National Institute of Technology and Evaluation
独立行政法人 製品評価技術基盤機構

令和４年度　電気安全講演会

# NITE電力安全センターの取り組みについて

独立行政法人 製品評価技術基盤機構（NITE）
国際評価技術本部　電力安全センター
参事官　田中　栄一

# １．NITEの紹介

# 1．1　NITEの紹介

## ■NITEの事業案内

　NITEは、「独立行政法人製品評価技術基盤機構法」に基づき、経済産業省のもとに設置されている行政執行法人です。

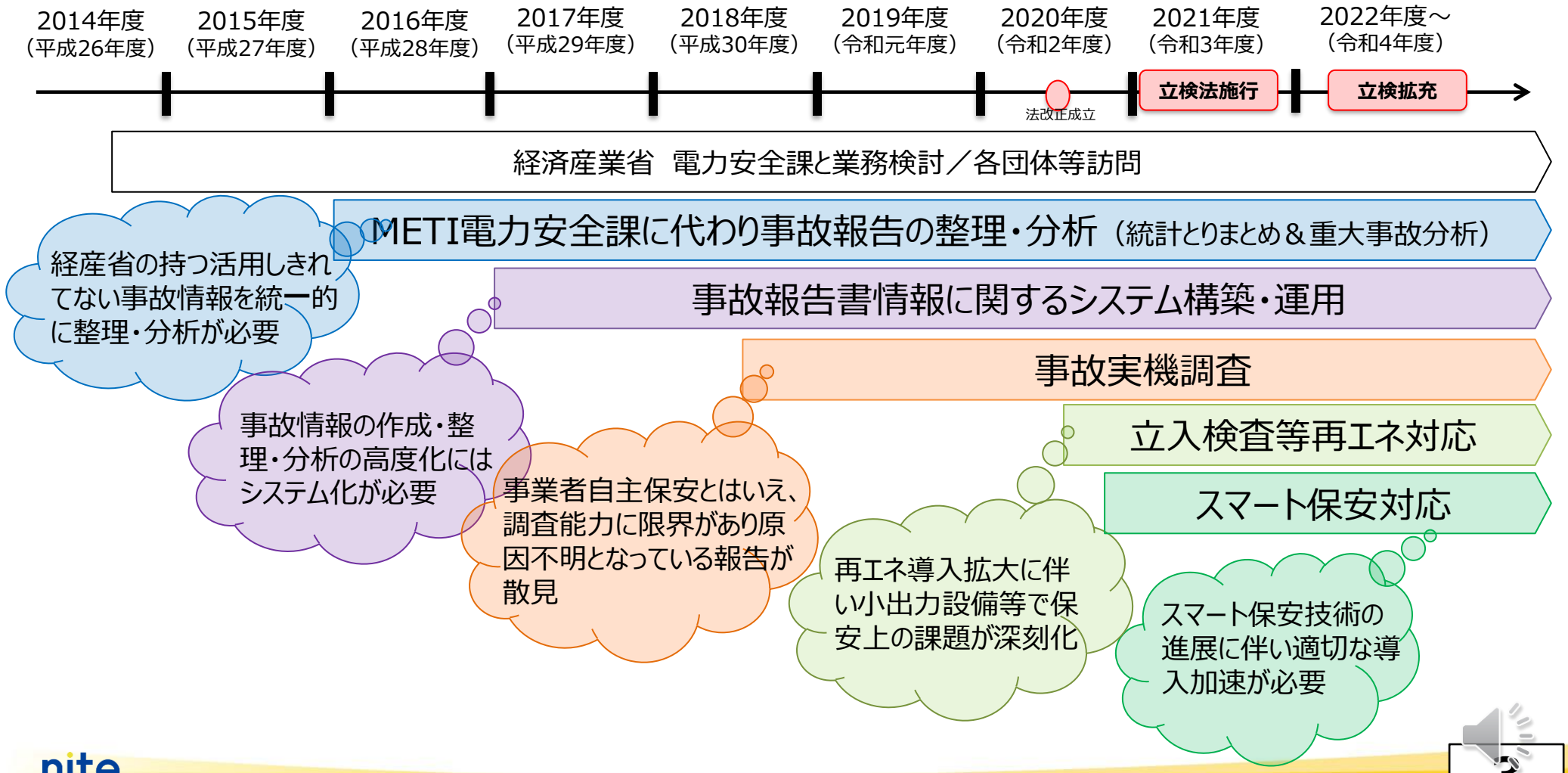
　現在、製品安全分野、化学物質管理分野、バイオテクノロジー分野、適合性認定分野、国際評価技術分野の5つの分野において、経済産業省など関係省庁と密接な連携のもと、各種法令や政策における技術的な評価や審査などを実施し、わが国の産業を支えています。

　また、それらの業務を通じてNITEに蓄積された知見やデータなどを広く産業界や国民の皆様に提供するとともに、諸外国との連携強化や国際的なルールづくりなどに取り組み、イノベーションの促進や世界レベルでの安全な社会の実現に貢献しています。

https://www.nite.go.jp/

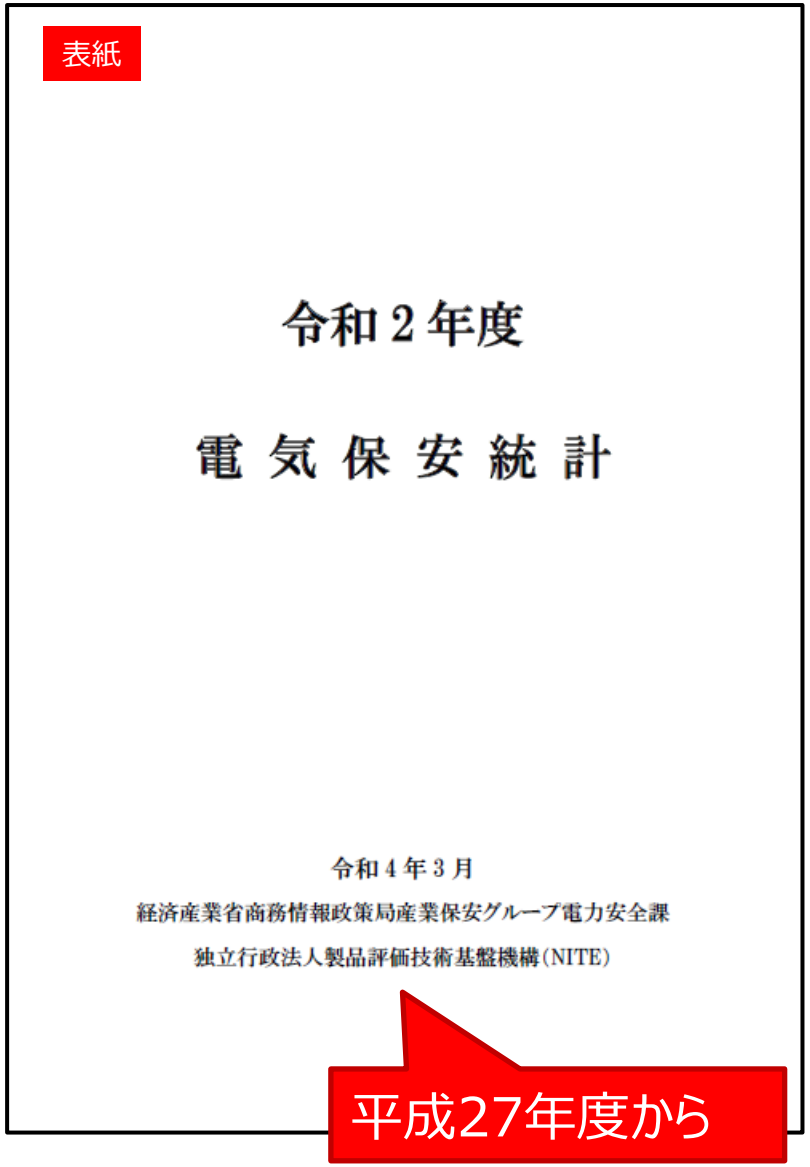
# 1．2　電力安全センターの紹介

◆ 経済産業省からの依頼を受けて、事故対応行政での諸課題等を踏まえた業務から開始し、立入検査や保安に係る業務を順次拡充中。



# ２．太陽電池発電設備に関する保安統計等について（NITEにおける保安統計業務の紹介）

# 2．1　保安統計・電気事故とは




## ■保安統計とは

電気事業法第107条、電気関係報告規則第2条に基づき、前年度に発生した電気事故について、電気事業者、自家用電気工作物設置者別に実績を取りまとめた統計である。

目的：電気工作物の事故の発生傾向を把握することで
→安全で安定的な電気供給のため
→技術基準の検討
→電気工作物設置者への適切な指導
等のための情報を得ることを目的としている。

経済産業省ＨＰより
https://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/denkihoantoukei.html

## ■電気事故とは

電気関係報告規則第３条並びに第３条の２に定める

○感電又は破損事故若しくは電気工作物の誤操作若しくは電気工作物を操作しないことにより人が**死傷した事故**

○電気**火災事故**

○電気工作物の破損又は電気工作物の誤操作若しくは電気工作物を操作しないことにより、**他の物件に損傷を与え、又はその機能の全部又は一部を損なわせた事故**

**○主要電気工作物の破損事故**　**→次ページへ**

**○波及事故**

等の電気事故が発生した際、国へ報告しなければならない事故。

# p.67 第８表より

**第８表** 太陽電池発電所の事故被害件数表

（自家用電気工作物を設置する者）

令和2年度

| 被害箇所＼原因 | | | 設備不備 製作不完全 | 設備不備 施工不完全 | 保守不備 保守不完全 | 自然 自然劣化 | 過負荷 | 自然 風雨 | 自然 氷雪 | 雷 | 災害 地震 | 災害 水害 | 災害 山崩れ・雪崩 | 害 塩・ちり・ガス | 故意・過失 作業者の過失 | 故意・過失 公衆の故意・過失 | 故意・過失 無断伐木 | 故意・過失 火災 | 動物接触 樹木接触 | 動物接触 鳥獣接触 | 動物接触 その他の他物接触 | 腐食 電気腐食 | 腐食 化学腐食 | 震動 | 他事故及 自社 | 他事故及 他社 | 燃料不良 | その他 | 不明 | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 太陽電池（50kW以上のもの） | 太陽電池モジュール | | 1 | | 1 | | | 4 | 28 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 3 | 39 |
| | 支持物 | 架台 | 1 | | 1 | | | 4 | 24 | | | | 2 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | 33 |
| | | 基礎 | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2 |
| | コネクタ、ケーブル | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | その他 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 小計 | | 2 | | 2 | | | 9 | 53 | | | | 4 | | | | | | | | | | | | | | | 4 | 74 |
| 変圧器 | 主要変圧器 | 巻線 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | ブッシング | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 冷却装置 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | 電圧調整装置 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | その他 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

令和2年度

| 被害箇所＼原因 | | | 設備不備 製作不完全 | 設備不備 施工不完全 | 保守不備 保守不完全 | 自然 自然劣化 | 過負荷 | 自然 風雨 | 自然 氷雪 | 雷 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 太陽電池（50kW以上のもの） | 太陽電池モジュール | | 1 | | 1 | | | 4 | 28 | |
| | 支持物 | 架台 | 1 | | 1 | | | 4 | 24 | |
| | | 基礎 | | | | | | 1 | 1 | |
| | コネクタ、ケーブル | | | | | | | | | |
| | その他 | | | | | | | | | |
| | 小計 | | 2 | | 2 | | | 9 | 53 | |

電気工作物と事故原因別にクロス集計

# ２．２　保安統計　自家用電気工作物を設置する者
# 第８表 太陽電池発電所の事故被害件数表より

**2020年度　太陽光　4号**

**自然災害**
**/風雨･水害･山崩れ**

**全１０件**

**7月～9月のみ**

■事故原因別

| 事故発生月 / 事故原因 | 7月 | 8月 | 9月 |
|---|---|---|---|
| 風雨 | 3件 **(1件)** | 2件 **(1件)** | 2件 |
| 水害 | 1件 | | |
| 山崩れ | 2件 **(2件)** | | |

風雨：雨、風又は暴風雨によるもの
水害：洪水
山崩れ：山崩れ、地滑り
（）内赤字件数：山崩れ･土砂流出

■事故事象別

| 事故発生月 / 事故原因 | 7月 | 8月 | 9月 |
|---|---|---|---|
| 山崩れ･地盤流出 | 3件 **(3件)** | 1件 **(1件)** | |
| 冠水 | 3件 | | |
| 泥水侵入 | | 1件 | |
| 風による破損 | | | 2件 |

（）内赤字件数：山崩れ･土砂流出

## ■事故発生地区別

| 事故発生月 / 発生地区 | 7月 | 8月 | 9月 |
|---|---|---|---|
| 九州 | 5件<br>**（3件）** | | 2件 |
| 中部 | 1件 | 2件<br>**（1件）** | |

●7月の事故：6件
【令和2年7月豪雨】 6件
「7月3日から8日にかけて、梅雨前線が華中から九州付近を通って東日本にのびてほとんど停滞した。前線の活動が非常に活発で、西日本や東日本で大雨となり、特に九州では4日から7日は記録的な大雨となった」（気象庁HP[気象庁 | 令和2年7月豪雨 (jma.go.jp)]より）

●9月の事故：2件
【台風10号】
「9月1日21時に小笠原近海で発生した台風第10号は、発達しながら日本の南を西北西に進み、5日から6日にかけて大型で非常に強い勢力で沖縄地方に接近した。その後、勢力を維持したまま北上し、6日から7日にかけて大型で非常に強い勢力で奄美地方から九州に接近した後、朝鮮半島に上陸し、8日3時に中国東北区で温帯低気圧に変わった。」（気象庁HP[気象庁 | 台風第10号による暴風、大雨等 (jma.go.jp)]より）

# 2020年度　太陽光　4号　自然災害/氷雪　全30件

■太陽電池発電所の事故被害件数（H30～R2）

| ２０１８年度 | ２０１９年度 | ２０２０年度 |
|---|---|---|
| １件 | ０件 | ３０件 |

モジュール・架台の破損：**28件**

PCSの破損：2件

■地域、発生月で集計　モジュール・架台の破損：２８件

| 事故発生月 / 発生地区 | 12月 | 1月 | 2月 | 3月 |
|---|---|---|---|---|
| 北海道 | | 2件 | 3件 | 3件 |
| 東北 | 4件 | 5件 | 5件 | 4件 |
| 北陸 | | 1件 | 1件 | |

○原因として・・・

【2020年12月～2021年2月にかけての豪雪】

2020年12月～2021年2月にかけてにかけて、例年を上回る降雪量を記録した。気象庁から報道発表もされた（気象庁｜報道発表資料(jma.go.jp)）

# ■破損までのプロセス

**大半は下記プロセスによって架台あるいは接合部の破損が至ったと考えられる**

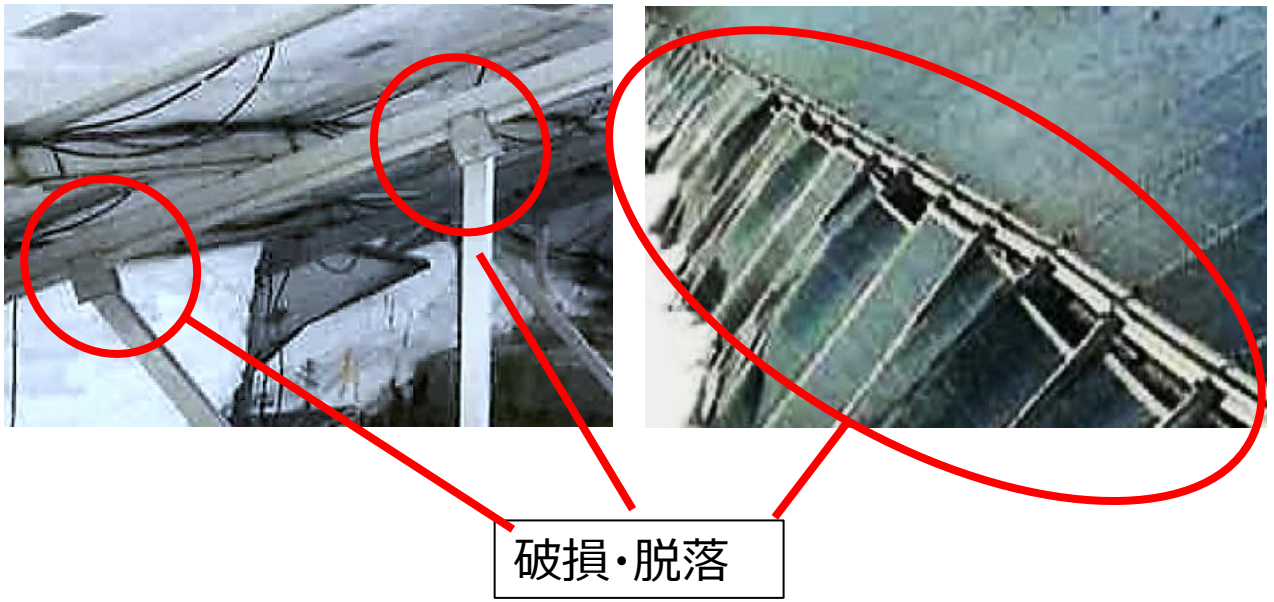
①モジュールに積雪
　傾斜により積雪が滑落

②滑落雪が、モジュールの軒下に埋没

①②が繰り返される

モジュール下端に積雪し、モジュール上の積雪が滑落しないまま、モジュール下端へのいわゆる軒下荷重として作用し，それに耐えきれなくなり破損に至る（右画像を参照）

■前述したプロセスによる破損の場合、モジュールの下端～中段部分の架台あるいは接合部の破損が多くなる



**上記のことから、積雪からすぐに破損事故事故に至る訳ではなく、ある程度の期間荷重がかかり続ける事（軒下荷重）によって破損する傾向が見られる。より迅速な除雪ができれば、事故発生の可能性は下がるのではないか。**

■ 前述したプロセスでは、積雪から数日～数週間モジュールや架台に負荷が掛かり続けたケースが見られた。

■ 28件のうち25件は、事故発生時の天気は雪ではなく晴れもしくは曇りであった。

■ 積雪に加え、気温上昇による溶融や降雨によって、雪の重量が増加したことも架台あるいは接合部の破損に至った原因と推定されるケースが見受けられた。

「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」に準拠し設計された架台が破損した案件も見受けられた。

# 2020年度　太陽光　PCS　　設備不備（23件）

| 事故発生月 | | 内部コンデンサ異常 | | | | 冷却ファン | | | | エラーで運転停止 | | | | 内部基板・内部配線損傷 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 計 | 1年未満 | 3年未満 | 3年以上 | 不明 | 1年未満 | 3年未満 | 3年以上 | 不明 | 1年未満 | 3年未満 | 3年以上 | 不明 | 1年未満 | 3年未満 | 3年以上 | 不明 |
| 4月 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5月 | 4 | 1 | | 2 | | | | | | | | | | 1 | | | |
| 6月 | 6 | | | 1 | | | 1 | | | 3 | | | | 1 | | | |
| 7月 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8月 | 2 | | | | | | 1 | | | | | | | | 1 | | |
| 9月 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 10月 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | | |
| 11月 | 1 | | | 1 | | | | | | | | | | | | | |
| 12月 | 1 | | | | | | | | | | | | | | | 1 | |
| 1月 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2月 | 4 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | 1 | 1 | |
| 3月 | 4 | | | 1 | | | | | | | | | | 1 | | 2 | |

# 2020年度　太陽光　PCS

## 保守不備（23件）

| 事故発生月 | | 冷却ファン故障 | | | | | 劣化による内部基板・内部配線損傷 | | | | | 塵埃、水滴の浸入 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 計 | 1年未満 | 5年未満 | 5年以上7年未満 | 7年以上 | 不明 | 1年未満 | 5年未満 | 5年以上7年未満 | 7年以上 | 不明 | 1年未満 | 5年未満 | 5年以上7年未満 | 7年以上 | 不明 |
| 4月 | 2 | | | | | | | 1 | 1 | | | | | | | |
| 5月 | 2 | | | 1 | | | | | 1 | | | | | | | |
| 6月 | 3 | | | | 2 | | | | | | | | | | 1 | |
| 7月 | 4 | | | | | | | | 2 | 1 | | | | | 1 | |
| 8月 | 5 | | | | | | | | | | 1 | | | 2 | 1 | 1 |
| 9月 | 1 | | | | | | | | | | | | 1 | | | |
| 10月 | 4 | | | | 1 | | | | | | 1 | | | | 1 | 1 |
| 11月 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 12月 | 1 | | | | | | | | 1 | | | | | | | |
| 1月 | 1 | | | | | | | 1 | | | | | | | | |
| 2月 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3月 | 0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 合計 | 23 | | | | | | | | | | | | | | | |

# 太陽電池発電所破損事故（4号関係）

・2020年度の太陽電池発電所関連の事故において、逆変換装置（パワーコンディショナ）と太陽光パネルの破損事故が2019年度に比べて増加したことから、破損事故全体の件数が増加した（前年比74%増）。

（太陽電池発電所関連の事故発生件数）

| | （2018年度） | | （2019年度） | | （2020年度） |
|---|---|---|---|---|---|
| 逆変換装置 | ５７件 | → | １１０件 | → | １９０件 |
| モジュール・架台 | ５２件 | → | ２４件 | → | ４０件 |
| その他電気工作物 | ２件 | → | ２件 | → | ４件 |

※１号の死傷事故原因となった電気工作物を除く。

# ３．NITEにおけるスマート保安に関する取組みについて

# 3．1　スマート保安のアクションプランの策定

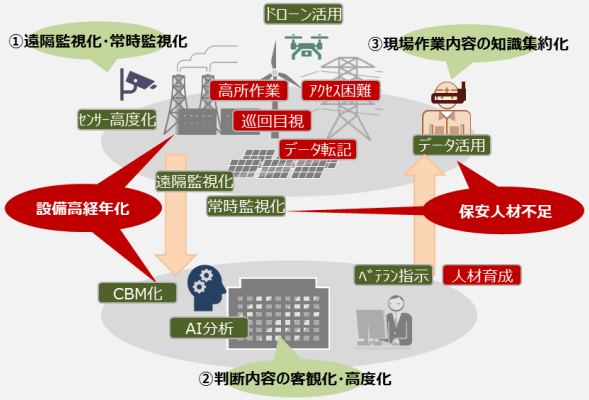
- ２０２１年３月、スマート保安官民協議会の下に設置された電力安全部会において、**電力安全分野のスマート保安アクションプランを策定**。その中で、スマート保安に資する技術や、その導入促進のための官民の取組をまとめた。

## スマート保安アクションプランの概要

**【将来像】電気設備の保安力と生産性の向上を両立**

- **技術実装を着実に推進**
  - 現時点で**利用可能な技術**は**2025年までに確実に現場実装を推進**
  - **保安管理業務の更なる高度化に向け、新たな技術の実証を推進**

- **2025年における各電気設備の絵姿**
  - 風力・太陽光発電所：遠隔常時監視装置やドローン等の普及による**巡視・点検作業の効率化**
  - 火力・水力発電所：発電所構外からの**遠隔常時監視・制御の普及、高度化**
  - 送配電・変電設備：ドローン等の普及による**巡視・点検作業の効率化**
  - 需要設備：**遠隔による月次点検の実施**、現地業務の生産性向上等



電気保安のスマート化の将来像

**将来像の実現のためのアクション**（短期～長期の時間軸を設定）

### 官のアクションプラン

- スマート保安に対応した**各種規制の見直し・適正化**
- 専門家会議（スマート保安プロモーション委員会）を設置し、スマート保安**技術の有効性確認を通じた普及支援**

### 民のアクションプラン

- スマート保安技術の**技術実証・導入**
- スマート保安の体制・業務を担える**デジタル人材の育成**や**サイバーセキュリティ**の確保

※スマート保安官民協議会第４回電力安全部会資料より抜

# 3．2　スマート保安プロモーション委員会の位置づけ

- 官民間・業界間でのコミュニケーションツールとして、スマート保安技術やデータを活用した新たな保安方法について、その妥当性を確認・共有する場として設置。
- スマート保安技術の導入と普及拡大のプロモートを目的として、申請のあったスマート保安技術やデータを活用した新たな保安方法について、保安レベルの維持・向上に必要な技術要件を有しているか、その妥当性を確認。
- NITEは、プロモーション委員会での議論を踏まえ、当該保安方法について、関係業界等への普及広報（スマート保安技術カタログの作成・公開等）、導入を促進するための基準策定や規制見直しの提言等の実施。

代替したいプロセス例

①ドローンによる電線路の巡回監視

② AIによる発電機等の異常判断

③現場作業者熟練技術者による現場作業者への遠隔支援

**スマート保安プロモーション委員会（事務局：NITE）**

・プロセス単位での新たな保安技術の妥当性・実効性を確認

・判断の難しい、個別技術の妥当性について専門的に検討

・得られた知見から、スマート保安の類型に応じたデータセット等の標準化を提案

①認定プロジェクトの報告
②制度改正の検討材料の提供

**スマート保安官民協議会 電力安全部会**

**電力安全小委員会 電気保安制度WG**

**等**

スマート保安に関する指針等の策定

保安規程の改定・定期事業者検査の柔軟化

制度所管機関
制度改正・基準策定

プロジェクト支援

# 3．3　スマート保安プロモーション委員会での検討内容

（１）保安レベルの維持・向上に関する技術評価

①スマート保安技術モデルの評価

すでに実証試験等実績があり、従来業務の代替が可能なもの。

保安レベルの維持・向上に必要な技術要件を有しているかどうか、新技術の有効性、メリット、安全性・信頼性及びコスト評価等を考慮して、技術的な観点から確認を行う。

②基礎要素技術の評価

電気設備に実際に採用できる可能性のある新しいスマート保安技術で、まだ実設備での実証がなされていないもの。

模擬又は試験設備での試験データをもとに、今後電気保安の現場でスマート保安技術モデルとして活用できそうか、技術的な観点から確認を行う。

（２）当該技術の導入促進に向けた検討

導入促進を進めるための課題や普及促進方策、規制の見直しの必要性等について、検討を行うとともに、事業者に対して導入促進に向けた助言や想定されるリスクに関するアドバイスを行う。

**スマート保安技術カタログ（電気保安）**

独立行政法人 製品評価技術基盤機構
国際評価技術本部

プロモーション委員会で確認した保安方法について、NITEがカタログにとりまとめて、関係業界等に広く普及広報を行う。

# 3．4 スマート保安プロモーション委員会の活動経過

令和3年3月16日に開催されたスマート保安官民協議会電力安全部会において、スマート保安プロモーション委員会の事務局をNITEが行うことが決定し、委員会設立に向けた検討と準備作業を開始。

開催実績

【第1回】令和3年10月27日
・委員会の位置づけと役割について審議

【第2回】令和4年2月14日
・第1号案件について審議

【第3回】令和4年3月28日
・第1号案件について審議、スマート保安技術として承認

現在、NITEにおいて、スマート保安技術カタログに掲載・公開に向けて作業中。

| | 氏名 | 所属 | 分野 |
|---|---|---|---|
| 委員長 | 中垣　隆雄 | 早稲田大学創造理工学部総合機械工学科 教授 | 火力 |
| 常任委員 | 飯田　誠 | 東京大学先端科学技術研究センター 特任准教授 | 風力 |
| 常任委員 | 伊藤　雅一 | 福井大学学術研究院工学系部門工学領域電気・電子工学講座 准教授 | 太陽光 |
| 常任委員 | 高野　浩貴 | 岐阜大学工学部電気電子・情報工学科 准教授 | 電力系統 |
| 常任委員 | 山出　康世 | 株式会社社会安全研究所 取締役 部長（ヒューマンファクター研究担当） | ヒューマンファクター |
| 専門委員 | 小野田 崇 | 青山学院大学 理工学部 経営システム工学科 教授 | AI |
| 専門委員 | 逆水　登志夫 | 一般財団法人マイクロマシンセンター　スマートセンシング研究センター センター長 | センサー |
| 専門委員 | 田所　諭 | 東北大学大学院情報科学研究科 教授 | ドローン |

令和３年度にNITEにおいて対応した相談、問合せ件数は14件。既存技術の組合せによる保安規程変更に係る案件(巡視、停電点検の延伸等)が中心。

# ３．５　スマート保安プロモーション委員会の結果を踏まえたNITEの取組

## ①プロモーション委員会で妥当性・実効性を確認されたスマート保安技術をカタログ化することにより、スマート保安技術の開発と現場実装を支援

- 基礎要素技術をもつベンチャー企業等と実証実験を行いたい発電所等の現場をつなぎ合わせることで、スマート保安技術の開発を促進。
- 妥当性・実効性を確認した新たなスマート保安技術を見える化することで、スマート保安技術の導入・実装を促進。

## ②スマート保安技術を普及させるために必要な規制等の見直しを提言

- スマート保安プロモーション委員会での評価の過程で明らかになったスマート保安技術の導入や普及拡大のボトルネック等について経済産業省や業界団体等に情報提供。
- 新たな基準策定や規制・運用の見直しに向けた提言を、経済産業省や業界団体等に実施。

## ③関係業界等へ普及・広報

- スマート保安に関する意義をはじめ、新技術やスマート保安モデルの事例等をわかりやすく紹介し（例えば、NITE講座等による情報発信）、業界団体や事業者におけるスマート保安の勉強会等に役立ててもらうことにより、スマート保安に係る人材の育成を支援する。

# 3．7　スマート保安プロモーション委員会第一号案件

## （1）概要　「受変電設備の監視装置導入及び点検方法の工夫による無停電年次点検の実施」

○ 申請内容

2021年8月新規竣工の特別高圧受電設備に、スマート保安技術を導入(絶縁状況を常時監視及び点検方法の工夫等)することによって、年次停電点検周期を1年に1回から3年に1回に周期変更する。

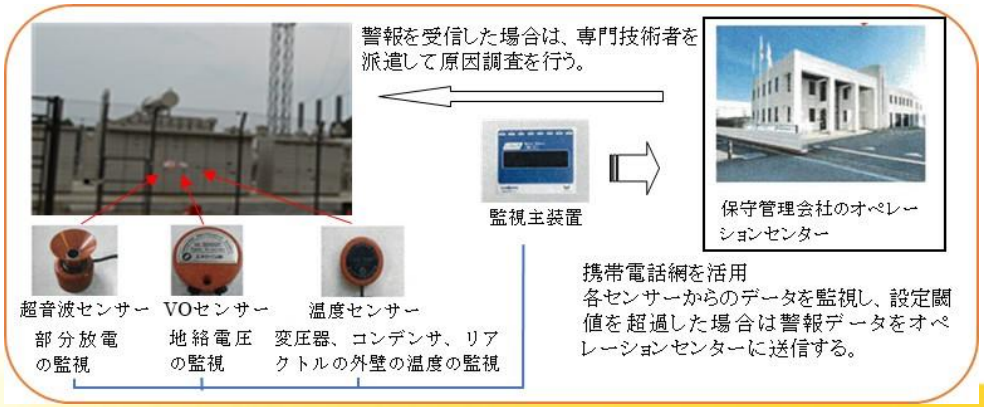
建物外観

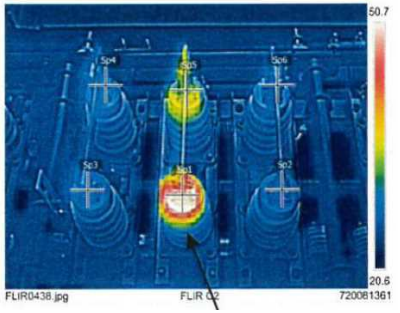
○ 対象設備の概要

- オフィス、店舗、駐車場、交通広場、広場状デッキ等の複合施設
- 都区内スマートシティーエリア内に位置し、建物オペレーティングシステムを装備

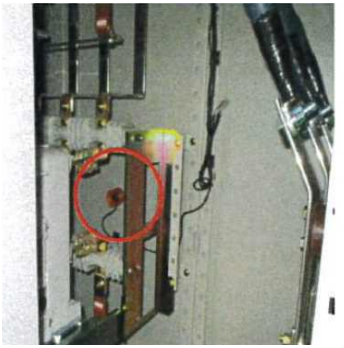
○ 導入するスマート保安技術と点検方法の工夫

- Voセンサーによる絶縁状態の常時監視を実施しつつ、補助として超音波センサーによる絶縁劣化現象（部分放電音の検出）及び温度センサーによるコンデンサー・リアクトルの外箱温度を常時監視し、軽微な異常を素早くキャッチ
- 無停電点検時は、熱画像診断(サーモグラフィー)による接続状態及び過熱箇所の確認及びデジタル測定器(Iorクランプリーカー)による低圧絶縁抵抗の測定を実施することで従来から停電点検で行ってきた内容を代替実施。



熱画像診断(サーモグラフィー)



超音波センサーの設置

# 3．7　スマート保安プロモーション委員会第一号案件
## （2）本技術導入による成果

### ○ 設置者のメリット

① 電路の絶縁状態を24時間365日常時監視することによる予防保全が可能となり保安力が向上

② 停電点検による営業停止日の減少や停電後の復帰・確認作業が減少して施設の運用、利便性が向上し、３年間平均で点検保守料が年間20%削減。

### ○ 保安管理事業者のメリット

① 停電点検に係る事前準備・復旧作業の要員が2年間は不要となり、休日・深夜作業の減少に伴う要員確保及び労働環境が改善

② スマート保安技術が評価され、他設備への販売拡大

③ 当該スマート保安技術を導入した需要設備は、無停電点検を記載した保安規程に変更する際、産業保安監督部の技術審査が簡素化されて手続き期間が短縮

### ○ 産業保安監督部のメリット

① プロモーション委員会を通じてカタログ化された保安技術については、既に技術的妥当性は評価されているため、監督部での技術的妥当性の確認作業を簡素化できる

### ○ 社会的な意義

① 特別高圧受変電設備(需要設備)においてスマート保安技術導入による無停電年次点検の導入に係る「取組み」が例示されたことにより、類似案件によるスマート保安技術の導入促進に寄与

# ３．８　今後の取組

## ○ 委員会での技術評価ペースの加速

第一号案件を技術評価した実績を踏まえ、今後は技術評価のペースを加速させる。

① 第二号案件の審議は５月に終了し、第三号案件についても審議を加速する方向で調整中。申請事業者と相談・調整をしながら後続案件も準備中。

② 新たな保安手法やカーボンニュートラルに資する関連設備の設置推進に向けた技術評価も予定

## ○ スマート保安に関する普及啓発活動の実施

令和３年度に実施したアンケート調査の結果、スマート保安やスマート保安プロモーション委員会についての認知度が低かった。業界団体等での講演会や雑誌等への掲載等、継続的に実施予定のアンケート調査結果やスマート保安技術カタログ等の情報共有・発信等により、普及啓発活動を積極的に実施していく。

## ○ 新規技術評価案件の掘り起こし

① 業界団体等への講演会や展示会等の機会を通じて、新規案件の掘り起こしを行う。

② 地方の優良な事業者との情報交換により開発技術を把握し、将来の保安技術として有望と見込まれる基礎要素技術関連案件の掘り起こしを行う。

# NITEにおけるスマート保安に関する取組みをHPで紹介！

○スマート保安のページ

https://www.nite.go.jp/gcet/tso/smart_hoan.html

スマート保安に関する問い合わせは、

otoiawase-smart-hoan@nite.go.jp まで

# ４．事故実機調査について

# 4．1　事故実機調査について

産業構造審議会
保安・消費生活用製品安全分科会
第19回電力安全小委員会　資料6
の記述より

## ■ 背景

◆ 重大事故発生数は横ばい傾向
→機器ハード面において、手段・余力等がなく、原因不明でとどまっている事故報告が存在

◆ **NITEは、経済産業省からの要請を受け、事故実機調査が必要な案件について、事故原因の分析等の調査業務を開始（2019年度から）**

◆ 事業者自主保安という規制前提・業界状況・社会要請等に十分留意しつつ、関係者とよく協議しながら、電力安全に資するよう業務を実施

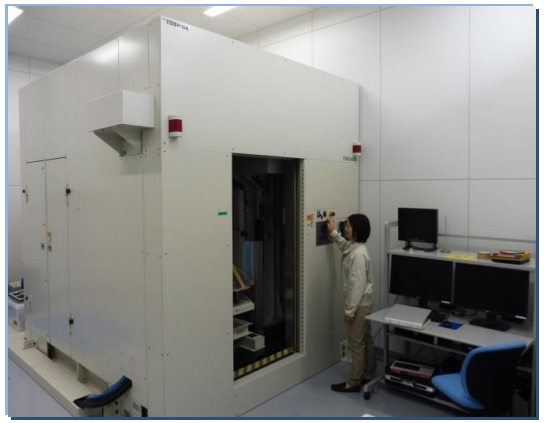
# ４．１　事故実機調査について

## ■ 事故実機調査体制

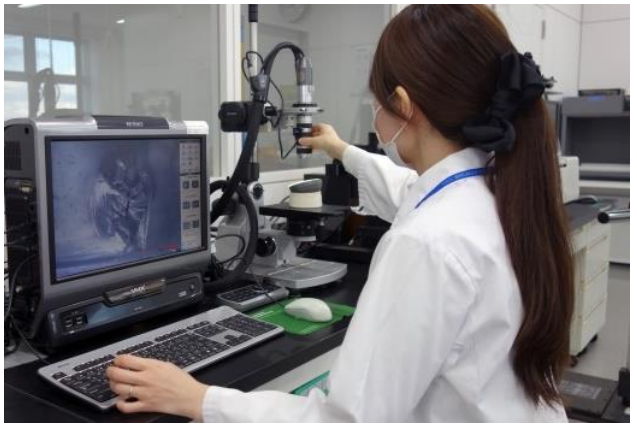
- ◆ 主な技術的調査は、東京の電力安全センターと大阪の関西分室において対応。
- ◆ 各支所においては、事故実機の受け入れや初動調査対応を担っている。
- ◆ 沖縄については、現在、東京と九州の２か所で連携して対応

# ４．１　事故実機調査について

## ■ 事故実機調査に用いる機器の例

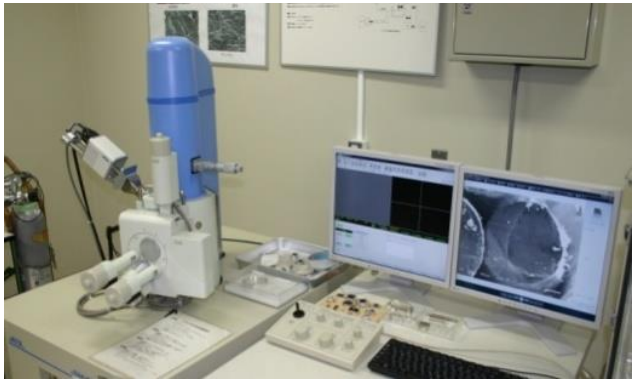


大型X線CT撮影装置



汎用マイクロスコープ

ケーブルスライサー



走査型電子顕微鏡（SEM)

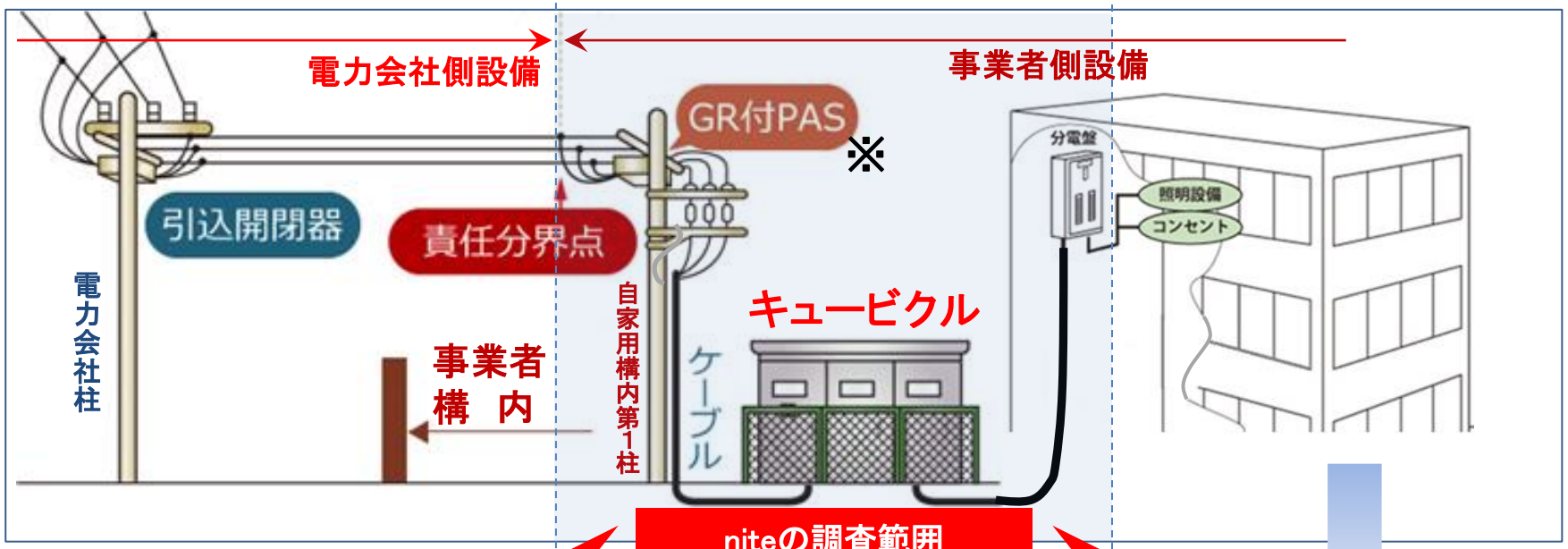
X線透過観察装置

絶縁抵抗計

※一部の調査機器は、消費生活用製品の事故調査に使用する機器を活用

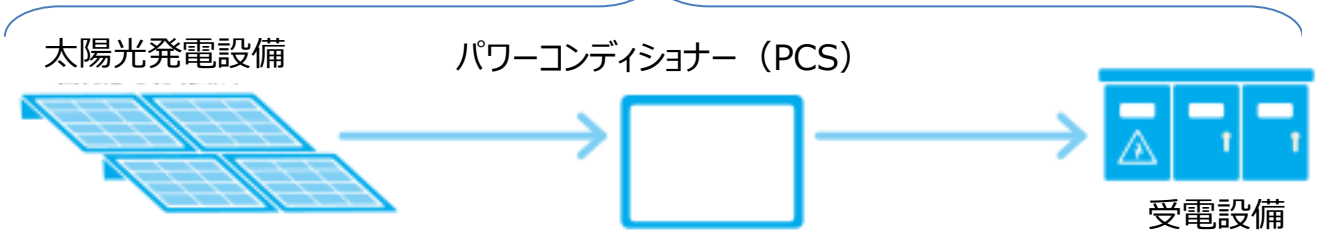
# ４．１　事故実機調査について

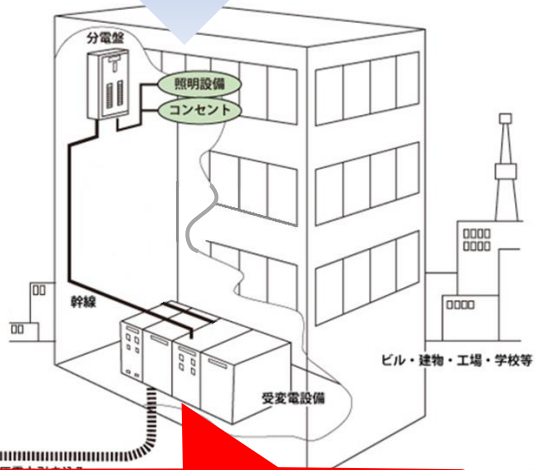
## ■ 調査の対象範囲




※　PASとは、Pole Air Switchの略称で気中負荷開閉器と呼ばれるものです。区分開閉器の一種となります。

**niteの調査範囲**
**PASから第1分電盤まで**
**（ケーブル含む）**




**太陽電池発電設備についてはパネルやPCSも調査**

**事業者によっては、受変電設備が建物内にある**

# ４．１　事故実機調査について

## ■ 事故実機調査の様子

- ◆ NITEに持ち込まれた事故実機を非破壊調査（X線透過観察）した後、解体して内部調査。
- ◆ 消防機関等の関係機関と合同で現地にて事故実機調査を実施するケースもあり。
- ◆ 調査で撮影したX線写真や分析結果等の「ファクトデータ」は、報告書として調査依頼者に提供（※）。

例1　焼損したPASの解体調査

例2　焼損した端子台の調査

※　報告書にはNITEとしての推定や見解は含まれません。

# 4．2　事故実機調査事例 － 調査結果に基づく再発防止活動

- ◆ NITEの調査によって明らかとなった【鉄筋コンクリート柱の倒壊事故発生対策】について、中部近畿産業保安監督部近畿支部と連名により注意喚起文書を作成
- ◆ HPで公表するなど、類似事故の再発防止に活用されている。

自家用電気工作物設置事業場において、受電用引込柱（構内第一柱）が倒壊し、第三者が所有する物件を損傷させる事故が発生。

↓

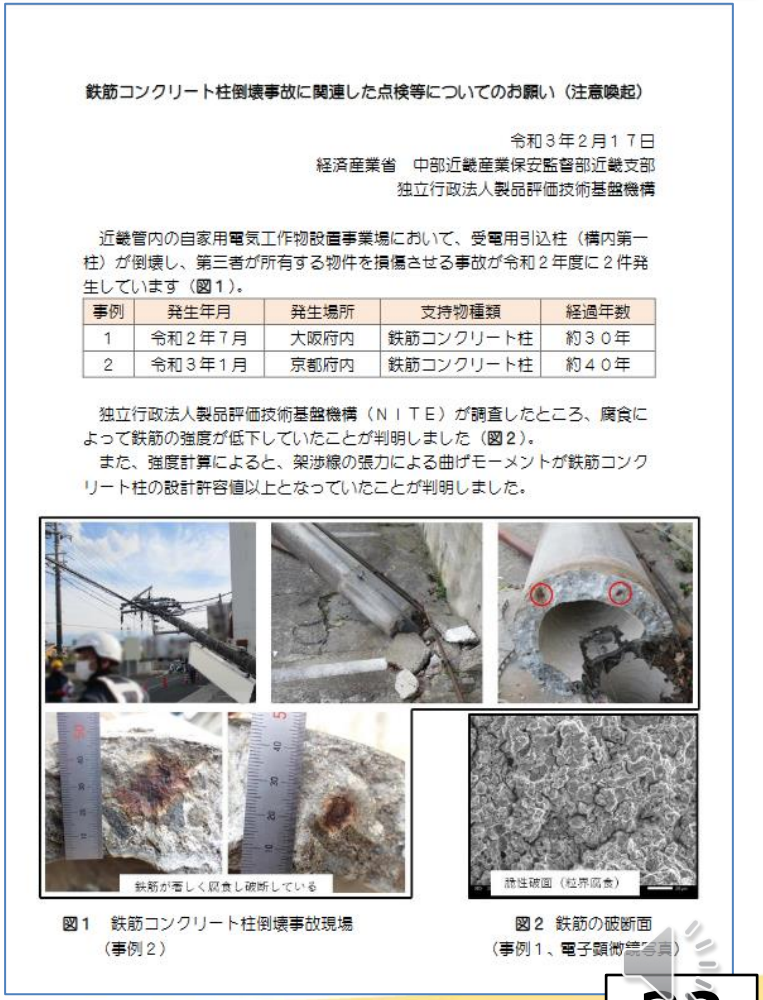
倒壊した原因が不明のため、利用者から調査の要望。

↓

NITEが調査したところ、腐食により鉄筋の強度が低下していたことが判明。また、強度計算によると、架渉線の張力による曲げモーメントが鉄筋コンクリート柱の設計許容値以上となっていたことが判明。

↓

事故実機調査結果を踏まえ、経済産業省と連名で注意喚起を公表



鉄筋コンクリート柱倒壊事故に関連した点検等についてのお願い（注意喚起）

令和３年２月１７日
経済産業省　中部近畿産業保安監督部近畿支部
独立行政法人製品評価技術基盤機構

近畿管内の自家用電気工作物設置事業場において、受電用引込柱（構内第一柱）が倒壊し、第三者が所有する物件を損傷させる事故が令和２年度に２件発生しています（図１）。

| 事例 | 発生年月 | 発生場所 | 支持物種類 | 経過年数 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 令和２年７月 | 大阪府内 | 鉄筋コンクリート柱 | 約３０年 |
| 2 | 令和３年１月 | 京都府内 | 鉄筋コンクリート柱 | 約４０年 |

独立行政法人製品評価技術基盤機構（ＮＩＴＥ）が調査したところ、腐食によって鉄筋の強度が低下していたことが判明しました（図２）。
また、強度計算によると、架渉線の張力による曲げモーメントが鉄筋コンクリート柱の設計許容値以上となっていたことが判明しました。



図１　鉄筋コンクリート柱倒壊事故現場（事例２）

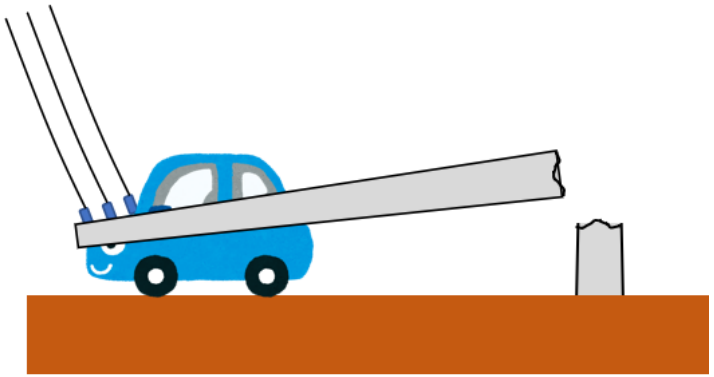
図２　鉄筋の破断面（事例１、電子顕微鏡写真）

https://www.nite.go.jp/gcet/tso/20210217_kinki_announce.html

# 4．2　事故実機調査事例

## 鉄筋コンクリート柱の倒壊事故

事例１



- 事故の種類：物損等事故
- 場所：大阪府内
- 事故発生日：令和2年7月
- 製造（設置）年：1991年製造
- 使用期間：約29年
- 事故時の天候：雨、風速1.0m/s

事例２

- 事故の種類：波及事故
- 場所：京都府内
- 事故発生日：令和3年1月
- 製造（設置）年：1981年製造
- 使用期間：約40年
- 事故時の天候：晴れ、風速5.0m/s

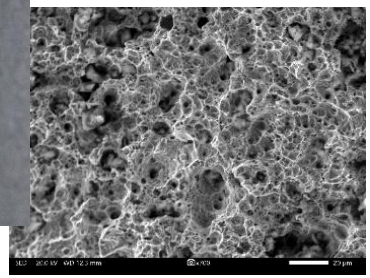
**☆nite、産業保安監督部と合同現地調査実施**

# 4．2　事故実機調査事例

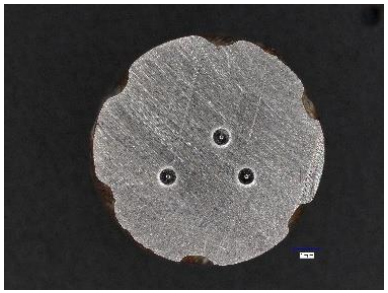
## 鉄筋コンクリート柱の倒壊事故

- 外観観察
  - コンクリートのひび等の状況
  - 鉄筋の腐食状態

- 鉄筋の破面観察
  - 拡大観察 マイクロスコープ
  - 破面観察 電子顕微鏡



- 鉄筋の引張強さ推定
  - 硬さ測定



- コンクリート柱の風圧計算
  - 架渉線張力 風圧荷重

# 4．2　事故実機調査事例

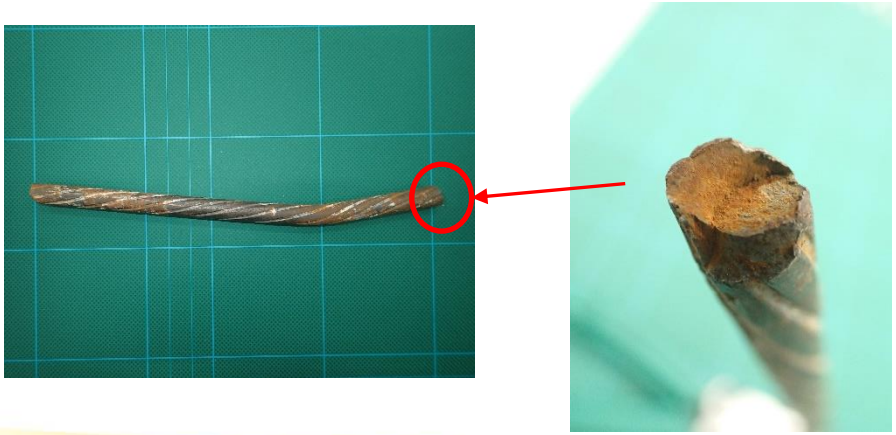
## 事例１　大阪の鉄筋コンクリート柱倒壊事故

外観観察

横ひびの例

（大日コンクリート工業株式会社「コンクリートポール　点検手引書」より写真を引用）

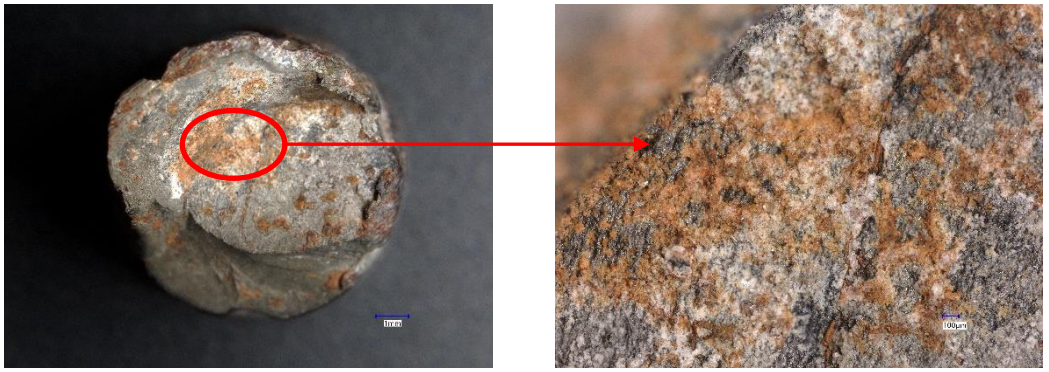
- コンクリート柱に横ひびがある
  ↓
- 過大なモーメント負荷
  - 風による架渉線張力過大
  - 常時加わる偏荷重等



- 鉄筋の側面及び破面に錆が発生
  ↓
- 倒壊前から鉄筋に腐食が発生

# 4．2　事故実機調査事例

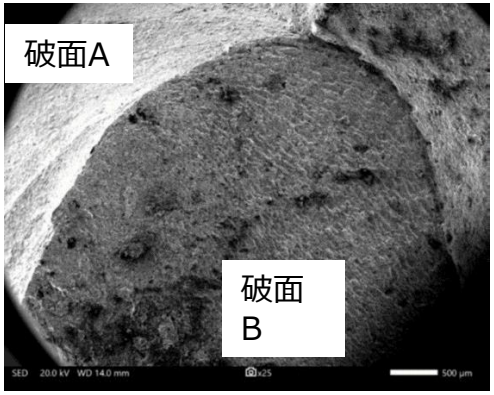
## 鉄筋の破面観察



- 破面に白い付着物
- 元素分析の結果、Ca、Si、Al等
- コンクリート由来の成分が破面に付着

↓

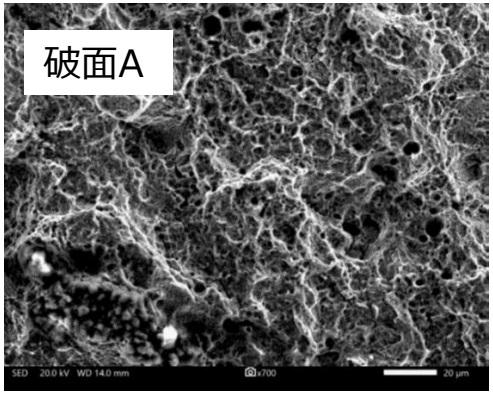
- コンクリート柱の倒壊前から鉄筋に亀裂が発生



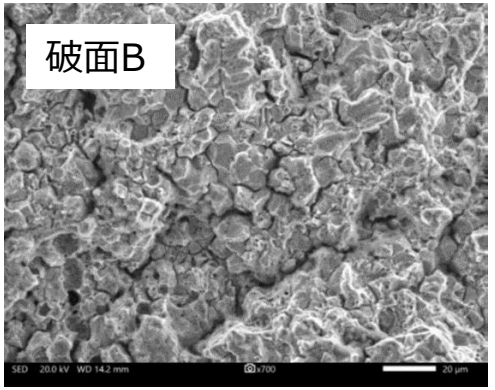

- 形状が異なる複数の破面

↓

異なる破壊形態




- 過負荷による延性破面
- 倒壊時の引っ張り荷重により破断

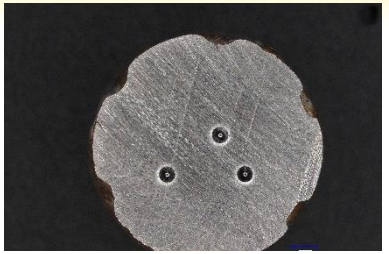



- 粒界腐食破面
- 倒壊前から腐食により亀裂が発生

# 4．2　事故実機調査事例

## 鉄筋の引張り強さ推定

☆鉄鋼の引張強さは、硬さから推定できることがSAE（アメリカ自動車技術者協会）、JIS（日本産業規格）等により参考情報として一般的になっている。

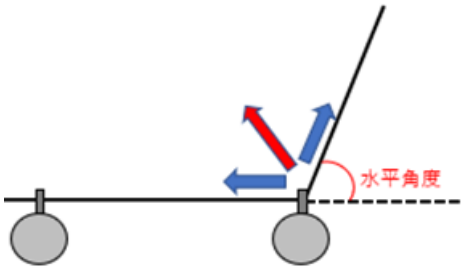


ロックウエル試験後の圧子痕

- 鉄筋のロックウエル硬さは45.8HRCで、硬さから推定される張強さは約1,520N/mm$^2$と推定され、JIS G3137「細径異形PC鋼棒」の引張強さ（1,420N/mm$^2$以上）の規定値を満たしていた。
- 鉄筋の製造時の強度に問題はなかったと推定。

## コンクリート柱への風圧計算

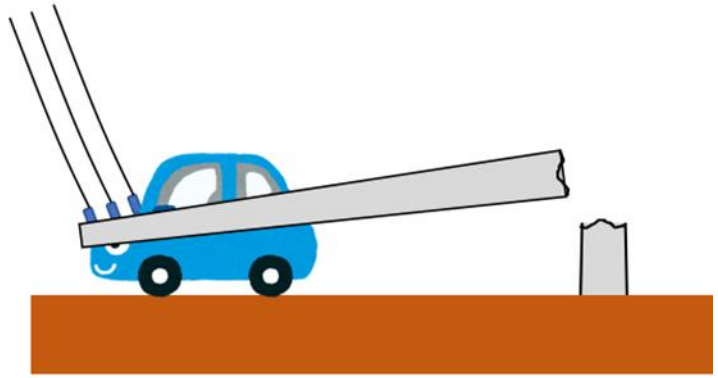
- コンクリート柱の寸法、架渉線の長さ・直径、開閉器・腕金等の面積・設置高さ、架渉線の設置角度等を調べ、風圧で生じるコンクリート柱地際のモーメントを計算。
- 風速40m/s（甲種風圧荷重／電気設備技術基準）の風圧に対し強度不足。



# 4．2　事故実機調査事例

事故原因

事例１



- 事故の種類：物損等事故
- 場所：大阪府内
- 事故発生日：令和2年8月
- 製造（設置）年：1991年製造
- 使用期間：約29年
- 事故時の天候：雨、風速1.0m/s

- 鉄筋の強度に問題はなかった。
- コンクリート柱は、風圧荷重に対して強度不足だったため長期使用で横ひびが生じた。
- 鉄筋の破面にコンクリート成分が付着しており、また、破面に粒界腐食が認められたことから、コンクリート柱に生じた横ひびから水分が浸入して鉄筋が腐食し、鉄筋に亀裂が生じてコンクリート柱の強度が低下した。

↓

- 鉄筋の亀裂が徐々に進展して架渉線等の張力にコンクリート柱が耐えられなくなり、倒壊に至った。

# 4．2　事故実機調査事例

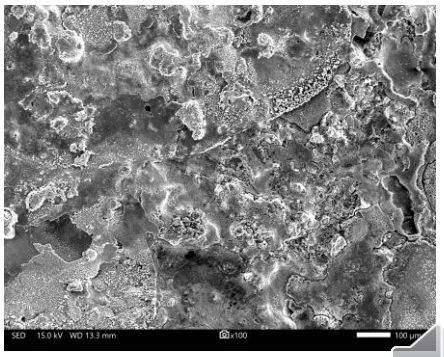
事例２　京都の鉄筋コンクリート柱倒壊事故

- 事故の種類：波及事故
- 場所：京都府内
- 事故発生日：令和3年1月
- 製造（設置）年：1981年製造
- 使用期間：約40年
- 事故時の天候：晴れ、風速5.0m/s

☆nite、産業保安監督部と合同現地調査

- 鉄筋の硬さ測定結果から、鉄筋の強度に問題はなかったものと推定。
- 鉄筋の破面の腐食が著しく、破面に特徴が残されていない。
- コンクリート柱の風圧計算の結果、風圧荷重に対し強度不足の可能性有り。
- 鉄筋の腐食状態から、倒壊前から鉄筋に亀裂が生じていたものと推定。

- 事例１及び事例２とも鉄筋コンクリート柱が風荷重に対して強度不足の状態にあったため、長期使用でコンクリート柱に亀裂が生じ、亀裂から水分が浸入して鉄筋が腐食し、倒壊に至ったものと推定される。



腐食のため破面が不明瞭

# 産業保安監督部との連係

- 電柱の倒壊事故は、数年に１度あるかないかの頻度だが、死傷事故や波及事故につながる恐れがあるため、中部近畿産業保安監督部近畿支部と連名で令和３年2月17日付ホームページで注意喚起。

**鉄筋コンクリート柱倒壊事故に関連した点検等についてのお願い（注意喚起）**

令和３年２月１７日
経済産業省　中部近畿産業保安監督部近畿支部
独立行政法人製品評価技術基盤機構

近畿管内の自家用電気工作物設置事業場において、受電用引込柱（構内第一柱）が倒壊し、第三者が所有する物件を損傷させる事故が令和２年度に２件発生しています（**図１**）。

| 事例 | 発生年月 | 発生場所 | 支持物種類 | 経過年数 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 令和２年７月 | 大阪府内 | 鉄筋コンクリート柱 | 約３０年 |
| 2 | 令和３年１月 | 京都府内 | 鉄筋コンクリート柱 | 約４０年 |

独立行政法人製品評価技術基盤機構（ＮＩＴＥ）が調査したところ、腐食によって鉄筋の強度が低下していたことが判明しました（**図２**）。
また、強度計算によると、架渉線の張力による曲げモーメントが鉄筋コンクリート柱の設計許容値以上となっていたことが判明しました。

**注意喚起のポイント**

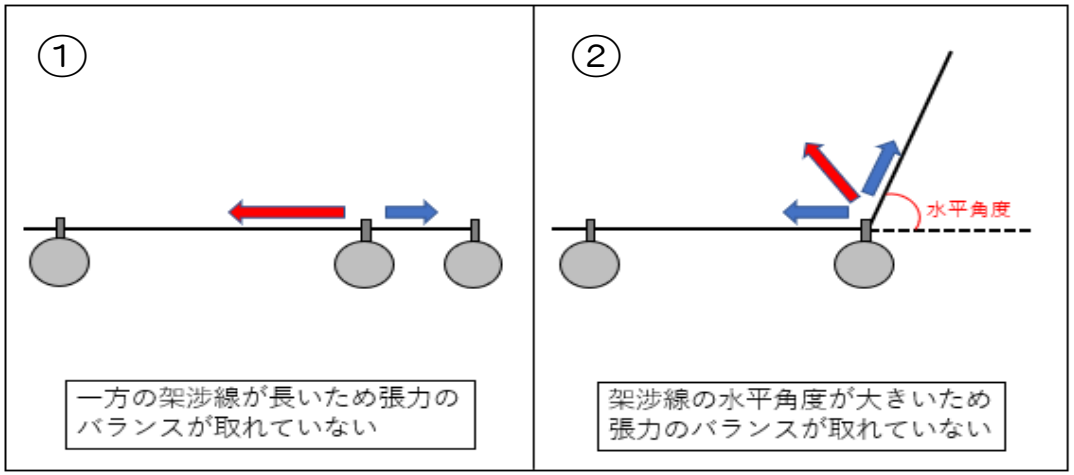
- 日常点検等で亀裂の有無を確認
- 新設時、強度計算を実施
- 電線路を変更する場合、強度を再確認

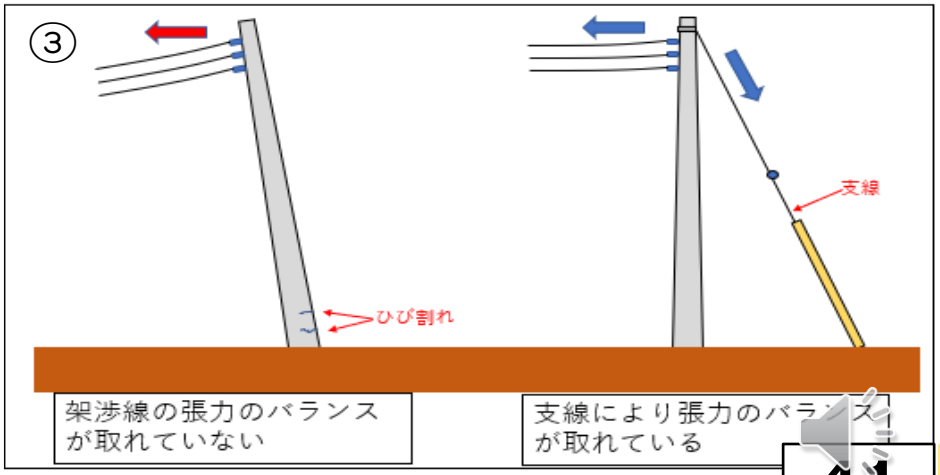
# 産業保安監督部との連係

鉄筋コンクリート柱が倒壊した原因としては、架渉線張力のバランスが取れておらず、張力による曲げモーメントが設計許容値以上となっていたため、鉄筋コンクリート柱に横ひびが生じ、横ひびから水分が浸入して複数の鉄筋が徐々に腐食したことにより鉄筋強度が低下し、最終的に曲げモーメントに耐えられず倒壊に至ったと考えられます。

架渉線張力のバランスが取れていない要因（図３）

① 一方の架渉線が長い（事例１）
② 架渉線の水平角度が大きい（事例２）
③ 支線がない（事例１、２）



# 産業保安監督部との連係

いずれの事例においても鉄筋コンクリート柱設置後に電線路の種類や経路が変更され、その際、強度の確認が行われなかったため、支線等による補強がなされていなかったことも判明しました。

今回のような事例に限らず、鉄筋コンクリート柱は、強風時の飛来物等の外的要因によって過大な荷重を受けることも多く、その他、塩害により鉄筋が腐食する等、長期使用により劣化が進み、事故に至る可能性があります。

図１　鉄筋コンクリート柱倒壊事故現場（事例２）

# 産業保安監督部との連係

**●日常点検における注意点**

メーカーの点検基準等に基づき点検を行い、鉄筋コンクリート柱にひび割れ、欠け、曲がり等の異常がないか確認するとともに、異常が認められた場合は状況に応じて補強や建て替え等を検討して下さい（図４）。

**●新規に電柱を設置する場合**

電気設備の技術基準に基づき、風圧荷重等に耐えるよう適切に施設してください。特に、電線路の水平角度が大きい箇所に施設する電柱は、架渉線の張力に耐えるよう支線を設ける等、適切に設計してください。

**●電線路を変更等する場合**

電線路の経路を変更する、新たな電線路を追加する、看板等の装柱物を追加する等、電柱への荷重が変わる場合は、改めて電柱の強度を確認してください。また、必要な場合は支線等を設けてください。

図４　鉄筋コンクリート柱のひび割れ例

（大日コンクリート工業株式会社「コンクリートポール　点検手引書」より写真を引用）

# 4．2　事故実機調査事例

## 調査結果に基づく再発防止活動事例②

ＥＭケーブル（エコケーブル）のシュリンクバック現象に関する注意喚起

- ◆ 関西地区での事故実機調査やヒアリングの結果、EMケーブル（エコケーブル）のシュリンクバック現象に関して、広く周知を実施すべき案件があり、経済産業省（中部近畿産業保安監督部近畿支部）と連名で注意喚起を実施。
- ◆ 2020/3/6付けでHPに公表。

屋外の高圧引込みケーブル端末部で地絡が発生、波及事故に至る。
当該ケーブルは経過年数約14年のＥＭケーブル（EM6600 CE/F、いわゆるエコケーブル）であり、事故実機調査の結果、シースの収縮（シュリンク バック現象）が原因で地絡に至った可能性が判明しました。

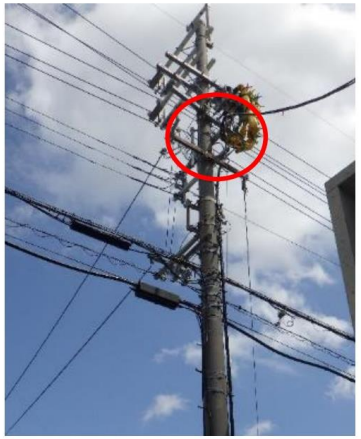


写真１　波及事故発生現場

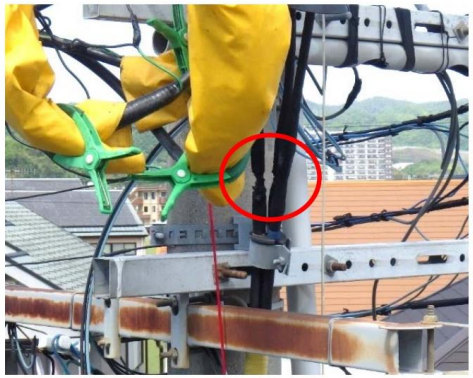
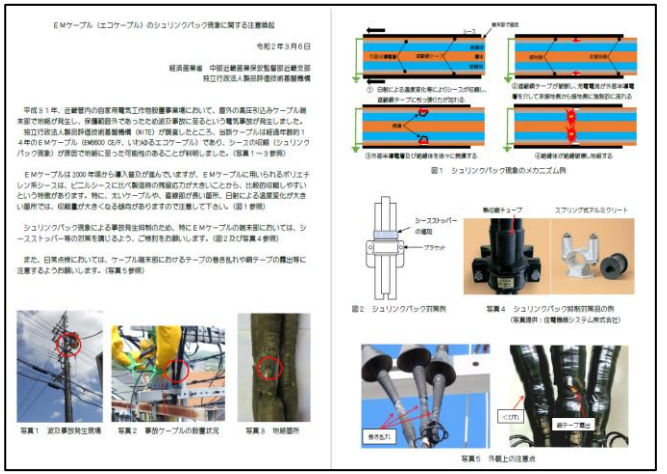


写真２　事故ケーブルの設置状況

写真３　地絡箇所



ＥＭケーブル（エコケーブル）のシュリンクバック現象に関する注意喚起

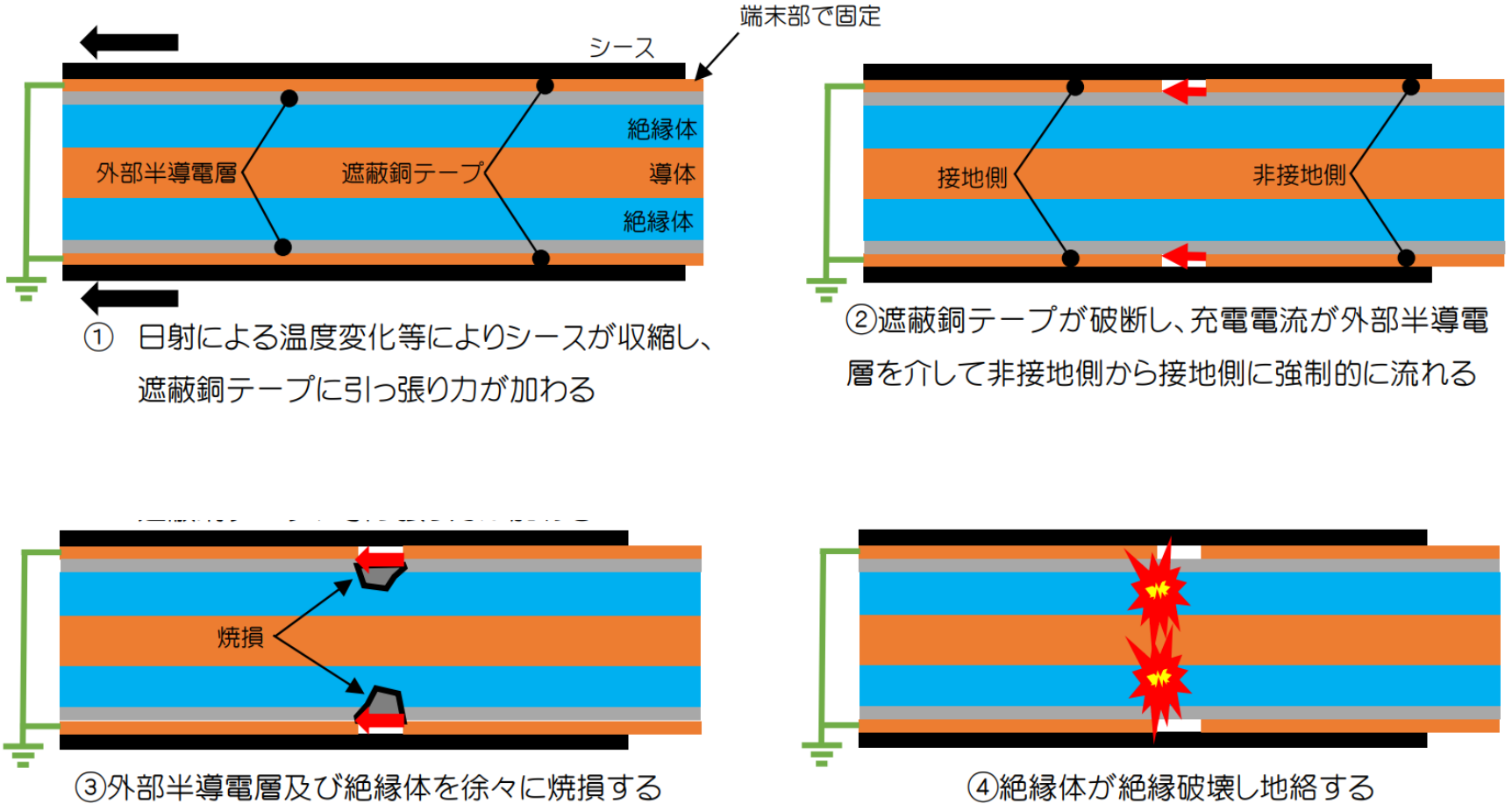
令和２年３月６日

https://www.nite.go.jp/gcet/tso/20200306_kinki_announce.html

# 4．2　事故実機調査事例

## 調査結果に基づく再発防止活動事例②

ＥＭケーブル（エコケーブル）のシュリンクバック現象に関する注意喚起




① 日射による温度変化等によりシースが収縮し、遮蔽銅テープに引っ張り力が加わる

②遮蔽銅テープが破断し、充電電流が外部半導電層を介して非接地側から接地側に強制的に流れる

③外部半導電層及び絶縁体を徐々に焼損する

④絶縁体が絶縁破壊し地絡する

図１　シュリンクバック現象のメカニズム例

# 調査結果に基づく再発防止活動事例②

ＥＭケーブル（エコケーブル）のシュリンクバック現象に関する注意喚起

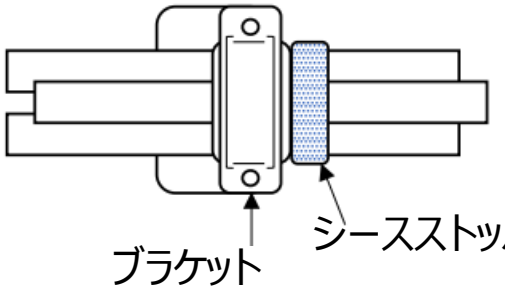
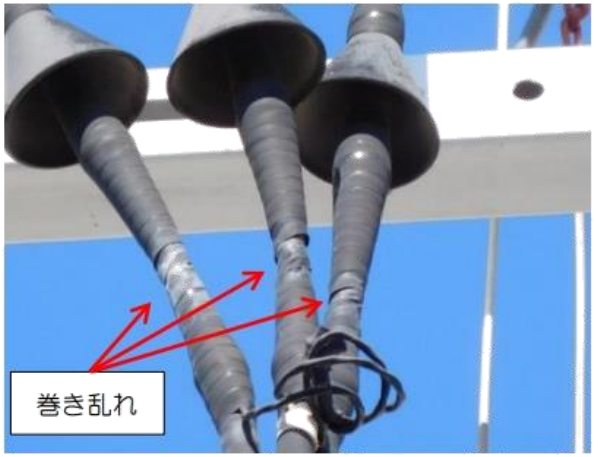


写真４　シュリンクバック抑制対策品の例
（写真提供：住電機器システム株式会社）



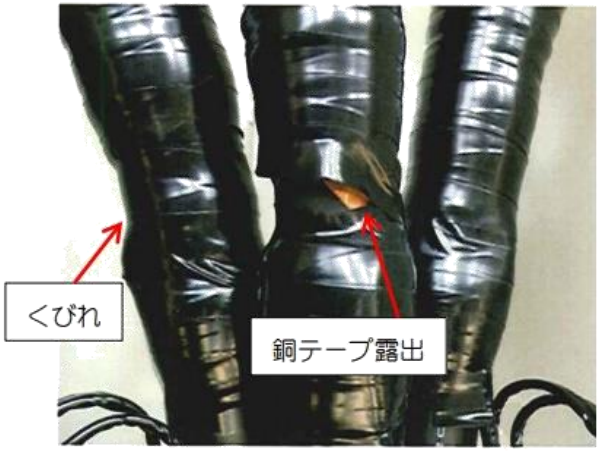
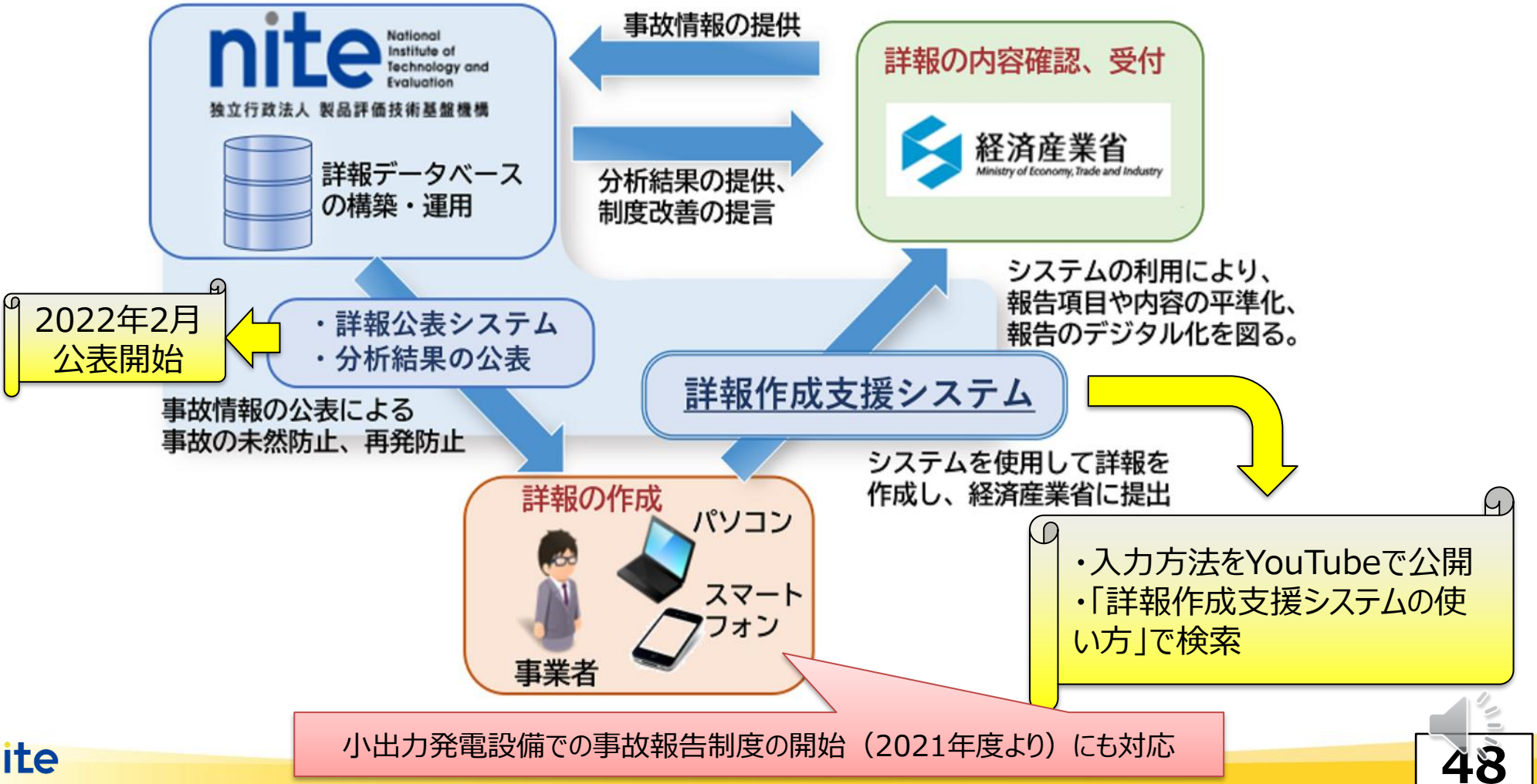




写真5　外観上の注意点

# ５．詳報作成支援システム
# 詳報公表システムの紹介

# 5．1　詳報データベースの構築

　事故からより多くの教訓等を得るには、個々の事故で分析が深まり、その情報が蓄積・適切に水平展開されることが重要です。NITEでは経済産業省と連携し、電気工作物での事故に関する情報システム「**詳報データベース**」の構築・運用を行っています。



# 5．2　詳報作成支援システムの入力方法

## 詳報作成支援システムを使って頂くメリット

- 電気事故発生の事業者は、経済産業省に**事故報告書（詳報）を提出**する。
- 事故の種類によって記載すべき内容が変わるほか、項目も多岐に渡るため 、一から作成するには大変な**手間と時間がかかる**。

- 「**詳報作成支援システム**」を利用すると、指示に従って記載項目を入力していけば、**完成度の高い詳報を作成することが可能**。

詳報作成支援システムは、Webブラウザーから使用開始なWebアプリケーションで、ソフトウェアの**ダウンロードやインストールが不要**です。

# 5．2　詳報作成支援システムの入力方法

■詳報作成支援システムの利用は、NITE→ 国際評価技術→「電気保安技術支援業務・スマート保安」のメニュー一覧にある「詳報作成支援システム」からアクセス

■詳報作成支援システム入力の流れ

① 報告先選択

提出先保安監督部の選択

② 報告者情報の入力

設置者に関する内容入力

③ 報告規則<号>の選択

電気関係報告規則第3条の号数選択
（1～13号、3つまでは複数選択可）

④ 様式13入力

事故発生前の状況、事故の経緯等入力

⑤ 号情報の入力 - 電気工作物情報の入力

各号の詳細情報及び事故発生に起因した電気工作物の情報入力

⑥ 様式13総括入力

原因、再発防止対策及び全体総括を入力

# 5．2　詳報作成支援システムの入力方法

印刷例

報告表紙

電気関係事故報告

様式13　電気関係事故報告

様式１３（第３条関係）

電気関係事故報告書

別紙（詳細）

別紙

電気関係事故報告

別紙（詳細）

電気関係事故報告

**利用上の注意点**

1.詳報作成支援システムは以下のWebブラウザーに対応しています。

1. Microsoft Edge
2. Google Chrome

2.システムはデータをサーバー上に残さない運用としております。そのため、作業終了時に入力の保存（XMLファイルの取得）を必ず行うようにお願いいたします。（PDFファイルのみでは作業途中からの再開ができませんのでご注意ください。）

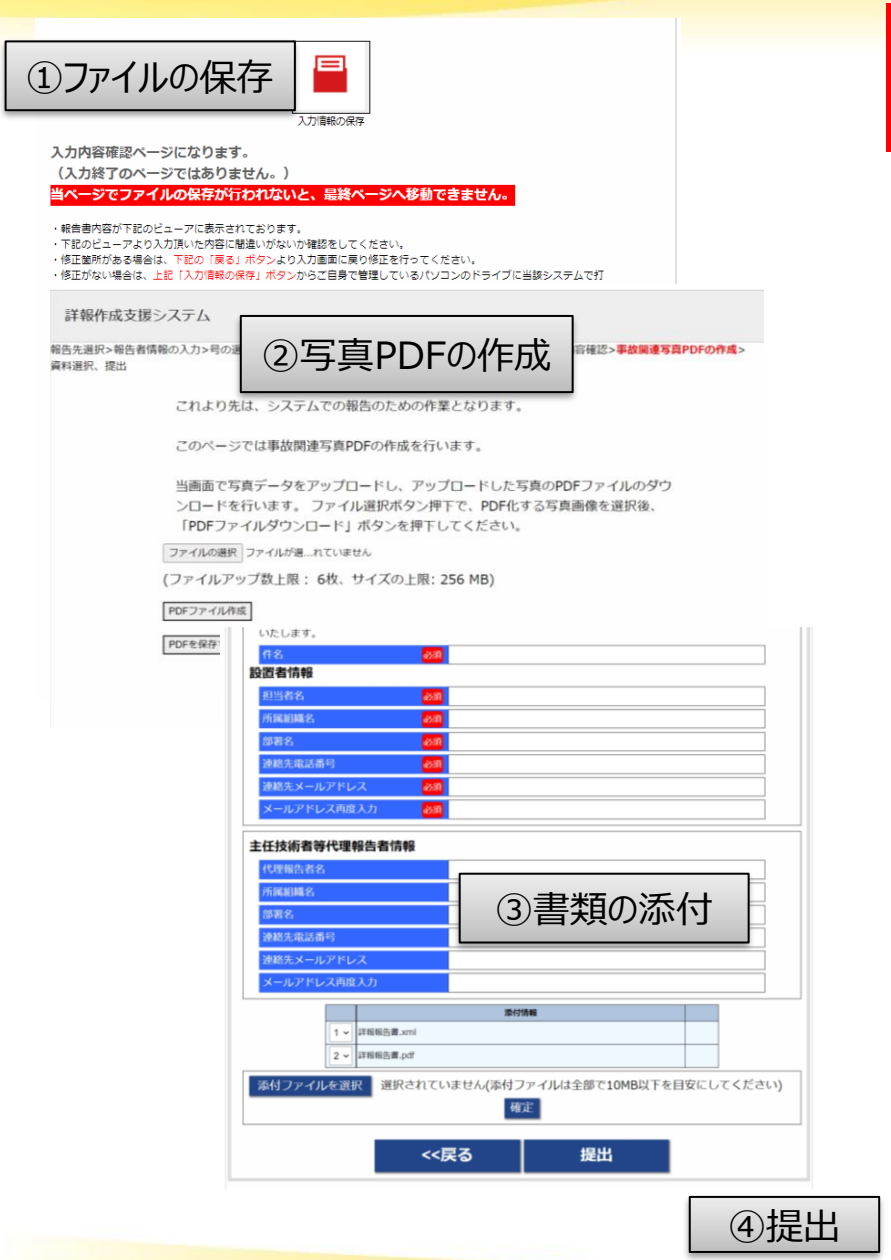
# 5．2　詳報作成支援システムの入力方法

**詳報作成支援システム入力方法の解説動画があります**

- 動画は、電気設備の種類（**自家用、小出力発電設備**）、事故の種類（**感電死傷、破損、波及**）によって分かれているので、ご自身の事故報告書に近い動画をプレイリストからお選びください。
- 各動画にはチャプターがついているので、見たい箇所から再生が可能です。
- 聞き取りやすさを重視してゆっくりめです。必要に応じて、動画の再生速度を早めたり、字幕を利用すると便利です。

引用：YouTube【NITE講座】詳報作成支援システムの使い方

# 5．2　詳報作成支援システムの入力方法




**詳報作成支援システムから監督部へメールによる報告機能が追加されました。**

① ファイルの保存

作成した詳報のXML、PDFをPCに保存

② 写真PDFの作成

必要に応じ、写真をアップロードしPDFを作成できます。

③ 書類の添付

必要な書類を添付
- 作成した写真のPDF
- 年次、月次等の定期点検の書類
- 死傷事故については診断書の写し
- 単線結線図
- その他

④ 監督部へメールで提出

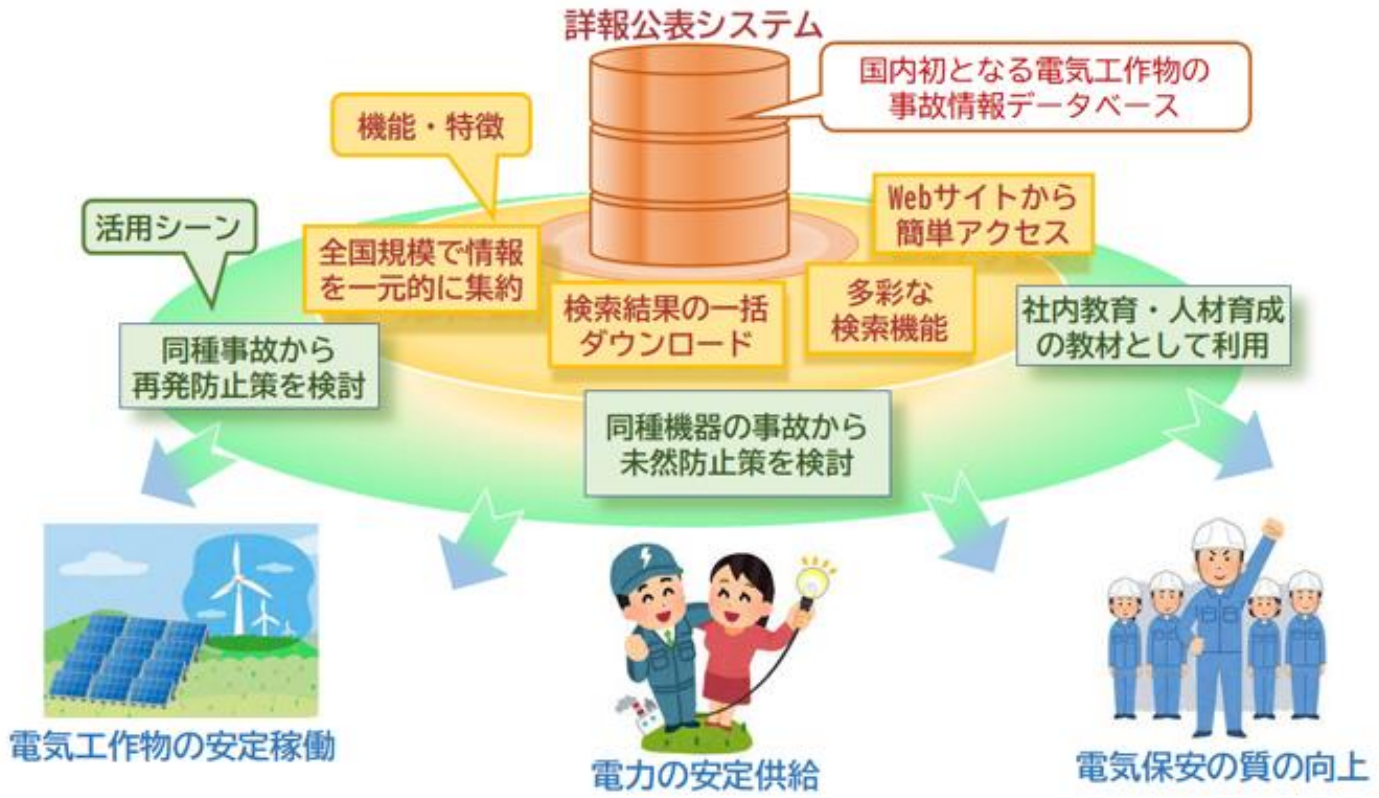
- XMLファイル（データベース用）
- PDFファイル（報告書）
- PDFファイル（写真）
- PDF等（別紙、添付書類）

# 5．3　詳報公表システムについて

■2022年1月31日運用開始

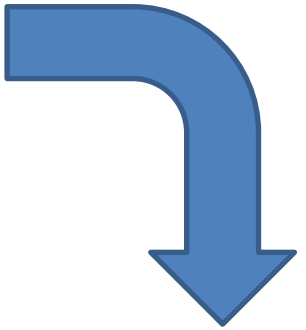
・事故の再発防止等の観点から、電気工作物の事故情報を詳細かつ全国規模で集約し、より活用しやすい形で公開

・ **再発防止策、未然防止策**の立案に寄与



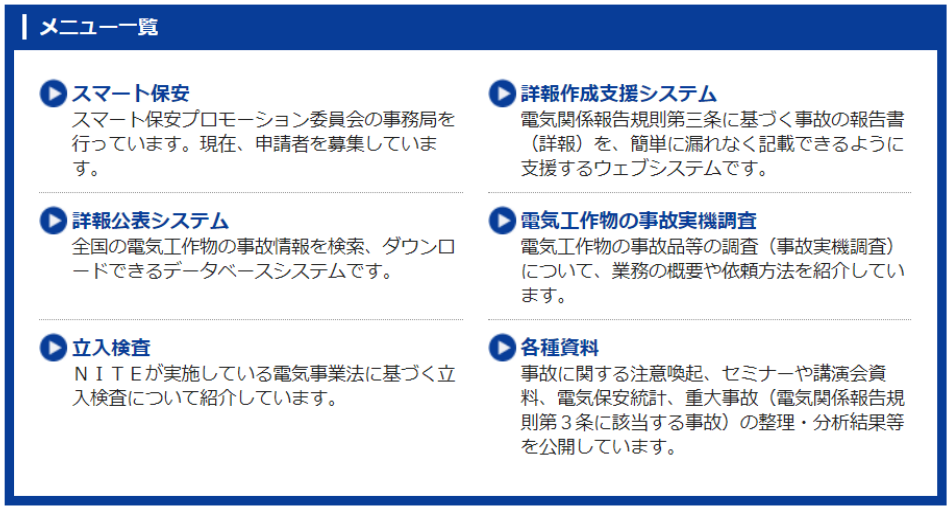
# ■詳報公表システムの紹介　https://www.nite.go.jp/gcet/tso/kohyo.html

条件検索とキーワード検索に対応



# 最後に　NITEにおける電気保安技術支援の取組みをHPで紹介！

NITEトップページ ⇒ 国際評価技術 ⇒ 電気保安技術支援業務・スマート保安 ⇒ メニュー一覧

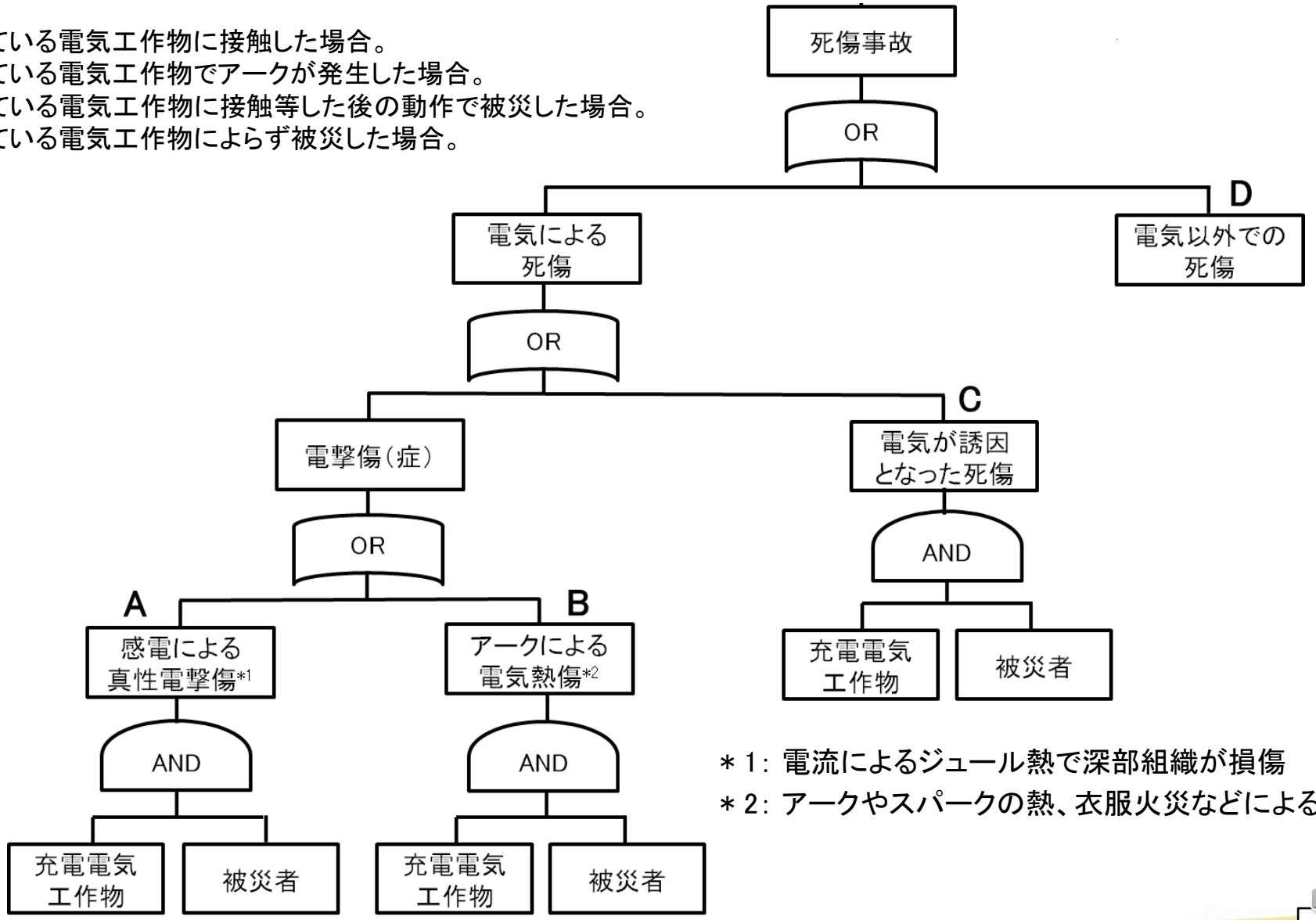



- スマート保安の詳細
- 詳報作成支援システム、公表システム
  - ・詳報作成支援システムの解説動画リンク
  - ・詳報作成支援システムの入力マニュアル
- 立入検査、事故実機調査等
- 問い合わせ先

# 参考　各種資料を紹介！

## ■死傷事故要因分析図

A：充電している電気工作物に接触した場合。
B：充電している電気工作物でアークが発生した場合。
C：充電している電気工作物に接触等した後の動作で被災した場合。
D：充電している電気工作物によらず被災した場合。




＊1：電流によるジュール熱で深部組織が損傷
＊2：アークやスパークの熱、衣服火災などによる熱傷

# ＜③死傷事故 Aパターン：感電負傷事故＞

被災場所：キュービクル

事故発生電気設備：高圧絶縁電線

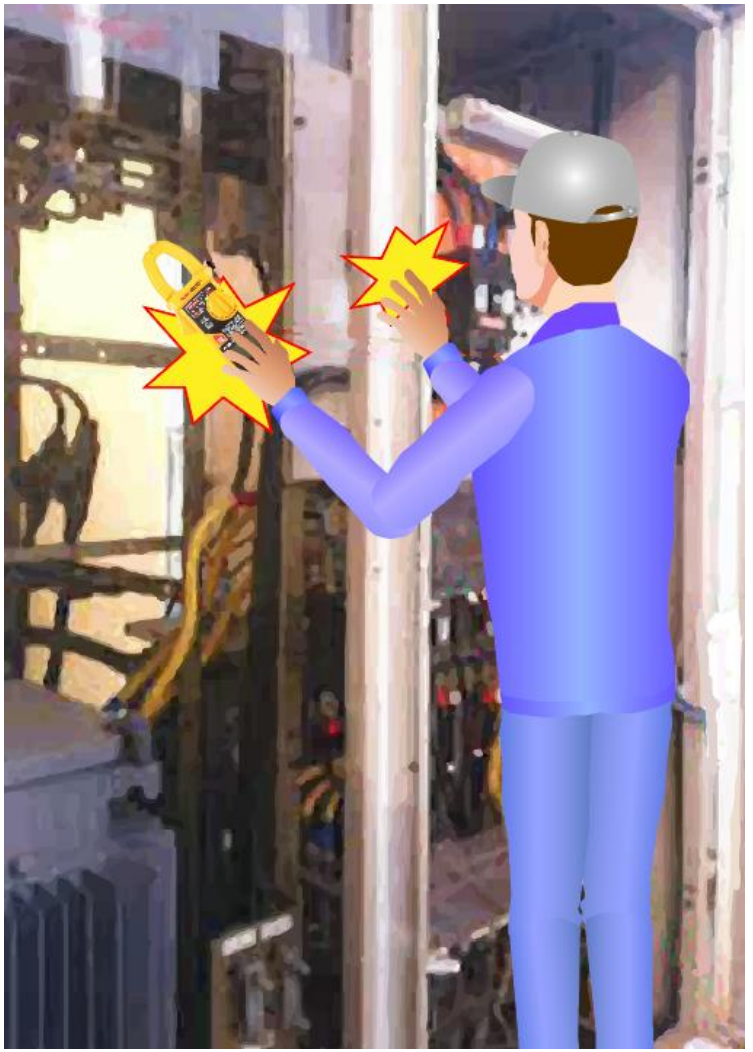
作業目的：月次点検

事故原因：作業方法不良

経験年数：記載無し

保有資格：第３種　電気主任技術者

被害内容：電撃傷（左手→右手）



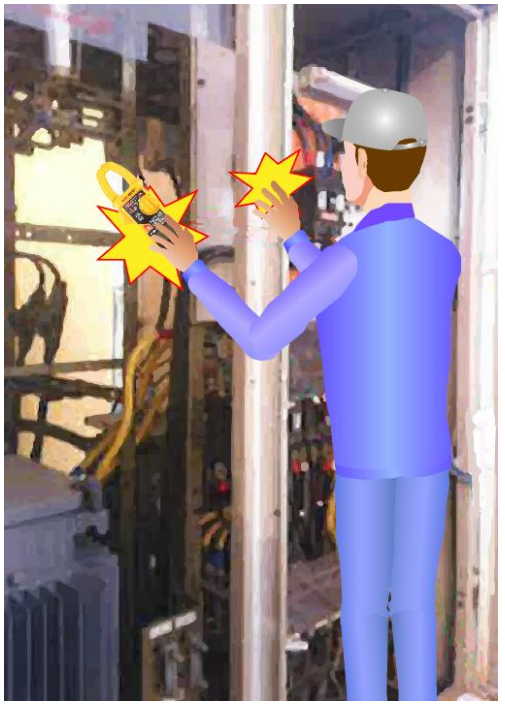
＜事故概要＞

月次点検時に、動力用変圧器の２次側負荷電流をクランプメーターで測定しようとしたところ、誤って高圧絶縁電線充電部に左手薬指が触れて感電し、キュービクル筐体をつかんでいた右手から電撃が抜けた。

# ＜③死傷事故 Aパターン：感電負傷事故＞

＜事故原因＞　作業方法不良

月次点検時に、負荷電流が小さく、キュービクル据付の電流計では電流値を把握できないため、点検マニュアルを逸脱しクランプメーターで電流値を測定しようとした。その際に、２次側配線がキュービクルの奥にあったため、左手を伸ばし、右手でキュービクルの筐体をつかみながら体をキュービクル内部に入れたが、不安定かつ絶縁ゴム手袋などの保護具を着用していなかったために、高圧充電部に触れ、感電した。



＜事業者及び関係者が行った防止対策＞

・当該電気主任技術者に点検マニュアルによる再教育を実施した。
・また、以下の内容について関係者に再周知した。
・充電中の作業については、キュービクル内に体を入れない。
・充電中どうしてもキュービクル内部に入らなければならないときには、関係者と相談し、全停電とする。
・負荷電流が小さい場合の測定方法として、安全に測定できなければ、据付の電流計の「最小目盛り以下」と記載する。

# ＜⑨波及事故 Ｂ２パターン：波及事故＞

事故発生電気設備：

受電用引き込みケーブル

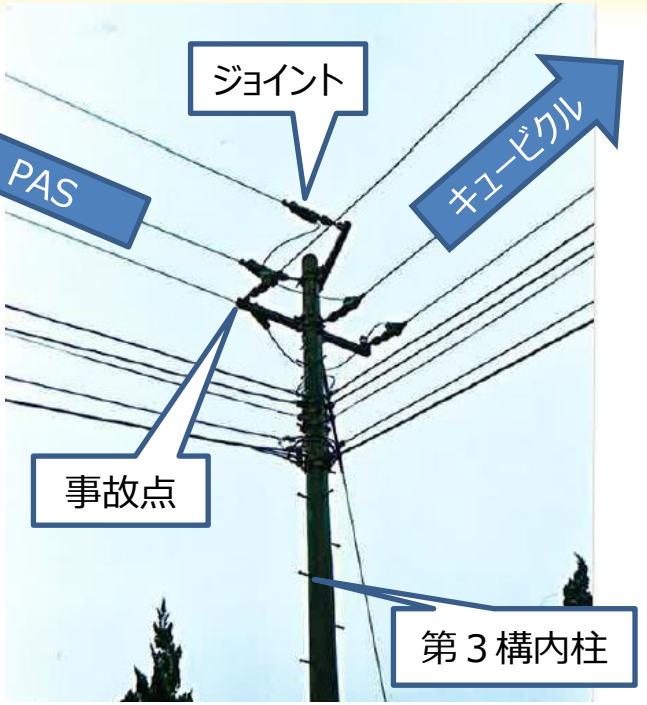
事故原因：

他物接触（鳥獣接触）

被害内容：供給支障電力　５９０ｋW、供給支障時間　７７分、

供給支障軒数 記載なし

焼損したジョイントカバー



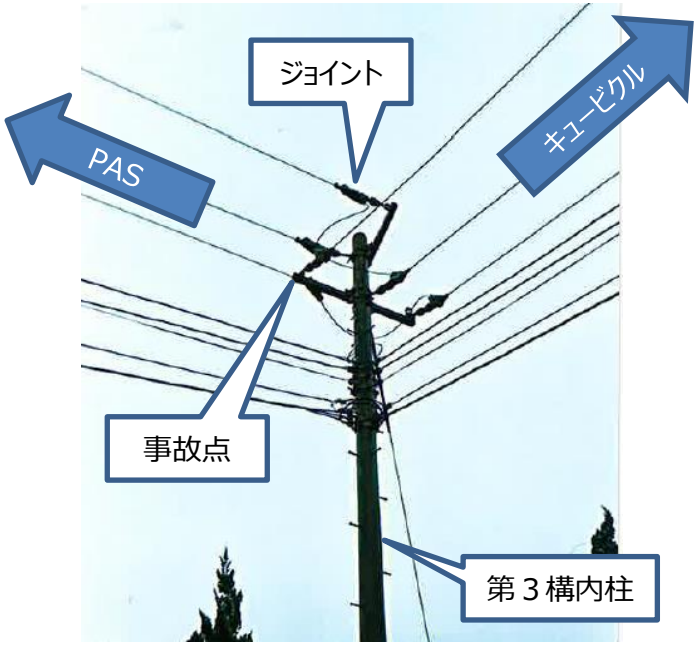

＜事故概要＞

当該事業場において、受電用引き込みケーブルは４本の構内柱を介して受電しているが、このうちの第３構内柱のケーブルジョイント部で蛇が発見された。ジョイントカバーが焼損していることから、経年劣化でカバーとケーブル間に隙間が生じ、ここから蛇が侵入して地絡事故になったと推定される。第１構内柱に設置されている区分開閉器（PAS）には方向性地絡継電器が付いていたが切り離せず、波及事故となった。

# ＜⑨波及事故 Ｂ２パターン：波及事故＞

＜事故原因＞　鳥獣接触

構内柱のケーブルジョイント部で蛇が発見されており、ジョイントカバーが焼損していることから、経年劣化でカバーとケーブル間に隙間が生じ、ここから蛇が侵入して地絡事故が発生したと推定されるが、区分開閉器（PAS）には方向性地絡継電器が付いていたにも関わらず波及事故となったのは、電力会社との保護協調が取れていなかったためである。




＜事業者が行った防止対策＞

- 当該事業場における区分開閉器（PAS）の電圧整定値を５％から２％に変更する。
- 蛇が柱上に登るのを防ぐのは難しいので、充電部への蛇の侵入を防止する方法として、絶縁カバーの隙間をテーピングで無くす。

今後もＮＩＴＥは、電気保安の向上に貢献して参ります。
ご静聴ありがとうございました。