

# 電力向け新形72kVキュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS)・真空複合形ガス絶縁開閉装置 (VFS) の製品化

🔌 C-GIS, VFS, スイッチギヤ, VCB

\* 長 輝通 Terumichi Cho      \* 山本圭一 Keiichi Yamamoto      \* 長網 望 Nozomu Nagatsuna

## 概 要

2000年5月に電力会社向け専用仕様の72/84kVキュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS) の初号器を納入してから10年以上が経過した。

その間一般需要家向けの72/84kV系統では、標準化を図ったC-GISが一般的となり、当社納入実績で377変電所/1700面を達成した。また真空遮断器・接地開閉器付断路器などの基本ユニットとしての性能の向上で、従来の電力会社向け専用仕様のC-GISに対して、寸法・価格・納期・保守面で有利となっている。この度、標準化した各ユニットと最新技術を取り入れた次世代変電所用として最適な新形電力用C-GISを開発した。また、次世代変電所用として最適な真空複合形ガス絶縁開閉装置 (VFS) にC-GIS技術を取り入れた。



電力向け新形72kV C-GISの開発

## 1. ま え が き

当社は、72/84kVキュービクル形ガス絶縁開閉装置 (C-GIS) を製品化し多くの納入実績を上げ、お客様のご要求に応えるとともに、受変電設備の高信頼性化・安全性向上・メンテナンス省力化などの技術向上に努めてきた。

昨今では、電力会社でも受変電設備に対する更なる省スペース化、美観性・経済性向上の要請が高まるとともに、地球温暖化の防止に対して配慮することが求められている。

当社はこれらの要請に応え、2000年5月に低圧のSF<sub>6</sub>を絶縁ガスとして使用した電力用C-GISの1号器を納入し、10年以上の実績を積み上げてきた。本稿では、その後継機器として新たに開発が完了した電力向け新形72kV C-GISの概要と基本機器を共通とする真空複合形ガス絶縁開閉装置 (VFS)

について紹介する。

電力向け新形C-GISは国内規格JEC-2350 (ガス絶縁開閉装置) に準拠し、搭載する真空遮断器 (VCB)、接地開閉器付断路器 (EDS) も最新JEC規格に対応している。既に電力会社の変電所に納入し、稼働している。

## 2. 定格及び主要ユニット

第1表に電力向け新形72kV C-GIS (全体) の定格・仕様一覧を、第1図に設置状況を、第2図に内部構造図を示す。温室効果ガスであるSF<sub>6</sub>ガスの圧力を下げることで、使用量を大幅に低減し、配電盤イメージによって周囲環境と違和感のない外観構造とした。配電変電所向けに特化することで、従来形と比較して寸法・質量・据え付け面積を低減した。第2表に比較表を示す。

\*スイッチギヤ工場



**第1表 電力向け新形C-GISの定格・仕様**

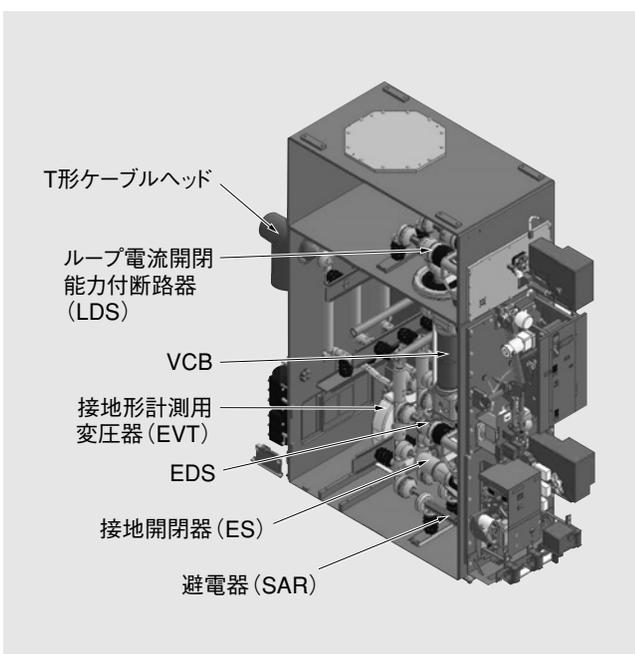
電力向け新形72kV C-GISの定格事項を示す。

項目	定格・仕様
モデル名	NBG-60
定格電圧	72kV
雷インパルス耐電圧	350kV
商用周波耐電圧	140kVrms
定格電流	800/1200A
定格周波数	50/60Hz
定格短時間耐電流	20/25/31.5kA 2s
定格ガス圧力	0.07MPa・G at 20°C
最低保証ガス圧力	0.05MPa・G at 20°C
総質量 (CT不含)	4.2t
SF <sub>6</sub> ガス量	37kg
準用規格	JEC-2350 (2005)



**第1図 72kV C-GIS**

東北電力(株)深浦変電所に納入した72kV C-GISを示す。



**第2図 72kV電力向けC-GISの内部構造図**

電力向け新形72kV C-GISの内部構造図例 (3D-CAD) を示す。

**第2表 従来電力向けC-GISとの比較**

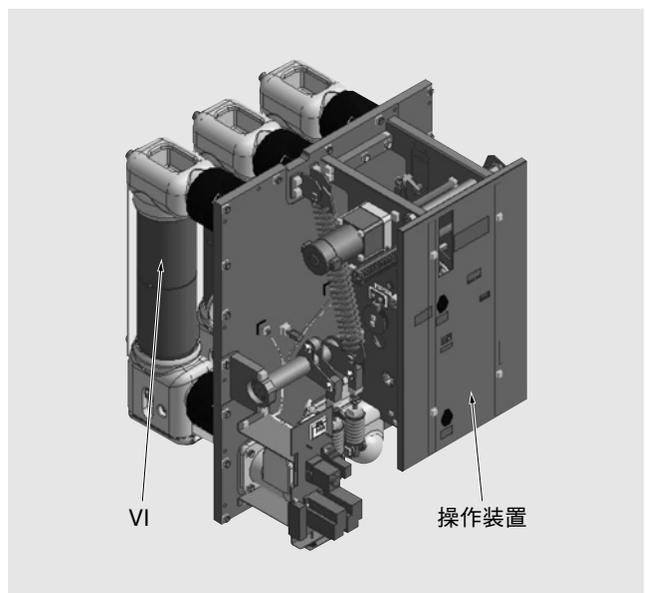
従来タイプとの仕様・寸法・質量・据え付け面積の比較を示す。

項目	従来形	新形
寸法 (mm)	W1000×H3360×D2850	W900×H3150×D2750
質量 (t)	5.6	4.2 (75%)
据え付け面積 (m <sup>2</sup> )	2.9	2.5 (86%)

**第3表 VCBユニットの定格・仕様一覧表**

C-GISに搭載するVCBの定格事項を示す。

項目	定格・仕様
形式	VBU-60532JBB
定格電圧	72kV
雷インパルス耐電圧	350kV
商用周波耐電圧	140kVrms
定格電流	800/1200A
定格周波数	50/60Hz
定格短時間耐電流	31.5kA 2s
定格開極時間	0.05s (5サイクル)
閉極時間	0.1s
定格操作電圧	DC 100V
定格制御電圧	DC 100V
定格ガス圧力	0.07MPa・G at 20°C
操作方式	ばね投入 ばね遮断
標準動作責務	A/R
適用規格	JEC-2300 (2010)



**第3図 VCBユニット構造図**

電力向け新形72kV C-GISに搭載するVCBユニット構造図 (3D-CAD) を示す。

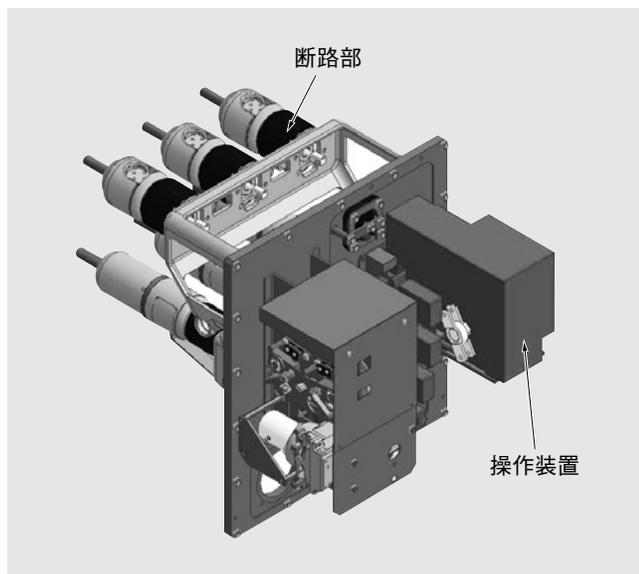
**2.1 VCBユニット**

第3表にVCBユニットの定格・仕様一覧を、第3図に構造図を示す。真空インタラプタ (VI) を密封容器のSF<sub>6</sub>ガス中に配置し、気中側にばね操



**第4表 EDSユニットの定格・仕様一覧表**  
C-GISに搭載するEDSの定格事項を示す。

項目	定格・仕様
形式	DBU-60532JMH
定格電圧	72kV
雷インパルス耐電圧	対地：350kV
商用周波耐電圧	対地：140kVrms
定格電流	800/1200A
定格周波数	50/60Hz
定格短時間耐電流	31.5kA 2s
進み小電流能力	1.0A
定格操作電圧	DC 100V
定格制御電圧	DC 100V
定格ガス圧力	0.07MPa・G at 20°C
操作方式	断路器：電動操作 接地開閉器：手動操作
適用規格	JEC-2310 (2003)



**第4図 EDSユニット構造図**  
電力向け新形72kV C-GISに搭載するEDSユニット構造図 (3D-CAD)を示す。

作機構を配置した。極柱部は、主回路とコンタクト（接触構造）を介して接続するユニット構造を採用した。またVIの絶縁筒は、従来の複合絶縁方式（ガラス+モールド）からセラミックスに変更してVI外形の縮小化を図り、さらにVI電極構造は最新の縦磁界電極を採用することで、遮断性能と通電性能の向上を図った。

**2.2 EDSユニット**

第4表にEDSユニットの定格・仕様を、第4図に構造図を示す。「入」、「切」、「接地」を直線的に配置することで、耐電圧性能を向上し、かつ操作機構をシンプルにしている。また機械的インター

**第5表 LDSユニットの定格・仕様一覧表**  
C-GISに搭載するLDSの定格事項を示す。

項目	定格・仕様
形式	DLU-60532B
定格電圧	72kV
雷インパルス耐電圧	対地：350kV
商用周波耐電圧	対地：140kV
定格電流	1200A
定格周波数	50/60Hz
定格短時間耐電流	31.5kA 2s
線路ループ開閉能力	600A, 6kV
定格操作電圧	DC 100V
定格制御電圧	DC 100V
定格ガス圧力	0.07MPa・G at 20°C
操作方式	電動ばね操作
適用規格	JEC-2310 (2003)

**第6表 電力仕様の電流開閉条件**  
LDSとESの電流開閉条件を示す。

機器	仕様
LDS (線路ループ電流)	6kV-600A (100回)
ES (電磁誘導電流)	3kV-400A (100回)

ロック構成にすることで、操作時の安全性を確保した。

**2.3 LDSユニット**

第5表にLDSユニットの定格・仕様一覧を示す。電力会社納入時には、第6表に示す電流開閉能力を有する断路器及びESが要求される。一般に断路器の電流消弧方式には並切・パッファ方式・吸い込み方式がある。本C-GISに搭載するLDSは、最も消弧性能が安定する吸い込み方式を採用し、JEC-2310準拠のループ電流開閉試験を実施し、十分な性能を有していること確認した。

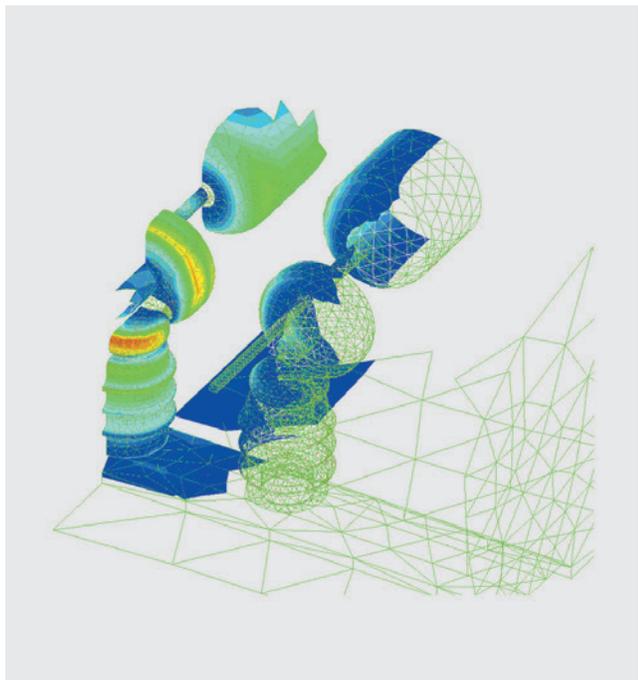
**3. 特 長**

**3.1 搭載機器のユニット化**

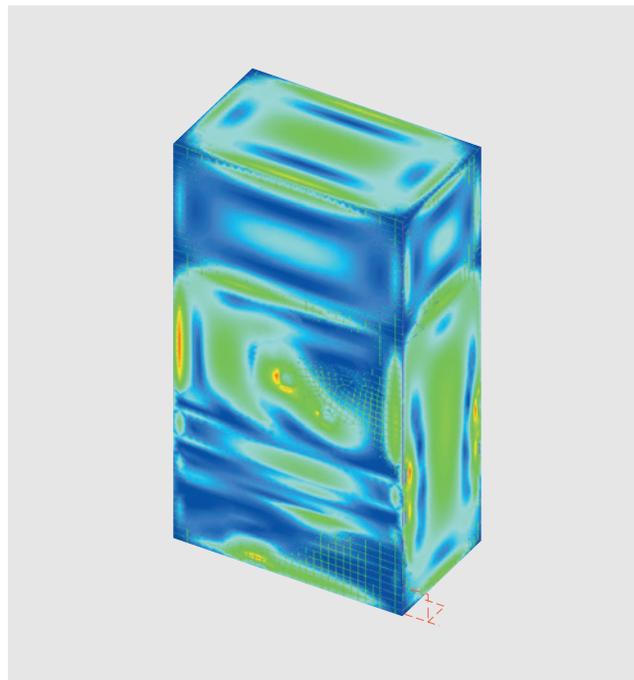
主要機器であるVCBとEDS、電力仕様機器であるLDS、誘導電流能力付ESをユニット化することで小形化・標準化を図り、低価格・短納期を実現している。また、各機器ユニットを主タンク前面から組み付けるカセット方式とすることで、組み立てスペースの削減や点検作業性の改善を図った。

**3.2 据え付け及び現地工期の短縮**

軽量化と縮小化によって3面一括輸送で現地搬入



第5図 SAR (アレスタ断路部) の三次元電界解析例  
三次元電界解析の実施例を示す。



第6図 タンク応力解析例  
タンク応力解析の実施例を示す。

ができるようになり、据え付け時間を短縮した。また、T形ケーブルヘッドの採用で、現地耐電圧試験がガス処理不要となり、試験工期の短縮も図ることができた。

### 3.3 運用・保守・撤去

保守面では、各機器の操作装置を前面に配置することで、通路側扉からの点検作業や仮にユニット交換が発生した場合でも交換作業を容易とした。またSF<sub>6</sub>ガスの使用量が少ないため、撤去時などのガス回収時間やガス廃棄処理費用が低減された。また、VIの真空監視を行うことで、運用保守作業の効率向上を図ることができる。

## 4. 解析技術と構成機器

### 4.1 絶縁設計技術

従来の絶縁設計基準ベースに三次元電界解析を組み合わせることで、短時間で高精度の絶縁設計ができ、開発期間の短縮を図った。最終的にJEC-2350準拠の耐電圧試験で性能を満足することを確認した。第5図にSAR (アレスタ断路部) の三次元電界解析例を示す。

### 4.2 構造設計技術

内部閃絡事故時の内部圧力上昇については、タンク強度の応力解析で評価した。第6図にタンク応力解析例を示す。その結果、弱点部にタンク補



第7図 VFS  
沖縄電力株式会社伊波変電所に納入したVFSを示す。

強を施すことで、タンク強度は主保護継電器による故障除去時間までのガス圧力上昇に耐えることができる。

## 5. 真空複合形ガス絶縁開閉装置 (VFS)

第7図に現地に設置したVFSを示す。VFSはC-GISの各ユニット技術をベースとし、VCB・断路器・ES・SAR・計器用変圧器・変流器を一つの密封容器内に合理的に配置している。C-GISと同等の性能と信頼性を有し、列盤構成をとらないタンク形と同様な単品機器である。コンパクト設計であるため、発電所の新設・機器のリプレース

(更新) 工事並びに移動変電設備に最適である。

## 6. む す び

当社は長年培ってきたC-GISの技術を基に、高性能・信頼性・保守性に優れた新形の72kV電力向け専用仕様のC-GISを製品化した。今後、ますます多様化する変電設備の需要に対して、柔軟に対応できる製品を開発していく所存である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

### 《執筆者紹介》



長 輝通 Terumichi Cho  
スイッチギヤの開発検証試験に従事



山本圭一 Keiichi Yamamoto  
スイッチギヤの製品設計に従事



長網 望 Nozomu Nagatsuna  
スイッチギヤの開発検証試験に従事

