

球対球衝突における iSALE試用雑感



鈴木絢子, 黒澤耕介

不規則な形状の面にできたクレーター

◎小天体上の例

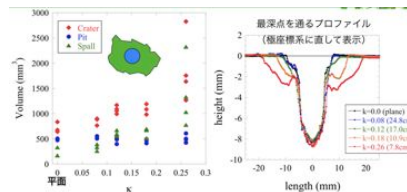
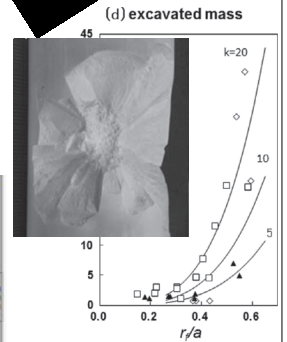
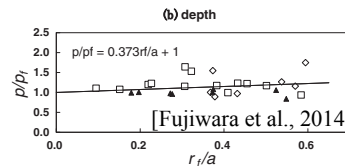
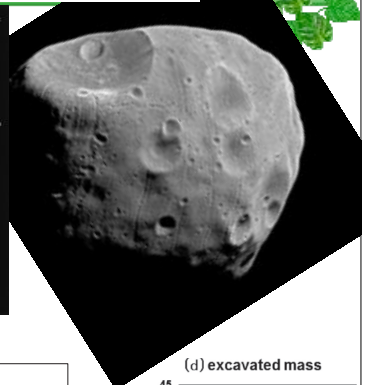
- Phobos, Ida, イトカワ...

◎実験室では

- 曲率のある面（主に円柱）へのクレーター形成 (Fujiwara et al., 1993; 2014)
 - 曲率大と共に, 体積, 直径, 深さが拡大
- 球面のクレーター形成 (Suzuki et al., 2015, JpGU)
 - 曲率大と共に, スポールゾーン大のため体積・直径が拡大。深さは一定



[Sullivan et al., 1996]



平面 k = 0.0	24.8 cm k = 0.08	17.0 cm k = 0.12	10.9 cm k = 0.18	7.8 cm k = 0.26
2900	2702	2703	2699	2704

[Suzuki et al., 2015]

目的



- 曲率があることによって、衝突クレーター形成時の内部圧力分布などにどのような違いがあるかを数値流体コード iSALEを用いて調べる。

3

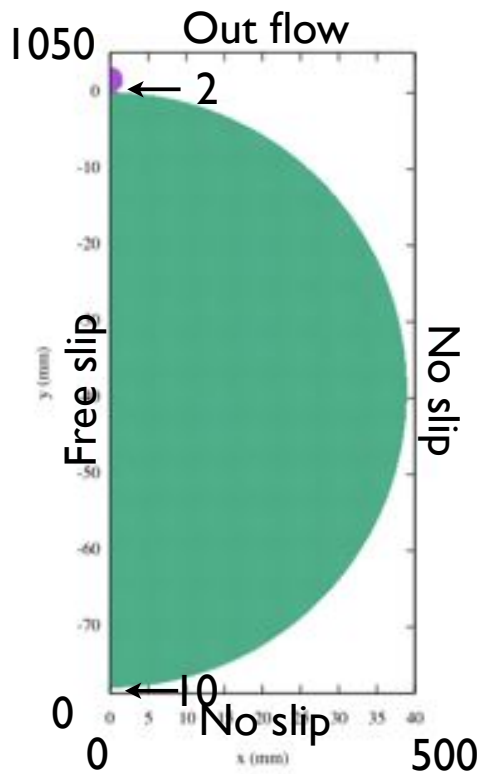
iSALE計算条件



- 計算条件
 - 二次元円柱座標系
 - 空間解像度 0.08 mm/grid
 - 重力 なし
- 衝突天体
 - 直径 3.2 mm (40 grid)
 - 速度 3.4 km/s
 - EOS : ダナイトのANEOS [Johnson et al., 2015]
 - 空隙 なし, 初期温度分布 一様293K
- 標的 :
 - ダナイト球, 直径 7.8 cm (974 grid)
 - ダナイト平面 (円柱, 直径 9.0 cm)
 - EOS : ダナイトのANEOS [Johnson et al., 2015]
 - 空隙 なし, 初期温度分布 一様293K

4

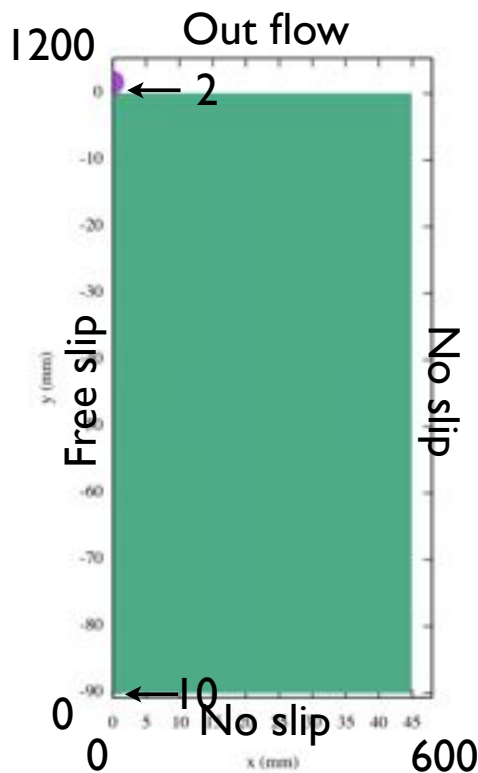
asteroid.inp : 曲面の場合



```

used by ISALE versions of v7.0 and higher
Model Info
-----
IT MODIFY_ : 4.1
DIMENSION dimension of input file : 2
PATH Data file path : ./
MODEL Modelname : Suzuki2058
-----
----- Mesh Geometry Parameters -----
GRIDH horizontal cells : 0 : 500 : 0
GRIDV vertical cells : 0 : 1050 : 0
GRIDSPC grid spacing : 0.08D-3
CYL Cylind. geometry : 1.000
GRIDSPCM max. grid spacing : 1.000
----- Global setup parameters -----
S_TYPE setup type : DEFAULT
T_SURF Surface temp : 294.150
GRAD_TYPE gradient type : 1
PR_TRACE Collision tracers : 1
COL_SITE Cell no._of_impact : 984
----- Projectile ("Object") Parameters -----
OBJNUM number of objects : 2
OBJRESH CPPR horizontal : 20 : 487
OBJRESV CPPR vertical : 20 : 487
OBJVEL object velocity : -3.403 : 0.003
OBJMAT object material : proj_ : target_
OBJTYPE object type : SPHEROID : SPHEROID
OBJOFF_V proj offset (ver) : 2 : -974
----- Target Parameters -----
LAYNUM layers number : 0
----- Time Parameters -----
DT initial time increment : 1.00-8
DTMAX maximum timestep : 1.00-4
TEND end time : 7.00-6
DTSAVE save interval : 1.00-7
----- Boundary Condition Parameters -----
BND_L left : FREESLIP
BND_R right : NOSLIP
BND_B bottom : NOSLIP
BND_T top : OUTFLOW
----- Numerical Stability Parameters -----
AVIS art. visc. linear : 0.2400
AVIS2 art. visc. quad. : 1.200
----- Tracer Particle Parameters -----
TR_SAVE Option for saving : 1
TR_QUAL quality : 1
TR_SPCX tracer spacing X : -1.00 : -2.00
TR_SPCV tracer spacing Y : -1.00 : -2.00
TR_VAR add. tracer fields : #TrP-TrT-Trp-Trt-TrA-TrV-TrM
----- (Optional) Model parameters (global) -----
STRESS Consider stress : 1
ROCCUTOFF Density cutoff : 1.00-2
TENSILE Tensile failure : 0
VEL_CUT velocity cutoff : -2.0
  
```

asteroid.inp : 平面の場合



```

----- Mesh Geometry Parameters -----
GRIDH horizontal cells : 0 : 600 : 0
GRIDV vertical cells : 0 : 1200 : 0
GRIDSPC grid spacing : 0.08D-3
CYL Cylind. geometry : 1.000
GRIDSPCM max. grid spacing : 20.000
----- Global setup parameters -----
S_TYPE setup type : DEFAULT
T_SURF Surface temp : 294.150
GRAD_TYPE gradient type : 1
PR_TRACE Collision tracers : 1
COL_SITE Cell no._of_impact : 1134
----- Projectile ("Object") Parameters -----
OBJNUM number of objects : 2
OBJRESH CPPR horizontal : 20 : 562
OBJRESV CPPR vertical : 20 : 562
OBJVEL object velocity : -3.403 : 0.003
OBJMAT object material : proj_ : target_
OBJTYPE object type : SPHEROID : CYLINDER
OBJOFF_V proj offset (ver) : 2 : -1124
----- Target Parameters -----
LAYNUM layers number : 0
----- Time Parameters -----
DT initial time increment : 1.00-8
DTMAX maximum timestep : 1.00-4
TEND end time : 7.00-6
DTSAVE save interval : 1.00-7
----- Boundary Condition Parameters -----
BND_L left : FREESLIP
BND_R right : NOSLIP
BND_B bottom : NOSLIP
BND_T top : OUTFLOW
----- Numerical Stability Parameters -----
AVIS art. visc. linear : 0.2400
AVIS2 art. visc. quad. : 1.200
----- Tracer Particle Parameters -----
TR_SAVE Option for saving : 1
TR_QUAL quality : 1
TR_SPCX tracer spacing X : -1.00 : -2.00
TR_SPCV tracer spacing Y : -1.00 : -2.00
TR_VAR add. tracer fields : #TrP-TrT-Trp-Trt-TrA-TrV-TrM
----- (Optional) Model parameters (global) -----
STRESS Consider stress : 1
ROCCUTOFF Density cutoff : 1.00-2
TENSILE Tensile failure : 0
VEL_CUT velocity cutoff : -2.0
  
```

material.inp



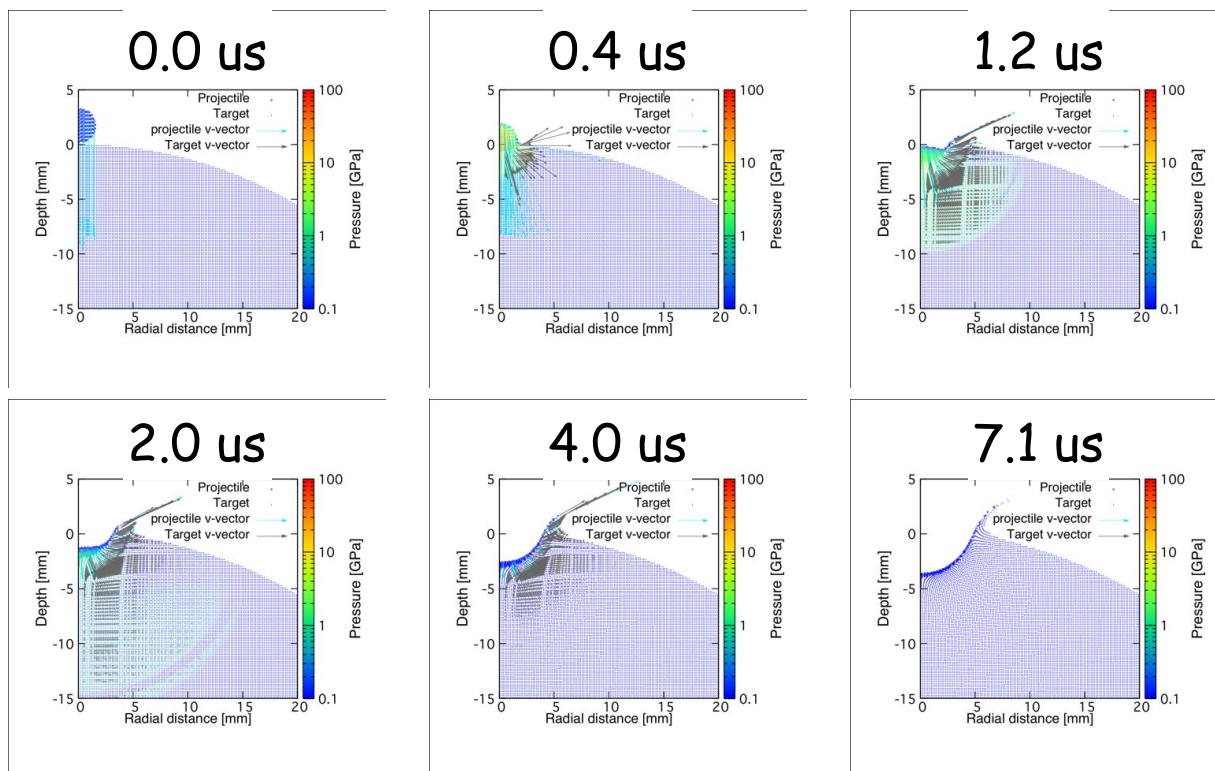
```

1 #ISMAT ! iSole material input file identification string
2
3 MATNAME Material name      : proj_____ : target_
4 EOSNAME  EOS name        : dunite_    : dunite_
5 EOSTYPE  EOS type        : aneos      : aneos
6 STRMOD   Strength model   : ROCK      : ROCK
7 DAMMOD   Damage model    : IVANOV    : IVANOV
8 ACFL     Acoustic fluidisation : NONE      : NONE
9 PORMOD   Porosity model   : NONE      : NONE
10 THSOFT   Thermal softening : OHNAKA    : OHNAKA
11 LDWEAK   Low density weakening : POLY      : POLY
12
13 -----
14 POIS     pois            : 2.50000-01 : 2.50000-01
15
16 -----
17 TMELT0   tmelt0         : 1.37300+03 : 1.37300+03
18 CHEAT    C_heat         : 1.00000+03 : 1.00000+03
19 TFRAC    tfrac          : 1.10000+00 : 1.10000+00
20 ASIMON   a_simon        : 1.52000+09 : 1.52000+09
21 CSIMON   c_simon        : 4.05000+00 : 4.05000+00
22
23 -----
24 YDAM0    ydam0 (ycoh)   : 1.00000+04 : 1.00000+04
25 FRICDAM  fricdam        : 6.30000-01 : 6.30000-01
26 YLIMDAM  ylimdam       : 3.26000+09 : 3.26000+09
27
28 -----
29 YINT0    yint0          : 5.07000+06 : 5.07000+06
30 FRICINT  fricint        : 1.58000+00 : 1.58000+00
31 YLIMINT  ylimint        : 3.26000+09 : 3.26000+09
32
33 -----
34 IVANOV_A Damage parameter : 1.00000-04 : 1.00000-04
35 IVANOV_B Damage parameter : 1.00000-11 : 1.00000-11
36 IVANOV_C Damage parameter : 3.00000+08 : 3.00000+08
37
38 <<END ! used to identify the end of this file
39

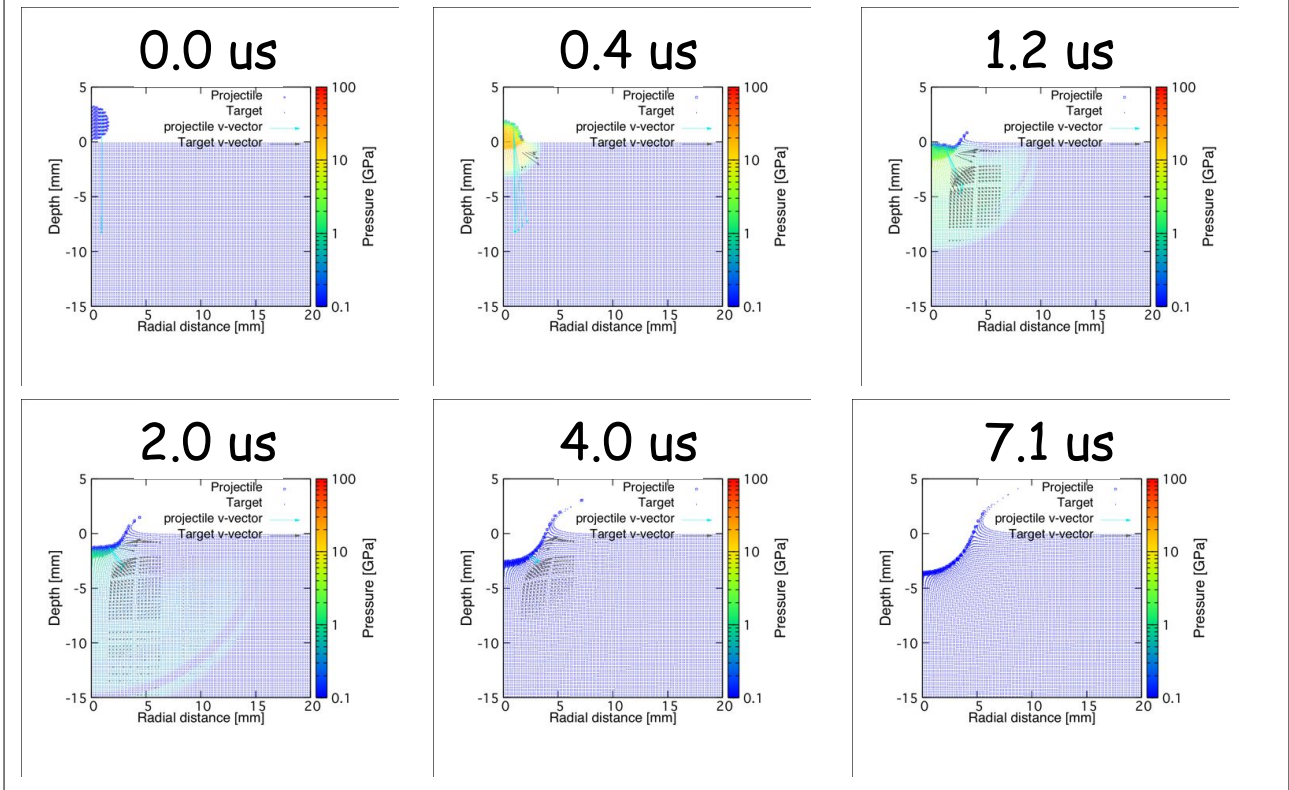
```

Johnson, et al., 2015と同じ条件

結果：曲面の場合



結果：平面の場合



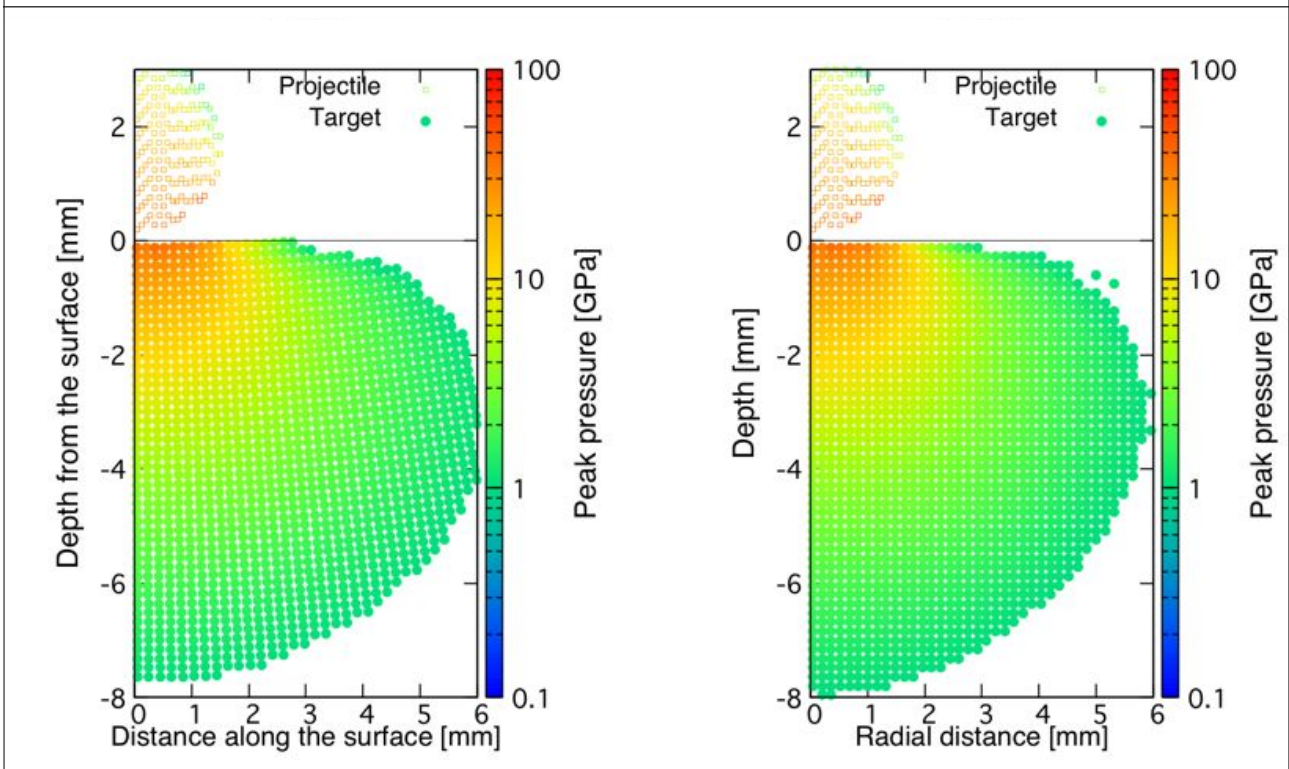
9

最大到達圧力の分布



曲面の場合（極座標表示）

平面の場合



10



- 曲率があると，内部の最高到達圧力分布が異なる。自由表面からの距離が異なるため。
- 曲率のあり/なしの違いで，もう少し適切な表現方法はないか。