

太陽光発電設備の評価・回復手法の 技術情報および利用ガイド 導入編

2024年3月25日（月）

国立研究開発法人 産業技術総合研究所 大関 崇
一般社団法人 構造耐力評価機構 前田 泰宏
SOMPOリスクマネジメント株式会社 上坂 善孝

I 導入編:目次

1 はじめに.....	3
2 事故事例分析.....	4
3 事故詳細分析結果	
3.1 構造関係事故.....	5
3.2 電気関係事故分析.....	9
3.3 土木関係事故.....	10

なお、文書は2024年4月以降公開予定。最終調整中のため、本セミナーと内容に変更がある可能性があることにご留意ください。

1 はじめに

- 本ガイドは、①導入編、②構造編、③電気編の3つのパートから構成
- 導入編では、事故事例などの分析結果の概要を説明。

2 事故事例分析

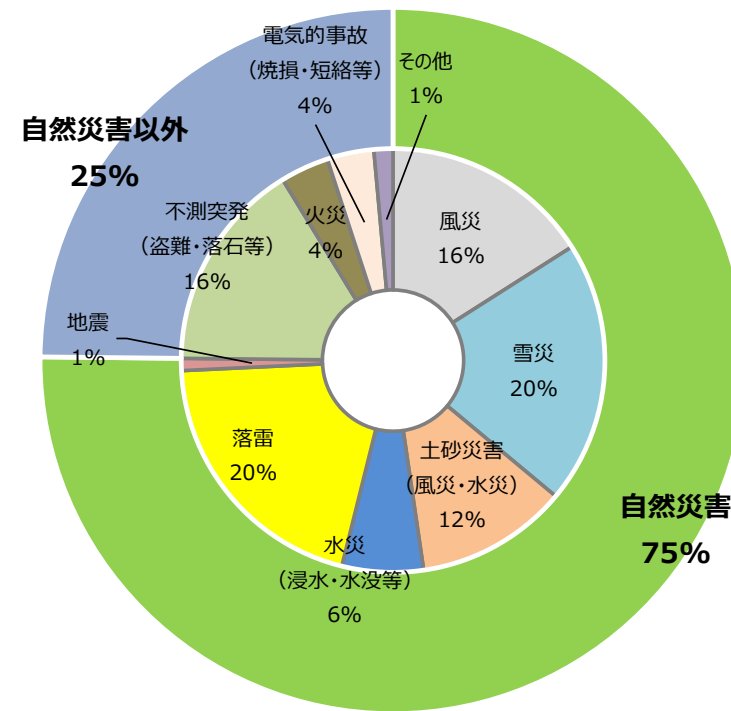
- 分析期間：2017年から約5年半
- 分析対象：保険金支払い（主に1000万円以上）があったもの

※これらは保険支払金額を決定するための情報ものであるため、詳細に分析した時と比較すると破損原因や要因とは異なる懸念がある。また、事故支払データを用いた分析であり、保険引受時に詳細な分類を把握していないため、保険引き受け件数（≒母数）は抽出不能で、発生確率などの考察には使用できない。

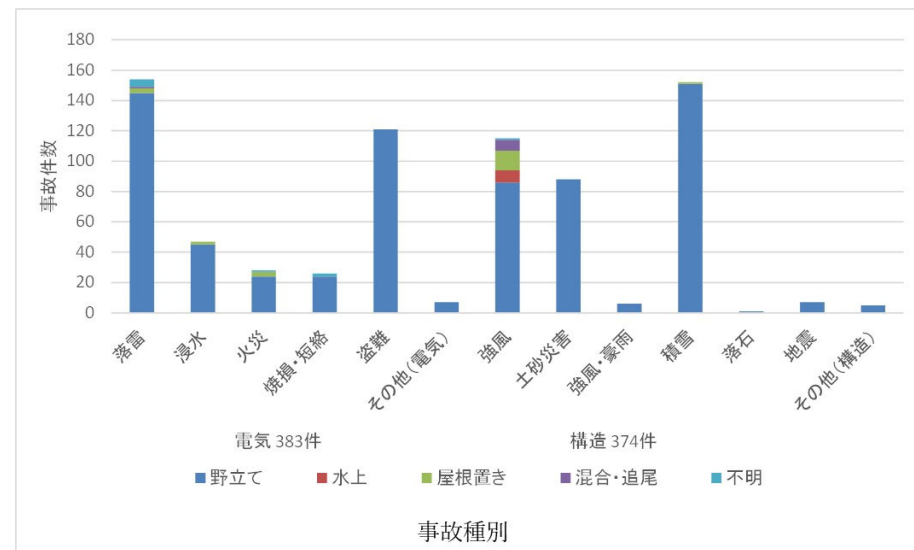
- 事故件数：増加傾向（2017年から約2年間→196件、2019年から約3年間→561件）

- 事故原因：自然災害に起因するもの（風災、雪災、土砂災害、水災、落雷、地震）が累積（約5年半）で約75%を占めるとともに、構造的な破損事故が大半を占めている状況

※太陽電池発電所のケーブル盗難件数が多く、また保険事故全体のうちに占める割合も増加傾向（2020年頃から急激にケーブル盗難が増加していることが背景と考えられる。）



各事故種別の全体に占める割合



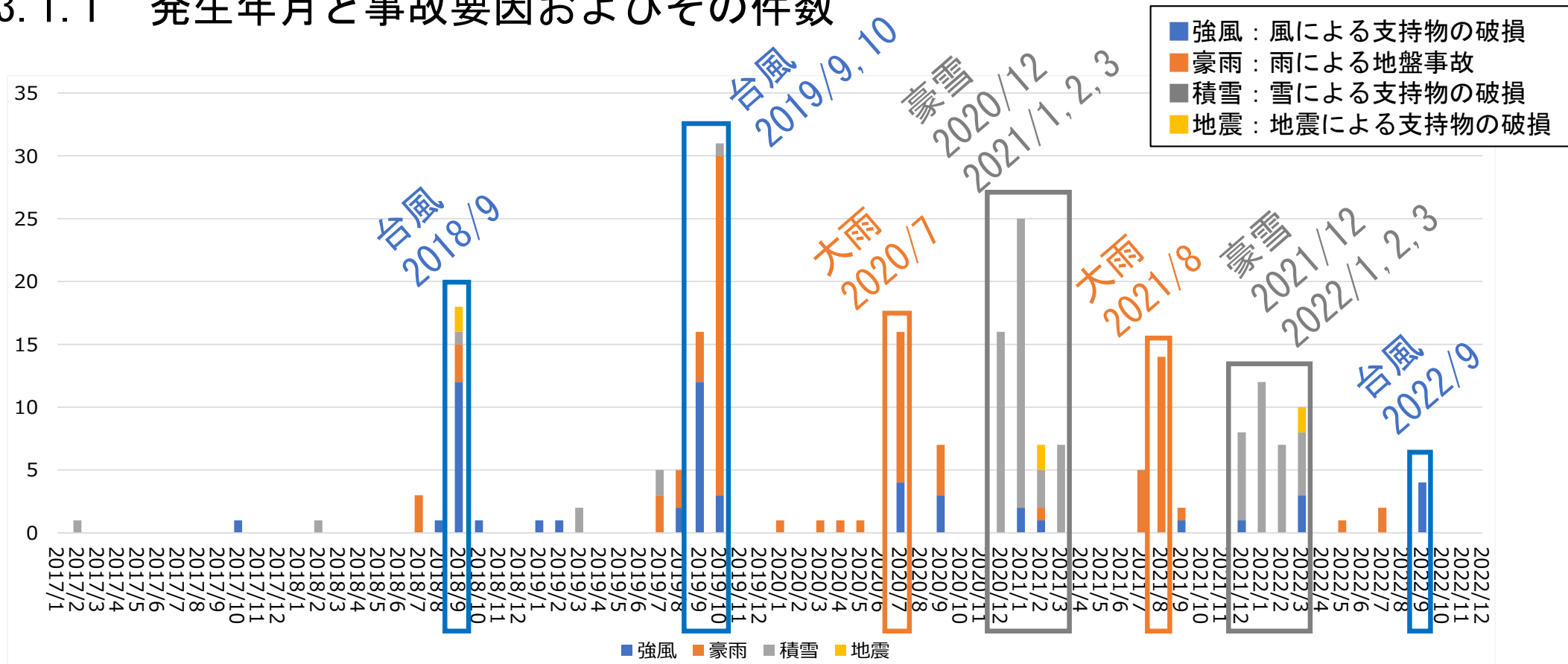
各事故種別の事故件数

3 事故詳細分析結果

3.1 構造関係事故

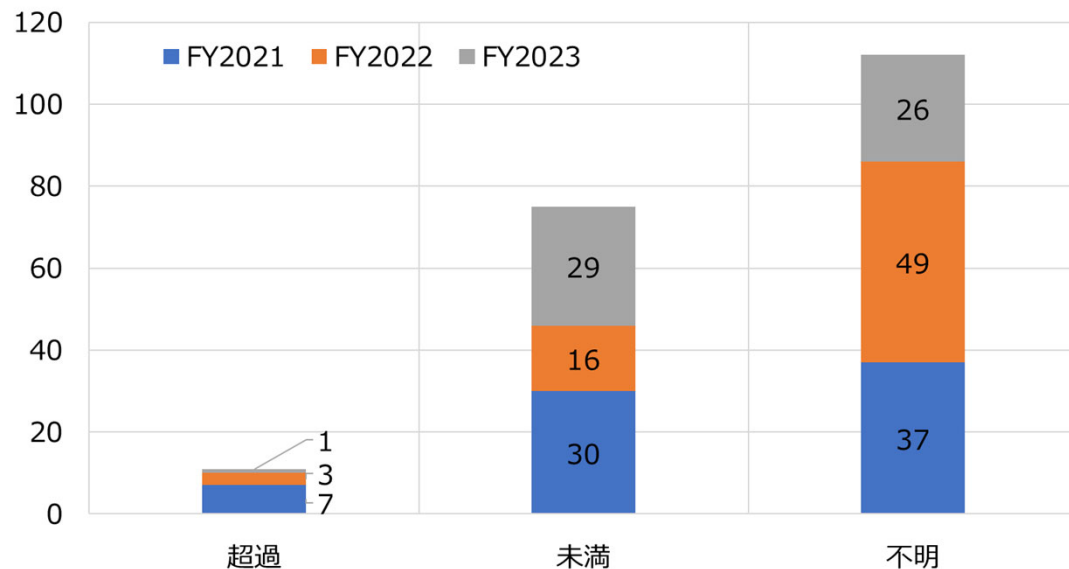
- 構造関係の評価および回復を検討するにあたり、構造関係事故に係る保険情報245件の分析を行った。
- 分析対象は保険金支払い（主に1000万円以上）があったもの
- 分析で確認した資料は主に保険支払金額を決定するためのものである
- 分析は各種事故関係資料より構造耐力評価機構が事象および要因（一次要因）について分類した結果を示した。なお、要因が特定できない場合は不明

3.1.1 発生年月と事故要因およびその件数



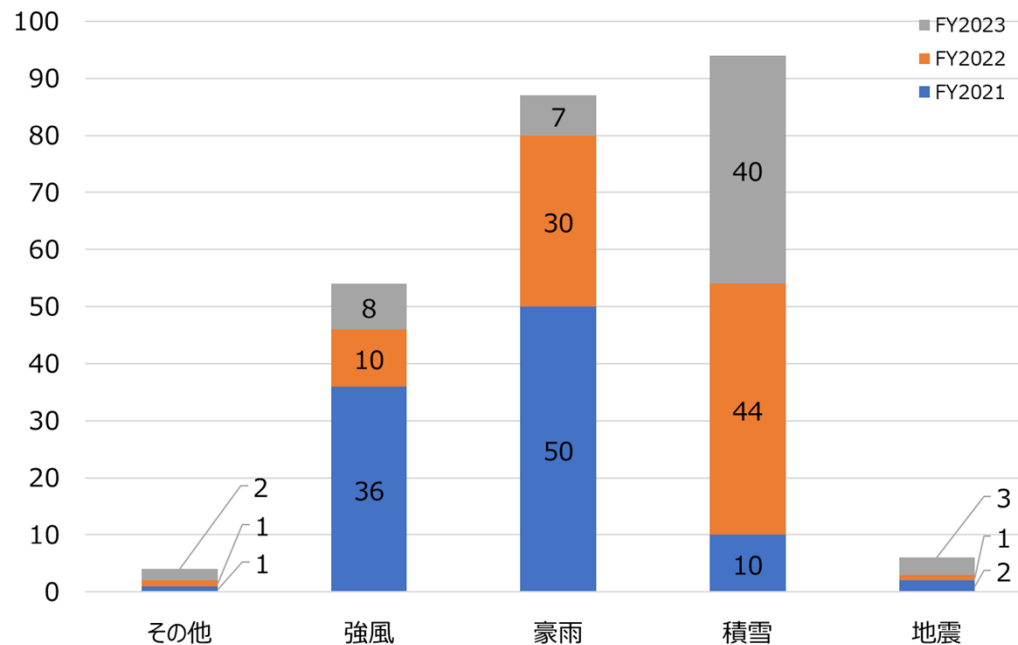
3.1.2 設計荷重

- 事故原因の自然災害が再現期間50年で想定されるものを超過or未満であるか分析
 - 設計荷重未満でも多くの設備で事故が発生している
 - 適切な設計ができていないことが考えられる。
- ※台風の場合当該分析を行った期間の中で設計風速を超過した台風は平成30年台風第21号（台風201821号）のみである



3.1.3 事故の外部要因

- 保険支払額の影響で全面的な破損事故が生じる積雪や豪雨による地盤事故が多い。
- 強風は部分的な破損事故になる事例が多いため、積雪・豪雨と比較して件数が少ない。
- 地震による事故件数が最も少ない。理由としては太陽電池発電設備の支持物が軽量であることが原因であると考えられる。

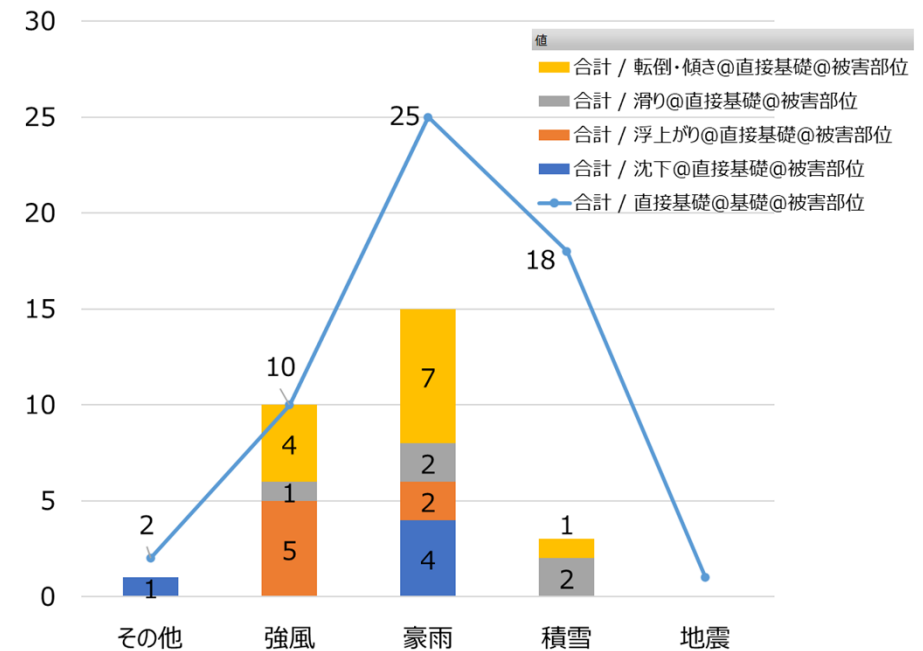
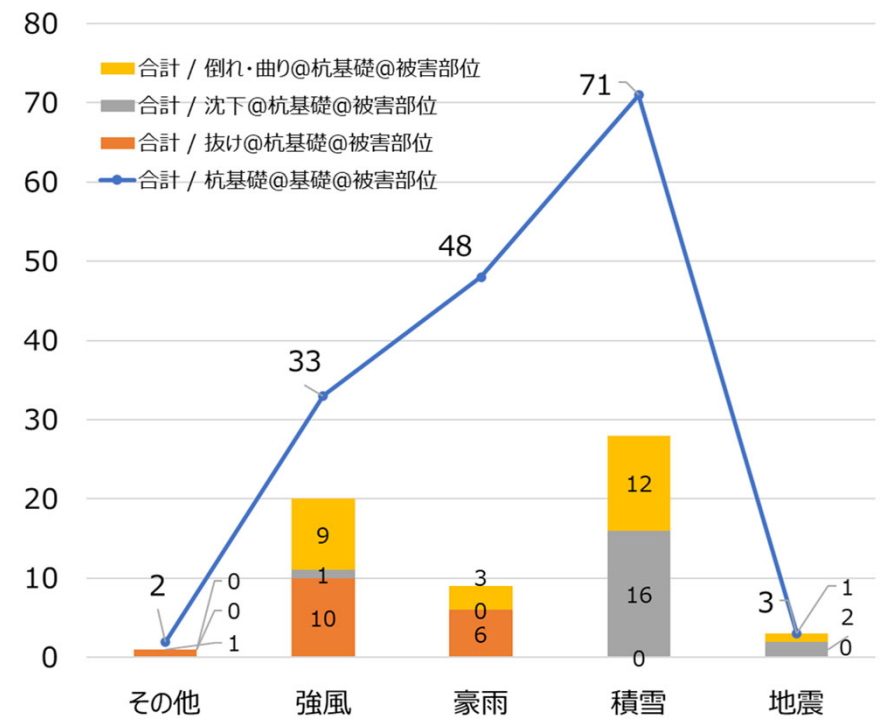


3.1.4 外部要因ごとの杭の被害内容

- 杭の被害は強風事故が最も高い割合で発生しており、特に杭の抜けや曲がりが多い。
- 引抜および水平抵抗力が不足しているケースが多いため、引抜および水平抵抗力を補強する技術が必要

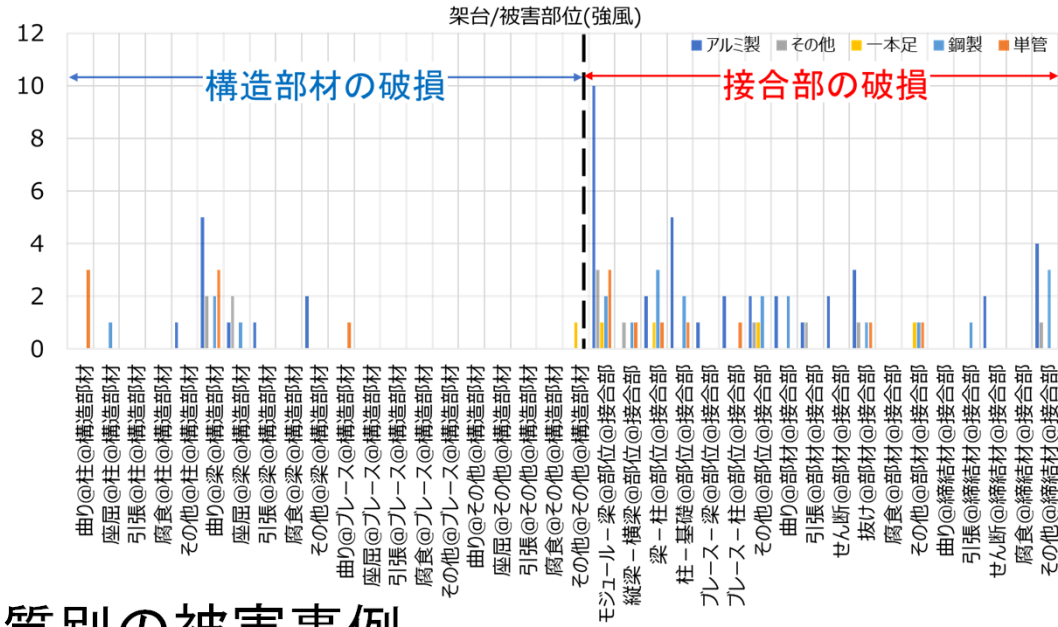
3.1.5 外部要因ごとの直接基礎の被害内容

- 杭基礎と同様に強風事故が最も高い割合で発生しており、沈下による被害は比較的少なく、浮上がりや転倒・傾きが多い。
- 重量を増加する補強が必要であると考えられる。



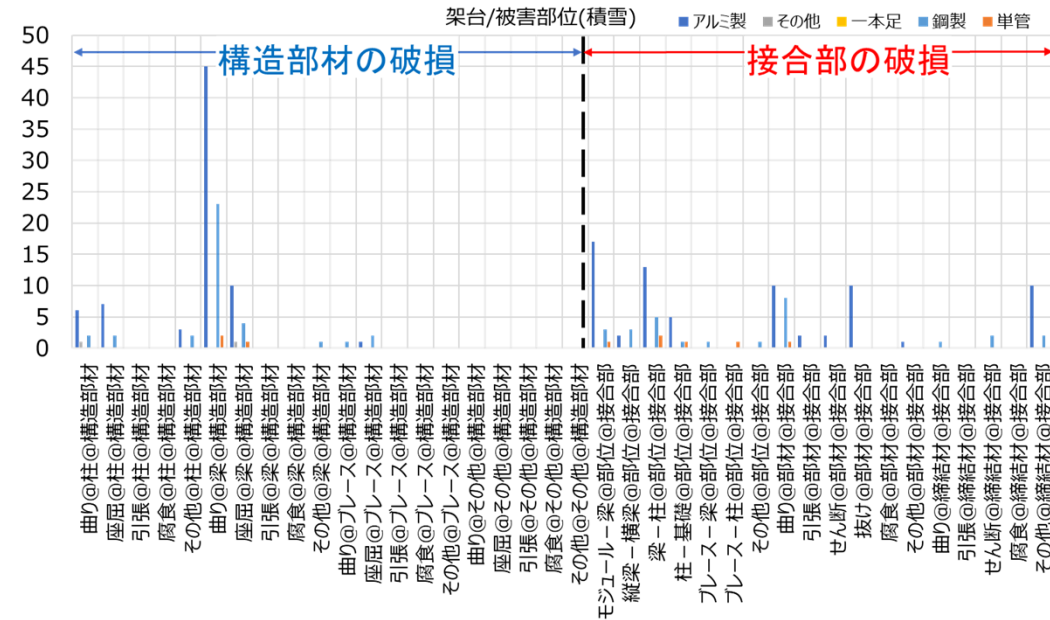
3.1.7 強風時における架台部位および材質別の被害事例

- 構造部材の破損よりも接合部の破損が多く、特にアルミ製架台で発生していることがわかる。
- アルミ製架台の接合部はボルトの締めつけによる摩擦を期待した長孔やT溝、溝ナットが使用されている。
- すべりが生じないように補修、補強等を検討する必要がある。



3.1.8 積雪時における架台部位および材質別の被害事例

- 構造部材の破損が多く、特に梁の曲がりが多い傾向であった。
- アレイ面の積雪と地上に堆積した積雪が繋がることでアレイ端部に作用する沈降力による被害であった。
- アレイ端部に作用する沈降力を考慮した上で構造計算を行い、補修、補強等を行う。または、アレイ端部に沈降力が作用しないようにアレイ先端を高くする必要がある。



※詳細については地上設置型太陽光発電システムの設計ガイドライン 2019 年版および同技術資料のBを参考にされたい。

3.2 電気関係事故分析

- 電気関係の評価および回復を検討するにあたり、電気関係事故に係る保険情報240件の分析を行った。分析対象は前述した通り保険金支払い（主に1000万円以上；一部300万以上注1）があったものを抽出した。なお、分析のために確認した資料は主に保険支払金額を決定するためのものであるため、詳細に分析した時と比較すると事故事象や要因とは異なる場合がある。また、事故支払データを用いた分析であり、保険引受時に詳細な分類を把握していないため、保険引き受け件数（≒母数）は抽出不能で、発生確率などの考察には使用できない。
- 分析は、各種事故関係資料より産業技術総合研究所が事象および要因（一次要因）について分類した結果を示す。なお、要因不明な点も多いため、不明(X)には保険会社の支払い時の分類を参考に記載して集計した。また、事象のうち火災、焼損は破損の上位事象となるが、焼損・火災は一部でも設備に焼損・火災が発生した場合は、それぞれ焼損・火災としているため、必ずしも全部の設備が焼損、火災したという事象ではないことに留意されたい。
- 注1：事故を抽出・分析を行った年度によりデータが一部異なる
 - FY2021年度抽出分；1000万円以上（46件）、データは2018年7月～2020年8月分の案件含む
 - FY2022年度抽出分；300万円以上（86件）、2017年4月～2021年12月分含む
 - FY2022年度抽出分；300万円以上（106件）、2021年3月～2022年11月分含む

3.2.1 電気関連事故分析概要

- 図3.2-1は故障部位別に事故要因についてまとめたものである。全体の件数としては、パワーコンディショナが多く、次に太陽電池モジュールとなっている。要因としては、落雷（不明も含む）が最も多く、次に浸水となっている。
- 図3.2-2は故障部位別の事故事象である。基本的には破損もしくは焼損が太宗を占める。なお前述の通り、焼損・火災は一部でも設備に焼損・火災が発生した場合は、それぞれ焼損・火災としていることに留意されたい。

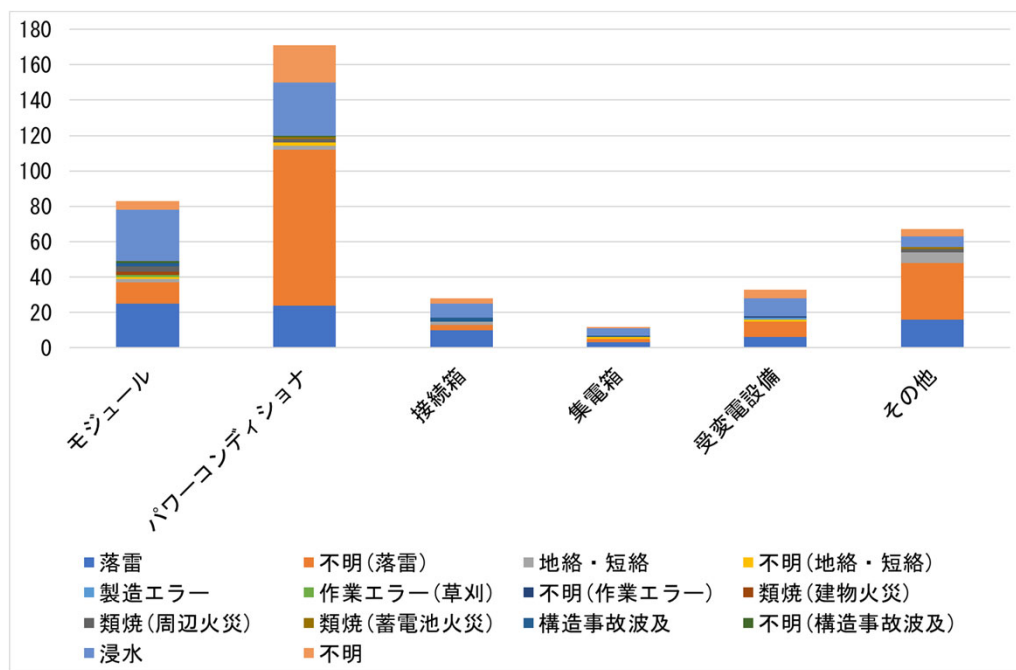


図3.2-1 故障部位別：事故要因

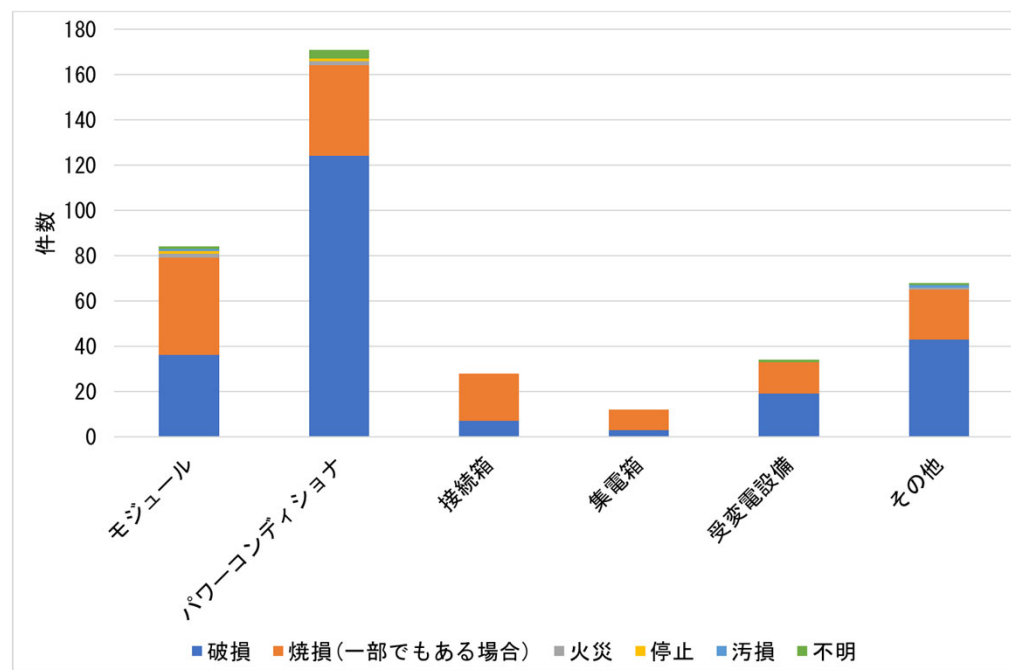


図3.2-2 故障部位別：事故事象

3.2.2 落雷要因の事故事例

- 電気関連事故において、落雷要因の事故事例が最も多いため、抽出して個別のデータを示す。落雷要因の事例条件を統一するため、FY2022, FY2023年データに抽出した、300万円以上案件のデータにより作成した。
- 図3.2-5は、落雷による故障の事故発生時期の経過年数との関係を示す。経過年数との関係は明確ではないが、緩やかに経過年数により増加している。
- 図3.2-6は、落雷による故障事例の事故発生年度を示している。前述の通り相対的には夏の落雷による影響が大きい結果となった。冬季においても冬季雷が存在するが、事故事例の結果では、それほど多くは無いことが見て取れる。

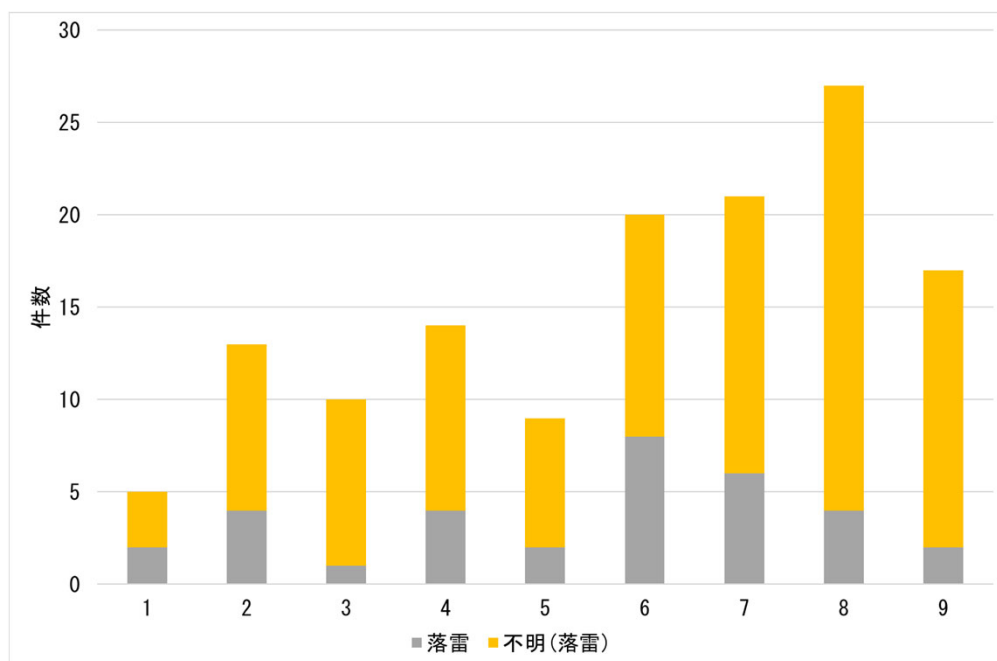


図3.2-5 落雷による故障；事故発生時期：経過年数
(300万円以上；FY2022, FY2023年データ抽出のみ)

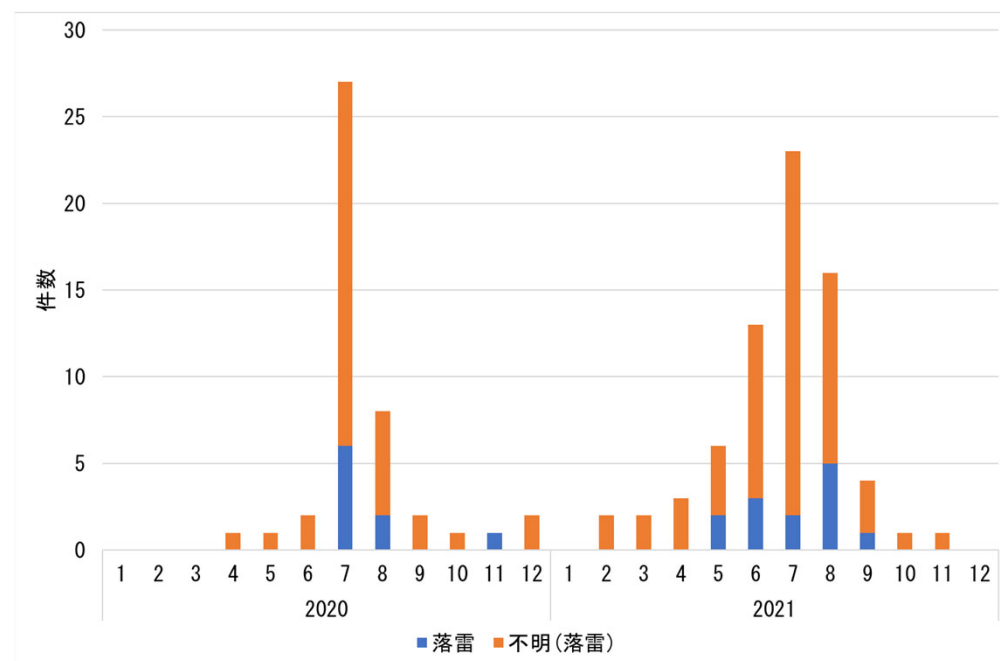


図3.2-6 落雷による故障；事故発生年度
(300万円以上；FY2022, FY2023年データ抽出のみ)

3.2.2 落雷要因の事故事例

- 図3.2-7は、落雷による故障の太陽電池モジュールの平均故障枚数を示している。保険支払い書類から、落雷要因と蓋然性が高い案件と、落雷が要因とされている案件と分けて示している。平均して400～500枚程度が1件あたりの被害規模となっている（300万円以上の支払い案件）。また、落雷の蓋然性が高い案件の方が被害枚数は多い結果となった。太陽電池モジュールは面的に広がって設置されていることから、落雷要因による被害枚数は電気関係の中では相対的に多い枚数となっている。
- 図3.2-8は、同様に落雷による故障によるパワーコンディショナの平均故障台数を示している。落雷要因と蓋然性が高い案件と、落雷が要因とされている案件とでは大きな違いはなかった。また、単機容量が異なる事案が入っているため、それぞれの被害規模（容量）は異なるが、平均して約7台程度であった。

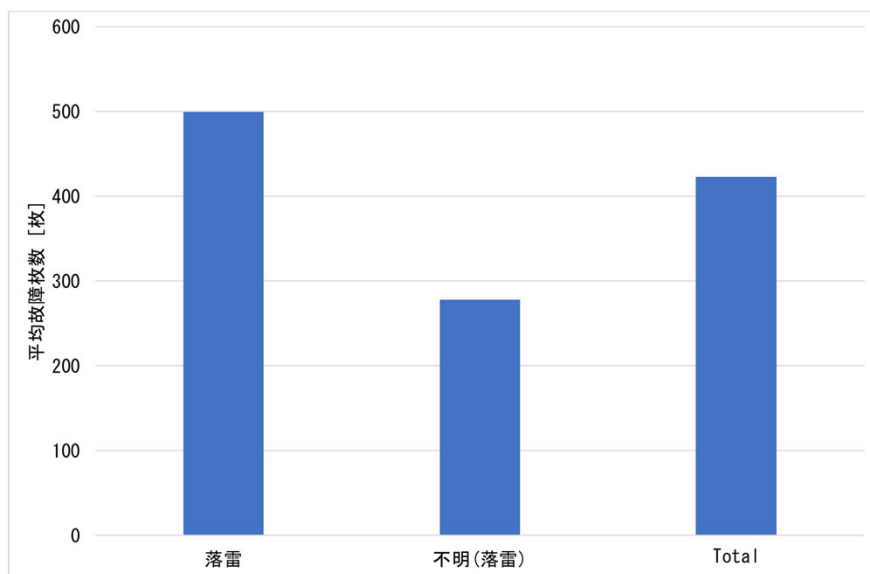


図3.2-7落雷による故障；
太陽電池モジュールの平均故障枚数
(300万円以上；FY2022，FY2023年データ抽出のみ)

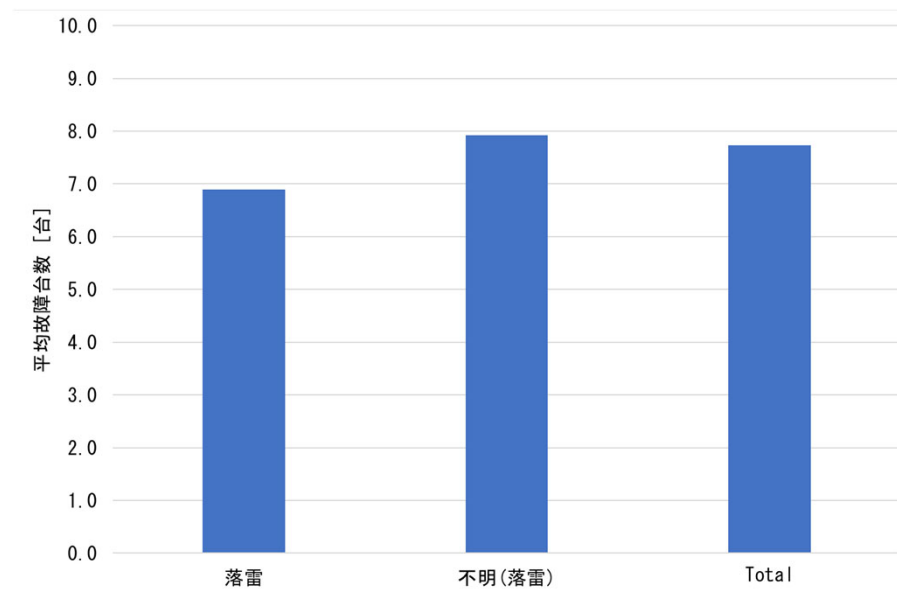


図3.2-8落雷による故障；
パワーコンディショナの平均故障台数
(300万円以上；FY2022，FY2023年データ抽出のみ)

3.2.2 落雷要因の事故事例

- 図3.2-9は、パワーコンディショナの単機容量別の事例件数を示す。分散型を100kWより小さい、集中型を100kW以上とすると、件数の割合は分散型がやや多い傾向になった。
- 図3.2-10は、平均故障台数を示す。単機容量が小さいほど設置台数が多いことから、平均故障台数は増加していることがわかる。

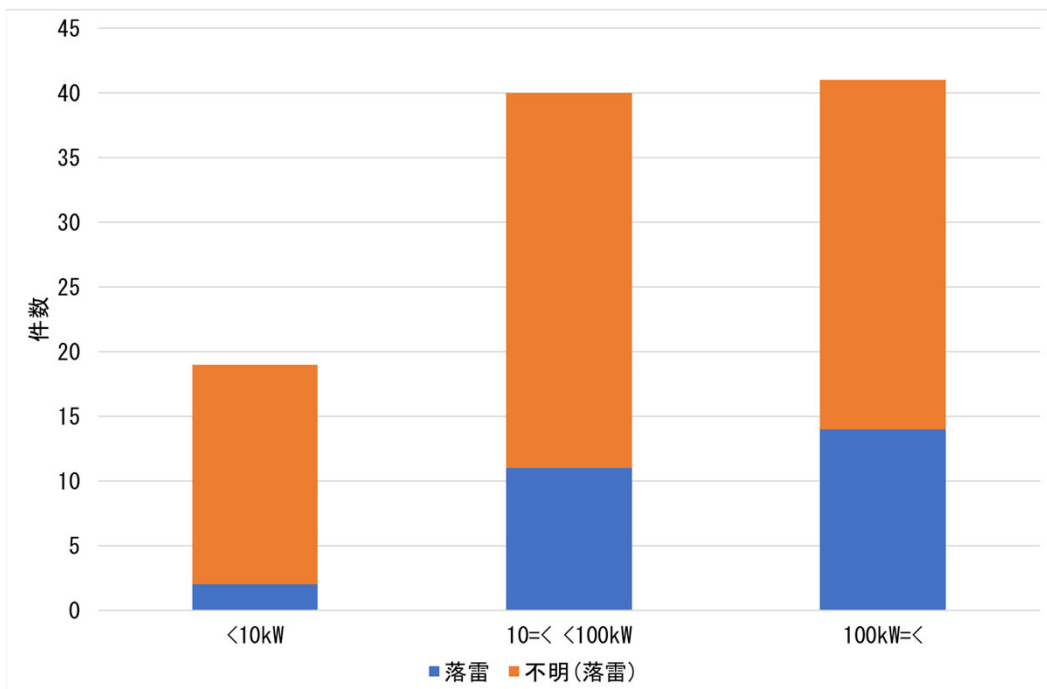


図3.2-9 落雷による故障；
パワーコンディショナの単機容量別
(300万円以上；FY2022, FY2023年データ抽出のみ)

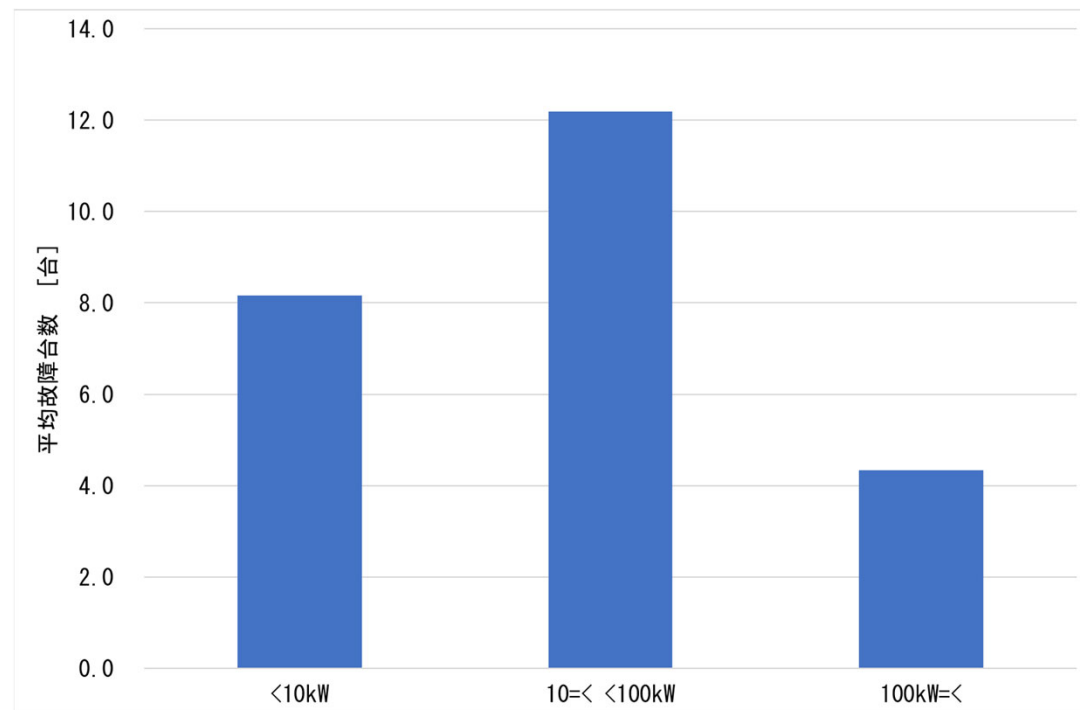


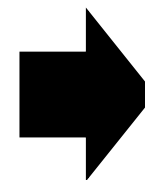
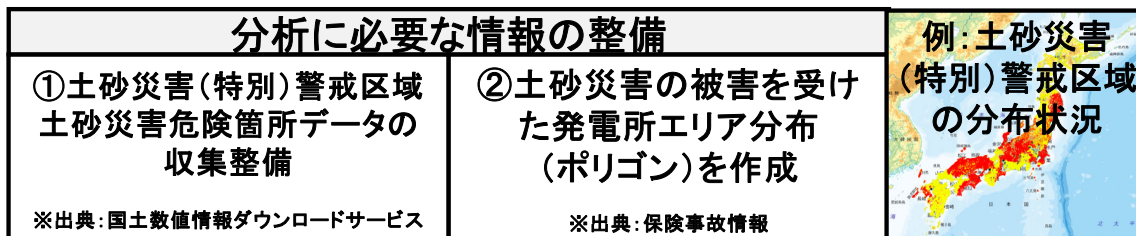
図3.2-10 落雷による故障；
パワーコンディショナの単機容量別平均故障台数
(300万円以上；FY2022, FY2023年データ抽出のみ)

3.3 土木関係事故

➤ 分析事故件数：42件

※事故事例分析同様、これらは保険支払金額を決定するための情報ものであるため、詳細に分析した時と比較すると破損原因や要因とは異なる懸念がある。また、事故支払データを用いた分析であり、保険引受時に詳細な分類を把握していないため、保険引き受け件数（≒母数）は抽出不能で、発生確率などの考察には使用できない。

➤ 分析方法



①②の重複状況をGIS上で確認

➤ 分析を行った事故件数は少ないが、土木関係事故は、発電所内もしくはその近くにおいて土砂災害(特別)警戒区域・危険箇所に該当しているケースが7割程度であることが分かる(一方、3割程度が土砂災害(特別)警戒区域・危険箇所に非該当)。

土砂災害(特別)警戒区域・危険箇所への該当有りの件数割合
(土木関係事故に係る保険情報42件当り)

No.	土砂災害(特別)警戒区域・危険箇所への該当形態	該当件数割合(42件中)
1	発電所(事故箇所以外)のみ該当	0%
2	発電所(事故箇所)のみ該当	0%
3	発電所近く(※)のみ該当	40.5%
4	No.1、2に該当	0%
5	No.1、3に該当	11.9%
6	No.2、3に該当	0%
7	No.1、2、3に該当	16.7%
8	いずれも該当無し	28.6%

課題：土木関係事故のリスク把握
土砂災害(特別)警戒区域・危険箇所に限らず、土地利用、傾斜角、土質、盛土の有無、排水計画なども挙げられ、さらにはこれらの複合的な要因も考えられることに留意し、立地において示唆される土木関係事故の傾向や特徴等を個別で把握し、適宜対策を行うことが望まれる。

※「発電所近く」…対象となる発電所と同じ平地・斜面上に土砂災害(特別)警戒区域・危険箇所がある場合

ご清聴ありがとうございました。

この成果物は、国立研究開発法人新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）の委託業務（JPNP20015）「太陽光発電主力電源化推進技術開発／太陽光発電の長期安定電源化技術開発」の結果として得られたものです。