

パワーエレクトロニクス機器の国際標準化活動

Standardization Activities for Power Electronics

高橋 弘 TAKAHASHI, Hiroshi

吉岡 康哉 YOSHIOKA, Yasutoshi

佐藤 以久也 SATO, Ikuya

国際規格には、ISO（国際標準化機構）、IEC（国際電気標準会議）、ITU（国際電気通信連合）で規定するものがある。富士電機は、以前からパワーエレクトロニクス機器に関する国際規格、特にIECで規定する規格の策定活動を行ってきた。CISPR国際標準化、太陽光発電システムEMC製品規格標準化、可変速駆動システムの効率規格、および可変速駆動システムの機能安全規格対応などにおける活動は、日本がリードしている。また、2014年のIEC東京大会では、IECヤングプロフェッショナルプログラムテクニカルビジットを川崎工場に招致した。

Some international standards are established by the International Organization for Standardization (ISO), International Electrotechnical Commission (IEC) and International Telecommunication Union (ITU). Fuji Electric has been involved in activities to establish international standards regarding power electronics for a long time, especially those stipulated by the IEC. Japan is leading activities in areas such as CISPR international standardization, standardization of EMC products for photovoltaic power systems, efficiency standards of variable speed drive systems, and conformance of variable speed systems to functional safety standards. In the IEC General Meeting in Tokyo in 2014, we invited the technical visit of the IEC Young Professionals Programme to the Kawasaki Factory.

1 まえがき

国際規格には、ISO（国際標準化機構）、IEC（国際電気標準会議）、ITU（国際電気通信連合）で規定するものがある。1995年に発効のWTO/TBT協定により、国家規格（日本におけるJIS）は、国際規格に反しないことが要求されている。このため、国際規格はそれ以降、より重要になっている。パワーエレクトロニクス（パワエレ）機器は、電機機器であることから、特にIECでの国際規格化に深く関係し、現在、その審議が活発に行われている。また、輸出に当たって欧州のCEマークや米国のULなどに適合することが要求されてきている。このため、富士電機では、以前からパワエレ機器に関する国際規格に製品を対応させるための活動を行ってきた。

2 パワーエレクトロニクス機器に関する国際規格委員会と富士電機の活動

IECにおいては、パワエレ機器は、TC（専門委員会）22で規格の審議が行われている。日本において審議を担当する団体は、一般社団法人電気学会である。このTC22には、SCと呼ばれる分科委員会が存在し、現在、SC22E（安定化電源）、SC22F（送電用パワーエレクトロニクス）、SC22G（可変速駆動システム）、SC22H（無停電電源システム）が活動している。さらに、TC22以外の専門委員会でもパワエレ機器に関する規格が作成されている。例えば、製品規格においては、TC2（電動機）、TC9（電車）、TC69（電気自動車）、TC82（太陽光）、TC106（燃料電池）などがあり、共通規格においては、TC77（電磁両立性）、CISPR（国際無線障害特別委員会）などがある。このように、パワエレ機器に関連する専門委員会は多い。

日本における新市場の創造や企業競争力の強化に資する“標準化”に関して、官民が連携して取り組むべき具体策を標準化戦略として策定するために、標準化官民戦略会議が開催された。その結果、2014年5月15日に経済産業省において、標準化官民戦略のアクションプランが策定された。アクションプランでは、企業において標準化責任者であるCSO（Chief Standardization Officer）を設置することを推奨している。富士電機では、CSOに相当する組織として経営層が参画する国際標準化委員会があり、国際規格への対応を戦略的に進めている。

3 国際規格審議の実例

最近のパワエレ機器に関する国際規格の審議について実例を示す。

3.1 系統連系電力変換装置の直流端子高周波エミッションに関する国際規格制定（CISPR国際標準化活動）

2005年から、太陽光発電システムや燃料電池発電シス

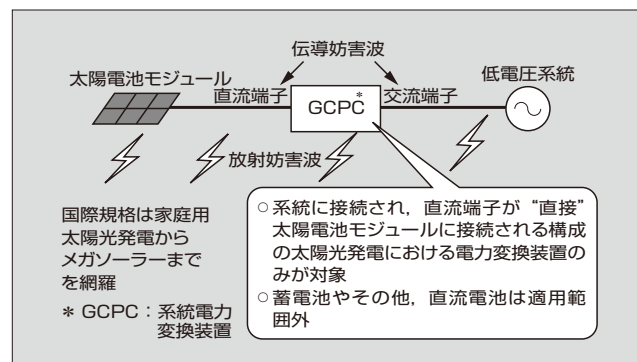


図1 CISPR11の改定方針

表1 CISPR11の改定経緯

| 年 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|----------------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------|-------------------------------|
| CISPR* | 予備期間 | | 評価検証期間 | | 規格作成期間 | | 規格提案期間 | |
| | ○メンテナンスチーム発足 | ○方針提案 ○測定方法提案 | ○試験結果報告 ○規格化方針決定 | ○各国検証結果比較 | ○規格原案第1版発行 | ○規格原案第2版発行 ○投票用規格原案発行 | ○最終規格原案発行 | ○国際規格発行 |
| 国内対応 | EMCC委託*2 | NEDO委託*3 | NEDO委託 | METI委託*4 | METI委託 | MRI委託*5 | MRI委託 | |
| | ○測定方法検討 ○予備データ取得 | ○測定方法検討 ○予備データ取得 | ○実データ取得 ○規格化方針検討 | ○各国実証試験 ○シミュレーション評価 ○規格案作成 | ○新規測定器作成 ○規格案検証試験 | ○シミュレーション評価 ○新規試験方法の検証 | ○太陽光以外の国際規格整備検討開始 | ○CISPR11*6第6版発行 ○第6版改訂審議開始 |

*1 CISPR：国際無線障害特別委員会
 *2 EMCC：電波環境協議会
 *3 NEDO：独立行政法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構
 *4 METI：経済産業省
 *5 MRI：株式会社三菱総合研究所
 *6 CISPR11：国際無線障害特別委員会の規格（規格番号11）

テムに必須の系統電力変換装置（GCPC：Grid Connected Power Converter）による高周波電磁妨害国際規格CISPR11〔工業、科学、医療（ISM）向け高周波機器の電磁妨害の特性の許容値及び測定の方法〕の整備が日本主導で開始された。当時、既存のCISPR11を適用することが検討され、未整備となっていたGCPCの直流端子の伝導妨害波に対する限度値と測定方法の検討を行うこととなった。その結果、図1の方針に沿って太陽光発電システム用GCPCを対象にした電磁両立性要件をCISPR11に導入することが合意された。

表1に示すように、2008年に日本がリーダーを担当するメンテナンスチーム（MT-GCPC）がCISPRに設立され、富士電機は現在、そのリーダーを務めている。国内においては、一般社団法人 日本電機工業会（JEMA）に専門の委員会（2014年は分散型電源EMC検討委員会）が設立され、委託事業として電機メーカーだけでなく、研究機関や認証機関も参加し、規格を整備するための実証試験を行ってきた。富士電機は、委員会会議に参加するとともに、図2に示すGCPCの交流端子および直流端子に対する伝導妨害波測定法実証試験の計画、準備、測定、評価解析の全てに積極的に貢献してきた。

3.2 太陽光発電システム EMC 製品規格（IEC TC82 における国際標準化活動）

IECの規定により、エミッション限度値やイミュニティ

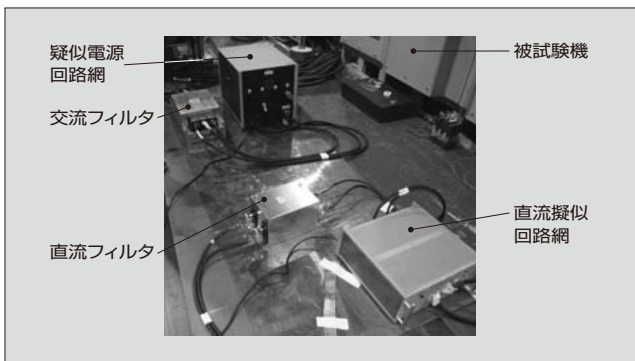


図2 GCPCに対する伝導妨害波測定法実証試験

要件、さらにその試験方法を定めたEMC基本規格の作成および改定は、TC77（電磁両立性：EMC）やCISPRが責務を持ち、太陽光発電システムの製品に関する専門委員会であるTC82は、自由に独自のものを作成できない。しかし、製品に関する専門委員会は、特定製品に対する規格に適合するための製品の要件や試験条件、試験手順を、製品規格として作成することができる。製品規格は、その運用に関して基本規格より優先順位が高い。

そこで、2012年10月のIEC TC82の国際会議において、日本から、太陽光発電システムに用いる電力変換装置に対するEMC製品規格の制定を提案した。さらに、2013年の6月と10月の国際会議において、GCPCに課せられる電磁放射や出力高調波などのエミッション要件（図3）、サージや静電気に対するイミュニティ要件（図4）、それらの適合性評価条件と試験方法など、具体的な規格制定方針について提案を行った。その後、2013年10月末に日本から提案書をIECに提出し、2014年1月期限の各国国内委員会による投票を経て提案が承認された。また、2014年2月にEMC製品規格IEC 62920を制定するための新しいプロジェクトチームの設立が承認された。リーダーは富士電機が務めている。

図5にEMC製品規格IEC 62920の審議工程を示す。CISPR11規格の改定や、TC77で検討が開始された低周波エミッション規格IEC 61000-3やイミュニティ規格IEC

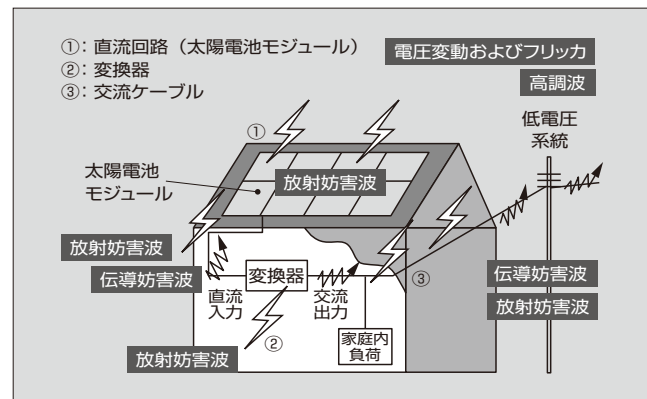


図3 エミッション要件

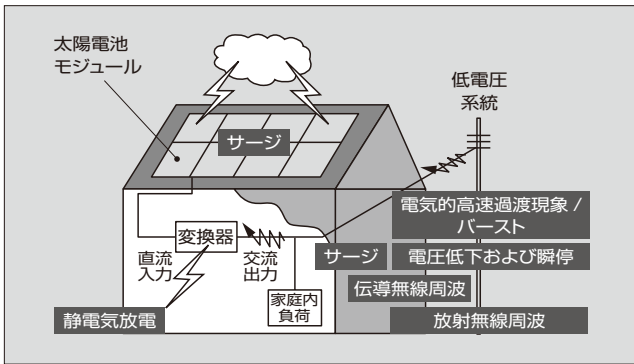


図4 イミュニティ要件

| 年 | 2014 | 2015 | 2016 |
|-------------|-----------------------------------|----------|---------|
| CISPR 11* | 投票用委員会原案 | 最終国際規格案 | 国際規格 |
| IEC 61000-3 | ○TC77で検討および作成 ○SC77AとTC82の協同作業 | | |
| IEC 61000-4 | ○TC77で検討および作成 ○SC77AとTC82の協同作業 | | |
| IEC 62920 | 委員会原案 | 投票用委員会原案 | 最終国際規格案 |

*CISPR11：国際無線障害特別委員会の規格（規格番号11）

図5 EMC製品規格IEC 62920の審議工程

61000-4の整備と協調しながら、2016年の規格発行を目指している。

3.3 可変速駆動システムの効率規格対応

欧州では、2014年にインバータとモータを組み合わせた可変速駆動システムの効率化に関わる欧州規格（EN 50598）が可決された。IECでは、この欧州規格を基にして可変速駆動システムの規格の作成が行われている。発行予定のIEC規格に整合したJISを作成する予定である。一方、日本では2015年度からモータについてトップランナー基準の適用が開始される。

富士電機は、2010年からJEMAにおいて可変速駆動システムのIEC対応分科会の主査を務め、工業会全体で国際標準化の取組みを主導し、IEC規格のエキスパートとして日本から提案を行っている。ここでは、可変速駆動システムにおける取組みについて述べる。

(a) インバータとモータ間の電力測定方法

図6に示すように、インバータとモータ間の電力測定方法において、欧米提案に対して日本の電源システムの事情を考慮した提案を行い、工業会全体で行った検証試験結果を基に等価であることを示し、いずれの測定方法でも可能とした。

(b) 効率検証試験

前述の日本提案の測定方法を含めた効率検証試験を、JEMA主催で2013年から3回にわたってインバータメーカー7社、測定器メーカー6社が合同で実施した。図7に効率検証試験の構成を示す。効率検証試験では

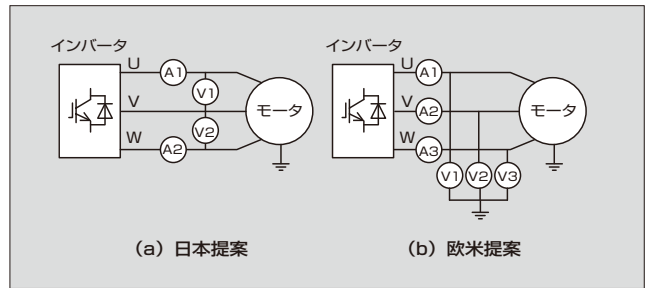


図6 インバータとモータ間の電力測定方法



図7 効率検証試験の構成

制御用インバータとして高精度ベクトル制御形インバータ「FRENIC-VG⁽¹⁾」を採用した。測定対象であるモータやトルクメータに負荷用モータを接続し、負荷用モータをFRENIC-VGで駆動して電源に回生させる方法で各社のインバータや測定器を評価した。速度とトルクは、規格会議で審議されている8か所の測定点で行い、8か所のインバータ入力電力、出力電力、機械出力を電力計とトルクメータを用いて測定した。FRENIC-VGによる高精度トルク制御により、測定するインバータを変更してもトルクの再現性を確保し、短時間で高精度に測定できた。

3.4 可変速駆動システムの機能安全規格

近年、電気・電子プログラム機器の誤動作などで安全が脅かされる事故が起きており、機能安全^(注)の考え方に基づく機器の設計が求められている。機能安全とは、許容が可能な程度までリスクを低減する安全機能を機器に持たせるものである。国際的な安全規格の体系は、ISO/IECガイド51で規定され、次の3層構造で定義される（図8）。

- (a) タイプA規格：基本安全規格
- (b) タイプB規格：グループ安全規格
- (c) タイプC規格：製品安全規格（分野別規格）

可変速駆動システムにおける機能安全規格IEC 61800-5-2は、製品安全規格に分類される。そして、このようなタイプC規格に該当する規格の場合には、その上位であるタイプA規格とタイプB規格も参照しなければならない。例えば、タイプA規格では、ISO 12100-1、ISO 12100-2、ISO 14121は当然考慮すべきものである。タイプB規格であるIEC 61508とISO 13849は、製品規格で多く引用されており、改定された場合に、製品規格は影響を大きく受け、試験方法などが変更になる。このIEC

<注> 機能安全：76ページ「解説1」を参照のこと

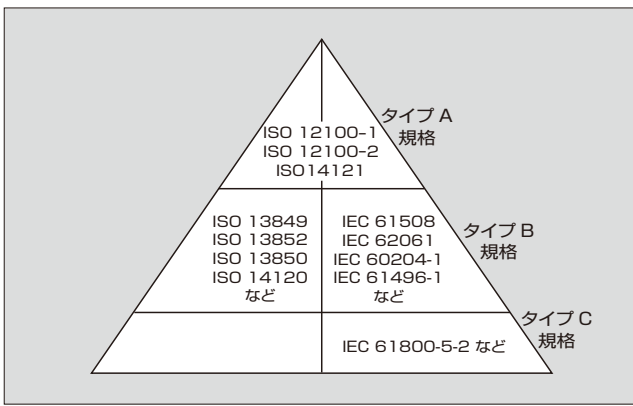


図8 ISO/IEC ガイド 51 による安全規格の体系

61508 は、電気・電子・プログラマブル電子の機能安全規格であり、マイクロコンピュータ制御を行っている機器が関係する。IEC 61800-5-2（可変速電気駆動システムの機能安全規格）は、この IEC 61508 のソフトウェアプロセス、診断機能など、多くを参照している。また、ISO 13849（機械類の安全性－制御システムの安全関連部）は、欧州では機械指令として定義されており重要である。

IEC 61800-5-2 では、ドライブ用の安全機能が 17 種類定義されている。これを大きく分類すると次の三つになる。

- (a) 回転を安全に制御するもの
- (b) 安全なモニタ信号（外部安全回路に使用できる速度のモニタ信号など）
- (c) 制限動作（速度の制限動作、トルクの制限動作など）

現在、IEC 61800-5-2 に適合した可変速駆動システムが普及しつつある。富士電機でも既に機能安全規格に適合したインバータを製品化している（27 ページ「グローバル対応の汎用インバータ「FRENIC-HVAC/AQUA シリーズ」「FRENIC-Ace シリーズ」」参照）。

IEC 61800-5-2 は、現在第二版の改定作業を実施しており、2016 年に発行される予定である。主な改定内容を次に示す。

- (a) IEC 61508 との用語の整合
 - (b) 機械系機能安全規格 ISO 13849-1 対応のためのガイドの追加
 - (c) 機能安全のための EMC 試験項目の規定の追加
 - (d) 機能安全のための環境試験の明確化
 - (e) 防爆規格対応の安全機能の情報の追加
 - (f) 診断間隔に関する目安および計算方法の要求の追加
- 特に、機能安全における EMC 試験の要求事項が追加され、試験基準が明確化される。このため、富士電機では IEC 国際エキスパートとして審議に参加して、審議動向をいち早く製品開発に反映させる取組みを行っている。

4 IEC 東京大会における活動

年に一度開催されている IEC 年次総会が、2014 年は東京で 11 月 4 日から 11 月 15 日まで開催された。参加登録

人数は約 2,600 名（内、海外が 1,900 名⁽³⁾）と、多数の参加者があった。富士電機は、ゴールドスポンサーとして積極的に参加した。

(1) 技術展示会

富士電機は、会場の東京国際フォーラムにおいて 11 月 11 日と 12 日の 2 日間で展示を行った。この展示会では、パワーエレクトロニクス機器関連として汎用インバータ（FRENIC-VG, FRENIC-MEGA, FRENIC-Ace）の展示を行った。

(2) ヤングプロフェッショナルプログラム

IEC では将来の国際エキスパートを育てる若手育成プログラムとして、ヤングプロフェッショナルプログラム（YPP）を 2010 年から実施している。この YPP では、各国から選出されたメンバーが、年次総会の期間中に各委員会に参加して勉強や人脈構成を行う。富士電機では、第 1 期において日本代表メンバーを派遣し、また、今回の IEC 東京大会においても代表メンバーを派遣した。

また、経済産業省では YPP の日本版であるヤングプロフェッショナルジャパン（YPJ）を主催しており、今回の東京大会では YPP と YPJ の合同体として運営された。なお、この YPJ にも富士電機は第 1 期から参加しており、通算で 3 名を派遣している。

今回の YPP は、11 月 9 日から 12 日まで開催された。この最終日の午後に、企業を訪問して学ぶテクニカルビジットが開催され、その訪問先の一つとして富士電機の川崎工場が選定された。

このテクニカルビジットは、次の四つの内容で実施された。

- (a) 富士電機の紹介、ならびに日本および富士電機の規格活動の紹介
 - (b) 川崎工場における燃料電池、蒸気タービン、発電機の見学（図 9）
 - (c) パワーエレクトロニクスにおける規格動向の講演（図 10）
 - (d) 認証をテーマとしたグループディスカッション
- YPP と YPJ が三つのグループに分かれて認証についてディスカッションを行い、グループの代表者による発



図9 YPP メンバーの川崎工場訪問



図 10 YPP における講演

表を実施した。

このような活動を通して、富士電機では規格において社会に貢献してきている。これらが評価され、2013年には経済産業省から産業技術環境局長賞を2名が受賞（貢献賞と奨励賞）し、さらに2014年にはIECからIEC1906賞を受賞するなど、受賞実績を積み重ねてきている。

5 あとがき

パワーエレクトロニクス機器の国際標準化活動について述べた。今後も、各種規格の策定を通して国際標準化活動を強く推進していく所存である。

参考文献

- (1) 田中正男ほか. 高性能ベクトル制御形インバータ「FRENIC-VG」. 富士時報. 2012, vol.85, no.3, p.199-204.
- (2) 高橋弘. “ドライブ装置の機能安全機能”. 日本機械学会2012年度年次大会, No.G170014.
- (3) 経済産業省. “2014年IEC東京大会の概要（速報）について”. 2014年11月14日 ニュースリリース.



高橋 弘

パワーエレクトロニクス機器の研究開発および国際標準化活動に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部製品技術研究所パワエレ技術開発センター共通技術開発部主席。電気学会会員。



吉岡 康哉

パワーエレクトロニクス機器の研究開発および国際標準化活動に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部製品技術研究所パワエレ技術開発センター共通技術開発部マネージャー。博士（工学）。電気学会会員。



佐藤 以久也

パワーエレクトロニクス機器の研究開発および国際標準化活動に従事。現在、富士電機株式会社技術開発本部製品技術研究所パワエレ技術開発センター共通技術開発部主任。電気学会会員。





*本誌に記載されている会社名および製品名は、それぞれの会社が所有する
商標または登録商標である場合があります。