

原子線型偏極イオン源

元永昭七、藤沢高志、逸見政武、武部英樹、池上九三男、山崎良成、
理化学研究所

理研の原子線型偏極イオン源はテストの結果、実用できる性能を得た。現在この装置は核研のSFサイクロトロンにとりつけるため、改造と部分的なテストを行っている。

次の図に理研偏極イオン源の概略図を示す。装置は 1) Dissociator 2) Separation magnet 3) Radio frequency transition unit 4) Strong field ionizer の4つの部分から構成されている。それぞれの部分の諸元は次の通りである。1) Dissociator: RF放電型, 20MHz, 250 watts 放電管は 35mm^{ϕ} のパイロックスガラス製, ノズル径 3.5mm^{ϕ} 。2) Separation magnet; 6極電磁石, 長さ 350mm, 開口は入口 6.5mm, 出口 13.5mm, 最大磁場, 7200 Gauss。3) RF transition unit: 380MHz 中心磁場 50 Gauss, 130 Gauss のとき磁場勾配はそれぞれ 5 Gauss, 15 Gauss。4) Strong field ionizer: ビーム軸にそった磁場, 1500 Gauss, ionization electrode, 10mm^{ϕ} , 長さ 145mm。

ガス流量 $0.25\text{ Torr}\cdot\text{l}/\text{sec}$ の運転状態で各部の真空度は dissociator, $p=2\times 10^{-5}\text{ Torr}$, separation magnet $p=6\times 10^{-6}\text{ Torr}$, ionizer $p=4\times 10^{-7}\text{ Torr}$ である。

偏極イオンのビーム強度は最大 $1\mu\text{A}$ で, 6時間程度の連続運転では $0.6\mu\text{A}$ のイオンビームを安定に持続できる。ビームのひろがり(散角)はイオンの引き出し電極の後のグリッドレンズで加速してグリッドレンズから約 60cm の距離でビームの大きさは 40mm^{ϕ} 以下である。

偏極度は偏極した重陽子イオンを加速して $T(d,n)\text{He}^4$ による neutron の anisotropy $N(0^\circ)/N(90^\circ)$ の測定から tensor polarization の値を求めた。

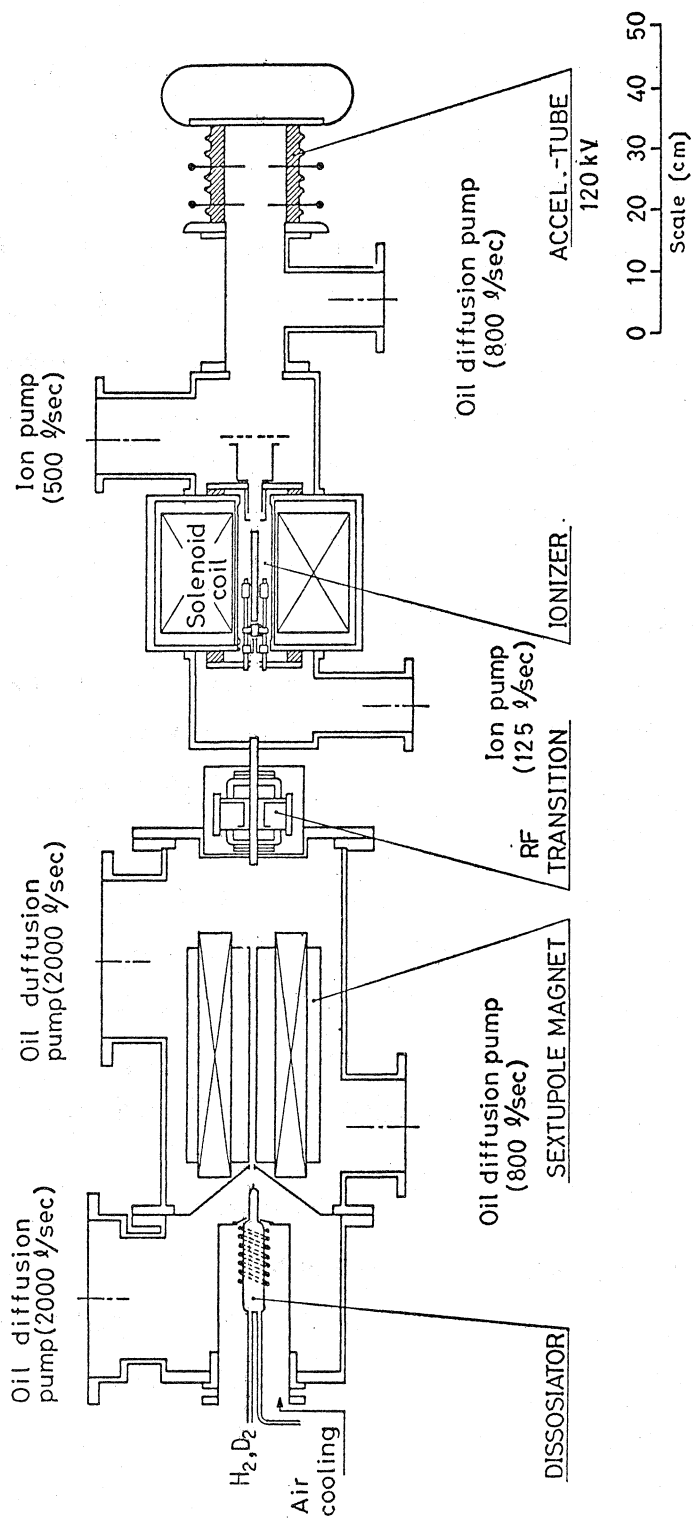
$$\text{O}_2 \rightarrow 6 \text{ transition, } R = 0.657 \pm 0.034, P_{zz} = 0.516 \pm 0.058$$

$$\text{O}_3 \rightarrow 5 \text{ transition, } R = 1.418 \pm 0.069, P_{zz} = -0.562 \pm 0.071$$

次の図に測定結果を示す。この値は理論値と比較して小さいが, 今回のテストではビームの分析系を使っているため, 重水素ガスの ionization による D_2^+ の混入が偏極度を低下している主な原因である。

次の図はサイクロトロンにとりつける偏極イオン源の概略図である。改造の要点は偏極イオンビームの強度を大きくするために dissociator のガス流量は $1\text{ Torr}\cdot\text{l}/\text{sec}$ 以上に増大し, かつ ionizer への水素, 重水素ガスの混入をできるだけ小さくするために, 各部分の排気系を強化した。

またイオンビームの光学的性質を向上するために, イオンの引き出し電極の先端にメッシュをとりつける工夫等も考えている。



第1図. 理研偏極イオン源概略図.

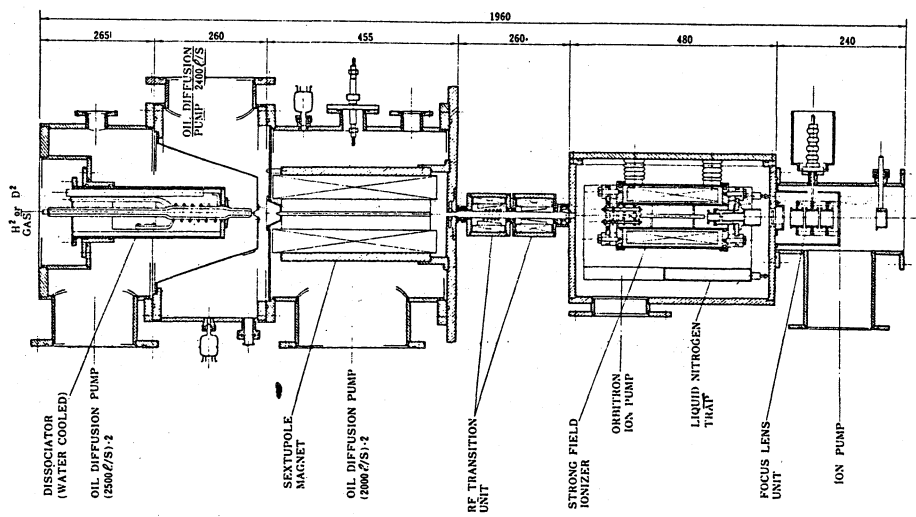


表3図. サイクロン入射用. 偏極体源概略図.

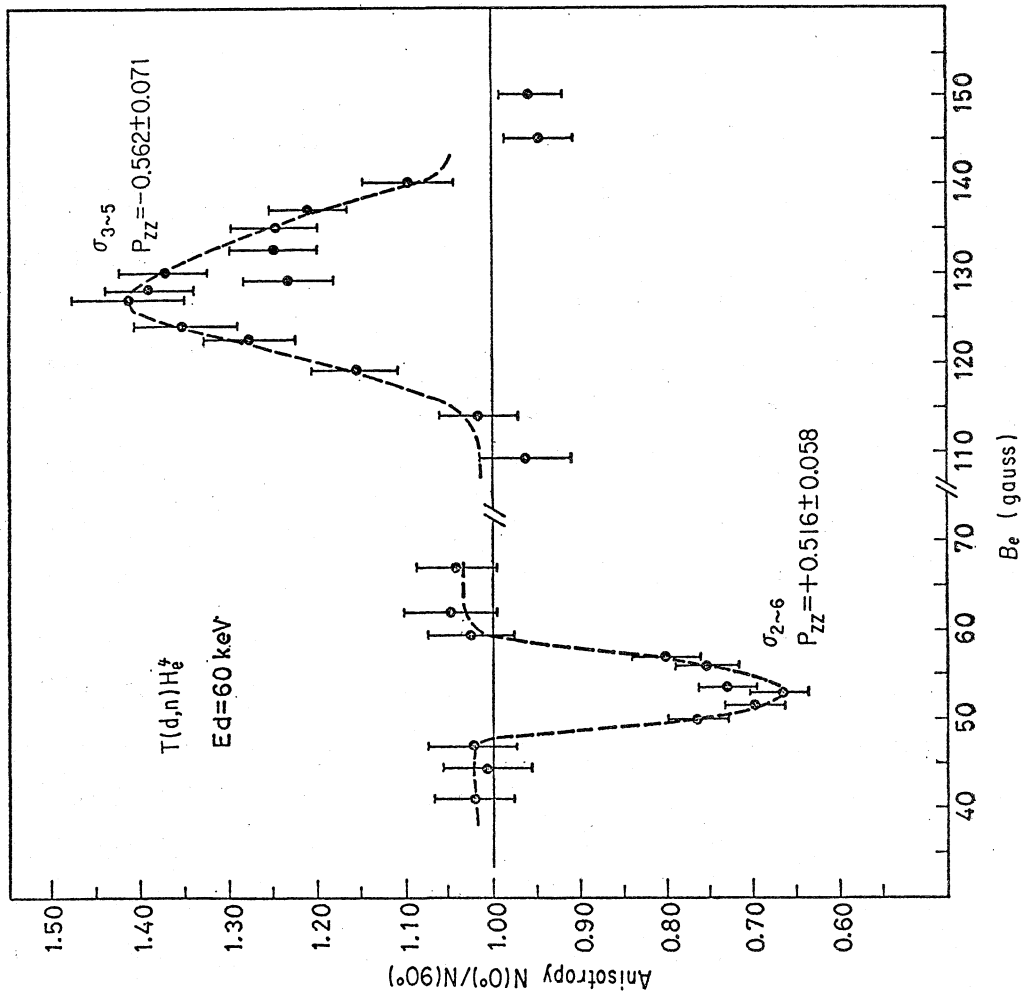


表2図. Neutron anisotropy.