

中圧スイッチギヤの製品動向

Trends in Medium-Voltage Switchgear Products

永田 恭文
T. Nagata

宮川 勝
M. Miyagawa

大石 正彦
M. Oishi

スイッチギヤは誕生以来 100 年以上が経過し、市場ニーズへの対応と周辺技術の進歩により、開放型→ハウジング型→金属閉鎖型→密閉型へと変化してきた。この間、電気に対する依存度は高まる一方で、空気や水と同様に現在ではなくてはならない存在となっている。このような状況の中で電力供給設備の主要装置である中圧スイッチギヤについては、よりいっそうの省スペース化、省メンテナンス化、高信頼性、安全性が要求されている。

当社では、これらのニーズにこたえるため、複合化技術、絶縁技術、機器との接続技術の開発により、豊富な品ぞろえの中圧スイッチギヤをシリーズ化している。

In the more than 100 years since its birth, the switchgear has changed in configuration in response to changing market needs and the progress of associated peripheral technologies, from the open type to the housing type, to the metal-enclosed type, and to the hermetic type. In the meantime, society's dependence on electricity has been steadily increasing, with electricity playing an essential role in people's daily lives.

Under these circumstances, growing demands are being placed on the medium-voltage switchgear, which is the main equipment in power supply facilities, in terms of reduced space and maintenance requirements and enhanced reliability and safety. In our efforts to comply with these needs, we have made available a wide variety of medium-voltage switchgear products.

This paper presents the latest information about these medium-voltage switchgear products.

1 まえがき

近年の国際化、高度情報社会において、電気エネルギーに対する依存度はきわめて高くなってきている。この中において、電力供給設備の主要装置である中圧スイッチギヤには、小型化、省スペース化、省力化、耐環境性の向上およびシステムとしての合理性が要求されている。

また、市場のオープン化に伴い、製品の安全性の要求とともに、中圧スイッチギヤの規格についても、国内規格と国際規格のよりいっそうの整合化が必要となっている。

このような市場ニーズに対応するために開発した製品の一例を、中圧スイッチギヤの動向を踏まえて紹介する。

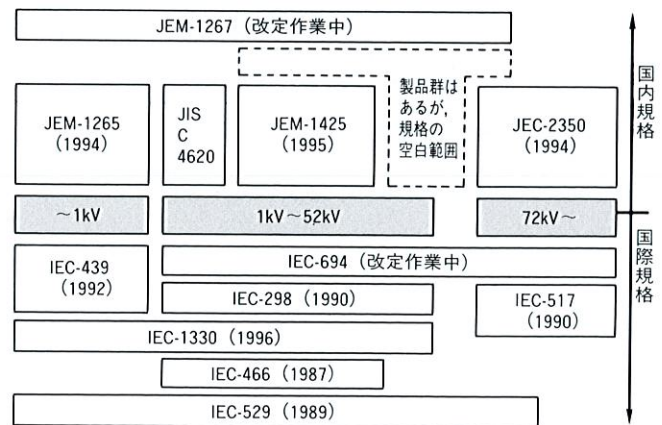


図1. スwitchギヤ規格関連 中圧スイッチギヤの国際規格と国内規格の関連を示す。

Medium-voltage switchgear standards

2 中圧スイッチギヤの動向

2.1 中圧スイッチギヤの規格動向

中圧スイッチギヤの国内規格である JEM1425 は、国際規格である IEC298 への整合化を図り、1987 年に制定後、2 度の改訂が加えられた。しかし、スイッチギヤの形態の違い (多段積み)、接地方式や慣習の違いから、完全には整合化が図られていないのが実状である。また、図1に示すスイッチギヤの国内規格には、製品はあるが、空白範囲が存在している。

したがって、今後のスイッチギヤの規格としては、より製品の安全性を折り込み IEC298 に整合した中圧スイッチギヤの規格の制定が必要である。

2.2 中圧スイッチギヤの技術動向

ここでは、スイッチギヤの発展に大きく寄与してきた複合化技術と機器との接続技術および絶縁技術と中圧スイッチギヤの将来動向について述べる。

2.2.1 複合化技術 スイッチギヤは、単機能の機器や用品を一体化し、機能の複合化を図り、小型化することで、省スペースのニーズにこたえてきた。図2は、機器や用品の大きさと機能の複合化の概念を表したものである。この技術を応用した例としては、ブッシングと計器用変流器(CT)を一体化したBCTや遮断器に断路機能を付加した引出し型遮断器などがある。

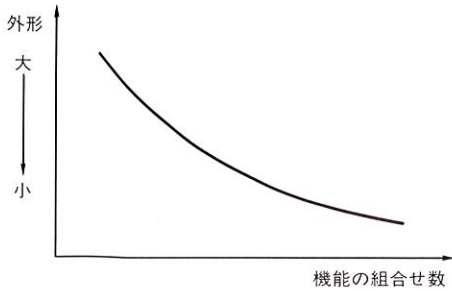


図2. 複合技術の概念 収納機器を複合化することで小型化を図る。
Concept of composite technology

2.2.2 絶縁技術 スイッチギヤを小型化するうえで、もっとも効果が大きかったものが絶縁技術であり、耐電圧特性を空気やSF₆ガスなどの気体とエポキシ樹脂を比較すると、数倍から十数倍の差がある。一方、スイッチギヤや収納機器の構成の自由度や作りやすさなど総合的に判断すると、空気やSF₆ガスなどの気体絶縁のほうが固体絶縁より使いやすい主絶縁媒体となっている。そこで、気体絶縁において電極に被覆絶縁を施したり、バリアを挿入するなどの複合絶縁により、固体絶縁の特性に近づけられるかの概念を表したものが図3である。

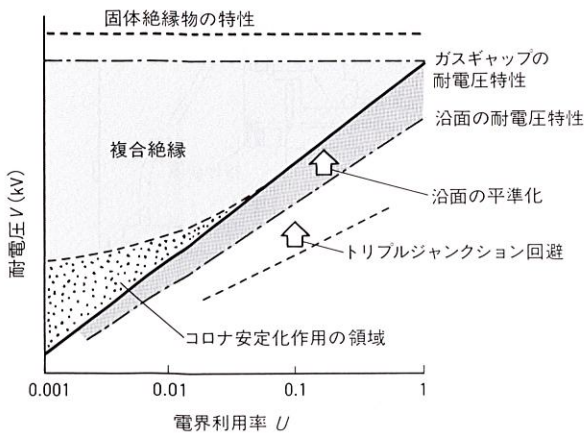


図3. 複合絶縁の概念⁽¹⁾ 電極間に固体絶縁物を組み合わせ電界利用率を向上させる。
Concept of composite insulation

2.2.3 機器との接続技術 機器接続部の小型化に大きく寄与した界面絶縁について紹介する。図4は、エポキシとエチレンプロピレン (EP) ゴムの界面の存在する絶縁栓を示したものであり、機器接続部の端部絶縁に使用されている。タイプAとタイプBは、同じ大きさでかつ同じ電界分布であるが、タイプAに比べタイプBは、3倍以上の耐電圧性能をもっている。これは、界面絶縁性能が、電界と面圧の両方に依存しているためであり、図5に示すように、タイプBのほうが高圧側で大きな面圧が得られる構造のためである。以上のことから、面圧と電界の比を一定にするよう設計することで、耐電圧特性が向上でき、機器の縮小化が図れる。

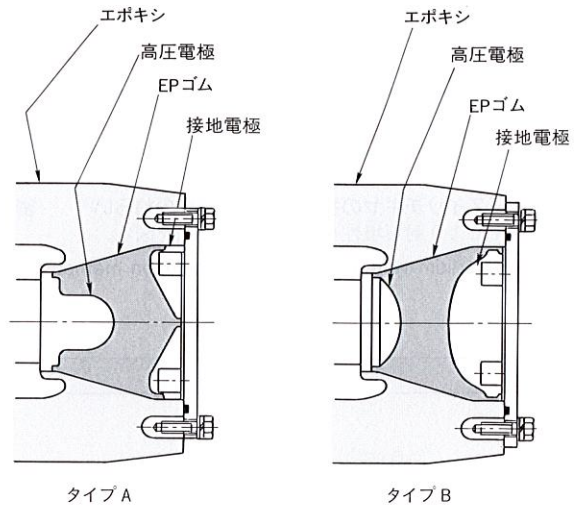


図4. 絶縁栓の構造 エポキシとゴムを密着させ界面を絶縁する。
Structure of insulation cap

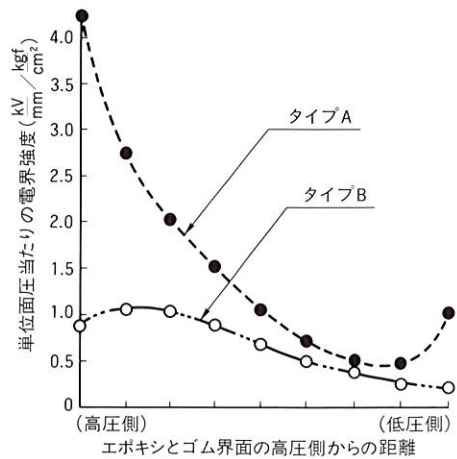


図5. 界面絶縁の特性 電界と面圧と比を均一化することで、界面の絶縁性能を向上する。
Characteristics of surface insulation

2.2.4 中圧スイッチギヤの将来動向 以上述べてきたように、中圧スイッチギヤの将来動向として、省スペース、省メンテナンスの面から見ると、図6に示すように密閉管理された気体絶縁や固体絶縁を使った密閉型スイッチギヤへと発展し、さらに図7に示すように人と地球環境と融合した中圧スイッチギヤへと発展していくものと考えられる。人に対して安全で、優しいスイッチギヤが今後求められる姿であると言える。

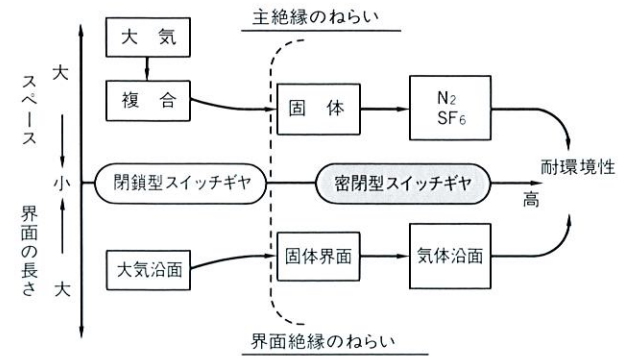


図6. 中圧スイッチギヤの主絶縁と界面絶縁のねらい⁽²⁾ 密閉型スイッチギヤにより耐環境性を向上し、小型化を図る。

Trends in medium-voltage switchgear insulation methods

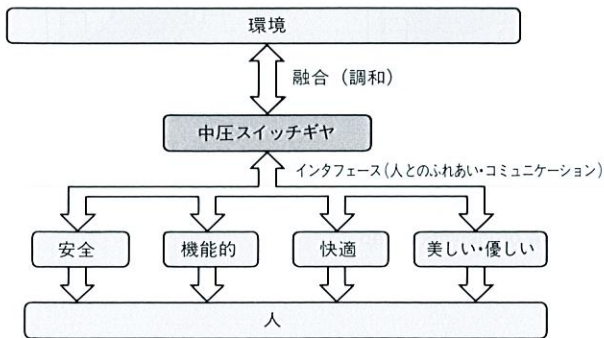


図7. 中圧スイッチギヤのコンセプト⁽³⁾ 今後の中圧スイッチギヤの動向として、人と環境に優しい製品が求められている。

Concept of medium-voltage switchgear

3 中圧スイッチギヤ

当社では、顧客の多様なニーズに対応するため、図8に示す中圧スイッチギヤの製品シリーズを用意している。

代表例で製品概要を紹介する。

3.1 VX型スイッチギヤ

VX型スイッチギヤは、プラント輸出用の製品として、IEC298に完全対応している。投入容量付き接地装置を真空遮断器(VCB)ユニットに組み込むことで、コンパクト化と操作の容易性および安全性を高めている(表1, 図9)。

短時間耐電流 回路電圧	12.5kA	16kA	20kA	25kA	31.5kA	40kA	50kA	63kA
3.3kV	VMQ		VUQ					
6.6kV	VMQ		VUQ				VTL	VT
11kV			VE		VX		VU1	
22kV			VDQ					
33kV			GF, GH					
66kV			VD					
77kV			GF, GH					
66kV			GE					
77kV			GE					

英字は当社の型式を示す

図8. 中圧スイッチギヤのシリーズ体系 JEM-1425 対応のスイッチギヤをシリーズ化している。

Lineup of medium-voltage switchgear products

表1. VX型スイッチギヤ定格表

Ratings of VX type switchgear

定格電圧 (kV)	12	15
定格耐電圧	雷インパルス (kV) 75	95
	商用周波 (kV) 28	36
定格電流 (A)	1,250/2,000/3,150	
定格短時間耐電流 (kA)	40	36

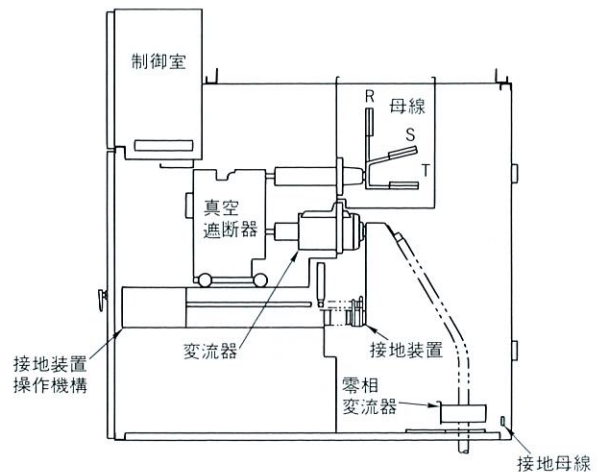


図9. VX型スイッチギヤ側面 IEC-298フルミートの製品で、接地装置の操作性と安全性が向上した。

Outline drawing of VX type switchgear

3.2 VDQ型スイッチギヤ

VDQ型スイッチギヤは、一般産業などの受電設備を中心

に用いられており、モールド真空バルブの VCB と界面絶縁技術を用いたケーブルヘッドを採用したことにより、従来比 30% のコンパクト化を実現した。また、断路器のユニット化と操作部の前面配置により、操作性・保守性を向上させている。オプションとして、接地装置も取付可能である (表 2, 図 10)。

表 2. VDQ 型スイッチギヤ定格表
Ratings of VDQ type switchgear

定格電圧	(kV)	24
定格耐電圧	雷インパルス (kV)	125
	商用周波 (kV)	50
定格電流	(A)	630/1,250
定格短時間耐電流	(kA)	25

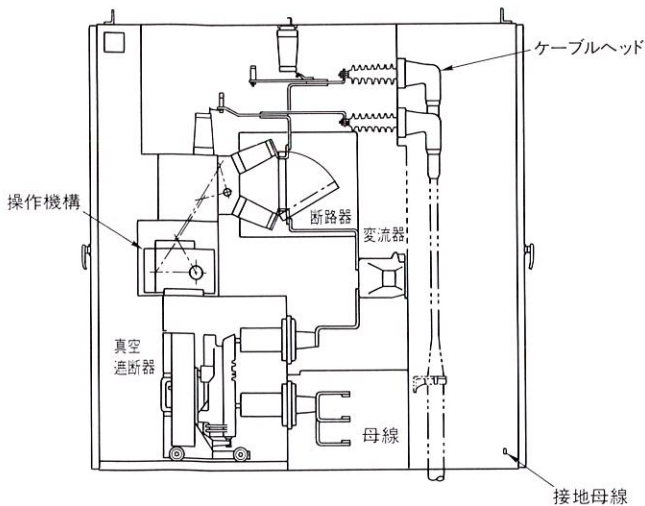


図 10. VDQ 型スイッチギヤ側面 真空バルブの VCB と界面技術により従来比 30% のコンパクト化を実現した。

Outline drawing of VDQ type switchgear

3.3 集合型受変電設備

GE 型, GF 型のキュービクル型ガス絶縁スイッチギヤ (C-GIS) を受電スイッチギヤに用い, VMQ 型を配電スイッチギヤに用いて変圧器と集合配置したもので, 分散配置と比較して, 据付け面積を 50% に縮小できる (表 3, 図 11)。

表 3. 集合型受変電設備の定格
Ratings of package substations

公称電圧 (kV)	66/77		22/33	
	66/77	6.6	22/33	6.6
定格電圧 (kV)	72/84	7.2	24/36	7.2
絶縁階級	60/70号	6号A	20号B/30号B	6号A
定格電流 (A)	800	630/1,250	630	630/1,250
定格短時間耐電流 (kA)	25/31.5	12.5/20	25	12.5/20

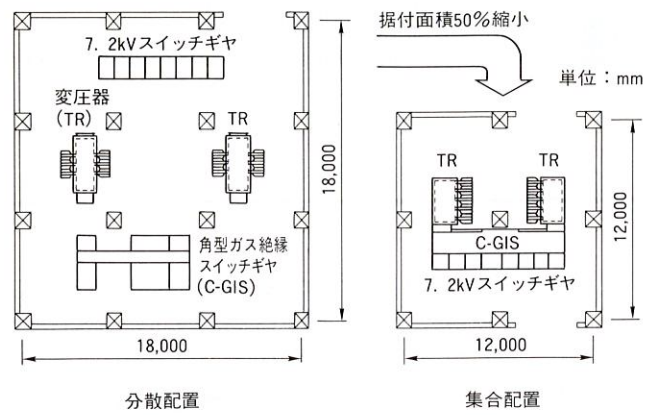


図 11. 集合型受変電設備レイアウト例⁽⁴⁾ 分散配置を集合配置とすることで, 据付けスペースを 50% にした。

Concept of package substation facilities

4 あとがき

中圧スイッチギヤの動向と当社の製品概要について紹介した。今後ますます省スペース化, 省メンテナンス化が要求されるとともに市場がオープン化されることから, より安全で小型なスイッチギヤの開発, 製品化を図っていく。

文献

- 吉田哲雄, 他: SF₆ガス中複合絶縁における耐電圧向上の検討, 電気学会論文誌 B, 110, 4, pp.348-356 (1990)
- 宮川 勝, 他: 界面絶縁を応用したスイッチギヤ, 電気学会開閉保護研究会, SP-95-7, pp.59-68 (1995)
- 大石正彦, 他: これからの受変電設備と診断, 建築設備システム研究会, 2, pp.1-33 (1993)
- 渡辺昭人, 他: スイッチギヤの絶縁技術と集合型受変電設備, 東芝レビュー, 48, 10, pp.761-765 (1993)



永田 恭文 Takafumi Nagata

電機システム事業部産業電力システム技術部主務。
産業用受変電システムのエンジニアリング業務に従事。電気学会会員。
Industrial Automation Systems Div.



宮川 勝 Masaru Miyagawa

府中工場スイッチギヤ部主務。
スイッチギヤの開発設計に従事。電気学会会員。
Fuchu Works



大石 正彦 Masahiko Oishi

府中工場スイッチギヤ部主務。
スイッチギヤの開発設計に従事。電気学会会員。
Fuchu Works