HD-PLC

古賀久雄[†], 熱田 昭^{††}, 荒巻道昌^{††}

キーワード: IEEE 1901, ITU-T SG15, HD-PLC, 電力線通信, Wavelet OFDM, スマートグリッド

1. ま え が き

電力線通信 (Power Line Communication: PLC) 技術の研究開発の歴史は古く、これまで世界中のさまざまな国や地域で実用化へ向けた取組みが行われてきました。その結果、互換性のない異なる通信方式が世界市場に数多く存在します。このことは、一般消費者やPLC採用企業に方式選定での困難さを強いるばかりでなく、仮に同じ家屋に異なるPLC方式が存在する場合、相互干渉により通信性能を著しく劣化させてしまう原因となります。これらの課題解決には、PLC技術の標準化、標準規格の相互接続性や共存性の認証、そして誰もが市場参入できるためのライセンス・スキーム等の構築が必要不可欠であると言えます。特に、情報通信技術を駆使してエネルギー効率化を図る新しい電力網インフラ構想、いわゆるスマートグリッドのような新しいエネルギーインフラ産業の振興にとっては、使用される技術が国際的な標準技術であることは非常に重要です。

本文では、2000年以降に本格化した高速電力線通信技術における国際標準化の実現に向けた具体的取組み内容やそこで得た体験などについて説明し、今後標準化活動に携わる技術者の方々への助言を行いたいと思います。

2. 標準化活動での体験談

2.1 IEEEとITU-Tにおける標準化作業の概要

PLC技術は、電力線を本来の電力供給に加え、通信線としても利用する仕組みとして、早くから産業界の期待を集めてきました。最近では、通信の高速性と安定性に優れ、かつ、強固なセキュリティを提供できるという観点から、屋外のアクセス通信やインホームの高品位映像伝送をはじめ、幅広いアプリケーションへの応用が進んでいます。さ

らにスマートグリッド構想においても、PLC技術は省線化が図れるため、整合性の良い技術として期待されています。

このような中、有線/無線LANや光通信技術などのフォーラム標準として数多くの成功実績を持つIEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineering) が、2005年7月に、Project 1901作業部会 (以下、IEEE P1901) を発足¹⁾させ、インホームPLC、アクセスPLC、共存の三つのスコープにおいて、100Mbps以上の通信速度を実現する高速PLCのPHY/MAC仕様の策定を目的として、標準化作業を開始しました。続いて、2006年に、xDSL規格等デジュール標準として実績の高い、ITU-T (International Telecommunication Union Telecommunication standardization sector) SG15²⁾において、電話線、同軸線、電力線の三つのメディアで共通な通信方式を策定するG.hn、および、異種PLC間で共存を可能とする制御方式を策定するG.cxが発足しました。

ここで、IEEE標準とITU-T勧告について簡単に説明します。IEEE標準では、個人や企業が参加 (IEEE P1901では企業参加型) し、1企業につき1票で75%以上の賛同で合意形成が行われます。また、ITU-T勧告では国と企業が参加し、基本的には全会一致で合意形成が行われます。

なお、標準化団体毎に対象とする技術内容や参加主体、合意形成方法などに違いが見られます。

図1に、IEEE P1901における標準策定のプロセスを示します。まず、ワーキンググループ内で標準化を行うかについて議論した後、標準化の目的や範囲などを定めた文書であるPAR (Project Authorization Request) を作成し、市場性や互換性などの五つの基準について検討を行います。PARが承認されると、タスクグループにて仕様内容についての議論が始まり、提案募集後に投票と提案された各仕様書のマージが繰り返されて、ベースライン仕様書 (ドラフト仕様書ver.1.0) が作成されます。ベースライン仕様書を基準に完成度が高められた仕様書は、ワーキンググループ投票を経て、スポンサー投票が実施されます。

なお、上記投票にて75%以上の賛同が得られない場合は、ドラフト仕様書はタスクグループへ差し戻されます。

[†] パナソニックシステムネットワークス株式会社 要素技術開発センター
^{††} パナソニックシステムネットワークス株式会社 技術統括グループ
 標準化推進室

"HD-PLC" by Hisao Koga (Core Technology Development Center, Panasonic System Networks Co., Ltd., Fukuoka), Akira Atsuta and Michimasa Aramaki (Corporate Standardization Office, Corporate Engineering Group, Panasonic System Networks Co., Ltd., Tokyo)

図1 IEEEにおける標準化プロセス

図2 ITU-Tにおける標準化プロセス

タスクグループでは、反対投票の理由をコメントとして受け付けてすべてのコメントを評価し、ドラフト仕様書に反映するかどうかを検討します。その結果、仕様書の内容が更新されるたびにドラフトのバージョンが上がります。投票にて75%以上の賛同が得られ、かつ、反対投票のコメントがなくなれば、最終的にスタンダードボード内のレビュー委員会にドラフト仕様書が提出され、最終承認を得た後に正式仕様書が発行されます。

ここで述べた作業手順は、あくまでIEEEにおける基本的な手順であって、実際の標準化作業での細かな手順は各委員会によって違います。

次に、ITU-T勧告における標準策定のプロセスを図2に示します。まず、標準化すべき項目を検討し、その完成予定時期を明確化した上で、各企業等から提案を募集します。そして、全員一致を基本に勧告案を作り上げていきます。勧告案が研究課題毎の検討グループで合意されると、作業部会もしくは研究委員会の承認を経て、勧告案として完成します。AAP (Alternative Approval Process)を採用した場合は、勧告案が完成した後にコメント募集を実施します。コメントはWebを使って提出し、技術的なコメントがなければ国際標準となります。

2.2 IEEE P1901における仕様書策定

IEEE P1901の実作業としては、2005年にチャンネルノイズモデル(伝送路雑音特性)を策定し、その後インホームPLC、アクセスPLC、共存の三つのスコープに求められる技術要件を策定しました。最終的に合計約400件の要件に集約させ、2007年4月に仕様提案募集を実施しました。提出された提案仕様は合計で12件でした。その後、ダウンセクションと呼ばれる方法で、ベースライン仕様を決定しました。この方法は、投票で支持の少ない提案を順次落としていく方法で、最終的に勝ち残った1提案をベースライン仕様候補とし、ワーキンググループ会員の75%以上の賛同を得て、正式にベースライン仕様が決定するとい

うものです。IEEEがこの厳しいルールを採用している理由は、提案者相互に積極的な妥協を促し、より多くの会員に支持賛同される公正、かつ、プロフェッショナルな標準仕様を策定するためとされています。

ダウンセクションの結果、HD-PLCアライアンス³⁾が採用しているWavelet OFDMと、HomePlugアライアンスのFFT OFDMの二種類の方式を併記し、双方のシステムを共存させるための仕様(ISP: Inter System Protocol)を必須とすることで、2008年12月にベースライン仕様書が承認されました。その後、ドラフト仕様書の審議が一気に加速し、2010年1月にはドラフト仕様書ver.2.01が、IEEE-SA (Standards Association:標準策定組織)事務局から一般公開されました。2010年4月には、ドラフト仕様書ver.3.0が承認され、上位組織による最終の審査工程であるスポンサー投票に送られました。その結果、81%の賛成を得て承認規定である75%を上回りました。

IEEEにおいて、これまで通信仕様的一部分を日本企業が提案して採用されたことはありました。しかしながら、日本企業から提案した通信に関するフルスペックの仕様内容が、そのままIEEEの仕様に採用されたことは、これまでなかったことです。

IEEEにて自社提案を優位に進めるためには、投票数での会員の支持を得ることが欠かせません。今回の当社の提案への支持を得るに当たっては、HD-PLCアライアンスを設立し、支援企業の足場を固め、同時に、他方式を推しているアライアンスと統合案での協調を積極的に働きかけたことが成功の要因と言えます。その努力の過程では、委員会内での意見形成を図るため、まず、統合のフレームワークを合意し、ベースライン仕様をまとめました。次に、ベースライン仕様をより優れたものにするため、改善案を積極的に募り、仕様を柔軟に修正、補強するなど、粘り強く交渉を進めていきました。この地道な努力が支持率を徐々に

高め、ワーキングドラフトver.1での75%承認率のクリアー、最終的にドラフトver.4では90%以上の承認率を得るに至りました。

図3に、P1901ドラフト仕様書ver.4.0の概念図を示します。本仕様は、PHY/MAC仕様およびISP仕様から構成されます⁴⁾。各PHY/MAC仕様には、自社とHD-PLCアライアンスが提唱する「HD-PLC」と、HomePlugアライアンスの「HomePlug AV」をベースとした二つの方式が含まれています。上位層とのインタフェースの一部が共通化されているだけで、各PHY/MAC仕様は基本的に独立しています。またISPは、Wavelet OFDM方式PLCとFFT OFDM方式PLCの共存を行うための仕様です。具体的には、これらの技術を使ったインホームPLC同士の共存や、インホームPLCとアクセスPLCとの共存を行う場合に使用されます。

なおISPは、CEPCAアライアンス⁵⁾が中心に提案した異種PLC方式間の共存のための制御方式です。ISPの基本概念図について図4に示します。ISPでは、各PLC方式で共

通に定義するISP信号を用います。ISPの仕様概要では時分割処理を基本とし、交流電源周波数(AC)に同期して制御されます。ISPは、ISP WindowとTime Division Multiplexing Unit (TDMU)からなり、各TDMUは8個のTDM Slot (TDMS)から構成されます。各TDMSはスロット割当て表に基づいて使用され、各TDMUでは同じスロット割当てが繰り返されます。

当初は、IEEE P1901内の独立な二つのPHY/MAC方式を共存させるために仕様作成を行っていました。しかしながら、ITU-T G.hnの標準化作業がIEEEと並行して行われるようになると、IEEEとITU-TとのPLC規格同士においても共存を行う必要性が高まっていきました。その結果、ITU-T G.hnとの共存方法についても、ISP仕様に明記されるようになりました。また、IEEE P1901とITU-T G.hnの間でリエゾン関係を結び、積極的にITU-T G.hnの方へ共存仕様共通化について働きかけるようになりました。なお、詳細な仕様内容については、P1901ドラフト仕様書ver.4.0を参照下さい。

今回のIEEEにおける高速PLCの標準化の場合は、通常とは異なり、提案済みの方式が徐々に市場へ広がりながら、並行して標準化作業が進められました。その結果、作業着手から約5年が経過しました。時間を費やした理由としては、標準策定と並行して提案済みのPLC方式を搭載した通信機器がすでに市場へ投入されたため、大幅な仕様変更が困難であったこと、また、極めて広範囲なスコープを対象としたことなどが考えられます。

2.3 ITU-T SG15 G.hnとG.cxにおける仕様書策定

2006年4月に、ITU-T SG15において、電話線、同軸線および電力線の有線媒体で共通の通信方式を実現する仕様策定(G.hn)が開始されました。ITU-T G.hnは、物理速度1 Gbpsを実現する次世代インホーム向け通信機仕様に

図3 P1901ドラフト仕様書ver.4.0の概念図

図4 ISPの基本概念図

関するものです。ITU-T G.hnの仕様は、変復調方式としてFFT-OFDM方式を採用していますが、誤り訂正符号をはじめ、仕様の各諸元はIEEE P1901で採用済みのFFT OFDMとは異なります。つまり、PLC通信規格としては、IEEE 1901とは通信互換性がなく、既存の業界規格とも異なる、まったく新しいPLC方式となりました。

このため、異なるPLC規格との共存が課題となることから、ITU-T G.cxが発足しました。ITU-T G.cxの検討にあたっては、IEEE P1901のISPとの連携が重要であると考え、異なる標準化組織間でのさまざまな規定の違いを乗り越えて、仕様の共通化に向けた努力を行いました。

一方、NIST (National Institute of Standards and Technology:米国国立標準技術研究所) が設置したPAPO～PAP16 (PAP: Priority Action Plans) の作業部会のうち、PLC技術を担当しているPAP15において、政府調達に関するスマートグリッド技術標準フレームワークドキュメントを作成するにあたっては、IEEEとITU-T間での共存方式の共通化が最重要課題として取り上げられました。その結果、IEEE P1901 ISPとITU-T G.cxの仕様の共通化の気運が一層高まり、最終的には仕様内容を共通化することができました。

PLC技術の標準化では、IEEE P1901に参加している企業と、ITU-T G.hnに参加している企業が競合関係にありました。そのため、IEEEとITU-T間で共通な共存仕様の策定を推進することは困難を極めました。しかしながら、国際会議を日本へ誘致することなどにより、当社案の理解を深める場を提供するとともに、外部機関からの強力な要請を取り付けることで、最終的に共存仕様の内容の共通化という目的を達成することができました。

3. 標準化活動に携わる技術者への助言

今回は、PLC技術を軸に、異なる二つの国際標準化機関に参加しました。各標準化団体で、推進方法やしきたりなどは随分異なっていましたが、標準化を勝ち取る上で重要な部分については共通であると感じました。今後、標準化活動に携わる方に少しでもお役に立てるように、標準化で成功するために必要だと思われる事柄について、下記に示します。

- (1) 各標準化団体および参加企業の特長と各国の文化を把握
- (2) 特に、会議場の外での他企業との議論
- (3) 標準化を主導している企業との連携
- (4) 他社と差別化できる独自技術の保有

- (5) 自社技術に固執しない(知財を含んだコア技術は保持)、柔軟な対応
- (6) 負けられないための政治的な交渉力、委員会における積極的な意見形成
- (7) あらゆる事態を想定した戦略を事前に準備
- (8) 標準化は日本国外が主な舞台、グローバルメンバとの協働による推進
- (9) 会議招致やホストを引き受け、運営に貢献し信頼感を得る
- (10) ツールとしての英語を使いこなす
- (11) 最後まで諦めない

4. む す び

PLC技術に関する標準化作業が完了することで、今後一気に市場での普及に弾みがつくと考えています。特にスマートグリッドにおいては、新しい電力インフラ整備にとどまらず、社会システムを大きく変革する可能性を秘めています。標準化された高速PLC技術が、新時代の変革に大いに寄与していくものと確信しています。(2010年7月30日受付)

[文 献]

- 1) IEEE P1901, <http://grouper.ieee.org/groups/1901/>
- 2) ITU-T SG15, <http://www.itu.int/ITU-T/studygroups/com15/index.asp>
- 3) HD-PLCアライアンス, <http://hd-plc.org/>
- 4) 古賀久雄: “次世代電力通信と標準化”, パナソニック技報 (Panasonic Technical Journal), **56**, 1, pp.16-21 (2010)
- 5) CEPCA Alliance, <http://www.cepca.org/>

古賀 久雄 1995年、九州工業大学大学院博士前期課程修了。1995年、九州松下電器(株)(現 パナソニックシステムネットワークス(株))入社。2009年、九州大学大学院博士課程修了。現在、高速電力線通信機器の研究開発に従事。博士(工学)。

熱田 昭 1994年、東京理科大学大学院工学研究科修士課程修了。1994年、松下電送(株)(現 パナソニックシステムネットワークス(株))入社。通信技術の研究開発、国際標準化に従事。2000年から4年間パナソニック欧州R&Dセンター勤務を経て、現在、同社技術統括グループ標準化推進室。

荒巻 道昌 1989年、熊本大学大学院工学研究科修士課程修了。1994年、九州松下電器(株)(現 パナソニックシステムネットワークス(株))入社。主に国際標準化の推進に従事。2001年から6年間米国R&Dセンター勤務を経て、現在、同社技術統括グループ標準化推進室。2009年より、HD-PLCアライアンス会長。