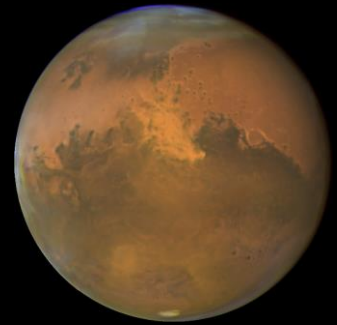
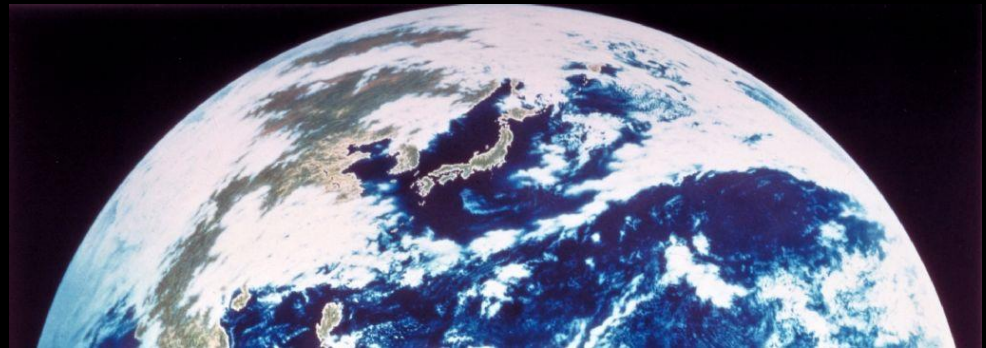


宇宙に生命を探す

山岸明彦
東京薬科大学
生命科学部



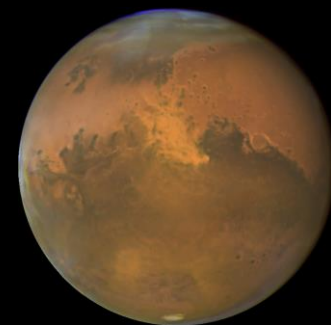
ISS



太陽系における生命と有機物探査

目次

1. 地球大気圏微生物
2. 地球低軌道の微生物
3. 火星での生命探査
4. その他の太陽系天体



これまでの大気圏微生物採集実験

年	実験手法	高度 (km)	採集方法	分離菌	菌密度	研究者
1936	気球	11-12km	パラシュートで落下する無菌のサンプリング装置	<i>Bacillus</i> sp. Fungi	0.14 m-3	Rogers, L. A., Meier, F.C.
1966	航空機	3 km	溶解性のゼラチン泡フィルター	Fungi <i>Bacillus</i> <i>Micrococcus</i>	5-200 m-3	Fulton, J. D.
1967	気球	10-30km	ポリウレタン泡フィルターによる空気の吸引濾過	<i>Micrococcus</i> <i>Alternaria</i> <i>Cladosporium</i>	0.8-0.02 m-3	Bruch, C.W.
1976	気象観測ロケット	48-58 km	フィルム上の栄養培地	<i>Micrococcus</i> <i>Micobacterium</i>	31	Imshenetsky, A.A. Lysenko, S.V., Kazakov, G. A., Ramkova, N. V.

- 微生物はどこまでいるか？
- 惑星間移動は可能か？



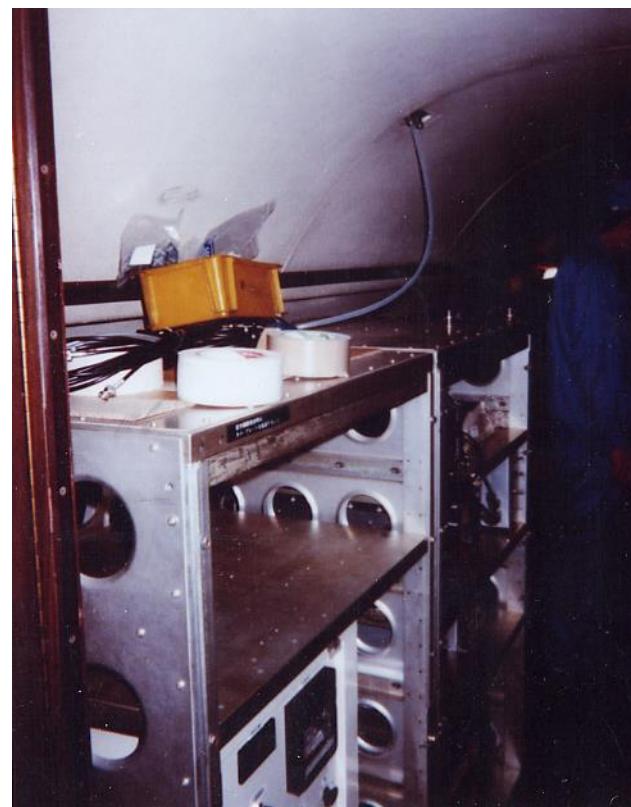
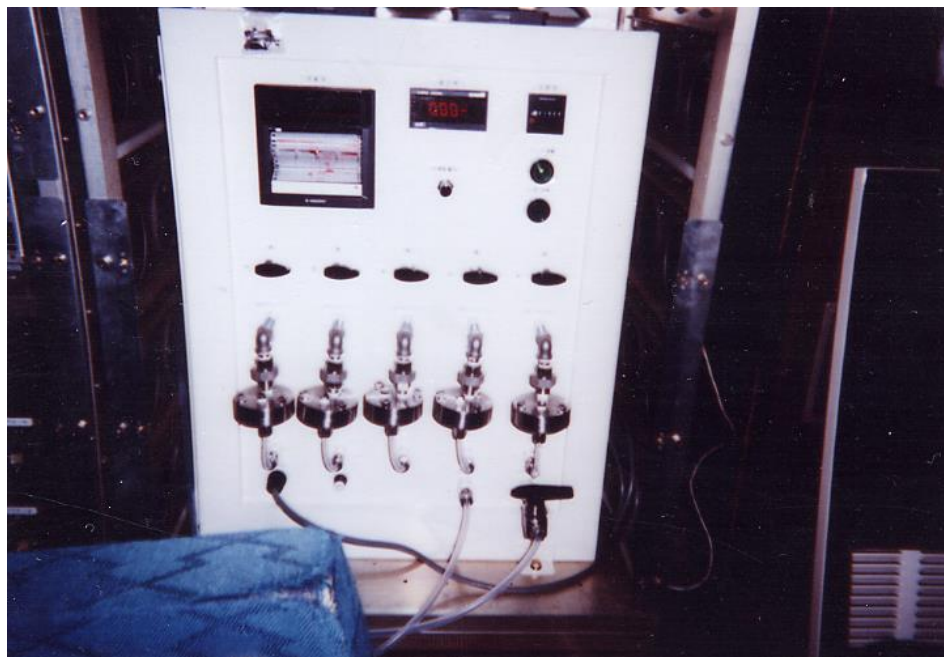
航空機を用いた微生物採集

Yinjie Yang, 板橋志保、横堀伸一、山岸明彦
(東京薬科大学)



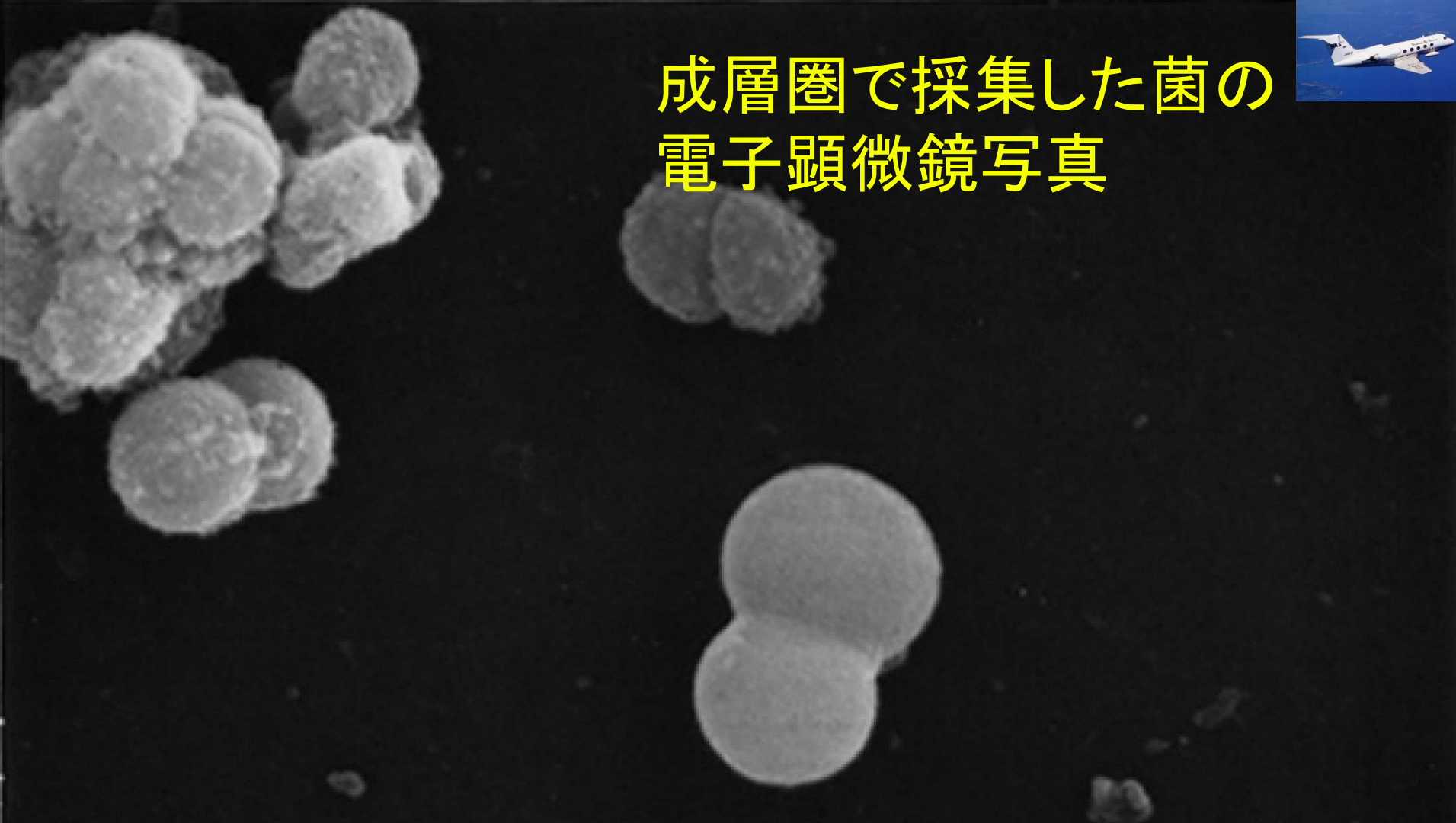


飛行機内部のサンプリング装置





成層圏で採集した菌の 電子顕微鏡写真



Yang Y. Itahashi S., Yokobori S. and Yamagishi A. UV-resistant Bacteria isolated from upper troposphere and lower stratosphere.

Biol.Sci.Space 22:18-25 (2008)

0001

15kV

1 μ m

x10,000



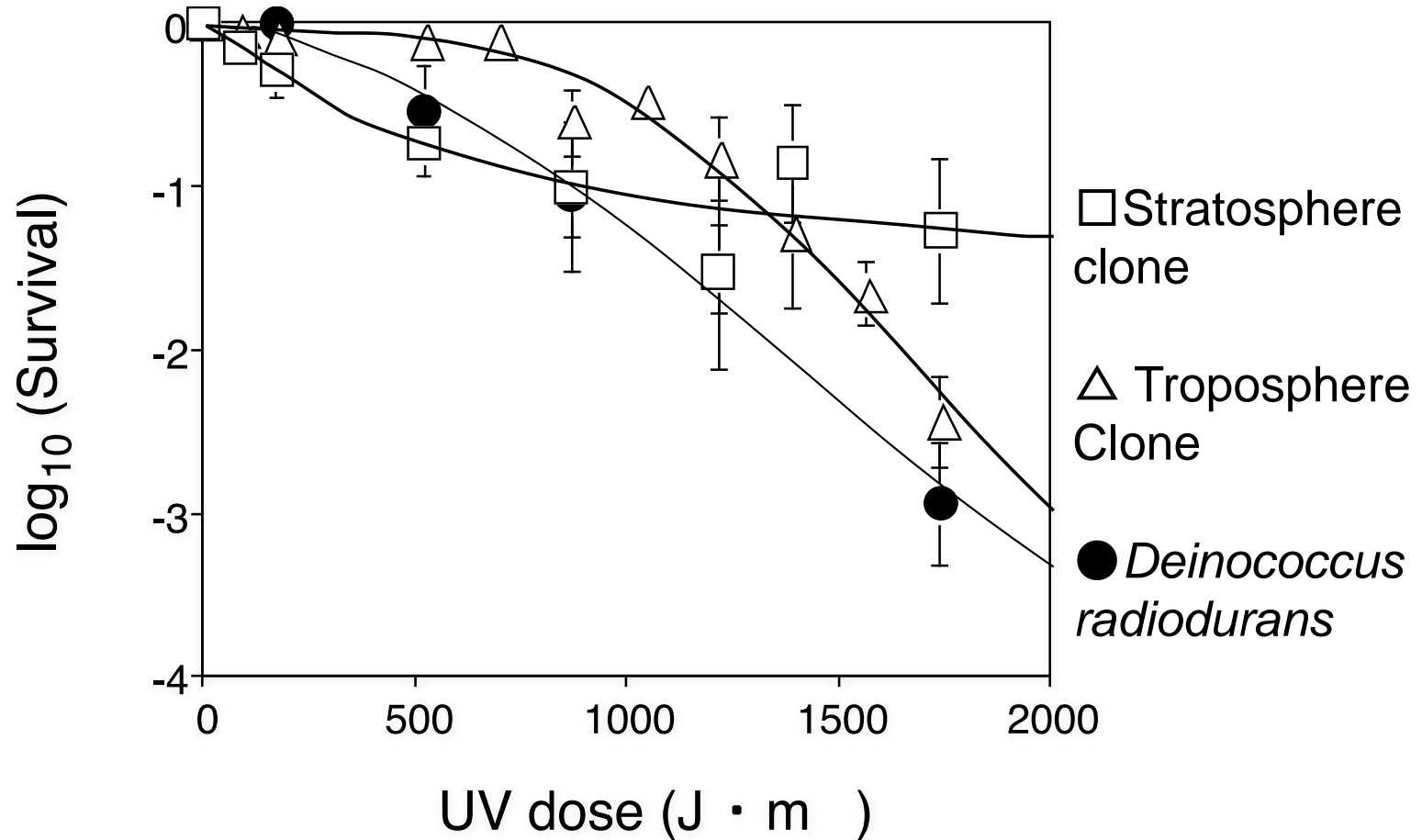
5株が採集された。それらの、菌の種類を遺伝子から決めた。

Clone	Altitude	Related genus
ST 0316	10-12	<i>Deinococcus</i>
TR 0125	0.8-5.8	<i>Deinococcus</i>
TR 0126	4.6-10	<i>Streptomyces</i>
TR 1103-2	1.2-7.8	<i>Bacillus</i>
TR 1103-3	7.8-12.2	<i>Paenibacillus</i>

Yang Y. Itahashi S., Yokobori S. and Yamagishi A. UV-resistant Bacteria isolated from upper troposphere and lower stratosphere.
Biol.Sci.Space 22:18-25 (2008)



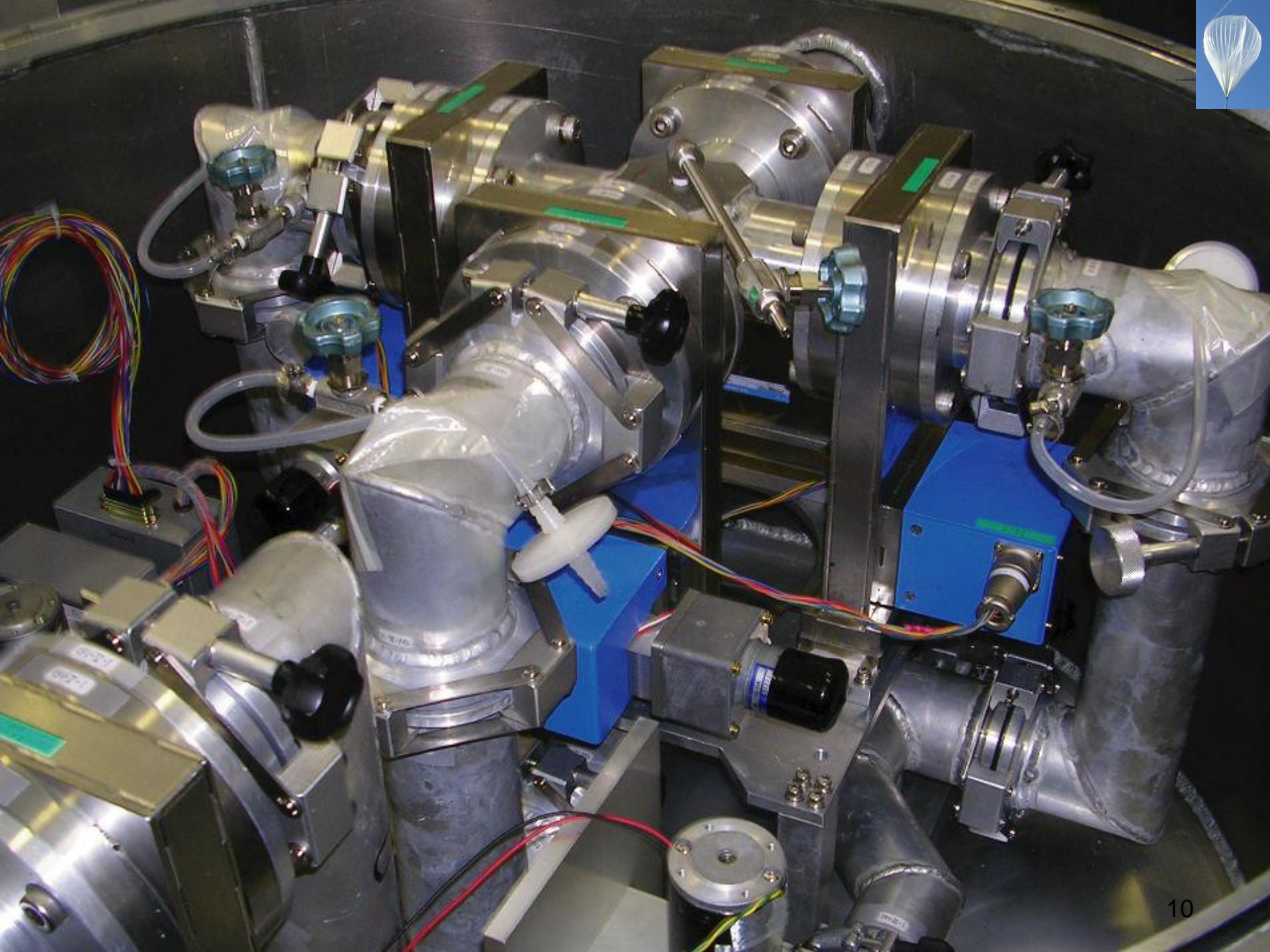
航空機で採集した株は非常に強い紫外線耐性を示した。これまでもっとも紫外線耐性が強い *Deinococcus radiodurans* と同じかもっと強い。



大気球を用いた、 微生物採集

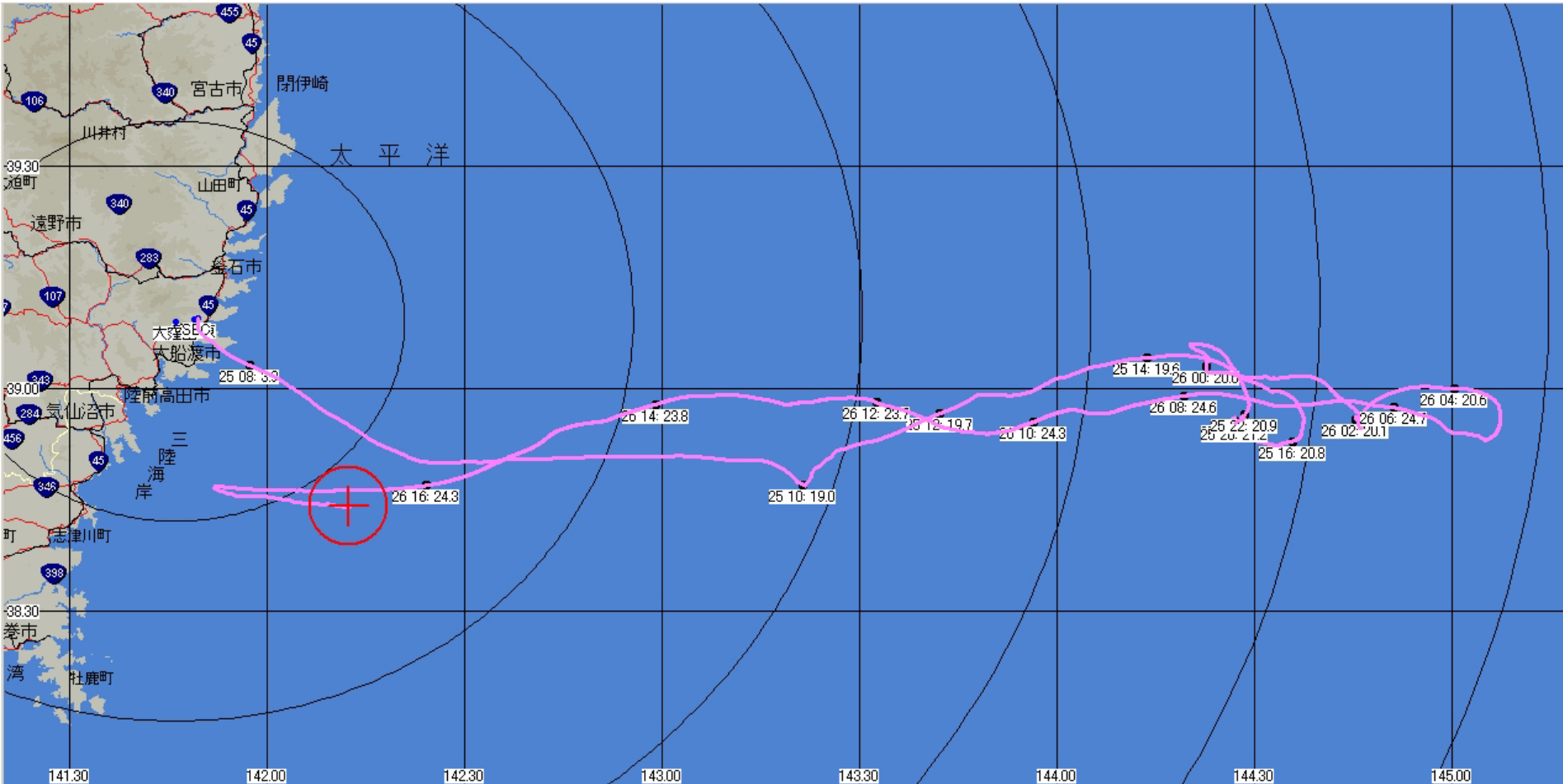
Yinjie Yang,
横堀伸一
山上隆正
齊藤義隆
福家義一
山岸明彦







気球が飛んだ軌跡

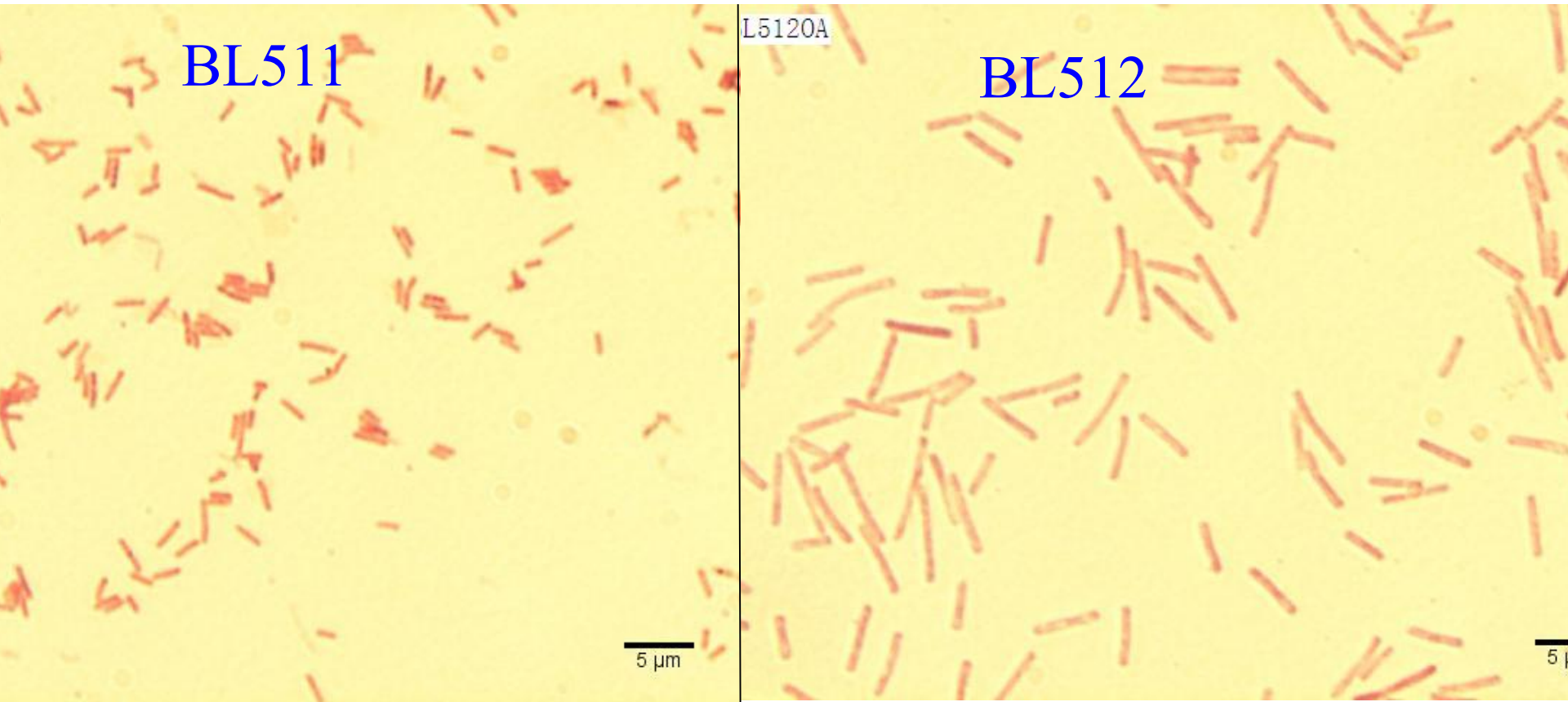


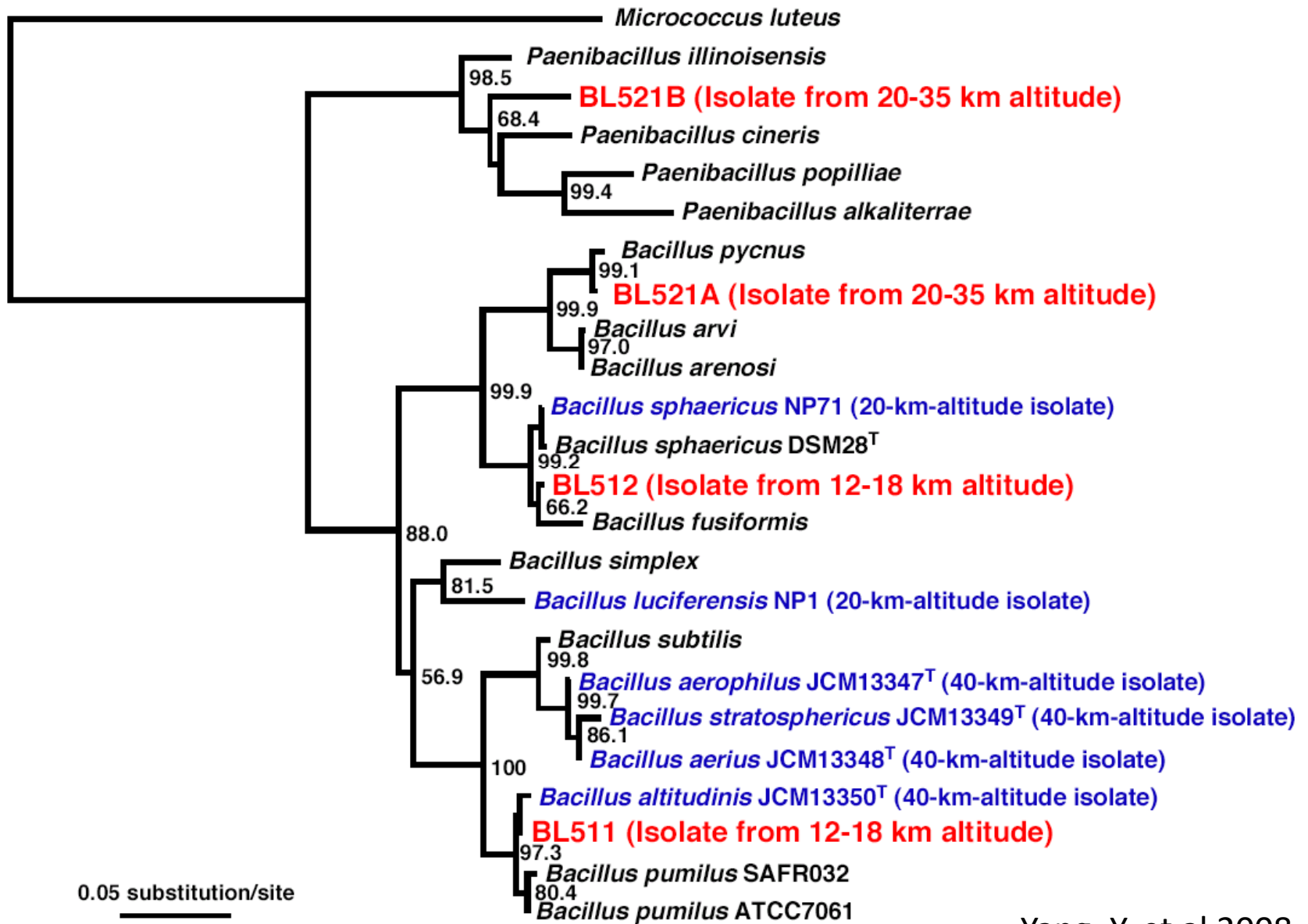


2004.08.26 14:36



気球で採集された菌





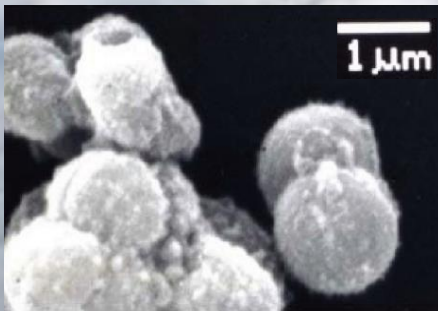
高々度での微生物捕集実験



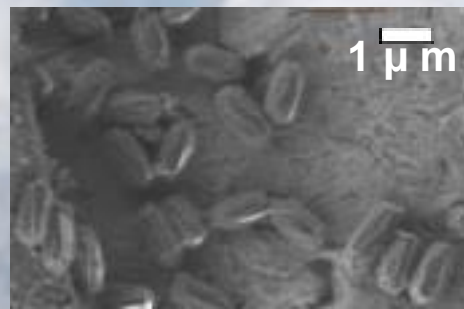
年	実験手法	高度 (km)	捕集方法	分離菌	研究者
1936	気球	11~21	パラシュートで落下する無菌のサンプリング装置	<i>Bacillus</i> sp., <i>Macrosporium</i> sp.	Rogers and Meier
1965	気球	38~41	フィルターを通して空気を吸う。	<i>Penocillium</i> sp	Soffen
1975	ロケット	48~77	上昇中にロケットの前部に、ポリエチレンバックに入った無菌の栄養培地を曝露させる。	<i>Mycobacterium</i> sp. <i>Micrococcus</i> sp.	Imshenetuky et al.
2003	飛行機	20	飛行機の底面に無菌のプレートを曝露させる。	<i>Bacillus</i> sp., <i>Penicillium</i> sp. <i>Microbacteriaceae</i>	Griffin,
2008	飛行機	0.8~12	遠隔操作されたポンプによってメンブランフィルターを通して空気を引く。	<i>Deinococcus</i> sp., <i>Streptomyces</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Paenibacillus</i>	Yang et al.
2008	気球	12~35	遠隔操作されたポンプによってメンブランフィルターを通して空気を引く。	<i>Bacillus</i> sp., <i>Paenaebacillus</i> sp.	Yang et al.

微生物採集実験

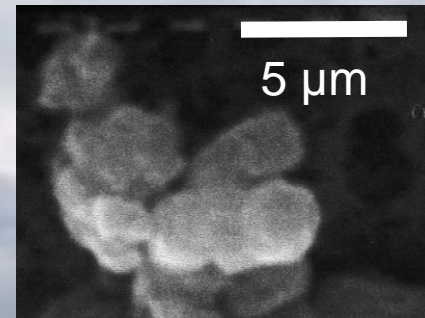
高度 (km)	方法	捕集された微生物種 (文献)
0.8-12	飛行機	<i>Deinococcus</i> sp., <i>Streptomyces</i> sp., <i>Bacillus</i> sp., <i>Paenibacillus</i> sp. [1]
12-35	大気球	<i>Bacillus</i> sp., <i>Paenibacillus</i> sp. [4]
20	飛行機	<i>Micrococcaceae</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Brevibacterium</i> . [5]
41	大気球	<i>Bacillus</i> sp., <i>Staphylococcus</i> sp., <i>Engyotontium</i> sp. [3]
48-77	ロケット	<i>Mycobacterium</i> sp., <i>Micrococcus</i> sp. [6]



Deinococcus sp. [1]



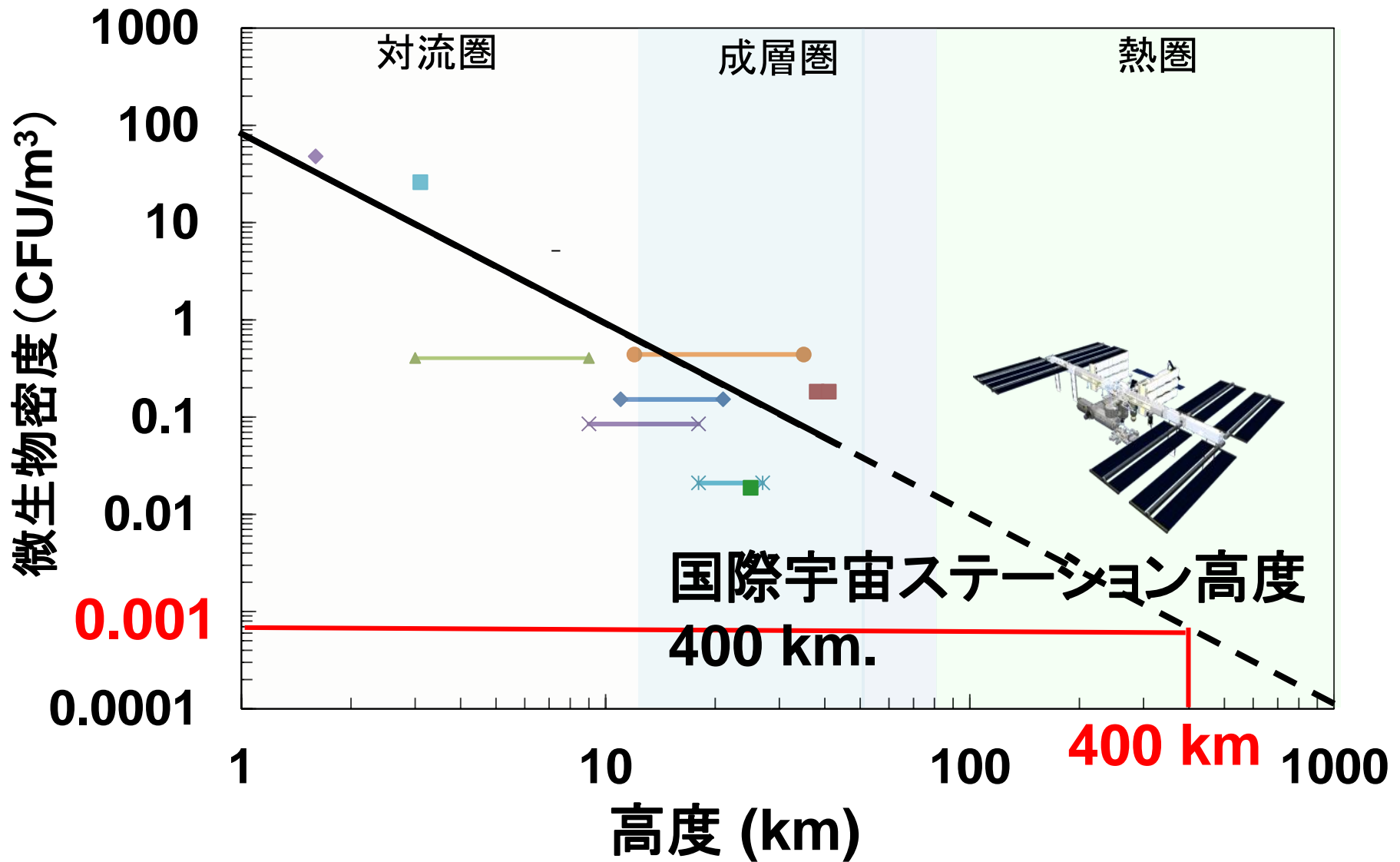
Bacillus sp. [2]



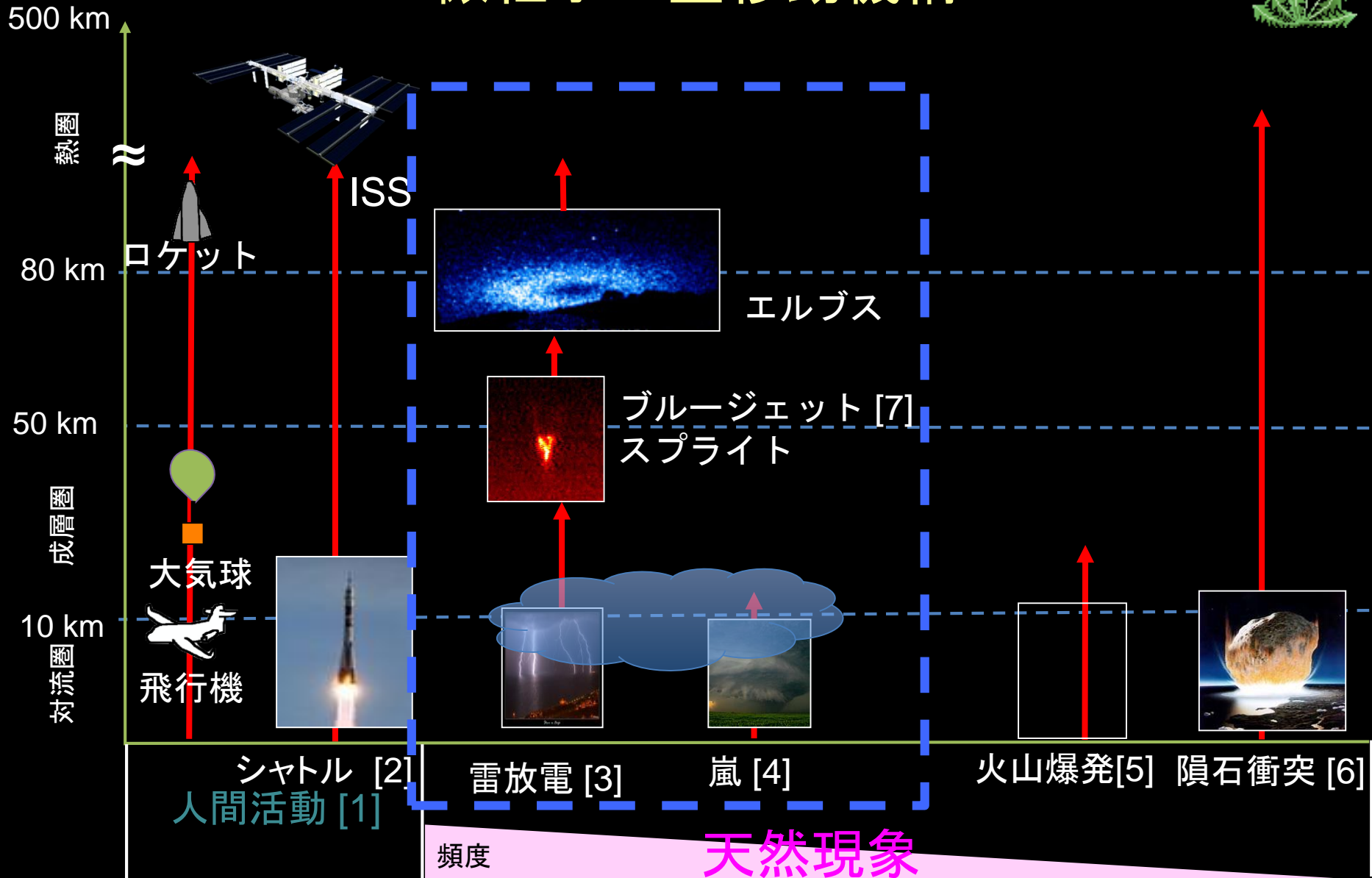
Aggregated cells [3]

[1] Yang et al., 2008 [2] Smith et al., 2011 [3] Wainwright et al., 2004, [4] Yang et al., 2008b [5] Griffin et al., 2008 [6] Imshenetsky et al., 1974

微生物密度の高度依存性

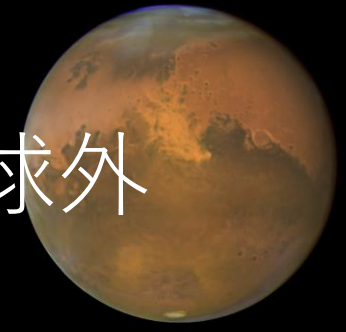


微粒子上空移動機構



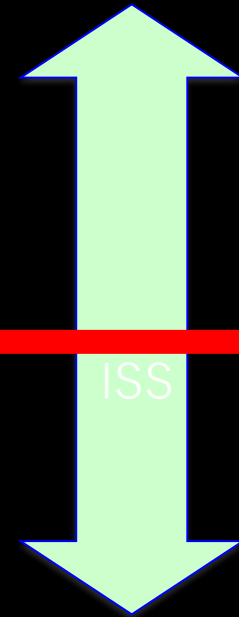
[1] Smith, 2013, [2] Burcker and Horneck, [3] Dehel et al., 2008 [4] Smmith et al., 2011, [5] Van Eaton et al., 2013 [6] Kring, 2000, [7] Wainwright et al., 2006

地球外



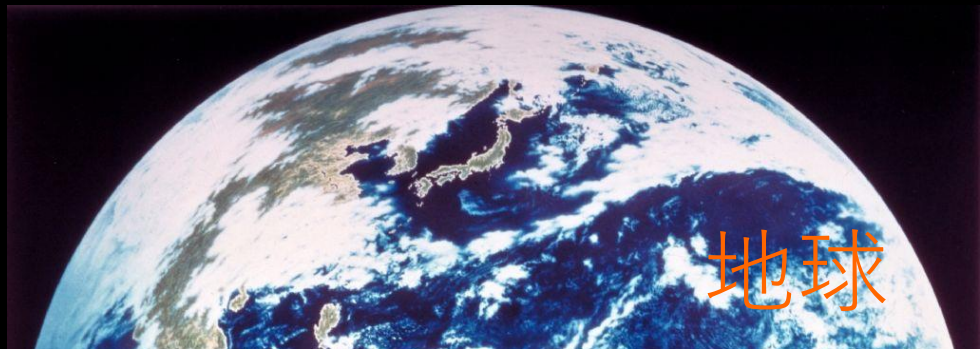
たんぽぽ計画

[有機物・微生物の宇宙曝露 と宇宙塵・微生物の捕集]



微生物？

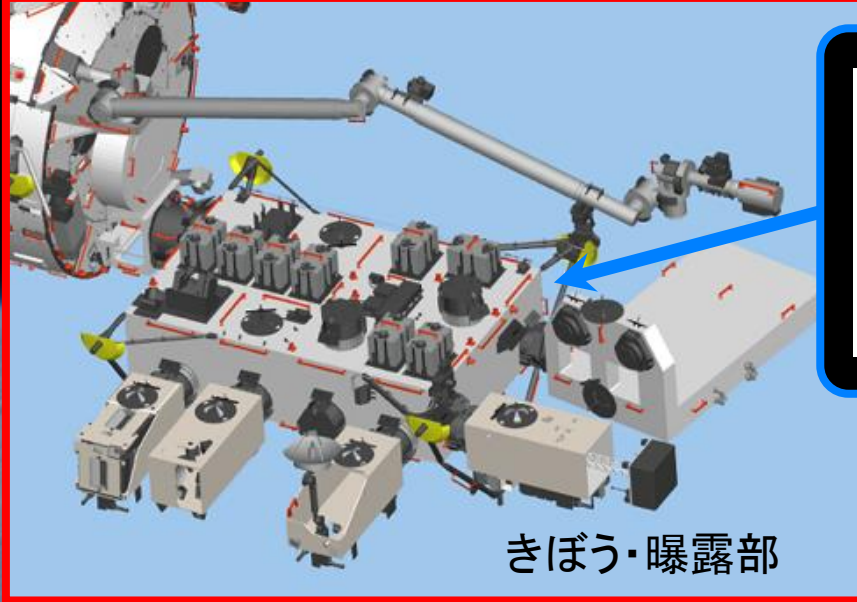
生命の起原
関連物質



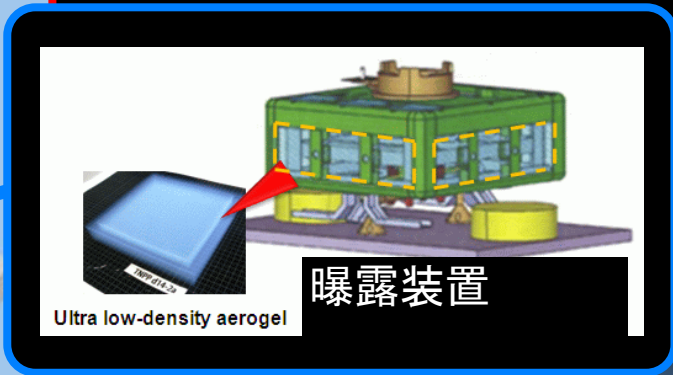
地球

○山岸明彦¹、横堀伸一¹、河口優子¹、Yinjie Yang¹、川尻成俊¹、
白石啓祐¹、清水康之¹、高橋勇太¹、杉野朋弘¹、鳴海一成²、
佐藤勝也²、吉田聡³、中川和道⁴、谷川能章⁴、富田-横谷香織⁵、
林宣宏⁶、今井栄一⁷、奥平恭子⁸、河合秀幸⁹、小林憲正¹⁰、
田端誠^{9,11}、東出真澄¹²、三田肇¹³、藪田ひかる¹⁴、橋本博文¹¹、
矢野創¹¹、たんぽぽWG¹¹

¹東京薬大・生命、²JAEA・量子ビーム、³放医研・放射線防護、
⁴神戸大・院人間発達環境、⁵筑波大・生命環境、
⁶東京工大・院生命理工、⁷長岡技大・生物、⁸会津大、
⁹千葉大・院理、¹⁰横浜国・院工、¹¹JAXA/ISAS、
¹²JAXA・未踏技術研究セ、¹³福岡工大・工、¹⁴大阪大・院理

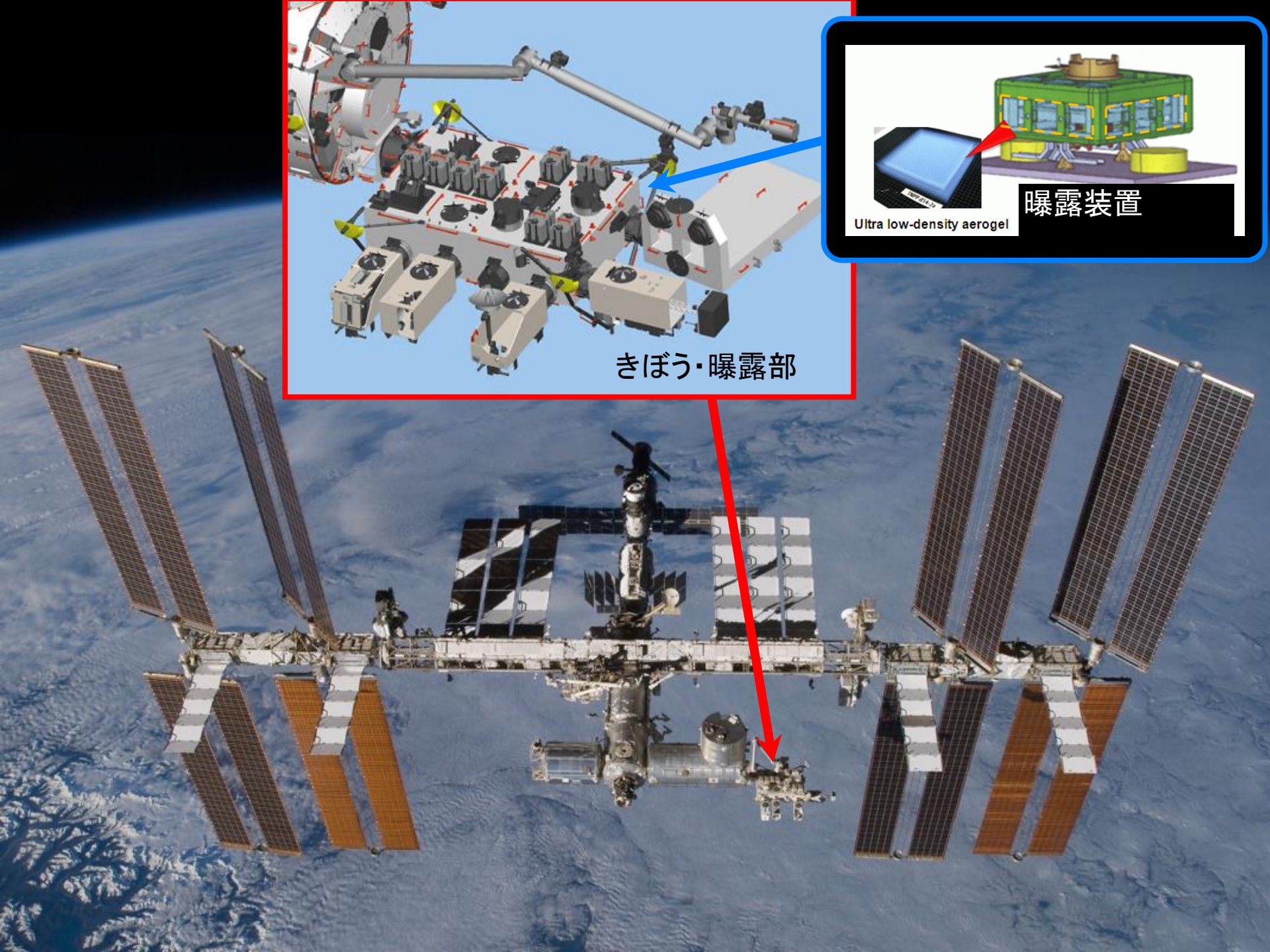


きぼう・曝露部

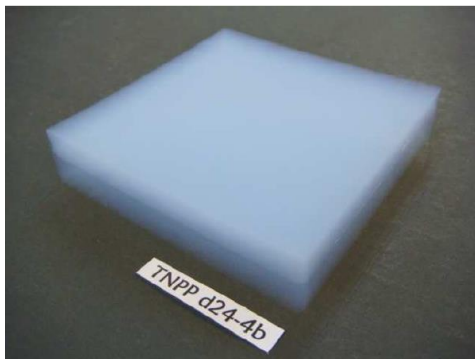


Ultra low-density aerogel

曝露装置

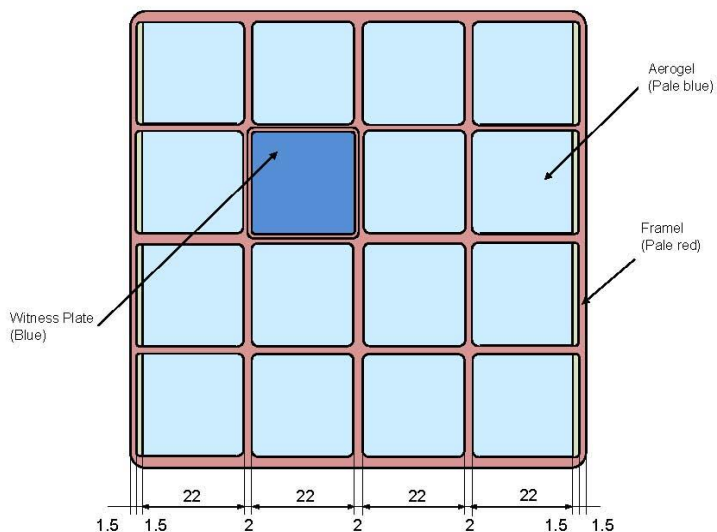


超低密度エアロゲルと曝露用ケース

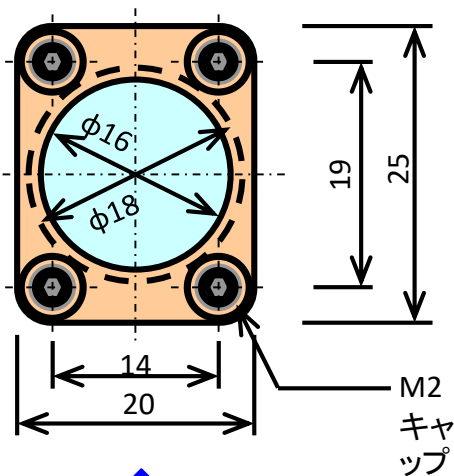
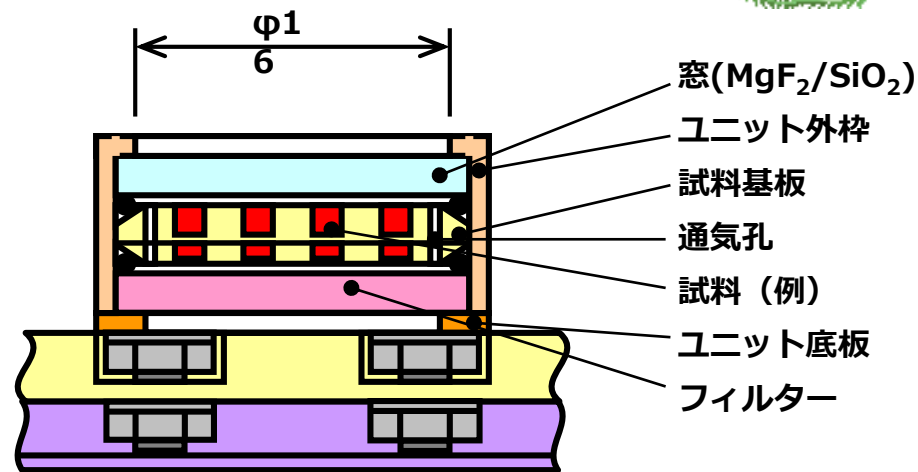


主成分：シリカ (SiO₂)
 上部の密度：0.01 g/ml
 下部の密度：0.03 g/ml

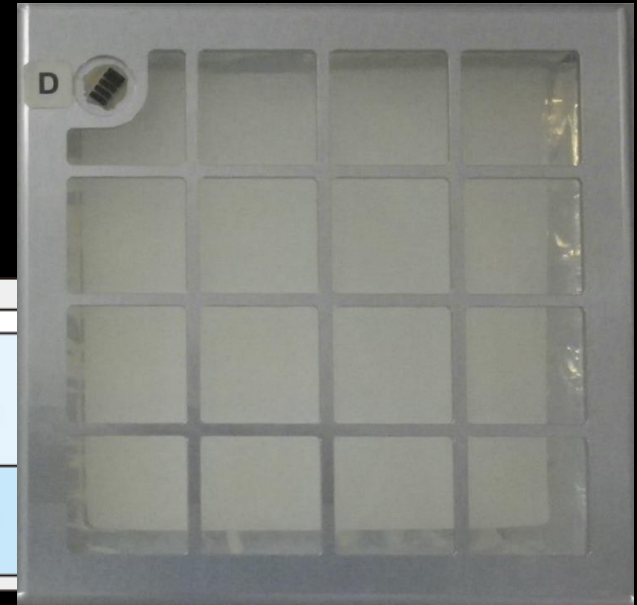
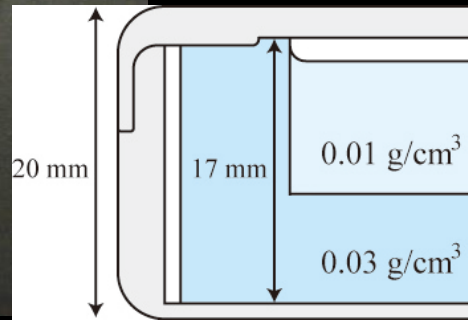
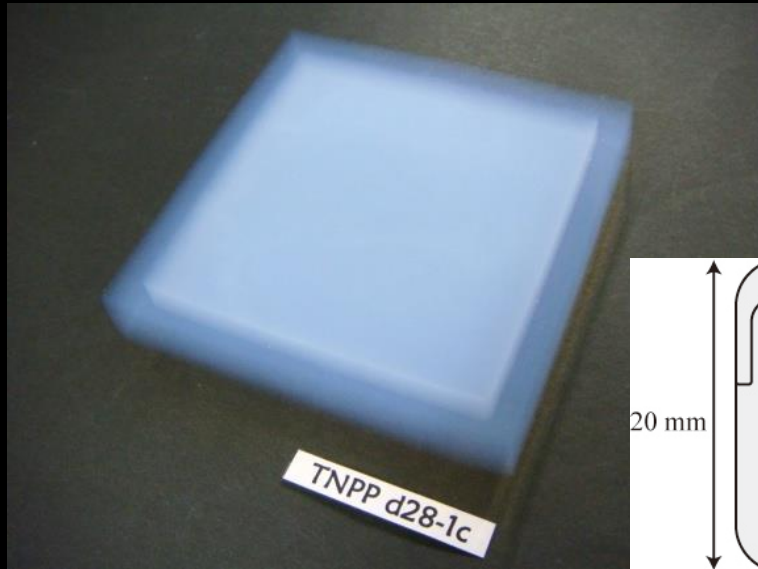
- 超低密度であり衝突時の抵抗が少ない。
 - 抵抗が少ないことで衝突物の蒸発を防ぐことが可能である。
 - これまで様々な宇宙での捕集実験に使われてきた。
 - 空気中の水分の影響を防ぐため疎水性である。
- (Tabata *et al.*, 2011)



曝露ユニット



エアロゲル:すかすかの固体、成分はガラス

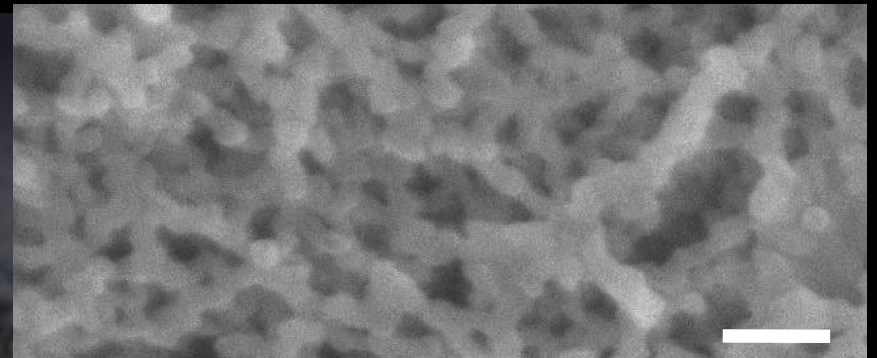


エアロゲル

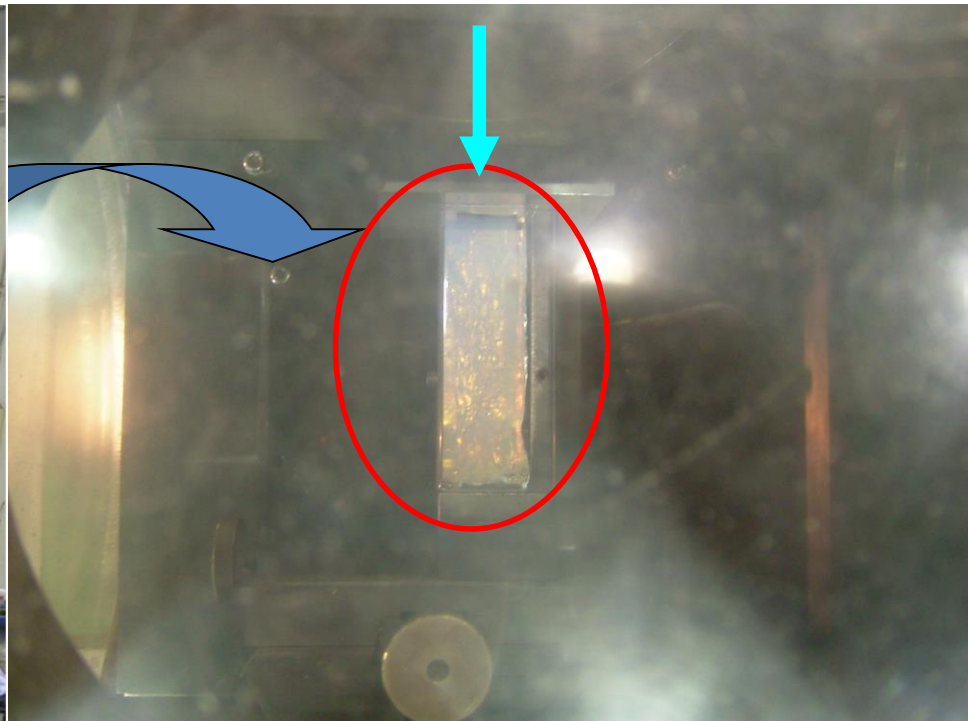
捕集パネル

- エアロゲルを捕集パネルに置いて、宇宙空間に曝露して、宇宙塵を捕集する。

The SEM image of aerogel surface(Bar=100 nm)



宇宙に微粒子があれば 毎秒8 kmで飛んでいるはず。
2段式ガス銃で微生物を高速でエアロゲルに衝突



微生物 (*Deinococcus radiodurans*) を
粘土鉱物と混ぜて100 μm の粒子にしたものを弾丸(サボ)に詰めて4 km/sに加速。

エアロゲルからの微生物の検出方 法

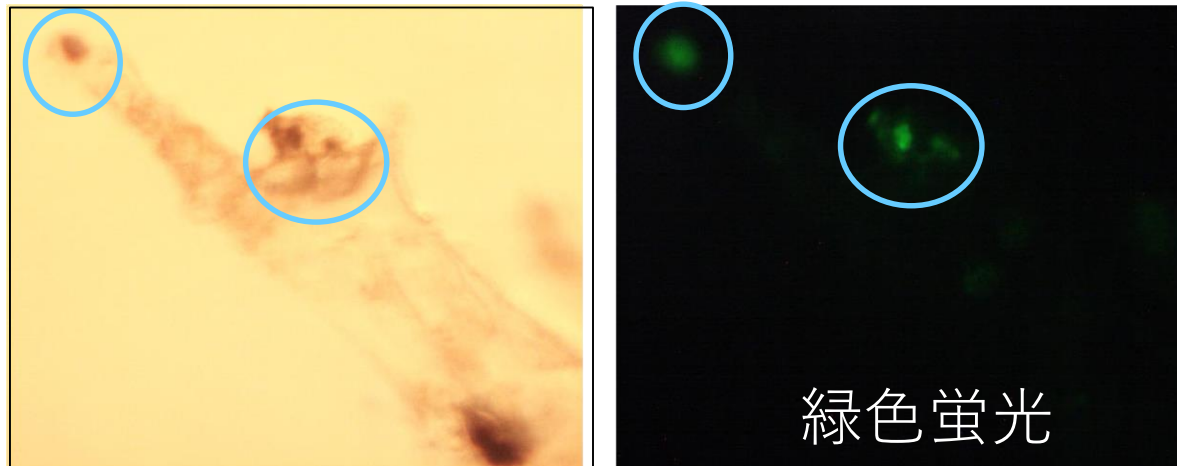


① 衝突した微粒子の確認

粒子 Kawaguchi, Y. et al. Ori. Life Evol. Biospheres 44, 43-60, (2014)

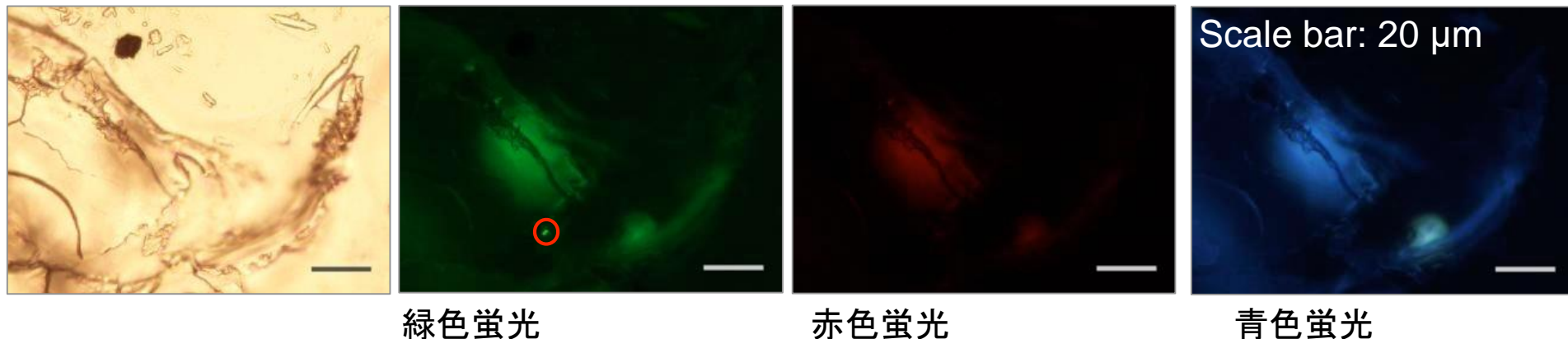


② 微粒子からの微生物の確認

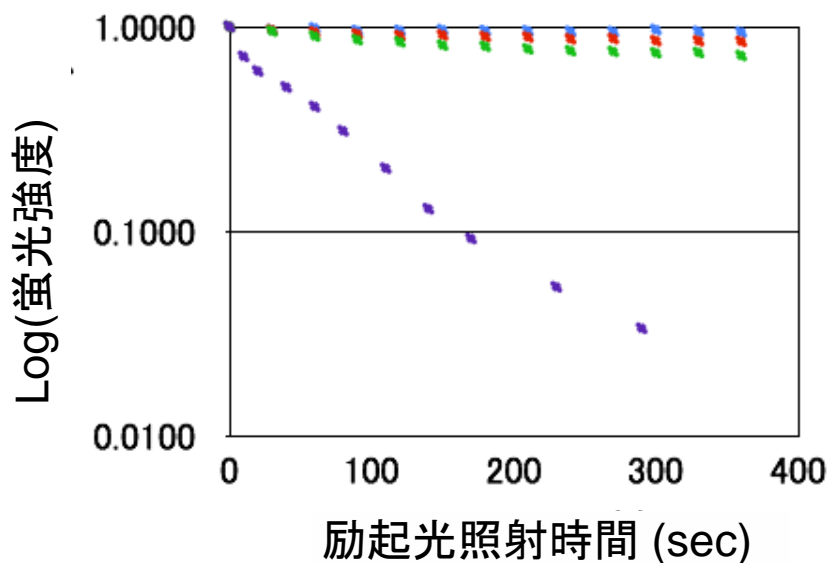


蛍光染色により微生物を検出できた。

微生物を含む粒子を加速、エアロゲルに衝突後、蛍光色素で染色



Comparison of fluorescence



- × R1
- Expon.(R1)
- × Clay(G)
- Expon.(Clay(G))
- × Clay(R)
- Expon.(Clay(R))
- × Clay(B)
- Expon.(Clay(B))

光学フィルターで、微生物 (*Deinococcus radiodurans*) を染色した色素と粘土を区別できる。

微生物 (*D. radiodurans* R1) の緑色蛍光は、鉱物よりも早く弱くなる。

Kawaguchi, Y. et al. Ori. Life Evol. Biospheres 44, 43-60, (2014)

宇宙空間での有機物の生成



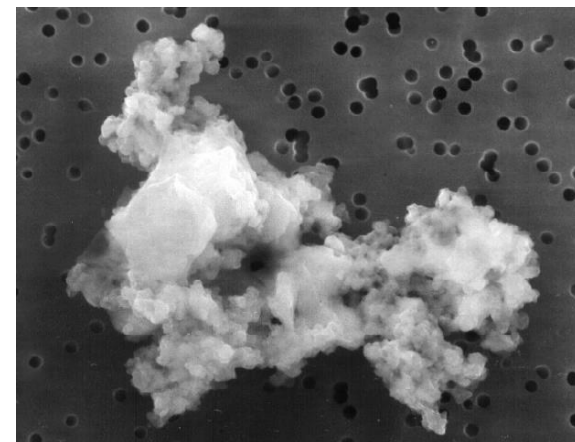
分子雲有機物



隕石有機物



彗星有機物



惑星間塵有機物

地球へ

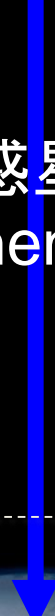
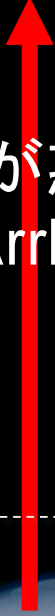
たんぽぽ計画



化学進化

パンスペルミア仮説

微生物が惑星間を移動した。(Arrhenius 1908)



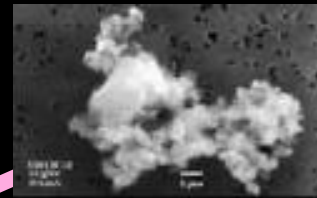
分子雲



小惑星



彗星



宇宙塵

有機物が隕石や宇宙塵によって地球に生命の起源前に到達 (Elsila et al., 2009)

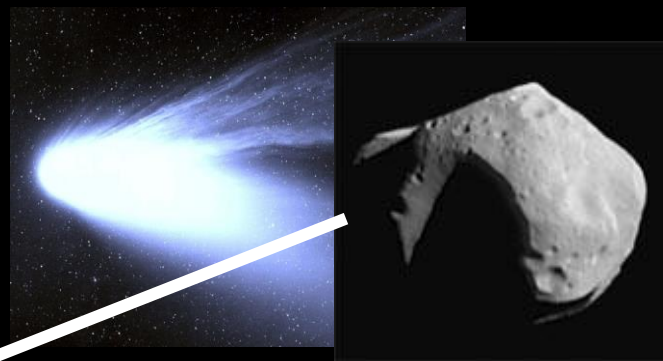


1. 目的

パンスペルミア:
生命の惑星間移動仮説
1. 圏外で微生物採集
2. 微生物の圏外生存実験

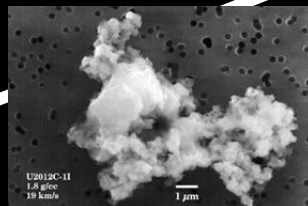


火星



火星隕石

有機物含有宇宙塵



化学進化から生命へ:
生命の起源以前の宇宙由来
有機物の地球到達の可能性
3. 有機物の変成
4. 有機物含有宇宙塵の採集

ISSきぼう曝露部



流星群

宇宙開発利用の発展につながる、
先端的技術開発:
5. 高性能エアロゲル実証
6. 微小デブリフラックス評価



有機物・微生物の宇宙曝露と 宇宙塵・微生物の捕集(たんぽぽ)

地球外

生命の天体間の移動 (地球から地球外へ)

第一サブテーマ

「地球から宇宙へ」微生物採集

第二サブテーマ

「地球微生物の宇宙生存」微生物の曝露実験

生命起原物質の宇宙空間での移動と変成

第三サブテーマ

「地球外有機物の宇宙変性」高分子有機物の曝露実験

第四サブテーマ

「宇宙から地球へ」宇宙塵中有機物分析

微粒子捕集装置としてのエアロゲル

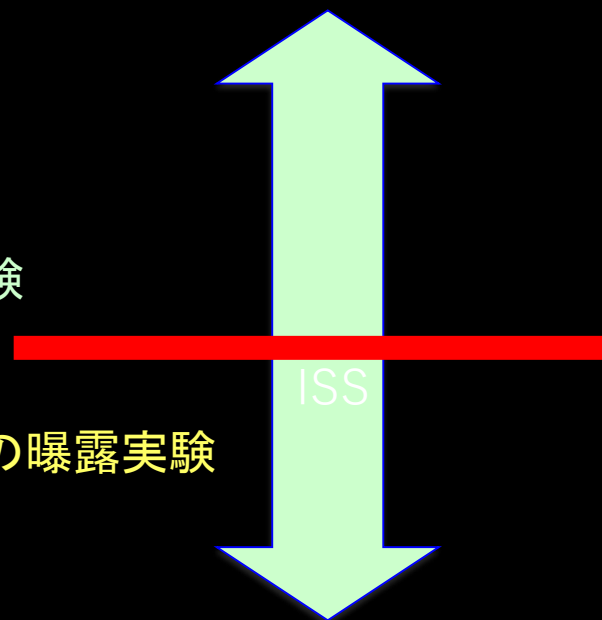
第五サブテーマ

「世界最高性能エアロゲル」の宇宙実証

デブリ計測

第六サブテーマ

「微小スペースデブリフラックス評価」



地球

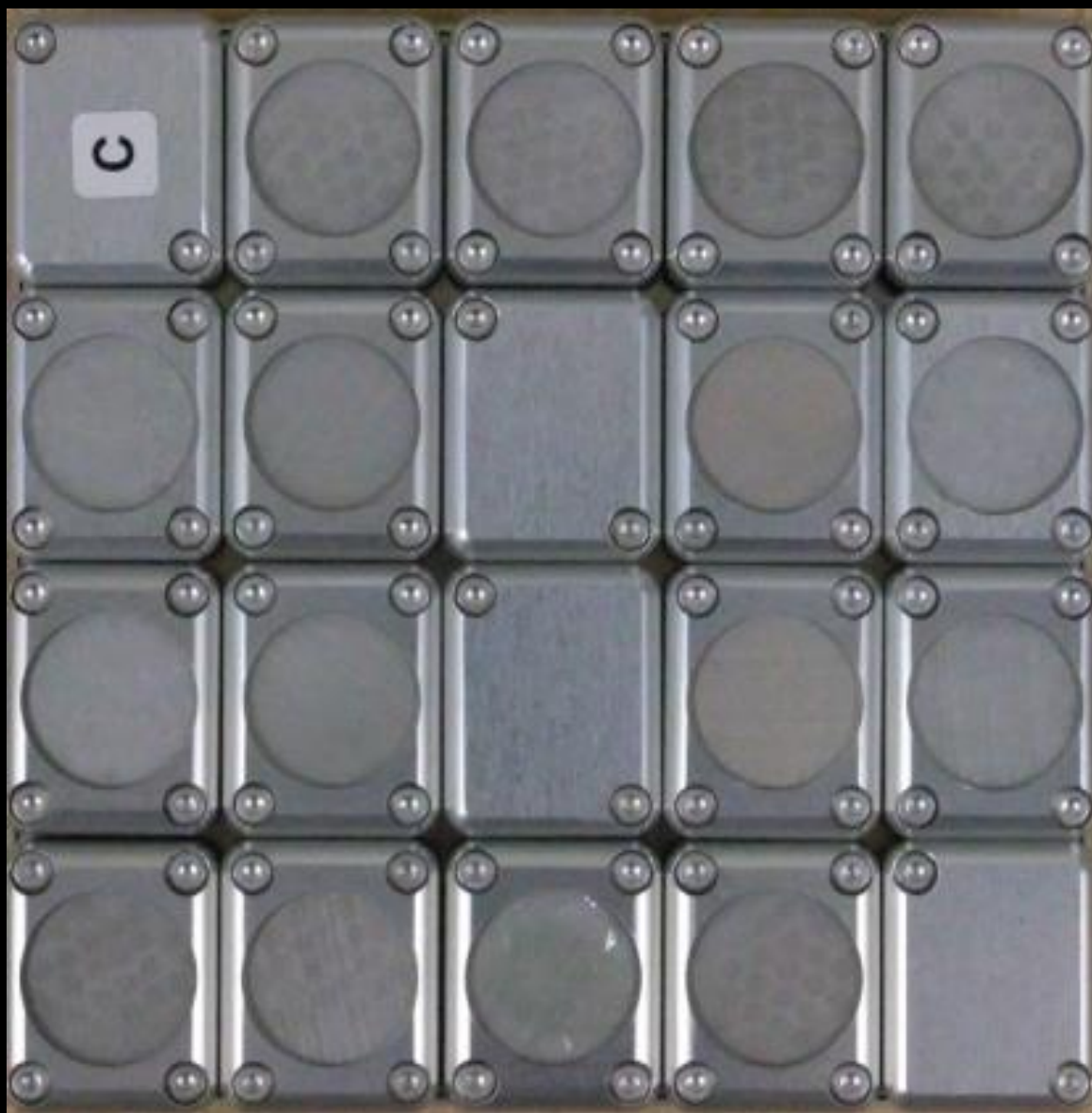
たんぽぽ計画



- 地球の微生物が宇宙へ飛び出すことはないか？
- 宇宙から有機物がやってこないか？



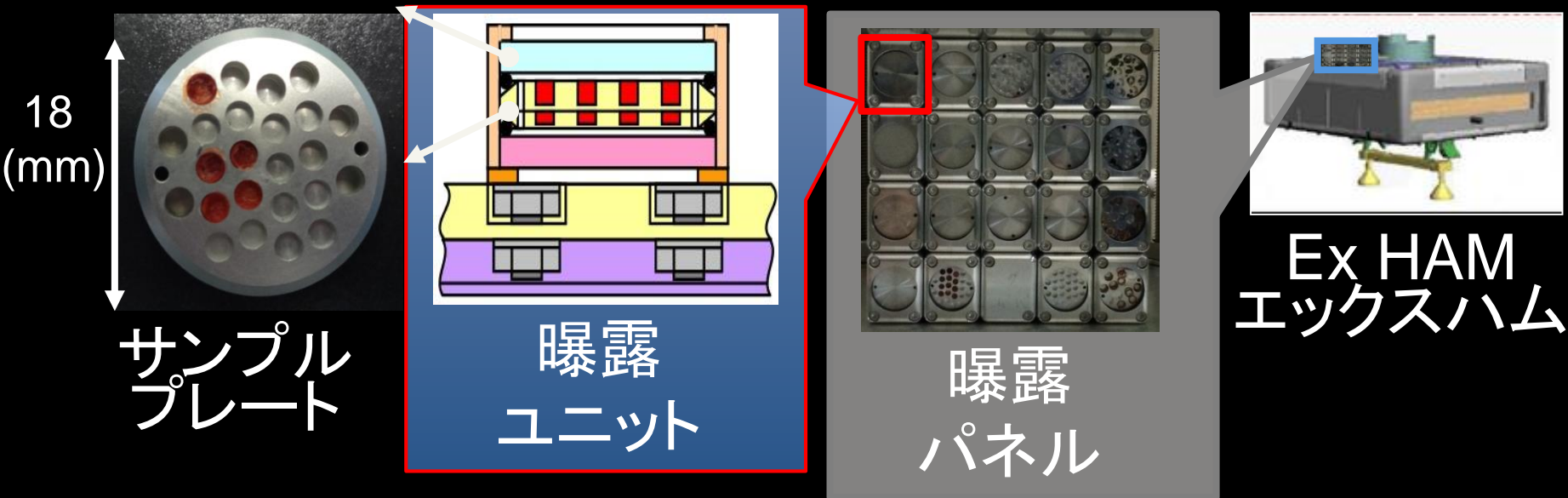
微生物と有機物用の曝露パネル



100 mm



曝露パネル



- サンプルプレートの穴に微生物や有機物を乾燥保持
- 上側のプレートには紫外線が当たる。
- 下側のプレートは暗所に保持
- 1年後、2年後、3年後に1枚ずつ曝露パネルを回収、
- 地上帰還する。

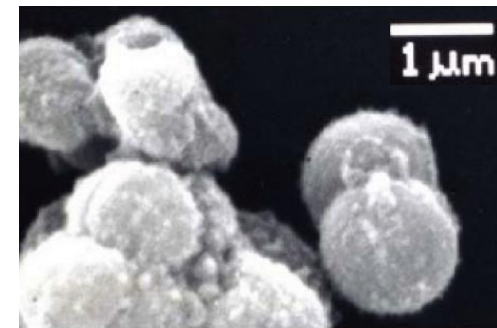
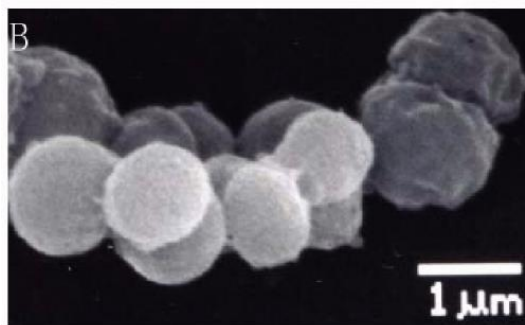
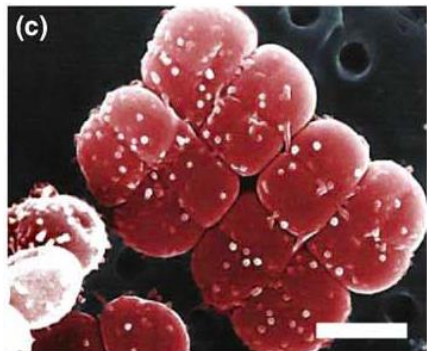
曝露微生物 放射線乾燥耐性種



D. radiodurans R1

D. aerius

D. aetherius



Bar= 1 μm (Nicholson, 2009)

(Yang, 2008)

(Yang, 2008)

曝露微生物

分析

D. radiodurans R1

微生物の厚さに依存した生存率,
DNA 切断

D. aerius , *D. aetherius*

DNA 修復遺伝子の欠損株

D. radiodurans KH311 ($\Delta pprA$)

生存率

D. radiodurans UVS78 ($\Delta mtcA$, *uvrE*)

DNA 切断

D. radiodurans rec30 ($\Delta recA$)

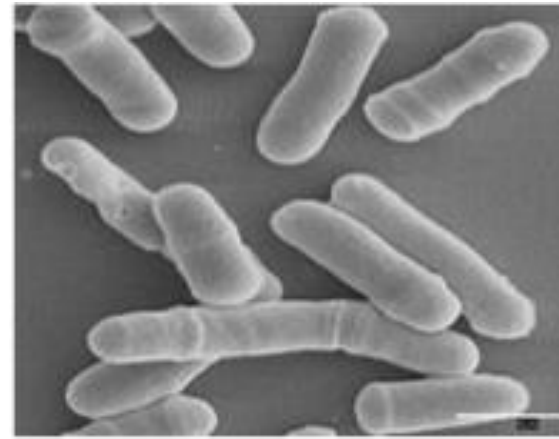
Microbes exposed



Nostoc sp. HK-01



Schizosaccharomyces pombe JY3



Exposure microbes

Analysis

Nostoc sp. HK-01

Survivability, DNA damages

S. pombe JY3

Survivability, DNA damages



Exposure experiment of organic compounds

	UV	γ -Ray	Heavy ion	Temperature	Total
Glycine	2×10^{-3}	100	100	100	2×10^{-3}
Isovaline	3×10^{-3}	> 99	100	100	3×10^{-3}
Hydantoin	29	100	100	100	29
Ethylmethylhydantoin	72	> 99	100	100	72
Complex organics (CAW)	36	100	100	100	36

- ✓ Cosmic rays will not affect for alteration of amino acids their precursors.
- ✓ UV is the largest effective energy source for alteration of amino acids their precursors. We are expecting higher survival of precursors of amino acids than amino acids themselves.

Ultraviolet light: Xe-excimer lamp (172 nm) & New SUBARU BL-6 (> 130 nm)

γ -rays: ^{60}Co source at JAEA Takasaki; 200 kGy (> 1000 yr)

Heavy ion: Carbon ion (290 MeV) at HIMAC (NIRS); 16 kGy (ca. 160 yr)

Temperature: Max. 80°C

K. Kobayashi et al., *Trans. Jpn. Soc. Aeronaut. Space Sci.*, **12**, No. ists29 (2014).



宇宙塵を国際宇宙ス
テーションで
エアロゲルを用いて
採集する
有機物を分析する

宇宙塵
(IDP)

数 μm



たんぽぽ計画

- 2015年打ち上げ
- 国際宇宙ステーションの曝露部に装置を設置
- 1年後、2年後、3年後に装置を取り込む
- エアロゲルと曝露サンプルを地上に持ち帰る
 - 顕微鏡観察で微生物を観察
 - 様々な方法で宇宙塵を観察
 - 微生物の生存を調べる

たんぽぽ計画



2015年5月

2016年春

2017年春

2018年春

曝露
開始



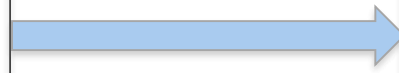
曝露
開始



曝露
開始



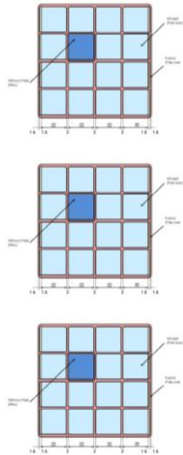
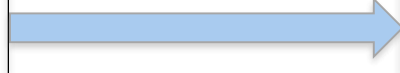
曝露
開始



曝露
開始



曝露
開始



第一回目
回収

第二回目
回収

第三回目
回収

2015年4月15日スペースX社、 ドラゴンロケットで打ち上げ

LIVE



T+ 00:04:30

LAUNCH: CRS-6
20:15:22.80

SPACEX

たんぽぽ装置

2015年4月17日 国際宇宙ステーション到着



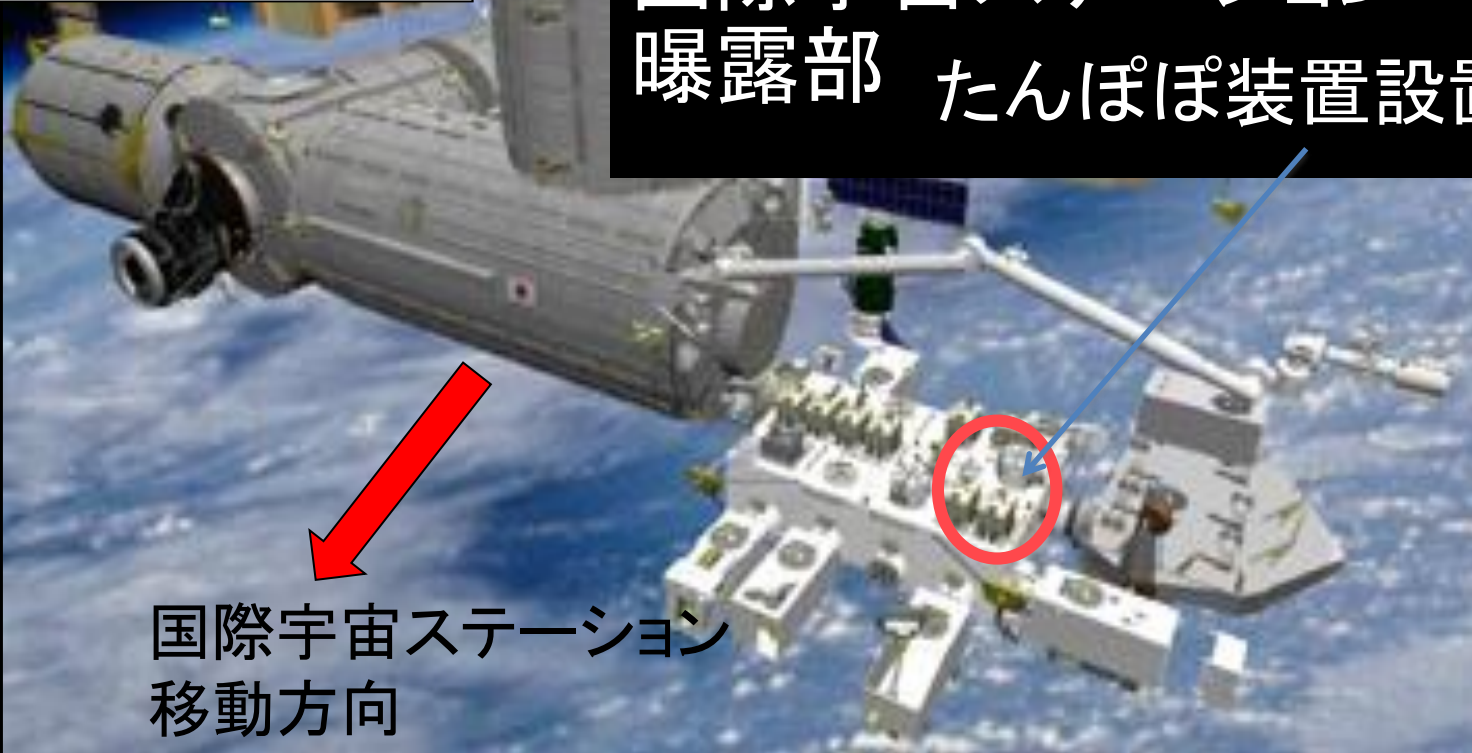
国際宇宙ステーション



エックスハム



国際宇宙ステーション
曝露部 たんぽぽ装置設置場所

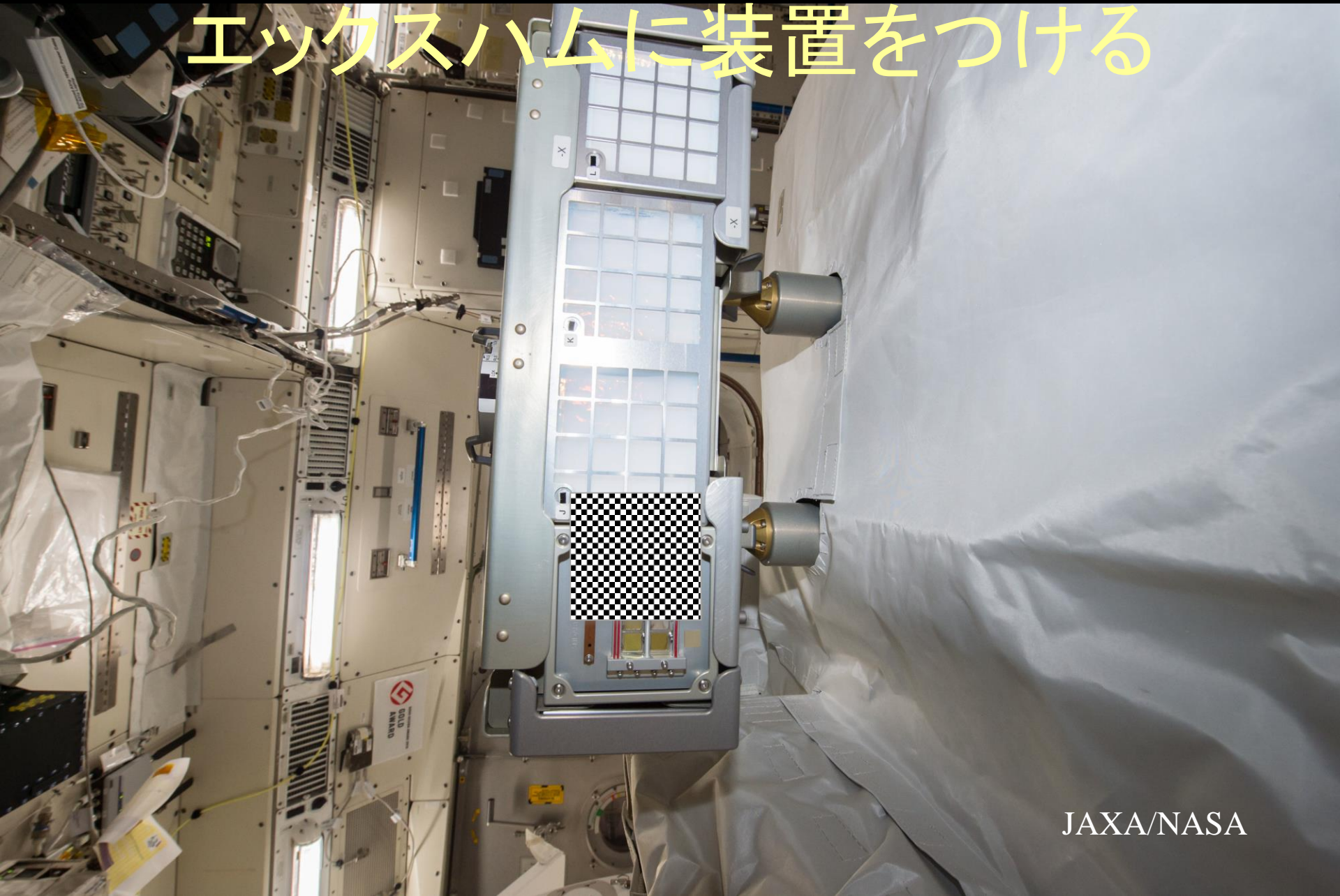


国際宇宙ステーション
移動方向

2015年5月14日

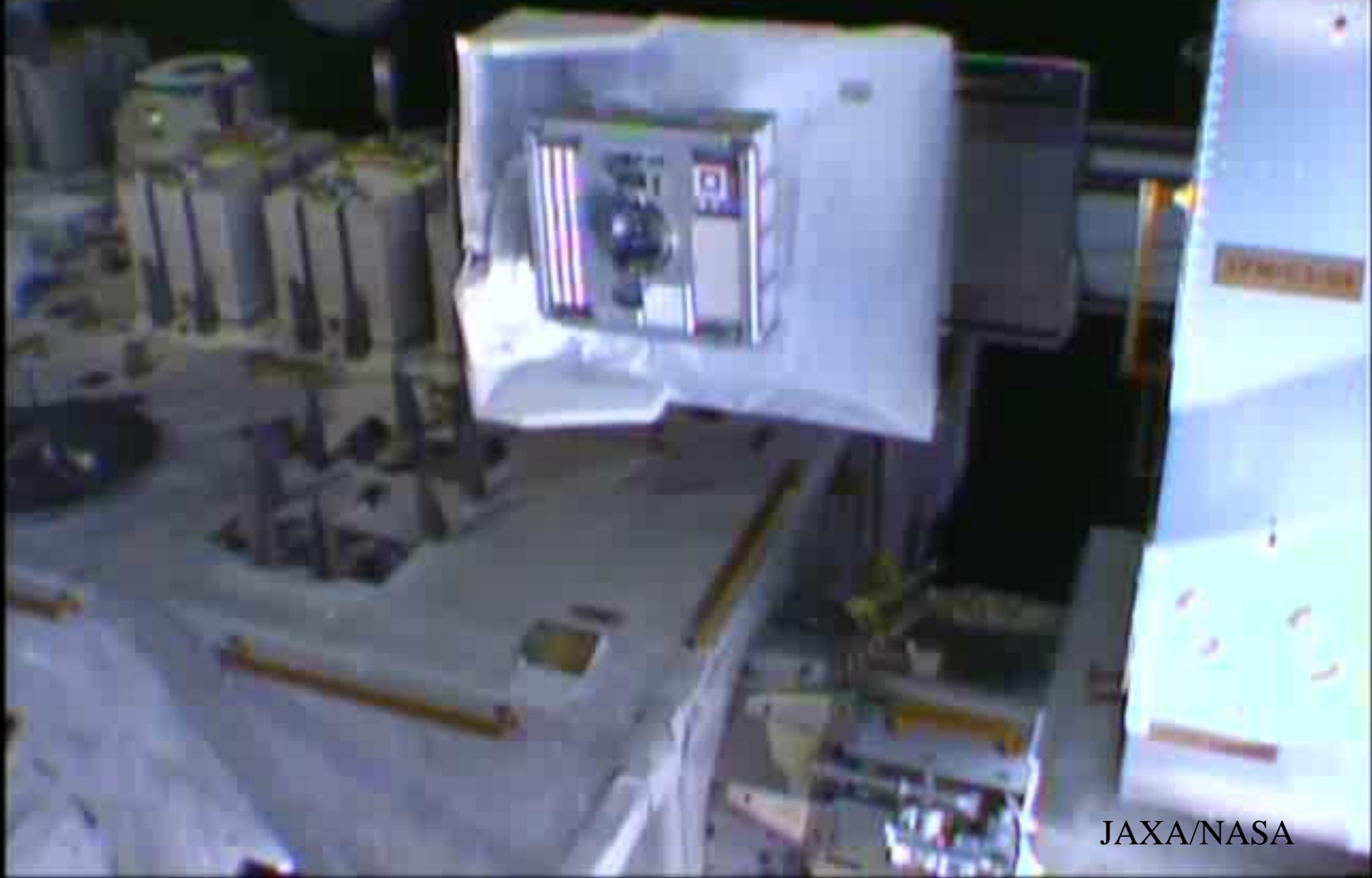


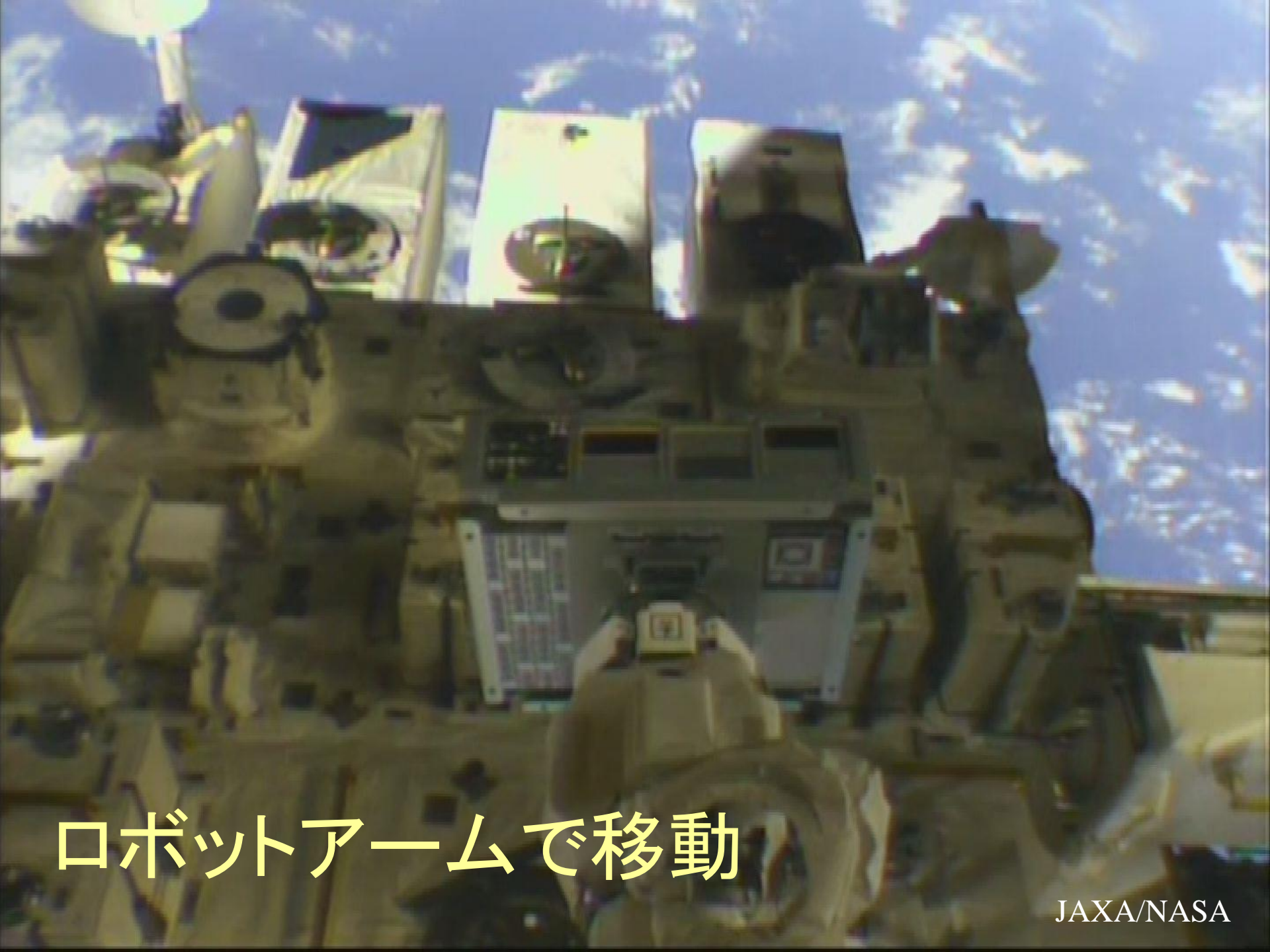
エックスハムに装置をつける



JAXA/NASA

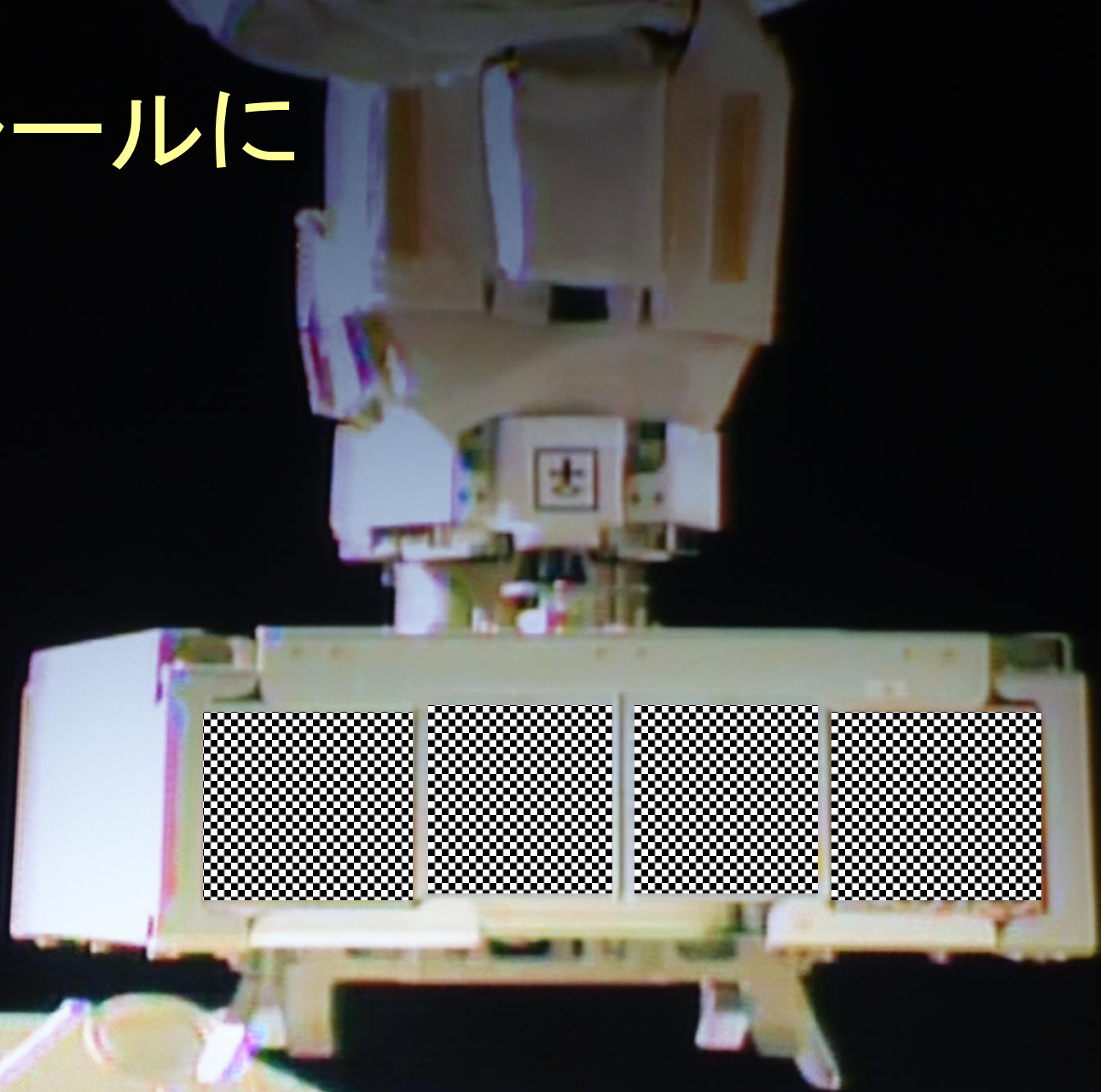
エックスハムをエアロックから外へ



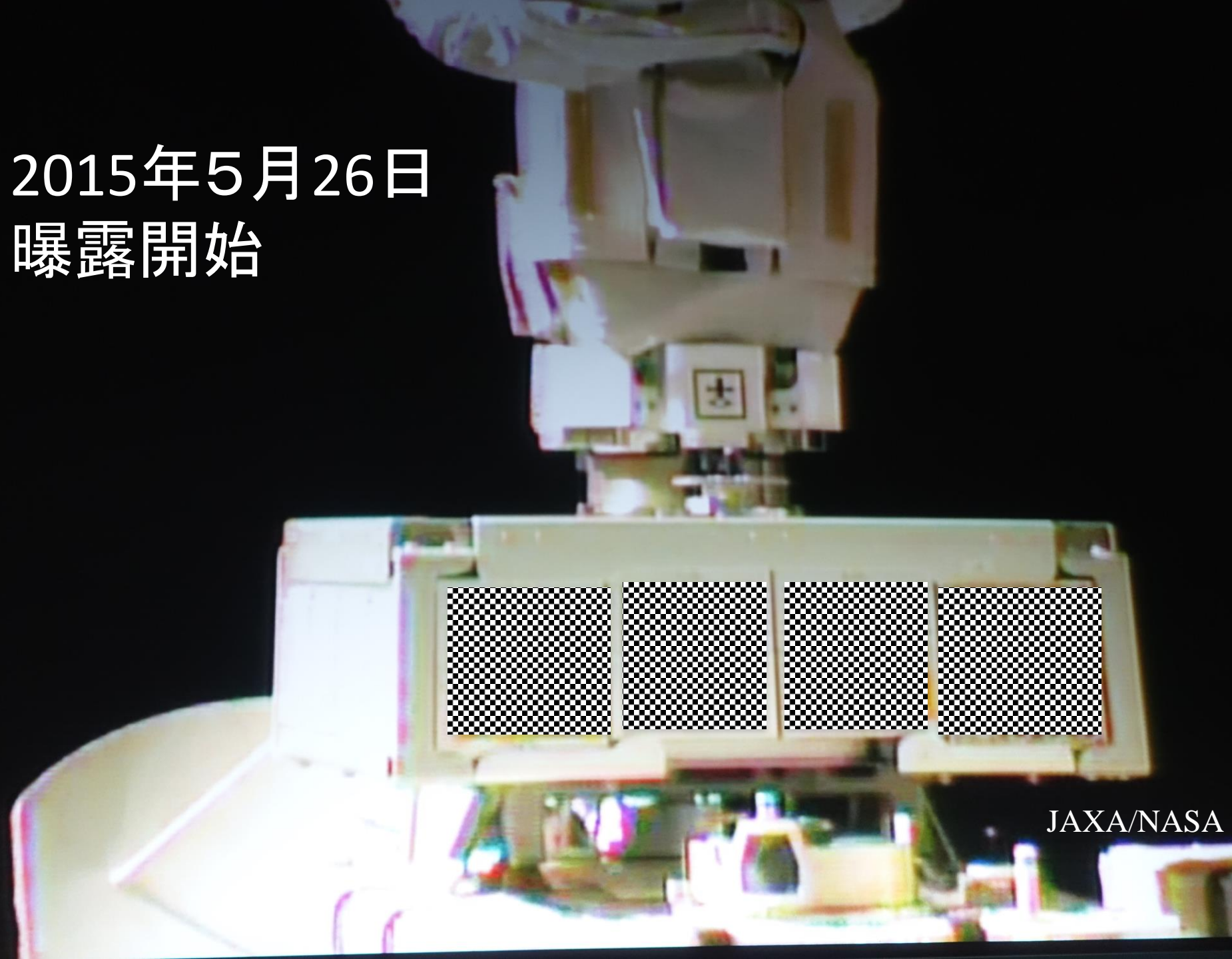


ロボットアームで移動

ハンドレールに 設置

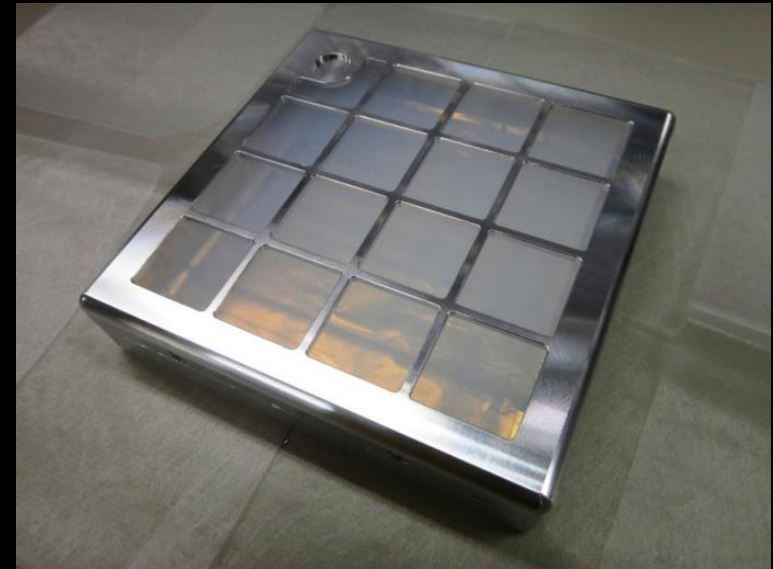
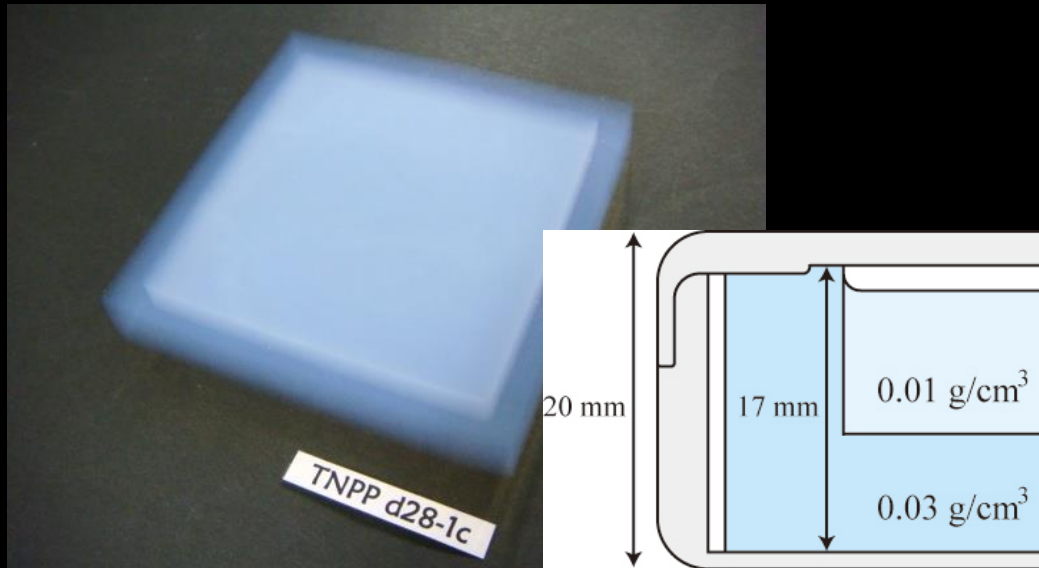


2015年5月26日
曝露開始



JAXA/NASA

エアロゲル:すかすかの固体、成分はガラス



エアロゲル

捕集パネル

- エアロゲルを捕集パネルに置いて、宇宙空間に曝露して、宇宙塵を捕集する。

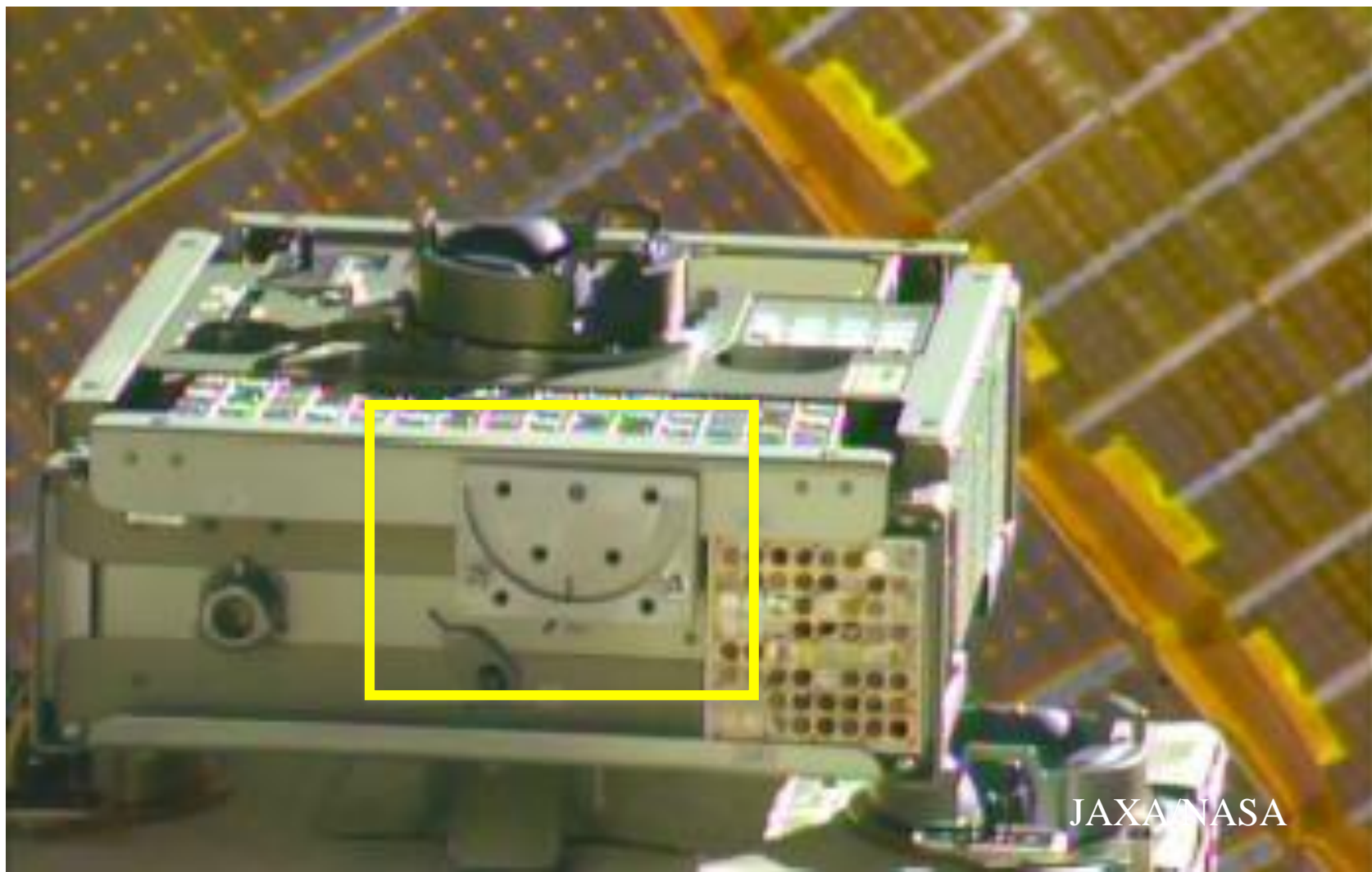


2016年8月地上帰還、9月20日受け取り

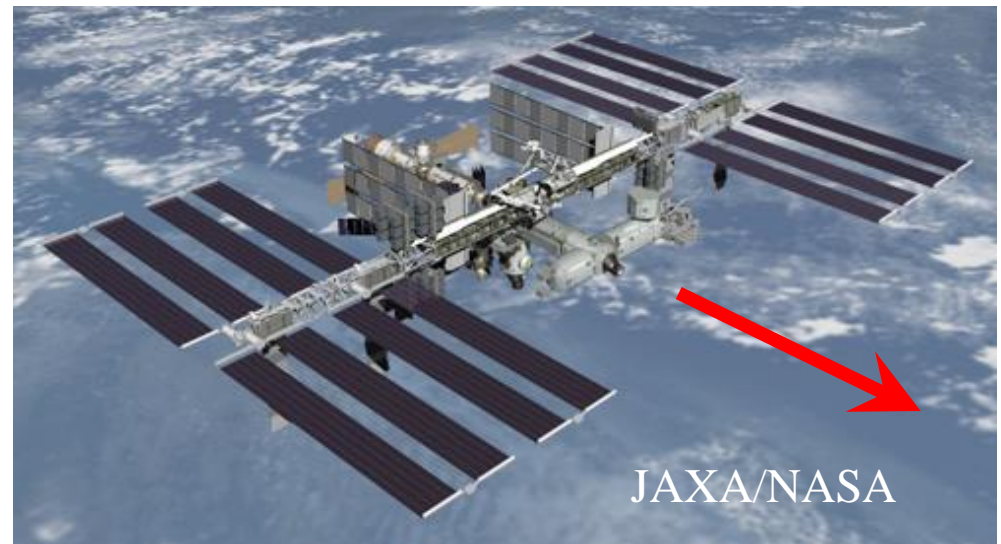
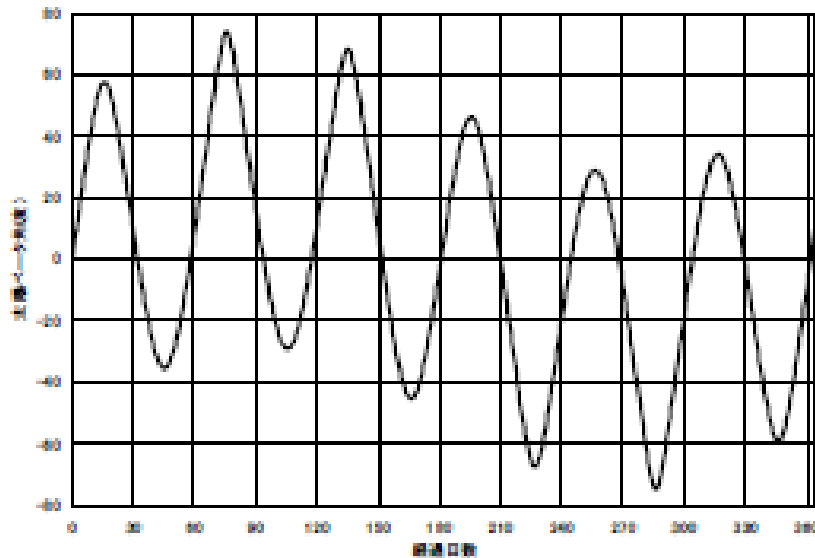
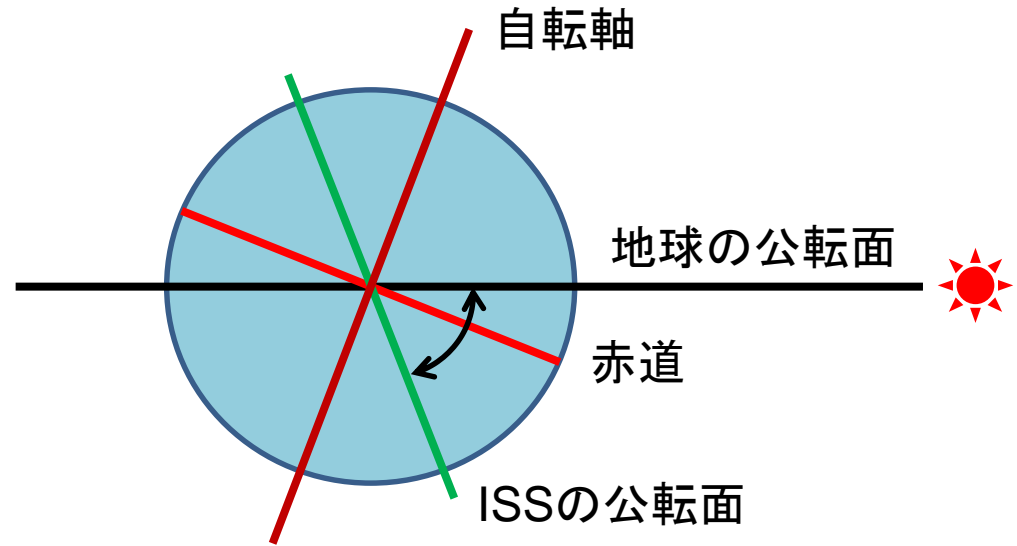
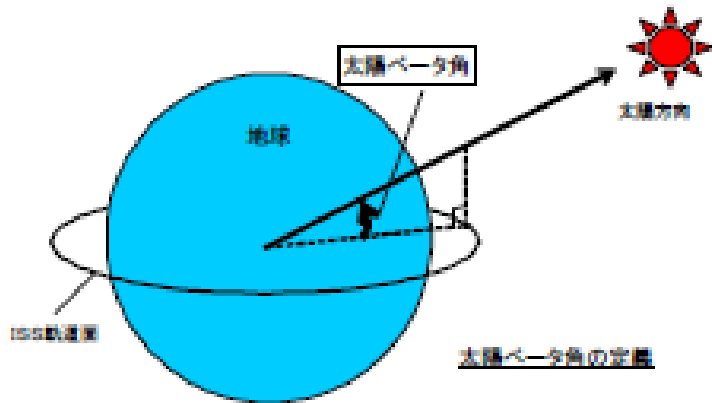
- 曝露パネル 10月3日研究者へ
 - 微生物: 生存実験
 - 有機物: 量の変化
- 捕集パネル
 - 初期分析: トラック、末端微粒子 撮像中
 - 今年末に研究者へ
 - 鉱物
 - 有機物
 - 微生物

4. これまでの成果

温度計(黄枠内)を画像から読み取り



国際宇宙ステーションの太陽ベータ角

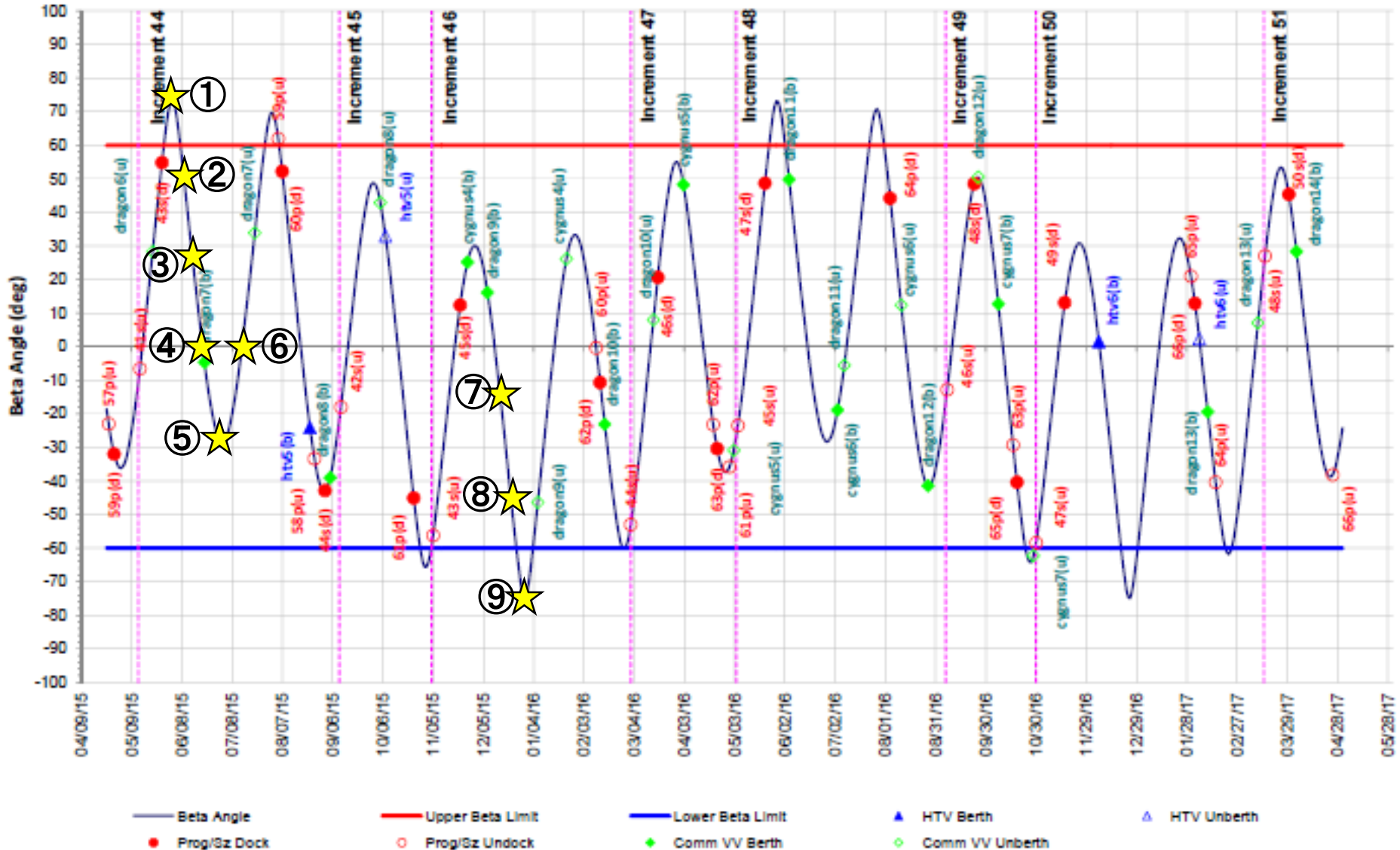


(注1) ISS軌道高度を通常高度(407km)、軌道傾斜を51.6度としています。
 (注2) 季分の日を8日とし、そのときの昇交点赤緯を0度と仮定しています。
 (注3) 軌道変動要因は地球の扁平性のみを考慮しています。

溫度計觀察日程

★ 觀察日

May 2015 ISS Reference Trajectory Sun Beta Angle

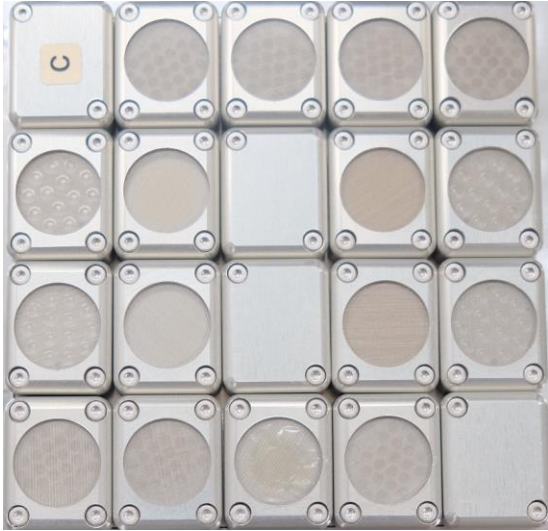


温度解析結果

- ISAS/JAXA 橋本博文

4. これまでの成果

曝露パネル

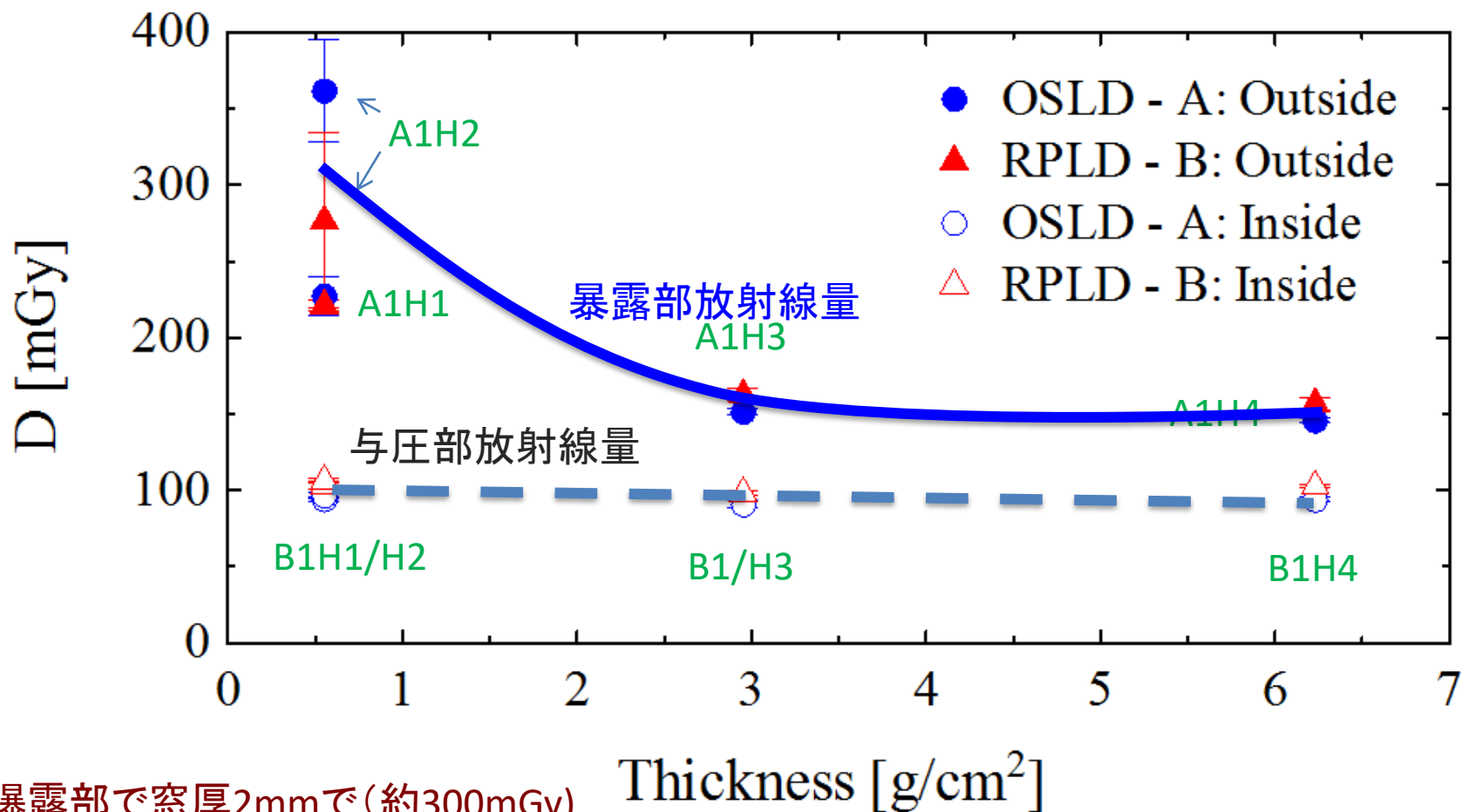


H1	A1	A2	A3	A4
D1	F1	H3	F2	D2
E1	G1	H4	G2	E2
A5	A6	C1	B1	H2

	サンプル	窓材
A	微生物	MgF ₂
B	微生物	SiO ₂
C	シアノバクテリア	
D	有機物	MgF ₂
E	有機物	SiO ₂
F	アラニン	MgF ₂
G	アラニン	SiO ₂
H	放射線	遮蔽0
	放射線	遮蔽1
	放射線	遮蔽2

4. これまでの成果

放射線量(遮蔽依存性)



曝露部で窓厚2mmで(約300mGy)

曝露部で3g/cm²で低エネルギー放射線は遮蔽(150mGy)

ISS与圧部内では遮蔽に依存しない(100mGy)

量子科学技術研究開発機構

放射線医学総合研究所

計測・線量評価部 小平聡・内堀幸夫

Yamagishi et al. 2018

4. これまでの成果

神戸大学 中川和道

アラニン紫外線量計

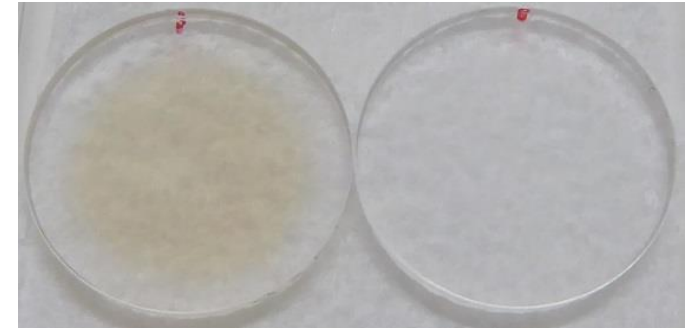
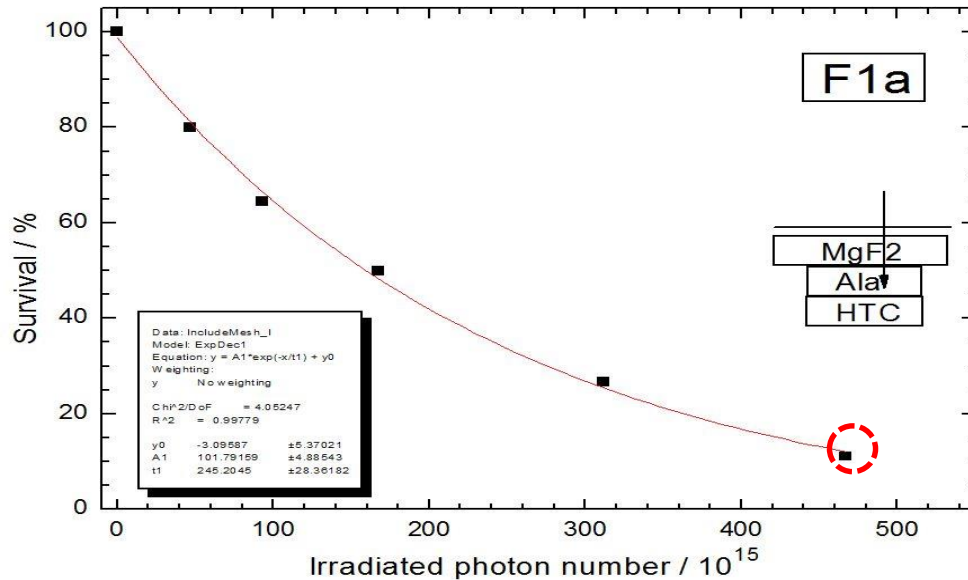


図1 A2F1a A2F1b

$$P_1 = (3.73 \pm 0.72) \times 10^{17} \text{ 光子 cm}^{-2}$$

推定紫外線量 $P_{160-190}^{1\text{yr}}$ は、

太陽放射強度の1年間積算光量 $S_{160-190}^{1\text{yr}} = 1.517 \text{ MJ m}^{-2}$ の **0.47%**。

夜は日射がないので 0.5

太陽高度立体角 係数 0.315×0.315 。

$$0.5 \times 0.315 \times 0.315 = 0.050 = \mathbf{5\%}$$

差は、太陽電池パネルの遮蔽

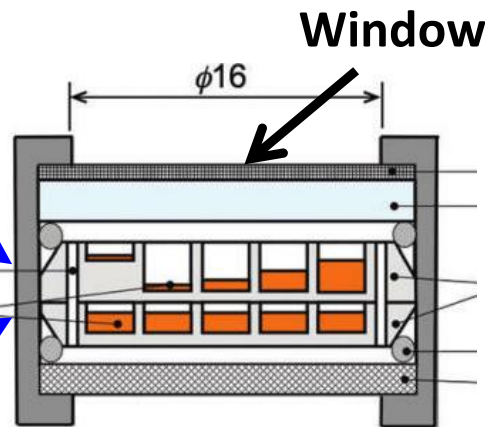
Yamagishi et al. 2018

Exposure conditions of environmental factors

	UV (kJ/m ²) MgF ₂ : 110-315nm SiO ₂ : 170-315nm	Radiation (mGy)	Vacuum	Temperature (°C)	Humidity(%)
Front (UV-irradiated)	3.4 x 10 ³	250-298	10 ⁻⁴ ~10 ⁻⁶	23.9±5 ~ -12.5±5 ~	0
Bottom (dark cont.)	3.1 x 10 ³				
ISS(cont.)	—	97-106	—	19~25	45~55
Ground(cont.)	—	1.4	—	20	29~45

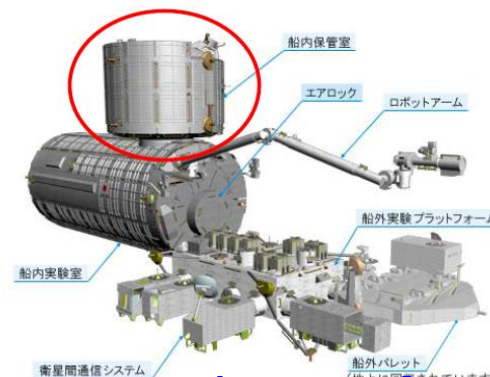
Front
(UV-irradiated)

Bottom
(Dark control)



Space

Yamagishi et al. 2018



Store place of ISS
control panel

4. これまでの成果

微生物生存率の厚さ依存性

微生物が塊で移動可能かどうかの検証。

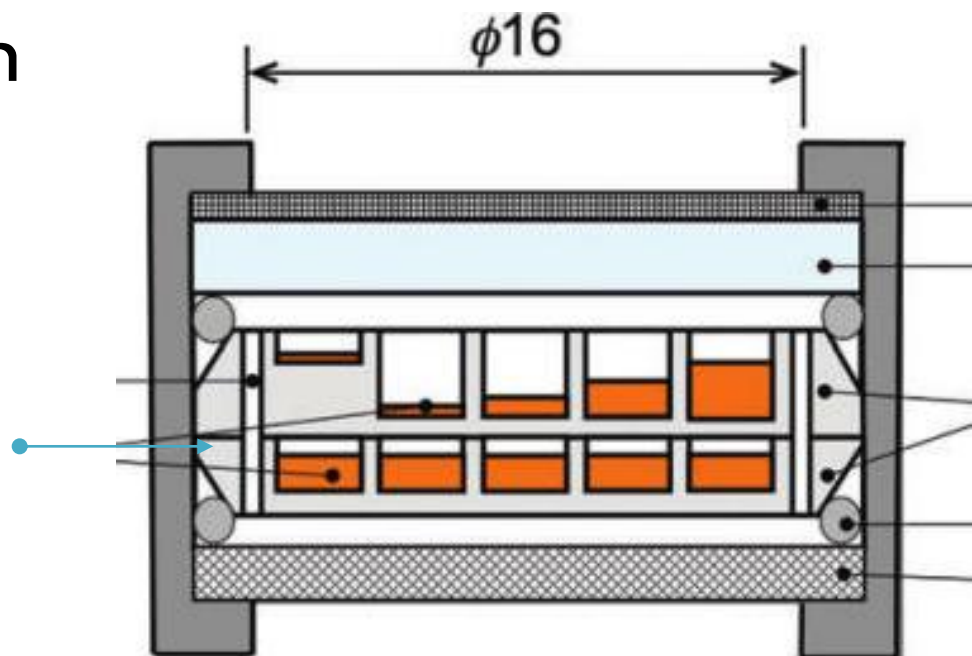
- おもて側

1 μm 、100 μm 、500 μm

1000 μm 、1500 μm

- 裏側

1000 μm



4. これまでの成果

放射線耐性菌厚さ依存性 紫外線照射下0.5mmで生存

生存率

厚さ(μm)

TNP-2017101

放射線耐性菌結果

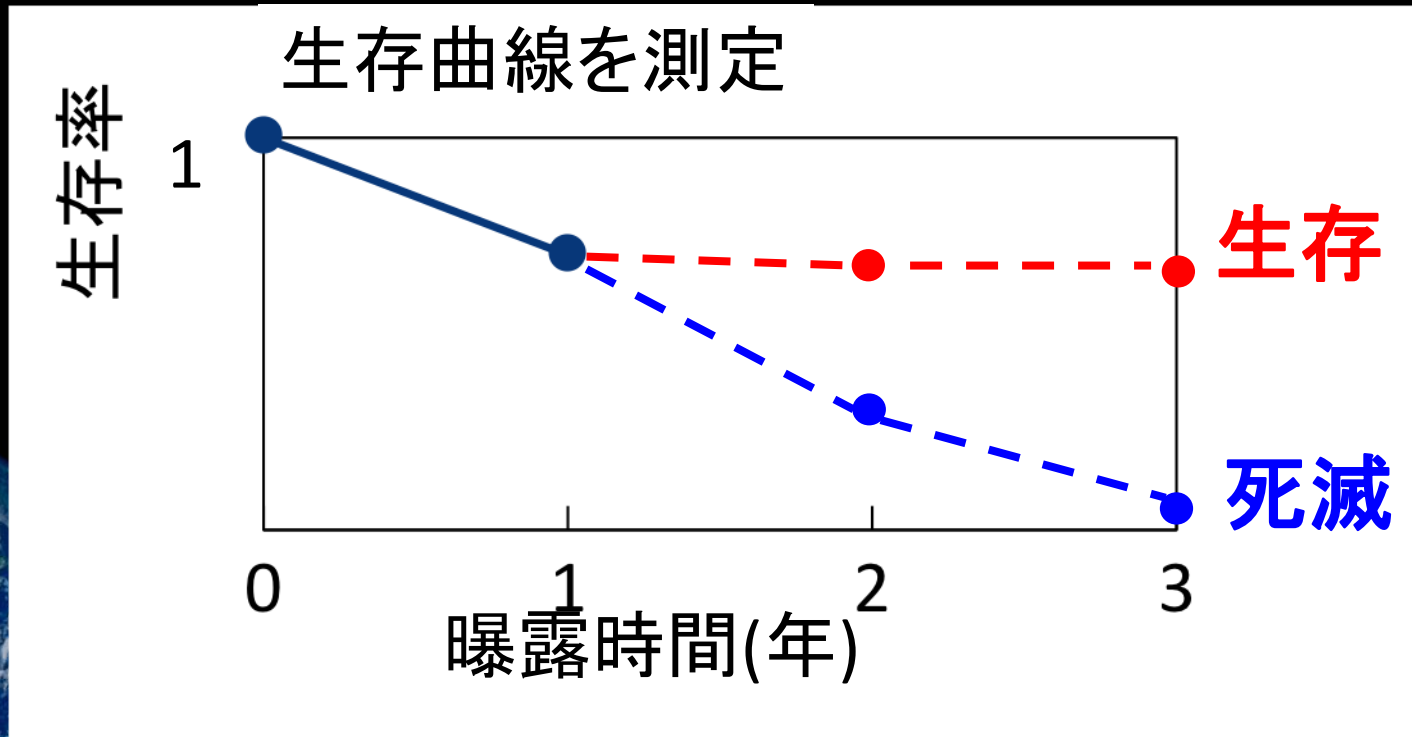
- 放射線耐性菌0.5 mmで宇宙曝露を耐える
- 放射線耐性菌0.5 mmで紫外線による塩基変性、二本鎖切断
- ISS与圧部で乾燥時酸化による二本鎖切断



たんぽぽ計画の今後の予定

2年後、3年後の生存率測定

1. 予想生存カーブ



4. これまでの成果

シアノバクテリア宇宙環境曝露

富田-横谷香織・木村駿太(筑波大)、加藤浩(三重大)、安部智子(電機大)、園池公毅(早稲田)、大森正之(中央大)

生存率(%)

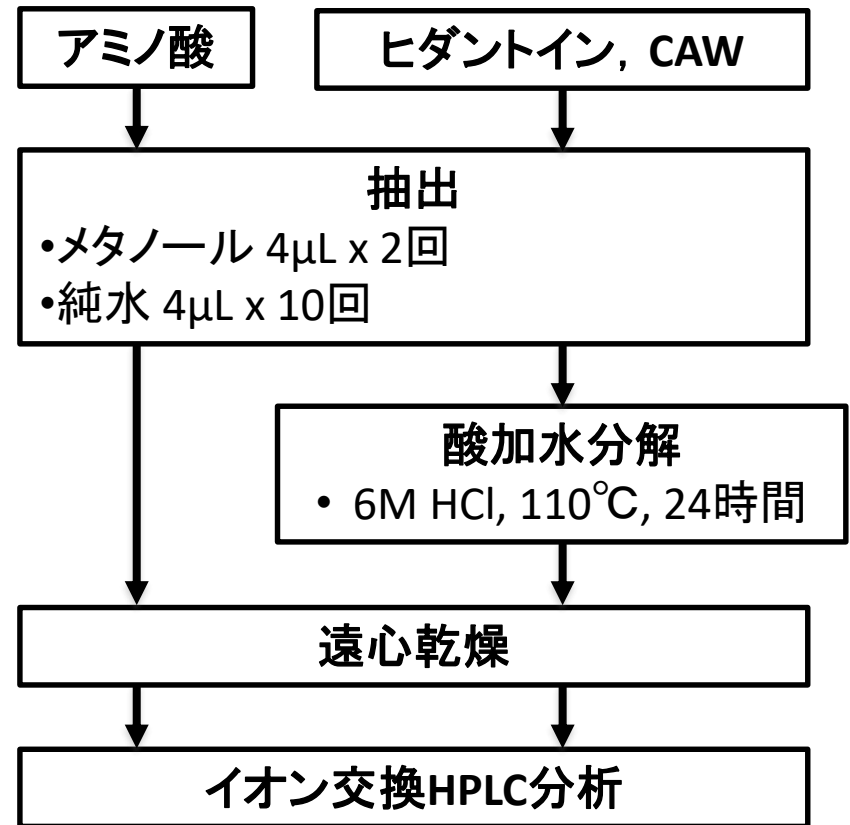
地上対照 ISS対照 宇宙暗所 宇宙明所

紫外線遮蔽されれば生存。

分析方法

曝露物質

- グリシン
- イソバリン
- ヒダントイン
- エチルメチルヒダントイン
- CAW(模擬星間物質照射実験生成物)



※今回の結果はグリシン、ヒダントイン、CAWのみ

結果：加水分解後のグリシン生成量

/G比[-] = 各基盤のサンプル量[*nmol*]/地上量

(加水分解無し)

Mita and Kobayashi et al. 2019

6. これまでの成果 曝露サンプルまとめ

	微生物種名 株名 遺伝子型	結果および進行状況	成功基準達成
微生物	<i>Deinococcus radiodurans</i> R1	0.5mm厚で生存	ST2Mi
8株	<i>D. radiodurans</i> UVS78 Δ mtcA, Δ uvsE	1mm厚で生存	ST2Mi
	<i>D. radiodurans</i> rec30 Δ recA	1.5mm厚で生存	ST2Mi
	<i>D. radiodurans</i> KH311 Δ pprA	0.5mm厚で生存	ST2Mi
	陸棲藍藻シアノバクテリア	暗所で生存	ST2Mi
	<i>D. aerius</i> TR125	進行中	
	<i>D. aetherius</i> ST316	進行中	
	<i>Schizosaccharomyces pombe</i>	進行中	
有機物	グリシン	残存	ST3Mi
5種	ヒダントイン	残存	ST3Mi
	CAW(模擬星間物質照射実験生成物)	残存	ST3Mi
	イソバリン	進行中	
	エチルメチルヒダントイン	進行中	

捕集パネル初期分析

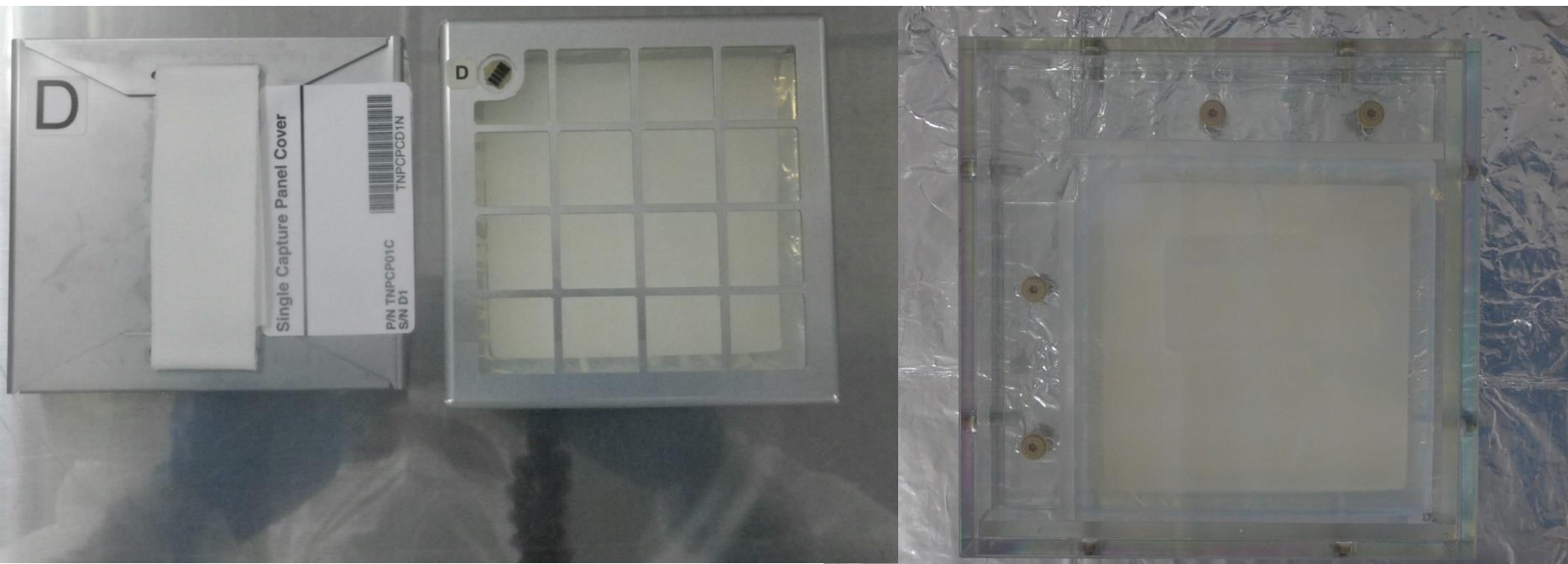
矢野創、

**今仁順也、佐々木聡、奥平恭子、小澤宇志、尾田佳至朗、河口優子、癸生川陽子、
滝沢直美、田端誠、土山明、矢口勇一、
横堀伸一、橋本博文、山岸明彦、
たんぽぽ初期分析(TNPP-ISAC)チーム**



ISSきぼう曝露部搭載「たんぽぽ捕集パネル」への、 宇宙固体微粒子の衝突数の推定値

地球帰還した捕集パネル・エアロゲル



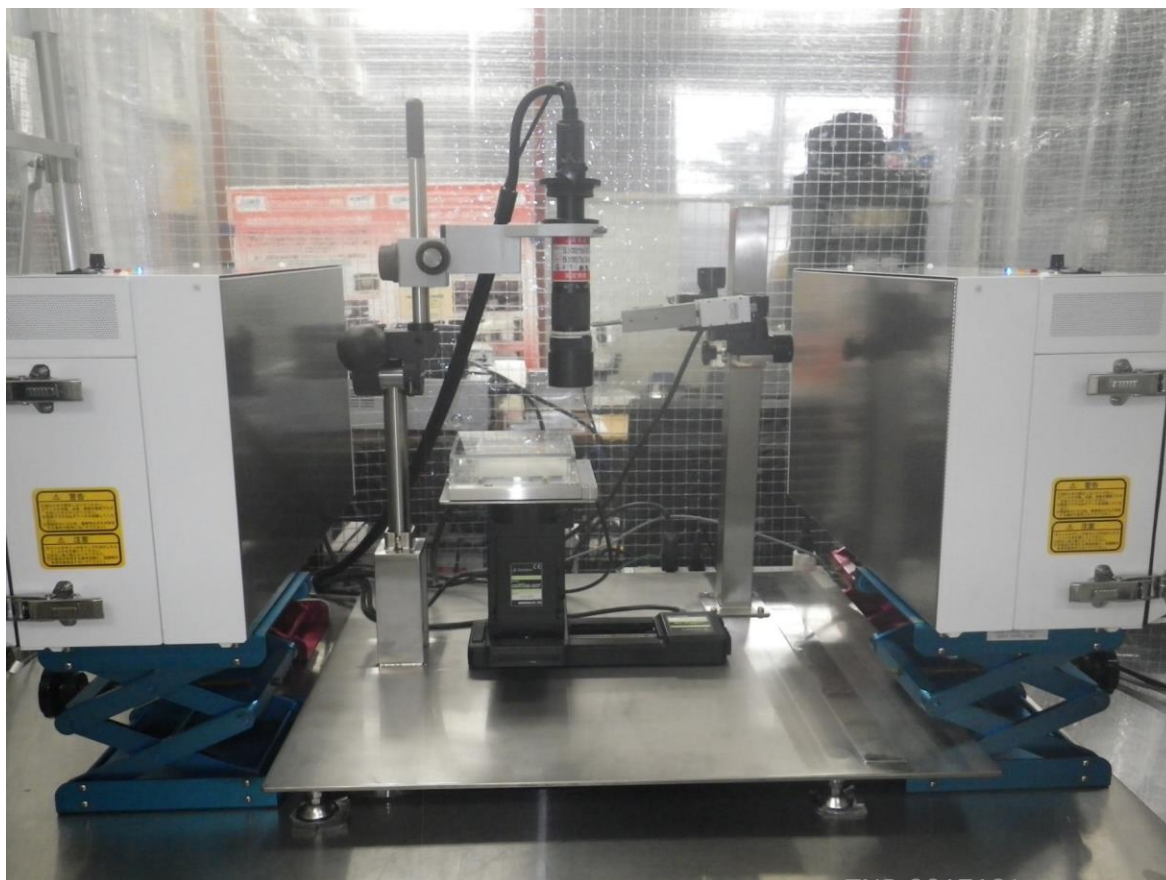
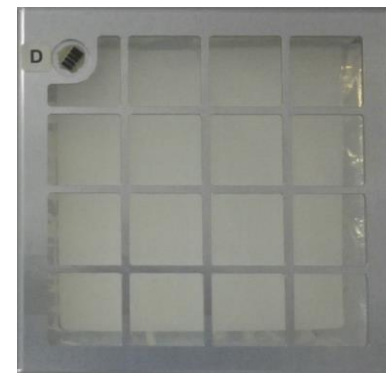
Aerogel Holder
Tabata et al. 2018

4. これまでの成果

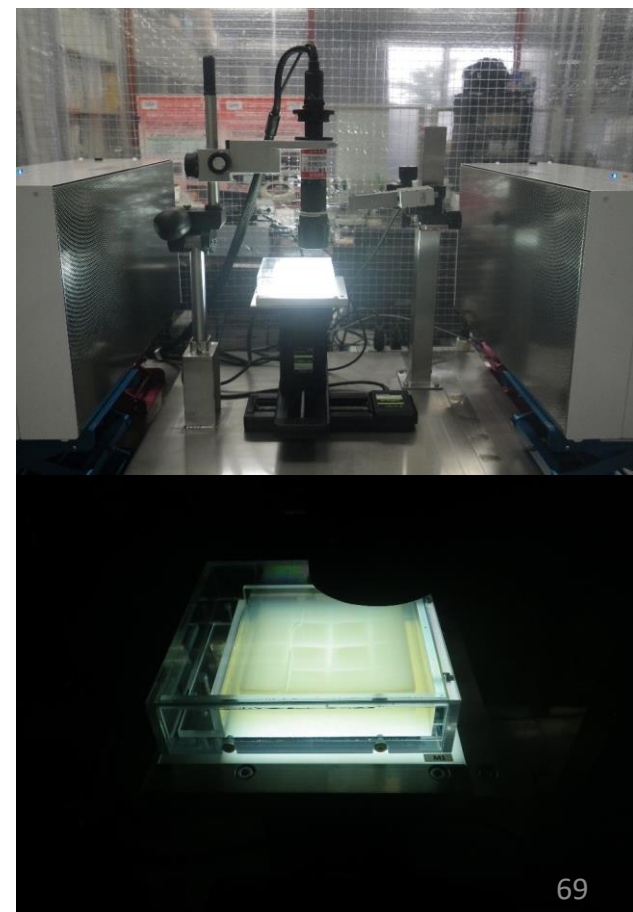
エアロゲルをアクリルケース収納

顕微鏡撮影

0.1mm以上の超高速衝痕数 **54個**



TNP-2017101



衝突痕候補検出・位置同定 (表面100ミクロン以上の特徴点全て)

245倍再訪問・ 三次元情報取得後の最終判定例

F (False)

Bar

Fiber

Aerogel Fragment

Block (irregularly shaped)

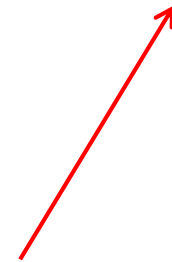
U (Undefined)

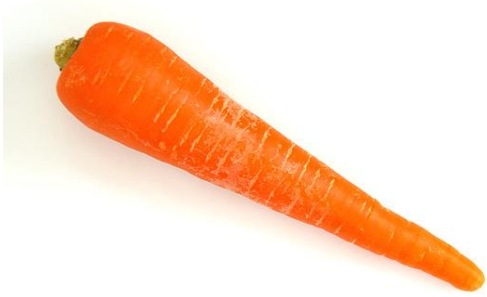
=>Additional info (e.g., material) needed

T (True)

No clear entrance, surface only,
short length, no bursts/twists,
conchoidal fractures, etc.

Hypervelocity Impact
Track/Burst/Feature





Particle: $>100 \mu\text{m}$ (Big)

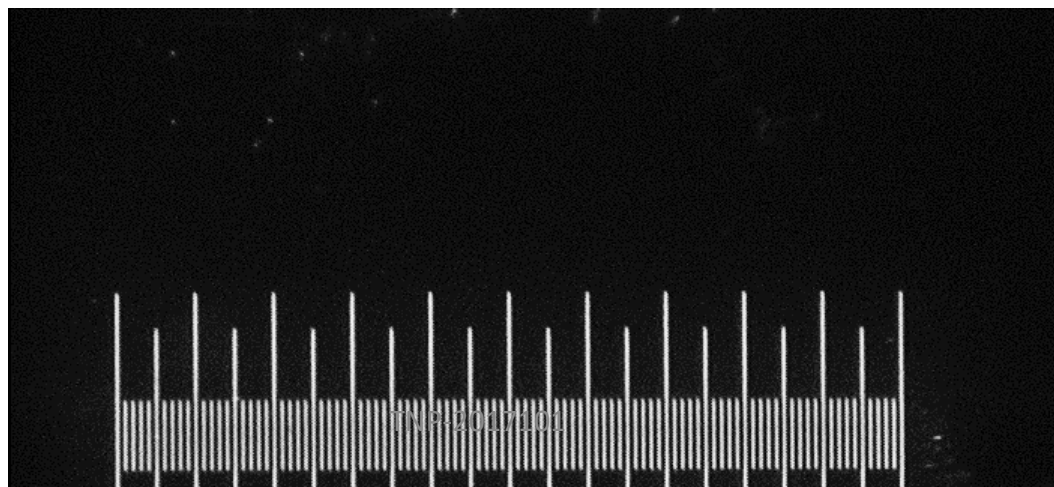
Density: high

Impact velocity: high

4. これまでの成果

超高速衝突痕

宇宙面（メテオロイド起源、短トラック型）
比較的短いトラックの内壁、末端に微粒子破片



1mm



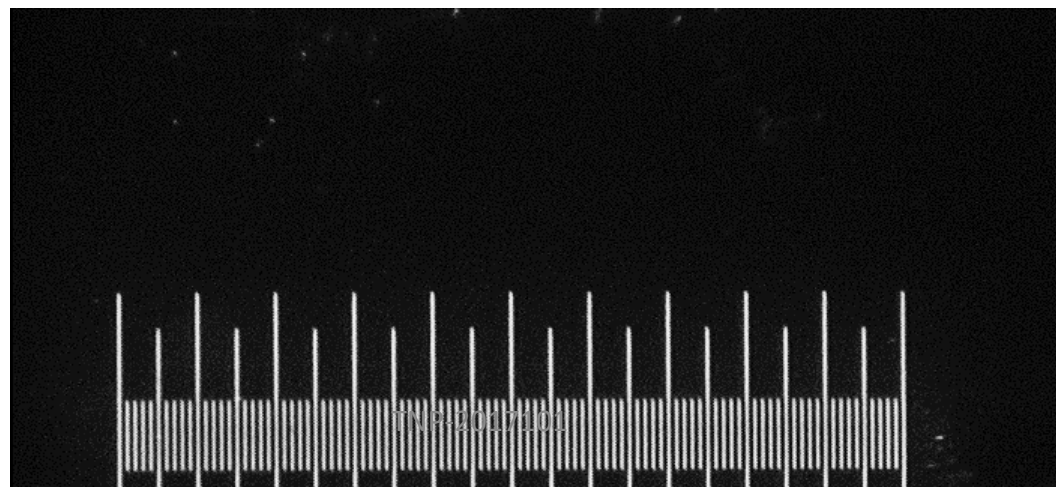
4. これまでの成果

超高速衝突痕

宇宙面(バースト型)

空隙率が高く、脆いフラクタル微粒子？

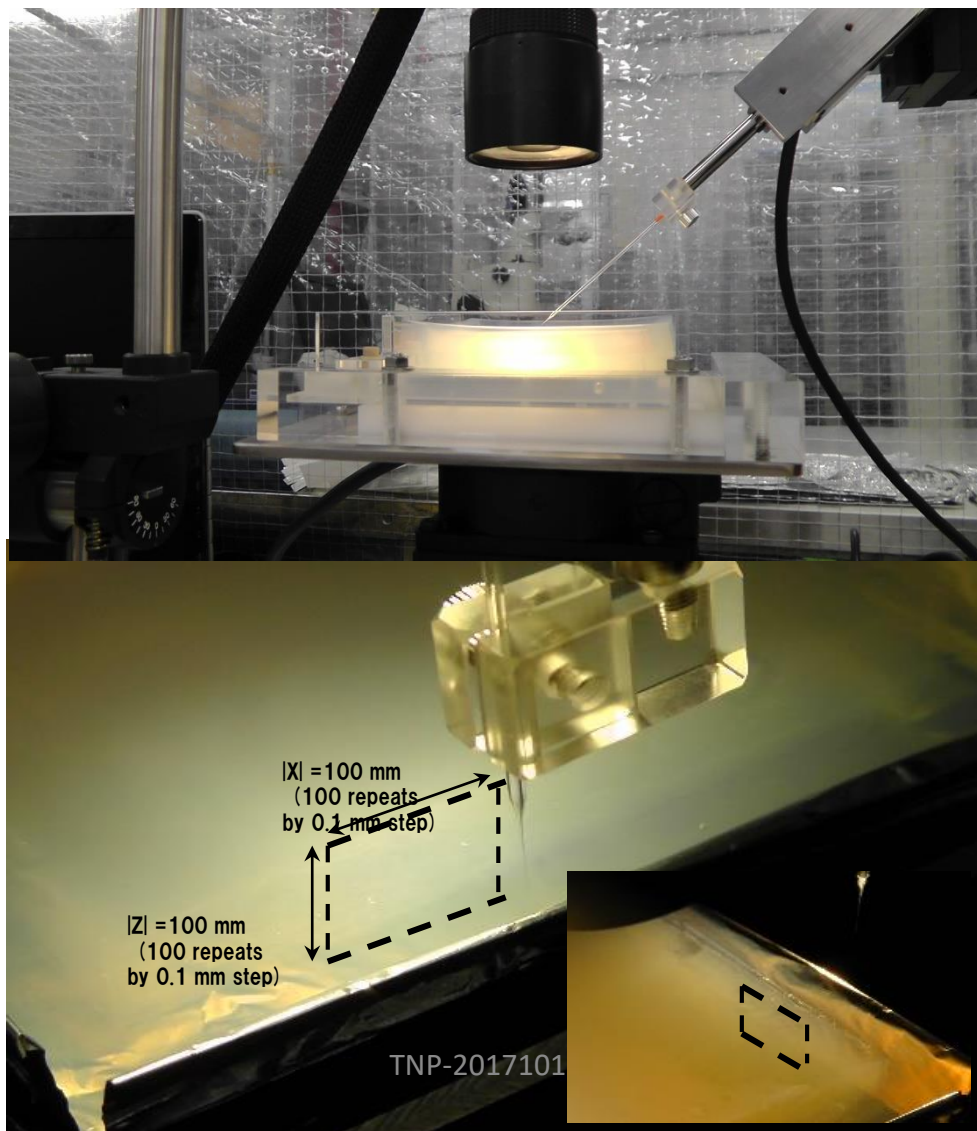
彗星・炭素質小惑星起源であれば、
有機物含有？



1mm

4. これまでの成果

ガラスニードル自動掘削



4. これまでの成果

抽出後の試料

4. これまでの成果

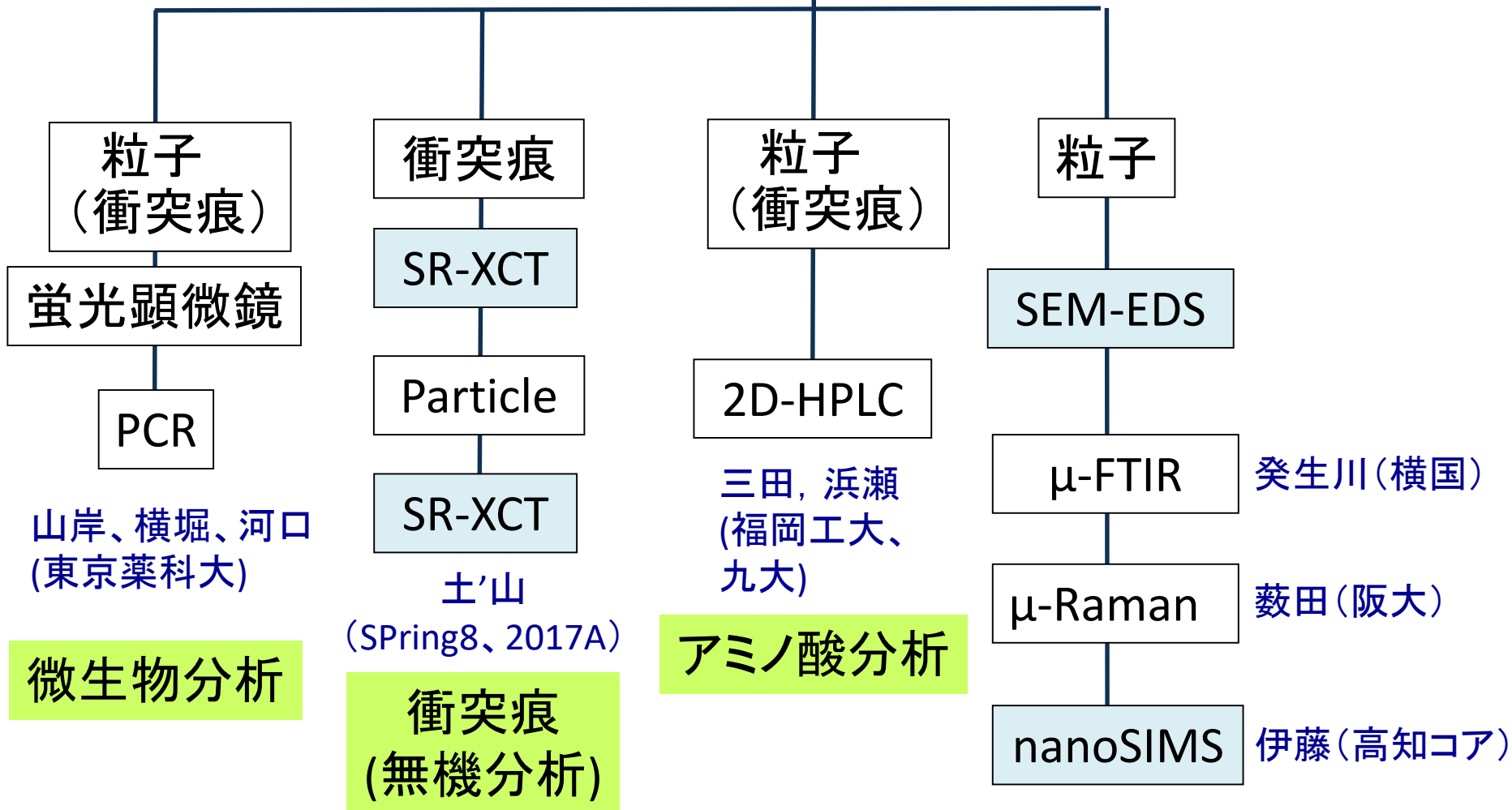
抽出後の試料

6. 今後の解析

エアロゲル



優先順位第一位の衝突痕12個、6個は摘出済、1月より送付。



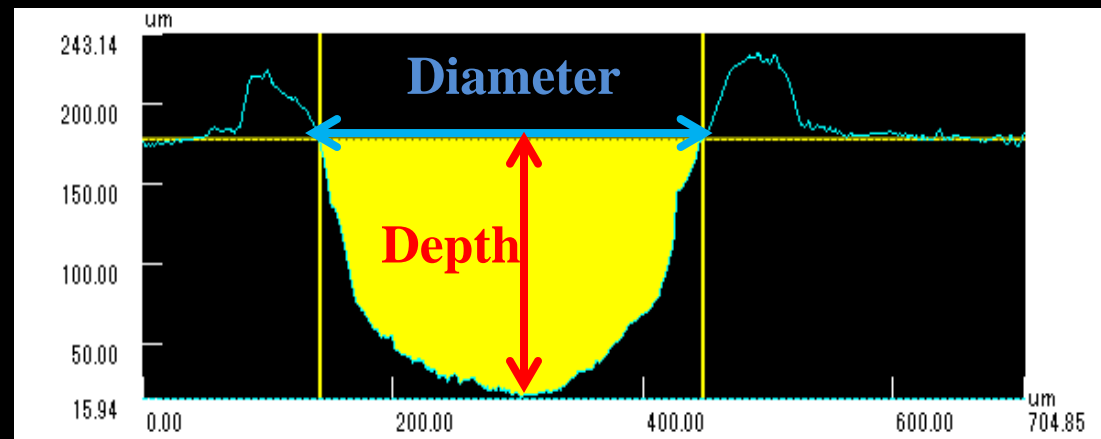
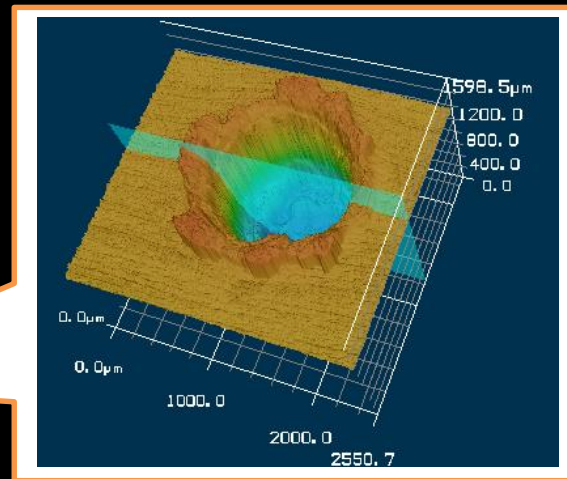
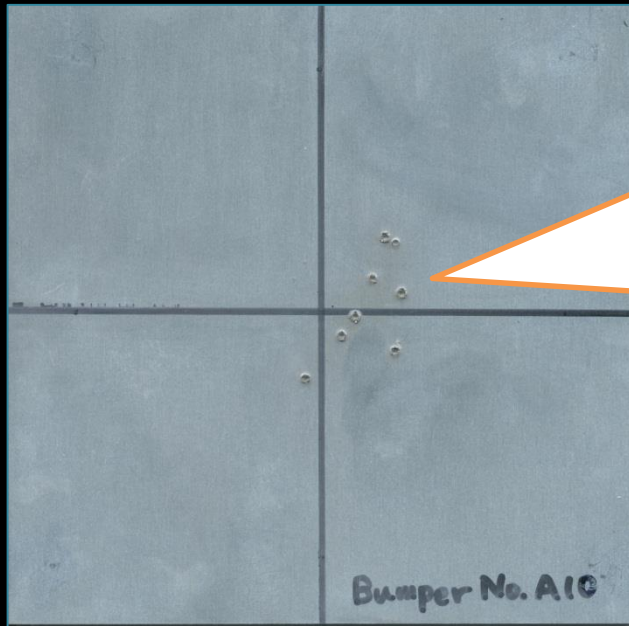
※ 地球外物質であるかの識別

Mesurement of space debris



- Crater on aluminum casings will be optically inspected.

Crater on aluminum plate



Cross-section

6. 今後の予定

まとめ

マサパンスペルミアを
支持する結果

曝露試料分析の継続
衝突痕微粒子分析
第二回目、第三回目の
試料分析

終わり

