

# 加速器を用いた材料改質と新規機能性材料創製に関する研究 ～セルフシールド型低エネルギー電子線照射装置設置～

阪大ダイキン共同研究講座<sup>a</sup>、産研ナノ極限ファブ리케이션研究分野<sup>b</sup>

足達健二<sup>a</sup>、佐藤数行<sup>a</sup>、近藤孝文<sup>b\*</sup>、吉田陽一<sup>b\*\*</sup>

Study of the material modification and the invention of new functional materials using an accelerator

Daikin Industries Joint Research<sup>a</sup>, Dept. of Advanced Nanofabrication<sup>b</sup>

Kenji Adachi<sup>a</sup>, Kazuyuki Sato<sup>a</sup>, Takafumi Kondoh<sup>b\*</sup>, Yoichi Yoshida<sup>b\*\*</sup>

In this study, by using an electron beam from a low energy electron accelerator, high dose radiation was irradiated to the various polymeric materials (mainly fluorine-based polymer), and modified by cross-linking (high strength / functions). Also establishes a novel ultra-fine processing technology using an electron beam nanoimprinting. Samples after irradiation, the evaluation of physical properties in the laboratory.

各種高分子材料の改質や高機能化のために、電子線照射による架橋や官能基のグラフト重合がすでに商業ベースで行われている。このような応用は非常に幅広く、高分子基材とその架橋や官能基の種類と量を制御することにより種々の有用な機能を付加することができる。例えば多孔質の高分子基材に親水基をグラフトすることにより燃料電池隔膜の効率化を図ることができる。

これらグラフト重合の基礎反応は、通常基材への放射線照射によるイオン化を経たラジカル生成により、継ぎ手の片方を基材に導入し、官能基をもった分子の溶液に含浸・反応させる

ことによりグラフト重合するものである。グラフト量は、失活を無視すれば放射線の線量と基材のラジカル生成G値に依存する。ラジカル量をより多く発生させられれば機能制御の幅を広くできる。

低エネルギー電子ビーム加速器は、DC電子銃が発生する電子を250 kVの加速電圧で加速することにより空気中に取り出して電子線を照射し、ほぼすべての電子が数十マイクロメートルの基材中でエネルギーを付与するために、線量が非常に高いことが特徴である。線量が高ければ、基材中のラジカル量を増やすことが可能となる。

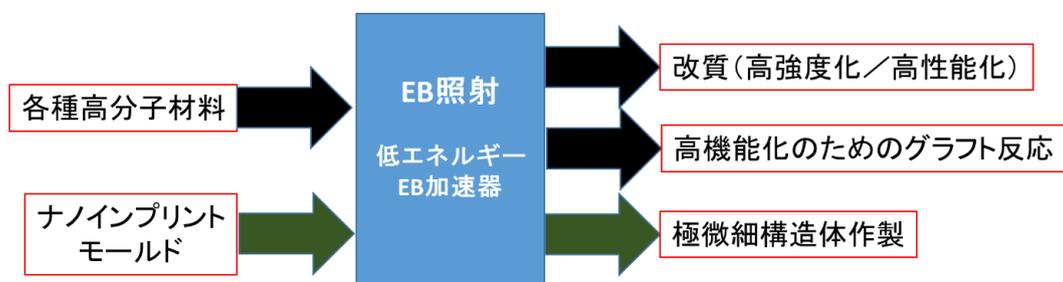


Fig.1 Functionalization of various polymer materials  
by irradiating of low energy electron beam

\* T. Kondoh, 06-6879-4285, t-kondo@sanken.osaka-u.ac.jp; \*\*Y. Yoshida, 06-6879-4284, yoshida@sanken.osaka-u.ac.jp



Fig.2 Relocated low energy electron accelerator (250 kV) made by Iwasaki

本研究では、低エネルギー電子加速器からの電子ビームを用いて、各種高分子材料（主にフッ素系高分子）に高線量照射を行い、材料を架橋させることで改質（高強度化／高性能化）を行う。また、電子ビームナノインプリント法による新規な極微細加工技術を確立する。照射後の試料は、研究室で物性などの評価を行う。

電子線照射装置は、岩崎電気製 EC250/15/180L を用いる。マルチフィラメント方式により電子を発生し、垂直下方に照射する。有効照射幅は、150 mm で加速電圧は、150 ~ 250 kV、ビーム電流は 1~10 mA であり、吸収線量は、1800 kGy×m/min、均斉度は、プラスマイナス 10 % である。Selfshield 方式により漏洩線量は、2.6  $\mu$  Sv/hr 以下に抑えられている。

電子線照射装置は、直流高圧電源部、電子線加速部、X 線遮蔽部、真空排気部、操作制御部、搬送部より構成されており、すべての構成部は、一体構造でコンパクトに設計されている。電子線照射装置を安全に運転するために、以下のインターロックを備えている。加速電圧が規定範囲を超え

た場合、ビーム電流が過電流となった場合、真空度が低下した場合、漏洩 X 線が設定値を超えた場合、冷却水流量が設定値より低下した場合、SF<sub>6</sub> ガス圧力が設定値より低下した場合、圧縮空気圧力が設定値より低下した場合にインターロックにより装置は運転を停止する。

この低エネルギー電子線照射装置は、四国経済産業局から大阪大学産業科学研究所への無償貸付による物品であり、今後、試験研究目的のために、有効活用される予定である。

本年度は、既設場所の徳島県工業技術センターから大阪大学産業科学研究所コバルト棟 H24 室に移設を行った。そのための準備として、同室の壁面、床面、搬入経路、配電盤を整備した。

本装置の特徴は、経済性、信頼性、安全性が高く、保守・運転の容易な装置であることと、250 kV の加速電圧と 1800 kGy×m/min の非常に大きな処理能力を持つことであり、広範囲の実験を可能としている。今後フッ素系高分子基材への照射を行い、改質や機能化の実験を行う。