

住宅用太陽光発電システムの 火災事故について

(消費者事故調報告書の通読上の注意)

加藤 和彦

国立研究開発法人 産業技術総合研究所
太陽光発電研究センター/システムチーム
(日本太陽エネルギー学会 理事/太陽光発電部会長)

※無断での写真・動画の撮影や
録音はご遠慮ください

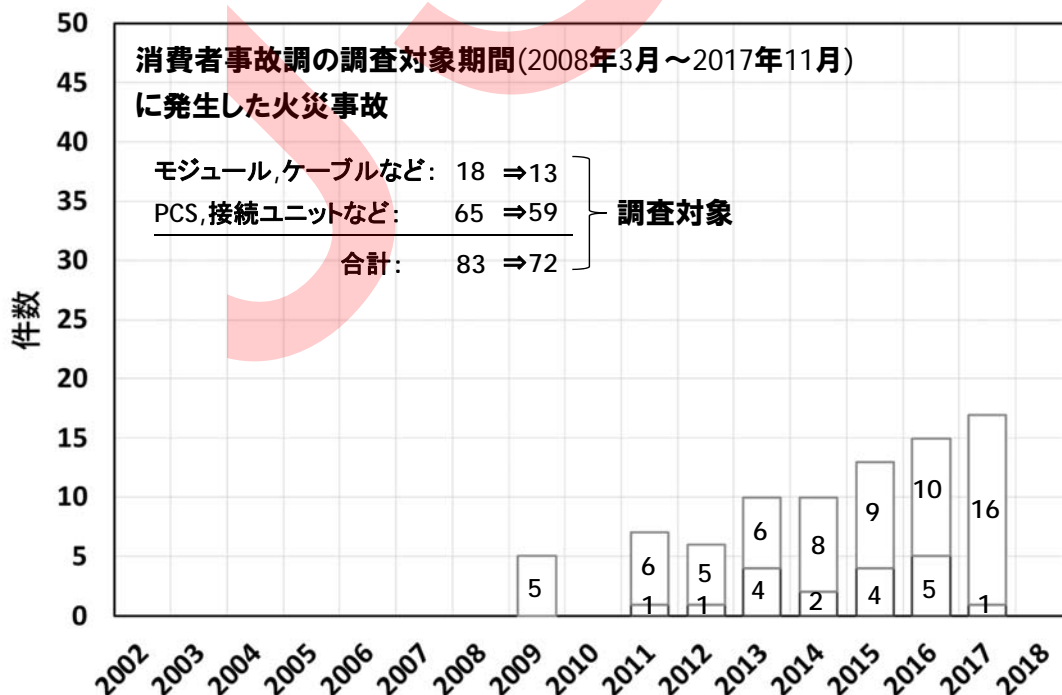
PVResQ!: PV - Reliable, Safe and Sustainable Quality! 独立行政法人 産業技術総合研究所

「住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等」(2019年1月28公表)



(消費者安全法第23条第1項の規定に基づく事故等原因調査報告書, 消費者安全調査委員会)

- ・2016年10月に調査を開始、2019年1月28日に報告書を公表(調査期間:2年4か月)
- ・死傷者の発生していない消費者事故がとりあげられた(おそらく)最初の事案

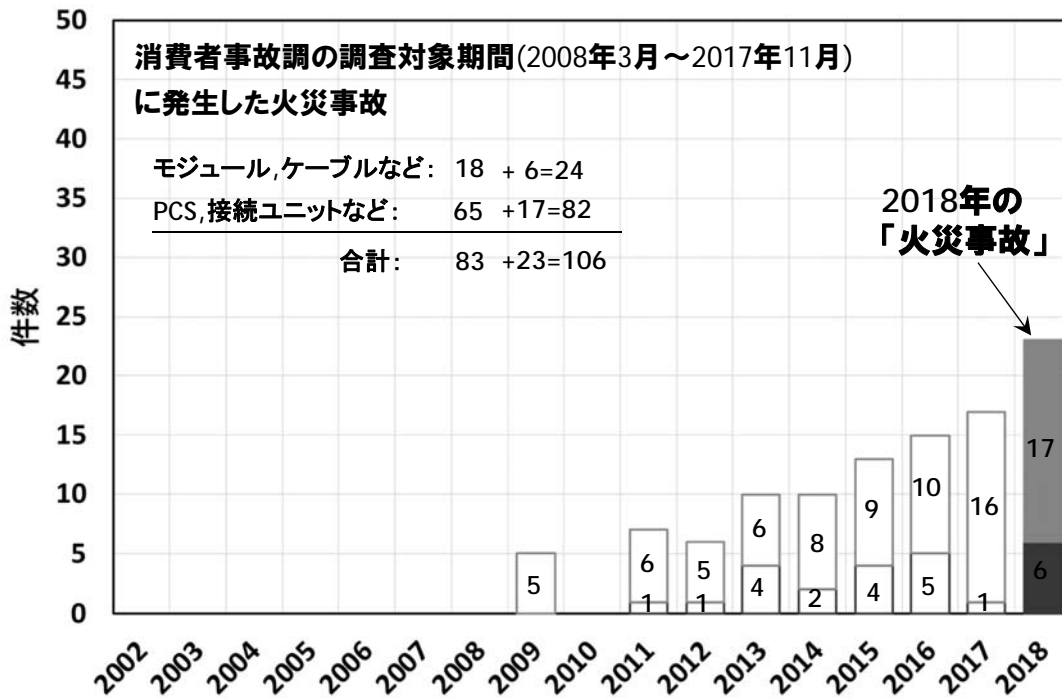


「住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等」(2019年1月28公表)



(消費者安全法第23条第1項の規定に基づく事故等原因調査報告書, 消費者安全調査委員会)

- ・ 2016年10月に調査を開始、2019年1月28日に報告書を公表 (調査期間: 2年4か月)
- ・ 死傷者の発生していない消費者事故がとりあげられた (おそらく) 最初の事案



PVRessQ!: PV - Reliable, Safe and Sustainable Quality! 独立行政法人 産業技術総合研究所

3

【参考】「事故情報(火災事故)」と「危険情報」



おおまかな解釈は以下のとおり:

「事故情報(火災事故)」

消防が出動した「火災事故」と考えてよい。

消費生活用品安全法により製造事業者は内閣総理大臣に報告する義務を負う。

「危険情報」

消防は出動していないと考えてよい。消費者自らが消費生活センターなどに通報や相談した情報

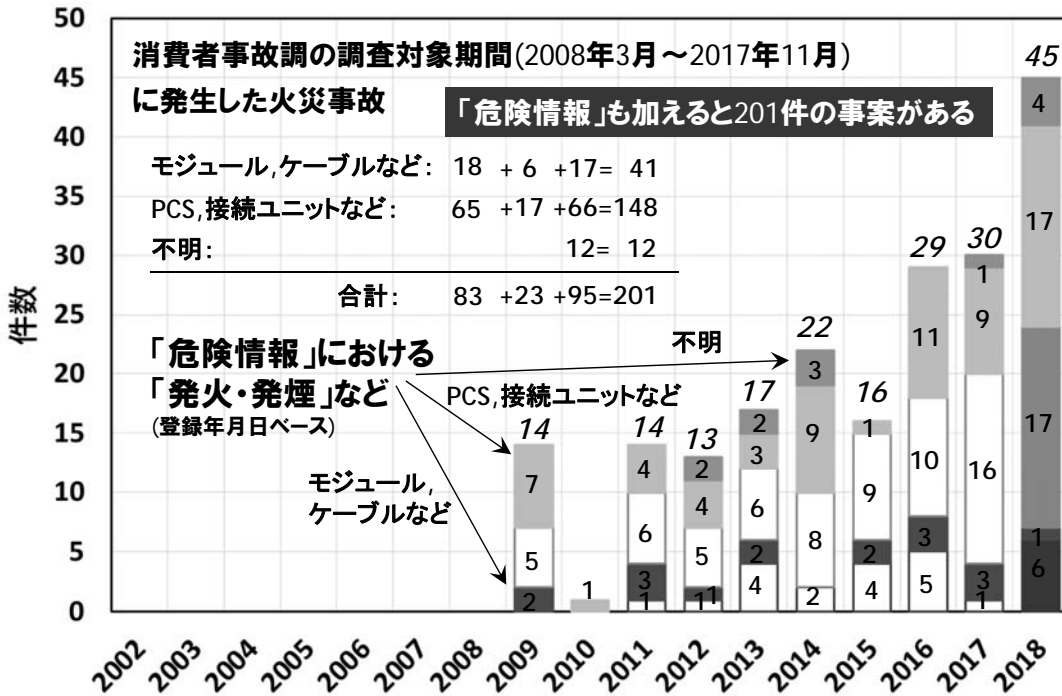
事故調が扱った事案は、
あくまで「消防が出動した(事後聞知を含む)」火災事故
のみ

「住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等」(2019年1月28公表)



(消費者安全法第23条第1項の規定に基づく事故等原因調査報告書, 消費者安全調査委員会)

- ・2016年10月に調査を開始、2019年1月28日に報告書を公表(調査期間:2年4か月)
- ・死傷者の発生していない消費者事故がとりあげられた(おそらく)最初の事案



※通報されていない事案も含めれば、事故調のデータは「氷山の一角」

「住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等」(2019年1月28公表)



結論(p.78)

発火原因

モジュール: 配線接続部の不具合、バイパス回路部の不具合、モジュールの発火(異常発熱・アーク放電)

ケーブル:

施工不良(ケーブルの挟み込み、法令違反) ← **「設計不良」の問題もある**
 地絡検知機能を持たないPCSの問題(電技解釈36条第1項第7号の緩和規定)
 一点地絡の問題

参考A-事例(4)(p.100)

所有者は、事故発生の3日前に施工業者へ「太陽光ブレーカーが落ちる」と連絡を入れ、同日に施工業者が配線を確認。絶縁測定器で配線の漏電をチェックし2系統目の絶縁不良が確認され2系統目の接続を切り、屋根上のモジュール外観を目視にて確認したが特に異常は確認されなかった

参考A-事例(6)(p.105)

予兆があったにもかかわらず、事故に至っている

(NITE)事故発生前、使用者から事業者へ「ブレーカーが落ちる」旨の不具合の連絡があり、以後、事故発生の前月及び同月に3回点検が実施された。点検時の原因調査では、7系統中2系統に絶縁不良が確認されていたが、応急処置として絶縁不良が発生したストリングの断路器を断としたままで、その後は、事故発生時まで処置されなかった。

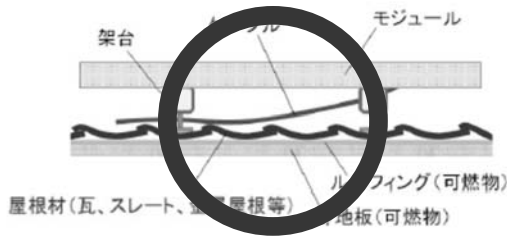
(消防機関)事故発生日の朝には、パワーコンディショナが直流地絡を示すエラーを発報していた。

結論(p.80)

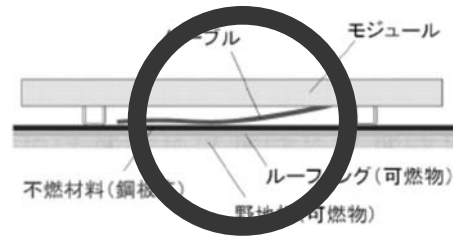
そもそも電気の流れる太陽電池モジュールが、建築基準法で屋根材としての不燃認定を取得できることが問題の本質的背景

モジュールの設置形態

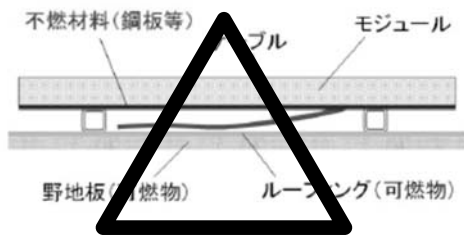
「屋根おき型」



屋根一体型のうちの「鋼板等敷設型」

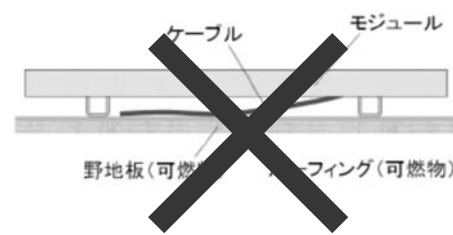


屋根一体型のうちの「鋼板等付帯型」



ケーブルがルーフィング上に直接敷設されている場合は、ケーブル由来の火災リスクが残る

屋根一体型のうちの「鋼板等なし型」



モジュール由来およびケーブル由来の火災リスクがある。

結論(p.80)

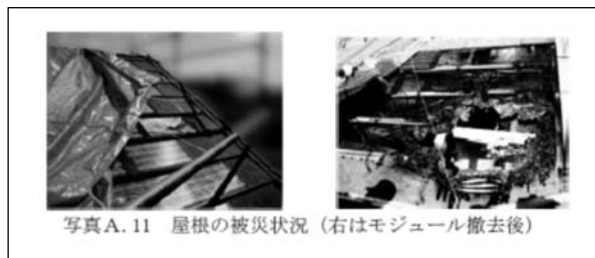
野地板の燃焼に至るプロセスの検討

「モジュールの燃焼から野地板に延焼する可能性は考えられるが、低温発火により野地板が燃焼する可能性は低い」

「低温発火」(報告書p.30)

木材は、低い温度(100~150°C)で加熱されて水分等が蒸発し、多孔質化していく。多孔質化した木材は断熱性が良く、熱が逃げにくいため、木材内部で蓄熱が起これ、ついには引火温度や発火温度にまで達して燃え出す。このような現象を低温発火という。

➡ 結論を出すのは早計。火災発生の機序を研究する必要がある。



モジュールが「よく」燃えるものであるなら、野地板の延焼面積と同程度にモジュールも燃えているはずではないか?

結論(p.81)

パワーコンディショナ又は接続箱の発火原因

- ①仕様に適していない場所（浴室付近等）への設置…筐体内への水分の浸入
- ②入力端子部などでの接触不良
- ③コンデンサの絶縁破壊

保守点検

所有者アンケートにおいて、約7割が保守点検を実施していない。

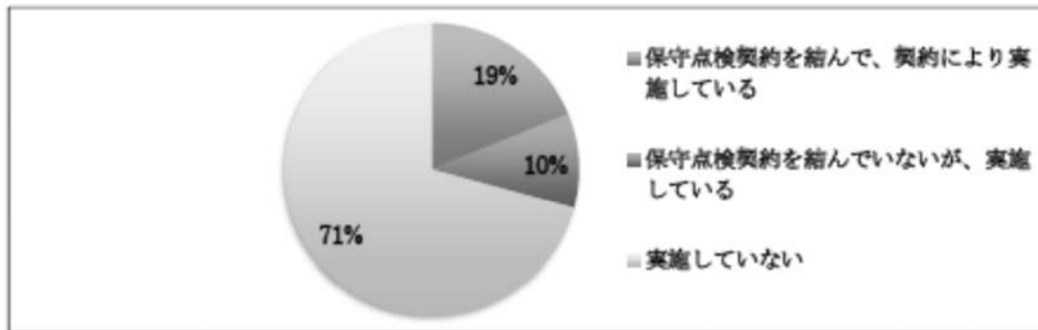


図 27 業者による保守点検の実施状況 (n=1,500)

再発防止策(p.82)

モジュール又はケーブルから発生した火災事故

(1)既設

- ・ リスクアセスメントの実施
- ・ 設置形態の変更…「鋼板等なし型」を「屋根おき型」「鋼板等敷設型」「鋼板等付帯型」へ ➡ **「鋼板等敷設型」への変更を許容してよいのか?**
- ・ 応急点検の実施…導入時の保証期限を越えた「鋼板等なし型」に対して、I-V測定・絶縁抵抗測定・バイパス回路検査 ➡ **「鋼板等敷設型」は不要なのか?**

(2)新設

- ・ モジュール設置形態…「屋根おき型」「鋼板等敷設型」「鋼板等付帯型」
- ・ 「鋼板等付帯型」のケーブル発火への対策…ケーブルを挟み込まない、ケーブルをルーフィングに直接敷設しない、ロック式コネクタの採用

パワーコンディショナ又は接続箱から発生した火災事故

筐体内への水分等の浸入、入力端子部等での接触不良、コンデンサの絶縁破壊等への対策

再発防止策(p.85)

住宅用太陽光発電システム共通

(1)運用段階

- ・地絡発生時の処置…地絡が発生したストリングを遮光する等、地絡が発生した際の適切な対処方法の整備、電技解釈36条第1項第7号の緩和規定の削除

電技解釈36条（地絡遮断装置の施設）

金属製外箱を有する使用電圧が60Vを超える低圧の機械器具に接続する回路には、回路に地絡を生じたときに自動的に回路を遮断する装置を施設すること。ただし、次の各号のいずれかに該当する場合はその限りではない。

一～六（省略）

七 機械器具を太陽電池モジュールに接続する直流回路に施設し、かつ、当該回路が次に適合する場合

イ 直流回路は非接地であること

ロ 直流回路に接続する逆変換装置の交流側に絶縁変圧器を施設すること

ハ 直流回路の対地電圧は、450V以下であること

八（省略）

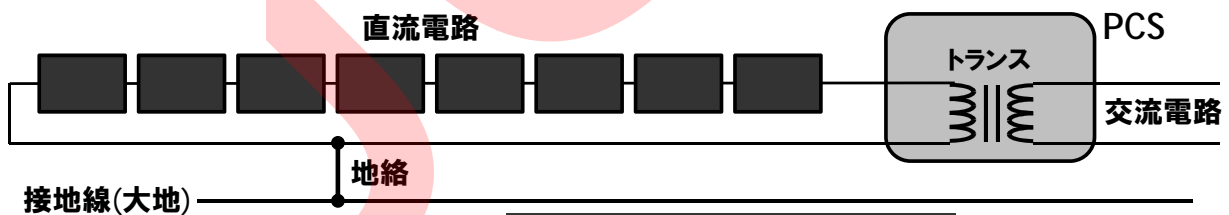
- ・保守点検ガイドラインの見直し

(2)開発課題…バイパス回路の耐久性向上・異常検知機能、安全監視システム

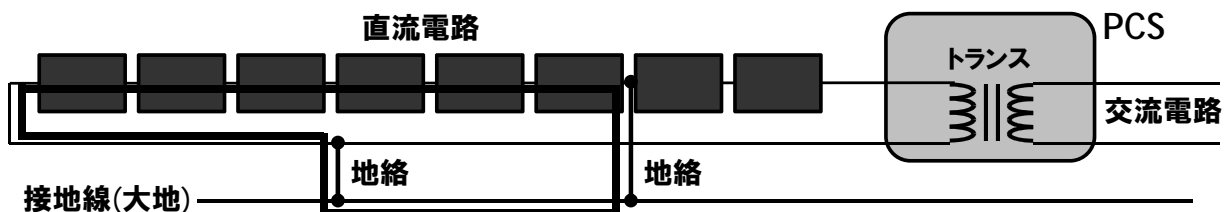
「住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等」(2019年1月28公表)

電技解釈解説

太陽電池モジュールに接続する直流回路が非接地であり、かつ、逆変換装置の交流側に絶縁変圧器が施設されていれば、直流回路に地絡を生じても地絡電流の帰路が構成されず、地絡電流が継続して流れないため火災の発生のおそれがない。また、第29条に基づき、機械器具の外箱には接地工事が施されるため、感電のおそれもない。したがって、このような直流回路については、地絡遮断装置の施設を省略できる。



一点地絡なら帰路は形成されない



二点地絡が発生すれば帰路は形成され、日が当たっている間は地絡電流が継続する。

接続箱で断路しても効果なし⇒一点地絡を検知することが必須

参考資料A 事例(6) [C社]

・消防機関による推定出火原因

屋根に設置された太陽電池モジュールの異極同士のケーブルの絶被被覆が取付不良により複数箇所損傷し、太陽電池モジュールのアルミフレームや取付け金具を媒介した短絡状態となり、放電が発生、モジュールを取付けるための樹脂製の建材に着火したものと推定する。

・特記事項

事故発生日の朝には、パワーコンディショナが直流地絡を示すエラーを発報していた（消防機関）



写真A.8 屋根の被災状況



写真A.9 ケーブルの固定に伴う噛み込み箇所



写真A.10 ケーブルの噛み込み箇所

→ **トランスありPCS(電技解釈緩和規定該当)?**

トランスなしPCS? ←

参考資料A 事例(7) [A社]

・NITEによる推定出火原因

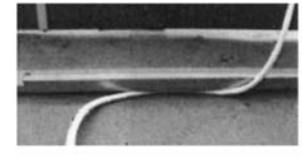
本製品の施工時に出力ケーブルが取付け架台に挟み込まれ、他の箇所においても同様の挟み込みが発生したため、(中略)挟み込まれた箇所の絶縁劣化が進行し、(中略)取付け架台を電路とする短絡回路が形成され、過大電流が流れたことで発熱し出火に至ったものと推定される。

・特記事項

全系統の太陽電池モジュールを撤去した際、当該モジュール取り付け架台（金属製）へのケーブルの挟み込みが5箇所（アレイケーブル1箇所、出力ケーブル4箇所）認められた（NITE）



写真A.12 アレイケーブルの挟み込み痕 ※ただし、傷は外皮にとどまっている。



写真A.13 モジュール固定金具下へのケーブルの挟み込み箇所

再発防止策(p.86)

消費者を対象とした再発防止策

- (1)所有者による確認及び実施
- (2)消費者への情報提供

「消費者が住宅用太陽光発電システムを購入し使用する際に、同システムを用いて売電を行う場合には、事業者としての点検等の義務も併せて負うことになる点が、消費者に対して改めて情報提供されるべきである。

住宅用太陽光発電システムの設置者に対するこの「両義性」が事故発生の遠因であり、「これを解決しなかった」あるいは「新しい方向づけを提言しなかった」ことが、悔やまれる。

消費者安全法第2条（定義）

この法律において「消費者」とは、個人（商業、工業、金融業その他の事業を行う場合におけるものを除く。）をいう。

2 この法律において「事業者」とは、商業、工業、金融業その他の事業を行うもの（個人にあっては、当該事業を行う場合におけるものに限る。）をいう。

逐条解説

自分で食べる米を作るために稲作を続ける者は「事業者」に該当しない。販売用作物として野菜を栽培している傍らで自家用の稲作をしているような場合には、野菜栽培に関しては「事業者」となる。

「自家消費型住宅用太陽光発電システム」

「消費者」として保護される（消費者安全法、消費生活用製品安全法）？
「事業者」として規制される（電気事業法、再エネ特措法）？



「余剰売電型住宅用太陽光発電システム」

(FITにもとづく10kW未満設備、買取期間:10年間)

「消費者」として保護される（消費者安全法、消費生活用製品安全法）？
「事業者」として規制される（電気事業法、再エネ特措法）？



公平? 不公平?

「全量売電型住宅用太陽光発電システム」

(FITにもとづく10kW以上設備、買取期間:20年間)

「消費者」として保護される（消費者安全法、消費生活用製品安全法）？
「事業者」として規制される（電気事業法、再エネ特措法）



【参考】「方法序説」(デカルト)より

「たくさんの部品を寄せ集めて作り、いろいろな親方の手を通して来た作品は、多くの場合、一人だけで苦勞して仕上げた作品ほどの完成度が見られない。

たとえばよくあることだが、一人の建築家が請け負って作り上げた建物は、何人もの建築家が、もともと別の目的で建てられていた古い壁を生かしながら修復に努めた建物よりも、壮麗で整然としている。

同じく、はじめは城壁のある村落にすぎなかったのが時とともに大都市に発達していった古い町は、一人の技師が思い通りに平原に線引きした規則正しい城塞都市に比べると、ふつうひどく不揃いだ。」

「半ば未開だったむかし、わずかずつ文明化してきて、犯罪や紛争が起こるたびにただ不都合に迫られて法律をつくらせてきた民族は、集まった最初から、だれか一人の賢明な立法者の定めた基本法を守ってきた民族ほどには、うまく統治されないだろう」



事故調の調査対象(参考資料A)					「事故情報データベース」で公表されている火災事故			
#	発生日	発生場所	業者	事故ID	発生日	発生場所	製造事業者	型式
事例1	H23.9	千葉県	A社	81911	2011.9.16	千葉県	シャープ	NE-25K6S
事例2	H24.8	埼玉県	A社	143094	2012.8.27	埼玉県	?	?
事例3	H25.3	京都府	A社	176767	2013.4.23	京都府	シャープ	ND-R1C1C
事例4	H25.6	新潟県	C社	176180	2013.6.13	新潟県	?	?
事例5	H25.8	奈良県	F社	197180	2013.8.27	奈良県	?	?
事例6	H26.8	神奈川県	C社	224233	2014.8.19	神奈川県	京セラ	KJ61P-4AYCBなど
事例7	H26.8	東京都	A社	225474	2014.8.30	東京都	シャープ	ND-20K1C
事例8	H27.2	栃木県	A社	237739	2015.2.7	栃木県	?	?
事例9	H27.12	神奈川県	A社	260378	2015.12.24	神奈川県	?	?
事例10	H28.3	広島県	A社	266780	2016.3.12	広島県	シャープ	MD-P125K
事例11	H28.4	神奈川県	A社	268445	2016.4.11	神奈川県	シャープ	ND-53KS
事例12	H28.8	福岡県	A社	278508	2016.8.8	福岡県	シャープ	NE-36K4F
事例13	H29.10	愛知県	A社	311042	2017.10.26	愛知県	シャープ	NE-38K1D
				315928	2018.1.3	福岡県	シャープ	NE-36K5F
				322867	2018.3.29	埼玉県	シャープ	NE-53K1R
				323883	2018.4.13	東京都	シャープ	NE-25K6S
				327003	2018.6.3	島根県	?	?

【付録】その他の注目点:参考資料A

事例(3) (p.97) [A社]の特記事項

発生原因及び防止策として、以下の記述があった。(製造業者)

本不具合の発生原因は、以下の(a)(b)の要因が重なったためと考えられる。

(a)事故製品が該当する平成17年6月以前の生産品の設計仕様では、セル裏面電極とインターコネクタの間のはんだ接続強度が、製造条件のばらつきにより不十分となる可能性がある。

(b)平成17年6月以前の生産品では、封止材の添加物管理が不十分であったため、製造条件のばらつきにより発泡の原因となった可能性があり、発泡による裏面膨れが発生するとインターコネクタを太陽電池セル電極から引き剥がす方向に力が加わる。

これに対し、平成17年7月以降、(a)(b)の不具合を改良する生産対応を実施し、対策実施後の製品にて同様の不具合は発生していない。

**事故発生は平成25年3月
(防げた事故があった可能性)**

【A社事故事例の設置年】

事例1:平成16年、事例2:平成14年、事例3:平成16年、事例7:平成16年、事例8:平成18年、事例9:平成22年、事例10:平成14年、事例11:平成18年、事例12:平成17年、事例13:平成24年

【産総研MegaSolartownのA社製ND-150AM】※平成16年製の「屋根おき型」

