

特設② 宇宙分析のエレクトロニクス



第1章 宇宙物質の分析には同位体比率を見分ける能力が必要!

宇宙物質を調べる…
質量分析の基礎知識

三輪 司郎 / 坂本 直哉 Shiro Miwa / Naoya Sakamoto

宇宙物質を調べる…
元素の種類だけでなく同位体の比率も必要

- **まず物質がどんな元素でできているかを調べる**
物質は原子からできています。原子は、陽子や中性子、電子などのさらに細かい粒子で構成されています。原子は陽子の数(≒化学的性質)で分類され、それぞれを元素と呼びます。性質の似た元素を並べた周期表(図1)は、現代の科学になくてはならないものとなっています。宇宙の物質を調べるときは、まず、どのような原子がどのくらい入っているか、それらがどのような構造をしているのか、という分析を行います。
- **一般的な方法では宇宙物質かどうかがわからない**
一般的な元素分析には、電子顕微鏡を使ったX線分析(Appendix参照)が使われます。ほとんどの分析は、この方法で問題ありません。しかし、宇宙物質の分析には力不足です。例えば、

パワー半導体で使われるSiCは、星が爆発するときにも作られます。どちらもケイ素と炭素が1対1でできていますが、地上で作られたものなのか、宇宙で作られたものなのかを見分けられないといけないのです。

- **同位体の比率が星によって違うことを利用する**
宇宙で作られた物質かどうかを見分けるには同位体を使います。同位体とは、陽子の数は同じで中性子の数が違う原子のことをいいます。例えば炭素の場合、陽子と中性子をそれぞれ6個ずつもつ炭素12(12C)と、中性子が1つ多い炭素13(13C)という2つの炭素同位体が自然界で安定に存在し、地球上では12Cと13Cがおおよそ99%と1%の比率で存在します。炭素は星の中心で核合成により作られるので、この比率は元になった星が違くと変わります。宇宙の物質の中には、このようなほかの星で形成した粒子が紛れ込んでいることがあります。宇宙物質からこのような粒子を探して、どのような比率でできているかを調べ

		族																															
		1	2											11	12	13	14	15	16	17	18												
周期	1	1 H 1.008																2 He 4.003															
	2	3 Li 6.941	4 Be 9.012											5 B 10.81	6 C 12.01	7 N 14.01	8 O 16.00	9 F 19.00	10 Ne 20.18														
	3	11 Na 22.99	12 Mg 24.31											13 Al 26.98	14 Si 28.09	15 P 30.97	16 S 32.07	17 Cl 35.45	18 Ar 39.95														
	4	19 K 39.10	20 Ca 40.08	21 Sc 44.96	22 Ti 47.88	23 V 50.94	24 Cr 52.00	25 Mn 54.94	26 Fe 55.85	27 Co 58.93	28 Ni 58.71	29 Cu 63.55	30 Zn 65.38	31 Ga 69.72	32 Ge 72.63	33 As 74.92	34 Se 78.97	35 Br 79.90	36 Kr 83.80														
	5	37 Rb 85.47	38 Sr 87.62	39 Y 88.91	40 Zr 91.22	41 Nb 92.91	42 Mo 95.94	43 Tc 98.91	44 Ru 101.07	45 Rh 102.91	46 Pd 106.42	47 Ag 107.87	48 Cd 112.41	49 In 114.82	50 Sn 118.71	51 Sb 121.76	52 Te 127.60	53 I 126.91	54 Xe 131.30														
	6	55 Cs 132.91	56 Ba 137.33	57 La 138.91	58 Ce 140.12	59 Pr 140.91	60 Nd 144.24	61 Pm 144.91	62 Sm 150.36	63 Eu 151.96	64 Gd 157.25	65 Tb 158.93	66 Dy 162.50	67 Ho 164.93	68 Er 167.26	69 Tm 168.93	70 Yb 173.05	71 Lu 174.97	72 Hf 178.49	73 Ta 180.95	74 W 183.85	75 Re 186.21	76 Os 187.04	77 Ir 188.81	78 Pt 195.08	79 Au 197.00	80 Hg 200.59	81 Tl 204.38	82 Pb 207.20	83 Bi 208.98	84 Po (210)	85 At (210)	86 Rn (222)
	7	87 Fr (223)	88 Ra (226)	89 Ac (227)	90 Th (232)	91 Pa (231)	92 U (238)	93 Np (237)	94 Pu (244)	95 Am (243)	96 Cm (247)	97 Bk (247)	98 Cf (251)	99 Es (252)	100 Fm (257)	101 Md (258)	102 No (259)	103 Lr (260)	104 Rf (261)	105 Db (262)	106 Sg (266)	107 Bh (264)	108 Hs (265)	109 Mt (268)	110 Ds (271)	111 Rg (272)	112 Cn (285)	113 Nh (284)	114 Fl (289)	115 Mc (288)	116 Lv (293)	117 Ts (293)	118 Og (294)

地球上では12Cが99%、13Cが1%なので原子量12.01

図1⁽¹⁾ 元素の同位体の比率は「星」によって違う

◆引用文献◆

(1) 放射線による健康影響等に関する統一的な基礎資料(平成29年度版、HTML形式)、第1章 1.2 原子の構造と周期律、環境省
<https://www.env.go.jp/chemi/rhm/h29kisosshiryo/h29kiso-01-02-01.html>