# 4Pp094

## 冷分子イオン衝突・分光実験用 静電型イオン蓄積リングの製作

(都立大院理) 佐藤絢子、神野智史,高雄智治,小俣有紀子、東俊行,奥野和彦,田沼肇、 小林信夫、児玉健、城丸春夫、阿知波洋次

現在、我々東京都立大学グループは静電型イオン蓄積リングを建設している。この静電リング は、従来の高エネルギー蓄積リングとは異なり、磁場を全く使用せず静電場のみでイオンを偏向、 収束、発散させる。ビーム制御に要する電場強度は *E/q* に比例し質量に依存しないので,多原子 分子イオンやクラスターイオンなどの重いイオンの蓄積が可能となる。分子イオンは、リング内 を周回している間に赤外放射により脱励起して環境温度にまで冷却される。さらに都立大静電リ ングでは、電極部分を液体窒素で冷却することにより、環境温度を約 90Kまで冷却可能である。 このため、冷クラスターイオンの衝突や分光が実験を行えることが主な特徴である。

静電リングの先駆的な研究はデンマークのオーフスグループによって始まり、その後2台目の 静電リングが日本の KEK で建設された。3台目となる都立大の静電リングは、先の2台のリング と基本的に共通の概念で設計された。図1に示すように形状はレーストラック型で周回長約7.7m、 イオンの最大到達エネルギーは 30keV である。衝突領域としては直線部が用いられ,その延長線 上に中性粒子に対する検出器を配置する. 解離や電荷移行により質量や価数が変化して周回軌道 から外れるイオンも直線部の直後で検出する。

#### ビーム制御

イオン軌道制御のための静電場は、2つの160°円筒型静電ディフレクターと4つの10°偏向 ディフレクター、4対の静電四重極レンズ、軌道修正のための垂直ステアラーによって与えられ る。イオン入射にはリング本体の10°ディフレクターのひとつをパルス的に動作させて行う。い くつかの電源は30kVに浮かせて使用するため、光ファイバーでGPIB信号を送ることによって遠 隔操作する。これらリング内電極とイオン源-リング本体間の電極電位をすべて LabVIEW(@ナシ ョナルインスツルメンツ)で一括制御するシステムを製作した。



図1.静電型イオン蓄積リングの概略図.

#### 超高真空化と窒素温度冷却

イオンを長時間蓄積するためにはリング内 を超高真空に保つことが必須である。超高真 空環境を実現するため、リング全体を均一に、 約5間200~300 ℃でベーキングした。ベーキ ング終了から約90h後の測定では5x10<sup>-9</sup>Pa の超高真空が得られた。また、液体窒素によ る冷却試験の結果を図2に示す。グラフから、 電極支持台は約20h後に、電極は約40h後 に液体窒素温度にまで冷却されることを確認



図2 冷却試験結果

した。窒素温度平衡時における流入熱量は、概ね理論計算値どおりで、液体窒素消費量換算で約 1.6 L/h であった。

### イオン入射

図3にイオン入射系の概略を示す。3台のイオン源が取り付け可能で、静電型4極デフレクター(QD)によりスイッチして使用する。現時点では直進部にデュオプラズマトロン、下方に炭素 クラスターイオン源を配置することが決定している。QDから下流ではイオンビームを電場のみで 制御するため、多種イオンの同時打ち込みが可能である。

リング本体は1×10<sup>-</sup>Pa の超高真空を目指しており、リング直近のイオンレンズ(IL) 槽は、 タンデムのターボ分子ポンプで排気して超高真空を保つ。QD 槽と IL 槽の間にΦ8 のパイプを挿 入して2桁の差動排気を実現し、さらに各イオン源出口にもスリットを設けて QD 槽の真空度を1 ×10<sup>-</sup>Pa に保つ予定である。各部の設計上の真空度は図3に示す通りである。

現在,我々はこの静電リングを用いて,冷クラスターイオン、冷フラーレンイオンの衝突やレ ーザー分光,中性原子のマージングビームを用いたイオン-原子の低エネルギー衝突実験,負イオ ンの探索とその寿命測定などの実験を準備している。

