

平成23年度 文部科学省 科学研究費補助金 実績報告

低エネルギー電子線は超高齢社会での補綴装置の安全性を向上し滅菌コストを削減する

研究代表者 野村 章子（歯科技工士学科）

1. 研究開始当初の背景

電子線は医療、工業界で60年以上利用されているが高エネルギー（5,000KeV～10,000KeV）であるため従事者の被爆管理、取扱い操作の難しさがあった。ところが、最近開発された小型電子線照射装置から発生する低エネルギー電子線（Low Electron Beam, 以降 LEB）は、1/400 の低出力化により被爆管理が容易となり、樹脂の重合改質が可能で、細胞の直接障害や細胞内水分子の活性化による殺菌効果もある。

LEBは粒子線であり、その特徴は表に示すように熱を伴わない常温反応であり、エネルギー利用効率が高く、ターゲット物質へのエネルギー付与率が高いので、UVや熱反応に比べて高速処理が可能である。

項目	LEB	UV	熱
エネルギー (eV)	50k以上	3～7	0.01～0.1
エネルギー利用効率 (%)	40～90%	10%	1%以下
温度上昇	微少	中	大
雰囲気温度 (℃)	室温	40～80	80～250
溶剤	不要	不要	必要
反応開始時間	不要	必須	必要
装置の規模	小	小	大

滅菌処理について比較すると、エチレンオキシドガス、高温高压蒸気や紫外線は高速処理や安全性の面で満足とはいえず、近年は高エネルギー電子線照射が主流となり、薬事法で許認可されている。しかし、特殊で多種多様な器材を使用する歯科治療では、器具や材料の劣化を抑えるために低エネルギー電子線照射の方が有効であると考えられる。さらに、LEB は加速電圧が50 ～ 300kVであり、原子力基本法に基づく定義では放射線に当たらず、装置自体の遮蔽構造により、電子線が漏れないように医療現場での安全性と利便性が保たれている。

歯科医療の安全性、効率化、経費削減は臨床研究者に課せられた急務の課題と考える。低エネルギー電子線を活用してこれらの課題に積極的に取り組み、医療関係者および国民の利益に貢献すると考えた。

2. 研究の目的

(1) 高齢者に安全な歯科補綴装置を提供するため、メチルメタクリレート樹脂の表面を改質し、口腔内へ溶出する残留モノマーを低減する低エネルギー電子線の有効利用を具現化する。

(2) 歯科診療用樹脂製器具の殺菌処理を確実、安全、容易、安価に行うための照射条件を確立し、歯科専用の小型照射装置を開発する。

3. 研究の方法

低エネルギー電子線照射装置（浜松ホトニクス株式会社）は、電子線照射源、電子線照射チャンバー、制御用PC、その他の周辺装置から構成されているが、義歯や歯冠修復装置などの形状に適する仕様ではない。そのために、高額の電子線照射源（EB-ENGINE[®]、浜松ホトニクス株式会社）を購入し、歯科専用の照射システムの開発に向けて、電子線照射チャンバー、制御用PCおよびその他の周辺装置の設計を開始した。特に、平板試料を用いて照射後のMMAモノマー溶出試験・評価を行いながら、電子線照射ステージの均一照射機構にも焦点を絞って、照射システムの仕様や、照射条件すなわち加速電圧と管電流の値を調査した。

さらに、低エネルギー電子線照射の有効性を拡大するために、照射前後でメチルメタクリレート樹脂表面の化学構造状態、表面粗さ、ぬれ性の変化、殺菌効果についても確認した。

4. 研究成果

平成20年度から21年度にかけて、歯科専用の照射装置の開発に向けて、電子線照射チャンバー、制御用PCおよびその他の周辺装置の設計の中で、義歯専用ステージの傾斜・回転・移動機構を設計した。さらに、平板試料照射・MMAモノマー溶出試験・評価を行いながら装置の仕様について詳細な条件を決定したので、本学の歯科理工学実験室内に歯科専用の低エネルギー電子線照射装置を平成21年8月に設置した。



均一照射回転機構を内蔵した歯科用
低エネルギー電子線照射システム(明倫短期大学に設置)

開発した装置の設置までの期間は、各種床用レジ
ン材料を用いた規格、均一性の高いデザインを重視
した試料を作製し、低エネルギー電子線照射は従来
通り外部委託しながら、残留モノマー溶出試験、原
子間力顕微鏡によるレジン表面観察、測色試験を実
施することにより、電子線照射条件の有効性を評価
した。

平成22年度は今までの研究実績に基づき、新潟大
学医歯学総合研究科包括歯科補綴学分野、同生体材
料学分野および浜松ホトニクス株式会社電子管技術
部電子管開発グループと連携を強化しつつ、メチル
メタクリレート樹脂試料表面のX線光電子分光法お
よびコンピュータシミュレーションによる電子線エ
ネルギー侵入深度分析、上下顎義歯の表面における
電子線吸収線量測定を実施した。その結果、低エネ
ルギー電子線の照射条件すなわち加速電圧と管電流
の値の有効性と、義歯専用ステージの傾斜・回転・
移動機構を総合的に評価することができた。

最終年度は、低エネルギー電子線照射の有効性を
拡大するために、照射前後でメチルメタクリレート
樹脂表面の化学構造状態、表面粗さ、ぬれ性の変化
を検討し、主鎖の切断、表面粗さの増加、ぬれ性の
向上が示された。さらに、新潟大学工学部と連携す
ることにより、メチルメタクリレート樹脂表面の殺
菌効果について、大腸菌を指標菌として照射条件を
調べた。その結果、比較的少ない線量で照射時間も
1分程度で十分な殺菌効果を得ることが確認できた
ことから、低エネルギー電子線照射装置の仕様を総

合的に評価することができた。

5. 研究組織

(1) 研究代表者

野村 章子 (NOMURA AKIKO)

明倫短期大学・歯科技工士学科・教授

研究者番号：80134948

(2) 研究分担者

佐野 裕子 (SANO YUKO)

明倫短期大学・歯科技工士学科・教授

研究者番号：30300099

野村 修一 (NOMURA SHUICHI)

新潟大学・医歯学系・教授

研究者番号：40018859

伊藤圭一 (ITO KEIICHI)

明倫短期大学・歯科技工士学科・助教

研究者番号：60389955

金谷 貢 (KANATANI MITSUGU)

新潟大学・医歯学系・助教

研究者番号：40177499

ヒューリスティック評価項目を用いた 実習成果物自動評価システムの開発

研究代表者 木暮 ミカ (歯科技工士学科)

研究実績の概要

平成23年度は、「実技実習評価システム」の開発
および評価基準の抜本的な見直し作業を行った。

具体的な内容は以下の通り。

(1) 実技実習評価システム

1) 実習成果物撮影装置の開発：多方向に回転可能
なテーブルに評価物を取り付けて回転させ、任意の
角度から評価物を撮影する。その際に使用する実習
成果物撮影装置を立ち上げた。

2) 評価システムの開発：実習成果物撮影装置で
撮影された複数の2次元画像データを、専用ソフト
を使い3次元モデル化する。そこから得られる評価
物とモデル歯型の3次元座標を比較し、最小二乗法
により評価するシステムの開発に着手した。

(2) モデル歯型の製作および客観的評価基準の策定

1) 生体CTデータをモデリングシステムで加工し
たモデル歯型データを実体化させ、これを咬合器に