

創立100周年記念論文

開閉装置事業のあゆみ

History of Switchgear

関 博 之* 青 木 務*
H. Seki T. Aoki

概要

開閉装置事業の歴史は、当社起業時に遡る。今日72/84kVクラスの開閉装置は10年以上トップシェアを維持しているが、ここに至るまでの苦難と発展の歴史を紹介する。

Synopsis

The history of Nissin's switchgear business can be dated back to its establishment. Today Nissin has kept the top share in 72/84kV GIS class for more than 10 years, though the history of hardship and development reaching up today's prosperity is presented here.

1. はじめに

起業時の製品であるナイフスイッチからガス絶縁開閉装置トップシェア獲得までの道のりは決して順調なものは無かった、幾多の苦難を乗り越え、時代の新技術を取り入れながら今日の隆盛を迎えることとなった。

2. 開閉装置事業の始まり～戦前戦後

当社の開閉装置の歴史は、大正時代に遡る。最初に手掛けた開閉装置は、ナイフスイッチである。ナイフスイッチは遮断器とは少し性質が違うが当社の遮断器、開閉器はここからスタートした。当社が開発したナイフスイッチは京都伝統の工芸技術を引き継いだような素晴らしい出来栄で、工芸品のように美しいものだったと言われている。

創立初期から昭和初期にかけて、模倣ではあるが図1のような60kV級の油遮断器（OCB）も製造していた。今にして思えば、基礎データもない状態でよくこんなスマートなOCBができたものだと感心させられる。1935年頃には、ナイフスイッチに類する開閉器と油遮断器が並行に製作されていたが、主力はやはり開閉器で、当時OCBの注文が来ると技術者は宝物をもらったように張り切って設計に励んだとのことである。

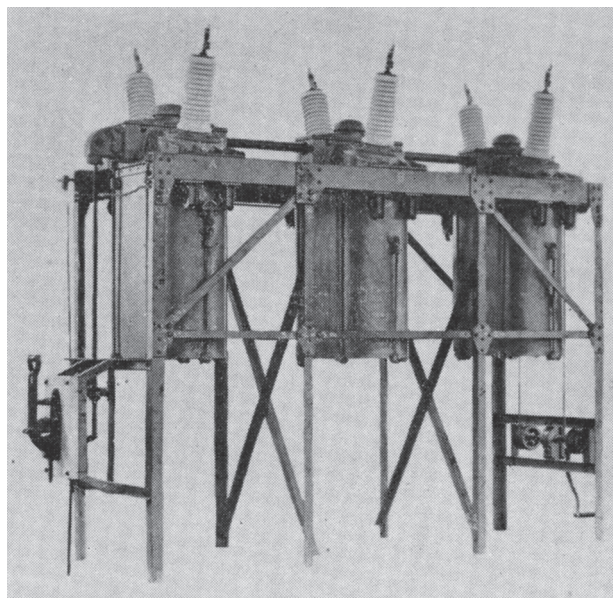


図1 昭和初期の油遮断器

その後、1937年に住友電気工業株式会社と業務提携を結ぶことにより、直列コンデンサ（SC）用開閉器の研究に着手したが第二次大戦が勃発し中断、図2の艦船用の主電路接断器を製造した。

当時、当社はこの面で特許を有しており独占的に販売

*開閉機器事業部

し、「大和」、「武蔵」等の戦艦にも当社製の主電路接断器が備えられていた。



戦艦大和

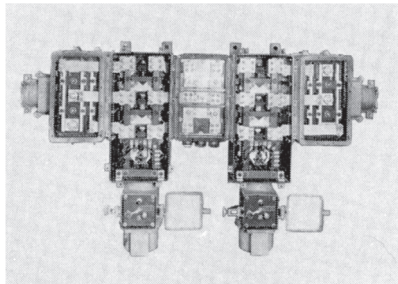


図2 艦船用主電路接断器

終戦となり、SC用開閉器の開発を再開したが困難を極めた。又、この時期は既納品不具合対応も多発、技術的な難題が山積し苦難の時代となった。

1953年に短絡試験設備が完成し、初めて本格的に遮断器の設計・検証が可能となり苦難の時代を脱する見通しがあったが、遮断器は一つ間違えると破裂するので、その開発には常に期待と不安と恐怖が付きまとい、一つの結果に一喜一憂する状況だった。

3. 仏マラン・ジェラン社との技術提携と躍進

3. 1 技術提携

1960年代に入り、一つの転換期を迎える、仏マラン・ジェラン社（以下、MG社）との技術提携である。この時代遮断器技術の革新スピードは速く、提携先をMG社に選定して技術提携することで遮断器事業を確立できたのは当社経営陣のコンデンサ事業発展へかける熱意とバイタリティある活動、そして当時遮断器部門メンバーの眼識によるものと言える。

図3はMG社へ技術習得のため最初に派遣された第一陣の5名である。空気遮断器（ABB）を皮切りに磁気遮断器（MBB）、ガス遮断器（GCB）、ガス絶縁開閉装置（GIS）について技術提携した。これらにより、当社はコンデンサ装置+コンデンサ開閉器の製造メーカーとして評価が高まると同時に遮断器事業の業界での評価が一挙に向上した。

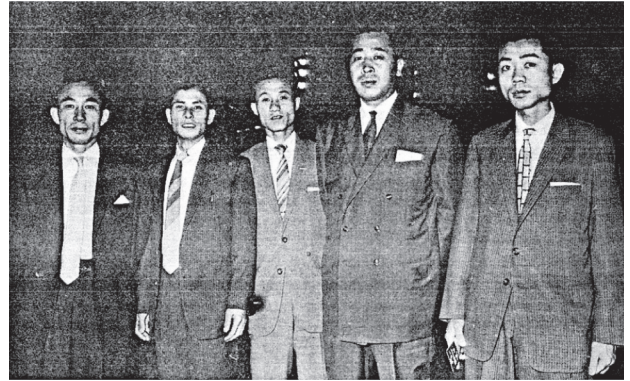


図3 MG社へ技術習得のため派遣された第一陣
(1961年6月6日、羽田空港にて)

MG社との技術提携は、ABB技術導入によるコンデンサ開閉器製品化によるコンデンサシステムのシェア維持と不動のポジションの獲得、及び電力系統の遮断器分野への本格参入と、一挙に業界トップクラスの評価を得るといふ大きな貢献をもたらした。

3. 2 ABB

大正時代にOCBを製品化後、昭和初期にはABBの開発を開始したが技術的な難題多く、種々検証試験を経て1950年代ようやく製品化した。

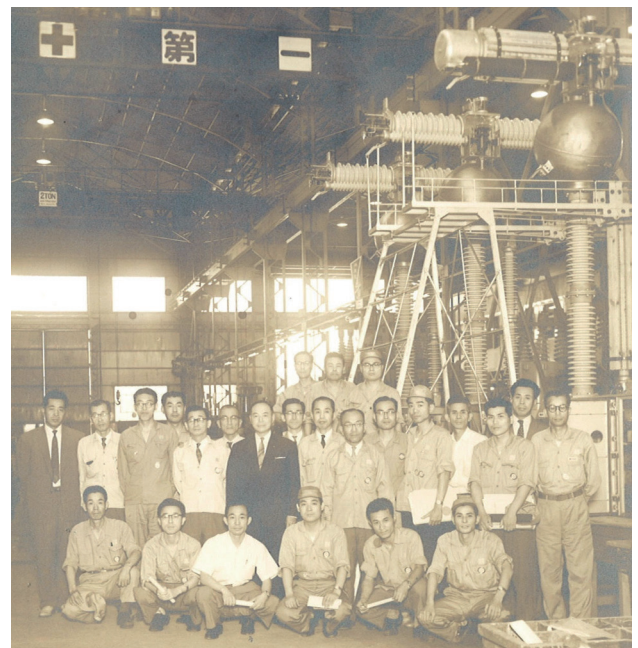


図4 1962年 MG社と技術提携したABB 1号器

ABBはこれまでのOCBに代わる遮断器として普及していく、特に欧州ではABBの発展が著しく瞬時充気式から常時充気式への開発が進んでいた。MG社はいち早く常時充気式ABBを開発していた。この技術はSC開閉器、大容量遮断器に最適であり、当社は1961年にMG社と技術提携して当該技術を習得し次々と製品化していった。

MG社は常時充気式だけでなく遮断部にも独自の工夫があり当社従来品の2倍の性能を有していた。この技術により最高300kVまでのABBを製品化し市場投入できた。

3. 3 MBB

MBBは、接触子開離後発生したアークに対し、吹消しコイルと磁極板とにより磁界を作用させてアークを消弧室内の細隙内に導き伸長冷却して遮断するいわゆる気中遮断器の一種である。当社はMBBを1954年に製品化し以後各種の改良開発を行いながら多数納入したが、MBBはその構成上特殊故障に弱い、また、極間絶縁を消弧室沿面に頼り劣化の恐れがあり該当部のメンテナンスも不便であった。一方、MG社が開発したソレナーク遮断器は全く新しい消弧原理の気中遮断器で、アーク自身の磁気作用により消弧する方式であり、従来のMBBの諸難点を一挙に解決するものであった。

1965年に当社はMG社とソレナーク遮断器を技術提携して翌年より製品化した。当社製ソレナーク遮断器は約12,000台におよぶ実績を有している。

3. 4 GCB

ABB主流からGCBへと時代は変わっていく、SF₆ガスは空気に比較して優れた消弧性能と絶縁性能を有している、SF₆ガスの使用により開閉器の高性能化とコンパクト化が加速された。

SF₆ガスは、第二次大戦後主として米国ウエスティングハウス社（以下、WH社）で研究され、二圧式のを1950年代に開発した。当初、本方式は構造が複雑で高価であったが、その後の研究で構造が単純なパuffers式（1圧式）が開発された、その後1969年WH社のSF₆ガス特許失効によりSF₆ガスの適用が急速に加速した。

当社は1968年にMG社と開発相互援助契約を結び研究を重ね、2年後には1号品を納入した。以後、改良を加え72～240kV1,200～3,000A 31.5kA各機種をシリーズ化し、約600台納入した。この間、顧客の要望にもこたえ、プラグイン形GCB、2万回寿命の調相設備用開閉器も開発納入した。その後もGCBの開発を続け、遮断器の大容量化を推進した。

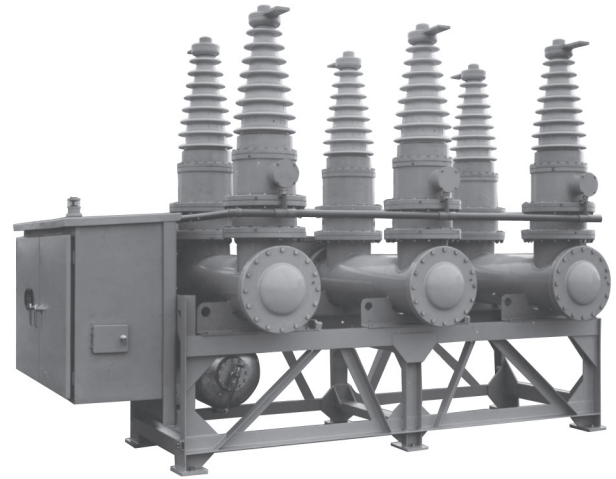


図5 72/84kV タンク形GCB 1970年

SU122

3. 5 GIS

GISは、1960年代後半より製品化された。GIS変電所はこれまでの空気絶縁による従来型の変電所と比較して大幅な設置面積の縮小が可能である。これまでに約10000bayを納入してきた。当初、72/84kVクラスが主流であったが、7.2～252kVの定格で製品化した。

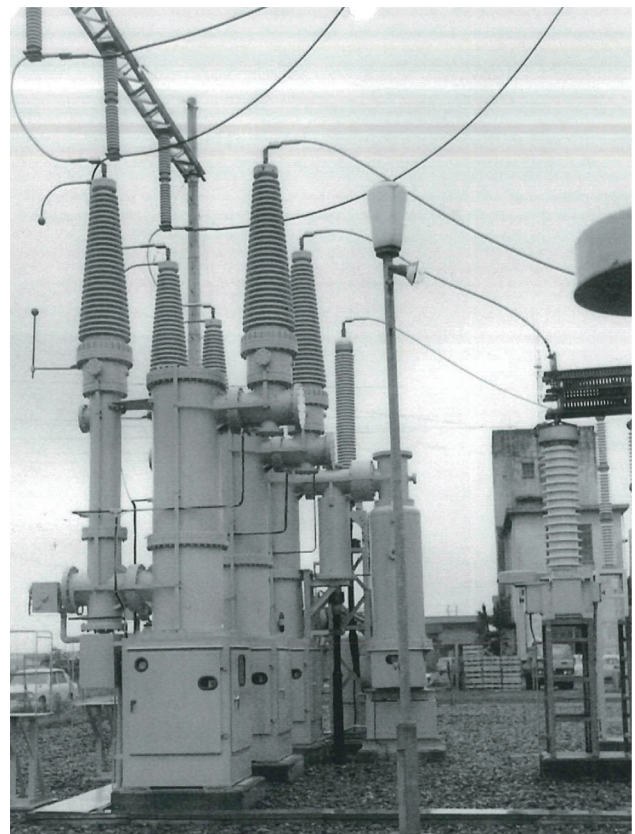


図6 中部電力株式会社 168kV大垣変電所 1971年

海外でもGISの需要は増加し続けており、当社では1990年代後半から台湾に、また、2000年代前半から中国に海外生産拠点を設立した。海外市場でも数多くの納入実績を重ねてきている。

GISの開発は、1960年後半にスタートし、1969年10月より、関西電力株式会社の御協力を得て御岳変電所の154kV実回路で長期試験を実施完了した。

GIS開発もMG社と協同で進めている、パuffa式遮断部の特許論争ではいくつかの関門があった、最大の関門はWH社のGCBガス吹付け構造に関するものであったが、MG社より有意義な異議申立資料を入手し国内大手同業者とも協力して特許の無効化に成功し、開発に弾みがついた。1号器は1972年に関西電力天下茶屋変電所に納入した。図7に設置状況を示す。



図7 天下茶屋変電所写真

SI105[®]

4. 最近の遮断器・GIS技術のあゆみ

4. 1 遮断器技術の進歩

4. 1. 1 操作方式の進歩

操作装置は当初圧縮空気を利用した空気操作器が主流であったが、1980年代より電動ばね方式に徐々に移行していった。

空気操作器は、構造は比較的単純であるが、高压空気のコンプレッサを別置する必要がある、圧縮機のメンテナンスも頻繁に行う必要があった。図8に空気操作器の投入電磁弁の機構図を示す。高压空気の駆動部が弁（合成ゴム）のため比較的早い時期に保守が必要であった。また、各操作器まで高压空気用配管を布設することとなり、外観も物々しいものであった。

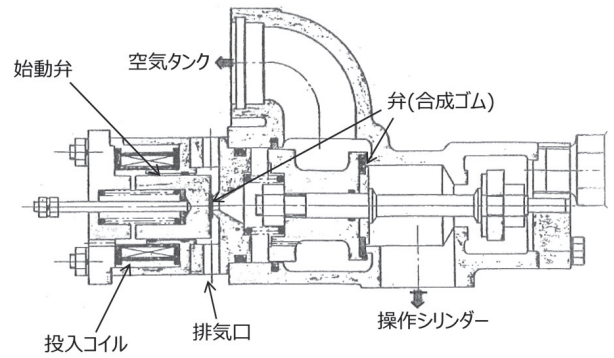


図8 空気操作器投入電磁弁機構図

電動ばね操作器は、モータで投入ばねを圧縮、蓄勢し、投入ばね開放にて本体の投入動作をすると同時に遮断用ばねを蓄勢する方式である。図9に電動ばね操作器機構図を示す。高压空気を使用しないのでコンプレッサが不要である。また、高压空気配管もないので外観もすっきりする。メンテナンスも注油のみで6年周期である。

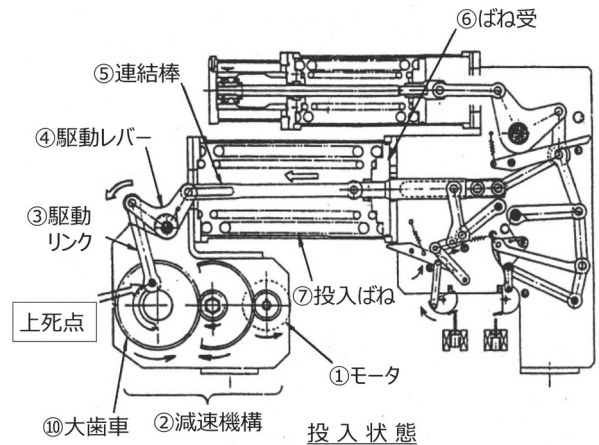


図9 電動ばね操作器機構図

4. 1. 2 遮断器消弧室の進歩

パuffa方式は、消弧室構造としては一般的なものであるが、当社は磁気駆動効果とアーク熱を組み合わせた独自の遮断方式を2003年に独自に開発を完了し、劇的なコンパクト化を達成した。

パuffa方式は、遮断動作によりパuffa室のSF₆ガスを圧縮・高压にしながらかークにガスを吹付けて消弧する方式でSF₆ガス消弧の消弧室構造としては標準的なものである。パuffa室の圧力を効率良く上げるために高速操作が可能な操作器が必要である。このタイプは歴史が長く、ノズル形状、アーク消弧時の圧力流路等の改善を重ねている。

当社はパuffa方式に磁気駆動効果とアーク熱による膨張効果を組み合わせた独自の遮断方式の超小型遮断部開発に成功した。磁気駆動効果とアーク熱を組み

合わせた方式である。図11にその説明図を示す。

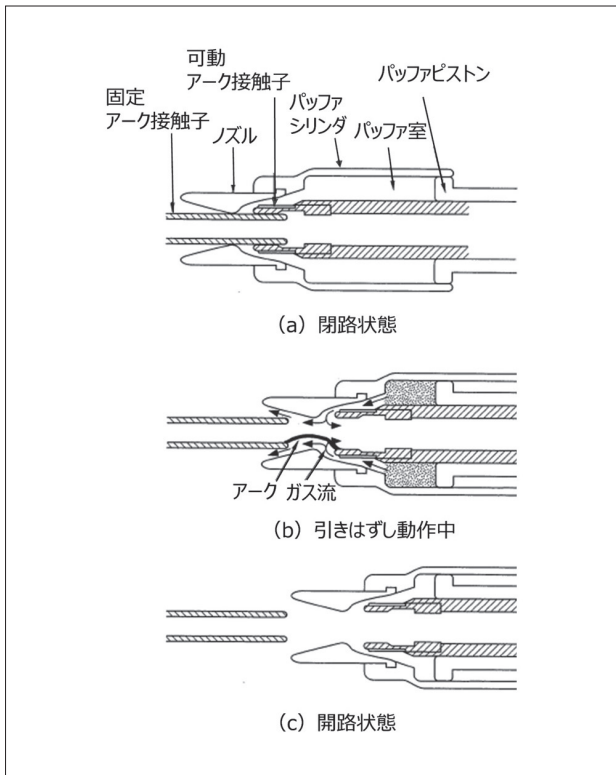


図10 パッファ消弧室説明図

この消弧室は、パッファ室の加圧が不要であり、小さい操作力で遮断を可能としている。

図12に示す通り、パッファ式と比較して、大幅な縮小を実現している。

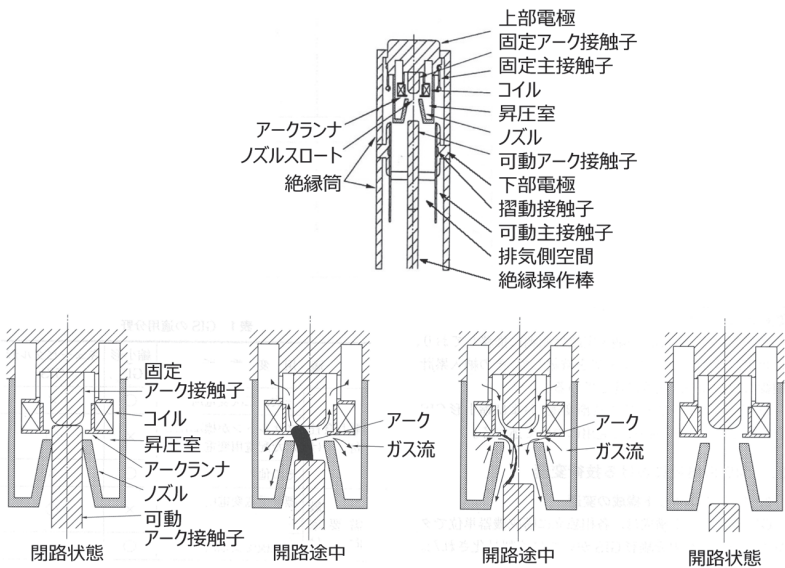


図11 磁気駆動・熱パッファ消弧室説明図

4. 2 GIS技術の進歩と将来動向

当社主力機器の一般需要家向けGIS、XAE7 (図13) は、超小型遮断部をどう生かすかという観点で当時の経営トップ自らもメンバに加わった特別プロジェクト活動により実現し2003年より販売開始した。度重なる議論の中で、縮小化をキーワードに2ユニット分を縦に並べるという画期的なアイデアを創出した、このアイデアにこれまで培ってきた縮小化技術を結集しXAE7を完成させた。

XAE7は現在も72/84kV受変電設備用のGISとしてトップシェアを維持し好調に売上を伸ばしている。

GISが世に出てから、半世紀が過ぎようとしており顧客ニーズも多様化している。図14にニーズの多様化の状況を、図15に当社GISのあゆみを示す。

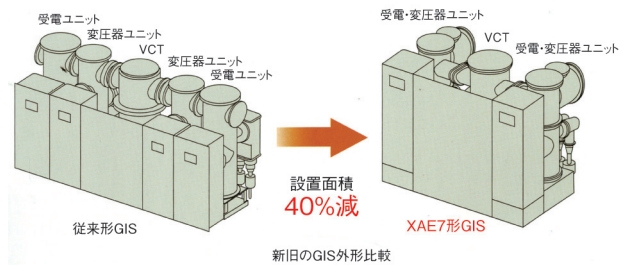


図13 XAE7 構成例

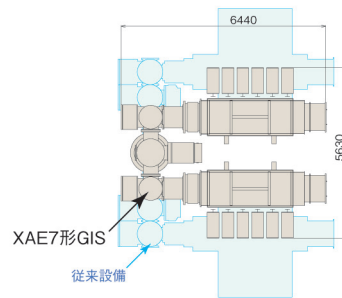


図14 消弧室比較図

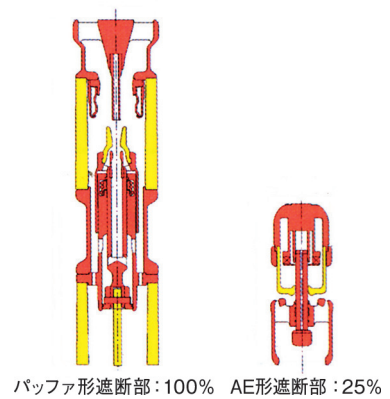


図15 消弧室比較図

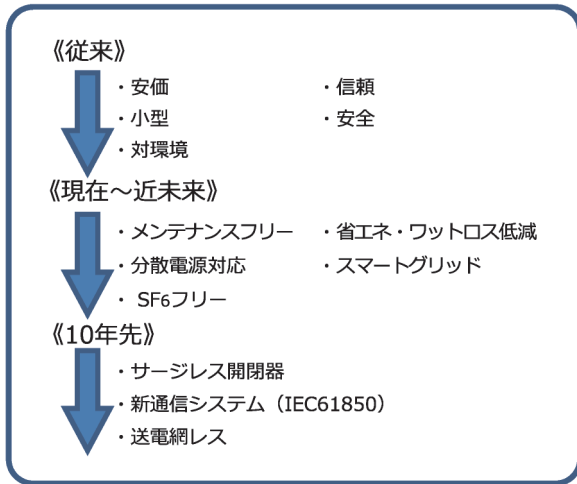


図14 ニーズの多様化

5. むすび

以上、開閉装置事業のあゆみについて解説してきたが、変電所の完全不燃化、保守レス化という将来の最終目標に向け、今後とも、更なる技術開発を進めていく。

参考文献

- (1) 長岡 他：「日新のしゃ断器、開閉器、縮小形開閉装置」日新電機技報、Vol.23 No.3、(1978.8)
- (2) 小松：「日新における縮小形開閉装置のあゆみ」日新電機技報、Vol.26 No.3、(1981.7)
- (3) 高橋 他：「当社のガス絶縁開閉装置の進歩」日新電機技報、Vol.58 No.2、(2013.10)

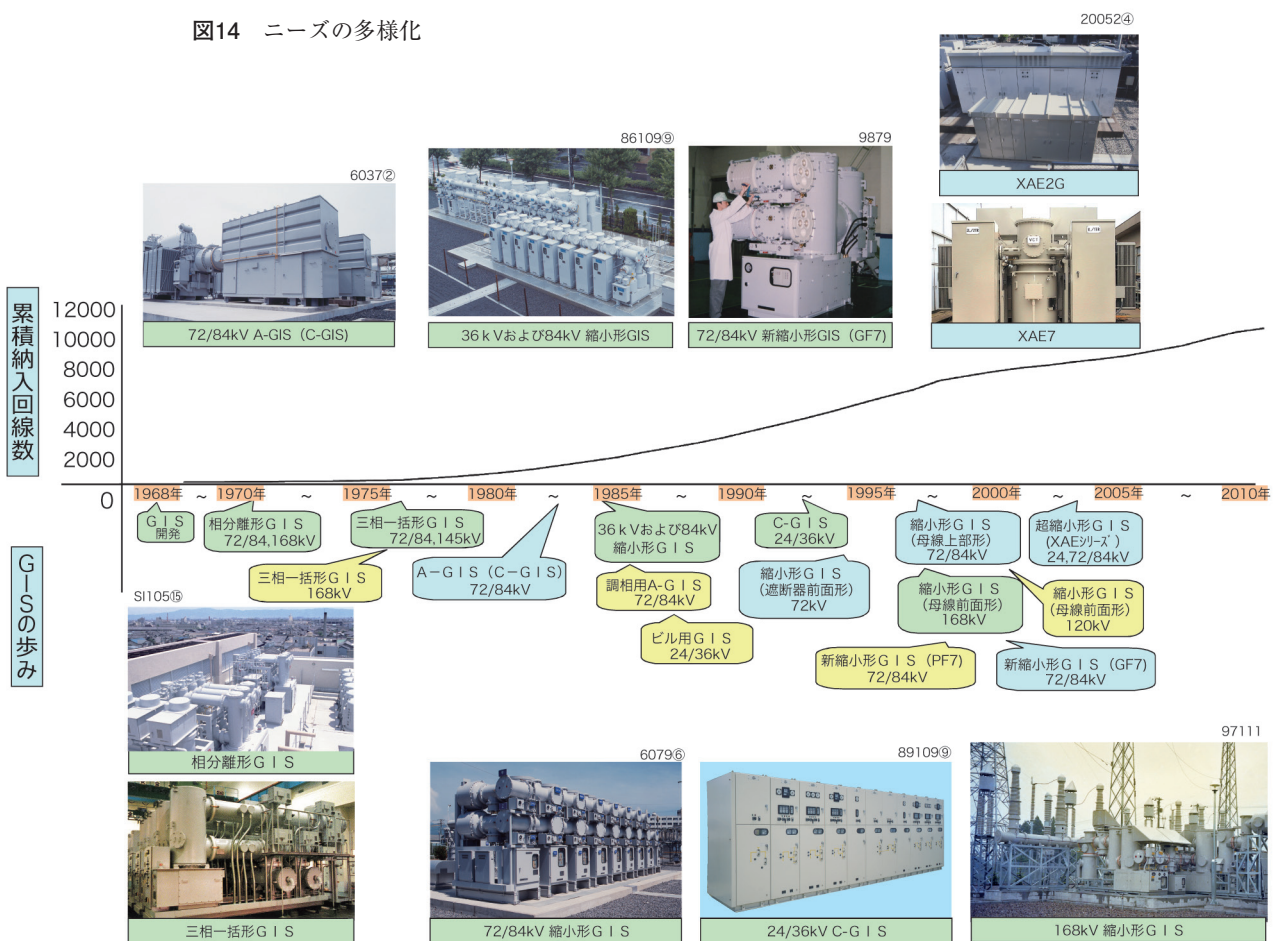


図15 当社GISのあゆみ

執筆者紹介



関 博之 Hiroyuki Seki
開閉機器事業部
開発部 次長



青木 務 Tsutomu Aoki
開閉機器事業部長