

アラスカ学生ロケット SRP-4 による下部電離層電子密度測定計画

Measurement of Electron Density in the Lower Ionosphere Using the Alaska Student Rocket SRP-4

西尾 知浩[1], 石坂 圭吾[2], 岡田 敏美[1], 長野 勇[3], ジョセフ ホーキンス[4], 松本 紘[5], 宮澤 保夫[6]

Tomohiro Nishio[1], Keigo Ishisaka[2], Toshimi Okada[3], Isamu Nagano[4], Joseph Hawkins[5], Hiroshi Matsumoto[6], Yasuo Miyazawa[7]

[1] 富山県大・工・電子情報, [2] 富山県大, 工, 電子情報工, [3] 金沢大・工, [4] アラスカ大学学生ロケットプログラム, [5] 京大・宙空電波, [6] 宮澤グループ

[1] TPU, [2] Electronics and Informatics, Toyama Pref. Univ., [3] Electronics and Informatics, Toyama Pref Univ, [4] Kanazawa Univ., [5] Electrical Engineering, Alaska Univ.

ASRP, [6] RASC, Kyoto Univ., [7] Miyazawa Group

高度 130km 以下の電離層は下部電離層と呼ばれ、衛星通信や中波・短波の通信に影響を与える。この領域における電波の伝搬特性を解明することが、安定した通信を確保するためには必要である。電波の伝搬特性は電離層中電子密度によって変化するため、電子密度は電波伝搬特性を調査する上で重要なパラメータである。従来、電離層中電子密度の測定は探査ロケットに搭載された観測機器によって実施されているが、この測定は通常ロケットのノーズコーンが開頭される 70~90km 以上の高度で行われる。このような技術的な理由のため、約 90km 以下の領域における電子密度分布は十分解明されていない。

本研究では、アラスカ大学フェアバンクス校(University of Alaska Fairbanks)が実施している学生ロケットプロジェクト(Student Rocket Project)に参加し、高度 90km 以下の下部電離層中における電子密度を測定する。以下にその計画について説明する。

本実験では、フェアバンクス市内で使用されている無線航法用電波及びラジオ放送電波をロケットに搭載した観測機器により受信し、電波伝搬特性を調査する。この実測結果と Full-Wave 法による理論研究との比較を行うことにより、観測時における下部電離層の電子密度分布を推定する。高度 90km 以下の領域における低電子密度を計測するため、ロケットにより測定される電波はできる限り低い周波数でかつ電離層中でも受信できる十分な強度を持つものでなければならない。本実験では、航空機管制用のビーコン(257kHz)及びフェアバンクス市内の中波放送電波(660kHz, 820kHz)の 3 つの電波を使用する。特に、257kHz の電波受信により 1000/cc 以下の電子密度を計測できる可能性があることは注目に値する。一方、この中波帯電波法だけではロケットの飛翔高度に沿う連続的な電子密度は測定できない。これを補うために、直流プローブ法を用いて相対的な電子密度を同時に測定する。なお、高度 90km 以下の領域において中波帯電波受信を行うため、ロケットのノーズコーンは開頭しない。そのため、ループアンテナは中波帯電波を透過するノーズコーン内部に設置する。

中波帯電波受信器の設計にあたっては下部電離層内における受信電波の電界強度の高度変化を Full-wave 法に基づいたシミュレーションにより解析した。得られた主な結果は以下の通りである。(1)電波の入射角が 70°の場合、257kHz の電波は約 90km で完全反射し、その高度における電波の減衰は約 50dB となる。これより、受信電波の完全反射高度を測定するためには、ロケットを最低でも高度 90km まで到達させる必要がある。また、昨年実施したアラスカ現地における地上電波受信試験より、257kHz の電波の電界強度は 64dBuV/m であった。これより、高度 90km における 257kHz の電波の電界強度は 14dBuV/m と推測される。従って、ロケット搭載用の中波帯電波受信器は、最低でも 14dBuV/m の電界強度の電波を測定できなければならない。(2)受信電波の反射による定在波が発生する。(3)受信電波の入射角が大きい程電波の減衰が大きく反射高度が低い。(4)周波数が低い程定在波の波長が大きい。これより、受信電波の完全反射高度が実際に観測できない場合は Full-wave 法で用いる電子密度プロファイルを変化させ、受信電波の減衰特性や定在波の波長を照らし合わせるにより電子密度を推定することが可能である。この実験によって、下部電離層中における電子密度プロファイルを作成し、今後さらなる発展が望まれる衛星通信などを安定化させるための基礎データが提供できると期待される。SRP-4 ロケットは 2002 年 3 月にアラスカ・ポーカフラット射場から発射される予定である。