

東北大学大学院理学研究科物理学専攻・数学専攻・天文学専攻

21世紀 COE 拠点形成プログラム

「物質階層融合科学の構築」

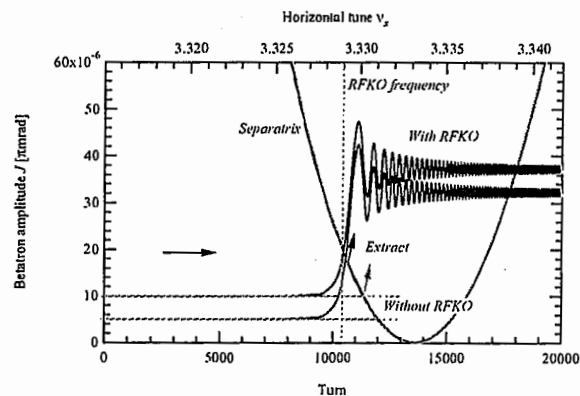
平成15年度リサーチ・アシスタント (RA) 研究報告書

氏名	宮本 篤
学籍番号	
専攻	東北大学大学院理学研究科 物理学 専攻
学年	博士課程後期3年の課程 3年
指導教官	浜 広幸
研究題目	単一周波数 RFKO によるストレッチャーリングからの ビーム取り出し
I. 研究発表 (学術雑誌に15年度中に発表または掲載決定したもの、および15年度中の 学会等での本人の発表)	
H. Hama, F. Hinode, K. Shinto, A. Miyamoto and T. Tanaka, Design consideration for Tohoku light source storage ring equipped with UV free electron laser, Nuclear Instruments and Methods, to be published	
H. Hama, F. Hinode, K. Shinto, A. Miyamoto and T. Tanaka, 3-D simulation study for a thermionic RF gun using an FDTD method, Nuclear Instruments and Methods, to be published	
第14回 加速器科学研究発表会 単一周波数 RFKO を用いたストレッチャーリングからの取り出しビームのエミッタンス縮小 宮本 篤、神藤 勝啓、田中 拓海、浜 広幸、日出 富士雄	
日本物理学会第59回年次大会 九州大学 位相空間操作を施した3次共鳴によるビーム取り出しの研究 宮本 篤、神藤 勝啓、田中 拓海、浜 広幸、日出 富士雄	

II. 研究活動結果の概要

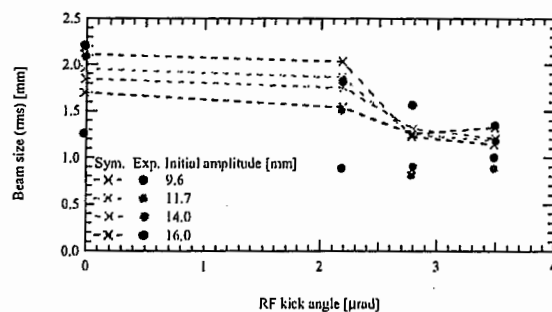
ストレッチャーリングでは高周波捕獲を行わないので、リングに入射された電子は放射損失によるチューンシフトによって共鳴に近接しリングから取り出される。次の入射までの時間に失うエネルギーと等しいエネルギー幅を持つビームを入射することで、パルスビームは擬似的な連続ビームに変換される。リングから取り出されるビームのエミッタンスはそれぞれの粒子のリング内でのセパトリクスの大きさの差異に依存する。それは入射ビームのエミッタンスのみに依存するだけでなくバンブ電磁石の時間ジッターあるいは入射ビームラインとリングのマッチングなどの諸条件により増大し、高品質な取り出しビームを作り出すことが容易ではない。そこで単一周波数 RF キックを用いた位相空間操作を施し、入射条件の変化による取り出しビームの変化を抑制する方法を考案した。

リングに入射した粒子は周回とともに放射エネルギー損失により粒子のベータトロンチューンが変化する。ある単一周波数の RF キックを与えると、粒子のチューンがその周波数に近づいた時にベータトロン振幅が増大する。RF キックがある場合の粒子の運動を解析的に求めて、異なるベータトロン振幅 J を持つ2つの粒子の振る舞いを数値的に解いて示したものが右



図である。共鳴が存在する場合はセパトリクスに到達するとリングから取り出されるが、そのときの J の差がより小さいほど取り出しビームのエミッタンスは小さくなる。図に示したようにベータトロン振幅が増大する時にセパトリクスを横切るような周波数の RF キックを与えると、取り出し時の J の差は減少し、周回数差も小さくなることから、この方法を用いるとベータトロン振幅の広がりやを圧縮する効果が得られることから、入射条件の悪化による取り出しビームのエミッタンス増大を抑制できると予想される。

上記のエミッタンスの縮小についてトラッキングシミュレーションを行い、さらにSTBリングを用いた検証実験を行った。実験ではストリップライン型電極の RF キッカーを用い周回ビームに摂動を与えて、ワイヤスキャナを用いて取り出しビームサイズの測定を行った。その結果、実験と



計算はほぼ一致し、エミッタンスの縮小が確認された。またエネルギー幅 0 のビームについて入射から取り出しまでの時間分布を測定してこれもほぼ一致する結果を得た。