

電 気 技 術 史

The History of Electrical Engineering

Newsletter

平成 2 5 年 8 月 2 0 日 発行

(一社) 電気学会 電気技術史技術委員会

CONTENTS

- ・国産アレキサンダーソン型高周波
発電機発見！！ 田里 誠 P.1
- ・企業・研究所・大学ロゴの歴史(22)
アズビル株式会社
高橋 実加子 P.3
- ・ヒストリー・トリップ
「ジェームズ・スミソンとパリ」
松本 栄寿 P.5
- ・INFORMATION P.6

国産アレキサンダーソン型高周波発電機発見！！

元株式会社東芝 京浜事業所／

元国立科学博物館 産業技術史資料情報センター 田里 誠

大正時代から昭和初期にかけ長波大電力送信による海外通信に活躍した国産大容量 125kVA アレキサンダーソン型高周波発電機が現存することが発見された。世界的にも、同型機は希少で 2 台のみが公開されているだけで、国産機としては現存する唯一の装置である。その概要を以下に紹介する。

1. 125kVA 高周波発電機

**480 極、125kVA、800V、3,000rpm、12,000Hz、
180HP 直流電動機駆動 (大正 9 年 2 月製造)**

本機は芝浦製作所 (現(株)東芝) 製で、京浜事業所(横浜)に保管されている。その設計・製作には高度な技術が要求され、日本で初めて実用化に成功したのが芝浦製作所であり、当時同社は世界最大容量機も含め 5 台製作し、その内の 1 台である。

125kVA	2 台	海軍造兵廠より注文、1 台は佐世保軍港針尾無線電信所に設置、その後三菱重工業名古屋発動機製作所(昭和 19 年移設、使用目的は不明)に移設、その後東芝へ移設(経緯、時期不明) 他の 1 台は、関東大震災で焼失
400kVA	1 台	当時世界最大容量機。通信省より注文、磐城無線電信局原町送信所に設置、対米無線通信に貢献。後年、理研仁科研究室のサイクロトロンに使用、戦後米軍により東京湾に破棄。
500kVA	2 台	世界最大容量機。中華民国海軍部双橋無線電信局に設置、消息不明

2. 何故、特殊高周波発電機が通信用に？

第一次世界大戦後の通信量増加や通信時間短縮の必要から、海底ケーブル方式に代わる無線方式が採用されるようになった。日本では、海外との双方向無線通信は1916年(大正5年)に通信省が海軍船橋無線通信所(独製)を借用しハワイとの間に開設した日米間無線通信が最初で、その後大電力真空管が実用されるまで、高周波発電機が使用された。通信技術は急速に真空管式短波送信機に移り、長波送信機の多くが解体された。

125kVA - 12kHz高周波発電機は、発注者の海軍造兵廠が製作した3倍周波数変換器を用いて30kHzの送信機として完成し(註1)、1922年(大正11年)3月に佐世保軍港針尾無線電信所に配備された。その後、通信設備としての役目を終え、1944年(昭和19年)6月に三菱重工業名古屋発動機製作所へ移設され(用途不明)、その後現保存地へ移設されたが、その経緯は不明である。



125kVA アレキサンダーソン高周波発電機
(株)東芝 京浜事業所所蔵

(註1) 直流駆動電動機の回転速度を定格より減じ発電周波数 10kHz にて運転。

3. 特殊高周波発電機の設計・製造

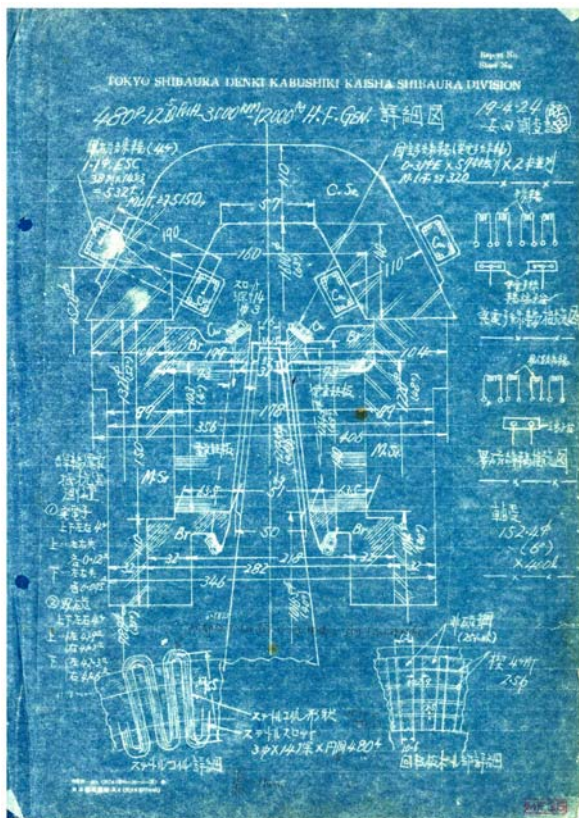
初期には海軍が米国製の小容量高周波発電機を使用して研究を始めたが、高出力化の要求に対し輸入は米国海軍設備のため許可されず、国産化も困難であった。

芝浦製作所は、1909年(明治42年)米国General Electric社の資本参加による技術提携関係にあったが、同様の理由で設計および工作上の資料の入手は不可であった。この様な状況下で1919年(大正8年)6月頃、海軍造兵廠から125kVAアレキサンダーソン特殊高周波発電機の製作を命じられた。さらに、同年10月には通信省より400kVA - 20kHzを受注したが、世界的にも当時世界最大級の米国200kWの2倍の容量稍大なる特殊発電機であった。125kVA機の製作は着手より1年有余、大正10年1月に完成し、この設計・製造の過程で得られた各部の設計・製法および発電機としての特性などは後続の400kVAに多く活かされた。

残念ながら製作時の技術図書は、関東大震災で焼失したが、その後の修理時のスケッチや図面類が一部現存することが判明し、当時の設計者のメモに、結言として「アレキサンダーソン高周波発電機の出力を制限するもの」として、

- 1) 回転子の温度上昇(空気の摩擦と鉄損)
- 2) 回転子の機械的強度
- 3) 発電子巻線絶縁の熱に対する抵抗力
- 4) 運転原動機の手数

主なるものは1項なりと記述されている。



125kVA 高周波発電機断面図

現存する設計図書類により設計内容を知るにつけ、設計・製造内容を現在の高周波回転機と比較しても何ら遜色はなく、特に「名工のなせる技の集約」と言える。

以下にその主要な点を挙げてみたい。理解を助ける意味でアレキサンダーソン型高周波発電機の発電原理を概説する。

円板型の一体塊状鍛造鋼の外周側に極数の半分の溝を放射線状に機械加工する。溝は円盤の両サイドに加工され、突起部が正極、溝部が負極になり、これらに対向するように電機子鉄心・コイルが配置されている。静止部に設置した界磁巻線により発生した磁束が空隙を通過する時、その磁束密度分布は磁気抵抗に応じて変化し、その変動分が電機子巻線(回転子を挟むように両側に配置)に誘起電力を発生する。以下に125kVAを主に、想定される設計・製作上の主要な解決課題を挙げる。

① 高強度回転子材料および高精度加工

円盤外径は1244.6Φ、外周部厚さ16mm、周速195m/secと現在制作されているタービン発電機ローター軸材強度と同レベルであり、当時の製鋼・鍛造技術の高さに驚かされる。

円盤の外周側の両面に101.6mm長の溝240本(480極x1/2)を加工した。当時の汎用加工機を考えると高精度の罫書きと加工技量が不可欠であったと推測される。溝部には風損低減のため非磁鋼材を充填し、表面を鏡面状に仕上げた。回転子形状は高速回転による風損低減を考慮し、蒸気タービンのディスク形状を参考にした設計となっている。

② 3ミル(0.08mm)電磁鋼板

高周波磁束が流れる電機子鉄心材料も軍関係と言う制約で米国からの輸入は出来なかった。高周波磁束による鉄損を極力低減するため3ミル(0.08mm)厚電磁鋼板を芝浦製作所が主体となり外部業者の協力で開発した。この時代に3%珪素入り薄板電磁鋼を冷間圧延で開発・製造したことは驚異である。

苦労の末、約4インチ幅の電磁鋼板が完成し、これを“すし巻き”状に捲付け鉄心を積層した。その回転子側面を機械加工により空隙長(1.523mm)が均一となるように平滑にし、さらに電機子スロット480個を加工した。当然、カエリによる鉄心間短絡が生じ、放置すれば鉄損・渦流損が増大するため薬品処理により短絡を解消した。

③ 電機子コイル絶縁

運転時高温になることを想定し、スロット内をワニスで充填し熱伝導率を向上する考えが適用され、現在の全含浸樹脂絶縁の考えが既に導入されていることは驚きである。

④ 軸受

風損、鉄心、コイル損失により機内は高温となり回転子は熱伸びを生じるが、その両面に磁極があるため熱伸びを一方に逃がすことはできない。そのため軸受メタルは球面座に設置し、その軸受が軸方向に移動できる自動調整型が採用された。

⑤ バランス技術

大口径回転子を高速回転するには高度なバランス技術が要求される。当時のバランス調整の計測装置も現在と較べようもないくらい貧弱であったことを考えると大きな課題であったと思われる。結果的には、特にバランス調整することなく低振動で運転できたとの記述があり、これは回転子の高精度加工によるところが大きいと思われる。

これらの調査を通じて、高速回転電機の開発・設計に関わってきた一技術者として感じたことは、何の技術資料もない時代に受注から1年半の短期間で、材料開発に始まり、基本設計では現在にも通じる各種の設計コンセプトを創出し、十分でない計測器や工作機械の多くの困難な状況や制約下で設計・製作し、並行的に製作していた世界最大容量400kVA機にフィードバックし同時期に完成したことは驚きである。当時の先輩技術者の技術洞察力と実行力、卓越した技量で現在のNC工作機械にも劣ることのない高精度加工を実現した技量に強い尊敬の念を抱かざるを得ない。

本高速回転電機を永く保存し、そこに組み込まれた高レベルの技術を本機の調査を通じ、次世代に引き継ぐことは意義あることで、価値あることと感じた次第である。

なお、本機の産業遺産としての重要性を認識され、資料のご提供や貴重なアドバイスを頂きましたIEEE日本カウンスル歴史センター 工学博士松本栄寿氏に深く感謝の意を表します。

<参考文献>

- (1) 丸山「アレキサンダーソン型特別高周波発電機の構造概略」電気学会誌第398号(大正10年9月)
- (2) 丸山「アレキサンダーソン型特別高周波発電機の構造概略」電気学会誌(1)に関する補足並に質疑討論(大正11年5月)
- (3) 松本「電気の世紀へ 第28回 <(発明の時代) - 高周波発電機から真空管へ>」計測技術 2006.2
- (4) 「芝浦製作所六十五年史」昭和15年4月30日
- (5) 柏田「芝浦製作所125kVA高周波発電機見学結果」依佐美送信所記念館ガイドボランティアの会 平成24年度年報



企業・研究所・大学のロゴの歴史(22)

アズビル株式会社

経営企画部広報グループ 高橋 実加子

山武商会設立

アズビル株式会社(旧社名:株式会社 山武)は、山口武彦が1906年に山武商会として創業しました。「人間の苦役からの解放」を理念に掲げ、欧米の工作機械を輸入・販売する商社として事業を立ち上げました。その当時のオートメーションの技術により、生産現場で働く人々を少しでも楽にさせてあげたいという創業者の思いは、今でも貫かれています。

旧社名である「山武」は、見てわかるとおり、創業者の名前の一部を組み合わせたものです。創業時、八重洲に店を構えた際、たまたま近隣にあった店が「山口商店」だったことから、間違えることのないようにと、「山武」をその屋号にした、と記録にあります。

山口武彦はその後、日本精工、日本酸素(現大陽日酸)と現在も存在する一部上場企業を2社立ち上げました。しかし、自らの名前を社名につけたのは弊社のみであり、このことから弊社の事業に対する思いの深さが感じられます。

初めてのロゴの商標登録

そんな山武の商標は、記録によると大正7年(1918年)1月28日に、図1のロゴが初めて登録されました。残念ながら、商標登録の目的やその当時の事業概要など、記録から読み解くことはできないのですが、商社として事業を立ち上げた山口武彦は、当初よりメーカーとして自らのものづくりを行うことに野望を抱いていたことは有名な話で、ロゴの商標登録から14年後の昭和7年(1932年)には、これまで輸入に頼っていた工作機械の国産化を手掛けました。こちらも現物が残っていないので、たしかなことは言えないのですが、おそらく山武の初代ロゴはその工作機械に刻まれていたものと推測されます。

そしてこのロゴは昭和32年(1957年)、山武のYをモチーフにしたロゴマークが新たに開発されるまで使用されました。



図1 初代ロゴ

山武ハネウエルへ

戦争中、アメリカでは、これまで山武が製品供給を受けていたブラウン社をハネウエル社が買収しました。これがきっかけで山武とハネウエル社の関係がスタートすることになります。

二度の大きな戦争により、欧米からの製品供給が途絶え、メーカーとしての道を着実に歩みはじめていた山武は、昭和 27 年（1952 年）、ハネウエル社と正式に技術援助契約を締結、さらに翌年 1 月には、日米初の対等合弁が実現します。山武ハネウエルの誕生です。そしてこれがきっかけで誕生したのが、Y をモチーフにした山武ハネウエルロゴです。右上と左下には曲線をあしらった柔らかな印象のロゴは、当時のハネウエル社のロゴをそのままコピーしたデザインでした。ちなみにハネウエル社のロゴは、Y の代わりに H が記されていました。



図2 山武ハネウエルロゴ

その後、1990 年には、国内の山武グループ（現 azbil グループ）各社の一体感醸成を目的に、グループ社員の投票によって決定した新しいロゴが導入されました。まもなく製品やカタログ上のロゴは、この緑のこのロゴへと置き換わりました。ロゴの緑は、山武の掲げる Savemation (Saving by Automation) の理念にもマッチし、地球環境にやさしい企業のイメージを訴求しました。鋳物のようなロゴを忠実に再現することが難しい素材では、Y マークと呼ばれるロゴの一部を使用したロゴが使われました。



図3 YAMATAKEロゴとYマーク(右)

創業 100 周年に向けて

1906 年の創業から 100 年を迎えた 2006 年、新しい山武グループを訴求することを目的に、新たなシンボルマークを開発しました。それが現在の社名になる azbil です。

創業 100 周年の前年にあたる 2005 年 12 月、金門製作所が山武グループに新たに加わりました。金門製作所は 1904 年創業の歴史ある一部上場企業（08 年 3 月 26 日付けで上場廃止）であり、同社のグループ入りを機に、それまでも着々と準備を進めてきていた 100 周年以降のビジョンづくり、そして新たなシンボルマーク開発が一気に加速しました。

オートメーションの会社だから頭文字は A にしよう、ということで、絞り込まれた候補の中から選ばれたのが AZBIL でした。

100 周年を機に企業としてさらに変革していくための旗印となるシンボルマークであることから、ロゴカラーは、これまでの緑とはほぼ反対の色である赤に決定しました。また、ロゴデザインについては、「人の安心や快適」に貢献する企業でありたいという思いを鑑み、丸みのある小文字で表現することにしました。さまざまなアプリケーションへのマッチングを検討し、最終的に今の azbil ロゴが決定したのです。



図4 2006 年に導入された現ロゴ

この azbil は、2009 年には海外現地法人の企業の社名となり、2012 年には国内のグループ会社の社名もすべて azbil を冠するものへと変更し、グローバルで azbil グループとしての価値提供を進めています。

azbilに込められた automation・zone・builder には、「人を中心としたオートメーションで、人々の安心・快適・達成感を実現するとともに、地球環境に貢献する」という私たち azbilグループの理念の思いが込められています。もっと人に寄り添うオートメーションを目指して、azbilグループはさらに進化し、新たな価値を提供し続けます。

ヒストリー・トリップ「ジェームズ・スミソンとパリ」

松本栄寿

英国貴族のジェームズ・スミソンはパリに生まれ、晩年の多くをパリに過ごした。スミソンはパリとは深い縁があったのだが、パリにおける活動は明らかになっていない。わずかに残る手がかりをたどってみよう。

1) 出生と英国：母親のエリザベス・メーシーはパリを訪れ、パントモン修道院でスミソンを生んだ。1765年のことである。幼名は「ジャック・ルイ」(Jacques Louis)。父である英国の有力者ノーザンバーランド公爵はスミソンを終生認知しなかった。スミソンのオックスフォード大学への入学時にも父親の欄は空白になっている。母エリザベスの駆け込んだ当時の修道院は女子教育を担い、貴婦人の隠れ家ともなっていた。

スミソンは10歳前後に英国に帰化することになる。しかし帰化には保証人もいるし、何より生粋の英国人とは異なり公職に就けないなど、出生とそれに伴う制限は一生スミソンにつきまとった。これも米国に50万ドルを遺贈する原因の一つと言われる。

このパントモン修道院の設立は13世紀で、フランス革命により廃止されたが建物は現存する。現在は国防省の所有であり、外観は城のような重厚な造りであるが、全体は中世の修道院の峻厳な雰囲気を伝えている(図1)。



図1 今に残るパントモン修道院の建物(Abbaye de Penthemont)
37-39 rue de Bellechasse et 104-106 rue de Grenelle
*1765年スミソンが生まれた地であるが、1766年の説もある

2) 学友と学会：スミソンにはフランス人の学友もいた。大学時代の学友ベルトラン・ペルティエ (Bertrand Pelletier, 1761-97) は化学者であり薬局を経営した。フランス学士院会員でもあるベルトランは鉱物コレクターでもあり、グランドツアーの折にはスミソンは彼から鉱物をもらったことがある。そのペルティエ薬局は、サン=ジェルマン・デ・プレ教会の裏手に現在も営業している。(図2)



図2 今も営業するペルティエ薬局 (Pharmacie de Pelletier)
サン=ジェルマン・デ・プレ教会のすぐ裏側

スミソンは晩年にはムッシュー・ド・スミソンとして10年近くをパリで生活している。彼はアルクイユ学会(Societe d'Arcueil)に所属して、その会合に出席したこともあるが研究論文などが提出された形跡はない。スミソンは自分の研究論文はすべてイギリスの学会へ送っていたようである。アルクイユ学会とは19世紀初めフランスの化学者バルトレ(Claude Berthollet, 1748-1822)がパリ近郊のアルクイユに設立した科学者の共同研究の場である。バルトレの死とともに学会は解散したが、主要な記録(『アルクイユ学会物理・化学論文』)が残っている。しかし、フランス人学者にもスミソンの業績を評価した人物がある。1832年、鉱物学者フランソワ・ブダン (Francois Beudant 1787-1850) は亜鉛を含む鉱石カラミンを「スミソナイト」と命名した。

スミソンの時代のフランスの科学を知るには、工芸博物館(Musee des Arts et Metiers)がよい。ここにはラヴォワジエ(Antoine Lavoisier, 1743-94)の研究室をはじめ同時代の科学機器も展示再現されている。スミソンはラヴォワジエにも面会した可能性があり、工芸博物館やフランス科学アカデミーにはスミソンの動静の記録がないか、調査の余地が残されている。



図3 ラヴォワジエの展示:工芸博物館 (Musee des Arts et Metiers)

INFORMATION

1. 第 63 回電気技術史研究会【東京支部連合研究会】

開催案内

〔委員長〕 鈴木 浩（日本経済大学）

〔幹 事〕 木村 達也（東芝）、澤 敏之（日立製作所）

〔幹事補佐〕 竹岡 義夫（東芝）、濱 義二（三菱電機）

日 時 2013 年 9 月 3 日（火） 13:00～16:30

場 所 東京電機大学東京千住キャンパス 1 号館 2 階 10205

東京都足立区千住旭町 5 番、千住駅東口から徒歩 1 分

詳細は次の URL をご参照ください。

<http://web.dendai.ac.jp/access/tokiyosenju.html>

共 催 電気学会東京支部

議 題 テーマ「電気学会顕彰「でんきの礎」および電気技術史一般」

HEE-13-017 工学省工学寮電信科と W.E. エアトン

○古関隆章、小野 亮、熊田亜紀子、日高邦彦（東京大学）

HEE-13-018 東京物理学校で学んだ屋井先蔵

○大石和江（東京理科大学近代科学資料館）

HEE-13-019 北海道・本州間電力連系設備～日本初の本格
直流送電設備～ ○牧野芳範（電源開発）

HEE-13-020 クォーツ腕時計 ―小型化と省電力化への挑
戦― ○小池邦夫（セイコーエプソン）

HEE-13-021 世界初のマイクロプロセッサ応用デジタル
リレーの開発とその効果

○前田隆文（東芝）

HEE-13-022 中嶋章のスイッチング理論とその後の発展

○山田昭彦（国立科学博物館）

HEE-13-023 草創期の電子計算機の開発者に聞くオーラル
ヒストリー

○清水敬子（科学史技術史研究所）

HEE-13-024 スミソニアン博物館を生んだ「ジェームズ・
スミソンの論文を追って」 ○松本栄寿

* 発表時間は 1 件 25 分（質疑含む）

2. 第 64 回電気技術史研究会論文募集

日 時：平成 26 年 1 月 17 日

場 所：未定

テーマ：電気学会顕彰「でんきの礎」および電気技術史一般

申込締切：平成 25 年 11 月 11 日

3. 訃報 杉山卓「IEEE マイルストンの日本の創始者逝く」

2013 年 4 月 26 日逝去 88 歳

杉山卓はマイルストンの日本の普及に努力し、「八木宇田アンテナ」を第一号に、第二号「新幹線」、第三号「富士山レーダ」までの三件を推薦、日本から世界へのマイルストンの基礎を築いた。

偲ぶ会が 7 月 12 日に行われました。

ご冥福を祈ります。

4. 国際科学史学会 (ICHSTM)

(International Congress of History of Science,
Technology and Medicine)

2013/07/21～28 に英国、マンチェスタで開催された。



この学会は 4 年おきに開催される国際会議である。産業革命の地で開催された今年は、発表者が 1400 人にのぼった。発表者のサマリー集は印刷配布されたが論文は発行されない。日本からの科学史研究家の参加も多く、一週間の学会最後に、次回はブラジルと決定された。

電気技術史 第 62 号

発行者 (一社)電気学会 電気技術史技術委員会
委員長 鈴木 浩
編集人 News Letter 編集委員会
松本栄寿、鈴木浩、奥田治雄
〒102-0076 東京都千代田区五番町 6-2
HOMAT HORIZON ビル 8F
発行日 平成 25 年 8 月 20 日
禁無断掲載 Copy right: 発行者