

発電事業者向けアセットマネジメントシステムでの 太陽光発電設備の異常検出と原因推定

Anomaly Detection and Cause Estimation of PV Equipment in Asset Management Systems for Power Generation Companies

*電力システム製作所

要 旨

三菱電機は国内の主要な電力流通事業向けにアセットマネジメントシステムを提供してきた⁽¹⁾。2050年カーボンニュートラル達成に向けて再生可能エネルギー（以下“再エネ”という。）の需要は今後も更に増していくことを鑑みて、当社はアセットマネジメントシステムの発電事業者への製品展開を図っている。アセットマネジメントの基本概念（現状分析・将来予測・計画立案）を念頭に、当社独自の波形解析技術を活用して太陽光発電(PV)設備の現状分析技術（異常検出・原因推定）を開発した。異常の原因を推定できることで異常内容に応じた最適な対処方法を立案できるため、過剰な保守費用の抑制及び保有資産の価値最大化を図れるようになる。今後は現状分析技術に加えて将来予測技術を確立し、再エネ設備の効率的な普及・運用に貢献していく。

1. ま え が き

アセットマネジメントシステムとは、各組織が自社の事業を支える設備・人員などの事業資産（アセット）に対して最適な投資計画の立案・運用・保守（マネジメント）を行う活動を支援するためのシステムである。当社がこのアセットマネジメントシステムを電力流通分野で開発・提供してきた経緯を述べる。

電力流通分野では、高度経済成長期に国内で多くの電力インフラ（送電線・変圧器・電柱・電線など）が構築された。各設備インフラは高経年化し、修繕・更新・再編成など必要な処置を施して、社会インフラとしての機能を維持していく必要がある。しかし、電力流通インフラ設備は数が膨大であり、戦略的な視点（いつ、何を、どのように）で対処方法を計画していく必要がある。

一方、発電分野のうち特に再エネ発電分野のPVでも、電力流通分野と同様にアセットマネジメントのニーズが高まることが予想される。背景として、PVは2012年にFIT制度（Feed In Tariff：固定価格買取制度）^(注1)が始まって、それに伴って多くのPV設備が構築された。このFIT制度が終わりに近づいて、PV事業を手放して、更に多くのPV設備を束ね

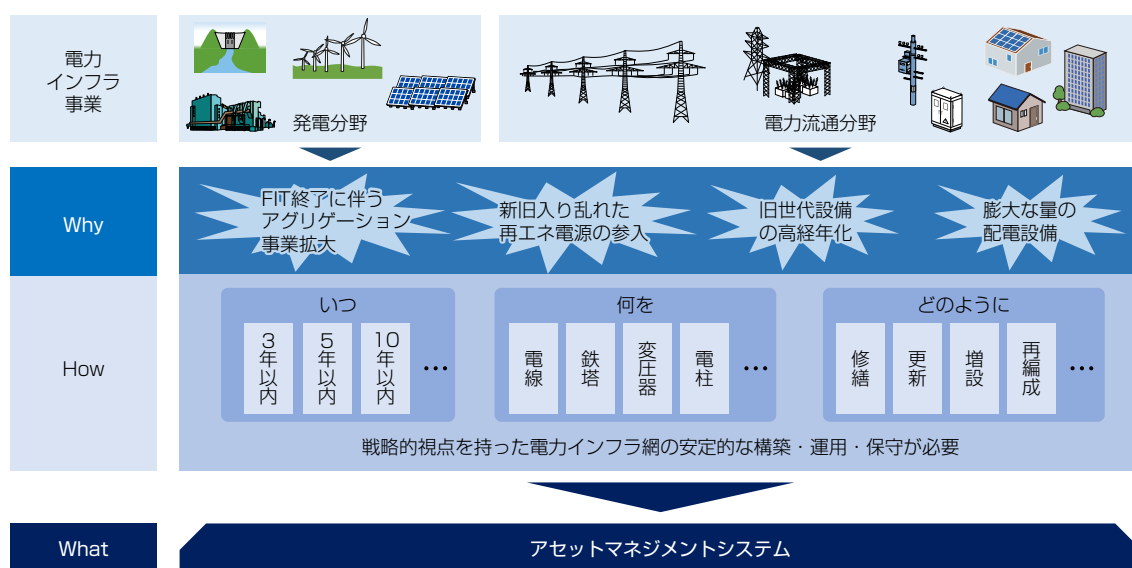


図1-電力インフラ事業でのアセットマネジメントシステムの必要性

る事業者(再エネアグリゲーター)に発電設備の委譲が進められている。各アグリゲーション事業者は新旧入り乱れたPV設備を抱えることになり、適切な運用・保守の計画立案の必要性が高まっていくと予想される。

このような背景を踏まえて、当社としては電力流通分野で培ったノウハウと社内保有の分析技術(波形解析技術)を活用し、発電分野でのアセットマネジメントシステムの開発・検証を進めている(図1)。

本稿では電力流通分野で提供してきたアセットマネジメントシステムの概要と、発電分野のうち特に再エネ発電分野でのアセットマネジメントシステムの取組み内容について述べる。

(注1) 10/20年間、固定価格で再エネ電力を買い取ることが保証される制度。

2. アセットマネジメントシステム

ビジネス領域で用いるアセットという用語は、各ビジネス組織が自社の事業を支える設備・人員などの事業資産を指している。この事業資産(アセット)の最適な投資計画の立案・運用・保守を行う活動を支えるのが、アセットマネジメントシステムである。

電力流通分野では、各発電所で作られた電気を各利用者(需要家)に対して届けるための送電・変電・配電といった電力網を支える各種インフラ設備(送電線・変圧器・電柱・電線など)があり、これを電力流通分野のアセットと呼ぶ。当社はこの電力流通分野でアセットマネジメントシステムの開発・提供・普及に貢献してきた。

当社の取組み内容を述べる上で、まずアセットマネジメントシステムの概要を次に述べる。

2.1 電力流通分野でアセットマネジメントが必要になった背景

高度経済成長期(1955~1972年頃)に、全国的な経済成長を支えるため多くの電力インフラ設備が構築された。現在、それら大量の電力インフラ設備は高経年を迎えているため、修繕・更新・再編成など必要な処置を計画的に施して、社会インフラとしての機能を維持していく必要がある。

しかし、電力インフラ設備は数が膨大であり、それらを維持するための対処リソース(技術・材料・人員・予算)が限られているため、単に古い順に対処していくなど安易な方針を打ち出すことではインフラ設備の安定稼働を保障することが難しい。そのため、限られたリソースの中で戦略的な視点(いつ、何を、どのように)から優先度を決めて、インフラ設備の維持計画をいかに推進していくかが重要になっている。

2.2 アセットマネジメントの内容

インフラ設備への対処方法の優先度を決めるために、まず、インフラ設備に対するアセスメントが必要になる。アセスメントとは、一般的に“客観的な情報収集や分析に基づいて、対象を評価・査定すること”を意味するが、電力流通分野では、経年、重要性・緊急性、設備の種類・特徴などによって、各設備の資産価値を定量化していくことを指す。

次に、マネジメントのポリシーを設定する。マネジメントのポリシーとは、リスク最小化・リソース配分の平準化・コストミニマムなど、資産価値と対処リソースを踏まえてどのように対処を推進していくことが効果的か、計画立案の指針になる対処戦略のことである。このマネジメントのポリシーに従って対処計画素案を作成し、その後、リソースの制限・規制当局から指定される対処目標(時期と物量)などを念頭に、計画の最適化(対処時期、内容の再編成)によって、最終目標を達成しつつ、制限されたリソースで無理のない計画を立てることができる。

一旦計画を立案した後は、立てた計画に従って対処を進めつつも、途中で発生し得る様々なイベント(法制度の変更、自然災害の発生、社会的・経済的な事象の発生)を受けて、適宜、対処計画の見直し(対処時期・内容の再編成や投入リソース制約の見直し、緊急対応の要否など)を行い、長期にわたって安定的で無理のない計画遂行を進めていくことが重要である。

2.3 アセットマネジメントでの当社の取組み

当社は2.2節で述べたアセットマネジメントフローを推進・支援するためのアセットマネジメントシステムを開発し、国内の主要電力流通事業向けにアセットマネジメントシステムを提供してきた(図2)。

提供しているシステムの機能の概要を次に述べる。

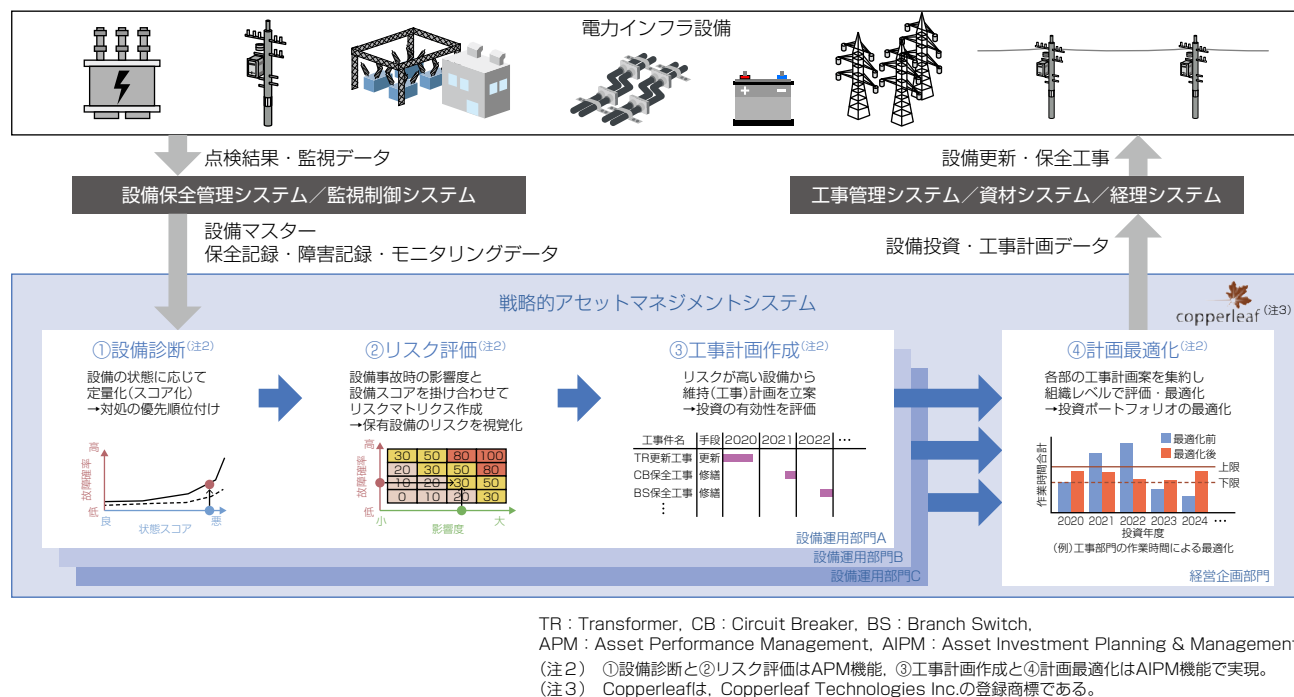


図2-当社の電力流通事業向けアセットマネジメントシステムの概要

(1) 現状分析

各インフラ事業者が抱えるアセットの情報を、設備管理システムとのデータ連携によって情報を入手し、各アセットの固有情報（経年、メーカー、設置環境、運用情報など）を基にアセスメント（リスク量や影響度合いの計算）を実施する。

(2) 将来予測

アセスメントの結果、どのようなリスクボリュームが変化していくかを将来予測する。

(3) 計画立案

将来予測の結果と、各事業者が定めるポリシー、各種制約（リソース、レギュレーション、コスト）に従って、最適な計画を提案・提供する。

(4) 実績反映と計画棚卸し

各年次に実施した対処活動の実績を踏まえて、アセスメントへのフィードバック及び最適化された計画との齟齬（そご）の確認、再調整などを実施する。

3. 再エネ発電分野のPVでのアセットマネジメントへの取組み

この章では、再エネ発電分野のPVでのアセットマネジメントへの取組みを述べる。

3.1 再エネ発電分野のPVでのアセットマネジメントの必要性の背景

2050年カーボンニュートラル達成に向けて再エネ需要の高まりは継続し、今後もますますPV設備は増えていくことが予想される。一方、FIT制度が終わりを迎えて、事業者の撤退（再エネアグリゲーターへの委譲）が進んで高経年の発電設備が増えることも同時に予想される。アグリゲーション事業の普及によって、各事業者は新旧入り乱れたPV設備を抱えることになり、適切な対処の必要性が高まっていくと予想される。

3.2 再エネ発電分野のPVに対する当社の取組み状況及び課題

そのような状況を鑑みて、当社は電力流通分野で培ったノウハウを活用し、再エネ発電分野のPVでのアセットマネジメントシステムの開発・検証を進めている。しかし、PV設備にアセットマネジメントのスキームを取り込むことで、次のような課題がある。

(1) PVの発電量は機器そのものの性能より外部の影響を受けやすい

PVは、文字どおり太陽光の変動によって発電量が変化するため、日射量がアセスメントでの重要なパラメーターになる。PVの発電量は、日射量にある程度の相関で比例しており、一般的には発電効率(発電量÷日射量)を使用して、運用中の監視や問題点の検出(アセスメント)を行う。

一方、PVは、設置環境に応じて、次のような外部の影響を受けやすいという特性がある。

- ・自然物：樹木・雑草類の影、動物などによる獣害(ネズミがケーブルをかじる、野鳥がパネルに糞(ふん)をするなど)
- ・人工物：周辺建造物の影、設備から飛来するほこり・油、車両の排気ガスによるパネルの汚れ
- ・気象現象：天候(雨、風、雪)による日射量の低下
- ・災害類：悪天候(大雨、強風、大雪など)に伴う災害(土砂崩れ、飛来物、積雪など)や人災(ケーブル盗難など)

(2) 発電量の変化と影響要因との因果関係の判断材料が乏しい

先に述べたとおり、PVは外部環境からの影響を大きく受けることから、次のように運用上の判断が難しい。

- ・発電効率低下が単純に経年劣化によるものなのか、外部の影響によるものなのか、自然現象なのか、人為的なものか
- ・その影響は放っておいて良いのか、対応を急ぐのか

これらのように、PVアセットの適切な運用・保守をする上で、単純に発電効率を監視・アセスメントしていても、その適切な対処方法を判断するための情報としては乏しいと言える。

3.3 課題に対する解決策

当社は、3.2節で述べたとおり、PVアセットのアセスメントの難しさを鑑みて、独自の波形解析技術を活用してPV設備のアセスメント技術として現状分析(異常検出・原因推定)を行う技術を開発した(特許出願中)(図3)。その内容を次に述べる。

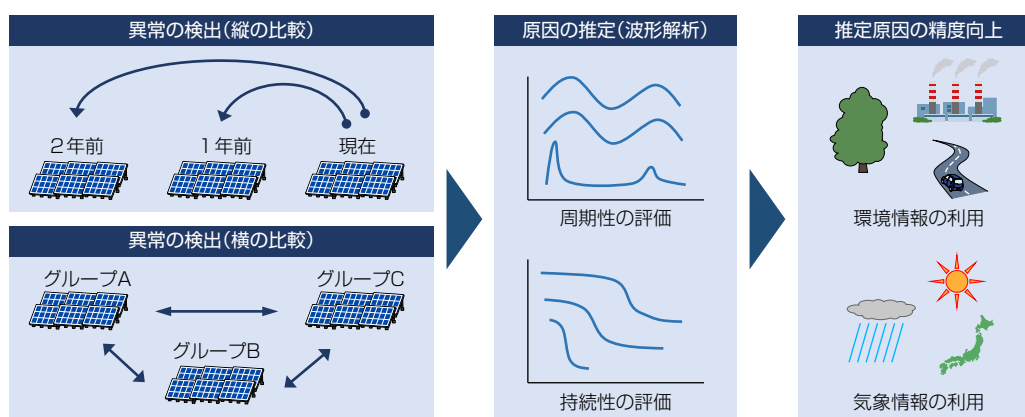


図3-PV設備でのアセスメント方法の開発内容

(1) 発電効率の比較による異常検出(縦比較, 横比較)

PV設備が外部の影響を受けやすいことを逆手に取って、外部環境の変化の有無(時間的変化、地形的変化)を参考にして、異常の有無を検知するアプローチを採用している。使用するパラメーターは発電効率であるが、その発電効率の変化を次の観点から比較し、異常が発生している対象(いつ、どこで)を判断する。

- ・縦比較(時間的変化を利用)：過去の同じ時期・時刻の発電効率と現在の発電効率を比較する手法
 - ・横比較(地形的変化を利用)：太陽光パネルを一定の単位でグルーピングし、グループ間での発電効率を比較する手法
- これらの二つの比較手法を組み合わせると、発電効率の差異から異常の有無を検出することが可能である。

(2) 発電効率の変化を“波”として捉えて、その波形によって異常原因を推定

発電効率の差異を主に“周期性”・“持続性”の観点から評価する。周期性の例として、樹木・雑草類・周辺建造物による影が発電効率の低下をもたらす場合、その変化は特定の時間帯に起きるなどの特性がある。持続性の例として、雨・雪などの天候による発電効率の低下は数日後には自然回復するが、土砂崩れ・強風などの災害類がもたらすパネル変形による発電効率の低下は自然回復しないという特性がある。

(3) 環境情報・気象情報による推定原因の精度向上

発電効率の波の特徴に加えて、環境情報(森林がある、生活道路がある、動植物が多い、川・湖・海などが近いなど)や気象情報(天気、雨量、風速など)を加味して異常波形の発生要因を分析し、高い精度で異常原因を推定し、これをシステム利用者に提示して適切な判断を促すことができる。

これらの技術(異常検出・原因推定)によって、PVの運用・保守での対処方法の決定過程で、次の判断材料を提供することが可能である。

- ・自然回復見込みの要因で異常が発生：現地調査は不要。リモートで発電効率の変化を監視する対応を取る。
- ・対処介入が必要な要因で異常が発生：現状の発電量と目標値の整合を踏まえつつ、現地調査や対処の計画を進める。

4. 今後の展望

今回の現状分析技術の開発に活用した波形解析技術は、次のような将来予測のシーンでも活用が期待できる。

- ・何も対処しない場合、どのように発電効率に変化(低下)していくと予測されるのか。その場合でも、PV設備の投資回収は可能なのか。
- ・発電量目標値を踏まえつつ、いつ対処(発電量回復)するのが費用対効果を最大化できるのか。

今後、この将来予測技術の開発・検証を進めて、さらには計画立案技術へと実装範囲を広げていくことで、PV向けアセットマネジメントシステムが提供できるようになると考えている。

5. む す び

当社はアセットマネジメントシステムの開発・提供によって電力流通分野での安定的な電力インフラ網の維持に貢献してきた。今後もアセットマネジメントシステムを通じて、発電分野のうち特に再エネ発電分野の発展・安定供給に貢献していくとともに、再エネ普及による持続可能な社会の実現に向けて寄与していく。

