

特別企画

雷害対策

解説記事

「新エネルギーの雷害対策」

(株)昭電 柳川 俊一

「新エネルギーの 雷害対策」

(株)昭電 柳川 俊一

1 はじめに

近年、低炭素社会の実現に向けた取り組みとして、新エネルギーの利用拡大と電気のスマート利用がある。新エネルギーには、風力発電設備と太陽光発電設備などの分散電源があり、これらを電力系統に接続して電力の供給網を構築している。

風力発電設備は山間部や沿岸部などの風況の良い所に設置されており、風車も大型化していることから、直撃雷による被害の発生確率が非常に高くなっている。中でもブレードの被害は深刻な問題となっているが、制御機器や通信機器の被害も多く報告されており⁽¹⁾、運転停止による設備利用率の低下、サービスの低下を招いているのが現状である。

被害部位の多くは、制御機器内のCPUや通信機器が占めており、やはり設備に使用されている機器の電子回路化による雷に対する耐力が弱くなっていることが原因となっている。また、風車にはタワー上下部に電気・電子機器が配置され、それらをメタルのケーブルで接続していることも被害発生の一因となっている。

太陽光発電設備は、風力発電設備とは異なり、非常に広い敷地や建物の屋上などの太陽光の遮へいとなる構造物がない場所に平面的に配置されることから、落雷時における電位差が発生しやすい環境にあるものといえる。中でも被害を受けやすい機器として、パワーコンディショナー（以下

PCS）や環境計測装置などがある⁽²⁾。これらは他の電気電子機器と比べ、雷に対する耐性が比較的高く設定されているが、これらの機器をメタルのケーブルで接続し、システムとして構成していることも被害発生の一因となっている。これらにより、太陽光発電設備も風力発電設備同様、運転停止による設備利用率の低下、サービスの低下を招いている。

風力発電設備はウィンドファームのように複数の風車を接続して系統に連系し、太陽光発電設備は複数のブロックの太陽光発電設備を接続して系統に連系しており、一種のネットワークを構築している。近年ではこれらに加えて、分散電源の多数導入時の影響を考慮した系統連系として、日本型スマートグリッドの構築を目指している。

また、電気の利用者は電気のスマート利用の拡大として、IH技術の活用やEVの利用など、ますます電化が進むものと考えられる。このスマートグリッドにもICT技術が応用されることになり、ICTによる需要家の参加やエネルギー管理の最適化など、電力系統と連系して協調運用することになる。

したがって、今後、電気の製造者側、電気の利用者側、データの管理者側の設備を雷から保護することが必要になってくるため、接地による等電位化や、環境に適応したSPD（Surge Protective Device）を適正に配置し、適正な施工は必要不可欠となる。

2 風力発電設備の雷害対策

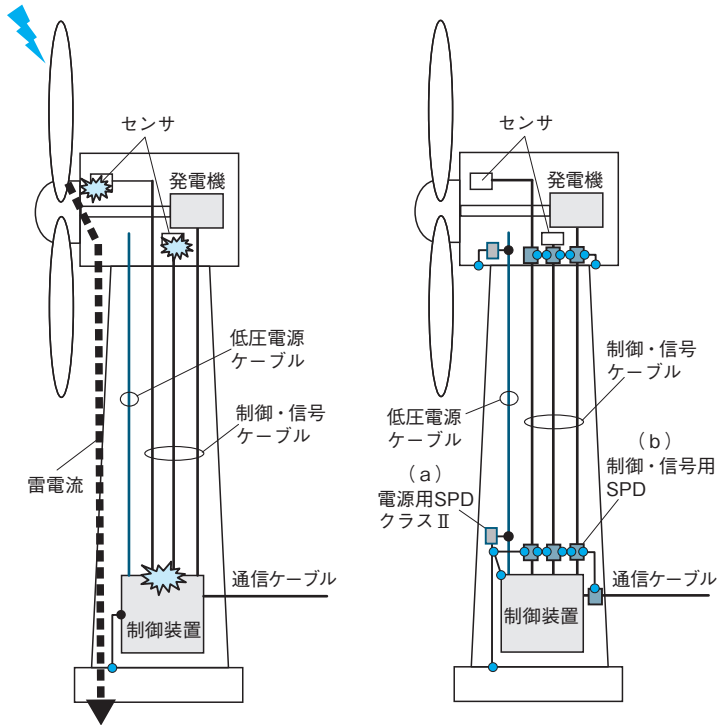
上下間にケーブルが敷設される風力発電設備では、制御回路や自動火災報知装置など、風車の上部にセンサーがあり、風車の下部に制御部や監視部がある装置に雷被害が多く発生している。

これは、第1図に示すように、風車への落雷電流により上下間に敷設されているメタルケーブルに誘導電圧が発生し、装置を破損させたものと考えられる。

これらの対策として、第2図に示すようにタワー上下間の制御線、信号線、低圧電源線の装置接続部にSPDの設置が必要となる。このとき、SPDの接地端子に保護する装置の接地を接続することが重要である。

また、ウィンドファームのように複数の風力発電設備間をメタルの制御線で制御している場合、第3図に示すように、風車への落雷による接地電位上昇と電位差で発生する被害防止のために、各風力発電設備の接地抵抗を低減することや、各風力発電設備の制御線引込み箇所には制御回路用SPDの設置が必要となる（写真1）。

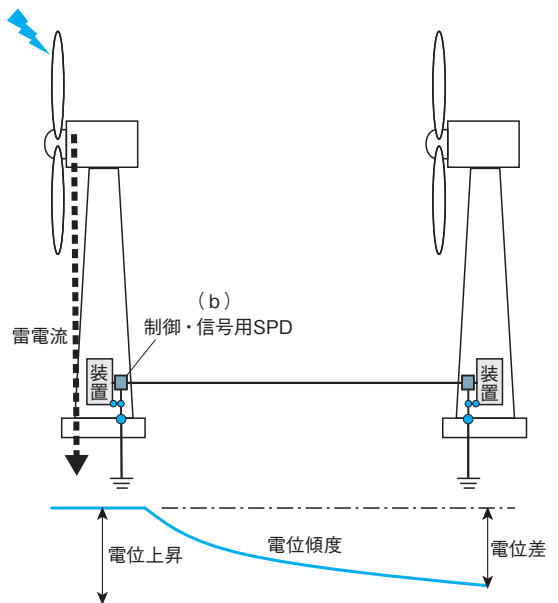
ここで、各風力発電設備の接地を接続することで、定常抵抗（商用周波による接地抵抗）は低減するが、雷のように非常に速い現象においては、早い時間領域では過渡接地インピーダンスが支配することになるため、定常抵抗が低くても大きな



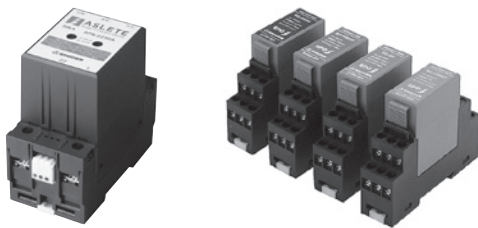
第1図 風力発電設備の雷被害

第2図 風力発電設備の雷害対策

電圧が発生することがある。したがって、風力発電設備ごとに接地抵抗の低減を実現させることが望ましい。



第3図 複数の風力発電設備の雷害対策例



(a) 電源用SPDクラスII (b) 制御・信号用SPD

写真1

3 太陽光発電設備の雷害対策

太陽光発電設備では、家庭用を除き、非常に広い敷地や建物の屋上などの太陽光の遮へいとなる構造物がない場所に平面的に配置され、各装置をメタルのケーブルで接続している。中でも、PCSや環境計測装置などに雷被害が多く発生している。ある施設では、広大な敷地にある建物の屋上に太陽電池モジュールと環境計測装置を設置し、敷地入口地表面上に発電量と環境情報を示す情報表示板が設置されており、落雷のたびに情報表示板に不具合が発生するとの報告がある。

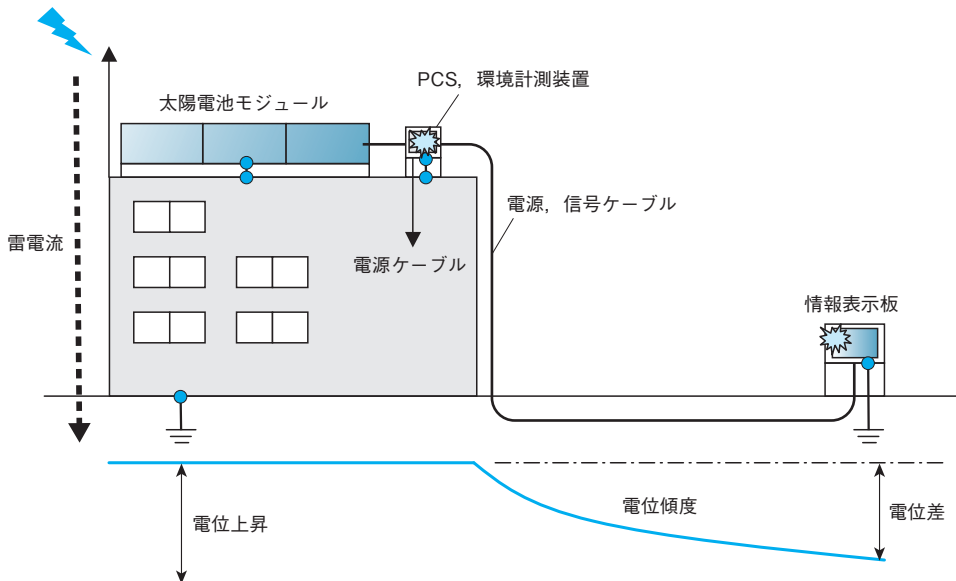
これは第4図に示すように、太陽光発電設備またはその周辺への落雷により各装置間に電位差が

発生し、装置を破損させたものと考えられる。

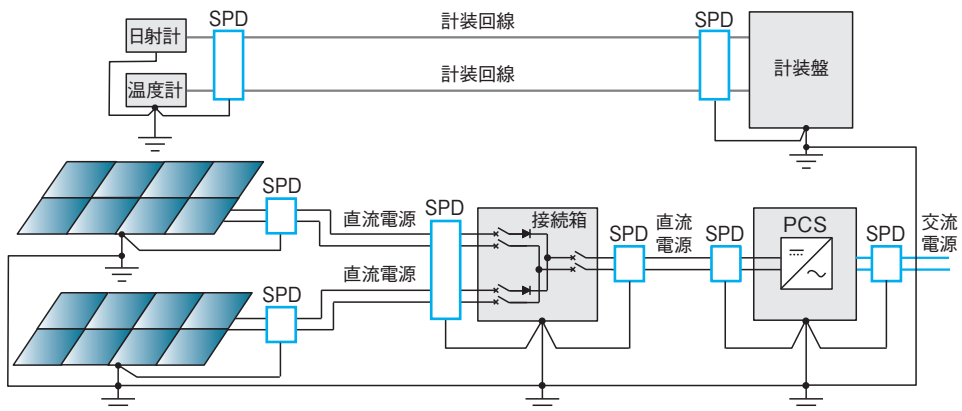
第5図に示すように、これらPCSおよび環境計測装置などを雷から保護するためにSPDが必要となる。太陽電池モジュールからの直流電源系統は最大600V程度が課電されるため、最大連続使用電圧(Uc)を高く設定した太陽光発電専用の直流用SPDを設置することが必要である。

また、これ以外にもPCSの交流側、各種センサー信号の保護としてSPDを設置することが必要である。PCSの交流側には低圧電源用SPDを、各種センサー信号はRS485の伝送システムを用いることが多いため、制御通信用SPDを設置する(写真2)。

家庭用においては、設置面積が小さく、また直



第4図 太陽光発電設備の雷被害例



第5図 太陽光発電設備の雷害対策例



(a) 直流電源用 SPD (b) 電源用 SPD クラス II (c) 制御・信号用 SPD

写真2

撃雷の可能性が低いものとする、系統側からの雷に対する PCS の対策として、低圧電源用 SPD を設置しておくことが望ましい。

4 EV に関連した雷害対策

近年、低炭素化社会の実現に向けた取り組みとして、今後増加する EV の充電設備は、家庭のほか、移動中や移動先においても設備の必要性が生

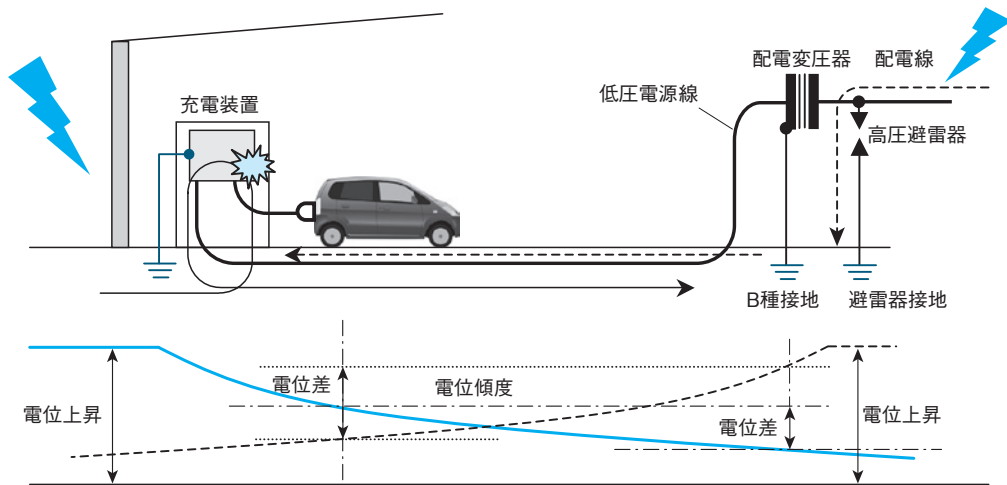
じてくるとされる。移動中や移動先の設備は郊外になることも考えられ、地域によっては充電中における雷被害の可能性も高くなる。

EV の充電設備の雷被害は、落雷時における電位差により発生するものと予測される。

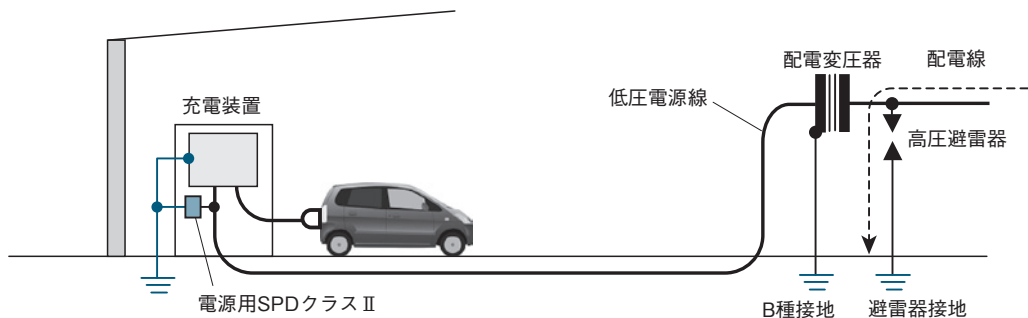
第6図は EV の充電設備の予測される雷被害のメカニズムの一例を示したものである。

図中実線は充電設備周囲に直撃雷があった場合、破線は低圧配電線から雷が侵入した場合を示している。いずれの場合も充電装置の接地と電源線との電位差により被害が発生するものと考えられる。

この対策として、第7図に示すように、充電設備の電源線に低圧電源用 SPD を設置することが必要である (写真3)。



第6図 充電設備の予測される雷被害のメカニズムの一例



第7図 充電設備の雷害対策の一例



写真3 電源用 SPD クラスII

また、新エネルギーをEVの充電設備に関連させることも十分考えられることから、前述した新エネルギー対策と併せて実施することも必要となる。

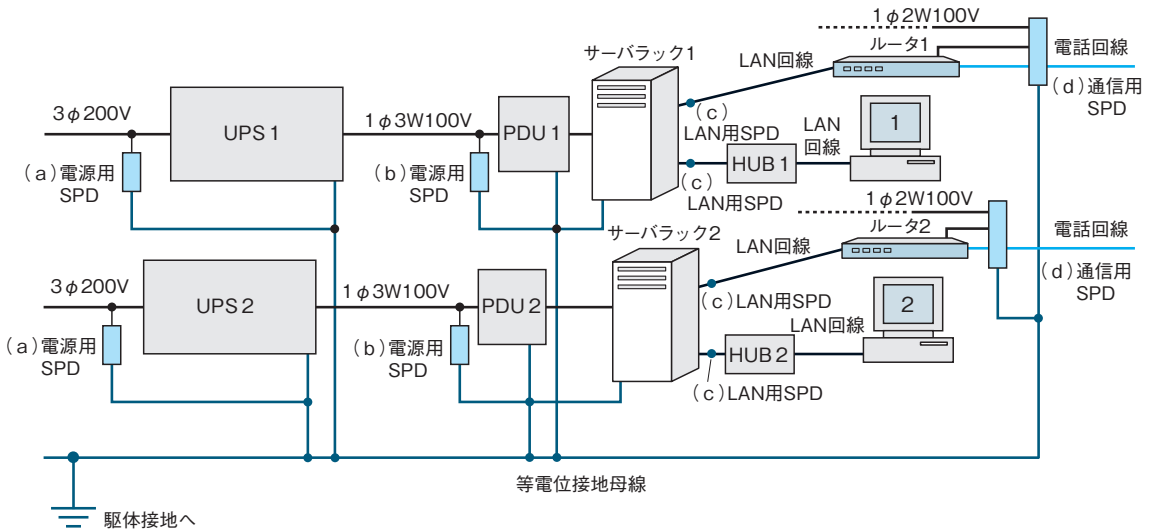
5 データセンター等の防雷対策

近年の情報社会においては、ネットワークコン

ピューティングからクラウドコンピューティングの時代になり、ユーザーはインターネットなどの環境からさらに外側からのサービスを受けることができる環境に発展し、ネットワークはさらに面的に広がり、雷害を受ける頻度や可能性が高まってきている。

また、クラウドコンピューティングでは、基本的にはすべてのデータがクラウドに集約され、ビジネスロジックやユーザーインターフェイス、セキュリティなど幅広いサービスが展開される。

前述した新エネルギーも多数導入時の影響を考慮した系統連系として、スマートグリッドが構築された場合、電気スマート利用の拡大として、IH技術の活用やEVの利用などに展開される。このスマートグリッドにもICT技術が応用されることになり、データの管理や協調運用をつかさどることになる。しかし、雷害によってクラウド



第8図 一般的なデータセンターの対策の一例



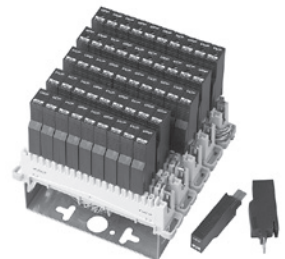
(a) 電源用 SPD クラスI



(b) 電源用 SPD クラスII

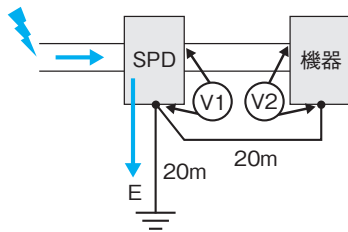


(c) LAN用 SPD

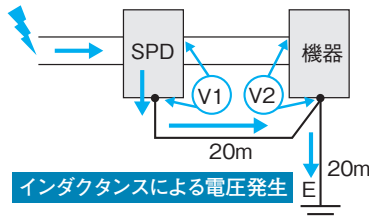
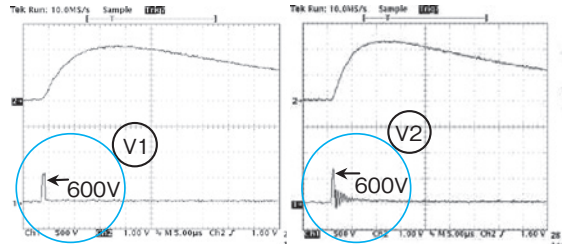


(d) 電話用 SPD

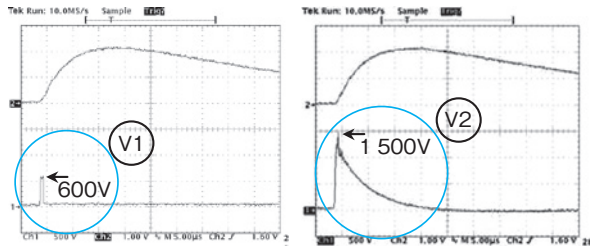
写真4



第9図 機器の接地をSPDの接地端子経由で接地極に接続した構成で試験を実施した結果の一例



第10図 SPDの接地を機器の接地端子経由で接地極に接続した構成で試験を実施した結果の一例



側やネットワークに障害が発生し、データの損失やサービスの停止によるサービスが利用できなくなると、クラウドコンピューティングを利用する企業の経営も停止する恐れがあり、危機的な状況に陥ることも想定される。

雷からこれら環境（機器・設備）を保護するために、環境に適応したSPDを適正に設置し、適正な施工を施すことが重要である（写真4）。

第8図は一般的なデータセンターの対策の一例である。

6 SPDによる対策の留意点

雷害対策に関して、接地線も重要な要素である。せっかくSPDを設置して対策を施したのにもかかわらず、被害が発生した例が数多くある。特にSPDの接地線の敷設については注意が必要である⁽³⁾。

第9図は機器の接地をSPDの接地端子経由で接地極に接続した構成で試験を実施した結果の一例である。図に示すように、SPDの出力部の電圧V1と機器入力部の電圧V2が同じ電圧に抑制されており、接地線が多少長くても影響が現れていないことがわかる。

第10図はSPDの接地を機器の接地端子経由で接地極に接続した構成で試験を実施した結果の一例である。SPDの出力部の電圧V1に対して機

器入力部の電圧V2が大きくなっており、SPDの接地線のインダクタンスによる電圧降下が機器に加わっていることがわかる。

7 おわりに

近年、低炭素化社会に向けた取り組みが進む中、新エネルギー設備の増加に伴う電力の供給グリッドの構築が進められている。電力のスマート利用の拡大として、EVの充電設備も今後増加するものと想定される。これら電力供給グリッドや電力のスマート利用にはICT技術が応用されており、ネットワークは面的に広がりを見せている。

今後、安全・安心・安定運用を実現させるために、これら設備を雷から保護することが必要になってくる。接地による等電位化や、環境に適応したSPDを適正に配置し、適正な施工が必要不可欠となるため、紹介した雷害対策手法が参考になれば幸いである。

◆参考文献◆

- (1) NEDO：「風力発電システムにおける落雷対策」, (1999)
- (2) NEDO：「太陽光発電システム 雷害の状況・被害低減対策技術の分析・評価などに係る業務」成果報告書, (2009)
- (3) 柳川俊一：「雷から高度情報化社会を守るには～雷害とその対策～」, 日本信頼性学会, (2008-6)