

一般社団法人 新エネルギー O & M 協議会

太陽光発電所のメンテナンス
～ 5つの誤解と求められるあり方 ～

2022年9月5日

一般社団法人新エネルギー O & M 協議会

専務理事 大門 敏男

【目 次】

1. メンテナンスの目的
2. メンテナンスに関する5つの誤解
3. 太陽光発電所のメンテナンスのあり方

1. メンテナンスの目的

電気事業法第一条（目的）

この法律は、電気事業の運営を適正かつ合理的ならしめることによつて、電気の利用者の利益を保護し、及び電気事業の健全な発達を図るとともに、電気工作物の工事、維持及び運用を規制することによつて、公共の安全を確保し、及び環境の保全を図ることを目的とする。

- 法の目的に照らすと、出口は、公衆災害の防止と電力の安定供給の確保です。
- この実現には、「適正な収益を挙げて事業を継続する」ことが必要
- 一方、太陽光発電事業では、生産活動や営業が基本的には不要なので、※メンテナンスが発電事業経営の中核であり、**メンテナンスは、収益を直接の目的として検討し、計画的に実施すべきもの**といえます

※ 本来、「オペレーション・メンテナンス」（運転・維持管理）とすべきですが、次ページに記すような「O & M」（“Operation & Maintenance”）と区別するため、本書では本来の「運転・維持管理」の意味で「メンテナンス」を用います。

【目 次】

1. メンテナンスの目的
2. メンテナンスに関する5つの誤解
3. 太陽光発電所のメンテナンスのあり方

2. 5つの誤解_その1

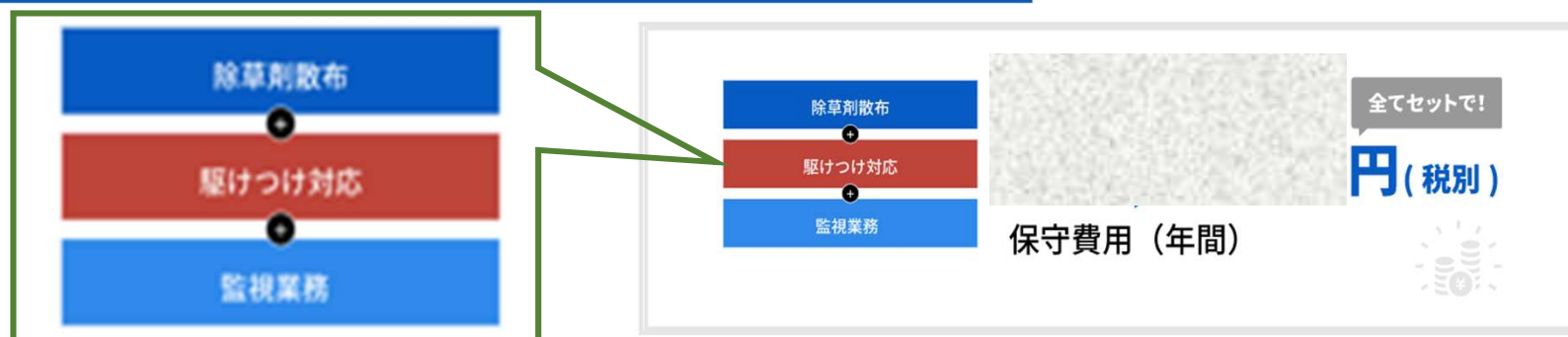
「O & M」は、保守点検と草刈りである??

- “Operation & Maintenance”の頭文字を取れば「O & M」であり、日本語に訳せば「運転・維持管理」となります。
- 一方、WEBで「O & M」と検索すると、ほとんどが太陽光発電に紐づいてヒットしますが、保守点検と草刈り程度の業務に絞って語られています。

O & M事業者 A社のHPから (低圧発電所向け)

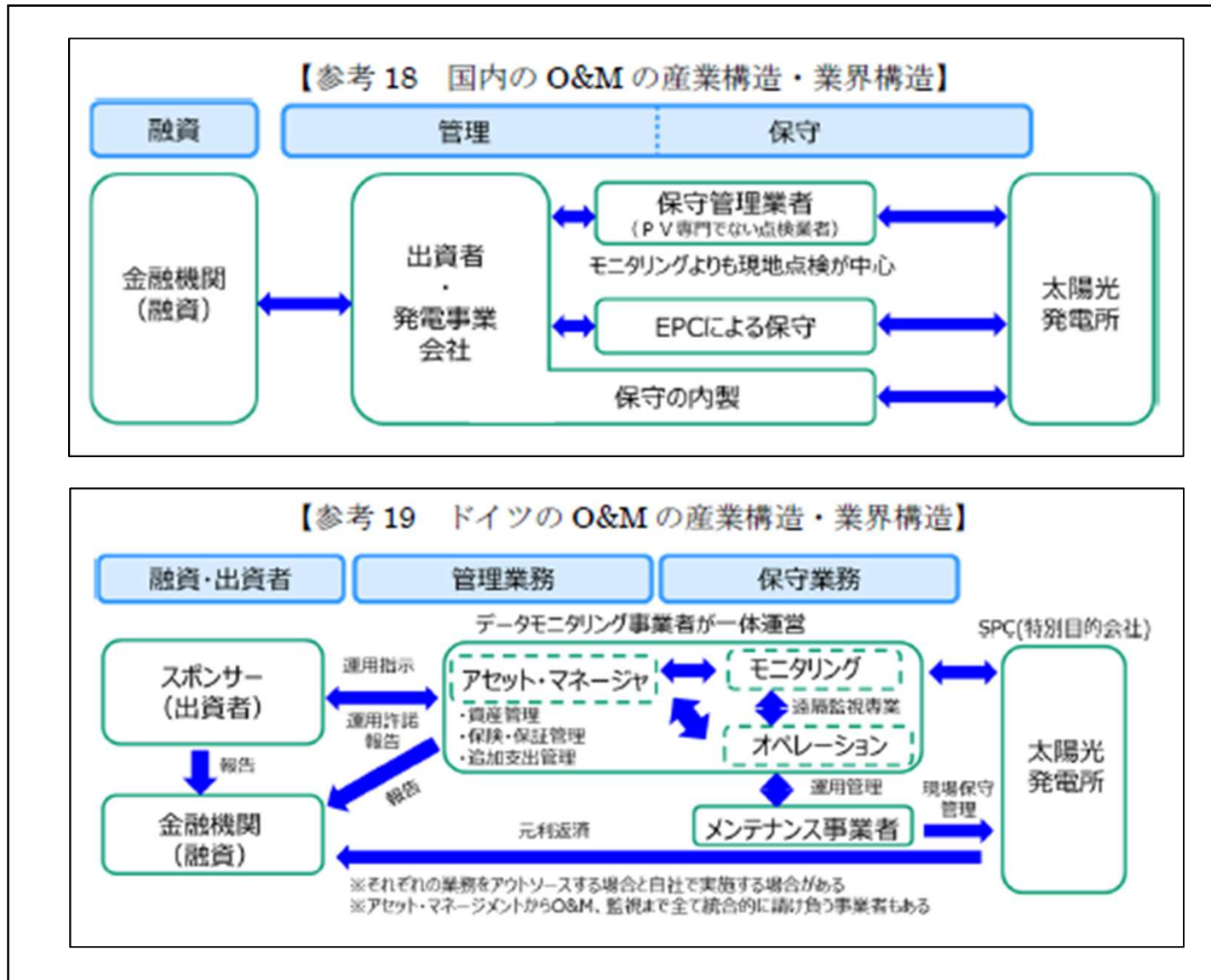
太陽光発電所運用に必要な十分なメンテナンスを最適な頻度で行なうことで、メンテナンス費用を削減し、あなたの収益アップを実現します。

のメンテナンスは、**除草剤散布・駆けつけ対応・監視業務・IV測定 (オプション) が全てセット。**



2. 5つの誤解_その1

国内とドイツのO & Mの構造の比較



出典：2016年10月「太陽光発電競争力強化研究会 報告書」P.21・22 太陽光発電競争力強化研究会

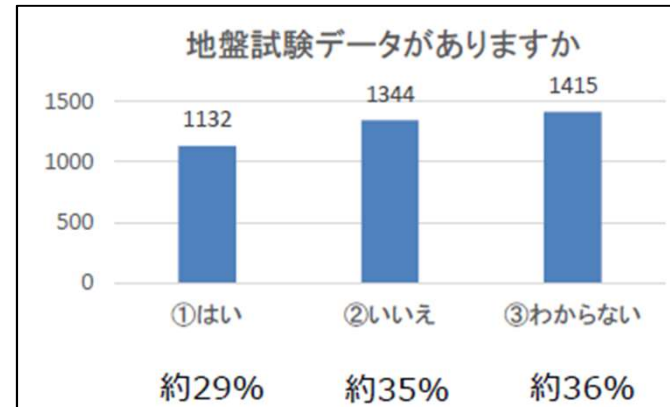
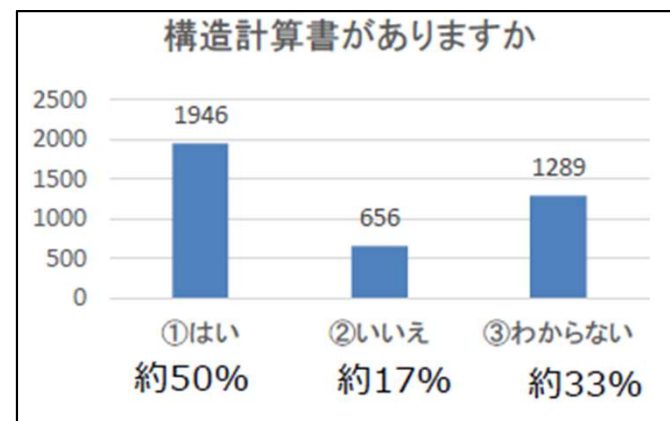
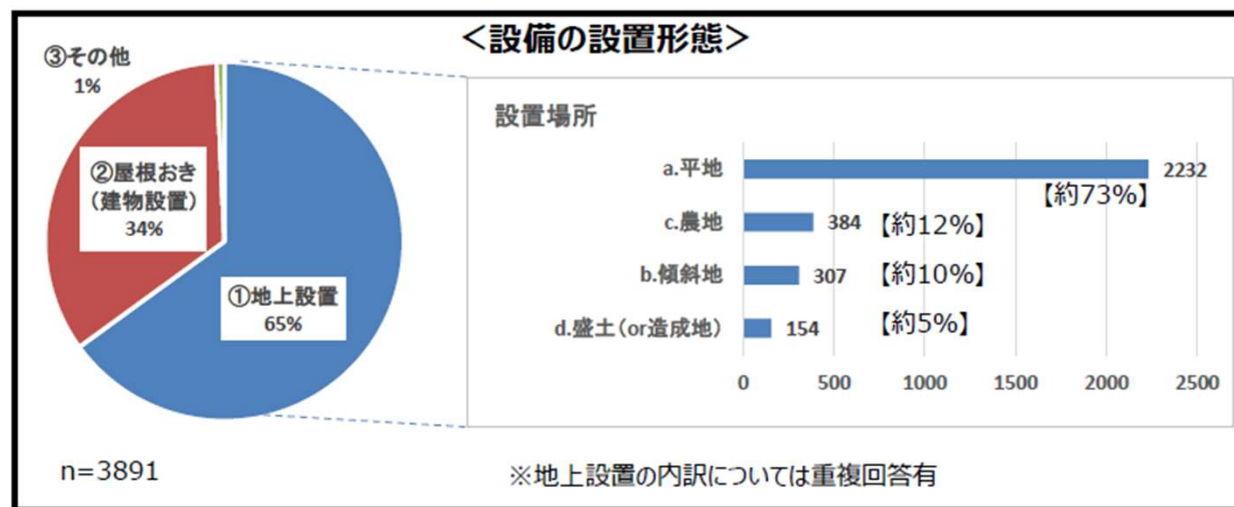
2. 5つの誤解_その2

発電所の問題は、メンテナンスが適切でないからである??

- 「適切なメンテナンス」の前に、**立地を含めた「発電所のそもそもの造り」の問題**があります。

2021年8月27日～9月30日に実施されたアンケート結果から

(回答数：小出力発電設備の所有者等 3,891者)



出典：2021年10月29日 第7回産業保安基本制度小委員会「電気保安規制に係る見直しの方向性～保安力・小出力発電設備に係る規制の適正化～」P.15・17 経産省 電力安全課

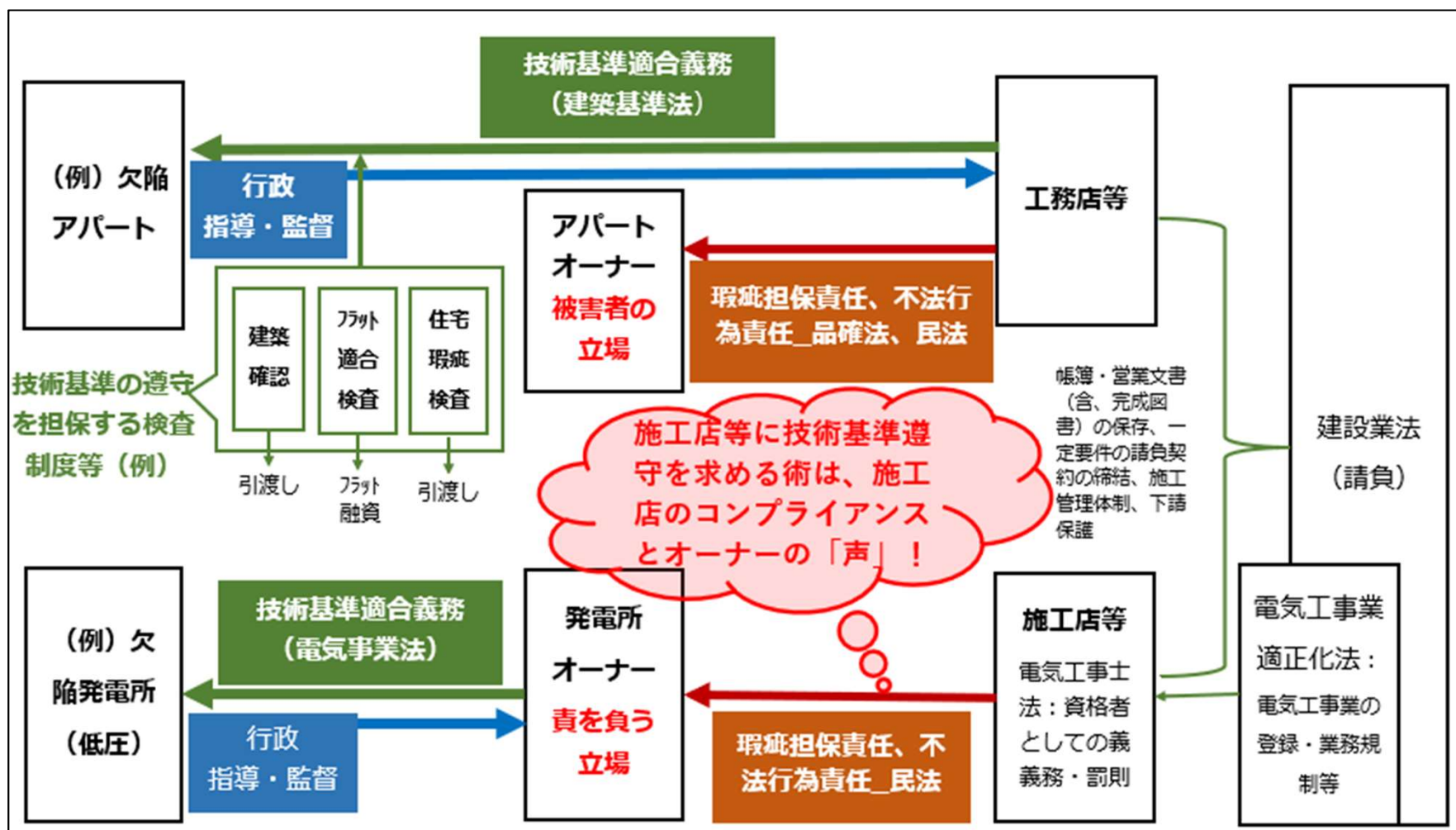
2. 5つの誤解_その2

2021年7月の相談事例：新設発電所の供給者から発電事業者へメール（抜粋）

「確認事項のご回答ですが、単管の場合現場合せでの施工となりますので、アルミ架台のように**強度計算書などは出すことが出来ません**。完成図書は作成しお渡しさせていただきますが**架台図面はございません**ので通常完成時の写真を1アレイごとに撮影し完成図書に同封する形とさせていただきますのでよろしくお願いいたします。」

建設物と電気設備に係る技術基準適合義務者の違い（低圧の太陽光発電設備を想定して）

出所：2022年1月
当法人にて作成



2. 5つの誤解_その3

事故は、保守点検だけで防げる??

- 保守点検の軸足は電気安全です。一方、**自然災害を含む外来事故の多くは、立地や「発電所のそもそもの造り」に由来**しています。

<2021年4月～9月末までの小出力発電設備の事故件数 (速報値) >(*) 全て自然現象由来

事故分類	感電死傷事故	電気火災事故	電気工作物の破損事故 (他者への損害)	主要電気工作物の破損 (自設備の破損)		計
				設備不備	自然現象	
太陽電池発電設備 (10kW以上50kW未満)	0	0	13 (*)	17	28	58

出典：2021年10月29日 第7回産業保安基本制度小委員会「電気保安規制に係る見直しの方向性～保安力・小出力発電設備に係る規制の適正化～」P.13 経産省 電力安全課

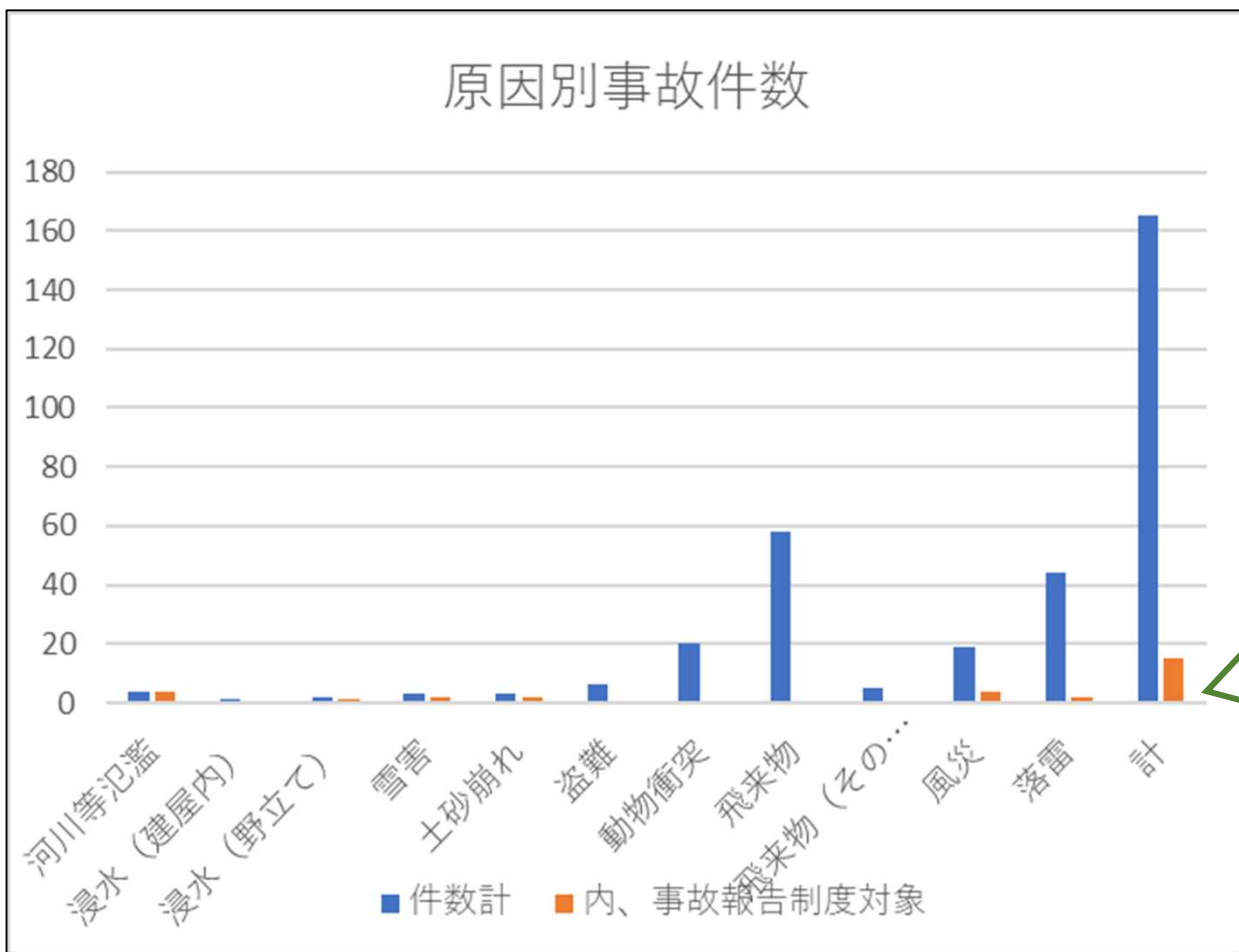
立地の主な本源的リスク

- ①洪水浸水想定区域等
- ②急斜面、盛り土
- ③多雪地域
- ④落雷多発地域
- ⑤盗難多発地域
- ⑥カラス、猪の生息区域

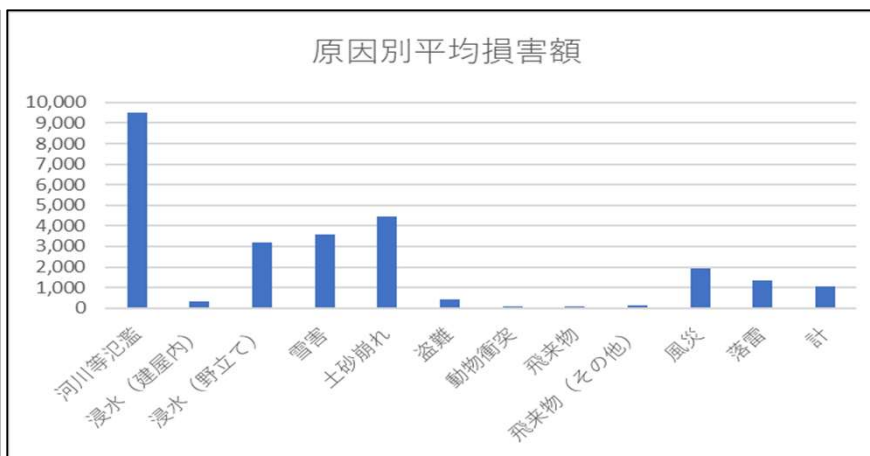
2. 5つの誤解_その3

当法人の補償事業の事故実績 (2017年2月～2022年3月31日)

原因別事故件数



原因別平均損害額



オレンジのグラフ：2021年4月から開始の小規模発電所事故報告制度に照らしたならば、報告対象と判断される事故の件数 (事故件数全体の内数)

出所：2022年5月 当法人にて当法人が運営する補償事業の事故実績を集計

2. 5つの誤解_その3

全国市町村別km²あたりの落雷数（抜粋）（2021年11月末前5年間の年平均）

都道府 県名	市区町村名	面積 (km ²) 市区町村	落雷数/km ²					5年平均			偏差値 _端数 切捨て	偏差値 による 落雷リ スク評 価区分
			2016	2017	2018	2019	2020	落雷数 /km ²	標準化 落雷数 /km ²	偏差値 落雷数 /km ²		
全国計		377867	1.46	1.37	1.47	1.51	1.91	1.54				
市町村単純平均								1.99				
上記の標準偏差								1.67				
宮城県	仙台市泉区	146.61	0.29	1.02	0.55	0.51	0.48	0.57	-0.85	41.5	41	2
宮城県	石巻市	554.55	0.56	0.14	0.48	0.97	0.04	0.44	-0.93	40.7	40	2
宮城県	塩竈市	17.37	0.40	0.23	0.12	0.29	0.00	0.21	-1.07	39.3	39	1
宮城県	気仙沼市	332.44	1.16	0.45	0.06	1.47	0.23	0.67	-0.79	42.1	42	2
宮城県	白石市	286.48	1.23	1.11	2.17	0.73	0.96	1.24	-0.45	45.5	45	2
宮城県	名取市	98.18	0.37	1.01	0.83	0.07	0.84	0.62	-0.82	41.8	41	2
宮城県	角田市	147.53	0.16	2.26	3.59	0.53	0.64	1.44	-0.33	46.7	46	2
宮城県	多賀城市	19.69	0.30	0.10	0.30	0.36	0.00	0.21	-1.07	39.3	39	1
宮城県	岩沼市	60.45	0.36	0.51	0.20	0.10	0.63	0.36	-0.98	40.2	40	2
宮城県	登米市	536.12	0.87	0.71	2.42	0.78	0.16	0.99	-0.60	44.0	43	2
宮城県	栗原市	804.97	1.14	0.56	3.98	0.38	0.78	1.37	-0.38	46.2	46	2
宮城県	東松島市	101.30	0.95	0.05	0.12	0.22	0.01	0.27	-1.03	39.7	39	1
宮城県	大崎市	796.81	0.92	0.92	0.79	0.62	1.11	0.87	-0.67	43.3	43	2
宮城県	富谷市	49.18	1.42	0.89	0.45	0.57	0.08	0.68	-0.78	42.2	42	2
宮城県	蔵王町	152.83	0.08	1.81	4.22	0.56	0.39	1.41	-0.35	46.5	46	2
宮城県	七ヶ宿町	252.00	0.21	2.20	0.57	0.14	0.52	0.45	-0.75	42.5	42	2

～～以下略～～

出所：（株）フランク
ンジャパンのデータにより
り当法人にて作成

2. 5つの誤解_その3

関連誤解：事故が起きてても保険があるから心配ない??

●財物保険の補償を受けるためには、基本的に次の3要件が必要です。

- ①「事故性」があること
- ②補償の対象事由に該当すること

【例】

a. 「水災」 台風、暴風雨、豪雨等による洪水、・・・土砂崩れ・・・

b. 「雪災」

(a) 火災保険 降雪の場合におけるその雪の重み・・・等による事故

(b) 動産総合・・・豪雪、雪崩等の雪災

- ③免責事由に該当しないこと

特に、性能不足や瑕疵免責に留意のこと

【例】

(a) 火災保険・・・通常有する性質や性能を欠いていること・・・

(b) 動産総合・・・かしによって生じた損害・・・

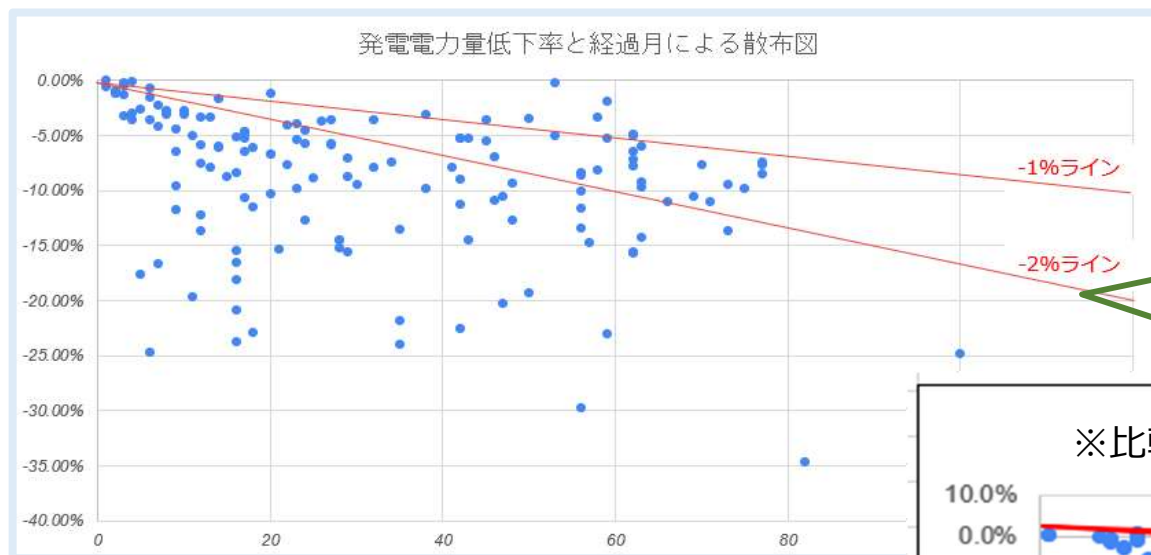
例えば、次のような損害は補償の対象にならない可能性があります。

- 雨で土砂が流れて基礎が沈下し、架台やパネルが損傷した。
- 雪の重みで損傷したが、構造計算が適正でなかった。

2. 5つの誤解_その4

保守点検を適切に行っているので発電低下の心配はない??

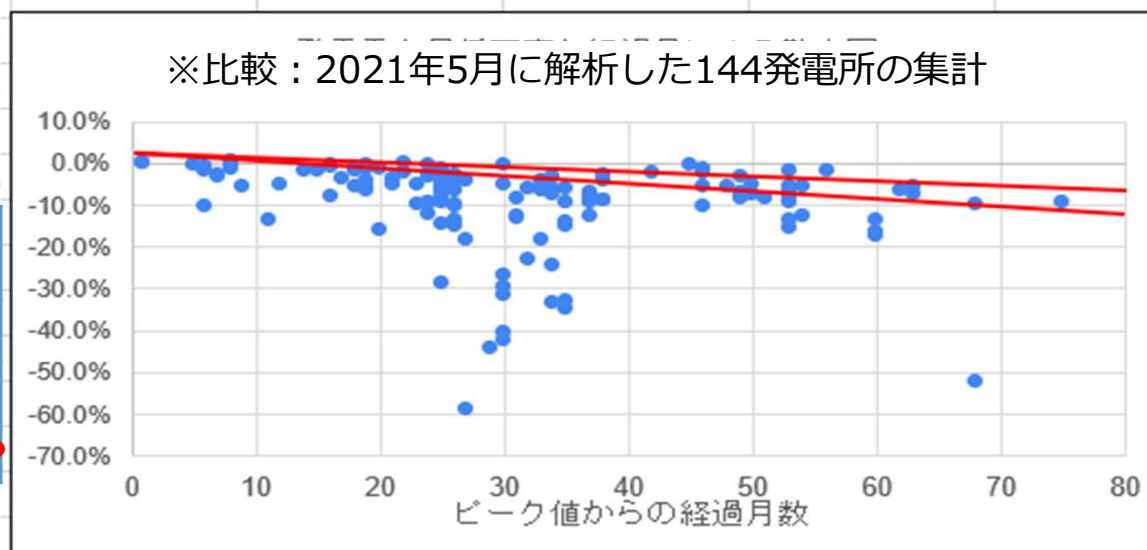
- 発電状況を評価せずに点検をしている例が多いと思料されます。
- **発電の長期的傾向を把握し、その障害要因を推定し、点検でそれを明らかにすることで、費用対効果に照らして発電低下に対する回復策の検討を行います。**



発電電力量解析による発電低下の実態
(主として低圧の147発電所)

12ヶ月移動平均による直近値の対ピーク値低下率を前者と後者の経過月数で除して算出した年換算の低下率 (横軸：経過月数、縦軸：年換算低下率)

年間換算低下率	発電所数	構成比
-1%未満	12	8.2%
-1~-2%未満	31	21.1%
-2%以上	104	70.7%

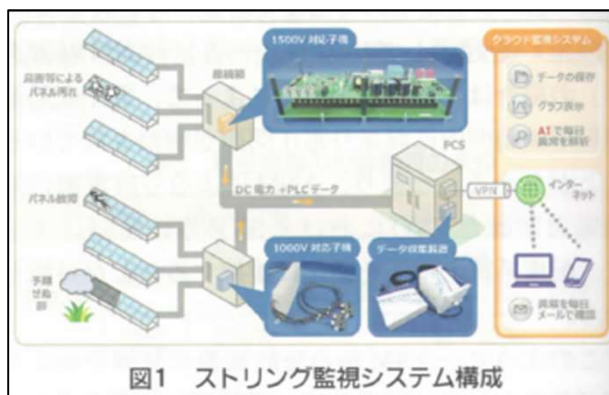
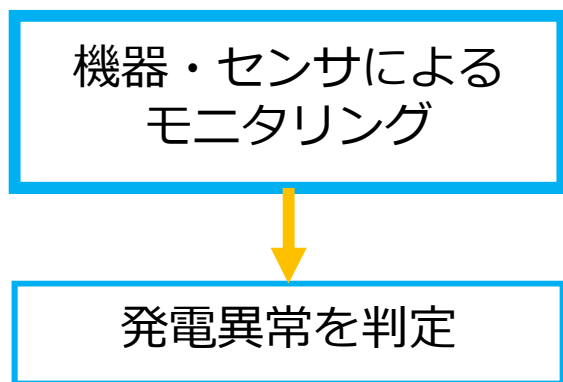


出所：NEDO助成事業「次世代のO & Mを支える発電電力量評価等の技術開発」の中で、当法人と(株)エナジービジョンが共同で実施した発電電力量解析結果の集計から

2. 5つの誤解_その4

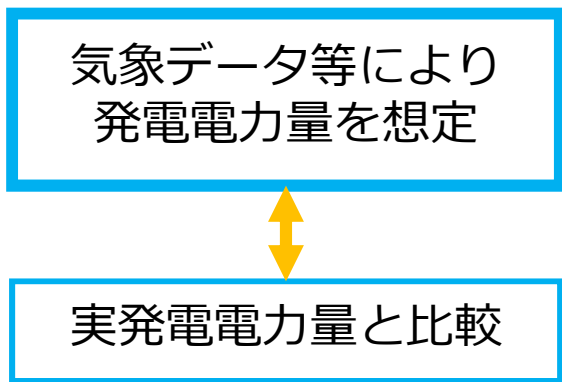
発電状況の評価・推定方法（例）

①精緻なモニタリングによる方法



出典：2021年7月 太陽光発電協会 「光発電」 P.106 「AIを用いた太陽光発電設備の異常診断システムとスマート保安について」 住友電気工業（株） 浅尾・松下・谷村

②期待発電電力量と実発電電力量の比較による方法(例1)



時刻(時)	5	6	7	8	9	10	11	12
実発電電 量(kWh)	79	221	756	901	955	1170	1309	0
想定発電 電量(kWh)	185.66	277.04	712.19	941.37	929.76	1243.07	1293.83	-
比較(%)	42.55	79.77	106.15	95.71	102.71	94.12	101.17	-
日射量 (W/m ²)	128	191	491	649	641	857	892	-
気温(℃)	21.3	22.3	23.6	24.8	27	29.5	30.9	-
天気	曇	曇	晴	晴	曇	晴	曇	-

【0021】
監視処理は、太陽光発電システム1-mから送信される電力量情報DECが示す発電量を太陽光発電システム1-mの最新の1時間の実発電電量 E_{ph} とし、太陽光発電システム1-mから送信される電力量情報DEST-i ($i=1\sim L_p$)が示す発電量を太陽光発電システム1-mにおける太陽電池String7-i ($i=1\sim L_p$)の最新の1時間の実発電電量 E_{STph-i} ($i=1\sim L_p$)とし、気象情報配信サーバ装置60から送信される気象情報DM内の気温 T_{CR} と日射量 G_s を次式(5)に作用させることにより得られる電力量 E を太陽光発電システム1-mの最新の1時間の想定発電電量 E_{ph}' とし、これらの発電電量 E_{ph} 、 E_{STph-i} ($i=1\sim L_p$)、 E_{ph}' を基に太陽光発電システム1-mの発電状況の異常の有無を判定し、太陽光発電システム1-mに異常があると判定した場合に、顧客C-mの電子メールアドレスに宛ててアラートメッセージを送信する処理である。

【0022】
$$E = [K_{md} \times \eta_{IND} \times \{1 + \alpha_{Pmax} (T_{CR} - 25) / 100\}] / G_s \times P_{As} \times H_{AM} \times \beta \dots (5)$$

出所：エナジー・ソリューションズ（株）が提供するソーラー・モニターの画面から

出典：特開2014-147235「太陽光発電監視方法」P.6 エナジー・ソリューションズ（株）

2. 5つの誤解_その4

発電状況の評価・推定方法（例）

②期待発電電力量と実発電電力量の比較による方法(例2)

新設時の発電電力量シミュレーション値



実発電電力量と比較

ある月の「年乖離度」(%)
=
$$\frac{[(\text{過去12ヶ月の発電実績}) - (\text{過去12ヶ月の期待発電量})]}{(\text{過去12ヶ月の期待発電量})}$$

出所：2010年7月「太陽光発電システムの不具合事例ファイル」P.32 日刊工業新聞社（産総研 加藤 和彦 著）

※上記は、シミュレーション値と実発電電力量の比較を12ヶ月の移動計算により視覚化するもの。

③同一発電所内の相対比較による方法（当法人の「発電電力量解析」）

遠隔監視システムの発電電力量データと
気象庁の日射量データ



簡便・安価に相対比較

- a. 発電効率（=発電電力量/日射量）の12ヶ月移動平均
発電電力量を日射量で割りかつ12ヶ月の移動平均にすることにより、日射量の影響と細かな短期変動を捨象して、発電電力量の長期的傾向を視覚化します。
- b. 時間帯・PCS別発電電力量の相対比較（発電電力量が比較的安定的しているPCSを基準とする）
日次の時間帯・PCS別の発電電力量の30日間移動平均値の相対比較。同一発電所内の相対比較のため、気象の影響が捨象されます。

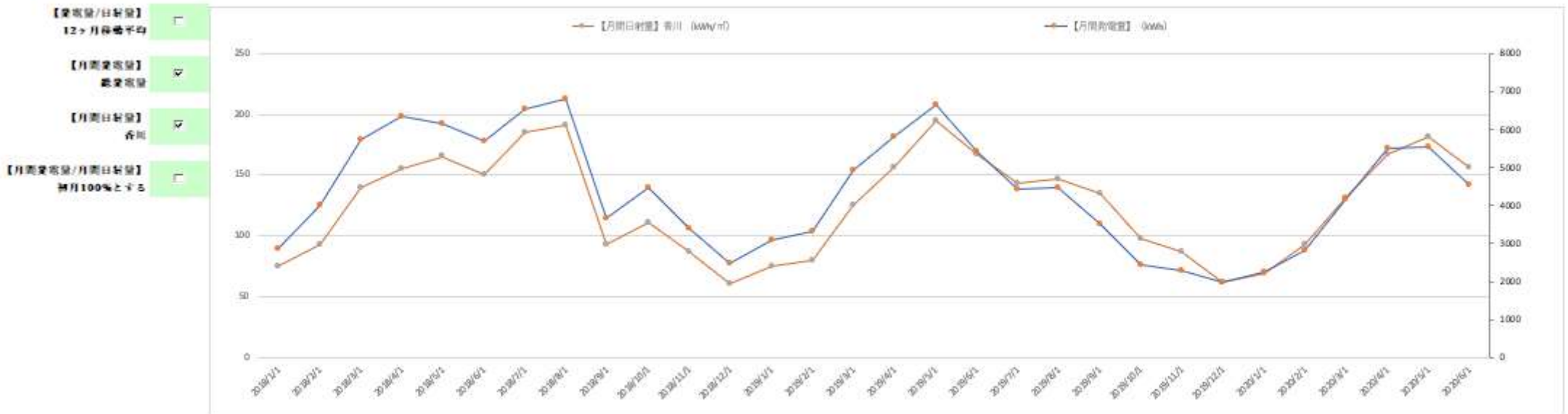
2. 5つの誤解_その4

当法人の発電電力量解析の事例（1/3）

①野立て低圧発電所の解析事例(a)

【発電所全体の月次の発電電力量・※日射量の推移】

- ・発電電力量と日射量が同調した動きになっていることが見て取れます。
- ・ただし、発電電力量の増減推移の把握は困難です。



※気象庁が公表している気象台の日射量データから近隣のものを使用（P. 14も同様）

2. 5つの誤解_その4

当法人の発電電力量解析の事例（2/3）

②野立て低圧発電所の解析事例(b)

【前ページの発電効率（=発電電力量÷日射量）の12ヶ月移動平均】

- ・ 12ヶ月移動平均にすることで、気象条件を含め、月々の変動要素を捨象します。
- ・ この発電所では、1年半で発電効率が約20%下落していることが見て取れます。
（2019年8月ごろから減少が大きくなっています）



2. 5つの誤解_その4

当法人の発電電力量解析の事例 (3/3)

③野立て低圧発電所の解析事例(c)

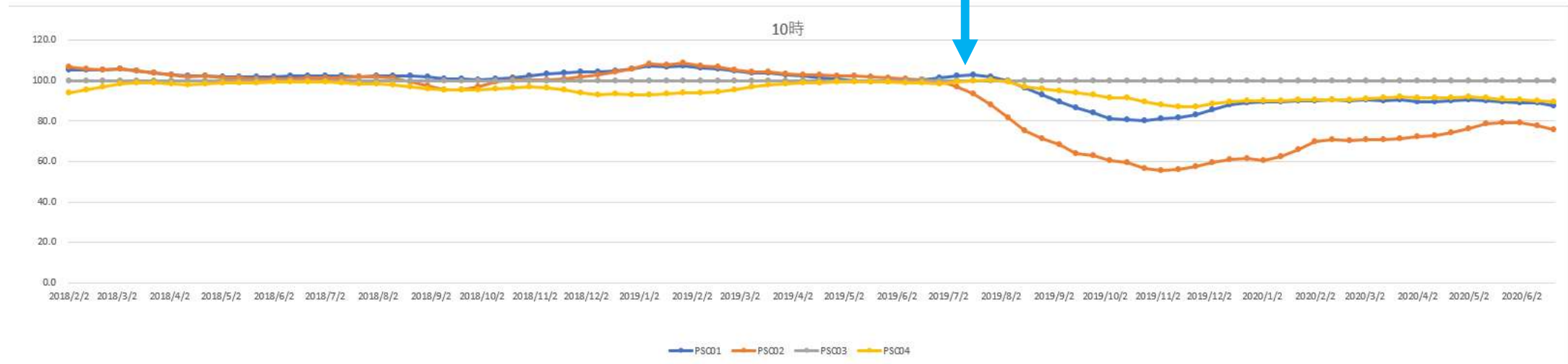
【時間帯・PCS別発電電力量の相対比較】

- ・基準PCS（下記データでは03番）を100とした相対比較の推移（毎日10時のデータ）
- ・**2019年7～8月ごろから、下落が始まっています（特にPCS02）。**
- ・保守点検ではこの視点で、原因へのアプローチが求められます。

基準PCSを100%とした時のPCS間比較、30日間移動平均を10日ごとにプロット、時間ごとにグラフ化

基準PCS PSC01 PSC02 PSC03 PSC04 PSC05 PSC06 PSC07 PSC08 PSC09

PSC03



2. 5つの誤解_その5

前半10年間と後半10年間に必要な費用は、ほぼ同額である??

●後半の10年間では、前半より高額または新規に生じる費用が想定されます。

20年間の維持管理費用

(2022年8月に、某低圧発電所をモデルに、当法人が一定の前提で試算)

※この試算には、不時の事故・故障や、2023年度から実施の可能性がある発電側基本料金を含みません。

維持管理費用の細目	金額 (単位 千円)	備考
【O&M】遠隔監視システム使用料・通信費	0	初期費用に含む
定期点検 (電気・目視点検)	2,400	従来型O&M
随時点検 (目視)	0	上記に含む
除草 (方法:刈り倒し)	2,000	年2回
洗浄	240	3年毎/計6回
アラート管理・駆付け	600	
小計	5,240	
遠隔・PCS電気代	600	定額電灯契約
保険 (保険金額15百万)	850	前半10年間は商品付帯
地代	0	土地購入
撤去費用 (廃棄費用積立)	500	
償却資産税	1,500	
事業税	420	
計画修繕	1,500	遠隔システム・PCS交換
計	10,610	年平均50万円

2. 5つの誤解_その5

後半の10年間に負担増が想定される主な費用

①自然災害等の保険料

- 新設時に補償込みで引渡しを受けた発電所は、11年目から新たに一般の火災保険の付保が必要になります
- 当初から火災保険を付保している発電所でも、今後更に、引受条件の制限や保険料の値上げがあります。

大手損害保険 B 社の火災保険（オールリスクタイプ）の保険料の推移（例）	発電所所在地		2020年12月以前	2021年1月以降12月末まで	2021/1/1からの増加額	2022年1月以降	2022/1/1からの増加額
	都道府県	市区町村					
※保険金額10百万円・保険期間1年間・免責金額：22年1月以降100千円（最低額）（それ以前は5千円）	宮城県	仙台市	—	¥45,700	—	¥59,400	¥13,700
	栃木県	大田原市	¥47,720	¥51,010	¥3,290	¥65,970	¥14,960
	千葉県	野田市	¥43,680	¥46,570	¥2,890	¥60,470	¥13,900
	愛知県	新城市	¥45,060	¥50,250	¥5,190	¥65,030	¥14,780
	兵庫県	丹波市	¥44,660	¥49,600	¥4,940	¥64,230	¥14,630
	徳島県	小松島市	¥49,100	¥51,440	¥2,340	¥66,500	¥15,060
	鹿児島県	曾於市	¥68,710	¥83,710	¥15,000	¥106,420	¥22,710

出所：当法人にて作成

2. 5つの誤解_その5

後半の10年間に負担増が想定される主な費用

- ② P C S の寿命交換の費用？ ※遠隔監視システム等も同様
- 家電製品のメーカー保証は、一般的に「自然故障」が対象ですが、P C S の場合、**保証の対象を「瑕疵」や「当社に責めがある場合」等としている保証書があります。**（保証条項または免責条項で規定）
 - 経年劣化による寿命は、「瑕疵」に該当しない恐れがあります。

【C社の出荷保証書から抜粋・要約】

●保証の対象

保証期間中に**装置に瑕疵が生じた場合**、・・・当社の裁量により、・・・同等の価値を有する代替装置に交換されます。

【D社の10年延長保証サービス規定から】

●保証の対象

・・・延長保証サービス期間中に**故障が発生した場合**、・・・保証書に記載されている内容、及び以下の条項に基づいて・・・修理サービスを提供する。

●免責

●本製品の**通常使用に支障の無い部分での経年劣化**の範囲に該当する場合。

【E社の保証書から抜粋・要約】

●保証の対象

・・・保証期間内に、**保証対象機器に障害が発生**した場合には、当社は、本製品の修理もしくは同等品と交換致します。

●免責

●**瑕疵によらない自然の摩耗、消耗、さび、かび、変質、ご使用中の経年劣化による機器の変色、据付面の変色、キズ、その他類似の事由による損傷または障害**

●**その他当社の責に帰すべき事由によらない損傷または障害**

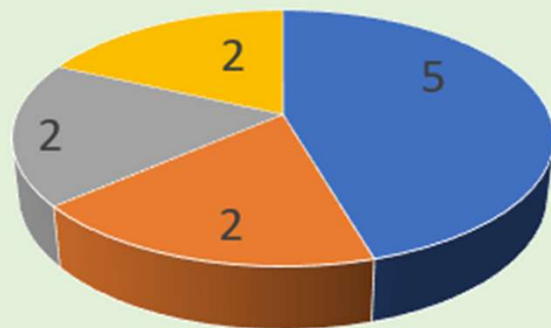
2. 5つの誤解_その5

PCSメーカーへのアンケートの集計から（2020年11～12月に当法人が実施）

（5）「寿命」の保証の可否

【質問のねらい】 一般的に言われている「寿命」より長い保証期間（例：15～20年保証）について、その意義を確認するもの

寿命によるPCSの交換



- ①保証の対象になる
- ②設計寿命が延長保証期間以上である
- ③保証の対象外
- ④不明

【実際の回答例（一部要約）】

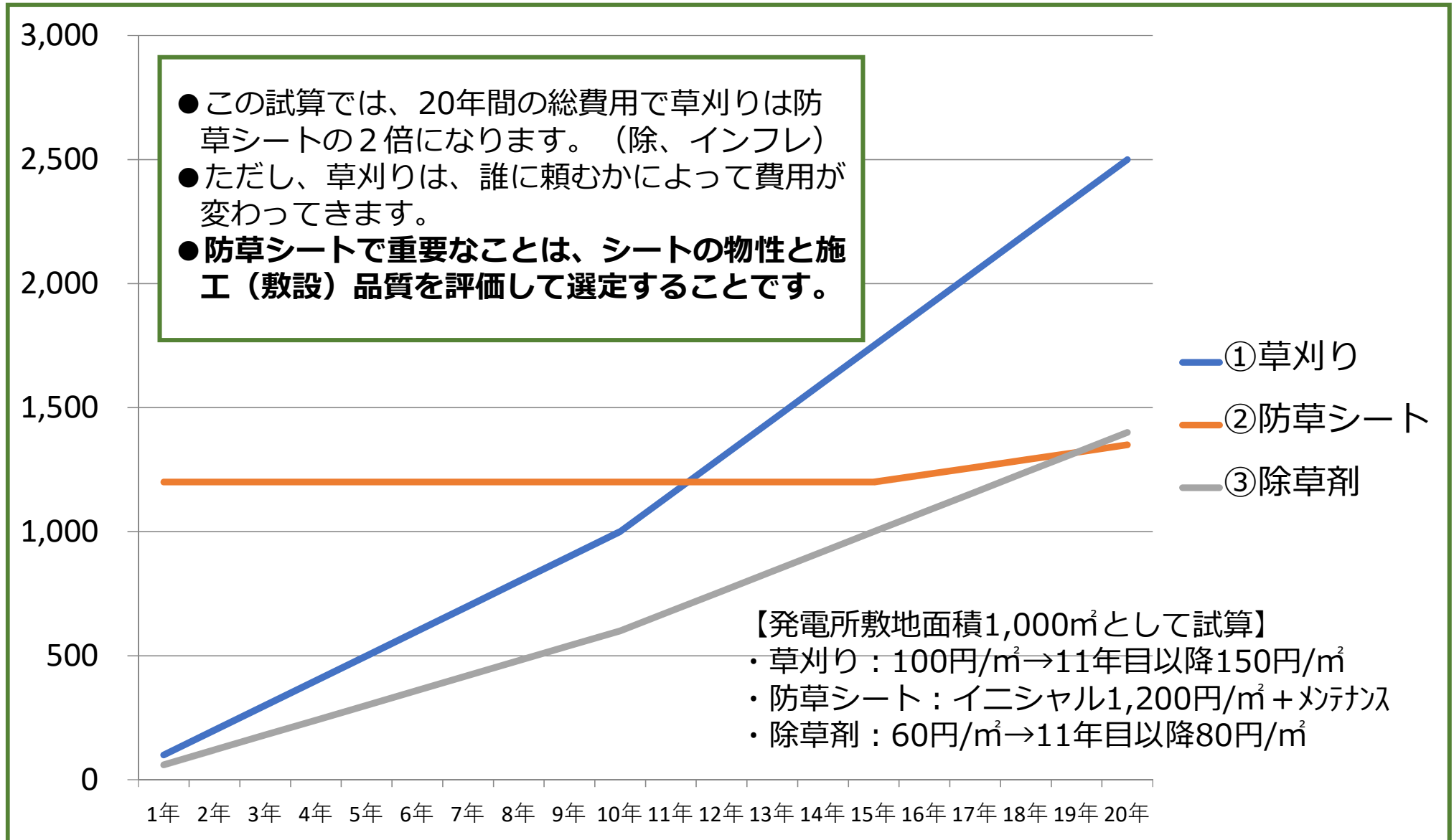
- ・基本+延長保証があれば、設計寿命20年経過前の寿命・経年劣化は保証の対象となる（A社）
- ・保証期間内であれば保証の対象（B社）
- ・保証対象外。設計期待寿命は保証期間以上としている（D社）
- ・設計期待寿命は保証期間以上。保証期間内の自然故障は適正な使用なら保証（E社）
- ・保証の対象になる（G社）

2. 5つの誤解_その5

後半の10年間に負担増が想定される主な費用

③雑草対策別の20年間の費用の試算（一例）

出所：（株）白崎コーポレーション 作成資料から



2. 5つの誤解_その5

草刈りでは、発電電力量の低下を防ぎきれないことがあります。

●新エネルギー新聞 2022年1月 記事から

第69回

施工の現場から 産業用太陽光発電O&M

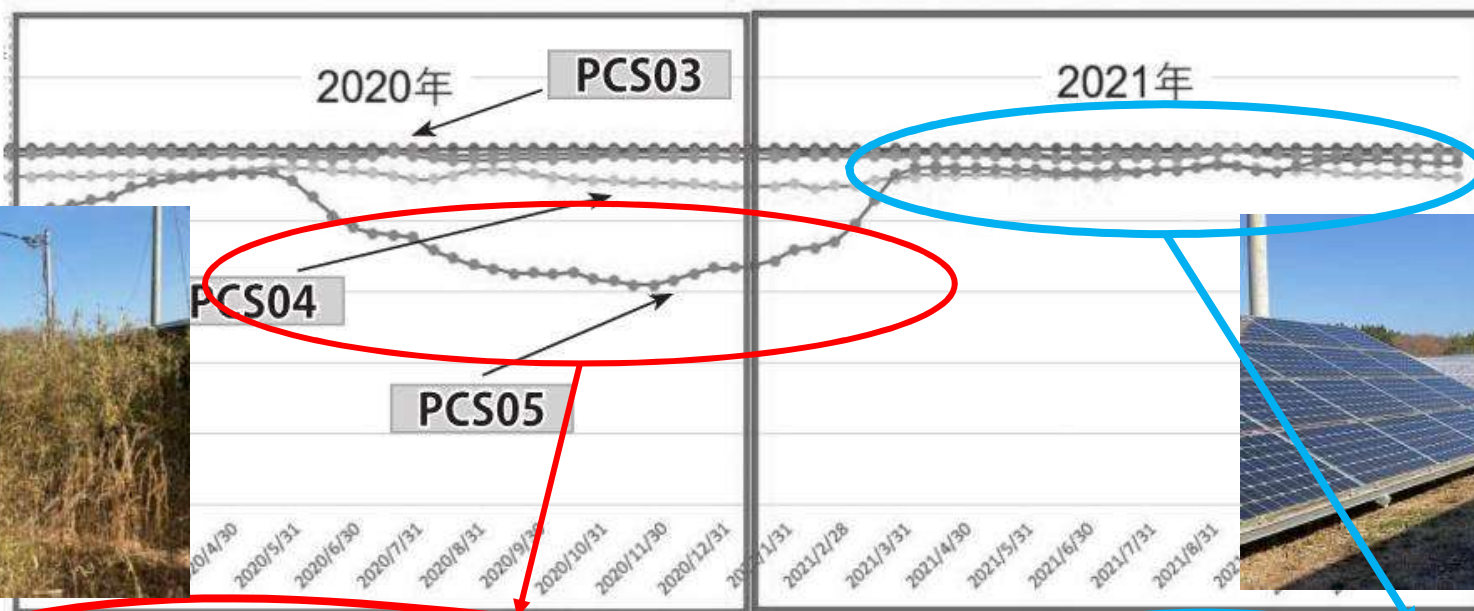
エナジービジョン

代表取締役
奥山 恭之

“たかが雑草”による売電ロス額

しかし今回紹介する事例は、雑草以外の要因がほとんどない稀有な発電障害、パネルの汚れ、系統側事由などさまざまな要因が、雑草による影響と複合して発電量を低下させている。

雑草によるPCSごとの発電量低下傾向



雑草の影響で特定PCSの発電量が大幅に低下

草刈後、除草剤を使用

【目次】

1. メンテナンスの目的
2. メンテナンスに関する5つの誤解
3. 太陽光発電所のメンテナンスのあり方

3. 太陽光発電所のメンテナンスのあり方

メンテナンスの全体像

(1) メンテナンスの目的

「安全」の確保と「収益」の確保

- ・ 売電収入の維持と事故防止、維持管理費用の削減などを通して、発電所を長期安定的に稼働すること
- ・ 現実問題として、「収益」がなければ「安全」投資が困難です。

【必要なメンテナンスの骨子】

「まっとうな発電所」を前提として、

- ① **長期的視点で発電（売電収入）を維持**すること（= 発電阻害要因を除去すること）
- ② **外来の事故を適切に制御**し、事故の※リスクコストを縮減すること
- ③ 発電事業期間（例えば20年間）を見通して、**発電事業に係る総費用を削減**すること

※「リスクコスト」とは、事前の事故防止・軽減のための費用、ならびに万一事故が発生した際の対応・修繕費用およびそれに備えた損害保険等のリスクファイナンス費用の総体をいいます。

3. 太陽光発電所のメンテナンスのあり方

メンテナンスの全体像

(2) 具体的な主な実施事項とフロー

【現況の棚卸】

- ①立地・新設時の造りの検査
- ②発電状況の長期的傾向の把握

不具合、発電阻害要因等の把握と仕分け

【維持管理計画の作成】

左記を踏まえて、費用計画を含めて作成

上記計画沿って
実施

●定期的な発電状況の長期傾向の把握

●発電状況の日常監視（短期的変状の把握）と適宜の駆付け確認

以下、発電状況等を踏まえて実施

●保守点検

●雑草対策

●適宜のパネル洗浄

●適宜の回復工事等

【ポイント】発電状況や進行性の不具合の進展状況に応じて、費用対効果に鑑み、効果的に計画・実施して売電収入を維持するとともに総費用を削減すること。

(注) 高圧以上の発電所は、保安規程その他の安全措置義務と整合する必要があります。

3. 太陽光発電所のメンテナンスのあり方

長期の維持管理計画の一例（費用計画も同じフォーマットで作成）

対象業務	備考	実施時期の目安等	実施者		事業年度ごとの実施回数（網掛）				計
			DIY	外注	1	2	19	20	
1. 期初業務									
発電量解析	定期点検を兼ねる	契約期初			1				1
検収検査（新設発電所）		契約期初							0
現況検査（既設発電所）		契約期初			1				1
運転・維持管理計画の作成		契約期初			1				1
			✓						0
2. 期中の基本業務									
発電量監視		四半期毎に1回			3	4	4	4	79
アラート管理		期中継続			1	1	1	1	20
アラート管理による駆付け確認		回数無制限			1	1	1	1	20
駆付け確認（上記以外）		年間●限度							0
監視カメラによる目視確認					1	1	1	1	20
上記につき台風後等の実施					1	1	1	1	20
電氣的点検	初年度は現況検査に含む	4年毎に1回						1	5
目視点検	上記実施年は同時に実施	2年毎に1回				1		1	10
✓				✓					0

（注）高圧以上は、保安規程その他の安全措置義務と整合する必要があります。

出所：2021年3月 当法人にて作成（低圧発電所向け）

ご清聴ありがとうございました

一般社団法人 新エネルギーO & M協議会