ISSにおけるダスト捕獲実験

EGU2007-A-01406
“Passive Measurement of Dust Particles on the ISS (MPAC): Status Report of the Post Flight“をベースにして

Y. Kitazawa (IHI,JAXA/ISAS,JAXA/IAT,NiCT),T. Noguchi (Ibaraki Univ.),
M. J. Neish (AES), I. Yamagata (JAXA/IAT), Y. Kimoto (JAXA/IAT),
J. Ishizawa (JAXA/IAT), A. Fujiwara (JAXA/ISAS), M. Suzuki (JAXA/IAT),
Y. Yamaura (IA), S. Yamane (IA)

Contents

1. Introduction

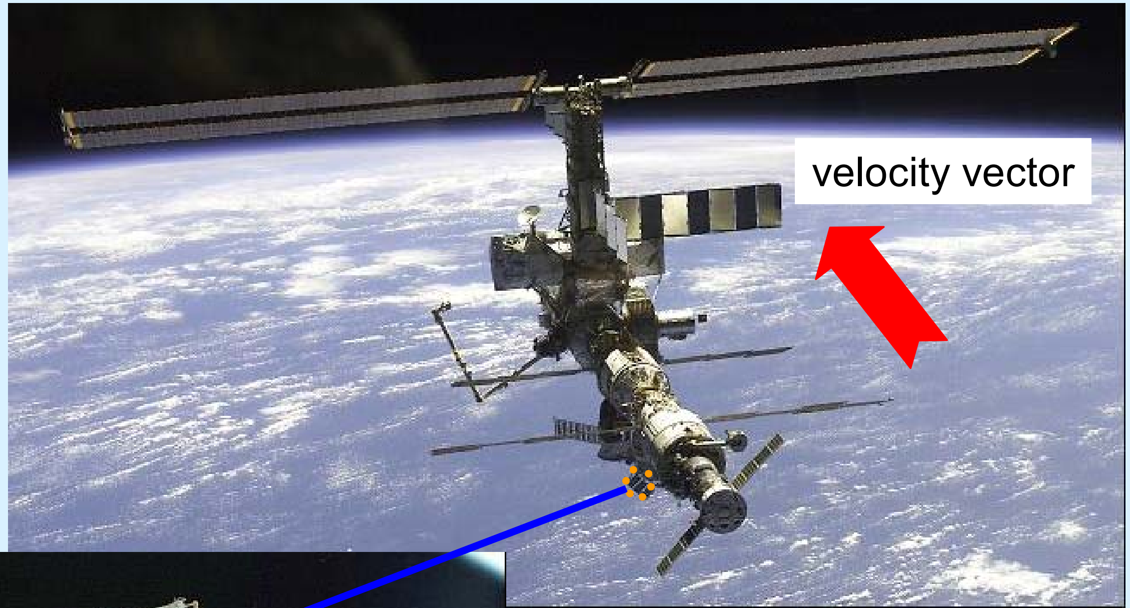
The Micro-Particles Capturer (MPAC) is a passive experiment designed to evaluate the micrometeoroid and space debris environment, and to capture particle residues for later chemical analysis.

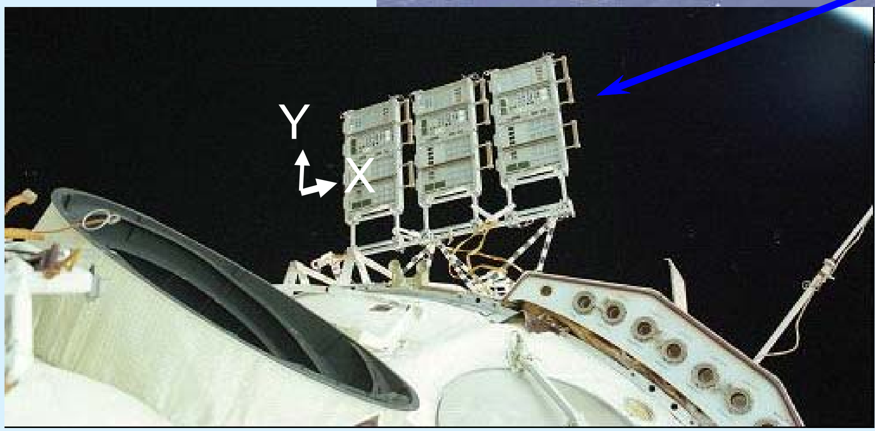
In this paper we focus on;

(1) Visual inspection of the whole surface of MPAC&SEED

(2) Impact feature morphology and track analysis in the MPAC silica aerogel.

2. Description of MPAC&SEED Experiment





(RAM side view)

- Dust Particle Measurements on ISS
  - Estimation of Influences on ISS surface
  - Debris Monitoring from ISS
    (Estimation of influences on other exposed devices)
- Three SM/MPAC&SEED units were launched aboard Progress M-45 on 21 August 2001.
- Three units were attached on the outside of the Russian Service Module.

A view of the three SM/MPAC&SEED units during exposure.

2. 地球近傍の固体粒子（宇宙ダスト）について

宇宙空間のミクロン～ミリメートルサイズの固体粒子

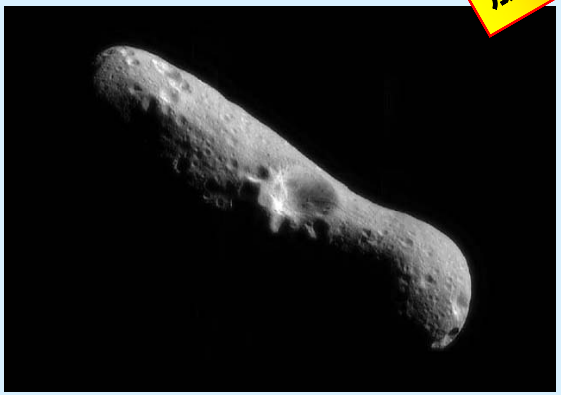
起 源

- ●メテオロイド（Meteoroid）　: 天然物
  地球起源以外（小惑星、彗星など）の固体物体
- ●スペースデブリ(Space Debris)　: 人工物
  人工衛星の破片や固体ロケットの排出物

メテオロイド(Meteoroid)の概念図

ⓒ NASA、ⓒ SKY&TELESCOPE

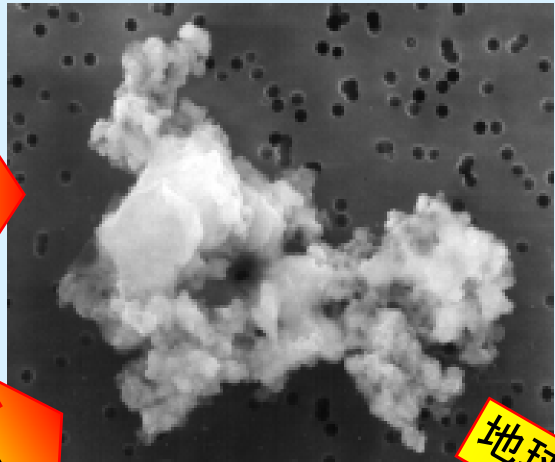
彗星



小惑星

放出

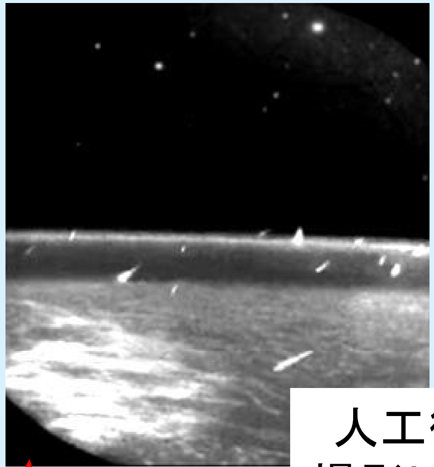
放出



天然の「ダスト」の例

［写真のダストの大きさは
約10μm（0.01mm）］
＊流星にはならないサイズ

地球へ落下

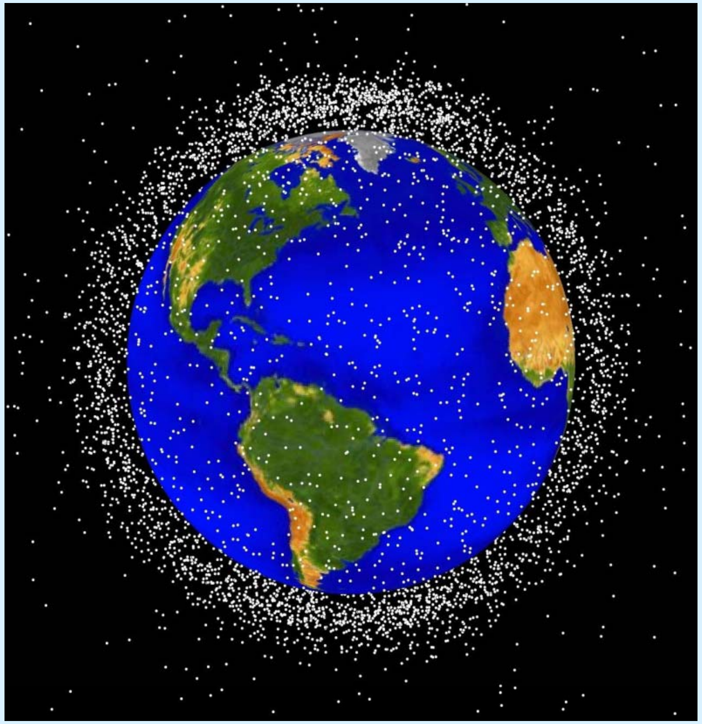


人工衛星から
撮影した流星雨

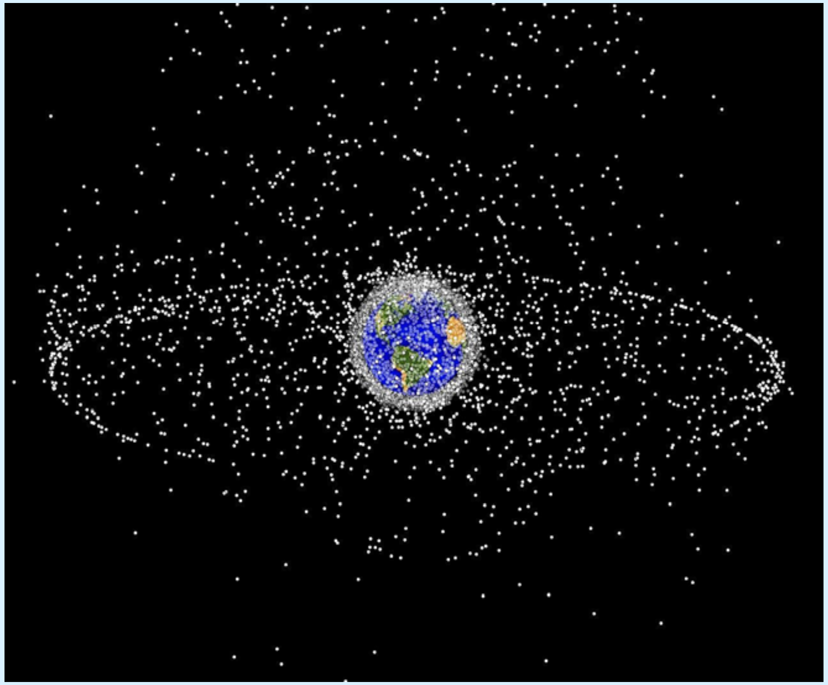
地上から撮影した流星雨

３．スペースデブリの現状

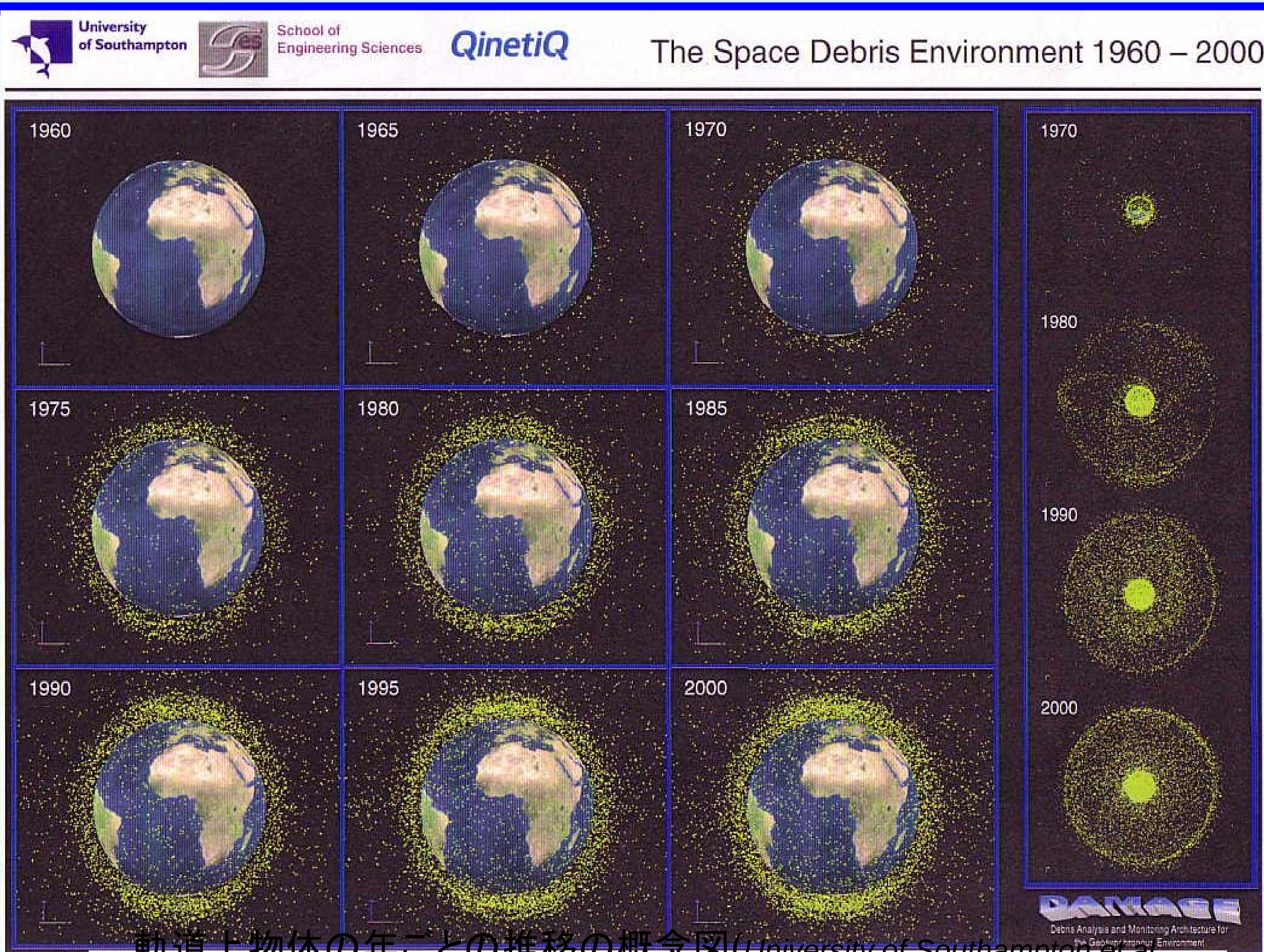
地球周辺の軌道上物体分布の概念図（NASAによる）



地球周辺の軌道上物体（低軌道）



地球周辺の軌道上物体
（低軌道及び静止軌道）

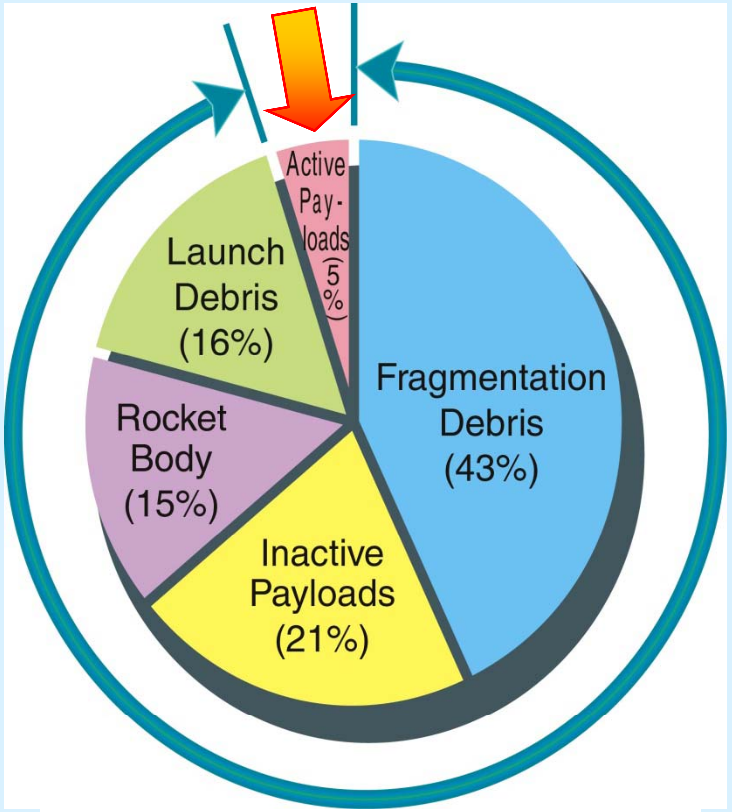


軌道上物体の年ごとの推移の概念図(*University of Southampton,et al.*、*2004*)

JAXA 茨城大学 Ibaraki University IHI IHI AeroSpace

スペースデブリの存在量

稼動中の人工衛星



スペースデブリ（宇宙‘ゴミ’）

軌道上人工物体の存在割合

■12,140個の軌道上人工物体

［2007年7月2日現在］

（地上から観測可能な物体のみ＝大きさ10cm以上）

■約95%がスペースデブリ

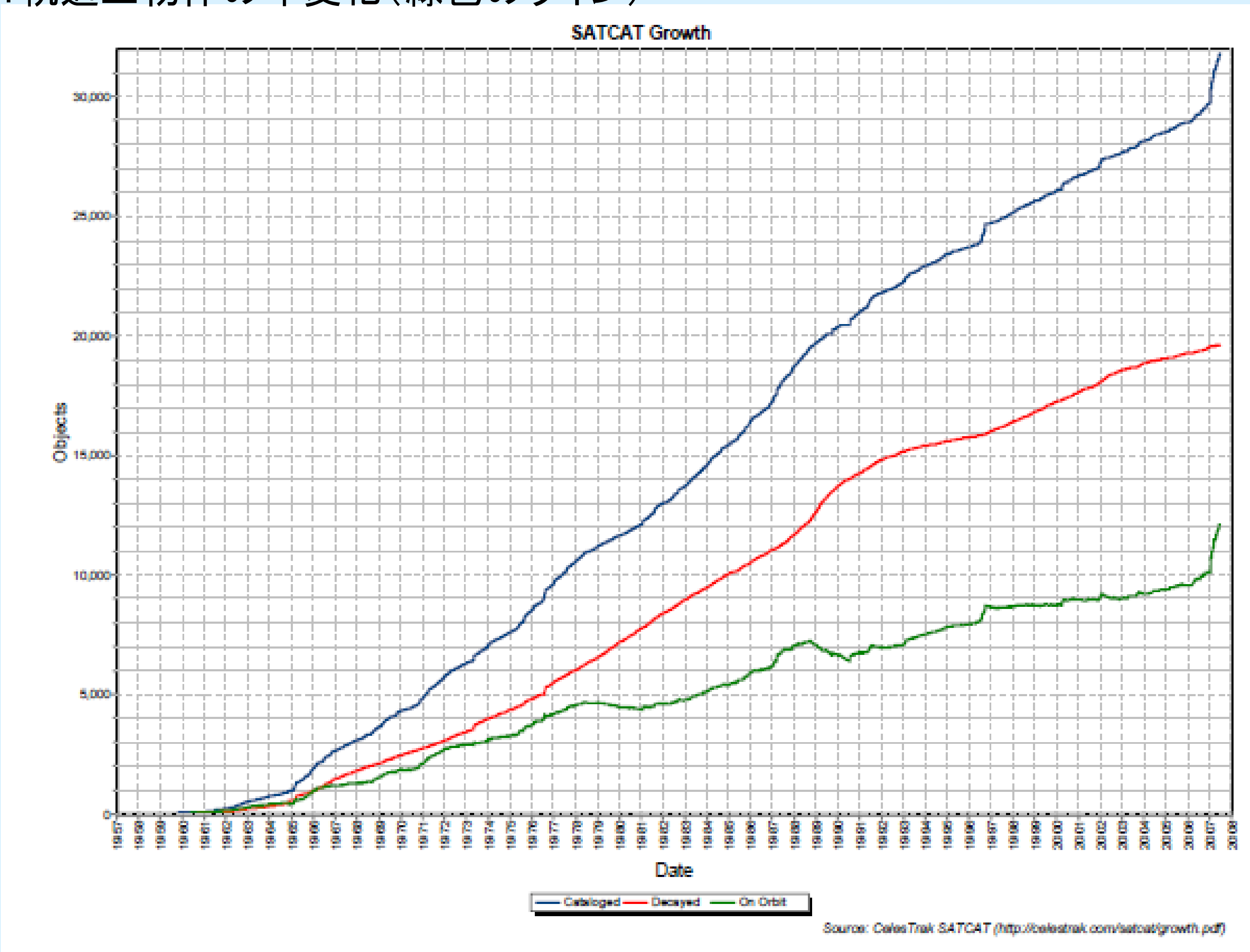
（宇宙‘ゴミ’）

■大きさ10cm以下を含めたスペース

デブリの総計は3500万個（推定）

⇒<u>スペースデブリ起因のダストの増加</u>

参考：軌道上物体の年変化（緑色のライン）



参考:宇宙基本法の概要

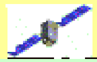
宇宙基本法案の概要

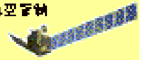
背景

宇宙開発の重要性の増大

①通信放送
・衛星通信

②衛星測位
・カーナビ、航空管制

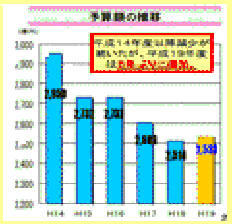




③地球観測
・災害監視
・気象
・資源探査
・国土管理
・環境観測

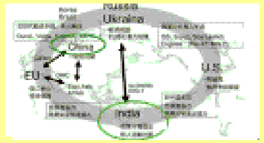
④ロケット

宇宙政策の現状



宇宙開発を巡る国家間の競争

・中国・インドの台頭
・日本を除いた主要国における合従連衡



＜わが国における宇宙の開発及び利用の基本に関する決議＞

わが国における地球上の大気圏の主要部分を超える宇宙に打ち上げられる物体及びその打上げ用ロケットの開発及び利用は、平和の目的に限り、学術の進歩、国民生活の向上及び人類社会の福祉をはかり、あわせて産業技術の発展に寄与するとともに、進んで国際協力に資するためこれを行なうものとする。右決議する。

（第61回国会　衆議院本会議　昭和44年5月9日）

非軍事に限定

宇宙の開発及び利用に関する国家戦略の確立が急務

外交、防衛、経済、産業、環境、エネルギー、国土、交通、情報通信等の主要政策と緊密に連携

で！

議員立法

（地理空間情報活用推進基本法は5月23日成立、5月30日公布）

宇宙基本法案の骨格

目的

①国民生活の向上、②経済社会の発展、③世界の平和及び人類の福祉の向上

6つの基本理念

宇宙の平和的利用
（宇宙条約等【非侵略】と憲法の平和主義【専守防衛】の理念の範囲内での平和利用）

総合的な安全保障
（国民生活の向上、安全安心な社会、「人間の安全保障」、情報管理の徹底）

宇宙産業の技術力と国際競争力の強化
（研究開発から企業化まで一貫支援、部品を含めた機器開発、施設整備、政府調達保証等）

人類の夢の実現や人類社会の発展
（宇宙探査、宇宙科学研究等の更なる振興等）

宇宙開発に関する国際協力
（外交戦略に基いたアジア・オセアニア地域、アフリカ、ヨーロッパ諸国との国際協調や国際援助等による我が国の国益の増進）

環境への配慮
（環境と調和した宇宙開発、宇宙ゴミ発生の抑制等）

司令塔の設置

宇宙開発戦略本部（本部長：総理、副本部長：官房長官、宇宙開発担当相）が宇宙基本計画を策定し、政府一体となって宇宙の開発及び利用を推進。

基本法施行後直ちに取り組むべき法整備等

〇宇宙活動法（仮称）の整備　　〇JAXA等の見直し

2007年6月19日、宇宙基本法案が通常国会に上程された。5章35条と附則

ダストの衝突痕跡例（五家Gr.長提供）

回収したLDEF衛星は、LEO（476-332km）軌道上の5.8年間（1984-1990）に、
約29,000個の衝突痕跡を受けていた。
（直径0.3mm以上の衝突痕跡は、約5,000個）

長さ： ９ｍ
直径：４ｍ
形状：12面体
質量：10 ton
姿勢： 重力傾度トルク方式

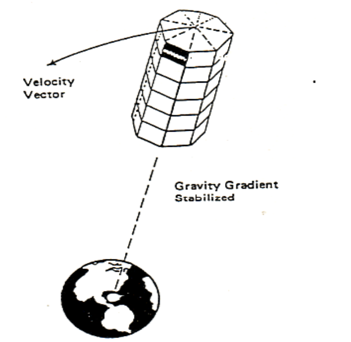
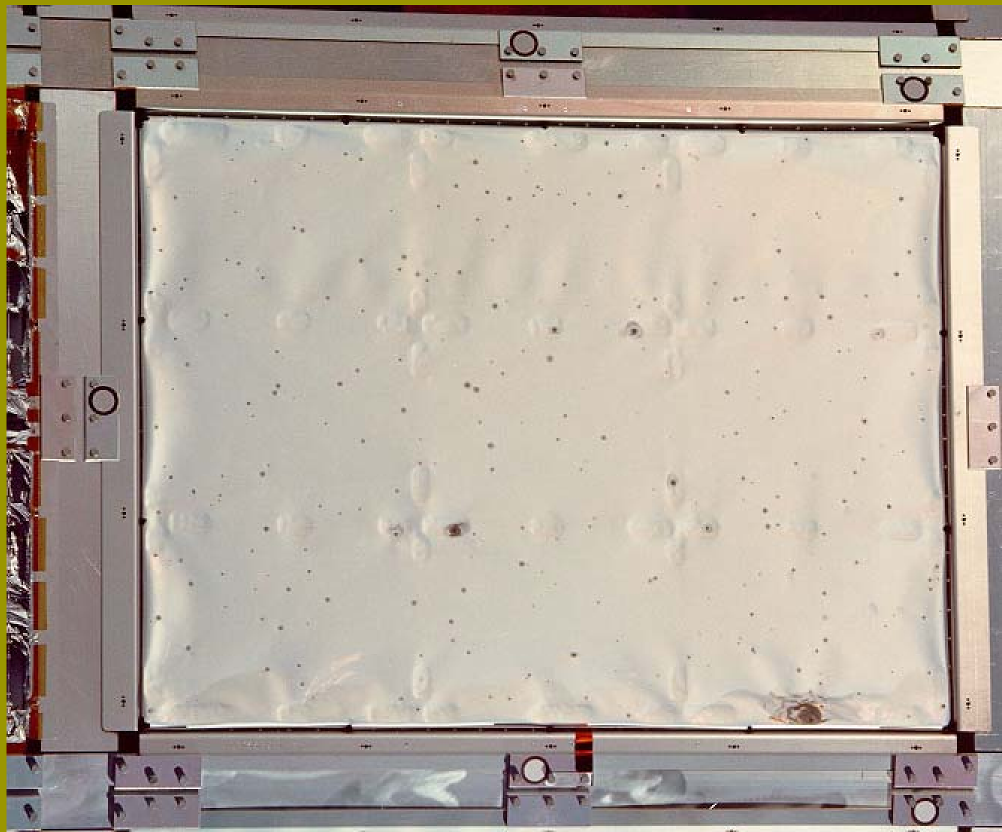


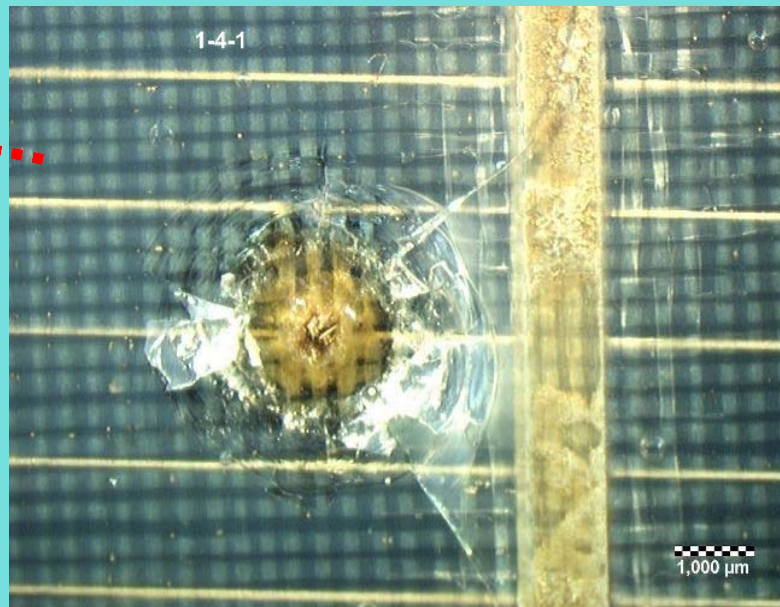
Fig. 3.1.2(4)-7 Attitude of LDEF on orbit

LDEF衛星の熱制御材料表面



©NASA

Mir宇宙ステーション太陽電池パネルの衝突痕例



NASA/LaRCにて北澤撮影

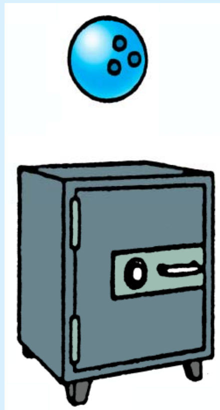
©NASA

デブリ衝突の影響

・ ＜.01cm ＝ Surface Erosion

・ ＜.1cm ＝ Possibly Serious Damage

● ＜.3cm At 10km/sec (32,630 ft/sec) ＝ Bowling Ball At 60 mph（88 ft /sec）

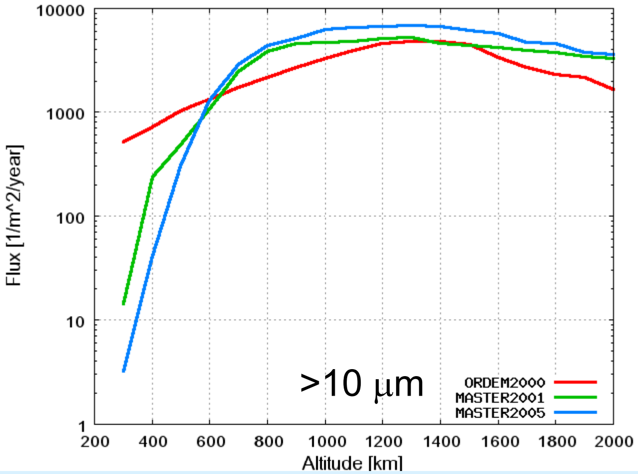


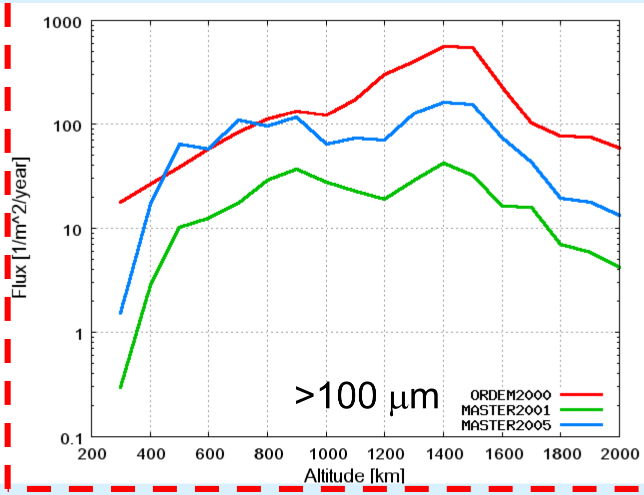
● 1cm Aluminum Sphere AT 10 km/sec ＝ 400 lb. Safe At 60 mph（88 ft /sec）

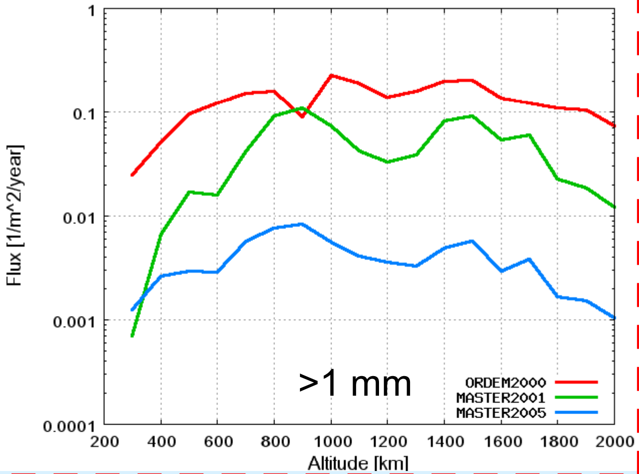
ペイント片や部品片のような微小サイズの衝突も影響大

●熱制御材、センサ機器、太陽電池などの機能劣化
●原子状酸素や放射線との複合による材料劣化の促進

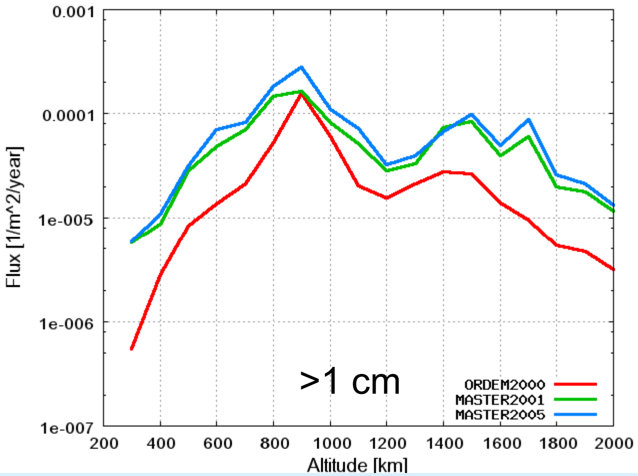
デブリ環境モデルの比較 ~ Inclination 100 degrees ~

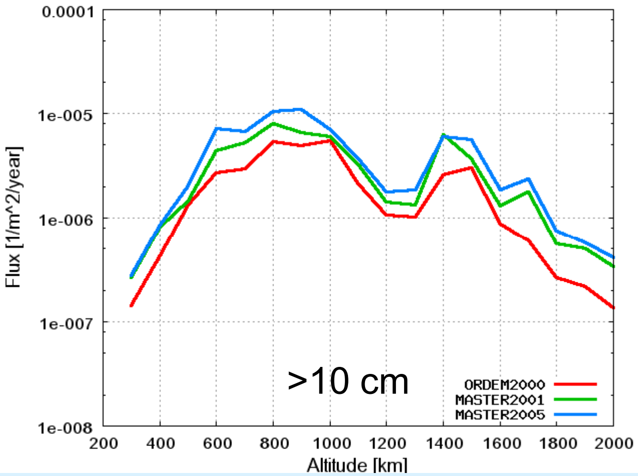


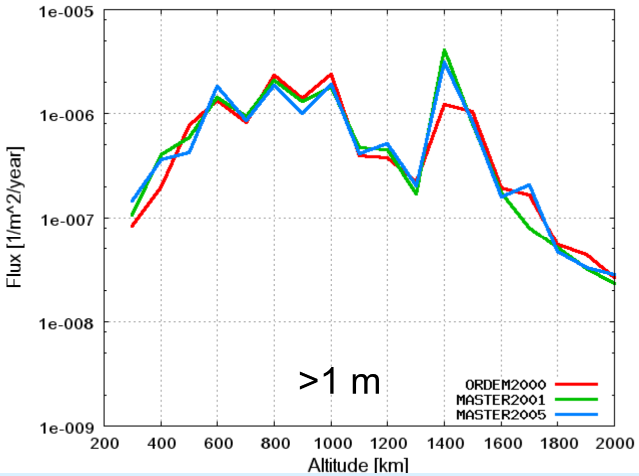




Differences between each models are NOT negligible.







スペースデブリに対する対策

■観測／計測

存在量や軌道、及びそれの変化の把握、発生源の特定など
・大きなデブリ（10cm以上）：地上から光学観測・電波観測
・中くらいのデブリ（1mm以上）：地上観測に基づく統計的推定
・小さなデブリ（1mm以下）
　：専用の計測器を用いた軌道上での計測
　宇宙から回収した衛星などの表面検査

■発生防止

■防御

■除去

4. 1990年(平成2年)代前後における日本のデブリ研究

- 長友信人先生の先駆的研究(1971)
- 国際宇宙ステーションのデブリ「防御」設計のニーズ(1980年代)

・米欧では、有人宇宙船(アポロ等)のメテオロイドシールドの研究でサイエンス分野の研究者が協力⇒デブリ問題についてもサイエンス分野とエンジニアリング分野での交流が盛んであった。
・日本では、工学分野(主としてISSの設計)で「デブリ」を扱ってきた。

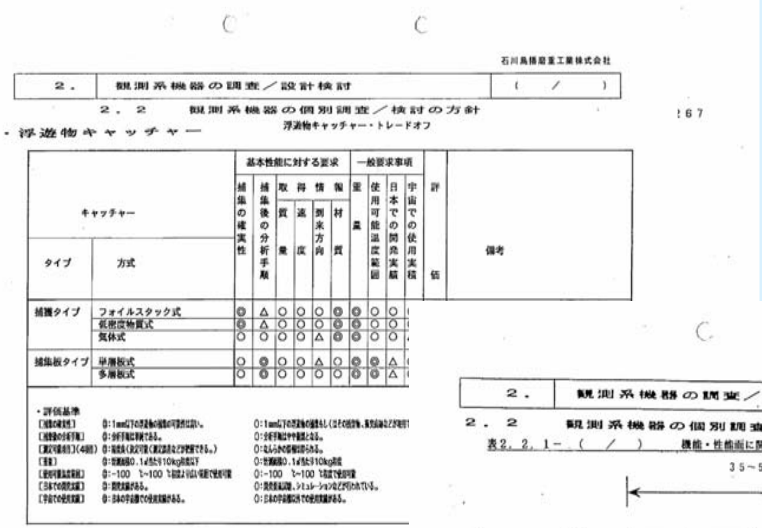
・「軌道上『デブリ計測』」は日本では研究進展せず。

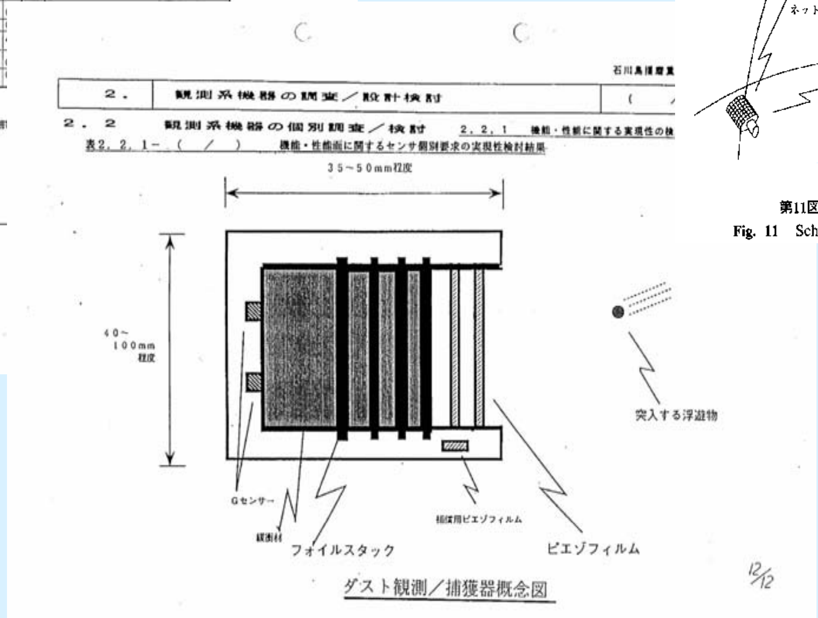
LDEFのデータ、故山越和雄教授のアドバイス

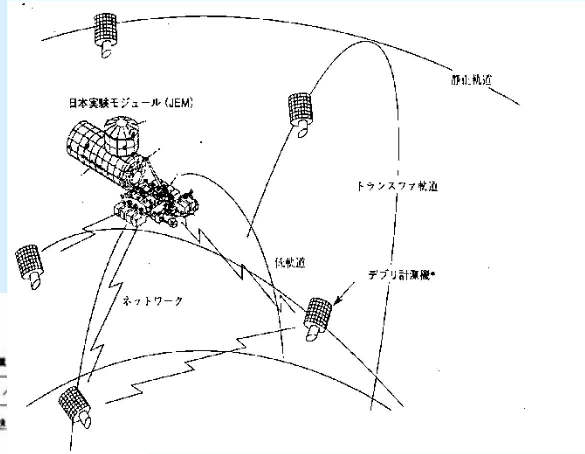
- 日本航空宇宙学会「スペースデブリ研究会報告書」([1989-]1993)
  - SFU・PFA -JEM/ISSでの計測 –軌道計測ネットワーク

北澤と上松、1995等による

1990年(平成2年)代前半の軌道上デブリ計測検討例







第11図 JEMを中心としたデブリ計測ネットワーク
Fig. 11 Schematic diagram of debris detection network system

試験的なスペースシャトル搭載の機会到来(1993年にNASDAが計画承認、1997年フライト):但し電力なし(完全パッシブ)。短期間(曝露期間1週間)

4. ダスト計測方法

宇宙でのダスト計測の目的／特徴

●メテオロイド(Meteoroid)：天然物

地球起源以外の物質の研究による太陽系生成過程の研究

●スペースデブリ(Space Debris)：人工物

宇宙‘ゴミ’の存在量とその変化、組成(発生源の情報)などの調査

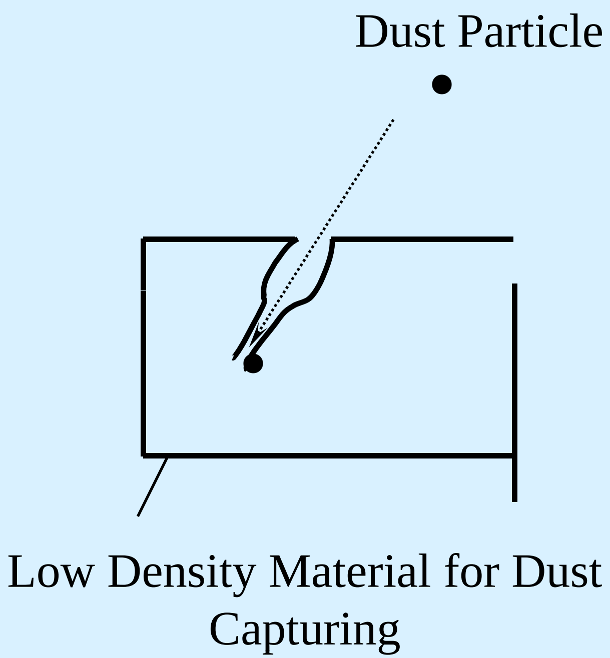
宇宙ダストの計測方法

「アクティブ型ダストセンサ」:ダストの軌道情報や物性を軌道上で計測

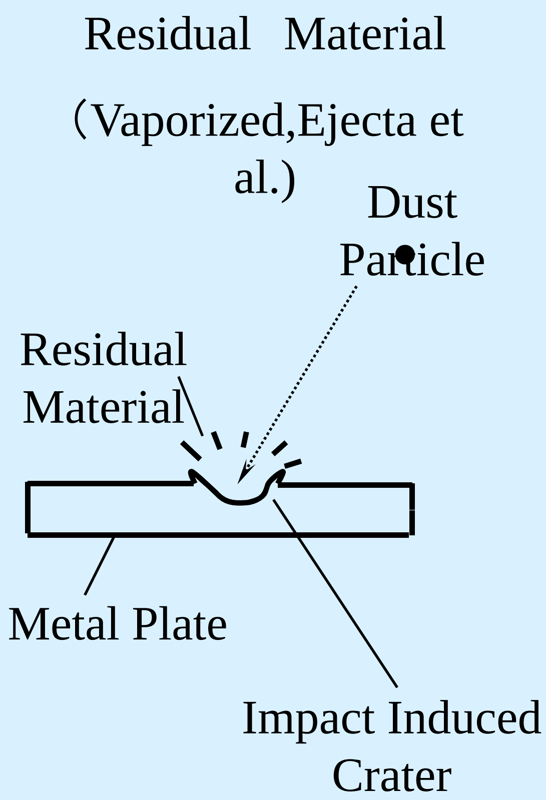
「ダストコレクタ」ダストを捕獲し、地上へのサンプルリターン(回収)

ダストコレクタの原理

捕獲型



捕集板型



Silica aerogel

MPAC aerogel dust collectors were designed based on the collectors for the ESEM experiment aboard the Space Shuttle (STS-85), 1997 (Kitazawa et al.,1998).

·Characteristics of Silica aerogel

- Very low density (∼0.03 g/cm^3)
  →Effective for Intact capture
- Transparent
  →Easy to locate dust captured in aerogel
- Robust against space environment

ダストコレクタに対する模擬ダストの超高速度衝突試験

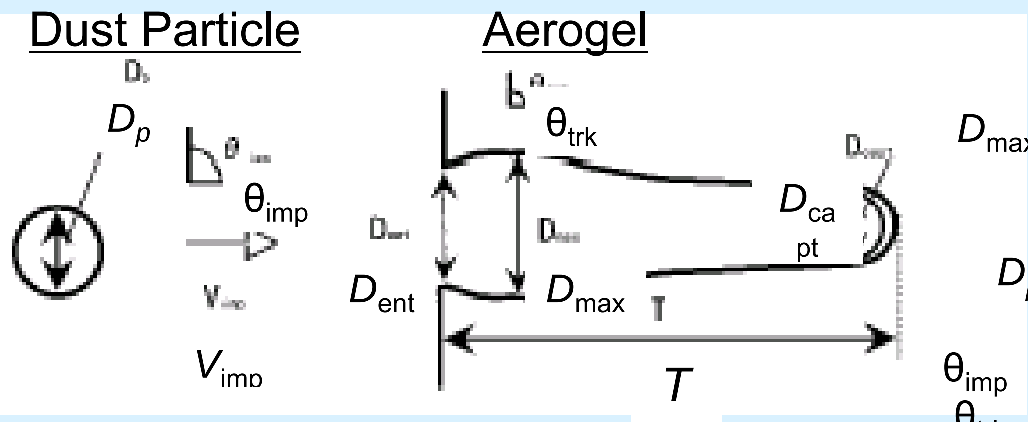
【目的】

- コレクタのダスト捕獲能力の評価

- ダストの衝突パラメータ（ダストの径、速度等）とコレクタに生じる衝突孔の形状パラメータとの相関々係把握

【試験装置】

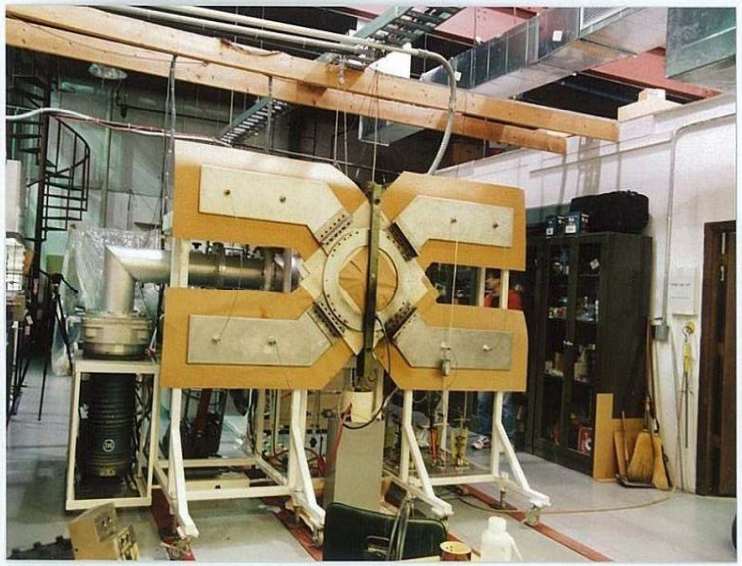
・Auburn大プラズマガン　・ISAS二段式軽ガス銃、・IHI＆機械研ET（Electro-Thermal)ガン



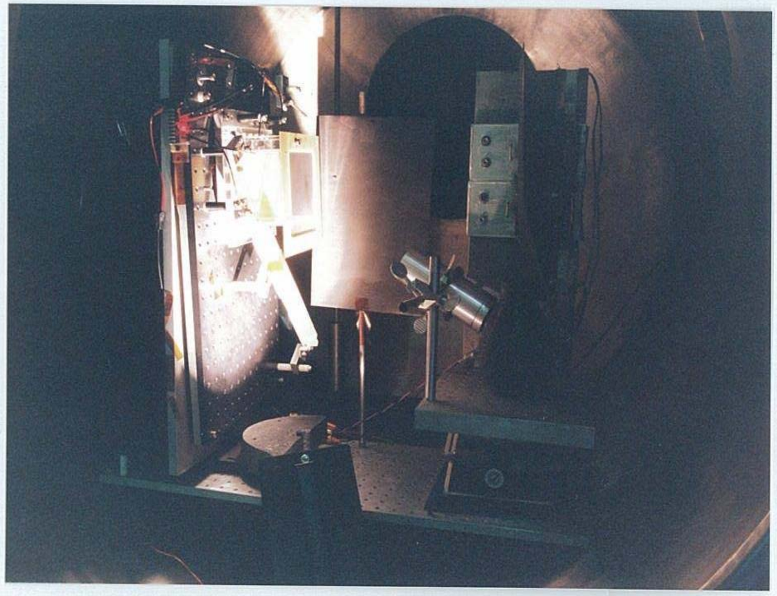
D_{ent} track diameter at entrance
D_{max} track diameter at widest cross section
T track length
D_{capt} diameter of captured particle
D_p diameter of particle before impact
V_{imp} impact velocity
θ_{imp} angle of impact against collector surface
θ_{trk} angle of track against collector surface.

Kitazawa, *et al.* (1999). “Hypervelocity Impact Experiments on Aerogel Dust Collector”, *J. Geophys. Res.*, Vol. 104, No. E9.

Auburn大での実験



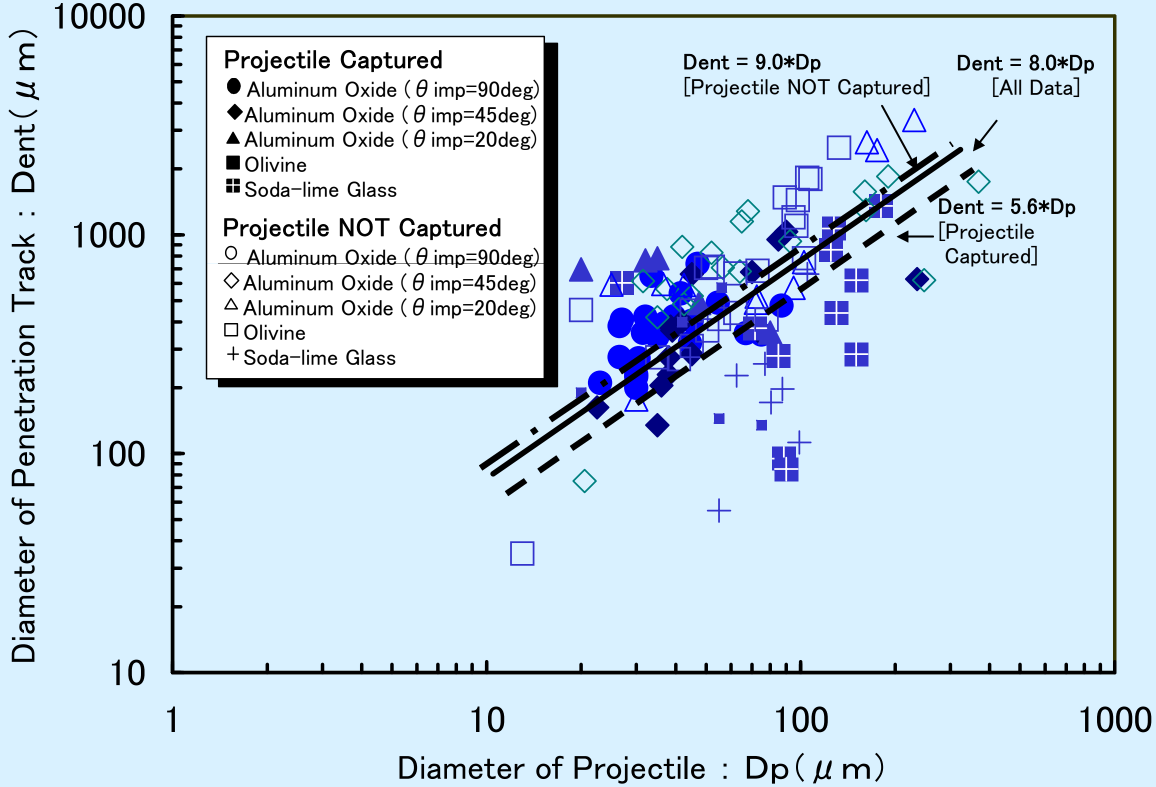
プラズマガン・ガン部



ターゲットチャンバ

Kitazawa et al. 19999

地上対照試験結果例2

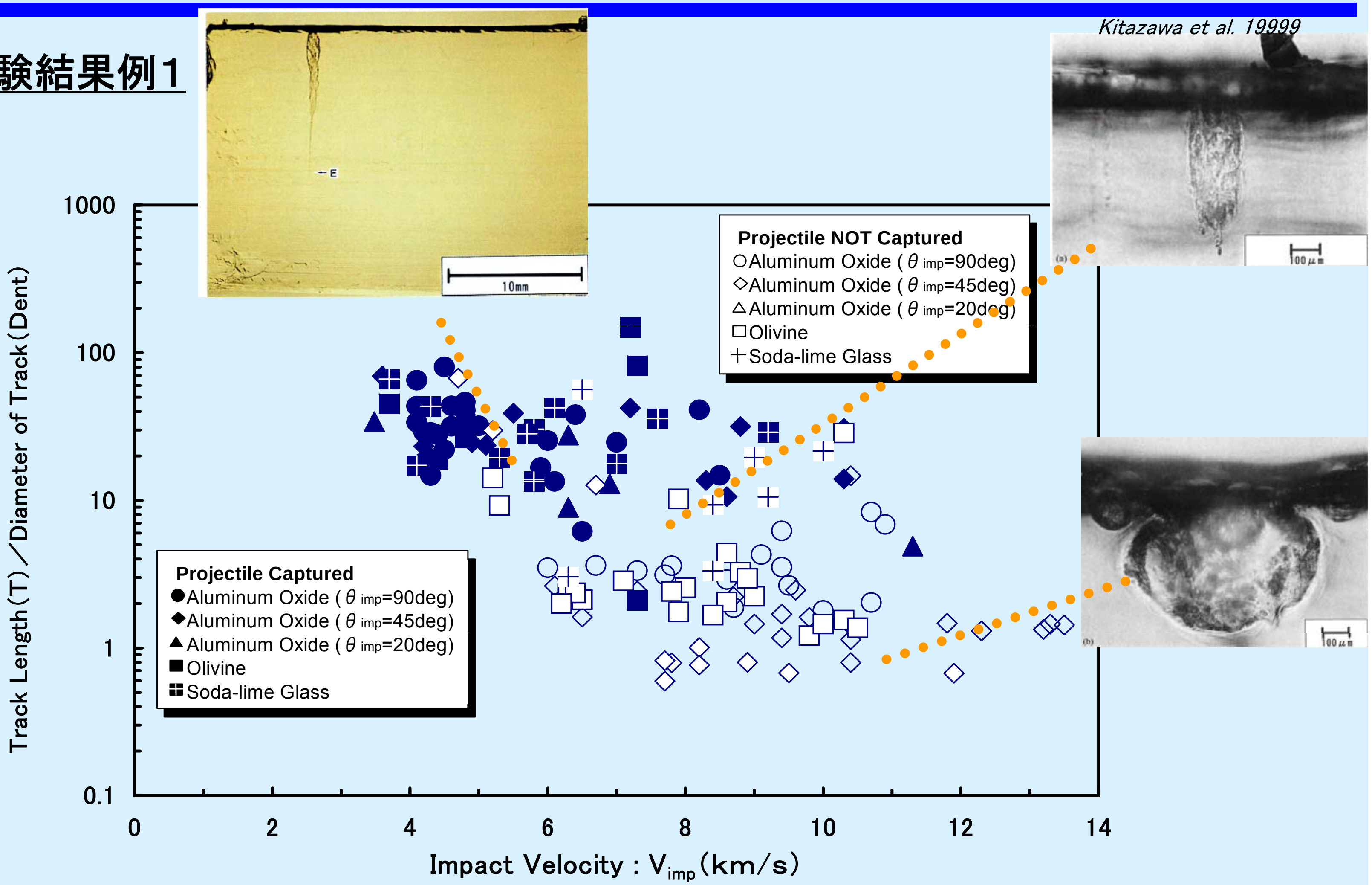


ダストの径, D_p.に対する コレクタの孔径, D_{ent}

コレクタに生じた衝突孔径から、衝突したダストの径の推定が可能

地上対照試験結果例1

Kitazawa et al. 19999



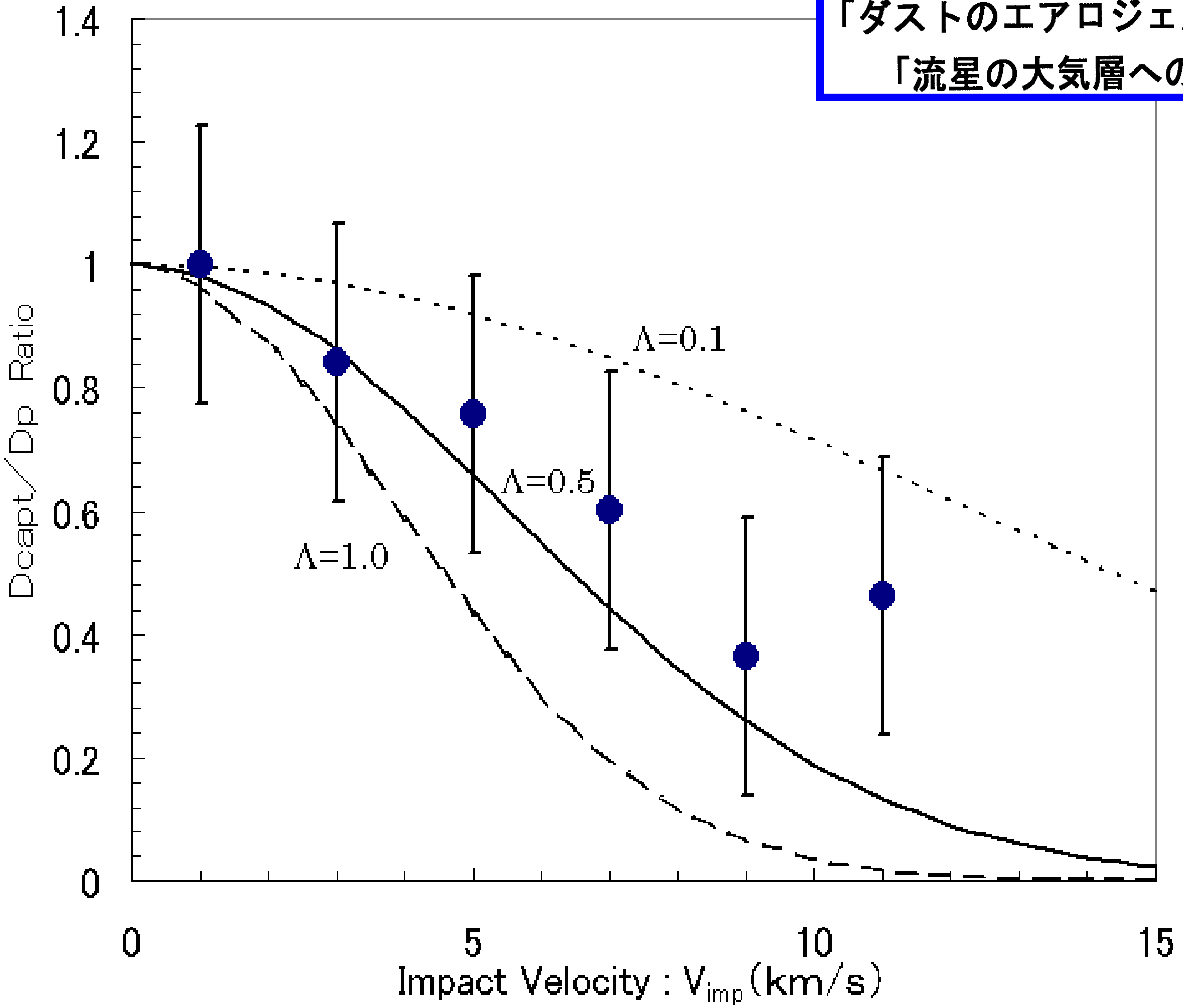
ダストの衝突速度に対する衝突孔扁平度（孔長／孔径(T/D_{ent})）

コレクタに生じた衝突孔の形状から、衝突したダストの凡その速度が推定可能

付記：>6km/sでは捕獲成功率が激減⇒「SOCCER」での藤原先生の判断は正しかった！

Kitazawa et al. 19999

「ダストのエアロジェルへの突入」
「流星の大気層への突入」
同様の現象と仮定



$$m(t)\frac{dv(t)}{dt} = -\Gamma S \rho v^2 \quad \cdots (1)$$

$$\frac{d\,m(t)}{d\,t} = -\Lambda \frac{S \rho v^3}{2Q} \quad \cdots (2)$$

m(t)：ダストの質量
v(t)：ダストの速度
t：時間
Γ：抵抗係数（抗力係数）
S：ダストの断面積
ρ：捕獲材（エアロジェル）の密度
Λ：熱伝達係数（≤ 1）
Q：ダストの蒸発もしくは融解の潜熱

JAXA 茨城大学 Ibaraki University IHI IHI AeroSpace

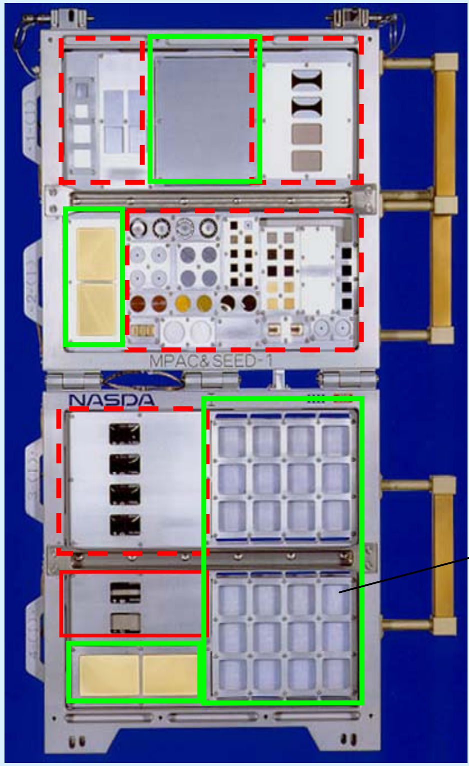
Y X

Holder-1

Holder-2

Holder-3

Holder-4



Ram side

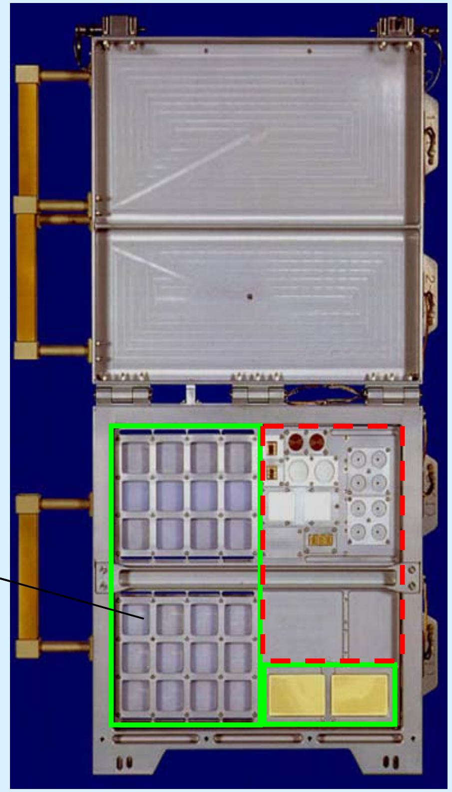
One MPAC/SEED unit

Expose materials to the space environment
= **SEED**

Sample the space debris and micrometeoroid environments
= **MPAC**

MPAC: 3 materials
Silica Aerogel
・Polyimide foam
・6061-T6 aluminium plate

Y X



Wake side

Dimension	900(H) x 570(W) x 156 (D)mm
Launch mass	28.5 kg
Return mass	9 kg
Structural material	Aluminum alloy

- - - red outline: SEED materials; —— green outline: MPAC materials

SM/MPAC&SEED: Equipment for the Experiment

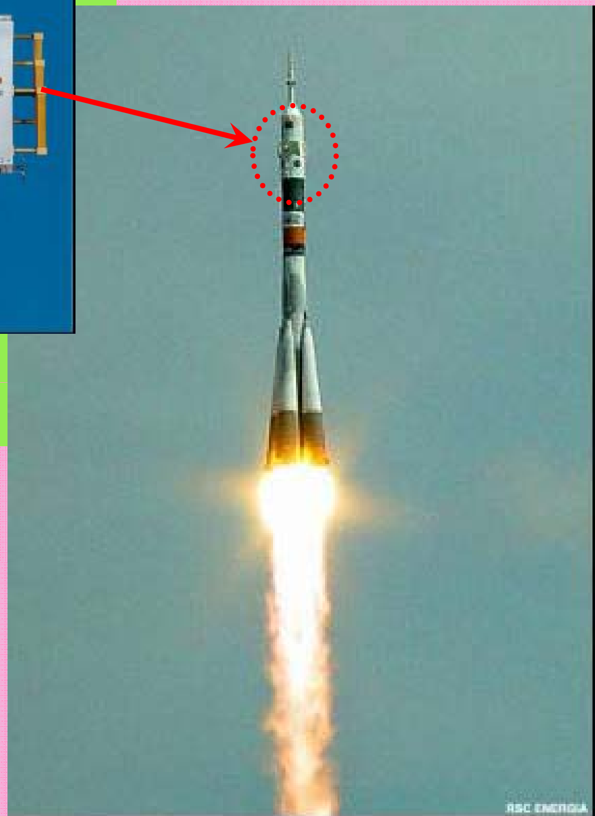
ISSでの運用

MPAC & SEED 打上げ前準備

フライト前試料検査
（2001年8月）

MPAC & SEED(3式)の打上げ

MPAC & SEED(3式)

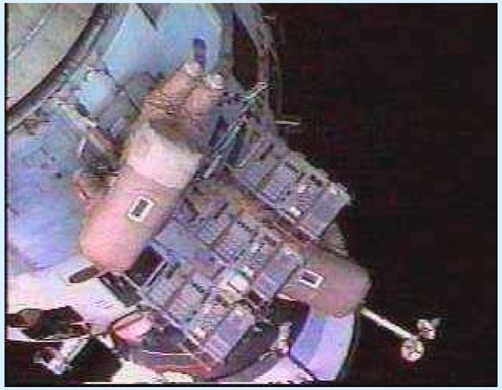


プログレス補給機
(ソユーズロケット)
による打上げ

2001年8月
カザフスタン共和国
バイコヌール宇宙基地

軌道上でのMPAC & SEED 設置作業

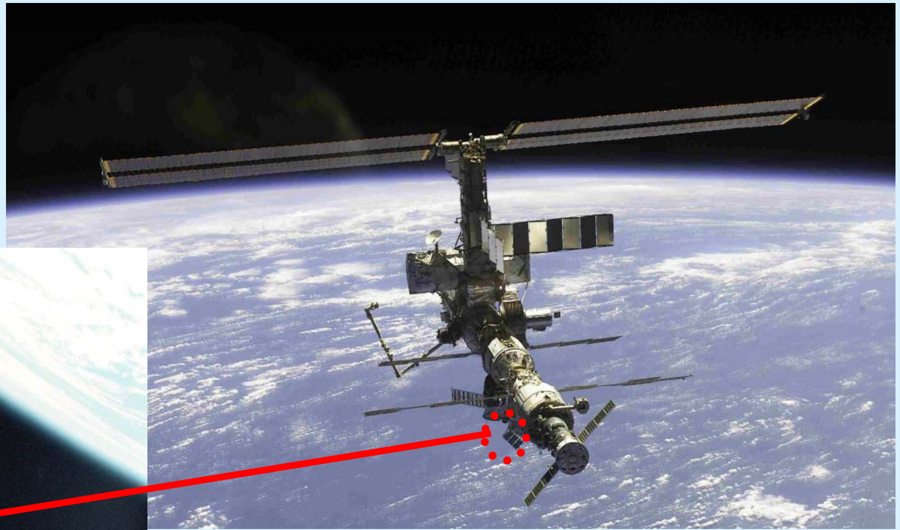
国際宇宙ステーション船内での準備作業

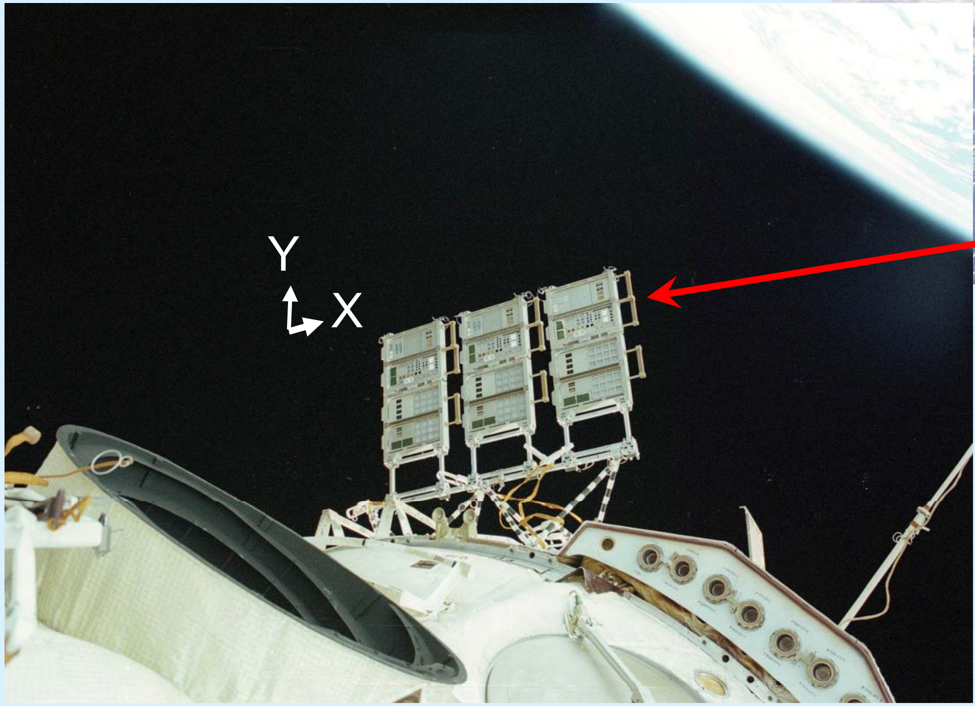


国際宇宙ステーション外壁への取付け作業

国際宇宙ステーションに設置されたMPAC & SEED

ⓒ RSC ENERGIA、ⓒ NASA、ⓒ JAXA





- 3式のMPAC&SEEDを設置完了（2001年10月）
- 1年毎に1式を地上へ回収し分析
- 3式の比較により、ダストの年変化の把握が可能

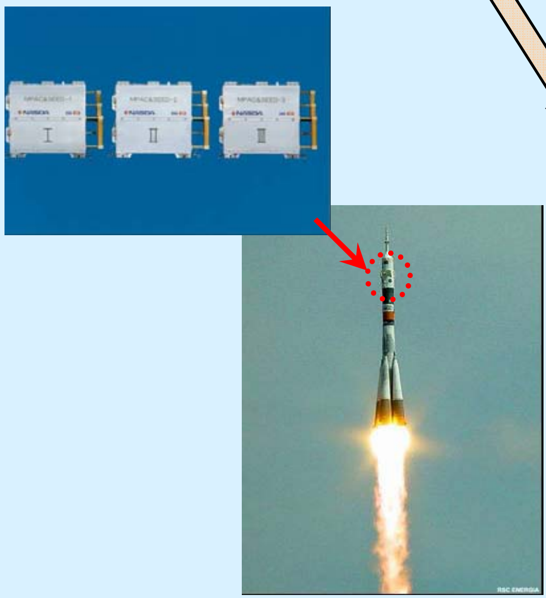
茨城大学 Ibaraki University

IHI

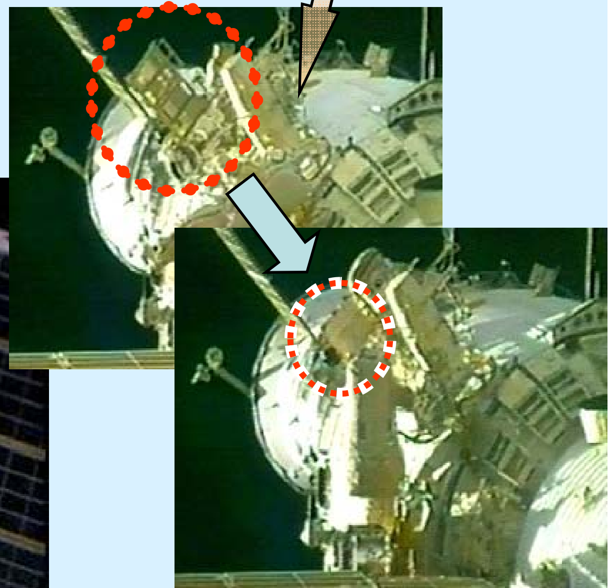
IHI AeroSpace

Mission Schedule

Year		2001	2002	2003	2004	2005	
Month		4 7 10	1 4 7 10	1 4 7 10	1 4 7 10	1 4 7 10	
No.	SM#1		(315 days' exposure)				
	SM#2				(865 days' exposure)		
	SM#3						(1403 days' exposure)



(21 August 2001)



3. Inspection Procedure

3.1 Visual Inspection of the entire surface of SM/MPAC&SEED

Visual inspection for creation of basic data sets of impact-induced futures for curtain were carried out according to the following procedures.

1) Each surface of the SM/MPAC&SEED structure (includes MPAC's samples and SEED's environment monitor samples) was scanned with the aid of an 8x optical scope.

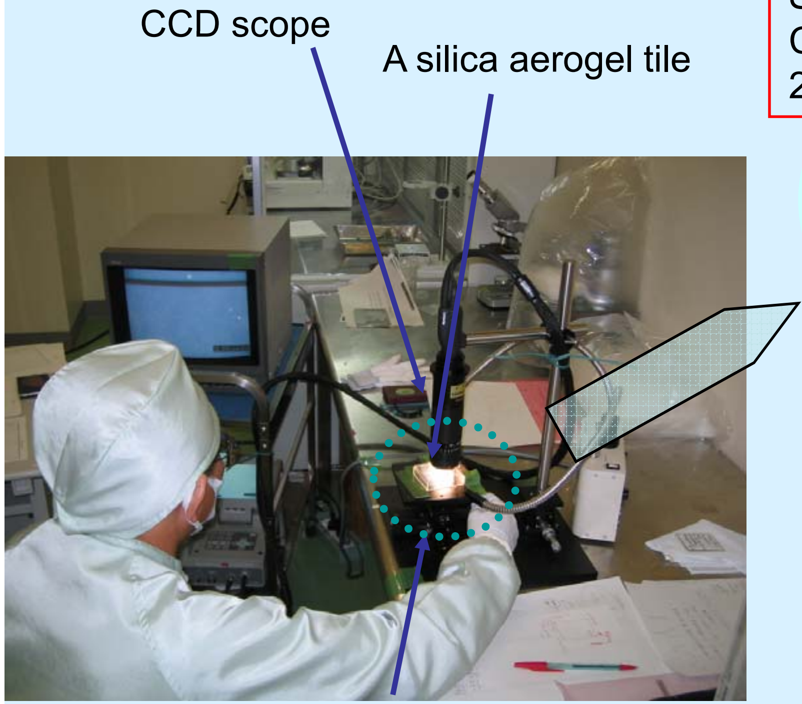
2) When an impact-like feature was detected, the ID of the impacted part and the X and Y coordinates of the impact were recorded.

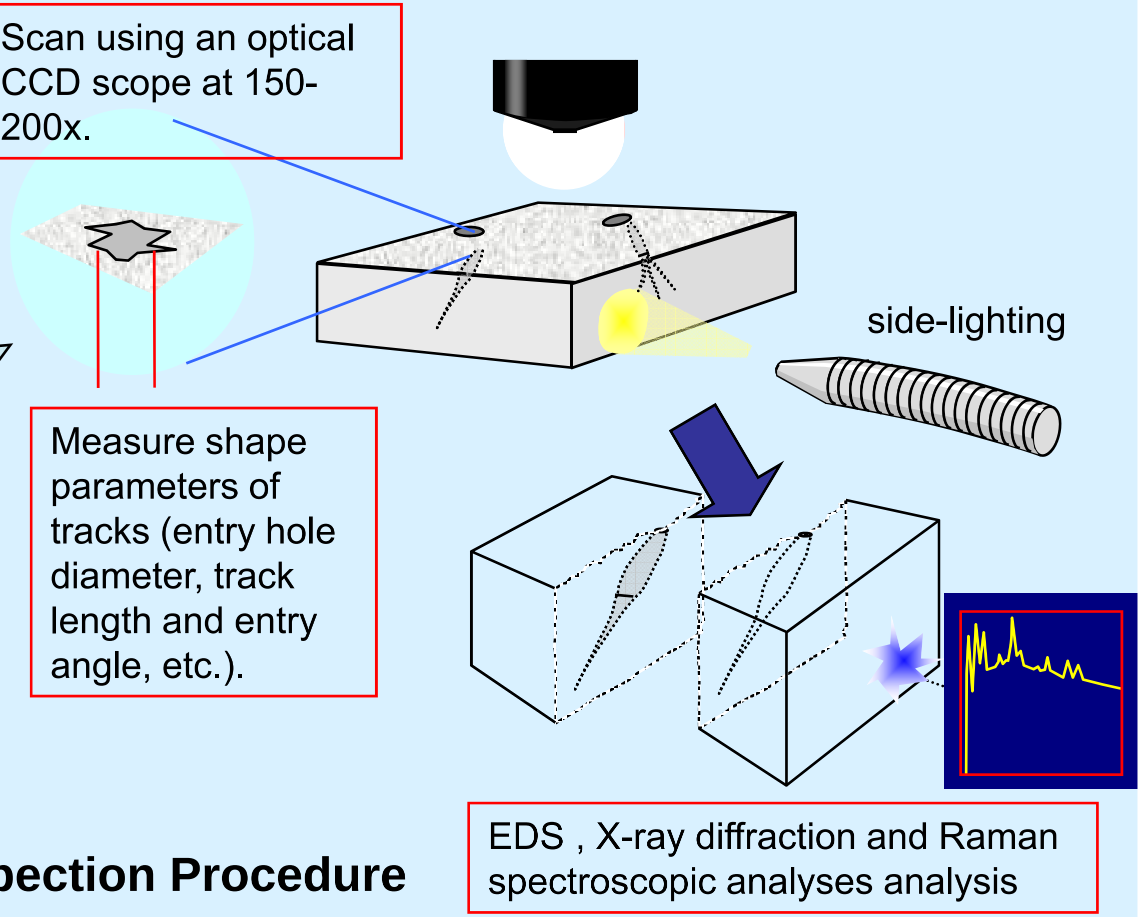
3) Dimensions of the feature were measured, and photographs and/or sketches were made of the feature with the aid of a 50-175x CCD optical scope.

4) A morphological assessment of the feature was made (impact-induced or not)

3.2 Silica Aerogel Inspection

After removal of all aerogel tiles from the frame, silica aerogel tiles (exposed area: 37mm x 37mm per tile) were inspected with optical methods and chemical analysis methods.





Overview of Silica Aerogel Inspection Procedure

Silica aerogel tiles (exposed area: 37mm x 37mm per tile) were inspected as follows:

1) Each tile was scanned individually with the aid of a 150x CCD optical scope.

2) When an impact feature (T/D_{ent}>1 and D_{ent}>100μm, *T*: Track length, *Dent*: Diameter of the track on the aerogel surface) was located, its X and Y coordinates were recorded and photographs and/or sketches of the feature were made.

3) Track length, inclination angle to the surface and other morphological parameters of the track were measured, and particle remnants were searched for.
When typical tracks were found, aerogels were sliced with a microtome into thin, small pieces of between 1 and 3 mm thickness and the following procedures were performed.

4) Optical microscope images and SEM images of selected typical tracks were obtained.

5) EDS, X-ray diffraction and Raman spectroscopic analyses were carried out to determine the chemical composition of residues left in the tracks.

4. Inspection results

4.1 Entire Surface of SM/MPAC&SEED

An example of data record format for curation

Table. Example of data sheet (in Japanese)

ホルダ No.	RAM or WAKE	孔／痕跡 No.	試料／ホルダ―ID	（1）座標位置 X (mm)	（1）座標位置 Y (mm)	（2）CCDスコープ画像 倍率	（2）CCDスコープ画像 照明	（2）CCDスコープ画像 写真ID No.	（2）CCDスコープ画像 スケッチNo.	（3）概略寸法[μm]	判定 （*1）	
1	RAM	1	POML−SM3−B の中央左	5	99	175	ﾌｧｲﾊﾞｰｽｺｰﾌﾟの照明のみ	H1−1−A,B	H1−①	直径：127×179μm 中心径：52×55μm 深さ：50μm	◎ 〜 ○	中央丘が見えるが深さ(高さ)の識別は困難
1	RAM	2	ADHS−SM3−A の左上	52	124	175	ﾌｧｲﾊﾞｰｽｺｰﾌﾟの照明のみ	H1−2−A,B	H1−②	直径：252×338μm 深さ：200μm	◎	直径：244×306μm
1	RAM	3	ADHS−SM3−A の中央下少右	70	38	175	ﾌｧｲﾊﾞｰｽｺｰﾌﾟの照明のみ	H1−3−A	無	直径：146×310μm	△	打痕
1	RAM	4	ADHS−SM3−B	94	36	175	ﾌｧｲﾊﾞｰｽｺｰﾌﾟの照明のみ	H1−4−A,B	H1−④	直径：225×245μm	◎	
1			AL1R−SI 央左			175	ﾌｧ	5−A,B	H1−⑤			
1	RAM	6	AL1R−SM3の中 央左少下		65	175	ﾌｧ	6				リムのような形状が見える がなく衝突痕とは

ID#

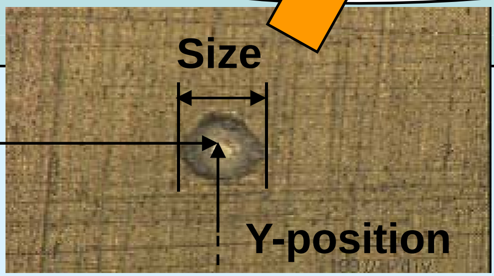
Position

Inspection conditions

Size

Category

X-position



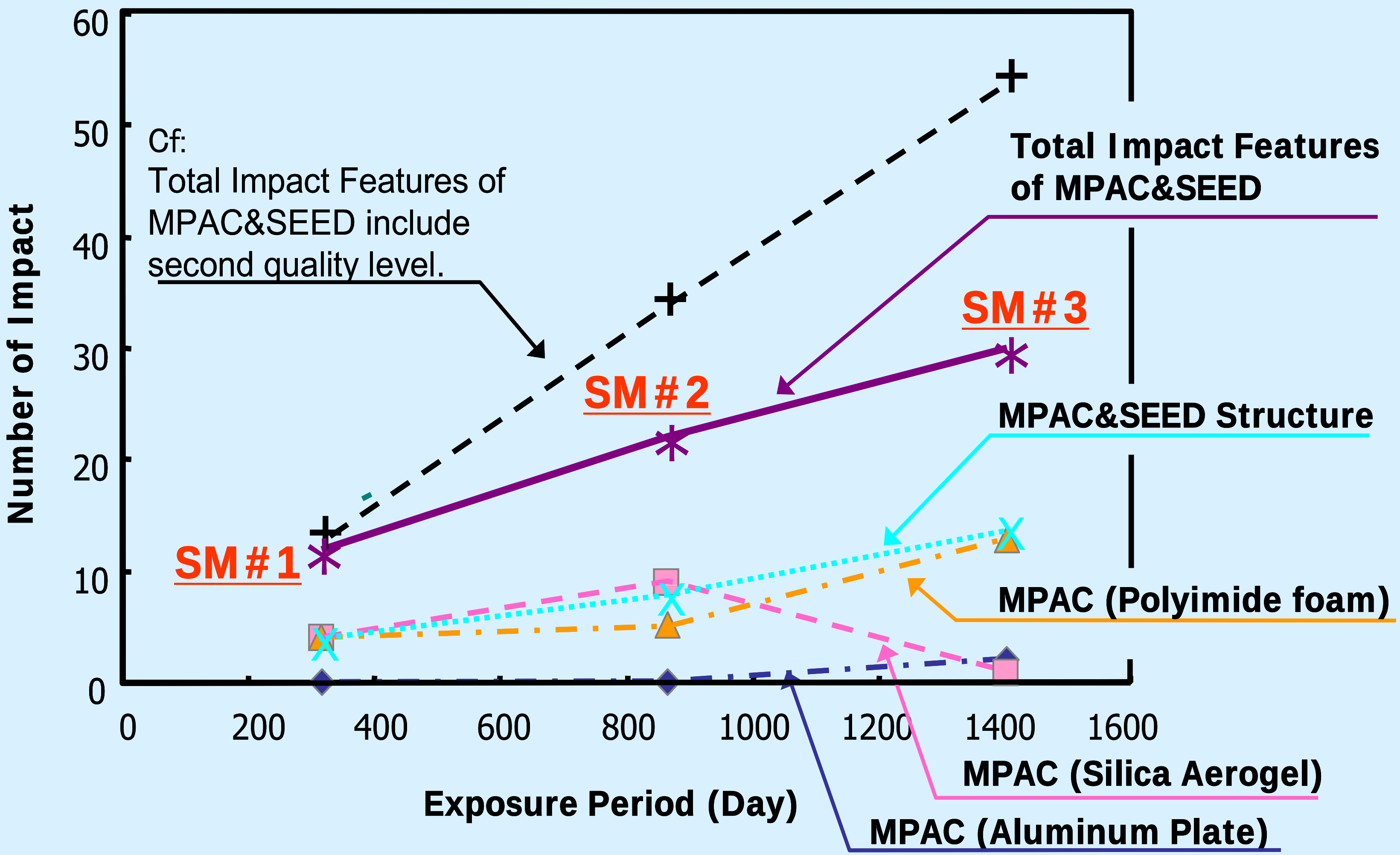
Typical impact feature
(first quality level)

Features were categorized into three types.

◎**First quality level** feature (Impact induced)

○**Second quarity level** feature (Probably impact induced)

Δ Not impact induced



Number of impact features of the first quality level (Class I) on SM/MPAC&SEED versus exposure period.

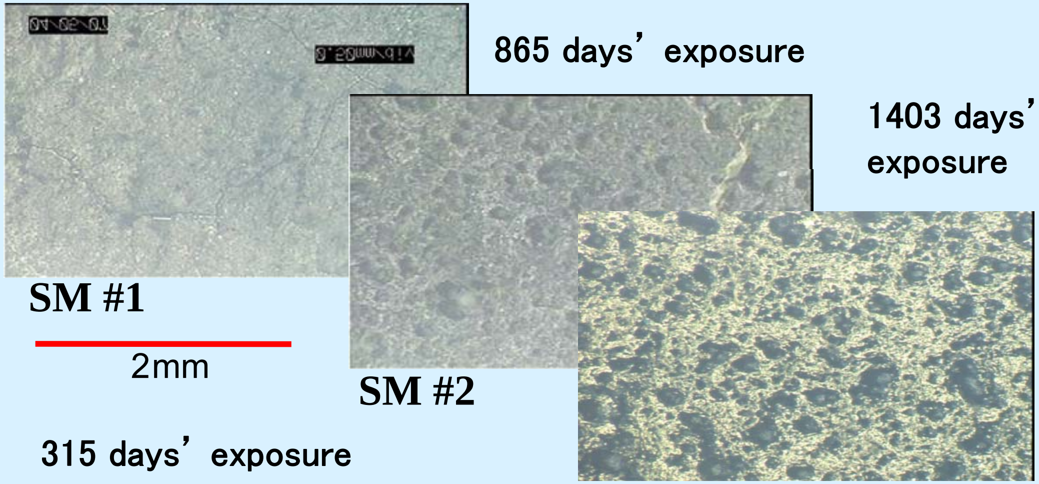
->the impact rate was almost constant

4.2 Silica Aerogel Inspection

4.2.1 Surface alterations of silica aerogel

RAM side surface

315 days' exposure
865 days' exposure
1403 days' exposure

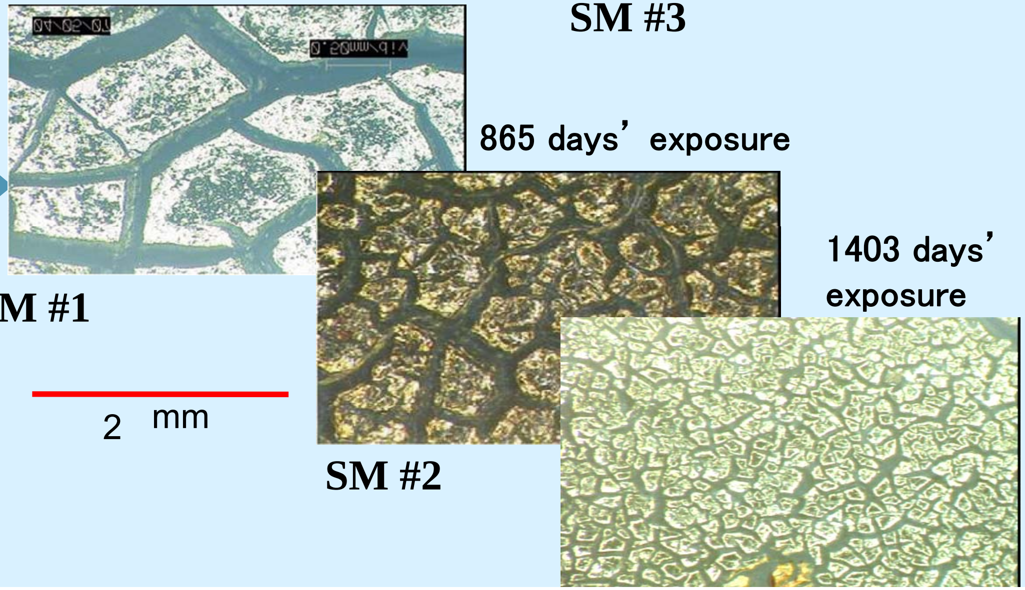


SM #1
2mm
SM #2
SM #3

Non-flight surface

WAKE side surface

315 days' exposure
865 days' exposure
1403 days' exposure



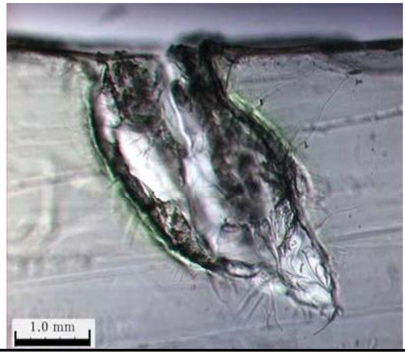
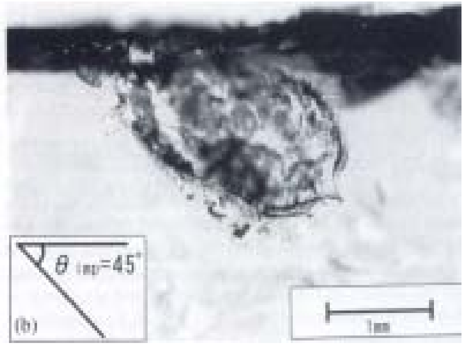
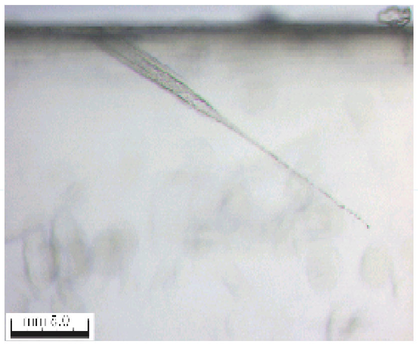
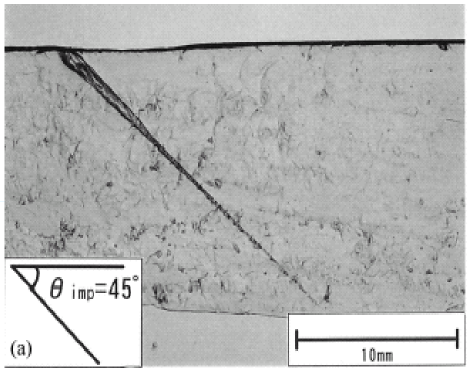
SM #1
2 mm
SM #2

EDS analysis of surface

	Ram	Wake
SM#1	Si*,O*	Si*,O*,C
SM#2	Si*,O*	Si*,O*,C

*the main ingreients of aerogel

4.2.2 Shape of typical tracks in silica aerogels

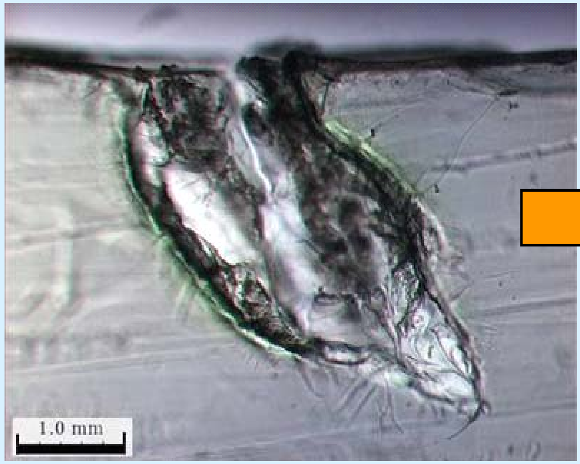
Track images in MPAC aerogels	Hypervelocity experiments on Silica aerogels (Calibration shot) examples (Kitazawa et al. 1999)	
		**Impact velocity: 6.5 km/s @ 45º**
		**Impact velocity: 4.8 km/s @ 45º**

It is possible to estimate the impact parameters of the dust particles from the results of the hypervelocity impact experiment.

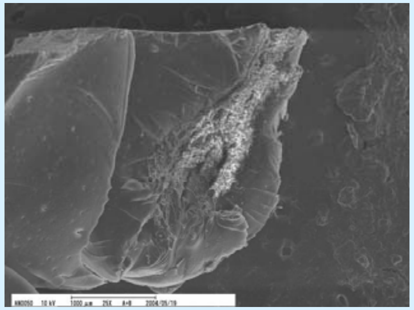
4.2.3 Chemical composition of captured particles

Metals (aluminum and others), TiO_2, ZnO, $CaCO_3$ etc. were found.

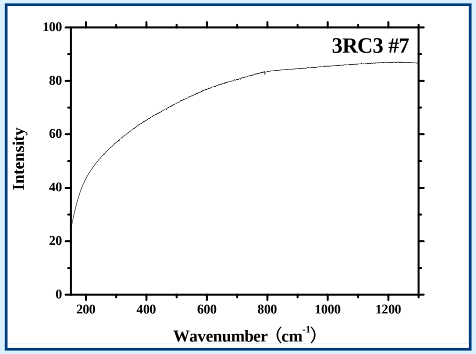
Example 1 (SM#1: RAM side)



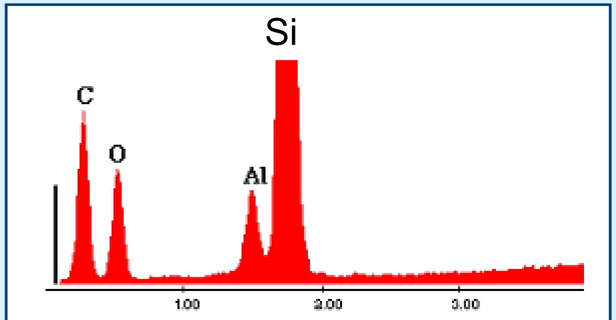
Track in 3RD3
Estimated Impact velocity: about 7-10 km/s



SEM image of Inner Surface of the Track



Raman Spectrum of Inner Surface of the Track

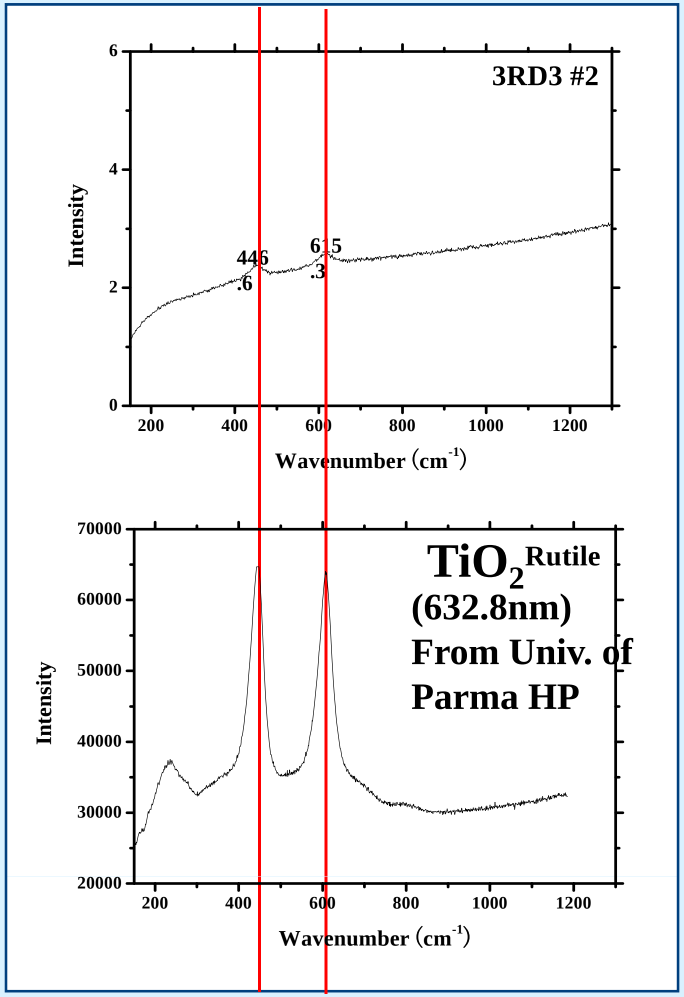


(Carbon was coated for SEM-EDX)

EDX Analysis of Inner Surface of the Track

Example 2 (SM#1: RAM side)

Captured Particle in 3RD3
(Diameter: < 2 μm)

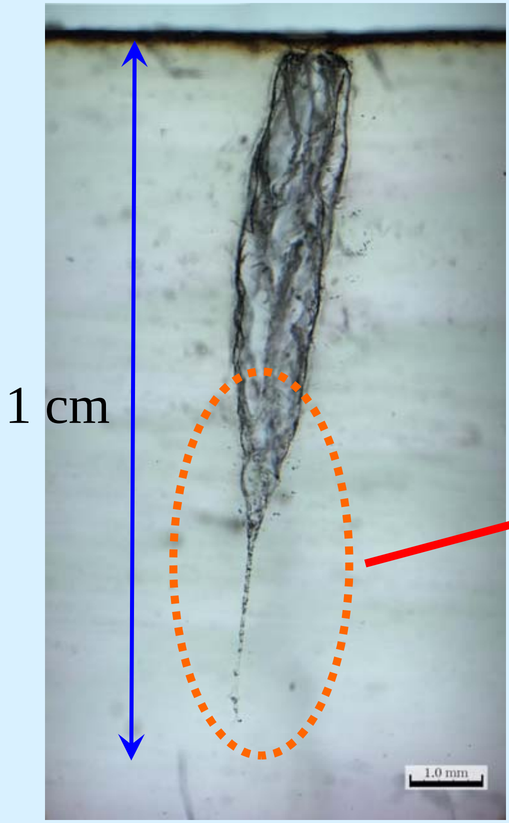


Raman Spectrum of Captured Particle

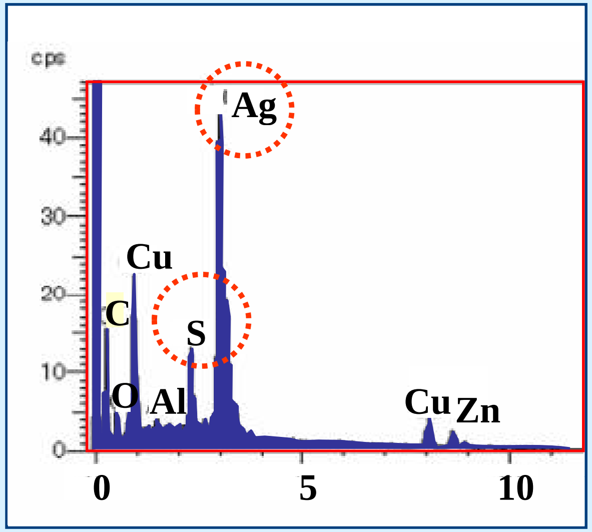
-WAKE Side

Composition of captured particles not yet determined.

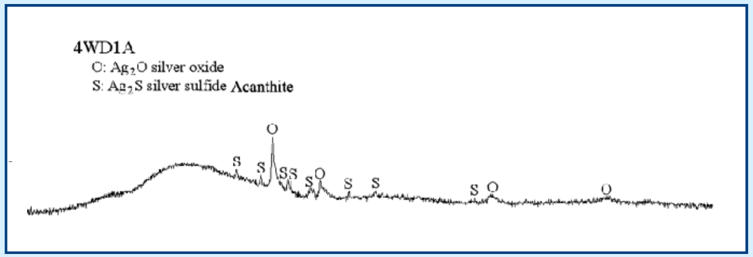
Example 3 (SM#2/MPAC)



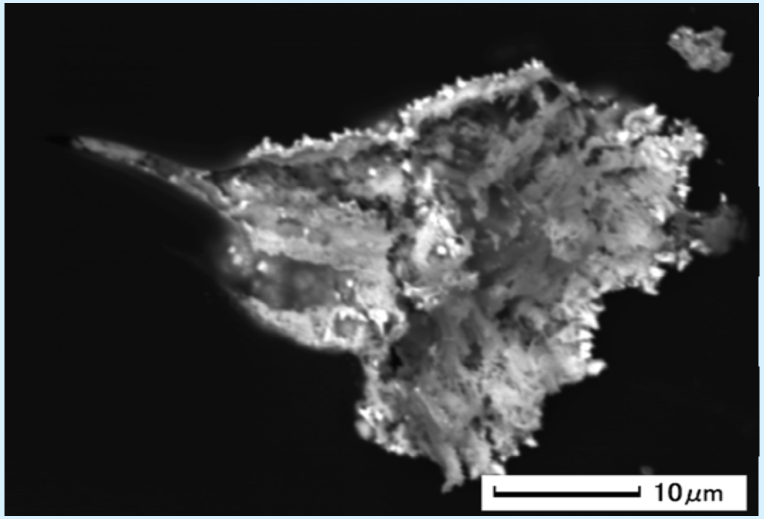
Captured Particles on Wake side
Diameter: about 20 μm each
Estimated Impact velocity: about 5 km/s



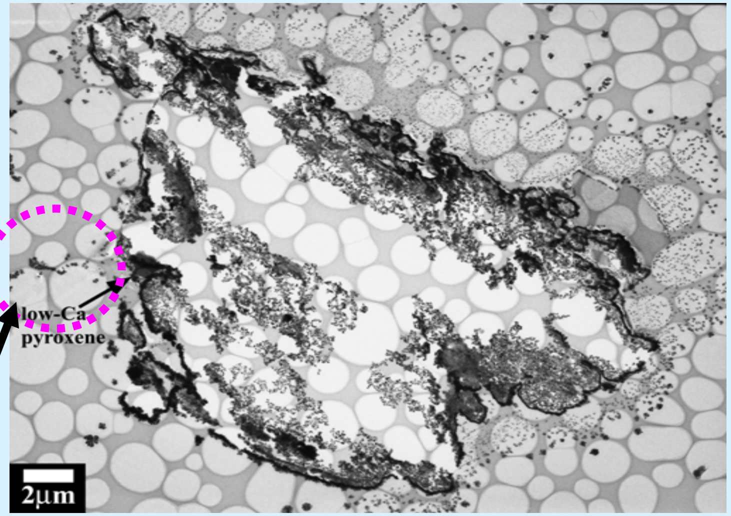
Al, C, Cu, Zn:Background



X-Ray Diffraction Chart
(by Prof.T.NAKAMURA, Kyushu Univ.)



SEM image



TEM image

Meteoroid particle (Fragment of H-Chondrite?)

The feature of the captured particle;

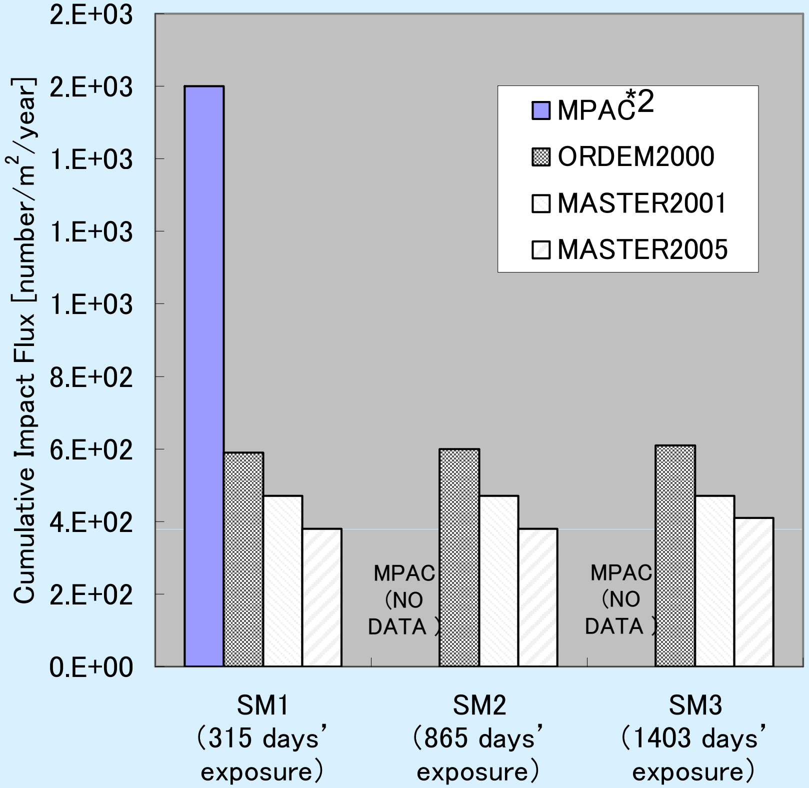
- The mixture of Ag_2O and Ag_2S.
- The aggregate of a particulate with a size of tens to hundreds of nm.
- The natural grain of about 1μ m in diameter is included.

Secondary Debris induced by natural meteoroid impact on the surface of the spacecraft.

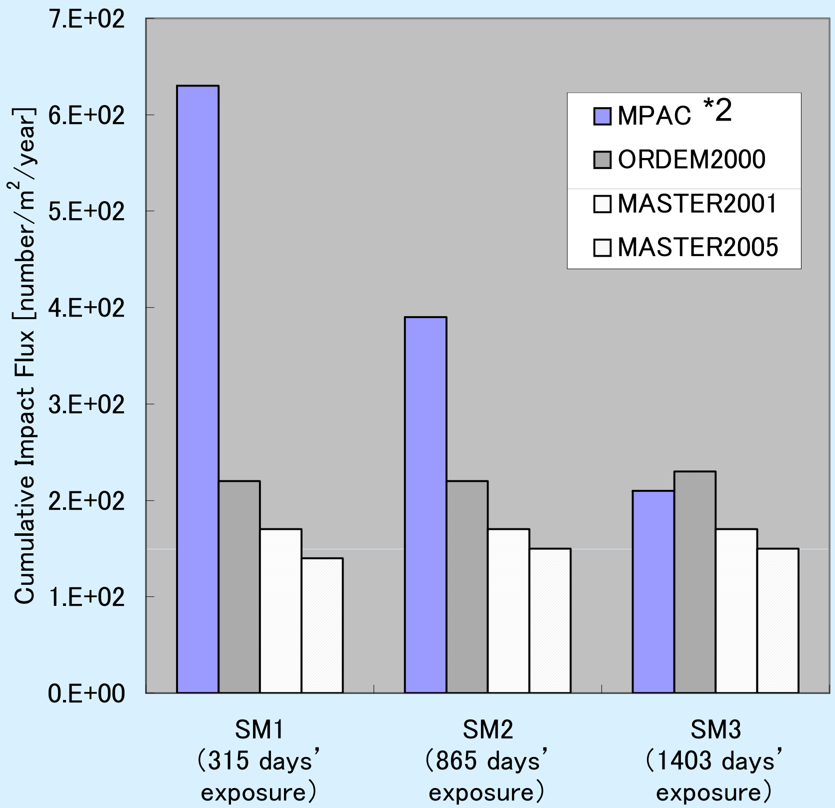
4.2.4 Estimated impact flux on silica aerogel

Comparison with estimated impact fluxes of RAM sides by detail inspection results and calculated results [*1] of ORDEM2000,MASTER-2001 and MASTER-2005 Model.

●Particle Diameter ＞ 10 μ m



●Particle Diameter ＞ 20 μ m



*1 : Fukushige *et al.*, 2007

*2 : Estimated based on calibration experiments（Kitazawa et al.,1999）

5. Discussion and Summary

5.1 Entire Surface of MPAC&SEED

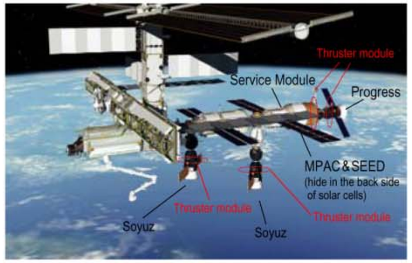
(1)A database of impact-like features and parts' IDs of all MPAC&SEEDs are available for curation. The database also Includes detailed inspection results for MPAC samples. The sample curation system and sample distribution plan will be discussed in the next step.

(2)The number of impact-induced features was almost directly related to exposure period and the impact rate was almost constant. These data show that during the exposure period of MPAC&SEED (October 15, 2001 - August 19, 2005), there was no noteworthy change in the dust flux environment.

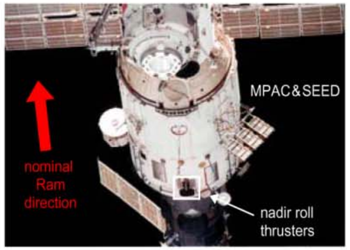
5.2 Silica Aerogel Inspection

5.2.1 Surface alterations of silica aerogel

The surface alterations of MPAC's aerogels seem to be the result of the deposition of carbon-containing particles (whether gas, liquid or solid) over the entire aerogel surface. The attitude control thrusters widely used on space stations contribute significantly to the formation of a gas-particle environment. The effects of contaminants emitted from the thrusters of the ISS, Soyuz and Progress are under discussion.

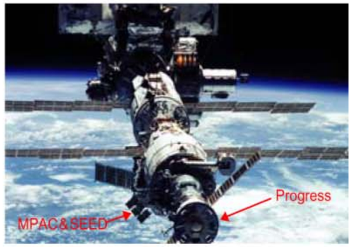


Location of Soyuz, Progress, Service Module, and MPAC &SEED



[photograph courtesy of The Boeing Company]

RAM Side View



WAKE Side View

Location of Soyuz, Progress, SM, and MPAC&SEED.

5.2.2 Typical tracks in silica aerogels

Regardless of any surface alterations of the aerogels, the shape of penetration tracks are in good agreement with track shapes observed in hypervelocity impact experiments .Therefore, it is possible to estimate the impact parameters of the dust particles, such as their diameter, impact velocity, impact direction, etc., from the results of the hypervelocity impact experiment.

5.2.3 Chemical composition of captured particles

The captured particles were mainly metals (aluminum and others), TiO_2 and other artificial space debris. One space debris particle is secondary debris formed by natural meteoroid impact on the surface of the spacecraft.

5.2.4 Estimated impact flux on silica aerogel

Flux values estimated from inspection of the aerogels are decreased with exposed duration.

But the values which predicted by models are not decreased.

Surface degradations of aerogels reduce surface inspection's sensitivity.

And the flux values of inspection results decrease with the duration.

Though the degradations reduces the sensitivity, Flux values estimated from inspection of the aerogels are a little higher than predicted by models.

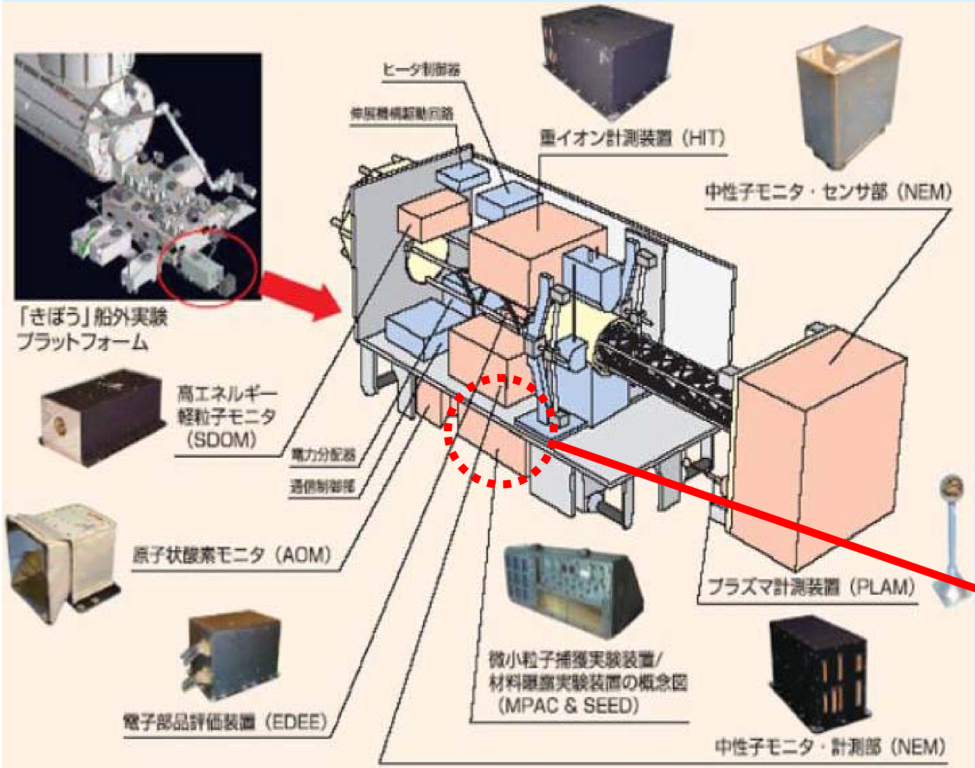
The causes of elevated flux levels may be;1)models uncertainties, 2) contaminants emitted from the ISS, Soyuz, Progress or the Shuttle, 3) secondary

6. Near Future Plans

Detailed inspection of SM#3/MPAC and analysis of contamination will be carried out. An MPAC&SEED experiment is also scheduled for the Japanese Experimental Module (Kibou).

今後のISSでの実験計画（JAXA）

－ JEM/MPAC&SEED －



「きぼう」日本実験棟／船外実験プラットフォーム
／
宇宙環境計測装置（SEDA-AP）の一部を構成

MPAC（エアロジェル）

MPAC（金板）

JEM/MPAC&SEED（プロトフライトモデル*1）
450(W)×220(H)×190(D) [mm]
（*1:MPAC試料は半数のみ搭載）

【特徴】
ISS進行方向の最前方へ搭載
⇒遮蔽物やコンタミによる影響が少ない環境での評価が可能