

住宅用太陽光発電モジュールの 火災事故発生リスクアセスメント

2019年12月06日

一般社団法人 日本電機工業会

まとめ

消費者安全調査委員会報告書（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－住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等－（平成31年
1月28日））において示された、住宅用太陽光発電モジュール（以下住宅用PVモ
ジュール）の製造上の問題に起因する発火等の可能性を踏まえ「既に設置されてい
る“鋼板等なし型” PVモジュール」に対する火災事故発生リスクアセスメントを実施
するため、リスクアセスメント対象となった“鋼板等なし型”PVモジュールに適した
リスクアセスメント方法の検討を行い、各製造業者の製品の10年間の火災事故
発生リスクを評価した。

■ リスクアセスメント方法

第三者専門家を含む委員会において

- ・ R-Map手法をベースとする
- ・ 消費者安全調査委員会報告書において想定されている高抵抗化から発熱・断線・
発火・延焼等に至る一連の火災発生プロセスをベースとする

という方針のもと、各製造業者が共有できる共通技術基準の検討・設定、リスクア
セスメントの妥当性を確認しながら実施した。

■ リスクアセスメントの結果

「特定メーカーの特定製品のみで火災事故発生リスクが存在する（対応が求められる
リスクレベル）となったが、その他の製品はリスクは十分小さい（火災事故は発生
しそうにない/考えられないリスクレベル）」となった。

1. 火災発生メカニズム

消費者安全調査委員会の事故等原因調査報告書「住宅用太陽光発電システムから発生した火災事故等」に示された火災発生に至る一連のメカニズム（図1）をベースに、火災に至るリスクを

（Ⅰ）「配線接続部の異常発熱・断線（配線抵抗増加とバイパス回路断線の同時発生）」

（Ⅱ）「モジュール発火」

（Ⅲ）「野地板着火・延焼」

の三段階の連続したプロセスに大別し、更に（Ⅰ）については

（Ⅰ-1）配線接続部の高抵抗化／完全断線

（Ⅰ-2）バイパス回路の常時通電

（Ⅰ-3）バイパス回路の断線

（Ⅰ-4）配線接続部の断線・異常発熱・アーク発生に至る高抵抗化の進行

の4事象に分けることでリスクアセスメントを実施した。

これにより、最終的に火災発生に至る確率は、

「火災発生に至る確率」

= 確率（Ⅰ）×確率（Ⅱ）×確率（Ⅲ）

として算出される。

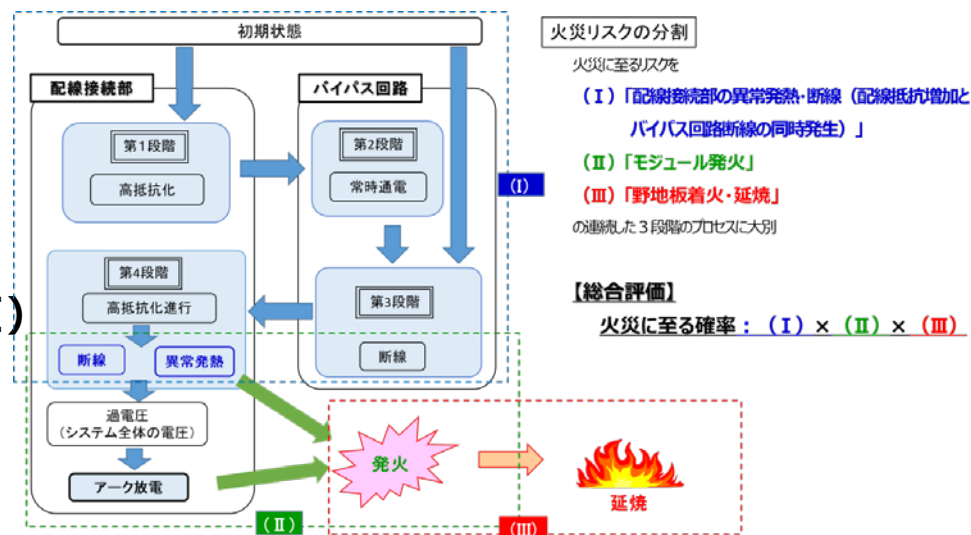


図1 リスクアセスメントで想定した火災発生メカニズム

2. 住宅用PVモジュールの火災リスク評価

R-Map手法による住宅用PVモジュール火災リスク（危害の程度と発生頻度）の見える化

危害の程度：Ⅲに位置づけ

発生頻度：モジュール1枚当たりの発生確率ではなく、複数のモジュールが設置された
邸数当たりの発生確率で評価

$$\text{発生確率（邸数）} = \text{発生確率（モジュール）} \times \text{モジュール設置枚数/邸}$$

C	B3	A1	A2	A3	A領域
C	B2	B3	A1	A2	
C	B1	B2	B3	A1	
C	C	B1	B2	B3	B領域
C	C	C	B1	B2	
C	C	C	C	C	C領域
無傷	軽微	中程度	重大	致命的	
なし	軽傷	通院加療	重傷 入院治療	死亡	
なし	製品発煙	製品発火 製品発煙(周辺燃焼)	火災 火災(建物延焼)	火災	
0	I	II	III	IV	

危害の程度

A領域	受け入れられないリスク領域
B領域	危険／効用基準あるいはコストを含めてリスク低減策の実現性を考慮しながらも、最小限のリスクまで低減すべき領域
C領域	無視できると考えられるリスク領域

事故発生頻度の表現の定義

- **リスクが存在する**
10年間で火災事故発生頻度が1邸以上のレベル
- **リスクは小さい**
10年間で火災事故発生頻度が0.1~1邸のレベル
- **リスクは十分小さい**
10年間で火災事故発生頻度が0.1邸に満たないレベル

図2 住宅用PVモジュール火災のリスク

3. 火災（不具合）発生確率の算出

1) 基準モデルの設定

住宅用PVモジュールに起因した住宅用太陽光発電火災事故は、

- ①火災事故発生件数が少ない
- ②詳細な不具合事象が確認できないケースも含まれている
- ③詳細な製品仕様（製造プロセスを含む）は製造業者によって異なる
- ④全ての設置済みPVモジュールの不具合発生状況を全て把握するのは困難

等の理由から、「住宅用PVモジュール」として明確な業界共通技術基準および共通のリスク低減効果基準を設定することは困難である。

そこで、製造業者毎に以下のいずれかの基準モジュールを設定し、住宅用PV火災リスクアセスメント検討委員会においてその設定を確認した。

基準 1) 住宅用PVモジュール起因の火災事故が発生した製造業者

- ①実検査で不具合発生が認められた場合：不具合発生件数／出荷数／平均使用年数
- ②実検査で不具合発生が認められない場合：1／出荷数／平均使用年数

基準 2) 住宅用PVモジュール起因の火災事故が発生していない製造業者

- ①実検査で不具合が認められた場合：不具合発生件数／出荷数／平均使用年数
- ②実検査で不具合発生が認められない場合：1／出荷数／平均使用年数
- ③他社事故事例を参考に火災発生確率が 5×10^{-4} ／（邸・年）の製品を仮設定

2) 不具合発生確率

不具合発生確率は、該当するPVモジュールが設置された製品の型番毎あるいは設計変更履歴に基づく製品グループ毎の算出とした。

ただし、ほとんどの場合においてPVモジュール起因の火災事故が発生していないことから、2. 火災発生メカニズムで仕分けした（Ⅱ）「モジュール発火」および（Ⅲ）「野地板着火・延焼」の発生事例がない場合においては、火災発生に至った他社事例を参考に一定の確率を設定した。

3) リスク発生低減効果

基準モジュール設定後の様々な対策に対するリスク低減効果は、

①実検査（対策前後の不具合発生件数の比較）

②回収モジュール分析

③検証実験結果から算出

④他社事例の改善効果参照

⑤「リスクアセスメント・ハンド

ブック実務編（経済産業省

2011年）」リスク低減方法

とその効果（リスク低減の原則）

を参考に設定

⇒[-1]を基本とする（表2参照）

のいずれかで求めることとした。

表2 リスク低減方法とその効果

リスク低減レベル	具体的な方法	低減効果（セル数）		
		最大	通常	最小
I リスクの除去 （本質的安全：製品自身でリスク除去）	・運動、位置、熱、機械、電気、化学、電磁波、音、磁気などのエネルギー、放射性物質、有害物質、微生物、シャープエッジなどが及ぼす影響が、人体に危害を加えるレベル以下にする	- 4	- 3	- 2
I リスクの低減 （本質的安全：製品自身でリスク低減）	a. 発生頻度の低減 ・故障やミスをして直ちに危険状態に至らない設計（フェイルセーフ、冗長性、多重化、安全確認型） ・誤操作の確率低減（フールプルーフ、タンパープルーフ、人間工学） ・隔離（立入禁止、保護カバー、操作部との分離、インターロック、分離固定） ・安全率、寿命末期を安全に終息、信頼性、難燃・断熱・絶縁・防水・防音材料 ・保守点検、受け入れ検査、評価試験、重要部品・重要工程管理 b. 危害・障害の程度の低減 ・使用／発生エネルギーの低減 ・作用するエネルギーの低減（保護接地、フィルター、距離）	- 3	- 2	- 1
Ⅱ 安全装置（安全装置・防御装置）	・危険状態を早期に検出して遮断する… 停止による拡大防止（過電流保護装置、各種検出保護装置などの安全装置） ・防護装置、保護眼鏡、防護服… 防護による拡大防止	- 2	- 1	- 1
Ⅲ 警報（アラーム）	・警報装置 … 装置による異常検出 ・異常状態の人による発見のしやすさと危険回避行動の容易性（速度の低減、非常停止装置）	- 1	- 1	0
Ⅳ 取扱説明書・注意銘板	・使用者、管理・監督者、周囲の人などに対する注意、警告 ・教育・訓練	- 1	0	0

R-Map上で1セル下がることは、-1又は1/10の低減効果を意味し、一見すると効果を小さく感じる。

しかし、見方を変えれば、10件中9件の事故を防止するという意味であり、十分に効果的。

4. リスクアセスメントの実施

全ての鋼板等なし型PVモジュールに対して火災リスクの存在が考えられる製品部位や製造プロセスに対し、以下の通りリスクアセスメントを進めた。

1) 共通リスクの設定

「プロセス（I）配線接続部の異常発熱・断線（配線抵抗増加とバイパス回路断線の同時発生）」に関するリスクは、「2. 火災発生メカニズム」に示した I -1～ I -4の4項目を共通のリスク発生部位および想定リスクとして設定し、各製造業者で検討された詳細リスク事象については、この共通リスクに分類する。

2) 製品毎の火災発生リスク頻度の算出

各製造業者が個別に実施した設計変更等の対策を上記共通リスク項目に分類し、3-3)に従い各社製品毎の火災リスクの低減効果を算出する。

3) リスクアセスメント方法の妥当性確認

今回実施したリスクアセスメントは、（財）日科技連の「R-Map実践研究会」が開発したR-Map手法をベースとした。

PVモジュール起因の火災発生リスクに対する具体的な対策は個社の詳細な技術情報に関わるため、第三者専門家委員（事務局含む）と個社の個別会議において、具体的なリスクアセスメント実施方法とリスク低減効果（低減率）について、妥当性を確認する。

4) リスクアセスメント結果の評価

共通リスクアセスメント計算フォーマット（図3）に、各製品の設計変更履歴等とリスク低減効果の経緯を含む以下の項目についてまとめた。

- a) 製品型式
- b) 製品の製造・販売時期
- c) 製品が適合する規格（IEC規格, JIS, 自主基準 等）
- d) 設計・部材・プロセス変更履歴（変更内容を含む）
- e) 設計・部材・プロセス変更によるリスク低減効果
- f) 算出される火災発生確率
- g) リスク評価結果

計算根拠については、各社が別途資料を添付するものとする。

■ 最終評価

全ての製品に対して以下のいずれかで評価した。

● リスクが存在：PVモジュール起因の火災事故発生リスクが存在する

（アセスメント結果に基づく対応が求められるもの）

> 10年間で火災事故が1邸以上発生する可能性が考えられるレベル

● リスクが小さい：PVモジュール起因の火災事故発生リスクが存在する

（火災事故が発生しそうにない）

> 10年間で火災事故が0.1～1邸発生する可能性が考えられるレベル

● リスクは十分小さい：PVモジュール起因の火災事故発生リスクは十分に小さい

（火災事故が発生しそうにない/考えられないもの）

> 10年間で火災事故が発生する頻度が0.1件未満と考えられるレベル

①基準モデルの設定

全製品の基礎データリストアップ



モジュール型式			基準モデル	製品A	製品B	製品C
出荷モジュール（枚数）						
設置邸数						
製品の製造・販売時期						
適合規格・基準						
設計・部材・プロセス変更履歴	（部位）	（想定リスク）				
	配線接続部 （セル/インターコネクタ）	高抵抗化/完全断線		対策A1	対策A1 対策A2	対策A1 対策A2
	配線接続部 （インターコネクタ）	高抵抗化/完全断線		対策B1	対策B1	対策B2
	バイパス回路 （BPD素子）	常時通電		対策C1	対策C1	対策C1
	バイパス回路 （配線接続部）	断線（開放）		対策D1	対策D2	対策D2
	高抵抗箇所	異常発熱/アーク発生			対策E1	対策E1
	モジュール	発火/延焼				対策F1
（Ⅰ）配線接続部の異常発熱・断線発生頻度		配線高抵抗化 バイパス回路断線		③ 対策（A1, B1, C1, D1）を 反映	④ 対策（A2, D2, E1）を反映	④ 対策（B2, F1）を反映
（Ⅱ）モジュール発火発生頻度						
（Ⅲ）野地板の発火・延焼発生頻度						
総合リスク評価	火災発生頻度：（Ⅰ）×（Ⅱ）×（Ⅲ）					
	火災発生頻度（邸数換算）					
	評価		リスクが存在	リスクが小さい	リスクは十分小さい	リスクは十分小さい

住宅用PVリスクアセスメント検討委員会専門委員の確認（リスク低減効果妥当性を含む）

図3 住宅用PVモジュールのリスクアセスメント実施プロセス

5. リスクアセスメントの結果

1) シャープ株式会社 (1/2)

製品型番	評価結果
Group 0 NEJ-125MD(1999年5月～2003年4月), NE-J130T(1999年7月～2003年1月), NE-J120T, NE-J129TN, NE-JN4TSC, NE-JN4TSL, NE-JN4TSR, NE-J5TSC, NE-67TSC, NE-J125TM, NT-044KM, NT-034KM, NE-K125WD(2001年3月～2003年5月), NE-L5WD1(2001年3月～2003年5月)	リスクは 十分小さい
Group 1-1 NE-36K5F, NE-36K4F, NE-25K6S, NE-25K4S, ND-48K1C, ND-20K1C, ND-48K1J, ND-20K1J, NE-53Y1N, NE-38Y1N	リスクが存在
Group 1-2 NE-J130T(2003年2月以降), NE-J125MD(2003年5月以降), NE-K125WD(2003年6月以降), NE-L5WD1(2003年6月以降), NE-Q1AWD, NE-M2AWD(2005年4月～2005年6月), NE-M2T1C(2004年8月～2005年6月), NU-Q5AWD(2005年6月以前)	リスクは 十分小さい
Group 2-1 NE-53K1R(2005年7月～2006年1月), NE-38K1R(2005年7月～2006年 1月), NE-53KS(2005年7月～2006年1月), NE-33KS(2005年7月～2006年1月), ND-48K2C(2005年7月～2006年1月), ND-20K2C(2005年7月～2006年1月), ND-48K2J(2005年7月～2006年1月), ND-20K2J(2005年7月～2006年1月), NE-53Y1R(2005年7月～2006年1月), NE-38Y1R(2005年7月～2006年1月)	リスクは 十分小さい
Group 2-2 NE-M2T1C/1(2005年7月～2006年1月), NE-M2T2C(2005年8月～2006年1月), NE-M2AWD(2005年7月～2006年1月), NE-MEWD, NUQ5AWD(2005年7月以降)	リスクは 十分小さい

1) シャープ株式会社 (2/2)

製品型番	評価結果
Group 3-1 NE-53K1R(2006年2月～2007年11月), NE-38K1R(2006年2月～2007年11月), NE-53KS(2006年2月～2007年11月), NE-33KS(2006年2月～2007年11月), ND-48K2C(2006年2月以降), ND-20K2C(2006年2月～2006年4月), ND-48K2J(2006年2月以降), ND-20K2J(2006年2月～2006年4月), NE-53Y1R(2006年2月以降), NE-38Y1R(2006年2月以降)	リスクは 十分小さい
Group 3-2 NE-M2AWD(2006年2月～2007年 11月), NE-M2T1C(2006年2月以降), NE-M2T2C(2006年2月～2007年11月)	リスクは 十分小さい
Group 4 NE-53K1R(2007年12月以降), NE-38K1R(2007年12月以降), NE-53KS(2007年12月以降), NE-33KS(2007年12月以降), ND-48K3J, ND-20K3J, NE-M2AWD (2007年12月以降), NEM2T2C (2007年12月以降)	リスクは 十分小さい
Group 5 NE-53K1RA, NE-38K1RA, NE-53K1D, NE-38K1D, NT-58K1D, NT-41K1D, NT-58K1D2, NT-41K1D2, NT-59K5C, NT-42K5C, NT-61K5E, NT-43K5E, NU-65K5H, NU-51K5H, NE-53KSA, NE-33KSA, NE-53KSD, NE-33KSD, NT-58KSD, NT-36KSD, NT-59S5C, NT-37S5C, NT-59S4C, NT-37S4C, NT-61S5E, NT-38S5E, NT-61S4E, NT-38S4E, NT-63S5G, NT-39S5G, NT-63S4G, NT-39S4G, NU-65S5H, NU-43S5H, NU-65S4H, NU-43S4H	リスクは 十分小さい
Group 6 NQ-56S4W, NQ-31S4W, NQ-57S4B, NQ-32S4B	リスクは 十分小さい

2) 京セラ株式会社

製品型番	評価結果
Group 1 E45-01M, E45-02M, E59-01M, E59-02, E59-02MM, E61-01M, E61-01MD, E61-02M, E63-02, E63-04, E68T-01M, E68T-02M, E68T-03M, E68T-04M, E74-01M, E88-01M, E88-02MM, RFM201-1(L), RFM201-2(L), RFM201-2(L)ND, RFM201-2DX, RFM201-3(L), RFM201-3(L)ND, RFM251-1(L), RFM251-2(L), RFM251-2(L)ATDX, RFM251-2(L)ND, RFM251-3(L), RFM251-3(L)ND, RFM311AX-2L(L)ND, RFM311AX-2R(L)LN, RFM311AX-2R(L)ND, RFM601A-2(L)ND, SD44B-QPS-B, SD46X-QPS-B, SD60B-QPS-B, SD62X-PPS-B, SD62X-QPS-B, SR09-68A, SR09-68B, SR09-68C, SR09-68D, SR09-70TA, SR09-70TB, SR09-70TC, SR09-70TD, SU39BU, SU41-02, SU41B-02, SU43-02, SU45T-02, SU53BU, SU55-02, SU55B-02, SU58-02, SU60T-02	リスクは 十分小さい
Group 2 KH395M-4M4CB, KH41M-4M4CB, KH43M-4E4CB, KH46S-4M4CB, KH47S-4M4CB, KH495S-4E4CB, KH60M-4M6CB, KH60S-4M5CB, KH62M-4M6CB, KH62S-4M5CB, KH65M-4E6CB, KH65S-4E5CB, KH72S-4M6CB, KH75S-4M6CB, KH78S-4E6CB, KJ36P-4MYCB, KJ39P-4AYCB, KJ425P-4MY2CB, KJ46P-3CSCA, KJ46P-3CSCB, KJ47P-3MSCB, KJ485P-3CSCA, KJ48P-3CSCA, KJ50P-3MSCA, KJ50P-3MSCH, KJ50P-4AYCB, KJ55P-4MY2CB, KJ55P-4MYCB, KJ61P-4AYCB, KJ62P-3CSCA, KJ62P-3CSCB, KJ64P-3CSCA, KJ64P-3MSCB, KJ65P-3CSCA, KJ66P-3MSCA, KJ66P-3MSCH, KJ67P-4MY2CB, KJ775P-3CSCA, KJ775P-3CSCB, KJ80P-3CSCA, KJ80P-3MSCB, KJ83P-3MSCA, KJ84P-3MSCH, KM71P-3CLCB, KM71P-3CMCB, KM75P-3CLCB, KM75P-3CMCB, KM80P-3MLCB, KM80P-3MMCB, KM88P-3MLCH, KM88P-3MMCH, KM92P-5CLCH, KM92P-5CMCH	リスクは 十分小さい

3) パナソニック株式会社

製品型番	評価結果
Group 1 : HITパワーループ HIP 4212□□, HIP 4512□□, HIP 4613□□	リスクは 十分小さい
Group 2 : MD-Hシリーズ MD-H190T (VB13190T) , MD-HD190T (VBD13190T)	リスクは 十分小さい
Group 3 : MDシリーズ MD-PD125 (VBD10125) , MD-P125K (VB10125K), MD-PD125K (VBD10125K), MD-P125S (VB10125S), MD-PD125S (VBD10125S), MD-P132S (VB10132S), MD-PD132S (VBD10132S), MD-P161S (VB10161S) , MD-PD161S (VBD10161S), MD-MD165S (VBD10165S),	リスクは 十分小さい

4) 三菱電機株式会社

製品型番	評価結果
グループ1～3 PV-MY075、PV-MY075A、PV-MY068A	リスクは 十分小さい
グループ4～6 (上記グループ1～3のサービス機種)	リスクは 十分小さい

5)サンテックパワージャパン株式会社

製品型番	評価結果
MSZ-XX	リスクは 十分小さい
MSZ-XXP, MSZ-XXPS, MSZ-XXPS-S1, MSZ-XXPS-O	リスクは 十分小さい
MSZ-XXST, MSZ-XXSS, MSZ-XXSS-S1	リスクは 十分小さい
MSZ-XXXST+, MSZ-XXXSS+, MSZ-XXXSS-S1+	リスクは 十分小さい
MSZ-XXXST, MSZ-XXX-SS, MSZ-XXXSS-S1, FBM-XXXA, FBM-XXXB	リスクは 十分小さい
MSZ-XXXST, MSZ-XXX-SS, MSZ-XXXSS-S1(上記の追加対策品)	リスクは 十分小さい
2020年以降発売予定 MSZ-XXXSTa, MSZ-XXX-SSa, MSZ-XXXSS-S1a	リスクは 十分小さい
RK-18, RK-14	リスクは 十分小さい
RK-18P, RK-14P	リスクは 十分小さい
RK-18S, RK-14S	リスクは 十分小さい

6) 株式会社東芝

製品型番	評価結果
FAM-125A／FAM-125B	リスクは 十分小さい

7) 一条工務店

製品型番	評価結果
PVM-000 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-201 _{xxx} , PVM-202 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-211 _{xxx} , PVM-212 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-221 _{xxx} , PVM-222 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-411 _{xxx} , PVM-412 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-600 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-700 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-120 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-720 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-820 _{xxx}	リスクは 十分小さい
PVM-830 _{xxx}	リスクは 十分小さい

6. 住宅用PV火災リスクアセスメント検討委員会

住宅用PV火災リスクアセスメントの実施方法についてその妥当性を担保するため、第三者専門家を中心とした住宅用PV火災リスクアセスメント検討委員会を設置し、各製造業者が共有できる共通技術基準の検討・設定、リスクアセスメントの妥当性を確認した。

委員長	植田 讓	学校法人 東京理科大学
専門家委員	大関 崇	(国研) 産業技術総合研究所
専門家委員	酒井 健一	(独法) 製品評価技術基盤機構)
専門家委員	井上 貴光	(一財) 電気安全環境研究所)
製造業者委員	高橋 亮一	(株) 一条工務店
	太田 信久	(株) カネカ
	中谷 典一	京セラ (株)
	外島 芙沙子	サンテックパワー ジャパン (株)
	清水 彰	シャープ (株)
	森内 荘太	ソーラーフロンティア (株)
	星野 清治	東芝エネルギーシステムズ (株)
	清水 宏	パナソニック (株) ライフソリューションズ社
	宮本 慎介	三菱電機 (株)
	亀田 正明	一社) 太陽光発電協会
業界団体委員		
事務局	吉田 功	一社) 日本電機工業会
	出口 洋平	一社) 日本電機工業会
	川端 美和	一社) 日本電機工業会