

危険物施設の多様な使用形態に対応した  
技術基準のあり方検討報告書  
(案)

平成 27 年 3 月  
消防庁危険物保安室



# 目次

## はじめに

### 第1章 検討の概要

1. 1	検討の目的	1
1. 2	検討項目	1
1. 3	検討体制	1
1. 4	検討状況	2

### 第2章 危険物施設に対する太陽光発電設備の設置状況の実態

2. 1	太陽光発電設備を設置した給油取扱所の 管轄消防本部へのアンケート調査	3
2. 2	太陽光発電設備を設置した給油取扱所へのアンケート調査	5
2. 3	太陽光発電設備を設置した給油取扱所の現地調査	8
2. 4	危険物施設における太陽光発電設備の設置状況に関する実態調査	9
2. 5	太陽光発電設備を設置した製造所等へのヒアリング調査	16
2. 6	太陽光発電設備を設置した製造所等の現地調査	20

### 第3章 危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合のリスク要因

3. 1	自然災害におけるリスク	24
3. 2	放爆に関するリスク	24
3. 3	火災（爆発以外）におけるリスク	24
3. 4	その他のリスク	25

### 第4章 危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合の対策

4. 1	自然災害における対策	27
4. 2	爆発に対する対策	30
4. 3	火災（爆発以外）に対する対策	33
4. 4	その他の対策	34

第5章	まとめ	38
-----	-----	----

参考資料

**添付省略**

- 参考 2-1 太陽光発電設備を設置した給油取扱所の管轄消防本部へのアンケート調査
- 参考 2-2 太陽光発電設備を設置した給油取扱所へのアンケート調査
- 参考 2-3 太陽光発電設備を設置した給油取扱所の現地調査
- 参考 2-4 危険物施設における太陽光発電設備の設置状況に関する実態調査報告書
- 参考 2-5 太陽光発電設備を設置した製造所等へのヒアリング調査
- 参考 2-6 太陽光発電設備を設置した製造所等の現地調査
- 参考 3-1 太陽光発電設備の火災事故事例
- 参考 4-1 太陽電池アレイ用支持物設計標準の概要 (JIS C 8955)
- 参考 4-2 危険物施設の放爆に関するシミュレーションの概要
- 参考 4-3 製造所等の定期点検に関する行動指針の整備について  
(平成 3 年 5 月 29 日付け消防危第 48 号)
- 参考 4-4 危険物施設に設置した太陽光発電設備の発電量による点検方法
- 参考 4-5 太陽光発電システム保守点検ガイドライン
- 参考 4-6 製造所等において行われる変更工事の取扱いについて  
(平成 14 年 3 月 29 日付け消防危第 49 号)

## はじめに

太陽光発電は、エネルギー基本計画（平成 26 年 4 月 11 日閣議決定）において、「温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、重要な国産エネルギー源」である再生可能エネルギーとして位置づけられています。また、平成 24 年から固定価格買取制度がスタートし、日本でも太陽光発電の加速的な市場拡大が始まり、全国でも日当たりの良い屋根や空きスペースなどが、太陽電池モジュールの設置場所候補として検討されています。

このような状況の中で、危険物施設に太陽光発電設備を設置したいという要望が増えていますが、危険物施設の屋根に太陽電池モジュールを設置した場合、地震や台風等による施設の被害等により、太陽電池モジュールが落下し、危険物に着火して爆発する危険性が懸念されています。また、危険物製造所、屋内貯蔵所及び一般取扱所については、建築物において火災が発生し、危険物の燃焼により建築物内部の圧力が急激に上昇した場合に、早期に爆風圧を抜くことを目的とした放爆の基準が政令に定められていることから、放爆の支障となる場合は、屋根に太陽電池モジュールを設置することはできません。一方、給油取扱所については、既にいくつかの施設で太陽光発電設備の設置実績があるものの、設置に係る具体的な基準が定められていないため、安全対策の検討において苦慮しています。

さらに、太陽光発電設備の火災危険性については、既に電気事業法や JIS 基準等により評価されていますが、太陽光発電設備を危険物施設に設置した場合の火災危険性については、具体的な評価手法が確立されていません。

このような状況を鑑み、他法令や試験確認制度を踏まえた上で、危険物施設に太陽光発電設備を設置するという新たな使用形態に伴って想定される火災危険性を抽出し、その安全対策のあり方について検討してきました。

本報告書をまとめるにあたり、御多忙中にもかかわらず検討に積極的に参加され、貴重な意見をくださった各委員にお申し上げます。

平成 27 年 3 月

危険物施設の多様な使用形態に対応した技術基準のあり方検討会

座長 大谷 英雄



## 第1章 検討の概要

### 1. 1 検討の目的

太陽光発電は、エネルギー基本計画（平成26年4月11日閣議決定）において、「温室効果ガスを排出せず、国内で生産できることから、エネルギー安全保障にも寄与できる有望かつ多様で、重要な国産エネルギー源」である再生可能エネルギーとして位置づけられている。また、平成24年から固定価格買取制度がスタートし、日本でも太陽光発電の加速的な市場拡大が始まり、全国でも日当たりの良い屋根や空きスペースなどが、太陽電池モジュールの設置場所候補として検討されている。

このような状況の中で、危険物施設に太陽光発電設備の設置要望が増えていることを踏まえ、危険物施設に太陽光発電設備を設置するという新たな使用形態に伴って想定される火災危険性を抽出することにより、危険物施設の安全対策のあり方について検討するものである。

### 1. 2 検討項目

- (1) 太陽光発電設備が設置された危険物施設の実態調査
- (2) 危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合の火災危険性に関する事項
- (3) 危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合の安全対策のあり方に関する事項

### 1. 3 検討体制

「危険物施設の多様な使用形態に対応した技術基準のあり方検討会」を発足して検討を行った。

## 危険物施設の多様な使用形態に対応した技術基準のあり方検討会

(敬称略)

座長	大谷 英雄	横浜国立大学大学院環境情報研究院 教授
(以下、五十音順)		
委員	青戸 久明	日本危険物倉庫協会 理事
委員	井上 貴光	一般財団法人電気安全環境研究所 研究事業センター 太陽電池測定・認証グループ グループマネージャー
委員	喜々津 仁密	独立行政法人建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
委員	熊本 正俊	一般社団法人日本化学工業協会 環境安全部部长
委員	今野 和義	全国石油商業組合連合会
委員	清水 秀樹	石油連盟 給油所技術専門委員会委員長
委員	杉本 完蔵	一般社団法人太陽光発電協会 幹事
委員	高橋 俊勝	川崎市消防局 予防部危険物課長
委員	田中 由人	神戸市消防局 予防部査察課長
委員	塚目 孝裕	消防庁消防大学校消防研究センター 技術研究部特殊災害研究室長
委員	西川 省吾	日本大学理工学部電気工学科 教授
委員	山口 克己	東京消防庁 予防部危険物課長
委員	吉田 一史	石油化学工業協会 保安・衛生委員会
	鶴岡 健*	消防防災専門委員長 *協会内の任務変更に伴い、第2回から委員として参加。
事務局	鈴木 康幸	消防庁危険物保安室長
	鳥枝 浩彰	消防庁危険物保安室 課長補佐
	中嶋 仁美	消防庁危険物保安室 危険物施設係長
	各務 博伸	消防庁危険物保安室 危険物施設係 事務官
	貫井 信行	消防庁危険物保安室 危険物施設係 事務官

### 1. 4 検討状況

- 第1回 平成26年6月24日
- 第2回 平成26年9月24日
- 第3回 平成27年2月6日
- 第4回 平成27年3月6日

## 第2章 危険物施設に対する太陽光発電設備の設置状況の実態調査

### 2. 1 太陽光発電設備を設置した給油取扱所の管轄消防本部へのアンケート調査

(【参考2-1】参照)

#### 2. 1. 1 調査対象

「全国石油商業組合連合会・全国石油業共済協同組合連合会（以下、「全石連」という。）」と「石油連盟（以下、「石連」という。）」を通じて把握した太陽光発電設備を設置している給油取扱所（636施設）の所在地を管轄する消防本部（209本部）

#### 2. 1. 2 調査内容

給油取扱所に太陽光発電設備を設置する際の許可や事前相談等において、消防本部が確認した事項や、確認時の問題点等に関してアンケート調査を行った。（有効回答数=180件）

#### 2. 1. 3 調査結果概要

##### (1) 判断材料とした規格

太陽光発電設備の安全性等の判断材料とした規格については、「ない」という回答が全体の6割以上を占めていた。次いで、国内の太陽電池モジュールの安全認証規格である「JIS C 8992」や、国際規格である「UL、IEC、EN」について確認したという回答が多かった。

##### (2) 太陽光発電設備の設置に関して指導した内容

「設備設置後の強度」に関する指導が最も多く、次いで「可燃性蒸気の滞留箇所への設備（太陽電池モジュール、接続箱、PCSなど）を設置しないこと」、「発電電力の使用方法」に関して指導したという回答が多かった。

主な内容	件数
設備設置後の強度（耐震、風、雪など）	65
可燃性蒸気の滞留箇所への設置をしないこと	33
発電電力の使用方法（売電不可）	20
PCSなどの設備の設置位置	13
設置後の維持管理	6

##### (3) 設置の可否の判断の際苦慮した事項

設置可否判断で苦慮したこととして最も多かった回答は、「設置する部分の強度」であり、次いで「可燃性蒸気の滞留範囲と機器の隔離」や「配線の仕様・経路」という回答が多かった。

主な内容	件数
設置する部分の強度	121
可燃性蒸気の滞留範囲と機器の隔離	86
配線の仕様・経路	82
太陽光発電設備の機器自体の安全性	65
発電した電力の用途	61
太陽光発電設備の施工方法	56
設置後の点検	20
その他（災害発生時の消防活動方法、自然災害による影響等）	9

## 2. 1. 4 危険物施設へ太陽光発電設備を設置することに関する意見等（参考）

2. 1. 2の調査内容に関するアンケートに併せて、各消防本部に意見等を求めたところ、最も多かったものは「規制・基準の統一化、ガイドラインの作成」に関する要望であり、44件と約半数の消防本部から要望が挙げられている。他に、危険物施設への太陽光発電設備の設置自体についての意見も挙げられていた。

<主な意見一覧>

概略	主な意見
直下の取扱危険物	当該設備を屋根上に設置することから、その直下の扱いについて明確にする必要があると考えている。
機器仕様・設置位置	大量の太陽電池モジュールを設置することに伴い、パワーコンディショナー等の機器の仕様や設置位置などの検討が必要と考えます。
感電対策	火災事故等が発生した場合の消防活動時に感電する恐れがあるので、感電防止対策を基準化していただきたい。
放爆構造の基準	製造所、一棟規制の一般取扱所等に設置する場合にあっては放爆構造が保たれるものであることとされているが、どのような措置を講ずれば放爆構造が保たれると見なされるのか参考資料等の作成を希望します。
放爆構造の基準	放爆構造が必要な危険物施設の屋根に太陽電池モジュールなどを設置する場合、放爆構造に支障がないことを判断するのが困難である。
設備材質	危険物施設に設置する太陽光発電設備本体の材質等（不燃・難燃等）の判断基準を示してもらいたい。
安全基準	太陽光発電パネルの設置に伴う危険要因及び安全対策について、想定される火災危険を踏まえての指導上の指針を示していただきたい。
設置の是非	危険物施設への設置は、電力の用途や個々の施設の状況に応じて、判断すべきである。

## 2. 2 太陽光発電設備を設置した給油取扱所へのアンケート調査（【参考2-2】参照）

### 2. 2. 1 調査対象

全石連及び石連を通じて把握した、太陽光発電設備を設置している給油取扱所(636施設)

### 2. 2. 2 調査内容

給油取扱所への太陽光発電設備の設置状況や、設置後の運用状況に関して、アンケート調査を行った。アンケートは全石連及び石連経由で依頼及び回収した。

質問内容によって回答者が異なるため、有効回答数が618件のものと、244件のものがある。

### 2. 2. 3 調査結果概要

#### (1) JET 認証品

太陽電池モジュールのJET認証については、「認証品である」という回答が全体の9割以上を占めていた。一方で、「わからない」という回答も42件出ていた。

回答	件数
認証品である	563
認証品でない	13
わからない	42

#### (2) 発電電力の利用方法

電力の利用方法は、常用電力や非常用電力として活用しているところがほとんどであったが、244件中3件が売電のみとしていた。

#### (3) 太陽電池モジュールの設置場所

ほとんどの施設において、太陽電池モジュールはキャノピー上又は建物の屋根上に設置されている。

#### (4) PCS 設置場所

PCS設置場所は「危険物の取扱いのない室内」というのが全体の6割以上を占めていた。一部ではあるが、244件中11件は危険物の取扱いのある室内に設けているとの回答があった。

#### (5) 太陽電池モジュール・PCS間の配線の敷設箇所

配線については、「屋外のみ」と「屋外と屋内の危険物を取り扱わない部分」との回答を併せると全体の8割近くであった。

回答	件数
屋外のみ	73
屋内を含む（危険物を取り扱う部分を含む）	38
屋内を含む（危険物を取り扱う部分を含まない）	119
その他	7

(6) 蓄電池の有無

蓄電池は「ない」という回答が、全体の約9割を占めていた。また、「ある」と回答された63件中、容量として最も多かったのが「5～10kWh」で、蓄電池の種類は、ほとんどが「鉛蓄電池」であった。

(7) 自然災害による破損

ほとんどの施設は、太陽光発電設備を設置する前を含め、これまでに屋根やキャノピー等が自然災害による破損を受けたことがないが、244件中15件では破損の経験があり、また、その中の数件は、屋根若しくはキャノピーが「壊れた」、「落下した」、「破損した」という回答があった。

(8) キャノピーの新耐震基準<sup>(注)</sup>（昭和56年以降）への適合

新耐震基準には、太陽電池モジュールをキャノピー上に設置している施設（618件中582件）のほとんどが満たしていると回答した。また、「満たしている」と回答した施設のうち、太陽電池モジュールの荷重を考慮した上でも当該基準を満たしていると回答したものが、9割以上を占めていた。

(注) 昭和55年7月14日政令196号により改正された建築基準法施行令の基準をいう。

回答		件数
満たしている		548
内訳	太陽電池モジュールの荷重を加えた上で満たしている	499
	太陽電池モジュールの荷重を考慮していない	0
	わからない	11
	アンケート調査未実施	※38
満たしていない		3
わからない		31

※38件のうち23件は、昭和56年以降に、キャノピーの設置又はキャノピーの全面改修と同時に太陽電池モジュールを設置している。

(9) 設置後の不具合の有無

設置後の不具合が「あった」と回答した244件中12件の内訳において、PCSの不具合が6件と最も多かった。

(10) メンテナンス

点検頻度については不定期に行うこととしている回答が多かった。定期的に点検を行うという回答の中では、年1回という回答が多かった。

点検を行う上で、「太陽電池モジュール」は容易に点検できない場所にあるというところが多かった。

また、発電状況を「確認できる」という回答が、全体の9割以上を占めていた。一方「確認できない」という回答も618件中11件あった。

## 2. 3 太陽光発電設備を設置した給油取扱所の現地調査（【参考 2 - 3】参照）

### 2. 3. 1 調査対象

全石連及び石連を通じて把握した、太陽光発電設備を設置した給油取扱所（636 施設）のうち、自然災害及び立地形態の要素を考慮して下記の地域の給油取扱所から抽出した 5 施設

施設 No	地域	自然災害/立地形態
1	山形県	積雪量が多い地域の給油取扱所
2	東京都	都市型の給油取扱所
3	静岡県	地震リスクが高いと想定される地域の給油取扱所
4	広島県	塩害による腐食が発生しやすい地域の給油取扱所
5	高知県	強風が発生しやすい地域の給油取扱所

### 2. 3. 2 調査内容

給油取扱所での太陽光発電設備の設置状況や、設置後の運用状況に関して従業員に対してのヒアリングと、各設備が設置されている現場の確認等の調査を行った。

### 2. 3. 3 調査結果概要

#### (1) 太陽電池モジュール及び PCS の設置場所

太陽電池モジュールは全てキャノピーの上に設置されていた。東京都の給油取扱所のみ、懸垂式の計量機が設置され、それ以外の施設は地上設置式の給油設備が設置されていた。

太陽電池モジュールには、積雪の多い山形県の給油取扱所でも特別な対策が講じられてはいない。

PCS は山形県のみ屋外に設置されていたが、その他の給油取扱所は全て屋内の壁に取り付けられていた。



#### (2) 太陽電池モジュール周囲の状況

全ての給油取扱所において、太陽電池モジュールと屋根の間に、枯葉などの可燃物

が堆積している状況は確認できなかった。

(3) 太陽電池モジュール及び架台の固定状況

台風の襲来数が多く、強風が吹きやすいと推定される高知県の給油取扱所では、太陽電池モジュールが屋根面と水平に設置され、太陽電池モジュールが風圧を受けにくい状況であった。また、架台は、通常の折板屋根用の金具だけでなく、キャノピーの梁（H鋼）を挟み込む形で固定されていた。

その他の地域は、屋根面に対して角度を付けて設置されていた。

(4) メンテナンスの容易性

キャノピー上へのアクセスは困難であり、太陽電池モジュール、配線、架台等を近傍から目視して点検することは難しい状況であった。

発電の状況がリアルタイムで確認できるインターフェイスが建物内に設置されており、従業員が確認できるようになっていた。年間を通した発電量はログで確認でき、発電量に大幅な落ち込み等があれば、異常があると判断できる。

		
太陽電池モジュールの発電状況確認ツール①（山形県）	太陽電池モジュールの発電状況確認ツール②（高知県）	太陽電池モジュールの発電状況確認ツール③（静岡県）

## 2. 4 危険物施設における太陽光発電設備の設置状況に関する実態調査

(【参考2-4】参照)

### 2. 4. 1 実態調査の概要

#### (1) 調査対象及び調査方法

各都道府県消防防災主管課を通じて、全国の消防本部並びに消防本部及び消防署を置かない町村の消防事務を処理する機関（以下、「消防本部等」という。）に対して実態調査票を送付し、全ての消防本部等から回答を得た。

#### (2) 調査内容

消防法第11条第1項の規定に基づいて設置された次に掲げる危険物施設に太陽光発電設備を設置した事例の有無及び当該設備の設置状況について調査した。

ア 製造所

イ 屋内貯蔵所（危険物の規制に関する政令（昭和34年政令第307号。以下「政令」という。）第10条第1項又は第2項の基準によるものに限る。）

ウ 一般取扱所（政令第19条第1項の基準によるものに限る。）

### 2. 4. 2 実態調査の結果

#### 2. 4. 2. 1 設置事例の有無

2. 4. 1の(2)のアからウまでの危険物施設の屋根に太陽光発電設備を設置した事例があるか調査した結果、48の消防本部が「ある」と回答し、708の消防本部等が「ない」と回答した。

なお、この実態調査においては、2. 4. 1の(2)のアからウまでの危険物施設で屋根に太陽光発電設備を設置したものを「製造所等」という。

#### 2. 4. 2. 2 太陽光発電設備を設置した製造所等の概要

製造所等の区分、危険物の貯蔵取扱形態の概要、建築物の構造及び規模について調査した。

##### (1) 製造所等の区分

一般取扱所に多く設置されている。

製造所	2
屋内貯蔵所	3
一般取扱所	57

##### (2) 製造所等の危険物の貯蔵取扱形態

回答の記述内容を類型化して集計（複数の形態を有するものは各類型に計上）した結果では、「油圧装置又は潤滑油循環装置で取り扱うもの」が最も多い。

(3) 建築物の構造

鉄骨造のものが最も多い。

(4) 建築物の規模（階層）及び危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分が存する階

平屋建て以外のものが51施設あった。

また、低層階に危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分（危険物エリア）が存するものが多い。

(5) 製造所等の屋根ふき材

金属板（折板）を用いているものが最も多い。

金属板（折板）	37
金属板（平板）	3
スレート	3
軽量ではない不燃材料（コンクリート等）	13
その他の不燃材料	6
不明	0

(6) 製造所等の外壁

外壁のうち耐火構造とする必要がある部分の仕様は、表1のとおり軽量気泡コンクリートパネルが最も多い。

また、表2のとおり、外壁のすべてが耐火構造のものが28施設あり、耐火構造とする必要がある部分以外の外壁の仕様は、金属板、その他の不燃材料がそれぞれ15施設あった。

表1 耐火構造とする必要がある部分の仕様

耐火構造の外壁はない	22
無筋のコンクリートブロック造又はコンクリート造	0
鉄筋コンクリート造	6
鉄骨鉄筋コンクリート造	2
鉄骨コンクリート造	1
軽量気泡コンクリートパネル	24
その他	6
不明	1

表2 耐火構造以外の壁の仕様

耐火構造以外の壁はない	28
コンクリート	2
繊維混入ケイ酸カルシウム板	1
金属板	15
その他	15
不明	1

### 2. 4. 2. 3 危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分（危険物エリア）について

製造所等で危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分（以下「危険物エリア」という。）について、当該部分が存する階、危険物の貯蔵取扱状況等について調査した。

#### (1) 危険物エリアが存する階及び太陽電池モジュール設置場所の下方における危険物の貯蔵・取扱いの有無

危険物エリアが存する階と、太陽電池モジュール設置場所の下方<sup>\*</sup>における危険物の貯蔵・取扱いの有無について調査した。結果は下表のとおり。

建築物の規模（階層）	危険物エリアが存する階	太陽電池モジュール設置場所の下での危険物の貯蔵又は取扱いの有無		
		施設数	あり	なし
平屋建て	最上階（＝1階）のみ	11	10	1
2階建て	最上階（＝2階）のみ	2	2	0
	最上階を含む複数の階（＝1階と2階）	8	5	3
	最上階以外の一の階（＝1階）	16	9	7
3階建て	最上階のみ	1	0	1
	最上階を含む複数の階	5	3	2
	最上階以外の一の階	8	5	3
	最上階以外の複数の階	0	0	0
4階建て	最上階のみ	0	0	0
	最上階を含む複数の階	1	1	0
	最上階以外の一の階	3	0	3
	最上階以外の複数の階	3	3	0
5階建て	最上階以外の複数の階	2	1	1
8階建て	最上階を含む複数の階	1	1	0
9階建て	最上階以外の複数の階	1	0	1

#### (2) 危険物エリアが存する階の上階の床の構造

危険物エリアが存する階の上階の床が、コンクリート等の爆風が抜けない構造とな

っているものが多い。

#### 2. 4. 2. 4 放爆口について

##### (1) 放爆口とする建築物の部分及び材料

建築物のどの部分を放爆口としているか、また、放爆口としている部分はどのような材料で造られているか調査した。

放爆口とする建築物の部分は、「屋根」が最も多く、材料には金属板（折板）等の鋼板が多く用いられている。

##### (2) 放爆口の確保に関する消防本部の考え方

製造所等に太陽電池モジュールを設置するに当たって、放爆口の確保に関して消防本部がどのような考え方で指導、審査等を行っているか調査した。

屋根のうち、太陽電池モジュールを設置した部分を除いた部分を放爆口とすることとした。	19
太陽電池モジュールを設置した部分を含め、屋根全体を放爆口とすることとした。	20
太陽電池モジュールを屋根に直接設置せず、屋根との間に空間を設けることで屋根全体を放爆口として爆風を抜くこととした。	4
引火点が高い危険物のみを貯蔵し、又は取り扱うため、放爆口は不要とした。	7
特になし	6
その他	14

#### 2. 4. 2. 5 太陽光発電設備について

##### (1) 太陽光発電設備で発電した電力の用途

常用電力として使用している製造所等が最も多く、次いで多いのは、売電のみに使用しているものである。

##### (2) 太陽電池モジュールの構造

結晶系（多結晶型）のものが最も多く設置されている。

##### (3) JIS 規格の適合状況

日本工業規格が定めた太陽電池モジュールの安全適格性確認の要求事項（JIS 8992）の適合状況を調査した結果、「満たしている」の回答数が「満たしていない又は確認できない」の回答数をわずかに上回った。

満たしている	34
満たしていない又は確認できない	28

(4) 固定方法

屋根に対する太陽電池モジュールの固定方法について調査した。下表のとおり、半数以上の製造所等において「専用の支持金具（丸ハゼ金具等）で屋根ふき材をはさみ込んで固定」されている。

専用の支持金具（丸ハゼ金具等）で屋根ふき材をはさみ込んで固定	34
専用の支持金具で梁又は小梁をはさみ込んで固定	5
既設のボルトナット等を利用して梁又は小梁に固定	1
その他	13
不明	9

(5) 電気配線

太陽電池モジュールから接続箱、パワーコンディショナー又は蓄電池への配線が、可燃性蒸気が滞留するおそれのある場所を通っているか、また、通っている場合については、その安全対策について調査した結果、「通っている」と回答があった製造所等はなかった。

(6) 接続箱の設置場所

およそ半数の製造所等が屋上に接続箱が設置されている。

製造所等の建築物の外壁	9
製造所等の屋内の危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分	1
製造所等の屋内の危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分以外の部分	9
<b>製造所等の屋上</b>	<b>30</b>
製造所等以外の場所	5
パワーコンディショナーとの一体型	4
不明	4

(7) パワーコンディショナーの設置場所

製造所等の屋内の危険物エリアにパワーコンディショナーが設置されているものもある。

製造所等の建築物の外壁	18
<b>製造所等の屋内の危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分</b>	<b>2</b>
製造所等の屋内の危険物を貯蔵し、又は取り扱う部分以外の部分	21
製造所等以外の場所	15
不明	7

## 2. 4. 2. 6 消防本部の指導

消防本部が行った太陽光発電設備の設置位置、施工方法に関する指導の内容について調査した。結果は下表のとおり。（複数選択可）

太陽電池モジュールは、点検・操作のために必要な空間を確保して設置すること。	21
太陽電池モジュールは、消防活動のために必要な空間を確保して設置すること。	16
太陽電池モジュール、パワーコンディショナー等は、可燃性蒸気が滞留するおそれのある場所に設置しないこと。	35
太陽電池モジュールの重量に対して、屋根の強度に問題がないことを確認すること。	45
爆発時等の圧力を放出させるために十分な大きさの放爆口が確保されること。	20
火災等により太陽電池モジュールが落下した場合においても、危険物に引火する等の二次災害を起こすおそれがない場所に設置すること。	10
太陽電池モジュールの固定においては、一定の強度が確保されるように施工すること。	35
太陽電池モジュールの設置面積を制限している。（面積の数値等を記述）	1
屋根の面積の10%未満とする。	
太陽電池モジュールを設置できる部分を制限している。	10
落雷・漏電等により出火の危険性が大きく増大しない場所に設置すること。	7
その他 →記述	12
直下階の取扱数量（第四類第1石油類及び第四類第2石油類）の取扱倍数を1倍未満にする。	
可燃性蒸気については第四類第3石油類のため考慮しなかった。	
密閉された容器による取扱いであったため発災危険は少ないと判断した。	
4面壁が無いことを、放爆構造がとれないことの担保とした。	
特になし。	
消防本部との協議なし・無許可で設置	
危険物エリアの上ではなく、小規模であるため、支障なしと判断した。今後、拡張する場合は要連絡の旨を指導した。	
無許可で設置したため撤去するよう指導した。	
不明	

## 2. 5 太陽光発電設備を設置した製造所等へのヒアリング調査（【参考2-5】参照）

### 2. 5. 1 調査対象

2. 4の実態調査で把握した太陽光発電設備を設置した危険物施設 62 施設の中から、下記2点のいずれにも該当する施設以外を中心に 33 施設抽出した。

- ・太陽電池モジュールを設置する屋根等の直下の階で危険物を貯蔵し、または取り扱う部分がない施設
- ・危険物を貯蔵し、または取り扱う部分が存する階の上階の床が、コンクリート等の爆風が抜けない構造となっている施設

<調査対象一覧>

都道府県	調査施設数	都道府県	調査施設数
福島県	1	愛知県	6
茨城県	1	三重県	1
栃木県	2	滋賀県	1
埼玉県	1	京都府	1
千葉県	2	大阪府	3
東京都	1	兵庫県	3
神奈川県	4	山口県	1
岐阜県	1	岡山県	1
静岡県	1	大分県	2

### 2. 5. 2 調査内容

各製造所等における太陽光発電設備の設置状況や、設置後の運用状況に関して、当該施設を管轄する消防本部及び危険物施設の関係者へのヒアリング調査を行った。

### 2. 5. 3 調査結果概要

#### (1) 太陽光発電設備の設置時の手続き

ほとんどの施設で設置許可または変更許可の手続きがなされていた。

#### (2) 太陽電池モジュールの仕様

可燃物使用量 (2,000g/m<sup>2</sup>以下か) については、「いいえ」または「不明」という回答が、全体の9割以上を占めていた。

塩害仕様については、塩害対象内地域8施設のうち塩害仕様でないという回答が3件あった。

#### (3) PCS の仕様、設置状況

PCS の外箱の材質は、金属製という回答が、全体の約8割を占めていた。

PCS の設置台数は1台という回答が多かった。

PCSの配置は、1か所にまとめて設置しているという回答が全体の8割以上を占めていた。

(4) 接続箱の仕様、材質

接続箱の外箱の材質は、金属製という回答が、全体の約8割を占めていた。

接続箱の設置台数は、5台以上という回答が多かった。

接続箱の設置状況については、「1か所設置」と「分散設置」がほぼ同等の数であった。

(5) 消防活動スペースの確保状況

消防活動スペースについては、モジュールの周囲に確保されているという回答が最も多く7割程度であった。モジュール間に1mの通路を確保しているという回答は半数に満たなかった。

回答	件数
消防用活動通路の幅員を1m以上とすること。	15
太陽電池モジュール設置箇所の周囲に活動用スペースを確保すること。	24
屋根外周部に転落防止用の壁または柵をもうけること。	5
その他	0

(6) 耐震基準適合状況

耐震基準への適合については、全体の約半数が確認を行っていた。

荷重対象は積雪荷重、耐風荷重という回答であった。

回答	件数
確認を行った	15
確認を行っていない	2
その他(不明)	16

(7) 屋根強度の確認

太陽光発電設備と建物の建築が同時になされているところが多く、危険物施設側で建築時に確認しているという回答が多かった。

(8) 設備の経年劣化・腐食、交換の有無

設備の劣化、腐食、交換については、「あり」と回答したものが33件中4件で、モジュールを交換したものが1件、PCSと電力量計に不具合が出たものが1件あった。

回答	件数
ディスプレイ	1
電力量計測用のパソコン	1
設置後1年経過時に太陽電池モジュール10枚を出力性能不具合のため交換	1
PCSと電力量計	1

(9) 太陽電池モジュールの固定強度の確認

太陽電池モジュールの固定強度の確認については「確認していない」という回答が最も多く、確認していても資料上の確認というところが次に多かった。

(10) 太陽電光発電設備の点検

設備の点検項目については、特に定めていないという回答が多く、発電量の確認や、目視での点検という回答が多かった。保安規程や社内基準、メーカーの点検項目により点検しているところが8件あった。

日常点検の実施者については、実施の有無が判明している中では、従業員が実施するという回答が多かった。定期点検の実施者については、「従業員」、「電気主任技術者」、「設置業者」の回答がほぼ同等であった。

(11) 太陽光発電設備の設置後の修理や補修

設備の修理、補修については、必要に応じて検討するという回答が多かった。一方で、専門業者とメンテナンス契約を交わしているという回答は無かった。

(12) 点検スペースやアクセスの容易性

設備へのアクセスについては、容易にアクセスできるという回答が多かったが、一部でアクセス困難であるという回答もあった。また、点検のためのスペースについても、太陽電池モジュールを確認するための通路があるという回答が多かったが、太陽電池モジュールの裏面の確認が困難であるという回答が一部あった。

(13) 通常時の発電電力の用途及び非常時の施設電源への切り替え

発電した電力は、施設用として使用しているとの回答が多いが、売電しているとの回答も3分の1程度あった。また、売電している場合、非常時に施設用の電源として切り替えはできないという回答がほとんどであった。

回答		件数	
施設内電力として使用している。		22	
売電している。		10	
内 訳	非常時に施設用電源として切り替え可		1
	非常時に施設用電源として切り替え不可		8
	切り替えの可否不明	1	
不明		1	

## 2. 6 太陽光発電設備を設置した製造所等の現地調査（【参考2-6】参照）

### 2. 6. 1 調査対象

ヒアリング調査を行った33施設のうち、太陽光発電設備の設置状況や取り扱う危険物、放爆構造の状況等を考慮し、19施設を抽出した。

<調査対象一覧>

都道府県	調査施設数	都道府県	調査施設数
埼玉県	1	滋賀県	1
千葉県	2	京都府	1
東京都	1	大阪府	1
神奈川県	4	兵庫県	3
静岡県	1	岡山県	1
愛知県	3		

### 2. 6. 2 調査内容

太陽光発電設備の設置状況や、設置後の運用状況に関して危険物施設の関係者及び施工業者等に対するヒアリングと、各設備が設置されている現場の確認等の調査を行った。

### 2. 6. 3 調査結果概要

#### (1) 自然災害に対する対策状況

施設の竣工当初から太陽光発電設備が設置されているケースでは、耐震強度、積雪荷重及び屋根強度に関する構造計算が実施されている。

一方で、竣工後に設置されたケースでは、全ての強度について確認されていない、又は強度確認の実施有無が不明な項目がある施設もあった。また、計算しているが、消防本部には提出していないケースも見られた。

#### (2) 火災（爆発以外）に対する対策状況

##### ① 太陽電池モジュールの対策状況

太陽光発電設備導入時に確認したケースはなかった。

火災時の消防活動用のスペースについては、調査対象は工場が多く、屋根の面積が大きいためスペースに余裕がある施設が多かった。屋根上の接続箱、集電箱及び太陽電池モジュール周囲には消火活動を行うための十分なスペースがとられているケースが多く見られた。

		
太陽電池モジュールの 設置状況①（神奈川県）	太陽電池モジュールの 設置状況②（静岡県）	太陽電池モジュールの 設置状況③（兵庫県）

② 電気設備としての対策状況

施設内の危険物が使用/貯蔵されているエリアの排気ダクトの排気口が、太陽電池モジュールの周辺に設置されている施設があった。

ほとんどの施設では、太陽電池モジュールの近傍に第4類第1石油類等の低引火点の危険物を取り扱う部分の排気口はなかったが、1施設のみ第4類アルコール類を取り扱う部分の局所排気の排出口が、周囲2mの位置に設けられている施設があった。

	
排気口と太陽電池モジュールの 設置状況①（兵庫県）	排気口と太陽電池モジュールの 設置状況②（兵庫県）

接続箱の屋上での設置箇所は、太陽電池モジュールの架台の柱に設置されているケースと、太陽電池モジュール及び架台から独立して設置されているケースがあった。独立して設置しているケースでも日差し除けのカバーが設置され、直射日光による過熱を防止しているケースがあった。設備と排気ダクトとの距離などは太陽電池モジュールと同様だった。

		
架台に設置された接続箱 (東京都)	独立して設置された接続箱 (静岡県)	日除けが設置された接続箱 (神奈川県)

PCS は屋上または電気室内のいずれかに設置されていることが多かった。なお、屋上に設置され、PCS 外箱の容積が小さい場合は太陽電池モジュール架台に設置されているケースもあった。なお、全体を通じて PCS 周辺での危険物の取扱いはなかった。

		
PCS の設置状況① (愛知県)	PCS の設置状況② (愛知県)	PCS の設置状況③ (滋賀県)

また、火災時の太陽光発電設備からの電力供給を強制停止する方法について、「PCS や接続箱が自動的に異常を検知して遮断する」と認識している施設や、自動停止だけでなく「PCS などのブレーカーによる手動停止 (マニュアル作成済)」及び「配線切断用カッターによる切断による停止 (マニュアル記載済)」などを規則化している施設が確認できた。なお、「業者に任せている」、または「火災対応について特別な意識をしていない」という施設もあった。

		
切断用道具の配備状況① (神奈川県)	切断用道具の配備状況② (神奈川県)	遮断時に操作する PCS の ブレーカー (岡山県)

### (3) 火災 (爆発) に対する対策状況

施設の竣工当初から太陽光発電設備が設置された場合は、設計の段階で放爆に関し

て検討されている。竣工後設置された場合では、改めて放爆構造が支障がないことを施工業者より資料提出させたケースもあれば、代替の放爆箇所や、屋根以外の放爆箇所があるため問題ないと判断したケースも見られた。

具体的な検討結果例としては以下のとおり。

- ・ 太陽電池モジュールを設置する際に、屋根に設置した後でも外壁より屋根が構造上弱いことを示す資料（計算書）を業者に提出させ、確認している。そのため、屋根の放爆構造に支障がないことを証明させている。
- ・ 屋根全体に太陽電池モジュールを設置しているが、換気口及びベンチレーターにより放爆箇所を確保しているため、問題ないと判断した。
- ・ もともと屋根強度より壁強度の方が低いことから、設置による支障はないと判断した。
- ・ 事務所エリアで危険物の取扱いのない部分の屋根に設備を設置しており、事務所エリア以外の屋根を放爆口とする、と判断した。
- ・ 特例により放爆構造が採用されていない。

#### （４）経年劣化対策状況

##### ①太陽電池モジュール設置場所へのアクセス手段

太陽電池モジュール設置場所へのアクセス手段として、給油取扱所と異なり、エレベーター、屋内階段、屋外階段及び梯子等常設されているものがあつた。

##### ②経年劣化等の状況

太陽光発電施設の経年劣化及び腐食に伴い、設備及び部品を交換した施設はなかつた。



### 第3章 危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合のリスク及び講ずべき対策等の基本的な考え方

前章までの調査結果や国内で起こっている太陽光発電設備に関連する事故（【参考3-1】参照）等を踏まえ、危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合に想定されるリスク要因を次のように整理した。

#### 3.1 自然災害におけるリスク

太陽電池モジュールを屋根に設置した場合、屋根等にかかる荷重が増加することにより想定されるリスクは次のとおりである。

##### (1) 地震災害におけるリスク

- ・建築物が、地震力に耐え切れず倒壊・崩壊するおそれがある。
- ・太陽電池モジュールの架台が、地震力に耐えられず破壊するおそれがある。

##### (2) 積雪、暴風災害におけるリスク

- ・積雪、暴風において、建築物が積雪荷重、風圧力に耐えられず、倒壊・崩壊するおそれがある。
- ・暴風において、太陽電池モジュールが風圧力に耐えられず、破壊するおそれがある。

したがって、太陽電池モジュールの設置に際しては、太陽電池モジュールの重量を加えた上で、建築基準法等で求められている耐震基準を満たすことが必要である。

#### 3.2 放爆に関するリスク

製造所、屋内貯蔵所、一般取扱所の技術基準において、施設内で火災により爆発的な燃焼現象が発生した場合において、早期に爆風圧を抜く（以下「放爆」という。）ために、屋根を軽量な不燃材料でふくことが定められているが、太陽電池モジュールを危険物施設の屋根の上に設置した場合、屋根の重量が増加するため、適切に屋根の放爆性能が発揮されず、大爆発となり周囲に被害が及ぶおそれがある。

したがって、危険物施設の屋根の上に太陽電池モジュールを設置した場合においても、屋根の放爆性能が損なわれないことの評価を行う必要がある。

#### 3.3 火災（爆発以外）におけるリスク

- ・太陽電池モジュール自体が燃焼した場合に、屋根上にある可燃物が発生した火炎及び熱等の影響を受けて発火、熔融するおそれがある。
- ・建築物から出火した場合に、太陽電池モジュールに延焼し、その火炎及び熱等の影響を受けてさらに隣接する他の太陽電池モジュールに延焼し、火災が拡大するおそれがある。

危険物を取り扱う施設は、その性格上火災の危険性が大きいので、他の施設で発生した火災の影響を防ぐとともに、危険物施設内で発生した火災の延焼拡大を防止するため、建築物を不燃材料で造ることが定められている（政令第9条第1項第5号）。危険物施設に設置する太陽光発電設備についても、同様に求められる性能を整理する必要がある。

### 3. 4 その他のリスク

#### 3. 4. 1 経年劣化対策

- ・太陽電池モジュールの架台又は取付金具の腐食によって固定強度が低下し、太陽電池モジュールが落下するおそれがある。
- ・配線の被覆の劣化又は損傷により、太陽電池モジュールで発電された電力が配線から金属屋根に漏電してスパークが発生し、屋根上に堆積した落ち葉等の可燃物に着火して出火するおそれがある。

したがって、太陽光発電設備を、各種安全対策をとった上で設置した場合においても、設置後に太陽光発電設備に異常が起こること等により、危険性が高まることが想定されるため、危険物施設の所有者等は適切に太陽光発電設備の点検を行う必要がある。

#### 3. 4. 2 電気の使用用途について

太陽電池モジュールは明るい環境では発電し続けることに加え、蓄電機能も有する場合があるため、火災等により太陽電池モジュールが落下した場合に火災危険性を増大させる可能性がある。

したがって、危険物施設の屋根の上に太陽電池モジュールを設置することの可否の判断に際しては、当該設備の設置の必要性や講じられる安全対策を総合的に勘案して判断されるべきものである。

なお、危険物施設は、指定数量以上の危険物の貯蔵・取扱いに関して市町村長等の許可を受けた施設であり、消防法令において不必要な物件を放置することも制限されている施設である。この趣旨及び太陽電池モジュールの設置に伴い危険物施設のリスクが増大することを鑑みれば、危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合は、危険物施設における電源として使用できるものとする必要がある。

#### 3. 4. 3 事故等時への対応について

危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合、各種リスクに対しての対策が取られていた場合においても、危険物施設において火災が発生した場合や、太陽電池モジュールが可燃性蒸気が滞留している場所に落下する可能性がある場合等、種々の対応が必要な場合があると想定される。それらの危険性が高まる事態に対応できるように確実に措置を講ずることが必要である。

#### 3. 4. 4 その他

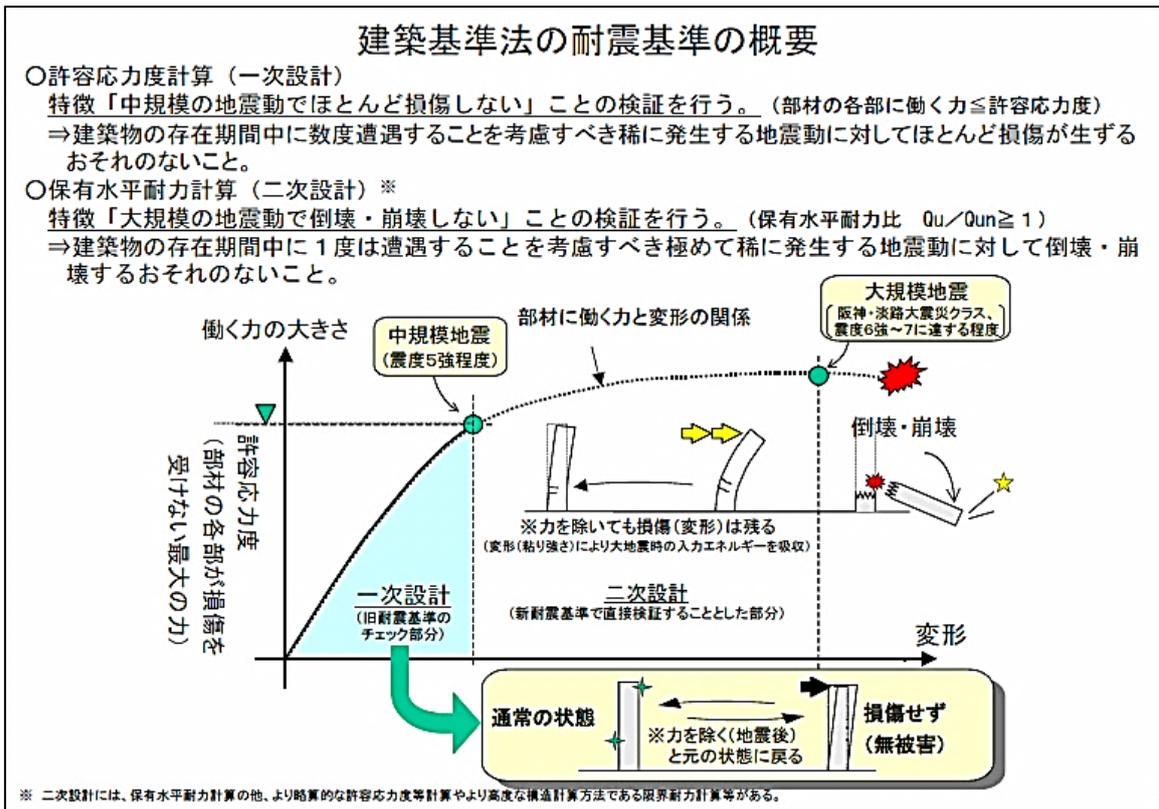
危険物施設に太陽光発電設備を設置するに当たっては、火災予防上の観点から、原則として市町村長に対して変更の許可申請が必要であると考えられる。しかし、各種安全対策がとられている場合は、変更の許可を要しない場合もあると考えられるため、変更の許可の有無に関して設置者が困らないよう整理を行うことが必要である。

## 第4章 危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合に講ずべき具体的な対策

### 4.1 自然災害に対して講ずべき対策

#### (1) 地震災害に対して講ずべき対策

建築基準法令における地震災害に対する対策としては、大規模地震（震度6強から7程度）の地震力に対して倒壊・崩壊しないレベルの耐震基準が設けられている。  
地震力（建築基準法施行令第88条）



(国土交通省 HP : [http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku\\_house\\_fr\\_000043.html](http://www.mlit.go.jp/jutakukentiku/house/jutakukentiku_house_fr_000043.html))

危険物施設に設置する太陽光発電設備に関して、建築基準法令で求められている性能を満たすことが必要であり、以下の対策が必要である。

○太陽電池モジュールの重量を建築物の屋根に加えた上で、構造計算を行い、大規模地震（震度6強から7程度）の地震力に対して倒壊・崩壊しないことを確認する必要がある。

→太陽電池モジュールの重量を加えた上で、建築基準法で求められている耐震基準を満たすことが必要である。

○太陽電池モジュールの架台が、大規模地震（震度6強から7程度）の地震力が加わっても破壊されない強度があることを確認する必要がある。

→JIS C 8955「太陽電池アレイ用支持物設計標準」(【参考4-1】参照)に基づいて算出した設計用地震荷重（建築基準法施行令で定める算出方法による荷重と同

等)を想定荷重として、強度を満たすことを確認することが必要である。

○一方、消防機関において建築基準法等に基づき太陽電池モジュールの架台等が必要十分な耐震安全性を有していることを確認することは困難であることから、危険物施設の設置者等が自らの責任の下で、建築基準法で定める基準等に適合していることを確認し、当該基準等に適合している旨を消防機関に示すことが必要である。

## (2) 積雪、暴風災害に対する対策案

建築基準法令における積雪、暴風災害に対する対策としては、建築物の在住期間中に1回以上遭遇する可能性の高い積雪、暴風等について、建築物が損傷しないこと、極めて稀に発生する大規模な積雪及び暴風に対して建築物が倒壊、崩壊等しないレベルの基準が設けられている。

[構造方法] 建築基準法施行令第39条第2項(屋根葺き材等の緊結)

屋根ふき材、外装材及び屋外に面する帳壁の構造は、構造耐力上安全なものとして国土交通大臣が定めた構造方法を用いるものとしなければならない。

関連告示：屋根葺き材、外装材及び屋外に面する帳壁の構造方法を定める件(告示第1458号)

[構造計算] 建築基準法施行令第82条の5(屋根葺き材等の構造計算/許容応力度等の計算)

関連告示：屋根葺き材、外装材及び屋外に面する帳壁の構造計算を定める件(告示第1458号)

危険物施設に設置する太陽光発電設備に関して、建築基準法令で求められている性能を満たすことが必要であり、以下の対策が必要である。

○太陽電池モジュールの重量を建築物の屋根に加えた上で、構造計算を行い、建築物の在住期間中に1回以上遭遇する可能性の高い積雪、暴風等に対して、倒壊・崩壊しないことを確認する必要がある。

→太陽電池モジュールの重量を加えた上で、建築基準法で定められている積雪、暴風等に対して、倒壊・崩壊しないことを確認することが必要である。

○太陽電池モジュールの架台が、建築物の在住期間中に1回以上遭遇する可能性の高い積雪、暴風等による力が加わっても、破壊されない強度があることを確認する必要がある。

→JIS C 8955「太陽電池アレイ用支持物設計標準」に基づいて算出した設計用地震風圧荷重及び積雪荷重(建築基準法施行法で定める算出方法による荷重と同等)を想定荷重として、強度を満たすことが確認することが必要である。

○一方、消防機関において建築基準法等に基づき太陽電池モジュールの架台等が必要十分な耐震安全性を有していることを確認することは困難であることから、危険物

施設の設置者等が自らの責任の下で、建築基準法で定める基準等に適合していることを確認し、当該基準等に適合している旨を消防機関に示すことが必要である。

#### 4. 2 爆発に対する対策

太陽電池モジュールを危険物施設の屋根の上に設置する場合、屋根の重量が増加するため、太陽電池モジュールを設置した屋根の放爆遅れにより、太陽電池モジュールを設置しない場合と比べて高い爆発力で放爆することとなる。

太陽電池モジュールを設置したことによる爆発力の高まりがどれほどの影響があるのか検証するためにシミュレーションした結果は次の表1のとおり。(【参考4-2】参照)

表1 シミュレーション結果

条件 No.	危険物施設の規模	固定金具の単位面積当たりの最大引張り耐力 [N/m <sup>2</sup> ]	爆発エネルギー [MJ]	着火位置	構造物	最大圧力 [kPa]			開口開始時刻 [sec]		開口終了時刻 [sec]		屋根の開口状況	
						無※	有※	有※-無※	無※	有※	無※	有※	無※	有※
1	小規模施設	4491	44	建物中央	なし	6.0	6.9	0.9	0.2364		0.2944	0.3372	全開	
2			440			6.0	6.7	0.7	0.2378		0.2958	0.3414		
3			2246			44	3.8	4.8	1.0	0.2116		0.2959		
4	中規模施設	4491	44	建物中央	なし	2.4		0		-		全閉		
5					あり	2.8		0		-				
6					建物端	なし	2.9		0		-			
7			440	建物中央	なし	5.4	5.7	0.3	0.4655		0.5317	0.5856	全開	
8					あり	9.2	11	1.8	0.3414		0.4116	0.4448		
9					建物端	なし	5.1		0		0.5414			
10	2246	44	建物中央	なし	2.3		0		1.945	1.966	2.058	2.126	一部開口	

※「無」とは、太陽電池モジュールを屋根に設置していない場合  
「有」とは、太陽電池モジュールを屋根に設置した場合

一般的な危険物施設として検証した本シミュレーションの範囲では、屋根の強度によるが、太陽電池モジュールを設置していない場合と設置した場合で差が出るレベルの爆風圧は3kPa以上の大きさであると思われる。

表2によると、爆風圧が3kPaを超えると1kPaの差は、被害を受ける構造体の耐力にも依存することから大きな差とは言えない。

例えば、10 ケースの条件で、太陽電池モジュールを設置していない場合と設置した場合を比較したところ、今回想定した条件下では、No. 8の条件がいずれの場合も最も大きな最大圧力値となり、その差も最も大きなものとなったが、各々の爆風圧力に対する被害想定規模を比較しても大きな差が見出せなかった。

表2 爆風圧力と被害の関係

爆風圧		被害	
Pa	kgf/cm <sup>2</sup>	対象	被害程度
3900	0.04	窓ガラス	壊れることあり
39200	0.4		おおむね破損
24500	0.25	木造建物	小破
58800	0.6		半壊
147100	1.5		倒壊
58800	0.6	鉄骨塔	倒壊
58800	0.6	LPGタンク	小破
255000	2.6		破壊
22600	0.23	石油タンク	小破
36300	0.37		大破
12300	0.125	人間	人間に被害を及ぼさない限界
20600	0.21		鼓膜破れることあり
41200	0.42		肺破れることあり
411900	4.2		死亡(50%)

本シミュレーション  
で得られた爆風圧力  
の範囲

(石油コンビナートの防災アセスメント指針 (平成 25 年 3 月消防庁特殊災害室))

表3 Clancer による爆風圧力と構造体被害の関係

圧力 [kPa]	被害
0.14	周波数が低い (10~15Hz) 場合は、不快な騒音 (137dB) となる
0.21	歪みのある大きなガラス窓が破接される
0.28	大きな騒音 (143dB), ガラスが壊れる音波
0.7	歪みのある小さな窓が破壊される
1	ガラスが破壊される一般的な圧力
2.1	「安全限界」(この値以下では 0.95 の確率で大きな被害はない)「推進限界」(物が飛ばされる限界) 家の天井の一部が破損: 窓ガラスの 10%が破壊される
2.8	建物の小さな被害の限界
3.5~7	大・小の窓ガラスが普通破壊される: 窓枠もときには破壊される
5	家屋が多少の被害を被る
7	住めなくなる程度に家屋の一部が破壊される
	アスベスト波板が破壊される
7~14	鉄またはアルミ製波板は曲がってすぐ壊れる (家庭用の) 木板は破損して吹き飛ばされる
9	建物のスチール製フレームが多少曲げられる
14	家の壁や屋根が一部破壊される
14~21	未強化コンクリートやブロック壁が破壊される
16	建物の大きな被害の限界
17	レンガ造家屋の 50%が破壊される
21	工場内の重機械 (3000lb) は被害なし スチール製フレームでできた建物が破壊され、基礎から外れる
21~28	無筋建物、鋼板建物が破壊される 油貯槽が破裂する
28	軽量建築物が破壊される
35	木製の用役用棒 (電柱など) が切断される 建物内の背の高い水圧機(40000lb) が軽い被害を被る
35~50	家屋が全壊される
50	貨車が転覆させられる
50~55	強化していない厚さ 8~12in のブロックが剪断や撓みにより破損される
63	貨車が全壊する
	ほとんどの建物が崩壊する
70	重量機械(7000lb) が移動し破壊される 極重量機械(12000lb) は残存する
2070	クレータの縁ができる限界

本シミュレーション  
で得られた爆風圧力  
の範囲

(石油コンビナートの防災アセスメント指針 (平成 25 年 3 月消防庁特殊災害室))

太陽電池モジュールを屋根に設置することにより、放爆口の開放が遅れ最大圧力値が上昇した。

この最大圧力値の上昇値が危険物施設の放爆に与える影響については定量的に判断することは難しいが、他に放爆口を設ける等の特段の措置を必要とする程の影響の大きさではないと思われる。

なお、太陽電池モジュールを屋根に設置する場合は、火災により爆発的な燃焼現象が発生した場合における屋根の放爆性能を確保するため、特に壁については堅固さが確保され、十分な強度が発揮できるように施工を行う必要があることに留意すべきである。

#### 4. 3 火災（爆発以外）に対する対策

##### (1) 太陽電池モジュールに対して

危険物を取り扱う建築物は、その性格上、火災の危険が大きいため、他の施設で発生した火災の影響を防ぐとともに、危険物施設内で発生した火災の延焼拡大を防止するため、建築物を不燃材料で造ることが定められている（政令第9条第1項第5号）。

太陽光発電設備に係る防火安全対策検討部会（部会長：大宮喜文東京理科大学理工学部教授、事務局：東京消防庁）において、「太陽電池モジュール自体が燃焼する際に発生する火炎及び熱等により、1 m先の可燃物（屋上設備を構成する部材、樹脂、ゴム等）に重大な熱的影響（発火、熔融）を与えない」「屋上設備等から延焼した太陽電池モジュールの火炎及び熱等により、隣接する他の太陽電池モジュールを延焼させない」ことが必要であると検討されており、その検討結果を踏まえ、以下の対策を講ずることが必要である。

- カバーガラスに電極、太陽電池セルを充填剤で封止し、裏面フィルム又は合わせガラスで挟み込んだ構造で、結晶系、薄膜系、C I S系のものとする。
  - 可燃物 ※使用量が1 m<sup>2</sup>あたり概ね2,000 g以下のものとする。
  - JIS C 8992 - 2に基づく火災試験又は同等の性能試験に適合するものとする。
- ※可燃物：充填、接着用の樹脂及び裏面フィルム（出力リード線は除く）等

参考：東京消防庁「太陽光発電設備に係る防火安全対策の検討結果」

<http://www.tfd.metro.tokyo.jp/hp-yobouka/sun/>

##### (2) その他電気設備に対して

危険物を取り扱う施設においては、可燃性蒸気又は可燃性微粉が漏出し、又は対流するおそれがあるので、このような場所に設ける電気設備については、電気設備が火災等を発生させる火源とならないようにする必要がある（政令第9条第1項第17号）。

太陽電池モジュール関連の電気設備に関しても、他の電気設備と同様に、以下の対策を講ずることが必要である。

電気工作物に係る法令の規定を遵守すること。

#### 4. 4 その他の対策

##### 4. 4. 1 経年劣化に対する対策

危険物施設に設置される電気設備は、消防法第14条の3の2に基づき1年に1回以上点検する必要があるとされており、その具体的な点検項目、点検内容及び点検方法は、「製造所等の定期点検に関する行動指針の整備について(平成3年5月29日付け消防危第48号)」に示されている。

太陽光発電設備も電気設備であることから、他の電気設備と同様に、1年に1回以上点検を実施することが適当である。(【参考4-3】参照)

なお、危険物施設に設置した太陽光発電設備に関する具体的な点検方法については、一般社団法人太陽光発電協会が整理した表1を参考として実施することが望ましい。

表1 太陽光発電協会が整理した具体的な点検方法

項目	対象、場所	内容
目視点検	モジュール	ガラス表面、フレームの汚れ及び破損
	架台	腐食及び破損、ボルト・ナットの締付け状態、欠損
	屋根上設置の場合	防水処理の確認、屋根ふき材の破損
	配線	極性、引回し、固定状態、コネクタ極性、接続状態、ケーブルの固定
	接続箱	筐体の腐食及び破損、端子台の接続極性、ネジ締付け状態
	パワーコンディショナー	筐体の腐食及び破損、端子台の接続極性、ネジ締付け状態
	発電表示システム	気象条件(晴れ、曇りの場合日射量)に応じた発電量が得られていることを確認。(【参考4-4】参照)
電気測定	モジュール、架台	金属製フレームの接地導通及び接地抵抗、金属製架台の接地導通及び接地抵抗
	接続箱	各ストリングの開放電圧、I-V特性(必要に応じて)、アレイの絶縁抵抗、金属製筐体の接地導通及び接地抵抗
	パワーコンディショナー	各種設定、整定値の確認、太陽電池(直流側)入力電圧、系統側(交流側)電圧、金属製筐体の接地導通及び接地抵抗 ※メーカーのマニュアルに従い実施
	計測システム	電源電圧、各種表示機能の確認 ※メーカーのマニュアルに従い実施する。

また、これ以外の点検についても、太陽光発電協会が推奨している点検ガイドライン(【参考4-5】参照)を参考として自主的に事業者が取り組むことが望ましい。

##### 4. 4. 2 電気の使用用途に関する対策

太陽光発電設備は、明るい環境で発電し続けることに加え、蓄電機能も有する場合があります。火災等により太陽電池モジュールが落下した場合に火災危険性を増大させる可能性がある。危険物施設の屋根の上に太陽電池モジュールを設置することの可否の判断に際

しては、危険物施設への設置の必要性や講じられる安全対策を総合的に勘案して判断されるべきものである。

また、危険物施設は震災時等において、二次被害の発生防止に加え、早期の燃料等の供給の再開や避難支援等の役割も期待されていることから、災害時（停電時）は、危険物施設の電源として使用できるようにしておくことが必要である。

**通常時に太陽光発電設備で発電された電気を危険物施設で使用している場合**

対応の必要なし

**通常時に太陽光発電設備で発電された電気を危険物施設で使用していない場合**

少なくとも、災害時（停電時）に危険物施設で電気を使用できる措置を講ずることが必要である。

（例）

- 災害時（停電時）には危険物施設の照明等の電気として使用できるよう切り替えボタン等を備えたパワーコンディショナーやUPS等を設置する。
- 災害時（停電時）には危険物施設の照明等の電気として使用されるように、パワーコンディショナーやUPS等にAC電源を備える。 等

#### 4. 4. 3 事故等時への対応について

太陽光発電設備を危険物施設に設置する場合、本報告書で記載されている種々の安全対策が必要となる。

それらの安全対策が取られていたとしても、太陽光発電設備を設置することにより、危険物施設における火災危険性が増大することが想定されるため、以下の措置を講ずる必要がある。

（1）危険物施設において火災が発生した場合

危険物施設において火災が発生した場合、消防隊は到着後、二次災害防止のために電力供給を遮断することが通常であるため、**危険物施設の所有者等は、太陽光発電設備からの電力供給を確実に遮断できるように措置を講ずる必要がある。**

（2）太陽電池モジュールが、危険物の可燃性蒸気が滞留しているおそれのある場所に落下しそうになっている場合

危険物施設の屋根に設置された太陽電池モジュールが、危険物の可燃性蒸気が滞留しているおそれのある場所に落下する可能性がある場合等、火災予防上危険である状態を消防職員が発見した場合、太陽電池モジュールの除去が必要であり、同様に太陽電池モジュールを強固に設置し直す等の必要な措置を危険物施設の所有者等に命じることや、危険物施設の従業員等が太陽光発電設備が危険な状態であることに気づいた際には適切に対応する必要があるため、**危険物施設の所有者等は、太陽光発電設備に関して、火災予防上必要な措置確実に講ずることができるようにする必要がある。**

災害時や、火災予防上危険な状態であるときに、危険物施設の所有者等が対応できる体制措置を講じておくことが必要である。

#### 4. 4. 4 その他

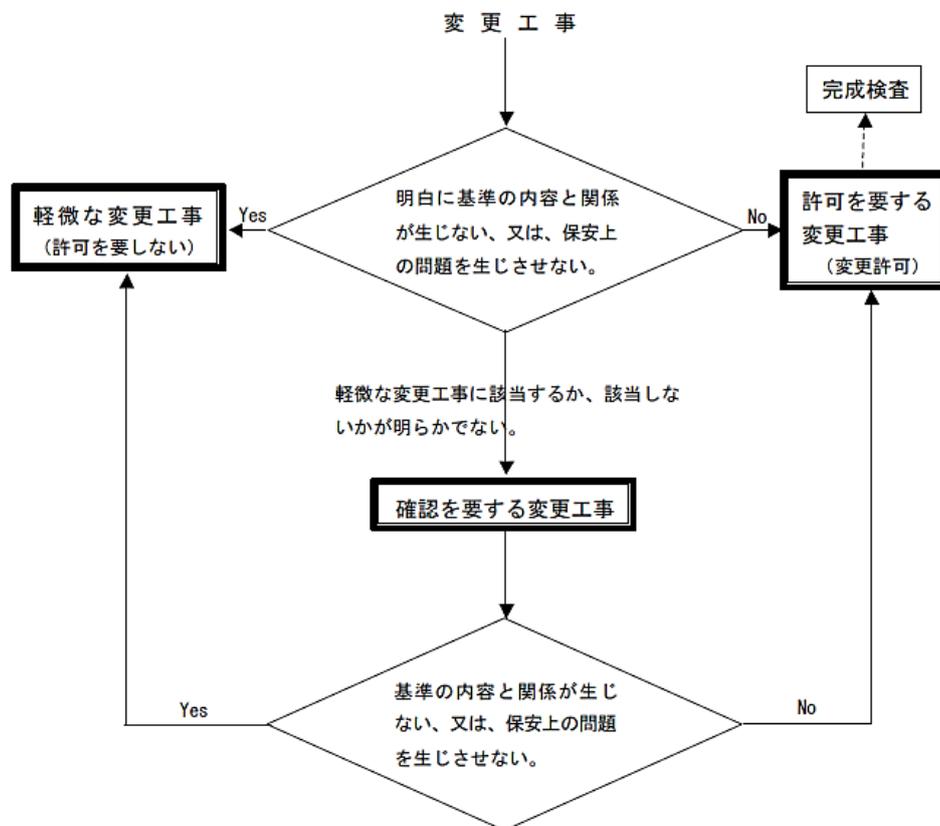
危険物施設に太陽光発電設備を設置する変更工事を行う場合、本報告書第3章にあるとおり、想定される様々な事故リスクに対して適切に対応する必要があるため、原則として市町村長に対して変更許可申請が必要であると考えられる。

一方、本報告書に示した安全対策が講じられており、太陽光発電設備に係る電気設備や配線等が可燃性蒸気の滞留する範囲にない場合は、変更の許可を要しないものもあると考えられる（【参考4-6】参照）。

危険物施設に太陽光発電設備を設置する変更工事を行う場合、変更許可が必要な工事に該当するかどうかを判断するための書類を消防機関に提出し、変更許可が必要な工事かどうかを判断するようすべきである。

平成 14 年 3 月 29 日付け消防危第 49 号「製造所等において行われる変更工事に係る取扱いについて」

図 1 製造所等において行われる変更工事に係る判断のフロー



## 第5章 まとめ

危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合の火災危険性について検討するため、危険物施設に対する太陽光発電設備の設置状況の実態を調査した。

また、調査の結果や国内で起きている太陽光発電設備に関連する事故等を踏まえ、危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合のリスク要因について次のとおり整理し、それぞれのリスクに対して講ずべき対策を検討した。

- (1) 自然災害におけるリスク
- (2) 放爆に関するリスク
- (3) 火災（爆発以外）におけるリスク
- (4) その他のリスク

今後は、本検討で得られた知見を全国の消防機関で共有し、危険物施設に太陽光発電設備を設置する場合の安全対策の推進を図っていくことが必要である。