

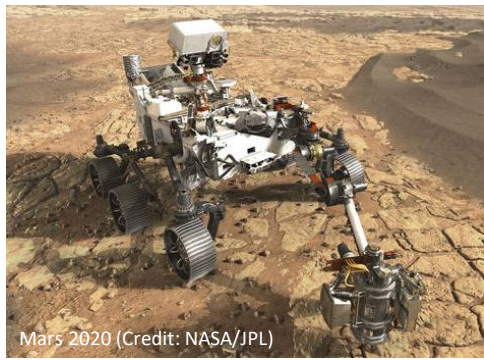


火星探査機の軟着陸時の安全性向上技術の研究開発

背景

火星探査機の役割

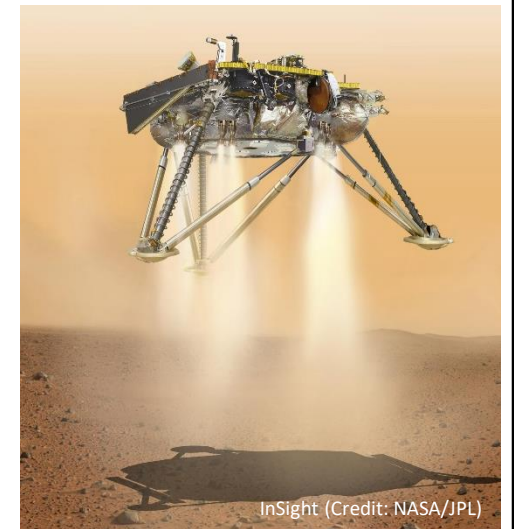
- ✓ 地球外惑星の生命の存在を調査
- ✓ 火星への人類移住の可能性を探る



Mars 2020 (Credit: NASA/JPL)

火星探査機の着陸

- ✓ ランダー/ローバーの着陸成功率 < 50%
- ✓ 数分間のうちに、「大気突入→パラシュート展開→脚展開→逆噴射」の自律制御が必要
- 逆噴射によるレゴリスの吹き上がり
 - ✓ 計測機器・スラスター制御バルブのダメージの懸念
 - ✓ 探索への予期せぬ外力の発生

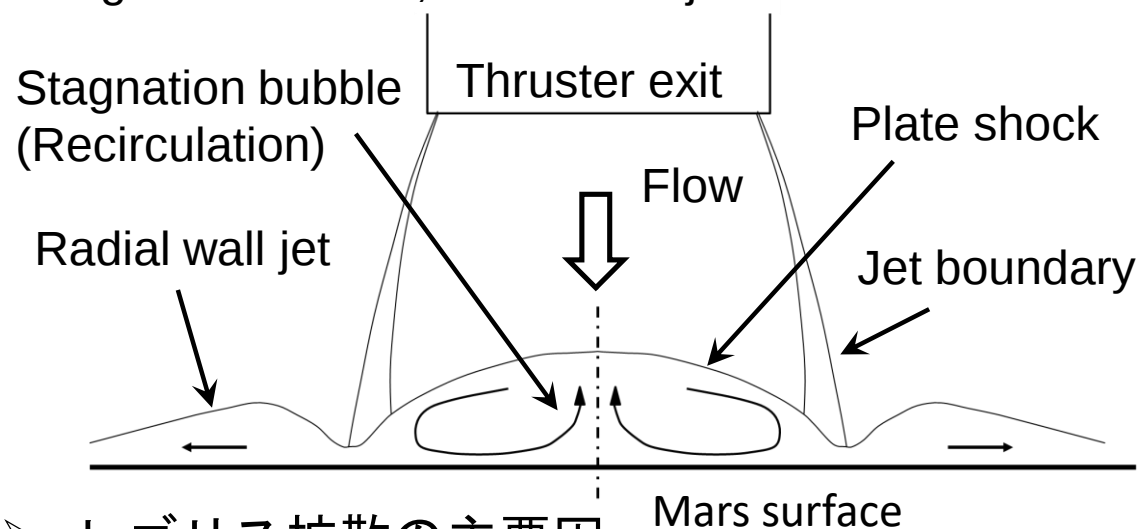


InSight (Credit: NASA/JPL)

目的：レゴリス吹き上がり挙動の実験的調査を目指し、実験装置を開発する。

逆噴射による衝突噴流

スラスターの極超音速噴流が惑星表面と干渉する際に形成される複雑な流れ：Plate shock, Jet boundary, Stagnation bubble, Radial wall jet.

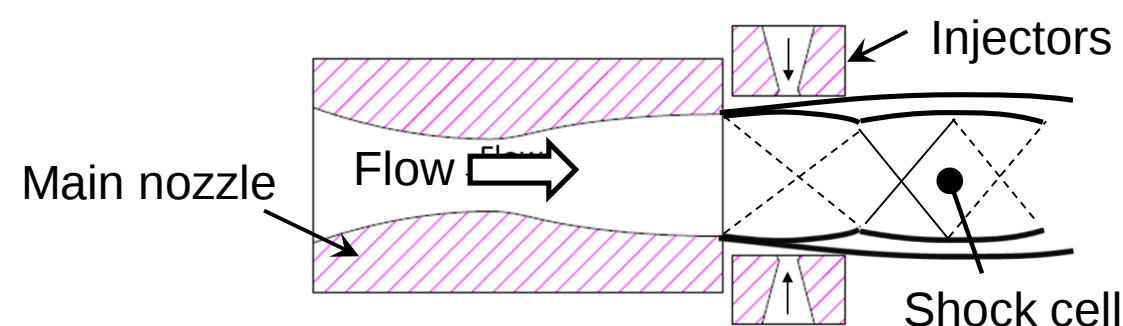


レゴリス拡散の主要因

- ✓ Plate shockによる圧力
- ✓ ジェット衝突による掘削
- ✓ 粘性流によるせん断力 etc.

衝突噴流を制御する技術

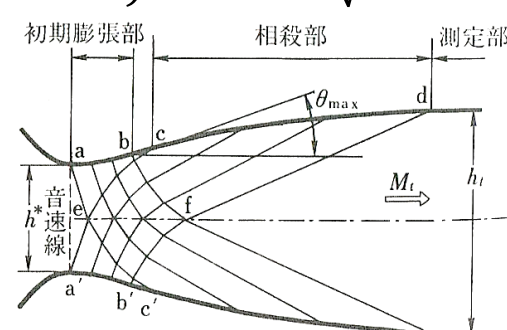
メインフローに超音速噴流を交差させることでShock cellの長さをコントロールする技術。



スラスター(ラバルノズル)の設計

$$v(M) = \sqrt{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}} \tan^{-1} \sqrt{\frac{\gamma-1}{\gamma+1} (M^2 - 1)} - \tan^{-1} \sqrt{M^2 - 1}$$

$$\theta_{max} = 1/2 v(M)$$

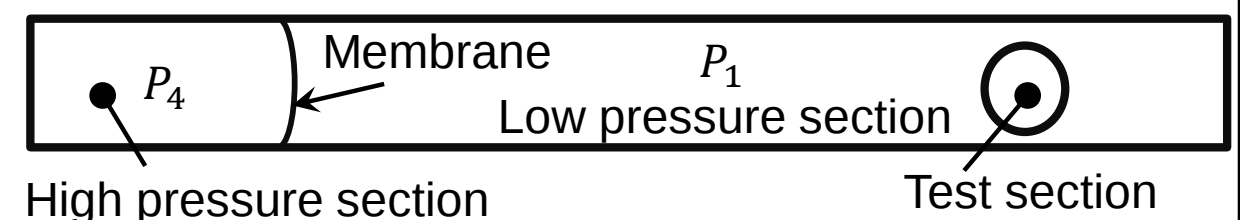


圧縮性流体力学(松尾一泰 著)

高速流体発生装置

衝撃波管(Shock tube)

高圧室と低圧室内の圧力差によって衝撃波とその背後の高速・高温気流を発生させる装置。



High pressure section

Test section

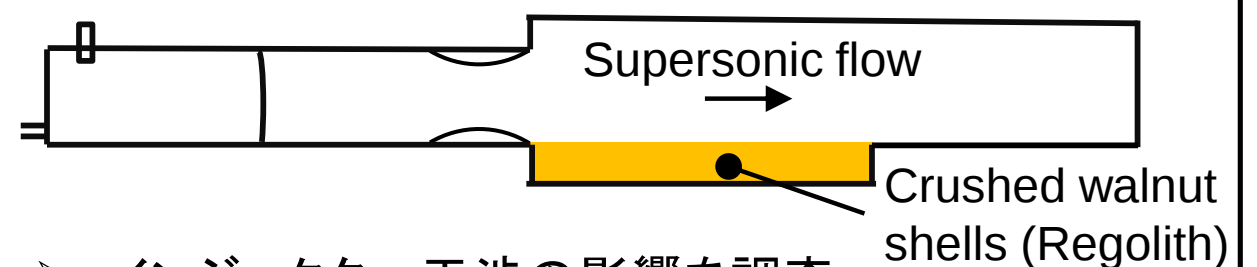
$$\frac{P_4}{P_1} = \frac{2\gamma_1 M_s^2 - (\gamma_1 - 1)}{\gamma_1 + 1} \left[1 - \frac{\gamma_4 - 1}{\gamma_1 + 1} \frac{a_1}{a_4} \left(M_s - \frac{1}{M_s} \right) \right]^{\frac{2\gamma_4}{\gamma_4 - 1}}$$

M_s : マッハ数, γ : 比熱比, a : 音速

今後の展望

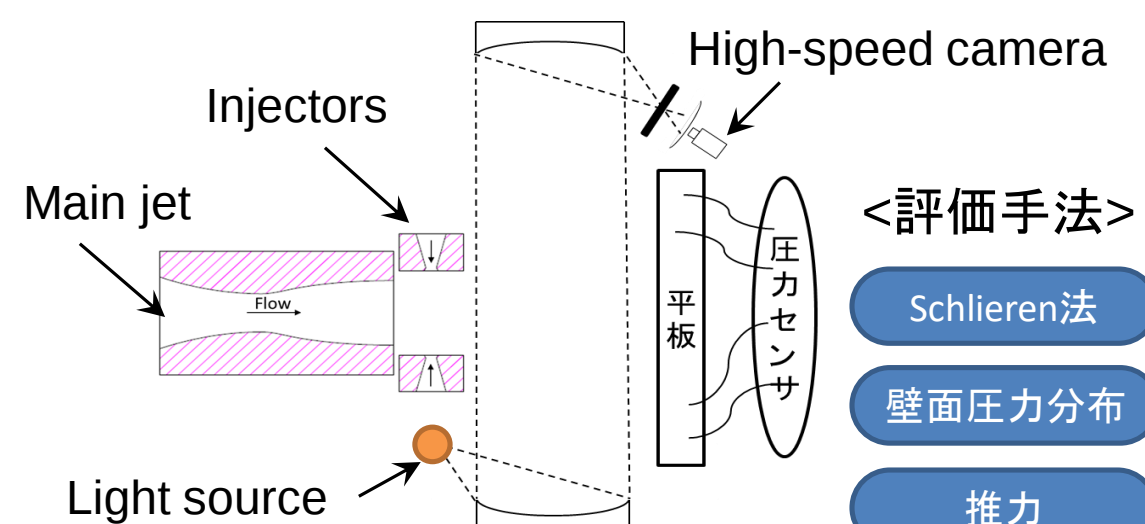
粘性流-粒子干渉の模擬試験装置の開発

超音速流の粘性力によるレゴリス拡散挙動を調査する。



インジェクター干渉の影響を調査

インジェクターによる干渉によるメインジェットの壁面衝突噴流への効果を調査する。



<評価手法>

Schlieren法

壁面圧力分布

推力