

# 南極宇宙塵の化学的研究

福岡孝昭（立正大学地球環境科学部）

田澤雄二（京都大学理学部）

斉藤裕子（青山学院大学理工学部）

平成18年度共同利用研究費査定額

校費 200,000円

旅費 70,000円

# 少量南極隕石の $^{26}\text{Al}$ 放射能の測定

福岡孝昭 (立正大学地球環境科学部)

小島秀康 (国立極地研究所)

小林和久 (金沢大学低レベル放射能実験施設)

大橋英雄 (東京海洋大学海洋科学部)

松崎浩之 (東京大学原子力研究総合センター)

平成18年度共同利用研究費査定額

旅費 50,000円

# 南極宇宙塵の化学的研究

福岡孝昭（立正大学地球環境科学部）

田澤雄二（京都大学理学部）

齊藤裕子（青山学院大学理工学部）

平成18年度共同利用研究費査定額

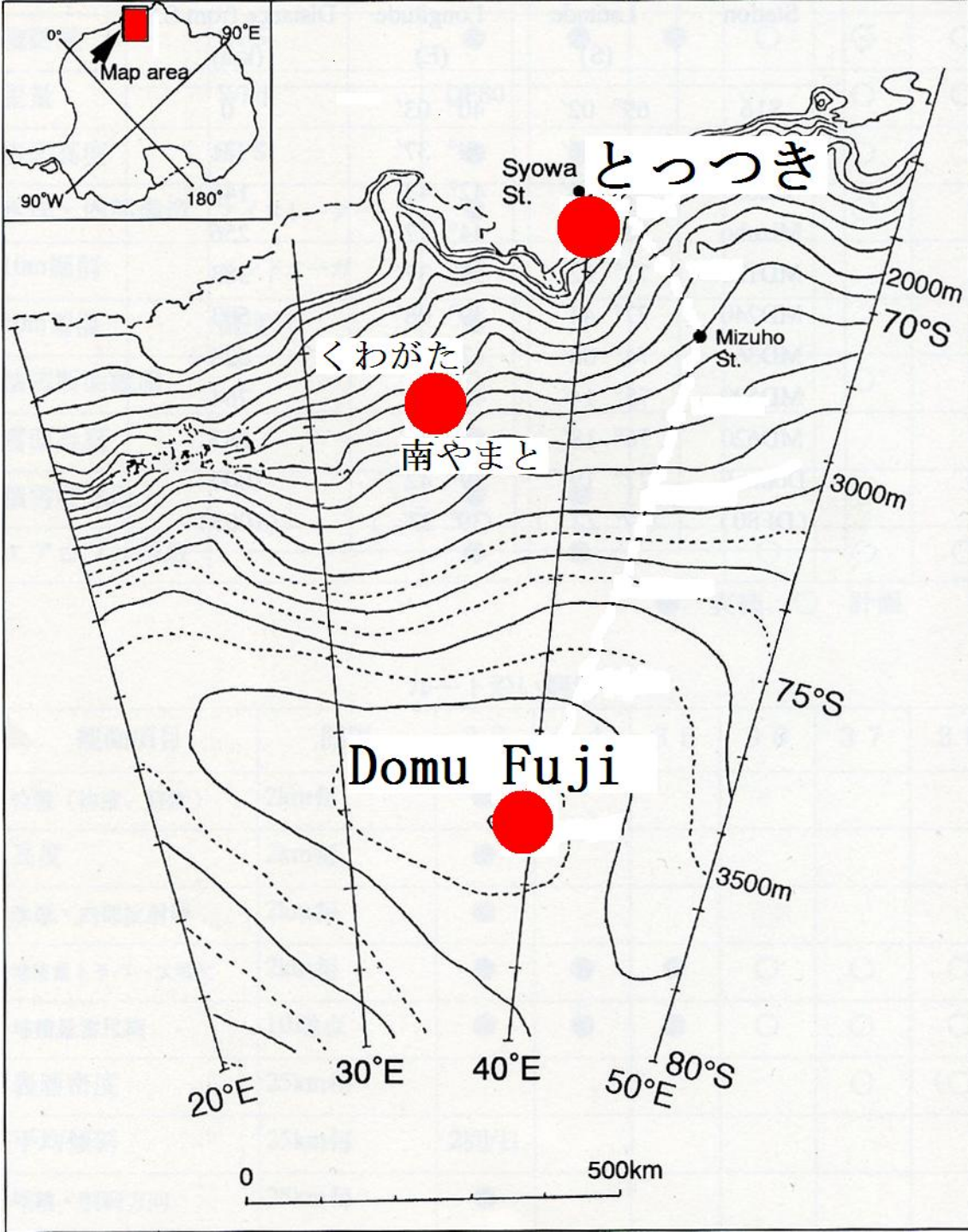
校費 200,000円

旅費 70,000円

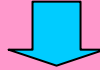
# 平成18年度の研究

## 宇宙塵の起源を化学的な面から考察する

1. 分析法の改善
2. 南極氷中宇宙塵の分析
3. 南極ドームFuji基地での氷床コア掘削時に生じる削り屑の氷からの宇宙塵の回収



重量測定



3 × 3mmの高純度ポリエチレンフィルムに融封



日本原子力開発機構JRR-3M炉

放射化分析用照射設備(PN-3)10min照射・

熱中性子束： $1.9 \times 10^{13}(\text{n}/\text{cm}^2 \cdot \text{s})$



Al, Mg, Ti, V, Ca, Mn, Na 測定



ポリエチレンフィルムの除去

高純度合成石英容器に封入



日本原子力開発機構JRR-3M炉

水力照射設備(HR-1)100h照射・熱中性子束： $1.2 \times 10^{14}(\text{n}/\text{cm}^2 \cdot \text{s})$



高純度石英容器の除去

3 × 3mmの高純度ポリエチレンフィルムに融封



(K), Cr, La, Sm, Yb, Lu, Sc, Fe, Co, Ni, (Ir), Au 測定

# 日本原子力開発機構原子炉の中性子束

	JRR-3 (HR-1)	JRR-4 (Tパイプ)	JRR-4 (Sパイプ)
熱中性子束 (n/cm <sup>2</sup> *s)	1.2*10 <sup>14</sup>	7.0*10 <sup>13</sup>	5.1*10 <sup>13</sup>
速中性子束 (n/cm <sup>2</sup> *s)	1.7*10 <sup>12</sup>	1.2*10 <sup>13</sup>	8.4*10 <sup>12</sup>

# とっつき②-a

Sample	Weight $\mu\text{g}$	Ti %	Al %	Fe %	Mn %	Mg %	Ca %	Na %	K %	V ppm	Cr ppm
TPU01	2.9	0.10	1.04	27.6	0.0913	7.66	–	0.468	–	71.5	3610
TPU02	59.0	0.080	1.27	23.8	0.199	15.4	1.3	0.310	–	88.0	4880
TPU03	8.9	0.093	1.15	22.9	0.199	13.1	1.0	0.369	–	65.4	3470
TPU04	1.4	0.078	1.25	19.8	0.101	6.17	–	0.365	–	49.3	2490
TPU05	1.1	–	0.881	10.9	0.0803	4.81	–	0.171	–	40.0	1360
TPU06	11.2	0.087	1.29	31.1	0.184	10.5	1.0	0.191	–	68.4	3460
TPU07	8.5	0.057	1.06	23.4	0.273	13.9	1.1	0.435	–	58.8	3380
TPU08	15.5	0.062	1.06	24.8	0.108	8.69	0.69	0.400	–	63.1	3500
TPU09	0.6	0.11	0.750	9.75	0.0353	6.52	–	0.114	–	46.8	1830
TPU10	4.1	0.097	1.56	25.6	0.161	8.45	0.61	0.434	–	63.2	3310
JB-1(STD)	22.8	=0.79		=6.29	=0.118	=4.65	=6.61	=2.05		=211	=425
JB-1(Sam)	8.0	0.76		5.99	0.110	4.79	7.52	1.91		196	442
ERROR <sup>1)</sup>	%	15–50%	0.5–5%	0.2%	3–10% <sup>2)</sup>	5–12% <sup>3)</sup>	10–35%	1–8%		4–9% <sup>4)</sup>	0.3%

– 検出下限以下を示した

1) 計数値による誤差を示した

※以下、2)～4)は予想される誤差値で特に大きいものを示す

2) TPU05 (13%) and TPU09 (14%)

3) TPU05 (18%) and TPU09 (28%)

4) TPU09 (22%)



# とっつき②ーb

Sample	Weight $\mu$ g	La ppm	Sm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Sc ppm	Co ppm	Ni %	Ir ppb	Au ppb
TPU01	2.9	0.35	0.133	0.160	0.0685	6.13	128	0.157	236	387
TPU02	59.0	0.39	0.217	0.231	0.0479	11.8	307	0.628	401	179
TPU03	8.9	0.34	0.187	0.235	0.0364	7.66	258	0.413	185	218
TPU04	1.4	0.16	0.123	0.132	0.0508	5.82	82.9	0.159	165	173
TPU05	1.1	0.19	0.0855	0.108	0.0303	3.53	40.0	0.101	153	137
TPU06	11.2	0.30	0.198	0.204	0.0561	7.29	215	0.295	299	221
TPU07	8.5	0.30	0.186	0.166	0.0371	7.14	218	0.344	183	228
TPU08	15.5	0.31	0.130	0.133	0.0549	7.28	57.4	0.105	186	305
TPU09	0.6	0.15	0.0951	0.115	0.0469	3.45	28.1	0.0681	199	177
TPU10	4.1	0.33	0.184	0.225	0.0537	8.72	323	0.275	400	305
JB-1(STD)	22.8	=38.6	=5.13	=2.13	=0.31	=27.5	=38.2			
JB-1(Sam)	8.0	38.4	4.91	2.02	0.26	26.0	53.0			
ERROR <sup>1)</sup>	%	35-60%	5-7% <sup>2)</sup>	5-15% <sup>3)</sup>	5-10%	0.5%	0.5-1%	3-5%	1-4%	1%

- 検出下限以下を示した

1) 計数値による誤差を示した

※以下、2)~3)は予想される誤差値で特に大きいものを示す

2) TPU04 (24%), TPU05 (29%) and TPU09 (24%)

3) TPU05 (21%) and TPU09 (14%)

# とっつき③-a

Sample	Weight $\mu\text{g}$	Ti %	Al %	Fe %	Mn %	Mg %	Ca %	Na %	K %	V ppm	Cr ppm
TPA046	2.9	0.082	1.40	15.5	0.0404	9.73	0.39	0.254	0.11	78.5	3660
TPA052	12.0	0.090	1.24	28.6	0.149	12.1	0.71	0.171	0.066	143	4280
TPA053	4.7	0.13	1.34	20.0	0.137	9.32	0.16	0.234	0.097	73.5	3180
TPA060	6.5	0.16	1.19	22.4	0.213	9.46	0.54	0.411	0.14	80.9	3170
TPA077	2.3	0.19	1.73	22.9	0.149	15.5	0.79	0.324	0.11	103	3860
TPA122	7.3	0.12	1.26	25.7	0.891	9.66	0.60	0.227	0.15	89.9	3410
TPA144	4.8	0.17	1.52	25.6	0.127	7.73	0.23	0.258	0.15	111	3810
TPB034	8.0	0.11	1.36	18.0	0.307	19.3	1.3	0.647	0.089	127	7210
TPD091	22.4	0.088	0.917	12.8	0.147	21.7	0.62	0.0729	0.010	129	4340
TPD096	16.2	0.084	0.753	22.5	0.287	17.0	0.53	0.158	0.037	66.7	2830
TPD149	1.2	0.17	1.61	22.4	0.332	10.1	1.1	0.423	0.15	110	3780
TPD204	4.2	0.11	1.34	24.8	0.102	8.54	0.40	0.358	0.089	95.4	3450
TPD244	24.7	0.061	0.978	28.9	0.249	11.1	0.63	0.0288	0.053	82.0	3780
TPD251	21.5	0.11	1.38	25.1	0.229	13.4	0.52	0.288	0.065	90.6	4240
JB-1(STD)	22.8	=0.79		=6.29	=0.118	=4.65	=6.61	=2.05	=1.19	=211	=425
JB-1(Sam)	14.0	0.73		6.48	0.117	5.38	6.80	2.06	1.17	218	533
ERROR <sup>1)</sup>	%	20-40% <sup>2)</sup>	1-2%	0.3%	2-5%	6-9% <sup>3)</sup>	20-40% <sup>4)</sup>	3-5%	10-20% <sup>5)</sup>	3-8%	0.3%

- 検出下限以下を示した

1) 計数値による誤差を示した

※以下、2)~5)は予想される誤差値で特に大きいものを示す

2) TPA046(53.7%) and TPD149(55.7%)

3) TPD149(13.4%)

4) TPA046(55.5%), TPA053(108%) and TPA144(76.2%)

5) TPD091(162%), TPD096(32.2%) and TPD244(41.2%)

# とっつき③ーb

Sample	Weight $\mu$ g	La ppm	Sm ppm	Yb ppm	Lu ppm	Sc ppm	Co ppm	Ni %	Ir ppb	Au ppb
TPA046	2.9	0.35	0.163	0.201	0.0611	7.69	185	0.331	172	364
TPA052	12.0	0.28	0.137	0.214	0.0370	8.08	422	0.255	311	120
TPA053	4.7	0.44	0.136	0.219	0.0544	8.23	109	0.202	131	413
TPA060	6.5	0.43	0.165	0.271	0.0445	7.59	167	0.219	97.9	282
TPA077	2.3	0.53	0.222	0.241	0.0529	10.3	333	0.518	188	305
TPA122	7.3	0.27	0.144	0.182	0.0508	7.43	145	0.303	243	303
TPA144	4.8	0.35	0.0829	0.111	0.0417	6.36	215	0.459	278	244
TPB034	8.0	0.14	0.0786	0.202	0.0167	7.76	54.5	0.0560	–	2.83
TPD091	22.4	0.22	0.208	0.382	0.0306	11.6	373	0.681	177	34
TPD096	16.2	0.12	0.0196	0.0602	0.0202	4.90	11.3	0.132	85.0	6.51
TPD149	1.2	0.22	0.330	0.336	0.0768	9.50	154	0.323	144	383
TPD204	4.2	0.83	0.167	0.205	0.0477	8.52	147	0.232	110	322
TPD244	24.7	0.16	0.0749	0.117	0.0241	6.61	401	0.397	102	219
TPD251	21.5	0.47	0.221	0.226	0.0392	10.6	378	0.497	191	173
JB-1(STD)	22.8	=38.6	=5.13	=2.13	=0.31	=27.5	=38.2			
JB-1(Sam)	14	39.0	5.27	2.96	0.13	27.3	37.7			
ERROR <sup>1)</sup>	%	10-40% <sup>2)</sup>	4-6%	6-15%	4-8%	0.5%	1%	1-5%	1-2%	1%

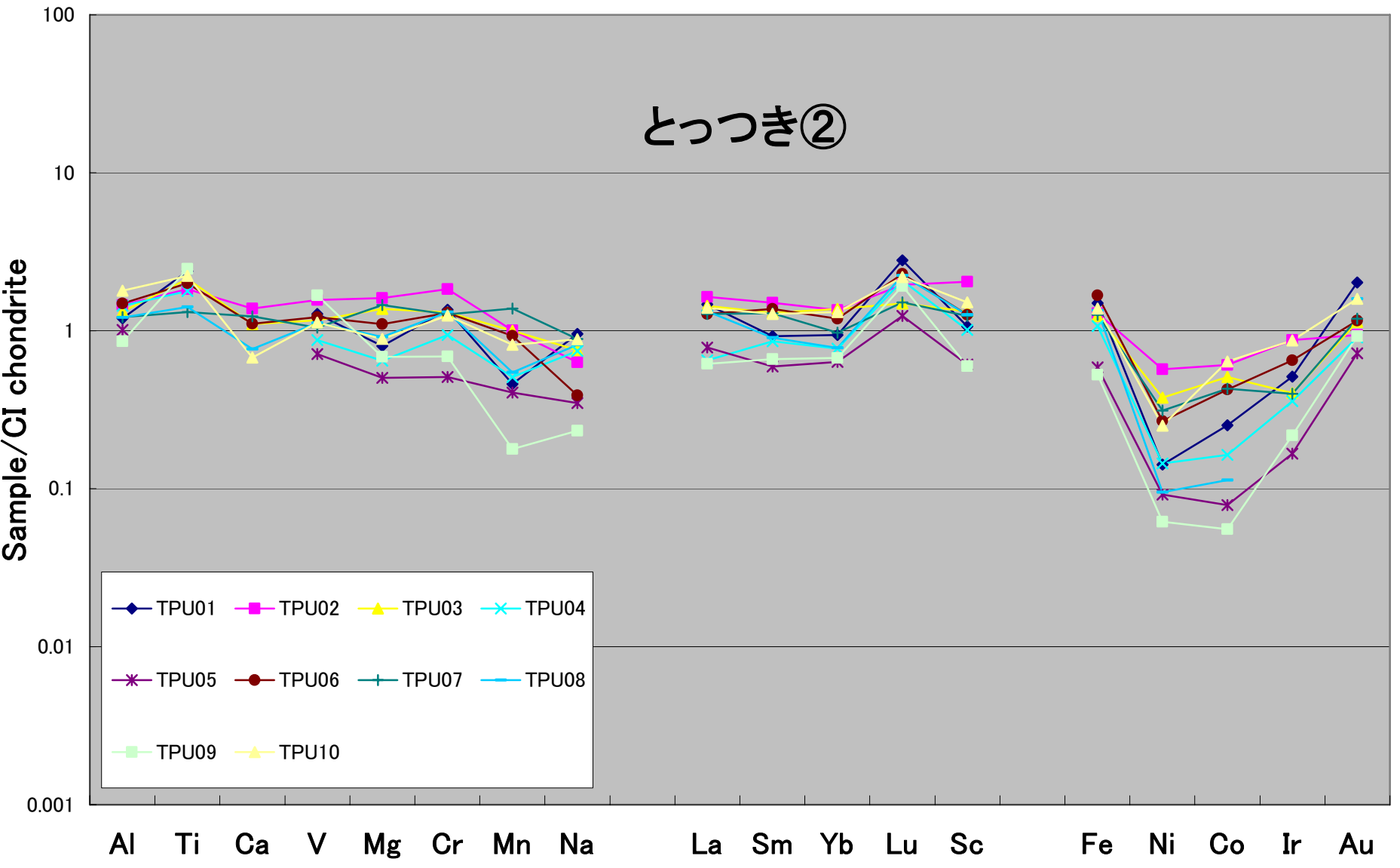
– 検出下限以下を示した

1) 計数值による誤差を示した

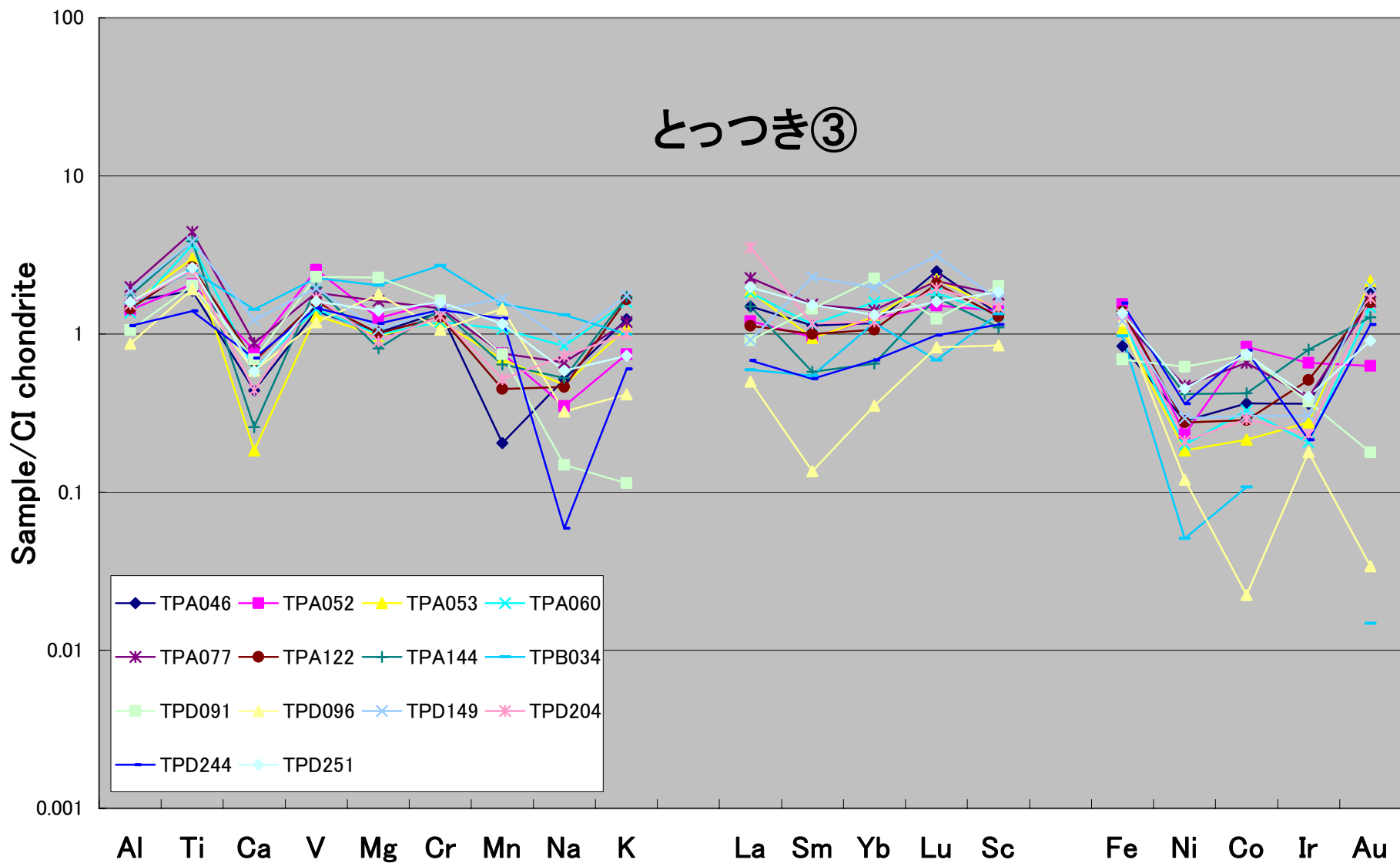
※以下、2)~4)は予想される誤差値で特に大きいものを示す

2) TPB034(63.2%) and TPD149(92.2%)

# とっつき②



とっつき③



## 採取地点 試料数(個)

---

Domu Fuji 6

南やまと 5

くわがた 9

とっつき 33

---

計 53

国立極地研究所冷凍室(−20°C)で保管



立正大学地球環境科学部  
冷凍庫(−20°C)で保管



融解(2°C)

ステンレスビーカー中



吸引ろ過

穴径8 μm、フィルター径45mm



観察

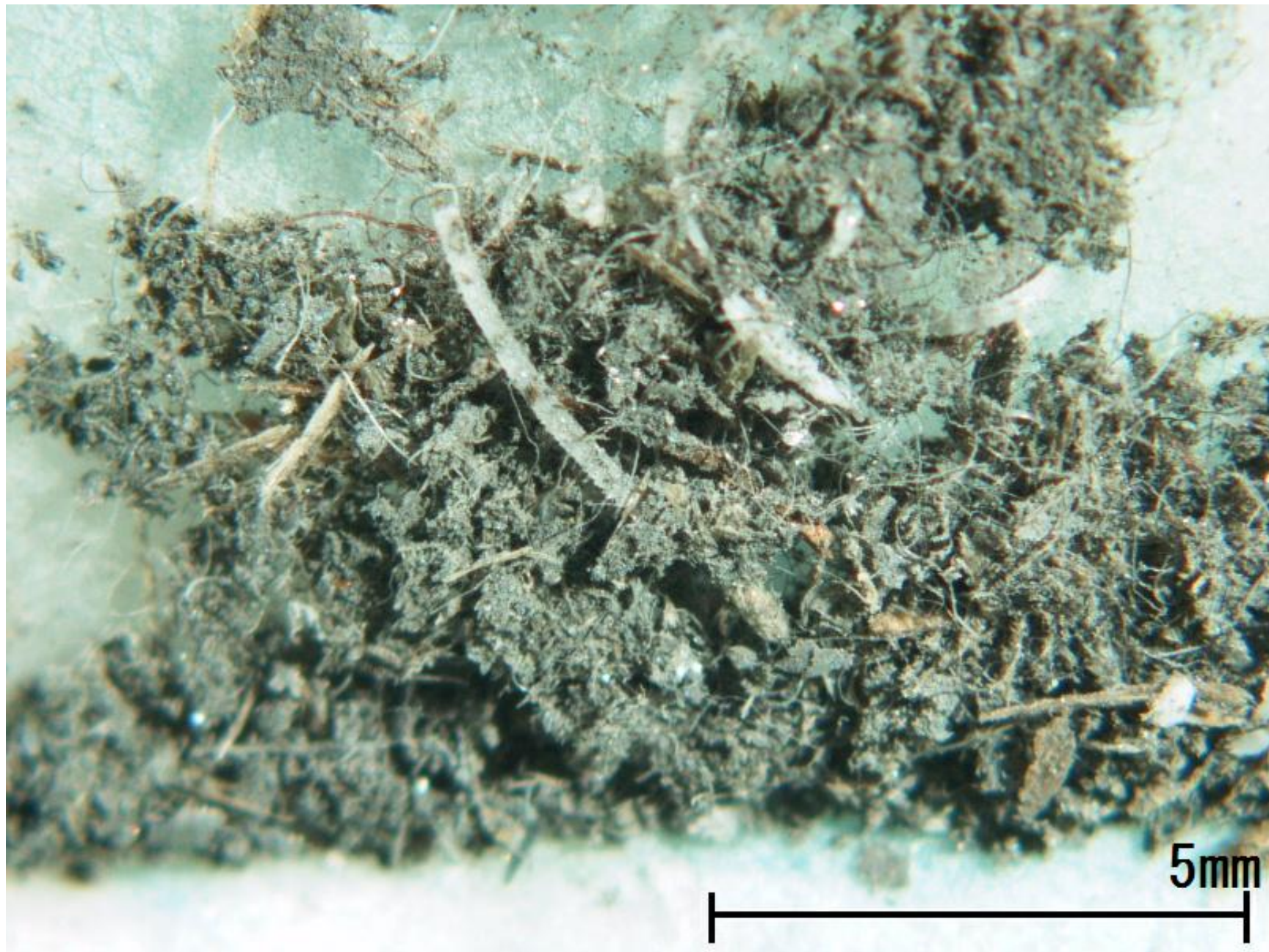


宇宙塵の純化

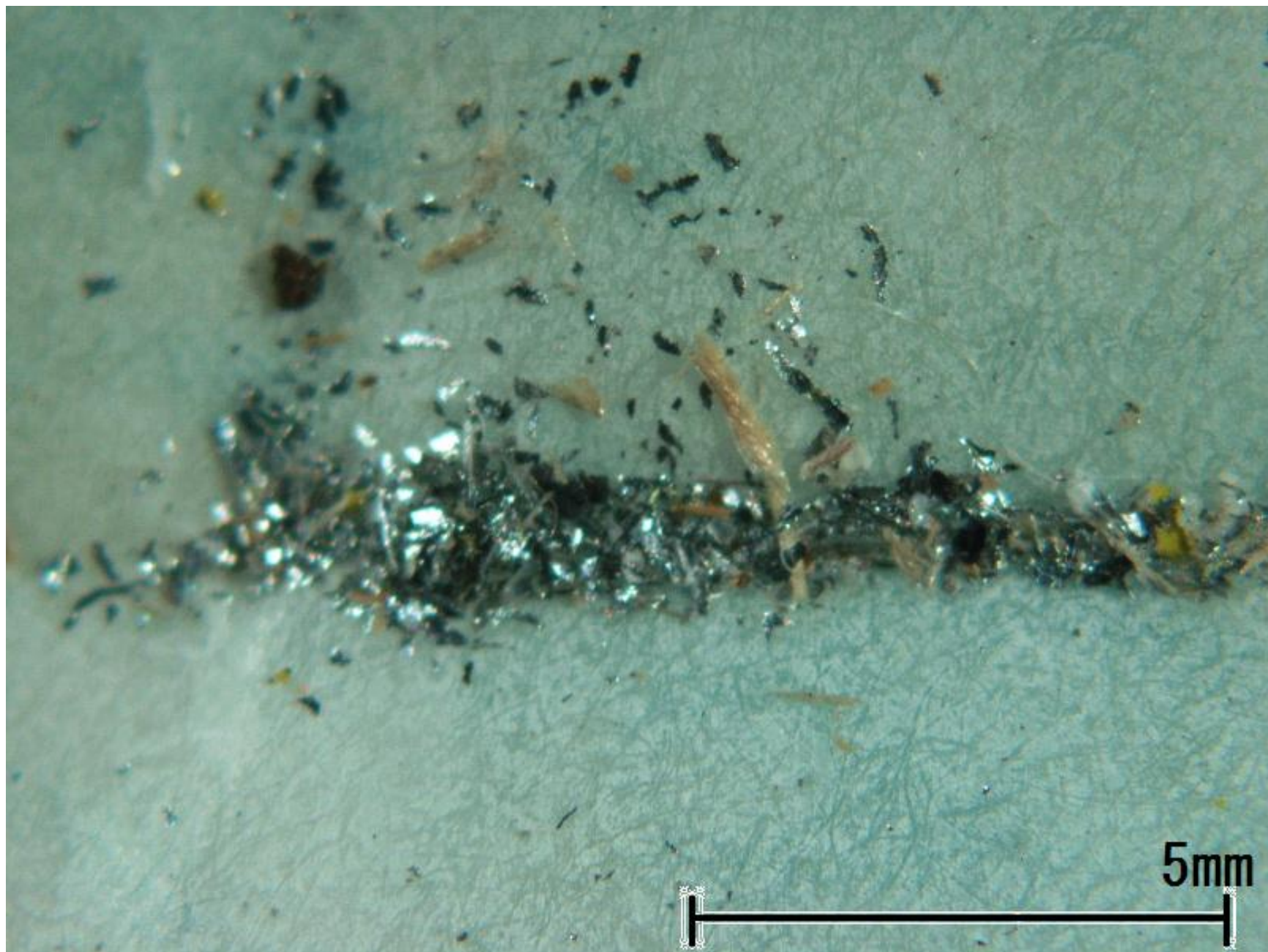
ドームFuji基地コア氷掘削時の削り屑の処理

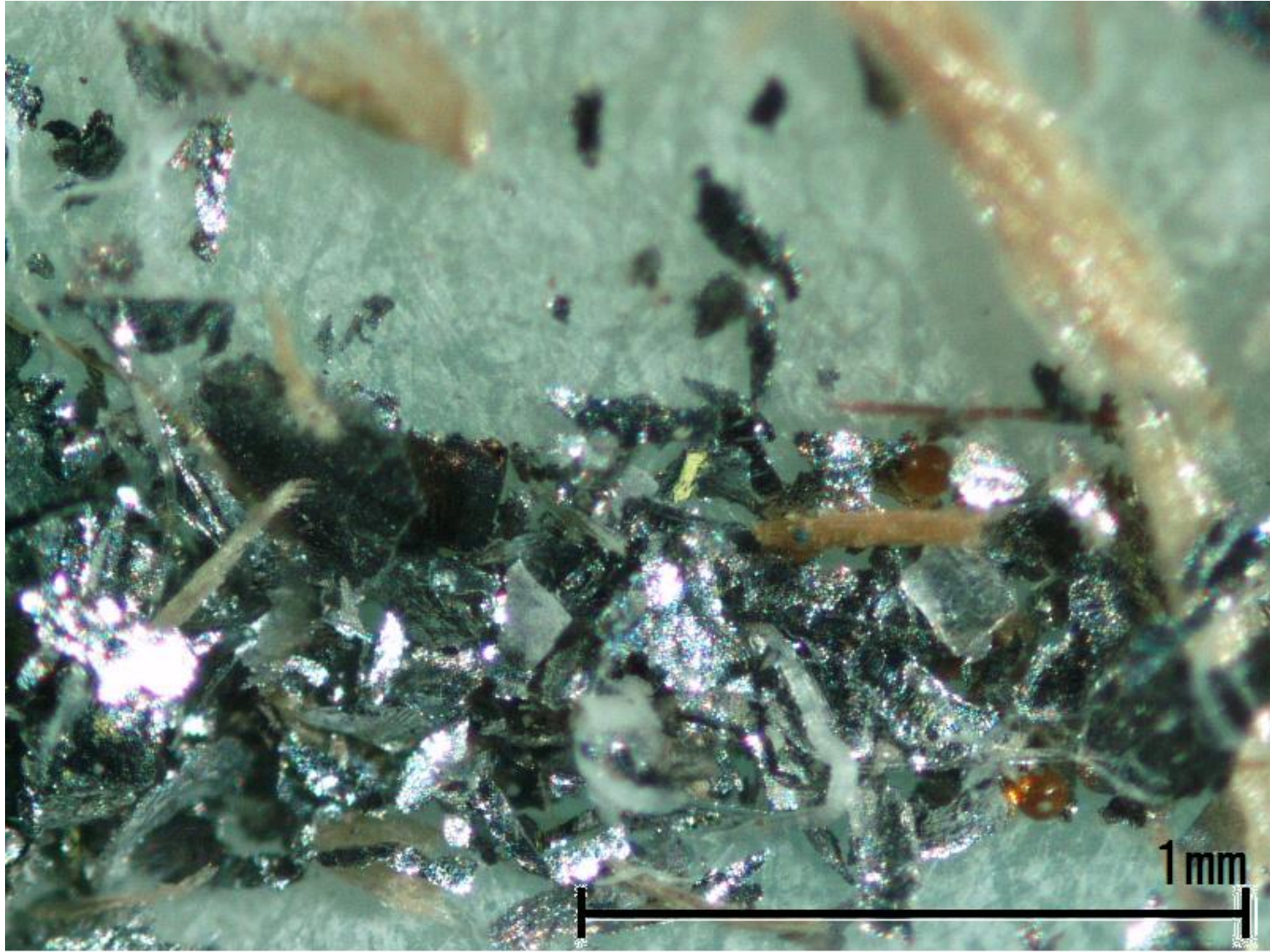














# 少量南極隕石の $^{26}\text{Al}$ 放射能の測定

福岡孝昭 (立正大学地球環境科学部)

小島秀康 (国立極地研究所)

小林和久 (金沢大学低レベル放射能実験施設)

大橋英雄 (東京海洋大学海洋科学部)

松崎浩之 (東京大学原子力研究総合センター)

平成18年度共同利用研究費査定額

旅費 50,000円

# 南極隕石の落下年代 (Terrestrial age) が 供給する情報

1. 南極隕石は何時落下したのか
2. 落下年代の周期性
3. 隕石のPairing
4. 南極隕石の集積機構
5. 氷の年代
6. 氷床中火山灰の年代

# 日本が所有する隕石の重量分布 (1969-2000年採集)

試料重量[g]			数[個]
0.01	-	2	1540
2	-	10	3158
10	-	196,512	12030
合計			16728

NIPR (2000)

# Samples and $^{26}\text{Al}$ contents.

sample name	weight (g)	count length (days)	$^{26}\text{Al}$ content (dpm/kg)
<b>Y-791199</b> <b>(Diogenite)</b>	<b>1.78</b>	<b>180</b>	<b>55 ± 4</b>
<b>Y-791192</b> <b>(Eucrite, polymict texture)</b>	<b>1.73</b>	<b>124</b>	<b>94 ± 5</b>
<b>Y-791962</b> <b>(Eucrite)</b>	<b>1.73</b>	<b>181</b>	<b>89 ± 4</b>
<b>Allende</b> <b>(CV3)</b>	<b>2.34</b>	<b>173</b>	<b>41 ± 4</b>
-----			
Nbkogiri-yama (Fukuoka et. al. 1993)			
<b>Y-86009</b> <b>(CV3)</b>	<b>1.45</b>	<b>258</b>	<b>74 ± 11</b>
<b>Y-86770</b> <b>(C1)</b>	<b>1.81</b>	<b>241</b>	<b>38 ± 10</b>
<b>Asuka-8603</b> <b>(H4)</b>	<b>2.52</b>	<b>158</b>	<b>61 ± 7</b>

---

分析法

破壊/非破壊

必要な試料重量 測定に必要な時間

---

超低バックグラウンド  
γ線測定法

非破壊

2.5g以下

4-6 ヶ月

AMS

破壊

10 ~ 50 mg

10-30 分

---



Meteorite name	Type	Date of fall	Al <sup>26</sup> content [dpm/kg]	
			ICRR (Kashiwa) Extremely low background $\gamma$ -ray counting system (count length)	AMS
Allende	CV3	1969.02.08	53.3 $\pm$ 6.6 (173 days)	52.1 $\pm$ 1.2
Millbillillie	Euc	1960.10	108 $\pm$ 12 (48 days)	105 $\pm$ 2
Valera	L5	1972.10.15	—	61.9 $\pm$ 2.5
Tatahouine	Dio	1931.11.27	—	79.8 $\pm$ 2.6

Meteorite name		$^{26}\text{Al}$ content [dpm/kg]
Allende	ICRR and AMS	$52.7 \pm 3$ ←
	Evans (1982)	$64 \pm 3$
	Cressy (1972)	$48 \pm 2$
	Others (range of 32 data <sup>1)</sup> )	$32 \pm 13 - 32 \pm 13$

$^{53}\text{Mn}$ ,  $^{26}\text{Al}$ ,  $^{10}\text{Be}$  and  $^{36}\text{Cl}$  in meteorites: data compilation Nishiizumi (1987)

	NIPR南極隕石 センターHP	Nishiizumi (1987)	
		Number of sample	Number of Al-26 data
E3	15	1	0
H3	91	5	2
H4	808	15	9
H5	534	34	20
H6	316	19	13
L3	122	3	1
L4	142	2	0
L5	98	8	1
L6	627	58	31
LL4	26	2	0
LL6	74	9	4
CM2	68	1	0
How	27		
Euc	72	8	2
Dio	73	12	4
IAN		1	0
Iron	6	2	0
Ure	16	1	0
Ano	4	3	3
Lunar	3		
<b>Total</b>	<b>3115</b>	<b>181</b>	<b>87</b>