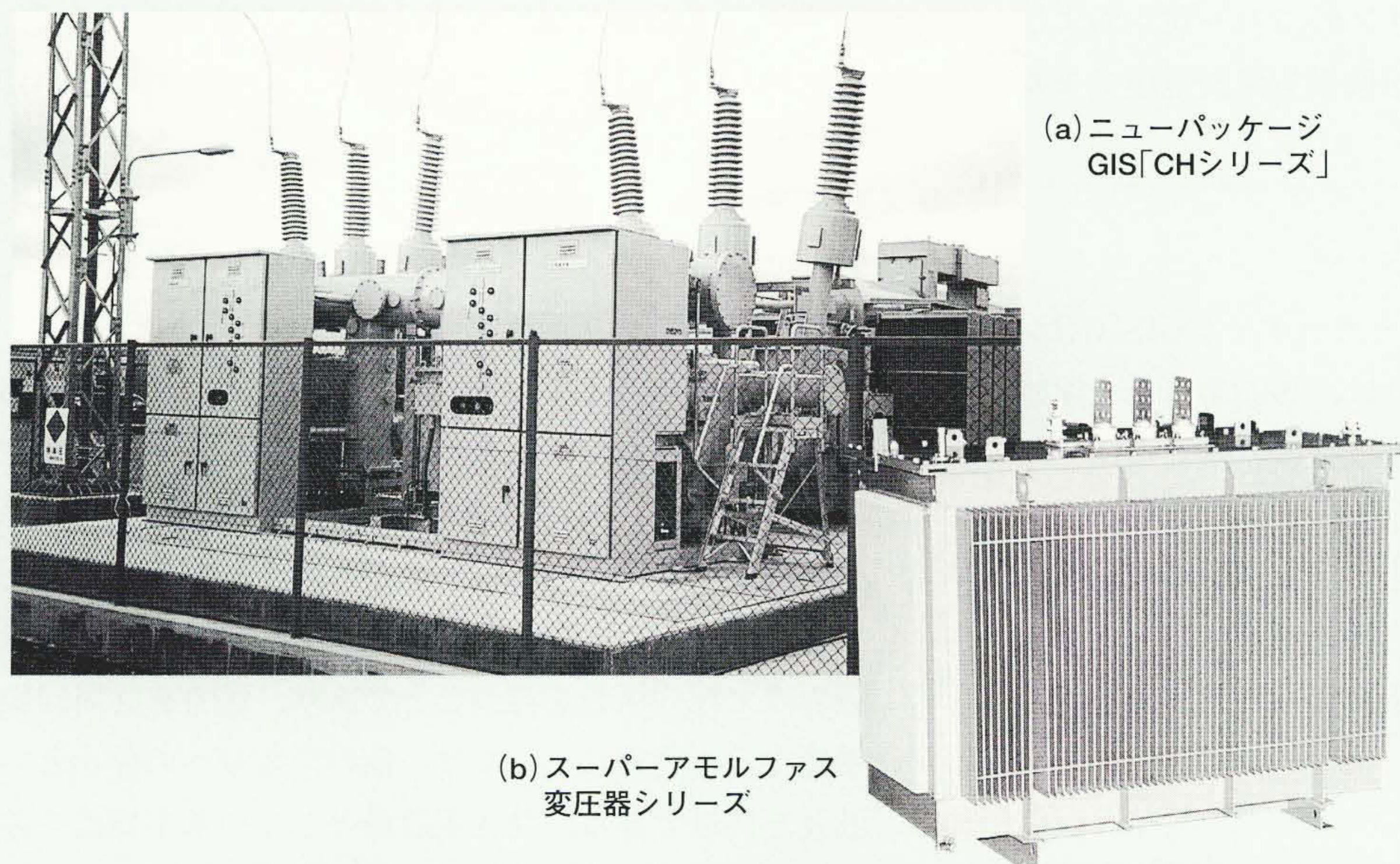


環境調和型受変電システムの動向

Trends of Ecology-Oriented Substation Systems for Industries

森岡奉文 Takafumi Morioka 山中功治 Kôji Yamanaka
大島正文 Masabumi Ôshima



注：略語説明
GIS (Gas Insulated Switch-gear；ガス絶縁開閉装置)

最新の環境調和型受変電システム

縮小化を実現し、使い勝手と地球環境に配慮したニューパッケージGIS「CHシリーズ」(a)と、無負荷損を当社従来比で約 $\frac{1}{5}$ に低減し、超省エネルギーを実現したスーパーアモルファス変圧器シリーズ(b)の外観をそれぞれ示す。

近年、受変電システムでは、受電信頼性の向上や縮小化、運転保守の省力化、省エネルギーなど、需要家のニーズに対応し、さまざまな技術的改良が行われてきた。特に、特高受変電設備では、SF₆ガス(六フッ化硫黄ガス)を絶縁媒体とし、主回路充電部を金属容器に封入したGIS(ガス絶縁開閉装置)をはじめとする機器のガス絶縁化技術の改良により、受電信頼性の向上や、設備の大幅な縮小化を現実のものとしてきた。さらに、最近の半導体技術を適用した、保護、監視、制御装置のマイコンによるデジタル化により、ハードウェアの縮小化だけでなく、制御の高精度化や保守点検支援での設備の状態情報の提供など、運転・保守での省力化が進んでいる。

一方、現下の社会動向として、地球温暖化抑止策での設備・機器の見直しが重要な課題である。受変電機器自体は温室化効果をもたらすCO₂ガスを排出するものではないが、GISなどの絶縁媒体であるSF₆ガスは地球温暖化防止京都会議(COP3)で温室効果ガスの一つとして指定され、取り扱い上で厳格な対応が求められる。日立製作所は、国際標準化機構の環境管理システム規格“ISO14001”対応での省エネルギー製品や、環境調和型製品の開発を推進している。

1 はじめに

最近のGISでは、絶縁設計での解析技術の向上や構成機器の改良などにより、さらに縮小化が進み、現在では初期のGISに比べて、その設置面積は約30%(当社66/77 kV級受電設備用GIS比)にまでなっている。このため、設置条件の制約が大きく緩和され、老朽化した開放型設備の更新が加速し、その適用がさまざまな分野に及んでいる。

一方、地球環境保全の観点から、SF₆ガスは温室効果ガスに指定された。しかし、機器に封入されたSF₆ガス

は運転状態では大気へ排出するものでなく、また、絶縁媒体として代替ガスが技術的に未確立であることから、事業者側や工業会から以下のSF₆ガスの排出抑制指針が発表されている(電気新聞 平成9年10月22日付け)。

(1) 電力各社は、機器の点検時のSF₆ガス排出量の割合を、現在の40%程度から2005年を目標に3%程度まで抑制する。

(2) メーカーは、SF₆ガスの購入量に占める排出量の割合を、2005年をめどに現行の約30%から3%以下に抑える。

これに対応するものとして、GISの縮小化技術は、ガ

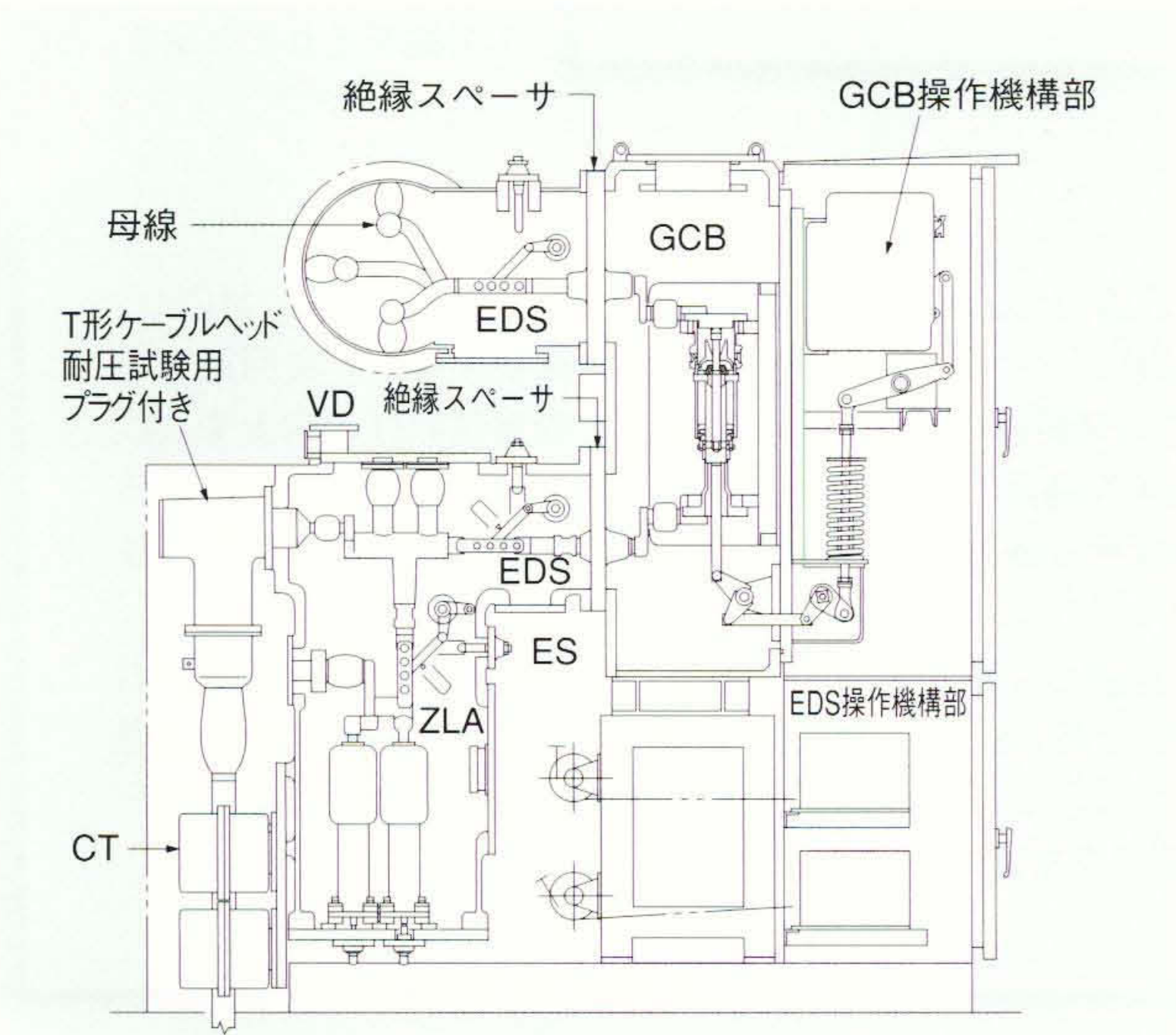
スの絶対使用量の低減に寄与できるが、いったん封入したガスを据付けや定期点検時で排出する必要のない、ガスハンドリングフリー化が重要な課題である。

ここでは、これらの課題に対応した最近の受電設備用GISの縮小化技術、ガスハンドリングフリー化、および省エネルギー施策に対応できる超低損失型配電用アモルファス変圧器について述べる。

2 GISの縮小化技術

日立製作所の66/77 kV級ニューパッケージGIS「CHシリーズ」の構造を図1に示す。これは、1993年に発売開始した「ニューパッケージGIS¹⁾」の構成機器に新たな開発や改良を加え、現在のニーズに対応した改良型である。

ケーブルヘッド主遮断器には熱バッファ併用同期吹き付け遮断方式の超小型GCB(ガス遮断器)を採用し、構成機器はすべて三相一括型で、角型容器と円筒容器を組み



定格・仕様

公称電圧 (kV)	定格電圧 (kV)	定格電流 (A)	定格短時間耐電流 (kA 2s)
66	72	800・1,200・2,000	25・31.5
77	84		

絶縁階級 (号)	耐電圧 (kV)		定格ガス圧 MPa(20℃)
	商用周波	インパルス	
60	140	350	0.5
70	160	400	

注：略語説明
 EDS(接地装置付き断路器), GCB(ガス遮断機), ES(接地装置)
 VD(検電装置), ZLA(亜鉛避雷器), CT(変流器)

図1 「CHシリーズ」の構造(受電部ユニット)
 ユニットを受電部、GCB部、母線部に区分してガス区画を構成し、超小型GCB、高耐圧酸化ZLAの採用によってコンパクト化を図った。

合わせた容器に収納している。さらに、新たに開発した高耐圧酸化ZLA(亜鉛避雷器)や試験端子付きT形ケーブルヘッドを適用し、また、各種絶縁スペーサをすべて垂直配置としてスペーサ表面に落下するパーティクル(開閉器接点のしゅう動くずなど)による絶縁破壊を避け、高信頼性を確保するとともに、「ニューパッケージGIS」との容積比で66%、設置面積比で84%の縮小化をそれぞれ実現した。

2.1 ニューパッケージGIS「CHシリーズ」の特徴

2.1.1 受電部ガス区画の確保

ユニットの構成は、受電部、GCB部、および母線部に区分し、それぞれが完全なガス区画を構成する方式である。このため、GCBの点検や、万一の故障復旧時には、受電部が独立区画であることから、受電条件に関係なく対応できる。このことは、電力回線と需要家設備の責任分界点で保守区分を持つことであり、電力を共同回線で受電する需要家にとっては、他の需要家への停止という波及を回避できる、受変電設備としての基本機能を確保したものである。

2.1.2 高耐圧ZLA

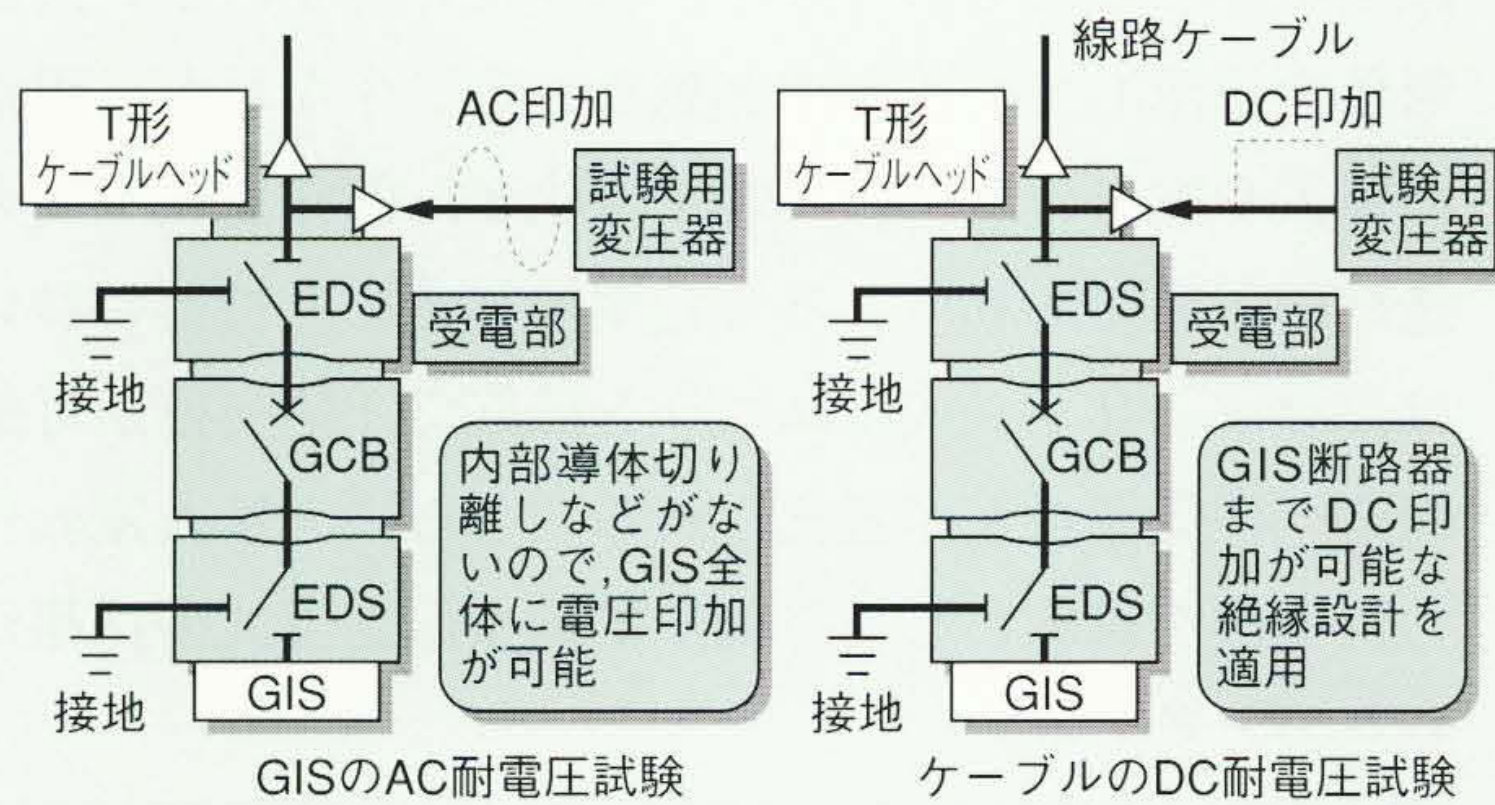
高密度化ZnO(酸化亜鉛)素子の開発によって放電開始電圧を従来の1.5から2倍に高耐圧化し、素子の積み上げ高さを約 $\frac{1}{3}$ (当社従来機比)に低減した。これにより、構成機器の配置を合理化し、GISのコンパクト化(当社従来機比で約80%)を図った。

2.1.3 試験端子付きT形ケーブルヘッド

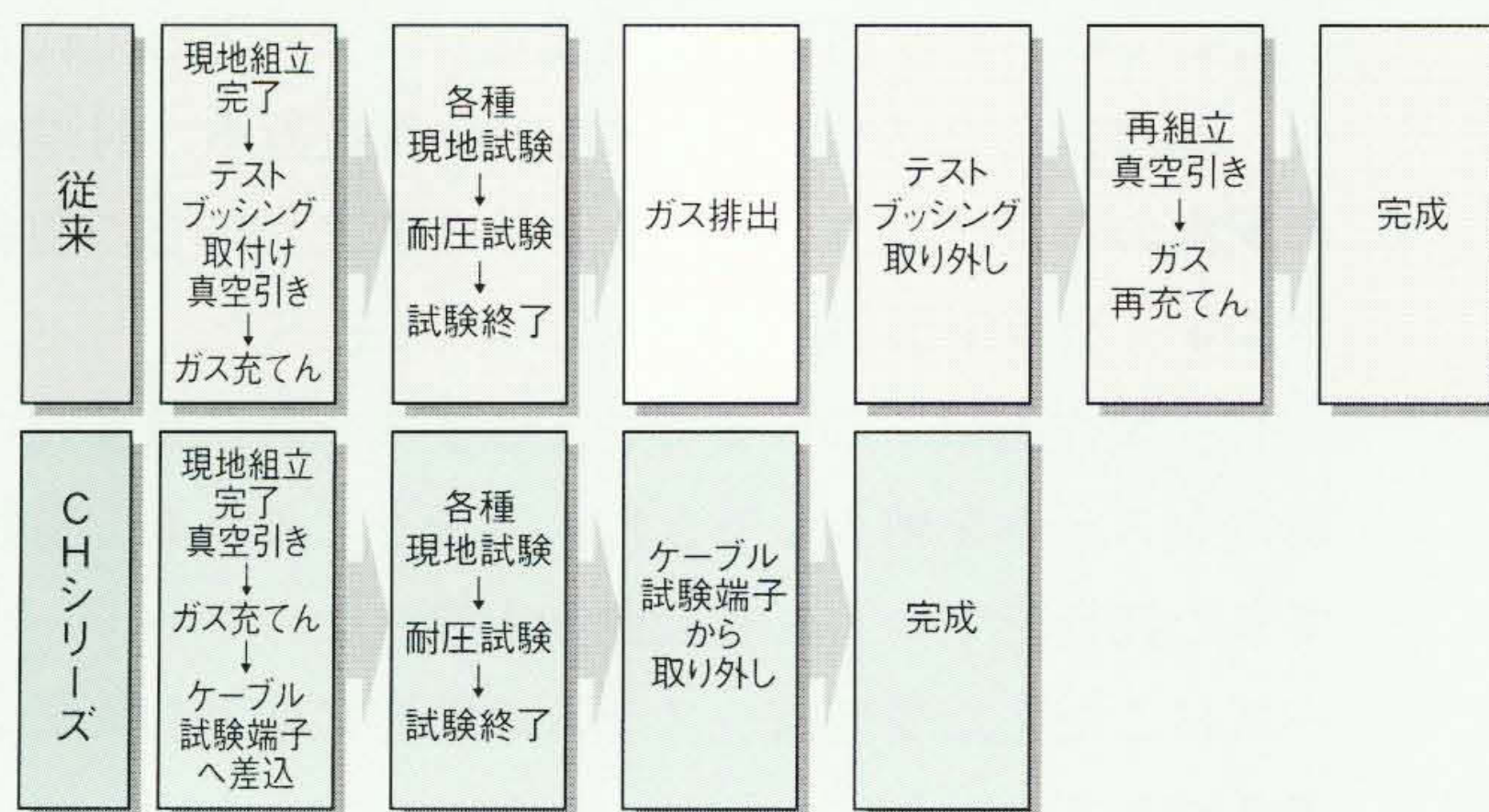
ケーブルヘッドはスリップオン方式で、従来のストレート形から主回路をエルボ形とし、GIS接続部の反対側にもう一つ差込部を設けたT形ケーブルヘッドを新たに開発し、採用した。これにより、GIS設置工事完了後の各種耐圧試験は試験装置のリードケーブルコーンを直接差し込むことによって可能となる。この段取り作業で、従来行っていたテストブッシングを取り付けるための一部解体作業がなくなり、封入したガスの給排気作業が不要となる(図2参照)。これは、一度封入したガスの現地作業での排出を極力行わない、ガスハンドリングフリー化を目指したものである。

2.2 ローカル制御のデジタル化

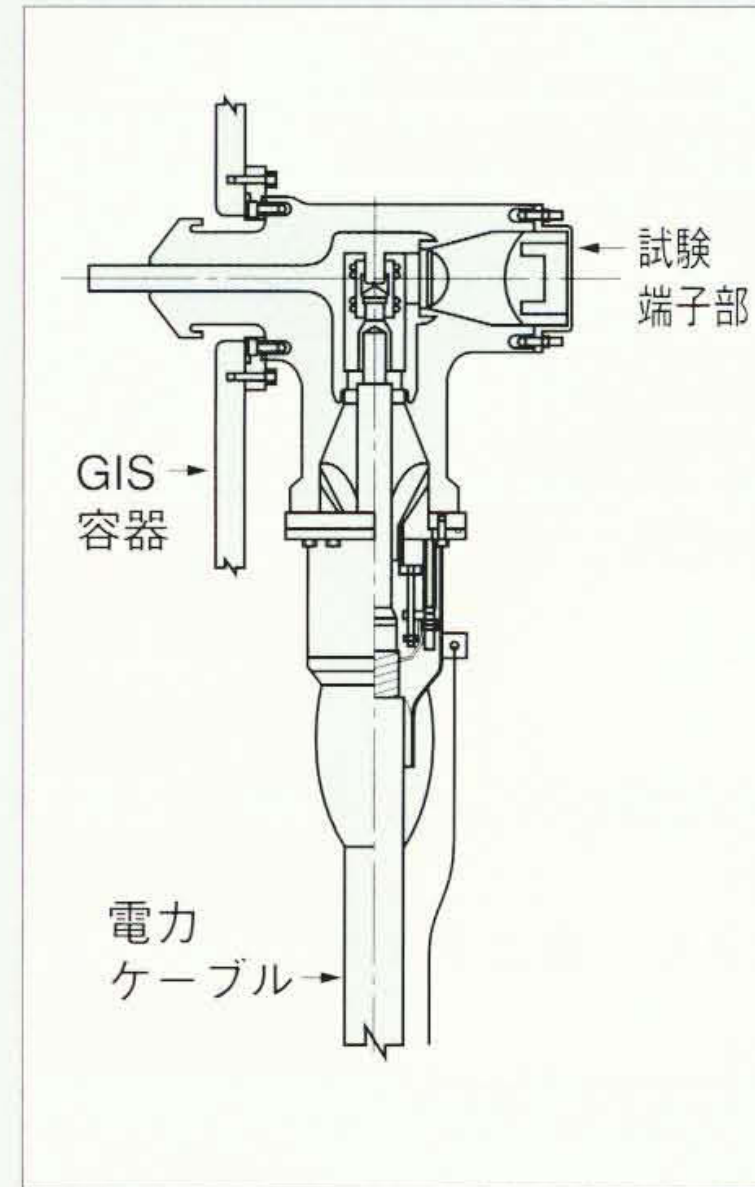
特高操作・保護継電器盤では、従来の機械式保護継電器とねん回式スイッチの組合せに代えて、マイコン搭載のデジタル式多機能複合型保護監視制御ユニット(ICU-N)、および液晶式タッチパネル操作ユニットやPLC(Programmable Logic Controller)(シーケンサ)を



(a) T形ケーブルヘッドによる各種耐圧試験の電圧印加要領



(b) 現地試験工程の比較



(c) T形ケーブルヘッドの内部構造

図2 T形ケーブルヘッドの概要

GISの各種耐圧試験がガス処理作業なしで行うことができる。また、線路ケーブルGIS側T形ケーブルヘッドの試験端子部から耐電圧印加する(a)、耐圧試験用テストブッシングの取付け作業が不要となる(b)ほか、スリップオン式ケーブルヘッドで主回路をエルボ形とし、GIS接続部の反対側に試験端子部を設ける(c)、などの特徴を持つ。

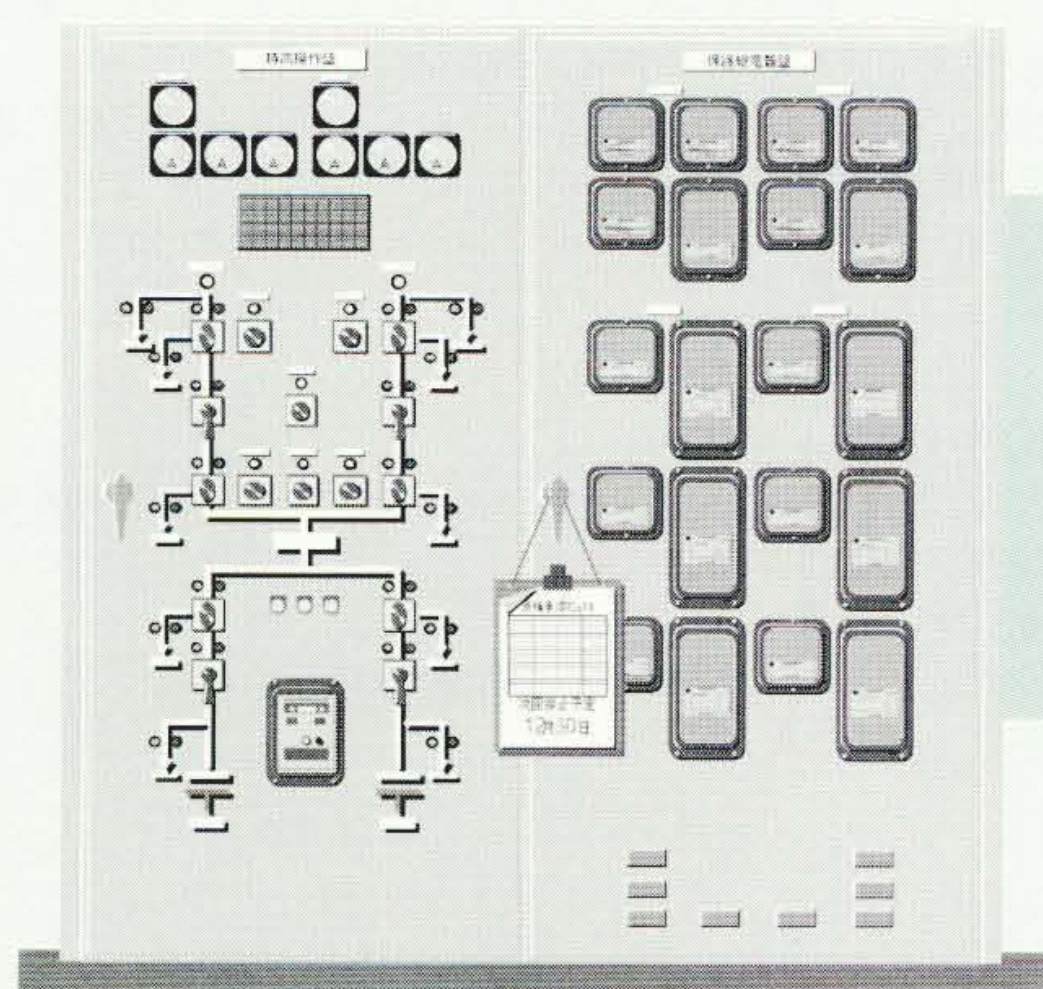
採用し、コンパクト化を図った。この構造と設備の軽量・小型化などのメリットを図3に示す。

3 配電用変圧器の省エネルギー化技術

変圧器の省エネルギー化があらためて重要視されるようになってきており、受配電設備の中でも損失の大きい、

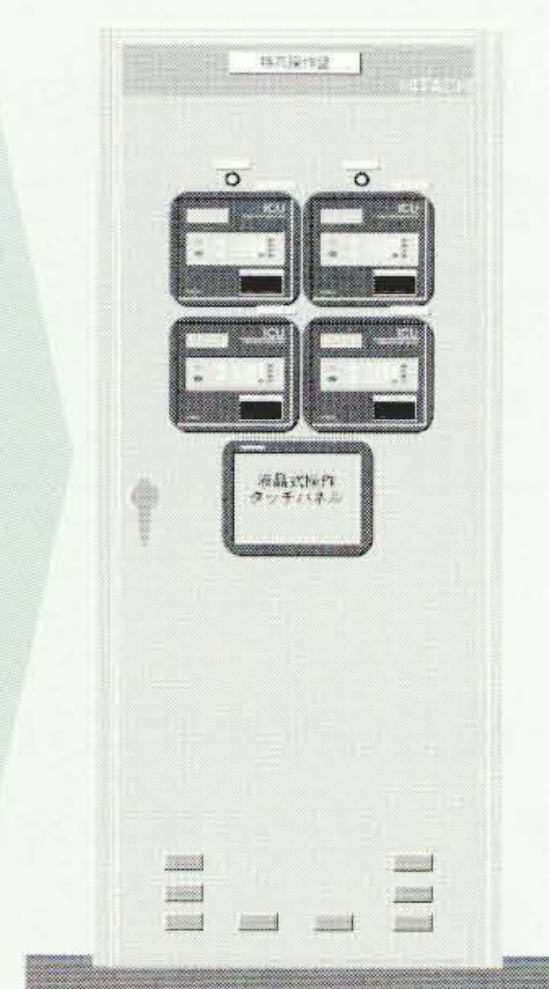
変圧器の低損失化は重要な問題である。特に、一般の産業用で現在使用されている変圧器では、寿命域に近い旧型設備の数が多い。

配電用変圧器の省エネルギー技術について以下に述べる。



(a) 従来型特高操作盤

- 高機能化
(保護・監視・制御・光LAN伝送)
- 信頼性向上
(自己診断機能)
- 設備の軽量・小型化
(縮小化・面数低減・配線工数低減)
- 省保守化
(機器動作回数記録・零相電流常時監視)



(b) デジタル式特高操作盤

注：略語説明
ICU(Intelligent Control Unit)

図3 従来盤(a)とデジタル式特高操作盤(b)との比較

デジタル式多機能複合型保護監視制御ユニットとPLCを組み合わせたデジタル式特高操作盤では、設備の軽量・小型化を実現している。

表1 変圧器の寸法と特性比較(1,000 kVA, 負荷率60%の例)
スーパーアモルファス変圧器では、25年経過した、リニューアル対象の変圧器と比較して全損失を38%と大幅に低減している。

項 目	現行のけい素銅板変圧器	スーパーアモルファス変圧器
負 荷 損	99	67
無 負 荷 損	47	8
全 損 失	74	38
据付け面積	87	93
質 量	72	120

注：25年前の変圧器を100とした指数で示す。

表2 変圧器の所要電力量とCO₂低減量(1,000 kVA, 負荷率60%の例)

スーパーアモルファス変圧器により、省エネルギーとCO₂低減を実現している。

項 目	スーパーアモルファス変圧器との比較対象	
	現行のけい素銅板変圧器	25年前の変圧器
所要電力量(年当たりMW・h)	25.0	43.3
CO ₂ *1(年当たりt)	10.6	18.3
電力量料金*2(年当たり1,000円)	289	513

注：*1 1990年の電力受電端CO₂排出係数0.423(kg・CO₂/kW・h)で算出
*2 kW・h当たり11,000円で算出

3.1 スーパーアモルファス変圧器

日立製作所は、低損失化が期待できるアモルファス合金を変圧器に採用するため、1981年に基礎技術の研究に着手した。1991年には量産化技術を開発し、同年、単相アモルファス変圧器の量産を開始した。その技術を応用して1997年に三相アモルファス変圧器の量産を開始し、翌1998年に、負荷損も低減したスーパーアモルファス変圧器を開発した。このスーパーアモルファス変圧器は、低負荷率での効果だけでなく、特に高負荷率での効果を大きくしたものである。

現行のけい素銅板変圧器、およびスーパーアモルファス変圧器の特性を、1,000 kVA変圧器、負荷率60%の例で、25年経過した変圧器と比較した結果を表1に、この省エネルギー効果を地球温暖化に影響力のあるCO₂低減量として試算した結果を表2にそれぞれ示す。

4 今後の動向

受変電システムでは、今後、機器の縮小化に対する技術革新が継続していくと予測する。単に寸法や質量の低

減を主体としたものでなく、より使い勝手のよい構造と形体を追求していくものと思われる。すなわち、現地への搬入や据付け工数のミニマム化と、保守点検不要の構造への方向であり、ある一定期間経過した機器については、カートリッジ式にユニット単位で一括交換が可能な構造への変革などが考えられる。さらに、無人運転化への積極的な対応として、電子制御や伝送方式の採用が進むものとする。

5 おわりに

ここでは、わが国の特高受変電システムとして代表的な、66/77 kV級のGISに関する縮小化技術や、対環境への配慮の方策、およびエネルギー政策に対応した超省エネルギー型変圧器の技術動向について述べた。

日立製作所は、これまでさまざまな分野に数多くの受変電システムを納入してきた。今後も、これまで蓄積してきた技術を生かし、社会動向も踏まえ、ユーザーのニーズにこたえた受変電システムの開発に取り組んでいく考えである。

参考文献

- 1) 関，外：省スペースを実現する高信頼性66/77 kV受変電設備，日立評論，76，4，315～320(平6-4)

執筆者紹介



森岡 奉文
1964年日立製作所入社，電力・電機グループ 産業システム事業部 産業電機部 所属
現在，産業向け受変電設備事業の企画，取りまとめ業務に従事
E-mail：morioka @ cm.head.hitachi.co.jp



大島 正文
1964年日立製作所入社，電力・電機グループ 国分電機本部 電機エンジニアリングセンタ 所属
現在，産業向け受変電設備のエンジニアリング業務に従事
日本機械学会会員
E-mail：m-ooshima @ cm.kokubu.hitachi.co.jp



山中 功治
1973年日立製作所入社，産業機器グループ 生産統括本部 所属
現在，変圧器の開発に従事
電気学会会員
E-mail：yamanaka @ cm.nakajo.hitachi.co.jp