

# 無停電工事に用静止型発電機車

## In-EV UPS for Distribution Line Maintenance

玉屋 宏 展\*  
H. Tamaya

長谷部 孝 弥\*\*  
T. Hasebe

松川 満\*\*\*  
M. Matsukawa

榮 紀 雄\*\*\*  
N. Sakae

### Synopsis

Hokuriku Electric Power Company, Daihatsu Motor and Nissin Electric have developed Uninterruptible Power Supply loaded on Electric Vehicle-van as backup power supply for distribution line maintenance.

This paper describes the scheme of development, control logic of the equipment and successful field test results.

## 1. ま え が き

今回、北陸電力(株)、ダイハツ工業(株)殿、日新電機(株)の3社で、低圧配電引込線の無停電工事に用静止型発電機車を共同開発した。

従来の低圧引込線の取替えなどの配電工事はお客様に停電の断りを入れ実施していた。しかし、近年一般家庭へのパソコン普及率が高くなり、停電工事をを行うことが許されない場合が増えており、さらに環境面においては工事に用ディーゼル発電機車の排ガス、騒音などの問題があり、従来の工法を見直す必要が出てきた。

このようなニーズに応えるため、電源無瞬断で工事ができる無停電工事に用静止型発電機車を開発した。

本稿では、装置の概要、北陸電力(株)において実施した評価試験結果、および実際の現場工事に用いた試験について紹介する。

## 2. 無停電工事に用静止型発電機車開発の背景

従来、低圧引込線に関わる電気工事では停電が伴うため、

- 事前の停電告知が必要
- 停電による家電機器への影響(パソコン、タイマ類の停止)

などの課題があった。このため、バックアップ用の電源としてディーゼル発電機車等の回転機型電源を搭載した低圧発電機車を使用して工事が行われるが、

- 発電機車からの排気ガス

- 発電機車からの騒音
- 発電機車が大きいため狭い路地での作業が困難などの指摘があった。

そこで、これらの問題点を改善するため、パワーエレクトロニクス技術を応用したインバータ(直流/交流変換装置)方式の発電機車(以下インバータ)を電気自動車(以下EV)に搭載することにより電源無瞬断での工事の実現と低騒音化、および無公害という環境に調和した無停電工事に用静止型発電機車を開発した。

## 3. 装置概要

### 3・1 無停電工事に用インバータ電源

表1にインバータ電源基本仕様、図1に主回路接続図、図2に無停電工事に用インバータの外観を示す。

無停電工事に用のエネルギーはEVメイン電池のエネルギーをインバータにて交流電力に変換し、活線接続器にて負荷に供給している。小形軽量化・効率向上のため、トランスレス方式を採用している。

無停電工事は単相2線/3線回路と、三相200V動力回路の両方に対応しており、それぞれ専用のコネクタを用意している。

### 3・2 EVの構成

EVはダイハツ工業(株)殿製の市販のハイゼットEVを使用している。EVへのインバータ搭載・固定のためのスライド式プレート、およびメイン電池のインバータ直流用出力端子の設置、活線接続器コネクタ中継端子の設置などの改造はダイハツ工業(株)殿にて実施いただいた。

EV基本仕様を表2に、外観を図3に示す。

\* 北陸電力(株)

\*\* 技術開発センター システム開発グループ

\*\*\* エネルギー事業部 新エネルギーシステム部

表1 インバータ電源基本仕様

1. 直流入力電圧	DC 230 ~ 350 V
2. 交流定格出力	単相3線定格 2.5 - 2.5 kVA 三相3線定格 5 kVA
3. 交流定格電圧	101 V (単相3線) / 202 V (三相3線)
4. 交流電圧変動率	101 V ± 5 % / 202 V ± 5 %
5. 定格周波数	50/60 Hz (切替え)
6. 交流電圧波形歪率	各次高調波含有率 2% 以内, 総合高調波含有率 3% 以内
7. その他	自立運転機能 (独立電源として運転可能)

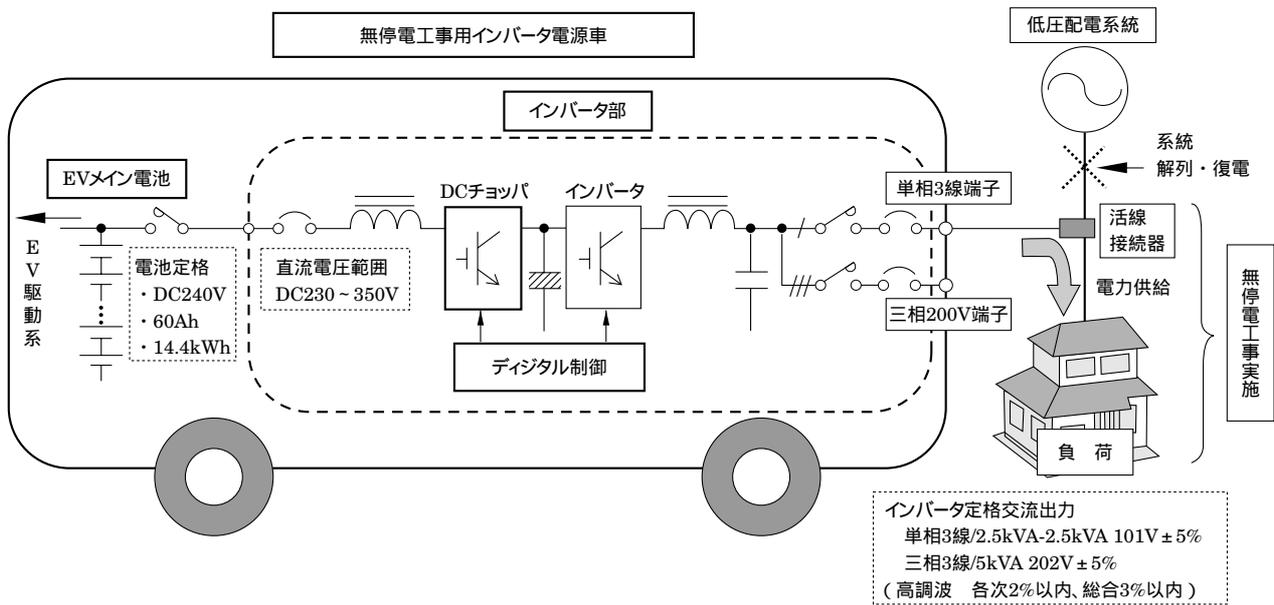


図1 主回路接続図



図2 車載形無停電工用インバータ電源外観  
[ W 720 × H 580 × D 500 mm 重量 110 kg ]

表2 EV 基本仕様

1. メーカー	ダイハツ工業(株)
2. 名称	ハイゼット EV
3. メインバッテリー	種類: シール形鉛蓄電池 定格電圧: 240 V 定格容量: 14.4 kW (60 Ah/3 HR, 20 直列)
4. 一充電走行距離	115 km (30 , 10 - 15 モード走行時)



9989



9989

図3 無停電工専用静止型発電機車外観

インバータはEVの後部荷台に設置しており、操作は後部ハッチバックを開けて行う。インバータ出力用活線接続器コネクタ中継端子は、EV後部右側の窓に設置している。また、このコネクタ・接続端子部は降雨/降雪時にも作業可能なように防水処置を施している。操作状況と活線接続器コネクタの接続状況を図4に示す。



図4 インバータ操作風景と活線接続器コネクタ接続状況

#### 4. 制御方式

電源無瞬断で低圧配電工事を実現するためには、工事前にインバータをお客様引込口に接続して連系させておき、系統停止（解列）時にすみやかに電力供給を開始する必要がある。

さらには何の情報もなく復電されるので過電流などを生じないで連系運転を継続させる必要がある。

そこで、今回は系統復電時に系統電圧位相情報が常に与えられていなくとも、インバータ電圧位相を系統電圧

位相に高速に同期させる「位相ジャンプ方式」の開発を行なった。これにより無停電工事における系統復電操作の際にもインバータの過電流を抑制することができる。図5に位相ジャンプ方式の動作図を示す。また、図6に制御ブロック図を示す。

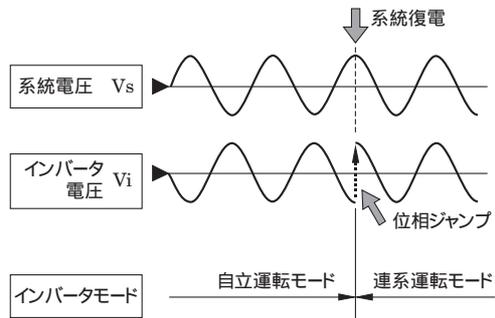


図5 位相ジャンプ方式動作図

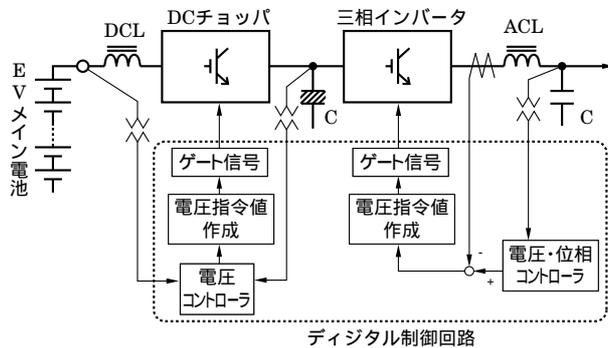


図6 制御ブロック図

## 5. 無停電工事の概要

図7に本インバータ電源を用いた低圧配電線の無停電工事の説明図を示す。

工事は下記 ~ の手順で実施する。

工事対象現場にEVにて出向。

活線接続器を低圧引込線に接続し、インバータを運転する。

インバータ運転中に、工事を実施する。

引込線を切断すると同時に負荷にはインバータから無瞬断で給電される。

復電と同時に無瞬断で負荷に系統から給電される。

このように無停電工事という特殊な工事であるが操作は簡単である。またこの電源車は災害時等の非常用としての自立電源としても使用可能である。

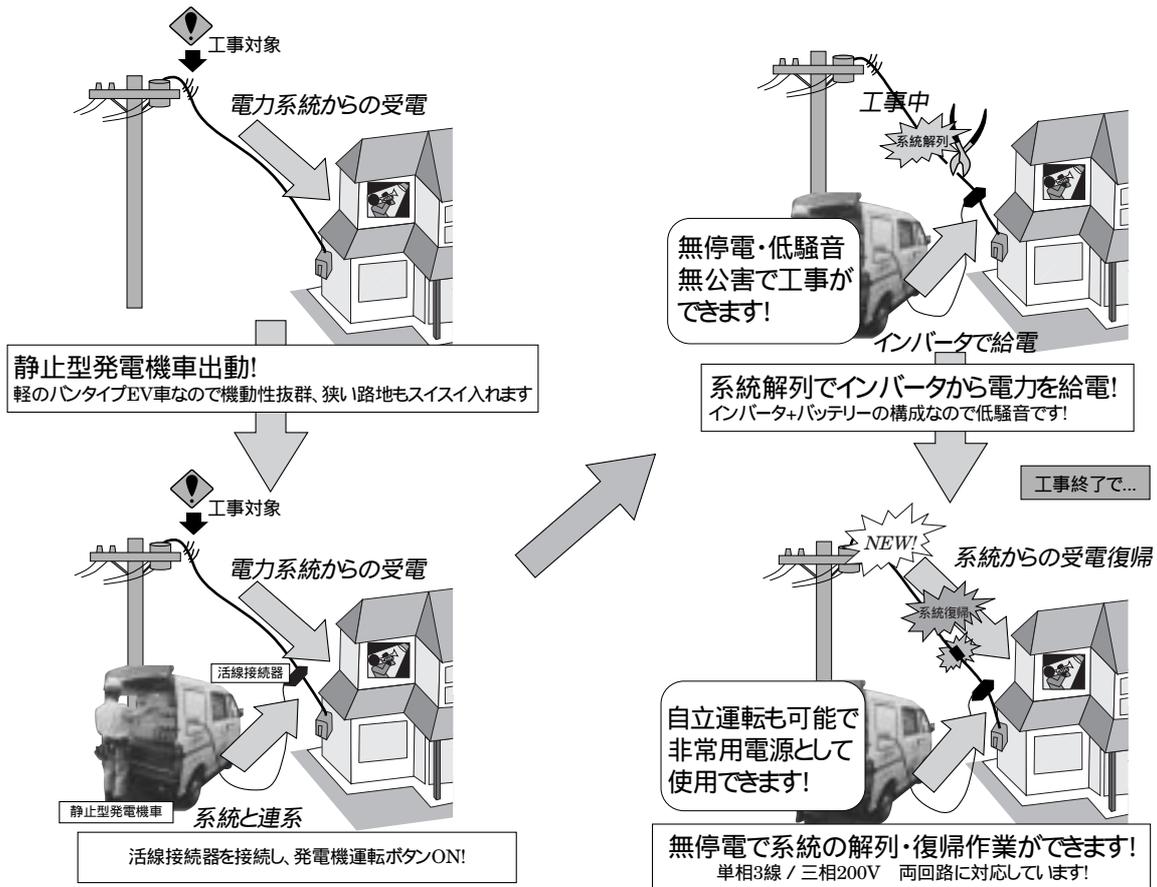


図7 無停電工事説明図

## 6. フィールド試験

フィールド試験は、北陸電力(株)研修センター実習室(以下研修センター)と石川支店管内の一般お客様宅(2件)で実施し、インバータの動作特性、操作性についての検証を行なった。

### 6・1 研修センター試験

一般民家を模した家屋にて、配電線の張替え工事を想定した配電線の切断作業(系統解列)、接続作業(系

統復電)を行いインバータ特性を測定し、無停電工事の試験・検証を実施した。

研修センターの屋内配線は、一般的な家庭を想定した構成となっている。負荷には電灯、冷蔵庫、テレビ、パソコンなど4~5kW相当を接続し、系統解列・復電時の各波形を測定した。

試験は単相3線、三相200V回路の双方にて実施した。

図8に単相3線の場合のフィールド試験回路概要を示す。

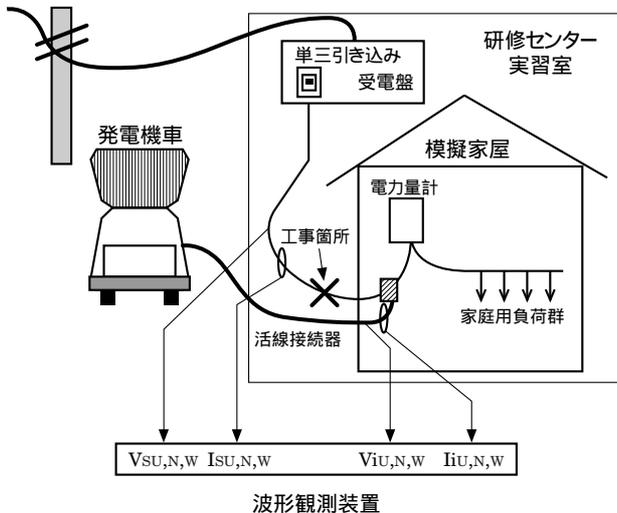


図8 フィールド試験回路概要図

### 6・1・1 系統解列動作

負荷容量4kWにて、U相解列、W相解列、N相解列にて工事を行なった。図9に系統解列動作時の各波形を示す。

出力電圧は定格でU-N相、N-W相ともに101V±5%である。U相解列時には、系統からのU相電流 $I_{SU}$ がなくなり[図9(1)]、代わりに発電機側からU相電流を供給している。この間のインバータ電圧の低下はほとんど発生しない。次にW相解列により、系統からの電流がなくなり[図9(2)(3)]、負荷への電力はすべてインバータから供給することになる。

このとき負荷への供給インバータ電圧の低下はほとんど発生せず無停電にて解列動作が実現できている。

### 6・1・2 系統復電動作

負荷容量4.5kWにて、N相接続、U相接続、W相接続の順番にて工事を行なった。図10に系統復電動作時の各波形を示す。

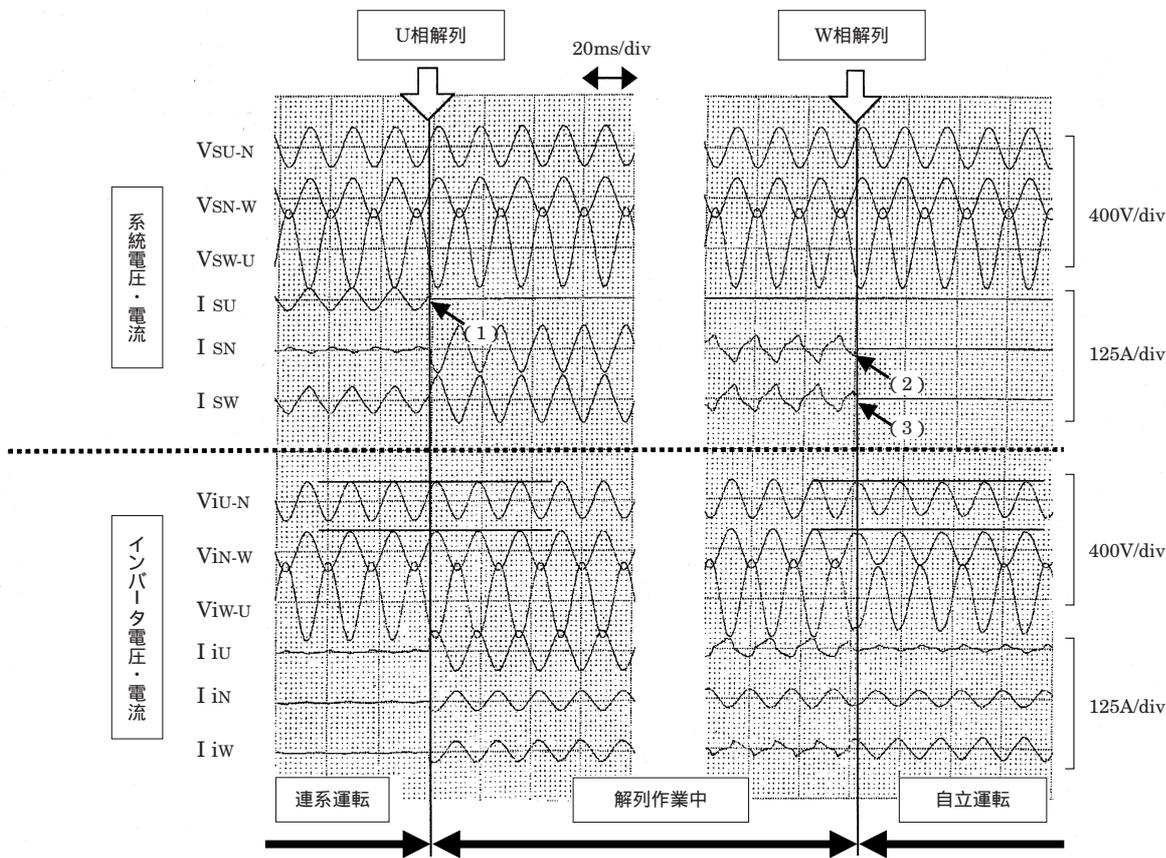


図9 U, W相系統解列波形(単相3線工事)

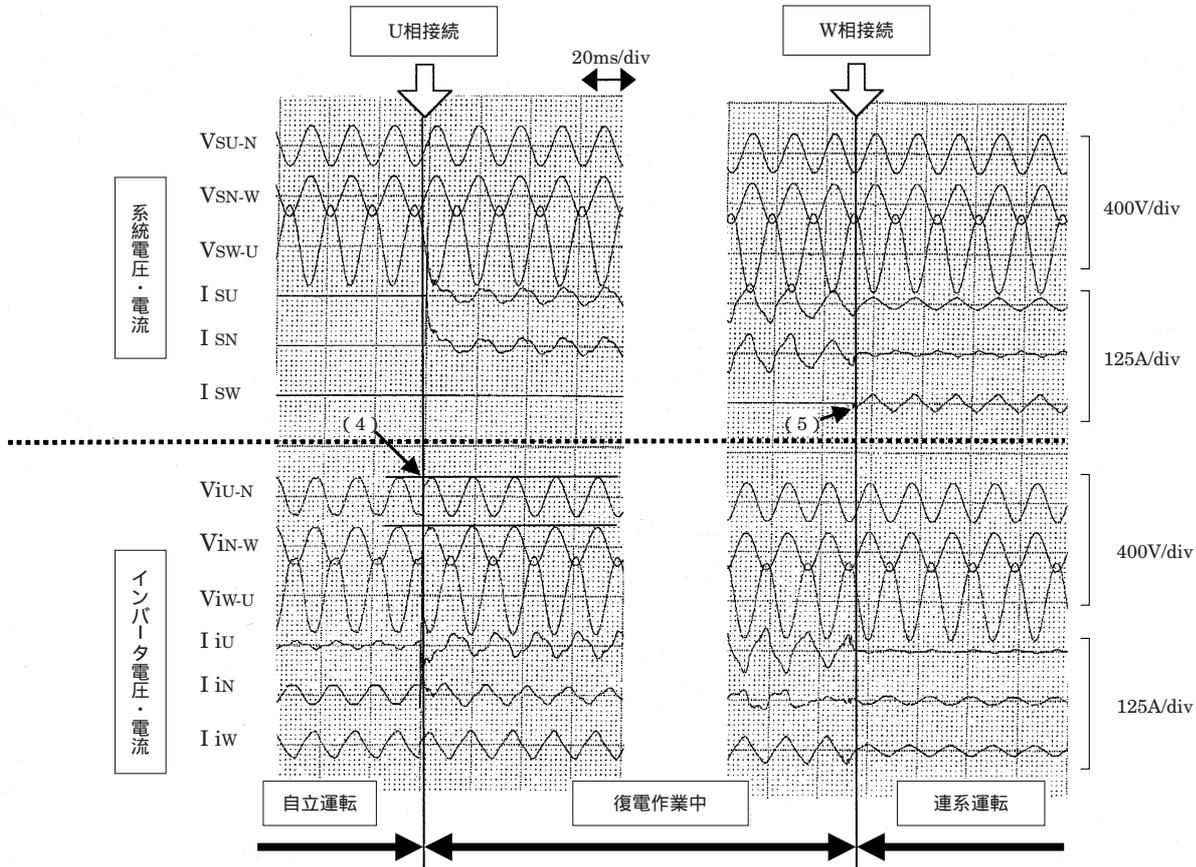


図 10 U, W 相系統復電波形 (単相 3 線工事)

系統電圧とインバータ電圧 (= 負荷に印加している電圧) 位相が約  $60^\circ$  ずれた状態にて、U 相接続時を実施した (図 10 (4) 参照)。ここで、新規開発した「位相ジャンプ方式」によりインバータの電圧位相を系統の位相に瞬時に合わせることができ、無停電工事が実現できた。

W 相接続 [ 図 10 (5) ] は、すでに U 接続時に系統電圧とインバータ電圧位相が合っているために、電圧・電流波形ともに乱れることなく復電が可能である。W 相接続により、負荷への電力はほとんど系統から供給することになる。

以上の動作により、系統解列 復電操作時において負荷電圧がほとんど変動することなく工事が実施できる。

インバータの出力電圧特性判定は ITI カーブによって行うものとする。

各モード ( 解列・復電操作 ) 時における電圧ディップの継続と平均電圧が許容電圧時間範囲内に入っていることで判断した。工場試験データも含めインバータ出力特性を 図 11 にプロットする。単相 3 線 5 kW 定格、三相 200 V 5 kW 定格出力時においてインバータ出力電圧特性は ITI カーブの安全領域内にある。これより、ほとんどの情報機器に対しても本インバータを用いた無停電工事

が実現可能であることがわかる。

( ) ITI ( Information Technology Industry Council ) : 情報機器の供給電圧変動・許容継続時間特性に関する海外規格 ( 旧 CBEMA )

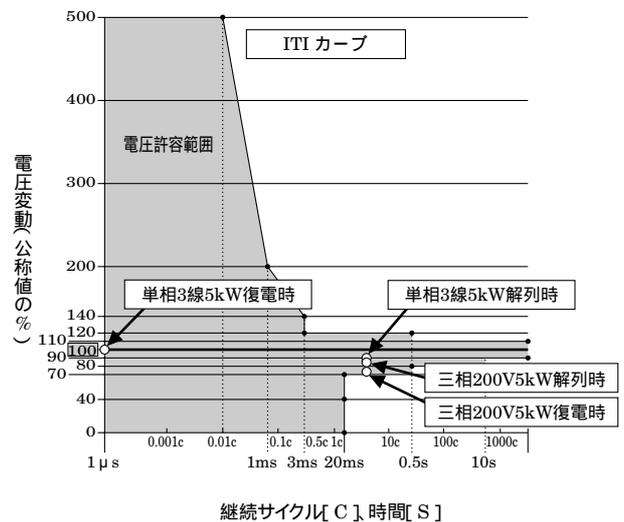


図 11 ITI カーブ - インバータ出力電圧特性

## 6・2 実フィールド試験

一般のお客様の実負荷の下で無停電工事に用いる静止型発電機を使用し、低圧配電の引込線の張替え工事を実施し、無停電工事に用いる静止型発電機の操作性・有効性を検証した。

(1) 実施フィールド1...石川県金沢市内 A様宅  
(図12)

[検証1] 単相3線引込線の張替え工事における無停電工事に用いる静止型発電機特性と操作性。

[検証2] 三相200V引込線の張替え工事における無停電工事に用いる静止型発電機特性と操作性。



図12 単相3線，三相200V工事風景

(2) 実施フィールド2...石川県金沢市内 F様宅  
(図13)

[検証3] 単相2線引込線の張替え工事における無停電工事に用いる静止型発電機特性と操作性。

### 6・2・1 実フィールド試験結果

単相3線回路，三相200V回路，単相2線回路での低圧引込線の張替え工事を実施し，無停電工事に用いるインバータ電源の良好な動作を確認した。これにより一般のお客様においても本インバータにて電源無瞬断で工事が可能であることが検証できた。



図13 単相2線工事風景

これにより，従来の発電機と比較して，  
(1) 電圧同期検定の手間もいらず操作が簡単  
(2) 低騒音  
(3) 排ガスゼロ  
という点ですぐれた性能を発揮することが確認できた。

## 7. あとがき

電源無瞬断で低圧引込線の工事が可能な，機動性に富み，環境にやさしい無停電工事に用いる静止型発電機の開発を行なった。

今後はさらにインバータ電源の小型・軽量化を進めていきたい。また，本発電機がお客様引込線の無停電工事に用いる静止型発電機化促進に大きく貢献できるものと期待している。

終わりに，本発電機の開発に多大のご協力をいただいたダイハツ工業(株)殿の関係者に深く感謝する次第である。

### 参考文献

- (1) H11，電気学会電力エネルギー部門大会325(p122, 123)  
「配電工事に用いる静止型発電機の開発」
- (2) H12，電気学会全国大会4-071(p1460)  
「配電工事に用いる静止型発電機のフィールド試験」

◆ 執筆者紹介



**玉屋 宏展**

1978年北陸電力(株)入社。主として、配電線路の計画・保守・運営に従事。現在、配電部配電技術課。



**長谷部 孝 弥**

1990年入社。主として、パワーエレクトロニクス応用製品の研究開発業務に従事。現在、技術開発センター システム開発グループ。



**松 川 満**

1983年入社。主として、太陽光発電システム用パワーコンディショナの開発業務に従事。現在、エネルギー事業部新エネルギーシステム部主任。



**榮 紀 雄**

1995年入社。主として、太陽光発電システム用パワーコンディショナの開発業務に従事。現在、エネルギー事業部新エネルギーシステム部。