

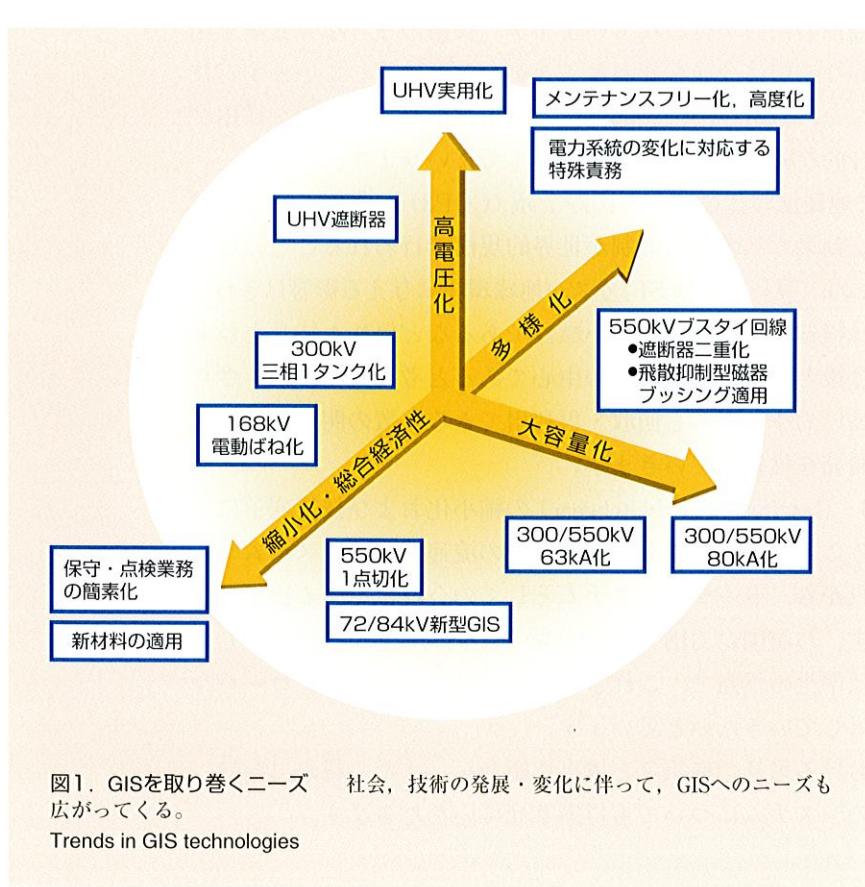
大山 敏
OHYAMA Satoshi目黒 雅也
MEGURO Masanari

わが国では、経済の堅実な発展と社会環境の質的な向上とともに、使い勝手の良い電気エネルギーの需要が從来に増して高まっている。増え続ける電力の伸びにこたえるため、電力系統に設置されるガス絶縁開閉装置(GIS)^(注1)に対しては、絶え間ない高電圧・大容量化が進められてきた。現在では、高品質な電力をより安定的に供給するため、いっそうの高信頼性と保守性が求められており、また、社会的な要請から、環境との調和を図ることも重要な課題となっている。

今後もコンパクト化が進み、2010年ころには500kVクラスの変電所のスペースが現在の40%程度の敷地で建設が可能となる。

Demand for electric power in Japan is growing rapidly in line with the firm growth of the economy and improvements in the quality of life. To meet this expanding demand for electricity, gas-insulated switchgear (GIS) with higher voltage and capacity have been developed as well as other equipment in the power transmission network. In addition, improved reliability and maintainability are required for GIS in order to enhance the quality of electricity supply. Harmony with the environment is also highlighted when we develop a new technology.

This paper provides an overview of and trends in GIS technologies in response to various requirements.



GISは電力系統のかなめ

わが国のような成熟した社会では、良質で安価な電力の安定的な供給が必要不可欠となっている。電力会社を中心とする電力機器のユーザーでは、総合経済性および供給信頼度の向上や、環境への調和がとれた設備形成に向けて、さまざまな努力が続けられている。

当社は、このような社会的な背景のなかで、電力機器のユーザーのニーズを実現するための技術開発・製品の実現に注力し、諸外国では例を見ない、高電圧で大容量のガス絶縁開閉装置を他社に先駆けて、開発・納入してきた。

多様化するGISへのニーズ

総合経済性が高く、環境との調和がとれた設備を形成するには、機器の高電圧・大容量化、小型・コンパクト化が必須(す)であり、技術の

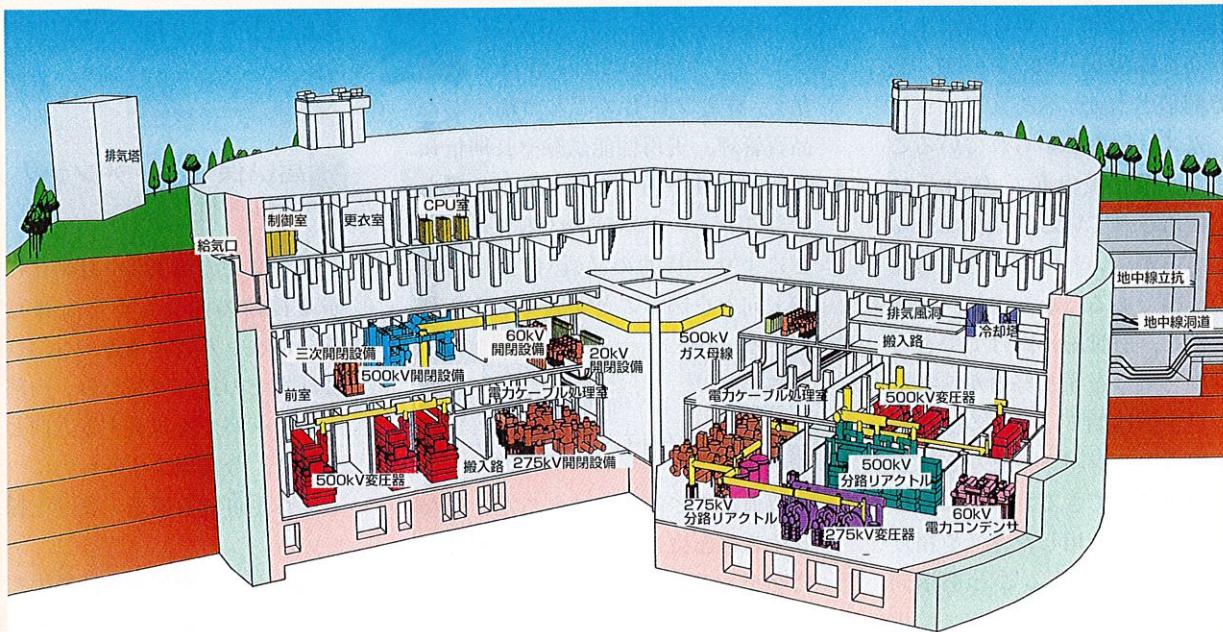


図2. 世界初の550 kV地下変電所の構成
World's first 550 kV underground substation

都市景観に配慮し、500 kV級の地下変電所が建設されている。

進歩に呼応した努力が今後とも継続されていく必要がある。また、高い品質をもった機器を納入し、システムの信頼性を維持させていくことも必要である。また、コスト低減や品質の維持といった視点から、作りやすさや輸送・据付けに配慮した製品設計が求められている。加えて、高い保守性を備え、メンテナンスフリーを指向した製品も求められている。また、電力設備の構成の変化に対するシステムコーディネーション、構成の変化に合わせて出現する新たな遮断現象などのほか機器責務についての対応も必要になっている(図1)。

■高電圧・大容量化と小型・コンパクト化

情報化社会のいっそうの進展によ

り、大都市圏の電力需要は堅実な増加を続けており、従来の超高圧系統による電力の供給に加えて、上位系である500kV系統を新たに都市中心部まで導入し、伸び続ける需要にこたえようとしている。中心部では人口が密集し、変電所などの電力流通設備を建設する用地が限られていることから、ビルなどの地下空間を有効に活用して変電所が建設されている(図2)。都市の地下部分の有効活用、施設を建設する際の土木建築費用の低減の観点から、変電所などに納入される機器はよりコンパクト・軽量であることが望まれている。

■環境との調和、景観の保護

変電所などの電力流通設備が建設される場合、環境との調和、景観の保護をどのように図っていくかが大

きな関心を呼んでいる。都市部への500kV変電所の建設では、都市景観に与えるインパクト抑制の観点からも地下のスペースを有効に活用した地下式変電所が指向されており、また、都市郊外や山岳部での屋外変電所建設では、造成面積が少なくて済むようにコンパクトな機器を合理的に配置することが重要になっている。

加えて、住環境との調和を図るために、遮断器の操作音や変圧器から発生する振動などのレベルを低減する技術の開発も大切である。また、流通設備の安全性のいっそうの向上というニーズがあり、設備の不燃化を達成するため、変電所のすべての変電機器をガス絶縁化するための技術開発も必要とされている。

地球の温暖化に影響を与える温室効果ガスの排出抑制検討が、世界的

(注1) ガス絶縁開閉装置 (GIS : Gas Insulated Switchgear)

開閉装置は変電所にある設備で、遮断器、断路器、接地装置、避雷器、変流器など電路を開閉する機器を使いやすくまとめたもの。開閉装置の絶縁に六フッ化硫黄 (SF_6) ガスを使ったものをガス絶縁開閉装置 (GIS) と言い、従来の空気絶縁のものに比べ、コンパクトで安定性、環境調和性に優れている。当社は、1969年(昭和44年)に日本で最初にGISを実用化した。

規模で行われており、1997年12月には第3回気候変動に関する国際連合枠組み条約締結国会議（COP3）が京都で開催された。SF₆（六フッ化硫黄）ガスは用途が限られていることから、二酸化炭素ガス（CO₂）に比べ、使用されている量は微々たるものであるが、いわゆる地球温暖化ガスの一種であるため、大気へ放出される量を、21世紀に向けてできる限り抑制しようとする努力が、電機業界で自主的に始まっている。機器のいっそうのコンパクト化などによって、使用量をできるだけ少なくするだけでなく、使用したガスを精度よく回収・再利用することを指向し、ガスを取り扱う装置（ガス給排装置）の開発や純SF₆に代わる代替ガスの開発も大変重要な課題となっている（図み記事参照）。

品質と信頼性

品質と信頼性の維持・向上も大切な技術課題である。機器を構成する部品点数の削減、組立て・点検のし

やすい構造を可能にする技術、設計・製造工程のCAD・CAM化（コンピュータ支援による設計・製造化）、製造プロセスごとの細やかな品質管理、実用性能試験や長期信頼性確認試験を通じて得られた知見を設計にフィードバックする仕組みなどにより、機器の品質・信頼性の維持・向上を図ることが強く求められている。

輸送・据付けへの配慮

現地組立て箇所をできるだけ少なくすることにより、現地での据付けに必要な期間を短縮するとともに、据付作業に起因する不具合要因を取り除くことで、工場出荷時の品質をそのまま現地に持ち込むことが可能となる。そのためには、機器をできるだけコンパクト化し、輸送上の制約のなかで、できるだけ多くのユニットを一体にした状態で運ぶことが一つの解となる。新たに開発した縮小型の72/84kV GISでは、工場で組み立てられた4~5回線分を一括でト

レーラ輸送することを可能として、現地工事の省力化、工期短縮を図った。

高い保守性、メンテナンスフリー性

保守業務の簡素化や自動化につながる技術の開発も重要な課題である。GISやガス遮断器（GCB）は、これまでの運転実績から、内部点検インターバルを延長する方向となつておらず、今後納入するものについてもそれが可能な構造・設計を採用している。

部品点数の削減や新材料の開発・適用により、従来よりも点検間隔を延長でき、また、点検業務そのものを簡素化できるような製品の実用化が望まれている。新型機器の開発では、操作機構などの構成要素の配置を十分に検討して、機器回線間にできるだけ入り込むことなく、点検通路の方向からだけで保守作業を可能とするなどの点へも配慮している。

SF₆ガスの電力機器への適用

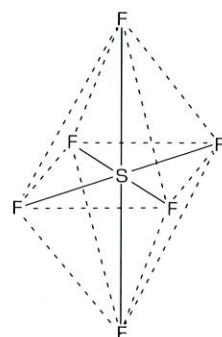
SF₆ガスは1900年にフランスで発見された。SF₆ガスは、無色、無臭、無味、不燃性で非常に安定した気体であり、しかも無毒である。加えて、高度な化学的安定性と優れた電気的安定性があるため、変圧器や遮断器といった電力機器の絶縁材料や電流消弧媒体として広く用いられている。SF₆ガスはフッ素を構成原子として含み、化学的にきわめて安定な性質をもっている。また、フッ素原子がもつ電気陰性度のため、一度引きつけた電子を放出しにくいという性質をもっている。右図にSF₆ガスの分子構造を示す。

SF₆ガスを絶縁材料として電力機器

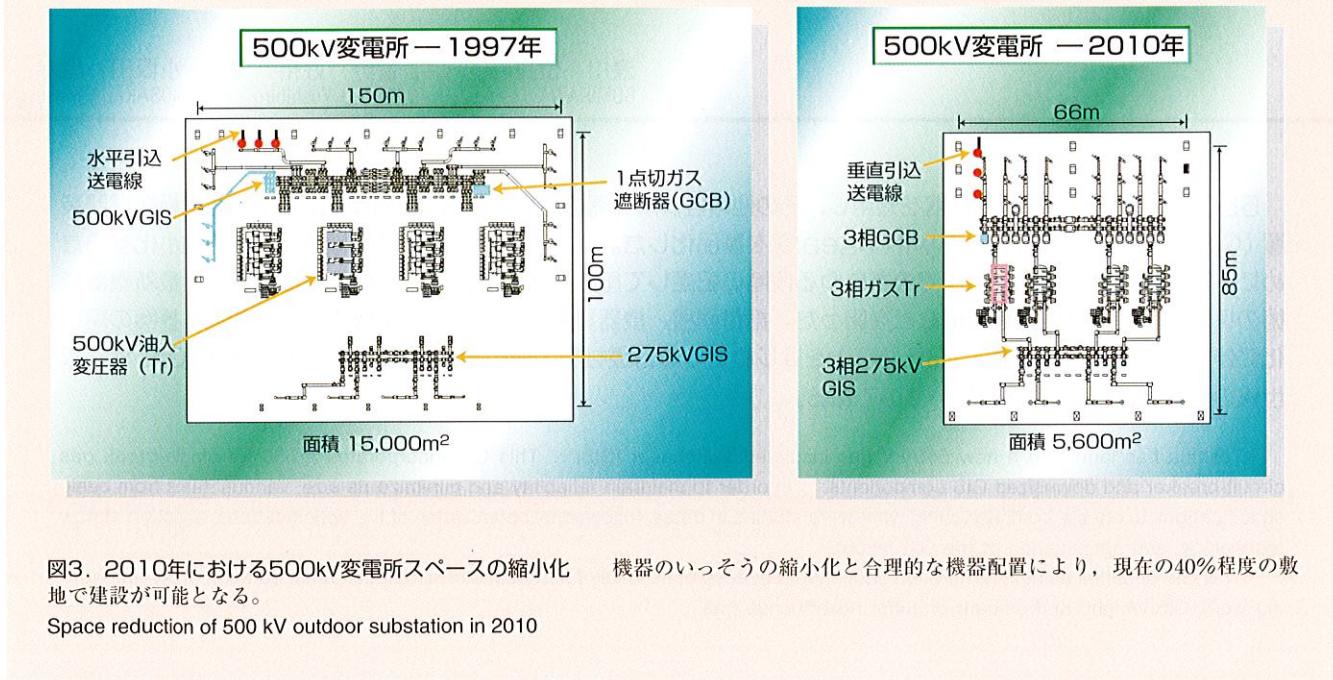
に適用する特許は、37年に日本人によって出願されている。残念ながら、あまりに出願が早かったため、SF₆ガスが広く絶縁材料として適用される前に、特許は無効になってしまっている。

SF₆は温室効果ガスの一種である。化学的に安定するために、地球の温暖化に及ぼす影響は、二酸化炭素ガス（CO₂）の23,900倍と大変大きいことが知られている。用途が限定されており、使用されている量もCO₂に比べて、きわめて少ないため、地球の温暖化に与える影響は無視できるほど小さいが、将来を見据え、効率よくガスを回収できる装置の製品化や代替ガスの

開発を含む使用量削減の取り組みが電機業界でなされており、当社も積極的に取り組んでいる。



SF₆ガスの分子構造



光技術の変電所への適用

高機能エレクトロニクスセンサの開発、ソフトウェア技術の進歩、光応用技術の開発、デジタル化技術の発展などにより、GISやGCBの周辺機器についても、従来とは異なる原理で同等以上の機能を發揮し、主器に合わせて高度化、コンパクト化するシステムや装置が出現している。

光技術を応用した変流器は実用レベルに近く、計器用変圧器は実系統への実適用を開始している。また、制御回路を基板化した縮小型GIS回線制御盤も製品化を完了した。

21世紀に向けて

以上述べてきたように、GISを取り巻くユーザーのニーズはますます多様化してきており、今後、電力需要の伸びや電力流通設備の高度化、複雑化への社会的要請といった電力事業を取り巻く環境に多少の変化があったとしても、この傾向は大きく変わることがないと考えている。

また、光伝送技術、デジタル通信技術の進歩によって、変電所の機器構成に大きな変革があると思われる。

例えば、高速・大容量な機器情報の交換を可能とするために、変電所構内にLANが敷設され、これにより、現在機器周辺に敷設されている膨大な量の電線が、数本の光ケーブルに置き換えることも想定される。

GISに期待される機能はいっそう高度なものになり、さらなる高電圧・大容量化などの課題が出現するものと思われる。しかし、すでに概観してきたように、従来からGISに対するニーズを実現すべく、広い範囲で高度な技術開発がなされてきていることから、今までの成果を集積し、体系化し、個々の技術を融合させていくことで、新たな機器の実用化に向けて必要となる技術や材料が、確実に実現してくるものと思われる。

ニーズに対応した製品の開発・実用化によって、GISは今まで以上にますます身近な機器となり、コンパ

クト性、不燃性、高い防災性といった優れた性能をいかんなく発揮するものと考えている（図3）。

将来、開発された技術の体系化や融合、実製品への適用に際しては、ユーザーとメーカーの間の活発な論議が必要不可欠であると感じている。

今後とも、ユーザー各位のご指導をお願いする次第である。



大山 敏
OHYAMA Satoshi

電力事業部 電力変電技術部部長。
変電機器の開発とシステムエンジニアリング業務に従事。
電気学会会員。
Power Systems Div.



目黒 雅也
MEGURO Masanari

電力事業部 電力変電技術部グループ長。
変電機器の開発とシステムエンジニアリング業務に従事。
電気学会、IEEE会員。
Power Systems Div.