

FT-ICR (Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance) による炭素クラスター、シリコンクラスターの質量分析

(東大工総合試験所*・東大院工) 河野正道*, 吉田哲也,

井上修平, 丸山茂夫*

【はじめに】著者らは、フラーレン生成機構の解明と関連して炭素クラスターの質量分析を飛行時間型 (TOF 型) 質量分析装置を用いて行ってきた。しかし金属内包フラーレンや巨大フラーレンを取り扱うためには、通常の TOF 型質量分析装置に比べて飛躍的に質量分解能を向上させられ、かつ数分の間クラスターイオンを真空中に保持できる FT-ICR (Fourier Transform Ion Cyclotron Resonance) 質量分析装置が有利になる。今回はレーザー蒸発法によって生成された炭素クラスター、金属炭素 2 成分クラスターやシリコンクラスターの質量分析を行ったので報告する。

【実験】図-1 に実験装置図を示す。FT-ICR 質量分析は強磁場中でのイオンのサイクロトロン運動に着目した質量分析である。クラスターイオンはレーザー蒸発法によって生成し、6 Tesla の超伝導磁石内の ICR セルに直接導入される。この際にヘリウムとともに超音速で飛行するクラスターイオンを減速し、Front Door 電極 Back Door 電極の間に閉じこめる。クラスターイオン群に適当な変動電場を加え、円運動の半径を十分大きくした上で検出電極間に誘導される電流を計測し、得られた波形をフーリエ変換することにより質量スペクトルを得た。

【結果】図-2 に炭素・スカンジウム混合ディスク (Sc:C=1:130) のレーザー蒸発によって生成した C_n^+ と ScC_n^+ の質量スペクトルを示す。生成条件に大きく依存せず C_{60}^+ および ScC_{44}^+ , ScC_{50}^+ , ScC_{60}^+ がマジックナンバーとして観測された。また $n > 30$ のサイズ領域において炭素原子数が奇数個のクラスター (ScC_{2n+1}^+) は観測されず、炭素原子数が偶数個のクラスター (ScC_{2n}^+) のみが観測された。このことはすべての炭素原子が sp^2 結合を持っていると仮定すれば説明できる。現時点ではこの ScC_n^+ の幾何構造は金属を内包した不完全かご状構造であると考えられる。

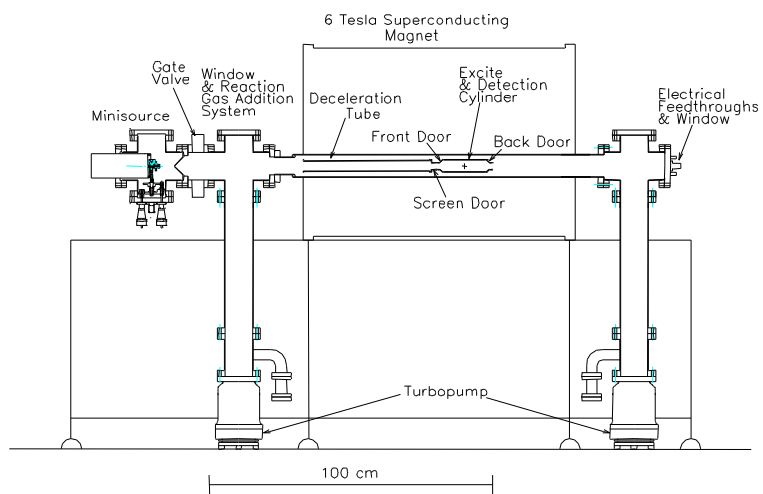


図-1 FT-ICR 質量分析装置

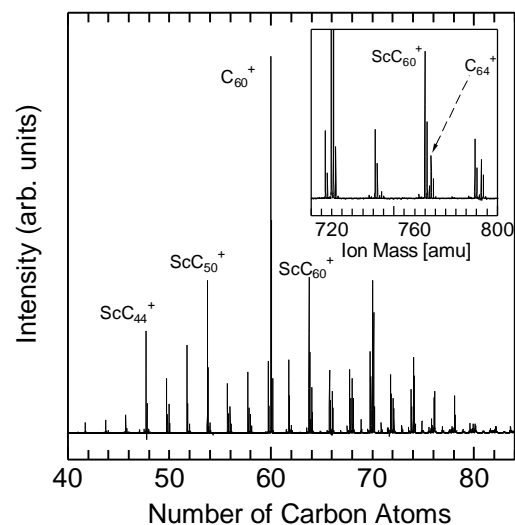


図-2 C_n^+ と ScC_n^+ の質量スペクトル