



Title	Re-Examination of Longitudinal Beam Instability in a High Intensity Synchrotron and Development of RF System with a New Type of Feedback Amplifier
Author(s)	大木, 俊征
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/45071
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について ご参照ください 。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏 名 おお き とし ゆき
大 木 俊 征

博士の専攻分野の名称 博 士 (理 学)

学 位 記 番 号 第 18089 号

学 位 授 与 年 月 日 平成 15 年 9 月 30 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 Re-Examination of Longitudinal Beam Instability in a High Intensity Synchrotron and Development of RF System with a New Type of Feedback Amplifier

(大強度シンクロトロンにおける縦方向ビーム不安定性の再検討、及び、新しい方式の帰還増幅器を用いた高周波加速装置の開発)

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 佐藤 健次

(副査)

教 授 久野 良孝 教 授 下田 正 助教授 齋藤 高嶺

教 授 能町 正治

論 文 内 容 の 要 旨

物理学の世界は、加速器の発展によって牽引されてきたと言える。それは、加速器の性能が向上するにつれて、物理学上の新たな発見がなされてきたことから明らかである。特に、近年の代表的な加速器であるシンクロトロンでは、その向上すべき性能の1つとして、ビーム強度が挙げられる。なぜならば、電子シンクロトロンでの放射光を用いた実験や、陽子シンクロトロンでの2次ビームを用いた実験では、大強度ビームは衝突断面積を増大させるからである。

このような大強度シンクロトロンでは、ビームを取り巻く環境とビームが相互作用することにより、ビーム損失を引き起こす可能性がある。それを免れるように、シンクロトロンリングに入射されたビームを加速過程で取りこぼすことなく、安定に加速することが重要課題の1つとなる。

そうしたビームの大強度化計画として、世界で最も大強度を有する、ラザフォードアップルトン研究所(英国)のISISシンクロトロンでのビーム増強計画がある。これは、平均取り出しビーム強度を現在の $200\mu\text{A}$ から1.5倍の $300\mu\text{A}$ にする目的で、ラザフォードアップルトン研究所、高エネルギー加速器研究機構(日本)、およびアルゴンヌ国立研究所(米国)間の国際共同研究として進められている。

このISISでの国際共同研究の一環として、本研究では、ビーム不安定性を検討し、その結論に基づきながら、 $300\mu\text{A}$ といった大強度ビームを安定に加速する手段として、高周波加速装置を開発した。

この検討では、従来から取り扱われてきたような線形一次近似を行うと、ビームの運動が正しく表現できないことに気づき、本来運動方程式に含まれる非線形項を無視しないでビームの運動を表現した。その結果として、ビームを安定に加速するためには、加速空洞に並列に小さな値の抵抗を取り付けばよいことを見出し、その条件を求めた。

この条件に基づくと、 $300\mu\text{A}$ のビームを安定に加速するためには、並列に挿入する抵抗の値として 30Ω が要請される。しかし、そこでの数百kWにおよぶ発熱の冷却を考慮すると、その実現は困難であろうと考えた。そこで、この抵抗に代えて、三点回路で構成される帰還増幅器として動作する三極真空管を接続する新たな方式を考案し、実機を製作して、その性能を実験的に確認した。

現在、この装置を用いたビーム試験を来年末から行えるように計画している。ただし、この装置は6台で構成される高周波加速装置の内の1台であるため、その機能は限定される。しかしながら、ビーム強度や装置特性などの条件をかえながらビームの挙動を観測することにより、ビーム安定性の様子を本研究での検討と比較することができる。

このように本研究では、大強度シンクロトロンにおける安定性について新たな知見を示し、それを実現するための柔軟な手段を開発した。

論文審査の結果の要旨

シンクロトロン加速器での、大強度ビームの安定な加速は、近年の重要課題の一つであり、ラザフォード・アップルトン研究所の大強度シンクロトロン ISIS のビーム増強国際共同研究の一環として、本研究を行うときの主たる課題でもある。特に、シンクロトロン振動を行う大強度ビームが、高周波加速空洞に誘起する、位相と振幅が変調された電圧が、ビーム自身の運動を不安定にする現象を克服する必要がある。本研究では、単に位相と振幅が変調された加速電圧の下では、ビームは安定に加速されることを示し、それが加速空洞を励振するとき、ビームを安定に加速するには、加速空洞に並列に抵抗を設ければ良いことを見出だし、その条件を求めた。また、この抵抗に代え、帰還増幅器として動作する三極真空管を接続する新たな方式を考案し、実機を製作して、その性能を実験的に確認した。本論文は、大強度ビームを安定に加速出来る条件として新たな知見を示すと同時に、それを実現する、能動的で柔軟な新たな手段を開発した点、博士（理学）の学位論文として十分価値あるものと認める。