

03T 高高度気球による成層圏での気象データ収集の試み

愛知県立旭丘高等学校 天文部 SB Project:山田 真寛, 春日井 敬之, 水越 大聖, 大内 碧貴(高2), 傍嶋 隆太郎(高3)

○目標

高校生の活動を成層圏まで広げる。

○実験動機

旭丘高校天文部の活動理念である「世界一宇宙に近い高校」への第一歩として宇宙を身近に感じてもらえるような活動を行うために始動した。

○実験概要

2023年10月から2024年10月まで研究, 開発を行い、

- ・カメラ, センサ, 通信機器を取り付けたバルーンを成層圏まで飛ばした後、海上に着水させ、船舶で回収
- ・上空の映像, 音声, 気温, 気圧, 相対湿度, 放射線量率を観測。
- ・GNSSで位置情報を測位し、常時機体をトラッキング
- ・上空の強力な紫外線でUVレジンを硬化させ「世界一高い高度で作ったキーホルダー」の作成を行った。

○実験方法

各種実験・観測機器を搭載したゾンデ、その他バルーン関係機器(図1)を作成し、2024年10月13日、愛知県田原町伊良湖岬より発射した。配布資料Aに機体の詳しい解説を掲載している。

○結果

2024年10月13日午前5時32分47秒、愛知県田原町伊良湖岬よりバルーンを発射した。その後飛行を続け、午前6時39分00秒、高度28242mでバルーンが破裂、午前6時54分00秒に飛行を終了、着水した。飛行記録は図2のとおりである。また、観測した気象データは図3のとおりである。

○考察

得られた飛行・気象データについてそれぞれ考察を行った。

1)高度データ

得られた高度データと経過秒数の関係は図4のとおりである。

また、我々は打ち上げの事前にシミュレーションを用いたバルーンの軌道予測を行っている。その結果を図2に示している。

また、飛行記録の二次元データは図5のとおりである。このように蛇行した軌跡を描く理由は成層圏上に存在すると考えられる特有の気流が原因だと考えられる。この気流の性質を理解することで今後の飛行予測の精度を向上させることができると考えられる。予想された上昇、降下速度、実際の上昇速度、降下速度は図6のとおりである。

	実際	予測
上昇速度	7.05m/s	6.55m/s
降下速度	13.2m/s	5.0m/s
高度	28284m	31912m

図6) 上昇速度及び降下速度

実際の上昇速度は予想をわずかに上回っていることが分かる。これはバルーンにヘリウムを予定以上に過剰注入してしまったことが原因と考えられる。また、バルーンの破裂高度が予測より約3000m低下したことも同じ原因であると考えられる。また、実際の降下速度は予想を大きく上回っていることが分かる。そこで、落下時の映像を分析したところ、パラシュートの展開が不完全であったことが分かった。(図7)これは、パラシュート付近の紐が切れ、絡まってしまったことが原因であると考えられる。推定の約2.6倍の速度で落下したにも関わらず、着水後の機体は一部のみしか損傷せず、無事であったことから機体の耐久性の高さが証明されたこととなった。

2)気温,湿度データ

得られた高度データと気温,湿度データの関係は図8のとおりである。

上空での気温は対流圏において圏界面まで低下し続け、成層圏において上昇に転じることが知られている。今回はその変化を観測することができた。高度約16000mにおいて気温は低下から上昇に転じていることが分かる。我々はここを圏界面と断定した。また、相対湿度に関しては、対流圏内において大きな変動が見られたのに対し、成層圏においては10%程と一定の値をとり続けた。対流圏内で値の大きな変動があった際の映像を確認すると雲の内部を通過していたことがわかった。

3)放射線計数率データ

得られた高度データと放射線計数率データは図9のとおりである。高度約16000m付近まで放射線計数率は増加し、その後減少していることが分かる。これを我々は

Regener-Pfotzer Maximumと断定した。断定理由については放射線計数率が最大となった高度約16000mが気温データから断定した圏界面の高度と一致しているからである。

今回、放射線計数率データはGeiger Counterによって測定したため一次宇宙線と二次宇宙線の分別は不可能であったが、データは顕著な増加をたどっていたため、

Regener-Pfotzer Maximumと断定するには十分であると考えた。

Regener-Pfotzer Maximumとは

宇宙線が大気中の空気分子と衝突すると二次宇宙線が発生する(図10)。これによる二次宇宙線の量は圏界面付近で最も多くなることが知られている。この現象をRegener-Pfotzer Maximumと呼ぶ。

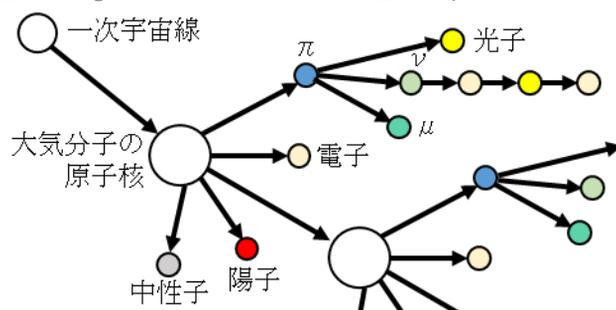


図10) 二次宇宙線の発生機序