

LIME プロジェクト

一月探査機 LADEE による月面閃光観測 LIME 計画に参加しようー

●はじめに

2013 年、米国航空宇宙局 (NASA) Lunar Science Institute (NLSI) が月面大気・チリ観測のための探査衛星「LADEE (ラディ)」を打ち上げます。LADEE が月観測を行う 100 日に、NASA で月科学研究をしているブライアン (Brian Day) 氏のグループが地球上からも観測を行う予定になっており、NASA にインターンシップで参画していた日本大学理工学部の黒柳貴子氏の提案で月面閃光観測プロジェクト「LIME (ライム)」として、日本の大学やアマチュア天文家、天文台や科学館も参画することになりました。ブライアン氏からアメリカ在住の浦田伸夫氏に日本のアマチュアが隕石が月面に衝突する時の観測に参画することの相談があり、2012 年 7 月に日本天文愛好者連絡会 (JAAA) の藤由氏に、ブライアン氏から正式なアプローチがあり、日本のアマチュアほか天文関係者に呼びかけ参画するということでスタートしました。LIME プロジェクトを紹介し観測者を募る日本語サイトを「MOON.J」と名付け黒柳氏が立ち上げ、観測方法、観測機材の選定等に関する情報についても少しずつ発信しています。日本のアマチュア天文家や天文台、科学館、学校等が連携し観測を行うため、2012 年 10 月に日本天文協議会のワーキンググループとして組織することを目指し準備を進めています。

★LIME プロジェクト案内ページ「MOON.J」

<http://limejpn.web.fc2.com/index.html>

★LIME プロジェクト募集要項 (NASA サイト内/日本語)

<http://lunarscience.nasa.gov/citizen-science/impact/ja/>

★LIME プロジェクト Facebook

<https://www.facebook.com/pages/LIME/318621708236362#!/pages/LIME/318621708236362>

●NASA の月面大気観測探査機 LADEE とそのミッション

LADEE の目的は、月の希薄な大気やチリ、粉じん環境を観察するというものです。月表面物質の密度や組成、隕石などの小天体の月面衝突などによるこれまでの月面大気の変化に関するデータを取得し、大気中の微粒子のサイズ、電荷、静電輸送ダストの空間分布などを検討します。さらなる目的として、アポロ宇宙飛行士の報告した情報通りの環境や現象がどうであるかなどを判断し、宇宙基地建設やロボットのよるミッション (観測、建設など) において大気中のチリや隕石などの衝突の頻度や影響を明らかにすることが計画されています。

この LADEE には、質量分析計、紫外・可視分光計、ダスト検出器が装備され、月軌道上での月面・月大気観測を行います。月面レーザー通信のデモンストレーションも行われ

ます。

2012年の打ち上げを予定していましたが、その後2013年1月15日にミノタウロス5でワロップス島（アメリカ合衆国）より打ち上げることになり、さらに数か月、打ち上げが延期されています。LADEEは打ち上げ後60日で月大気を観測できる高度の月軌道にのり、その後100日間の観測を行います。実際には、30日かけて周回軌道にのせながら遠目で月を観察し、その後30日でさらに月に近づきながら周回観察をし、その後、100日間、月面上空20~75kmの位置で大気観察し終了となります。このLADEEは本格的月探査のための事前情報収集を目的とした探査機であるため、今回のミッション終了後は宇宙空間のはるかかなたを彷徨うこととなります。

●LADEEの目的と地上観察、日本が参画する意味を考える

LIMEは、地球上から月を見た時に、「月の欠けた影の部分に隕石等の小天体が落ち光る現象を捉える」というものです。

今回のLADEEに付随するLIMEプロジェクトのような各プロジェクトの真意は、NASAからも大きくは公表されていませんが、その目的は次の通りと考えることができます。今回の月面閃光観察は、探査機1台で月の衝突状況をとらえることから、探査機で採取したデータの信憑性確認（閃光位置、閃光時間や状況、可視光データなど）のため地球上でもの観察データが必要になると考えられます。今回のプロジェクトでは、月に流星物質が衝突する頻度と衝突における特徴、月面大気の調査に主眼がおかれていますが、この調査は、月面基地の建設、耐久の問題のほか、月資源や太陽風の影響に関する研究にも関連することが考えられます。このようなプロジェクトに日本の幅広い層の人々が参画することは、月や隕石、太陽の影響、生命起源に関する多くの謎の解明へと寄与するとともに、現在も宇宙で活動する宇宙飛行士たちの安全や、未来を担う人材の育成、人類の将来にもつながります。これらのことは、日本が将来にわたって宇宙開発に参加するためにも重要な意味を持ちます。

探査機は、衝突物の可視的特徴、月面の可視的特徴も捉えることでしょう。それを地球上から多くの人によって観察を試みる理由には、探査機1台ではとらえることのできない部分を細くする意味とともに、天文家による小惑星探査機「はやぶさ」落下時の観測および可視画像の解析から得られた結果同様、可視画像の示す科学的現象へのチャレンジもあると考えられます。また、地球上からの観察の容易さと課題、地球のどこからの観察が条件がよいか、どの地域（国）の観察意識が高いかなどの情報収集なども、考えられます。

日本では、98年~99年にしし座流星群を1つのチャンスとして電気通信大学の柳澤先生などが観測を実施し、その後2007年にふたご座流星群による月面閃光観察が行われています。アメリカでは Lunar Meteoroid Impacts などアマチュアによる観察が熱心にされています。今日の日本では月の観察を光学的手法のみで行う人も減少していますが、光学的な観測は夢やロマンを抱くだけでなく科学的アプローチにも補足的に重要な価値を持って

おり、古くから天文界をアマチュアが支えてきたという日本独自の国民性は、日本の将来に大切な役割をすることでしょう。観測データは NLSI に提供しますが、日本国内の登録を行ったアマチュア・研究者・学術研究機関等に提供するとともに、積極的に学会発表、日本学生科学賞、坊ちゃん科学賞等への発表を行っていきます。

●月観測の準備と LIME プロジェクトの基準

LIME プロジェクトでは、一定レベルでのデータ取得のため、科学の手法にのっとり、一定の観測条件下での観測とデータ処理が求められています。LIME プロジェクトでは、LADEE のための高度観測のほか、多くの人に月観察に参画してもらうための月観察プログラムも実施し、高校生や中学生、一定規格の機材を持っていない方の参加も募集したいと考え検討を行っています（流星の眼視観測も行い、お月見ナイトへの参画も図ります。こちらは要項が出来上がり次第、公開・参加呼びかけを行っていく予定です）。

現在 NASA のサイトで公開されている LIME 用機材の基準は、過去に NASA が行った月面閃光観測時の設備です。当時と同じ観測レベルを行う場合、いまでは技術の発展もあり、当時よりも簡素な設備と安価な機材で観測が可能となっています。過去の月面発光を捉えた事例から、少なくとも明るさ 7 等程度の光を捉えられる機材を考える必要があります。現在 NASA が提示している基準をもとに整理すると次のような条件となります。

- ・機材として、天体望遠鏡、赤道儀（自動追尾ができる架台）、動画録画用のビデオカメラ、動画処理のための PC、GPS（時刻と観測位置の確認）を準備します。
- ・望遠鏡は月面を大きく撮れ、視野に月縁の入る程度のもので、口径 25cm 以上・f4.7 程度のニュートン式望遠鏡、シュミットカセグレン等を基準としています。
- 例 ニュートン 25cm（10 インチ）、F4.7（焦点 1200 mm 程度）
- ・月観測時間の条件：観測時間は夕方から朝にかけて。月が 10%～50% 見えているときにしてください。50% 以上だと明るすぎ、10% 以下でも正確なデータが取れません。
- ・GPS は観測位置と時刻を正確に測るために準備します。PC につける USB タイプの GPS が 3,000 円程度で購入可能です。ほかにも PC 時間補正ソフトがあります。

※さとくん

<http://sendaiuchukan.jp/data/occult/gpsradio/satk.html>

- ・ビデオは、天体望遠鏡用ビデオカメラまたはデジタルカメラ（動画モード）（NTSC）、コリメート法可能なもので、撮影は 1 秒間に 15～30 フレームできるもの。撮影した動画を PC に取り込み、ソフトウェアでデジタイザー AVI に変換（月面衝突発行が見られた前後を数秒ピックアップし、その撮影した画像を 720×480 ピクセルに変換、サイズは 1 GB まで）します。

※LunarScan Detection Software v1.5（無料ダウンロードできます）

<http://www.gvarros.com/lunarscan15.zip>

- ・月での閃光を自動検出しキャッチする画像ソフトとして、UFO キャプチャーがあります。

圧縮しないで撮影画像を格納することから流星観測者の間で使われています。ただし、流星はキャプチャーしますが月面の小さな閃光の場合、自動キャプチャーしてくれるかの課題があり現在、検討中です。

●スケジュール

2012年10月初旬までに、日本全国の月惑星、流星、掩蔽、変光星研究者、閃光観測実施機関（天文台、科学館、大学等）を中心にプロジェクト説明、協力依頼。日本天文協議会および参画機関に事前説明。LADEE 基準に基づく LIME プロジェクトと基準外観測プログラムについて ML・FaceBook を用い最終条件および事例をまとめ、公開準備を進める。

2012年10月19日 日本天文協議会に JAAA より WG 申請。

2012年11月23日 日本天文愛好者ミーティング 2012（JAAA2012）にて詳細説明、および参加、協力者を募集。JAAA2012 分科会にて観測機器、観測方法、データ処理基準と事例などについて話し合う。

2012年12月～2013年4月 ミニセミナー開催（全国の天文イベント等にて）

2013年12月～2013年3月下旬 ワークショップ開催（例：3月中旬 天文学会@埼玉）

- ・講師候補：柳澤先生（電気通信大学）、大西氏（長野高専）、東亜天文学会 月面課
- ・内容：講演、研究例、観測例、

2013年5～6月 観測勉強会+プレ観測（リハーサル）

2013年6～12月 LIME プロジェクト

●発起人

黒柳 貴子（日本大学理工学部物理学科4年）：WG 代表（予定）、web 担当

藤由 嘉昭（東亜天文学会東京支部長/JAAA コンタクトパーソン）：Facebook 担当

武島 佑季（帝京大学理工学部航空宇宙工学科4年/冬の陣実行委員）

●協力

友田 和美（JAAA/天文教育普及研究会/Cresesnt Moon）：書類作成・PR 支援

友田 哲（JAAA/天文生活/星天の会/つくば星の会）：日本天文協議会申請支援

茶木 恵子（こども達に星を観せる会/豊中天文同好会/豊中天文協会）

藤原 佳志子（茨城大学 宇宙科学教育研究センター）

飯塚 礼子（天文教育普及研究会/日食情報センター/虎ノ門天文会館）

長谷部 孝男（東亜天文学会 月面課）

三品 利郎（東亜天文学会 月面課）

池村 俊彦（東亜天文学会 月面課）

柳澤 正久（国立大学法人電気通信大学 教授）