

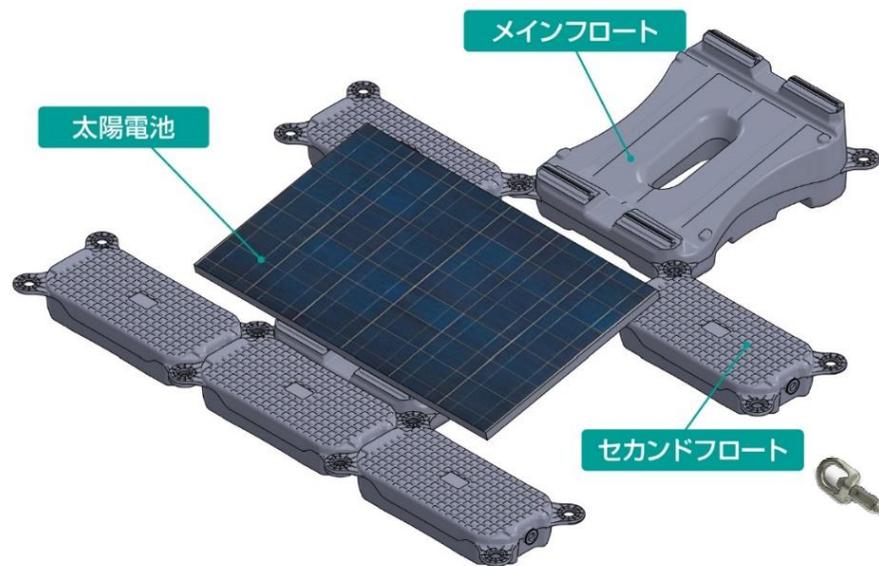
# 千葉・山倉水上メガソーラー発電所 太陽電池破損事故

2019年11月19日

京セラTCLソーラー合同会社

- 前回資料 {
- 1-1 太陽電池設備（アイランド）概要
  - 1-2 水上フロート構成部材・アイランド係留方法
  - 2. 事故の概要及び被害の状況
  - 3. 原因の調査 要因分析・絞り込み（構造）
  
  - 4-1 質問内容（構造）
  - 4-2 構造検証スケジュール
  
  - 5. 質問内容（火災）
  - 6-1 火災発生場所
  - 6-2 火災発生原因推測（推定① 推定②）
  - 6-3 接続箱について
  - 6-4 消火方法

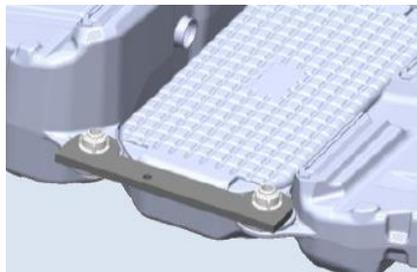
# 1-1 太陽電池設備（アイランド）の概要



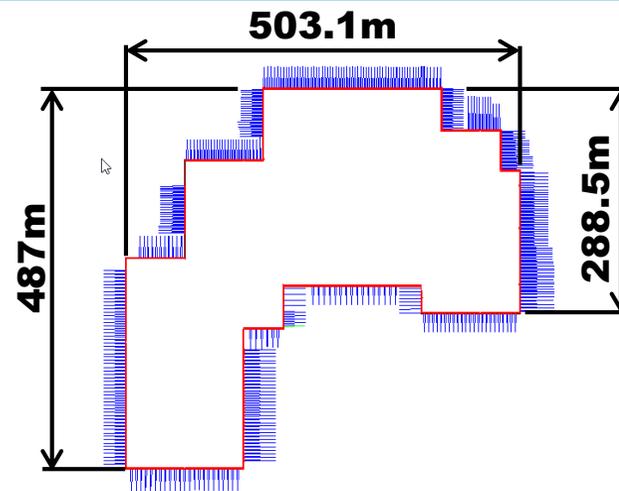
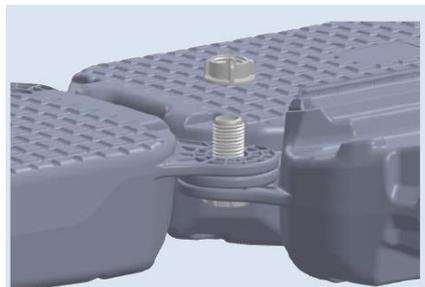
スプレッターバー（南北面）



スプレッターバー（東西面）

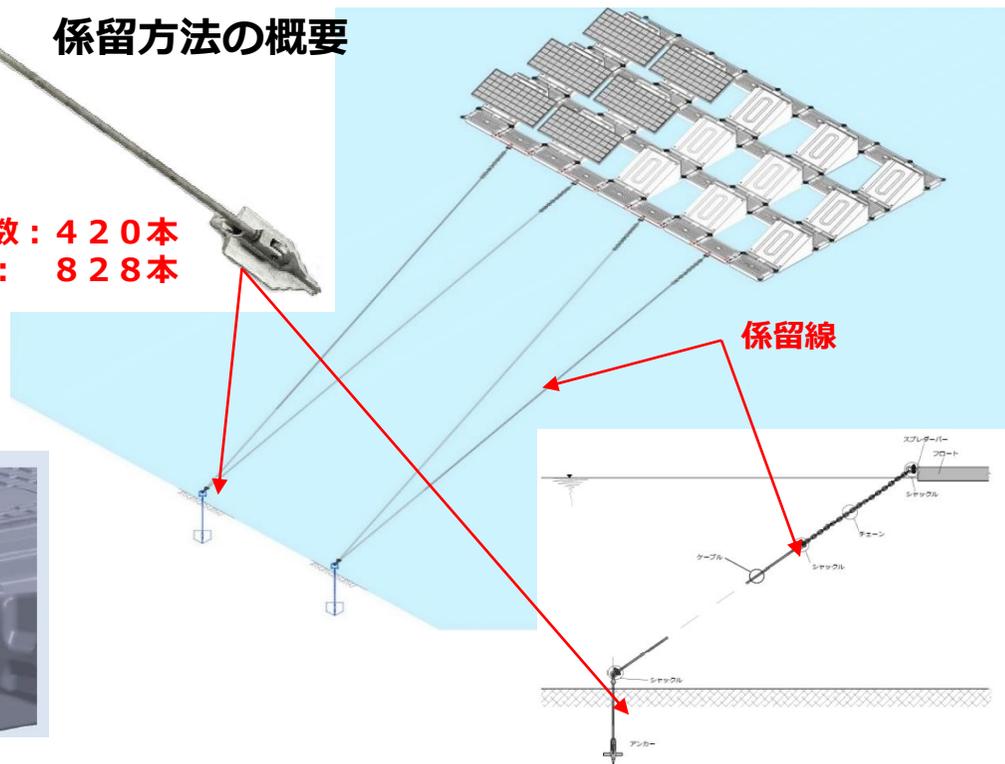


接続部（接続ピン）

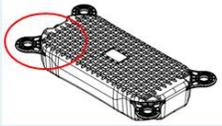


係留方法の概要

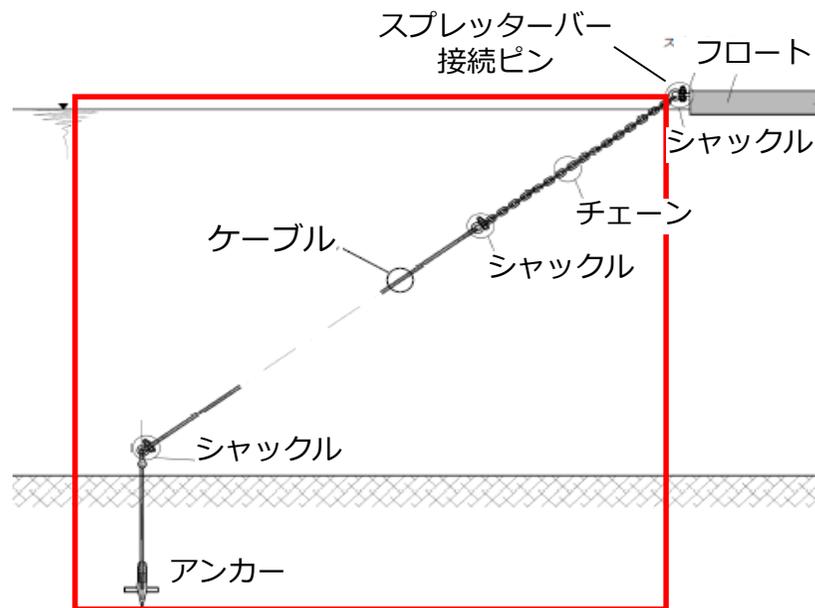
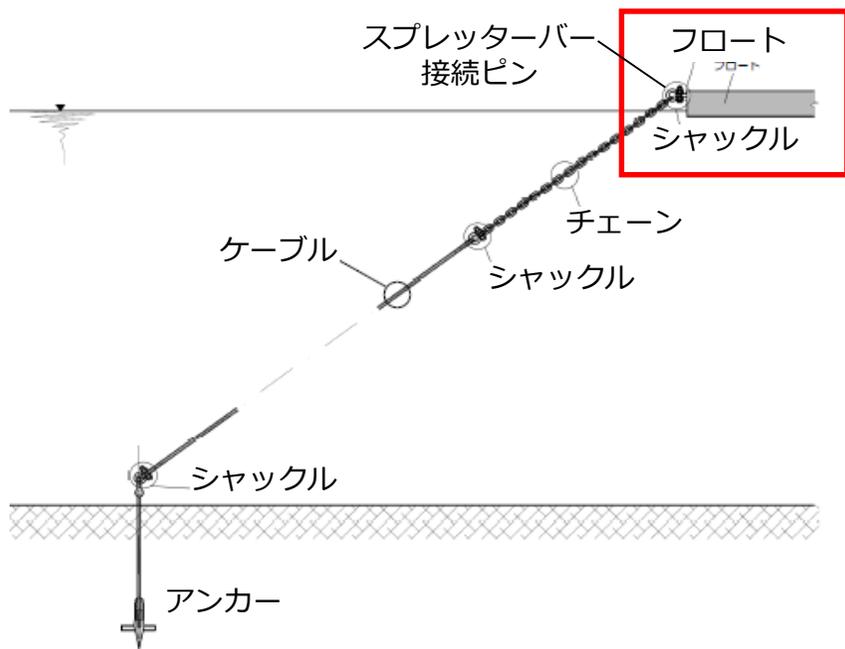
アンカー本数： 420本  
係留線本数： 828本



# 1-2 水上フロート構成部材・アイランド係留方法

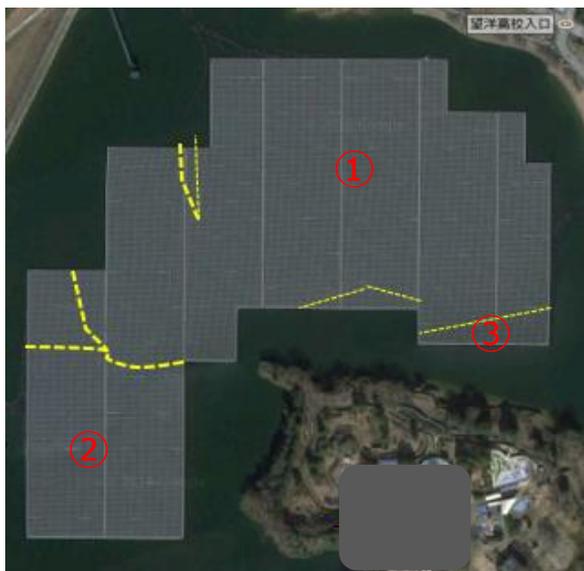
部材	用途	概略図
接続タブ	フロートの一部を構成し、フロート同士あるいはフロートとスプレッターバーを接続するためのタブ	
接続ピン	フロートの接続に使用するピン	
スプレッターバー	チェーンを接続し、フロートの接続タブ二箇所に固定	

部材	用途	概略図
チェーン	スプレッターバーとケーブルを接続するもので係留線の長さを調整	
ケーブル	アンカーとチェーンを接続	
シャックル	次の二つの部材を接続 ・ケーブルとチェーン ・ケーブルとアンカー	
アンカー	アイランドを地底に係留	



## 2 事故の概要及び被害の状況

◆左図黄色点線部によりアイランドが三つに分断



A

E

B

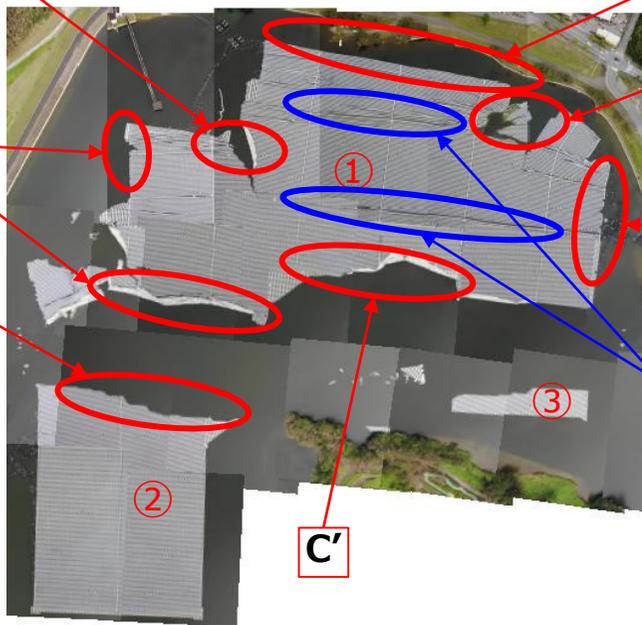
F

C

G

D

H



**A** 北側へ移動・断裂、フロートが巻き上がる



**E** 北側のアンカーの影響で水中に引き込まれる



**B** アンカーから離脱し北側へ移動  
フロート・パネルが隆起



**F** 火災発生箇所、燃えた部材の大半は沈没



**C** 断裂しロール状にフロートが巻き上がる C'



**G** パワコンへの配線収束部



**D** 断裂した部分の接続ピン破損



**H** フロート・パネルが隆起



### 3 原因の調査 要因分析・絞り込み

事象	要因1	要因2	調査の状況	
アイランド 破損	設計風速超え (41.53m/s)		千葉県近隣の観測所の風速（最大瞬間風速） 出典：気象庁 千葉：57.5m/s 館山：48.8m/s 木更津：49.0m/s ※山倉ダムでは計測されていないため実風速が不明。 (水面近くや周辺地形の影響で増幅する可能性もあり。)	
	設計荷重の算定方法	JIS、ガイドライン等参照規格	山倉ダムMS：JIS C 8955（2011）+風洞試験(風力係数) ⇒基準風速：38m/s 地表面粗度区分：Ⅲ 用途係数：1	
	アイランドが風、波により揺動し偏荷重が発生	想定荷重+偏荷重		アイランドに部分的に応力が集中する可能性確認
		急激な増水で流速が増加		入水する川はなく増水しにくい。 →降雨量108mm/日 28.5mm/1時間（最大降雨）
		水位の変動 風荷重+浮力、移動距離		増水なし 台風時の水位37.3m（9月9日 5時） 当日の水位は最高水位(37.5m)から-0.2m
地耐力不足	初期値からの低下	繰り返し荷重、経年低下		
連結部品 破損	アイランド形状により設計耐力以上の応力が発生	アイランド大型化でピン、接続タブに設計荷重を超える荷重が作用	アイランドの大型化でアンカー本数を増やし対応 →アンカー配置	
		アイランド形状原因で応力集中（出隅/入隅）	仮説、検証中（風圧力/アイランド形状/係留線）	
	樹脂製製品強化ピン、接続タブの強度不足	繰り返し荷重でクリープ現象発生	現地調査で破損状態は短期荷重と判断	

## 4-1 前回質問内容 (構造)

分類	質 疑		準備資料概要
風	風洞試験の内容説明 (水上設置想定)	・ 風洞試験の概要説明	フランスでの風洞試験
	設計風速41.53m/s の算出根拠	・ JIS C 8955 (2011)	初期アンカー設計図書より
	台風時の現地風速確認	・ 台風15号、19号計測データ ①平均風速 ②最大瞬間風速 (5m換算値)	山倉地形でのシミュレーション検討
	アイランドが受ける 風圧荷重	・ アイランドのサイズと荷重+係留方法 について設計の考え方	設計ロジックの概要
部品	接続ピン強度 (劣化)	・ 初期品と現地回収品を比較	せん断/引張試験予定
アンカー	アンカー施工方法	・ 作業方法、深さ、強度確認方法	
	アンカー引き抜き耐力	・ 初期値と事故後の試験値比較	山倉現地の残存アンカーにて試験
	アンカー1本の負担Mo枚数	・ アイランド形状とアンカー本数 (ブロック)	
全体	揺動について	・ 波/うねりの影響 (ベンディング) の影響を確認	波のシミュレーション
	アイランドの荷重伝達説明	・ フロート構成と係留線 応力伝達シミュレーション	解析と荷重試験で検証
	破壊モードの確認	・ 想定モードと事故モード	現地調査結果より説明

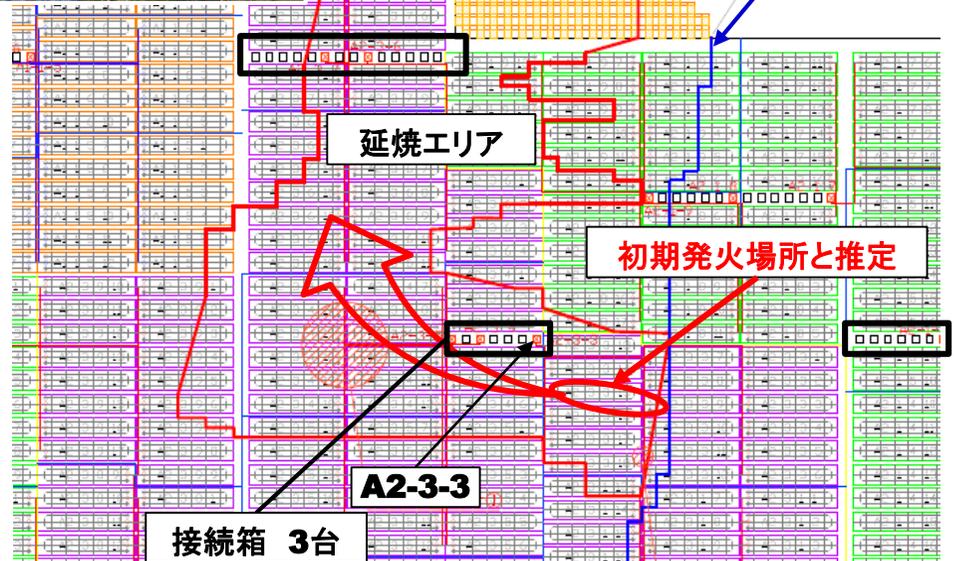
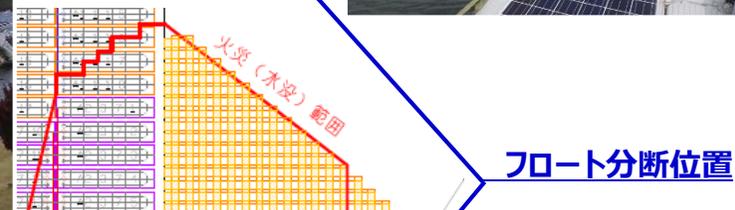
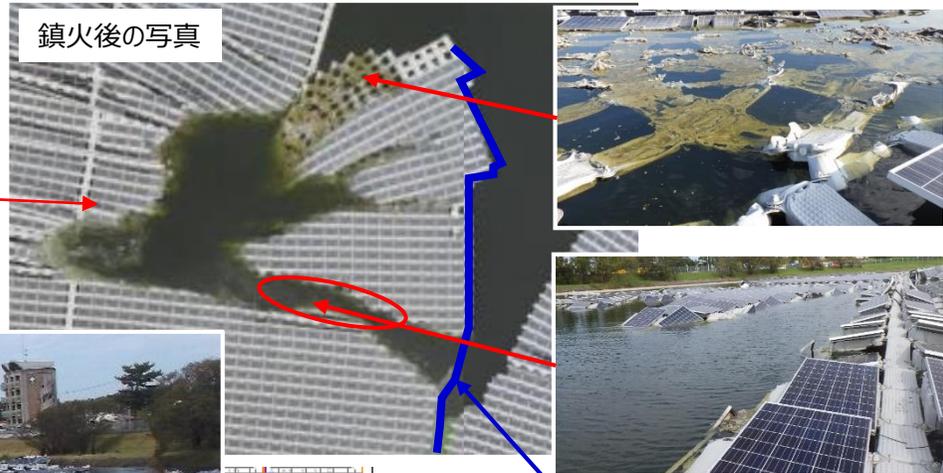
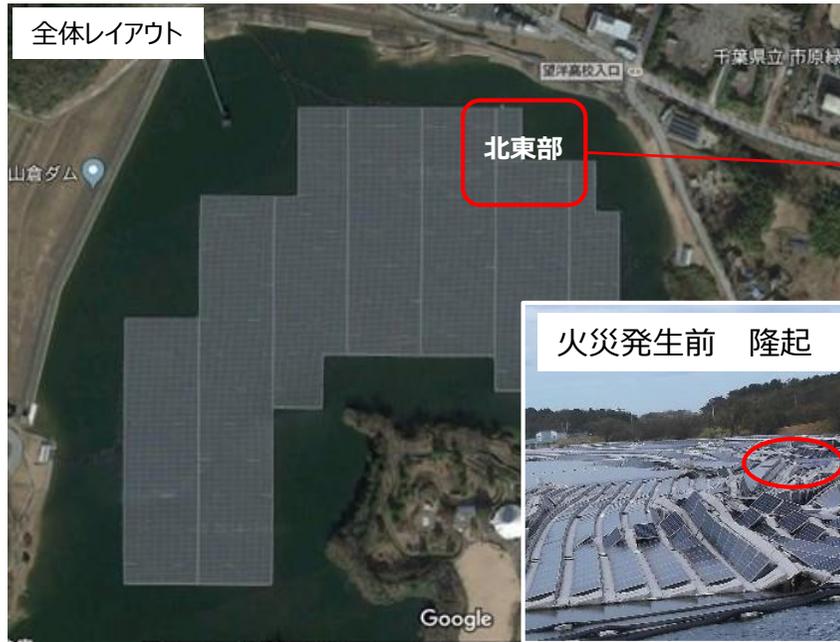
## 4-2 構造検証スケジュール

分類	課題		11月				12月				1月				2月	
			8	15	22	29	6	13	20	27	10	17	24	31	7	14
風	風洞試験 (水上設置想定)	・風洞試験の概要説明 フランスでの風洞試験	→													
	設計風速41.53m/s の算出根拠	・JIS C 8955 (2011)	→													
	台風時の現地風速確認	・台風15号、19号計測データ 5m換算	→													
		・山倉地形でのシミュレーションを検討	→													
	アイランドが受ける風圧荷重	・アイランドのサイズと荷重+係留方法 について設計の考え方	→													
部品	接続ピン強度 (劣化)	・初期品と現地回収品を比較 (せん断/引張)	→													
アンカー	アンカー施工	・作業方法、深さ、強度確認方法	→													
	アンカー引き抜き耐力	・初期値と事故後の試験値 ・引き抜き方向による耐力比較	→													
	アンカー1本の負担Mo枚数	・アイランド形状とアンカー本数 (ブロック)	→													
全体	揺動について	・波/うねりの影響 (ベンディング) の影響を確認									→					
	アイランドの荷重伝達説明	・アイランドとV字係留線 (風向) ・荷重伝達シミュレーション + 荷重試験	→								→					
	破壊モードの確認	・想定モードと事故モード	→								→					

## 5 前回質問内容 (火災)

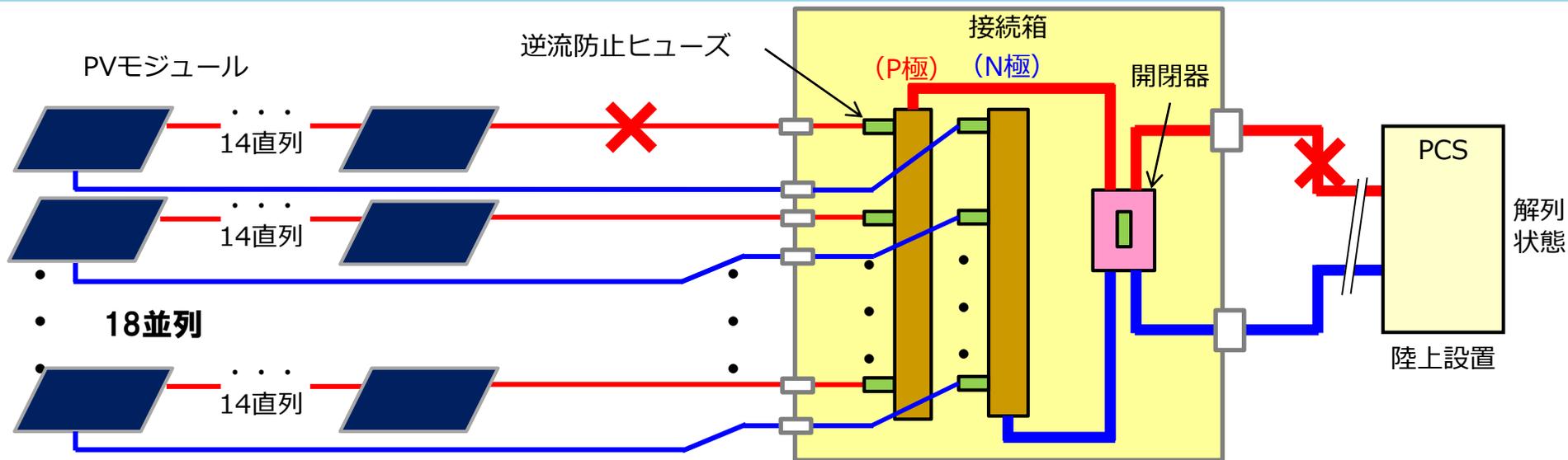
分類	質 疑		準備資料概要	確認時期
火災発生場所	・電気回路のショート場所	<ul style="list-style-type: none"> <li>・火災発生場所の調査中</li> <li>・水中に沈んだ機器、焼損品を調査予定 (太陽電池、フロート、接続箱、ケーブル)</li> <li>・消防様に立会頂き、場所の特定作業</li> </ul>	・推定発生場所詳細図	12月中
火災原因	・火災の発生原因推測	<ol style="list-style-type: none"> <li>①直流ケーブルの断線によるアーク</li> <li>②直流ケーブルの短絡による直流アーク</li> </ol>	・推定内容説明図	1月中
接続箱	・電気火災対応	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外箱は樹脂製</li> <li>・ストリング間はヒューズ (15A) で保護</li> <li>・地絡時は P C S にてアラート発生</li> </ul>	・接続箱単結、外観写真	—
	・ヒューズの状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発火場所付近の接続箱 1 台を回収</li> <li>・回収した 1 台ではヒューズは全て導通有り</li> <li>・発火場所付近の他の接続箱の調査を継続</li> </ul>	・接続箱写真、導通確認	12月中
	・火災状況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・発火場所付近の接続箱 1 台を回収</li> <li>・水没した接続箱内部は、焼損は見られない</li> <li>・発火場所付近の他の接続箱の調査を継続</li> </ul>	・接続箱写真	12月中
消火方法	・実際の消火方法	<ul style="list-style-type: none"> <li>・池の水をポンプ車で汲み上げ地上より特別車にて放水</li> </ul>	・放水風景写真	—

# 6-1 火災発生場所 (調査より推測)

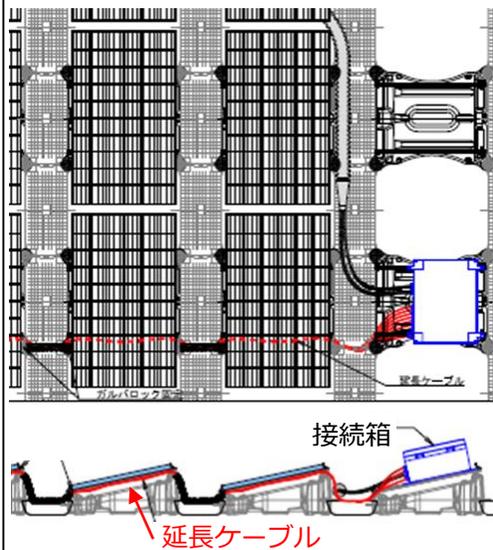


## 6-2 火災発生原因

### 推定① 直流ケーブルの断線



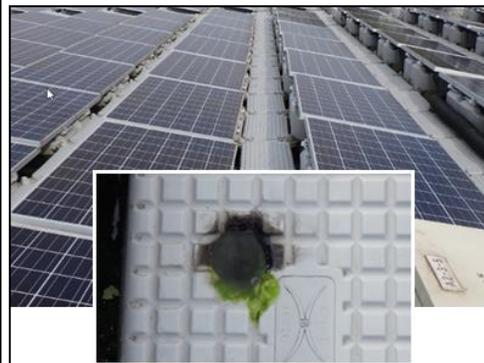
#### 延長ケーブル俯瞰図



#### 接続箱周囲の配線

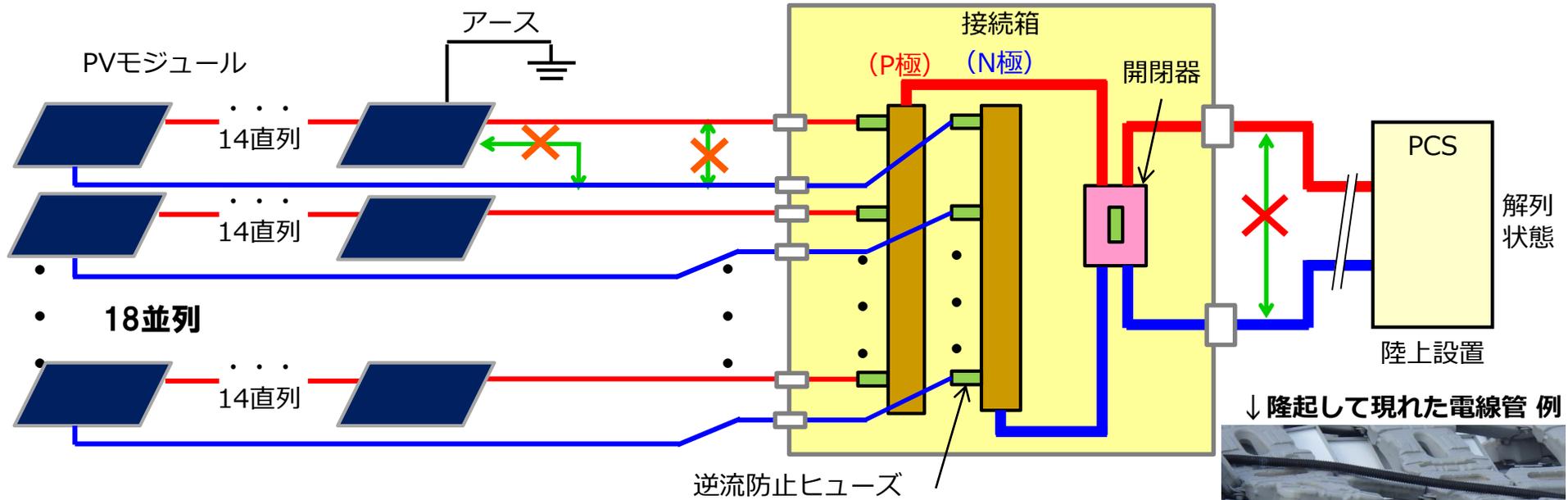


#### 直流配線が断線時のフロート焼損痕 (対策作業中)



※開閉器は開放状態

## 6-2 火災発生原因 推定② 直流ケーブルの短絡 (PN間、2点地絡)

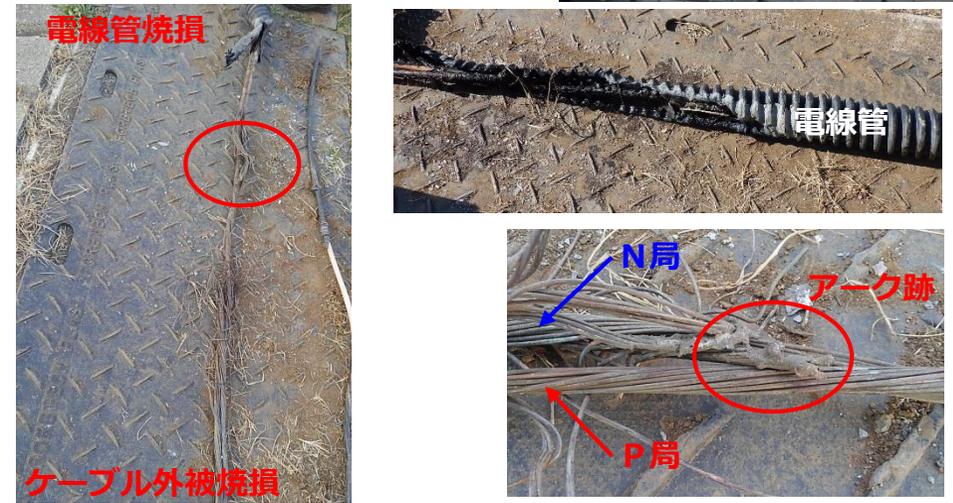


P V 枠のアーク痕 ※

太陽電池モジュール枠



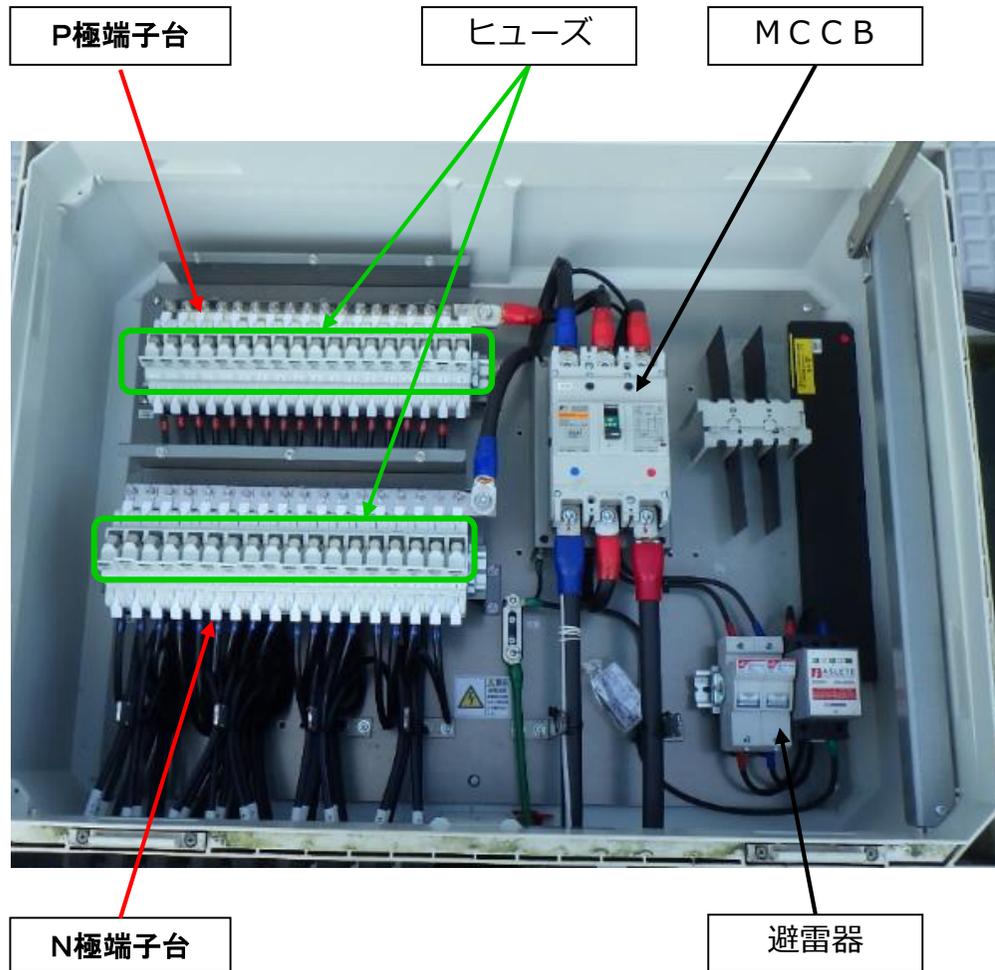
P V 配線 ( P N 間のアーク痕 )



※ P V 枠と P V 配線間でのアーク痕が確認された。もう 1 点で地絡していると思われるが場所は特定できていない。

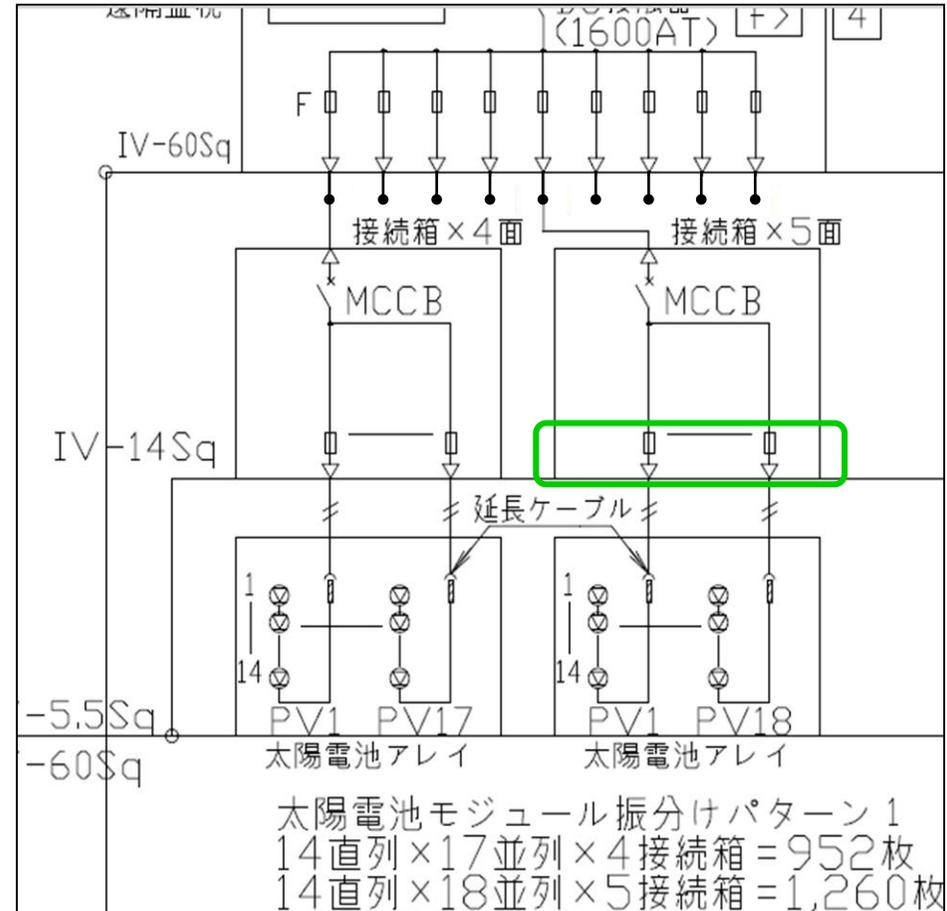
## 6-3 接続箱について

接続箱 内部



### PVモジュールと接続箱の配線

- ◎ 接続箱の入力：18配線
- ◎ ヒューズ式
- ◎ 銅バーで18回路は接続

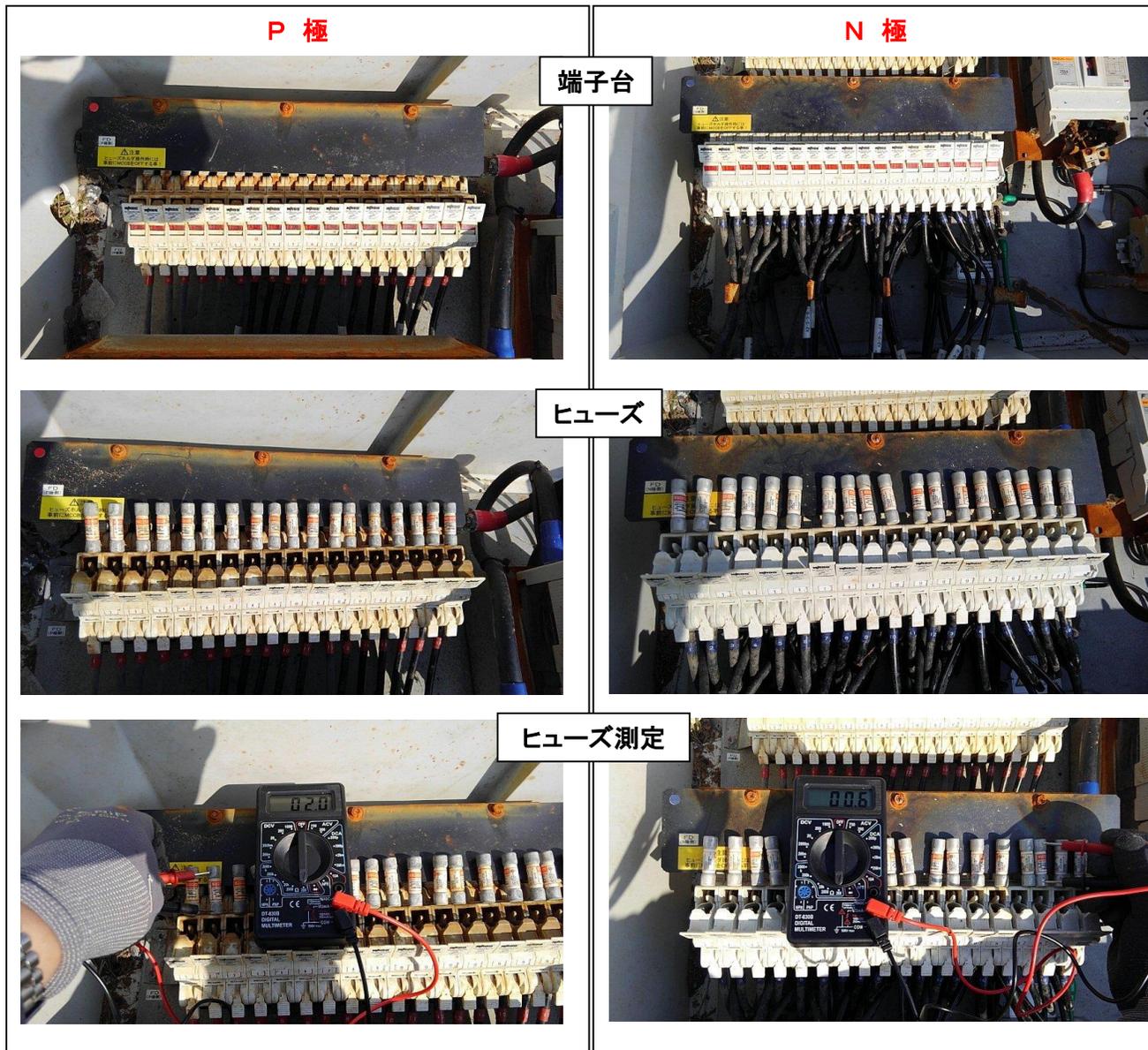


## 6-3 接続箱について

### 水没した接続箱 (A2-3-3)

- ① 接続箱の入力：18回路
- ② ヒューズは全て導通有り
- ③ 内部に焼損跡無し

- ・ 接続箱 (A2-3-3) 位置
- ・ 初期発火推定場所



## 6-4 消火方法

- ・ 13:03 モジュールからの出火を確認  
消防へ通報
- ・ 14:18 消防が放水開始
- ・ 15:24 火災鎮圧  
～ 放水を止めると10分程度で再出火  
するため放水継続
- ・ 17:20 鎮火

地上より特別車両にて放水



14:45頃

