

iSALE活用例: 黒澤

海洋衝突時の超臨界水発生量
発生量[黒澤&芝池15, 惑星科学会]

火星隕石放出過程
Spallationの理解
[Kurosawa+18, Icarus]

衝撃加熱過程の
再評価
[Kurosawa & Genda18, GRL]

はやぶさ2搭載
SCI衝突模擬計算
[Kurosawa+14, LPSC abst.]

iSALE as
a hydrocode

衝撃波伝播後の
残留速度の定量
[Kurosawa & Takada+18, Icarus]

Impact ejecta発生過程
の可視化&定量化
[黒澤17, 天文月報]

開放系/閉鎖系
衝突の差異
[黒澤16, 地球化学]

iSALE as
a shock physics code

衝撃圧減衰率の
空隙率依存性
[黒澤&鎌田15, 月惑星シンポ]

衝撃回収実験の
コンテナ設計
[黒澤&新原]

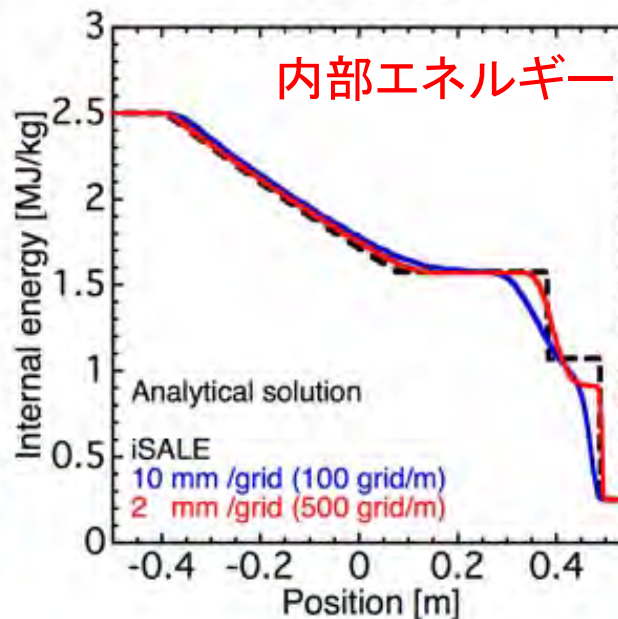
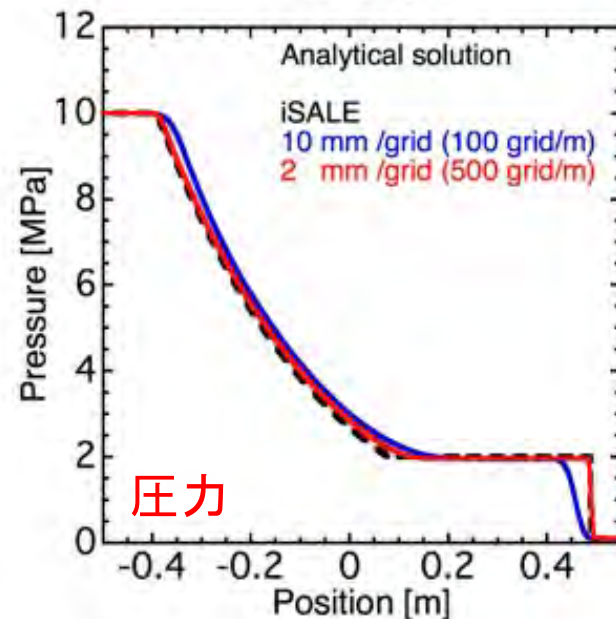
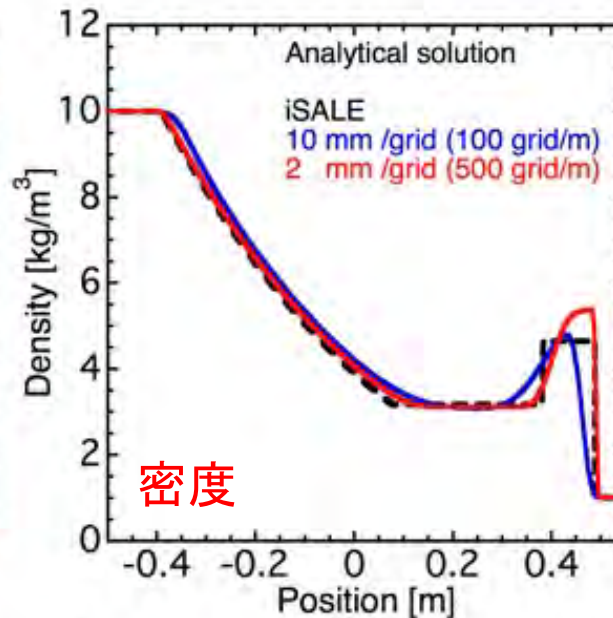
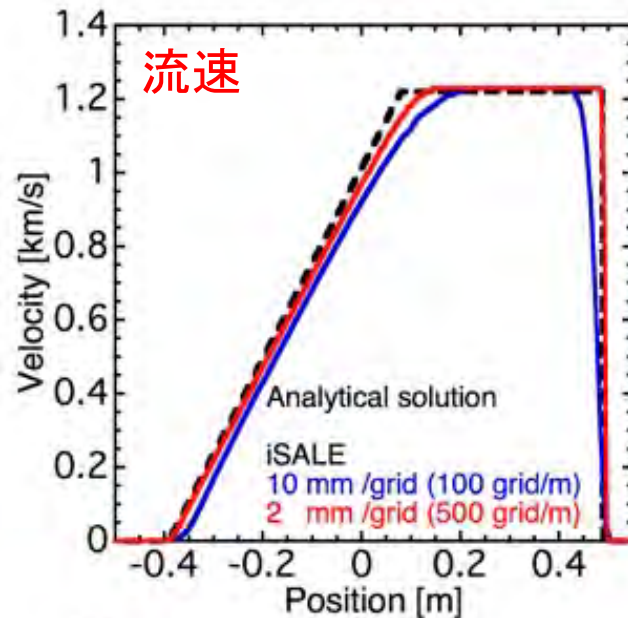
衝撃回収実験中の
衝撃波伝播
[Nagaki+16, MaPS]

アイデアあればなんでもできる!

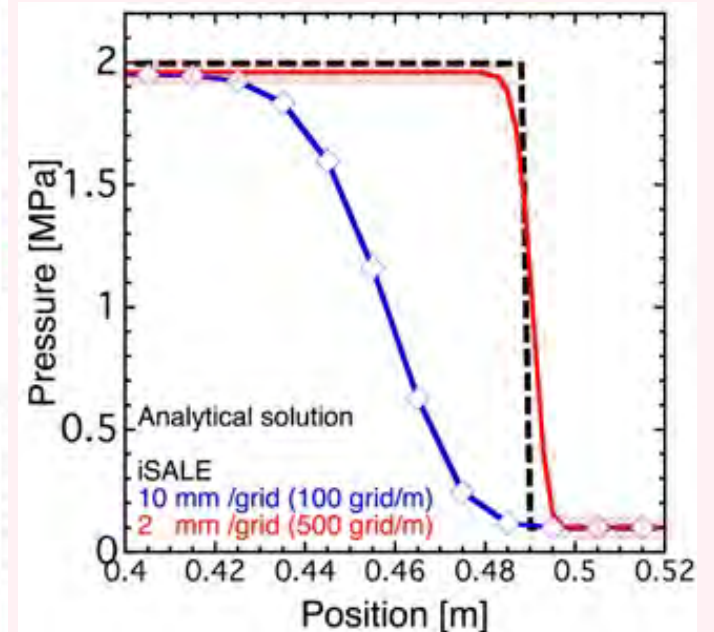
衝突・衝撃素過程

Validity check 1

1-D衝撃波管問題の解析解[例えば松尾, 1994]との比較



衝撃波面を拡大



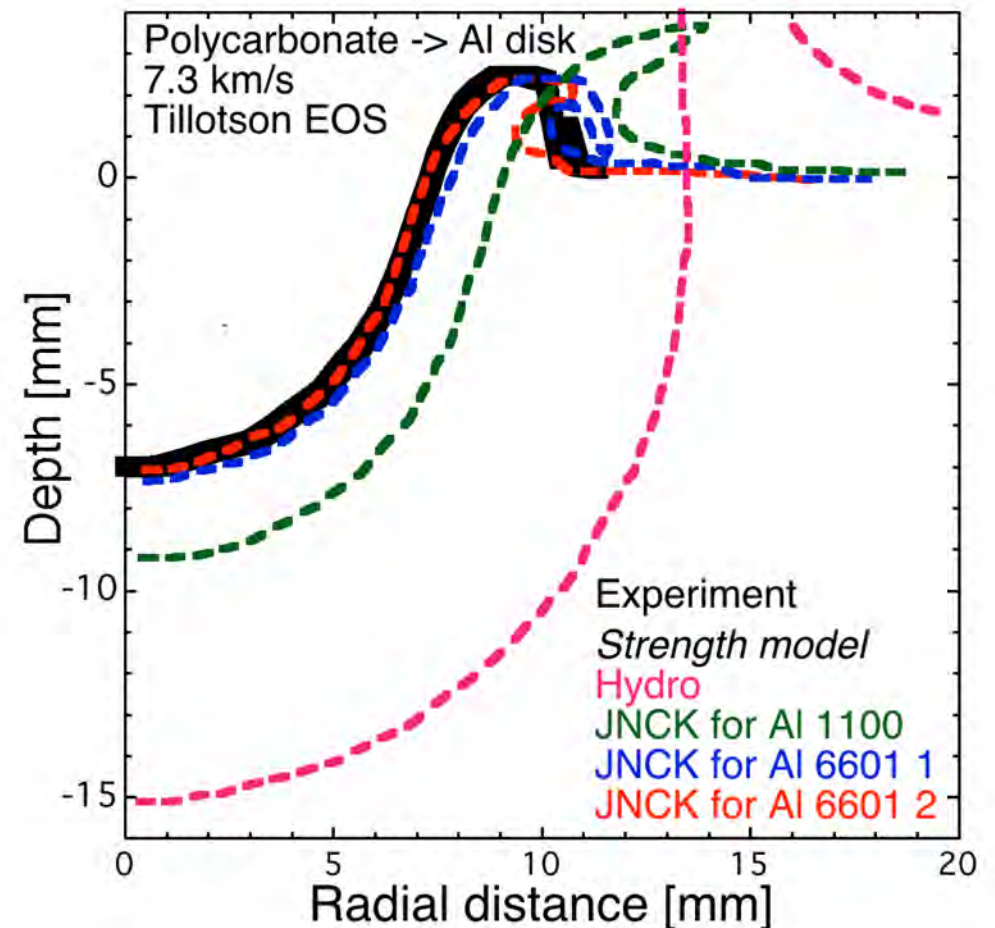
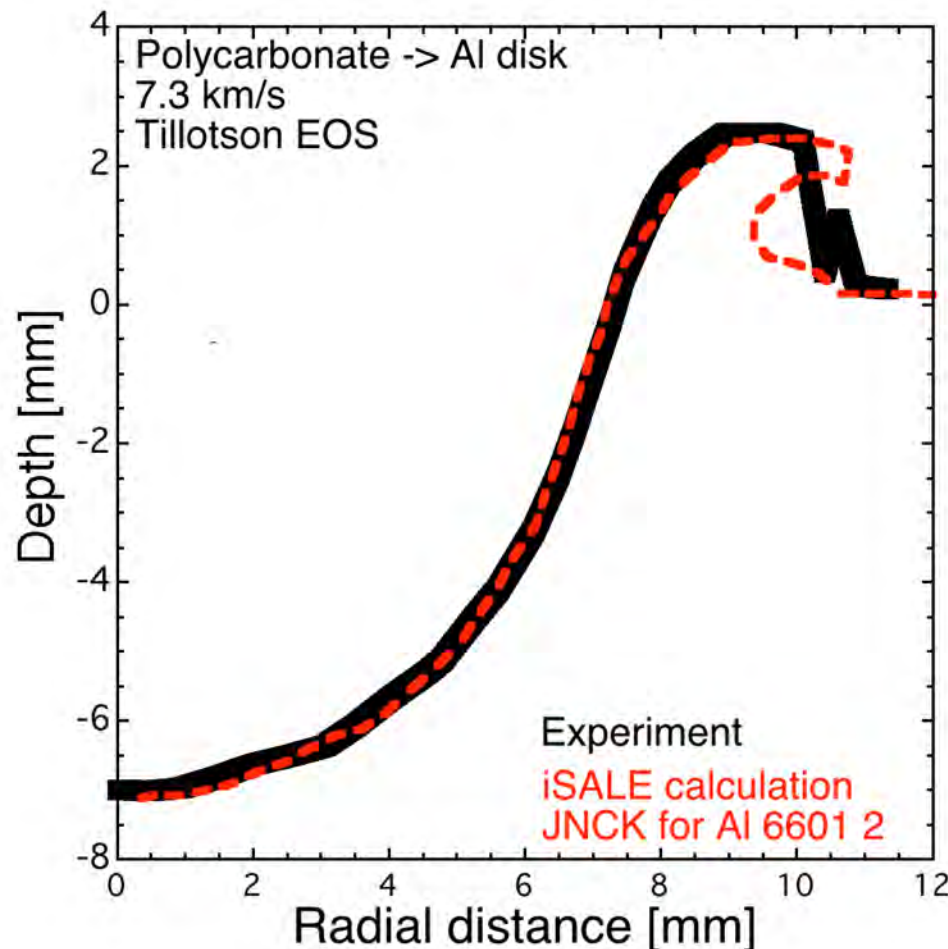
Validity check 2

千葉工大惑星探査研で行った衝突実験との比較

ポリカーボネイト球(直径4.8 mm)-> Al円板(2 cm厚)

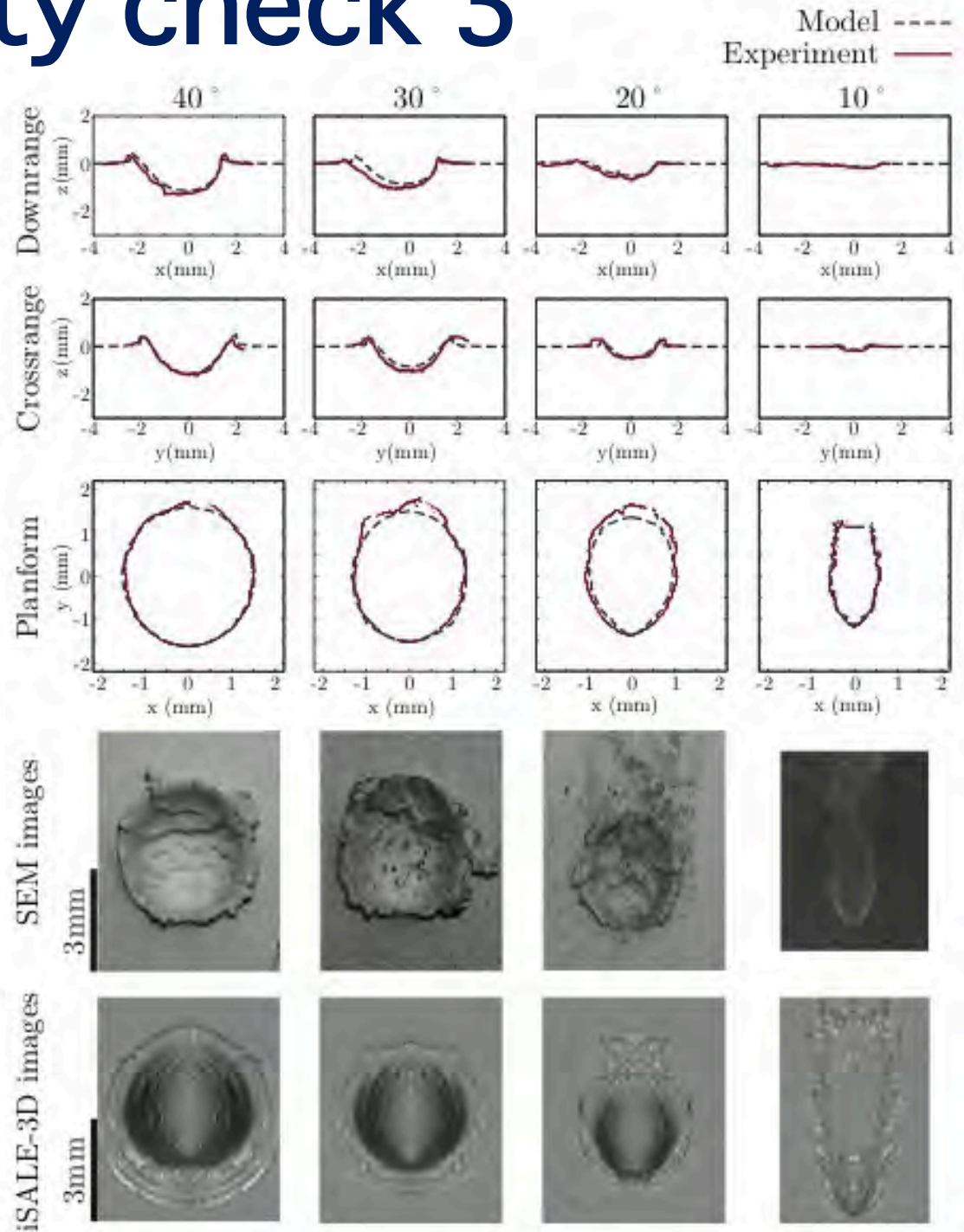
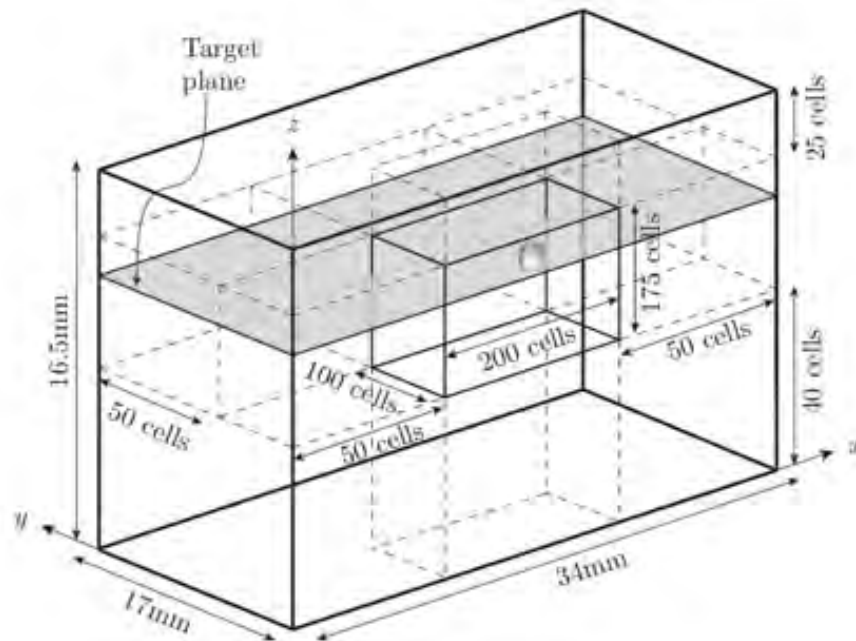
[黒澤ら, 2014, 遊星人]

強度モデルによる違い



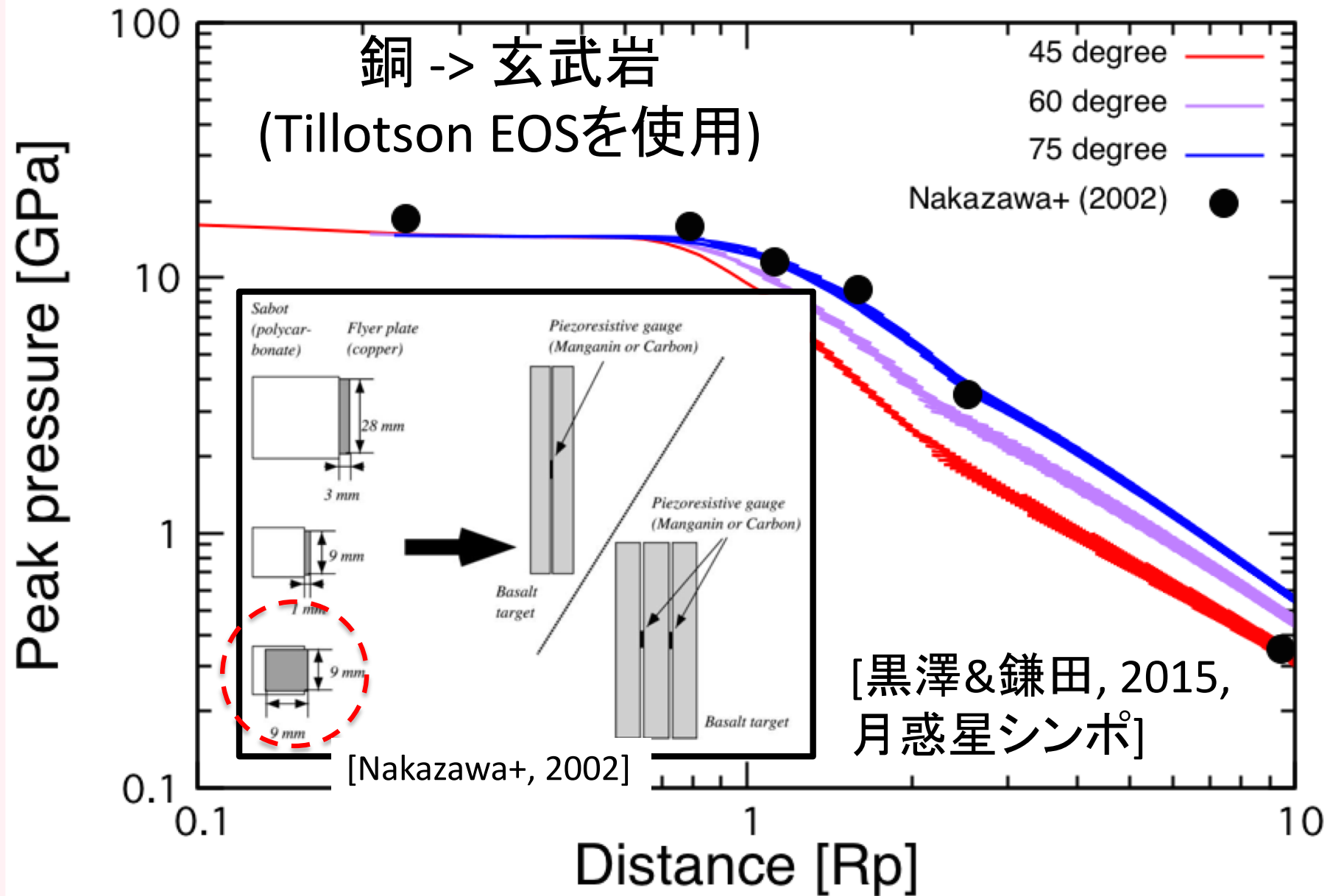
Validity check 3

斜め衝突実験と
iSALE-3D斜め衝突計算の比較
[Davison, Ph.D Thesis]



Validity check 4

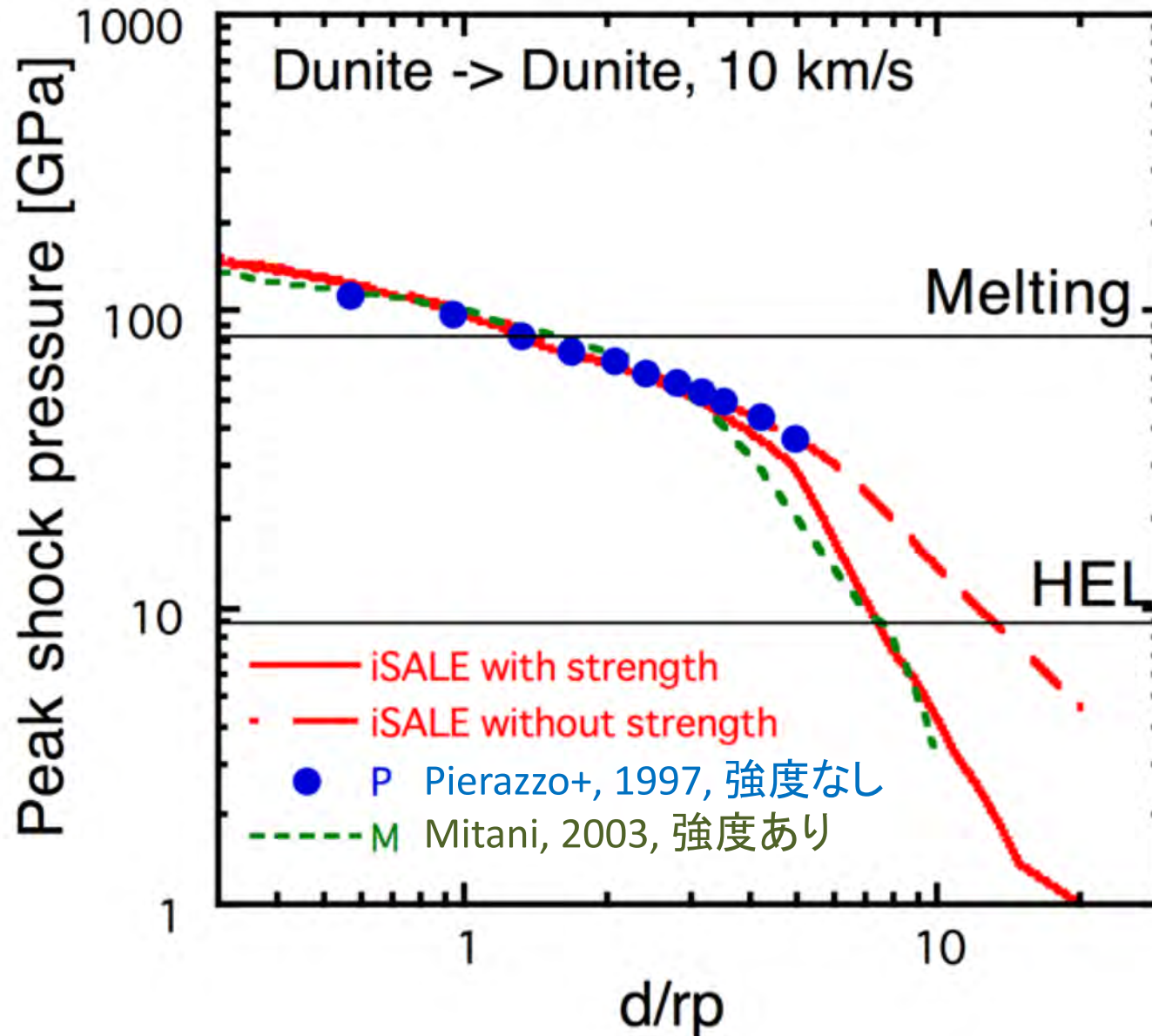
Nakazawa+, 2002の再現計算を実施



Validity check 5

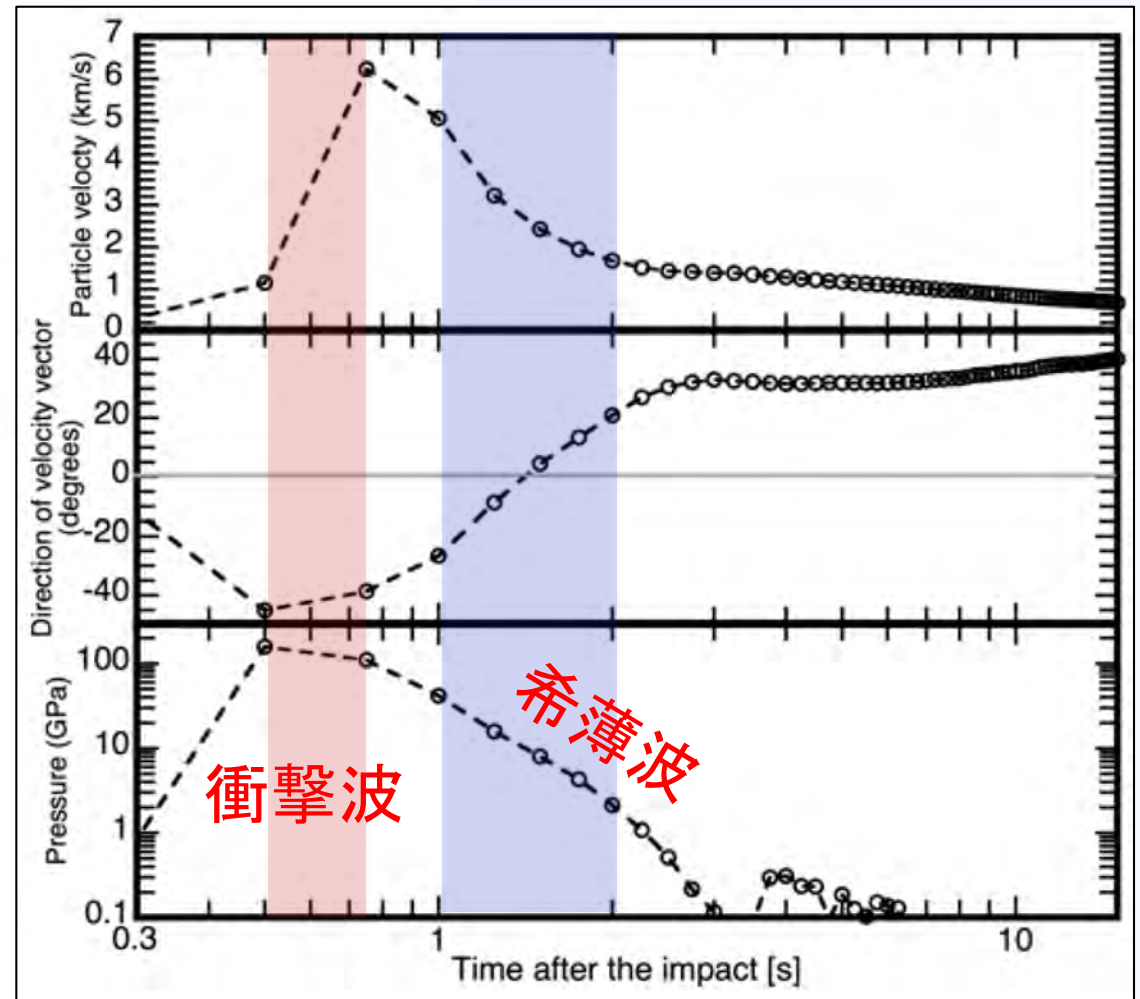
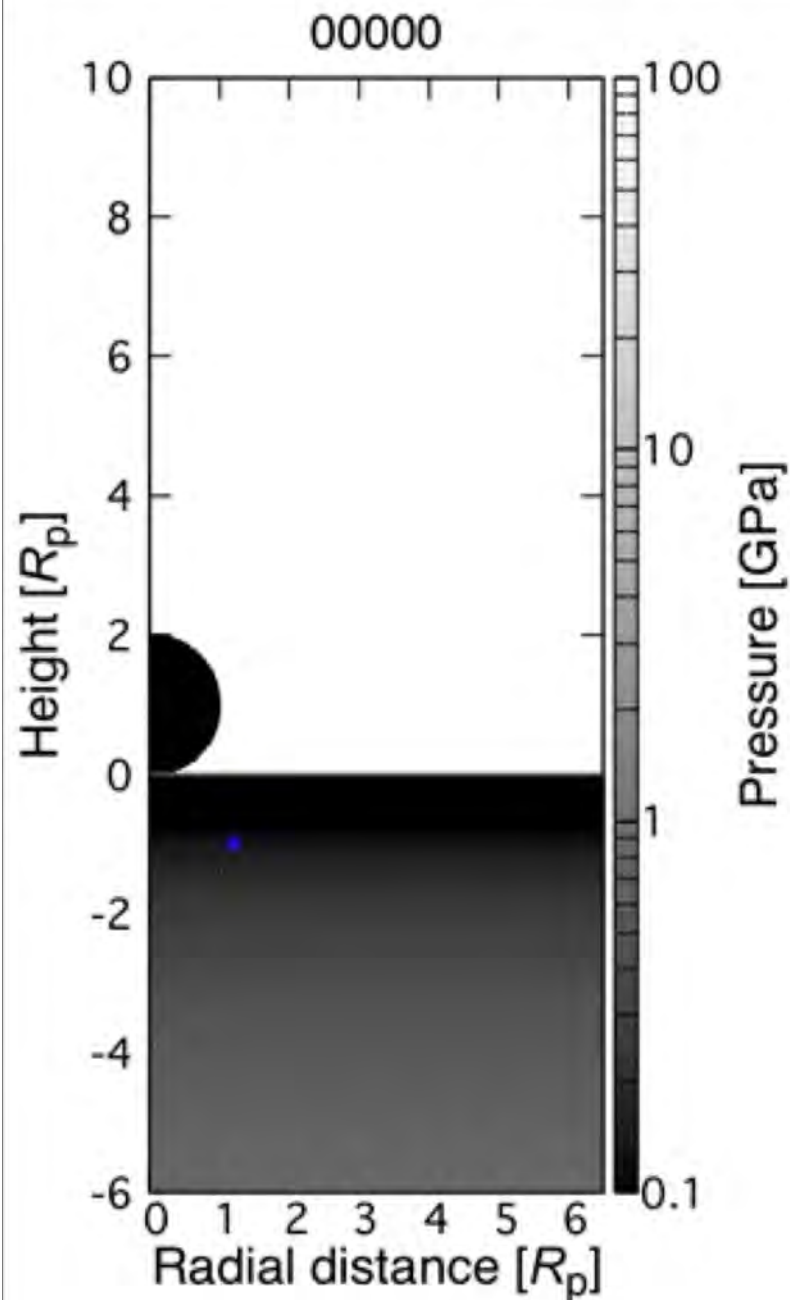
過去の数値計算との比較

[Nagaki+, 2016, MaPS]



天体衝突時の物質放出過程の可視化/定量化

トレーサ粒子の
速度, 速度ベクトルの向き, 圧力

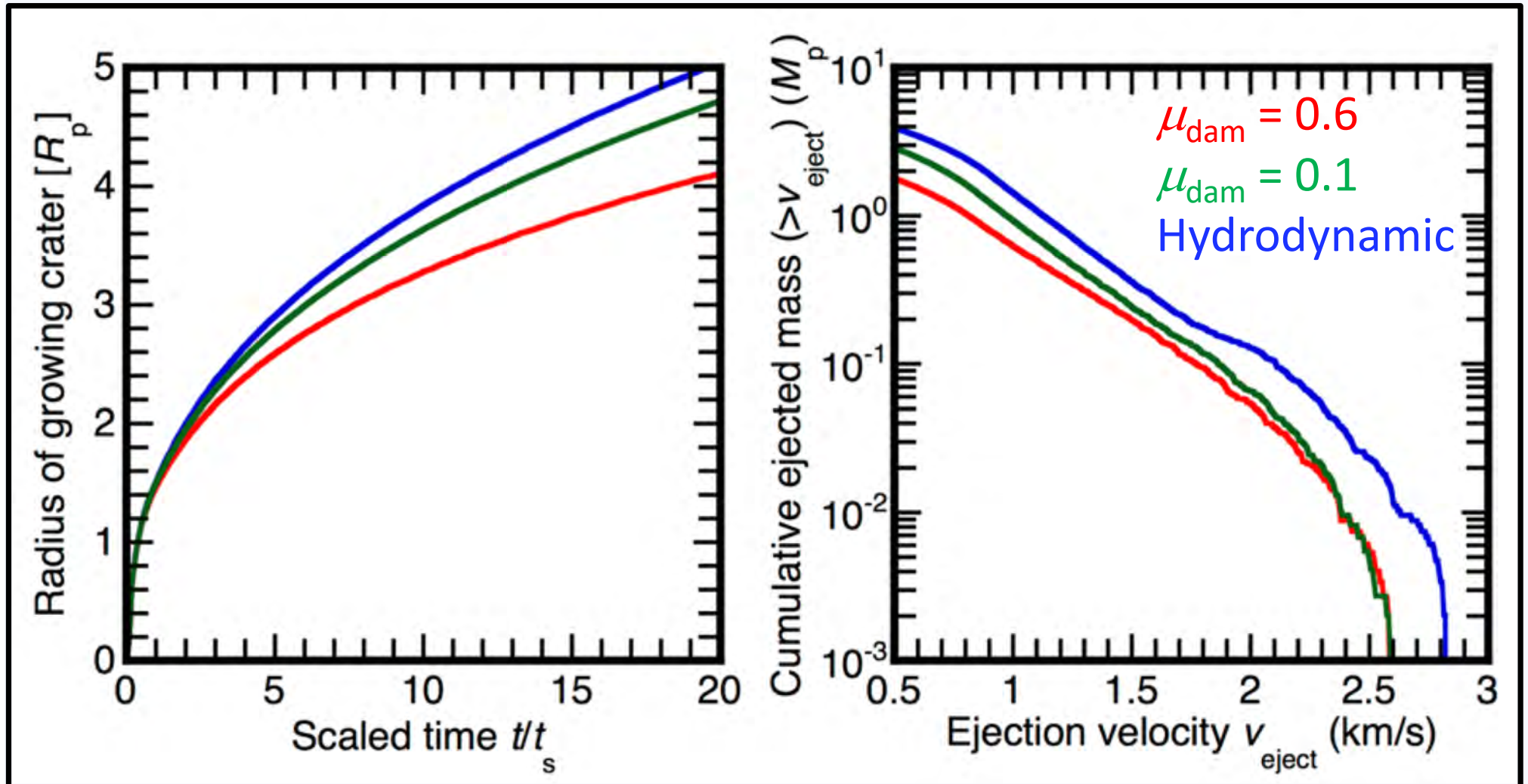


[黒澤17,天文月報]

天体衝突時の物質放出過程の可視化/定量化

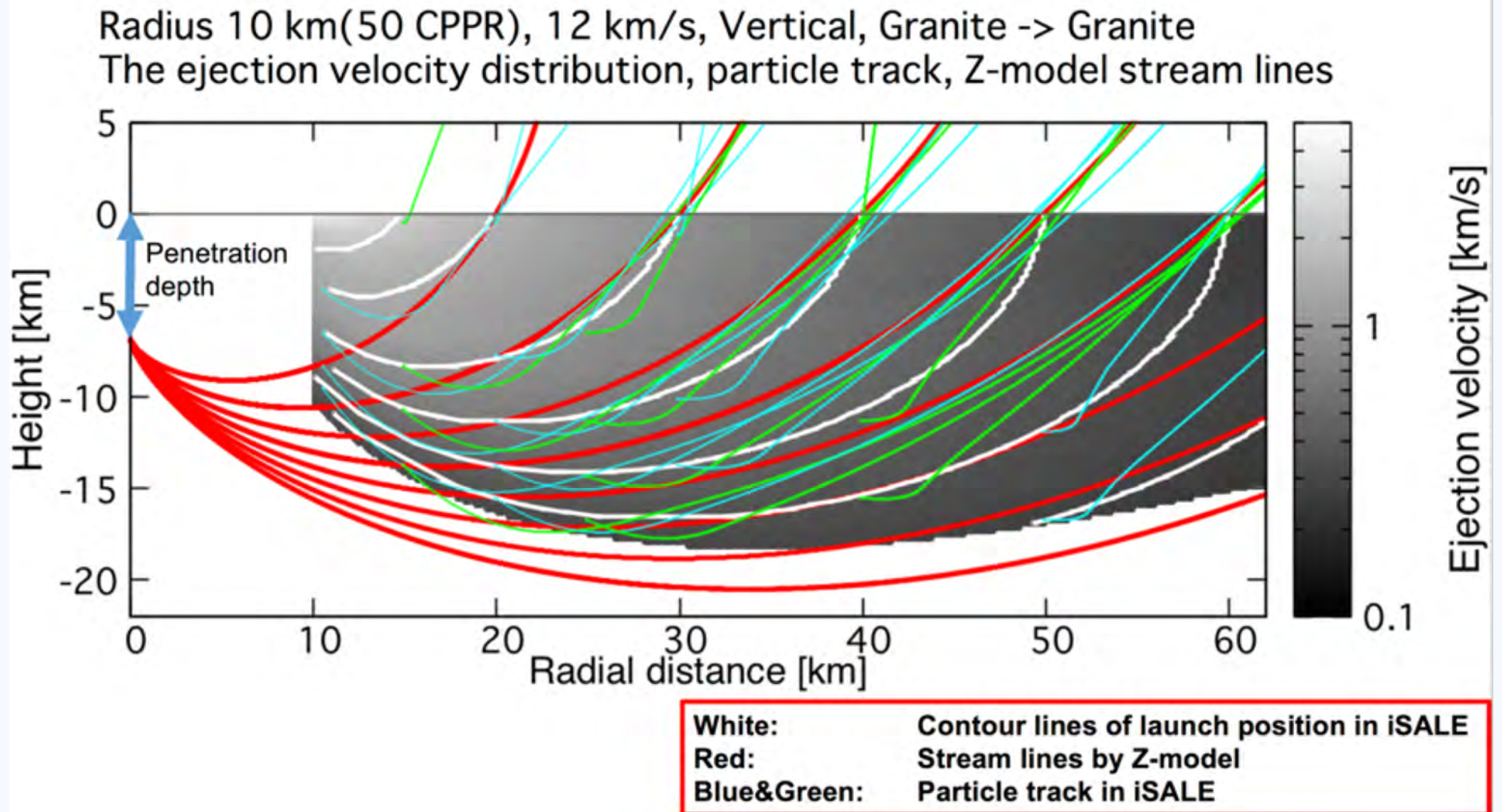
クレータ径の時間進化

放出速度 vs 放出質量

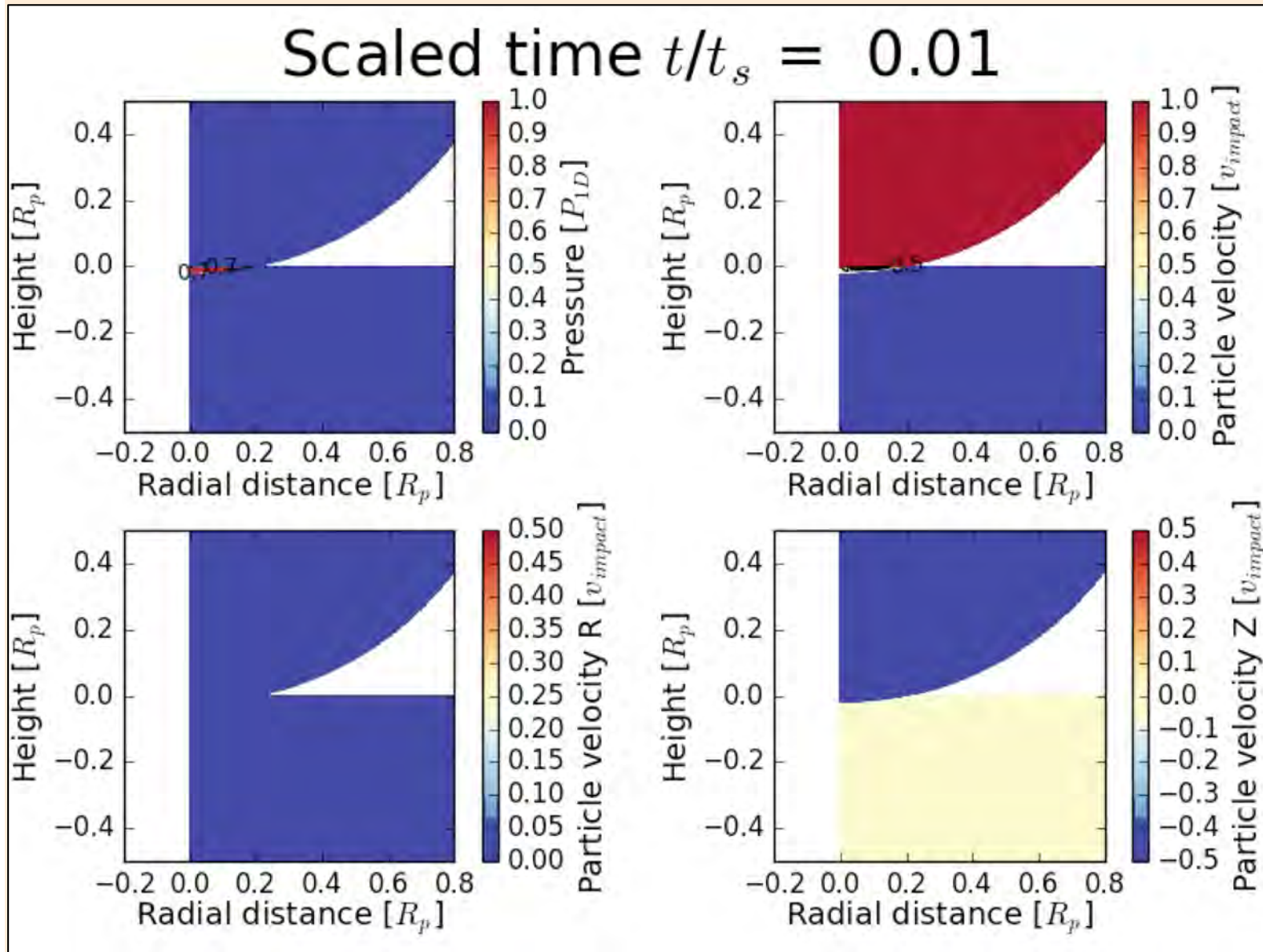


[Kurosawa & Genda18, GRL]

Maxwell Z-modelとの比較



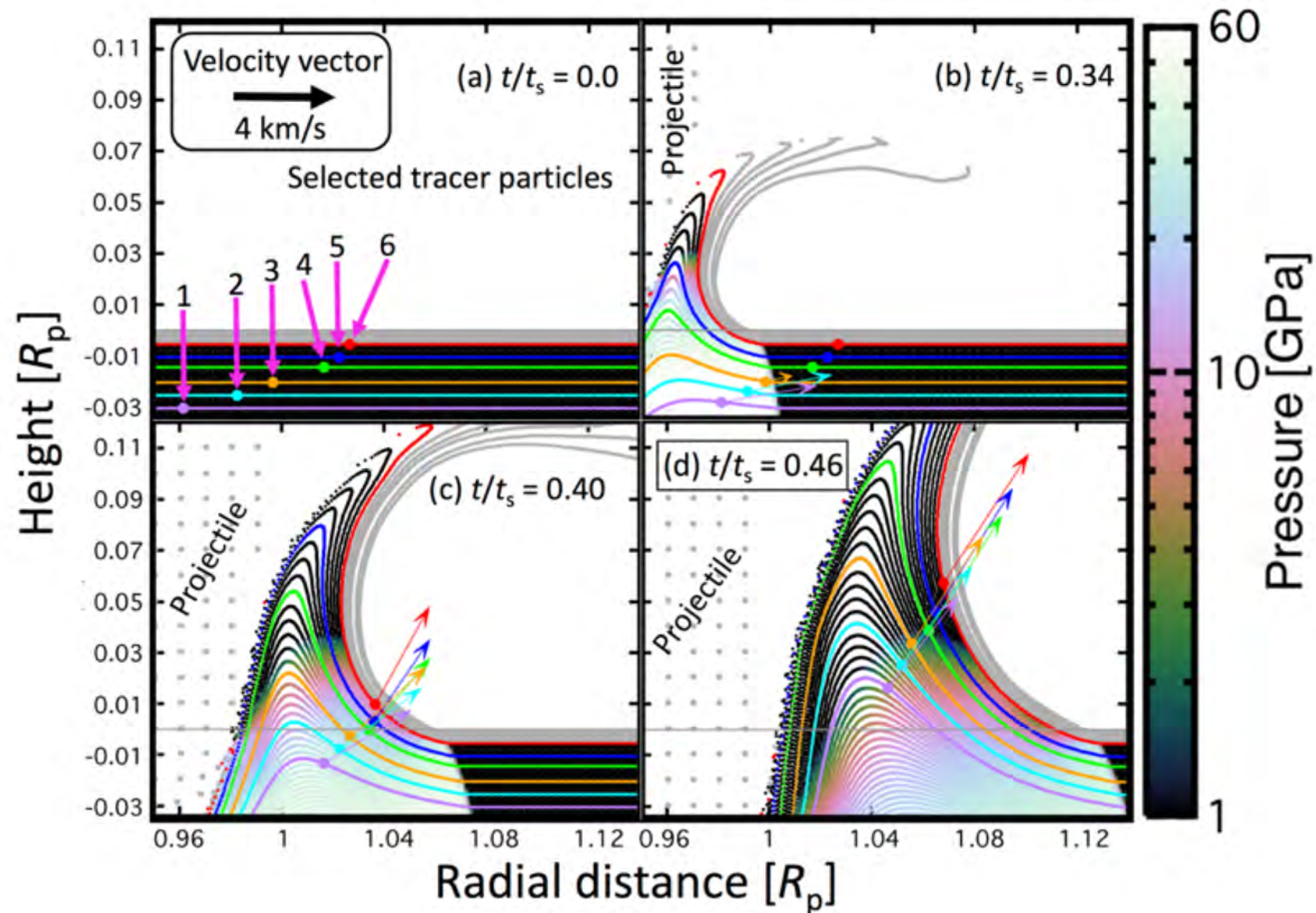
火星隕石放出過程の高解像度計算&解析



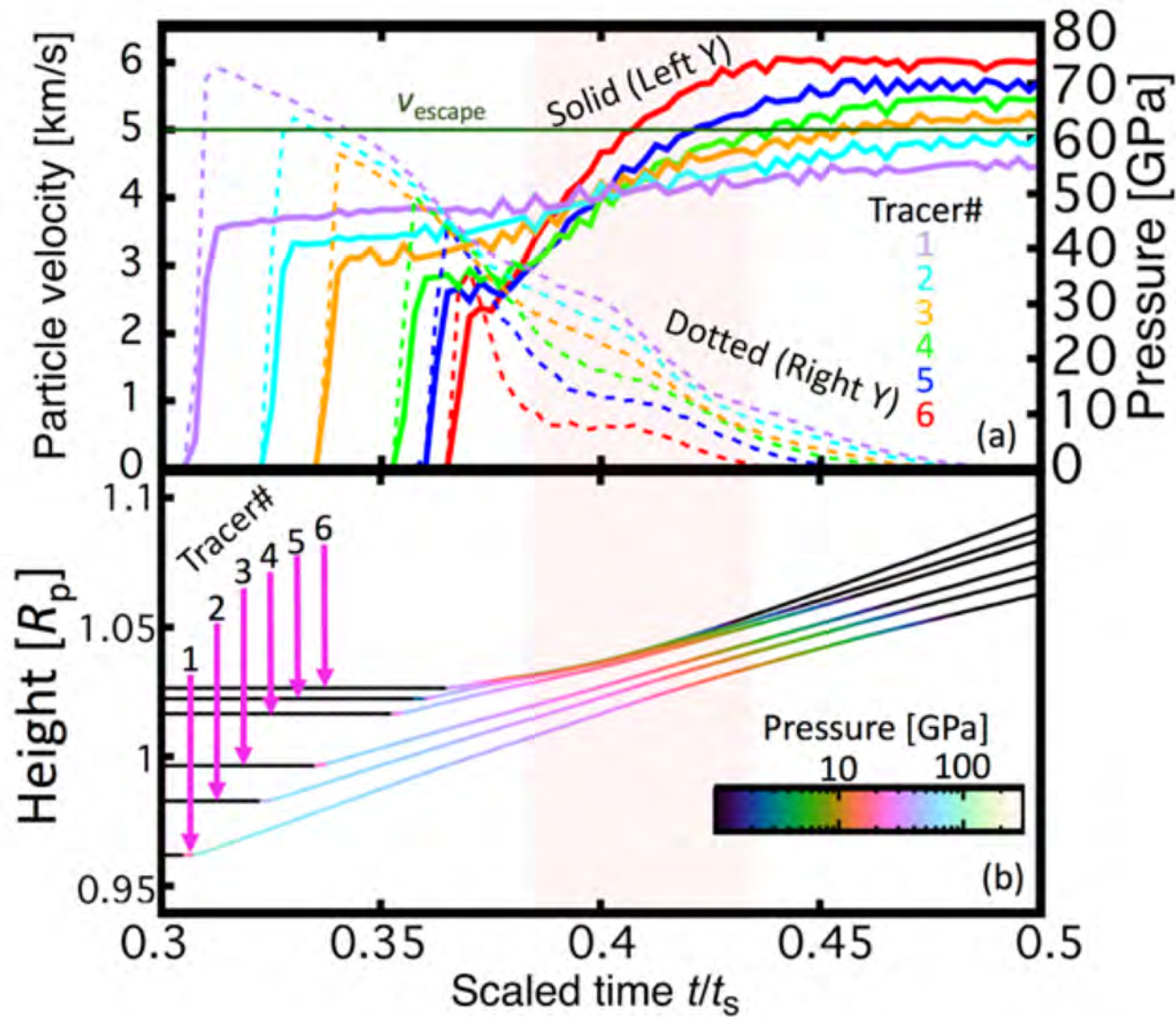
天体の貫入中のみを高解像度で計算。
(衝突天体を4000 x 4000の格子で表現.)

[Kurosawa+18, Icarus]

火星隕石放出過程の高解像度計算&解析



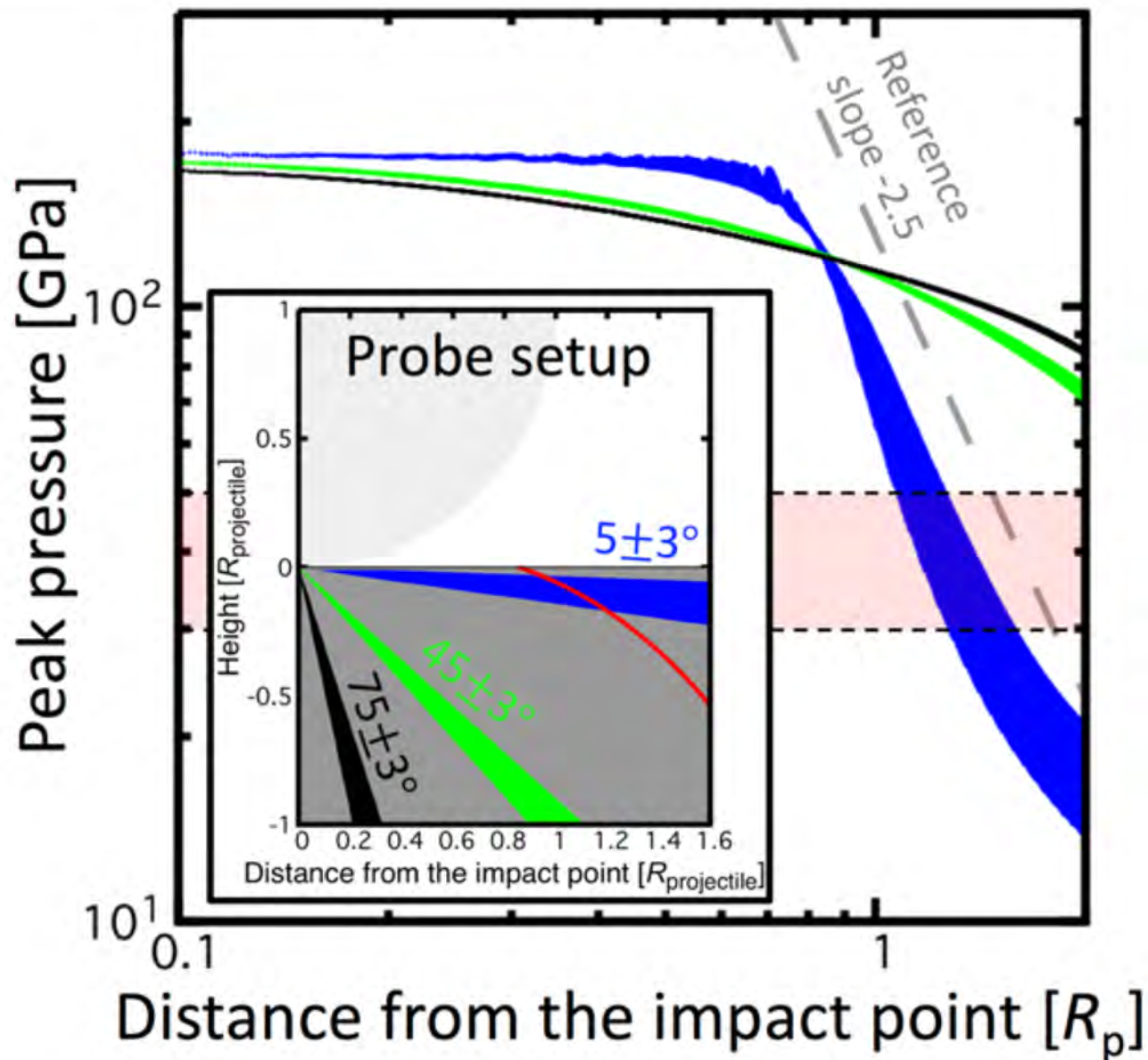
火星隕石放出過程の高解像度計算&解析



[Kurosawa+18, Icarus]

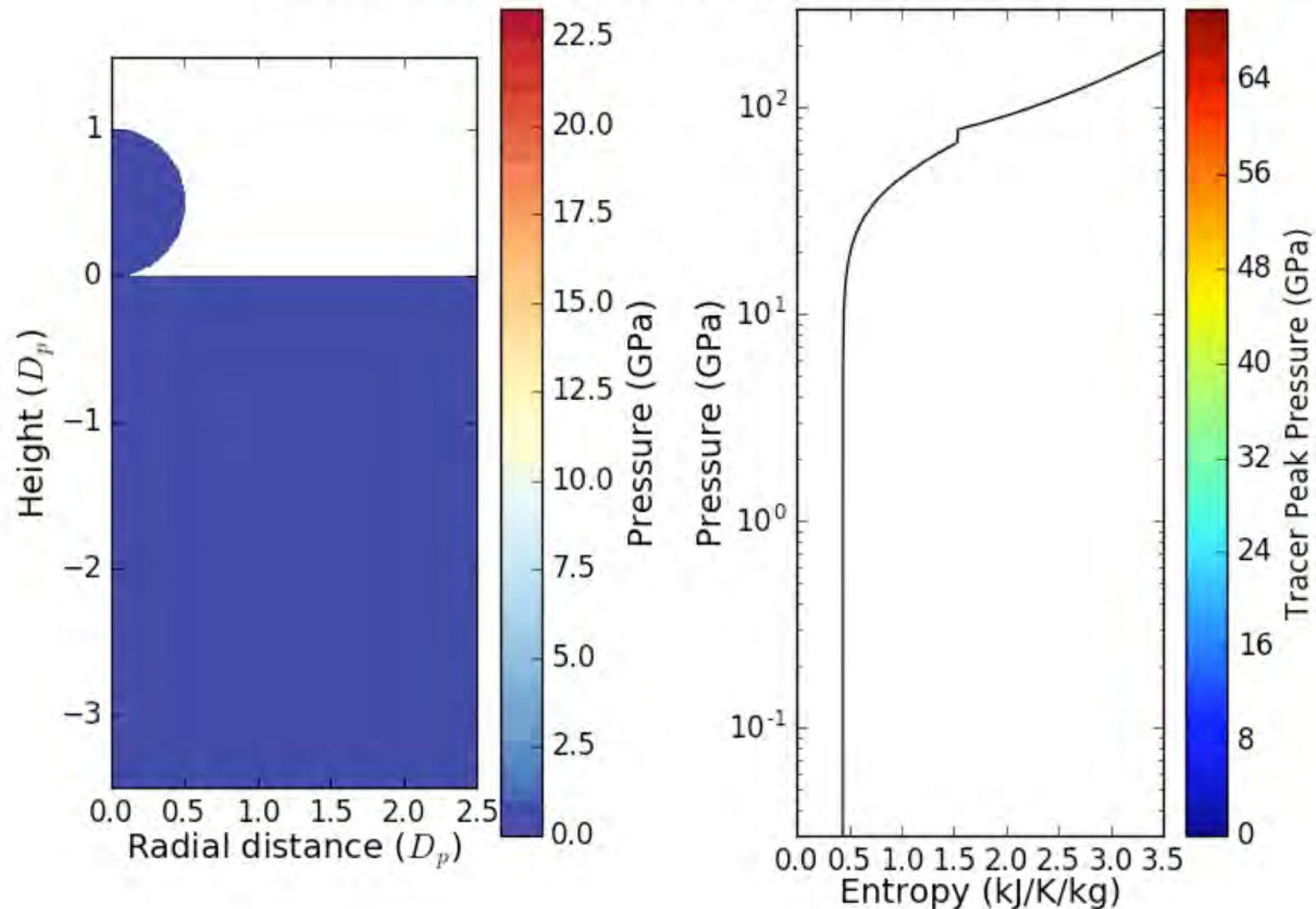
火星隕石放出過程の高解像度計算&解析

最大衝撃圧力分布



衝撃加熱過程の熱力学解析

Scaled time $t/t_s = 0.00$



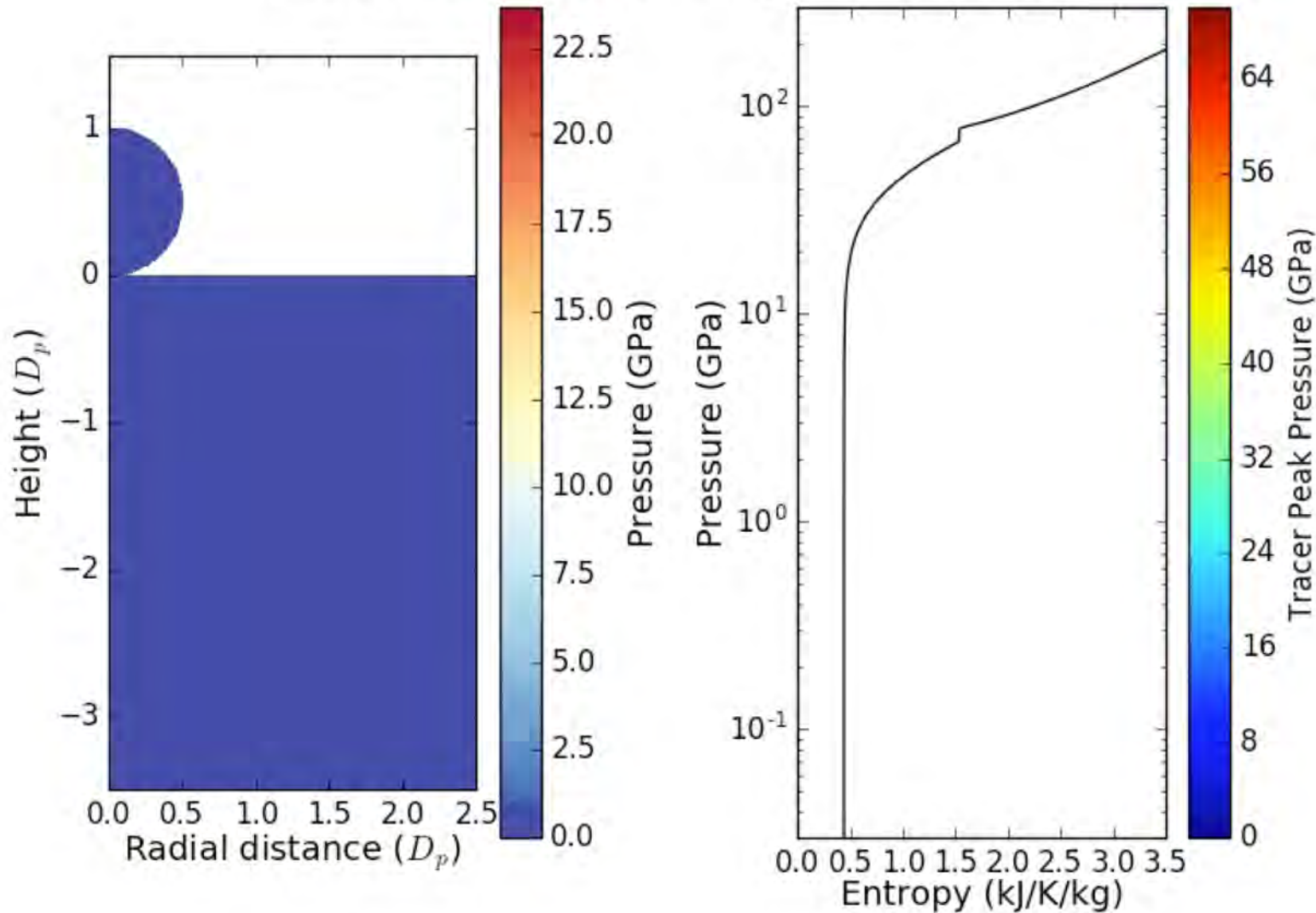
強度あり: 減圧中に加熱.

[Kurosawa & Genda18, GRL]

ANEOS MAKE tableを利用.

衝撃加熱過程の熱力学解析

Scaled time $t/t_s = 0.00$



強度なし: 減圧中に加熱なし.

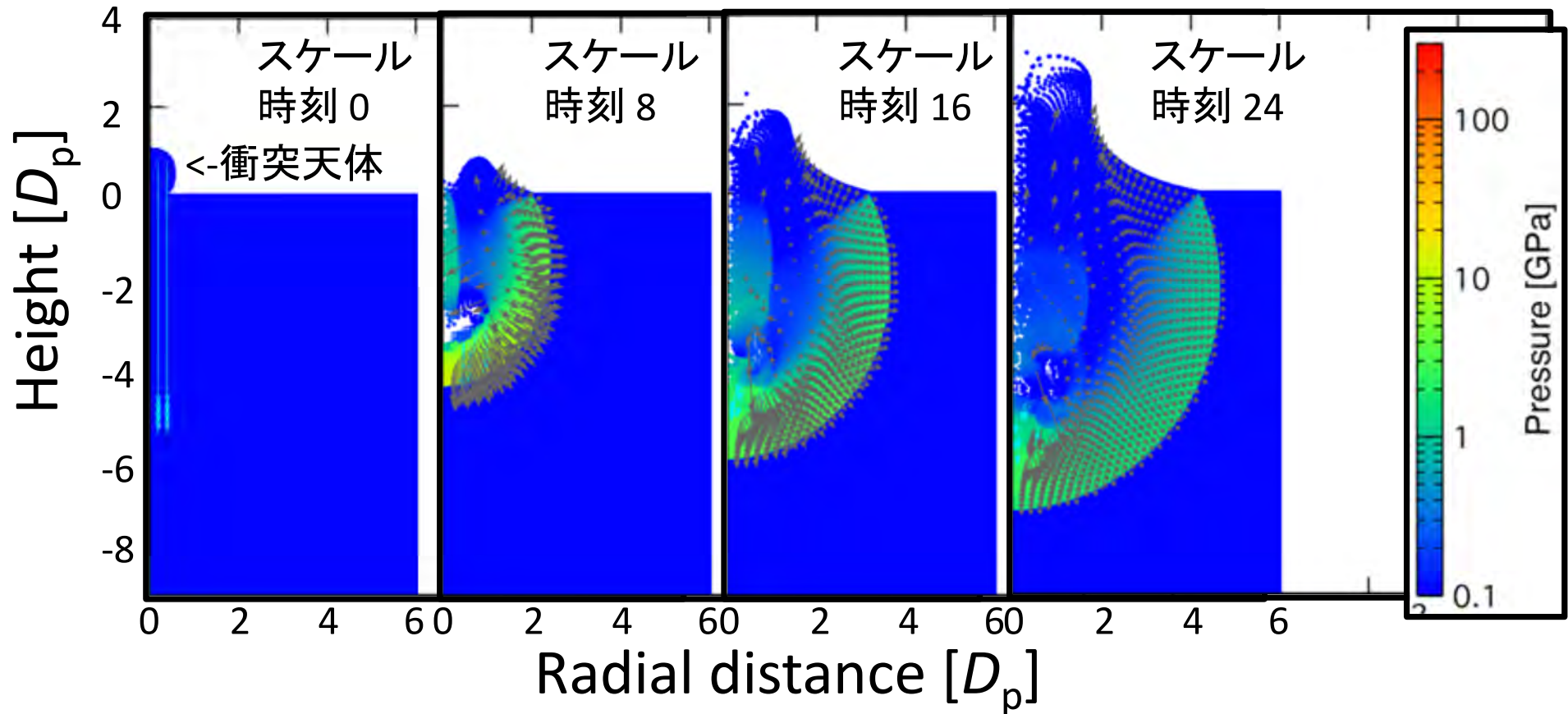
[Kurosawa & Genda18, GRL]

ANEOS MAKE tableを利用.

半無限水層への衝突計算結果

衝突速度: 20 km/s

※スケール時刻 = D_p / v_{impact}

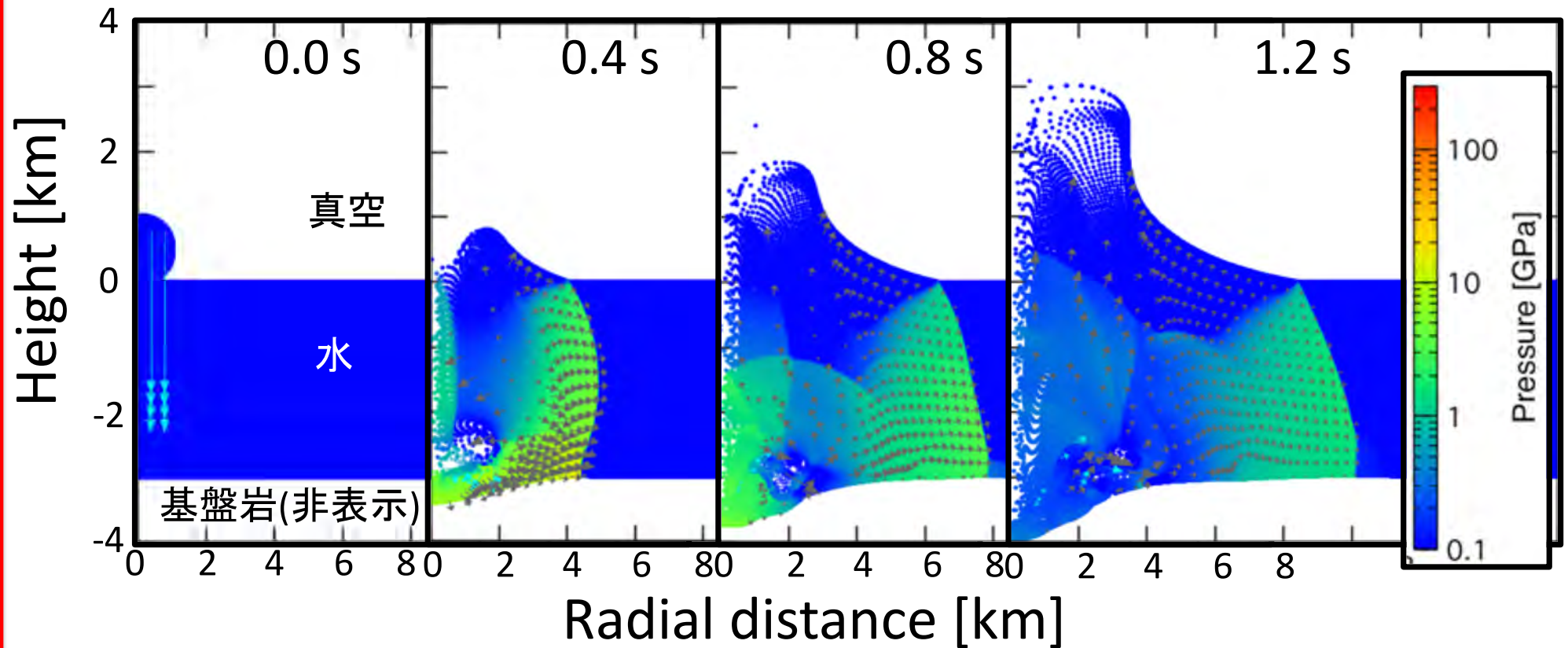


- ・衝突体密度/標的密度 ~ 3 . 貫入の様相を呈す. [e.g., Kadono, 1999]
- ・無重力条件. この結果はスケールに依存しない.

厚さ3 kmの水層への衝突計算結果

[黒澤&芝池15, 惑星科学会]

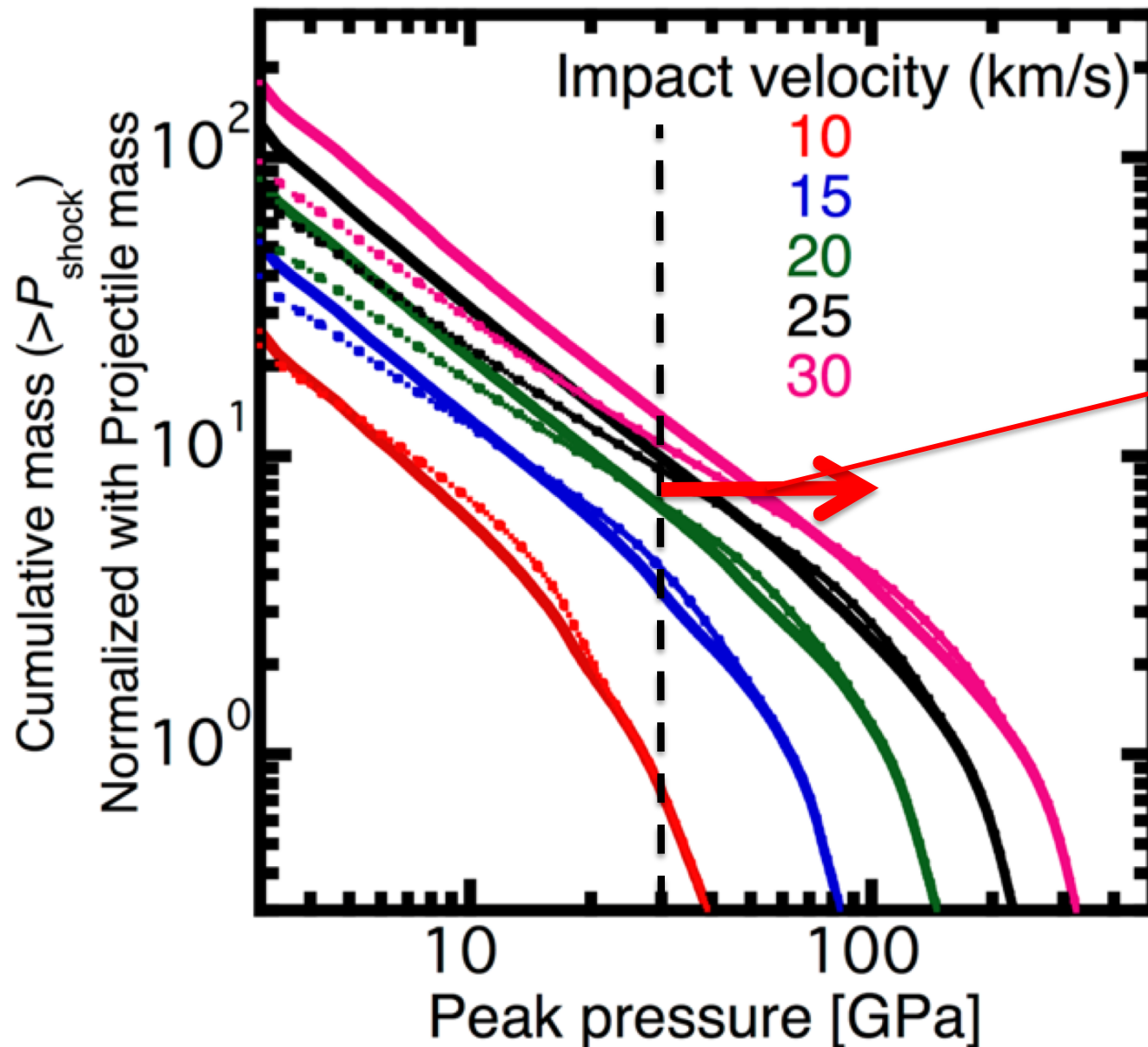
衝突速度: 20 km/s, 直径 1 km天体



- ・水への貫入中に基盤岩に衝突.
- > 海水へのエネルギー分配効率がサイズ依存性を持つ.

最大衝撃圧に対する累積質量

[黒澤&芝池15, 惑星科学会]



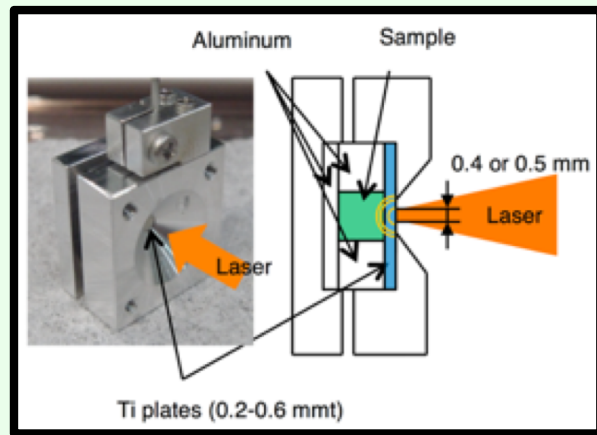
実線: 半無限水層

点線: 直径1 km

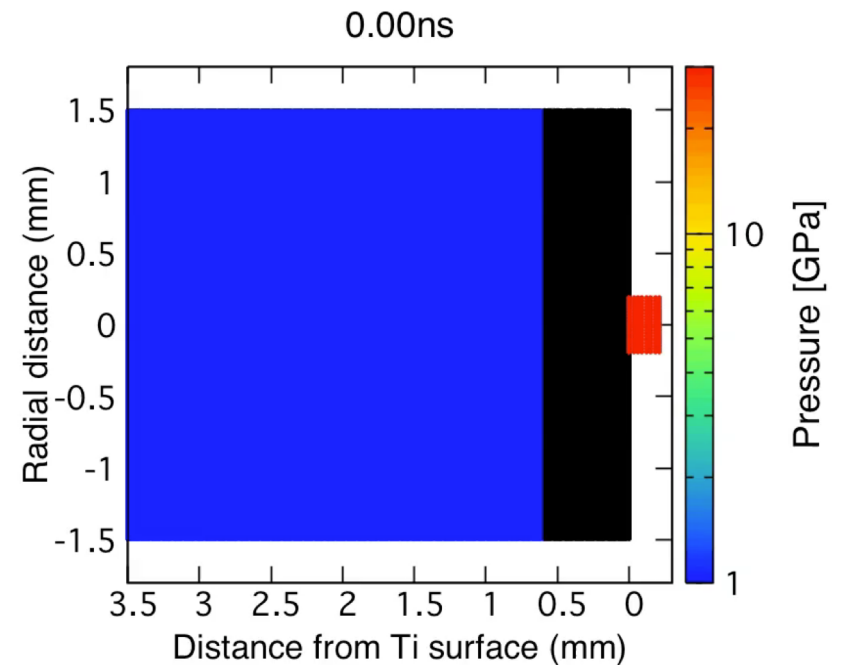
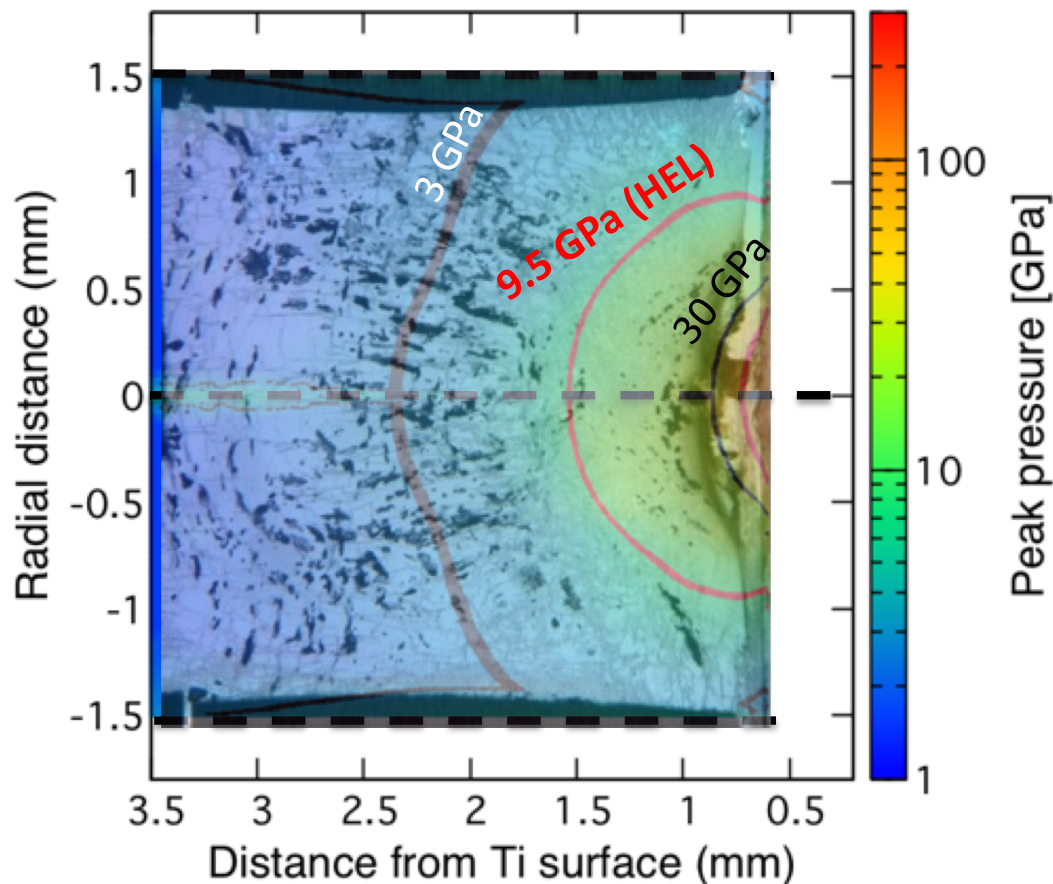
->厚さ3 km水層

超臨界水化&
減圧中に一度完全蒸発

衝撃実験の解析&デザイン



高強度レーザーを用いて試料中に強い衝撃波(>100 GPa)を発生.
衝撃波の減衰を利用して,
幅広い衝撃圧を経験した試料を一度に回収.
[Nagaki+16, MaPS]



まとめ

☆iSALEを用いることで自由度高く衝突計算を実施可能.
-研究テーマは無尽蔵にある.
-業界に受け入れられつつある, 信頼性の高いコード.
->論文文化しやすい.

☆衝突・衝撃実験のデザイン決定や,
教育/アウトリーチ用の可視化にも有用.

☆iSALEを用いるとこれまで日本の研究者が
使用できなかったANEOSをフル活用した計算が可能.

謝辞: iSALEの開発者であるGareth Collins, Kai Wünnemann, Boris Ivanov, H. Jay Melosh, Dirk Elbeshausenの各氏に感謝致します.