

創立100周年記念論文

高電圧技術応用製品事業のあゆみ

History of High Voltage Technology Applied Products

田 中 和 彦* 土 屋 昇**
K. Tanaka N. Tsuchiya

概要

当社グループにおける高電圧技術応用製品の歴史は、昭和初期に住友電気工業株式会社で開発されたOF (Oil Filled) 式コンデンサ事業が戦後まもなく日新電機に移管されたことに端を発している。これ以降、それまでに日新電機が培っていた変圧器関連技術と合わせて、高度経済成長期の電力需要の飛躍的な増大に伴って電力会社や電力機器メーカーで必要となった各種の高電圧試験装置を製作する国内有数のメーカーに成長した。高電圧試験装置の高電圧化と大容量化が進められる中で培った各種の関連技術を基にして、産業用途の電気集塵機電源や核融合実験用の各種電源システム装置など幅広い分野に応用範囲を拡大し現在に至っている。

Synopsis

Our NISSIN group's unique products of high voltage technology applied products originated in OF type high voltage DC capacitor which was developed at SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES, LTD. in early Showa era. Capacitor business was transferred from SUMITOMO to NISSIN soon after World War II, and then in accordance with rapid economic growth and significant increase of electric power demand, NISSIN combined capacitor technology and their own transformer technology so as to deliver various kind of testing equipments such as impulse voltage generator, AC testing equipment, etc. to electric power companies, manufacturers of various electric apparatuses, etc. for use of development and manufacturing.

Based on enriched high voltage technologies which had been cultivated through many experiences of manufacturing of various kind of testing equipments, NISSIN had expanded their application of high voltage technology to wide area such as power supply of electrostatic precipitator, various type of power supply systems for fusion experiment, etc. NISSIN group has been continuing efforts to develop and deliver high voltage technology applied products which are necessary in the society till now and future.

■ 1. はじめに

当社グループにおける高電圧技術応用製品の歴史は、昭和初期に住友電気工業株式会社で開発されたOF式^(注)コンデンサ事業が戦後まもなく日新電機に移管されたことに端を発している。これ以降、日新電機がそれまでに培っていた変圧器関連技術と合わせて、高度経済成長期

の電力需要の飛躍的な増大とこれに対応する発変電機器の増強に伴って電力会社や電力機器メーカーで必要となったインパルス電圧試験装置、交流試験装置などの各種の高電圧試験装置を製作する国内有数のメーカーに成長した。

高電圧試験装置の更なる高電圧化と大容量化が進めら

*株式会社NHVコーポレーション
**日新パルス電子株式会社

れる中で培った各種の関連技術を基にして、産業用途の電気集塵機電源、核融合実験用の各種電源システム装置、電子加速器用のクライストロン電源など幅広い分野の製品に応用範囲を拡大し現在に至っている。

この間、事業の主体となった部門と製品は以下のように変遷してきた。

(注) Oil Filled 方式の略。当社のOF式は、絶縁油劣化防止策として油量調整容器に金属セルを採用した、完全油密封方式である。

1. 1 戦後～1993年

コンデンサ事業が住友電気工業から日新電機に移管された直後から、コンデンサ部門が中心となって製作したインパルス電圧試験装置、変圧器部門が中心となって製作した交流試験装置、直流試験装置など、主として電力機器の開発や製作に必要な各種の試験装置を高度経済成長期に国内外に多数納入した。

この後、高電圧試験装置で培った各種の高電圧技術を応用して、産業用途の電気集塵機電源、電子線照射装置用の油入式直流高圧電源、核融合実験用の各種電源システム装置など、様々な分野に応用範囲を拡げてきた。

特に、1980年代には核融合実験関連の大型国家プロジェクトが推進され、これに対応する組織として全社横断の核融合プロジェクト室が設立された。

また、試験装置関連事業について、1990年にスイスのヘフリー社 (HAEFELY TEST AG) と業務提携し代理店販売を開始した。

1. 2 1993～2009年

我が国の経済が高度経済成長期から成熟期に移行する中で、試験装置関連の需要が減少し、核融合実験関連のプロジェクト設備需要も一段落した状況となり、1993年に、高電圧技術という共通の要素技術を基盤としているグループ会社の日新ハイボルテージ株式会社 (NHV)^(注) に事業移管され、事業を継承した。

クライストロン電源など新規分野の製品開発に取り組むと共に、加速器事業部と協同して製作したMeV級イオン源試験装置 (ITER (国際熱核融合炉) 用のイオン源開発テストスタンド) や、1MV急峻方形波インパルス発生装置など世界最大級の特色ある製品を生み出した。

(注) NHVは、2003年に株式会社NHVコーポレーション (NHVC) に社名変更。

1. 3 2009年以降

同業者とのアライアンスを模索する中で、パルス電子技術株式会社との業務提携 (株式全数買取) が2009年9月に成立し日新パルス電子株式会社 (NPE) がNHVC

の子会社として発足した。

両者の特色ある製品事業を継続すると共に、双方の技術を融合し進化させた新製品開発にも取り組んでいる。

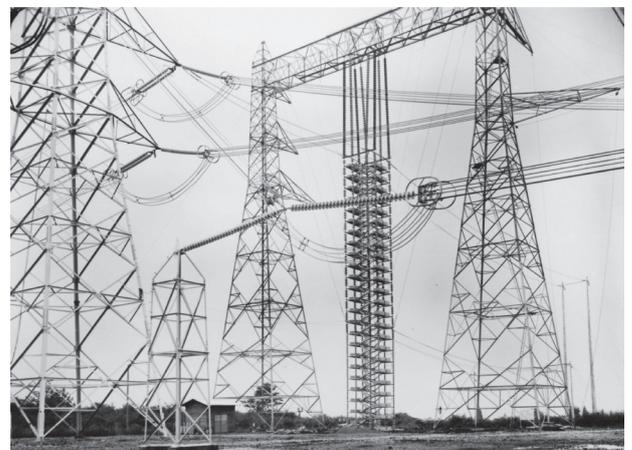
以下に、高電圧技術応用製品事業を代表する製品について時代順に述べる。

2. 高度経済成長期の試験装置

我が国の送配電系統は、1950年代以降の高度経済成長に伴う電力需要の増大に応えるために整備と拡充が進められ、送電系統の高電圧化と大容量化に伴って系統に設置される発変電機器も高電圧・大容量のものが次々と開発された。日新電機は受変電機器の専門メーカーとして電力用コンデンサ、電力用変圧器、分路リアクトル、開閉機器 (遮断器など)、変成器などを製作すると共に、これらの機器を開発し製作する過程で実施される耐電圧試験に必要な交流試験装置やインパルス電圧試験装置を国内外のメーカーや研究機関に多数納入した。

代表的な製品として、1961年に財団法人電力中央研究所塩原実験場に納入した10MV、750kWSのインパルス電圧試験装置 (設置状況を図1に示す。日新電機はコンデンサなどの主要構成機器を納入)、1963年に住友電気工業熊取研究所に納入した1650kV (550kV×3段カスケード)、4950kVAの交流試験装置 (カスケード接続結線を図2、設置状況を図3に示す)、1982年に日本碍子株式会社小牧超高压研究所に納入したDC±750kV、1Aの直流汚損試験装置 (機器構成を図4に、汚損試験状況を図5に示す) などの当時の国内では記録的な製品がある。

これらの試験装置は、その後に実現した500kV交流送電系統 (1973年より運用開始) を構築するための各種機器の開発と製作や、超高压の直流送電系統 (北本連携、本四連携、50/60Hz周波数変換所など) で使用される耐汚損性能が優れた碍子の開発と製作などに貢献した。



IG CI-0032

図1 10MV 750kWSインパルス電圧試験装置

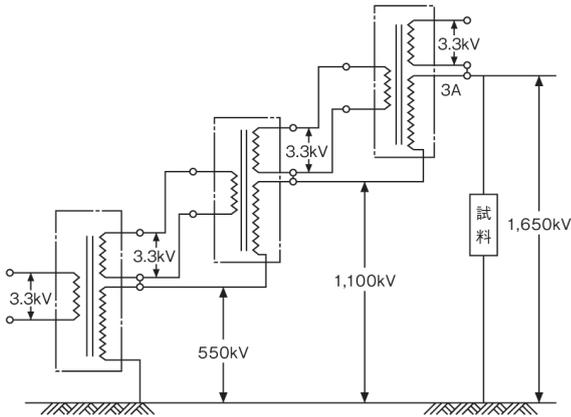


図2 1650kV 4950kVA交流試験装置の3段カスケード接続結線図

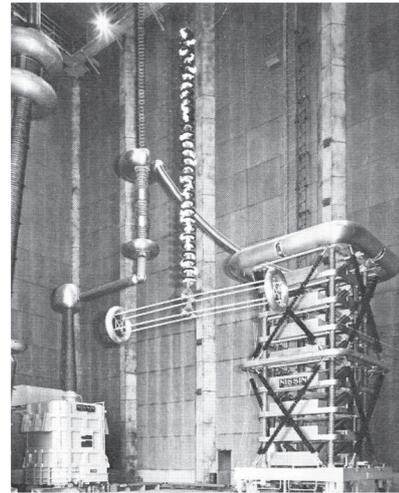


図5 懸垂碍子の汚損試験状況

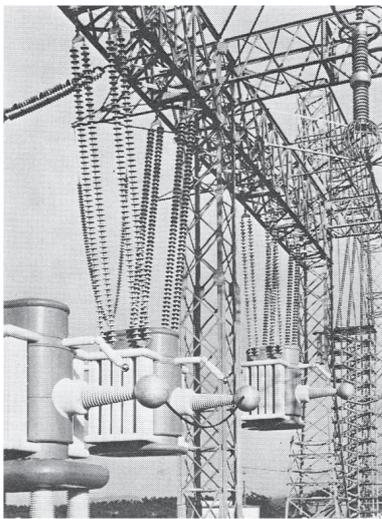


図3 1650kV 4950kVA交流試験装置の設置状況

3. 高電圧関連技術応用製品

各種の高電圧試験装置を開発し製作するなかで培った高電圧関連技術を多方面に応用する取り組みも並行して行われ、以下のような製品を開発し提供してきた。

3.1 電気集塵機電源

工場の煙突より排出される煤塵が住宅地などの周辺地域に及ぼす影響が公害問題となり始め、煤塵の排出濃度に対する自治体などの法的な規制が強化される情勢の中で、煤塵の排出抑制などを目的とした電気集塵機用の電源を1970年代以降に製鉄所を始めとして多くの民間工場に納入した。

電気集塵機電源は、負荷の集塵機内部での電極間放

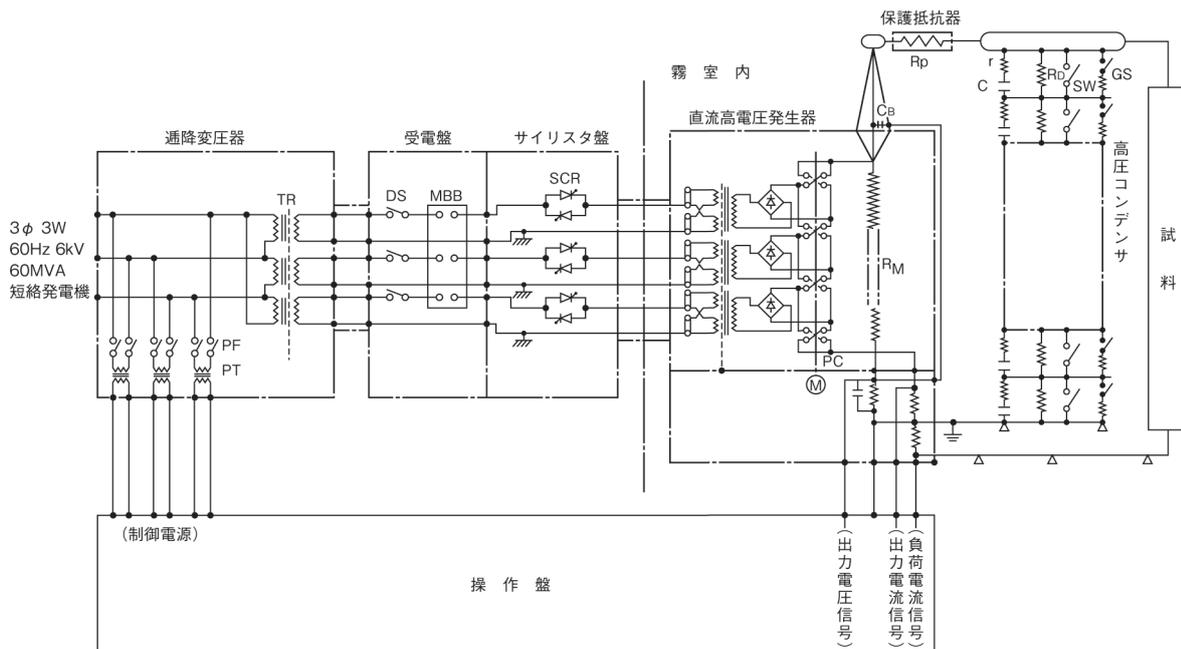


図4 DC±750kV 1A直流汚損試験装置機器構成図

電（アーク放電）が荷電電圧の上昇に伴って頻繁に生じるようになるため、集塵性能を決定する集塵電極での十分な放電電荷量のコロナ放電を安定化し集塵効率を高めるために、最適な荷電制御方式についてユーザと共同で開発するなどの取り組みを行った。

特に、製鉄所では原料生成や溶融精錬などの工程で多数の電気集塵機が使用されており、累計で100台以上の電気集塵機電源を納入している。これらの中でも、新日本製鐵株式会社（現、新日鐵住金株式会社）の高炉用に使用されている集塵機電源（DC-200kV,1500mAなど）は最大クラスの電源であり、直流高電圧絶縁技術、本体部および制御系の耐サージ設計技術、過酷な環境下（腐食性雰囲気、海岸近くの屋外設置に伴う塩害など）での使用に長期間耐え得る部材選定と表面処理技術などにより長期の信頼性を確保している。

3. 2 核融合実験用電源システム装置

長期的なエネルギー問題として将来における化石燃料の枯渇があり、近年においては再生可能エネルギーの利用拡大が進められているが、原子力エネルギーの利用開発がそれ以前から進められている。核分裂反応を利用した原子力発電は既に実用化されているが、太陽で起きている核融合反応を利用したエネルギー源の開発が、1968年にソ連（現在のロシア）で成功した磁場閉じ込め方式の核融合プラズマ実験を端緒にして世界各国で取り組まれて来ている。

我が国では、本格的な核融合実験研究の前段階として超高温プラズマ物理の研究が大学などの研究機関で進められ、日新電機は直流高圧コンデンサのトップメーカーとしてコンデンサバンクを中心とした電源装置を1950年代後半以降に大阪大学、京都大学、名古屋大学などに納入した。1970年に京都大学に納入したヘリオトロンD実験施設用のコンデンサバンク電源（1MJ）を図6に示す。ヘリオトロン実験施設は磁場閉じ込め方式の一種である螺旋状のヘリカル磁場によりプラズマを閉じ込めるものであり、後に核融合科学研究所に建設された大型ヘリカル装置の前身となったものである。

1970年代に入って、核融合実験研究はプラズマへの入力エネルギーと核融合反応により得られる出力エネルギーが同等となるブレイクイーブンの条件を達成すべく欧州、米国、ソ連、日本などを中心に開発競争が繰り広げられた。我が国では、日本原子力研究所（現在の国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構）を中心として大学などの研究機関も合わせて1970年代以降に活発な研究開発が進められている。

日新電機は、1980年代を中心に核融合実験設備用の



図6 ヘリオトロンD実験施設用1MJ
コンデンサバンク電源

LI3①

各種の電源システム装置を納入しており、代表的な製品として、国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構のJT-60用プラズマ加熱電源（核融合プラズマ中への中性粒子入射加熱用の水素イオンビーム電源とイオン源、核融合プラズマ中のイオンの高周波加熱用のRF電源など）、大阪大学レーザーエネルギー学研究センターの慣性閉じ込め核融合（燃料（重水素、三重水素など）の固体ペレットに全方位からハイパワーのレーザービームを集中照射することにより極短時間で爆縮から爆発に至るプロセスにおいて核融合反応を起こす方式）実験用の激光X II号用コンデンサバンク電源、核融合科学研究所の大型ヘリカル装置のプラズマ中の電子加熱用のジャイロトロン電源などがある。

JT-60臨界プラズマ試験装置本体部の俯瞰図を図7に示す。日新電機は中性子入射装置（中性粒子入射装置（NBI）とも呼ぶ。図8に全体構成を示す。中性子入射ビームは全体で14系統×斜め上下2ポートで28ビームあり入射ビームパワーは20MW）用の電源システムと構造仕様で製作したイオン源を納入した。また、図9に全体構成の概念図を示す高周波加熱装置の電源部および電力増幅器（クライストロンと呼ばれる高周波大電力増幅管。全体で24本ありプラズマ加熱用の高周波電波の総出力は10MW）の駆動回路を合わせた電源システム（RF電源と呼ぶ）を納入した。

慣性閉じ込め核融合実験用の激光X II号（12ビームのガラスレーザー光にて20kJ発生）用のコンデンサバンク電源（負荷となる12ビームのガラスレーザー用フラッシュランプに対応する数種類のモジュール電源にて構成。充電電圧25kVでバンク全体の充電エネルギーは23MJ）のモジュール電源の構成図を図10に示す。また、コンデンサバンクの外観を図11に示す。

23MJもの大容量のエネルギーを蓄積するコンデンサバンクであり、多数回の充放電を繰り返すため、コン

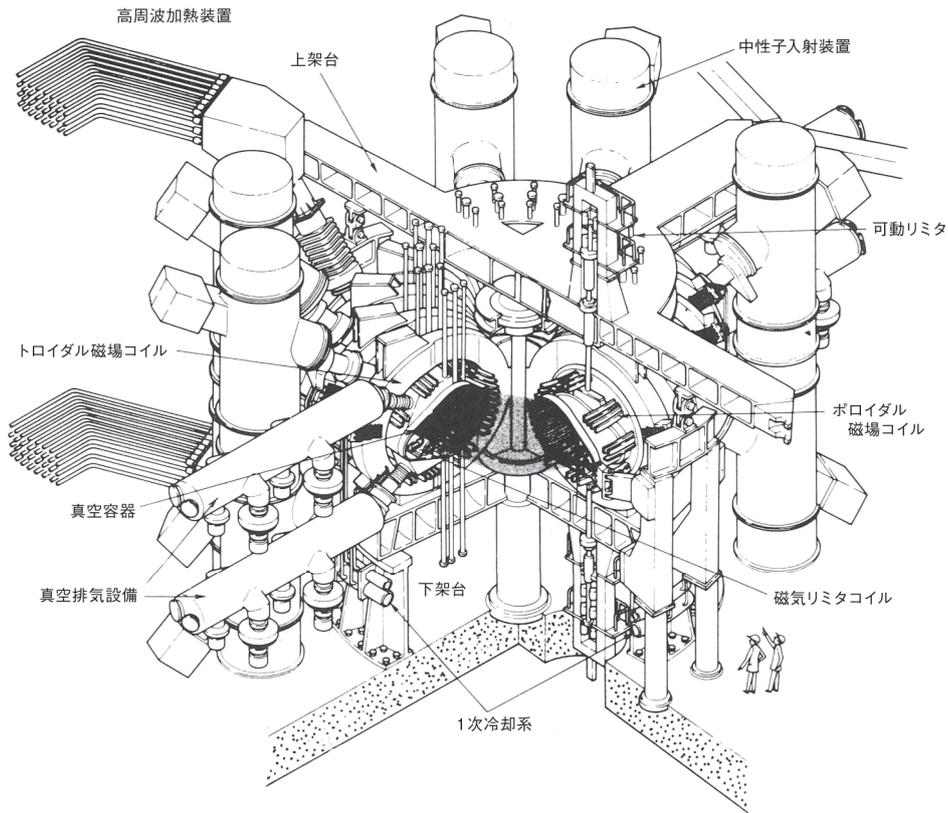


図7 JT-60臨界プラズマ試験装置の本体俯瞰図

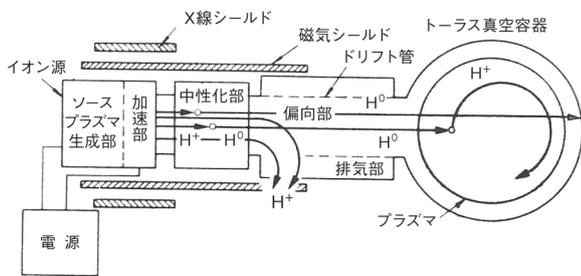


図8 中性粒子入射装置 (NBI) 全体構成図

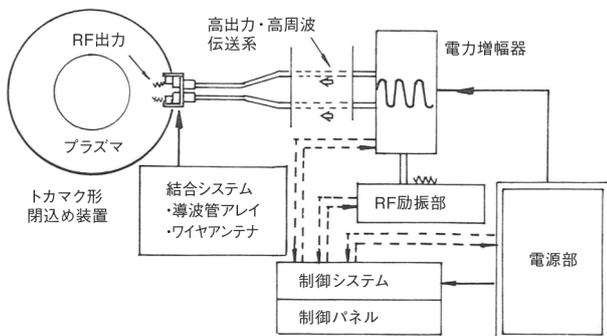


図9 高周波 (RF) 加熱装置全体構成図

デンサについて絶縁構成の最適化などを行うことによりコンパクト化と長寿命化が図られた。

これらの製品は、日新電機が長年に渡って培ってきた高電圧・大電力の交流、直流、パルスの関連技術を幅広く適用すると共に、高電圧・大電流・高速動作などのハイパワー制御性能を達成するために必要となった要素技術として、高電圧 (100kV級)・大電力 (数100kW級) の真空管レギュレータスイッチ (出力電圧制御機能と負荷異常時に数 μ s以内で出力を遮断する機能を併せ持つ) やイグナイトロン (水銀を使用した真空管) を多段直列構成した100kV級大電流高速短絡スイッチ (クローバスイッチと呼ばれ、負荷異常時に数 μ s以内で直流高圧出力回路を短絡しコンデンサバンクなどから負荷へ流入するエネルギーを阻止し負荷の損傷を防止する) を開発するなどにより実現できたものである。直流高圧発生器やコンデンサバンクなどの構成機器を製作した変圧器部門、コンデンサ部門、受電盤、サイリスタ盤、制御盤などのシステム制御用の各種機器を製作した配電盤部門、全体システムの検討と要素技術の開発などを行った全社横断のプロジェクト開発部門、現地搬入後の据付・組立・調整試験を担当した工事部門と検査部門など、当社の総力を挙げて取

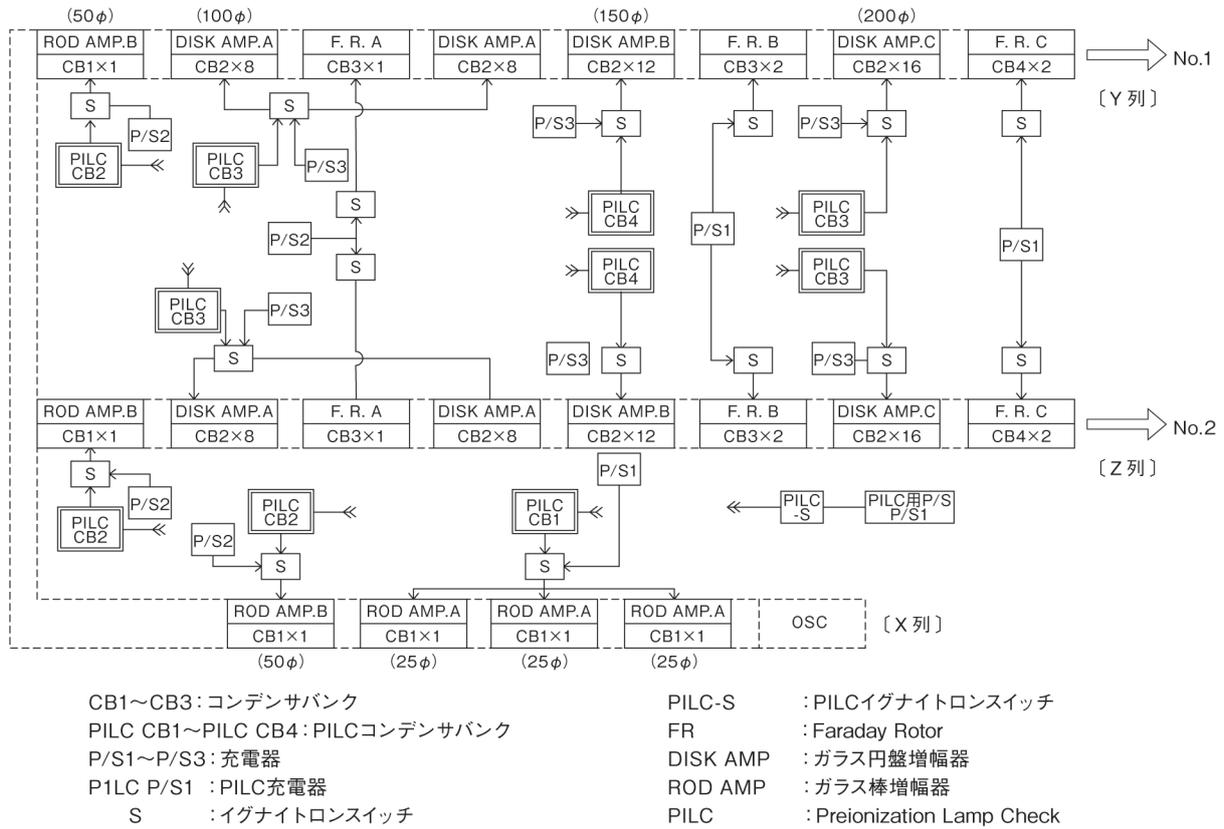


図10 激光X II号モジュール電源構成図



図11 激光X II号モジュール電源外観 LI26②

り組むことにより完成することができた。

現在、核融合開発は実用化に向けた実証実験段階に入っており、核融合発電の必要条件である核融合プラズマの長時間安定性確保と核融合炉の各種構成機器への入力電力の合計値に対して核融合反応により得られる出力電力がこれを大きく上回る状態を実現すべく、EUと日本を中心とした世界7ヶ国の協力によるITER（国際熱核融合炉）の建設が2022年の運転開始を目指して南仏で進められている。当社グループでは、NPEがITER関連機器の一部を受注し製作している。

3. 3 クライストロン電源

Spring-8に代表される大型放射光施設では、線形（直線）加速部で加速された電子ビームをリング加速部に入射して電子のエネルギーを更に高めた後に、円形軌道を周回する電子が接線方向に放出する高輝度の放射光を利用して様々な実験研究が行われている。

線形加速部では、高周波（数100MHz~数GHz）の電波を発生する大電力真空管のクライストロンが多数使用されており、クライストロンから加速空洞に供給される大電力の高周波電波により空洞を通過する電子ビームが電界加速され、多段の空洞を通過することにより所定のレベルまで電子のエネルギーを上昇させている。

クライストロン電源は、クライストロンを駆動するために必要な高電圧（数100kV）の矩形波（半値幅：数 μ s~数10 μ s）を高線返し（数pps~数10pps）で発生するパルス電源であり、負荷となるクライストロン管内の電子ビームのインピーダンスは1k Ω 程度である。

当社グループでは1990年頃からクライストロン電源の製作を開始しており、代表的な回路構成として1994年に自由電子レーザー研究所に納入したクライストロ

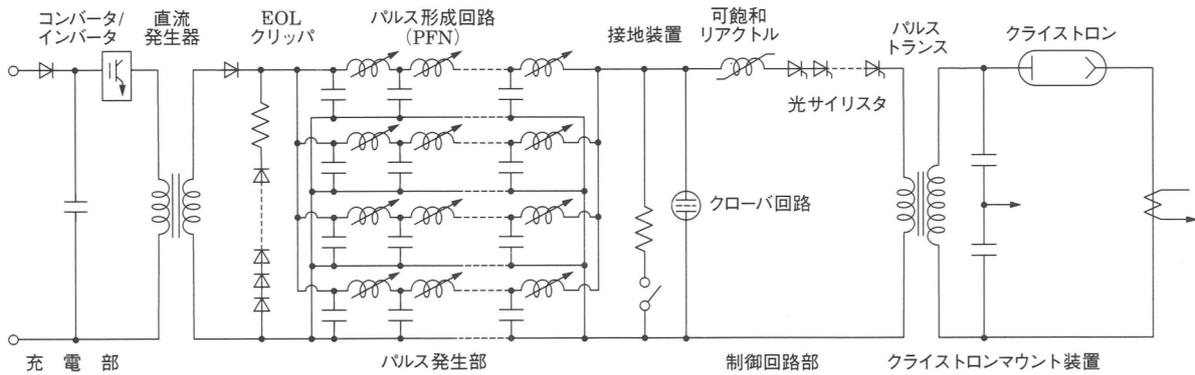


図12 クライストロン電源回路図

ン電源の回路図を図12に示す。高安定度のコンバータ/インバータ方式高線返し充電電源、高電圧矩形波を発生するPFN回路、PFN回路から出力される矩形波(数10kV)をクライストロンに必要なビーム電圧(最大390kV)に昇圧するパルストランスなどから構成されている。パルストランスは、クライストロンの陰極より電子を放出させるためのヒータ回路と合わせて、クライストロンを搭載する油タンクに収納されている。

PFN回路は多段のL-C回路により所定のパルス幅の矩形波を得るものであり、一般的にはスイッチ素子として真空管の一種であるサイラトロンが使用されているが、本電源では高安定度を実現するために、サイラトロンに比べてON抵抗が安定している光サイリスタを使用しており、高出力かつ高安定(安定度:0.08%以下)な世界的にも有数の性能(表1参照)を達成している。

自由電子レーザーは、クライストロンからの大電力高周波電波により線形加速された電子ビームをアンジュレータと呼ばれる可変磁場発生部に導入し蛇行させることにより波長が可変なレーザー光を得るもので

あり、赤外域の波長100μmから紫外域の波長0.3μmまでのレーザー光が得られている。

3. 4 急峻方形波インパルス電圧発生装置

GISなどにおけるSF₆ガス中での断路器開閉サージや雷サージによる過電圧波形は数10~数100nsの急峻な立上りと高周波の振動を有している。絶縁設計の合理化などのニーズを背景として、このような短時間の立上り電圧波形に対する絶縁特性の研究を主目的とした急峻方形波インパルス発生装置を1998年に電力中央研究所に納入した。本装置の性能を表2に示す。また、装置構成の概要を図13に示す。

表2 急峻方形波インパルス発生電圧波形仕様

項目	仕様	
発生電圧の最大値	V _r = 1MV	
安定して発生できる最低電圧	V _r = 200 kV以下	
電圧極性	切換えにより正・負両極性	
電圧立上り部	プレパルス: V _p	V _r の30%以下
	立上り時間: Tr	Tr = 25ns以下 (V _r を100%とする30-90%法による)
	V _r /V _{max}	95%以上
	波頭部の振動: V _{osc}	V _{max} の5%以内
波高平坦部	継続時間	最大10μs (立上がり部の規約原点から)
	10μs経過点での電圧減衰率: V ₁₀ /V _{max}	95%以上
供試ギャップの条件	<ul style="list-style-type: none"> ●半球(200mmφ) - 平板(760mmφ) 配置 ●ギャップ長は0-100mm ●供試ガスはSF₆(0.1-0.6MPa(abs)) 	

表1 クライストロン電源の定格仕様

	モード1	モード2	モード3
パルス電圧 (kV)	285	304	390
パルス電流 (A)	308	333	477
負荷インピーダンス (Ω)	925	913	818
パルス幅(半値幅) (μs)	32	21	7
有効パルス幅 (μs)	24	12	0.5
パルス平坦度 (%)	0.08	0.08	1.5
パルス安定度 (%)	0.08	0.08	1.5
パルス繰返し (pps)	10	10	10

(注) 1. 有効パルス幅はパルス平坦度を満足する時間
2. パルス平坦度はリップルおよびサグの両方を含む

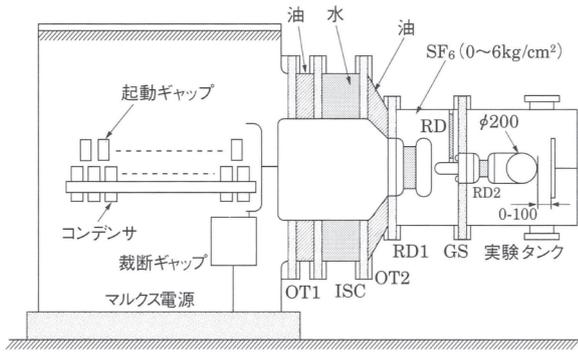


図13 1MV急峻方形波インパルス発生装置模式図

1MVもの高電圧を25ns以下で立上げるためにはパルス発生回路全体のインダクタンスを極限まで低減することが不可欠であり、各部の回路定数の設計計算結果に基づいた回路シミュレーション検討と、当社が有する高電圧ギャップ技術の精華とも言える1MVレーザートリガギャップスイッチを開発し適用することにより実現できたものであり、世界的にも類のない製品である。

高電圧かつ超高峻度の dV/dt 性能を実現できたキーテクノロジーは、高耐電圧・大容量・極低インダクタンスの水コンデンサと自社開発のエキシマレーザーを使用した高耐電圧・高速ON動作・低インダクタンスのレーザートリガギャップスイッチであり、これらのキーコンポーネントを油入式マルクス電源などの周辺機器と組合せ、所定の電圧とパルス幅の波形を実験タンクに出力する制御系や計測機器を構築し完成したものである。

4. ヘフリー社製高電圧試験装置の代理店販売

試験装置関係は、我が国の産業が高度成長期を終えて成熟期に入った1970年代後半以降に需要が低下傾向となり、1980年代中頃に、半導体製造装置関連の事業開拓に注力する全社的な方針もあって、新規の装置製作を中止することになった。しかしながら、1990年前後から新規装置の需要が復活し、以前の競合先であったヘフリー社との業務提携（販売代理店契約）が1990年に成立し、それ以降は、特殊な試験装置を除いて、同社の試験装置と付帯する計測器を代理店販売することになった。

また、当社グループの一事業として長年に渡って営まれてきた高電圧事業を、1993年に、高電圧技術をコア技術の一つとしているグループ会社のNHVCに移管した。

ヘフリー社は、インパルス試験装置、交流試験装置など、電力機器の研究開発や製作に必要な試験装置をワールドワイドに提供している1904年創業の世界的な専門

メーカーである。販売代理店契約後に納入した代表的な製品として、1992年に株式会社東芝浜川崎工場に納入した6000kV,600kJのインパルス電圧試験装置（外観を図14に示す）、1993年に株式会社ビスカス市原工場に納入し

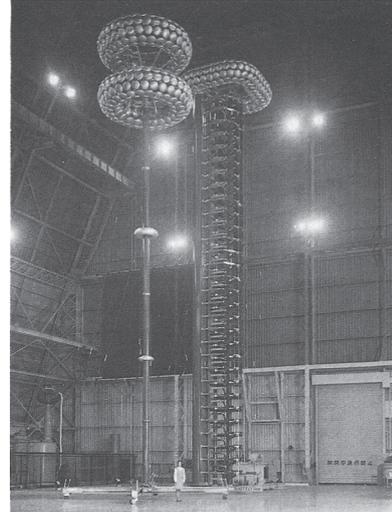


図14 6000kV 600kJインパルス電圧試験装置



図15 550kV 52MVA交流試験装置

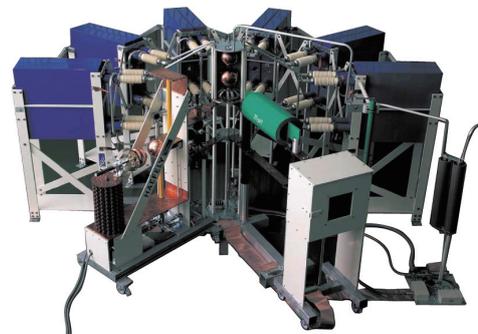


図16 10/350μs 200kAインパルス電流試験装置

た550kV（2段カスケード）,52MVA交流試験装置（外観を図15に示す）、1994年に住友電工大阪製作所に納入した1800kV（6段カスケード）,72MVA交流試験装置、2006年に株式会社昭電に納入したSPD（サージ保護デバイス）試験用の10/350 μ s,200kAインパルス電流試験装置（外観を図16に示す）などがあり、これらの製品は当時の国内最大級の試験装置である。

ケーブル負荷などC成分への通電を行う交流試験装置において可変リアクトルを用いた直列共振方式を採用していること、インパルス電流試験装置において充電コンデンサからリアクトルに放電エネルギーを転送した直後にクローバギャップシステムを用いて負荷への出力電流を発生していることなどにより、試験装置の効率を大幅に向上させており納入先の試験設備容量の低減にも貢献している。

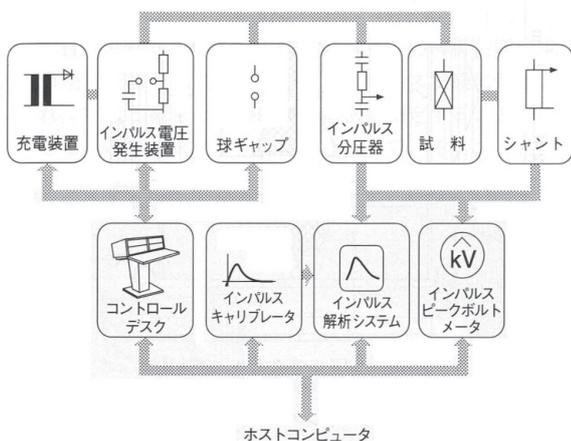


図17 インパルス電圧試験装置のシステム構成

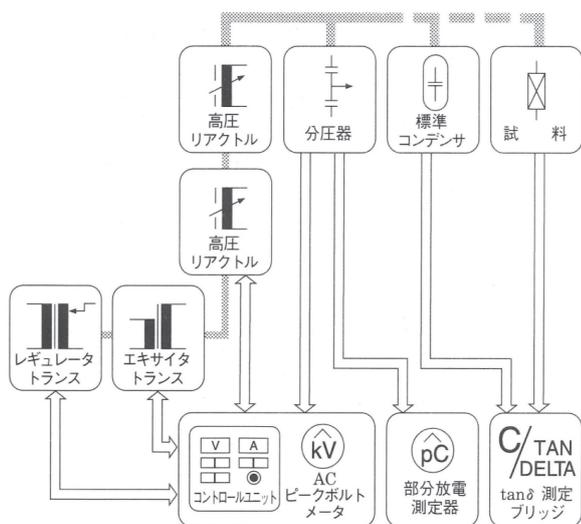


図18 交流試験装置のシステム構成

インパルス（電圧、電流）、交流の試験においては国内外の規格（IEC,JECなど）に定められた波形や電圧・電流を供試品に印加することが必要であるが、装置に付属の波形解析装置などを用いて再現性のある安定した試験を可能としており試験作業の省力化に大きく貢献している。インパルス電圧試験装置のシステム構成を図17に、交流試験装置のシステム構成を図18に示す。また、供試品の長期絶縁性能を検証するために、製品の開発時や製作時に部分放電測定を行うことが非常に有効な方法として広く用いられているが、主に交流試験装置の付属機器としてコンピュータ制御により自動化された世界的に定評のある部分放電測定器が数多く使用されている。

5. NPEでの新製品開発

現在、当社グループでのこの事業の主体であるNPEでは、日新電機からNHVCに引き継がれた技術と製品に加えて、パルス電子技術社が長年に渡って社会に提供してきた各種の高電圧パルス電源、学校向けなどの小型のインパルス電圧発生装置、国内で最も多く使用されている高電圧プローブなどの製品群を拡充すると共に、双方の技術を融合し進化した新製品を生み出している。

近年、ハイブリッド車（HV）や電気自動車（EV）が燃費性能向上やCO₂などの地球温暖化ガス排出抑制の面から普及が拡大している。HVやEVにおいてはインバータ駆動による電動モータが使用されており、インバータのスイッチング動作時にモータ巻線に加わるサージ電圧による絶縁性能劣化が検討課題となっている。NPEでは自社で開発した高電圧半導体スイッチを使用したインバータサージ電圧発生装置を1990年代後半から製作しているが、モータ用の電線やコイルにインバータサージ電圧を印加した時に発生するVHF帯の部分放電を検出できる部分放電測定器を開発した。部分放電測定器の回路構成を図19に、測定器本体の外観を図20に、供試品と接続する結合器の外観を図21に示す。従来の交流電圧試験用の部分放電測定器では測定が困難であったインバータサージ電圧印加時の部分放電測定が可能となり、電動モータのコイルの絶縁性能検証など、インバータを使用した機器の長期絶縁性能を確保するための研究開発に貢献している。

この他にも、クライストロン電源で一般的に使用されている寿命を有する真空管スイッチのサイラトロンに代替しうる、高電圧（数10kV）、大電流（数kA）の半導体スイッチや、水中での大電力パルスパワー放電に伴う衝撃波により各種の破碎を行う装置の開発などに取り組んでいる。在来製品事業の継続と発展に加えて、高電圧技術を応用した今後の社会に役立つ新製品開発を鋭意進めている。

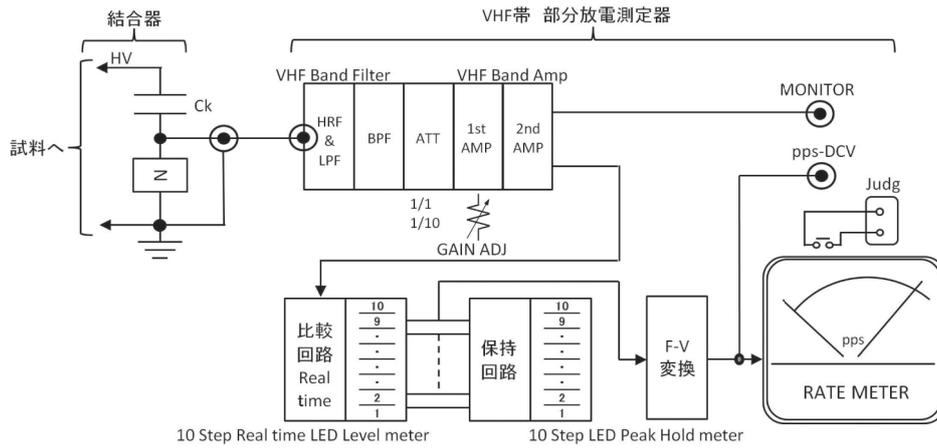


図19 部分放電測定器回路図



図20 部分放電測定器本体



図21 部分放電測定器用結合器

参考文献

- (1) 関：「日新電機における高電圧技術の進歩」、日新電機技報、Vol.22 No.2、pp.2-13(1977.11)
- (2) 西台：「日新の高電圧試験設備」、日新電機技報、Vol.22 No.2、pp.27-34(1977)
- (3) 西台、他：「核融合研究の現状と将来」、日新電機技報、Vol.27 No.4、pp.2-17、(1982.12)
- (4) 原田、他：「核融合研究設備と当社の製品」、日新電機技報、Vol.27 No.4、pp.18-29(1982.12)
- (5) 山中、他：「大阪大学レーザー核融合研究センター納めガラスレーザー激光X II号」、日新電機技報、Vol.31 No.1、pp.45-71(1986.1)
- (6) 富増、他：「高平坦度クライストロンパルス電源の開発」、日新電機技報、Vol.40 No.1、pp.54-63(1995.1)
- (7) 八島、他：「高電圧急峻矩形波発生装置」、日新電機技報、Vol.43 No.3、pp.15-26(1998.11)
- (8) 田中、他：「高電圧試験装置の最新技術動向」日新電機技報、Vol.53、pp.27-37(2008.3)
- (9) 三浦、他：「インバータサージ電圧用部分放電測定器の開発」、日新電機技報、Vol.58 No.2、pp.41-46(2013.10)

6. むすび

以上、当社グループでの高電圧技術応用製品と関連事業についての歴史的変遷と活動状況について解説させていただきました。当社グループ創立100周年の歴史を振り返ってみると、当該製品事業が活況を呈したのは我が国の電力系統の高電圧化が進んだ1960年代と核融合実験関連の各種の大型国家プロジェクトの設備建設に参画していた1980年代が中心であったと思われるが、この種の技術は特殊な領域で今後とも根強い需要がある。これまでに引き継がれてきた技術をリフレッシュして新たな前進をしたいと考えている。

執筆者紹介



田中 和彦 Kazuhiko Tanaka
株式会社 NHV コーポレーション
技師長



土屋 昇 Noboru Tsuchiya
日新パルス電子株式会社
代表取締役社長