

# バックナンバーから振り返る我社の技術変遷

## 1. はじめに

本愛知電機技報は、昭和60年に創刊し、今回で30号になる。本号では、30号を節目とし記念記事を掲載する。

近年、当社は、中期経営計画の中で定めた事業ドメインであるTransform（変換する）、Actuate（動かす）、Control（制御する）に経営資源の集中を図り、技術開発、営業、製造、品質、資材の各業務に取り組んできた。

30号記念記事では、これら業務の内、技術開発に焦点をあて、昭和60年より今日までの技術変遷を「バックナンバーから振り返る我社の技術変遷」と題して、事業ドメインに従い、製品分野ごとにまとめて紹介する。

## 変化と行動 — Transform & Actuate —

事業ドメイン	製品分野	主な既存製品
Transform (変換する)	変圧器分野	柱上トランスなど
	電力変換分野	電源装置など
Actuate (動かす)	モータ分野	DCモータなど
	メカトロ分野	アクチエータなど
Control (制御する)	制御・通信分野	デジタル配変盤など
	環境分野	無害化処理装置など

図1 事業ドメイン



- No.1 (1985年)**
  - ・大容量サイリスタ変換装置
  - ・配電線襲雷警報システム
  - ・275kV変圧器
- No.2 (1986年)**
  - ・アモルファス変圧器(第1報)
  - ・ウォシュレットSⅢ
- No.3 (1986年)**
  - ・アモルファス変圧器(第2報)
  - ・大容量トランジスタPWM電源装置
- No.4 (1987年)**
  - ・核融合用20kVAサイリスタ変換装置
- No.5 (1987年)**
  - ・アモルファス積鉄心変圧器
  - ・加熱・液噴霧装置付ロックミキサ
  - ・小形無停電電源装置(UPS)
- No.6 (1988年)**
  - ・真空式温水ヒータ
- No.7 (1989年)**
  - ・コンパクト形補償リアクトル装置
  - ・単巻コイルブラシレスDCモータ
- No.8 (1989年)**
  - ・SF<sub>6</sub>変圧器内の流速分布
  - ・核融合プラズマ用ビーム電源装置
- No.9 (1989年)**
  - ・油入変圧器の自動油中ガス分析装置
- No.10 (1990年)**
  - ・大容量ボロイダル電源システムの開発
  - ・大容量高圧自動電圧調整器
- No.11 (1991年)**
  - ・配電線自動化システム
  - ・三相共用変圧器
- No.12 (1991年)**
  - ・核融合用100MVA級オーム加熱電源
  - ・275kV 250MVA変圧器
- No.13 (1992年)**
  - ・我社の変圧器及び周辺機器
  - ・我社の小形モータ及び応用製品
  - ・我社のパワーエレクトロニクス
- No.14 (1993年)**
  - ・太陽光発電用インバータの開発
- No.15 (1994年)**
  - ・超伝導コイル用30kVA級直流遮断装置の開発

図2 バックナンバー一覧



- No.16 (1995年)**
  - ・変圧器絶縁材料の動向
  - ・配電線自動化システム子局装置
- No.17 (1996年)**
  - ・大型超伝導コイル電源システムの開発
  - ・10kW PVインバータの開発
- No.18 (1997年)**
  - ・FA形高圧変電設備
  - ・油入変圧器ターン間インパルス絶縁特性
- No.19 (1997年)**
  - ・変圧器鉄心の音響インテンシティ解析
  - ・SF<sub>6</sub>ガス絶縁中性点接地抵抗器
- No.20 (1998年)**
  - ・配電線自動化プログラム制御親局の開発
  - ・太陽光発電用パワーコンディショナ
- No.21 (1998年)**
  - ・サージ解析から絶縁評価へのコンビネーション解析
- No.22 (1999年)**
  - ・配電線用SVCの開発
  - ・VI形SVR
- No.23 (2000年)**
  - ・配電線系統の電圧解析手法
  - ・コンデンサモータ特性計算プログラム
- No.24 (2001年)**
  - ・ポンプ用センサレスモータのデジタル制御
  - ・微粉混合機
- No.25 (2004年)**
  - ・気中絶縁形中性点接地抵抗器の開発
  - ・非接触給電装置
- No.26 (2005年)**
  - ・新型配電線自動化システムの開発
  - ・分散電源対応型SVR制御方式の開発
- No.27 (2006年)**
  - ・燃料電池用パワーコンディショナの開発
  - ・電動ベッド用電装品の開発
- No.28 (2007年)**
  - ・新型尿糖検査機の開発
  - ・長寿命型高圧自動電圧調整器
- No.29 (2008年)**
  - ・変圧器油絶縁の面積効果と距離効果(2)
  - ・クレオソートの油含浸廃木材のリサイクル

## 2. Transform

### 2.1 変圧器分野

#### (1) 柱上変圧器

当社は、1947年に柱上変圧器の製造を開始したのを端緒に、変圧器メーカーへの仲間入りをし、1998年には、柱上変圧器の累計生産台数300万台を達成した(No.21)。

この間、材料や製造技術の進歩とともに、柱上変圧器の低損失化や小形化を進めてきた。近年では、ユーザーニーズに合わせた製品の開発を通じて、低損失化、多機能化、装柱作業性や保守作業性の向上、環境調和、長寿命化などに関する技術の蓄積に努めてきた。

低損失形変圧器の代表格であるアモルファス変圧器においては、1981年からアモルファス磁性材料を使った鉄心製造技術の研究に取り組み、1984年に配電用変圧器として世界最初のステップラップジョイントアモルファス巻鉄心変圧器を完成した(No.2、3、9)。その後、生産設備を開発、導入し、1991年からアモルファス変圧器の生産を開始し、現在までに約5万台を販売している。

多機能形の代表である三相共用変圧器については、1つのタンクの中にV結線した単相変圧器2台をコンパクトに収めたものであり、装柱作業及び無停電工事の簡素化を目的として開発した(No.11)。

生産設備面では、下塗塗装として耐久性に抜群の効果を有するカチオン電着塗装をいち早く採用した(No.1)。また、上塗塗装には、有機溶剤を使用せず安全衛生及び作業性において有利でクリーンな粉体塗装を一部の機種で採用した(No.13)。平成19年には、柱上変圧器の大幅な生産性の向上を目的に、自動化、省力化の設備を導入した新生産ラインを構築した(No.28)。



【三相共用変圧器】

#### (2) 地上設置形変圧器

配電線の地中化は、都市景観の向上、都市防災の強化などの観点から、1986年から積極的に推進されており、当社は1985年から歩道など公衆に近接する地上に設置する地上設置形変圧器を開発し、現在まで約4,000台の生産を達成した。

地上設置形変圧器に求められる性能は小形、大容量、高保守性能である。これらのニーズに対して、換気口の改良で冷却効果を高めて小形化、大容量化を図るとともに配電線の保守や故障時の復旧が容易となる無停電工法に対応した端子構造を開発した。また、傷や汚れの付きやすい外箱についてはプレハブ構造を開発し、現地で外箱交換ができる構造とした。このように様々なニーズに応えるため技術改良を重ね、地上設置形SWレス変圧器塔など各種製品を開発し納入している。

#### 〈地上設置形変圧器〉

製品名	技術内容	技報No. (年)
地上設置形変圧器塔	・初製品化	No.1 (1985)
地上設置形SWレス変圧器塔	・一次引き込み開閉器省略、無停電工法対応	No.21 (1998)
地上設置形変圧器 (π引込形)	・一次2回線引き込み方式、大容量化	No.23 (2000)
地上設置形変圧器塔	・無停電工法対応、外箱の現地取替対応	No.27 (2006)
開閉器付地上設置形変圧器塔	・高圧開閉器内蔵保守性向上、外箱の現地取替対応	No.29 (2008)

#### 〈柱上変圧器〉

製品名	技術内容	技報No. (年)
アモルファス変圧器	・ステップラップジョイントアモルファス巻鉄心 ・アモルファスリボンの切断方法の開発	No.9 (1989)
三相共用変圧器	・異容量V結線方式 ・耐熱絶縁紙およびコルゲートリブの採用による小形化 ・無停電工事対応	No.11 (1991)
6kV三相3線式耐雷型柱上変圧器	・三相V結線 ・酸化亜鉛形避雷素子内蔵	No.19 (1997)
街路灯設置型変圧器	・変圧器外観と街路灯柱との色彩協調による環境調和	No.26 (2005)



【開閉器付地上設置形変圧器】

### (3) 高圧自動電圧調整器

当社は、1962年に初めて高圧自動電圧調整器（以下、SVR）を開発して以来、現在まで約17,000台を生産している。

当初のSVRはV結線タイプであったが、最近では各電力会社のニーズに応えるため、Y結線化や大容量化等の製品開発を進めてきた。

その後、無接点のタップ切換方式とすることで多頻度切換を可能にしたサイリスタ式SVRの開発や、真空バルブ(VI)を使用することでタップ切換時における絶縁油の汚損をなくしたVI形SVRを開発した(No.17, 22)。

また、設置環境に対応するため外箱に溶融亜鉛めっきを施した高防食SVRを開発した。この高防食SVRに真空バルブ式タップ切換器を搭載することでタップ切換動作20万回(約20年間)までメンテナンスフリーにした長寿命型SVRを開発し、2006年から販売を開始している(No.28)。

#### 〈高圧自動電圧調整器〉

製品名	技術内容	技報No. (年)
星形結線SVRシリーズ	・Y結線2000、3000、4000kVAのSVR開発	No.2 (1986)
大容量高圧自動電圧調整器	・Y結線5000kVAのSVR	No.10 (1990)
大容量配電用耐雷形自動電圧調整器	・耐雷素子内蔵の5000kVA SVR	No.16 (1995)
双方向サイリスタ式自動電圧調整器	・サイリスタ式タップ切換器搭載の双方向潮流に対応できるSVR	No.17 (1996)
VI形SVR	・真空バルブ(VI)式タップ切換器搭載のSVR	No.22 (1999)
長寿命型SVR	・タップ切換動作20万回までメンテナンスフリー	No.28 (2007)



【長寿命型SVR】

### (4) 中形変圧器

わが国の高度経済成長期に配電用6kV油入変圧器のJIS規格が制定され、当社もこのJIS規格に従った標準機種をラインアップした。

そして、1982年に低損失形標準油入変圧器COSMIシリーズを発売し、1985年にはダブルステップラップジョイント巻鉄心を採用した小形、軽量、低損失の標準油入変圧器COSMIIシリーズを開発した(No.1)。

その後、電磁鋼板の技術開発による鉄心損失の低減にあわせた合理的な設計を進化させ、低損失形変圧器、高効率変圧器と改良を続けると共に、巻鉄心の採用を、製造技術の改良により三相1000kVA、三相2000kVAへと順次拡大した。2005年には省エネ法の特定期器に指定されたトップランナー変圧器を開発してEEシリーズとして市場投入した(No.26)。現在この最新機種は2000kVAまで全て巻鉄心タイプとして無負荷損の低減を図っており、30年前の当社品と比較し基準負荷率時の全損失を約50%削減している。

#### 〈中形変圧器〉

製品名	技術内容	技報No. (年)
アイチの標準油入変圧器COSMIIシリーズ	・ダブルステップラップジョイント巻鉄心	No.1 (1985)
トップランナー変圧器	・省エネ法目標基準値達成品	No.26 (2005)



【トップランナー変圧器】

### (5) 大形変圧器

当社は1959年に負荷時タップ切換変圧器(以下、LRT)の製造を開始した。当時のLRTではタップ切換方式に二次側(6kV)での間接切換方式を採用していたが、1965年頃から一次側(77kV)での直接切換方式に移行した。

1973年には、275kV級超高压変圧器の製造が可能な大形変圧器工場を完成し、大形変圧器の生産を本格化した。高電圧化への取り組みとして1975年の中部電力(株)殿向け154kV 150MVAを皮切りに、154kV 200MVA級のLRTを数多く納入してきた。超高压変圧器としては、中部電力(株)殿向けに275kV 50MVAを開発して1985年に納入した(No.1)。

1981年には負荷時タップ切換装置を自社開発し(EL形)、LRTへの採用を開始した。現在では国内電力会社10社にLRTを納入するとともに、民需品、海外向け品を合わせて延べ約2,500台以上の納入実績がある。

研究・開発としては、275kV 250MVAの実機試作や、送ガス式SF<sub>6</sub>ガス絶縁変圧器のモデル試作、超電導変圧器を見据えた液体窒素冷却変圧器や不燃液体の諸特性研究などの基礎研究、変圧器予防保全装置の開発など様々な技術の蓄積をしてきた(No.4、6、8、12、13)。その他にも特殊仕様変圧器として、タンクにアルミ合金を採用して軽量化を図った移動用変圧器6MVA、15MVAも開発し納入した(No.5、24)。

近年の大形変圧器の技術革新として、鉄心の低騒音化技術がある。それまで、低騒音仕様(50dB)の配電用LRTには騒音低減のために防音壁を付属していたが、電磁鋼板の低磁歪材の開発と相まって、鉄心にVノッチステップラップ接合積方式を採用することで、防音壁なし低騒音形LRTを開発した(No.12)。これにより20MVA級全装可搬形LRTを開発し納入している。さらに、低損失化、コスト削減のため巻線方式を円板巻から多重円筒巻へと変更してLRTに採用した(No.27)。その開発には、系統サージ解析技術から変圧器絶縁評価までのコンビネーション解析など、これまで築き上げられた各種の解析技術を駆使している(No.21)。

また、設計業務の効率化や技術解析に対応するため、設計コンピュータシステムは随時改良を重ねている(No.4、14、29)。

#### 〈大形変圧器〉

製品名	技術内容	技報No. (年)
275kV変圧器	・275kV級LRT開発	No.1 (1985)
防音壁なし低騒音形LRT	・Vノッチステップラップ鉄心	No.12 (1991)
全装可搬形20MVA LRT	・全装可搬 ・防音壁なし低騒音(50dB)	No.20 (1998)
新形154kV 200MVA LRT	・ターンシールド巻線 ・けい素鋼板タンクシールド	No.20 (1998)
移動用77kV 15MVA LRT	・アルミタンクによる軽量化 ・ジグザグフロー冷却巻線	No.24 (2001)
多重円筒巻線型LRT	・低損失、長寿命化 ・多重円筒巻線	No.27 (2005)



【154kV 200MVA 負荷時タップ切換変圧器】

## 2.2 電力変換分野

当社では、電力変換分野の根幹となるパワーエレクトロニクス技術を1970年代から蓄積してきた。大電力用装置では、核融合実験装置用の大電力変換装置および電力開閉装置を、また小電力用装置では新エネルギー用分散電源インバータを製品化している。

### (1) 大電力変換装置

核融合実験装置には、プラズマの発生とその位置を制御する磁場発生用の複数のコイルが備えられている。これらには、数十kAの大電流を高速で可変制御する変換装置が必要となる。当社では、1985年に高速応答を実現したサイリスタ変換装置を皮切りに、多くの大電力変換装置を開発している(No.1、13)。近年、核融合実験装置が大型化し、常伝導コイルが超伝導コイルへ進化している。このため、新しい位相制御技術、現代制御理論による電流制御技術などの開発を行い、この種の電源としては例の無い高精度の電流制御を実現している(No.17、22)。至近には、連続定格電源の通電中に、回路に直列に短時間定格電源を挿入、切離す技術を開発した。この技術により、小型の電源で大容量電源に相当する電流制御性能を実現した(No.30)。

#### 〈大電力変換装置〉

製品名	出力定格	技術内容	技報No. (年)
ポロイダルコイル電源	52V 4.4kA	・高速応答性能	No.1 (1985)
	±300V±2.5kA	・トランジスタインバータ ・超高速応答性能	No.3 (1987)
	296V 35kA、 380V 94kA	・高速応答性能 ・電源システム全体の制御、 保護技術の開発	No.10 (1990)
ジュールコイル電源	1.4kV 35kA、 -1.4kV -14.1kA	・半導体の直並列 (最大2直列10並列)	No.12 (1991)
ポロイダルコイル電源	33V 15.7kA~23.5kA (3台)	・高精度電流制御 ・新形連続位相比較型PLL	No.17 (1996)
ヘリカルコイル電源	45V 17.3kA (3台)	・外乱抑制性能の高い 2自由度ロバスト制御	No.22 (1999)
パルス電源	180V 6.2kA	・既設電源との直列接続	No.30 (2008)



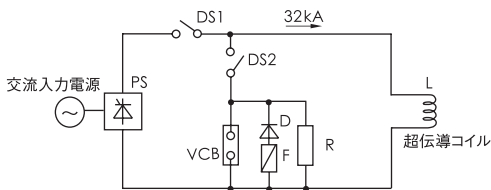
【サイリスタ変換装置群】

## (2) 電力開閉装置

機械接点では実現できない高速動作と長寿命を実現するため、半導体を用いた電力開閉装置や、直流大電流の遮断装置の開発を行ってきた。また、超伝導コイルの保護用に、直流32kAを遮断できる装置を汎用部品を有効活用して実現した(No.15)。

### 〈電力開閉装置〉

製品名	定格	技術内容	技報No. (年)
真空管 高速保護装置	DC60kV10A	・小容量半導体の多数直列(124直列)	— (1986)
交流負荷 高速開閉器	AC6kV 4kA	・大容量半導体の多数直列(6直列)	— (1994)
超伝導コイル 保護装置	DC33V32kA	・汎用部品による直流32kAの遮断	No.15 (1995)



【直流32kA遮断装置の回路構成】

## (3) 新エネルギー用分散電源インバータ

現在、導入がすすむ新エネルギー(太陽光、燃料電池)の分散電源は、インバータを介して商用電源と連系している。当社では、1986年に分散電源の研究に着手した。その後、半導体の高性能化を受け、高周波化・高性能化と大容量化をすすめている(No.4)。業務用としては国内初の認証を受けた太陽光発電用インバータや、大幅に小型化した7kW燃料電池用インバータを製品化した(No.17、27)。

現在は、MW級のシステムに対応するために、大容量化と高性能化を推進中である。

### 〈新エネルギー用分散電源インバータ〉

製品名	定格	技術内容	技報No. (年)
無停電電源	1kVA 1φ100V	・高周波(20kHz)PWMインバータ ・パワーMOSFETの採用 ・独自の瞬時電圧制御	No.5 (1987)
太陽光発電用 インバータ(家庭用)	3kW 1φ100V	・IGBTによる20kHz PWMインバータ ・瞬時電流制御による系統連系	No.14 (1993)
太陽光発電用 インバータ(業務用)	10kW 3φ210V	・10kW業務用として国内初の認証取得 ・2自由度ロバスト制御による出力電流低歪化	No.17 (1997)
燃料電池用 インバータ(業務用)	7kW 1φ200V	・トランスレス方式 ・フルデジタル制御 ・独自の直流地絡保護	No.27 (2006)



【トランスレス方式7kW燃料電池インバータ】

## 3. Actuate

### 3.1 モータ分野

#### (1) ブラシレスDCモータ

当社におけるブラシレスDCモータの開発は、従来からのACモータ技術と新しいエレクトロニクス技術を結集して、スタートした(No.2)。多くの用途に色々なモータを開発対象とし、最初にファン駆動用の製品を商品化した。この製品は大幅な小型化と高効率化を図り、当社従来製品(コンデンサモータ)に比べて、体積比40%、効率比150%を実現した(No.3)。

当時、ほとんどのブラシレスDCモータは、電子回路によるモータ駆動部が別置きであったが、駆動部をモータに内蔵したタイプも開発した。これに必要な発熱を抑えるための駆動部の低損失化や放熱性能向上のための電子回路の樹脂モールド等の技術を開発した。この駆動部内蔵ブラシレスDCモータの防水・防塵性に優れ、発生騒音も低い特徴を活かし、シロッコファン(多翼ファン)と組合せた静音で大風量のブラシレスDCブロワを製品開発し、市場投入した(No.14)。

ファン用途以外の機械的動力用途(アクチュエータ)にも製品展開を図った。ブラシレスDCモータの特徴である小型・高出力および制御性の良さを活用したトルクアクチュエータを開発した。これは、モータとトルクアップのための減速機(遊星型)とブレーキを小形のパイプ(φ50)に収納し、一体化した高回転トルク発生装置である(No.14)。また、直線運動の機械力を発生するリニア・アクチュエータも、続いて開発し、電動ベッドの駆動装置として製品化した。

さらに、ポンプ用途にも分野拡大を図った。ポンプのような悪い環境条件で使われるモータには、電子部品による位置センサをモータに内蔵することが困難である。このため、センサが無くても正常にモータが回転する、当社独自の始動法を開発して、センサレス・ブラシレスDCモータを実現した(No.21、27)。

最近では、さらなる用途拡大を図り、工作機械用サーボモータも手がけ、量産を開始した(No.28)。

#### 〈ブラシレスDCモータの主な技術変遷〉

技術内容	技報No. (年)
・ブラシレスDCモータの開発	No.2 (1986) No.3 (1986)
・駆動回路内蔵形ブラシレスDCモータの開発	— (1990)
・トルクアクチュエータの開発	No.14 (1993)
・高性能ブラシレスDCブロワの製品化	No.14 (1993)
・アクチュエータ用ブラシレスDCモータの開発	— (1994)
・うず電流を利用した円筒形ブラシレスDCモータの高負荷トルク時におけるセンサレス起動及び極低速運転法の開発	No.19 (1997)
・永久磁石同期電動機のセンサレス始動法の開発	No.21 (1998)
・センサレス・ブラシレスDCモータの製品化	No.27 (2006)
・工作機械用サーボモータ量産開始	No.28 (2007)



【駆動回路分離形】  
【ブラシレスDCモータ】



【駆動回路内蔵形】  
【ブラシレスDCモータ】



【アクチエータ用】  
【ブラシレスDCモータ】



【センサレス】  
【ブラシレスDCモータ】

## (2) コンデンサモータ

当社のコンデンサモータは、出力3W程度のモータから開発を開始した。その後、製品開発を進め、現在では、出力600Wクラスまでの製品をシリーズ化している。

当社製品の向先・用途は、エアコンなどの空調機用やシャッター開閉機の駆動用などであり、幅広く用いられている。このなかで、エアコン用ファンモータは、当社の小型モータ事業の中核となり、年間数十機種もの新機種開発を続けてきた。そのうちでも、パッケージエアコン用高性能ファンモータは、振動伝達系の解析、放熱解析により、低騒音化・小型化を図ったものである(No.15)。

試験設備としては、負荷特性、温度上昇試験を高度化・合理化した自動試験装置を自社開発し、評価試験の迅速化を図った(No.5、10)。また、設計の合理化のために、モータ特性を自動計算するプログラムも開発した(No.23)。

その他、コンデンサモータのAC電圧位相制御による回転数制御に関して、モータの瞬時特性や騒音などを解析する手法を確立した(No.20、22)。

### 〈コンデンサモータの主な技術変遷〉

技術内容	技報No.(年)
・小型モータの負荷特性自動計測システムの開発	No.5 (1987)
・モータ温度自動計測システム導入	No.10(1990)
・パッケージエアコン用高性能ファンモータの開発	No.15(1994)
・シミュレーションによるコンデンサモータのトルクと騒音との解析法の開発	No.20(1998)
・コンデンサモータの変速駆動における脈動トルク低減と効率改善法の開発	No.22(1999)
・コンデンサモータ定常特性計算プログラムの開発	No.23(2000)



【エアコン用コンデンサモータ】



【パッケージエアコン用高性能ファンモータ】



## 3.2 メカトロ分野

### (1) アクチエータ

当社は1995年パラマウントベッド(株)殿に、病院向け電動ベッド用駆動装置として、AI型アクチエータの納入を開始した(No.27)。同アクチエータの開発において、ブレーキ、台形ねじ・ナットの摺動部材の基本的要素技術を確立した。

1997年には、在宅介護ベッド用のAII型アクチエータを開発した。AI型が、当社既存のDCブラシレスモータを搭載していたのに対し、AII型にはDCブラシ付きモータを新たに開発し、小型・低コスト化を実現した。

2008年には、病院ベッド用として、L型アクチエータを開発した。減速機構を簡素化し、静音化を実現した。減速機の簡素化に伴い、モータ軸とねじシャフト軸が直交する構成(L型)となったが、搭載モータにネオジボンド磁石を採用し薄型化したことにより、軸直行タイプの欠点であるモータの出っ張りを客先要求寸法以下に押さえた。また、新機能として、ロードセルを内蔵し離床検知機能も付加した。



【L型アクチエータ】

### (2) シャッター開閉用ギヤードモータ

当社は1977年東洋シャッター(株)殿へ、シャッター開閉用ギヤードモータの納入を開始した(No.13)。

同ギヤードモータはシャッターを保持するためのブレーキ、上下限の停止位置を設定するリミットスイッチを有し、当社のコア製品である誘導モータ、ソレノイドを用いて開発した。当社の減速機やブレーキの設計技術は本製品の開発において確立した。

現在では軽量シャッター用から重量シャッター用まで計5機種をシリーズ化している。



【F36シャッター開閉機】

### (3) 粉体機器

当社の粉体機器のスタートである混合機は、第2次石油ショックを契機とした世界的不況の中、新事業への進出が望まれた時に生まれた製品である(No.2)。

1号機は1979年9月セラミックス基板製造用、2号機は1980年1月食品調味料製造用に納入し市場に参入した。その後、各種新素材の開発に利用され、技術革新のサポート機器として重要な役割を担っている。

当初は、混合機のみであったが、現在は、乾燥、粉碎への分野拡大をはかり、それぞれの製品群をシリーズ化している(No.22、28、29)。



【容器着脱型混合機】

### (4) 畜舎用送風機

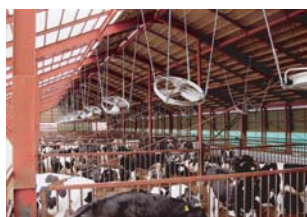
当社は2003年に業界で初めてブラシレスDCモータを搭載した畜舎用送風機の製造を開始した(No.25)。

当時業界では、三相誘導電動機を搭載した複数の送風機を大容量インバータにより一括制御する方式が主流であり、個別の風量制御は困難であった。当社は一台のコントローラーで最大31台の送風機の風量を個別制御できるようにし、省エネ、低ノイズ化も実現した。

2006年には市場の拡大を目指し、用途に即した普及型畜舎用送風機の製造を開始した(No.29)。



【普及型畜舎用送風機】



【設置状況】

## 4. Control

### 4.1 制御・通信分野

#### (1) 配電線自動化システム

電力会社の配電系統運転業務に対する省力化・効率化の要請に応えるため、配電線自動化システムを開発し1990年度より順次製品化を行ってきた。

配電線自動化システムとは、親局装置から子局装置を介して6.6kV配電線の開閉器を遠方監視制御するものである。

##### ① 親局装置

親局装置は、現在までに3つの世代に亘る進化を遂げている。当社は、マイクロコンピュータを用いた第1世代のキャラクタ親局装置から配電線自動化システムの開発に着手し、UNIXワークステーションを採用したスケルトン親局装置にて本格的な展開を図った。

つづいて第2世代のフルグラフィック親局では、初の分散広域運用機能を先進のオブジェクト指向言語で実現した。

この成果をもとにして、改良進化させた第3世代親局装置(HJ)が現在、中部電力(株)殿の標準機として普及している。

HJ親局装置は、情報系システムや他の関連システムとネットワーク連係することで合理的な機能分担を実現した。

中でも情報系システムが持つ設備データや系統データおよび系統計算結果を連係することでデータの一元化とHJ親局装置側でのデータメンテナンスを不要とした。

#### 〈親局装置〉

各世代の特徴	親局種別	技術内容	技報No.(年)
<第1世代> 開閉器の遠隔監視制御	キャラクタ親局装置	・子局装置から情報を文字(キャラクタ)表示 ・表示/入力機能を担当する端末と監視制御部に処理分散を図り高速化を実現	No.11(1990)
	スケルトン親局装置	・開閉器の系統スケルトン表示 ・EWSの採用や計算機業界標準プロトコルのTCP/IPの採用など、汎用性の高いシステム構成とした	No.15(1994)
<第2世代> 制御用計算機によるプログラム制御(操作手順の自動実行)	フルグラフィック親局装置	・地図情報対応の系統ビジュアル表示 ・他社に先がけてオブジェクト指向言語を採用 ・件名操作手順の作成と自動実行を実現 ・分散システムとしては業界初の広域運用機能(営業所間の配電線系統の連係)の実現	No.20(1998)
<第3世代> データメンテナンスフリーと広域連係、代行機能の実現	HJ親局装置 広域連係サーバ装置	・サイト毎に処理を自立させ情報連係することで営業所間の配電線系統の広域連係を実現 ・休日や夜間に無人となる閉店営業所の運転代行機能を実現 ・二重化構造とし、制御卓の故障時は制待切換を自動実行	No.26(2005)



【HJ親局装置】

## ② 広域連係サーバ装置

第3世代親局装置は、支店大の広域機能を実現し、営業所間にまたがる配電線を営業所境界に関係なく監視制御するための広域連係サーバ装置を開発し、各支店に納入配置した。



【広域連係サーバ装置】

## ③ 子局装置

子局装置は、開閉器を入切制御するもので、マイクロコンピュータにより再閉路動作リレー機能と遠方監視制御機能を実現した。

子局装置は、第1世代(1G)から、一時センサ子局装置の試行を経て改良・進化が行われ、現在第4世代(4G)に至っている。

現行の4G子局装置は、1G子局装置(当社製)に比べ体積で1/2、質量で1/2、消費電力で1/3程度まで小型/軽量化/低消費電力化を実現し、標準機として広く普及している。

### (2) デジタル形制御保護装置

電力設備の信頼度向上、省スペース化、および保守点検省力化の要求により、中部電力(株)殿のご指導の下に配電用変電所の制御・保護継電装置の開発・製品化を行ってきた。

1990年にアナログ形配変受電自動切替装置をデジタル化し中部電力(株)殿形式承認を得て、1991年より納入を開始した。その後、高精度アナログ実効値変換器を採用した

### 〈子局装置〉

子局種別	技術内容	技報No. (年)
1G子局装置 (62子局)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・マイクロコンピュータを搭載した電子機器を屋外仕様で開発</li> <li>・入/切制御回路の二重化による冗長化</li> <li>・自己診断機能による異常有無の親局通知の実施</li> <li>・C言語によるソフト開発により保守性を向上</li> <li>・外側FRP、内側金属のケースとしノイズシールドを実施</li> <li>・従来の全リレー機能(5種類)を実現</li> </ul>	No.11 (1990)
2G子局装置 (CD子局)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ソフトウェアの比率を高め、回路の簡素化を実施</li> <li>・小形・軽量化による作業性向上</li> <li>・リレー種別を2種類とし、自己診断機能の強化を実施</li> </ul>	No.13 (1992)
3G子局装置 (H6-LD子局)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・電圧計測機能を追加</li> <li>・上りの通信速度を倍増し通信性能を向上</li> <li>・操作部と表示部を一体化し、現地作業の標準化を実現</li> <li>・DSPによるデジタル演算処理を実施</li> </ul>	No.16 (1994)
センサ子局装置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・LD子局をベースに光センサによる線電流、零相電圧、零相電流の計測機能を実現</li> <li>・計測情報を元に故障判定機能(DC、OC等)を実現</li> <li>・屋外用の光コネクタを開発</li> </ul>	— (1994)
4G子局装置 (H10-LD子局)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・表面実装部品を採用し、基板の小型化、低コスト化を実現</li> <li>・可変抵抗レスの調整作業不要な回路構成を実現</li> <li>・入出力回路の耐ノイズ設計による、ノイズ耐量の大幅向上</li> </ul>	No.22 (1999)



【LD子局装置】

電圧調整継電器、信号入出力部へのホットカプラ採用にて小形・軽量化したLR制御ユニット、ハードウェアの自己診断機能を搭載した構内保護継電装置、他社製廃形品代替互換器としての再閉路継電器等を順次開発・製品化した。

また、ユニット間に光伝送方式を採用した第一世代配電用変電所配電盤、電圧要素切替にソフト43P回路を使用した分路リアクトル保護継電装置、盤間およびユニット間結合にEthernetLANを採用した第二世代配電用変電所配電盤などを、(株)東芝殿との技術提携により開発・製品化した。



## 〈デジタル形制御保護装置〉

製品名	技術内容	技報No. (年)
電圧調整継電器 (D・90)	・高精度アナログ実効値変換器の採用 ・自動整定変更機能、電圧監視機能、 電圧記録記憶機能の実装	No.11 (1991)
配変受電自動切替 装置(D・J-PAC)	・盤幅の縮小(盤幅700mm→350mm) ・光通信用HDLCシリアル出力の採用	No.12 (1991)
LR制御ユニット	・信号入出力部へのホットカプラ採用に よる小形・軽量化 ・自動整定変更機能、電圧記録機能、 外部異常監視機能の実装	No.13 (1992)
配電用変電所配電盤 (第一世代D配)	・保護ユニットと制御ユニット間に光 伝送方式を採用	No.14 (1993)
分路リアクトル 保護継電装置 (D・ShR) 東芝技提品	・盤幅の縮小(盤幅700mm→350mm) ・電圧要素切替にソフト43P切替回路を 使用	No.19 (1997)
配電用変電所配電盤 制御ユニット	・保護リレーユニット間及びテレコン 間に光伝送方式を採用 ・シーケンスプログラムの作成に専用 作成言語を採用	No.19 (1997)
再閉路継電器	・電流ピックアップによる高感度化 ・区間指示計(SI)機能の内蔵	No.23 (2000)
	・他社製アナログ形廃形品の代替互換 器	No.26 (2005)
構内保護継電装置 (D・KP)	・盤幅の縮小(盤幅700mm→350mm) ・ハードウェアの異常診断を常時実施 する自己診断機能を搭載	No.26 (2005)
配電用変電所配電盤 (第二世代D配) 東芝技提品	・保護機能と遠方制御機能を複合化し た保護制御ユニットを採用 ・盤間およびユニット間の結合に Ethernet LANを採用	No.27 (2006)



【配電用変電所配電盤(第二世代D配)】

### (3) 通信装置

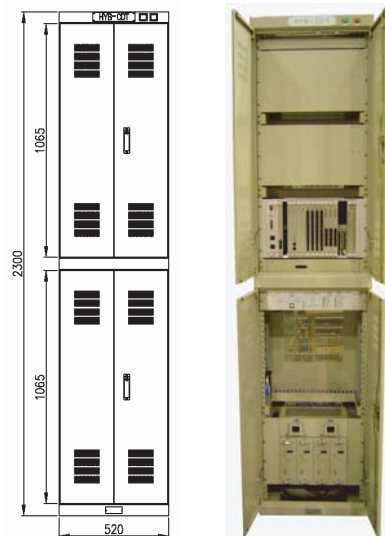
電力会社における電力設備の保守運用に必要な系統情報の伝送装置、および情報を受信し表示・印刷する監視装置を、中部電力(株)殿のご指導の下に開発・製品化を行ってきた。

操作卓にタッチパネルを採用したITV装置、1台で同時に複数の通信プロトコルデータフォーマットに対応可能なマルチ型遠隔タイプライタ、光伝送の転送遮断用光伝送装

置、マルチ型遠隔タイプライタ機能を汎用パソコンで実現した多機能情報端末を順次開発・製品化した。その後、PLDを採用した系統安定化装置用信号伝送装置、汎用的HDLC手順によるパケット伝送方式を採用した配変用遠隔監視制御装置、モデム伝送・IPネットワーク伝送の両方に対応したハイブリッド型CDT装置などを開発・製品化した。

## 〈通信装置〉

製品名	技術内容	技報No. (年)
ITV装置	・操作卓にタッチパネルを採用 ・操作手順メニュー方式を採用	No.14 (1993)
マルチ型 遠隔タイプライタ (RTW)	・1台で同時に複数の種類の通信プ ロトコル(HDLC、BSC等)データ フォーマットに対応可能	No.17 (1996)
転送遮断用 光伝送装置 (光IT)	・光伝送速度 1.544Mbps ・光伝送距離最大 15km	No.21 (1998)
多機能情報端末 (MIT)	・マルチ型遠隔タイプライタ機能を 汎用パソコンで実現 ・各種データの検索機能・保存機能 を付加	No.24 (2001)
系統安定化装置用 信号伝送装置 (SSC-TT)	・PLD採用により基板数削減と実装 送信・受信回線数の増加 ・外部接点信号切分け部のユニット 前面配置	No.25 (2004)
配変用 遠隔監視制御装置 (HDLC形TC)	・配変テレコンの1ユニット化 ・汎用的HDLC手順によるパケット 伝送方式	No.27 (2006)
ハイブリッド型 CDT装置	・モデムを使用した伝送とIPネット ワークによる伝送の両方に対応	No.29 (2008)



【ハイブリッド型CDT装置】

## 4.2 環境分野

### (1) 真空加熱分離法によるポリ塩化ビフェニル (PCB) の除去処理

#### ① PCB問題

PCBは、絶縁性に優れ高温でも安定している特性から、過去に電気絶縁油として、変圧器、コンデンサ等に使用されていた。しかし、PCBの人体への安全性が問題となり製造が中止され、過去の製造品については2016年までに無害化処理することが義務付けられた。

#### ② 当社の取り組み

当社は、真空加熱分離法によるPCB汚染部材からのPCB蒸発分離除去技術の確立に1990年から取り組んできた。2002年に実証試験設備を建設し、研究を開始した(図1)。そして、この研究で得られた様々な知見によって実用可能な技術を確立した。2003年には、これらの成果を国の技術評価委員会に報告し、技術認証(真空加熱分離法)を取得した(No.25)。

#### ③ 真空加熱分離法の概要

真空加熱分離法は、PCB汚染部材を入れた真空加熱炉内をメカニカルブースタおよび真空ポンプによりほぼ真空(6.7Pa)に引き、部材をヒータにて約200℃まで加熱することにより、PCB等をPCB汚染部材から蒸発分離し、それらを各凝縮器で回収するという処理方法である。

真空加熱分離法の概略システムフローを図2に示す。

#### ④ 真空加熱分離法の特長

本処理方法は、比較的低温で加熱するため、処理対象物を変性させることなく処理することができる。また、設備が危険物一般取扱所に該当しないため、準工業地域でも設置できる利点がある。

#### ⑤ 納入実績

複数の電力会社にて当社の方式が採用され、現在順調に稼働中である(No.29)。

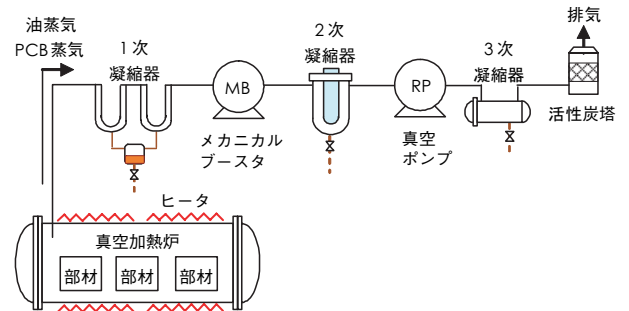
納入実績を表1、真空加熱処理設備を図3に示す。

#### ⑥ 今後の展望

これまでの技術を応用した新たな研究開発を進めており、環境分野において幅広く社会貢献できるよう展開していく。



【図1 実証試験設備】



【図2 真空加熱分離法の概略システムフロー】

〈表1 納入実績〉

納入先	炉のサイズ/炉数	処理能力	運用開始
中国電力	内径 2m×長さ 22m / 2炉 内径 2m×長さ 18m / 3炉	36.5t/日	2007年6月
東北電力	内径 2m×長さ 7.5m / 1炉	1.8t/日	2008年1月
北陸電力	内径 2m×長さ 17.8m / 2炉	10.5t/日	2008年5月



【図3 真空加熱処理設備】