

中央丘の形成過程に関する モデル実験

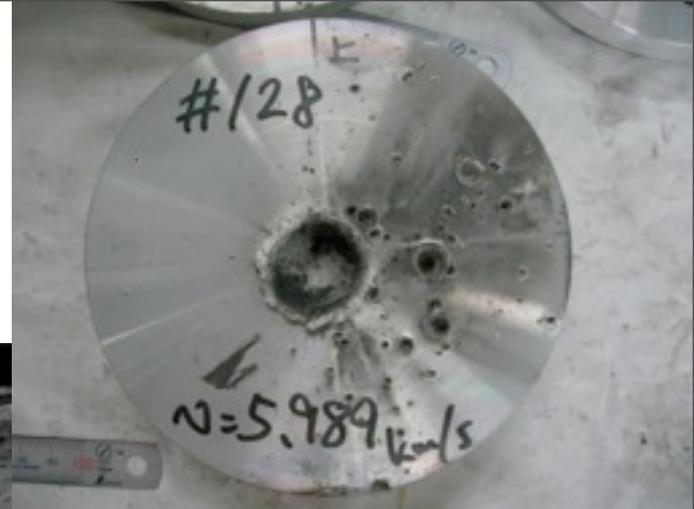


東大・鎌田、中村
電通大・田中
名大・保井

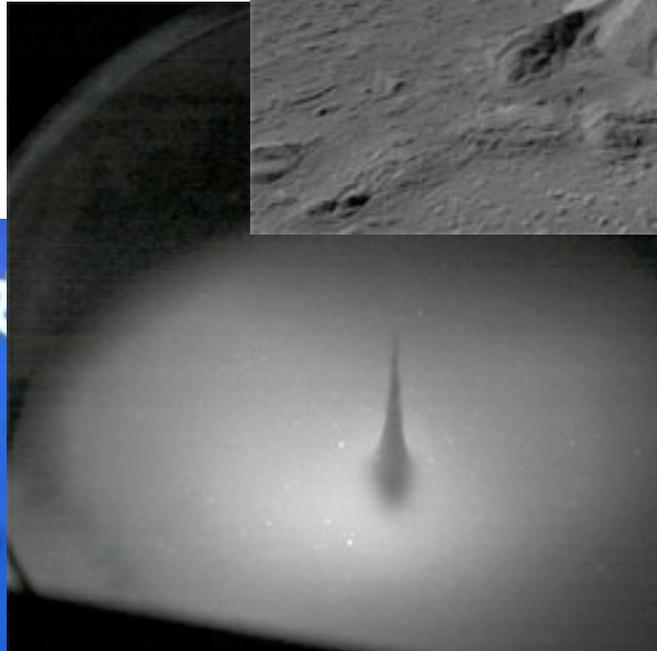
クレーター形状

- $\rho g D$ (密度 \times 重力加速度 \times クレーター直径) とターゲットの強度 Y の関係を考える。
- $\rho g D \ll Y$
 - 半球状クレーターが残る。(例: 岩石)
- $\rho g D \gg Y$
 - 重力による変形・緩和でクレーターが消える。(例: ミルククラウン)
- $\rho g D \doteq Y$
 - 重力による変形・緩和が起こるが、ある程度で運動が止まり、中央丘が形成される？

$\rho g D \ll Y$



$\rho g D \gg Y$



はろもフース



↑ 画像提供: 土肥さん

$\rho g D \div Y$ の実現に向けて

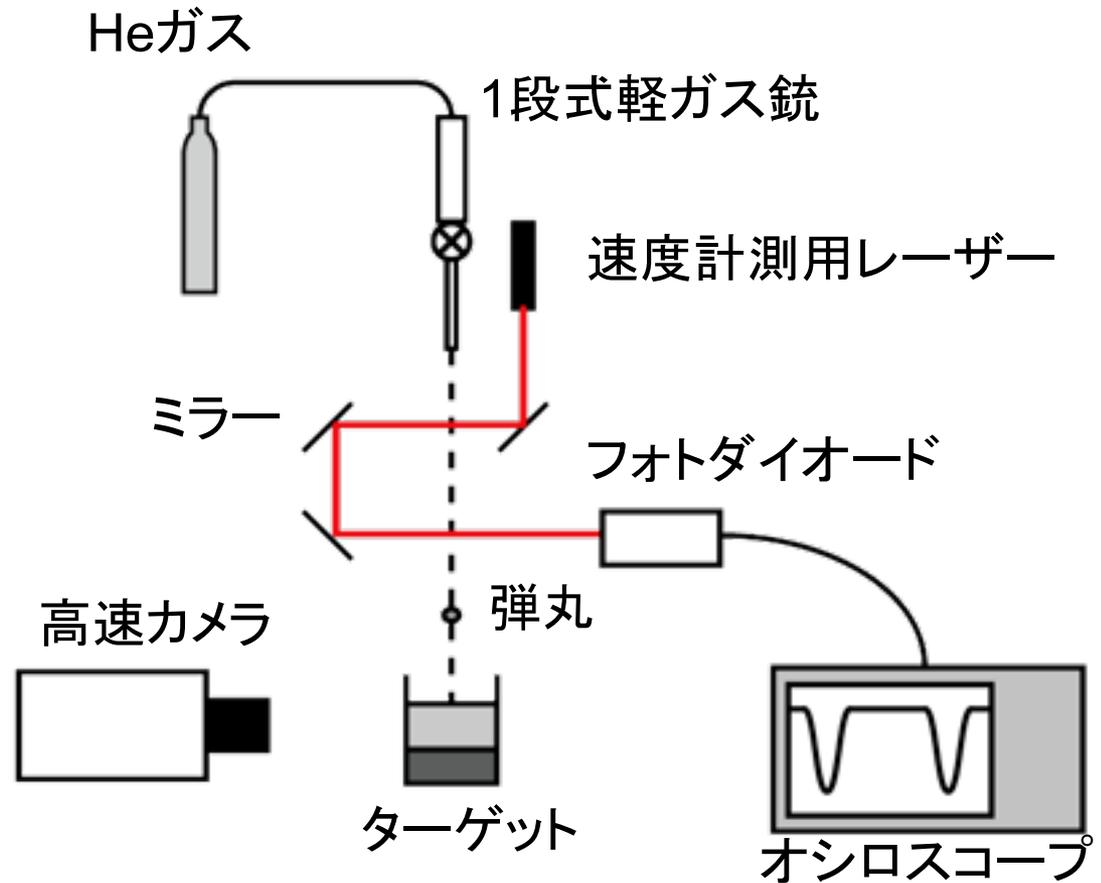
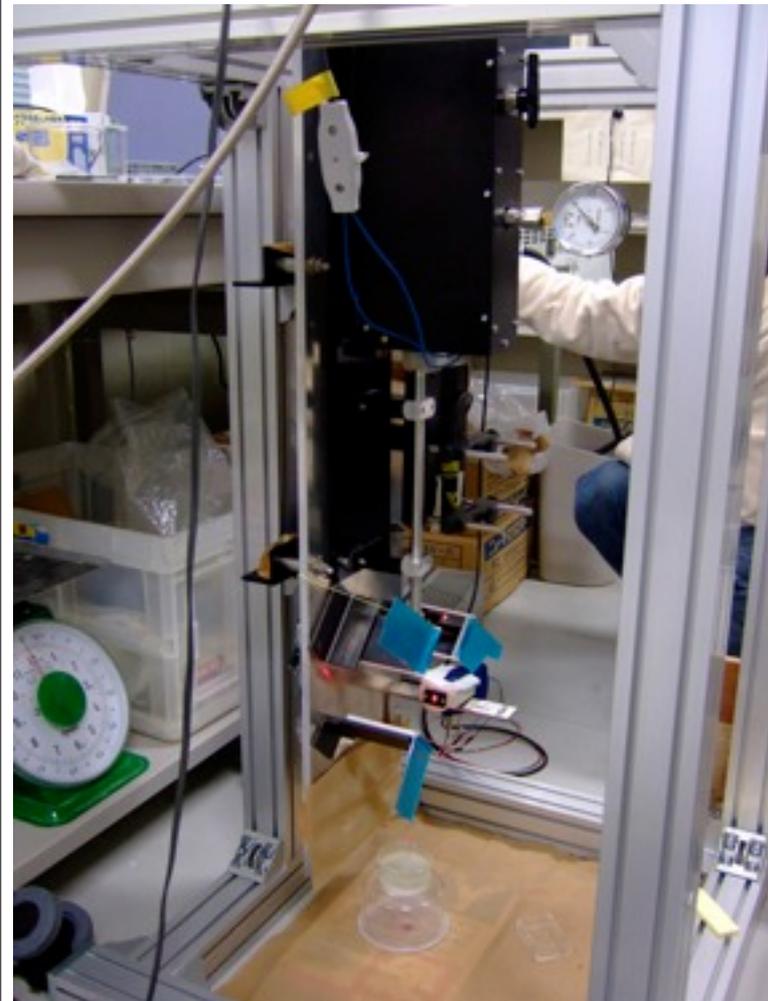
- ρ (密度)
- g (重力加速度)
- D (クレーター直径)
 - 再現実験で大きく変化させにくいパラメータ
- Y (ターゲットの強度 \propto 粘性率)
 - 水(0.001Pas) \leftrightarrow 水飴(~ 1000 Pas)と、変化させやすいパラメータ
- \rightarrow ターゲットに水飴を用いた実験を行って中央丘の再現を狙う。

実験条件

- 衝突銃、衝突体
1段式軽ガス銃
ステンレス球 $\phi 3\text{mm}$
Heガス1MPaで加速 ($\rightarrow 175\text{m/s}$)
- ターゲット
市販の水飴をプラスチック容器($\phi 6\text{cm}$ 、深さ3cm)にいれたもの
冷蔵庫・ホットプレートを用いて加熱・冷却し、粘性を変化
(実験時における水飴の温度範囲は $16^{\circ}\text{C} \sim 44^{\circ}\text{C}$)
- 下層物質
ゴム板、ガラスビーズ、なし
- 撮影
高速度ビデオカメラ、毎秒1000~10000コマ

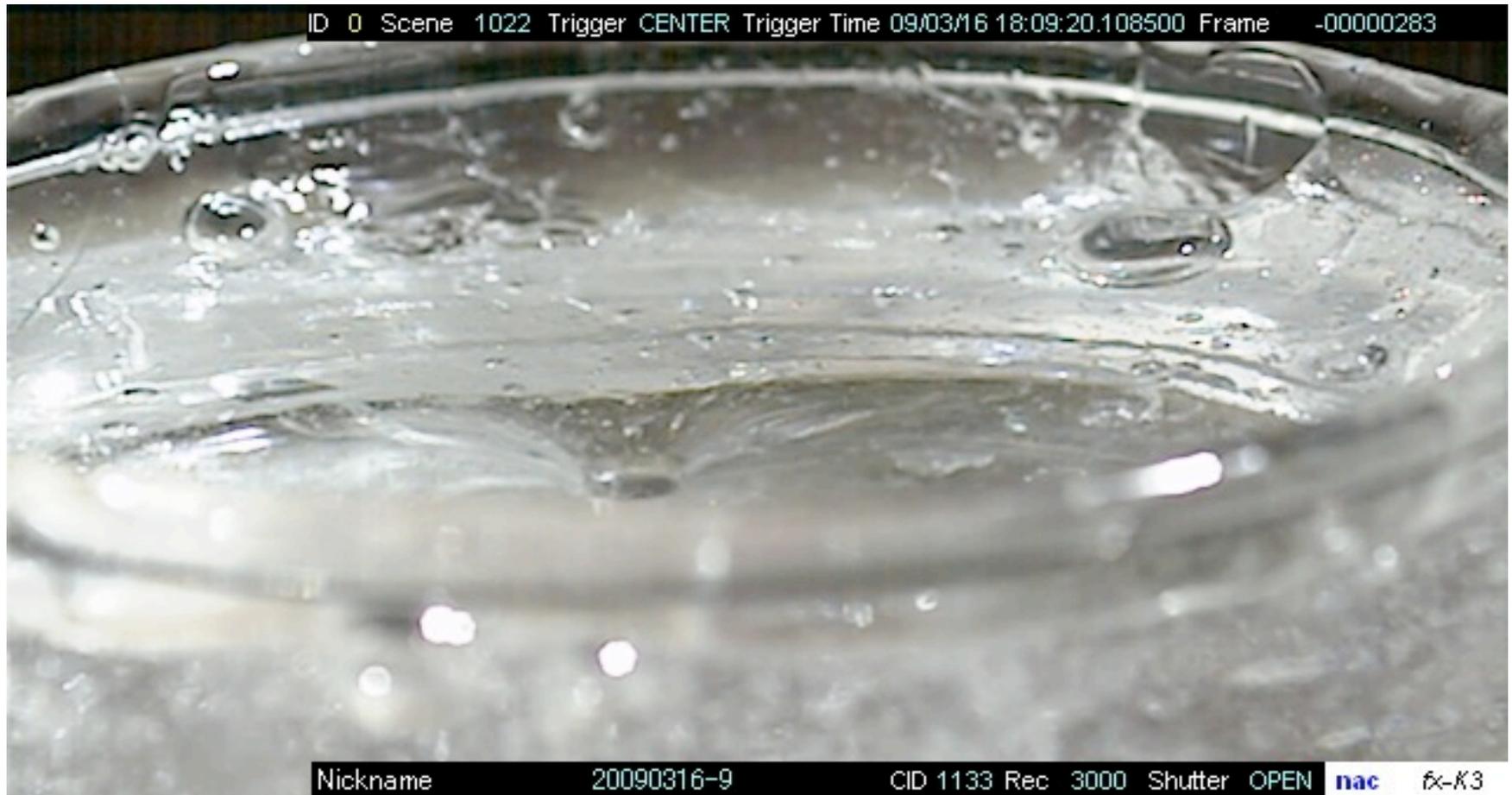


実験装置



結果：クレーター直径

- 水あめのみ (243 Pas)

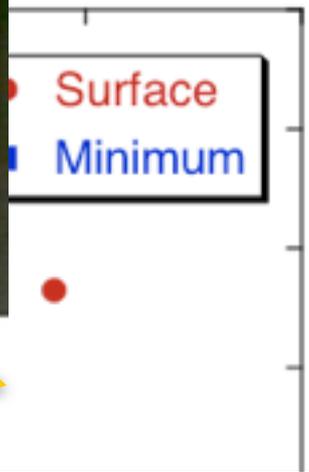


0.3ms毎

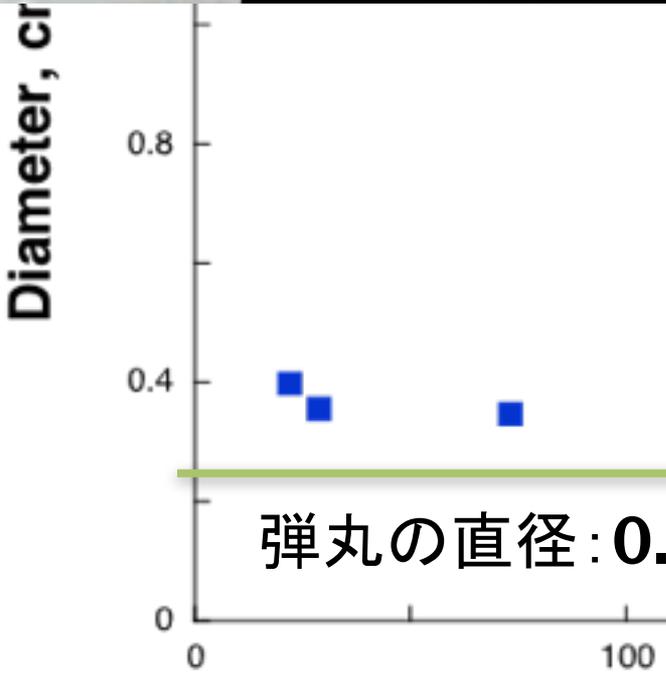
162 Pas

の直径

(青)を測定



Nickname 20090316-10 CID 1133 Rec 3000 Shutter OPEN nac 6c-K3



29 Pas



Nickname 20090316-12 CID 1133 Rec 3000 Shutter OPEN nac 6c-K3

結果：クレーター深さ

- 水あめのみ(84Pas)

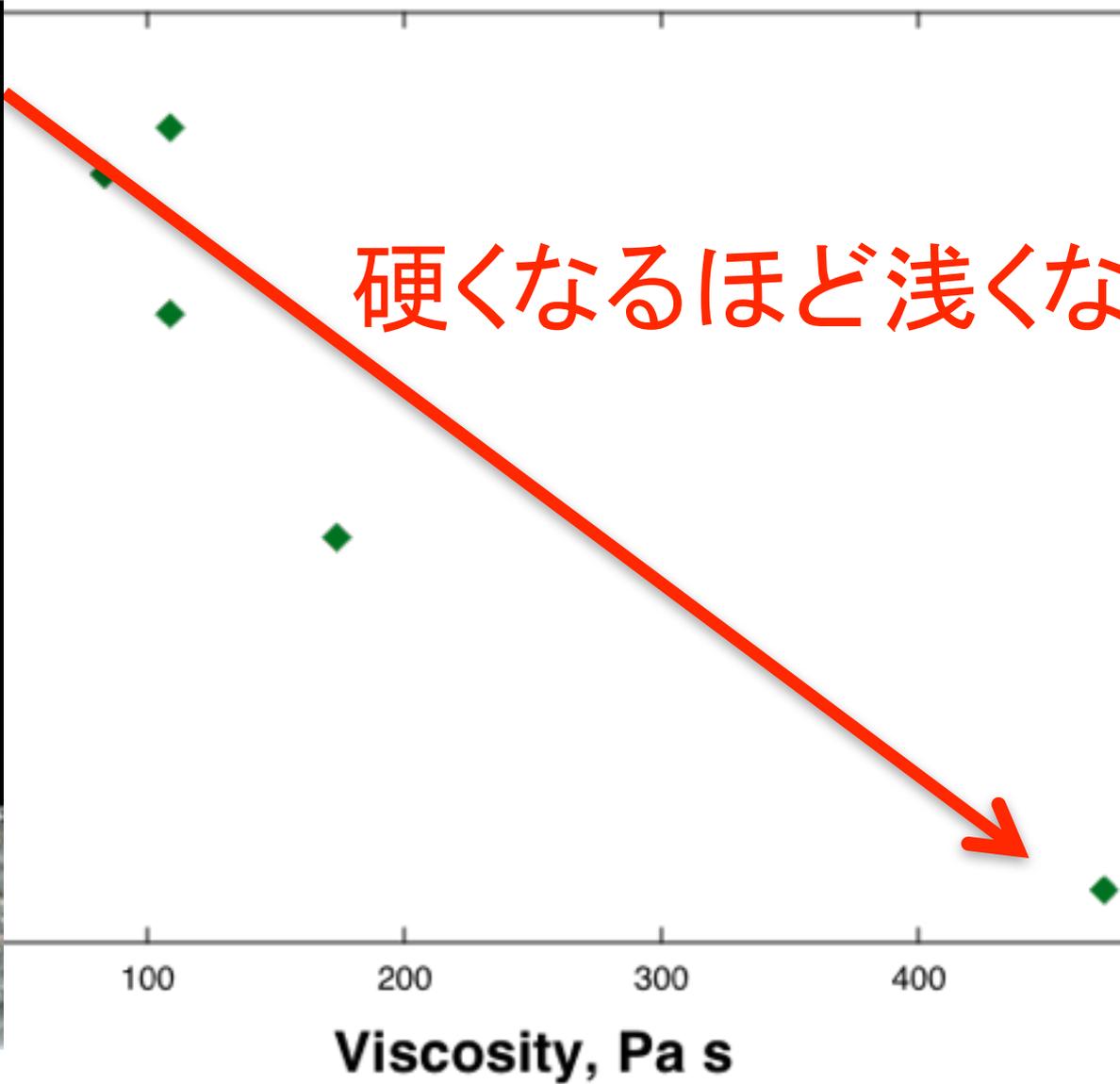
下から穴が緩和して、塞がれる。



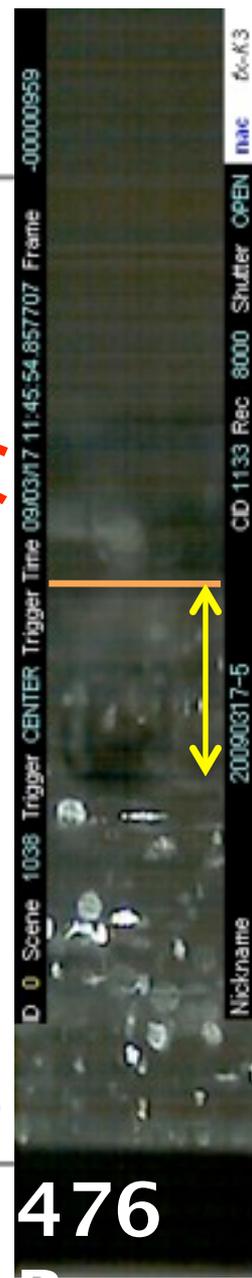
0.2ms毎

結果：クレーターの深さ

109 Pa s



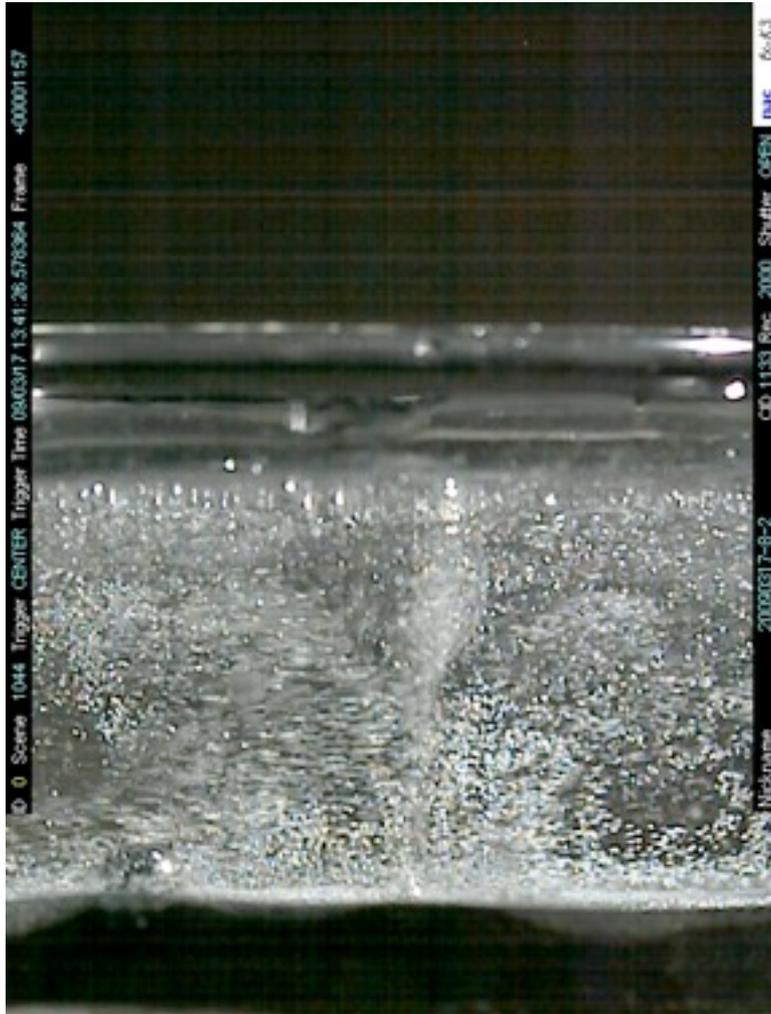
硬くなるほど浅くなる



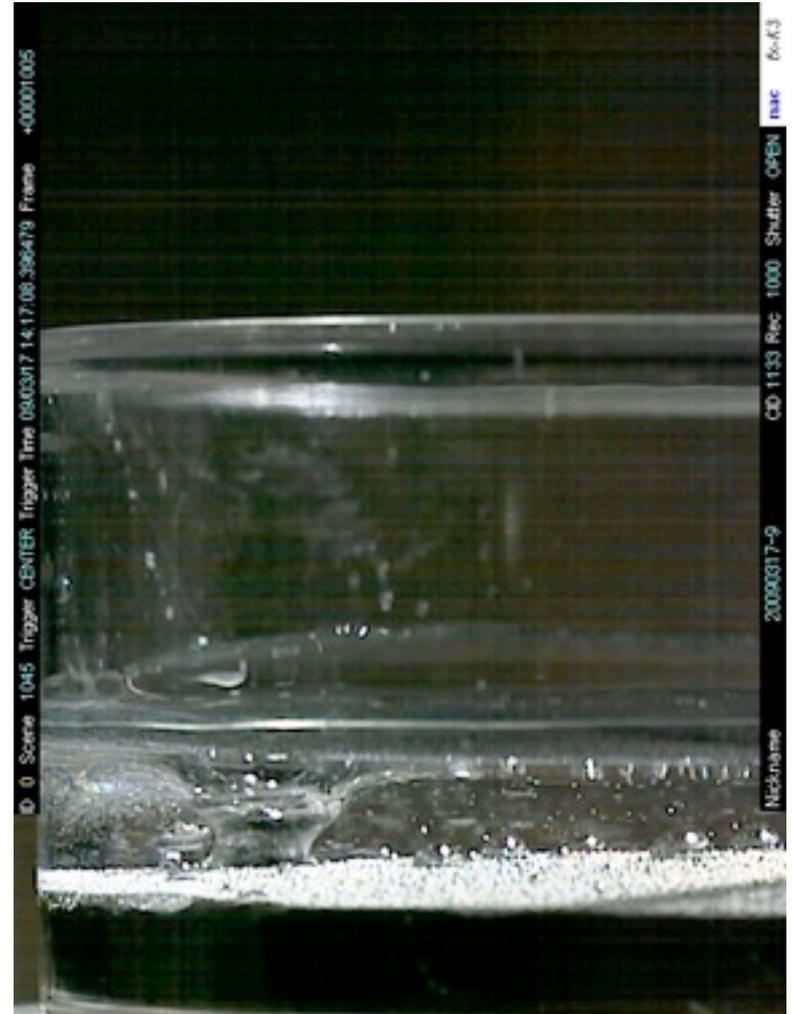
476

結果：基盤の影響（ゴム）

高さ2.1cm 粘性率29Pas



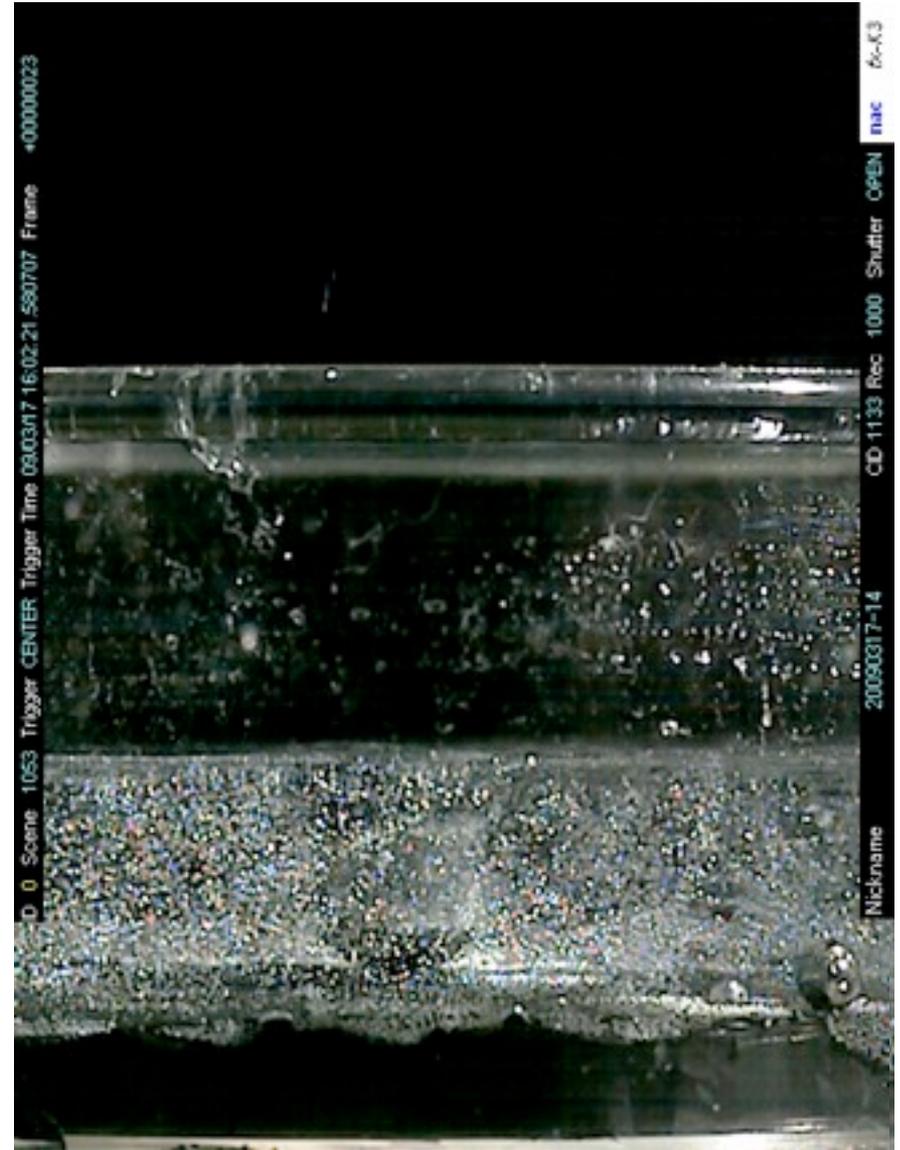
高さ0.6cm 粘性率25Pas



結果：基盤の影響（ゴム）

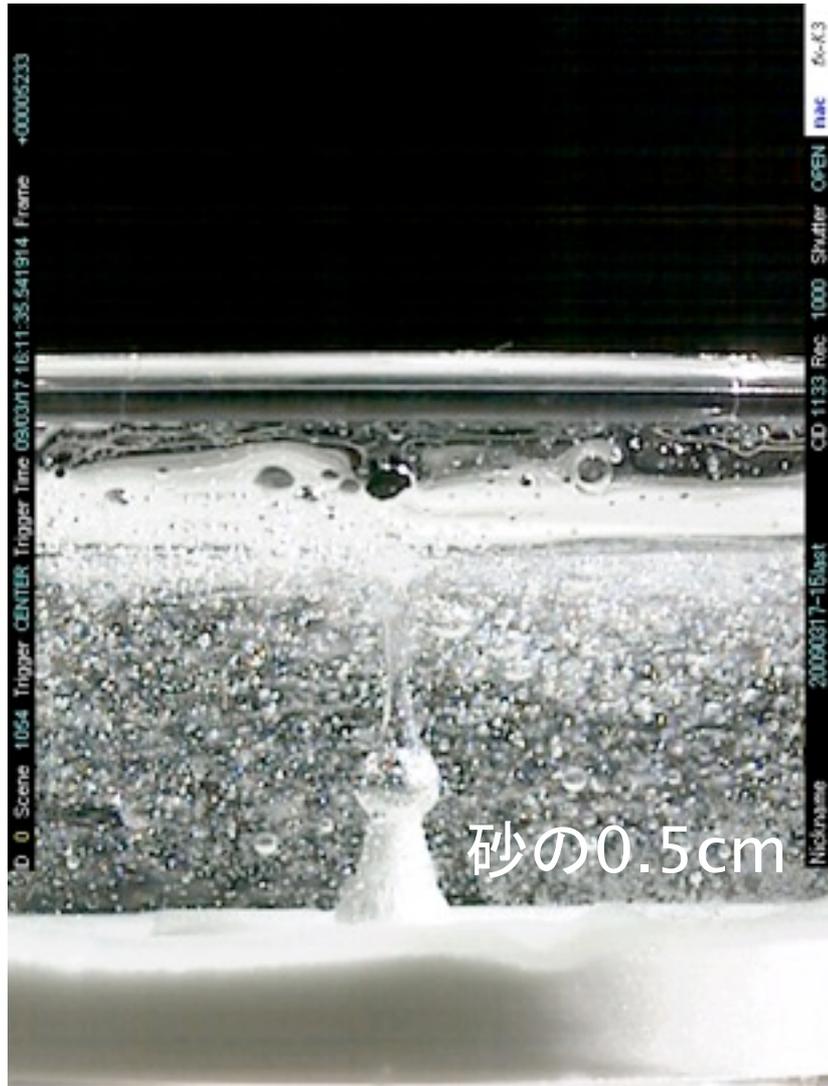
高さ1.1cm 粘性率56Pas

- ・水あめが飛び出す
- ・飛び出した水あめが落ちて中央丘ができる？
- ・すぐに緩和（5s程度）



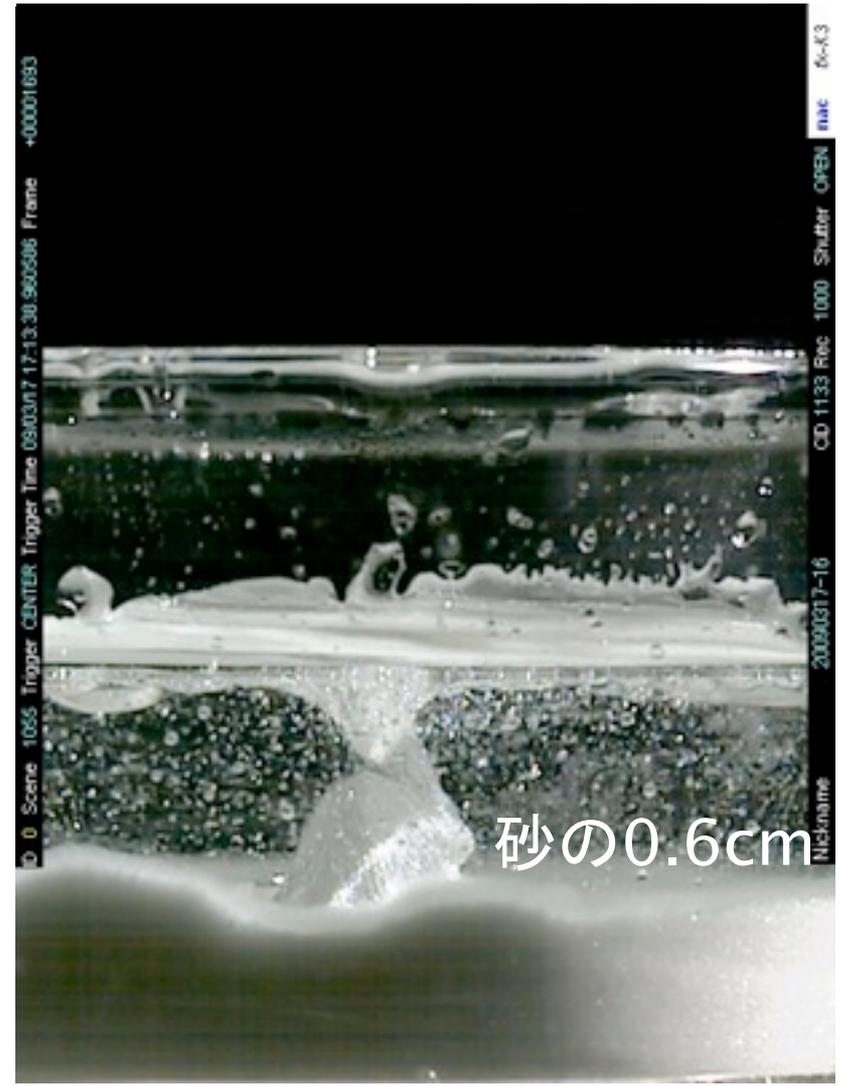
結果：基盤の影響（50 μ mビーズ）

高さ1.9cm 粘性率38Pas



cm

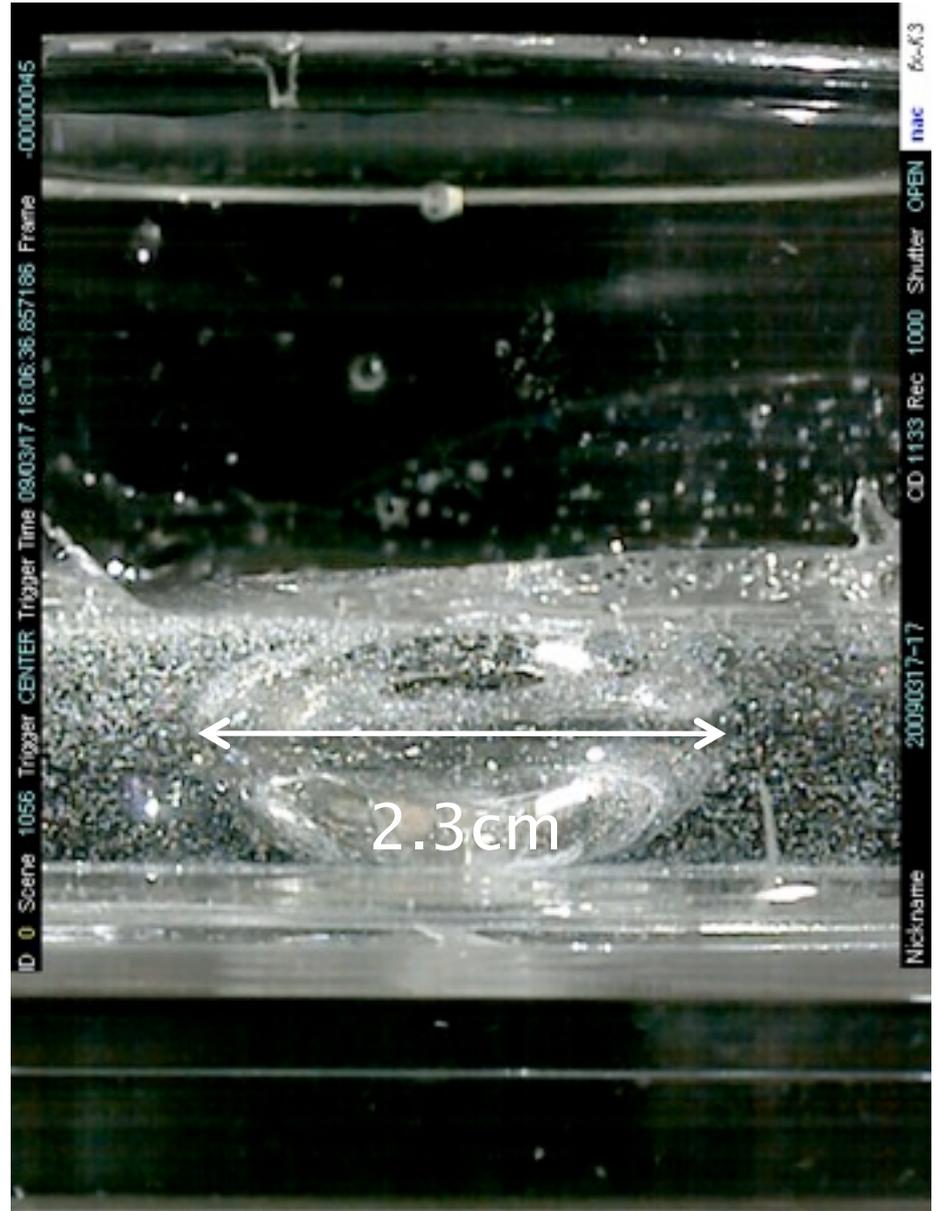
高さ1.2cm 粘性率22Pas



結果：基盤の影響（なし）

高さ1.2cm 粘性率~50Pas

- ・弾丸は飛び出す



結果のまとめ

- クレーターの直径と深さ
 - 粘性率が大きいほど、表面は広がりにくく、浅くなる。
- 基盤の影響

基盤	水あめ深	水あめ浅
ゴム板	泡が大きい	泡が小さい
ガラスビーズ	泡が小さい	泡が大きい

– 泡が小さいほど、弾丸は空中に飛び出しやすい

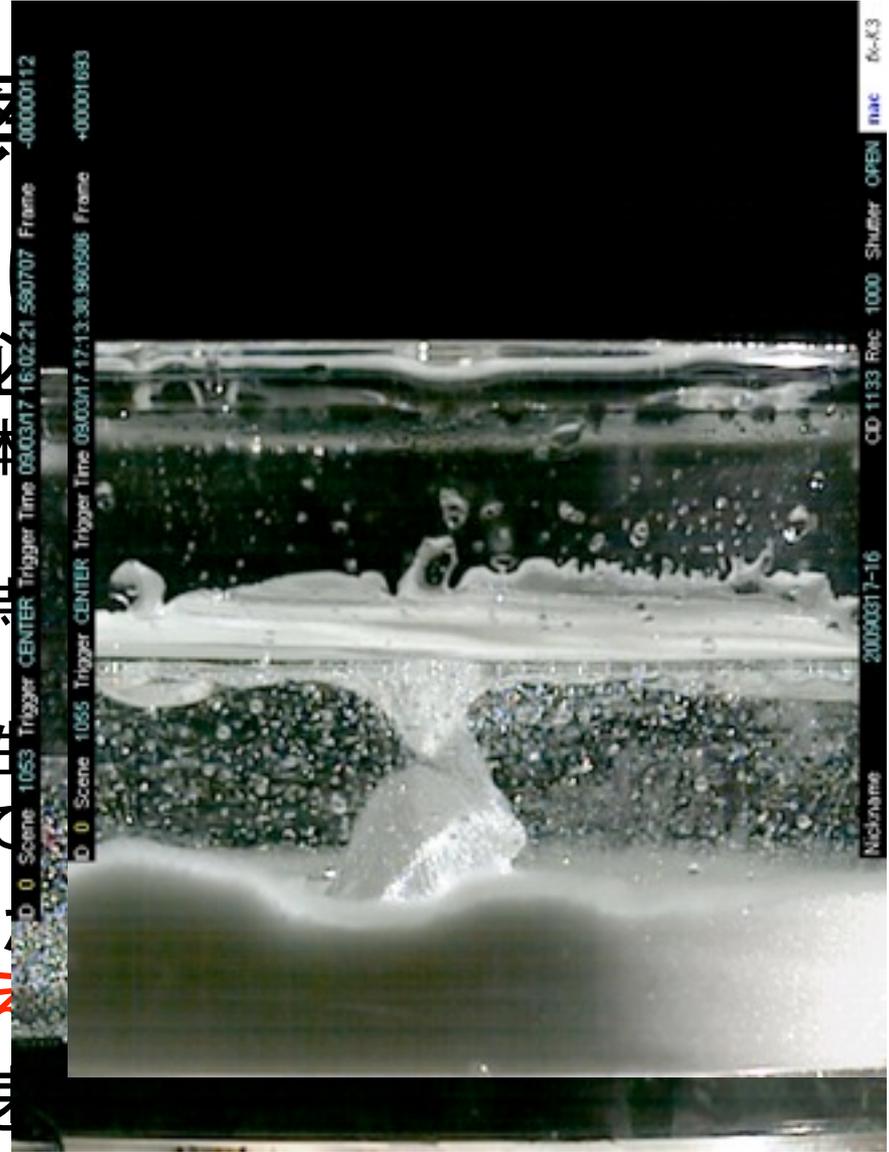
考察

• 泡の大きさ

- 弾丸が水あめにぶつかると、空気がひきずられて弾丸の後に空気の泡ができる。
- 水あめに入ってから、基盤にぶつかるまで
 - 水あめの高さのみで泡の大きさは決まる。
 - この段階で、基盤の影響はない？
- 基盤にぶつかってから
 - ゴムの場合は、そのまま跳ね返るだけで泡の大きさに影響しない。
 - 砂の場合は、砂にぶつかった衝撃で砂が流れて、砂の合間にあった空気が泡に流れて泡が大きくなる。
 - 水あめが深いほど小さくなるのは、水あめの層を進んでいる間に弾丸のもつ運動エネルギーが散逸されるから？

考察

- 境界面で丘ができるに
 - 基盤にぶつかることが必要
 - 基盤が固い場合: 粘性体は潰れる。
 - ただし、緩和時間がある。
 - 基盤が粉体の場合: 粘性体は押しつぶされて潰れる。
- 基盤に衝突してejectaが形成された時にその形を**支える**
- impacterのサイズや速度



まとめ

水あめに弾丸を衝突させた時に、水あめの粘性率はどのようにクレーターに影響するのか？

- 基盤にぶつからない場合
 - 弾丸が通ったあとがのこるだけ。→緩和する。
 - クレーターの深さと直径は粘性率が高いほど小さくなる。
- 基盤にぶつかる場合
 - 弾丸が通ったあとの空気が泡になる。→緩和する。
 - 基盤がゴムの場合：水あめがある程度の厚みを持つと ejecta が噴出し、それが表面にふりつもる。
 - 基盤が砂の場合：砂の層が水あめの緩和にひきずられて丘ができる。
→丘が出来るには、それを周囲が支える必要がある。