

太陽光発電のスマート保安の取組み

2022年4月25日
一般社団法人太陽光発電協会

1. **JPEA（太陽光発電協会）の紹介**
2. **太陽光発電のガイドラインやセミナー・研修など**
3. **スマート保安推進に関する業界の4課題**
 - 課題1 : 発電事業者の特性に応じたスマート保安の導入促進
 - 課題2/3 : 導入目的と長期電源としてコスト低減の見える化
 - 課題4 : スマート化を進めるには、導入インセンティブが必要
4. **スマート保安の代表的な事例と効果**

参考：各事業者によるスマート保安に向けた取組み事例

1. 太陽光発電協会（JPEA）の概要

一般社団法人 太陽光発電協会

（JPEA; Japan Photovoltaic Energy Association）

■代表理事

山口 悟郎（京セラ株式会社 代表取締役会長）

■協会の理念・目的

太陽光発電の健全な普及と産業の発展によって、持続可能な国の主力電源としての役割を果たすことで、我が国経済の繁栄と、国民政策の向上に寄与し、もって会員の共通の利益を図る。

■主な活動

- ・ 太陽光発電の普及に向けた提言・関係機関への意見具申
- ・ 出荷統計の取りまとめ・発信
- ・ 販売・施工の品質改善：販売基準の作成、施工技術者制度の運用 等
- ・ 標準化・規格化：保守点検GL, 地上設置型太陽光発電システムの設計GL等
- ・ 啓発活動：シンポジウム、セミナー、普及情報発信

■会員数 118社・団体（2022年4月現在）、他に賛助会員13団体

- ・ 販売・施工（含むゼネコン、住宅メーカー等）：41社（35%）
- ・ 周辺機器・部品・素材メーカー：26社（22%）
- ・ 太陽電池セル・モジュールメーカー：20社（17%）
- ・ 電力・エネルギー：18社（15%）
- ・ 機関・団体：2社（2%）
- ・ その他：11社（9%）

2. 太陽光発電の設置ガイドラインやセミナー・研修など



2.1. JPEAの設置関連ガイドラインと保守点検ガイドライン

- JPEAでは、太陽光発電に関する計画・設計・施工・保守・廃棄など様々なガイドラインを策定し広く公開し、健全な普及をはかっている。
- 中でも、設計や施工は、NEDO事業として、産総研・構造耐力評価機構等と協力して検討を行い多様化する設置形態に応じた設計ガイドラインを公開している。（最新は2021年版）
地上設置型、傾斜地設置型、営農型、水上設置型のガイドラインを公開
https://www.nedo.go.jp/activities/ZZJP2_100060.html
<https://www.jpea.gr.jp/document/handout/guideline2019/>
<https://www.jpea.gr.jp/document/handout/guideline2021/>
- 太陽光発電の保守点検ガイドラインは、住宅用・産業用共有用に公開（IEC62446-1を参考）
<https://www.jpea.gr.jp/wp-content/themes/jpea/pdf/t191227.pdf>

地上設置型ガイドラインに傾斜地・営農・水上を追加公開

保守点検ガイドライン



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

この出版物は、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）の委託事業「太陽光発電システム普及促進事業」の一環として実施されたプロジェクト「太陽光発電システム普及促進のための設計・施工ガイドライン」の成果としてまとめられたものです。

2019年4月26日



地上設置型



傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン
2021年版

この出版物は、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）の委託事業「太陽光発電システム普及促進事業」の一環として実施されたプロジェクト「傾斜地設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」の成果としてまとめられたものです。

2021年11月12日



傾斜地設置型



営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン
2021年版

この出版物は、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）の委託事業「太陽光発電システム普及促進事業」の一環として実施されたプロジェクト「営農型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」の成果としてまとめられたものです。

2021年11月12日



営農型



水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン
2021年版

この出版物は、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）の委託事業「太陽光発電システム普及促進事業」の一環として実施されたプロジェクト「水上設置型太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン」の成果としてまとめられたものです。

2021年11月12日



水上設置型

日本電機工業会・太陽光発電協会 技術資料

太陽光発電システム保守点検ガイドライン
Guideline on maintenance of PV systems

2016年(平成28年)12月28日 制定
2019年(令和元年)12月27日 改訂



一般社団法人日本電機工業会

JEMA/JPEA共同作成

2. 太陽光発電の設置ガイドラインやセミナー・研修など

2.2 JPEAの設置に関するセミナーやPVマスター制度研修（2021年度）

保守点検に係るセミナー

JPEAでは太陽光発電の健全な普及を目的に2回/年の公開セミナーを実施している。2021年度はコロナ禍の影響により、2回のWebセミナーを5月と12月に実施した。セミナーでは経産省電力安全課様や資工庁新エネルギー課様、新エネルギー・産業技術総合開発機構（NEDO）様や産業技術総合研究所（AIST）様、構造耐力評価機構（SPEI）様などから、講義を頂いた。2021年セミナーは以下のとおり。

- ① 5月：スマート保安の動向と小規模太陽光発電の共創
- ② 12月：傾斜地設置型、営農型及び水上設置型の太陽光発電システムの設計・施工ガイドライン（2021年版）セミナー（NEDO事業）



従来セミナー



Webセミナー

PVマスター技術者制度

PVマスター技術者制度とは「電気事業法」「事業計画策定ガイドライン」や「太陽光発電保守点検ガイドライン」で義務付けられた太陽光発電設備の保守点検に関する正しい知識を保有していることをJPEAが認定した技術者で毎年講習会と認定試験を行っている。

JPEA 太陽光発電協会認定 新資格制度
「PVマスター保守点検技術者」
「PVマスター施工技術者」
 のご案内

2021年度はコロナ禍の影響から、ステップアップ試験はe-ラーニング方式を採用。リモートによる講師派遣などを実施した。スマート機器の活用情報も取り込み、最新動向を踏まえ、制度運用を進めた。

新資格制度スケジュール

PVマスター保守点検技術者	5月10日	保守点検セミナー開始
PVマスター施工技術者	5月2日	第1回認定試験実施

2021年度はコロナ禍の影響から、ステップアップ試験はe-ラーニング方式を採用。リモートによる講師派遣などを実施した。スマート機器の活用情報も取り込み、最新動向を踏まえ、制度運用を進めた。



e-ラーニング

参考: FIT認定導入件数と認定導入容量(2021年9月末現在)

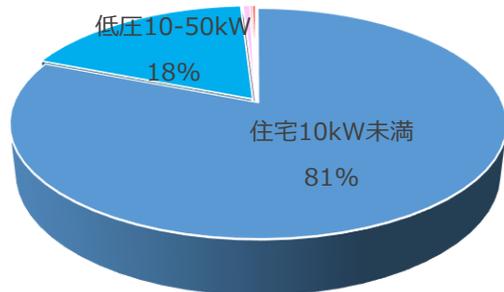
- 2021年9月末のFIT認定設備導入状況は、住宅用除く事業用では合計68万件で、内、低圧は64万件
また、住宅除く容量は、合計50GWで、低圧は17GW、特高12GWとなり両者で47%を占める。
- 10-50kWの低圧設備は、今国会の電気事業法の改正案で小規模事業用太陽光発電に位置付けられ、使用前自己確認制度が導入され、保安・保守の厳格化により健全な普及が進むと想定される。

導入件数(2021.9末) 357万件
 ・住宅用：288万件・事業用低圧：64万件
 ・事業用高圧：34千件
 ・事業用特高：797件

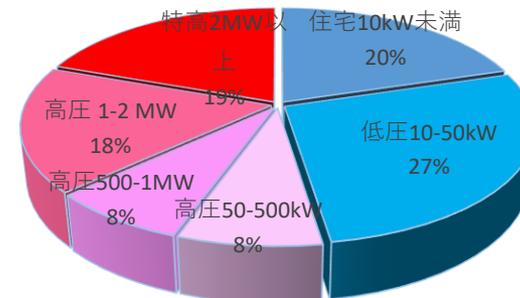
68万件

導入容量(2021.9末) 63GW
 ・住宅用：13GW ・事業用低圧：17GW
 ・事業用高圧：21GW
 ・事業用特高：12GW

50GW



■ 住宅10kW未満 ■ 低圧10-50kW ■ 高圧50-500kW
 ■ 高圧500-1MW ■ 高圧 1-2 MW ■ 特高2MW以上



■ 住宅10kW未満 ■ 低圧10-50kW ■ 高圧50-500kW
 ■ 高圧500-1MW ■ 高圧 1-2 MW ■ 特高2MW以上

導入件数(2012.7-2021.9)

設備区分	件数	比率
住宅10kW未満	2,888,990	81.0%
低圧10-50kW	642,413	18.0%
高圧50-500kW	19,650	0.6%
高圧500-1MW	6,883	0.2%
高圧 1-2 MW	7,313	0.2%
特高2MW以上	797	0.0%
合計	3,566,046	100.0%

平均システム容量

平均(kW)
4.4
27
253
695
1,514
15,453
17.7

導入容量(2012.7-2021.9)

設備区分	容量 (千kW)	比率
住宅10kW未満	12,792	20.2%
低圧10-50kW	17,295	27.4%
高圧50-500kW	4,965	7.9%
高圧500-1MW	4,787	7.6%
高圧 1-2 MW	11,071	17.5%
特高2MW以上	12,316	19.5%
合計	63,226	100.0%

3. 太陽光発電のスマート保安推進に関する業界の4課題



課題1：発電事業者のすそ野がひろく、発電事業者の特性に応じたスマート保安の取組みと対策が必要

特に、発電事業者・O&M事業者の意識変革が必要

課題2：スマート保安の目的と推進のステップを明確に

小規模設備は、事後保全が中心

中規模・大規模設備は、予防保全・予知保全の視点が重要

スマート化優先順位は、特高・高圧設備で実装

実証でコスト低減化をはかり、その上で小規模展開

課題3：スマート保安の導入によって、長期的発電コスト低減の貢献と導入効果のみえる化が必要

事業者は、長期的なコストメリットがわかれば導入する

課題4：スマート化を進めるには、導入インセンティブが不可欠

主任技術者の高齢化対策として、スマート保安を促進

次世代後継者教育訓練など

また、国と協力した新技術の実装支援のほか、制度設計面で優遇措置なども必要ではないか。

3.1 太陽光発電のスマート保安に関する課題と対応

課題 1 : 発電事業者の特性に応じたスマート保安の導入促進を

- すそ野がひろく、発電事業区分分野の特性に応じたスマート保安の取組みと対策が必要。
- 10～50kW区分は、発電事業者・保守保安事業者の安心安全の意識向上が優先。
- 特高は発電事業者意識高く導入効果あれば進む、高圧は事業者の規模に応じた誘導が重要。

発電区分 (導入件数)	発電事業者の意識		保安体制と保安事業者の意識	
	事業者としての意識	保守・保安の意識	保安体制	スマート保安の促進には
住宅用10kW未満 (288万件)	個人導入者 発電量は日常生活に	自主。個人が実施 保守意識啓発	事後保全 施工店依頼	個人設置者（消費者）と施工店へ保全と安心の周知教育
10kW- 50kW低圧 (約64万件)	利殖投資目的多い 過去野立て全量売電 保守・保全意識低い	販売施工店やO&M 事業者依頼するが ノーメンテも存在 事故リスク意識低	事後保全 販売施工店 O&M事業 依頼	導入設置者と委託事業者（施工店・O&M）へ保全と安心の周知啓発教育・遠隔監視導入小規模自己確認制度も活用
50kW- 500kW高圧 (約2万件)	小規模な事業者 事業性優先が多く 保守・保全は最小に	主任技術者へ委託 (規模要件あり) 事業者の保守保安 意識次第でメンテ 内容の濃淡がある	事後保全	3種主任技術者資格数が多いが現場管理と実態は乖離。 発電事業者の生涯発電量（LCOE）で、スマート技術導入メリット教育が重要 主任技術者の直流部の教育
500kW- 2MW高圧 (約1.4万件)	中規模事業者 事業性とSDGs等の 環境貢献などもある		事後保全＋ 予防保全	
2MW以上特高 (797件)	発電収益最大化 投資家資金回収 (レンダー目線) 保守保全意識高い	高度な遠隔監視の 導入例が多く、主 任技術者の常時状 態監視のほか、事 業者もモニター	予防保全・ 予知保全 が重要	2種主任技術者の高齢化対策 (3種補助員活用、直流部ス マート化、AI予知の開発活用 が必要) 制度面で導入インセ ンティブがあれば進む

3.1 太陽光発電のスマート保安に関する課題と対応

課題 2 / 3 : 導入目的と長期電源としてコスト低減の見えるか

- スマート保安導入目的を明確に明確にした、導入のステップを検討
- 長期電源として発電コスト低減には、各スマート技術導入コスト低減化の見える化が必要
- 発電データ二次活用で、スマー化導入による長期電源としての経済効果の見える化へ

発電区分 kW・MW	代表的なスマート保安技術の取組みと効果			
	デジタル化と データ2次活用	ドローン	常時遠隔監視 リング AI診断	発電事業所の評価 スマート化データ活用
住宅用10未満	ライフスタイル モニタリング	屋根上で作業でき れば導入効果無い	家庭用発電モニター で常時発電確認	家庭内エネマネ最適化
10-50低圧	検査データの保 存報告業務のデ ジタル化で人件 費削減	300~600㎡なので 目視で異常確認が 可能であり導入効 果薄い	低圧は、遠隔監視普 及が重要。発電して るか、PCS異常かで十 分（コスト低減）	今後セカンダリー市場拡 大、スマートメンテ実施 で、過去発電データやメ ンで価値向上
50-500高圧	高圧設備では、 遠隔データから 2次データ化に 対応できる方向 へ	規模の面で導入効 果は薄い・費用面	発電設備への投資回 収面で、収益向上に 対し、スマート化投 資効果があれば進む。 特にトラブルの現場 駆け付け回数の軽減が 保全コスト低減効果 高くAIでの不具合覚 知精度で大幅にコス ト低減可能性（メ リット見える化）	従来、金融機関が転売の ための資産評価は評価事 業者に委託の技術報告が 判断基準による例が多い。 一方で、過去のスマート データで2次化データを 利用したLCOEを算定す ることで長期電源価値評 価ができる可能性がある。 （メリットの見える化）
500-2M高圧		屋根設置など事前 安全ルート探索な どは効果的		
2M以上特高	遠隔発電データ 2次活用、発電 評価のモニタ（レ ンダ-向け）早期 予防保全対応等、	不具合探索や3次元 解析等の活用次第 で効果。測定条件 解析速度、コスト 面改善で更に普及。		

3.1 太陽光発電のスマート保安に関する課題と対応

課題4：スマート化を進めるには、導入インセンティブが必要（1）

- 高圧・特高での定期点検緩和（高度な遠隔監視、AI画像解析、状態鑑識機器の基準）
- 遠隔点検による点検実施 可能人員の拡充（目視検査のカメラ等による代替）
- 太陽光発電のセカンダリー市場の健全化（適切な保守維持管理を、高度監視装置と維持管理認定）

インセンティブ項目	制度設計	インセンティブ提案
高圧・特高での定期点検緩和	高度遠隔監視設備（絶縁監視、AI解析、自動診断等）異常発報時の対応	✓ 高度な状態監視環境整備が行われた発電所に対し、自動再解列を要件に、異常覚知から24時間以内に緩和。
	目視点検項目のAI画像診断による異常判定代替技術の開発や導入促進補助金制度	✓ AI画像診断システムの開発又は導入促進に対するスマート化加速支援
	各種装置の状態監視基準の策定及び状態監視環境整備に対する認証制度の策定	✓ 状態監視環境整備が行われた発電所に対する定期点検内容の一部を緩和する。
遠隔点検による点検実施可能人員の拡充	技能や知識の少ない人間でも遠隔点検できるよう、カメラ等を用いた目視点検用画像データ取得を自実施できるよう作業責任区分や知識レベルの明確化	✓ 現地派遣人員確保及び責任管理を行う人材ネットワーク構築に対する制度策定及び開発を行う。
太陽光発電設備のセカンダリー案件の安全レベルアップと価値の向上	遠隔監視装置やAI異常予知システムによる状態監視環境（維持管理）の認証制度策定	✓ 状態監視環境の整備度合いを公的認証することにより、環境の整った発電所の増加に寄与する。

3.1 太陽光発電のスマート保安に関する課題と対応

課題4：スマート化を進めるには、導入インセンティブが必要（2）

- AI診断の信頼性向上（AIによる緊急駆け付け回数の低減は運転維持費を大幅に下げられる）
- センサー技術の信頼性向上とコスト低減（システムでの最適センサーの設置で測定省力化）
- 主任技術者の高齢化対策（スマートグラス活用で、後継者のOJT）
- AI搭載ドローン（解析時間短縮、即日現場対応へ）

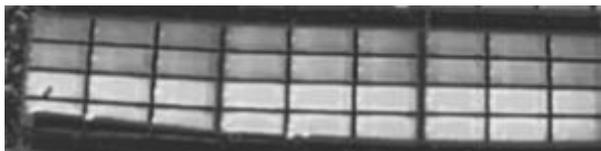
インセンティブ項目	制度設計	インセンティブ提案
AI診断技術の信頼性向上とコスト低減	駆けつけサービスの判断をAI診断でおこなう信頼性向上	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 駆けつけ回数の削減と予防保全に貢献することにより、トータルコスト低減する。
センサー技術の信頼性向上とコスト低減	絶縁抵抗の低下およびバイパス回路の常時通電又は断線等の異常状態を検知するセンサー技術にIoT通信機能を搭載し、遠隔より発電設備管理者に警告する機能を持ち合わせた遠隔監視システム	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 安全性の向上及び点検コストの低減のために点検頻度の延伸する。 ✓ 遠隔での測定結果を基に現地測定力所の大幅な削減を行う。（遠隔での要注意部位のみ現地測定を行う等）
主任技術者の高齢化とスマート技術の活用	スマートグラスの活用による若手人材育成支援	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 直流部点検は、現場の工程別遠隔訓練を実施する。 ✓ マニュアル作成を目的に、スマートグラス機器と訓練費に支援する。
AI搭載ドローンによる太陽光パネル点検	問題のあるパネルについてAI解析してレポートまで作成	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 点検の人件費（工数）を削減する。

4. スマート保安の代表的な事例と効果

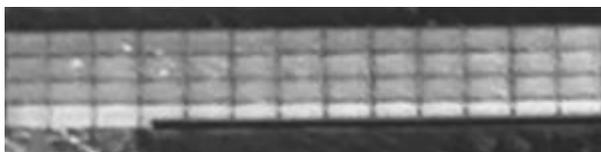
4.1 ドローン活用（中規模以上での活用が効果的）

スマート保安	導入事例	導入効果例
ドローンによる探索 (高解像カメラ、赤外線カメラ、ELカメラなどの搭載)	故障個所探索	システム異常がわかっている場合は、特定ストリングやパネルの異常個所を検査し、早期に不具合対応できた
	陰影響の改善	アレイ陰による影響をドローンで観察し再配電の結果配線変え費用回収と投資期間短縮
	安全調査	工場屋根など、容易に屋根・屋上に上がれない場合など事前に作業安全計画策定に効果あった
	検査確認	竣工検査での、クラスター異常がないかを検証
今後の期待	<ul style="list-style-type: none"> ・コスト低減 : 機器コスト低減、運転管理、解析分析コスト低減 ・解析分析時間の短縮 : データ解析は、測定即時になれば、作業効率も向上 ・AI診断の信頼性向上 : 異常判断のAI精度の向上により保守効率向上 ・パネル診断外の用途開発がすすめば、機能価値向上で投入費用効果向上 ・ドローン飛行にともなう手続きの簡素化 ・定期的（例えば毎年）計測をおこなうことで早期異常発見で予防保全可能 	

改善前



改善後

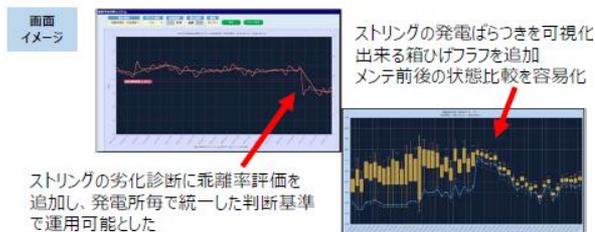


ドローンで、発電状態を観察し、陰の影響を分析し、配線レイアウト変更することで改善できた例。高解像カメラと赤外線カメラの併用による評価で、発電影響を最小化により10%以上の発電量が向上し、配線変え費用回収にのみならず、投資回収期間が短縮できた。 ※下2段の発電低下から1段のみになった例。資料は（株）エネテク提供

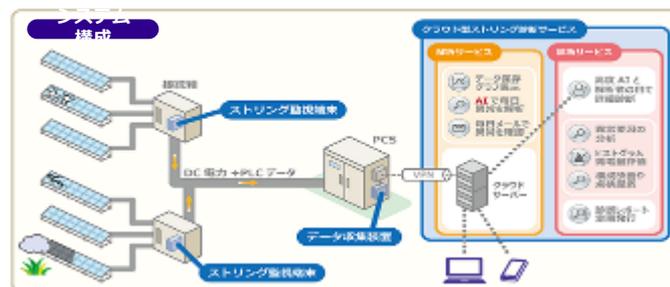
4. スマート保安の代表的な事例と効果

4.2 遠隔監視データAI分析で駆付け回数低減・不具合特定・予兆管理

スマート保安	導入事例	導入効果例
遠隔監視とAIによる不具体と駆付け判断予知保全など	遠隔監視データの故障をAIで、駆けつけ必要アラート	事業者にとって不具合・故障状態で、経過観察、検査時対応、即駆けつけ などの対応が必要である。AI精度が向上し、駆けつけが減少し、保守費用が大幅削減
	遠隔監視データのAI解析による不具合要因分析特定化	AIによって、発電量低下・故障内容（例えば、バイパス回路、PBD,や、PCS異常など）を想定できることから事前に保守準備が可能となり、保守時間・保修時間の短縮
	システムの予兆管理によって予知保全	常時経過観察で、アルゴリズムを駆使することで、劣化状況をAIで判断、汚れ低下改善のための清掃提案、影分析で近隣樹木枝刈、草木対策、システム劣化の傾向でストリング改善など、予兆管理によって予知保全
今後の期待	<ul style="list-style-type: none"> ・影の影響や、設計・施工の仕様による問題の区分 ・分析結果が、性能向上にむけた、システム改善・回収に活用 ・地域気象情報と連動した自然災害後の変化分析 ・発電量や故障情報の単純に収集から、収集データの自動分析で、発電所の実損失・予想損失・回復可能損失を定量化し、コスト見える化 ・セカンダリー市場向けの発電所価値評価データとして活用 	



オーナンバ株式会社 資料提供



住友電気工業株式会社 資料提供

4. スマート保安の代表的な事例と効果

4.3. 取得データー2次化活用（図面等電子化とスマート計測電子化）

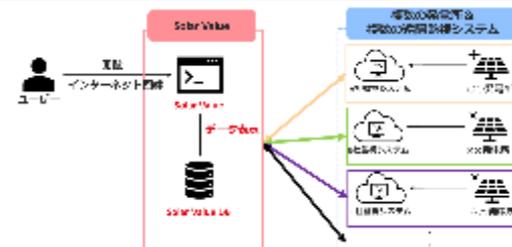
スマート保安	導入事例	導入効果例
スマート保安にむけたデータの電子化による	図面の電子化で、現場工事担当と協力会社、本社で共有化	工事現場の写真データや施工図面、要領書を現場で写真撮影、帰社後に報告書やエクセル打ち込むなどの手間をITソフトを入れたスマホやタブレットでクラウド管理。一元化は、関係者間での情報共有で工程管理効率向上
	検査データ・発電データの電子化で解析や評価報告	検査現場での点検データをタブレットソフトで入力する。タブレットから、送られた情報は、計測データを一括管理し、2次化された電子データは発電量評価等に活用。入力作業がないため、時間短縮、人件費削減期待
	複数の発電所や異なるPCSメーカーの発電情報や故障信号を一括管理、2次電子化	複数発電所を運営する場合には、各発電所に発電データは原則PCSメーカーのクラウドに蓄積されるが、複数の発電所データを自社のクラウドでも管理でき、2次データ化で発電評価も一元的に運営、発電所管理が効率化
今後の期待	データの電子化のステップは、ステップ3まで進むのが好ましい 1. 設計図面、承認図面、要領書、写真などのPDF化等による一元情報共有 2. 計測データや、発電データの2次電子化によって、PR*分析評価が推進 (PR・パフォーマンスレシオ：実発電量/理論発電量=発電性能を示す値) 3. 複数発電所・PCSからの発電データなどの一元化で分析評価が効率化	



株式会社ANDPAD 資料提供



野原ホーディング株式会社 資料提供



リニューアブル・ジャパン株式会社提供資料

4. スマート保安の代表的な事例と効果

4.4 自動化やロボット化によるスマート保安

スマート保安	導入事例	導入効果例
自動化やロボット化	パネル洗浄	洗浄による太陽電池モジュールセルの負担を軽減する運営で基本的に薬液などを使わずに水とブラシのみで洗う方式。架台高さで洗浄ユニット連結。汚れ次第で洗浄効果5～10%程度を想定。
	草刈り	GPS位置情報内蔵、一般走行条件で、蓄電池の満充電時には約2時間、連続走行で約135m ² /時間範囲で草刈。充電ステーションで約1時間で満充電。人件費削減効果が期待。
	除草剤散布	除草剤の散布作業は、人手により除草剤が入ったタンクを背負いこのタンクの下に接続され散布機で地面に散布するが、散布を自動化、移動をリモートで負担を軽減、また均一散布に貢献
今後の期待	自動化ならびに、半自動化の導入については、いずれも導入要件整備が重要 <ul style="list-style-type: none"> ・パネル洗浄は、パネルメーカーによっては洗浄条件不適の場合がある ・草刈りについては、走行環境条件の拡大とコスト低減化への期待 ・除草剤散布については、草刈り同様に走行条件制約の拡大 	



ネクストエナジーアンドリソース社から出典



ハスクバーナ・ゼノア社から出典



レインボー薬品株式会社 出典

代表的な例

1. ドローン活用事例

パネル不具合診断 / ドローン自動運転実証
竣工検査に活用 / 影の影響評価と発電量改善
安全管理・安全確認 / 効率的な航行運用
EL測定による故障診断

2. ロボット自動化

パネル洗浄 / 自動搬送草刈り / 除草剤散布

3. データ取りまとめ

検査データ・報告書などの電子化、データ電子化2次活用
複数発電所の発電データ一元化・異常アラート

4. AIによる、故障診断

常時監視データのAI解析による、駆けつけ頻度低減
ストリング・PCSデータから、故障種類のAI診断

5. 測定機器の開発

インピーダンス測定 / 絶縁抵抗計（短絡なしで）
直流絶縁監視 / アークフォルト検知