

オゾンと放射線の関わりを解き明かす—ANCO-Project

足立 恭果 (名古屋大学), 石崎 大貴, 佐藤 正騎, 須田 亮介, 清本 拓人, 西濱 大将,
宮崎 剛, 蛭澤 悠 (埼玉大学), 宇井 瞭介, 飯田 和太, 金子 尚広, 徳光 和哉, 大場 翔悟,
勝野 太智, 山本 大凱 (名古屋大学), 川瀬 幹己 (名古屋工業大学)

Uncovering the relationship between ozone and radiation—

ANCO-Project

Kyoka Adachi (Nagoya University), Taiki Ishizaki, Masaki Sato, Ryosuke Suda,
Takuto Kiyomoto, Daisuke Nishihama, Tsuyoshi Miyazaki, Yu Ebisawa (Saitama University),
Ryosuke Ui, Kazuhiro Iida, Takahiro Kaneko, Kazuya Tokumitsu, Shogo Oba, Taichi Katsuno,
Taiga Yamamoto Motoki Kawase (Nagoya Institute of Technology)

1. 実験概要・団体紹介

ANCO-project は埼玉大学宇宙工学サークルのあかときと名古屋大学宇宙開発チーム NAFT の 2 団体で構成された合同プロジェクトです。今回、2022 年 09 月 25 日に高知県の土佐西南大規模公園で行われた「えひめ南予共同気球実験」に参加しました。

NAFT は「Nagoya-university Aerospace Flight Technology」の略称で名古屋大学と名古屋工業大学の学生で構成された大学生チームです。2012 年に学生団体初のスペースバルーン打上げに成功した団体であり、Link space をモットーに活動しています。ANCO-project に参加したのはスペースバルーン班のみですが、他に 5 つの班も存在します。

埼玉大学宇宙工学サークルあかときは埼玉大学・東京理科大学で構成されたサークルであり、2021 年に小型シンチレーション式放射線検出器を開発し、CORE が開発する「ひばり 1」ロケットにて、高度約 700m からその性能評価を行いました。文部科学省主催第 10 回サイエンス・インカレにて関電工賞・石井浩介賞のダブル受賞し、人工衛星や探査機、飛翔体技術に関わる開発・研究を行っており、プロジェクト毎の活動をしています。また、理学的ミッションを積極的に取り入れています。

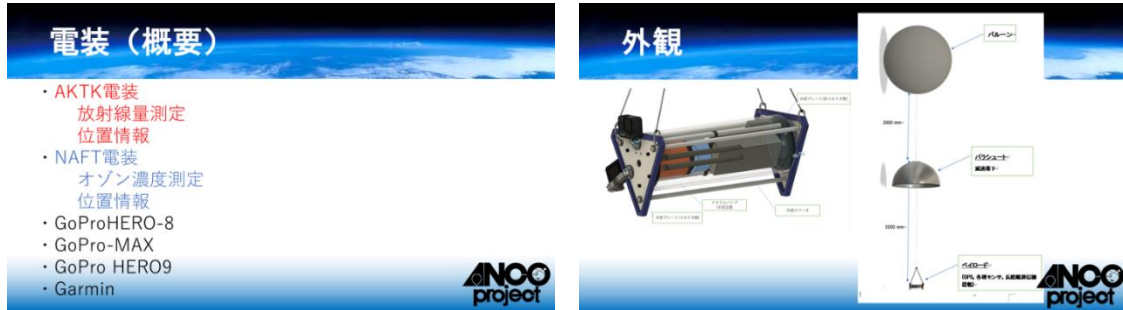
今回打上げに参加したのは NAFT とあかとき合わせて 16 名です。

2. 実験目的・役割分担

この ANCO-project の目的は成層圏のオゾン濃度と放射線量の測定です。オゾン濃度と高エネルギー粒子の関係は名古屋大学宇宙地球環境研究所などの研究により、高エネルギー電子により成層圏の中間層のオゾン濃度が小さくなっていることが指摘されています。^{*1}このことから、私たちは放射線でもオゾン濃度に影響はあるのかと考え、この関係を導くことを目的としました。そのために、スペースバルーンの運用実績がある NAFT と放射線検出器を扱ったことのある AKTK と共同で打ち上げることを決意いたしました。製作の役割分担はパラシュートと放射線量測定をあかときが、構造とオゾン濃度測定を NAFT が担当しました。製作中はスケジュールの都合上一度も会わず、完全リモートで行いました。

3. 搭載物・外観

搭載物の概要はこのようになっています。それぞれの団体に先ほど示した放射線測定・オゾン濃度測定に加えて位置情報・高度データの取得を行いました。位置情報については既製品である Garmin も搭載いたしました。



機体の外観は上の図 (右) になりました。アクリルパイプ内に電装部品や Garmin を入れ、アルミ板で蓋を作り水密構造を維持できるようにしました。カメラやセンサーは蓋部分に取り付けました。

4. 電装データ

今回の実験では

あかときの電装は下の図(左)に示したように上部分がセンサー・無線通信等、真ん中部分がデータロガー、下部分が放射線測定装置です。今回、位置情報の LoRa 通信の際、GUI を用いました。GUI とは LoRa によって送られた GPS 信号を位置がマップ上にプロットされ、機体がどこにいるのかわかりやすく表示させるものです。

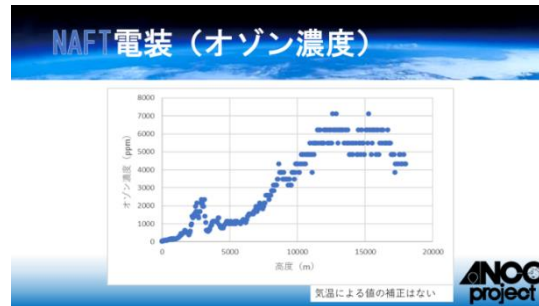


実際に送られた GPS 信号は黄色の点で示しています。高度も表示したものは青線で示しています。通信機器のトラブルにより放球直後からダウンリンクが途絶しました。高度 12km~16km 付近でダウンリンクが再度取得できたが、それ以降では再び途絶しました。



NAFT 電装は左の箱部分がオゾンセンサーであり、機体の外部につくようになっています。右の部分は機体内部に入り、マイコンやその他のセンサー、無線通信機等が入っています。

NAFT の電装が測定した GPS 信号をプロットしたものはこのようになっています。使用した GPS の仕様上、高度 10 km を超えたあたりからデータの更新は停止しました。落下中に高度 7 km を下回った辺りで再び取れ始めていたが、予想以上に落下が早く、確認不足で落下の最中にアンテナを一瞬外してしまったため、その後のデータは取得できていませんでした。



NAFT 側の地上局で受信したオゾンセンサーで取れた値は上のようにになりました。しかし、今回使ったオゾンセンサーによって大きく値が揺れることが確認できているが、気温のデータを受信するデータに含めていなかったため、具体的にどの程度値が変化しているかの検証はできていません。

5. サクセスクライテリアと結果・改善点

サクセスクライテリアと結果				
AKTK 放射線検出器				
	内容	評価方法	結果	評価
Minimum success	高度20kmで放射線検出器が動作し、データが取得できる	取得データから	放射線データが残っていないため不明。	×
Full success	放射線検出器が100イベント以上のデータを取得する	取得データから	放射線データが残っていないため不明。	×
Extra success	放射線検出器が取得したデータを解析し、何らかの物理的帰結が導ける	取得データから	放射線データが残っていないため関係性は不明。	×

サクセスクライテリアと結果				
NAFT オゾン測定				
	内容	評価方法	結果	評価
Minimum success	成層圏のオゾンデータ取得	取得データから	地上から10km以上での通信を確認	○
Full success	打上げから着水までの断続的なオゾンデータ取得	取得データから	LoRa通信が途切れるまでのデータは確認	×
Extra success	オゾン量データの解析を行い、放射線量との関係性を導く	取得データから	オゾンセンサーからの値のみで補正ができます。放射線データも残っていないため関係性は不明。	×

サクセスクライテリアと結果				
NAFT バルーン運用				
	内容	評価方法	結果	評価
Minimum success	スペースバルーンの放球・回収の成功	機体の打上げの是非	放球は成功したが、回収に失敗	△
Full success	機体が崩壊せずに回収できる	回収後目視	回収できなかったため、不明	×
Extra success	LoRaによる高度20kmからのデータ伝送	テレメトリ情報	17.9kmでの電装通信の確認	×
Extra success	LoRaによる打上げから着水までの断続的なデータ伝送	テレメトリ情報	落下開始までは確認できたが、人為的なミスにより、着水前に通信が途切れる。	×

あかときの電装は打上げ直前にダウンリンクの挙動が変わり、正常な動作が確認できなくなりました。挙動が変わったこと事態は仕方のないことですが、通信の問題なのか GUI の問題なのかの区別ができる状況にできる状態で打上げを行うべきだったと考えます。NAFT の電装は 21 日の放球時、オゾンセンサーの初期設定が上手くいかないことへの改善策が分かりませんでした。あかときの電装にも言えますが、いくつかの改善策を用意してから打上げ場所に行くべきであったと思います。また NAFTA の電装からあかときの電オゾンセンサーアンテナ交換してしまったことについては、今後、複数人でのチェックを行うこと他団体同士であったことから打ち上げ時を想定したりハーサルをするべきであったと思います。

構造については今回、低温下と水密のことを重視しすぎてしまい、高度上昇までの直射日光による機体内の温度上昇を考慮していませんでした。温度上昇が起こってしまったことで電装の働きに大きな影響が出てしまったと考えられます。例えば使用した Garmin では車内などの直射日光の当たる場所に放

置することを注意事項としています。今回使用した状況は車内に放置した場合とほとんど同様な状況であったため、機能が停止してしまったと思われます。

また、今回の打上げでは他の団体と同じ計算機を用いてシミュレーションを行いましたが、実際にはシミュレーション結果通りの高度落下に転じませんでした。この原因についてはバルーンを一度取り出した状態で打上げの順番を変えたことにあると考えます。バルーンの素材は天然ゴムであり、直射日光や人の皮脂等の少しの衝撃で劣化してしまいます。そのため、打上げ準備の直前にバルーンを取り出すことが必須ですが、取り出した後に順番を入れ替えたことで劣化した状態で打ち上げられてしまったのだと考えられます。今後はこれらの点を留保しながら開発をおこなっていかうと思います。

6. 参考文献

*1 : Miyohi Y. Penetration of MeV electrons into the mesosphere accompanying pulsating aurorae. Scientific reports. 2021