高圧応急用電源車用「電圧・電流センサ」の高度化

2024年2月7日

東北電力ネットワーク株式会社
配電部（配電技術）
野﨑　倫宏

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

目　次

1. 高圧応急用電源車の概要

2. 開発の目的

3. 開発品概要

4. 導入効果

5. その他の改良箇所

6. まとめ

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

1．高圧応急用電源車の概要

（1）高圧応急用電源車とは？

6,600V/400kVAの三相交流同期発電機を搭載し，以下の目的のため自走で現地まで移動して応急送電を行う車両

- 自然災害等による停電発生時において早期復旧を行うため⇒単独運転方式
- 配電設備の取替工事等において停電範囲を最小限にするため⇒<u>無停電切替方式</u>



高圧応急用電源車外観

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

（2）高圧応急用電源車の性能

【車両仕様】	
車両寸法	全長6.8m，全幅2.2m，全高2.9m
車両重量	7,800kg
乗車定員	2人
燃料タンク	100ﾘｯﾄﾙ 軽油（走行専用）

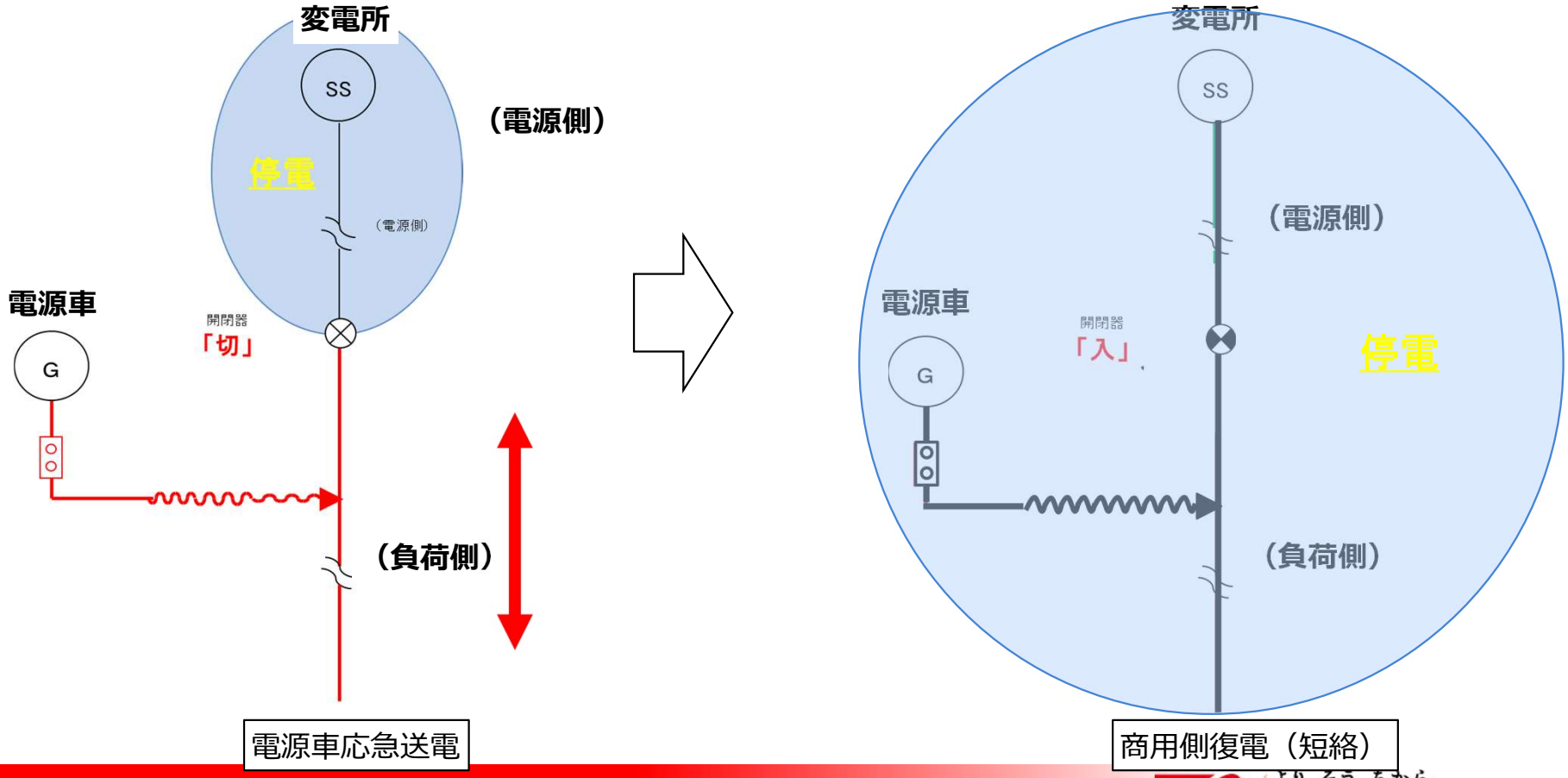
【発電機仕様】	
発電機出力	400kVA（50Hz/60Hz）
燃料タンク	190ﾘｯﾄﾙ 軽油（発電専用）
燃料消費量	75%負荷（燃料満タン190ﾘｯﾄﾙ）で約2.5時間
連続運転	前回オイル交換より400時間 （1回/3日オイル補充要）

- 一般家庭110件程度を救済可能
- 全電力センター＋総合研修センターに配備（計64台）

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

（3）無停電切替方式の概要

- 商用電源と高圧応急用電源車（以下，「電源車」という。）のように，異なる電源を無停電で接続する場合，非同期状態での接続は重大事故に直結するため，双方の電源を同期させ，確実な同期状態の中で接続する必要がある。



All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

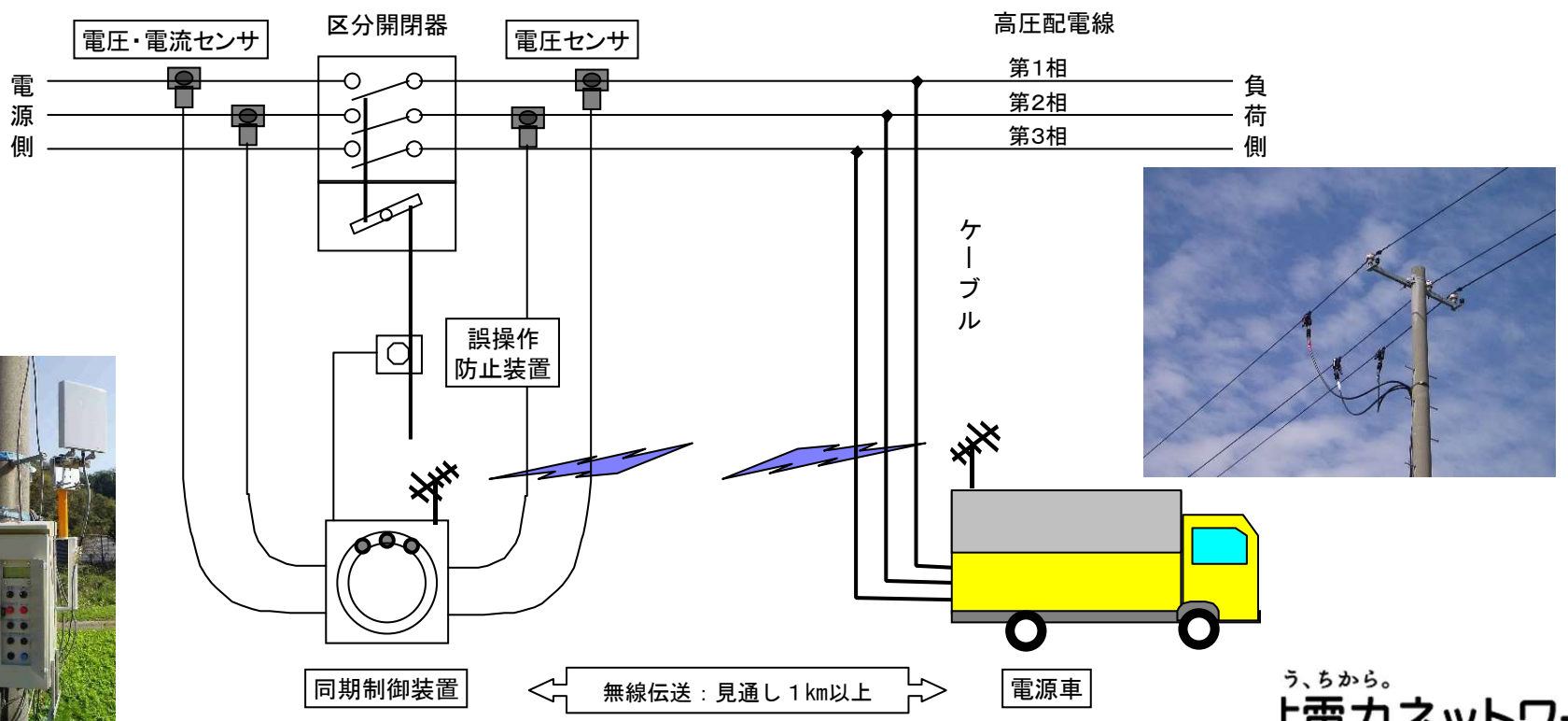
1．高圧応急用電源車の概要

（3）無停電切替方式の概要

- 当社電源車の無停電切替方式は，配電線の電気的データを検出するセンサ，データ解析と同期操作等を行う同期制御装置，そして区分開閉器の非同期投入を防止する誤操作防止装置により構成される。
- 同期調整は周波数の調整で行っており，商用電源と電源車間の周波数差・位相差の計測結果を基に，同期制御装置より，電源車に無線で調整指令を伝送する。
- 同期調整により，同期条件（周波数や位相差等が規定範囲内）が確立・継続している場合，同期制御装置より誤操作防止装置にインターロックの解除信号をリアルタイムで送信し，解除中に区分開閉器の投入操作を行う。⇒その後，発電機停止



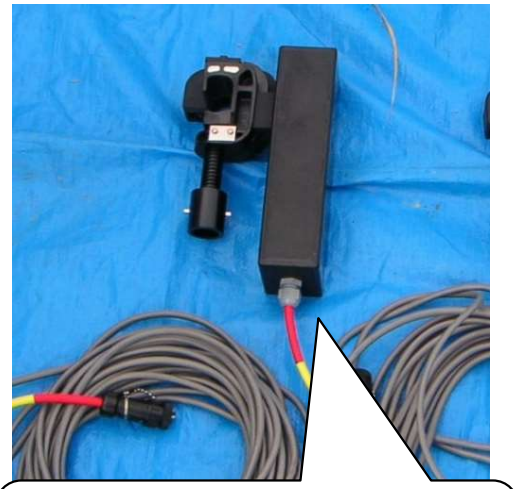




All rights Reserve

2．開発の目的（課題）

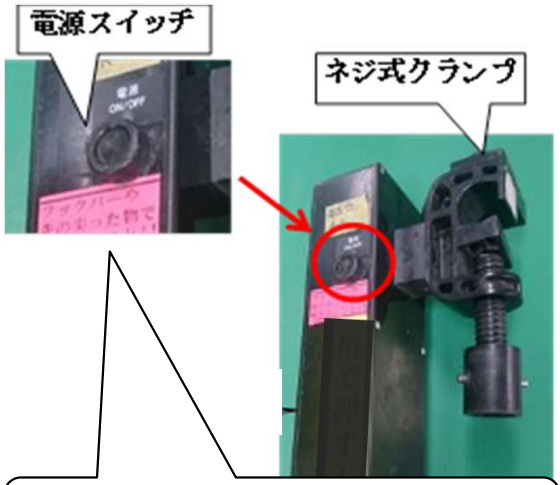
- 電源車の同期調整に必要なデータを取得するための電圧・電流センサは，制御ケーブルを介して通信しており，制御ケーブルの構造上，間接活線用工具でのセンサ取付け・取外しによりストレスが蓄積されるため，センサ本体および制御ケーブルの破損や故障が顕著になってきており，耐久性が課題。
- 電圧・電流センサへの雨水混入による動作不良により切替不能となる。⇒停止切替要
- 制御ケーブルを接続したままセンサを電線へ取付け取外しする必要があることから作業性が悪い。
- 電圧センサの電源スイッチは電源車稼働前にON・OFF操作，停電作業後の同期復電時に再度ON・OFFが必要（電池消耗防止）であるため操作頻度が多く，間接活線工具によるボタン操作のため故障しやすい。



センサと制御ケーブルをコネクタ接続
・コネクタの破損
・コネクタ端部で断線



センサと制御ケーブルを接続した状態で間接活線作業



間接活線工具でのON・OFF

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

3．開発品概要

（1）電圧，電流センサと制御器の無線通信化

- 本体の形状を変更し通信装置を内蔵。無線通信は920MHz帯を使用しており，Bluetooth等の多くの機器に影響されにくく，安定した通信が可能。なお，同じ920MHz帯を使用するスマートメータ近傍箇所でも混信することなく通信することが可能。
- 電圧・電流センサの取付け取外し作業においては，電線取付け部を締付式からクリップ式への変更と制御ケーブルがなくなることで，作業性が飛躍的に向上。
- 雨天時用のシートを追加。センサを取付したのち上からかぶせて養生することで雨水侵入抑制。

（2）電圧センサ電源自動ON･OFF機能

- 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る。



センサの無線化



センサ本体の外観



作業風景



防雨シート

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

４．導入効果

（1）電圧・電流センサと制御器間の通信無線化および電圧センサの電源自動ON・OFF機能の付加により，構造上ストレスがかかりやすいセンサ本体等の破損や故障が抑制され，修理等のネガティブコストが削減されている。

- 電圧・電流センサ修理費削減：５ヵ年平均　500万円/年

（２）制御ケーブルの廃止により作業性が大幅に向上し，作業の効率化に寄与している。

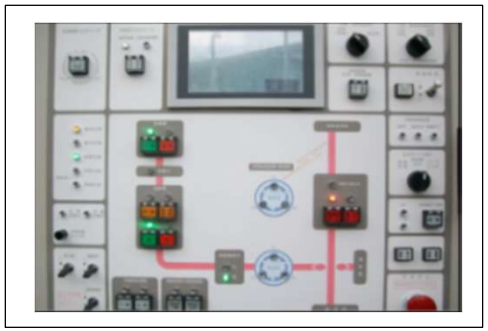
- センサ作業時間低減：取付▲10分，取外し▲10分（準備・片付け含）

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

5．その他の改良箇所

（1）操作盤のタッチパネル化

- 操作手順を誤り別な釦に触れる虞。
- 故障発生時，焦りから故障原因の把握を失念し故障復帰釦を押すことで履歴が不明。

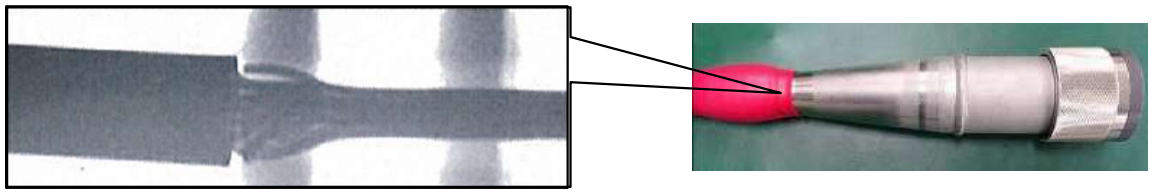


- 据付けから発電機の点検，同期装置を含めた操作の一切をモニタのガイダンス（タッチパネル式）に沿って実行することで，経験によらず安全に操作が可能。（１画面1操作のインターロック式）
- 運転・操作履歴および故障発生履歴を記録・保存が可能。



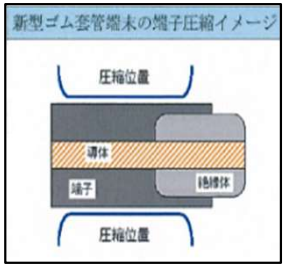
（2）引下ケーブルのワンタッチ化

- 使用を繰り返すうち，端末内部で発生する導体劣化（導体撚り笑い，素線断線）が発生。
  ※修理不能のため取替　25万円/本　（2016年当時）
- 袋ナット方式のため作業性が悪い。



撚り笑い（X線撮影）

- ゴムとう管端末の端子でケーブル導体と絶縁体を一括圧縮することで，導体の劣化の進展を抑制。
- 電源車側端子部をワンタッチ方式に変更することで作業性が向上。





All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

5．その他の改良箇所

（3）燃料ホースカプラ接続の導入

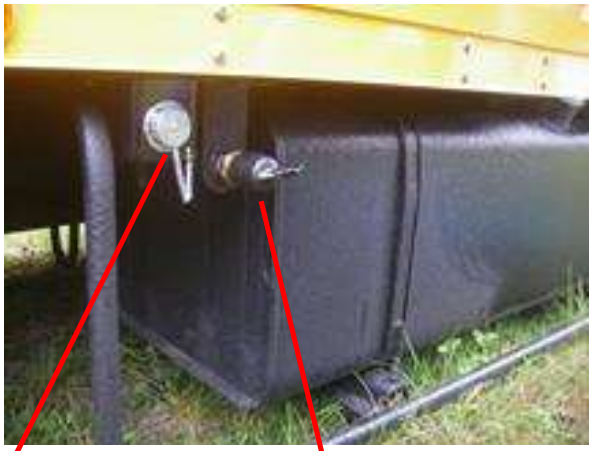
- 雨天時にドラム缶から給油する際に雨水の混入が懸念されることから，発電機用エンジン給油口付近に，電源車付属の燃料ホース専用の給油口（カプラ接続）を設けることで，フタを開けずに給油可能とした。



従来の給油口



今回の給油口（カプラ接続）



（4）遠隔監視装置の導入

- 隣接設置している電源車サポートカー等の車内にいる場合，電源車の故障警報が聞こえないため故障発生の確認が遅れる場合がある。そのため，無線タイプの監視装置を持ち込むことで，有事の際はパトライト点灯と警報鳴動により，故障の発生を即座に把握できる。（約350mまで可能）



遠隔監視装置（収納状態）

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

6．まとめ

■ 今回の「電圧・電流センサの高度化」については，2014年度および2015年度に実施した（株）アイチコーポレーションへの委託研究により開発した機材であり，2016年度より当社で導入している。

■電源車操作盤のタッチパネルについては，本センサ等の取付け作業のガイダンスや電流センサから読み取った値による不平衡率計算など「電圧・電流センサの高度化」をさらに促進している。（操作盤のタッチパネル化は2021年4月に高圧電源車全国10社共通規格として制定されている。）

■実用化の状況としては，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る。

■今回の開発は，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，さらに電圧・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ある。

■ 今後も，激甚化する自然災害に対するレジリエンス強化のため開発や改良を重ねていく。

《参考》 第68回（令和5年度） 澁澤賞受賞

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.

ご清聴ありがとうございました

All rights Reserved. Copyrights © Tohoku Electric Power Network Co., Inc.