

次世代月着陸探査機に向けた新たな着陸方法の検討

前田孝雄^{*1} ○ 大谷知弘^{*1} 大槻真嗣^{*2} 橋本樹明^{*2}

東京大学

THE UNIVERSITY OF TOKYO

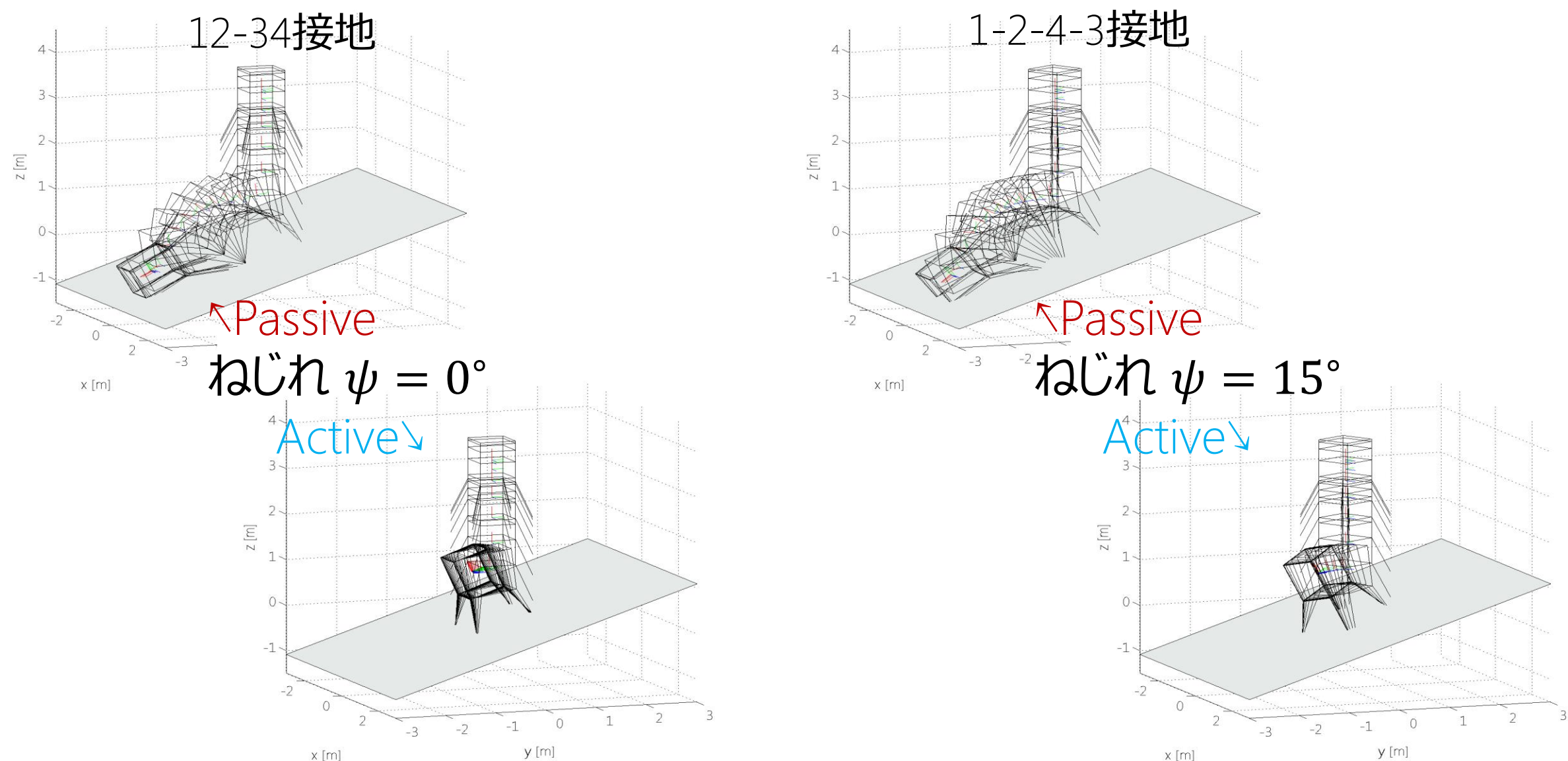
JAXA

1. 背景

科学的に興味深い地形の探査
急峻な地形・多数の障害物
複雑な地形では機体の位置・速度に誤差発生
予期せぬ地点への着陸の可能性
十分に安全でない地形への着陸でも転倒を回避する必要

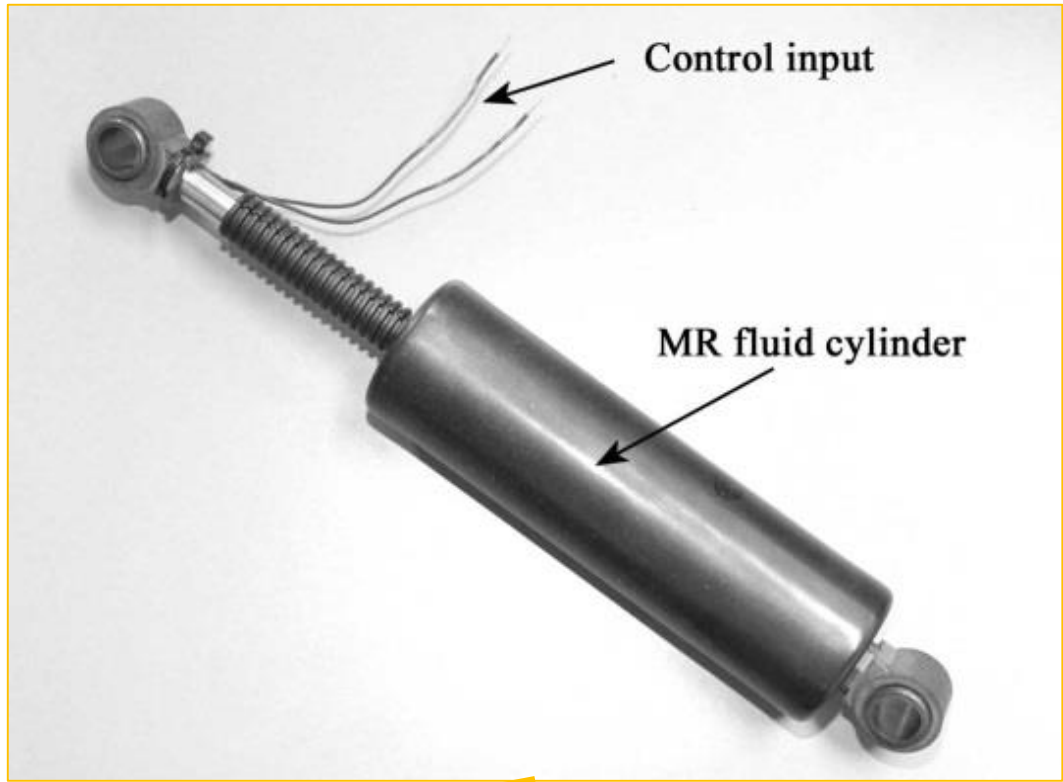
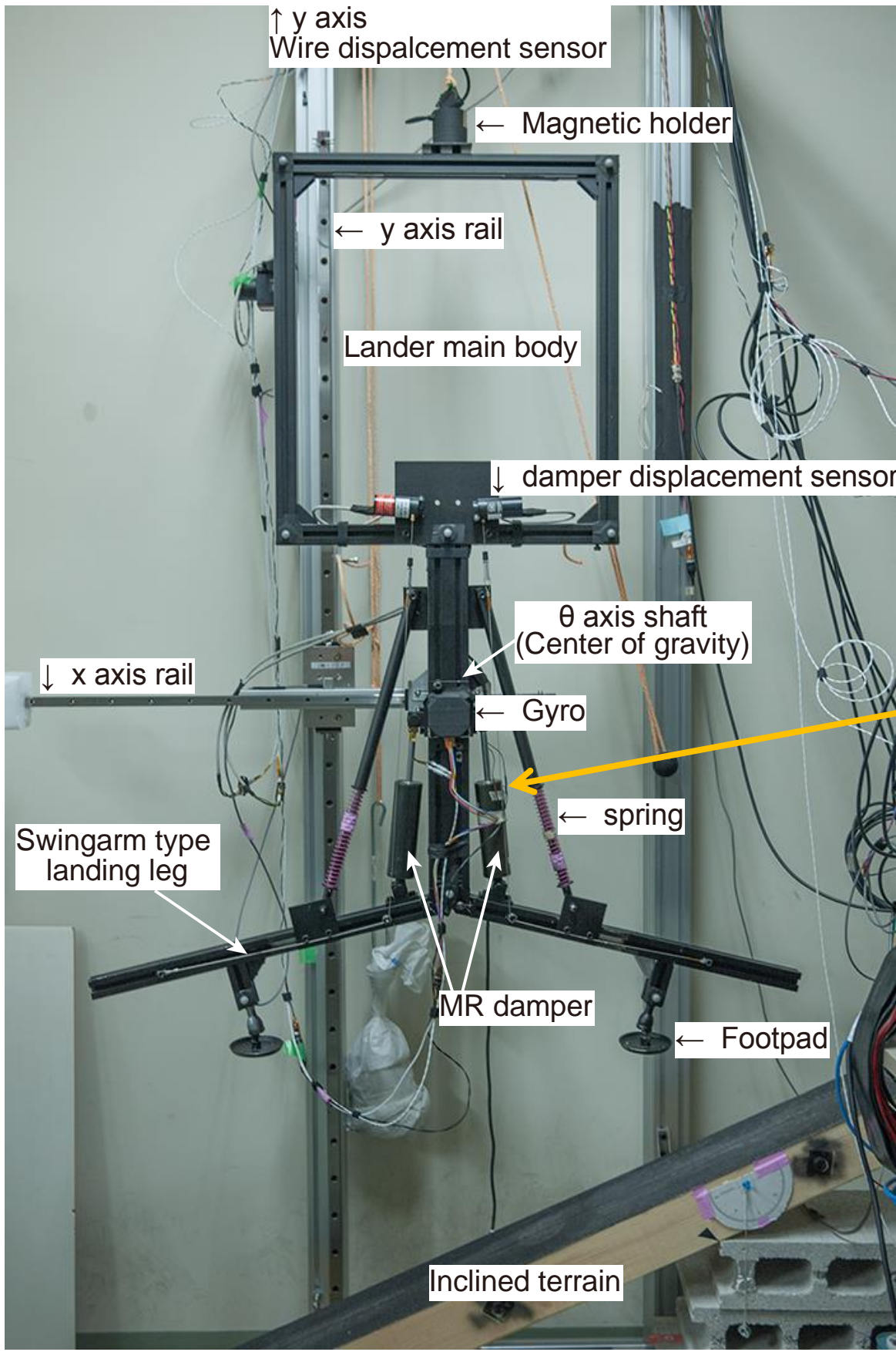
2. セミアクティブ制御による転倒抑止

動力学計算による着陸シミュレーション



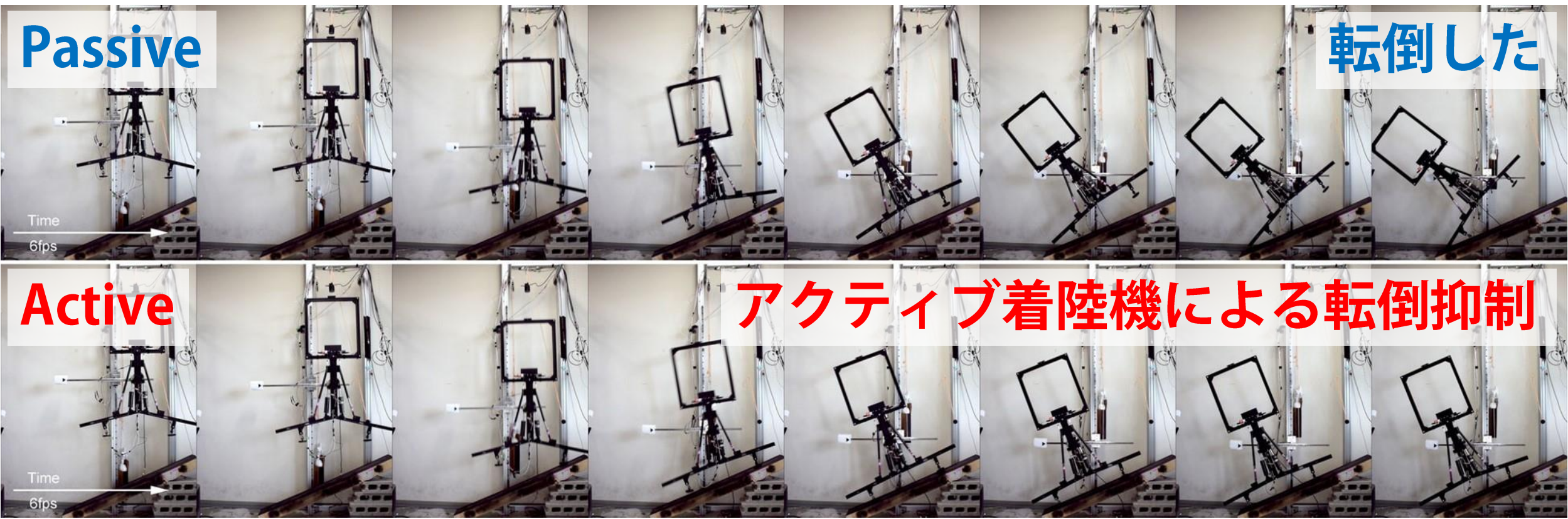
斜面に対してどのような方向を向いて着陸してもアクティブ着陸脚の制御は有効

実験装置開発と実機実験
2脚式実験機と基礎検討



可変減衰ダンパ
(磁性流体ダンパ)
LORD Corp. RD-8041-1

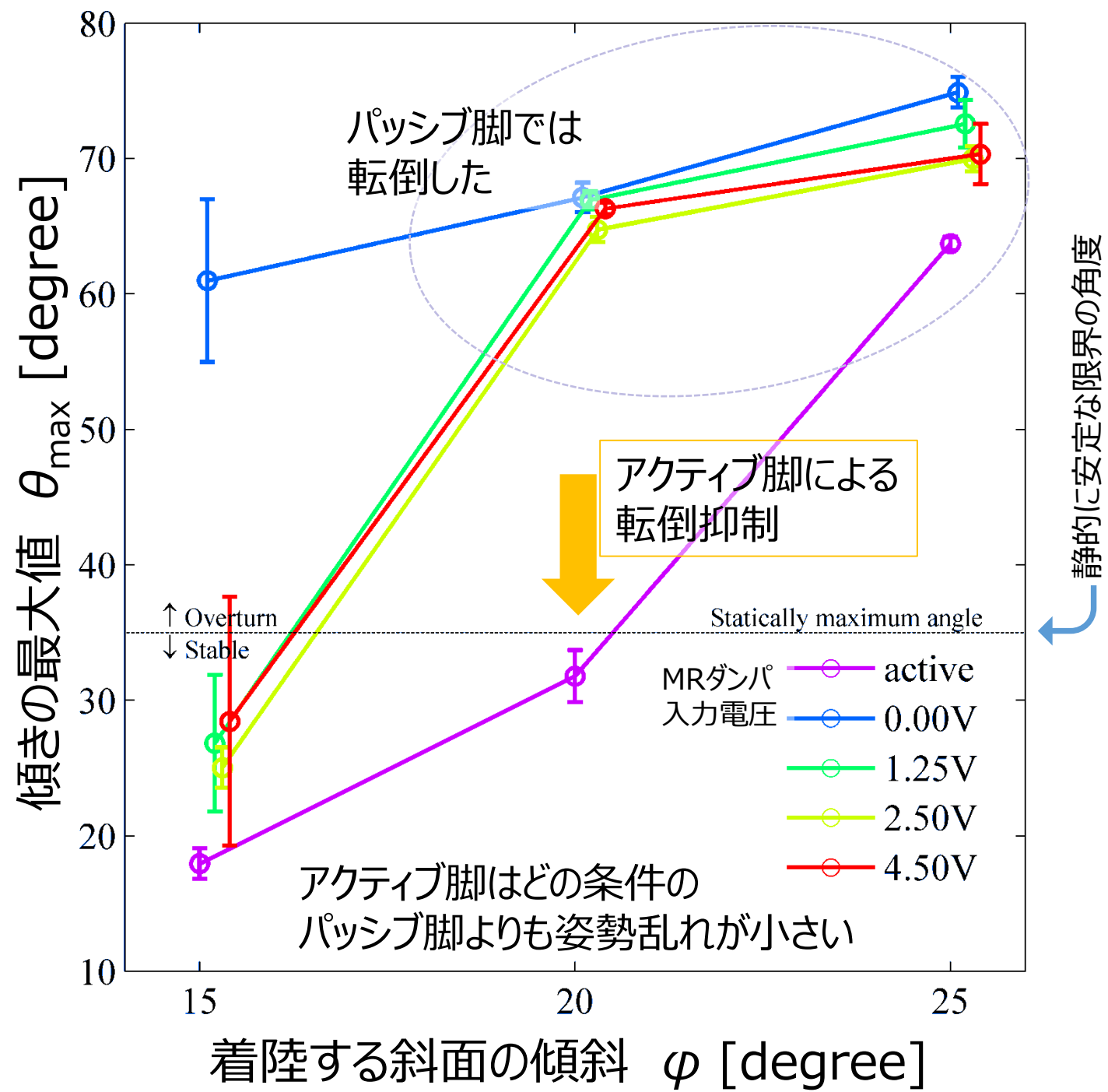
運動を平面内に限定した
2脚式着陸運動解析基礎実験装置



磁性流体を用いた可変減衰ダンパで転倒防止制御が可能なることを実証

傾斜地上への着陸で高い安定性を確認

着陸船の傾きの最大値比較 (実験結果)



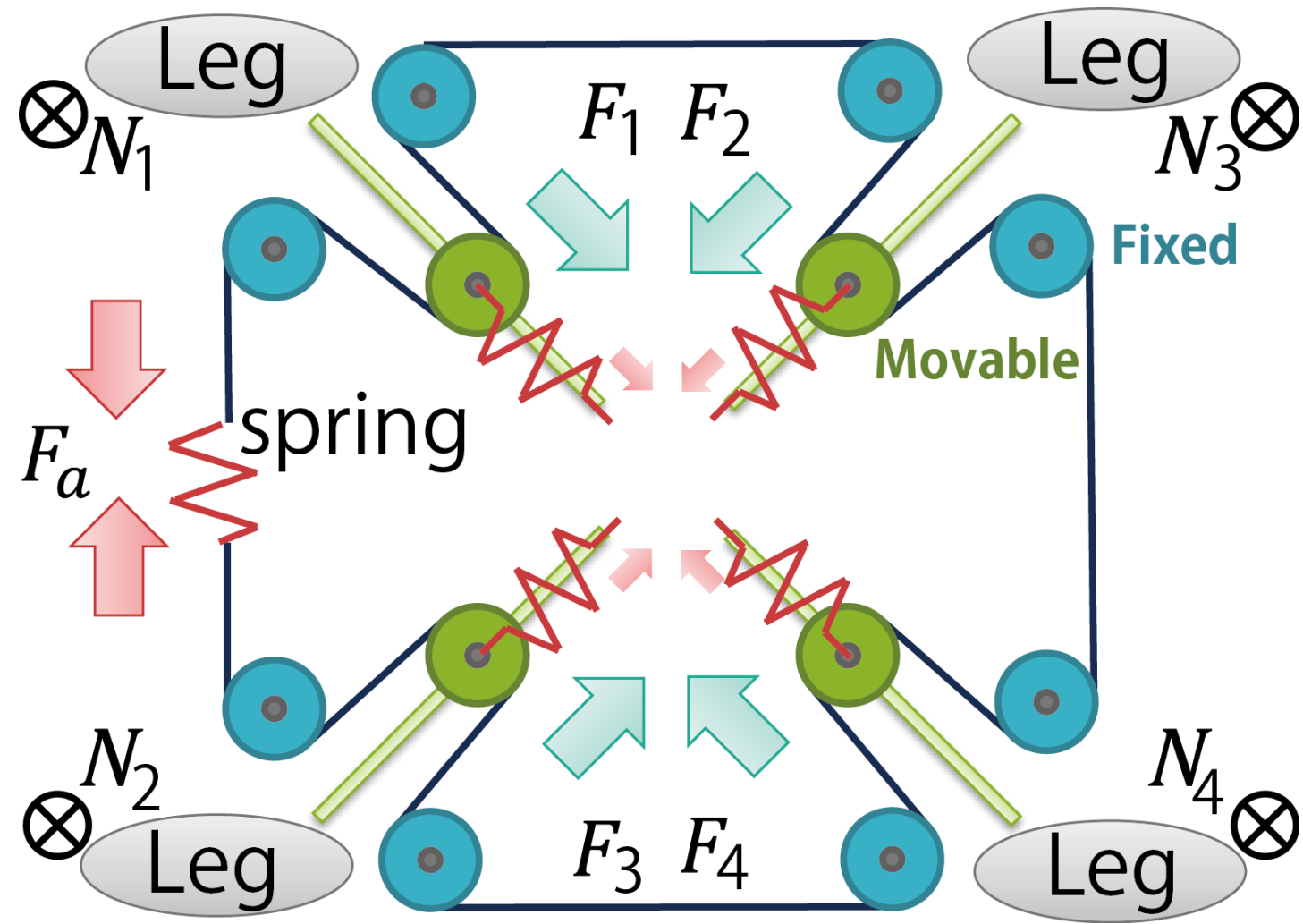
4脚実験機による検証



4脚着陸船の3次元動力学解析結果を実験的に示すため、着陸船模型試験装置による着陸実験を検討中

3. 差動滑車を用いた転倒抑止

着陸脚を差動滑車(LEPS機構)で連結



着陸時各脚の接地タイミングの差から転倒モーメント発生

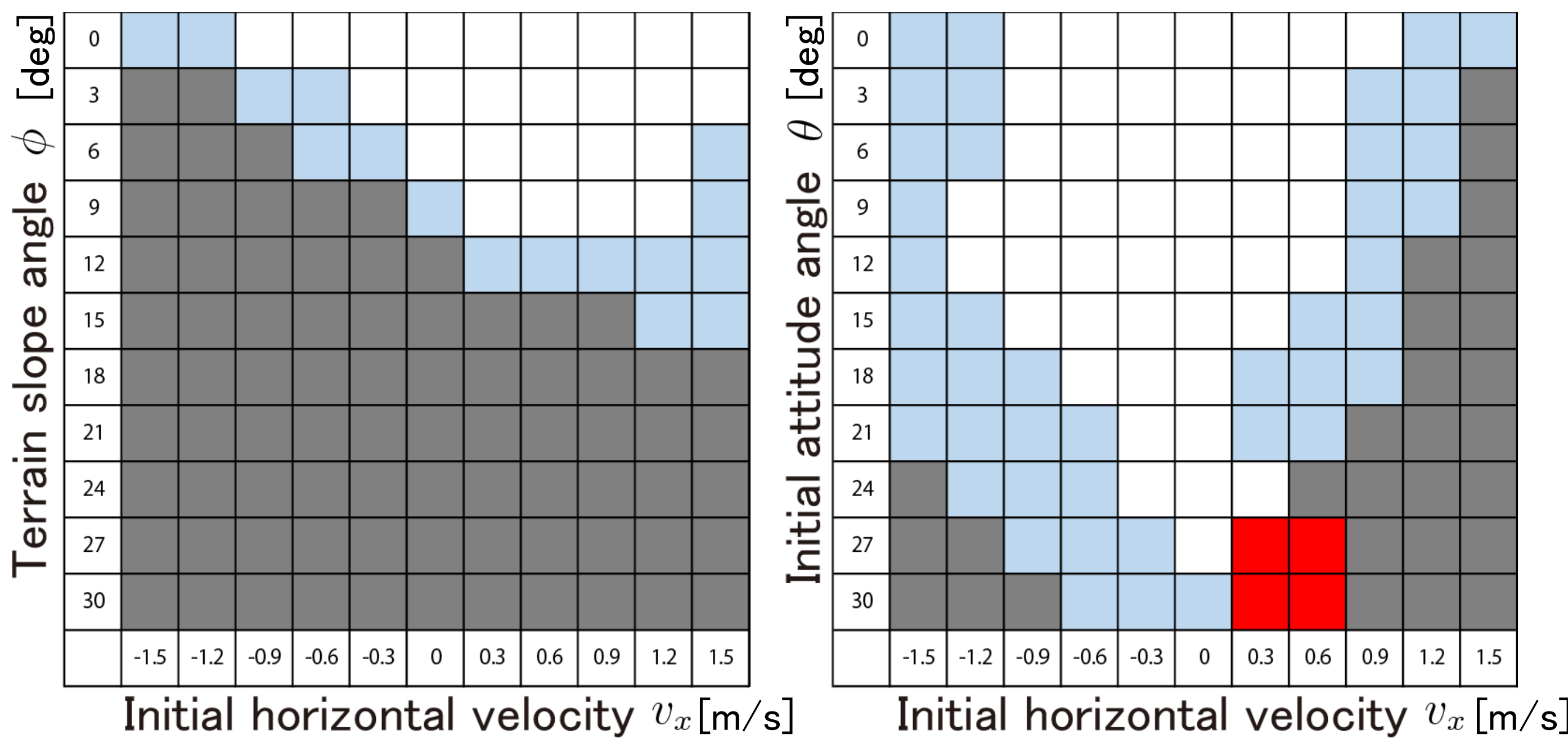
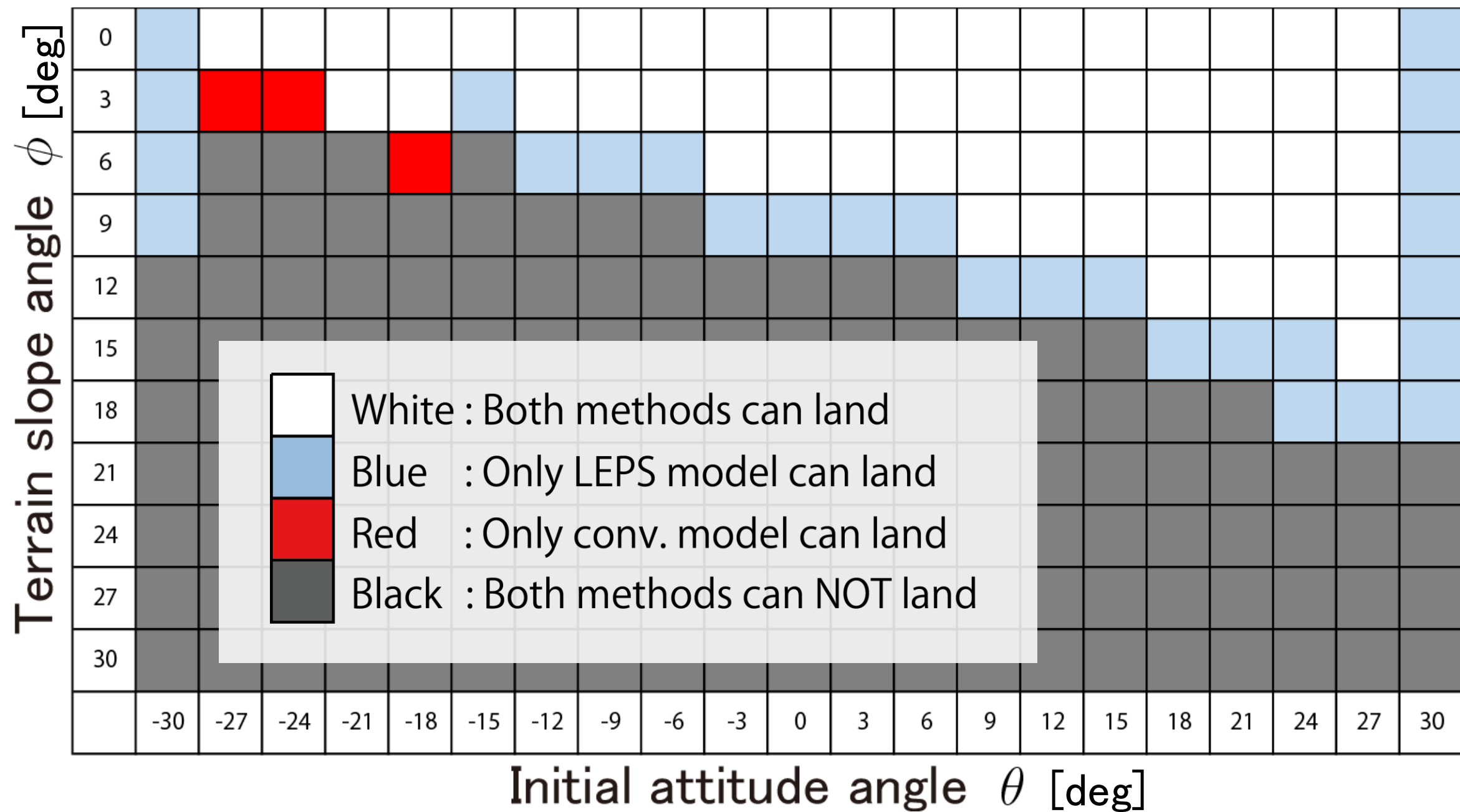
先に接地した脚は縮み他の脚が伸びることでパッシブに接地の時間差を軽減
先に接地する脚は仮想的に柔になり後から接地する脚は剛になり転倒を抑止

着陸2次元シミュレーション

地表面斜度・機体姿勢角誤差・機体横方向速度誤差に対するロバスト性を確認

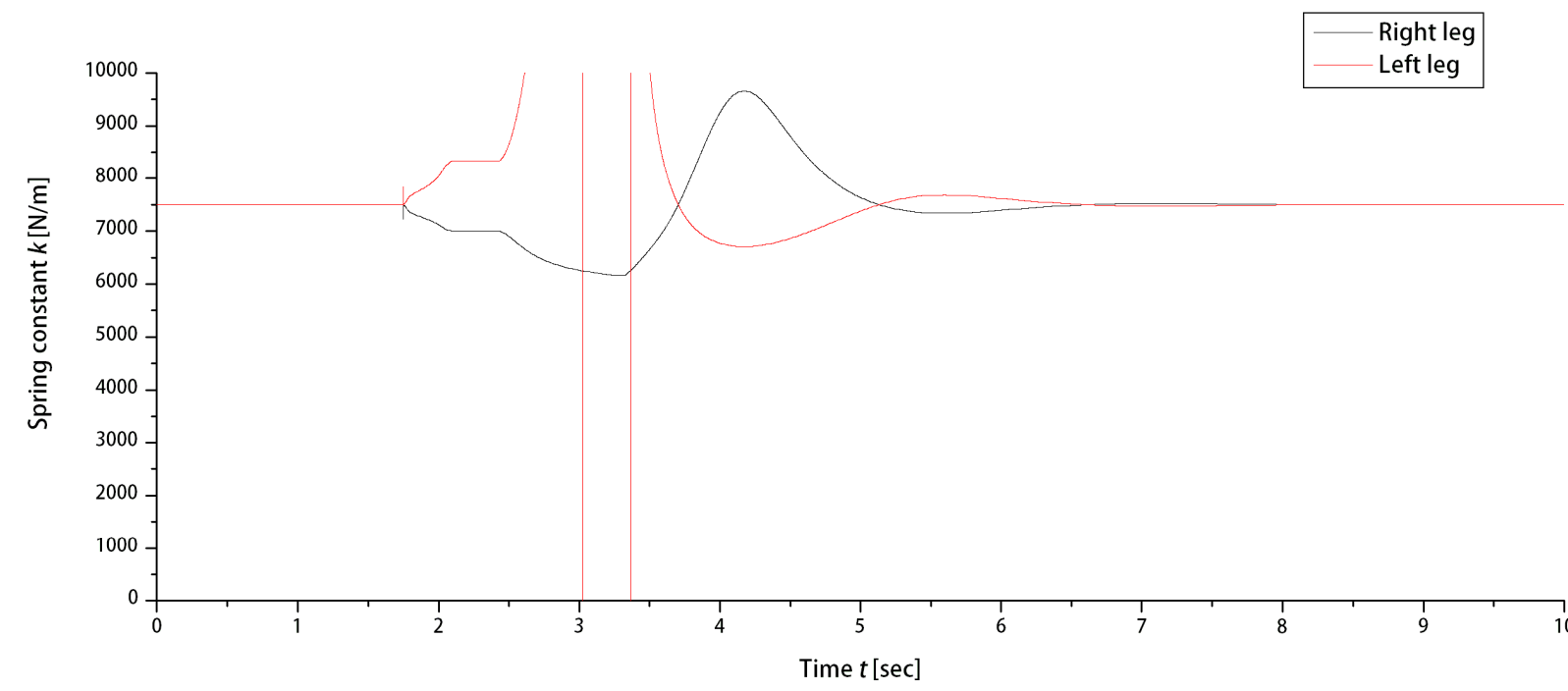
単純なバネマス着陸脚と提案手法の転倒有無を比較

一部の条件を除き着陸可能な範囲が増加



仮想的な剛性変化

パッシブ脚ながらバネ定数が仮想的に時間変化し転倒抑止



4. 結論

次世代月探査に向けた着陸機転倒防止法を2つ検討

セミアクティブ制御を行う方法

あらゆる角度で着陸可能なことを3次元シミュレーションで確認
磁性流体ダンパを使用して実証

差動滑車を用いる方法

2次元シミュレーションで着陸可能領域増加を確認
仮想的に脚の剛性を変化させ転倒防止可能