

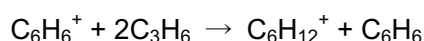
2P003

イオン-分子反応のための低温移動管質量分析装置の開発

(大阪府立大学大学院理学系研究科) ○岩本賢一 玉井将太

「序」土星の衛星タイタンの上層大気を探査機カッシーニによって観測したところ、正イオンとしてはメタン由来の低分子有機化合物、ベンゼンなど m/z 350 まで、負イオンとして m/z 8000 までのイオンが観測された¹⁾。正イオンの生成機構は多様な経路が考えられているが、速度定数について実験値の無いイオン分子反応も多数存在する。さらに、負イオンの生成機構はほとんど解明されていない。

また、次のような、ベンゼンカチオンとプロペンの **Associative charge transfer reaction (ACT)** 反応について温度依存性が報告された²⁾。



この反応は負の温度依存性を有するため、星間分子の生成についての触媒的な役割の可能性が示唆された。我々は、上記のような低温領域におけるイオン分子反応の研究を行なうための低温移動管質量分析装置の開発を始めた。移動管はモビリティの研究によく用いられているが、イオン分子反応にも用いられる。移動管に使用する緩衝気体にわずかの反応気体 (0.01% から 1%) を混ぜておくと、イオン分子反応が起こる。この手法の特徴は、反応断面積や速度定数が正確に求められること、エネルギー領域が 10meV から 10eV と広く、低エネルギー領域のイオン衝突反応の研究に多く用いられ、低温領域の測定も可能である。

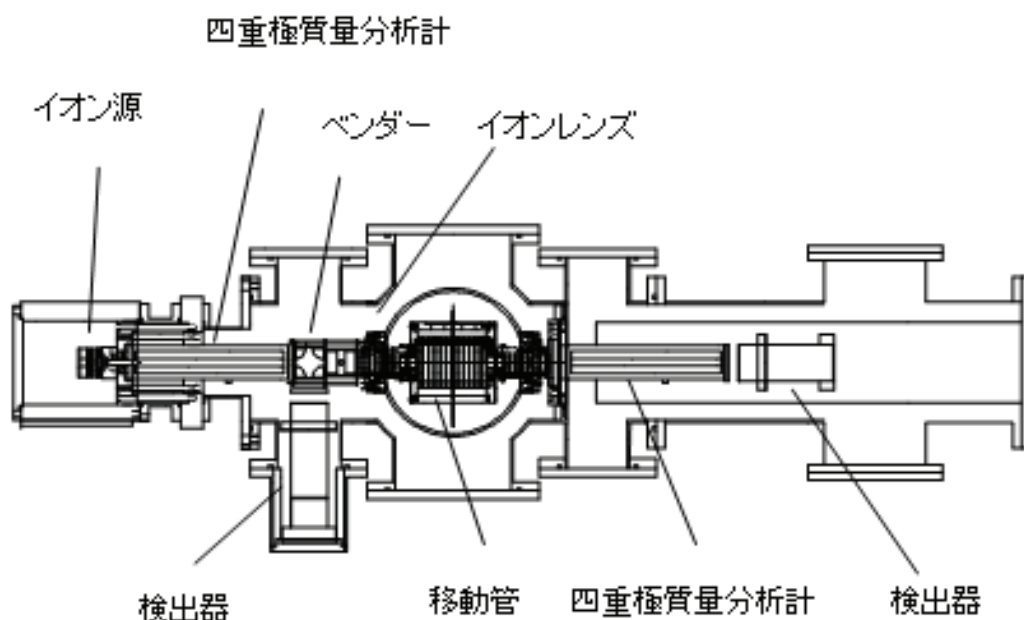


図1 移動管質量分析装置の概略図

「装置の概要」装置の概略図を図1に示す。4つの差動排気の真空チャンバーで構成されており、移動管は二重円筒により排気されている。第一真空チャンバーはイオン源が装着され

ており、E I、F A B及びペニングイオン化によりイオンの生成を可能としている。第二真空チャンバーはイオンレンズ、四重極質量分析計からなり、イオン源で生成したイオンを選別する。イオン強度の時間変化を測定するために、Qベンダーを用いてイオンを随時モニターする。第3真空チャンバーは静電レンズ、移動管が設置されている。移動管断面の概略図を図2に示す。移動管は、内径 30mm、外形 70mm 厚み 1mm の11枚のガードリングで構成されており、全長 80mm である。外部円筒を冷凍機のコールドヘッドに設置することで、低温領域の測定を可能としている。移動管の入出射スリットの穴径は $\phi 0.5\text{mm}$ である。第4真空チャンバーは出射イオンレンズ、分析用四重極質量分析計からなる。第二と第三真空チャンバー間に設置されているイオンレンズは四重極質量分析計により選別されたイオンを効率よく移動管に入射させるために独自のイオンレンズを用いた。図3にイオンレンズの概略図を示す。このイオンレンズは二組のQベンダーとアパチャーレンズ、円筒レンズで構成されている。第一Qベンダーはイオンをモニターする機能とレンズの機能を持たせている。図4はイオンレンズ内のイオン軌道をSIMIONにより計算した結果を示す。Qベンダーをイオンレンズとして使用することで、四重極質量分析計から出た低エネルギーのイオンを効率よく収束させ、移動管につなげることが可能となった。

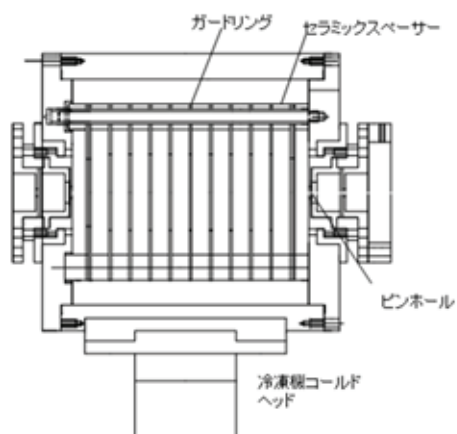


図3 イオンレンズの概略図

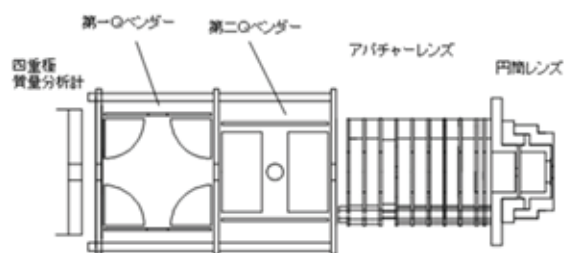


図2 移動管の概略図

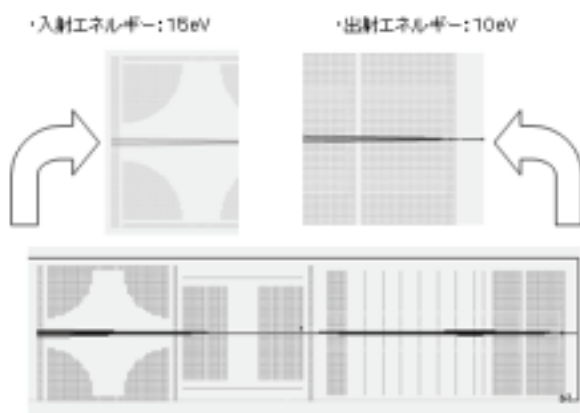


図4 イオン軌道シミュレーションの結果

参考文献

- 1) J.H. Waite Jr. *et al.*, *Science* **316** (2007) 870.
- 2) Y. Ibrahim, M. Meot-Ner Mautner and M. S. El-Shall, *J. Phys. Chem. A.* **110** (2006) 8585.