

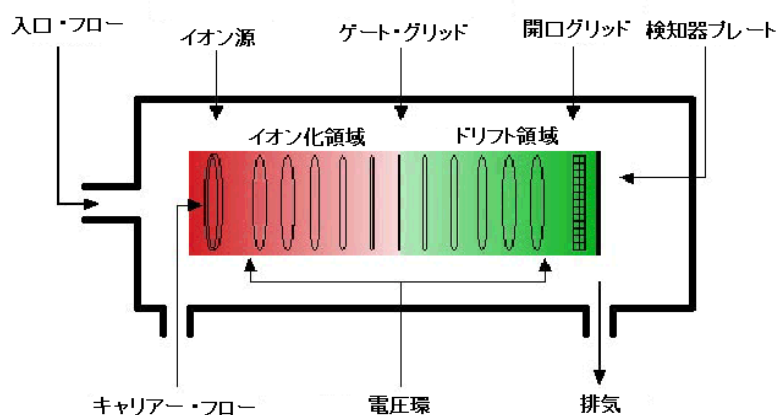
【技術分類】 1－8－4－1 質量分析関連機器／ハイフネーテッド技術／イオン移動度測定／イオン移動度計（IMS）

【技術名称】 1－8－4－1－1 イオン移動度計（IMS-MS）

【技術内容】

イオン移動度計（Ion Mobility Spectrometer; IMS）は、気体成分をイオン源でイオン化した後、イオンを電場のかかった気体中で飛行させて移動速度の違いでイオンを測定する装置である（下図参照）。装置の特徴として、イオン化に $^{63}\text{Ni}$ などの $\beta$ 線源が用いられこと、大気圧下で電場が印加されることなどが挙げられる。

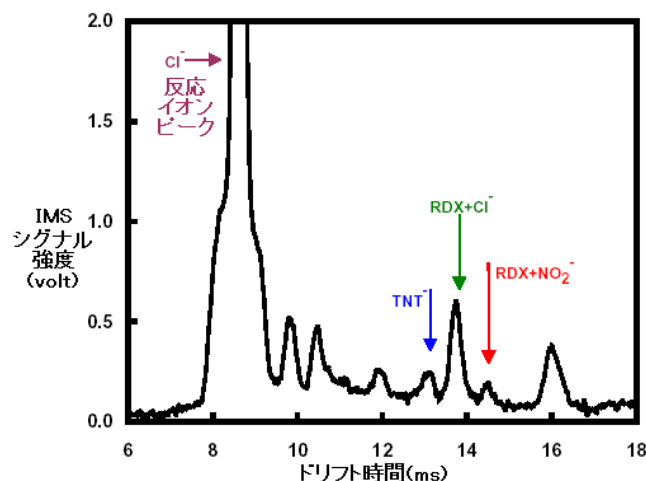
【図】 イオン移動度計（IMS）の模式図



出典：「爆薬・薬物探知への放射線利用（08-04-01-29）」、原子力百科事典 ATOMICA、2001年3月12日、岸徹著、原子力図書館げんしろうウェブサイト、図7 イオンモビリティスペクトロメーター（IMS）の模式図、提供 JST、<http://mext-atm.jst.go.jp/atomica/pict/08/08040129/09.gif>、（図の原出典は"Guide for the Selection of Drug Detectors for Law", National Institute of Justice）、2006年1月29日検索

大気成分や浮遊微粒子などのサンプル採取方法として、蒸気圧が高い物質は直接採取、低い場合はろ紙などでふき取って装置に導入する。測定結果はイオンの移動時間とシグナルの強度のグラフ（プラズマグラム）として出力される。爆薬などはそれぞれ固有のピークとして観察される（下図参照。TNT：トリニトロトルエン、RDX：ヘキソゲン）。

【図】 プラズマグラムの例



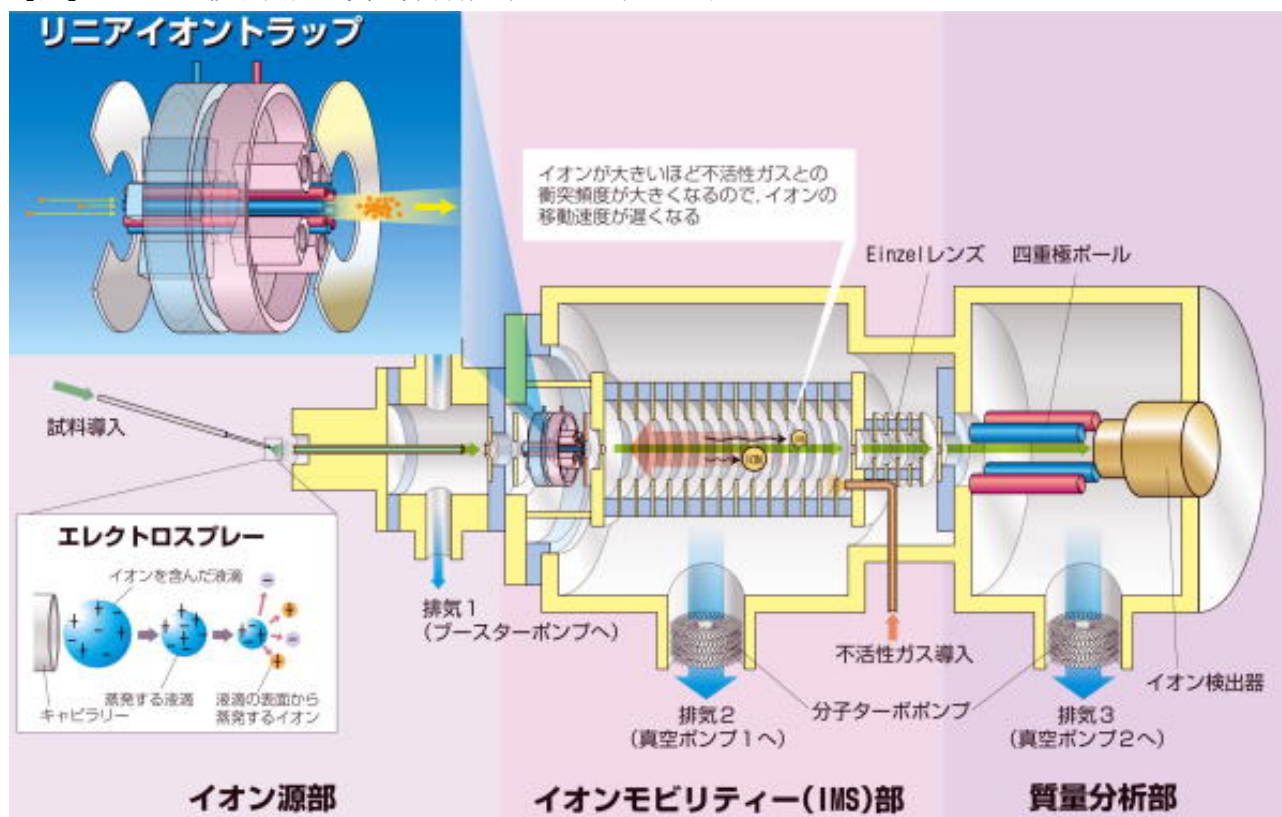
出典：「爆薬・薬物探知への放射線利用 (08-04-01-29)」、原子力百科事典 ATOMICA、2001 年 3 月 12 日、岸徹著、原子力図書館げんしろうウェブサイト、図 8 爆薬のプラズマグラム、提供 JST、<http://www.ncjrs.org/pdffiles1/nij/178913-1.pdf>、(図の原出典は"Guide for the Selection of Commercial Explosives Detection Systems for Law Enforcement Applications", National Institute of Justice)、2006 年 2 月 14 日検索

イオンの移動時間のライブラリーを作成し、それを用いて測定物質の同定を行い、特定の物質に対してアラームを鳴らすシステムや、ガスクロマトグラフと接続することでさらに選択性の高い測定が行える装置もある。また、現在一部の研究機関などで IMS とのハイフネーテッド質量分析計の開発が行われており、装置の構成は ESIーリニアイオントラップーIMSーMS (四重極、TOF) などがある (下図参照)。

#### 【応用分野】

環境、軍事分野において、イオン移動度計 (IMS) 単体として麻薬、爆薬、危険物などの探知に用いられる。

【図】 イオン移動度計ー質量分析機 (IMS-MS) の一例



出典：「研究概要」、関西大学工学部応用化学科機器分析化学研究室ウェブページ、  
[http://www.achem.kansai-u.ac.jp/kiki/naiyou/gaiyou/gaiyou\\_2.html](http://www.achem.kansai-u.ac.jp/kiki/naiyou/gaiyou/gaiyou_2.html)、2006年1月11日検索

【出典／参考資料】

- ・ 「爆薬・薬物探知への放射線利用 (08-04-01-29)」、原子力百科事典 ATOMICA、2001年3月12日、岸徹著、原子力図書館げんしろうウェブサイト、独立行政法人 科学技術振興機構 (J S T)
- ・ "Guide for the Selection of Drug Detectors for Law, Law Enforcement and Correction Standards and Testing Program National Institute of Justice, Enforcement Application NIJ Guide 601-00 August 2000, page 9, <http://www.ncjrs.org/pdffiles1/nij/183260.pdf>
- ・ "Guide for the Selection of Commercial Explosives Detection Systems for Law Enforcement Applications", Law Enforcement and Correction Standards and Testing Program National Institute of Justice, Enforcement Application NIJ Guide 100-99 August 2000, page 13, <http://www.ncjrs.org/pdffiles1/nij/178913-1.pdf>
- ・ 「研究概要」、関西大学工学部応用化学科機器分析化学研究室ウェブページ、  
[http://www.achem.kansai-u.ac.jp/kiki/naiyou/gaiyou/gaiyou\\_2.html](http://www.achem.kansai-u.ac.jp/kiki/naiyou/gaiyou/gaiyou_2.html)
- ・ "Field measurement of positive ion mobility and mass spectra at a Colorado site in winter", Journal of Geophysical Research, Vol. 104, No. D3, 1999, Kenkichi Nagato et al., pages 3471-3482
- ・ "Nanoflow LC/IMS-MS and LC/IMS-CID/MS of Protein Mixtures", J Am Soc Mass Spectrom, 2004, 15, Rena A. Sowell, et al., pages 1341-1353, <http://www.indiana.edu/~clemmer/publications/pub%2097.pdf>

【技術分類】 1－8－4－1 質量分析関連機器／ハイフネーテッド技術／イオン移動度測定／イオン移動度計（IMS）

【技術名称】 1－8－4－1－2 High-Field Asymmetric Waveform Ion Mobility Spectrometry-Mass Spectrometry（FAIMS-MS）

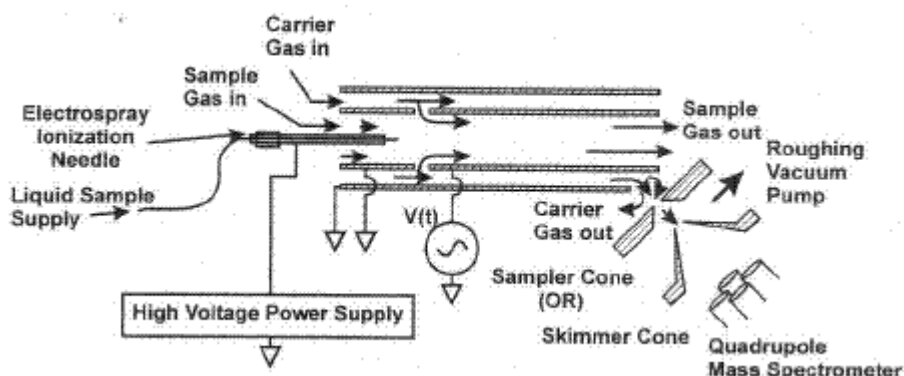
【技術内容】

High-Field Asymmetric Waveform Ion Mobility Spectrometry（FAIMS）はカナダの国立研究機関 Institute for National Measurement Standard で 1998 年に Roger Guevremont らにより開発された技術であり、翌 1999 年に FAIMS と質量分析を接続した FAIMS-MS が報告されている。

FAIMS はイオンを分離して特定のイオンのみを MS に導入する役割を担っている。FAIMS は、大気圧下において電場中でイオンを飛行させイオン移動度の違いにより分離を行う点で、IMS（1－8－4－1－1 の項参照）と原理的には同じである。特徴的な点は、非対称な強い正・負電場を交互に交流的に印加し、強い電場でイオンの移動度が電場に比例しなくなるという性質を利用して、イオンを分離させることにある。この方法では、イオンを移動度部に連続的に供給してイオンの分離が行える点で、ESI などイオンを連続的に発生させる技術との結合が可能なので、大きなイオンシグナルが得られやすい。

下図の FAIMS-MS では、FAIMS の電場は 2 本の円筒が同心円状に二重になっており、円筒の外空と内空にはキャリアガスが流れている。まず試料ガスは ESI によりイオン化され、内空を飛行する。内空には途中にスリットがあり、その先は外空と内空の間に電圧（非対称交流電場とこれと重畳された直流電場）がかけられている。中性粒子はキャリアガスとともに排出される。外空と内空の空間において分離されたイオンは MS へ導入され質量分析される。

【図】 FAIMS-MS の概略図



出典: "Electrospray Ionization High-Field Asymmetric Waveform Ion Mobility Spectrometry-Mass Spectrometry", Analytical Chemistry, Vol71, No.13, 1999 年 7 月 1 日, Randy W. Purves, Roger Guevremont, American Chemical Society, pages 2349

【出典／参考資料】

- "Electrospray Ionization High-Field Asymmetric Waveform Ion Mobility Spectrometry-Mass Spectrometry", Analytical Chemistry, Vol71, No.13, 1999 年 7 月 1 日, Randy W. Purves, Roger Guevremont, American Chemical Society, pages 2346 -2357
- "Atmospheric pressure ion trapping in a tandem FAIMS-FAIMS coupled to a TOFMS: Studies with electrospray generated gramicidin S ions", J. Am. Soc. Mass Spectrom. 2001, v12, Guevremont, R., Ding, L., Ells, B., Barnett, D. A., Purves, R. W., pages 1320-1330.

- ・ FAIMS.COM ウェブサイト、<http://www.faims.com/what.htm>