

フィラメント放電プラズマの電子温度

横浜国大・理工 中村良治

宇都宮大・工 齋藤和史

横浜国大・理工 石原 修

1. はじめに

宇宙研に設置してある大型スペースチェンバーには、電離層を模擬出来るような低密度で低電子温度のプラズマが必要である。そのために後方拡散型プラズマ源が用いられている[1]。しかし、そのプラズマは、チェンバー内の密度が一様でなく、波動の実験には適していないので電子温度は高くなってしまいが、密度分布が一様な放電型のプラズマ源が開発された[2]。その後、磁気フィルターを利用した電子温度が低く密度も一様なプラズマを生成するプラズマ源が考案されている[3]

最近、米国コロラド大学のグループがフィラメントを用いた放電プラズマ（ガスは Ar と He 他）の電子温度が約 500K であったことを報告している[4]。そのような低電子温度のプラズマが生成出来れば、それをスペースチェンバーのプラズマに利用出来るだけでなくコンプレックスプラズマにも用いられるであろう[4]。しかし、放電プラズマのそうした低電子温度はほんとうかどうか疑問があるので彼らの実験を確かめるのが本研究の目的である。

2. 実験方法

コロラド大学の放電管の大きさは、16.5cm ϕ \times 30cm であるが、本実験では1図に示すように 14cm ϕ \times 40cm の銅管を6インチのガラス管に挿入した。フィラメント(F)は、0.1mm ϕ \times 4cm のタングステン線で、片側4本である。それから5mm 離してステンレスメッシュの陽極(G)を置いてある。陽極と銅管は接地してある。排気は液体窒素トラップを通して油拡散ポンプで行った。ガスは、Ar と He を用いた。放電電圧 80V で放電電流 10mA と一定にしている。コロラド大学では白金線のプローブを用いているが、ここでは分解能を上げるために 6mm ϕ のステンレス平板を用いた。コロラド大学は、真鍮の放電管内面をグラファイトにしているが、本実験では銅管の場合の実験を行い、その後、アクアダックを塗って銅管の内面を炭素とした。

3. 実験結果と考察

アルゴンガスの場合の測定結果を2図に示す。コロラド大学の場合、圧力は 0.14Pa だけのデータで 555K になっている。2図は、銅の場合、約 3eV で一定であるが、炭素の場合には圧力の増加とともに減少している。しかし、0.14Pa では、我々の結

果は2図によれば、約 2eV でコロラド大学の結果よりも約 40 倍大きい

ヘリウムガスの測定結果を3図に示す。コロラド大学の結果は、圧力が 1P の時、放電電圧 80V、放電電流 2mA で 450K であった。我々の場合、銅と炭素では同様に圧力とともに電子温度は減少しているが、1Pa では約 2eV でコロラド大学の値の約 50 倍である。

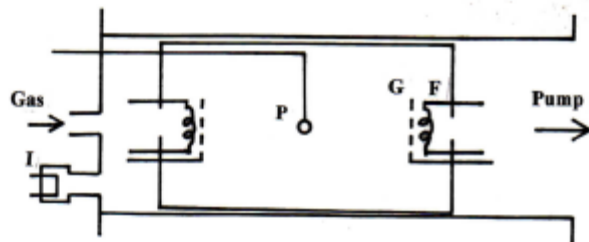
上記の電子温度は、電離によって生成された電子の温度である。この他にフィラメントからの一次電子が存在する。プローブデータによれば、その電流は -65V にピークがあって約 -80V から -50V に存在した。その密度はガス圧に依存するがプラズマ密度の数%以下である。

4. 結論

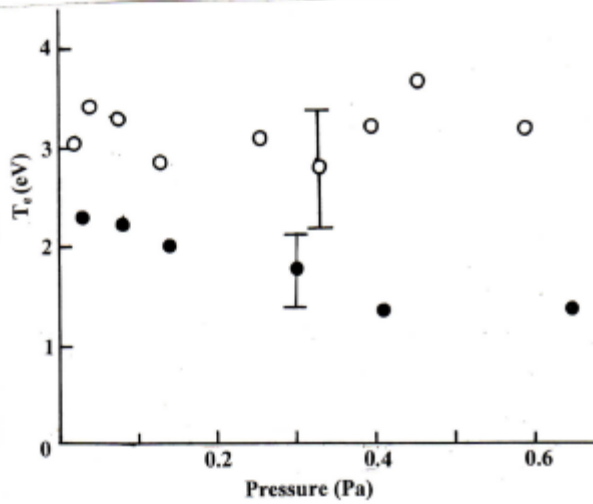
我々の実験結果はコロラド大学の結果と大変異なっている。しかし、その理由は判明しない。放電管の表面がグラファイトとアクアダックと異なるのが原因とは考えられない。コロラド大学の実験に何か間違いがあるのではないかと思われる。

参考文献

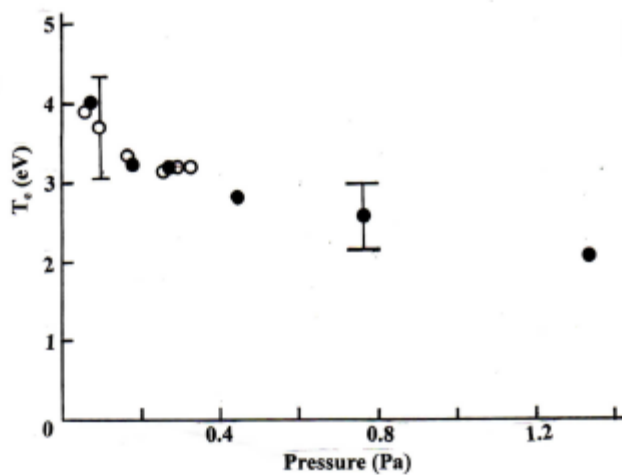
1. 伊藤富造、中村良治、向井利典、スペースプラズマ研究会、**22**(1970)。
2. 河辺隆也、河合良信、坂翁介、中村良治、宇宙航空研究所報告 **8,186**(1972)。
3. 中村良治、中村正治、伊藤富造、宇宙航空研究所報告 **13,597**(1977)。
4. S. Dickson and S. Robertson, Phys. Plasmas **17**, 033508(2010)。
5. O. Ishihara, J. Phys. D **40**, R121(2007)。



1 図。装置の概略図。
 G:メッシュグリッド。
 F:フィラメント。
 P:ラングミュアプローブ。
 I:電離真空計。



2 図。電子温度の
 圧力依存性。
 ガスはアルゴン
 白丸は銅。
 黒丸は炭素。



3 図。電子温度の
 圧力依存性。
 ガスはヘリウム。
 白丸は銅。
 黒丸は炭素。