

多地点アレイ観測のための小型インフラサウンドデータロガーの開発

Development of a small infrasound data logger for multipoint array observation

1235114 井上 祐一郎 (宇宙地球探査システム研究室)

(指導教員 山本 真行 教授)

1. はじめに

周波数 20 Hz 以下の低周波域圧力波であるインフラサウンドは、空気中を伝搬する際の減衰を受けにくく長距離伝搬しやすい特性がある。また、災害に繋がる火山噴火や津波などスケールの大きい地球物理学的イベントに起因し発生するため、それらをリモートセンシングする手段として注目されており、防災への活用が期待されている[1]。

2. 背景

著者の所属する研究室では企業との共同開発により複合型インフラサウンドセンサの製品化に成功し、これまでにないスケールでセンサ配置が可能となったため、2017年には高知県内沿岸計 15ヶ所、2018年には太平洋沿岸に広く整備した。また、2019年には補助的な役割として機能を絞った低価格なセンサ(INF04LE)を開発した。これを従来よりも高密度に面的に配置することにより、解析に有用なデータが得られることが期待されている。だが、センサを運用するためには現状 Windows 専用ログインソフトが必要であり、1地点あたりの電力、コストがかかっている。

3. 目的

本研究では、小型インフラサウンドセンサ(SAYA製ADXIII-INF04LE)に特化し、その計測データを記録可能な、低価格かつ、省電力なデータロガーを開発することにより、はやぶさ2カプセルの地球帰還などの臨時観測イベント時にセンサの大量配備と比較的短期間の同時連続運用を可能とし、科学的に有意なデータ取得を行うことを目的とする。

4. 開発したロガー

開発したロガーは INF04LE にて観測されたインフラサウンドデータを Raspberry Pi で保存するものである。開発したロガーでは Ethernet を用いてセンサとロガー間の通信を行う。ジャックに直流 12V 電源を接続すると自動で起動し、起動後 1分ほどでログを開始する。図1は開発したロガーのブロック図である。INF04LE、DC-DCコンバータの対応入力電圧は9~18Vである為、自動車用バッテリーなどを接続することによって動作可能である。ロガーアプリケーションはGo言語で実装を行なった。また、アプリケーションの起動は crontab を用いている。本ロガーを用いて様々な観測実験を繰り返し行い、機能の追加や安定性の向上を行なった。

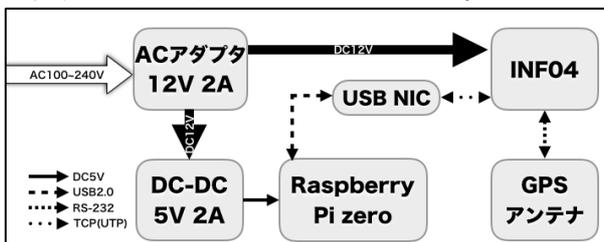


図1 開発したロガーのブロック図

5. はやぶさ2帰還時の運用

2020年12月6日2時28分頃(JST)に宇宙航空研究開発機構(JAXA)はオーストラリア南部のウーメラ砂漠へ小惑星探査機はやぶさ2の再突入カプセルを着陸させた。本観測は JAXA 他との共同研究として行われた。この時に開発したロガー21



図2 開発したロガーセット

台および株式会社数理設計研究所製ロガー7台の計 28 台のロガーと INF04LE センサを用い、合計 28 台のセンサ群を用いた大規模なアレイ観測を実施した。図2は本観測に用いた量産型ロガーセットである。

6. 結果と考察

本観測では配備した開発ロガー21台中20台(95.2%)が正常に動作し、計測データを取得することができた。

図3は本観測で得たデータの一部である。図内の N 型波形ははやぶさ2帰還カプセルが超音速で大気圏に再突入した際に発生させた衝撃波と思われるインフラサウンドである。

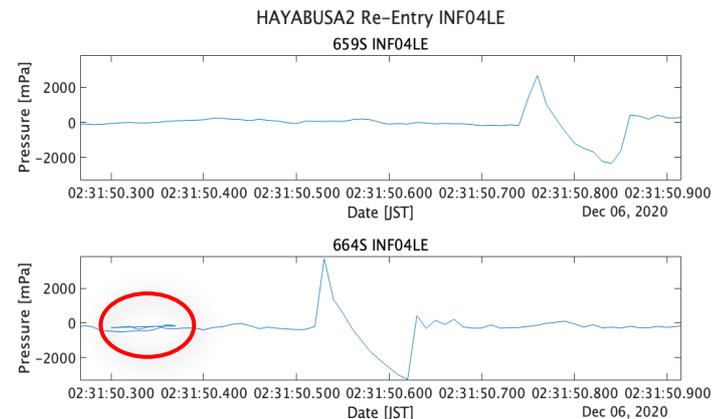


図3 はやぶさ2カプセル帰還時の観測データ(一部)

欠損した1台のロガーについては真夏のオーストラリアの砂漠において昼間には最高温度 45 °Cの過酷環境に晒されたためと推測する。図3の赤丸で示すような記録上の時刻が戻る事象が発生することを発見したが、これは INF04LE に接続している GPS モジュールの不具合であることが判明おり、データの解釈方法は把握している。

7. 結論

本研究ではインフラサウンドセンサ INF04LE に特化した低価格かつ省電力なデータロガーを開発することができた。また、開発したロガーを用いて様々な観測実験による試験運用を行い、ロガーをアップデートしていった。はやぶさ2カプセル地球帰還では量産したロガー21台中高温条件にさらされたと考えられる1台を除く計20台(95.2%)でデータ取得を行うことができ、ロガーとしての堅牢性を確かめることができた。だが、臨時観測を行うロガーに必要なと思われる電源や温度監視などの一部の機能を実装することはできなかった。

本研究で開発したロガーシステムを日本各地に配備することにより、日本のインフラサウンド研究ならびに防災応用に貢献できると考える。

謝辞

本研究の一部は宇宙航空研究開発機構(JAXA)、オーストラリア Curtin 大学他共同研究に参画した研究機関・研究者の協力により実施されました。COVID-19 の影響下での現地での委託観測への協力に感謝いたします。

参考文献

[1] 井上祐一郎, “複数種類インフラサウンドセンサを用いた同時観測のためのデータ運用基盤の開発”, 平成 30 年度高知工科大学卒業研究報告書, 2019.