

IEC における規格化の動向

Trends of standardization in IEC

吉岡康哉*

1. はじめに

近年、分散型電源の導入拡大により、電力系統運用における需給変動対応や潮流・電圧管理の複雑化が懸念されるようになってきた。この課題に対して、電力の安定供給と品質維持を目的として、分散型電源に対する信頼性、安全性及び品質の向上が要求されるようになり、また、系統全体を考慮した分散型電源の相互運用性の要求も高まっている。このような背景から、分散型電源の電力品質に係る要件の標準化が議論されるようになり、系統保護要件の標準化だけでなく、電圧制御や周波数制御などの系統サポート機能の規格化が地域レベル、国際レベルで進められている。

例えば、欧州では欧州委員会が欧州標準化組織に対してスマートグリッドに関連する要請(Mandate) M/490を2011年に発行した。この要請に従い、低圧系・中圧系の分散型電源系統連系要件の整備が行われ、低圧系については2014年に、中圧系については2015年にかけて技術仕様の整備が進められ^(1,2)、2018年に欧州規格EN 50549が発行された。

米国では、連系する電圧階級に依らず、10MVA以下の発電設備の系統連系時には、「IEEE 1547 (Standard for Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems)」に準拠することが、連邦法「Federal Energy Policy Act of 2005」で規定されている。2014年ごろから全面改定が行われ、能動的電圧調整機能や電力系統サポート機能が新たに連系要件に追加され、さらに分散型電源の相互運用性及び情報通信の要件が追加され、2018年に改訂版が発行された⁽³⁾。

同様の動きは国際レベルでの進められており、国際電気標準会議(International Electrotechnical Commission, 以下IEC)では、2016年より電力系

統技術委員会IEC/TC8と太陽光発電システム技術委員会IEC/TC82との間で「太陽光発電システムを対象にした系統連系要件規格」および「連系要件適合試験方法規格の整備」の検討が始められ、この動きは蓄電システムや回転機型分散型電源へと拡大している。

そこで、本稿では、太陽光発電装置を含めた分散型電源の系統連系要件国際標準化の動向について解説する。

2. 系統連系要件国際標準化提案の経緯

2015年11月に南アフリカのプレトリアで開催されたIEC/TC82国際会議において、太陽光発電システムの系統連系要件を規定するIEC 61727第2版⁽⁴⁾の改定がスイスより提案された。その際、EN 50549やIEEE 1547の改定状況、また、IEC/TC8で進められている分散型電源関連の国際標準化動向が報告された。

IEC 61727第2版は2004年に発行された古い規格であり、対象を10kW未満の家庭環境に設置される太陽光発電システムのみとしていたことと、日本では当時既に導入されていた系統擾乱時の運転継続要件であるFault Ride Throughなどの系統保護要件が規定されていないなど、市場ニーズに合わない規格となっていた。一方、IEC/TC8では、2011年より中国の提案で分散型電源の系統連系要件の国際標準化が進められており、系統周波数や系統電圧の変動に対する耐性や系統周波数変動に対する分散型電源の有効電力制御機能などが規定された技術仕様IEC/TS 62786⁽⁵⁾の策定が行われていた。

* 富士電機株式会社

〒191-8502 東京都日野市富士町1番地

Fuji Electric Co., Ltd.

1, Fuji-machi, Hino-city, Tokyo 191-8502

スイスの提案に対しカナダからは「IEC 61727 に過剰な連系要件を規定することは不要である。系統サポート機能は分けて考えるべき。」との意見があったが、スイスは「系統サポート機能は太陽光発電システムを構成するインバータに具備されるため、IEC/TC82 として系統連系要件の見直しが必要である。」と主張し、南アフリカからもスイスの提案を支持する発言があった。これらの議論に対して、日本より EN 50549 や IEC/TS 62786 を精査し、IEC 61727 に追加する要件を明確にするよう提案した。協議の結果、南アフリカ、中国、カナダ、日本のエキスパートで構成されたタスクフォースチームが組織され、IEC 61727 の改定要否を検討することとなった。

2016 年 5 月にアメリカのフェニックスで開催された IEC/TC82 国際会議において、スイスより IEC 61727 第 2 版改正提案について以下の方針が示された。また、下記方針を 2016 年 10 月に予定されている IEC/TC8 国際会議で IEC/TC82 として提示するとの提案があり合意した。

- (1) IEC/TC8 と IEC/TC82 の合同作業グループ (JWG) を設立し、TC8 主導で太陽光発電システムを対象とした系統連系要件を策定する。
- (2) 適用範囲は系統連系要件としての保護や安全を含む。
- (3) 系統の電力品質や発電装置に対する要件は除外する。
- (4) IEC/TC8 で策定が進められている IEC/TS 62786 とは分離して策定するが、IEC/TS 62786 のシリーズとして発行する。

2016 年 10 月にドイツのフランクフルトで開催された IEC/TC8 国際会議で、南アフリカが IEC/TC82 を代表して上記方針を説明し、日本からは日本が主導して太陽光発電システムを対象とした系統連系要件の策定を進めることを提案し承認された。また、提案書を日本が作成し、提案書が承認された後に TC8 と TC82 の JWG を新たに設立することが合意された。

3. 太陽光発電システムの系統連系要件規格提案

3.1 国際規格提案

太陽光発電システムの系統連系要件を IEC/TS 62786 のシリーズとして発行することと、新たな規格提案やプロジェクト発足には技術委員会の総会での承認が必要であったことから、IEC/TS 62786 第

1 版が発行された 2017 年 4 月以降の 2017 年 10 月にロシアのウラジオストックで開催された IEC/TC8 総会で、太陽光発電システムを対象にした系統連系要件の策定を提案し、以下の方針が承認された。

- (1) 系統連系要件策定は TC8 と TC82 の合同作業とし、TC8 の JWG で検討を進める。
- (2) 太陽光発電システムを対象にした連系要件適合試験規格を TC82 で策定する。
- (3) IEC/TS 62786 第 1 版策定のために組織されていたプロジェクトチーム PT62786 は、TC82 との合同作業グループ JWG10 に移行する。

また、IEC/TC8 総会開催前日に開催された PT62786 会議で、中国よりエネルギー蓄電システム (Energy Storage System, 以下 ESS) の系統連系要件策定が提案されたことから、IEC/TS 62786 シリーズは以下の構成とすることが合意された。

- (1) 改定後の IEC/TS 62786 第 1 版は Part 1 とし分散型電源系統連系要件の一般要求事項を規定する。
- (2) Part 2 では太陽光発電システムに関する要件を規定する。
- (3) Part 3 では ESS に関する要件を規定する。

IEC/TS 62786 シリーズ策定のプロジェクトリーダーは、PT62786 会議では PT62786 のリーダーであったイタリアと中国のエキスパートが継続して担当することが提案されたが、翌日の IEC/TC8 総会では TC8 議長から以下が提案され合意した。

- (1) JWG10 のリーダーは、PT62786 リーダーであったイタリアと中国のエキスパートが継続して担当する。
- (2) Part 1 のプロジェクトリーダーは、JWG10 のリーダーが担当する。
- (3) Part 2 のプロジェクトリーダーは日本が担当する。
- (4) Part 3 のプロジェクトリーダーは中国が担当する。

3.2 提案内容

日本からの Part 2 策定提案には、以下の地域規格調査結果を反映した。

- (1) 欧州では回転機や蓄電システムも含めた分散型電源の系統連系要件規格化の審議が進められており、2018 年に低圧系統および中圧系統に対する連系要件の EN が発行される予定である。EN 50549-1 は低圧系統、EN 50549-2 は中圧系統を対象にしている。連系要件適合試験法についても規格化が好進められており、EN 50549-10 として 2018 年に発行

される予定である。

(2) EN 50549は欧州連系規程の柔軟な運用を可能にするために、国内要件を定める際の技術基準として扱われる。“Rate of Change of Frequency immunity (ROCOF)”, “Low Voltage Ride Through (LVRT)”, “High Voltage Ride Through (HVRT)”など系統急変に対する応動が規定されているほか、周波数変動や電圧変動時の電力制御についての規定も低圧系、中圧系のそれぞれで規定されている。

(3) EN 50549-3はEN 50549-1/-2に合わせて、LVRT, HVRT, 周波数変動や電圧変動時の電力制御のそれぞれについて章を設け、個別に試験方法を規定する。

(4) 米国の系統連系要件を規定しているIEEE 1547は2017年中に全面改訂が完了する予定である。

(5) IEEE 1547全面改訂では、電力品質維持向上のための電力制御機能に関する要件と、系統事故時保護機能に関する要件が追加される。IEEE 1547全面改訂で追加される電力制御機能や系統事故時保護機能は、IEC/TR 61850-90-7⁽⁶⁾で整備している分散型電源の系統サポート機能の定義に反映されている。

また、太陽光発電システムの系統連系要件をIEC/TS 62786のシリーズとして発行することから、IEC/TS 62786とIEC 61727の比較を行い、太陽光発電システムの系統連系要件の整備方針を検討した。以下に比較結果を示す。

(1) 構成：IEC 61727は電気仕様、電力品質と安全保護に関する要件が規定された独自構成であるが、IEC/TS 62786はEN 50549を基に構成されており、電気仕様の他に、系統擾乱体制や電力制御について章が設けられている。

(2) 適用範囲：IEC 61727は10kW未満の家庭環境に設置される太陽光発電システムを対象としている。一方、IEC/TS 62786は電源プラントを対象にした電源設備の連系点での連系要件を規定している。

(3) 系統擾乱に対する耐性：IEC 61727もIEC/TS 62786も電圧変動、周波数変動に対する耐性を規定しているが、規定内容に不整合がある。

(4) 電圧変動、周波数変動に対する出力電力応答：IEC/TS 62786では電圧変動、周波数変動に対する無効電力応答、有効電力応答について規定があるが、IEC 61727には規定がない。

(5) EMCおよび電力品質：IEC 61727, IEC/TS 62786の両方ともにIEC 61000シリーズを参照して、高調波やフリッカ等の要件を規定している。

(6) 電力制御：IEC/TR 61850-90-7で定義されている系統サポートのための電力制御機能については、IEC 61727, IEC/TS 62786の両方ともに規定が無い。

(7) 系統保護：IEC 61727では、単独運転や停電等に対する保護機能について解説があるが、IEC/TS 62786は保護リレーの種類のみを列挙しているのみであり、解説や要件が規定されていない。

(8) 監視制御および通信：IEC/TS 62786には系統運用者と電源プラントとの間の監視制御および通信の必須としているが、IEC 61727には規定が無い。

(9) 適合試験：IEC 61727, IEC/TS 62786の両方ともに規定が無い。

以上の調査結果から、以下の6つの要件を太陽光発電システムの系統連系要件として整備することを提案することとした。

(1) 分散型電源の特性および品質：定常運転範囲や電力品質等を規定

(2) 擾乱に対する耐性：電圧変動、周波数変動に対する耐性を規定

(3) 電力制御機能：IEC 61850で規定している仕様を参照して要件として整備

(4) 並列解列：系統運用者からの遠隔制御も考慮した系統並列、再連系を規定

(5) 監視制御および通信：系統運用者との間の要件を規定

(6) 適合試験：上記5つの要件に対する適合性評価方法を規定

2017年11月にスペインのマドリッドで開催されたTC8とTC82の合同会議で、IEC/TS 62786-2の規定内容について以下で合意した。

(1) IEC/TS 62786シリーズの各Partの構成は、IEC/TS 62786第1版を継承する。

(2) Part 2で太陽光発電システム固有の要件があればIEC/TS 62786第1版の構成に新たに追加し、全体構成はIEC/TS 62786第1版を維持する。

(3) IEC/TS 62786のPart1は、電源設備の系統連系点での要件を規定する。一方、IEC/TS62786のPart2は、太陽光発電システムの系統電力変換装置に対する系統連系要件とする。

(4) IEC/TS 62786のPart2は、系統に接続されるすべての容量、サイズの系統電力変換装置とする。

(5) 太陽光発電システムの電気仕様に関する技術文書の定形書式をIEC/TS 62786のPart2の参考付属書として加える。

(6) IEC/TS 62786のPart2策定の新規提案は2017年12月中に行う。委員会原案発行は2018年3月を

目標期日とする。技術仕様書原案発行は2019年12月を目標期日とする。

(7) IEC/TS 62786 シリーズの改定において、今後も欧州系統連系要件規格 EN 50549 との整合を考慮する。

(8) IEC/TC82 で策定する連系要件適合性評価試験規格は、IEC/TS 62786 の Part1 と Part2 に対する適合評価試験規格とする。

4. IEC/TS 62786 策定審議

2018年1月にIEC/TS 62786 シリーズの Part 2 と Part 3 の新規提案書が4週間の投票期間が設けられてIEC/TS8の各国内委員会に配布された。両方とも規定の賛成国数と必要数の作業メンバーが得られ、2019年3月にドイツのフランクフルトで第1回JWG10会議が開催され、新規提案投票結果に対する審議が実施された。以下では規格提案後の策定作業動向について解説する。

4.1 TS 62786 シリーズ策定方針

第1回JWG10会議の冒頭で、TS 62786 シリーズ策定についてのTC8議長の方針説明があり、「IECにおける規格策定の際のシステムアプローチ」や「IEC System Committee Smart Energyが提唱する系統連系に関する規格開発方針」、「地域規格や各国規格との一貫性（特に欧州規格EN 50549）」などについて、TS 62786 シリーズ策定の際に十分考慮するようとの要請があった。

続いて、新規提案文書に対する各国意見の確認が行われ、分散型電源の一般的な要求をまとめたPart 1と、太陽光発電システムに対する系統連系要件のみをまとめたPart 2、そして、ESSを対象にしたPart 3をJWG10で一括して審議することが再確認され、それぞれのPartに対しタスクフォース(TF)が設立された。Part 2に対してはTF2が、Part 3に対してはTF3が設立され、TF2は日本が、TF3は中国がリーダーに就任した。また、TFはJWG10とは独立した活動が認められた。

新規提案書に対する日本国内委員会からの「IEC/TS 62786-2を独立したプロジェクトで審議するためにJWG10を組織変更すべき。」との提案は、2017年のTC8総会での合意と反することから却下された。

4.2 太陽光発電システム連系要件提案

TFは独立した活動が認められていたことから、TC82の国際会議開催に合わせて、2018年5月にTC82中心のTF2会議を実施した。この会議にお

いて、2018年3月に開催されたJWG10会議でTC8議長が提唱した「IECにおける規格策定の際のシステムアプローチ」や「IEC System Committee Smart Energyが提唱する系統連系に関する規格開発方針」を取り入れたIEC/TS 62786-2の骨子を日本より提案し合意を得た。

前述のTC82中心のTF2会議後に、TC8/JWG10メンバーを招聘して、2018年7月にドイツのフランクフルトで第2回TF2会議を日本が主催した。この会議において、IEC/TS 62786-2の骨子を基に作成したIEC/TS 62786-2原案について審議を行った。

この原案では系統連系要件だけでなく相互運用性(interoperability)と設定可能性(configurability)の要件を規定しており、それらの適用対象は太陽光発電装置を構成する電力変換装置(Power Conversion Equipment, PCE)とすることを規定した。

しかし、この原案に対して、「TC8は、個別の機器や装置ではなく、電力システムに対する要件を規定すべき」との意見があり、規定の適用範囲について議論となり、分散型電源全般の系統連系要件を規定するPart 1と太陽光発電システムの要件を規定するPart 2の適用対象が議論となった。また、Frequency-Watt制御機能やVolt-Var制御機能など、相互運用性、設定可能性の要件の対象となる通信機能を付帯した電力制御機能の要件をPart 2で新たに追加したが、これら電力制御機能は分散型電源全般が対象になるとの意見があり、Part 1で規定するか否か、今後の審議課題となった。

4.3 TS62786 シリーズ策定方針の見直し

2018年10月に韓国の釜山で開催されたTC8/JWG10会議で、分散型電源全般の系統連系要件を規定するTS 62786のPart 1の改定提案意見照会結果の審議と、太陽光発電システムの要件を規定するPart 2とESSの要件を規定するPart 3の原案についての審議が行われた。

Part 2の原案については、2018年7月のTF2会議で提案した原案と同様に、「系統連系、相互運用性、設定可能性の要件適用対象は、太陽光発電装置を構成するPCEとする。」ことを提案した。この提案に対し、「TC8では個別機器に対する要件を規定するのではなく、発電システムやプラントに対しての系統連系要件を規定すべき」との反対意見が出された。また、「Part 2で提案している相互運用性、設定可能性に関する要件はPart 1で一般要件として規定

すべきものがある。」との意見から、以下の点で IEC/TS 62786 シリーズ策定方針が見直され、IEC/TC8 総会で合意された。

- (1) Part 2 や Part 3 に先行して Part 1 の規定内容を明確にする。
- (2) Part 2 は、Part 1 の規定内容を基に、太陽光発電システムに特化した系統連系、相互運用性、設定可能性の要件を規定する。
- (3) Part 2 の規定内容が少ない場合には、Part 1 の付属書とする。
- (4) Part 2 を付属書とするか、別の Part とするかは、今後作成する Part 1 と Part 2 の原案を確認してから検討する。

5. IEC/TS 62786 シリーズ構成

2018年10月に韓国の釜山で開催された IEC/TC8 総会で合意した「IEC/TS 62786 シリーズ構成」の解説図を図1に示す。IEC/TS 62786 シリーズは下記の各 Part で構成される。

- (1) Part 1：分散型電源システム全般の系統連系、相互運用性、設定可能性に関する一般的要件を規定し、他の Part 2 や Part 20 に規定される要件の共通事項や最大公約的な要件が規定される。
- (2) Part 2：太陽光発電システムに特化した要件

- (3) Part 3：蓄電池システムに特化した要件
- (4) Part 20：分散型電源を構成する電力変換装置の要件
- (5) Part 21：分散型電源を構成する回転機の要件
- (6) Part 30：電力変換装置に対する要件適合性の尤度や適合基準等の規定
- (7) Part 31：回転機に対する要件適合性の尤度や適合基準等の規定
- (8) 基本規格：IEC XXXXX（周波数測定、電圧測定、時間測定等の標準仕様を新たに規定）
- (9) 試験規格：各製品委員会にて規定

6. IEC/TS 62786 シリーズ規格原案作成

前述の IEC/TS 62786 シリーズ構成案を基に、Part 1 および Part 2, Part 3 の原案作成検討が行われ、メール審議を経て、3つの原案審議のための第3回 JWG10 会議を2019年6月にドイツのフランクフルトで開催することになった。

審議の結果、以下を合意した。

- (1) Part 1 は EN 50549 の構成と可能な限り一致させる。
- (2) Part 1 の連系要件の適用箇所を“The port of DER”ではなく“The terminal of DER”とする。
- (3) Part 1 で規定する「周波数低下の際の有効電力

Draft Structure of IEC TS 62786 series (and related topics)

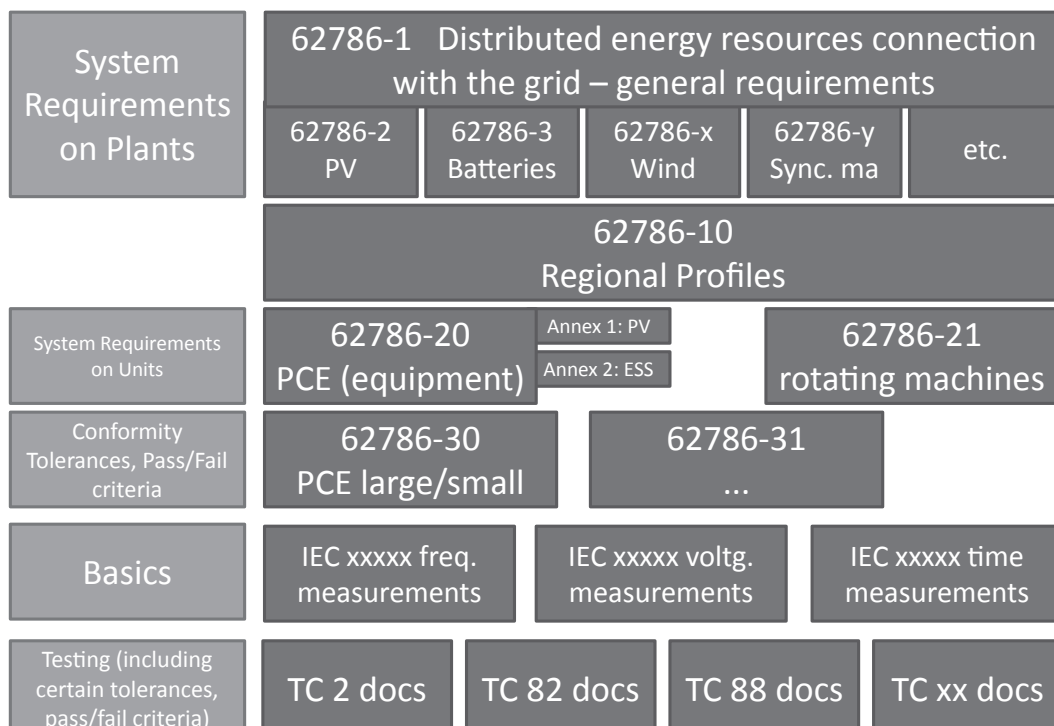


図1 IEC/TS 62786 シリーズの構成

出力回復」や「UVRT 後の電力復帰」, 「周波数変動に対する有効電力応答」, 「無効電力制御機能」, 「単独運転検出の受動および能動」などについては規定を図解するが, 限度値や時間などの具体的な数字は規定しない.

(4) Part 2 は, 太陽光発電システムに特有な連系要件を規定することは難しいため, 系統連系要件の適用例(ユースケース)を記述するものとする.

(5) Part 3 は “Stationary” をタイトルに追記し, 電気自動車 (Electrical Vehicle) と区別する. また, Part 1 に包含されるべき要件がまだ残っていることから, 蓄電システムに特化した要件, 例えば State Of Charge 等のみを記載し, 電力制御に係る要件は Part 1 に移行する.

以上を反映し, 見直しが行われた Part 1 については, 2019 年 10 月に開催された JWG10 会議で最終確認が行われ, 翌日に開催された IEC/TC8 総会で委員会原案発行の承認が得られたことから, 2019 年中に委員会原案が各国に配布される予定である.

7. 謝辞

IEC 国際標準化活動にご協力いただいた国立研究開発法人産業技術総合研究所福島再生可能エネルギー研究所 (FREA) の関係各位, 及び (一社) 日本電機工業会 (JEMA), (一財) 電気安全環境研究所 (JET), また, 経済産業省「省エネルギー等国際標準開発 (国際電気標準分野) に係る国際標準開発テーマ: 分散型電源の系統連系に関する要求事項の国際標準化」の委員会関係各位に感謝する.

8. 参考文献

- 1) CLC TS 50549-1 : 2015, Requirements for the connection of a generating plant to a

distribution system - Part 1 : Connection to a LV distribution system and above 16A

- 2) CLC TS 50549-2 : 2015, Requirements for the connection of a generating plant to a distribution system - Part 2 : Connection to a MV distribution system
- 3) IEEE 1547 : 2018 IEEE Standard for Interconnection and Interoperability of Distributed Energy Resources with Associated Electric Power Systems Interfaces
- 4) IEC 61727 : 2004 Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility interface
- 5) IEC TS 62786 : 2017 Distributed energy resources connection with the grid
- 6) IEC TR 61850-90-7 : 2013 Communication networks and systems for power utility automation - Part 90-7 : Object models for power converters in distributed energy resources (DER) systems

著者略歴



吉岡康哉

正員) 1967 年 4 月生まれ. 1993 年 3 月九州工業大学工学部電気工学科卒業. 同年 4 月富士電機 (株) 入社. 1999 年 9 月~2002 年 3 月トロント大学客員研究員. 2006 年 9 月九州工業大学大学生命体工学研究科博士後期課程修了. 2009 年 4 月~2010 年 3 月東京都市大学知識工学部客員研究員. 2016 年 7 月から産総研客員研究員. 現在に至る. 博士 (工学). 主に分散型電源の系統連系や EMC および電力品質に関する研究開発と IEC 国際標準化に従事. 2014 年 IEC1906 賞受賞