

南極ドーム Fuji 切削氷からの宇宙塵回収

三浦亜由美, 宇野友則, 福岡孝昭 (立正大地球)

1. 目的

地球外粒子である宇宙塵の起源は、主に彗星や小惑星と考えられている。その宇宙塵の地球への降下量は、年間 $10^4 \sim 10^6$ トンと言われている(Barker and Anders, 1968)。本研究の最終目的は、これだけ大量に降下している宇宙塵が過去にどのような変化をしていたかを求めることである。降下量の変化がわかることで、過去に彗星や小惑星の接近があったことを示唆することができる。この降下量を考えるにあたり、本研究では南極ドーム Fuji で掘削された氷床コアに注目した。南極は地球起源物質による汚染が少ない、深海底堆積物よりも風化の影響が少ないなどから、宇宙塵の形態や元素組成が保持されやすい環境にある。また南極ドーム Fuji は、積もった雪が横へ流動せず、垂直に堆積している上にある。そのため、氷床コアから年代を追うことが可能である。しかし氷床コアは降下量を求める上で有用な試料であるが、多くの古環境情報を保持しているため、すべて用いることはできない。そこで掘削時に同じ深度からかきだされる削りカスの塊である切削氷を用いた。本報告は、最終目的を達成するための第一段階として、宇宙塵を切削氷から回収することに焦点をあてたものである。

2. 試料

本研究では、南極ドーム Fuji で氷床コア掘削の際に生じた深度 1700m の切削氷約 40kg を用いた。

3. 切削氷からの宇宙塵回収と判別法

切削氷には大量の地球起源粒子が含まれている(表 1)。これらと宇宙塵を効率よく分別しながら回収していくために図 1 のような流れで実験を行った。

国立極地研究所冷凍室(-20°C)で保管されている切削氷を粗く砕き、急激な氷の密度変化で宇宙塵が壊れないように、立正大学のサンプル保管室(室温 3°C)でゆっくり自然融解させた。融解水を孔径 $8.0\mu\text{m}$ のポリカーボネートフィルターで吸引ろ過し、固形物の残ったフィルターを、水の入ったビーカーにいれ超音波洗浄器を用いて固形物をフィルターから剥離した。固形物をビーカー中でデカンテーションを 60, 30, 20 秒と 3 回行い浮遊物(主に繊維, 木屑)を取り除いた。最後に 10 秒間のデカンテーションを行い、沈降物と浮遊物をそれぞれ回収した。宇宙塵は金属鉄を含んでいるため、沈みやすいと考え沈降物からの回収を第一に試みた。沈降物を比重 3.3 のヨウ化メチレンで重液分離を行った後、磁性による分離(ハンドマグネットで付く: 有, 付かない: 無)を行った。宇宙塵は F3 フラクシオンに特に集まりやすいと考え、F3 から宇宙塵と思われる粒子を実体顕微鏡下でハンドピックした。

ハンドピックした粒子を SEM/EDS(走査型電子顕微鏡/エネルギー分散型 X 線分光)で形態観察と定性分析を行った。Fe, Ni, Si, Mg, S が確認できた粒子を INAA(機器中性子放射化分析)で親石元素(Al, Ti, Ca, V, Mg, Cr, Mn, Na), 希土類元素(La, Sm, Eu, Yb, Lu, Sc), 親鉄元素(Ir, Fe, Co, Au)を元素分析した。

4. 結果と考察

図 2 は縦軸に濃度を CI コンドライトで規格化した値、横軸に親石元素, 希土類元素, 親鉄元素を揮発性元素順に並べた結果である。Au と Ir は宇宙物質であるか否かを判定するのに重要な元素であるが、両方の元素を確認できる試料がなく、かつ全体的に値が低い傾向となった。ハンドピックした全ての粒子には SEM/EDS より掘削ワイヤーのメッキに使われている Zn のピークが確認できた。Au, Ir はこの Zn による汚染から来た可能性も考えられる。したがって本研究で回収・分析された粒子が宇宙塵であるという確証は得られなかった。

表 1 本研究で回収したドーム Fuji 切削氷中の固体粒子の種類と性質

	起源	比重	磁性 ¹⁾	形状	サイズ	存在比(%)
宇宙塵(石質)	彗星・始原的隕石母天体	~2.2	有	不定形または球粒	<1mm	<1
	分化した隕石の母天体	~2.1	無?			?
地球物質						
繊維	手袋・衣類	<1.0	無	繊維状	5-20mm	20
木くず・紙片	ダンボール・木箱	0.4-1.1	無	木片・紙切れ	1-15mm	30
スス・炭	発電機	0.4-1.0	無	球粒?不定形	<1mm-20mm	<1
亜鉛メッキ片	掘削ワイヤーのメッキ	7.1	無	薄板状	<5mm	10
鉄粒子	宇宙塵?・掘削機の破片	7.8	有	球粒または薄板状	<5mm	10
砂粒	岩石(鉱物・ガラス)	1.9-2.3	大半は無	不定形?	<1mm	30
		5.2	有(磁鉄鉱)			

1)磁石に付くか付かないかで判断した。分化した宇宙塵は不明。

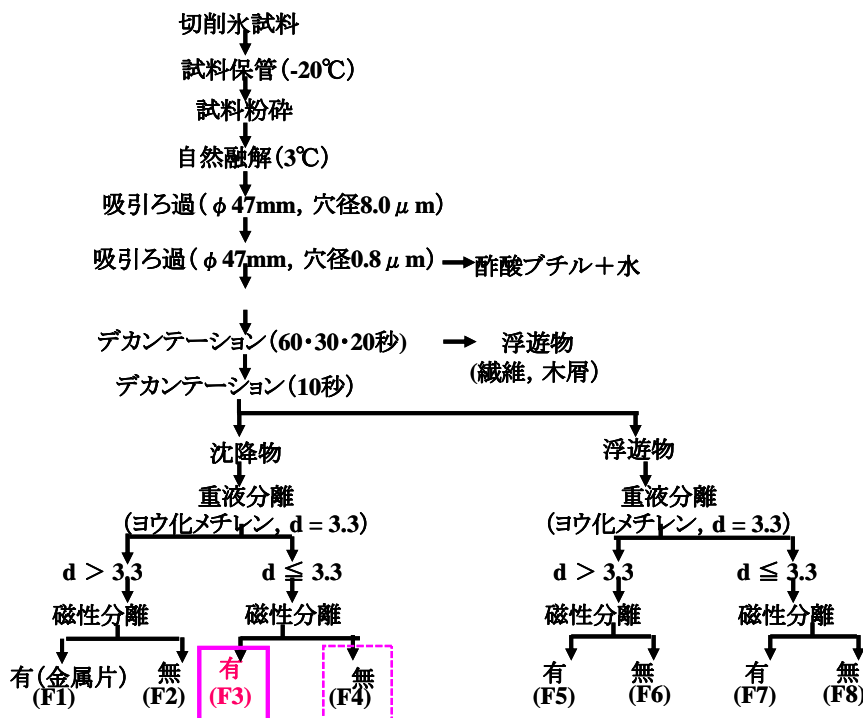


図 1 切削氷からの宇宙塵回収フローチャート

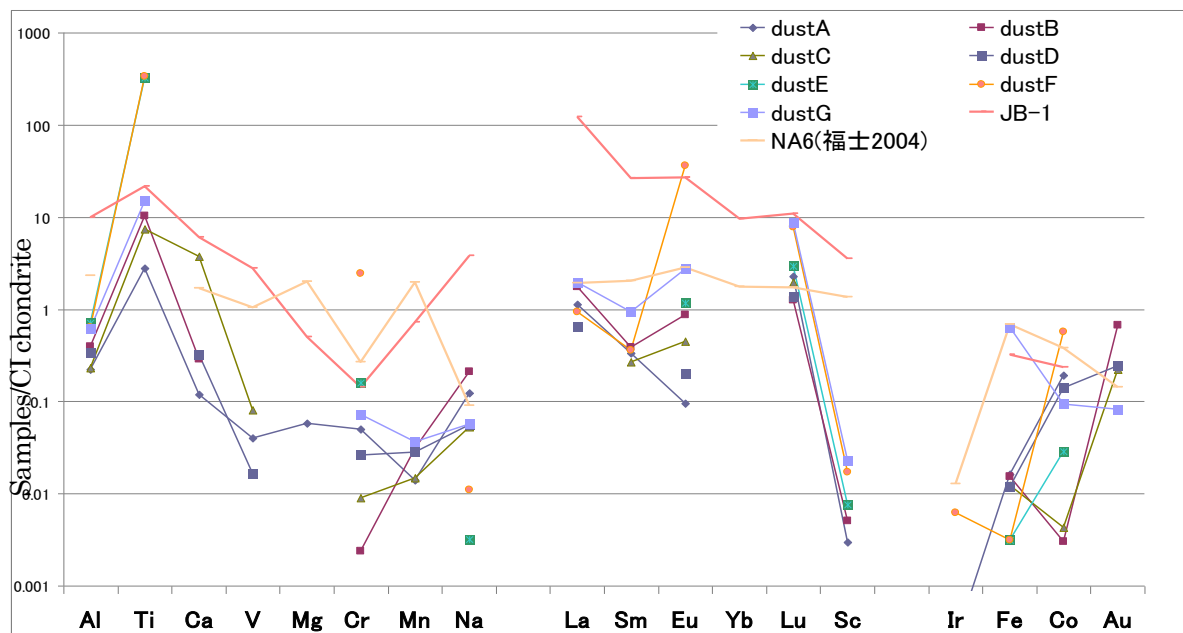


図 2 濃度を CI コンドライトで規格化, JB-1 は地質標準試料, NA6 は宇宙塵とわかっている試料