

加速器質量分析を支える技術とその将来展望

Technical aspect of Accelerator Mass Spectrometry and its future prospect

東大 MALT, 松崎 浩之

MALT, The University of Tokyo, Hiroyuki Matsuzaki

E-mail: hmatsu@um.u-tokyo.ac.jp

加速器質量分析 (AMS = Accelerator Mass Spectrometry) は、静電加速器により、MeV/nucleon 程度までに加速器した上で質量分析を行う。このエネルギーを利用して、通常の質量分析では分離できない同重体による妨害を排除することによって高感度な核種検出を実現している。また、現在主流である、負イオン源+タンデム加速器という構成の場合、電子親和力の違いが有効に利用できるケースもある (Table)。

Table. Typical AMS targets and their interferences, principles of interference suppression.

Interested ion	Interferences	Principle of identification	Apparatus
^{10}Be	^{10}B	Energy losses	Gas counter
^{14}C	^{14}N	Electron affinities	Negative ion source
	$^{12}\text{CH}_2, ^{13}\text{CH}$ (isobaric molecular)	Molecular dissociation	Charge exchange
^{26}Al	^{26}Mg	Electron affinities	Negative ion source
^{36}Cl	^{36}S	Average charge state Energy losses	Gas filled magnet Gas counter
^{129}I	^{129}Xe	Electron affinities	Negative ion source
	^{128}TeH (isobaric molecular)	Molecular dissociation	Charge exchange

エネルギー損失の差異を利用して同重体を分離する原理は、同位体原子核中の陽子数の違いに依存している。すなわち、物質媒体中での有効電荷が異なることから、電子の電離能が異なることによる。したがって、質量数の大きな同重体の場合、その差異が相対的に小さくなり、この原理を利用した同重体分離は難しくなってくる。

そこで、一旦負イオン化した同重体の片方を選択的に中性化して分離する方法が考案されている。これもやはり、電子親和力の違いに依拠する方法であるが、中性化のために、レーザーを使うものと、化学反応を用いるものがある。いずれも相互作用時間を長く取るために、減速し、かつ高周波四重極で散逸を防ぐ仕組みとなっている。

一方、近年まったく新しい ^{14}C 検出法も提案されている。それは、 CO_2 ガスを ECR イオン源にフィードし、多価の正イオンを引き出す。ここで分子イオンの生成を抑制する。加速後、負イオン化セルに導入し、 ^{14}N を排除し、その後質量分析を行うというものである。ポイントは、負イオン化セルにあると考えている。もし高効率に負イオン化が可能であり、ビームエミッタンスも悪化しないものが実現できれば、共鳴イオン化を用いた高度に選択的なイオン源と加速器を組み合わせ、超高感度な加速器質量分析への可能性が拓けよう。