

# 配電自動化システムへの通信規格 IEC61850 の適用

## 1. はじめに

当社は、配電自動化システムの親局装置および子局装置（以下、親局・子局とする）を開発し1990年度から継続的に中部電力(株)殿に納入している。

配電自動化システムの基本機能は、親局から子局を介して6.6 kV配電系統の区分開閉器を遠隔監視制御することである。

従来の配電自動化システムでは、親局-子局間通信に独自仕様を採用していた。一方、近年、電力事業者を対象とした電力自動化システムにおける国際標準規格として、通信規格IEC61850が整備されてきた。標準規格を採用することで、異メーカーのシステム・装置間で相互接続性を容易に確保できる。また、システムへの次世代製品導入を含め、将来拡張性も高くなる。

そこで、当社は通信規格IEC61850を適用した5G親局<sup>\*1</sup>、6G子局<sup>\*2</sup>、SVR2G<sup>\*3</sup>を開発した。現在、中部電力(株)殿に納入し、稼働している。

配電自動化システムの概要を図1に示す。

\*1. 5G親局：第5世代親局

\*2. 6G子局：第6世代子局

\*3. SVR2G：第2世代電圧調整器

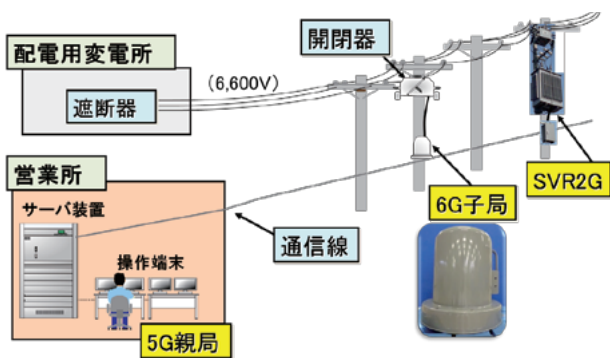


図1 配電自動化システム概要

## 2. 通信規格IEC61850の概要

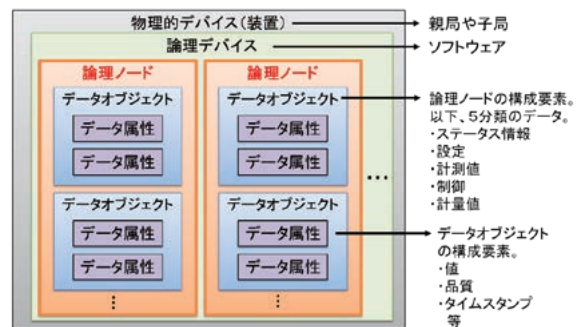
通信規格IEC61850は、規定された論理ノード<sup>\*4</sup>と使用する通信サービス（監視・制御・設定など）をSCL<sup>\*5</sup>ファイルに記述し、それを装置間で共有して規格化された通信を実現する。

通信規格IEC61850のモデル構造とデータ構成例を図2に示す。

\*4. 論理ノード：ソフトウェア上で装置が持っている構成要素(XSWI：開閉器、CSWI：開閉器制御 など)

\*5. SCL：変電所構成言語  
(Substation Configuration Language)

### 〈モデル構造〉



### 〈データ構成例〉

項目	論理ノード	データオブジェクト	データ属性
励磁	XSWI1	ExtId	stVal
入釘	XSWI1	ClsButton	stVal
主回路	CSWI1	Pos	stVal
電圧	MMXU1	PPV	cVal.mag.f q.validity

図2 通信規格IEC61850のモデル構造とデータ構成例

## 3. 通信仕様の設計

通信規格IEC61850を適用するにあたり、扱う通信データに適合する論理ノードを洗い出し、使用する通信サービスを定め、SCLファイルを作成する必要がある。

また、国内の配電自動化システムにおいて通信規格IEC61850の適用は前例がなかったため、必要とする情報をどのように論理ノードで表現するかを定める必要があった。

### 3.1 論理ノードの決定

使用する通信データに適合する論理ノードを洗い出した。

本件の配電自動化システムは、親局から子局のソフトウェア更新を行う機能や動作ログを取得する機能がある。

しかし、これらの機能に適合する論理ノードが存在しなかった。

そのため、規格の拡張ルールに従い、一般自動プロセス制御用の論理ノード(GAPC)を適用することとした。この論理ノードを使用し、処理状態の遷移を親局・子局間で確認しながら機能を実現する方式とした。

### 3.2 SCLファイルの作成

決定した論理ノードと通信サービスに基づいて、装置間での設定情報や機器の構成・設定を表現するための情報群であるSCLファイルを作成した。

### 3.3 計測情報の表現方法

従来の独自仕様では「電圧」という1つの計測情報の中で「値(0.00 V ~ 200.00 V)、不明、計測中」を表現していた。

一方、通信規格IEC61850においては、電圧に適合する論理ノードの中に値を格納するデータ属性(cVal.mag.f)があり、これで値(0.00 V ~ 200.00 V)を表現する。しかし、このデータ属性では「不明、計測中」を表現することができない。そのため、品質を格納するデータ属性(q.validity)を使用することにした。

このように、電圧情報を2つのデータ属性の組み合わせで表現することで、規格との適合を実現した(図3参照)。

本内容は、電圧のみでなく、電流・位相角・力率など他の計測情報にも適用している。

<電圧に適合する論理ノードのデータ属性>  
 ・品質(q.validity) : good, invalid, questionable  
 ・値(cVal.mag.f) : 0.00V ~ 200.00V

		品質(q.validity)		
		good	invalid	questionable
値 (cVal.mag.f)	0.00V ~ 200.00V	値が有効	不明	計測中

図3 電圧情報の表し方

## 4. プログラム制作

設計した通信仕様に従い、プログラムを制作した。独自仕様から通信規格IEC61850に変わることによって工夫すべき点がいくつかあった。

### 4.1 IEC61850通信手順の適用

開閉器制御やタップ制御などの制御処理は、「選択する」と「制御する」の2手順を踏む。IEC61850通信手順を適用することで、この選択・制御手順が従来と異なる手順となった。具体的な違いとして、1つは、独自仕様では1種類の選択監視だったものが、制御対象(論理ノード)毎の選択となった。

また、独自仕様では制御要求と制御応答が1対1対応であった。それに対し、IEC61850通信手順では、1回の制御要求に対し、制御応答が複数(制御受付応答、制御完了応答: Command Termination、変化情報送信: Report)となった(図4参照)。

このようなIEC61850通信手順に従った動作を実現するプログラムを制作した。

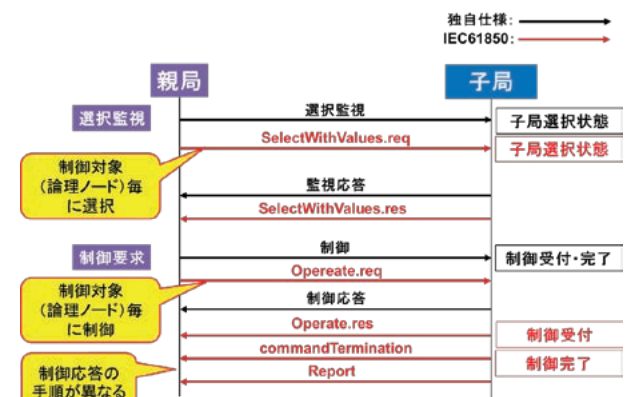


図4 選択制御手順の差異

### 4.2 データ変換

親局-子局間の通信関係情報の1つに、開閉器の場所や位置を示す情報である開閉器番号情報がある。開閉器番号情報は、アルファベット、カナ文字(カタカナ)および数字を使用する。

しかし、通信規格IEC61850では文字の係にASCIIコードを使用する。よって、カナ文字用のコードが存在しない。

そこで、カナ文字部は、シャープ記号(#)+母音アルファベット小文字+子音アルファベット小文字の組合せ\*6で表現することとした。

このような変換を要する情報については、データ変換プログラムを作成し、効率的に処理している。

\*6. 例)ア:#aa、イ:#ai、シ:#si など

## 4.3 性能検証

プログラム制作の途中で以下のような課題がでたが、解決し、要求仕様を満たすことができた。

### (1) 課題

子局は、故障停電などの配電線路の停電で電源を失う。その後の復電時に、親局で子局情報を収集して故障区間などの判定処理を行う必要があり、子局は早い立ち上がりが必要とされる(要求仕様：25秒)。この仕様をセキュリティ通信を実現した上で満足する必要がある。

### (2) 解決方法

要求仕様を満たすため、通信連係手順を最適化した。更に、設定ファイル情報の最小化や設定ファイル(SCLファイル等)読み込み処理の最適化などにより起動時間の短縮を図り、要求仕様を満たした。

## 5. 試験および評価

制作したプログラムを適用して開発した5G親局、6G子局、SVR2Gの試験および評価を行った。

### 5.1 試験

開閉器制御やタップ制御などの選択・制御手順が、図4に示した通信規格IEC61850の手順通りに実現できていることを確認した。

その他、設定、ソフトウェア更新および動作ログ取得などについても、同様に設計通りに実現できていることを確認した。

### 5.2 評価

開発した6G子局、SVR2Gは、起動時間の他、通信応答時間や状態発呼などについても要求仕様を実現でき、配電自動化システムとしての性能を満たすことができた(図5参照)。

種別	起動時間[秒]	
	要求仕様	実測値
6G子局	25	16
SVR2G	60	43

種別	制御	制御応答時間[秒]	
		要求仕様	実測値
6G子局	入制御	5	3.2
SVR2G	タップ制御	5	2.4

図5 起動時間および制御応答時間

## 6. まとめ

配電自動化システムの5G親局、6G子局、SVR2Gに対し、通信規格IEC61850を適用することができた。

また、上記の通り、通信仕様の設計からプログラム制作、適用した製品の試験および評価に渡り、通信規格IEC61850を適用する一連の技術を習得できた。

### 6.1 今後の展開

習得した技術を活かし、配電用装置のみでなく、配変用遠隔監視制御装置など他製品にも通信規格IEC61850を適用することが可能である。今後、製品展開を進めていきたい。

また、中部電力(株)殿以外の国内の電力会社や、海外の電力会社への展開もしていきたい。