

## 〔9〕電子線照射装置・高電圧試験装置

1952年に電子線照射によるポリエチレンの架橋反応が発見されたことに端を発し、電子線照射技術は工業的に広く利用されてきている。真空中で加速した高速の電子を大気中に取り出し種々の材料に照射する設備は電子線照射装置（EPS）と名付けられ、当社が1950年代から商品化し市場に提供してきた。

電線のポリエチレンや塩化ビニールの被覆部分を架橋させて耐熱性を改善したり、熱収縮チューブの記憶効果を安定させたり、タイヤ用ゴムシートの流動性を改善したりする利用方法が、これまでに広く実用化されている。当社も、このような用途に使用される広範なエネルギー領域（数100kV～5MV）のEPSを、国内はもとより世界各国のお客様に多数納入してきた。また、当社は国内3拠点（京都、前橋、鳥栖）に保有するEPSを使用して、お客様のニーズに応じた電子線照射による多様な機能の付加などの実験照射や、お客様の各種部材や製品の受託照射加工を行っている。

2016年の電子線照射装置事業は、中国経済の減速に伴う世界経済悪化の影響が懸念されたが、アジア圏、中米、中東欧など、いわゆる新興国に多数のEPSを納入することができた。また、国内外のタイヤメーカーが米国内に新工場建設を進めており、米国向けに複数のEPSを受注し現在も継続して納入している。一方、国内においては、新材料分野や医療品関連分野においてEPSの導入が進み、新設・増設案件を納入することができた。日本発の技術を適用した新材料である炭化ケイ素（SiC）繊維の製造用途に増設機を国内工場に納入したが、軽量で高強度かつ超高耐熱性のSiC繊維は次世代航空機エンジン用材料として採用され、海外の工場での生産も計画されており、今後の発展が期待される。中国経済の成長鈍化や欧州経済の先行き不透明などの懸念は、依然として存在するが、好調な米国市場や新興国市場を中心に引き合いが継続しており、今後もEPSの導入拡大が期待される。

中国では、当社製品の拡販を図るべく、子会社である日新馳威輻照技術（上海）有限公司で事業展開を強化してきた。2012年10月に開所した新工場でのEPS生産も軌道に乗り、ユニット機器や装置一式の中国外への輸出も始めており、今後、中国国内はもとより世界市場への製品販売も更に強化して行く。

照射サービス事業においては、エアコン等に用いられるパワー半導体のデバイス特性改善を目的とした受託照射が、中国市場での家電製品の需要鈍化の影響などにより前年に減少する状況があったが、2016年は回復傾向となった。また、熊本地震の影響により一部の顧客向けの受託照射が一時的に落ち込む事態が生じたが、顧客生産設備の短期間での復旧により復調している。一方、材料の改質などを目的とした医療器具の受託照射などは好調に推移した。この他、新エネルギー関連や自動車用部材関連などの材料開発用途でEPSの利用が検討されており、実験照射を通じてお客様の材料開発に貢献している。

電子線応用製品については、グラフト重合技術を応用した各種新材料の商品化開発を進めている。環境に優しい生分解性の高分子材料であるCMC（カルボキシメチルセルロースナトリウム）を電子線架橋することにより得られる優れた吸水性・保水性を持つCMCゲルの用途開拓などに取り組んでいる。

高電圧試験装置については、子会社である日新パルス電子株式会社にて事業を展開しており、中国、東南アジア、インド、中近東などの新興国におけるインフラ整備に関連する電力機器や電力ケーブルの高需要を背景に、重電機器メーカーや電線メーカーなど、国内ユーザの新規および更新用途の設備需要に対応している。2016年は、交流、直流およびインパルスの試験装置を数台納入すると共に、分圧器や各種計測器などの関連機器を納入した。更新用途で日新電機の前橋製作所に3600kVのインパルス電圧発生装置を納入したが、既設建屋の各種制約条件に適合しつつ、波形解析装置などの最新の制御装置を完備することにより、試験作業の省力化に大きく貢献している。

同社では、高圧半導体スイッチ応用電源システム装置やインバータサージ試験用パルス電源など、パルスパワー技術を駆使した製品をお客様の多様なご要望に応じて製作・販売しているが、これらの製品に関連する高電圧・大電流半導体スイッチやインバータサージ電圧試験用の部分放電測定器などの新製品開発にも注力しており、今後も、社会の多様なニーズに応える技術と製品を開発し提供していく所存である。

（株式会社NHVコーポレーション）

## 9. 1 電子線照射装置の最近の動向

2016年は前年に引き続き工業用電子線照射装置（EPS）の世界各地への展開が拡大し、タイヤメーカー向けでは欧米を中心に装置導入が進んだ。また、タイヤ向け以外では東南アジアでの電線用途、欧米での自動車関連用発泡シート、殺菌用途などの装置導入が進むなど、EB（電子線）照射が幅広く利用されるようになった。

その中で、航空機用素材の一つとして利用拡大が期待されている炭化ケイ素（SiC）繊維の製造用途で、NGSアドバンスファイバー株式会社向けに2台目となるEPS（図1参照）を納入することができた。

SiC繊維素材とは、重さが金属の1/3程度でありながら金属と同等以上の超高耐熱性と強度、耐久性などの優れた性能を有する材料であり、特殊な条件下で電子線を照射することにより超高耐熱性などの性能を実現したものである。これらの性能を活かして、航空機用エンジン部品に適用され、機体の軽量化による燃料コストの低減が期待されている。NGSアドバンスファイバー製SiC繊維はボーイング社とエアバス社の次世代航空機用エンジン「LEAP」の材料として採用されており、今後、多数の需要が見込まれている。

当社が1994年に納入した1号機のEPSは、生産設備として高い信頼性を有しており、メンテナンス対応も含めて高くご評価をいただき、2号機を納入させていただくこととなった。

今後は海外工場でのSiC繊維の生産も予定されており、EPSの更なる利用分野の拡大が期待される。

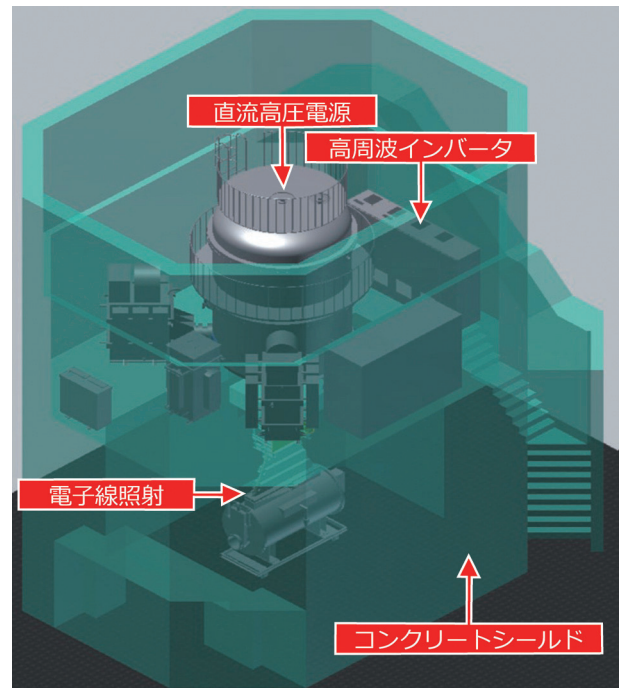


図1 電子線照射装置全体構成図

## 9. 2 電子線照射応用製品の展開

当社では、電子線照射技術を用いた各種アプリケーションの技術開発と開発品の販売を提携先とも協力しながら長年に渡って行っている。

植物由来で環境に優しい高分子材料であるカルボキシメチルセルロースナトリウム（CMC）へ電子線架橋を施し、吸水・保水性能に優れたCMCゲル<sup>(注1)</sup>を製造・販売している。

ケイ・エス・ティ・ワールド株式会社では、「吹付け和紙コーティング材、商品名：和紙職人」<sup>(注2)</sup>にCMCゲルを採用している。この「和紙職人」は、壁や立体物に和紙材料を直接吹き付けることができるコーティング材であり、CMCゲルを和紙に混合することにより、和紙の強度や凹凸面への密着性を向上させている。癒し効果のある明かりとしてランプシェードに採

用されており（図2）、また、住宅の大型ガラス面に吹き付けることにより、太陽光を和らげ、外からの視界を遮る効果を狙った施工例もある。

CMCゲルを使った吹付け和紙材料は、大学などの研究機関でも新たな用途開発が行われている。京都工芸繊維大学では、2015年より、吹付け和紙を利用した新たな表現技法の可能性について研究されている。和紙を風船に吹付けた後、風船を縮めて取り外すことにより、和紙の質感を生かした細かい皺のテクスチャを持つ素材ができることが分かった。この材料は布地のように縫製可能であり、ポーチやぬいぐるみ（図3）が製作されている。今後も更なる用途開発が期待される。

CMCゲルの和紙関連への用途展開について紹介した

が、この他にも、CMCゲルの高い吸水・保水性能や生分解性を利用して、建築分野でのセメント養生用途や農業分野での土壌改良用途などへの利用拡大が図られている。

また、電子線照射による物理・化学反応の一つであるグラフト重合技術を用いて、高分子材料へ親水性やはっ水性等の機能を付与する方法についても開発を進めている。この技術は、反応の調節の容易さに加えて、基材へ化学結合を介して新たな機能を付与しているため、効果が長期間持続するという利点がある。

長年に渡って培ってきた様々な電子線照射技術とその応用に関する知見を元に、お客様の材料への機能性付与などについて各種の提案を続けてきており、今後も、新材料の開発など、社会に役立つ製品の開発に貢献したいと考えている。

- (注1) 製法特許は国立研究開発法人 量子科学技術研究開発機構と株式会社ダイセルが保有：  
「自己架橋型アルキルセルロース誘導体、及びそれらの製造方法」特許第4819984号, 2011-11-24
- (注2) 「吹付け和紙コーティング材：和紙職人」は、ケイ・エス・ティ・ワールド株式会社の登録商標



図2 和紙を使ったランプシェードの例  
Du-art かとうこづえ様 ご提供の作品写真



図3 和紙材料を用いたぬいぐるみの製作例

### 9. 3 インバータパルス発生器の用途拡大

地球温暖化防止に向けて、省エネを始めとして、各種のCO<sub>2</sub>排出削減への取組みが行われている。省エネに関連して、高効率なモータ駆動を可能にしたインバータ制御を行う電気機器（エアコン、冷蔵庫、洗濯機などの家電製品や電気自動車など）の普及が拡大しており、インバータ制御用モータの出荷台数も近年では年20%前後の伸び率となっている。

モータをインバータ駆動する場合、スイッチング動作に伴う高圧のサージ電圧が発生し、それにより絶縁部材中で生じる部分放電が絶縁劣化によるモータ故障の大きな要因となっている。

当社は、インバータサージ電圧を模擬的に発生する

試験装置を数多く市場に供給してきているが、従来の納入先は、モータに使用するマグネットワイヤや自動車用モータのメーカーがほとんどであった。

今回、インバータパルス発生器を初めて納入した住友精化株式会社では、昨今のインバータモータの需要の伸びを受けて、マグネットワイヤの被覆も含めて、モータ各部の絶縁に利用できる「耐部分放電用電気絶縁樹脂組成物」<sup>(注)</sup>の開発が行なわれている。納入品のインバータパルス発生器（表1に主な仕様を、図4に代表的な出力波形を示す）は、これらの製品開発に用いられている。

今後、当社のインバータパルス発生器の適用範囲

が、従来の利用分野にとどまらず、インバータサージ電圧の発生を伴う様々な産業用電気機器関連の試験装置として拡大していくことが期待される。

(注) 「耐部分放電用電気絶縁樹脂組成物」は、住友精化株式会社、国立研究開発法人産業技術総合研究所、学校法人静岡理工科大学の共同出願特許（公開日2017年1月12日）

表1 インバータパルス発生器の定格仕様

項目	性能
出力電圧（平坦部）	最大± 3kVp
サージ電圧（可変）	最大± 5kVp
繰返し周波数	最大100kHz
立ち上り時間	50ns以下
負荷容量	100pF以下

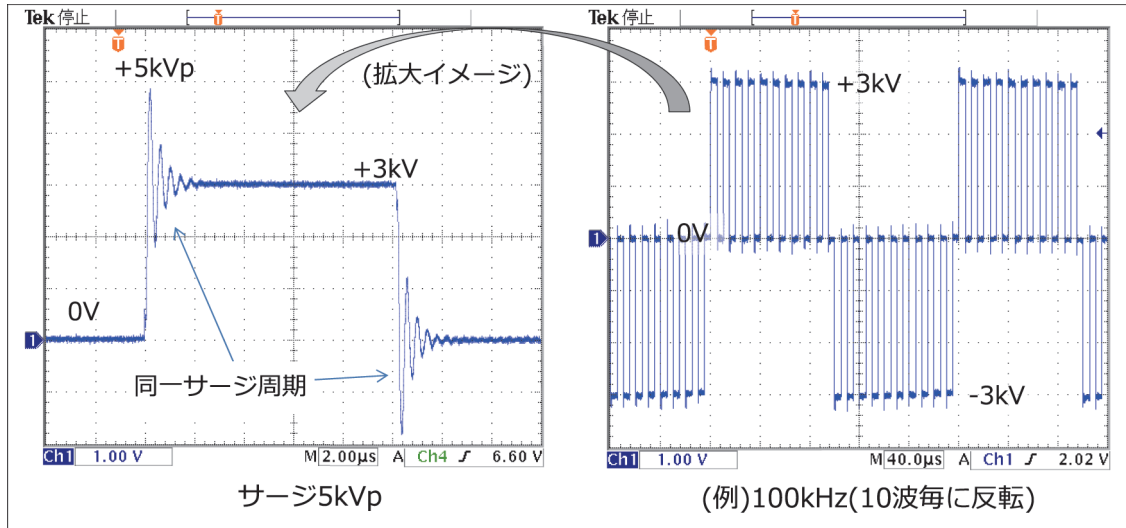


図4 出力波形