



Title	高分子電気絶縁材料に対する高エネルギー電子線照射効果とその応用に関する研究
Author(s)	辻, 良夫
Citation	大阪大学, 1979, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/32453">https://hdl.handle.net/11094/32453</a>
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 <a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名・(本籍)	辻 良夫
学位の種類	工学博士
学位記番号	第 4652 号
学位授与の日付	昭和 54 年 4 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	高分子電気絶縁材料に対する高エネルギー電子線照射効果 とその応用に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 犬石 嘉雄 (副査) 教授 西村正太郎 教授 木下 仁志 教授 山中千代衛 教授 藤井 克彦 教授 鈴木 肇 教授 横山 昌弘 教授 中井 貞雄 教授 川西 政治 教授 三川 札

### 論文内容の要旨

高分子電気絶縁材料に 2 Mev の高エネルギー電子を照射して、その改質効果を解明し、これを応用した製品の開発を行っている。本論文はこれをまとめたものであって 10 章から構成されている。

第 1 章では、絶縁性高分子材料に高エネルギー電子が投入されたとき、その物質との作用をポリエチレンの架橋、EPR-スチレンのグラフト重合などを代表例として考察し、企業化のための経済性評価を行い、大容量照射設備と 2 次応用製品の開発が必要であることを明らかにしている。

第 2 章では、既存の NS 型電子線加速器 (2 MV, 3 mA) を改良して均一照射、自動制御等の性能を飛躍的に向上させると共に稼動率を数% から約 90% まで高め、これをもとに 2 MV, 20mA の大容量照射設備を完成させ、このための研究を詳述している。

第 3 章では絶縁性フェライトコアを用いた変圧器形の直流電圧発生装置を開発して密閉式小型化に成功し、このための研究を詳述している。

第 4 章では、素材、形状、雰囲気に適した照射技術（照射設計を含む）を開発して品質管理、生産性が画期的に向上することを明らかにしている。

第 5 章では、照射線量と架橋度との関係式をもとめ、実験結果とかなりよく一致することを明らかにしている。特に 20 Mrad 以下では両者が比例関係にあるとしても実用的に支障ないことを実証している。また照射ポリエチレンの機械的、電気的諸性質を明らかにしている。

第 6 章では、照射ポリエチレンの電気物性と酸化について、次の諸点を明らかにしている。

(i) 絶縁抵抗が最初の昇温のときのみ第 1 次転移点付近で急激に低下することを発見しているが、こ

れは照射によってできたトラップより電子が解放されるためであると推定している。

- (ii) 照射停止後のキャリアの減衰を測定し、主として初期は再結合、後期はトラップへの捕獲であることを明らかにしている。
- (iii) 赤外分光、ESRを用いて酸化過程を研究し、照射後ラジカルが長時間残留し、次第にカルボニルとなるが、この傾向は結晶度の大きい程大きく、照射直後の加熱によりラジカルが消滅し、架橋が増加することを発見している。

第7章では、エチレン・プロピレンゴムを母体として電子線照射による架橋、グラフト重合反応を利用して輸率0.9、膜固有抵抗約 $10\Omega \text{--cm}^2$ のイオン交換膜を開発し、このための研究を詳述している。

第8章では、開発したイオン交換膜にイオン伝導機構を適用して電気特性を求め、イオン交換密度が化学的方法により求めたものと桁数において一致すること、界面のドナン電位が電気特性に大きく影響することなどを明らかにしている。

第9章では、開発した応用製品、架橋ポリエチレン電線、熱収縮チューブ、純水製造装置について説明している。

第10章では、結論として本研究で得られた結果をまとめ本論文の総括を行っている。

### 論文の審査結果の要旨

ポリエチレン等の高分子材料に放射線を照射して、その性質を改良し、工業的に利用する研究は十数年前から行われ、今日ではいくつかのものが実用化されている。本論文は、著者がこの分野の創成期に大容量加速器や照射技術の開発からはじめて電子線照射によるポリエチレン・ケーブル材料の改良、エチレン・プロピレンゴムとスチレン等のグラフト重合によるイオン交換膜の開発などを行い、工業化をはかると共に、照射ポリエチレンの架橋過程やその電気的、機械的性質、酸化、劣化への影響、さらに電子線照射で作られたイオン交換膜の電気的性質等を基礎的に研究し、これに考察を加えた結果をまとめたものである。

- 本論文は、多くの当時としては新しい知見や技術開発の結果を含んでいるが、その数例をあげると
- I ) 電子線照射架橋ポリエチレンの照射方式を開発し、種々の照射条件の影響を検討すると共にその問題点をも明らかにしている。
  - II ) 種々の照射条件下でのポリエチレンの架橋度と線量、結晶化度、機械的・電気的性質の関係を実験的に明らかにしている。
  - III ) 照射停止後の経過時間と照射ポリエチレンの絶縁破壊強度の関係が、ESR測定によるフリーラジカルの変化と密接に関連していることを見出している。
  - IV ) 照射ポリエチレンの1次転移点付近でトラップ電子の解放によって電気伝導度や誘電正接に異常が現われることを見出している。また照射直後に転移点付近まで昇温すると架橋度がふえ、誘電的

性質が改善されることを初めて指摘しフリーラジカルの存在と関係づけている。

以上述べたように、本論文は放射線照射、電気材料の開発の面で電気工学への貢献が大きく、博士論文として充分価値あるものと認める。