



Title	Cyclotron Maser Cooling
Author(s)	Fredrik, Kullander
Citation	大阪大学, 1993, 博士論文
Version Type	
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/38344">https://hdl.handle.net/11094/38344</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">大阪大学の博士論文について</a>をご参照ください。

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏 名 フレデリック クランダー  
 博士の専攻分野の名称 博士(理学)  
 学位記番号 第 10565 号  
 学位授与年月日 平成5年3月15日  
 学位授与の要件 学位規則第4条第2項該当  
 学位論文名 **Cyclotron Maser Cooling**  
 (サイクロトロン・メーザー冷却)

論文審査委員 (主査)  
 教授 池上 栄胤  
 (副査)  
 教授 櫛田 孝司 教授 江尻 宏泰  
 教授 大坪 久夫 助教授 水野 義之

### 論文内容の要旨

高エネルギー粒子ビーム衝突実験あるいは高輝度放射光発生のためビーム粒子速度の一様化をはかることは、取りも直さずビーム粒子の無秩序相対運動エネルギーである熱エネルギーを取り除くことである。したがって一様速度の粒子ビームは冷却したビームと考えられる。例えば速度一様性10万分の1の高速電子ビームは絶対温度1°以下の極低温状態にある。粒子ビーム速度の積極的な一様化を「粒子ビーム冷却」と呼んでいるのは、その為であって最新の加速器や粒子衝突器あるいは放射光リングの最重要課題となっている。

加速粒子ビームを冷却しつつ同一粒子を繰りかえし利用する粒子ビーム冷却リングはビーム粒子の品質向上に加えて安全管理上問題となっている残留放射能を低く抑える所から次世代の加速器の主流と見なされている。また粒子ビーム冷却は超高分解能電子顕微鏡やESCAのような測定器の明るさも飛躍的に向上させるから広い開拓領域を約束している。

現行の粒子ビーム冷却法の一つである統計的冷却法の発明で1984年CERN(欧洲原子核研究機構、ジュネーヴ)のS・バンデルメール、C・ルビア両氏がノーベル賞を受賞している。もう一つの電子冷却法はノボシビルスク原子核研究所長であった故G・ブッケル氏により発明されている。どちらも数秒から数十分の長い冷却時間を必要とするので放射光リングや連続ビームの加速器には無力である。

1987年、本学の池上栄胤教授が公表した新原理「サイクロトロン・メーザー冷却(CMC)」は電子やイオンビームの熱運動エネルギーを誘発的に放射させて取り除くもので、粒子の種類、エネルギーおよび粒子ビームの連続性あるいはパルス化に全く制限なく1億分の1秒程度の瞬間冷却が可能としている。現行の冷却法との違いはこの誘発機構によるものであって電燈とレーザーの違いにも比べられる。このような衝撃的内容のため、その公表に1年半以上を要した経緯がある。

申請者の研究は国際注視の新原理CMCを世界に先駆けて実験的に検証したものであり、1992年夏スウェーデンで開催の国際会議冒頭の開幕講演で公表されるや、CERNのC・ルビア所長をはじめ世界各地から反響が寄せられている。本研究の装置の基本設計は池上教授によるが、製作と実験および実験成果の解析はほとんど申請者の創意工夫によって遂行されている。実験は小型電子顕微鏡で使用されるような低速電子ビームを用いて行われ、CMC理論の予言通り1億分の1秒の瞬間冷却が確認されている。実験装置が小規模ながらCMC理論が粒子の種類およびそのエネルギーに無関係に適用できるため、このような低速電子による観測結果も高エネルギー重粒子にまで普遍し理解され

るのである。

### 論文審査の結果の要旨

粒子ビーム冷却とはビーム中の粒子速度を一様化することであり、電子顕微鏡から大型粒子衝突器にいたる、全ての粒子光学系の高輝度化に最重要の課題である。1989年公表された新原理「サイクロトロン・メーザー冷却」(CM C) は従来の方法の1000万倍以上早い瞬間冷却を予言するものであった。申請者の論文は世界に先がけて新原理 CM Cを実験的に驗証したものである。実験および観測結果の解析は殆ど申請者の創意工夫によってなされており、博士(理学)の学位論文として十二分に価値あるものと認める。