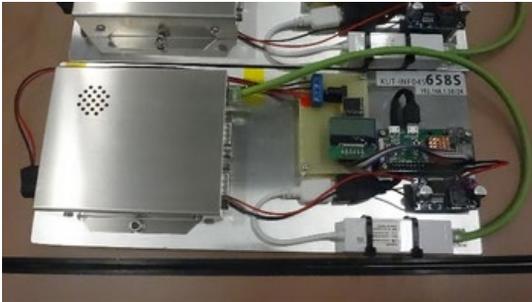


本学が開発したインフラサウンドセンサでNASA探査機「OSIRIS-REx」地球帰還時の衝撃波観測に挑戦

2023年9月24日、アメリカ航空宇宙局（NASA）の探査機「OSIRIS-REx（オシリス・レックス）」が、地球から約3億3000キロメートル離れた小惑星ベンヌで採取したサンプルと共に地球へ戻ってきます。

システム工学群 宇宙地球探査システム研究室の西川 泰弘助教と蓮見 佑太（大学院修士課程航空宇宙工学コース1年）は、アメリカのネバダ州ユークラにおいて、米国サンディア国立研究所チームと共同で、オシリス・レックスが投下する地球帰還カプセルの衝撃波観測を行います。同研究室が米国で地球帰還カプセルの観測を行うのは、NASA「スターダスト」（2006年1月）に次ぎ2回目、超低周波音（インフラサウンド）の観測は、豪州でのJAXA「はやぶさ」（2010年6月）、「はやぶさ2」（2020年12月）観測に次いで3回目となります。



（INF04と本学の学生が開発・製作した小型収録装置）

今回の観測は、サンディアチームが用意する70台のセンサに日本から持参する7台を合わせた計77台のインフラサウンドセンサ等を使用して実施します。簡易型の地震計や絶対圧力計も駆使し、大気圏突入後のカプセルが上空を超音速で通過する際に生成される衝撃波を、国際協力により多地点で観測します。この内、同研究室が製作した、持ち運び可能な小型軽量のインフラサウンドセンサ（INF04）5台は「はやぶさ2」帰還時の観測実績を有し、豪州で取得された過去データとの比較計測のために重要な役割を果たします。

【ポイント】

- ・小惑星サンプルが入った地球帰還カプセルが日中に大気圏に突入するのは世界初。「はやぶさ2」のカプセルは夜中に帰還したため、流れ星のような光条により、光学観測（カメラによる観測）ができた。今回の帰還は、日中のため、光学観測により、カプセルの軌道を決定（通り道の計算）することは困難と予想されている。
- ・インフラサウンド観測による軌道の決定は、周囲の明るさの影響を受けることなく、「はやぶさ2」帰還時と同じ精度で軌道を決定することが可能である。
- ・衝撃波を観測したインフラサウンドのデータを分析することは、地球の大気中を通過する流星体の飛行を記述するモデルの改善と検証に役立ち、流星体のサイズ・速度と超低周波音（衝撃波音）の特徴との関係を精緻化し、流星体の質量決定精度の向上や上空大気の力学に関するより多くの情報の提供につながる。
- ・今回、同研究室がサンディア国立研究所の観測計画への助言を要請されたことを契機に、米国・豪州の研究者との間でオンライン会合を実施。「はやぶさ2」帰還時と同じインフラサウンドセンサで計測することで両計画の比較観測を行う国際的な貢献案を提案し、西川助教ら2名の現場参画につながった。

【お問い合わせ先】

高知工科大学 広報課 前田・石川
 TEL.0887-53-1080
 E-mail : kouhou@ml.kochi-tech.ac.jp

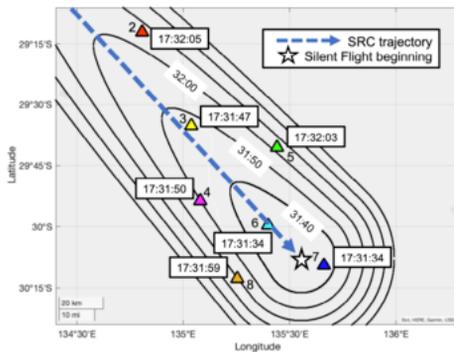
【研究概要】

インfrasoundとは、人間には聞こえない周波数 20 [Hz]以下の音のことで、特性周波数が低いため地球大気中を長距離伝搬できる特徴があります。また、火山噴火、地震、津波、落雷、土砂崩れ、大規模爆発などの災害をもたらすような事象によって発生することが知られており、これらをリモートセンシング（遠隔計測）することで、災害の早期探知や規模（エネルギー）解析を行うなど、減災に活用できると考えられています。

宇宙地球探査システム研究室では、2004年からインfrasoundに注目した基礎研究を行っており、緊急地震速報の“津波版”に向けて、津波発生を検知し、その規模や到達時間などを速報する「複合型インfrasoundセンサ」を企業と共同で開発しました。現在は、高知県をはじめとする全国30カ所に同センサーを配備し、超低周波音観測ネットワークを構築。日々の変動を連続的に計測することで、各地の災害危険性の指標を確立しようとしています。

しかしながら、遠方への音の伝わり方というのは今も未解明な部分が多く存在しています。音は地上だけでなく上空にも伝わるため、インfrasoundを防災に活用するためには、音の伝わり方の全体像を解明することが重要となります。そこで、人工天体の地球帰還は貴重な実験機会です。

2020年12月6日「はやぶさ2」により小惑星リュウグウで採取したサンプルを格納したカプセルが、地球(オーストラリア)に帰還した際には、同研究室が世界で初めて音（インfrasound）の観測のみから人工天体帰還カプセルの軌道を決定することに成功しました。



（「はやぶさ2」衝撃波の広がり方と帰還カプセルの軌道）



（「はやぶさ2」カプセル帰還時に設置した小型のインfrasoundセンサ等）

後方から迫ってくる車の距離と方向を耳で聞いた音から察することができるように、インfrasoundの観測から物体の距離と方向を決定することができます。前回の観測では28地点の音（インfrasound）を用いて「はやぶさ2」のカプセルの距離、方向、速度を決定しました。これにより従来のビーコンやカメラでの観測に次ぐ、新たな軌道の決定手法が確立できました。インfrasoundを用いての観測は、ビーコンの故障時、悪天候によるカメラ観測が難しい場合の補助機器として役に立つ他、ビーコンの取り付けられていない自然物体を観測することができます。

また、サイレントフライトという新たな概念（呼称）を確立しました。以前から流星などの超高速の飛行物体が大気圏を通過する場合、音と光を出すことは知られていました。しかしその音を出す条件と光を出す条件の関係性はよくわかっていませんでした。「はやぶさ2」の「音」の解析結果から、光を出す時間よりもカプセルが音（インfrasound）を出す時間が、約1秒、距離にして10km程度長かったことを発見しました。この新たな「聞く」という視点から、流星などの飛行物体が超音速で大気圏を通過した場合のエネルギーの放出や融解、崩壊現象について、「見る」ことしかできなかったこれまで以上に理解が深まります。

これにより、形状や素材が既知のカプセルが人工流星として大気圏に突入する際の地球大気との相互作用に関する物理プロセスや衝撃波のエネルギーを解明することが可能となり、また、最適な観測地点配置の決定に重要な役割を果たします。

さらに光学観測と比較することで、計測の難しい高度の大気状態を知ることもできます。将来的には他の惑星などの人が到達するのが困難な場所にもインfrasound観測ネットワークを形成し、「観測したい場所での観測網」を広げていきます。<<2/2>>