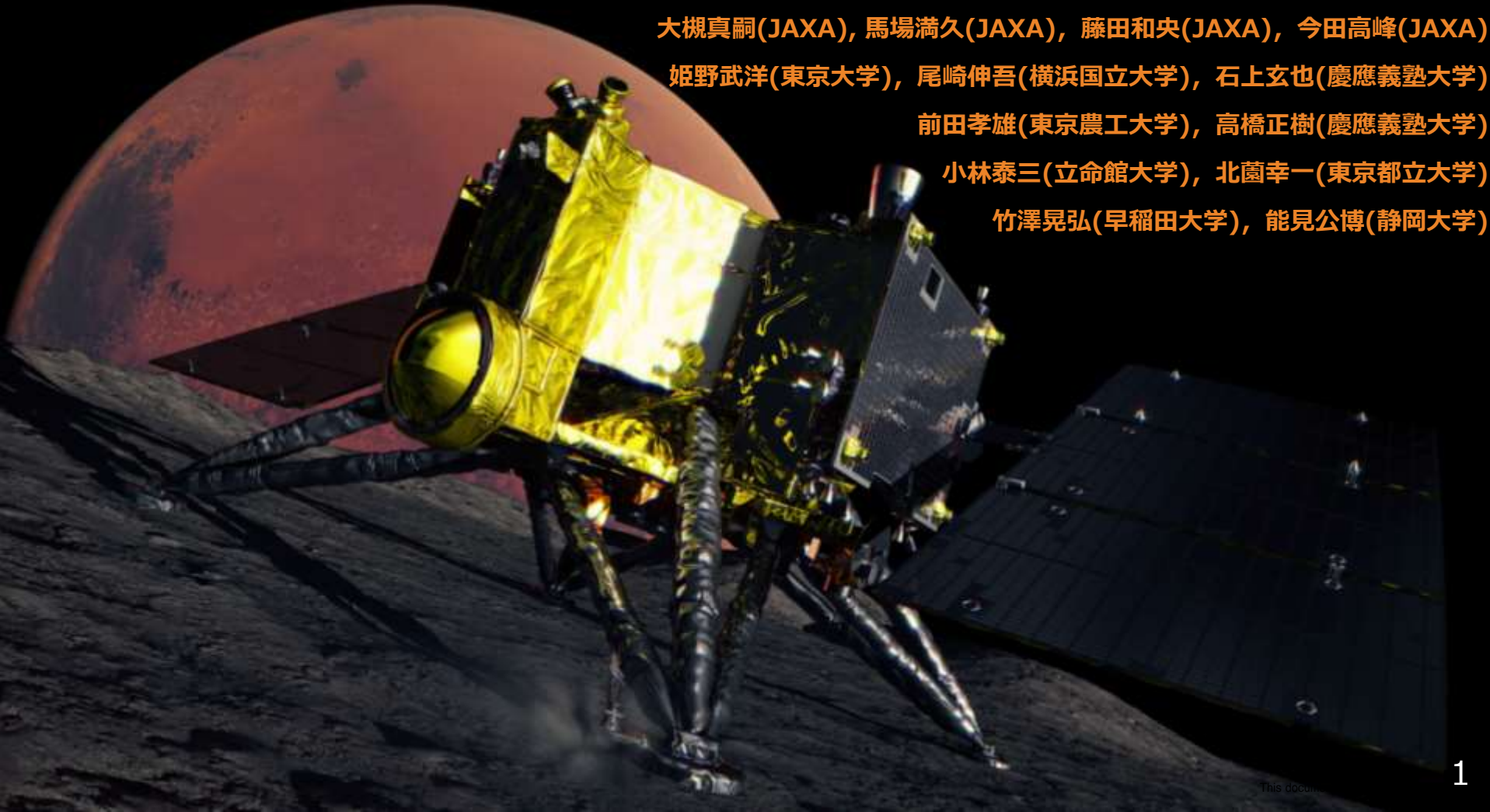


# 火星衛星探査計画MMX探査機の着陸ダイナミクスの検討 STUDY OF LANDING DYNAMICS OF SPACECRAFT IN THE MARTIAN MOONS EXPLORATION

大槻真嗣(JAXA), 馬場満久(JAXA), 藤田和央(JAXA), 今田高峰(JAXA)  
姫野武洋(東京大学), 尾崎伸吾(横浜国立大学), 石上玄也(慶應義塾大学)  
前田孝雄(東京農工大学), 高橋正樹(慶應義塾大学)  
小林泰三(立命館大学), 北園幸一(東京都立大学)  
竹澤晃弘(早稲田大学), 能見公博(静岡大学)

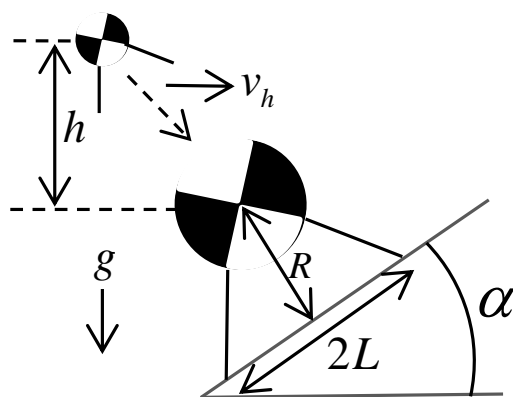


# SOFT LANDING(着陸)機能の課題

## Soft Landing(着陸)機能の課題

- 着陸機を破壊から守る >> 転倒や衝撃の発生から守る
- ミッションの漸減から守る >> レゴリスや放射線等外的要因による侵害から守る

### ● 探査機の転倒角度



動的転倒角度

$$\alpha \geq \tan^{-1} \frac{L}{R}$$

静的転倒角度

$$\cos^{-1} \left[ 1 - \frac{1}{\sqrt{L^2 + R^2}} \left( h + \frac{v_h^2}{2g} \right) \right]$$

重心と接地点の距離

重力

自由落下高度 水平速度

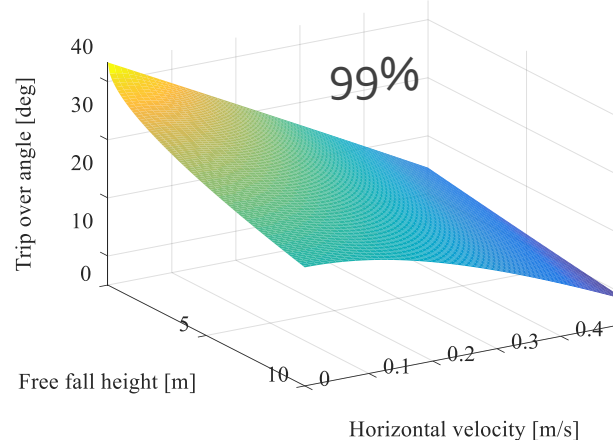
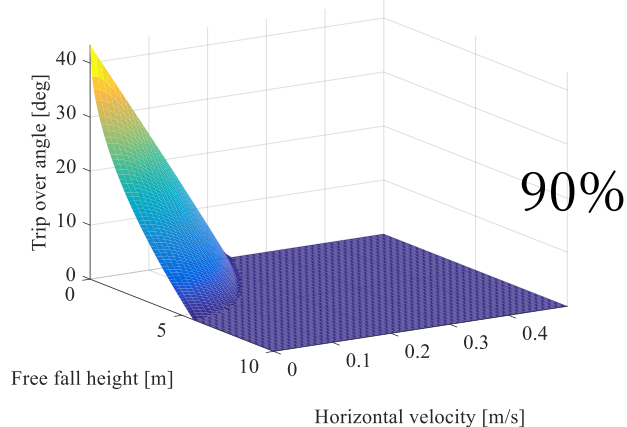
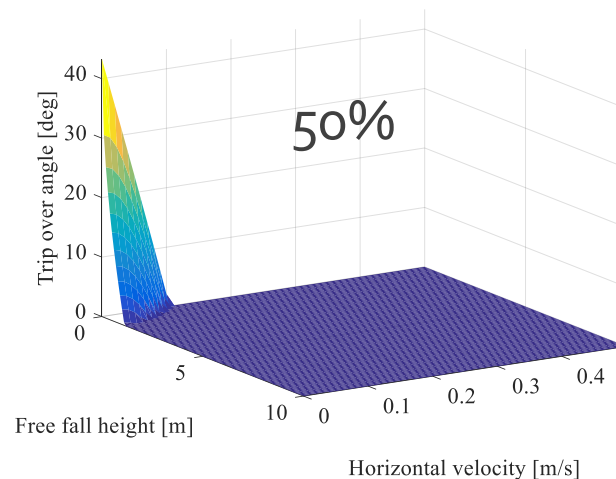
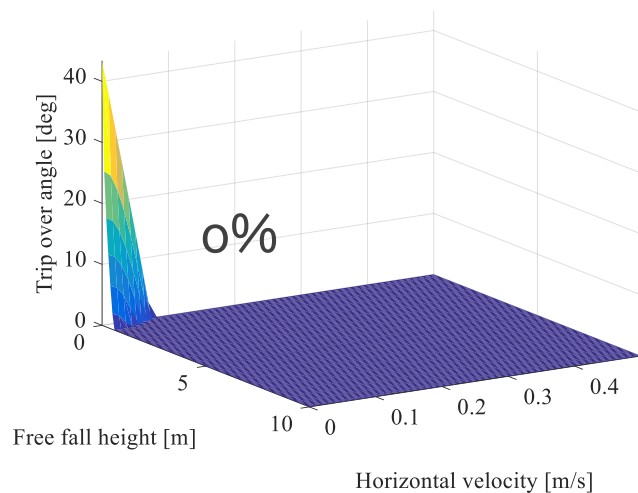
自由落下をさせる

### ● 転倒対策

- 静的転倒角度を大きくする: 脚幅を広げる等
- 転倒に対して外力を与える装置を搭載する: スラスト等

# エネルギー散逸に応じた動的転倒角度

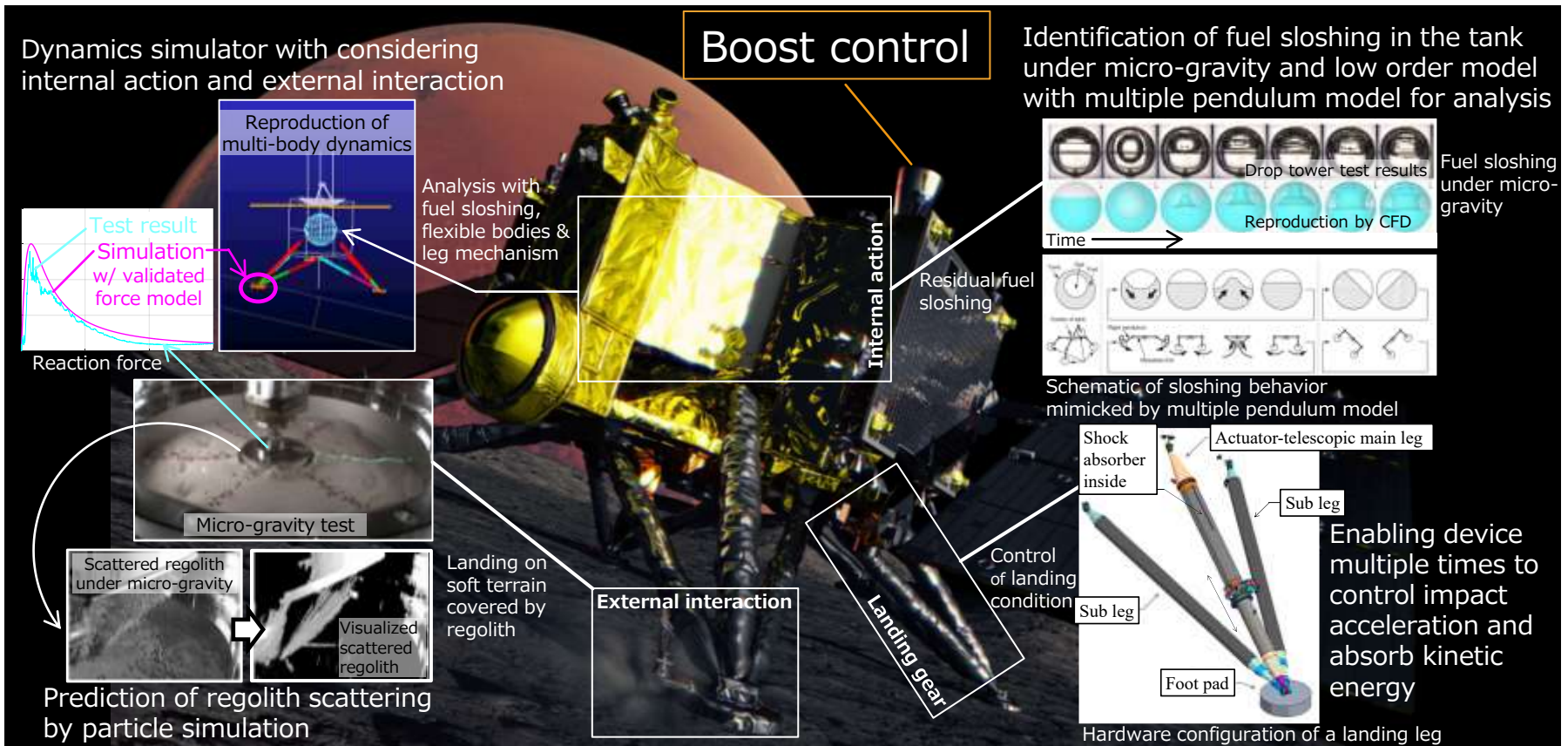
- 着陸の瞬間に運動エネルギーのxx%が散逸された場合の転倒角度。  
(1/2000G, 静的転倒角度50度を想定)



※1%以下の回転エネルギーとならない限りほとんどの場合転倒する。

# MMX探査機の着陸の課題

- 長い減速距離で効率的にエネルギー散逸を実現する着陸装置
- 微小重力惑星（小天体）表面で長期間滞在を実現する着陸装置
- 複数回の着陸を実現する能力を持った着陸装置



## まとめ

- MMXでの着陸ダイナミクスに関するインハウス検討の一部を紹介した。
- 大学研究者との連携で多くの成果が出ており，大学研究者の知識，ノウハウが大きく寄与している。
- 今後，メーカーによる実サイズでの実証が続き，それら1Gでの試験結果に基づくJAXA個別の独立評価は継続していく。
- 今回紹介できなかった内容はどこかで
  - レゴリス飛散評価(DEM解析)
  - 微小重力にある砂粒子のダイナミクスモデル
  - 縮退モデルの詳細
  - スロッシング含めた着陸シミュレーション
  - 数々の落下塔試験，国際宇宙ステーション試験結果
  - 実地形での着陸ダイナミクス，ほか