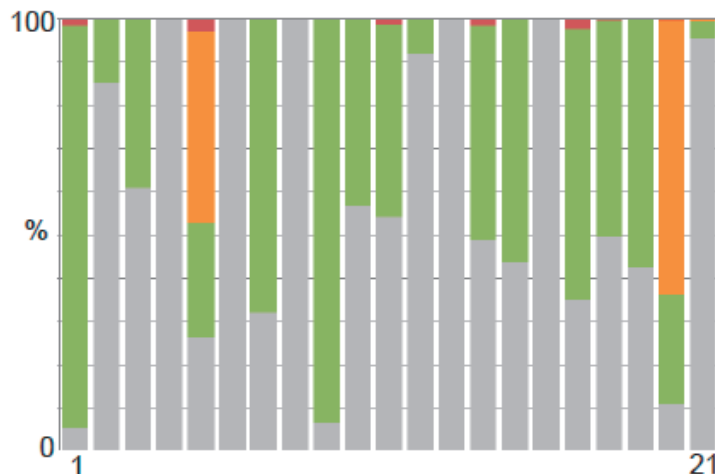


AIST Mega-Solarシステム事例
(AIST 加藤和彦主研発表データから)



18 -24年の長期暴露で
19%のモジュールは>20%
以上のPmax低下

(Tony Sample(EU_DG_JRC)@2011 NREL pvmrw発表資料から)



21社中2社のモジュールは保証性能未達の比率高い
見込み

- Fail – performance does not meet warranty
- Predicted to Fail – well-understood design problem shows these modules will not meet the warranty, but have not failed yet
- Pass – performance meets warranty
- Not Inspected

(David DeGraaf(Sunpower)@2011 NREL pvmrw発表資料から)

モジュール信頼性試験・認証の現状

- ・現状のデジュール標準では、型式認証、安全性認証を目的とした試験であり、再受験も容易なためほぼ100%合格、メーカー間の差が付きにくい。また、その試験条件は設置環境、設置条件を反映したものではない。

規格番号	内容
IEC 61215 (JIS8990)	設計承認と型式認証 (結晶Si系)
IEC 61646 (JIS8991)	設計承認と型式認証 (薄膜系)
IEC 61730 - 1 & 2 (JIS C8992 - 1 & 2)	太陽電池モジュールの安全性認証 (対構造要求事項&対試験要求事項)
UL1703	平板型太陽電モジュールの安全性認証 (米国内販売には必要)

- ・現状のメーカー保証:20-25年で初期発電性能の80%を下回れば無償交換の対象
⇔ユーザーの期待:20年後に初期値の $\geq 90\%$ なら許容(大関, 2010, JSES)
- ・EUでは, テュフラインランドが長期連続試験(Long-Term Sequential Test)を提唱。
- ・USでは, NRELが耐久破壊試験(Test-to-Failure), ATLASがATLAS25+を提唱。
- ・今後, 各国・エリアで独自の認証プラスアルファ規格の乱立が予想され、規格による貿易障壁等の弊害が懸念される。

PVモジュール信頼性に関わる課題

- 厳しい市場競争から価格重視、長期信頼性に不安のあるモジュールの流通の懸念
- 信頼性評価法が乱立し、市場混乱、非関税貿易障壁の恐れ
- 現行IEC(UL)規格試験法に基づくモジュール認証は型式認証、安全性認証を目的としたものであり、20-25年の長期信頼性にかかわる国際標準、基準認証システムは未整備
また、設置環境、設置法等を反映した基準はない。
- 提案されているモジュール加速試験法の多くは科学的な故障・劣化メカニズムの解明にもとづくものとはいえず、フィールドでの故障・劣化に関するデータ収集・蓄積・利用のシステムがないことと相まって、フィールド事例と屋内加速試験結果の整合が不十分

モジュール信頼性に関わる最近の動向

- ・ H21.10 AIST「高信頼性太陽電池モジュール開発・評価コンソーシアム」
- ・ H22.4 NEDO基盤技術研究「太陽光発電システムの長寿命化課題の戦略調査研究」(PVTEC受託)
- ・ H22.11 NREL「PV Moduleの信頼性評価・保証システムについての国際標準化に関する問題提起」
- ・ H22.12 AIST/NREL共催のモジュール信頼性国際ワークショップの日本開催を合意
- ・ H23.2 H22METI補正予算案件「平成22年度アジア基準認証推進事業費補助金」(PVTEC-JET-佐賀県)
- ・ H23.8 再生可能エネルギー全量買い取り法成立(H24.7施行予定)

Strawman for Rating System



Stress	Rating system	Comments	Open questions
Voltage	Numeric value for maximum system voltage	Already included in IEC 61215 and other standards	
Temperature	NOCT Maximum ambient temperature	Recommend that the module rating should be > maximum temperature observed at deployment site	Use average or maximum temperature? How to account for mounting configuration?
Thermal cycling	Class A, B	Pass 400 or 1000 cycles	How to relate to weather data – maybe make a map?
Humidity	Class A, B	Pass 1000 or 2000 h damp heat	How to correlate with weather data
Mechanical strength	Numeric rating for kg of static load		Discuss whether load needs to be applied at low/high T
UV	Class A, B	Class A designed for high-altitude site	
Marine environment	Pass/fail	Use salt spray test	
Farmland	Pass/fail	Use ammonia test	

アジア太平洋基準認証推進協力事業 「太陽光発電における信頼性・品質試験方法に関する国際標準化」

【目的】 客観的かつ中立的で技術的に有意なPVモジュール信頼性についての
認証基準を確立し、正当な国際競争を醸成する

【主な実施事項と予算】 H22補正:約6.5億 H24:約0.6億

JET:

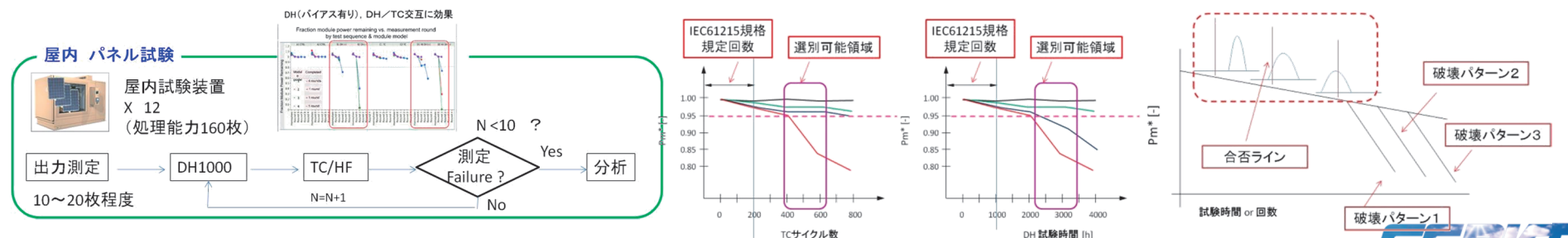
- 市販モジュールの品質検証: IEC拡張試験(DH試験とTC試験を連続して実施)
- 系統連系型屋外暴露試験
- 塩水噴霧試験

佐賀県工業技術センター:

- 市販モジュールの品質検証: IEC延長試験(DH試験、TC試験を複数回実施)
- 壊れるまでの耐久性試験(TTF試験)
- 塩水噴霧・アンモニア腐食試験による信頼性評価。

PVTEC (AIST):

- 不具合発生モジュールのEL、熱画像などの非破壊検査、破壊分析などによる要因分析と不具合発生メカニズム解明
- 信頼性評価試験法・評価基準案の策定、国内企業の意見集約、国際標準化提案・協議



目次

1. PVモジュール信頼性にかかわる現状
2. QAフォーラムについて
 - PVモジュール信頼性評価の標準化と基準認証ニーズ
 - QAフォーラムとは(役割、組織)
 - QAフォーラム国際会議まとめ
3. QAフォーラムタスクグループ活動状況
4. 今後の課題と取り組み
5. まとめ

なぜPVモジュール信頼性評価の標準化と基準認証が必要か？

- **モジュール信頼性についての情報ニーズの高まり**
 - ユーザー(導入判断、商品選択)
 - 太陽光発電普及支援政策当局(支援対象・支援内容)
 - PV発電事業者(事業採算見通し、設備・システム選定)
 - 投資家、金融機関、保険機関(投資採算・リスク評価)
- **モジュール試験評価標準・基準認証の現状**
 - IEC61215/61646 デザイン認証・型式認定(初期性能評価)
 - IEC61270、UL1703 安全性認証
 - モジュールの長期信頼性評価についての国際標準・基準認証ない
- **直面する問題**
 - 厳しい市場競争⇒価格重視、長期信頼性に不安のあるモジュールの流通懸念
 - 信頼性評価法乱立⇒市場混乱、非関税貿易障壁の恐れ
 - 信頼性評価試験に長時間、高コストを要し、モジュール新製品・新技術の開発サイクルとマッチしていない。
 - 設置環境、設置法等ユーザーニーズに適応した試験法がない。試験結果とフィールドでの不具合発生状況との整合不十分。

健全なPV産業の発展のために早期国際標準化・基準認証システム構築をめざした国際的議論の場が必要

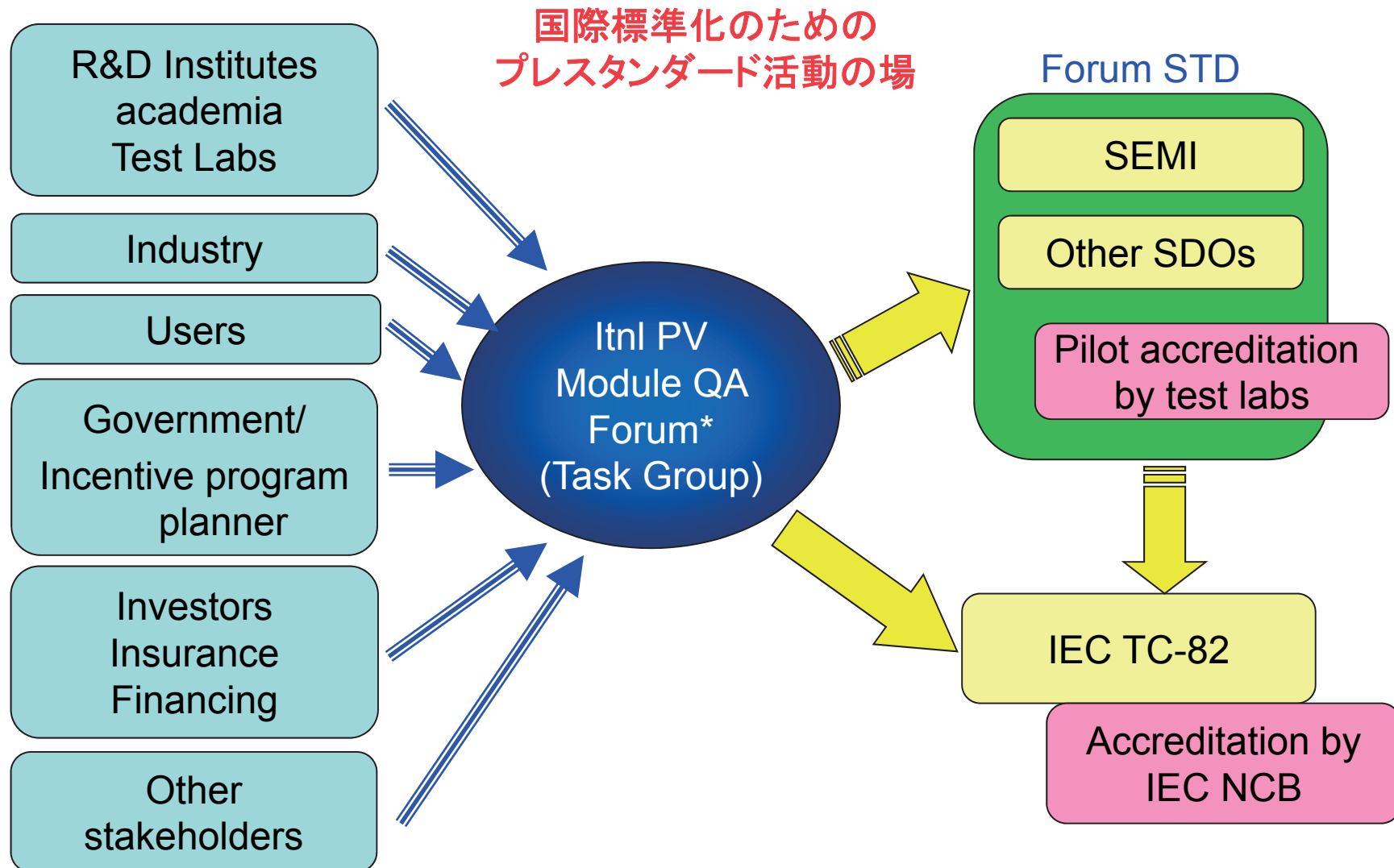
QA フォーラムの目的

- PVモジュールの信頼性に関わる諸問題について、世界中の専門家による国際的な議論を行い、その成果の国際標準化を推進する。
- 20-25年以上の長期信頼性を評価する国際的に統一された試験法の開発とそれに基づく国際基準認証システムの構築
- PVモジュールの設置環境・気象条件および設置方法を考慮した信頼性評価指標(レーティング)の開発をめざす。
 - ◆ PVモジュール信頼性のレーティング試験法の開発
 - ◆ PVモジュール製造における安定品質確保および品質保証にかかわる要件検討

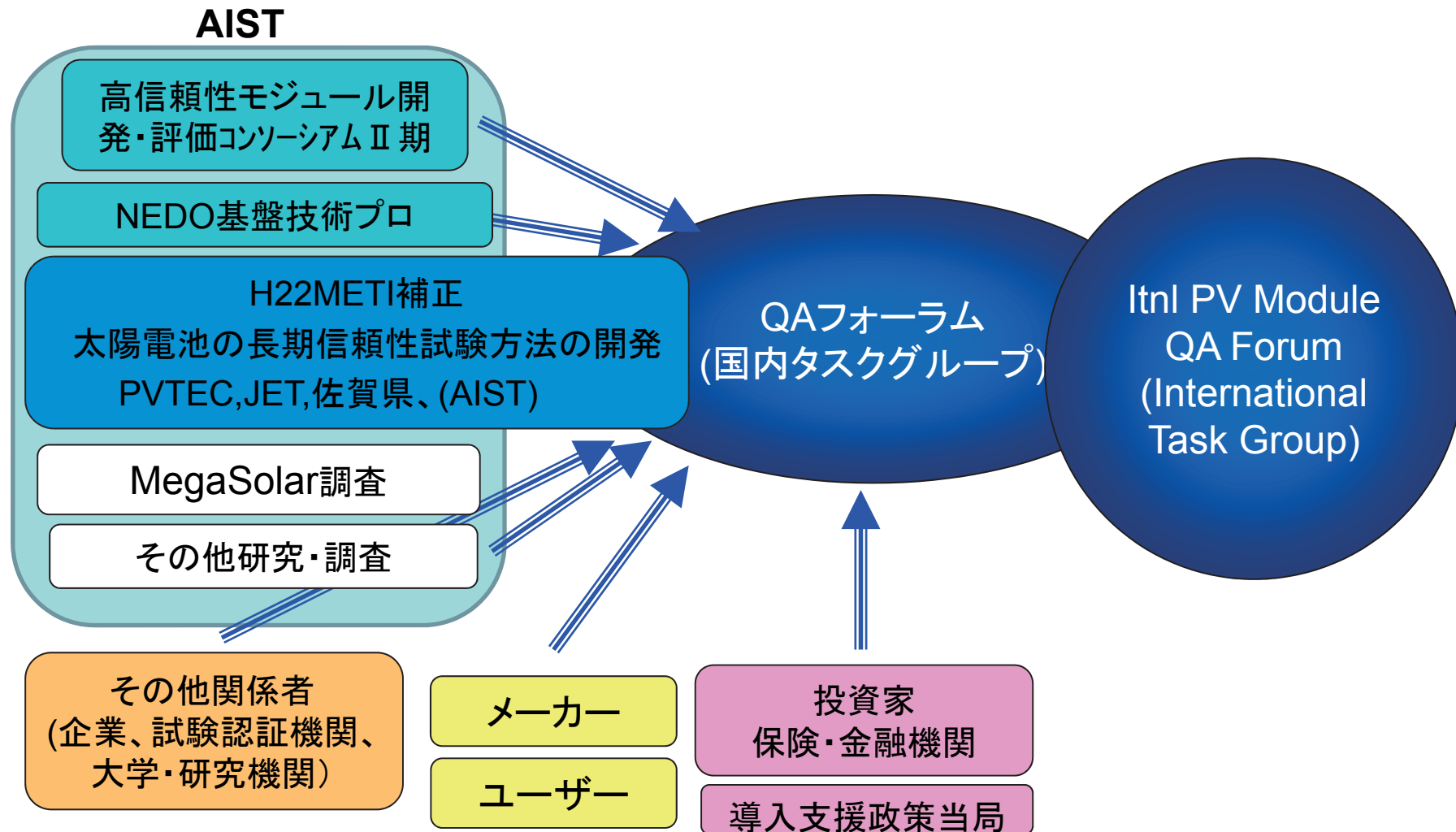
QA フォーラムの運営

- ボランティア参加によるオープンフォーラム(要登録)
- 透明性の高い運営 議論内容は原則参加メンバーに公開
- 文献・資料のピアレビュー、実験・フィールド調査等に基づく科学的技術的アプローチ
- 技術検討を行うためのテーマ別タスクグループを組織
 - 言語、時差等の問題に対処するために、地域別サブグループを編成
- 標準化提案作成にあたっては極力全会一致をめざす。
- 国際標準化にあたってはIEC TC82 WG2と密接に連携
- 適宜国際フォーラム会議を開催、検討成果を発表
- 開発成果はフォーラム標準としてパイロット認証を行いその実用性を検証
- 結晶シリコンモジュールについて検討を先行、その後薄膜、集光型等のモジュールについて取り組む。
- AIST, NREL, EU_DG_JRCが協力して運営

QA フォーラムのポジション



QAフォーラム国内タスクグループの検討体制



第1回国際基準認証信頼性フォーラム

開催日時: 2011.7.15-16

会場: 米国サンフランシスコ

Mosconeセンター

主催: PVTEC, AIST, NREL

後援: METI, DOE,

協賛: EU DG-JRC, JET, JEMA, JPEA, SEMI PVGroup



参加者: 約170名(うち日本から約30名)



フォーラム宣言(2012.7.16)

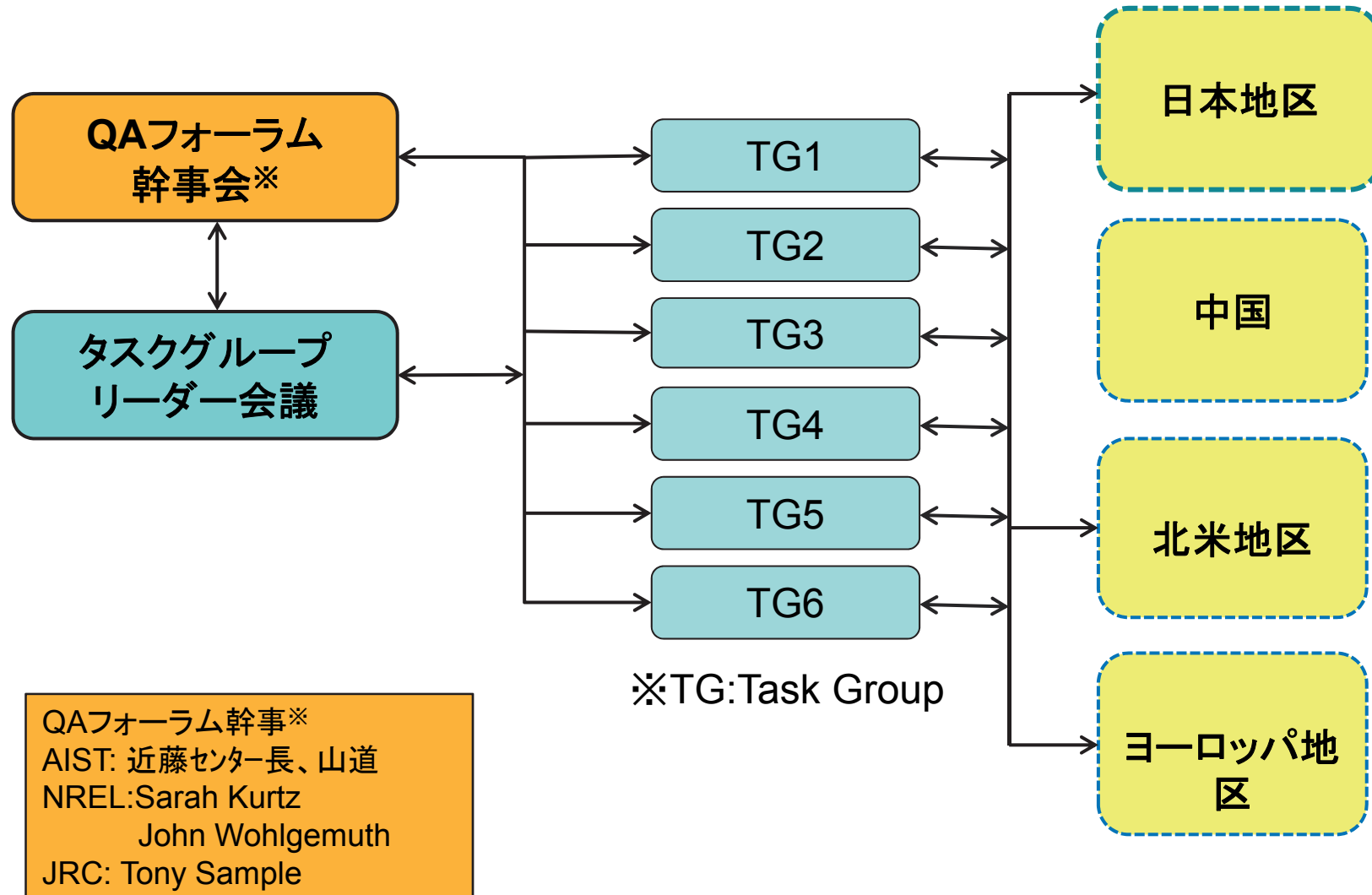
- PVモジュールの信頼性確保に向けた取り組みはユーザー、投資家のリスクを軽減し、今後の業界の健全な発展にむけた重要な課題である。
- そのための世界統一の取り組みを進める場としてQAフォーラム(国際基準認証信頼性フォーラム)を組織し、産総研、NREL、EU DG JRCがその運営にあたる。
- 喫緊の課題として結晶シリコンPVモジュールのレイティング手法の開発および製造工程における安定品質確保のためのガイドライン作成に取り組む。
- 世界の専門家からなるQAフォーラムタスクグループを組織し検討を進めるとともに、その結果をIEC, ISO, SEMI等の国際標準化組織に提案していく。
- 将来、この検討を薄膜モジュール、集光型モジュールにも展開するとともに、より定量的な試験法の開発に取り組む。

QAフォーラムタスクグループ

()は日本メンバー、内数

タスクグループ		国際リーダー	日本リーダー	参加登録者数
1	PV QA Guideline for Manufacturing Consistency	Ivan Sinicco (Oerlikon)	江口 (シャープ)	>100 (26)
2	PV QA Testing for Thermal and Mechanical Fatigue	Chris Flueckiger (UL)	棚橋 (エスベック)	41(14)
3	PV QA Testing for Humidity, Temperature and Bias	John Wohlgemuth (NREL), Neelkanth Dhere (FSEC)	土井 (産総研)	33(17)
4	PV QA Testing for Diodes, Shading and Reverse Bias	Vivek Gade(Jabil), Paul Robusto (Intertek)	内田 (JET)	33(18)
5	PV QA Testing for UV, Temperature and Humidity	Michael Kohl (Fraunhofer-ISE)	廣田 (東レ)	>70(27)
6	QA Rating Communication	David Williams (Clean Path Ventures)	—	10(0)

QAフォーラム/タスクグループの組織



第2回国際基準認証信頼性フォーラム

開催日時: 2011.12.7-8
 会場: シェラトン都ホテル東京
 主催: PVTEC, AIST, NREL
 後援: METI, DOE,
 協賛: EU DG-JRC, JET, JEMA, JPEA,
 SEMI PVGroup



参加者: 約230名(うち海外から約20名)

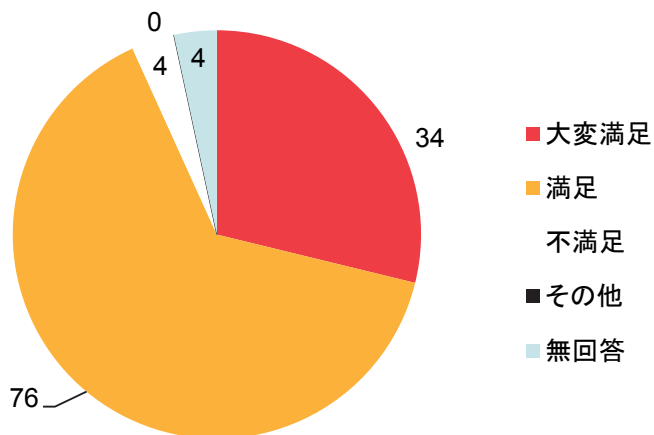


オープンディスカッションでの主な意見・コメント

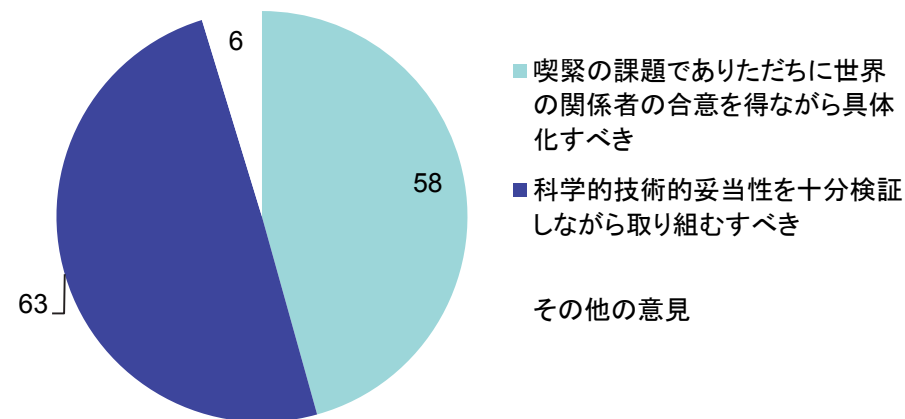
- QAフォーラムにより多くのアジア国地域からの参加を働きかけてはどうか。
- 最大のPV生産国である中国を含め、世界各地のフィールドデータを国際的に共有して信頼性検討に活かすことができないか。
- 設置環境の気候区分に応じたPVモジュールの設計・製造および試験・評価が必要ではないか。
- DH、TC試験の見直しにあたってはフィールド不良との整合、高分子材料部材の劣化挙動、試験装置の利用可能性を考慮し、コストアップにつながらない方法を検討してほしい。
- モジュール信頼性評価におけるシミュレーション手法の利用についてどうかんがえているか。
- 新しい基準が開発・実用化された時の認証機関の対応はどうするのか。
- CIGSについての取り組みは？

参加者へのアンケート調査結果 (回答数118 うち英文回答3)

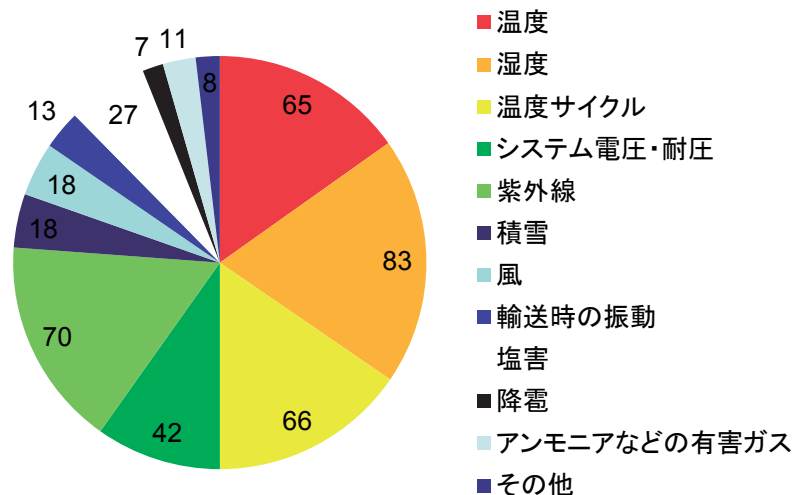
フォーラムの評価



モジュールの信頼性試験と認証について



品質保証に重要と考えられる試験項目



目次

1. PVモジュール信頼性にかかわる現状
2. QAフォーラムについて
 - PVモジュール信頼性評価の標準化と基準認証ニーズ
 - QAフォーラムとは(役割、組織)
 - QAフォーラム国際会議まとめ
3. QAフォーラムタスクグループ活動状況
4. 今後の課題と取り組み
5. まとめ

TG1活動状況

□国際TG

- ISO9001-PV版検討
 - Chap.7、8について米、中TGでそれぞれ執筆担当者をきめて執筆中(2012.3E完目標)
 - 欧TGは8.2.3(プロセスの監視と測定)と材料管理に注力中
 - 2012.5.7 WG2ミーティングの場にISO/SNV関係者を招き今後の進め方を相談する

□国内TG

- JISQ8901検討完(H24.2E 経産省公示)
 - 国内での認証開始準備中
- ISO9001-PV版検討
 - Chap.7,8について執筆担当者をきめて執筆中(2012.4完目標)

□今後の予定

- ISO9001-PV版検討
 - Chap7,8関連 2012.6E完目標
 - Chap.4,5,6関連 2012.10E完目標

日本工業規格（案）

JIS

Q 8901 : 9999

地上設置の太陽電池（PV）モジュール— 信頼性保証体制（設計，製造及び性能保証）の 要求事項

Terrestrial photovoltaic (PV) modules—Requirement for
reliability assurance system (design, production and product warranty)

1 適用範囲

この規格は、製品責任者に対して、地上設置の太陽電池モジュール（以下、PVモジュールという。）の

JISQ8901の概要

□PVモジュールの信頼性(性能保証)を確保するための設計、製造、アフターサービスにわたる品質保証システムの要求事項を規定

- **製品責任者**: PVモジュールの製品(設計、製造および性能保証)の主たる責任をもつ事業者

- **機能耐用年数**: PVモジュールが一定の条件下で規定された性能を満足する設計目標期間

- 性能保証期間と機能耐用年数、サービス運営の整合

- 機能耐用年数にわたり規定された性能が確保される設計とその検証評価

- JIS Q 9001に準じた製造管理

- 製品責任者による性能保証期間にわたるサービス体制の運用

□JIS Q8901の規定はQAフォーラムTG1に提案、国際標準化に取り組むと共に、審査機関の協力を得てフォーラム認証として普及・活用を図る

- ✓ 認証審査基準、質問票の検討・作成

- ✓ 模擬認証による認証審査方法の確認

- ✓ フォーラム認証開始

ISO 9001:2000	PV Proposal	TS 16949:2000	DIS 13485	AS9100 Rev A
4 – Quality Management System				
4.1 – General Requirements		Same as ISO	<ul style="list-style-type: none"> • Adds “maintain” instead of continual improvement 	Same as ISO
4.2 – Document Control				
4.2.1 – General		Same as ISO	<ul style="list-style-type: none"> • Requires other regulatory/national documents • Medical device file for each device 	<ul style="list-style-type: none"> • Specifies mandatory access to documents
4.2.2 – Quality Manual		Same as ISO	<ul style="list-style-type: none"> • Requires document structure outline 	<ul style="list-style-type: none"> • Requires referencing documents and standards
4.2.3 – Control of Documents		<ul style="list-style-type: none"> • Adds Engineering specifications and the Production Part Approval Process (PPAP) and FMEA’s 	<ul style="list-style-type: none"> • Better definition of original approving authority approves all changes • Control of Obsolete Documents 	<ul style="list-style-type: none"> • Control of Documents with customers and regulatory requirements
4.2.4 – Control of Records		Same as ISO with additional notes	<ul style="list-style-type: none"> • Defines length to retain records 	<ul style="list-style-type: none"> • Adds requirements for supplier records • Specifies records must be available for customers and regulatory bodies

TG2活動状況

□国際TG

- TC200では不十分⇒DML+TC(+HF試験法)(Sequential test)の開発
 - DML試験条件(低周波数加速度増加など)
- EL/IRなどによるセルクラック評価方法の標準化(SEMI)
- Rating方法の検討(2012秋に原案提案)

□国内TG

- Sequential test試験条件見極めのための実験・検討
- ELによるセルクラック評価方法の標準化(SEMI)

□今後の予定

- 次回WG2ミーティング([2012.5@Stresa,Italy](#))でNWP提案
- 今秋のWG2ミーティング([2012.10@Oslo,Norway](#))で具体的試験法提案

TG3活動状況

□国際TG

- フィールド不良データ収集
- 水分浸入モデル検討
- PID試験法の開発、IEC規格化

□国内TG

- フィールドでの劣化事例の詳細解析
 - ✓ 宮古島暴露モジュール解析
 - ✓ 基準認証推進補助事業データ解析
 - ✓ AISTコンソ中古モジュール調査結果等の活用
- IEC提案PID試験法の追試。国内PID事例調査

□今後の予定

- フィールドでの劣化事例の詳細解析にもとづく劣化メカニズムの解明と新試験法の開発。
- 2013春のWG2ミーティングで具体的試験法提案(目標)

TG4活動状況

□国際TG

- HBMモデルにおけるサージ電圧の実態調査
- 高温逆バイアス負荷時のダイオード信頼性調査
- 高温順バイアスTCテスト
- JBX信頼性試験法の検討

□国内TG

- P/N DiodeとSchottky Barrier Diodeの比較検討
- ESD: MMとHBM, IEC試験法とEIAL試験法の比較検討
- 高温逆バイアス負荷時のJBX内ダイオードの熱暴走検討
- J-Box及びDiodeの要求仕様の検討

□今後の予定

- 2012春のWG2ミーティングで、以下報告・提案予定。
 - ①J-box, Diodeの要求仕様の明確化
 - ②ESD Machine Model での電圧規定の提案
 - ③Diode 端子の推奨接続方法

TG5活動状況

□国際TG

- UV照射量のフィールドデータ収集
- UV起因と考えられるモジュール不具合のフィールドデータ収集
- UV光源調査
- DH等の複合試験を含むUV試験法開発

□国内TG

- 各地の気象、UV照射量などのデータ収集(H24.3E完目標)
- 宮古サイト5年暴露モジュールの測定、分析、及び保管品の加速試験との比較
- UV + DHT(Combined) or UV(DRY)+DHT(Sequential) 試験

□今後の予定

- 2012春のWG2ミーティングで新試験法提案(目標)

TG6活動状況

□国際TG

- 今後の進め方議論中
 - 設置環境、設置法の分類
 - モジュールラベル、データシートへの記載内容、表示法
 - Rating試験法の国際標準化(権威づけ)
 - Rating試験実施機関とRating付与の方法

□国内TG

- 未組織

□今後の予定

- 未定(TG1-5の検討・国際標準化進捗状況を見ながら設定?)

What rating system could help communicate durability for all applications?

Climate zone	Rating
Hot & Dry	★ ★ ★ ★ ★
Hot & Humid	★ ★
Temperature	★ ★ ★

Or

Climate zone	Rating
Temperature	★ ★ ★ ★ ★
Humidity	★ ★
UV	★

4.1 今後の課題

1. 世界の専門家の英知を結集した利用しやすい(短時間、安価)PVモジュール信頼性試験法の開発
 - ✓ いきなり高精度のものを狙うことは避け、将来のモジュール寿命予測技術開発にむけての基礎固めに取り組む
 - ✓ 極力既知の知見の有効利用をはかり、必要に応じて追加試験等で有効性を確認
 - ✓ 世界各地域の関係者の合意形成を重視
 - ✓ ユーザー、メーカーの理解を得やすいレイティング手法・表示法の開発
2. 開発成果のIEC等国际標準化を急ぐとともに、それまでの間はフォーラム標準としてパイロット認証等へ活用を目指す
 - ✓ 国際QAフォーラム会議等を通じての開発成果のプロモーション
 - ✓ 世界の主要認証機関の協力を得てパイロット認証取り組み
 - ✓ フォーラム認証システムの構築
3. アジア諸国と連携し、地域ニーズを踏まえた試験法の提案と国際標準化におけるわが国のリーダーシップの発揮
 - ✓ 中国タスクグループとの連携
 - ✓ アジア諸国には産総研、JET, JEMA等が分担して対応
 - ✓ 国際QAフォーラム会議への参加勧誘

4.2 今後の取り組み

- IEC TC82 WG2ミーティング
 - 2012.5.7(月)-11(金) @Stresa, イタリア
 - 2012.10@Oslo, ノルウェー(スケジュール未定)
- 国際QAフォーラム
 - 本年も日、米、欧、(アジア)で開催すべく、NREL, JRC, Fraunhofer-ISE等関係者と協議中
- 2014 IEC東京大会
 - 2014.11.4-15@東京国際フォーラム

5.まとめ

- PVモジュールの信頼性に関わる国際的議論の場としてQAフォーラムを立ち上げた。今後ここでの成果を活かした国際標準化および信頼性基準認証システムの構築に取り組んでいきたい。
- 主要技術課題検討を推進するために、6つの国際タスクグループを組織、250名を越えるボランティアの参加を得て活動中。成案がまとまり次第、IEC TC82 WG2はじめ国際標準化組織に提案していく。
- 産総研は蓄積した技術知見、材料からシステムにいたる総合技術力を活用して、PVに関わる国際標準化と基準認証システム構築に尽力していきます。今後とも関係各位のご支援ご協力をよろしく申し上げます。

謝辞

- 2回の国際QAフォーラムミーティング開催にあたっては、経済産業省、米国エネルギー省からその経費の一部をご支援いただきました。
- JISQ8901検討に際しては経済産業省産業技術環境局基準認証政策課、JPEA, JEAMの皆さまから数々の貴重なアドバイスをいただきました。
- 本プレゼンテーション資料の市場情報データの作成にあたっては資源総合システム(RTS)のご協力をいただきました。
- 国内外のQAフォーラム/タスクフォース活動取り組みに対してPVTEC事務局から多大のご支援を賜りました。

関係各位に厚くお礼申し上げます。