

宇宙塵研究のサポート

立正大学 福岡孝昭

田澤さんとの出会い

田澤

1966年3月 学習院理学部物理学科卒業
(理論物理、長谷川博一研究室)

1966年3月 学習院大学大学院自然科学研究科
物理学専攻修士課程入学
(木越邦彦研究室)

$^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ 放射能比 > 1

1968年3月 同上修了(理学修士)

修士論文: ガラス中の ^{222}Rn の拡散量に
及ぼす α trackの影響

福岡

1965年3月 化学科卒業(木越邦彦研究室)

1965年4月 化学専攻入学
火山岩のウラン系列年代測定
(木越邦彦研究室)

1967年3月 同上修了

1967年4月 博士課程入学

1970年3月 同満了退学

1970年5月 学振→助手

福田 孝昭 殿

昭和 43.2.28.

学習院大学大学院
自然科学研究科

昭和 42 年度卒業学生の研究発表会 (案内)

「I」物理学専攻

時 3月4日(月) 午前 8時 30分

所 理学部 2号館 206号室

人および題目(講演 20分, 討論 10分)

- (1) 伊藤 滋君 (指導 大川教授)
加工硬化の構造と安定性について
- (2) 大橋 信夫君 (指導 小川助教授)
応力によるエサキダイオードの発振周波数変化
-digital strain gauge への試み-
- (3) 川辺 秀一君 (指導 近藤教授, 宣講師)
レンズの自動設計
- (4) 小泉 晴彦君 (指導 川路助教授)
シリコン表面準位の熱処理効果の研究
- (5) 佐々木 志郎君 (指導 木下教授)
光干渉法による高感度微小変位測定装置の試作
- (6) 田沢 雄二君 (指導 木越教授)
ガラス中の ^{222}Rn の拡散量に及ぼす d-track の影響
- (7) 中島 右智君 (指導 木下教授)
超高真空中で蒸着した銀膜の内部応力
- (8) 西堀 峯夫君 (指導 木下教授)
極薄膜の偏光解析

昭和 41. 2. 10.

殿

学習院大学大学院
自然科学研究科

昭和 40 年度卒業学生の研究発表会 (案内)

〔I〕物理学専攻

時 3月6日(日) 午前9時

所 理学部 2号館 206号室

人および題目 (講演 25分, 討論 15分)

- (1) 一宮 虎彦君 (指導 中田講師)
アントラセンのドリフト移動度の圧力変化
- (2) 小貫 光太君 (指導 木下教授)
 MgF_2 蒸着膜の光散乱
- (3) 木村 久正君 (指導 小川助教授)
CdS 単結晶の photo-Hall 効果
- (4) 野間 元作君 (指導 長谷川教授)
高度 5200m における宇宙線空気シャワー中の Nuclear
Active Particle
- (5) 馬来 国弼君 (指導 木下教授)
真空蒸着膜 (Ag, MgF_2, ZnS) の内部応力
- (6) 山崎 正之君 (指導 木下教授)
冷却 KH_2PO_4 結晶を用いた低温型光変調器の試作
- (7) 四方田 重昭君 (指導 近藤教授)
ウイリアムの弦の振動

木越教授 殿

昭和42. 2. 27.

学習院大学大学院
自然科学研究科

昭和41年度卒業学生の研究発表会(案内)

〔I〕物理学専攻

時 3月3日(金) 午前9時

所 理学部 2号館 206号室

人および題目 (講演20分, 討論7分)

- (1) 石井 武君 (指導 鈴木講師, 大川教授)
銅ニッケル稀薄合金における転位の運動と固溶体硬化
- (2) 今村 修武君 (指導 近角講師, 中川教授)
磁性薄膜の高速スイッチング
- (3) 内柴 秀磨君 (指導 中川教授)
 γ - $MnZn_3$ の結晶ひずみと反強磁性変態について
- (4) 上村 克紀君 (指導 長谷川講師)
Rudstamの公式とNuclear Evaporation
- (5) 川口 洋一君 (指導 川路助教授)
P型InAsのn型表面層における電気伝導
- (6) 河村 智士君 (木下教授)
蒸着膜成長の初期段階の電子顕微鏡による解析
- (7) 小島 明君 (指導 小川助教授)
CdS単結晶の電気機械的性質
- (8) 坂本 明正君 (指導 小川助教授)
マイクロ波超音波の発生及び検出

ガラス中の ^{222}Rn の拡散量に及ぼす α -trackの影響

田沢 雄二

一般に岩石中に含まれる ^{238}U と、その娘核種 ^{234}U の activity ratio は 1 である。しかし天然水、或いは天然水起源鉱物中等では、 ^{234}U が、 ^{238}U との平衡量よりも 10% 未満新である事が明らかになっている。この過剰の生れる原因は、とてかくそれら同位体の溶出の過程にあるとと考へられている。この論文では新しい仮説を提案し、それにより非平衡の生じた原因を説明する。仮説は壊変時に放出される α 粒子の track の効果を中心とした。単純化された model の理論が計算され、その model に基づいた実験が行われる。model は具体的に球状ガラスに含まれる ^{226}Ra から α -decay により生ずる ^{222}Rn の拡散の、 α -track 依存性を用いて作られる。

Diffusion equation の計算結果は、 ^{222}Rn の放出する α 粒子 (5.4 MeV) による電離電流を、積分型電離器、振動容量型電位計により測定し、合わせて比較、検討される。

田澤

1968年4月 京都大学理学部物理学第二教室
宇宙線研究室技官
(長谷川教授、山越助手)

山越助手 → 東大核研(現宇宙線研)に転出

深海底産宇宙塵の研究をスタート

1991年10月 長谷川先生亡くなる
助手に昇格

福岡

1967年4月 博士課程入学
1970年3月 同満了退学
1970年4月 学習院大学助手

1975年11月 米国オレゴン州立大学
| ポスドク
 主に隕石の中性子放射化分析

1978年9月

宇宙塵のINAAの協力がはじまる

長沢教授 → 福岡









The 126th colloquium of the IAU 8/27 – 30, 1990

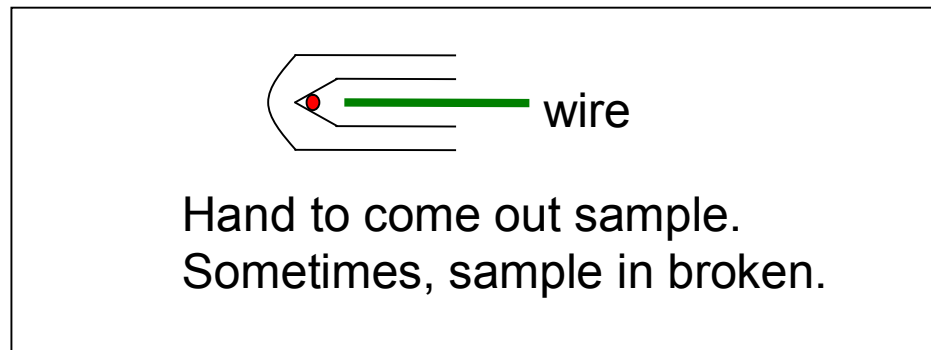
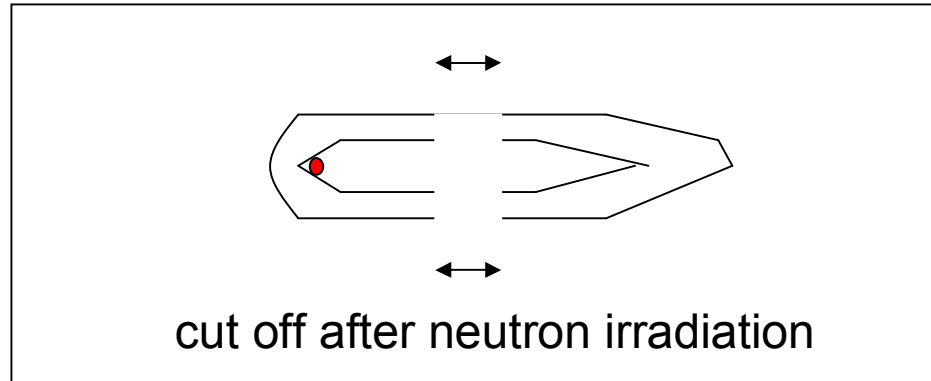
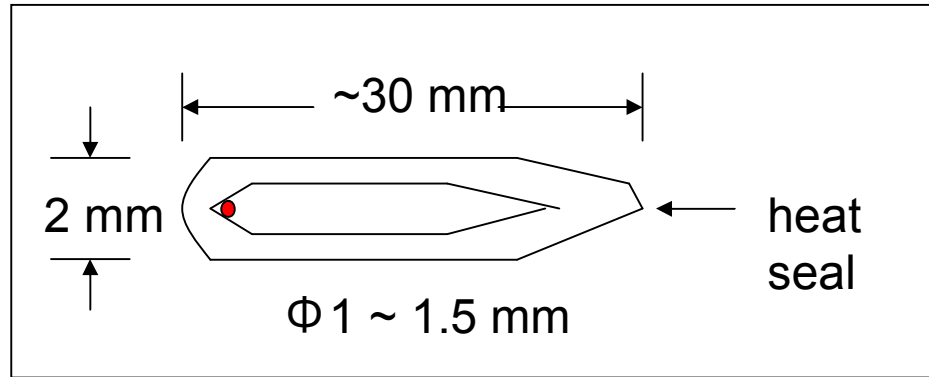
微小宇宙物質のINAAの問題点

1. 肉眼ではほとんど目視できない
迅速取り扱い
(短寿命核種: 半減期2~10分)
2. 測定感度の向上
3. **Geometry**の近い固体標準物質

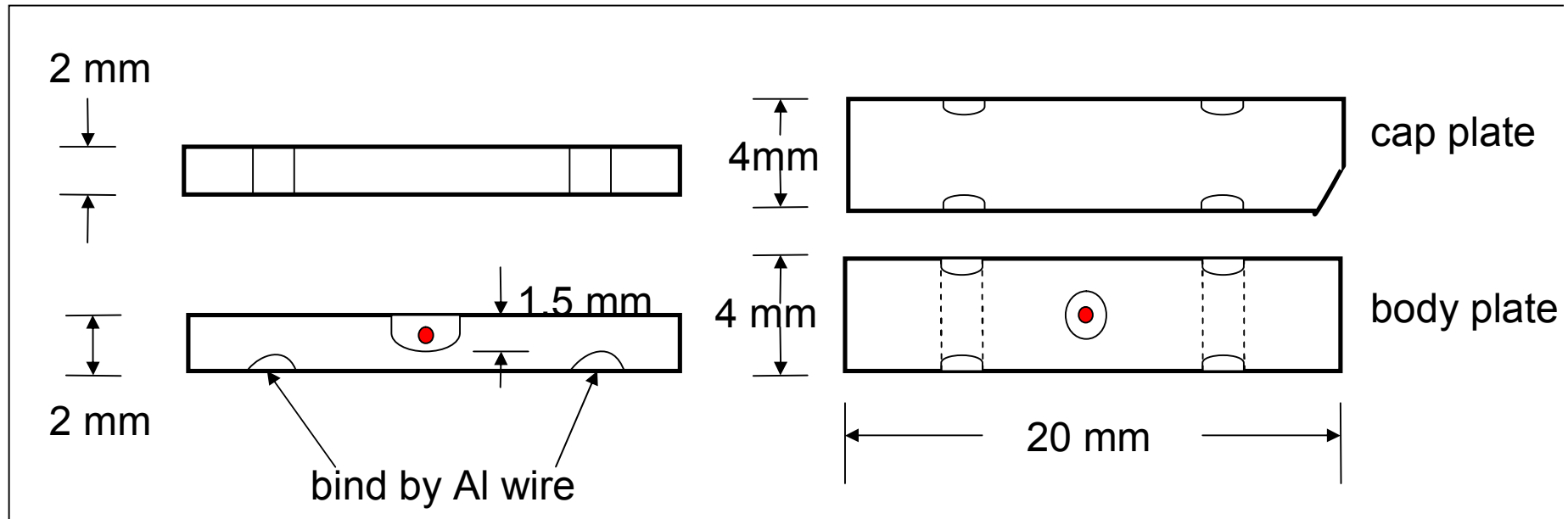
迅速操作

3X3mm高純度

ポリエチレンフィルム袋に封入



High pure quartz tube



Cross section

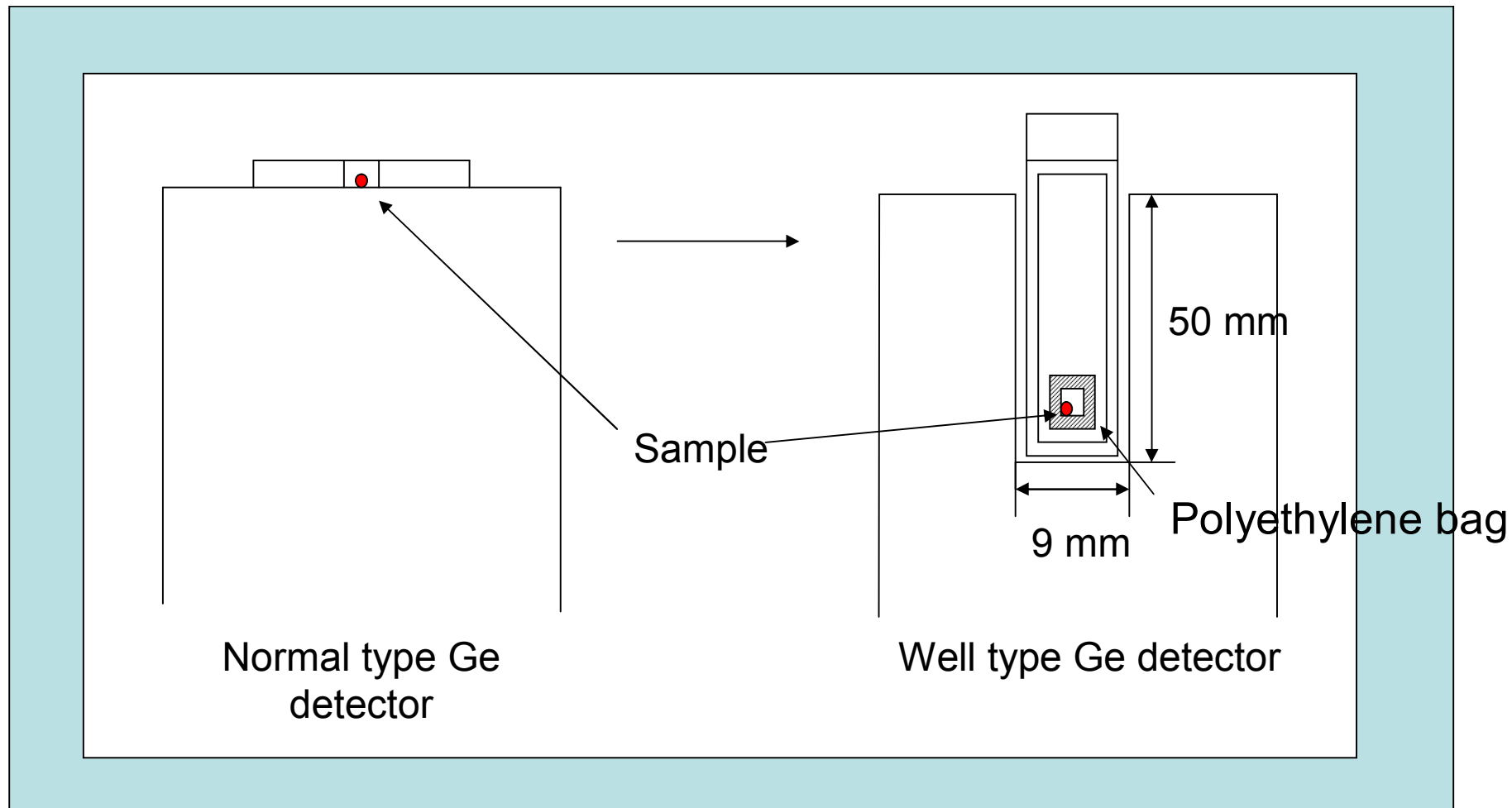
upper view

High pure quartz vial

Easy handling

Low dose

Low contamination



Comparison of counting efficiency (^{60}Co 1173keV)

Detector type	efficiency (%)
Normal	1.9
Well	5.4

Use of well type Ge detection for γ -ray counting

標準試料

親石元素 (Fe, Mg, Ca, Na, K, Ti, REE, Sc, Co, Ta, etc.)

岩石標準試料から作製したガラス片

JB-1 (GSJ岩石標準試料)

JR-2 (GSJ岩石標準試料)

親鉄元素 (Ni, Os, Ir, Au)

Allende (隕石) 粉末: ジオメトリック, 均一性

隕鉄のチップ (Canyon Diablo): 不均質

純金属線のチップ: Osの純金属線はない

IrやAuは照射後の放射能が強すぎ

真空蒸着したシリコンウエハのチップ: 不均質, 蒸着面積
と重量の対応

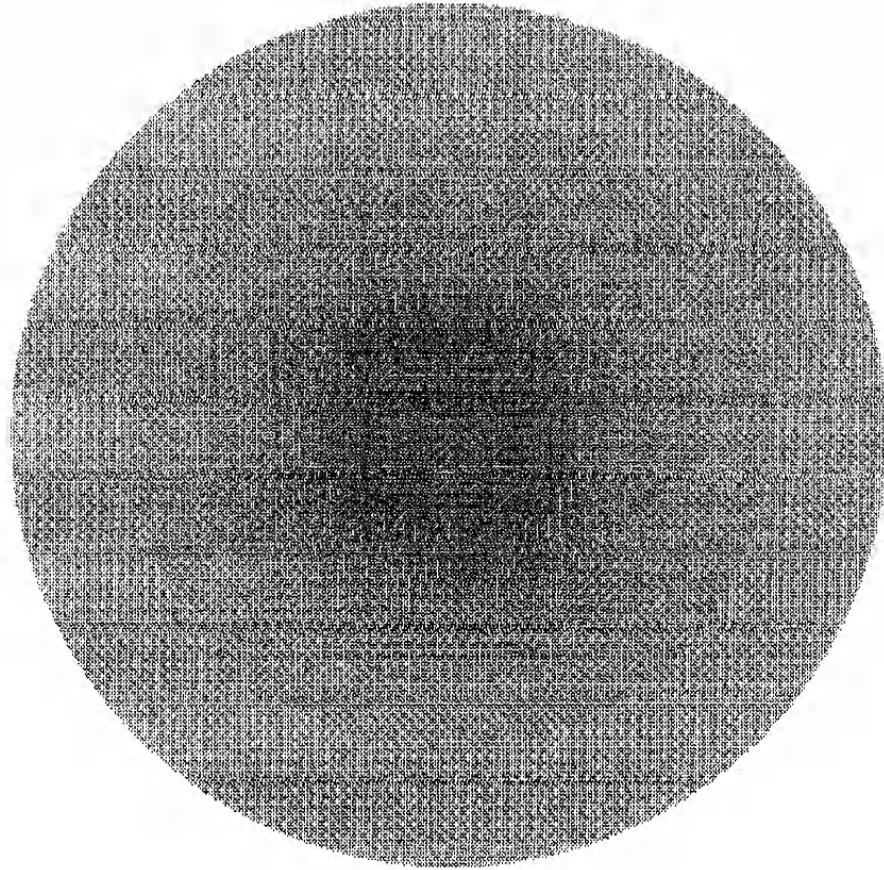
合金の破片 (田中貴金属工業社作製): 均一性, 元素濃度

高純度白金線 (SRM 680a): Ir~0.01ppm

Al/Au合金 (IRMM-530): Au 0.1%

Chemical composition of Canyon Diablo

	Tazawa & Fujii (1987)	Tazawa (unpeblished)	Vdovykin (1973)	Fukuoka & Tazawa (1996)
wt (μ g)	79.9	72.8		158.6
Fe %	86.6	98.6	92.3	90.3
Ni %	=7.25	–	7.25	11.2
Co ppm	6500	125	4900	3990
Os ppm	–	–	3.60	4.7
Ir ppm	=2.10	–	2.10	3.62
Au ppm	=1.26	0.058	1.26	2.43
Cr ppm	–	937	–	–



Evaporation membrane

Silicon wafer



親石元素

岩石標準試料から作製したガラスチップ
(長沢さんの協力)

親鉄元素

Au, IRMM-530 Al-Au wire

公表値: Au 0.1 %

Ir, SRM-680a Pt wire

(公表値: Ir 7~10 ppb)

分析値: 7.40 ± 0.06 ppb

重量測定



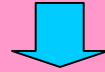
3×3mmの高純度ポリエチレンフィルムに融封



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

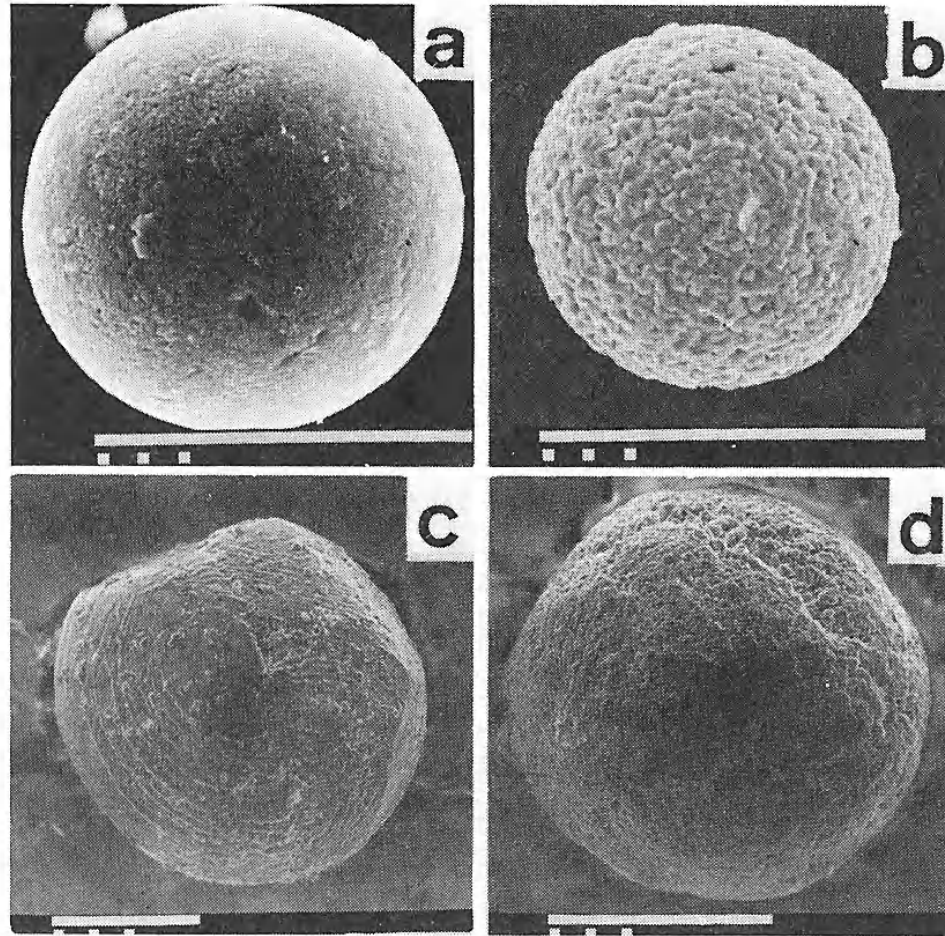
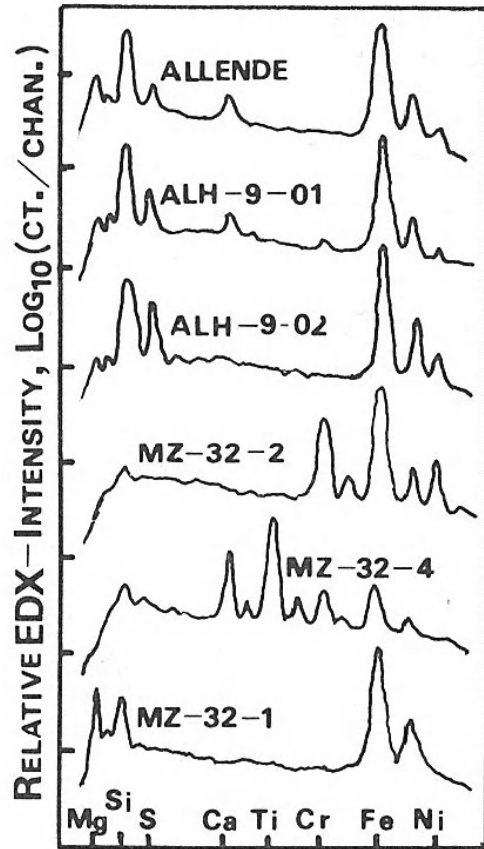
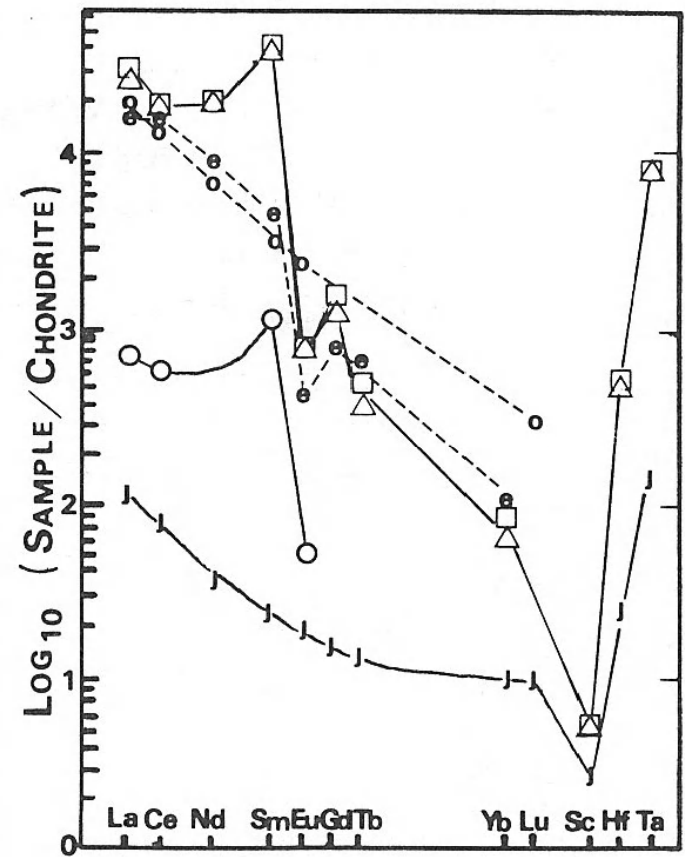


Fig. 1. SEM micrographs of typical spherules: (a) MZ-32-4 and (b) MZ-32-2, Ca-Ti-rich type (CTS) and Fe-Cr-Ni-rich type (FCN), respectively, collected from the Mizuho ice core at depths of 32 to 33.5 m; (c) ALH-9-01 and (d) ALH-9-02, chondritic, Au-S-undepleted type (CAS), collected from the Allan Hills bare ice. Scale bar = 100 μm .



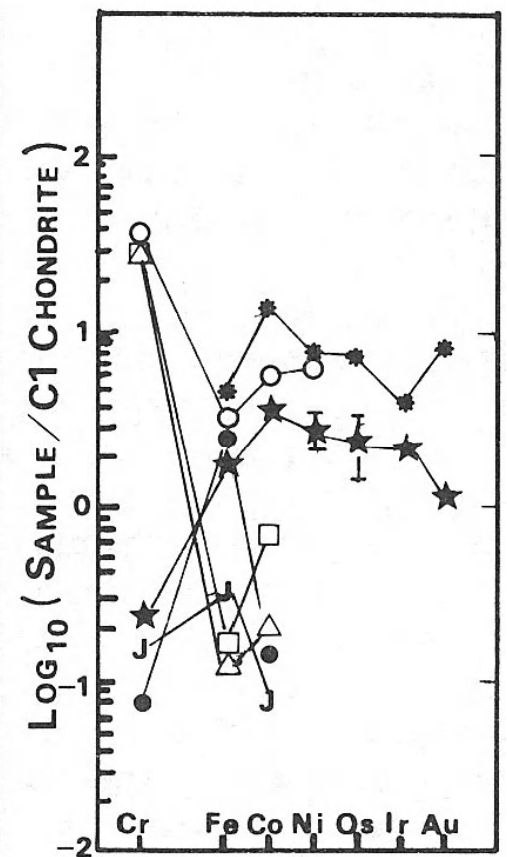
(a)

EDS spectra



(b)

REE, Sc, Hf and Ta abundances



(c)

SPE, Fe and Cr abundances

ドームFuji生活水槽沈殿物中 のガラス質球粒

福岡孝昭(立正大)

田澤雄二(京大)

星 有哉(立正大)

協力：藤井 理行(極地研究所)

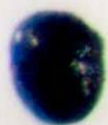
東 久美子(極地研究所)





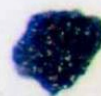


F96CI019 (10.7 μ g)



100 μ m

F96CI003 (3.1 μ g)



100 μ m

F96CI002 (1.9 μ g)



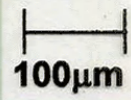
100 μ m

F96CI004 (3.0 μ g)

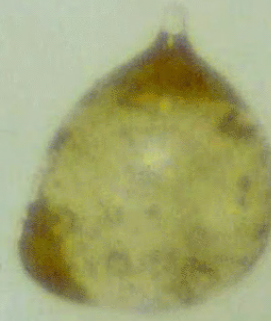


100 μ m

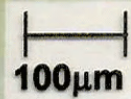
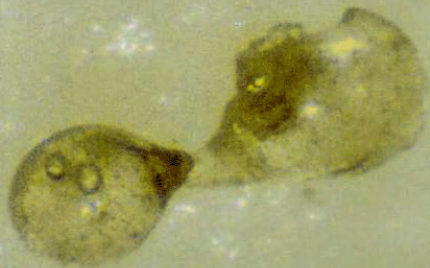
No.1 (16.8 μ g)



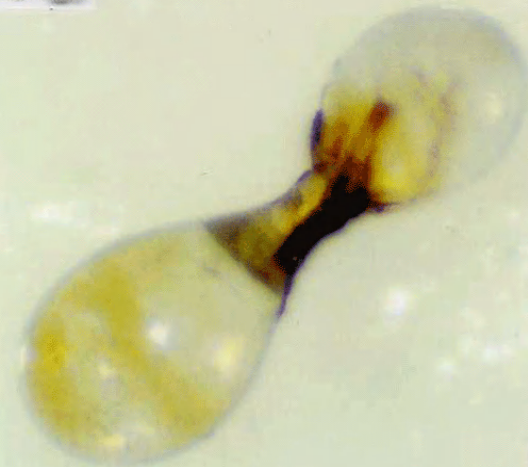
No.4 (20.1 μ g)



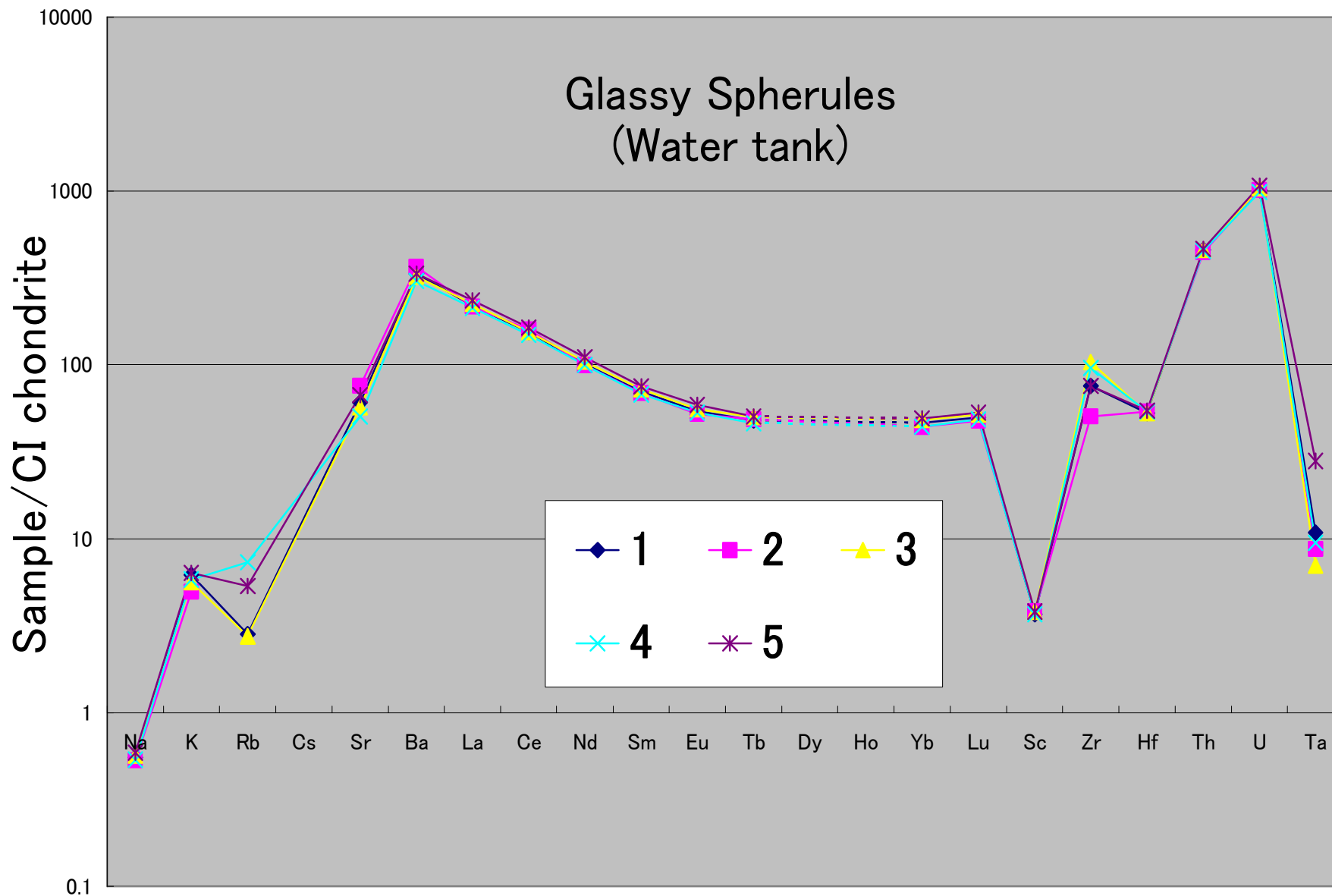
No.2 (13.2 μ g)



No.5 (29.2 μ g)



Glassy Spherules (Water tank)

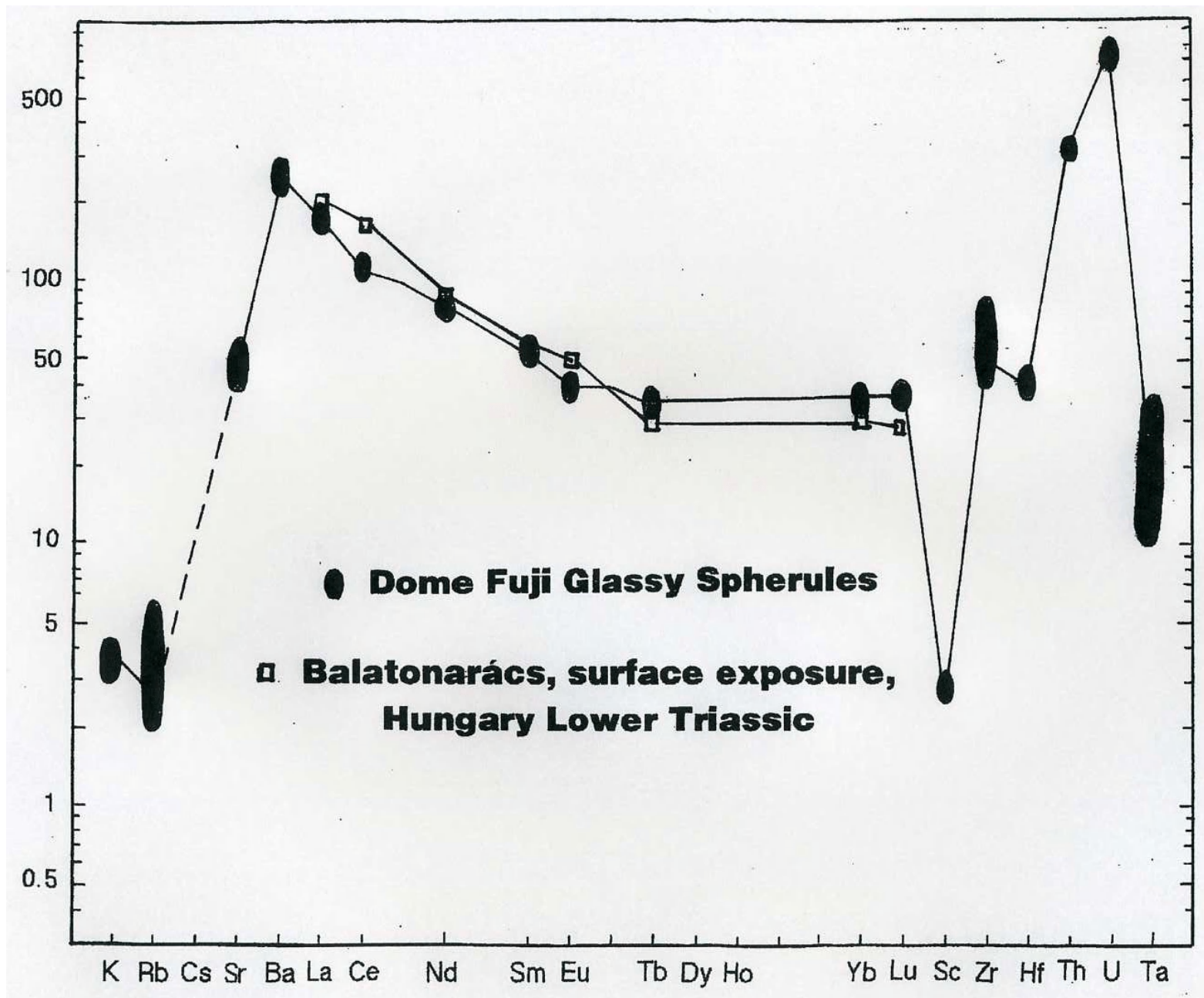


Comparison of chemical compositions between
glassy spherules from Antarctica and those from Hungary

		Dome Fuji (present)	Hungary ¹⁾ (Lower Triassic)
SiO ₂	%	(36–43)	37.2–45.5
Al ₂ O ₃		14.5–15.8	8.5–10.6
FeO*		0.28–0.36	0–0.66
MgO		4.5–6.3	6.5–9.3
CaO		35.2–39.8	31.1–39.5
Na ₂ O		0.19–0.21	0.28–0.46
K ₂ O		0.28–0.36	0.56–1.23
MnO		0.15–0.22	0.55–1.03
BaO		0.08–0.09	2.18–2.96
SO ₃			0.85–1.76

*: Total Fe as FeO

1): Dosztaly L. and Don G. (1997), Glassy spherules from Hungary, their identification and geochemical features (abstract). *Int. Natl. Symp IGCP-384*, Tallinn, 24–25



	Dome Fuji Water tank	Hungary	Chondrite	Moon	Mars	HED	Comet
Major elements	Ultra basic Ca-rich, Fe-poor	Ultra basic Ca-rich, Fe-poor	Chondritic	Fract.	Fract.	Fract.	?
REE pattern	Fract.	Fract.	Flat	Eu anomaly	Fract.	Flat to Fract	?
Siderophiles	no	no	yes	no	no	no	?
Stratigraphic age	Present	Lower Triassic					

ここまでの結論

南極ドームFuji基地水槽沈殿物
中のガラス質球粒は彗星起源の
可能性あり！

Comparison of chemical compositions between glassy spherules from Antarctica, those from Hungary, mineral wool shot, slag wool, and rock wool.

	Dome Fuji	Hungary ¹⁾	Mineral wool shot ²⁾	Slag wool ³⁾	Rock wool ³⁾
SiO ₂ %	(36–43)	37.2–45.5	35.4	40.25	44.68
Al ₂ O ₃	14.5–15.8	8.5–10.6	18.3	13.75	14.11
FeO*	0.28–0.36	0–0.66	0.8	0.45	6.63
MgO	4.5–6.3	6.5–9.3	7.9	4.35	9.29
CaO	35.2–39.8	31.1–39.5	34.9	36.61	18.01
Na ₂ O	0.19–0.21	0.28–0.46	0.9	0.49	1.92
K ₂ O	0.28–0.36	0.56–1.23		0.54	0.73
MnO	0.15–0.22	0.55–1.03		0.45	0.2
BaO	0.08–0.09	2.18–2.96		0.08	0.05
SO ₃		0.85–1.76		0.51	0.27

*: Total Fe as FeO

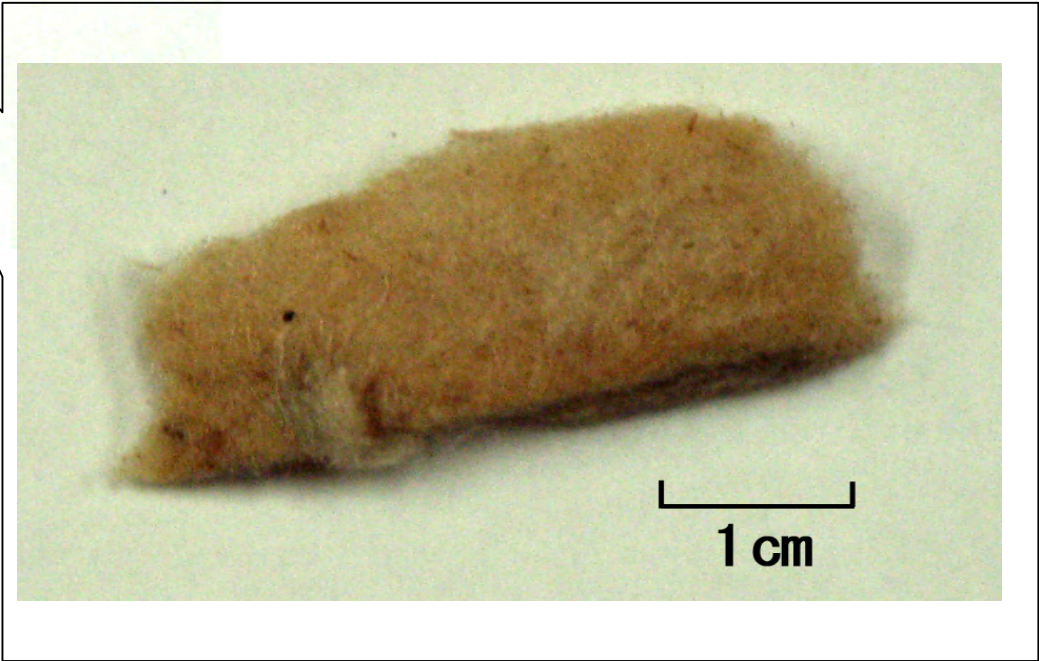
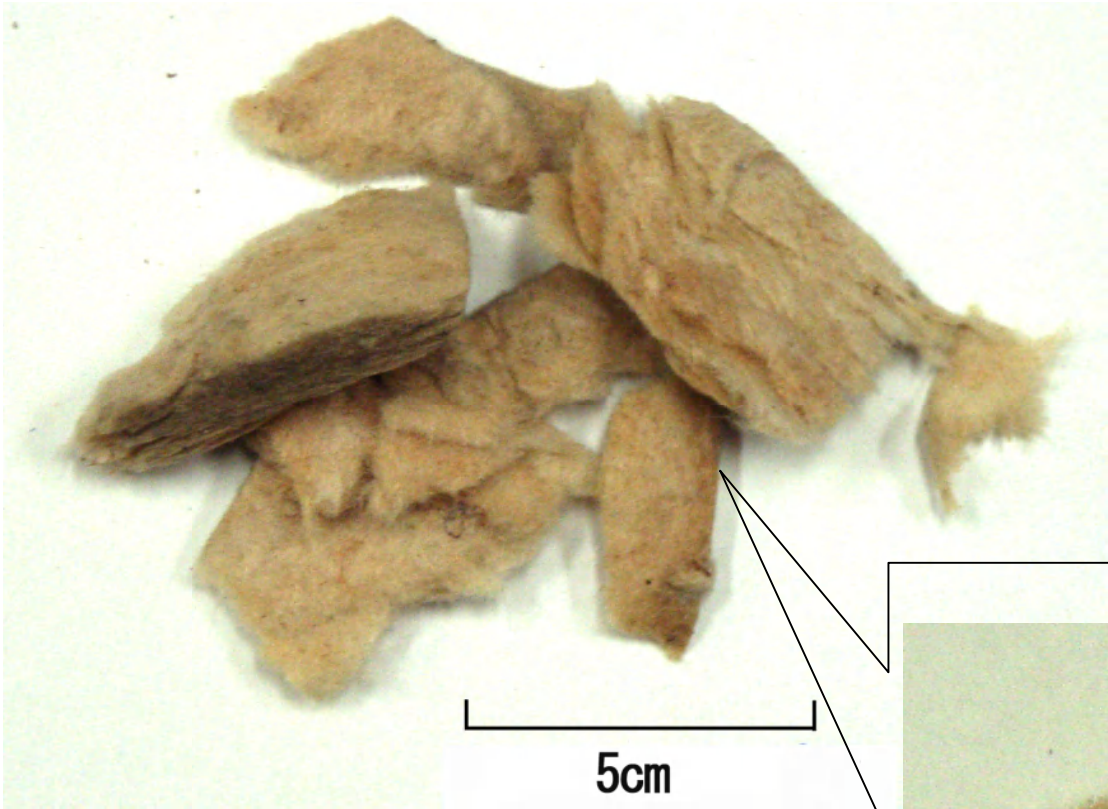
1): Dosztaly L. and Don G. (1997), Glassy spherules from Hungary, their identification and geochemical features (abstract). *Int. Natl. Symp IGCP-384*, Tallinn, 24–25

2): Cross C. A. (1971), Formation of glass spherules on the moon. *Nature*, **233**, 185–186.

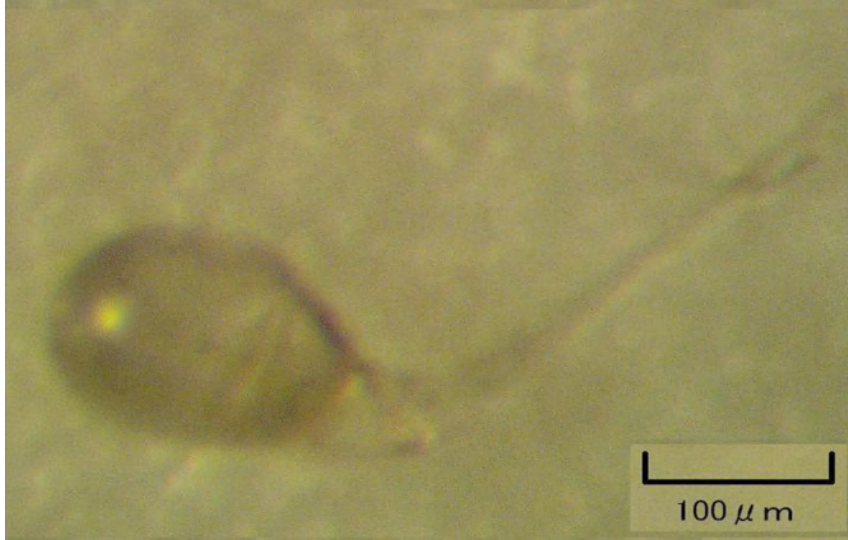
3): Marini F., Dosztaly L., Don G. and Detre Cs. (1999), Glassy spatters in mid-Triassic limestones from Aszófö (Hungary): Anisian tektites, Tethysian volcanites, or modern slag-wool contaminants? (Extended Abstract) *The 1998 Ann. Meeting of IGCP-384, Budapest, Special Volume, Hungarian Academy of Science*, Budapest (2000)



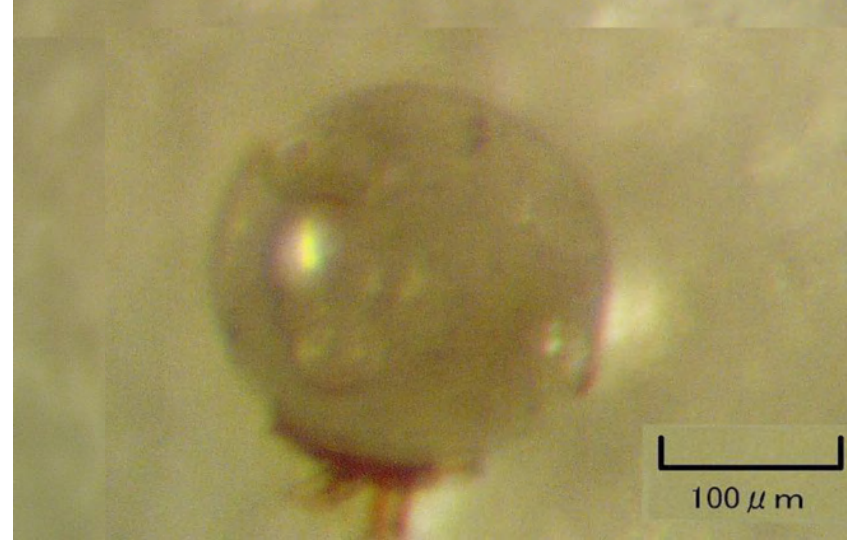
試料採取場所



NO:1 Rock Wool (Insulator)
Wt: 6.0 μ g



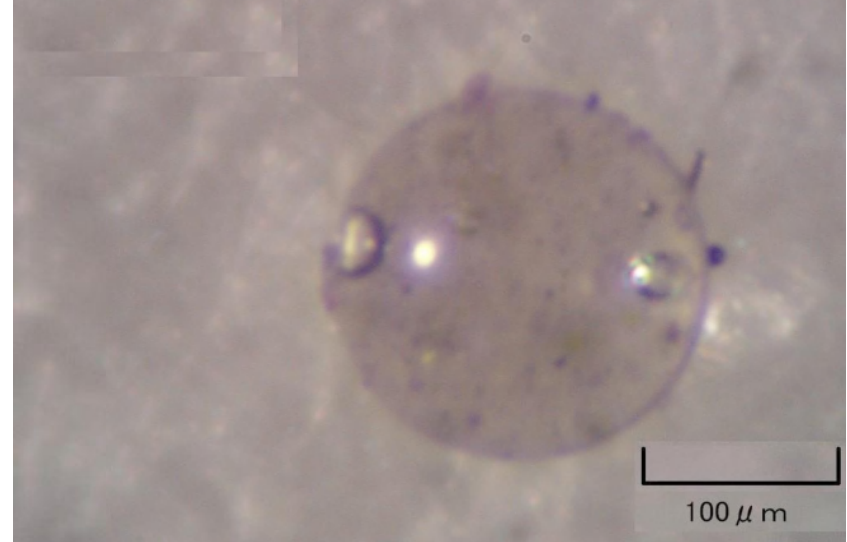
NO:2 Rock Wool (Insulator)
Wt: 7.3 μ g



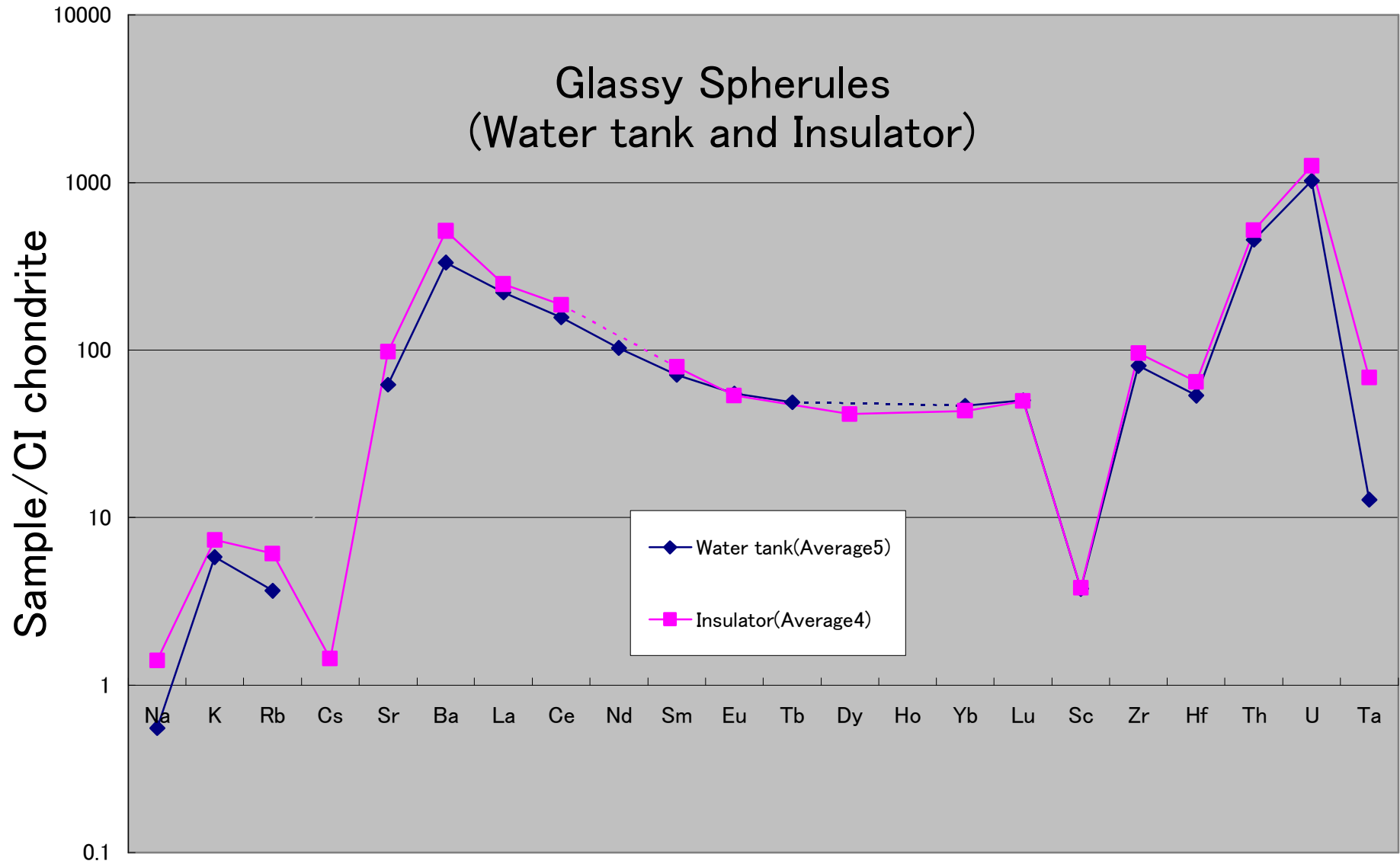
NO:3 Rock Wool (Insulator)
Wt: 6.2 μ g



NO:4 Rock Wool (Insulator)
Wt: 6.6 μ g



Glassy Spherules (Water tank and Insulator)



結論

南極ドームFuji基地の水槽沈殿物中の
ガラス質球粒の起源は
断熱材であった。

彗星起源ではなかった！！

採取地点 試料数(個)

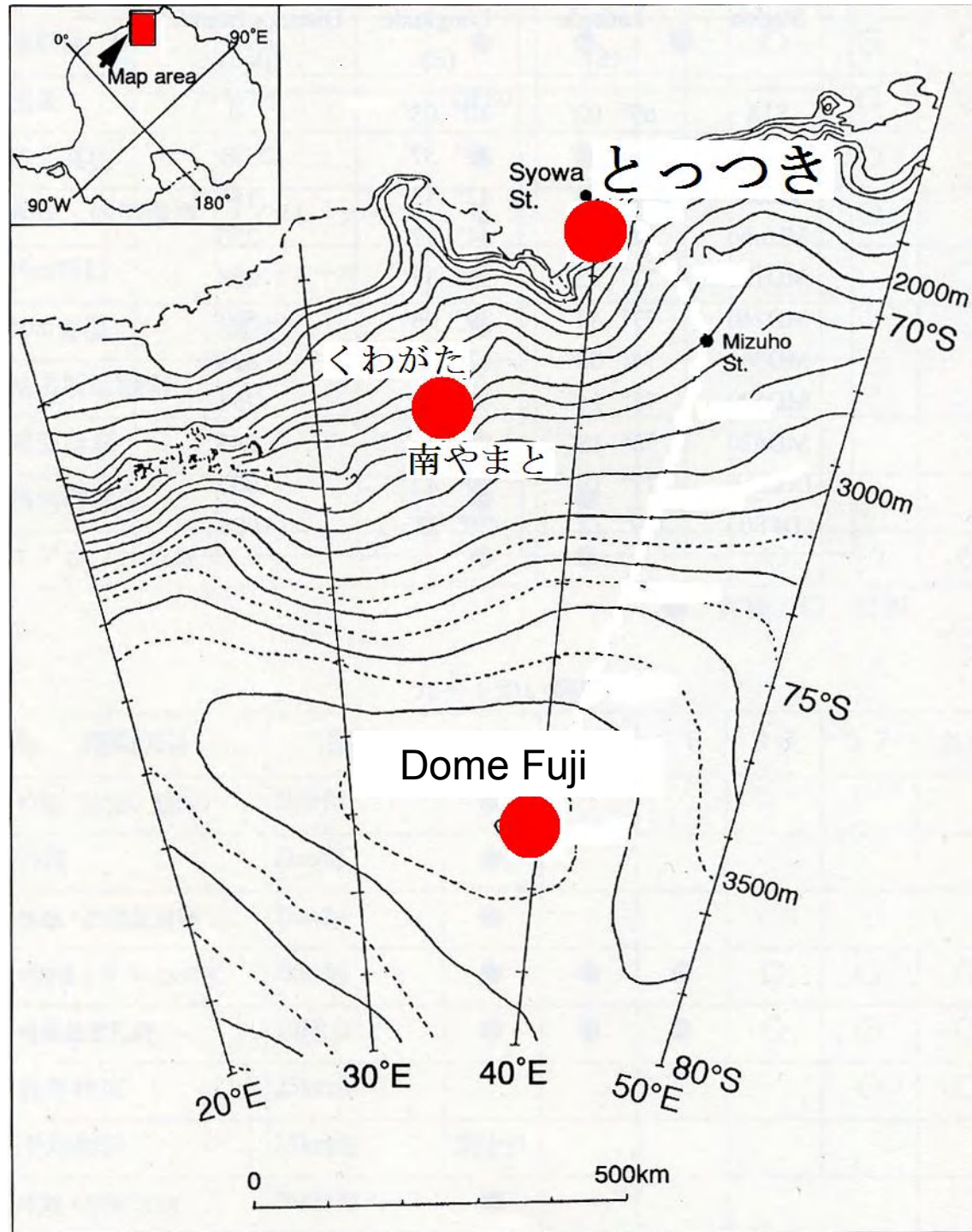
Dome Fuji 6

南やまと 5

くわがた 9

とっつき 33

計 53



とっつき③-a

Sample	Weight μg	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 ¹⁾	%	20-40% ²⁾	1-2%	0.3%	2-5%	6-9% ³⁾	20-40% ⁴⁾	3-5%	10-20% ⁵⁾	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 μ 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 ¹⁾	%	10-40% ²⁾	4-6%	6-15%	4-8%	0.5%	1%	1-5%	1-2%	1%

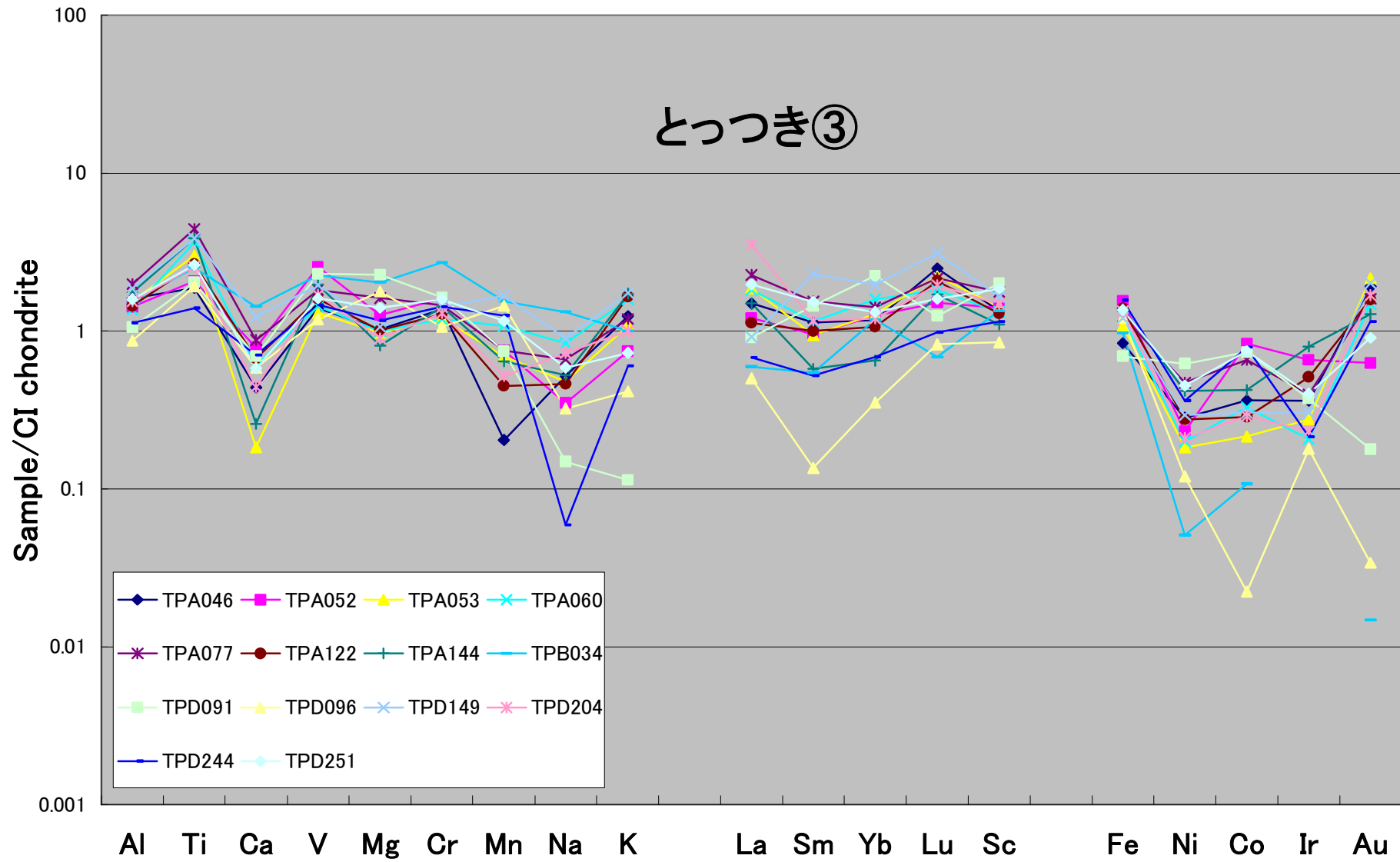
– 検出下限以下を示した

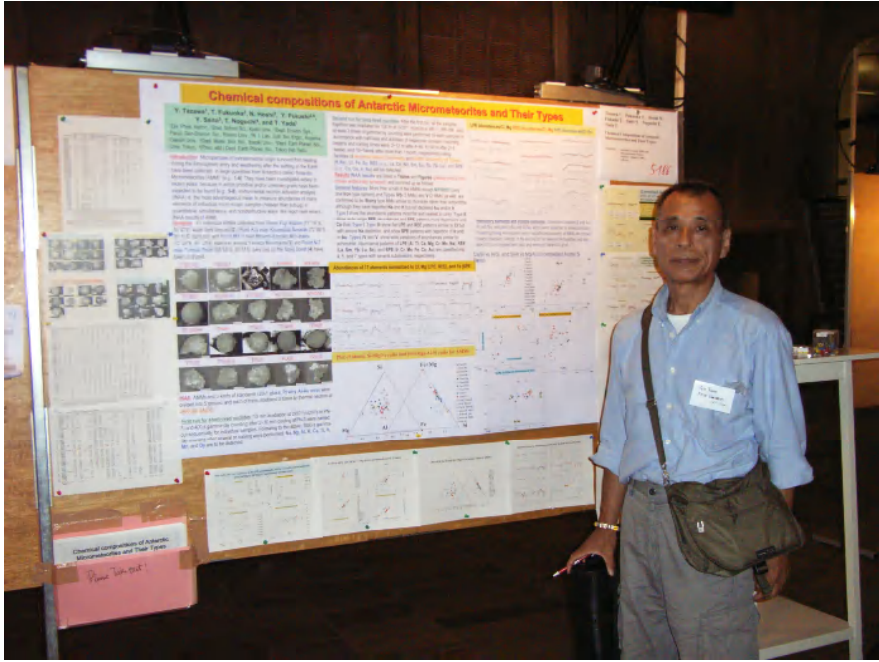
1) 計数值による誤差を示した

※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③





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

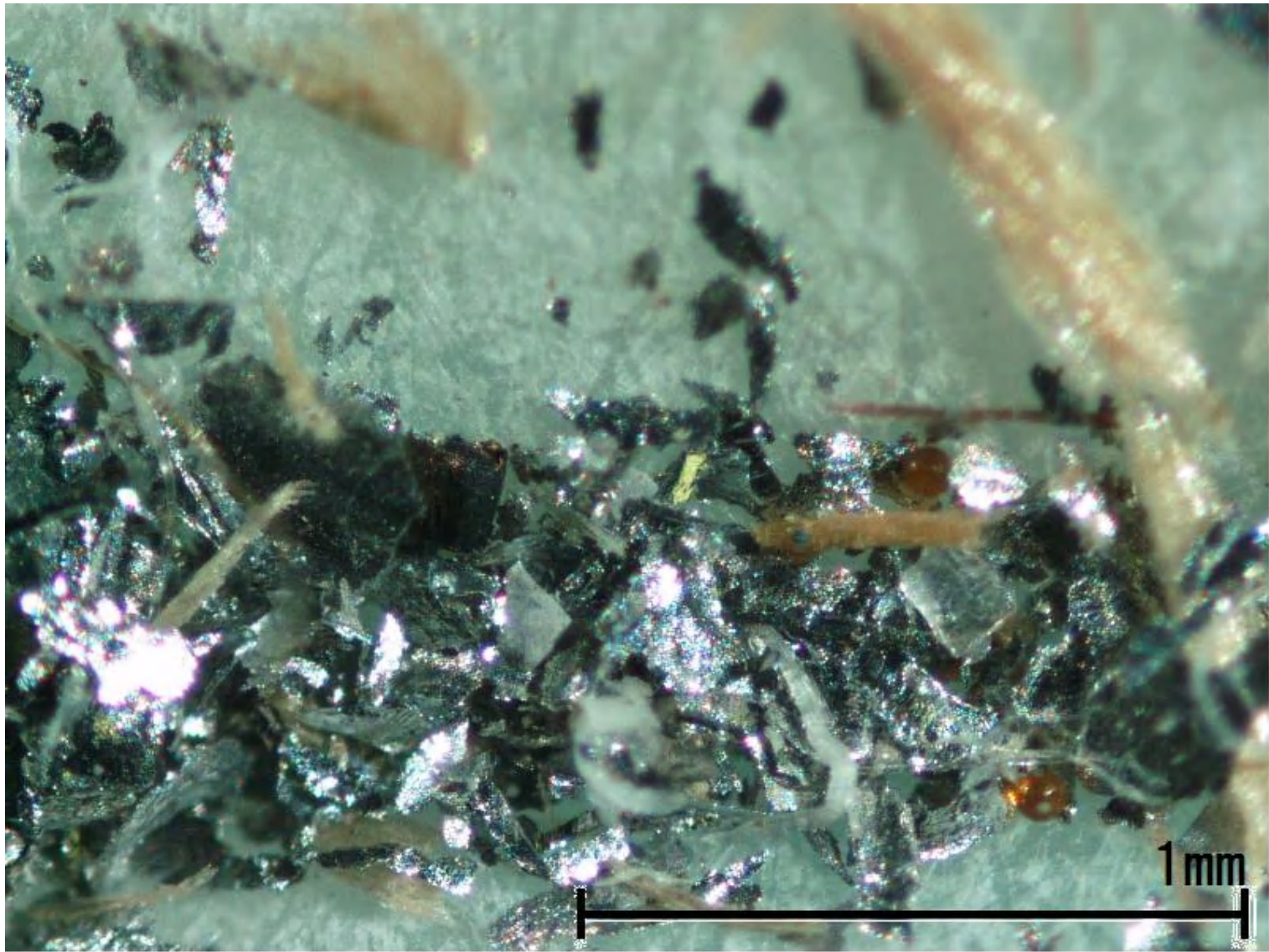


宇宙塵の純化

ドームFuji基地コア氷掘削時の削り屑の処理







宇宙塵回収手順

冷凍庫 (-20°C)

氷の融解 (2°C , 3ℓステンレス製ビーカー,
ポリエチレンシートでカバー, 試料保管室)

吸引ろ過 (クリーンルーム内ドラフト,
孔径 $8\ \mu\text{m}$ ・径47mmポリカーボネート製フィルター)

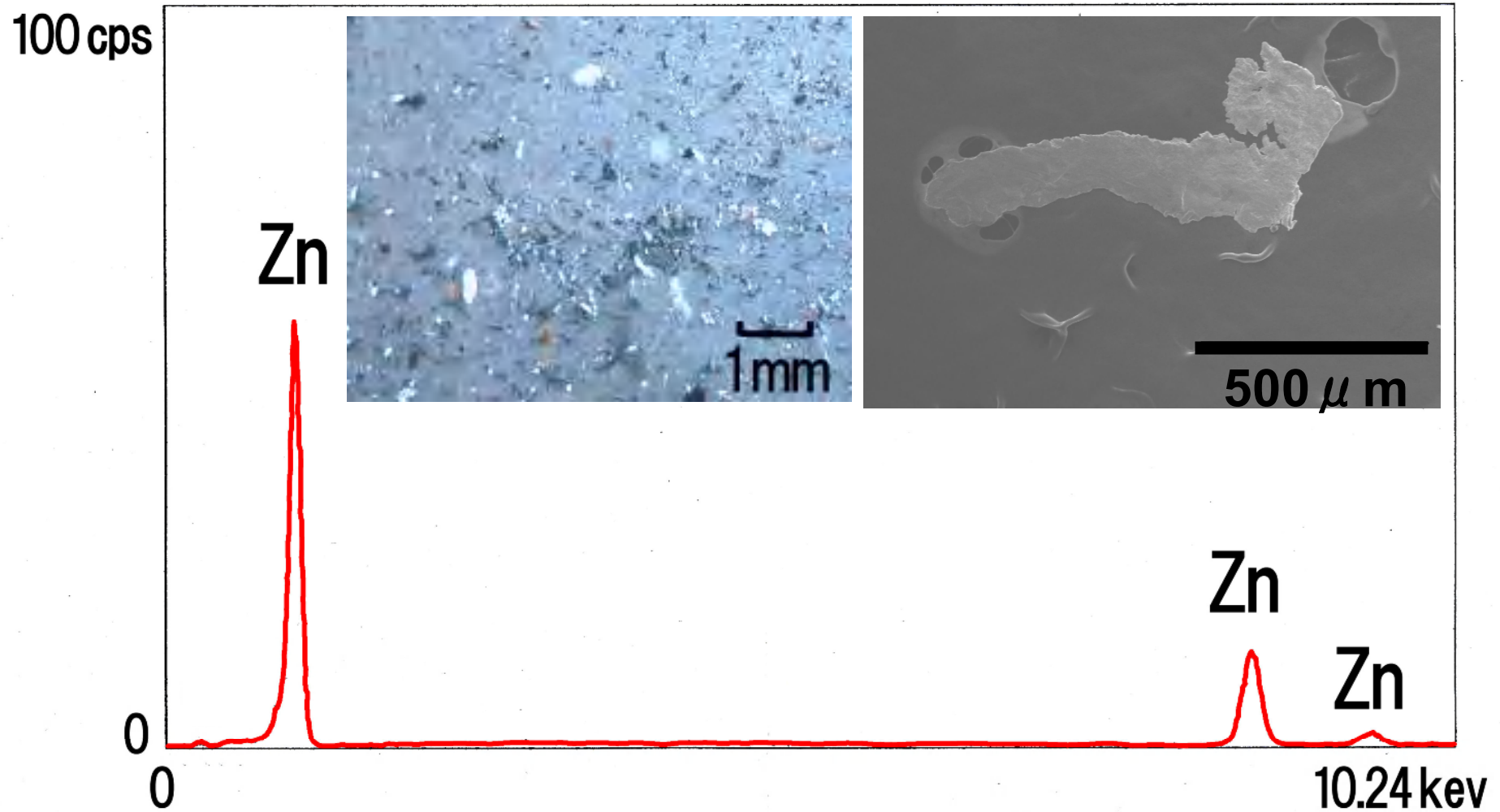
酢酸ブチル



ろ過装置



金属製微粒子のSEM-EDSのZnピーク



深層ドリルを吊るワイヤーが亜鉛メッキ