

# 核物理研高分解能反応粒子アナライザー (I) 設計概要

大阪大学核物理研究センター 池上栄胤, 藤原守, 森信俊平,  
片山一郎, 小方寛

## 1. 設計条件

大阪大学核物理研究センターに設置すべき反応粒子アナライザーには、全国の原子核研究者よりわけてから高分解能、大立体角が強く要望されていた。又、スペクトログラフとしてはエネルギー広帯域性も重要な要素の一つであろう。これらの諸点を考慮し、アナライザーの設計にあたってはエネルギー分解能  $10^4$ 、立体角  $10 \text{ msr}$  を目標値とした。測定可能エネルギー中は原子核の低エネルギー初起状態全体をカバーする事を念頭に、10%程度とした。

## 2. 基本設計

一次の分解能は、一般に磁場領域で極(上下対称な系で磁場に垂直な方向)にビームを広げる程向上する事が知られている。従ってアナライザーの前段部分はビーム分散系として四極電磁石(Q1)とした。次に運動量分散系として双極電磁石(D)を置く事としたが、DはD1とD2に分離して中間で一度縦方向に収束させ、この領域で多極場による高次補正あるいは運動学的効果の補正を可能にする自由度を確保した。更に、実用性のある程度の大さきの倍率と分散を得る為にD2の後段には発散性の四極電磁石(Q2)を置いた。D1とD2に於ける平均軌道半径は150 cmである。分解能を上げる為、D1出口及びD2入口は斜出射及び斜入射にしてビームを横方向に発散させた。D2の出口はやはり斜出射として像束で二重収束を実現させている。この系の一次の運動量分解能は1 mmの源中に対して  $2 \times 10^4$ 、運動量分散は1500 cm、横、縦の倍率は0.75及び4.0である。

## 3. 二次収束

二次収束はD1, D2の磁場境界を円形とする事により実現させた。D1の入口は凹曲線で、ビームの縦方向広がり角度( $\varphi$ )による二次収差を小さくし、D1出口, D2入口はそれぞれ凸及び凹としてビームの横方向広がり角度( $\theta$ )による二次収差を消した。更にD2出口は凹曲線で再び $\varphi$ による収差を減少させている。こうして得る磁場境界の曲率半径はD1入口, 出口, D2入口, 出口それぞれ40 cm, 69.5 cm, 300 cm. 及び719 cmである。

## 4. 高次収束及び立体角

三次以上の高次収差を減少させる為には、D1出口及びD2入, 出口の磁場境界に更に高次の曲線を導入した。この高次曲線は、運動量, 初期条件 $\theta, \varphi$ の異なるいくつかのビームに対して実際の収差を数値計算し、その二乗和を最小にする様電算機を用いて決定した。結果的には、 $\theta$ による収差はかなりの減少を見せたが、 $\varphi$ による収差は一定程度残っている。この段階で立体角はエネルギー分解能  $10^4$  及び  $5 \times 10^3$  に於てそれぞれ約3 msr 及び10 msr以上である。更にQ1の直前に6極電磁石を置いて $\varphi$ による収差を減少させると、分解能  $10^4$  に於て立体角を6 msr 迄増加させる事が出来る。我々の初期の目標はこれでは達成出来ず事にはなるが、Q1-D1間及びD1-D2間に多極場を入れて高次補正を行う事を更に現在検討中である。