

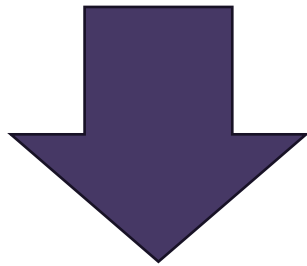


月面着陸技術の今後の発展

宇宙航空研究開発機構

国際宇宙探査センター

SLIMの成果である高精度着陸と越夜については、我が国の強みであり、今後、さらに技術を発展させることが必要。
また、月面への輸送については、海外の動向を踏まえても民間主体で実施する動きがあり、円滑な技術移転により、民間企業の月輸送の事業化にもつなげていくことという視点も重要。



SLIMの次の月面着陸については、上記を踏まえて以下を検討

- 画像航法アルゴリズム等の航法誘導制御系の技術を継承発展
- Flash LiDAR等のアクティブセンサの技術開発
- 越夜技術の発展
- 民間企業による事業化

(宇宙技術戦略より)

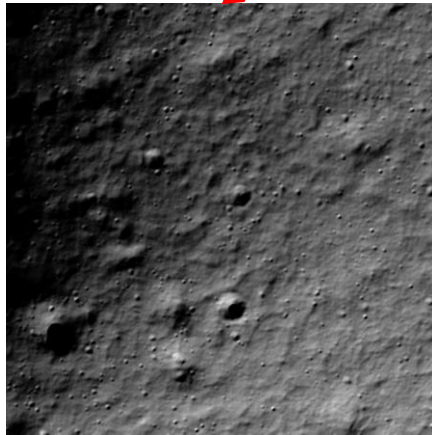
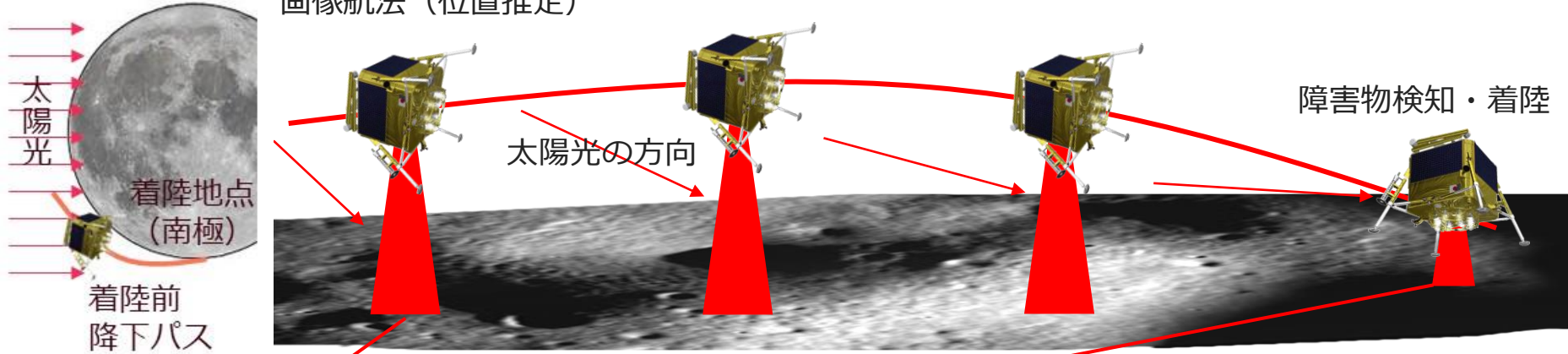
(高精度着陸技術により) 科学的に調査価値の高い場所に着陸することや面積の限られた長期日照領域への着陸等も可能となる。今後は、より多くの輸送能力や、安全に着陸する技術等を獲得し、月着陸機システムによる月面への物資輸送等へ発展させていくことが期待される。

高精度着陸技術について

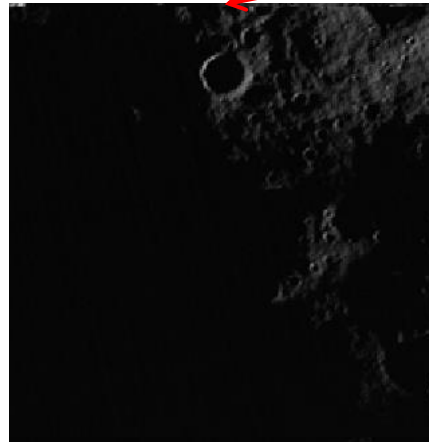
○今後の必要な技術開発

- ・ハイコントラスト(日照の場所と日陰の場所の明るさが大きく異なる)となる月極域でも高精度着陸を可能とする航法誘導制御技術

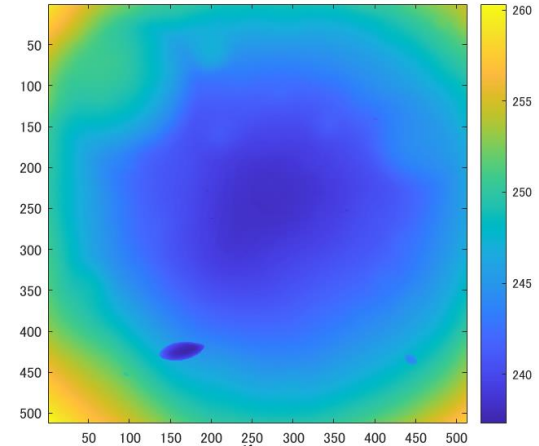
画像航法 (位置推定)



陰は大きくなるが比較的広い範囲で月面撮像可能

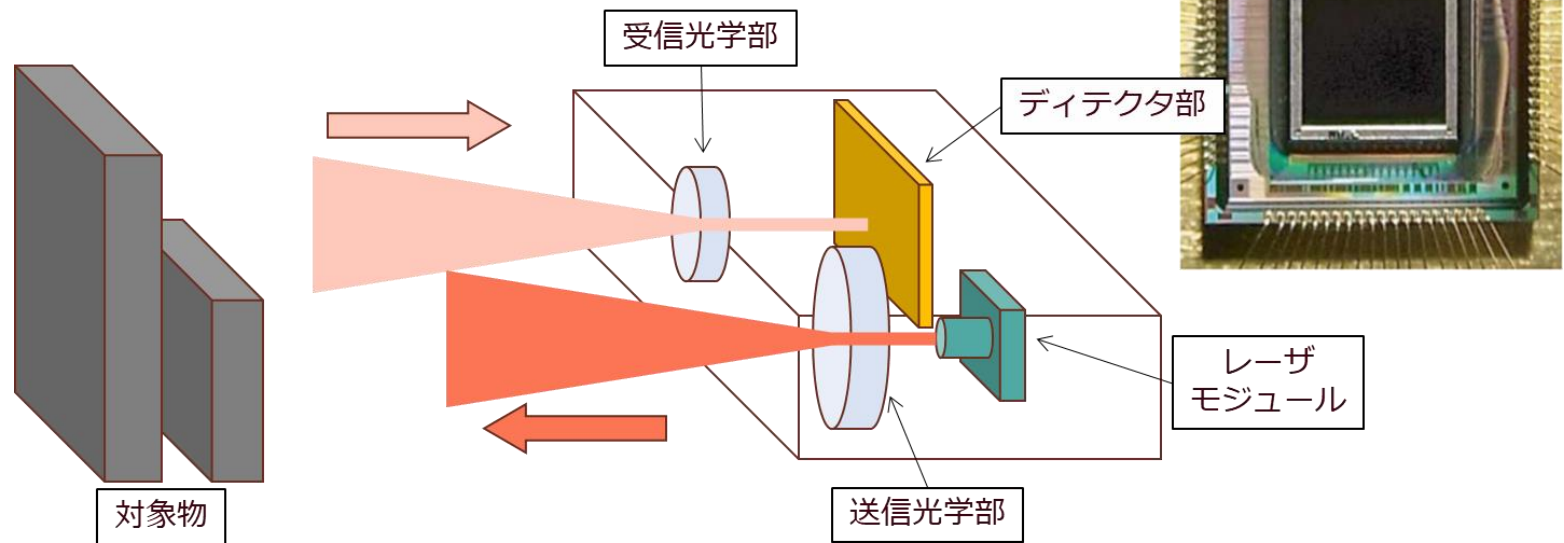


狭い範囲撮影すると大部分を陰が占める可能性



アクティブセンサでは陰の有無関係ない距離/傾斜データを取得可能

- Flash LiDAR等のアクティブセンサの技術開発



Flash-LIDARは、自然光を光源とする輝度カメラと異なり、自ら送信したレーザー光が反射した光を検出し、距離画像として取得する

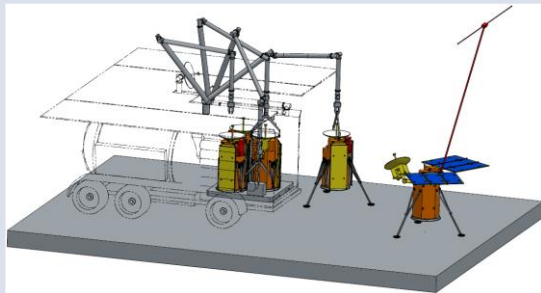
月面の科学実現にあたって、**日本の強み技術を最大限に活用**する。

<月面の科学3テーマ>

①

月面からの天体観測 【月面天文台】

- ・ IKAROS等で培った軽量なアンテナ展開技術
- ・ アルマ望遠鏡 (ALMA) 等で培った電波天文技術

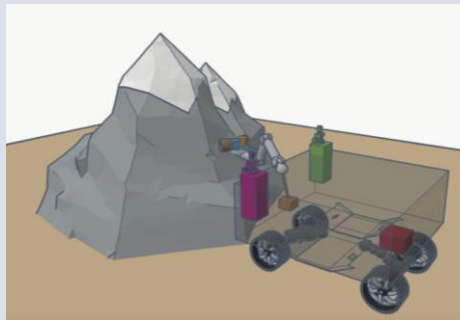


月面天文台設置イメージ

②

重要な科学的知見をもたらす月サンプルの選別・採取・地球帰還 【月面サンプルリターン】

- ・ はやぶさ等で培ったロボティクス技術、リモートセンシング技術（その場観測技術）、サンプル分析/保存技術

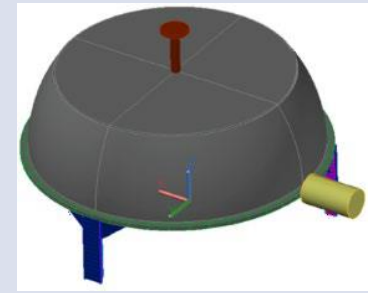


ローバによる月面サンプル採取イメージ

③

月震計ネットワークによる月内部構造の把握 【月震計NW】

- ・ LUNAR-A、Dragonflyで培った宇宙用地震計技術（我が国の地上用途の強みを持つ地震計技術を宇宙仕様化することで、更なる強化を図る。）
- ・ PROCYON、OMOTENASHI、EQUULEUS等超小型探査機で培った小型パッケージ技術



月震計ユニットイメージ



III. 月面探査・開発等

月着陸技術

i. 環境認識

月着陸技術は、我が国として探査活動の自在性を維持するために国内で確保、発展させていく必要がある。特に、従来の月着陸は位置精度にして数 km 程度の誤差が発生するものであったが、我が国は、小型月着陸実証機 (SLIM) により世界に先駆けて 100m 以内の高精度着陸技術の実証を達成しており、技術的優位性を有する。これにより、科学的に調査価値の高い場所に着陸することや面積の限られた長期日照領域への着陸等も可能となる。今後は、より多くの輸送能力や、安全に着陸する技術等を獲得し、月着陸機システムによる月面への物資輸送等へ発展させていくことが期待される。

ii. 技術開発の重要性と進め方

SLIMで実証した画像航法アルゴリズムをはじめ、各種航法センサや誘導アルゴリズム、制御アクチュエータを含めた航法誘導制御系の技術を継承発展させることで、日照の場所と日陰の場所の明るさが大きく異なり、ハイコントラストとなる日照環境の月極域でも高精度着陸を可能とする航法誘導制御技術を確立することは非常に重要である。更に、月面離着陸が可能な再使用型物資輸送機 (月周回拠点と月面拠点を往復) や有人月着陸機の実現に向けては、月面拠点に隣接する着陸スポットへの定点着陸技術の開発も必要になる。また、極域のように (太陽光が低い角度で入射することに伴う) 長い影が発生する環境においては光学画像を用いた障害物検知が難しく、Flash LiDAR をはじめとしたアクティブセンサが必要となると考えられる。自律障害物検知・回避技術は実用的に安全に着陸するために必要なものであり、研究開発を行い、技術を確立、蓄積していくことも非常に重要である。