

14

国際標準化に向けた超高速衝突による エジェクタ評価実験の研究

(第2報:宇宙用材料評価試験結果の速報)

○赤星 保浩¹, 麻生 和宏¹, 松本 紫絵¹, 増山 信吾¹
 Pauline Faure¹, 鳴海 智博¹, 松本 晴久², 北澤 幸人³
 (1: 九工大, 2: JAXA, 3: IHI)

九州工業大学

1

計算力学研究室

謝辞

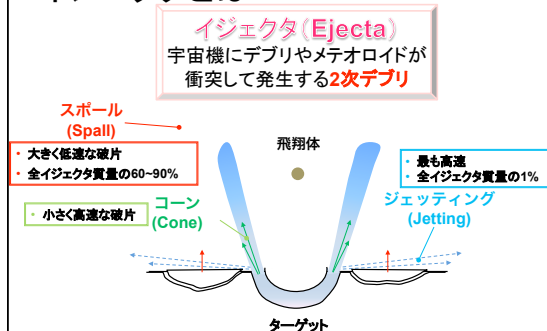
- ・ 本研究の一部は宇宙航空研究開発機構との共同研究、ならび（株）IHIからの受託研究として実施したものであり、同時に科学研究基盤研究(C)(No.21560819)の支援のもと実施したことを記し、謝意を表します。
- ・ ISASの二段ガンの利用に当り、長谷川直氏(JAXA)にお世話になりました。
- ・ 国内外のISO TC20/SC14 の関係者より多くの助言/支援等をいただいております。ここに、関係者の皆様に謝意を表します。

九州工業大学

2

計算力学研究室

イジェクタとは

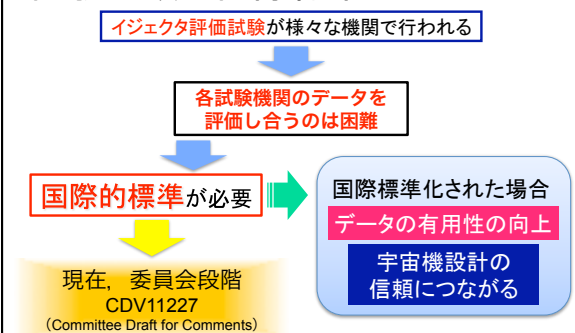


九州工業大学

3

計算力学研究室

試験手順の国際標準化へ



九州工業大学

4

計算力学研究室

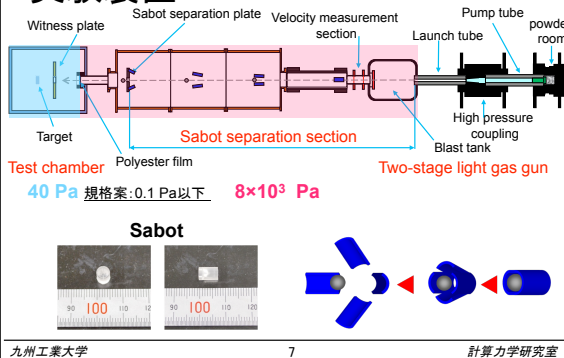
研究目的

規格案CDV11227に基づいて、以下の実験が実施可能かどうかを検証する

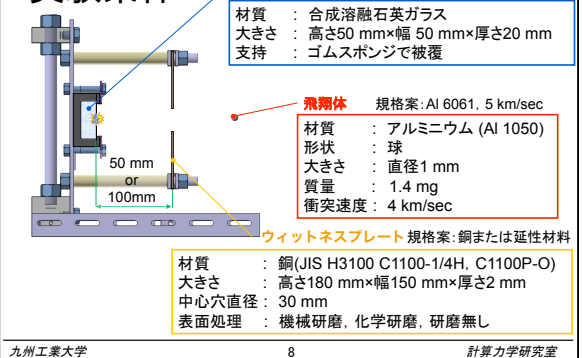
- 試験方法の装置依存性確認のためのイジェクタ評価の**較正実験**(昨年度)
- 宇宙機に実際使用されている材料を用いた**イジェクタ評価実験**(今年度)

実験装置

実験装置

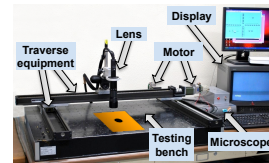


実験条件



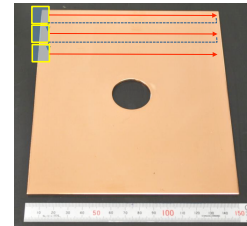
実験結果

Microscope system



Microscope system

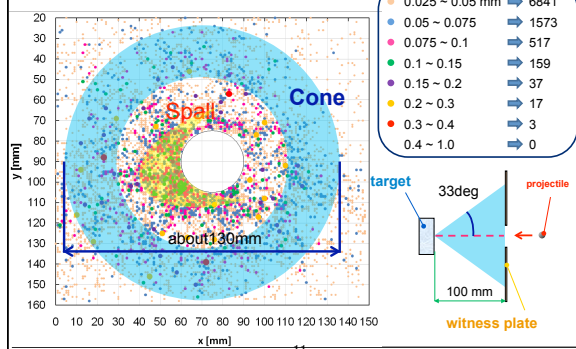
Magnification	Resolution [pixels]	Size per pixel [μm]
35 ~ 245	640 x 480	14 ~ 2



Scanning direction

→ scan ----→ feed

Results (09-101)



Size Distribution of Craters on Witness Plate

Size No.	0.025 ~ 0.05 [mm]	0.05 ~ 0.075 [mm]	0.075 ~ 0.1 [mm]	0.1 ~ 0.15 [mm]	0.15 ~ 0.2 [mm]
09-039	3721	649	247	71	7
09-101	6846	1574	517	159	37
09-102	6279	1115	252	79	36
09-117	7944	1420	376	196	64
09-119	6302	1220	342	105	34
09-120	4101	1524	587	214	62

Size No.	0.2 ~ 0.3 [mm]	0.3 ~ 0.4 [mm]	0.4 ~ 0.5 [mm]	0.5 ~ 0.75 [mm]	0.75 ~ 1.0 [mm]
09-039	3	0	0	0	0
09-101	17	3	0	0	0
09-102	9	3	2	0	0
09-117	21	3	1	0	0
09-119	18	2	1	0	0
09-120	28	6	0	0	0

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

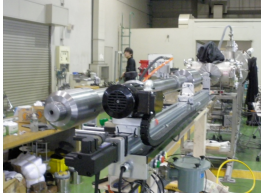
Experimental Results

Test number	Alloy and temper	Surface treatment	Distance between T and WP [mm]	Impact velocity [km/sec]	Ejecta mass [mg]	Zenith angles of ejection [deg]	Crater diameter [mm]	Spall diameter [mm]	Cone Diameter [mm]
09-036		Buffing	100	4.86	—	—	2.60	12.83	-
09-039				4.95	—	36	3.14	13.52	145
09-101	C1100P-1/4H	Chemical polishing	50	4.03	88.5	33	4.16	8.33	130
09-102				3.92	80.4	46	3.71	9.09	105
09-117	C1100P-O	Buffing	100	3.71	70.2	35	3.69	8.52	140
09-119				4.14	84.9	33	4.27	9.90	130
09-120	C1100P-1/4H	Nothing		4.17	83.2	36	4.47	10.93	145

九州工業大学 13 計算力学研究室

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

Ejecta Experiments at JAXA/ISAS



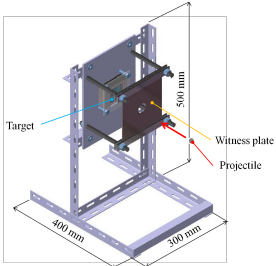
Bore : 7mm
Velocity : 0.2 - 7 km/s
Operation : 3 shots/day
Manufacturer : PAI

Two-stage light gas gun of ISAS (JAXA)

九州工業大学 14 計算力学研究室

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

Experiments at JAXA/ISAS on April 12, 2010

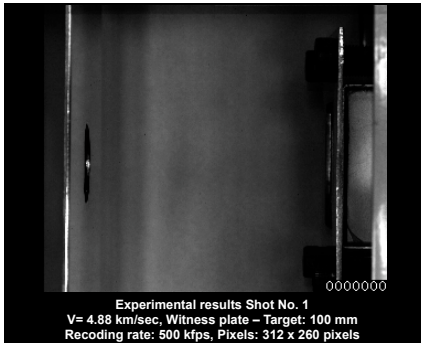


	ISAS	KIT
Projectile	Al 2017	Al 1050
Target	Same	Same
Witness plate	Same	Same
Impact velocity [km/sec]	5	4
Vacuum [Pa]	10	40

九州工業大学 15 計算力学研究室

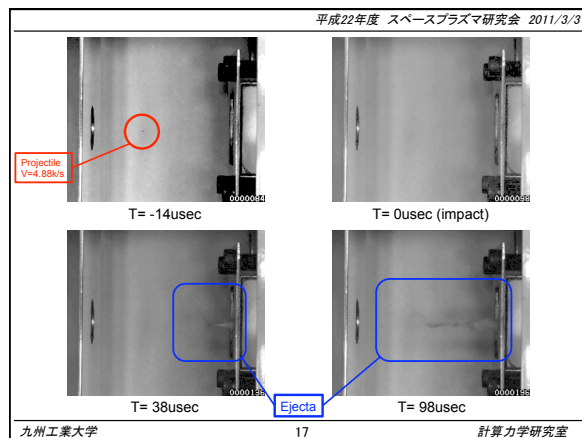
平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

High Speed Video Shot No.1 at ISAS



Experimental results Shot No. 1
V= 4.88 km/sec, Witness plate - Target: 100 mm
Recording rate: 500 kfps, Pixels: 312 x 260 pixels

九州工業大学 16 計算力学研究室



平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

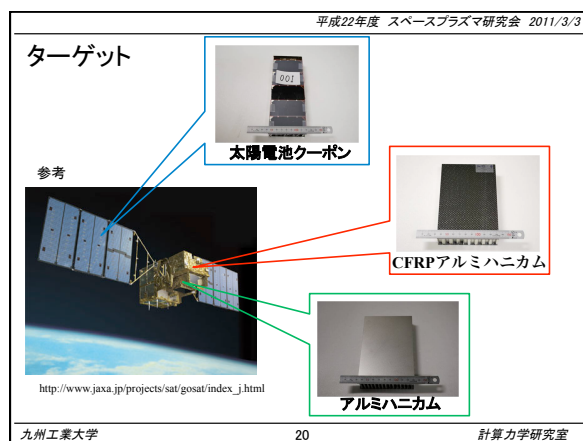
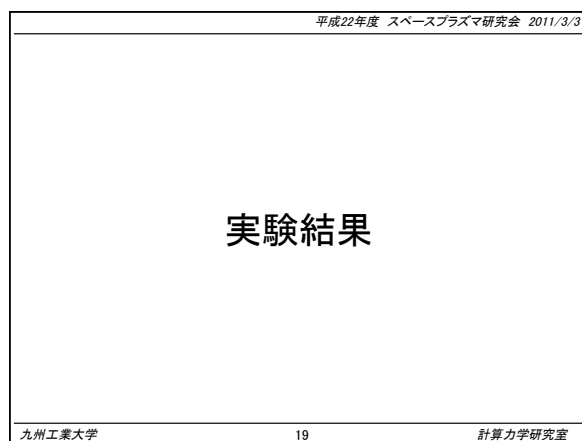
Experiment results

Target after experiment (Shot. No. 1)

Witness plate after experiment (Shot. No. 1)

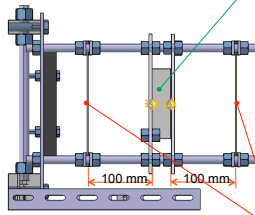
Test number	Impact velocity [km/sec]	Ejecta mass [mg]	Fixing of target
Shot No. 1	4.88	161	Supported by rubber sponge with rectangular hole
Shot No. 2	5.18	151	Supported by rubber sponge

九州工業大学 18 計算力学研究室



平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

Target Supporter for Space Component



Target

Target-1 : solar array coupon
Size : 100 mm × 100 mm × 25 mm

Target-2 : aluminum honeycom (2 models)
Size : 100 mm × 150 mm × 25 mm

Target is fixed by two aluminum plates.

Projectile

Material : aluminum (JIS H4040 A2017)
Shape : sphere
Size : diameter of 1 mm
Impact velocity: around 5km/sec

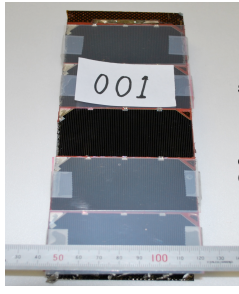
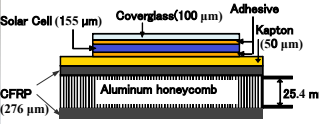
Witness plate

Material : Copper(JIS H3100 C1100-1/4H)
Hole diameter : 30 mm at its center
Surface : polished

九州工業大学 21 計算力学研究室

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

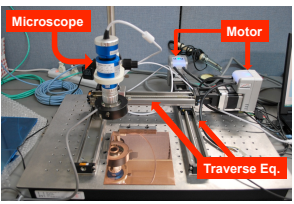
Target-1 Solar Array Coupon

九州工業大学 22 計算力学研究室

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

New Microscope system

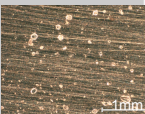
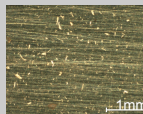
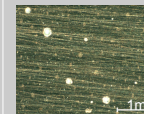
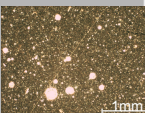
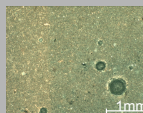
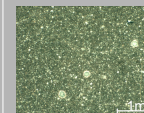


Magnification	Resolution [pixel]	size per pixel [um/pixel]
120	1600×1200	2

九州工業大学 24 計算力学研究室

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3

実験前後のウィットネスプレート

	No.10-077	No.10-115	No.10-131
Front side			
Rear side			

九州工業大学 26 計算力学研究室

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3				
6.3.2 The fundamental analysis of test results will be documented in a tabular form, as shown in the Table 1:				
Table 1. Fundamental Analysis for Test results (xxx: values to be filled in after the tests)				
total amount of ejecta (mg) : M _e	xxx	target mass before impact (mg)	xxx	target mass after impact (mg) xxx
Size distribution of crater diameter, D	0.025 mm to 0.05 mm	0.05 to 0.1 mm	0.1 to 1 mm	>1 mm
front side	number of craters xxx	xxx	xxx	xxx
rear side	number of craters xxx	xxx	xxx	xxx
projectile	mass xx			
九州工業大学 28 計算力学研究室				

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3							
実験結果							
Test No.	Impact velocity [km/s]	Ejected mass [mg]	Number of craters				
			side	0.025 to 0.05 [mm]	0.05 to 0.1 [mm]	0.1 to 1 [mm]	> 1 [mm]
10-077	5.37	68.8	45倍	4135	18357	3359	0
				4004	6742	664	0
10-115	4.97	41.1	25倍	3169	663	78	0
				-	-	-	-
10-131	4.79	10.3	7倍	1613	550	264	0
				2326	1797	251	0
九州工業大学 29 計算力学研究室							

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3				
Table 2. Detailed Analysis for Test results (xxx : values to be filled in after the tests)				
Size distribution of particle diameter, d	< 0.010 mm	0.01 to 0.1 mm	0.1 to 1 mm	>1 mm
front side	number of particles xxx	xxx	xxx	xxx
	Velocity (optional) xxx	xxx	xxx	xxx
rear side	number of particles xxx	xxx	xxx	xxx
	Velocity (optional) xxx	xxx	xxx	xxx
九州工業大学 30 計算力学研究室				

平成22年度 スペースプラズマ研究会 2011/3/3							
結論							
九州工業大学 31 計算力学研究室							

結論

- 昨年度の校正実験に引き続き、今年度は宇宙用材料を用いたイジェクタ実験を実施したが、規格案に沿った実験が実施可能であることを確認した。
- ウィットネスプレート上の衝突痕検出を画像処理技術を援用することで自動化し、データ整理の効率を向上させた。
- 今後の課題は、衝突痕のサイズ分布からイジェクタの速度分布への変換方法をどう確立していくかという点である。