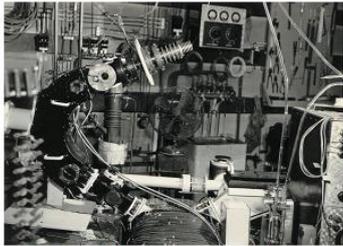
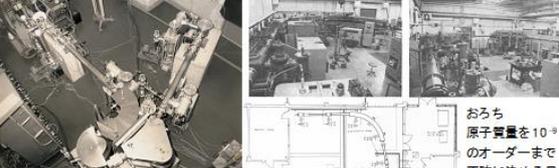


## 補助資料

## 豊田 岐聡「独創的な質量分析装置開発とそれらを用いた応用研究」

## カラー図画

## 質量分析の歴史

世界の動向	1910年代	阪大質量分析グループの歴史
放物線型質量分析器 ( J.J. Thomson, 1912) 方向収束質量分析器 ( Dempster, 1918) 速度収束質量分析器 ( Aston, 1919)	1910年代	
装置の改良, 同位体測定 ( Aston)	1920年代	国内初の質量分析装置 (Bainbridge-Jordan型) マグネットは国立科学博物館に寄贈  日本初の質量分析装置 Bainbridge-Jordan型 (浅田, 奥田, 分解能8000, 1939)
二重収束質量分析器 ( Dempster, 1935)	1930年代	
原子質量の精密測定, 同位体分離・濃縮, 地質年代測定法の確立, 炭化水素混合物の測定	1940年代	緒方・松田型 終戦後~1951年, 分解能90万, 61年の第二室戸台風時に中之島で水没。64年に豊中に移動して改良型を再製作。分解能40万50万をつねに発揮
飛行時間型質量分析計 ( Stephens, 1946)	1950年代	緒方一松田型 (緒方, 松田, 分解能90万, 1951)
高精度原子質量測定, 高分解能装置の開発 Bainbridge (10万), Nier (6万)など	1950年代	
四重極, イオントラップ ( Paul, 1953)	1960年代	r-1 磁場型の世界最高分解能120万を達成 阪神大震災で崩壊, 国立科学博物館に寄贈  おろち 原子質量を $10^{-9}$ のオーダーまで正確に決める目標をもって開発された超大型装置  大分散質量分析器 r-1 (松田, 世界最高質量分解能120万, 1968)
スパッター源, CI, FDなどのイオン化法 GC/MS 有機化合物の測定	1970年代	おろち (緒方, 分解能80万, 1969)
SIMS	1970年代	CQH (松田, 分解能24万, 1972)
フーリエ変換イオンサイクロトロン共鳴質量分析計 (Marshall, 1976)	1980年代	三次近似イオン軌道計算ソフト TRIO (松尾, 1976)
生体高分子の測定	1980年代	六重収束飛行時間型質量分析計 (桜井, 1985) GEMMY (松田, 1988)
ESI (Fenn, 山下, 1984) LD	1990年代	
MALDI (Hillenkamp, 田中, 1991)	2000年代	MULTUM (豊田, 1998)
プロテオーム, メタボローム オービトラップ (Makarov, 1999)	2000年代	
		六重収束飛行時間型質量分析計 直径40cmで飛行距離1.7m。六重収束のイオン光学系。分解能2000。

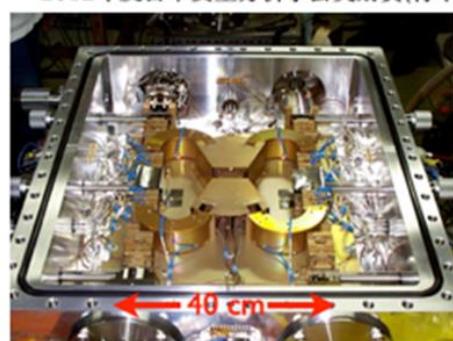
## マルチターン飛行時間型質量分析計「MULTUM」とは



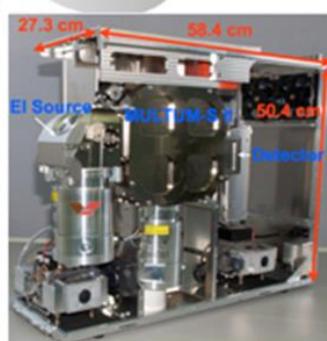
イオンを同一飛行空間を複数回周回（マルチターン）させることで飛行距離をかせぎ、**小型でありながら高分解能**が得られる飛行時間型質量分析計。理学研究科物理学専攻質量分析グループの豊田・石原らによって開発された。飛行時間型としては**世界最高の質量分解能35万**を達成し、世界的に非常に高く評価されている。

### 受賞歴

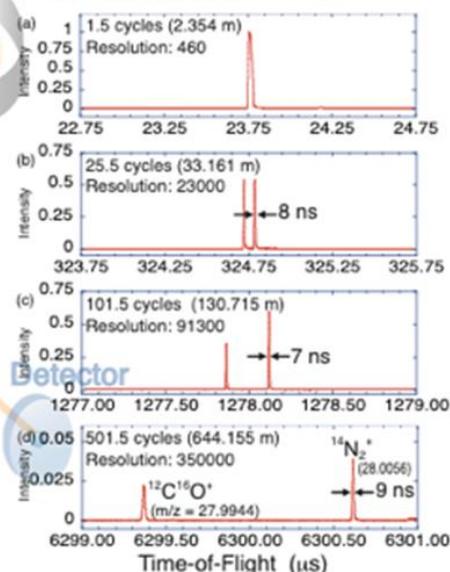
- ・2002年度日本質量分析学会奨励賞(豊田)
- ・2003年度国際質量分析学会ブルネー賞(豊田)
- ・平成17年度文部科学大臣表彰若手科学者賞(豊田)
- ・平成17年度大阪大学教育・研究功績賞(豊田)
- ・2012年度日本質量分析学会奨励賞(青木)



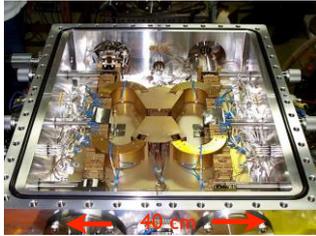
一号機「MULTUM Linear plus」



小型版「MULTUM-S II」



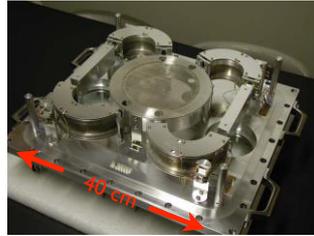
**First laboratory model for ROSETTA**  
1996 - 2001年 科研費



“MULTUM Linear plus”  
J. Mass Spectrom., 38 (2003), 1125-1142.

光学系を  
シンプルに

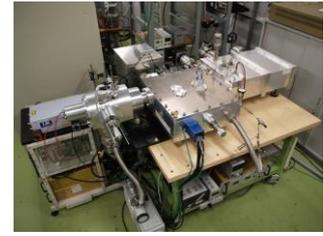
**Second laboratory model for ROSETTA**  
1999 - 2002年 科研費



“MULTUM II”  
J. Mass Spectrom., 38 (2003), 1125-1142.

タンデム化

**For biological application**  
2004年~2006年 科研費若手(A)



“MULTUM TOF/TOF”  
Rev. Sci. Instrum., 78 (2007), 074101

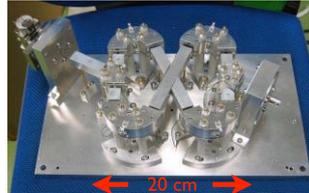
**For imaging mass spectrometry**  
2005年~2010年 CREST



“MULTUM-IMG”  
Applied Surface Science, 255 (2008), 1257-1263.

イメージ  
質量分析

**Smaller instrument**  
2003 - 2005年



“MULTUM-S”  
J. Mass Spectrom. Soc. Jpn., 55 (2007), 363-368.

小型化

2008年~  
科学教育機器リノベーションセンター  
革新的研究教育基盤機器開発整備事業



2007年~2009年  
JST大学発ベンチャー創出推進



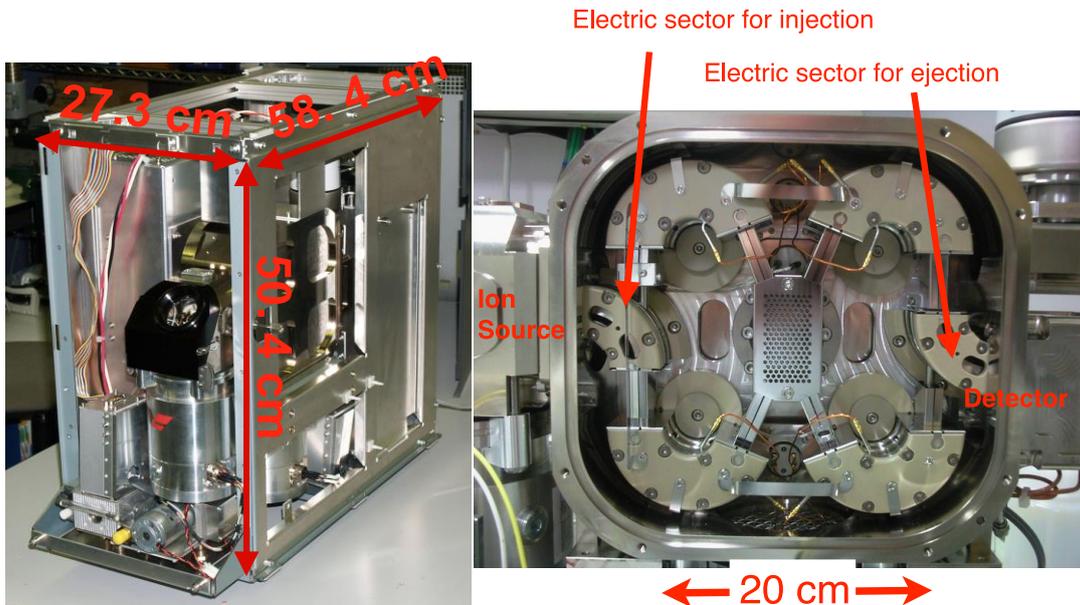
“MULTUM-SIMS”  
Surf. Interface Anal., 42 (2010), 1598-1602.

**オンサイト質量分析**



“MULTUM-S II”  
Anal. Chem., 82 (2010), 8456.

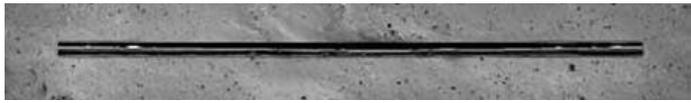
図2 マルチターン飛行時間型質量分析計の開発の歴史



50 (H) cm × 30 (W) cm × 60 (D) cm, 35kg

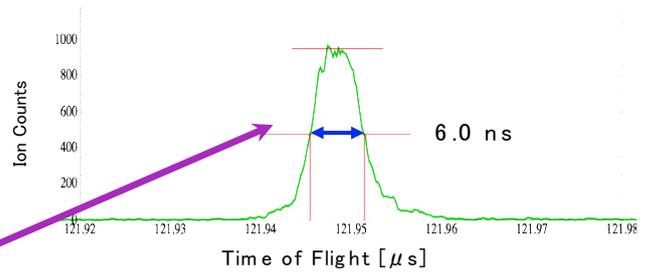
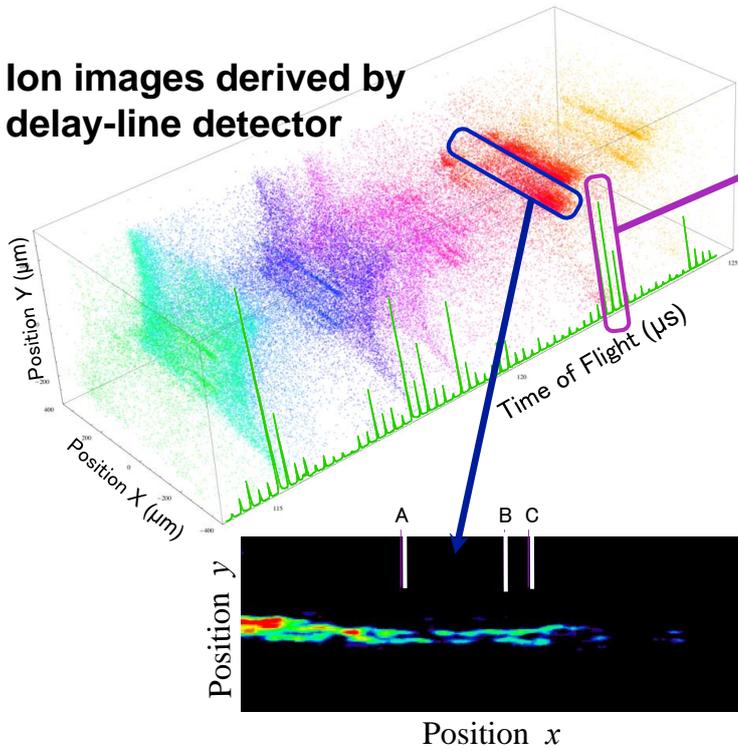
Resolution : > 30,000

図3 小型マルチターン飛行時間型質量分析計 MULTUM-S II

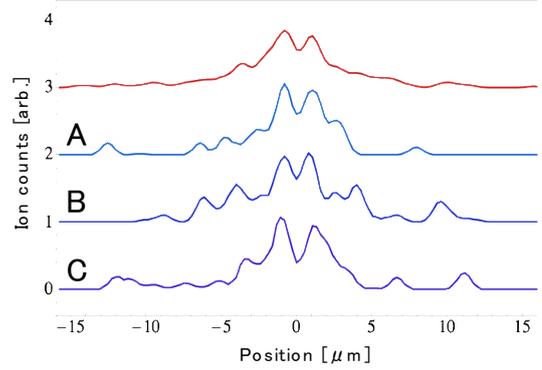


Optical image of two fine slits (width: 1  $\mu\text{m}$ , gap: 1  $\mu\text{m}$ )

**Ion images derived by delay-line detector**



Mass resolution  $m/\Delta m > 10,000$



Spatial resolution  $< 1 \mu\text{m}$

図 5 MULTUM-IMG2 によるイオン像