より、そう、ちから。
東北電力グループ

研究開発レポート

東北電力株式会社
東北電力ネットワーク株式会社

２．東北電力ネットワーク（株）の取り組み

区　分	テーマ	担当個所
◆　スマート社会実現・新たな収益源創出		
生産性	配電業務タブレット端末の導入	配電部
◆　電力スマート保安・レジリエンスへの着実な取り組み		
ｽﾏｰﾄ保安	SM イベント情報を活用した引込線以下設備の不良予兆検知に関する共同研究	配電部
	配電自動化システムにおける発電出力推定機能導入に関する研究	配電部
◆　事業基盤を支える電力の安定供給に資する研究開発		
環境対応	中心水密型電線の開発・実用化	配電部
安定供給	高圧応急用電源車用「電圧・電流センサ」の開発	配電部
	各種データを利活用した配電線雷保護支援システムの開発	配電部

配電業務タブレット端末の導入

背景と目的

「配電工事設計業務の効率化・高度化検討」に係るシステム開発において，工事設計図面や工事完了点検報告書等の各種帳票類が電子運行されることとなりました。

電子化された帳票をこれまで使用していたスマートフォンタイプの配電マルチタッチ端末(以下，配タッチ）で閲覧した場合，画面サイズが小さく視認性・操作性の課題が懸念されました。

そこで上記課題解決および今後の配電工事設計業務の更なる効率化・高度化を目指し，新たに配電業務タブレット端末（以下，配タブ）を導入しました。

端末の仕様と今後導入予定アプリについて

（１）配電業務タブレット端末（「配タブ」）

今回導入した配タブは，ディスプレイが 10.1 インチあり，既存で使用している配タッチに比べ視認性が向上しております。また，耐環境性に優れた端末を選定しており，当社および工事会社などに約 1,400 台配備されています。(図 1)

項目	配電業務タブレット		（参考）配タッチ	
外観				
ディスプレイサイズ	**10.1インチ**		5.0インチ	
耐環境性	防水：IPX5，防塵：IP6X **耐落下：150cm，耐振動性能あり**		防水：IPX5，防塵：IP6X	
認証方法	カード認証		カード認証	
バッテリー	約７.５時間		-	
付属品	ハンドストラップ，ショルダーストラップ		スマートフォンカバー，ストラップ	
配備台数	当社	工事会社	当社	工事会社
	１４５台	１,２１４台	２,４１７台	８４５台

図１　配タブ端末性能

（２）導入予定アプリ(「アセットアプリ」)

これまで配タッチ内のアプリとして実装していた「銘板ＱＲアプリ」を「アセットアプリ」と名称を変更し，配タブへ実装します。

ディスプレイの大きさを生かし，設備情報を画面上に表示しながら機器銘板情報の登録を行うことが可能となる予定です。

配電屋外端末の今後について

2022 年 9 月に配タブを導入しておりますが，今後は 2024 年末を目途に，山間部等の通信電波が届かないエリアや，大規模災害時に通信基地局が停止した際など，オフライン時においても利用可能な新しい配電業務ナビゲーションを導入予定です。(図 2)

新たな配電業務ナビゲーションへは配電線系統図の他，各種設備情報も表示予定であり，将来的に配電業務システムとのデータ通信による配電線系統図の更新や車両位置情報共有の拡張も目指しております。

図２　新たな配電業務ナビゲーションの車載イメージ

配タッチにおいては，内線スマートフォン等を含む複数端末の持ち出しや管理が煩雑化し，業務運用面の負担となっている現状を踏まえ， 2025 年度中を目途に配タッチから内線スマートフォンへアプリの機能集約を行い，端末の集約化を図る予定です。（図３）

図３　配電情報端末の今後

配電部門で使用される配タブ等の屋外情報端末については，今後も最新技術を活用した機能を導入するなど，各事業所への業務支援（業務効率化・高度化）を図りながら，安定供給を通してお客さまサービスレベルの向上に繋げていくこととしております。

担当：配電部

SMイベント情報を活用した
引込線以下設備の不良予兆検知に関する共同研究

背景と目的

引込線以下設備の不良予兆検知とは，スマートメーターから取得できる瞬時的な停電や電圧低下のイベント（以降，SM イベントという。)を活用し，設備の不良を停電発生前に検知する仕組みとなります。

配電設備の予防保全によるお客さまサービスの向上および業務効率化を目的に， 2018 年度より株式会社日立製作所と予兆検知に係る共同研究を実施しております。

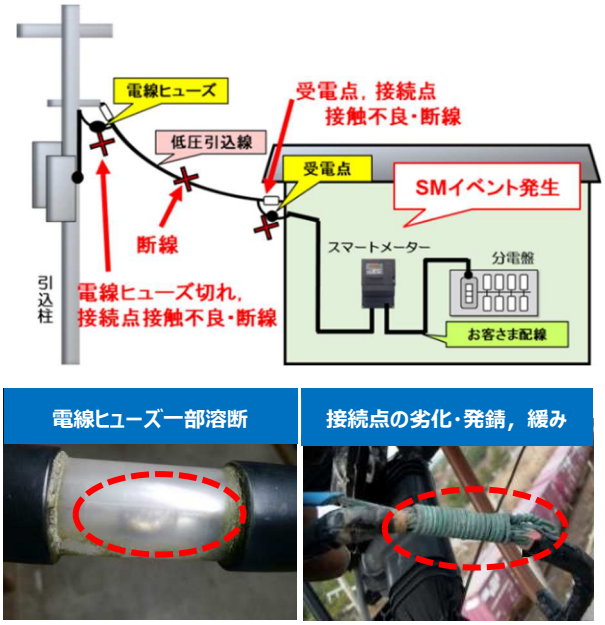


図 1 引込線以下設備の不良事例

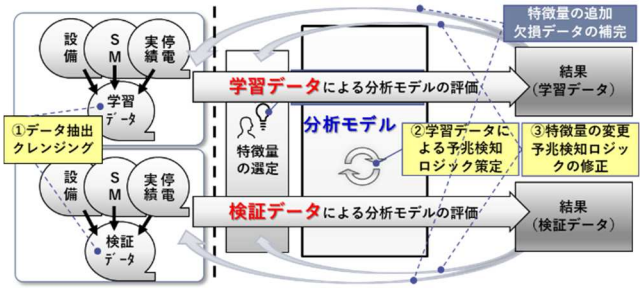


図 2 分析モデルの構築プロセス図

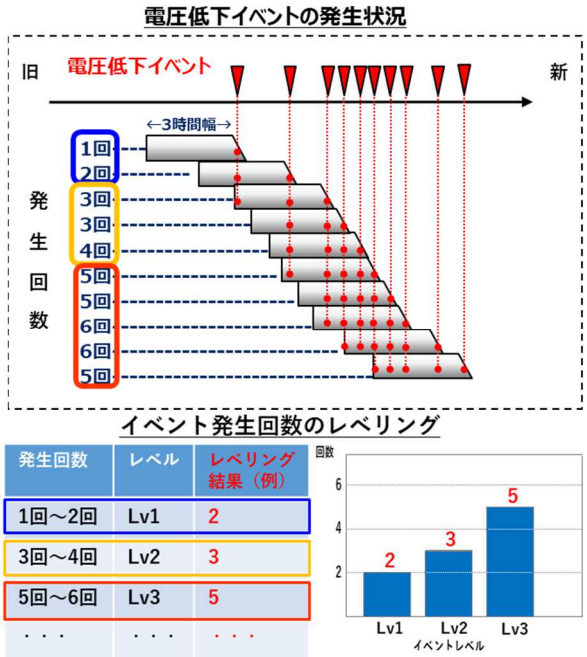


図 3 電圧低下イベントのレベリング処理

研究の概要

（1）研究の実施内容

研究の初期段階では SM イベント情報のみを活用した不良予兆の検出を試みましたが，検出精度が低く，不良個所の特定も困難であったため，過去の停電実績と SM イベント，設備データ等との相関関係を分析するとともに，現地での検証を行い，データのクレンジング・加工により特徴量（傾向を見出すためのデータ）を繰返して機械学習させることで分析モデルを構築しました（図 2)。加えて，停電発生前に SM イベント発生頻度が高くなる傾向を捉え，直近 3 時間のイベント密集度合いを数値化するレベリング処理（図 3）も独自開発のうえ特徴量として取り入れ，精度向上を図りました。

（2）結果（2022 年度試行期間の実績）

予兆検知率は 8%（検知数 1,344 件/引込線停電 16,010 件)，設備不良的中率は 90%程度（設備不良 407 件/現場調査 453 件）を確認しました。SM イベントが発生しない引込線停電は検知対象外となるものの，一部の設備不良は事前に検知可能であることから，実運用に移行する判断に至り分析手法の特許登録をしております。

今後の予定

2024 年度より予兆検知の業務活用を開始し，効率化や業務影響について確認してまいります。また，更なる検知率向上について検討を進めていく予定です。

特 許 特許登録済

担当：配電部

配電自動化システムにおける
発電出力推定機能導入に関する研究

背景と目的

再生可能エネルギーの導入拡大に伴い，配電系統では実際に消費されている電力（以下「実負荷」という。）や太陽光発電で発電されている電力（以下「発電出力」という。）の把握が困難であることから，配電線事故時に配電自動化システムで行う，他系統からの健全区間へ融通可能な電力の計算（以下「自動融通計算」という。）に，快晴時の太陽光発電量を用いてきました。しかし，快晴時の太陽光発電量を用いることで，実負荷を過大に見積もり，本来は自動融通可能な区間に電力が送電されない事象が発生しております。

本研究では，自動融通計算の精度向上を目的として，ベクトル分解法を用いた実負荷と発電出力の推定手法について精度を検証するとともに，配電自動化システムへの導入効果を検討しました。

研究の概要

本研究では，実フィールドに設置した高速通信が可能な光通信対応型センサ付き開閉器で計測した電流，電圧，系統力率を，試行導入中の光ネットワーク対応型配電自動化試行導入システム（以下「試行導入システム」という。）で解析し，以下の２点について検証しました。

・ベクトル分解法による発電出力推定の精度
・発電出力推定値および快晴時の発電出力を用いて算出した実負荷の推定値

ベクトル分解法による発電出力推定の結果は図１のとおりであり，試行導入システムを用いて推定した発電出力推定値 P_V と配電線に取付した計測器で測定した太陽光発電設備の出力値 P_{ans} 間の絶対平均誤差は，評価を行った配電系統で１０％以下となりました。

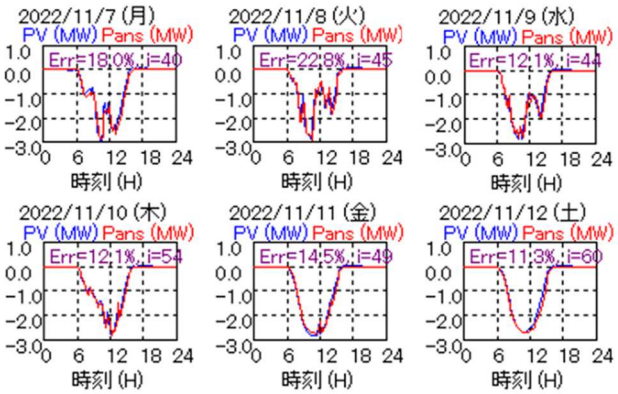


図１　推定値と測定値の比較

推定値および快晴時の発電出力を基に算出した，日毎の最大実負荷推定値について，図２のとおり比較しました。

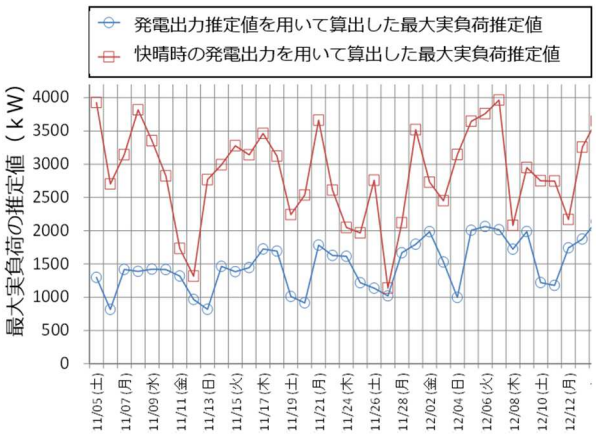


図２　推定値および快晴時の発電出力を用いて算出した最大実負荷推定値

図２の配電系統では，日毎の最大実負荷推定値は，発電出力推定結果を使用することで，従来手法に比べて１日平均１，５００ｋW程度低下する結果となりました。また，その他の系統における検証結果についても一様に，日毎の最大実負荷の推定値が低減する結果となりました。これは，配電線事故時に自動融通を行う健全区間の電力を，現状の過大な見積もりと比較して小さい値で計算することを意味しており，配電自動化システムへ本研究で用いた発電出力推定機能を導入した場合，これまで融通できていなかった健全区間に対しても自動融通が可能となり，配電線事故による停電時間の短縮や復旧に当たる作業員の負担軽減となることが期待されます。

今後の予定

２０２５年３月より導入予定の次期配電自動化システムへ本機能を導入し，自動融通計算の精度向上を図る計画です。

特 許・特許登録済み

担当：配電部

中心水密型電線の開発・実用化

背景と目的

当社の低圧配電線は，主として銅を導体とする難着雪形の屋外用ビニル絶縁電線（SN-OW）を使用してきました。しかし，銅電線は一般的に応力腐食により劣化することが知られているため，対策の検討を行ってきました。

応力腐食劣化が発生する主な要因は，「電線内部への（腐食成分を含んだ）雨水等の浸入」，「導体への応力の集中」，「黒錆の形成」の 3 つに大別されることが判明したため，これらの要因を極力排除した新型の銅低圧配電線「中心水密型難着雪（2 ヶヒレ形）屋外用ビニル絶縁電線（SCW-OW）」を開発しました。

研究の概要

1．構造について

（1）中心水密構造の採用

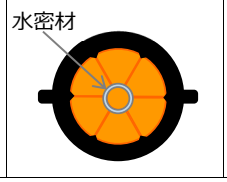
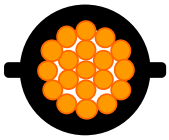
SN-OW は，導体外周部に被覆材である塩化ビニルが隙間なく充填されるため，雨水等の浸入は導体中心部が支配的となります。なお，導体外周部への水密剤充填は，絶縁被覆剥ぎ取りの作業性が著しく低下することから，開発品は中心部にのみ水密剤を充填する構造を採用しました。

（2）円形圧縮導体の採用

導体への応力集中の低減を図るため，硬銅線を 7 本撚り合わせた円形圧縮導体（SB: Smooth Body）を採用しました。SN-OW と比較すると電線内部の空隙が少なくなり，黒錆の形成に必要な酸素や水分の浸入を大きく低減できます。

これらの対策を施した開発品ならびに従来電線の主な仕様を表 1 に示します。

表 1　開発電線の仕様

項目	**開発品 SCW-OW 60 mm²**	従来品 SN-OW 60 mm²
構造［本/mm］	**7/SB（中心水密）**	19/2.0
導体径［約 mm］	**9.3**	10.0
仕上外径［約 mm］	**12.1×15.1**	12.8×15.8
断面図		

2．性能評価結果について

（1）雨水浸入防止性能試験

電線試料の片側を水槽に挿入して水圧を加え，他端から漏水するまでの時間を調べました。開発品は，最も厳しい 0.050 MPa の条件であっても 30 分以上漏水が無く，従来品以上の防水性能を有していることを確認しました。（図 1）

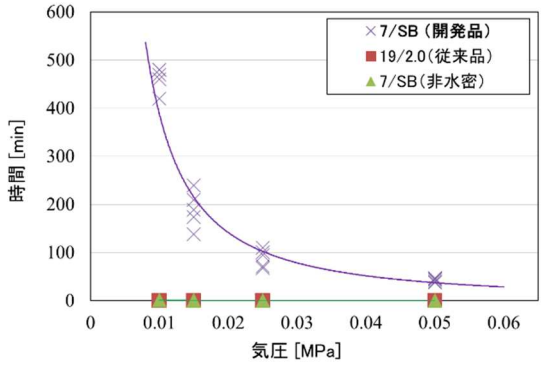


図 1　雨水浸入防止性能試験結果

〈2〉加熱防水性能試験

電線試料の片側を水中に浸漬させ，30 日間のヒートサイクルを行った後に，導体素線に形成される酸化被膜の厚さを測定しました。開発品は内層，外層ともに酸化被膜の形成が少なく，黒錆形成の抑制効果が高いことを確認しました。（図 2）

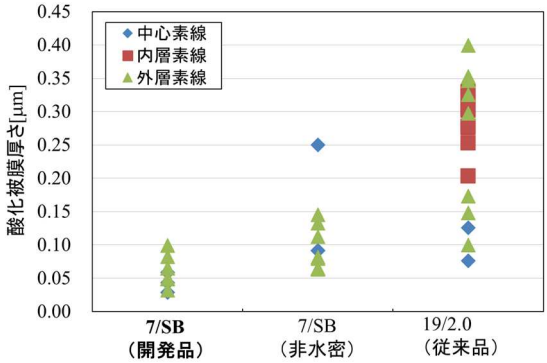


図 2　加熱防水性能試験結果

導入状況について

開発した SCW-OW は応力腐食断線対策に有効であり，SN-OW と比較しても長寿命化が期待されることから 2018 年 4 月より全面導入済みです。

受賞
・第 67 回澁澤賞＜日本電気協会＞
・東北電気関係事業功績・功労者表彰　特別功績賞
＜日本電気協会東北支部＞

特許
・特許登録済み

担当：配電部

高圧応急用電源車用「電圧・電流センサ」の開発

背景と目的

東北電力ネットワーク（株）（開発当時，東北電力（株））では，非常災害時の応急送電および配電線工事における無停電対策として，高圧応急用電源車（以下，電源車という。）を各事業所に配備しています。

従来の電源車は，平成16年度から導入しており，配電線側に，商用電源の電気的条件を検定するための装置である同期制御装置（以下，制御器という。）を取り付け，同期調整に必要なデータを制御器と電源車との間で無線により送受信することにより，工事用開閉器等の無停電関連機材の大幅な削減や作業時間の短縮によるコスト削減に大きく寄与してきました。

一方，電源車の同期調整に必要なデータを取得するための電圧・電流センサは，制御ケーブルを介して通信しており，制御ケーブルの構造上，間接活線用工具でのセンサ取付け・取外しによりストレスが蓄積されるため，センサ本体および制御ケーブルの破損や故障が顕著になってきており，耐久性が課題となっていました。また，制御ケーブルを接続したままセンサを電線へ取付け取外しする必要があることから作業性の向上が求められていました。

以上のことから，耐久性と作業性の向上，およびさらなる高度化を目的に，新たな「電圧・電流センサ」を開発しました。

図１．高圧応急用電源車

研究の概要

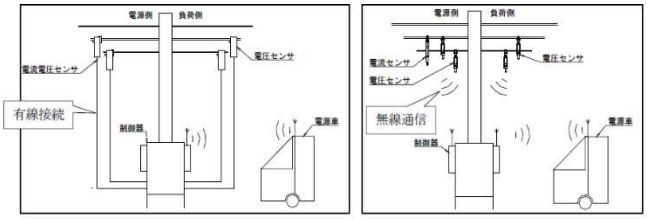


図２：システム概要図（左：従来　右：開発後）

（１）電圧・電流センサと制御器の無線通信化

従来のセンサと制御器が有線接続となる構造では，間接活線工法による取付け・取外し，ならびに電源ボタンの操作性に課題があるため，センサや有線接続に必要な制御ケーブルや接続コネクタ等の故障が多く発生していました。

また，センサを電線へ取付け取外しする際，制御ケーブルが他の配電設備に干渉するなど，取り回しに苦慮していました。

無線通信化することで，以上の二つの課題を解決できることから，電圧・電流センサと制御器間の無線通信化システムを開発しました。

（２）電圧センサ電源自動 ON・OFF 機能

電圧センサの電源スイッチは電源車稼働前に ON・OFF 操作，停電作業後の同期復電時に再度 ON・OFF が必要であるため操作頻度が多く，間接活線工具によるボタン操作のため故障しやすい箇所であったことから，取付けする電線から電圧を検出して自動的に電源スイッチが入る機構としました。また，同期復電まで長時間電圧センサを使用しない場合，電圧センサは制御器の停止状態を検知して待機状態となることでバッテリーの消費を抑えています。

図３：従来の電圧・電流センサと制御ケーブル

図４：開発のセンサ（左：電圧　右：電流）

今後の予定

「電圧・電流センサの高度化」は，機器の破損や故障によるネガティブコストの抑制と作業性の向上による効率化，更に電圧・電流センサを活用した電源車の制御機能の向上に大きく寄与する開発です。

当社配電部門が保有している全 64 台中 43 台に配備が完了しており，2025 年度には全ての電源車に本機能が搭載される計画になっています。

受賞　・第６８回澁澤賞＜日本電気協会＞

特許　・特許登録済み

担当：配電部

各種データを利活用した配電線雷保護支援システムの開発

背景と目的

近年，ICT の進展に伴い多種多量なデータの生成，収集，蓄積等をリアルタイムで行うことが可能となり，電力設備における保守業務の効率化や設備形成の合理化等への活用が期待されています。一方，配電線の雷害対策は，雷撃頻度や雷事故被害，設備構成等の地域特性を考慮した最適な雷害対策を行うことが重要です。そのため，各種データの利活用を目的とした「配電線雷保護支援システム」を開発しました。

研究の概要

（1）配電線雷被害と LLS 標定点との照合

2013～2015 年度の 3 年間を対象とし，夏季雷と冬季雷に区別して配電線事故と LLS 標定点との照合による標定誤差と捕捉率を算出した結果，標定誤差は夏季 291.2m，冬季 438.9m であり，捕捉率は夏季 92.3%，冬季 73.9%であったことから，配電線保守業務として LLS データを有効に活用できることを確認しました。

（2）配電線雷保護支援システムの概要

a. 落雷検索機能

落雷日時・落雷期間・フィーダの検索機能があり，日時および期間指定検索では，検索する日時または期間を設定することで，地図の表示範囲に入る落雷がプロットされ，検索地点と落雷との距離が近い順に落雷データがテキストで表示されます（図 1）。また，表示範囲に入る過去の雷事故情報を確認できるようにしました。フィーダ指定検索は，フィーダ情報（変電所，回線名）を選択することで，同一系統の電柱のみ地図上に表示し，検索期間を設定することで地図の表示範囲に入る落雷がプロットされます（図 2）。

b. 落雷検索機能

落雷期間指定解析および落雷頻度解析は，任意の期間または日時を設定することで雷撃密度マップ（メッシュ幅：1/2～1/128 度）を容易に可視化できるようにしました。各種密度マップ解析は，エリア単位で表示範囲を選択し，任意の解析期間および季節別を設定することで各種密度マップを並べて表示することができます。雷害対策区分解析は，雷区分（強・中・弱雷），雷ハザード，雷害対策マップ（Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ区分）の作成が自動で行えるようにし，任意の解析期間および季節別で可視化できるようにしました（図 3）。なお，雷区分は，冬季雷撃数に雷事故率比（aw/as）を乗じて夏季雷撃数を加えた通年の雷区分マップとして冬季雷による被害を考慮しました。

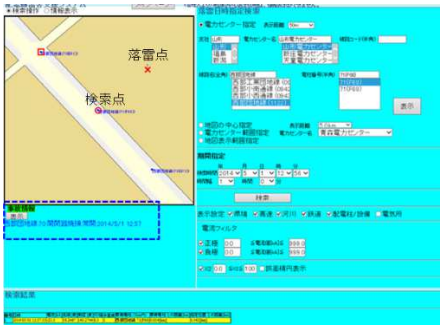


図 1　落雷日時検索の画面

図 2　フィーダ検索の画面

図 3　雷害対策区分解析の画面

今後の予定

配電線雷事故発生時の巡視優先エリアの選定や過日雷による配電設備被害の原因解明に活用することで，事故探査時間の短縮等，配電設備保守業務の負担が軽減されるとともに，雷区分および雷害対策区分マップが容易に更新できるため，雷被害・落雷数・配電設備実態を総合的に勘案した合理的な設備形成に寄与することが期待されます。

受賞

・第 68 回 電気科学技術奨励賞（旧オーム技術賞）＜電気科学技術奨励会＞

・東北電気関係事業功績・功労者表彰特別功績賞 ＜日本電気協会東北支部＞

担当：配電部