

特 集 論 文

電子線照射装置のグローバル展開

Global Sales of Electron Beam Processing System

竹 田 国 広 濱 野 勝
K. Takeda M. Hamano
矢 田 洋 三
Y. Yada

概 要

当社は1957年電子線照射装置（EPS）の開発・製造を手掛けて以来、EPSのトップメーカーとして増加するEPSの国内需要に対応してきた。1980年代に入りアジア地域での電子線照射需要が増加したことによりEPSの海外への販売を開始し、1983年台湾電線メーカーへのEPS納入を皮切りに世界31ヶ国へ販売した。本稿では当社のEPS海外進出がどのようにして拡大してきたのかについて述べる。

Synopsis

NHV Corporation (NHVC), as a top manufacturer of Electron beam Processing System (EPS), had supplied many EPSs to domestic market since 1957. In the 1980s, increasing the requests of electron beam irradiation in Asia area, NHVC started the export business for Asia market. In 1983 NHVC exported EPS to wire company in Taiwan, then NHVC sold EPSs to not only Asia but also America, Europe and others more than 31 countries in the world. This report describes the progress of export business of NHVC.

1. はじめに

1952年チャールスビー教授が原子炉を用いてポリエチレンの架橋反応を発見したことに始まる放射線架橋反応の歴史は既に70年近くが経過し、電子線を利用して架橋・重合などの化学反応を発生させるEPS（Electron beam Processing System）は全世界で使用されている。わが国では1957年当社が最初にEPSの開発を手掛け、日本での本格的なポリエチレン架橋電線の製造に寄与した。その後日本国内にてEPSの生産ラインへの本格導入が始まり、当社は当時世界最大の加速器メーカーであった米国High Voltage Engineering Corporation（以下、HVEC社）と合併会社を設立し、国内市場に大出力EPSを投入、多くのユーザーからの支持を得て国内シェアを伸ばしていった。1980年代になりアジア地域での照射需要が高まり、当社はEPSの海外販売を開始し、1983年台湾電線メーカー、1984年韓国電線メーカーへ販売するなどアジアを中心に販売を拡大した。一方、EPSの巨大マーケットである米国・欧州市場へのアプローチも進

め、1988年、米国のタイヤメーカーや電線メーカーへの装置販売及びメンテナンスのためNHV America（NHVA）を設立した。また中国でのEPS拡販のため日新馳威高能電機（上海）有限公司（NHVS、後に日新馳威輻照技術（上海）有限公司（NHV-AT））を2005年設立し、中国市場のタイヤメーカーや電線メーカーへのアプローチを開始した（図1）。

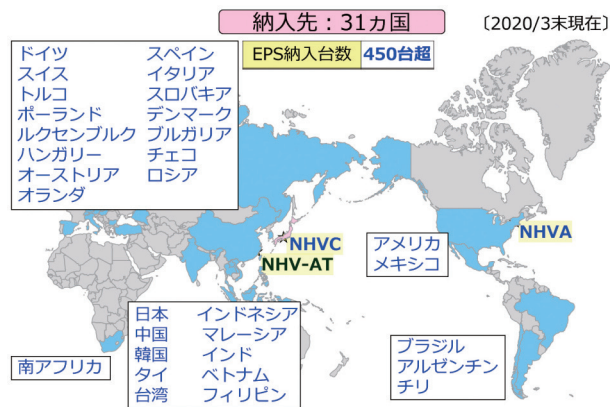


図1 当社のEPSの納入実績

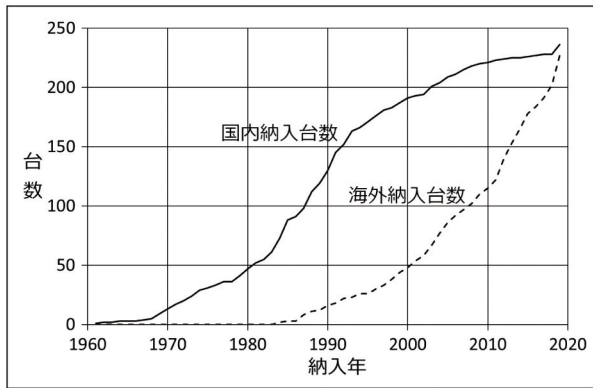


図2 EPSの累積納入台数推移

当社グループは現在までEPSを世界31か国に累積 450 台以上（内海外220台以上）を販売し、世界のトップメーカーへと成長した（図2）。当社グループのEPSの販売台数の約半数は海外向けであり、ここ数年ではその大半が海外向けである。本稿では、当社のEPS事業の海外戦略と今後の進展について述べる。

2. NHVC本社の取り組み

2. 1 当社EPSの海外進出

1960年代後半より本格的にEPS販売を始めた当社であったが、その当時日本国内にはEPS製造メーカーが多数あり、国内への装置販売に注力していたため海外進出に取り組む余裕はなかった。1980年代に入り当社製EPSの高出力・高安定などの性能の良さが認められ競合メーカーが撤退するなど国内販売競争に目途が立ち、EPSの海外進出への取り組みを始めた。80年代以降の海外進出の歴史を見ると大きく3段階に分ける事ができる。それぞれについて以下に説明する。

2. 2 第一期 海外進出初期（1980～1995年）

1980年当時の当社の主力製品である500kV～1000kV EPSは、当社製の油絶縁直流電源と直流高圧ケーブルを使用した装置が主流であった（図3）。

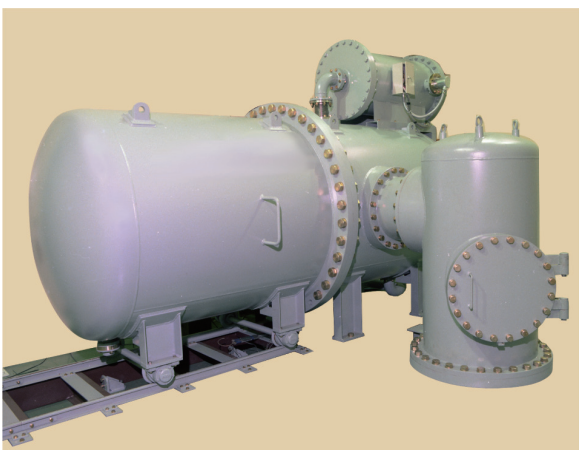


図3 800kVガス絶縁電源を用いたEPS

これらは信頼性の高い機器ではあったが、現地でも万一トラブルが発生した場合、現地修理が困難であるなど輸出用装置には適していなかった。そのため1986年には海外でも修理・保守が容易なガス絶縁電源を使用したEPSを開発した。この装置は高電圧発生に必要な高周波電源に半導体を使用した高周波インバータを採用するなど保守性を考慮されており海外販売に適していたため当社の海外進出は大きく前進した。

1990年代になり日系企業の海外進出が活発化し、海外各地に日系の電線工場、タイヤ工場が次々に建設された。当社はこれら工場に照射製品生産用のEPSを納入することにより、EPSの販路を全世界に広がっていった。また、国内およびアジア地区での実績、米国HVEC社の知名度を活用し海外の大手電線・タイヤメーカーへのアプローチを行い、EPS販売をすすめた。

この頃、EPSの接地面積の制約から小型化を望む声があり、鉛を用いた小型の遮蔽室を希望する顧客が増えてきた。特に海外にてコンクリート遮蔽室を建設する技術を持ち合わせていない顧客の場合、設置が容易な自己遮蔽が望まれた。当社は1984年に500kV自己遮蔽装置をまた1991年には更に電圧が高い800kV自己遮蔽装置を実用化し市場に投入した（図4）。これら海外顧客へ向けた技術的進歩と顧客開拓とにより1983年当初1～2台/年であった海外向けEPSは1995年には国内向けEPSと同数まで増加した。



図4 800kV自己遮蔽EPS

2. 3 第二期 海外進出拡大期（1996年～2012年）

照射製品の需要が拡大し、海外進出初期に関係を深めた大手電線・タイヤメーカーでは生産量の増加から、新工場・新ラインの増設が始まった。これら工場は必要となった新規EPSの商談にて優先的に当社を指名頂けたことから、海外向けEPSの台数は増加した。またアジア地域などで電子線照射の有効性が認識されEPSを導入したい顧客が現れ始めた。これらの新規顧客を獲得するため、当社は米国の競合相手のEPSよりも高性能・高出力である150mA EPSを提案するなど、性能面で勝る製品を提案し、EPS受注に結び付け

ていった。これらにより1990年代後半、国内向けEPSとほぼ同数であった海外向けEPSは、2000年初頭に海外向けEPSが上回り、当社EPS事業は輸出中心へと変化していった。

2008年には世界最大級の3MV 220kW EPS (図5)を開発し納入するなど性能向上に向けた開発に力を入れたこと、保守技術員を増強し世界中の顧客が安心して装置を使える体制を作ったことなどにより納入台数を伸ばしていった。



図5 大出力3MV 220kW EPS

2. 4 第三期 海外進出成熟期 (2013年～)

2010年代に入ると電子線の工業利用は世界的に浸透し拡大期での大きな受注先であった先進国大手電線・タイヤメーカーにはEPSが行き渡りつつあった。またEPSメーカーとしては世界市場では新興だがそののち最大のライバルとなる中国メーカーが海外進出を始めたことなど、市場は変化してきた。当社はEPS市場の更なる拡大とシェアアップを目指し下記の取り組みを行った。

- 1) 海外(開発途上国)の地場企業への販売
- 2) 電子線照射の用途開発
- 3) コスト低減

1) 今後発展が見込まれるインド、ロシアなどの新興国の地場企業へのアプローチを行う。電子線照射にて製品を作るためにはノウハウが必要である。大手電線・タイヤメーカーは技術力も高く、自社の力で照射製品の開発、製品化、生産ラインの構築ができたが、開発途上国の企業では単独では照射製品の開発、製品化を進める事ができずEPS導入に至らないケースがあった。当社は製造プロセスの紹介、製造に必要な材料メーカーの紹介、技術に強いコンサルタントによる技術説明などお客様の生産体制構築のためのサポートを強化しEPSの受注につなげている。このような取り組みにより、東南アジア、インド等にて新規

受注が増加した。

2) 電子線を利用した放射線加工技術の歴史は古いが、炭素繊維の製造過程への応用、殺菌・滅菌用途での使用など、現在でも新しい応用分野が開発され、更なる拡大が期待されている。当社は社内の照射サービスセンターにあるEPSを活用し、新たな用途開発に取り組んでいる。また顧客と協力して課題解決に取り組み新技術を開発する活動や、照射技術セミナーを国内外で開催し照射技術を広める活動も行っている。これらの活動によりいくつもの新製品が生まれている。

3) 当社は中国メーカーと比べて性能・能力ではリードしているが価格では差をつけられている。またEPSを使用する顧客が大企業から開発途上国の新興企業に移りつつあり要求される能力・性能価格も多様化してきた。中国メーカーと競合する中で高性能は要求されず、コストパフォーマンスを重視される顧客のニーズに応え受注を獲得するために、当社は中国現地法人NHV-ATと米国現地法人NHVAを活用し、コストパフォーマンスに優れ、かつ、信頼性が確保できる部品を全世界中から集めて製造したEPSの供給に取り組んでいる。

2. 5 今後の課題

2010年代後半は電子線照射製品が使われている市場の変化からEPS納入分野別割合が変化したが、EPS納入台数は維持拡大することができた。今後は電子線照射の新分野、新用途の開発をサポートするとともに、特に拡大が期待される殺菌・滅菌分野へ注力し更なる飛躍を目指す。またEPSの利用分野が広がるにつれ、顧客毎のニーズにカスタマイズされ、かつ、SDGsの取り組みに貢献できる装置が望まれると思われる。当社はグループの総力を結集して、これらニーズに応えられるような新製品開発にも取り組んでいく所存である。

3. 米国、欧州での取り組み (NHVA)

3. 1 NHVAの設立

1980年代EPSの海外販売はアジアを中心に拡大していたが、EPSの巨大市場である米国は当時の提携先HVEC社の営業範囲であり当社は進出できなかった。1983年HVEC社がEPS販売から撤退することを表明したことにより当社は米国進出が可能となり、1986～7年に米国の電線・タイヤメーカーにEPSの販売を開始した。

1988年これら装置のメンテナンスと米国企業へのEPS販売を進めるためNHVAをマサチューセッツ州

(以下、MA州) ボストン近郊に設立した。この地はマサチューセッツ工科大学 (MIT) やハーバード大学があり、優秀な人材が集まっていること、また当社の米国での提携先であったHVEC社も近隣にあり電子加速器発祥の地として関連会社とのコンタクトも便利であることから選ばれた。またMA州は米国東海岸にあり、欧州にも比較的近く、NHVAは南米アメリカ大陸に加え欧州進出に向けた拠点としてグローバル化の第一歩を踏み出した (図6)。



図6 現在のNHVA MA州オフィス

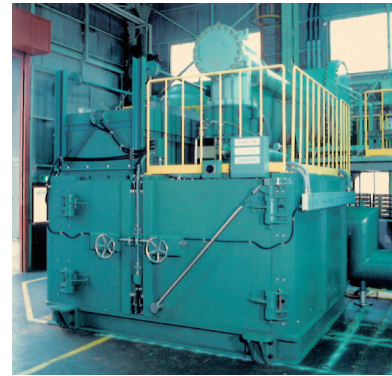
3. 2 米国企業へのアプローチ

1980年代は日本企業が米国進出を進めた時期で、大手自動車メーカーの進出などで日本企業のイメージは良く、また当社はHVEC社の技術を引き継いだ企業として米国のEPS業界でも名前が知られていた。このため当社はEPSの引き合いを受ける機会があったが日本からのアプローチでは米国企業の情報を掴みにくいことなどより商談の進捗に時間を要していた。米国法人であるNHVA設立後は、米国人同士のコミュニケーションにより、米国企業へのアプローチが容易にでき、情報量が格段に向上した。その結果、米国22社に30台の装置販売に結び付けることができた。

3. 3 大手タイヤメーカーへのアプローチ

1990年代、米国最大手タイヤメーカーでは増産計画によりEPS導入の検討が行われており、当社もこの検討に加わり米国加速器メーカーと競合する事となった。しかし当時、該当顧客には当社製EPSの納入実績はなく、商談は不利な状況であった。当社ではHVEC社で営業技術経験があった米国人営業マンを登用し積極的にアプローチを行った。更に丁寧な説明と大量の照射試験サービスを当社EBセンターと協力して行い当社EPSの品質と照射効果にご理解を頂いた。また性能面では、当社製直流高圧電源が電源効率に優れている事と他社より出力の大きい170mA出力EPS(図7)

を提案し、当社EPSは処理能力が高い事をアピールした。この結果当社製EPSの優位性を理解いただき受注することができた。その後新規生産ラインを中心に当社製EPSが採用され、現在まで10台以上納入している。米国最大手タイヤメーカーとの商談で競合相手と性能面で競り勝ち受注したことは、その後の欧州大手タイヤメーカーとの商談でも実績として認められ、受注に結び付くなど、その後の営業活動に大きな影響を与える出来事であった。



96-78

図7 500kV 170mA 自己遮蔽EPS

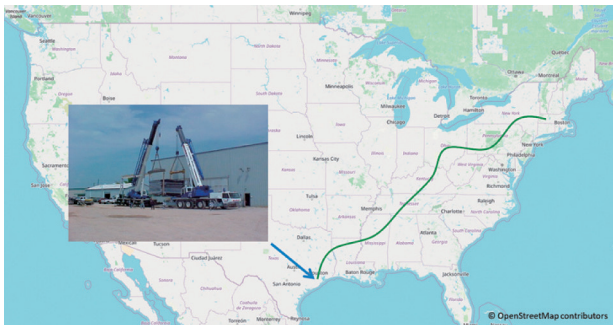
3. 4 調達活動

NHVAでは当初より、米国内での部材調達を積極的に取り組んだ。プロア、電気部品など多くの部品調達を行ったがその中にはEPSの最重要部品である照射窓箔もあった。照射窓箔はチタンを極薄に圧延した金属箔で、大気領域と真空領域の境界に使用され、大気圧が加わることから高い強度、空気を漏らさないために欠陥・ピンホールがない仕上がり精度が要求される。

製作には高い生産技術が必要となることから、まず圧延メーカーの選定、次に原材料確保、品質維持・向上方法の決定などを本社と協力して実施し、安定調達できるルートを確立した。

2000年台に入り、米国顧客に対して米国調達品を納入する事は輸送費の低減につながることから、米国調達比率を高める活動を行った。特にX線を遮蔽する鉛と鉄で構成された自己遮蔽室は50トンを超える重量があり輸送費低減効果は大きく積極的に取り組んだ。自己遮蔽室製作メーカーとして米国内の鉛業者を調査し、遠方ではあるが技術力の優れたテキサス州のメーカーを採用し製作を開始した。国内のNHVC設計者の協力のもと、コストがかからない製作方法や輸送時の輸送制限を満たすため解体・組立し易い構造にするなどの工夫を加え、2001年米国企業向けに特化した最適遮蔽体を完成させ納入した。その後NHVC最大である140トンを超える自己遮蔽室も設計製作を行い、テ

キサスからMA州まで2700mile (4300km) を縦断するプロジェクトも完遂した (図8)。



© CC BY-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/2.0/>)
Base map and data from OpenStreetMap and OpenStreetMap Foundation

図8 大型自己遮蔽室搬送プロジェクト

3. 5 顧客満足に向け

北南米では現在まで40台を超えるNHVC製EPSをご利用頂いている。米国企業のみではなく、日本、韓国、欧州、中国企業の工場にも設置されており、これらのEPSの安定稼働を維持する事はメーカーの責務である。NHVAでは顧客の窓口となり、NHVC日本と連携して定期点検や予備品の提案を行っている。また装置トラブル時の対応も顧客の窓口となり一次対応を行っている。

日本と米国との時差が約12時間あるため、日本の深夜でも米国昼間対応ができ、24時間対応を可能にしている。今後も北南米へのEPS導入は増加する傾向にあり、NHVAの役割は益々重要となる。

4. 中国での取り組み (NHV-AT)

4. 1 中国市場への進出

経済成長が進む中国では、2004年に上海に駐在員事務所を開設、現地で事業化調査を開始した。翌2005年には上海市郊外(青浦区)にNHVSを設立し、中国地場メーカーへEPSの販売を開始した。

当時の中国市場は、日本、米国、韓国などの外資企業に対し当社や欧米の企業からEPSが納入されていたが、中国地場企業においては状況が異なっていた。

これら地場企業の間での電子線照射利用ではコバルト照射が盛んで、各地に照射センターが開設され主に殺菌用途に使用されていた。また電線照射用途では当初ロシア製2.5MV級のEPSが納入され照射電線の製造が盛んに行われていたが、これに対抗し中国企業A社、D社は低価格EPSの製造・販売を開始していた。A社は電線メーカー、D社は電線などのコンパウンドメーカーで、電線製造のノウハウを持っていたため、価格および生産技術のセットで商談を進

める中国A社、D社がロシア製を圧倒し市場を抑えようとしていた。

このような時期に中国進出を始めた当社は、後発であり、価格面および技術指導などでも後れを取っていたため、商談を進めることができなかった。

これを打開するため、技術面では低価格製品の開発、また営業面では、まだEPS導入が進んでいない業種の探索、アプローチを進める必要があった。

4. 2 新機種CNEの開発

当時中国製EPSの価格は、当社製EPS(日本製作)の価格の半分以下であった。当社製EPSは直流電源回路にコッククロフト・ウォルトン回路(以下、CW回路)を採用しており、電源効率が良い、最大出力が大きいなどの特徴があり多くのユーザを獲得していたが、価格優先の中国国内市場では苦戦していた。そこで、電源回路を性能面ではCW回路に及ばないが部品点数が少なく低価格が見込めるシェンケル電源に変更、中国部材を多く採用して品質を落とさず、コストを1/2に下げる「コスト0.5」プロジェクトを開始した。このプロジェクトでは海外ユーザからの希望の多かった自己遮蔽機をターゲットとし、鉛の使用量を適正化し低価格化を計った遮蔽室の設計も中国で対応した。コスト0.5プロジェクトは2009年に完成、新機種を「CNE」と命名し、その成果を適用した中国生産1号機を2010年納入した。

4. 3 タイヤ業界へのアプローチ

中国国内の顧客調査から、タイヤ業界に着目した。

中国のタイヤメーカーは各省に1社以上あり、全国で中小を合わせ数百社ある。中国政府よりタイヤ製造方法の指針が発行されていたことから、中国のタイヤ工場でのタイヤ製造方法は概ね同じであり、この指針にEPSが含まれていなかったため、中国タイヤ業界ではEPSは使用されてなかった。当社は中国大手タイヤメーカーにターゲットを絞り、タイヤ照射技術および使用例の紹介、タイヤ製作のための照射試験に協力などによりEPSをタイヤ製造工程で使用できるよう働きかけた。

2010年に中国生産1号機を中国青島のタイヤメーカーに納入(図9)、続いて中国市場でシェア第二位のタイヤメーカーG社へも装置を納入した。G社装置は納入後半年でフル生産を達成、更に2.3号機商談を進めたことから中国タイヤ業界で電子線照射によるタイヤ製造技術への注目が集まり、NHVSの中国内における知名度が向上し引き合いも増加した。2011年には中国自動車産業の急成長に牽引される形で中国国内タイヤ需要が急増。中国市場上位2社より装



図9 CNE中国生産1号機 青島タイヤメーカーへ納入

置を5台受注した。これにより、さらに多くのタイヤメーカーにEPSの採用が広がって行った。

4. 4 新工場の設立

発展する市場に合わせて、2012年には規模拡大のため上海浦東空港に近い、上海郊外の奉賢区に、延べ8000m²の敷地と工場を持つ新会社 NHV-ATを設立(図10)、NHVS事業を継承し、以降2020年までに中国国内で40台以上の装置を製造販売した。装置は、800kV 1.5MV機とラインアップを拡充し、開発途上でコスト競争が激化する中、海外への輸出も開始、低価格の日本品質EPSとして好評価を得ている。また、NHVCと共同で中国部材調達を進め、日本製作のEPSコスト低減を進めている。一部の部材は中国で製造、組立、検査を行い海外納入先へ直接出荷する試みも始めている。

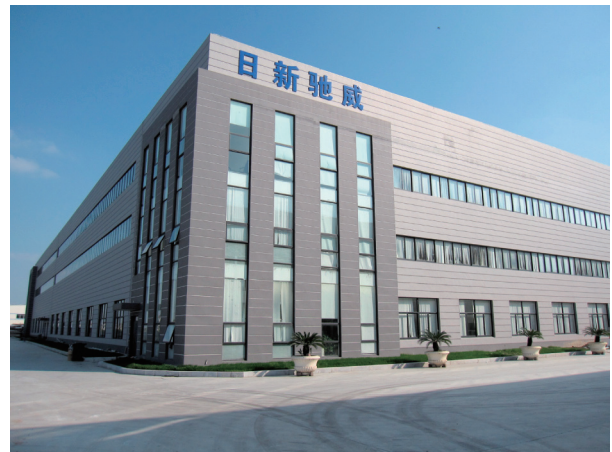


図10 中国新工場 NHV-AT

4. 5 今後の課題

中国タイヤメーカーは近年東南アジアを中心に海外進出を進めており、2019年にはタイ向けに初の装置納入。今後も海外への装置導入が見込まれ、中国国外での工事やメンテナンスなどサービス体制の充実を進めて行く。また、中国での装置ラインアップ拡充と品質向上を進め、EPSの利用拡大に貢献していく。

5. まとめ

電子線照射技術は、これからも新しい用途が開発され利用されていく技術で利用先は日本にとどまらず全世界に広がっている。当社はEPSのトップメーカーとして顧客のニーズにあった高品質のEPSを全世界のユーザーに供給していく所存である。

参考文献

- (1) 「電子線照射装置事業の歩み」、創立100周年記念論文、Vol.62 No.1、pp.3-10(2017.3)
- (2) 「限りなき挑戦世界を駆ける」NHV30周年記念誌

執筆者紹介



竹田 国広 Kunihiro Takeda
日新馳威輻照技術(上海)有限公司
董事



濱野 勝 Masaru Hamano
株式会社NHVコーポレーション
技師長



矢田 洋三 Yozo Yada
株式会社NHVコーポレーション
理事