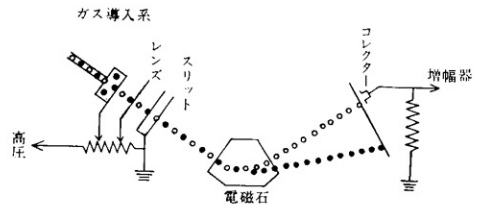


質量分析計



質量分析計の模式図

このたび地質調査所では 日立RMU-5BR型質量分析計 (Mass Spectrometer) を購入 Air Conditioning を施した新しい実験室に設置した。試運転の成績は一応設計通りの満足すべき結果を得ており 同位元素地質学 (Isotope Geology) の研究が今まさにスタートされようとしている。以下 質量分析計について簡単に説明してみよう。

その原理

雨あがりの空に陽光がさしこむと美しい虹が現われる。誰でもよく知っているように 陽光が水滴という違った相を通過することによって屈折し その際に波長によって屈折率が違うため 分散して スペクトルをつくるからである。

質量分析計も全くこれと同じ原理を利用している。虹の陽光に相当するものは 帯電した気体分子または原子の流れであり 水滴にあたるのは磁場である。太陽の光を雲がじゃますると虹が現われないうに 質量分析にもじゃまものがあってはならない。だから分析系は高真空中に納められている。

さて イオンのビームを一定の流速で 磁場に通してやると屈折するが ここで光の波長に相当するのは 個々のイオンの(質量数 m)/(電荷数 e)である。

すなわち m/e の同じイオンは磁場を通過した後 ある一点に収斂してくる。そこで この一点で 特定の (m/e) だけをとりだして その濃度を測定することができれば もとのイオン化しないときの試料の量も知ることができるといわけである。

光学系のどの一点に m/e を収斂させるかは磁場中の pass が長ければ長いほど 両どなりの m_{a+1}/e m_{a-1}/e との分散度がよくなって かぶりによる誤差が少なくな

る。

一方また同じ波長の光の屈折率が媒体の密度によって違い アルコールよりは水 水よりは方解石の方が大きかったように 磁場の強さを強くすればするほど イオンの屈折率を大きくすることができる。この点で地質調査所の質量分析計は イオン軌道半径 200mm 偏向角 90° 磁場の強さ最高 4,000 ガウスをもち 分析可能範囲が $1\sim 300 m/e$ (常用として $1\sim 150 m/e$) の優秀な性能をもつものである。

さてこのように考えてみると それぞれの m/e のスペクトルのつかまえ方に 2通りがあることがわかる。

① つかまえ場所 すなわちコレクターを 1コ作って おいて 磁場の強さを弱→強へと徐々に変えていくのである。そうすると H_a ガウスでコレクターに命中していた m_a/e のスペクトルは $H_a + \Delta a$ ガウスで完全に消失し やがて H_b ガウスになると m_b/e のスペクトルが命中してくることとなる。こうして H_a を H_n まで連続的に変えて 次々にコレクターに入ってくる m/e のスペクトルの強さを自動記録させれば それが求めるマススペクトルである。

② もう 1つの方法は 磁場の強さを一定にして おいて コレクターの数を多くつけるのである。普通は 2個のコレクターを用いて隣りあった m_a/e と m_{a+1}/e のビームを それぞれのコレクターに命中させて 両者の強度比を測定すれば 両者の存在比を測定することができる。

今回購入した質量分析計は両方の性能をそなえるデラックスなものであって炭素 窒素 硫黄その他の自然界における同位元素組成の片寄りを十分に測定することができる。

総合仕様

この質量分析計は ガス操作部 (A)・分析部 (B)・記録部 (C)・電源部の 4 ブロックから構成されている。

ガス操作部から常圧にして 0.1~1cc に相当する低圧のガスがおよそ 0.15mm のスリットを通して 分析部に供給されると 第 1 表の条件によってガスの 1 部はイオン化され 加速されて磁場に突入することとなる。

第 1 表

イオン化電圧	100V	全電子電流	100 μ A
電子加速電圧	160V	イオン化電子電流	30 μ A
二次電子抑制電圧	100V	ヒラメント電流	4.7A
押出電圧	3V		
イオン加速電圧	2,000V		
レンズ電圧	1,760V		

これを **写真 B** で説明すると 左側のガス操作部からの試料は 蛇腹管から Ξ 字型のイオンソース部(E)に入ってイオン化され加速されて右側の電磁石の中央をぬける半径 200mm の円弧をなすイオン軌道内でスペクトルに分散する。さて **写真 C** をみると 左側からのスペクトルは「人さし指」の下の(D)を通り コレクターに入る。

およそ直径 5 cm の空洞中に 2 個のコレクターが並ぶ。コレクターに入ったビームの強さは シングルコレクター法では増幅されて自動記録され ダブルコレクターを利用した場合は **写真 A** の 5 個のダイヤルによって 強度比 すなわち存在比が 5 桁の数値で表示される。

電源部は写真に現われていないが 操置の各部に安定した電流を供給している。

総合性能

第 2 表に試運転の結果の 1 部をあげてみよう。市販のドライアイス CO₂ を試料として 炭素の C¹² と C¹³ の

同位元素組成を ダブルコレクターを用いて測定したものであって 誤差 0.1~0.2% 以下で よい結果を示している。

第 2 表

試料の量 mmHg	CO ₂ ⁴⁴ /CO ₂ ⁴⁶
196	106.1
281	106.0
361	106.1

なお 公表性能は第 3 表の通りである。

第 3 表 公表性能

1. 分解能	200m/e	5. 分析精度	1%以内
2. 最高感度	20div/ μ	6. 試料所要量	0.1~1cc(常圧換算)
3. 分析範囲	1~300m/e	7. 検出感度	10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁸
4. 所要時間	5~10分		

これらの性能を十分に発揮することによって 同位元素地質学の分野で寄与することができるであろう。(地質ニュース No. 59 1959-7「天然における安定同位元素の片寄り」参照)

さて以上のように 決して外国製品におとらぬ最高性能をもつこの質量分析計になお望まれる点が 1 つある。それは現在のままではガス化し得る元素だけしか測定できないことであって Na, K, Mg その他地質学の領域で重要な挙動をする元素が 常温でガス化されないばかりに研究できないことである。

しかしながら固体試料用のアタッチメントが本邦においても開発されつつあるから やがて近い将来 気体でも固体でも容易に分析することが可能となるであろう。

最後に一筆つけ加えるなら 抵抗 1本が切れても質量分析計が完全にストップすると同様に 地質学・化学・物理学等の関係科学の有機的な連携いなしには 質量分析計は動かないであろう。大方のご援助を 願います 次第である。
(技術部 地球化学課)

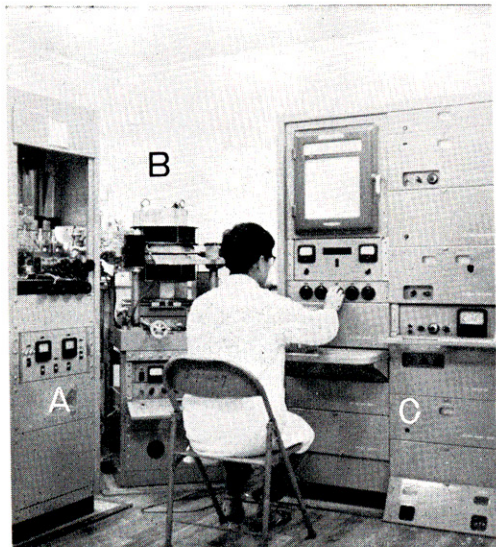


写真 A

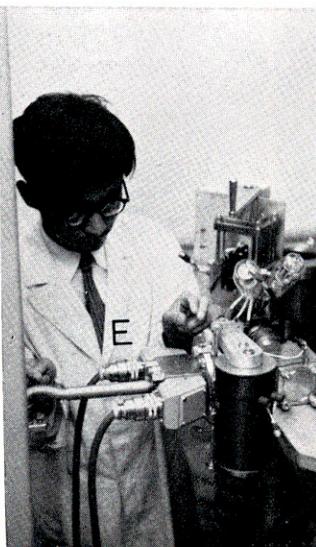


写真 B

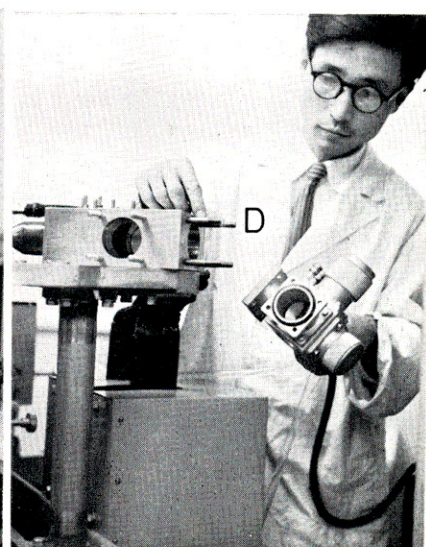


写真 C