航空宇宙工学科　流体工学系

阿部 研究室

研究テーマ

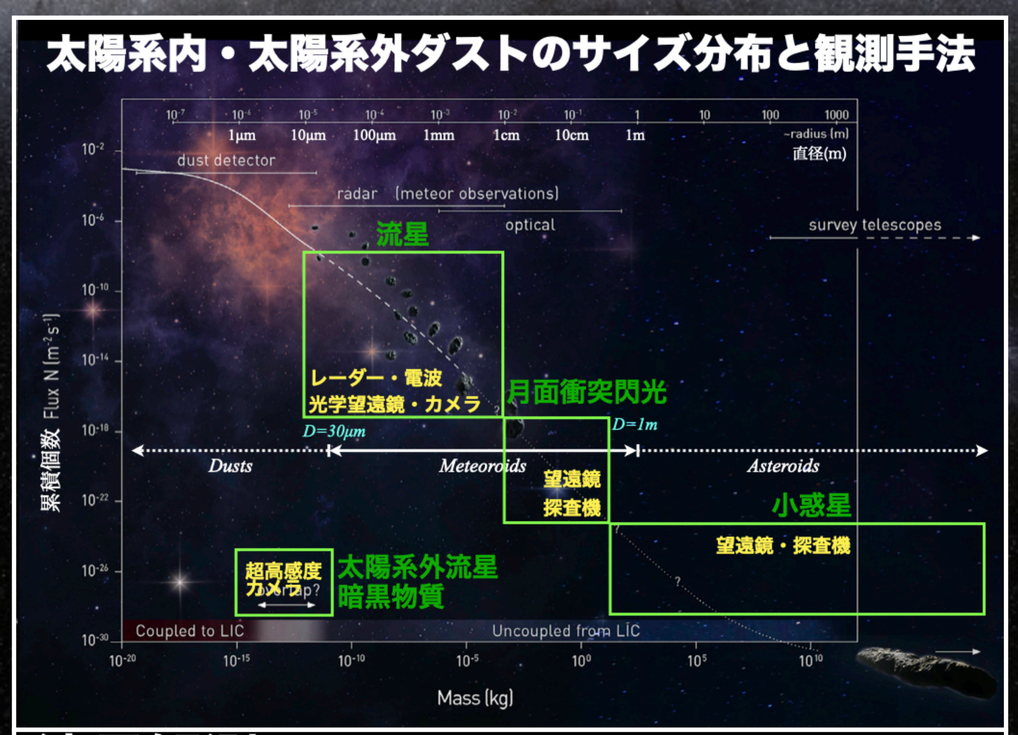
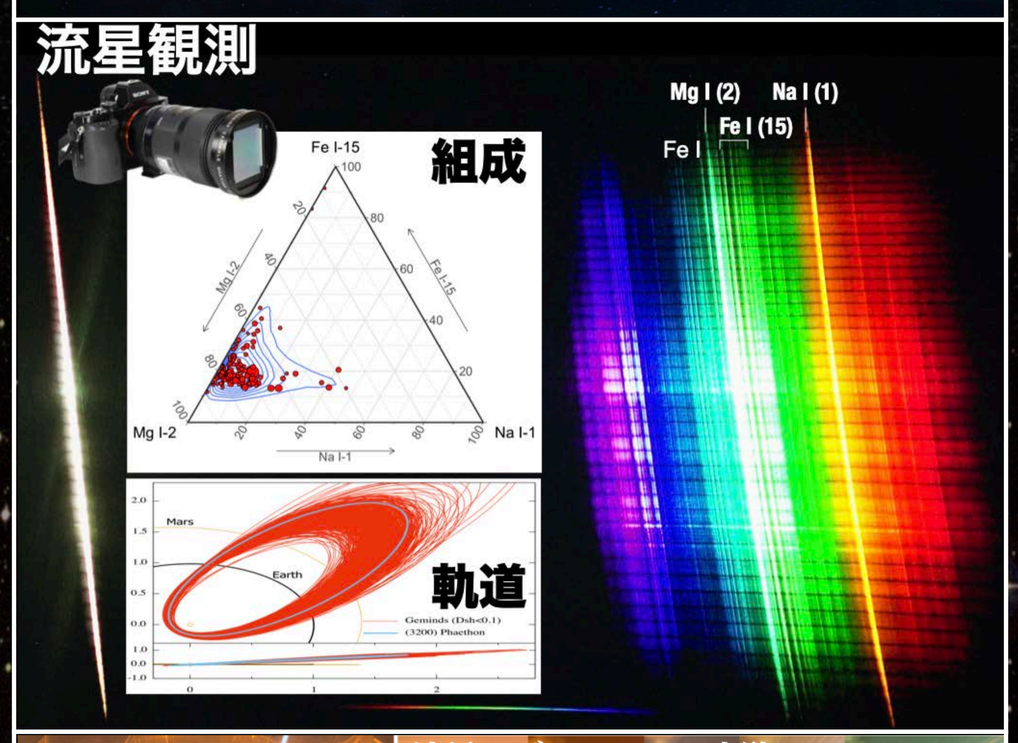
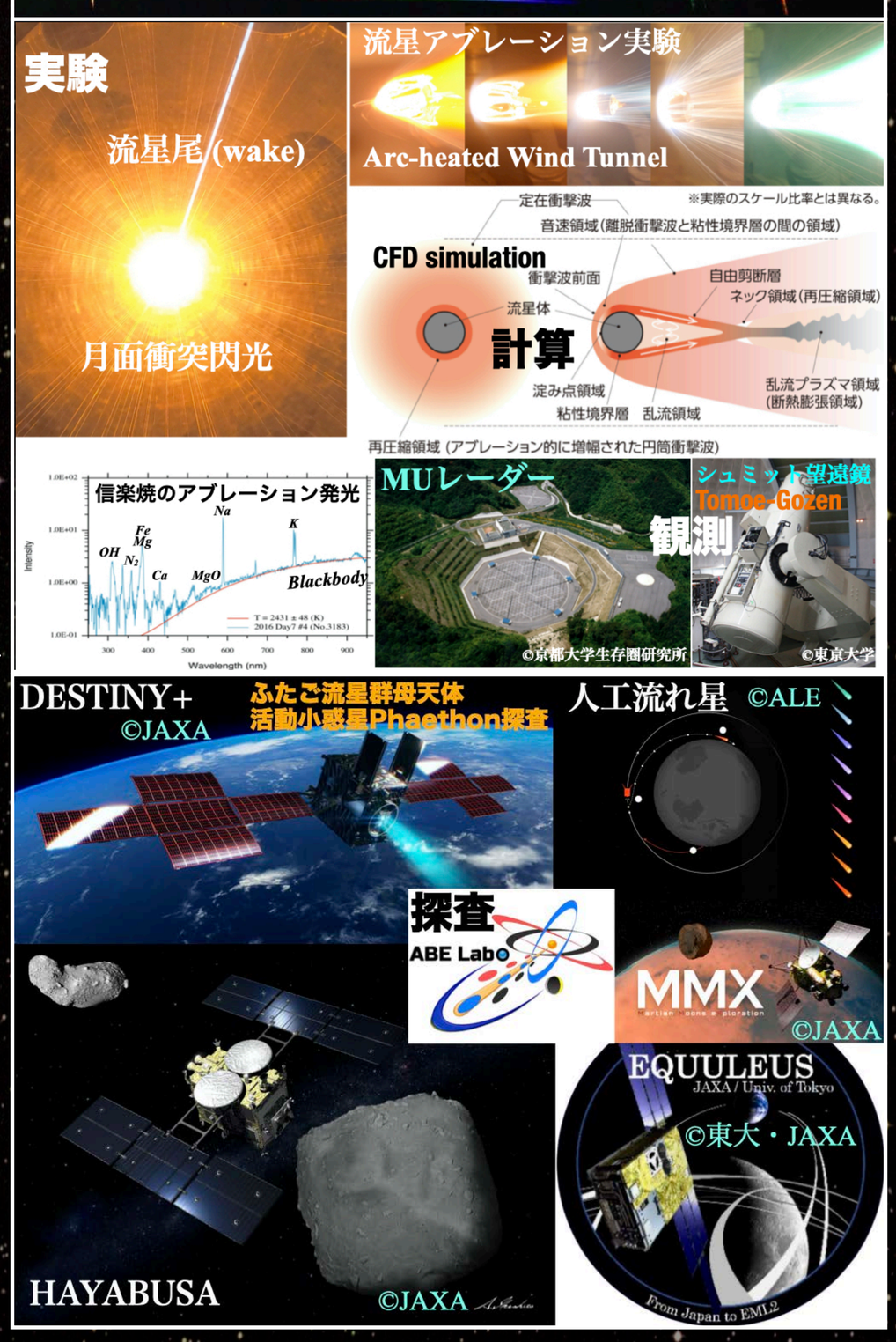
「地球-月での天体衝突現象の総合理解と，宇宙科学で支える人類の宇宙開拓」を目的として、太陽系で最も始原的である小惑星・彗星・流星体といった太陽系小天体を対象に「地上望遠鏡観測・室内実験・数値計算・探査」などの手法を応用した学際的研究に取り組んでいる。

● 流星の研究

直径がmm程度のメテオロイド(meteoroid=流星体)が，秒速12km～72kmの超高速で惑星間空間から地球大気に突入する際に生じる現象が「meteor=流星」である。流星が発光する中間圏～熱圏下部(高度80～100km付近)で，強い衝撃波を伴う極超音速流が流星体の周辺に生じる。このとき流星体は，淀み点付近の高温圧縮大気層(衝撃層)からの対流加熱と，衝撃層と衝撃波からの輻射加熱の2種類の加熱に曝され高温になり，固体表面から溶融・昇華したガスは，大気中の原子・分子と衝突することで励起され，地球大気励起種と共にプラズマ発光する。この一連の加熱とアブレーション発光を理解しつつ，メテオロイドの組成・軌道とサイズ分布(質量分布)を調査する目的で取り組んでいるのが，(1) 流星の分光観測(特にJAXA・DESTINY+ミッション・ターゲット活動小惑星Phaethon由来の「ふたご座流星群」，鉄流星などの特異な流星，火球など)，(2) アーク加熱風洞や超高速衝突実験施設を用いた流星アブレーション実験，(3) 東京大学木曽観測所・シュミット望遠鏡Tomo-e Gozenカメラと京都大学生存圏研究所・MUレーダーを用いた微光流星の同時観測(電波と光学の流星同時観測)，(4) 低軌道衛星から流星体を放出して再突入させる「人工流れ星」やJAXA・HAYABUSA，NASA・OSIRIS-REx等の地球帰還カプセル観測，(5) 流星プラズマ発光スペクトルや非平衡数値流体計算などである。宇宙からの人工流星実験に関しては，宇宙ベンチャー(株)ALEと協力し，組成・形状・密度が既知の直径数cmの流星体を，突入日時と場所をコントロールしながら秒速約8km/sで大気再突入させて観測を行い，流星発光メカニズムの精緻化や高層大気を診断する。また，暗黒物質と太陽系外流星の検出を目指すDIMS国際プロジェクトに参加しており，観測システムの開発・アップデートを進めながら，米国ユタ砂漠での観測を行う。

● 月面衝突現象の研究

メテオロイドが秒速数10kmで月面に衝突すると，運動エネルギの一部が可視光から近赤外線波長のエネルギに変換され，閃光として観測されるのが「月面衝突閃光(Lunar Impact Flash、以下LIF)」である。地球から見た典型的なLIF現象は，最大発光等級で5～10等級，継続時間0.01～0.1秒，質量数g～数百g(直径数cm～数十cm)のメテオロイドによる衝突閃光だと見積もられている。しかし，月光(月面昼側)に対して非常に暗いため，夜側部分が大きくなる三日月から半月頃の月齢で，月面夜側部にしか検出されない。月面を巨大な望遠鏡に見立てた観測から，流星と小惑星を繋ぐサイズ領域の衝突頻度を効率的に調べることができ，将来の有人月面活動の際のリスク評価にも役立つ。また，日大理工・船橋キャンパスにてLIF観測専用の口径40cm望遠鏡を用いた定常観測を行なっている。更に，東大とJAXAが開発した超小型6U探査機「EQUULEUS」に搭載されたLIF観測カメラ「DELPHINUS」の開発を阿部研主導で行った。NASA-SLS初号機の相乗り衛星として2021年度に打ち上げられ，地球-月ラグランジュ(EML2)点航行技術実証ミッションを通して，人類初となる宇宙からのLIF観測も行う。月周回ステーション「ゲートウェイ」や月周回衛星からのLIFの可視-赤外観測も提案中である。
JAXA/ISAS・超高速衝突実験施設を用いたLIF模擬実験や複数の物質での衝撃波を扱う衝突数値計算など，LIF発光現象の物理解明と地球-月系(シスルナ空間)環境理解に向けた観測-探査-実験-計算からユニークな研究に取り組んでいる。

● 小惑星の研究

次期小惑星探査機「DESTINY+」のターゲットは，「ふたご座流星群」母天体のB型(活動)小惑星Phaethonである。Phaethonの表面温度は，0.14天文単位の近日点通過前後で1,000Kを超え，彗星が枯渇した彗星-小惑星遷移天体(CAT)であると考えら，Phaethonから分裂した小惑星2005 UDも発見されている。これらの分裂小惑星群の分裂メカニズムと地球に落下する隕石との物質化学的・天体力学的関連について探求し，太陽系小天体の起源と進化，流星群の関連と地球生命の起源に関する研究についても取り組んでいる。また，D型小惑星に類似した火星の衛星フォボスの起源を調査する火星探査ミッションMMXにも参加している。