

3次元エネルギー直動回転変換機構の自由落下着陸実験とシミュレーション

Free-Fall Landing Experiments and Simulations of Three-Dimensional Linear-Rotary-Energy-Conversion Mechanism

原 進*, ○杉田 佳祐*, 齋藤 聡*, 前田 孝雄‡, 大槻 真嗣†

(*名古屋大学, ‡中央大学, †宇宙航空研究開発機構)

Susumu HARA*, ○Keisuke SUGITA*, Satoshi SAITO*, Takao MAEDA‡ and Masatsugu OTSUKI† (*Nagoya University, ‡Chuo University, †JAXA)

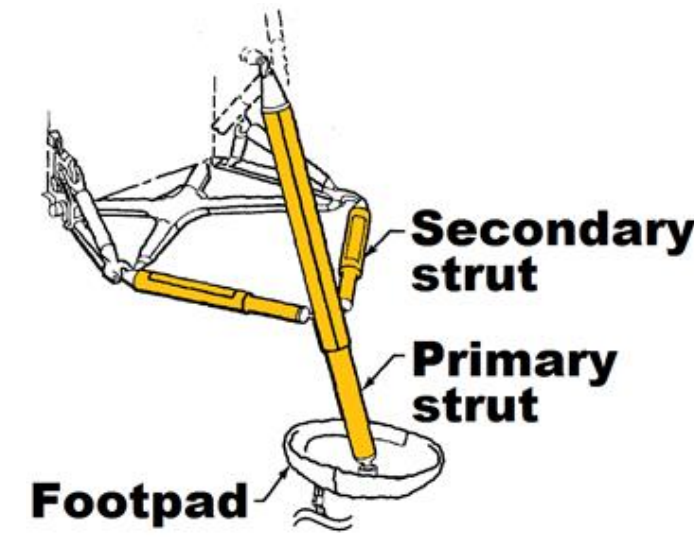
1. 背景

科学的意義を優先した探査候補地

⇒急峻地形, 多数の障害物

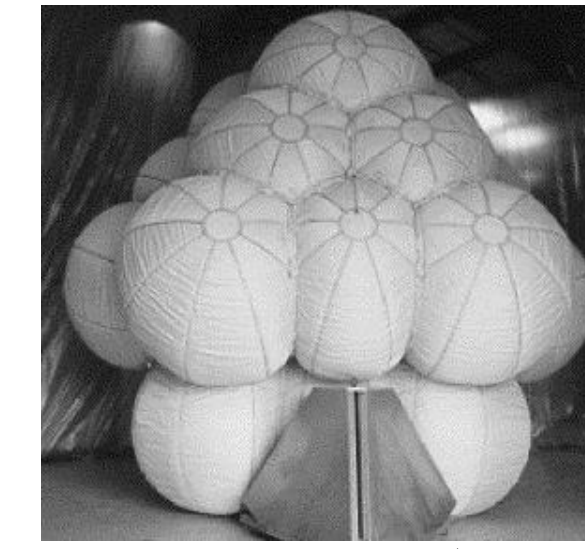
着陸探査機の転倒防止

従来 Honeycomb crush[1]



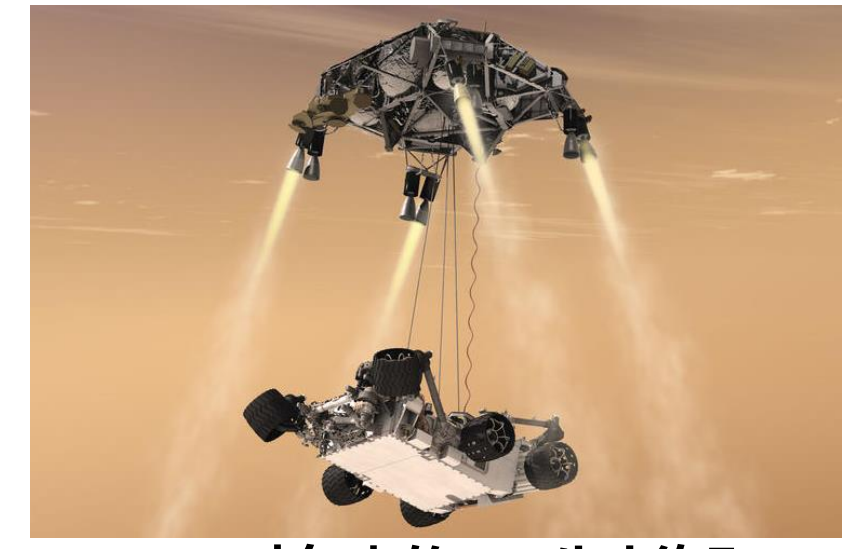
× 地上試験品の再使用不可

Airbag[2]



× 大きなリバウンド

Sky Crane[3]



× 複雑な制御

本研究

エネルギー直動回転変換機構

○ 機械式の受動要素のみ

○ 着地時の力学的エネルギーの再利用

2. エネルギー直動回転変換機構

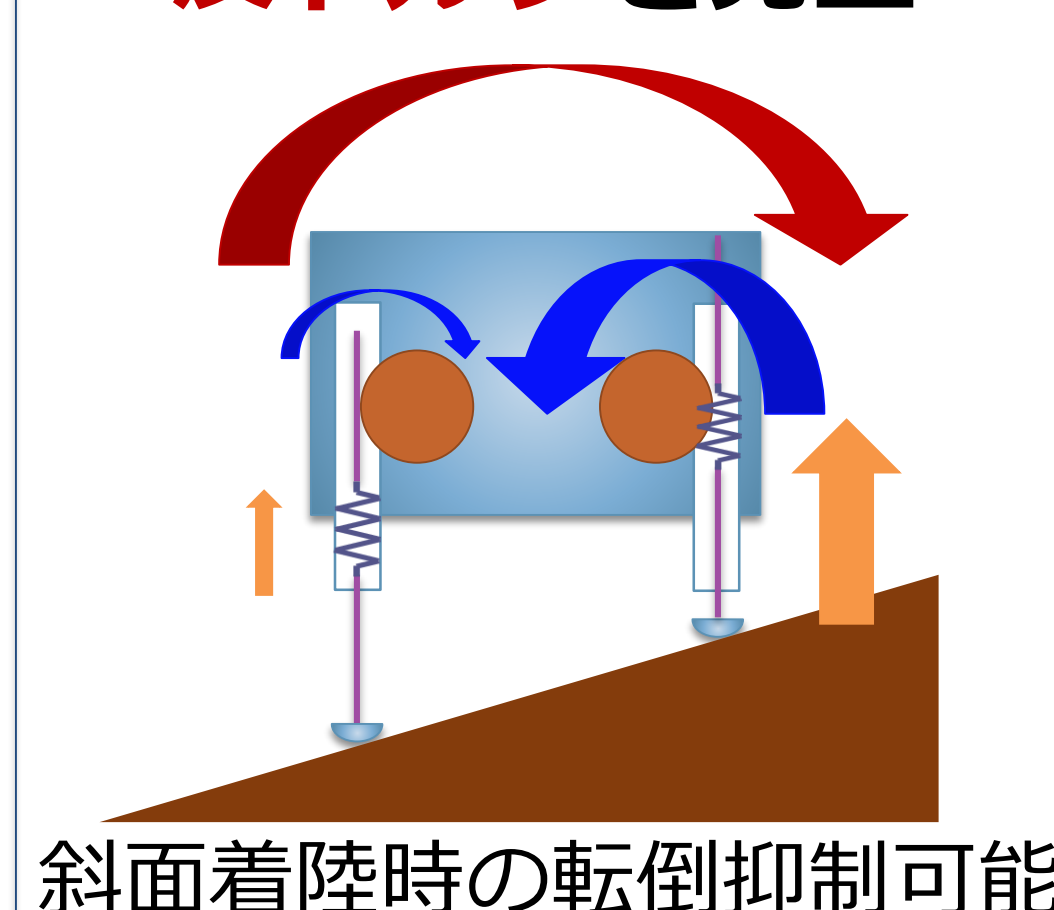
着陸時の力学的エネルギー

ばねを經由

リアクションホイールの加速

反トルクで転倒防止

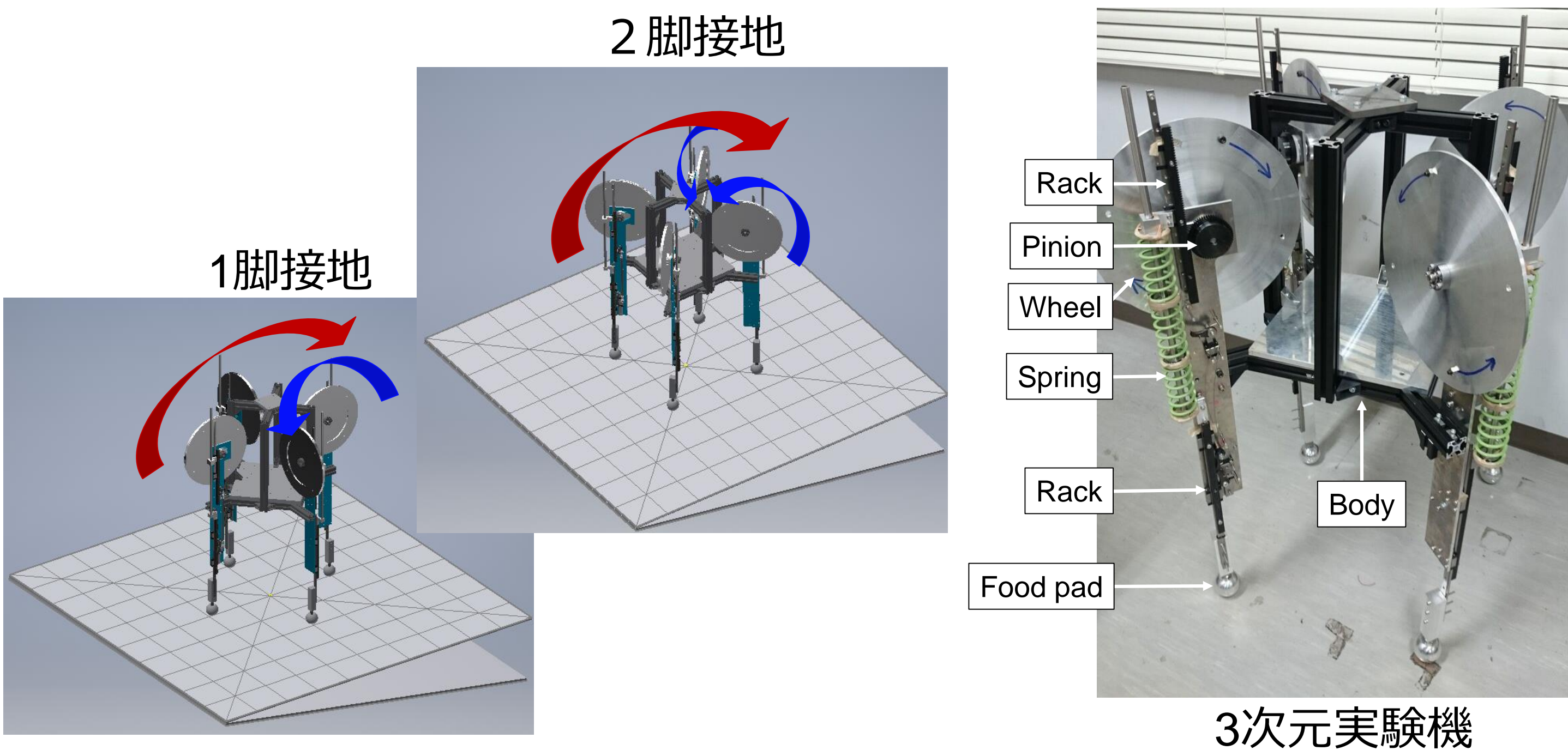
斜面上側が高速回転
反トルクを発生



斜面着陸時の転倒抑制可能

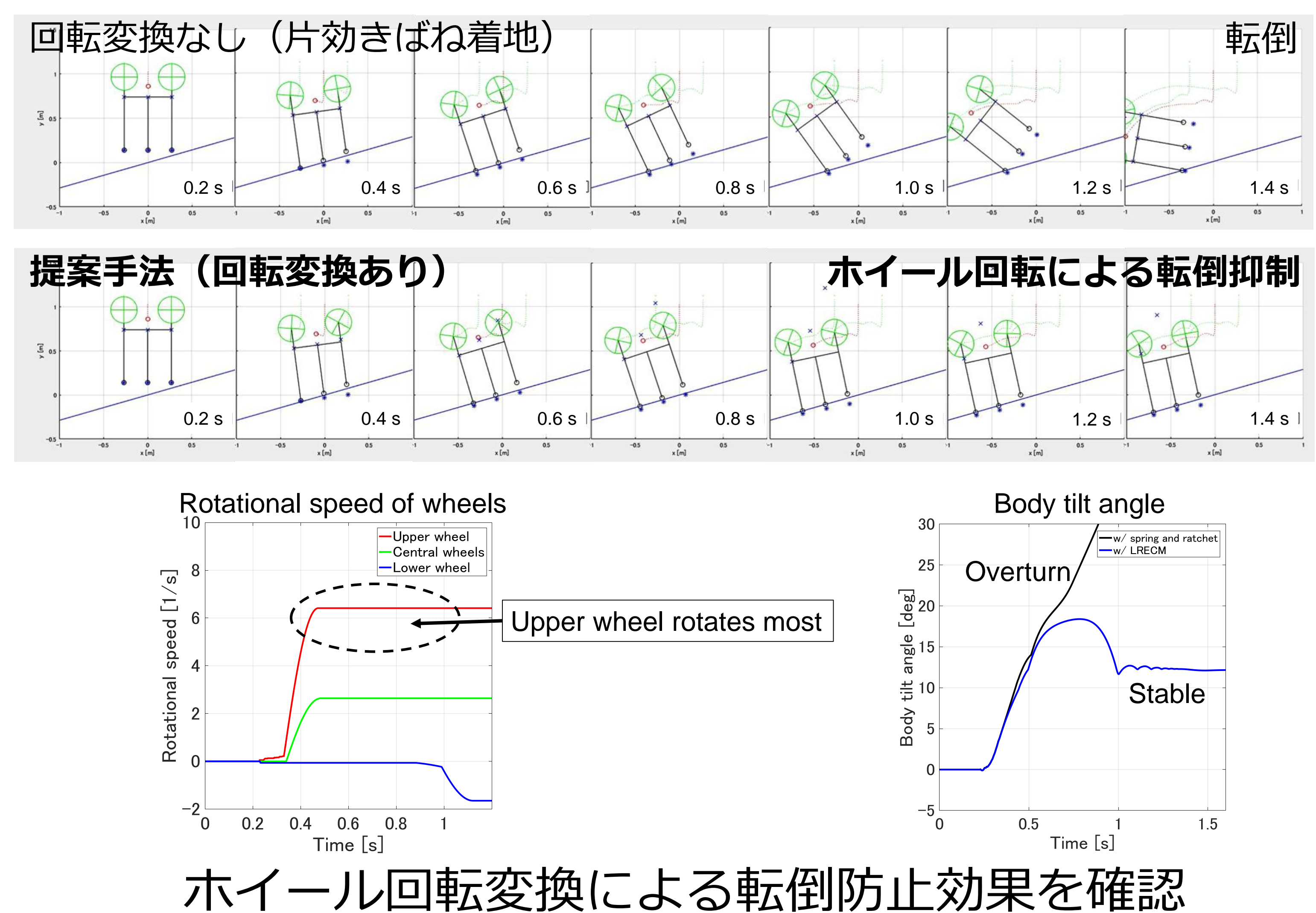
3. 3次元への拡張

ホイールを対角線上に配置することで, 斜面に対してどのような方向を向いて着地しても転倒防止トルク発生可能



4. シミュレーション

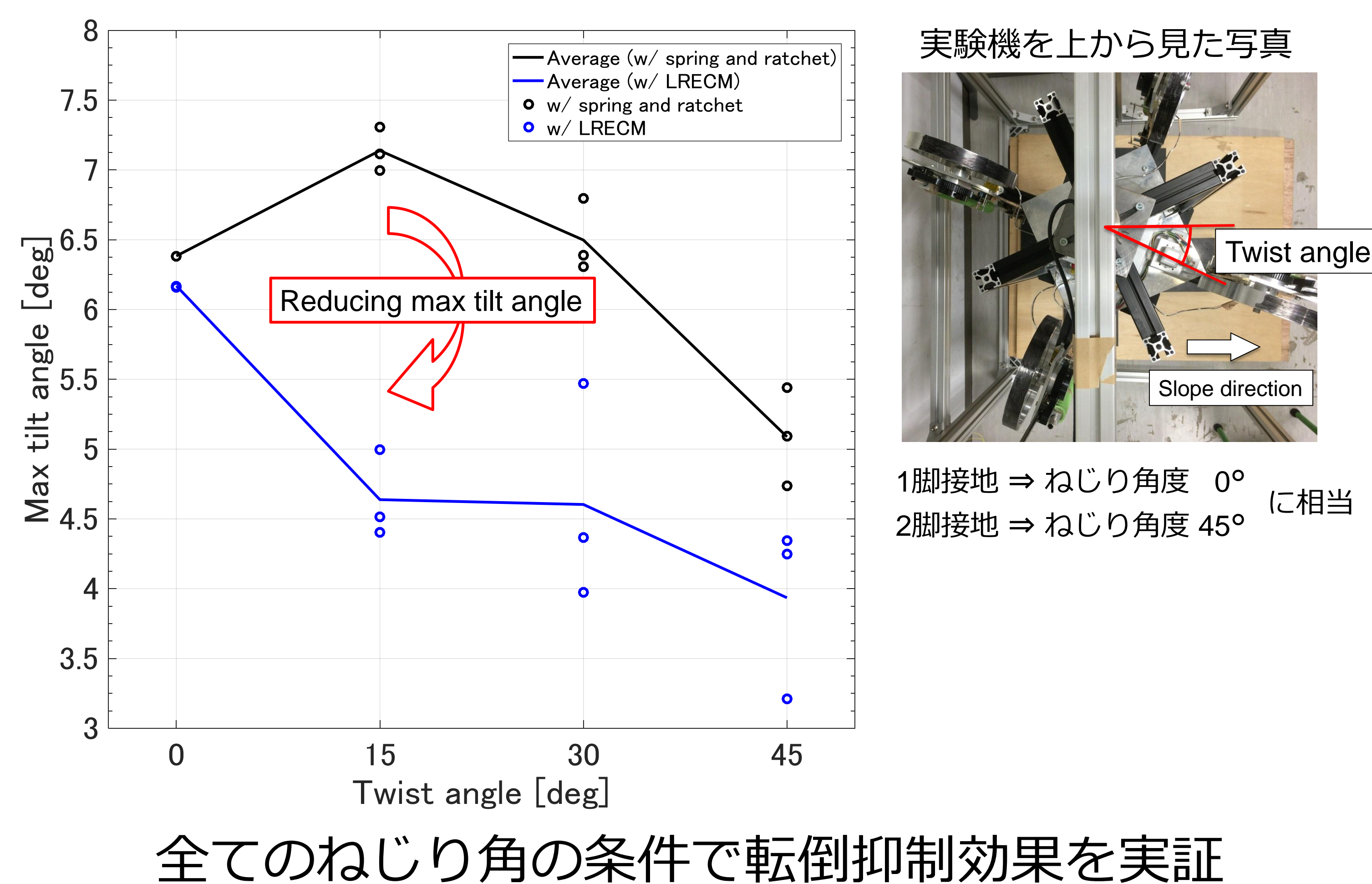
1脚接地時の3次元挙動を投影した2次元シミュレーション



ホイール回転変換による転倒防止効果を確認

5. 実験

複数のねじり角度で10°の斜面への落下実験
ホイール回転変換の有無で着陸性能を比較



全てのねじり角の条件で転倒抑制効果を実証

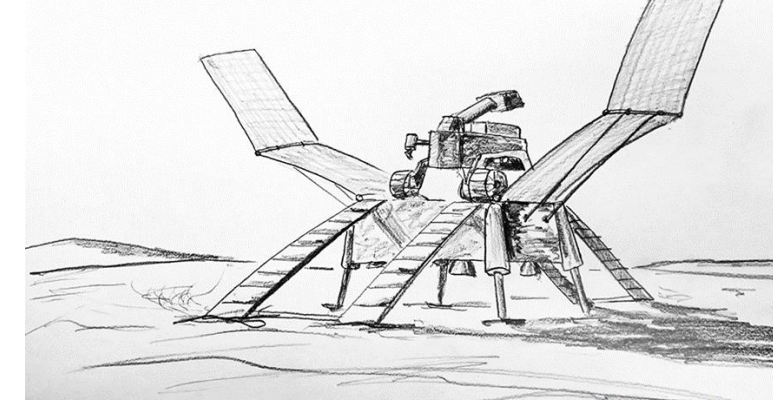
6. 結論

シミュレーション及び実験から提案手法の転倒防止性能を実証

今後の展望

- 地形, 接地速度を変化させたシミュレーション及び実験
- さまざまな天体への着陸シミュレーション
- エネルギー変換の応用先の検討

応用例) ローバ用スロープ展開



火工品の省略可能

References

- [1] Rogers, W. F., Apollo Experience Report Lunar Module Landing Gear Subsystem, NASA Technical Report, NASA-TN-D-6850, pp.6-21, (1972).
- [2] Cadogan, D., Sandy, C., and Grahne, M., Development and evaluation of the mars pathfinder inflatable airbag landing system, Acta Astronautica, Vol.50, No.10, pp.633-640, (2002).
- [3] NASA, Sky Crane, (online), available from <http://mars.nasa.gov/msl/mission/technology/insituexploration/edl/skycrane/>, (accessed 2016-12-27).