

Title	Study of the Short-Range Longitudinal Wake Field Produced by a High-Intensity Electron Beam in a Linear Accelerator and its Influence on the Energy Spectrum
Author(s)	井合, 哲也
Citation	大阪大学, 2006, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/47659
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"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名 井 合 哲 也

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 20743 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 18 年 12 月 25 日

学 位 授 与 の 要 件 学位規則第 4 条第 1 項該当

理学研究科物理学専攻

学 位 論 文 名 Study of the Short-Range Longitudinal Wake Field Produced by a High-Intensity Electron Beam in a Linear Accelerator and its Influence on the Energy Spectrum
(大強度電子ビームが線形加速器内に発生する短距離縦方向ウェーク場とエネルギースペクトルに与える影響の研究)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 磯山 悟朗

(副査)

教 授 久野 良孝 助教授 藤田 佳孝 助教授 加藤 龍好
大阪電気通信大学教授 佐藤 健次

論 文 内 容 の 要 旨

電子線形加速器（ライナック）で電子ビームを加速するとき、加速管内にウェーク場と呼ばれる電磁場が誘起される。ウェーク場は加速される電子に影響を与え、ウェーク場の強度はビーム強度に比例する。そのためウェーク場とその影響を理解することが、高輝度電子ビームの利用において重要になる。本研究では、Lバンド電子ライナックで加速される大強度電子ビームが加速管内に誘起する短距離縦方向ウェーク場と、ウェーク場が電子バンチのエネルギーに与える影響について定量的に解明することを目的とする。

実験は、阪大産研 Lバンド電子ライナックを利用して行った。電荷量約 30 nC/bunch の大強度電子ビームのエネルギースペクトルを、電子バンチの加速位相を変化させながら測定した。この結果、大強度電子ビームのエネルギースペクトルは、RF クレストに対して非対称かつ大きな変化を持つことが示された。

この結果を解析するために、電子バンチが誘起するウェークポテンシャルおよび電子バンチのエネルギースペクトルの数値計算を行った。この中で、ウェークポテンシャルの計算に必要なウェーク関数として、過去に SLAC で提供された近似ウェーク関数を利用した。

以上の結果より、エネルギースペクトルの測定と計算を比較し、エネルギースペクトルへのウェーク場の影響を定量的に解析した。まず始めに数値計算で利用した近似ウェーク関数の検証を行った結果、実際の加速管のウェーク関数と一致しない事が分かった。そのため電磁場計算コード ABCI を利用して実際の加速管内に誘起されるウェークポテンシャルを計算し、この結果に一致するように近似ウェーク関数のパラメーターを再定義した。次にエネルギースペクトルの加速位相変化について測定と計算の比較を行い、新しい近似ウェーク関数を用いた計算は測定結果とほぼ一致することを示した。

本研究で得られた成果は次のようになる。1. 大電荷量ビームのエネルギースペクトルの加速位相に対する変化は、縦方向短距離ウェーク場の理論で完全に説明できた。2. 加速管の内部構造を考慮し、産研 Lバンドライナックのウェーク関数を決定した。3. Lバンドライナックにおいても、近似ウェーク関数を用いた手法が有効であることを、実験と計算の比較から示した。

論文審査の結果の要旨

電子線形加速器（ライナック）で電子ビームを加速するとき、加速管内にウェーク場と呼ばれる電磁場が誘起される。ウェーク場は加速される電子に影響を与え、ウェーク場の強度はビーム強度に比例する。そのためウェーク場とその影響を理解することが、高輝度電子ビームの利用において重要になる。本研究では、Lバンド電子ライナックで加速される大強度電子ビームが加速管内に誘起する短距離縦方向ウェーク場と、ウェーク場が電子バンチのエネルギーに与える影響について定量的に解明することを目的とする。

実験は、阪大産研 Lバンド電子ライナックを利用して行った。電荷量約 30 nC/bunch の大強度電子ビームのエネルギースペクトルを、電子バンチの加速位相を変化させながら測定した。この結果、大強度電子ビームのエネルギースペクトルは、RF クレストに対して非対称かつ大きな変化を持つことが示された。

この結果を解析するために、電子バンチが誘起するウェークポテンシャルおよび電子バンチのエネルギースペクトルの数値計算を行った。この中で、ウェークポテンシャルの計算に必要なウェーク関数として、過去に SLAC で提供された近似ウェーク関数を利用した。

以上の結果より、エネルギースペクトルの測定と計算を比較し、エネルギースペクトルへのウェーク場の影響を定量的に解析した。まず始めに数値計算で利用した近似ウェーク関数の検証を行った結果、実際の加速管のウェーク関数と一致しない事が分かった。そのため電磁場計算コード ABCI を利用して実際の加速管内に誘起されるウェークポテンシャルを計算し、この結果に一致するように近似ウェーク関数のパラメーターを再定義した。次にエネルギースペクトルの加速位相変化について測定と計算の比較を行い、新しい近似ウェーク関数を用いた計算は測定結果とほぼ一致することを示した。

本研究で得られた成果は次のようになる。1) 大電荷量ビームのエネルギースペクトルの加速位相に対する変化は、縦方向短距離ウェーク場の理論で完全に説明できた。2) 加速管の内部構造を考慮し、産研 Lバンドライナックのウェーク関数を決定した。3) Lバンドライナックにおいても、近似ウェーク関数を用いた手法が有効であることを、実験と計算の比較から示した。

よって、本論文は博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。