

太陽光発電システムの消防活動時の危険性に関する検証 (その1)

石井 剛*, 中西 智宏*, 山内 一弘**, 田中 守人*, 加藤 達仁*,
渡邊 茂男*

概要

太陽光発電システムは再生可能エネルギーのひとつとして近年急速に普及しており、一般住宅における導入も多く見受けられる。本検証は、今後も増加が見込まれる太陽光発電システムが設置された住宅における消防活動上の危険性について把握することを目的とした。本検証では、太陽光パネル（以下「パネル」という。）が水濡れ、破壊及び火炎ばく露されたパネルの物理的特性を把握し、消防活動上の危険性を確認した。

1 はじめに

住宅用の太陽光発電システムは、パネルを組み合わせたアレイにおいて光エネルギーを直流電流に変換し、接続箱にて幾つかのアレイからの直流電流が集約され、パワーコンディショナーにおいて直流電流を家庭で使う交流電流に変換し、分電盤にて各家庭内の電気機器に電流が送られるものである（図1）。

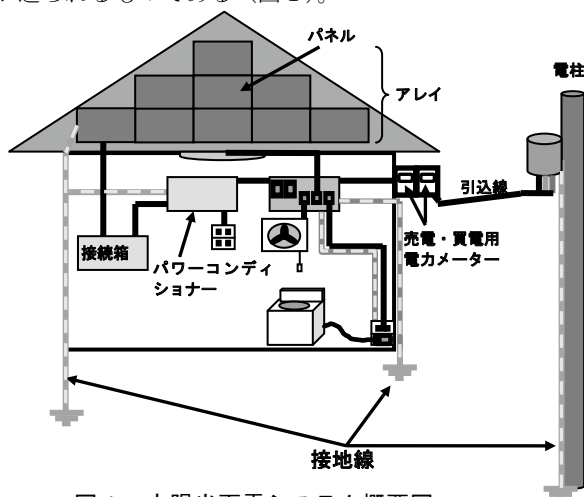


図1 太陽光発電システム概要図

太陽光発電システムは再生可能エネルギーのひとつとして近年急速に普及しており、一般住宅における導入も多く見受けられる。また、今後も増加が見込まれる太陽光発電システムが設置された住宅における消防活動上の

危険性について把握することを目的とした。本検証では、単体のパネルやアレイを使用し、パネルが濡れた場合の危険性、パネルを破壊した場合の物理的挙動とこれに伴う感電危険及びパネルの火炎ばく露時の挙動とこれに伴う発電状況について検証を行った。

なお、感電が人に及ぼす影響については、電流が直流であるか交流であるか、人体中を流れる電流値、電流が流れる経路及び電流が流れる時間等の要因が考えられるが、今回は表1¹⁾を参考に電流値により感電危険を検証した。

表1 電流が人体に及ぼす影響

人体を流れる電流値	人体反応
1 mA	ビリビリ感じる(最小感知電流)
5 mA	手足に強く感じる。我慢できる限界の電流
10~20mA	筋肉が麻痺。自分の意志では動けない(離脱電流)
50mA	気絶、心臓や呼吸系に異常な興奮
5~6 A	電流の部分にジュール熱が発生し、やけどの発生

また、人体の内部抵抗については、人体の部位、接触面積、肌の状態及び着衣等により大きく異なるが、一般的に500Ω²⁾ という値が使用されていることから、この値を人体の抵抗値とした。

2 期間及び場所

(1) 実験期間

平成24年11月から平成25年3月まで

(2) 実験場所

東京消防庁 消防技術安全所 総合実験室前

* 装備安全課 ** 消防技術課

3 検証対象としたパネル及びアレイ

A社製多結晶シリコン型パネル(写真1、2)、B社製単結晶シリコン・アモルファス型パネル(写真3、4)及びC社製CIS型パネル(写真5、6)を使用した。なお、アレイはA社製パネルを組み合わせたものを使用した(写真7、8)。

各パネルの基本構造はセルを数十枚直列に接続して、必要な電圧と電流を得られるような構造になっている。今回使用したA社製及びB社製のパネルの内部ではセルは3系統のサブモジュール・ブロックに分けられており、全てのセルが直列に接続されている(図2)。各サブモジュール・ブロック間は端子箱内でバイパスダイオードが設けられており、サブモジュール・ブロックに何らかの障害が発生した場合、そのサブモジュール・ブロックを迂回し電気の回路ができる仕組みになっている(図3)。

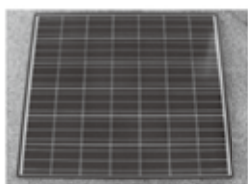


写真1

A社製パネル表面



写真2

A社製パネル裏面

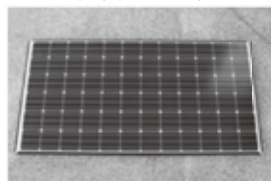


写真3

B社製パネル表面



写真4

B社製パネル裏面



写真5

C社製パネル表面



写真6

C社製パネル裏面

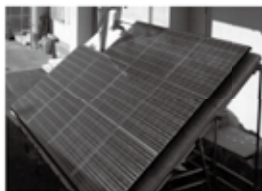


写真7 アレイ

(11枚のパネルを組み合わせたもの)

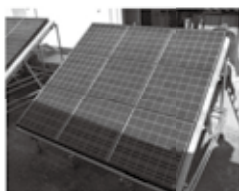


写真8 アレイ

(9枚のパネルを組み合わせたもの)

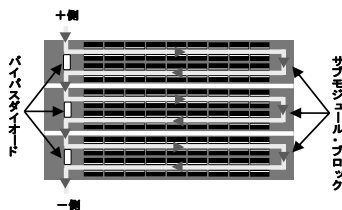


図2 通常時のパネルの電気の流れ

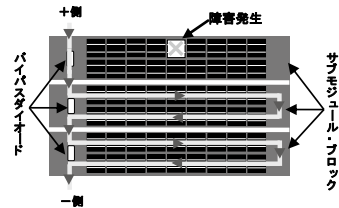


図3 サブモジュール・ブロックに障害が発生した場合のパネルの電気の流れ

4 検証方法

(1) パネルが水に濡れた場合の危険性に関する検証

ア パネル単体による検証

損傷のないパネル及び破壊したパネルそれぞれのパネル単体を水没させ、選択した2点間の電位差及び2点間を流れる電流値を測定した。開放電圧 V_{OC} 及び短絡電流 I_{SC} の他、測定回路に人体の抵抗に見立てた 500Ω の抵抗負荷(線径 0.35mm 及び 0.5mm のニクロム線で作成)をかけた状態での電圧値、電流値を測定した。(図4)。

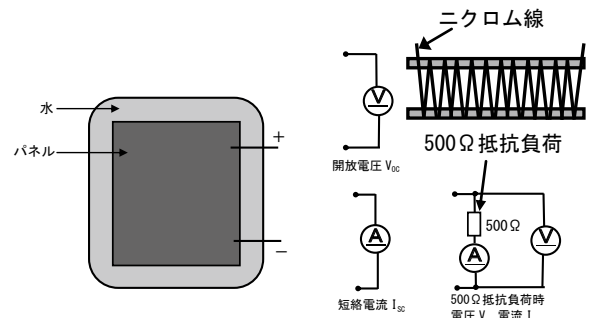


図4 測定概要図

イ アレイによる検証

図5に示すパネル①からパネル⑪まで直列に接続されたアレイ(パネル①の枠からアース線をとっている。)に対して放水し、前アと同様の測定を行った。損傷のない状態及びアレイ中の1枚のパネルを破壊した状態について実施した。

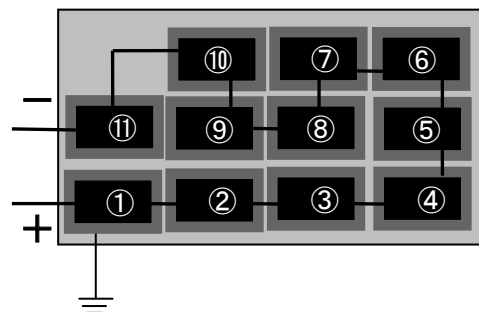


図5 アレイ(11枚のパネルを組み合わせたもの)

(2) パネルを破壊した場合の物理的挙動および感電危険に関する検証

ア 破壊時の物理的特性の検証

消防隊が現有する資器材を使用してパネル単体を破壊し、各資器材の破壊特性やパネルの物理的挙動について検証した。使用した破壊器具を写真9から写真12に示す。

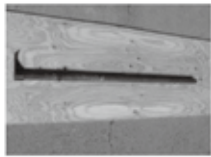


写真9 とび口

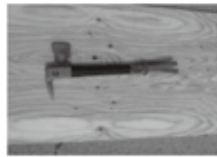


写真10 ベンケイ

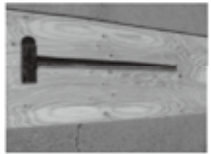


写真11 大ハンマー



写真12 エンジンカッター

イ パネル単体を破壊した時の電気的特性の検証

パネル単体を破壊したときの電気的特性について、パネルの出力電圧の変化や、破壊箇所間の電位差を測定した。

ウ パネル破壊時のアレイの電気的特性の検証

図5に示すアレイのパネル⑩を破壊し、その際のアレイ全体の出力電圧の変化や、破壊箇所と他の箇所間の電位差を測定した。

(3) パネルの火炎ばく露時の挙動及び発電状況に関する検証

図6に示すように固定枠にパネルを取り付け、床面に対して30°に傾けた状態（一般的に、建物上に設置されている角度）で設置した。面積約0.2㎡の角火皿（45cm四方）をパネル直下床面に置いて、中で助燃材（n-ヘプタン。以下「ヘプタン」という）2ℓを燃焼させた。また、パネル裏側に取り付けてある端子箱、ケーブルには耐火措置を行い、ケーブルと電圧計を接続して火炎ばく露中の電圧を測定した。

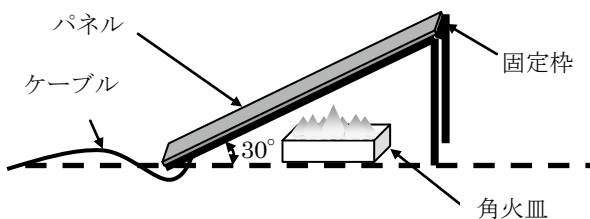


図6 パネル設定概要図

5 検証結果

(1) パネルが水に濡れた場合の危険性に関する検証

ア パネル単体による検証

水没前の当該パネルの開放電圧は26.1V、短絡電流は5.9Aであった。

(ア) ケーブルの一端子を水没させた状態で、+端子とプールの水（一端子から10cm隔離）の2点間を測定し

たところ、開放電圧は25.7V、短絡電流は10.7mAであった。500Ω抵抗負荷時の電圧は3.6V、電流は8.4mAであった（図7）。

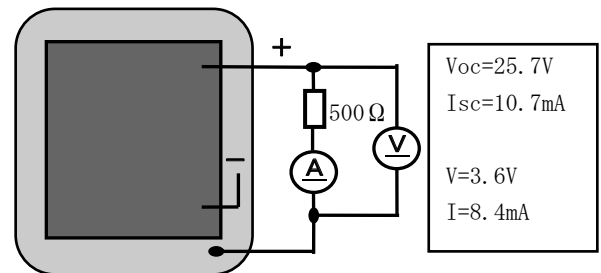


図7 パネル単体の測定図①

(イ) パネルの1箇所をベンケイにより破壊して水没させ、ケーブルの両端子は水の外に出した状態で+端子とプールの水（破壊箇所を中心部から約10cm離れた箇所）の2点間を測定したところ、開放電圧は21.1V、短絡電流は4.4mAであった。500Ω抵抗負荷時の電圧は1.8V、電流は3.8mAであった（図8）。

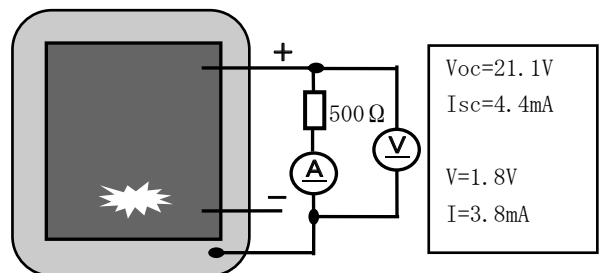


図8 パネル単体の測定図②

イ アレイによる検証

(ア) 図9に示すようにパネルを破壊せずにアレイに放水した状態で、アレイ上の濡れたパネル②の表面ガラスとパネル①の+端子間の電位差を測定したところ、0Vであった。同様に、アレイ上のパネルの表面ガラスとパネル⑩の一端子間の電位差を測定したところ、0Vであった。

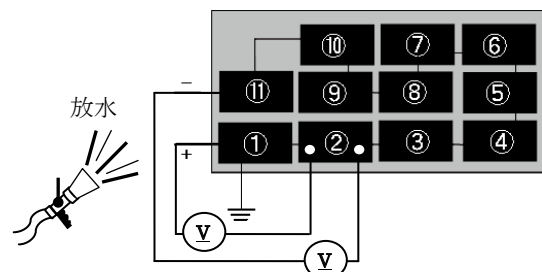


図9 アレイを構成するパネルの配置及び接続状況

(イ) 図10に示すパネル⑩をとび口で裏面から破壊し（写真14）、更にアレイに放水した状態で、アレイ上

の濡れた表面ガラスの一点（以下、「ガラス測定点」という。）とパネル⑩の+端子間の電流及び電圧を測定した。ガラス測定点は測定中にパネル①～⑩間を適宜移動させた。測定状況を写真 15 に示す。なお、図 10 に示すとおり測定回路には人体の抵抗とみなす 500Ω の抵抗を負荷した。



写真 14
パネル破壊状況



写真 15
ガラスの測定点の状況

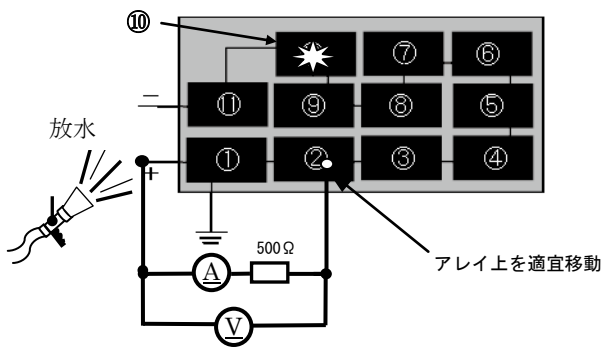


図 10 アレイを構成するパネルの配置及び接続状況

放水の状況やガラス測定点の位置により測定値に変動があったが、測定の結果、ガラス測定点が破損部に近いほど、電流が高くなる傾向が見られた。電流が最高値を記録したのはガラス測定点を破壊したパネル⑩上に置いた時で、電流 10mA、電圧 5.0V であった（写真 16）。



写真 16 測定状況①

電流 10mA
電圧 5.0V

(2) パネルを破壊した場合の物理的挙動および感電危険に関する検証

ア 破壊時の物理的特性の検証

(イ) 破壊時のパネルの状況

B社製及びC社製パネル共に破壊器具にて破壊を行った。両パネルとも表面は強化ガラスのために、フロートガラスのように鋭く刃物のように割れることはなく粉々に砕けるように割れた。また、内部の充填剤及び裏面シートと接着してあるためにガラスの飛散はごくわずか（粉末状の細かいものがほとんど）であった。さらに、

切断面でセルやセル同士を繋ぐ素線も切断され、素線が剥き出しになっている箇所が見られた。破壊状況を写真 17～20 に示す。

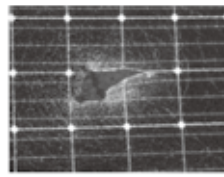


写真 17 破壊形状①
(とび口で破壊)

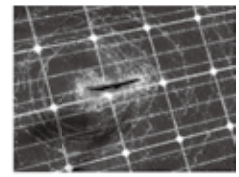


写真 18 破壊形状②
(ペンケイで破壊)

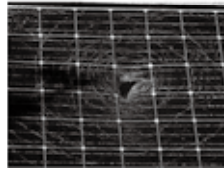


写真 19 破壊形状③
(大ハンマーで破壊)

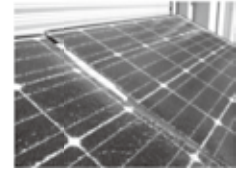


写真 20 破壊形状④
(エンジンカッターで破壊)

(イ) 破壊器具別の特性

すべての破壊器具で破壊を行うことができた。とび口、ペンケイ及び大ハンマーのうち、パネル表面の強化ガラスの破壊にはとび口やペンケイの尖った部分が有効であり、裏面への貫通が容易であった。大ハンマーでの破壊は他の二つに比べ貫通に労力を要した。エンジンカッターでの破壊においてはパネルだけでなく金属フレームの切断も容易であった。破壊状況を写真 21～24 に示す。

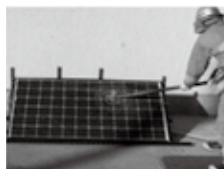


写真 21 破壊状況①
(とび口で破壊)



写真 22 破壊状況②
(ペンケイで破壊)



写真 23 破壊状況③
(大ハンマーで破壊)



写真 24 破壊状況④
(エンジンカッターで破壊)

イ パネル単体を破壊した時の電気的特性の検証

B社製パネルの破壊時の出力電圧を測定した結果、以下の傾向が見られた。また、破壊規模に対するパネルの出力電圧を表 2 に示す。

(イ) 図 11 のようにとび口、ペンケイ及び大ハンマーによる 1箇所(①)及び2箇所(②)の小さな範囲の破壊では電圧の変化はほとんど見られなかった。

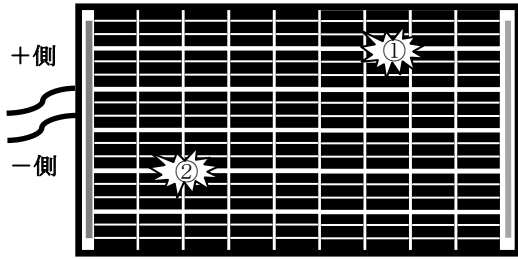


図 11 破壊状況①②

(イ) 図 12 のようにとび口、ベンケイ及び大ハンマーでサブモジュール・ブロックの 1 系統を破壊すると電圧は破壊前と比較し、約 1/3 (③) 低下、2 系統破壊すると約 2/3 (④) 低下し、全破壊 (⑤) すると電圧は 0V になった。

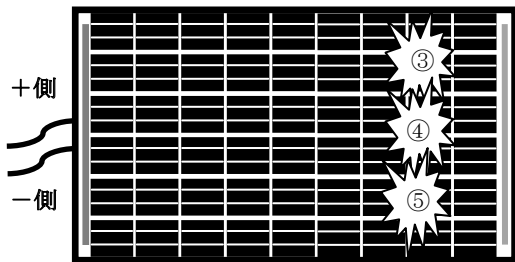


図 12 破壊状況③④⑤

(ウ) エンジンカッターでの切断では、図 13 のようにサブモジュール・ブロックの回路を切断する方向での切断において、1 系統を破壊 (⑥) すると破壊前と比較し、電圧は約 1/3 低下、2 系統破壊 (⑦) すると約 2/3 低下し、全破壊 (⑧) すると電圧は 0V になった。また、図 14 のようにサブモジュール・ブロックの回路を切断しない方向での切断においては、切断開始直後の電圧は破壊前と比較し、約 1/3 低下したが、その後パネルの 1/3 (⑨)、2/3 (⑩) と切断しても電圧の変化はほとんど見られなかった。

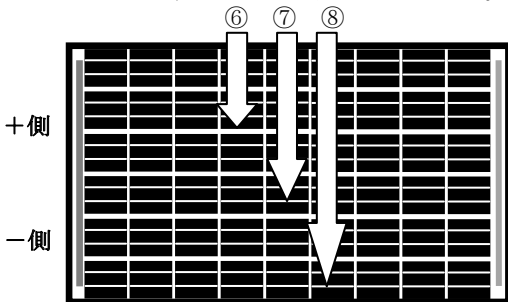


図 13 破壊状況⑥⑦⑧

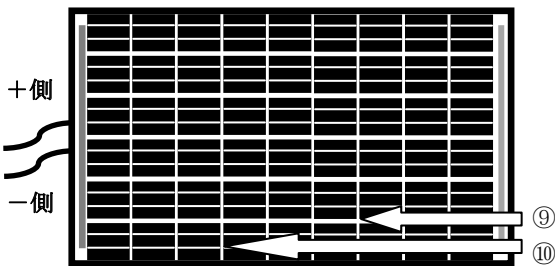


図 14 破壊状況⑨⑩

(エ) C社製パネルの破壊時の出力電圧を測定した結果、とび口による破壊状況⑪ (図 15) 及びエンジンカッターによる破壊状況⑫ (図 16) においていずれも破壊開始直後のわずかな破壊で出力電圧は 0V になった。

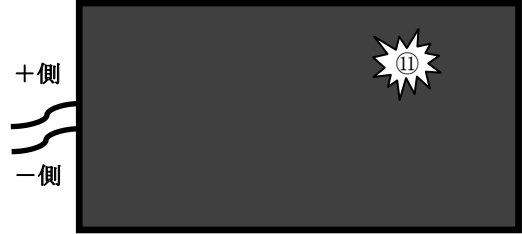


図 15 破壊状況⑪

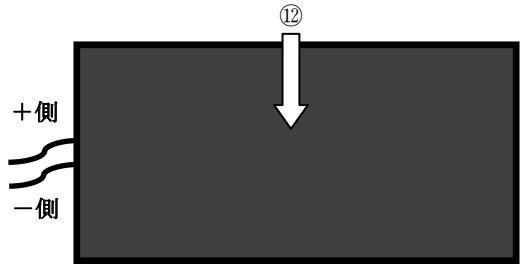


図 16 破壊状況⑫

表 2 破壊状況別でのパネルの出力電圧

(単位: V)

破壊状況 破壊器具	破壊前	① 1箇所	② 2箇所	③ 1箇所	④ 1箇所	⑤ 2箇所
とび口	49.6	49.1	48.2	32.6	16.0	0.0
ベンケイ	50.9	50.2	49.1	32.6	16.0	0.0
大ハンマー	50.8	47.5	44.3	29.6	14.9	0.0

(単位: V)

破壊状況	破壊前	⑥ 1箇所	⑦ 2箇所	⑧ 1箇所	⑨ 1箇所	⑩ 2箇所
EC 縦	48.5	32.7	16.7	0	/	/
EC 横	49.0	/	/	/	33.8	33.7

(EC: エンジンカッター)

(単位: V)

破壊状況	破壊前	⑪	⑫
とび口	108.8	0.0	/
EC 縦	102.9	/	0.0

(EC: エンジンカッター)

ウ パネル破壊時のアレイの電気的特性の検証

(ア) パネル破壊時のアレイの出力電圧の変化

図 17 に示す A 社製パネル 11 枚を組み合わせたアレイ上の選択した 1 枚 (パネル⑩) をベンケイで破壊した際のアレイの出力電圧の変化を測定した。なお測定にあつては、パネル⑩の破壊をサブモジュール・ブロックを 1 系統破壊、2 系統破壊及び全破壊のときの出力電圧を測定した。測定値を表 3 に示す。

測定の結果、パネル⑩のサブモジュール・ブロックの1系統を破壊すると電圧は7.6V(2.8%)低下、2系統破壊すると15.7V(5.9%)低下し、全破壊すると23.8V(8.9%)低下した。破壊状況を写真25及び26に示す。

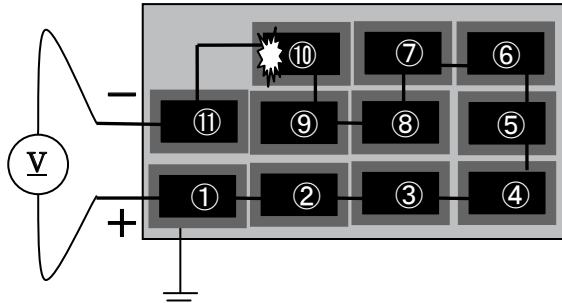


図17 測定方法図

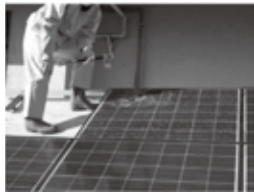


写真25 破壊状況

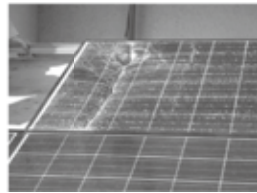


写真26 破壊状況(3系統破壊)

表3 パネル破壊時のアレイの出力電圧

	破壊前	1系統破壊	2系統破壊	全破壊
出力電圧(V)	267.0	259.4	251.3	243.2

(イ) パネル破壊時の破壊器具とアレイの+及び-両端子との電位差の測定

図18に示すアレイ上の選択した1枚(パネル⑩)を破壊した際の破壊器具の持ち手部分とアレイの+側及び-側両端子との電位差を測定した。なお測定に使用する破壊器具にあっては抵抗値が小さいベンケイを用いた。

測定の結果、ベンケイ持ち手金属部分と+端子との電位差は234.0V、-端子との電位差は30.8Vであった。また、破壊前のアレイの出力電圧は267.0Vであった。測定状況を写真27、28に示す。

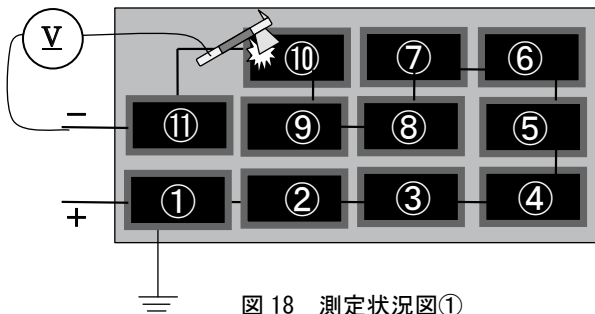


図18 測定状況図①



写真27 測定状況

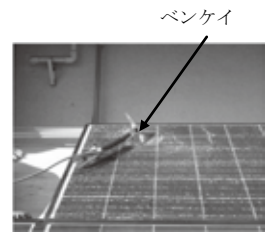


写真28 測定状況

(ウ) パネル破壊時の破壊器具と地面との電位差の測定

図19に示すアレイ上の選択した1枚(パネル⑩)を破壊した際の破壊器具の持ち手部分と架台(パネルを屋根固定するための台(写真29))を接触させ、アレイの+側端子と地面にあるマンホールの鉤物製のふた(写真30)との電位差を測定した。なおパネル①から地面にアース線を取っている。

測定の結果、アレイの+側端子とマンホールの鉤物製のふたとの電位差は234.0Vであった。

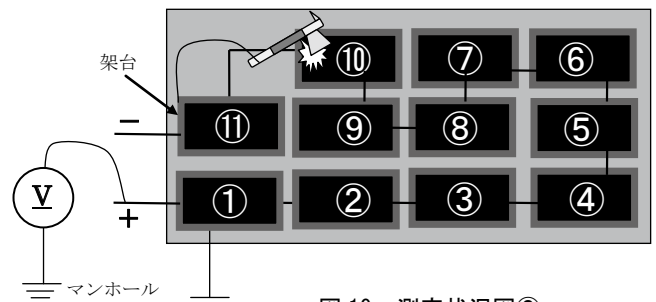


図19 測定状況図②



写真29 架台



写真30 マンホール計測

(3) パネルの火災ばく露時の挙動及び発電状況に関する検証

ア パネルの燃焼状況

(ア) A社製パネルの燃焼性状

A社製のパネルに対し、火源にヘプタンを用いてパネルの火災ばく露実験を行った。ばく露開始から約60秒経過時に、火炎に強くばく露されている個所からセルの一部の剥離が始まり、その後はセルが1枚ずつ剥がれ、表面強化ガラスのみが残る領域が確認できた。ヘプタンが燃え尽きた213秒以降も裏面やパネル枠周辺は燃焼を継続し297秒後に火炎が見えなくなった。ばく露開始から400秒後には残っていたガラスが破損し、破片が落下すると同時にパネルに付属していた端子箱とケーブルが落下した。燃焼により損傷した個所からは、多数の素線や鋭利なガラスが露出していた。A社製パネルの実験の状況を写真31、32に示す。

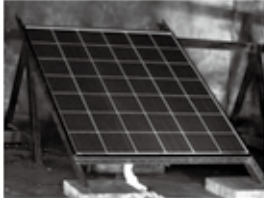


写真31
パネルの設置状況



写真32
パネルへの火炎曝露

(イ) B社製パネルの燃焼性状

火炎ばく露開始から100秒経過時に、火炎に強くばく露されている箇所からセルが1枚ずつ剥がれていき、表面強化ガラスのみが残る領域が確認できた。ヘプタンが燃え尽きた210秒以降も裏面やパネル枠近辺が燃焼を継続し420秒後に火炎が見えなくなった。燃焼開始から376秒後には残っていたガラスが破損し、破片が落下すると同時にパネルに付属していた端子箱とケーブルが落下した。燃焼により損傷した箇所からは、多数の素線や鋭利なガラスが露出していた。B社製パネルの燃焼実験の状況を写真33、34に示す。



写真33
パネルの設置状況



写真34
パネルへの火炎曝露

(ウ) C社製パネルの燃焼性状

火炎ばく露開始から100秒経過後に、火炎に強くばく露されている箇所からセルが不揃いに剥がれていき、表面強化ガラスのみが残る領域が確認できた。ヘプタンが燃え尽きた180秒以降も裏面や枠近辺が燃焼を継続し408秒後に火炎が見えなくなった。燃焼開始から330秒後には残っていたガラスが破損し、破片が落下すると同時にパネルに付属していた端子箱とケーブルも落下した。燃焼により損傷した箇所からは、鋭利なガラスが露出していた。C社製パネルの燃焼実験の様子を写真35、36に示す。



写真35
パネルの設置状況



写真36
パネルへの火炎曝露

イ) パネルの発電状況

(ア) A社製パネルの発電状況

A社製パネル燃焼時の電圧と時間の関係を図20に示す。

実験(火炎ばく露)開始時間を0秒とした。A社製パネルの電圧は、ばく露前は20.11Vで、ばく露直後は20.5Vであった。火炎にばく露されたパネルは、時間とともに徐々に電圧低下が見られ、60秒経過時にセルの一部が剥離を始め、その後も、徐々に電圧低下が見られ、233秒経過以降は、電圧はほぼ0Vになった。

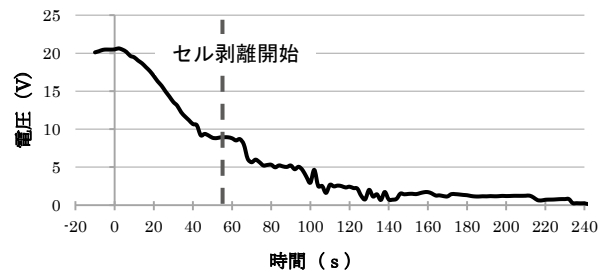


図20 燃焼時のA社製パネルの電圧

(イ) B社製パネルの発電状況

B社製パネル燃焼時の電圧と時間の関係を図21に示す。

実験(火炎ばく露)開始時間を0秒とした。B社製パネルの電圧は、ばく露前は38.8Vで、火炎ばく露直後は41.3Vであった。火炎にばく露されたパネルは、30秒経過時に急な電圧低下が見られ、5秒間で15Vの電圧低下が確認できた。これは、3種類のパネルの中で最も急激な電圧低下となった。また、65秒経過時に7Vの電圧低下を生じ、その後の電圧は2V付近でほぼ横ばいとなった。100秒経過時にセル一枚が剥離を始めたが、電圧に大きな変化はなく、180秒経過以降の電圧はほぼ0Vになった。

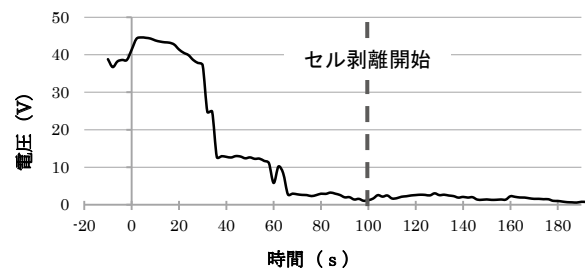


図21 燃焼時のB社製パネル電圧

(ウ) C社製パネルの発電状況

C社製パネル燃焼時の電圧と時間の関係を図22に示す。

実験(火炎ばく露)開始時間を0秒とした。C社製パネルの電圧は、ばく露前は80.5Vで、ばく露直後は80.6V

であった。火炎にばく露されたパネルは、時間とともに徐々に電圧降下が見られ、100 秒経過時にセルの一部が剥離を始め、116 秒を境に電圧が一気に 10V 以上降下し、発電している電圧が 10V 以下となった。162 秒経過後、測定器具不具合により計測不能となった。

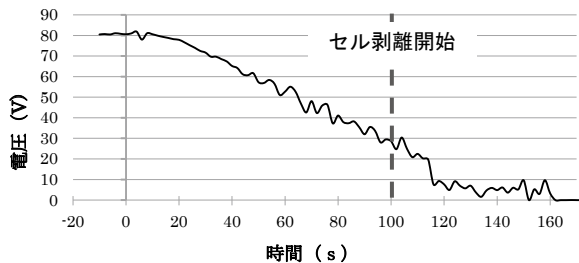


図 22 燃焼時の C 社製パネルの電圧

6 考察

(1) パネルが水に濡れた場合の危険性に関する検証

ア 前 4(1)ア(ア)の結果から、離脱したケーブルの末端が水没している場合、水を介して電流が流れることがわかった。本検証の条件下では、人体の抵抗とみなした 500Ω の抵抗を 8.4mA の電流が流れており、感電危険があるといえる。

イ 前 4(1)ア(イ)の結果から、パネルが破損すると、その箇所から漏電し、水を介して電流が流れることがわかった。パネルは「セル」を直列に接続したものであることと合わせて考えると、図 23 に示すとおり、破壊により、パネルは複数のパネルに分割したような形になるものと考えられる。

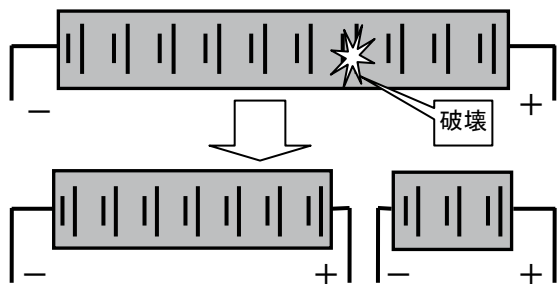


図 23 パネル破壊時のイメージ

ウ 前 4(1)イ(ア)の結果から、破損していないアレイは水に濡れても漏電することはない、ケーブル端子間のみ電圧が発生していることがわかることから、消防活動時、パネルの破損やケーブルの切断等がなければ放水等によりアレイが濡れても感電危険は生じないと考えられる。

エ 前 4(1)イ(イ)の結果から、アレイ中のパネルを破壊した状況下での放水等により、アレイが水に濡れた場合には漏電による感電危険が生じることがわかった。パネルを直列に接続した状態のアレイではより大きな電流が流れるおそれがあると考えられるが、本検証に

おいて、最高で 10mA の電流が測定されたことからその裏付けがされた。

(2) パネルを破壊した場合の物理的挙動および感電危険に関する検証

ア 前 4(2)ア(ア)の結果から、パネルを破壊する場合には、ベンケイやとび口のような、鋭利な部分を持つ破壊器具が特に有効であり、エンジンカッターによる切断も容易であることがわかった。また、表面の強化ガラスと内部の層とが接着されているため、破壊時のガラス破片の飛散はほとんどないことがわかった。

イ 前 4(2)イの結果から、B 社製のようにサブモジュールブロックで構成されるパネルは、狭い範囲を破壊しただけでは出力電圧はほとんど低下せず、サブモジュールブロック 1 系統を破壊するごとに出力電圧が低下していく特性があることがわかった。また、C 社製のように、僅かな破壊で出力電圧が 0V になるものもあることがわかった。

パネル上の 2 箇所間の破壊箇所間で電位差が測定されたことから、破壊箇所に触れた場合には感電危険があることがわかった。また、破壊器具（ベンケイ）の持ち手部分を介しての感電危険も確認された。破壊時には、電気抵抗の高い器具（木の柄であるとび口等）を用いるか、絶縁手袋等の保護具を装着する必要がある。

ウ 前 4(2)ウの結果から、アレイ上のパネルを破壊した場合、破壊したパネルが発電を止めても、当該パネルの破壊部を迂回する電気回路ができるため、全体の出力電圧は破壊したパネル分しか低下しないことがわかった。破壊箇所に突き刺した破壊器具（ベンケイ）とケーブルの端子との間には、パネル単体の実験で測定された値よりも大きな電位差が測定されたことから、アレイでは、パネル単体よりも更に高い電圧による感電危険があるといえる。さらに、破壊箇所に突き刺した破壊器具（ベンケイ）を介して地面へ電流が流れる可能性もあることがわかった。

(3) パネルの火災ばく露時の挙動及び発電状況に関する検証

ア パネルの燃焼性状

パネルに火炎をばく露させてもパネル全体が燃焼するわけではなく、燃焼するのは、パネルの枠と板の接合部のコーキング材及び接着材等と推測される。また、コーキング材や接着剤等が燃焼し、セルや素線が剥がれるとガラス単体になることから、ガラスが割れた際には鋭利な破片等の飛散危険が生じる。

イ パネル燃焼時の発電状況

今回実験を行ったパネル 3 種類すべてにおいて、電圧降下速度に違いはあるが火炎ばく露直後から電圧降下が見られ、燃焼終了時には電圧はほぼ 0V となった。火炎ばく露直後に電圧が 0V になるわけではなく、徐々に電圧が降下した。

燃焼後、がれき様となったパネルも破片ごとには電圧を生じていた。

7 まとめ

- (1) 放水等によりパネルが水で濡れても、破壊やケーブルの切断がなければ感電危険はないが、パネルが破損したり、ケーブルが離脱した場合や切断等した状態で水に濡れると、感電危険が生じる。
- (2) ベンケイ等の破壊器具でパネルを破壊した場合、小さな破壊で出力電圧が0Vとなるものもあるが、多くのものは破壊した個所みの電圧の低下となるため、感電に対する十分な注意が必要である。
- (3) パネルが火炎ばく露により損傷した後も、発電している場合がある。

8 おわりに

今後も増加が見込まれる太陽光発電システムが設置された住宅における消防活動危険への対応として、消防隊が現有もしくは容易に入手できる資器材を用いてパネルを遮光し、さらに絶縁保護器具を装着する等、感電危険を軽減させる対策が必要である。

[参考文献]

- 1) 曾根悟ほか監修 図解電気の大百科 オーム社 p133
- 2) 財九州電気安保協会 HP