

O₂ ガスフィルタ付イオン箱による 太陽水素ライマンα線の観測†

(S-310-8号機による観測)

渡辺紀彦*・東野一郎*・小塩高文**

Observation of Solar H Lyman- α Radiation by Ion-Chamber with O₂
Gas Filter

By

Norihiko WATANABE, Ichiro HIGASHINO and Takanori OSHIO

Abstract: MgF₂-NO ion chambers which have been used so far are narrow-band detectors with spectral response bands of 1120-1340 Å around the H Lyman- α line (1216 Å).

An MgF₂-NO ion chamber can be made in combination with molecular oxygen gas filter to respond almost solely to solar H Lyman- α radiation.

Two MgF₂-NO ion chambers (one is with an O₂ gas filter and the other is without that) were flown on an S-310-8 rocket on February 2, 1980. The signals from the ion chamber with an O₂ gas filter were saturated unfortunately but the analysis was made somehow by well means.

In this paper the results are presented.

1. 緒 言

MgF₂窓 NOガス入り (MgF₂-NO)イオン箱による太陽水素ライマンα線 (H Ly- α : 1216 Å) の観測では、イオン箱の波長感度が狭帯域であるといっても、非分散のため波長分解能は十分よいとはいえない。わずかではあるがH Ly- α 線以外の放射光の寄与を受ける。MgF₂-NOイオン箱を使って太陽からのH Ly- α 線の絶対放射照度を求めるときは、この寄与の割合を知る必要がある。

ほぼH Ly- α 線にのみ感度を有する検出器として、MgF₂-NOイオン箱の前面に酸素ガス (O₂) フィルタを取り付けたイオン箱を開発した [1] [2]。

O₂ ガスフィルタ付イオン箱 (O₂-MgF₂-NO イオン箱) と従来から用いてきたMgF₂

* 大阪市立大学工学部

** 大阪市立大学原子力基礎研究所

† 宇宙研特別事業費による研究論文

-NO イオン箱を同時にロケットに搭載して太陽 H Ly- α 線の観測を行った。

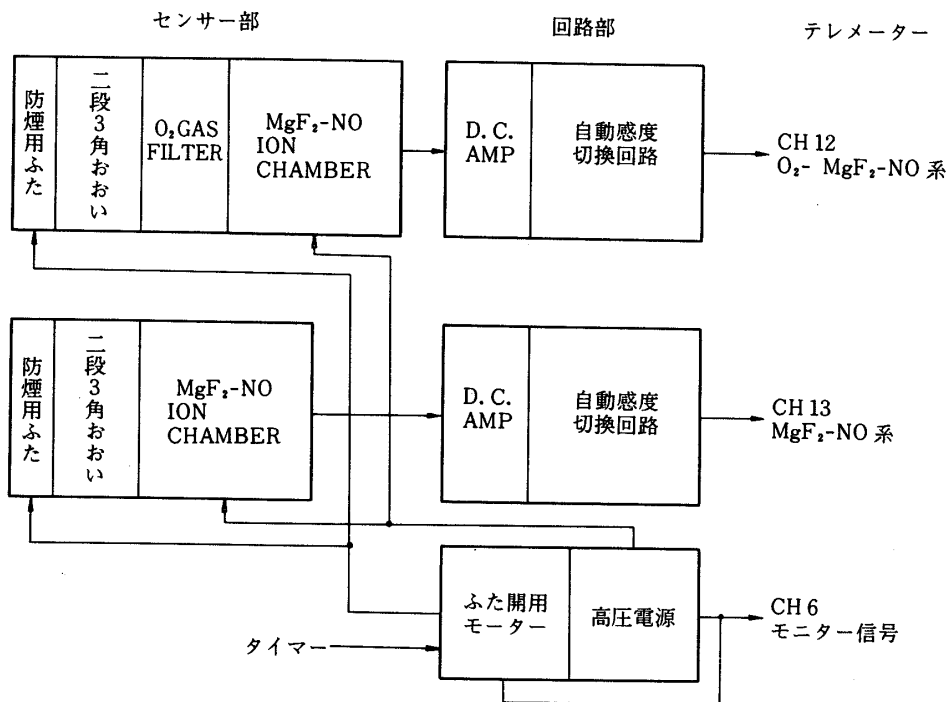
太陽 H Ly- α 線の放射照度を測定するためには、 O_2 - MgF_2 -NO イオン箱だけを搭載すればよいのであるが、これまで観測してきた測定値と比較するために、 MgF_2 -NO イオン箱をも同時に搭載して“他の線” [3] [4] の割合を実測することにした。

2. 測定器

測定系は基本的には次のようなセンサ部と回路部より成る。ブロック図を第1図に示す。

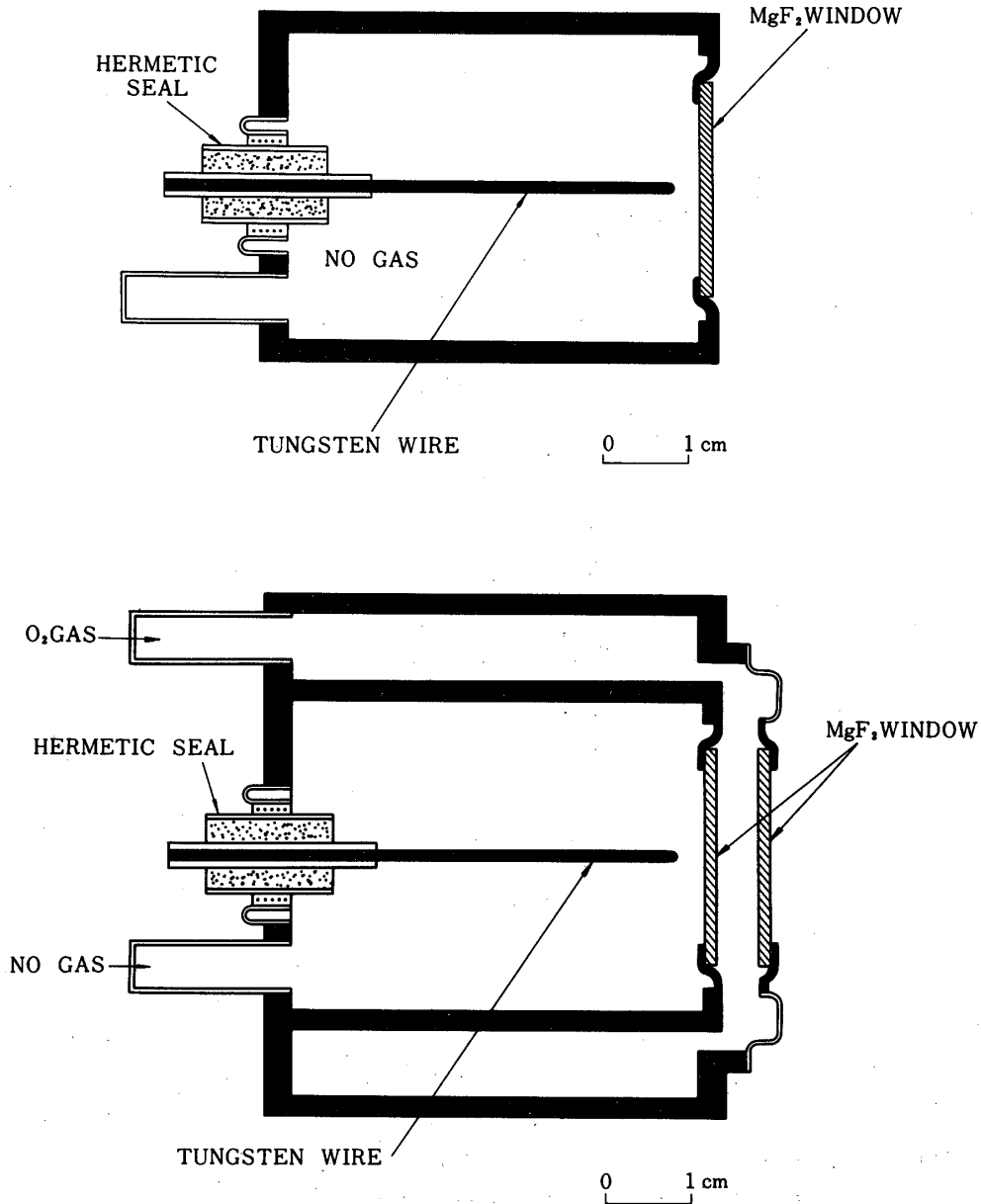
2.1 センサ部

センサ部はイオン箱と指向特性平坦化のためのおおいより成る。



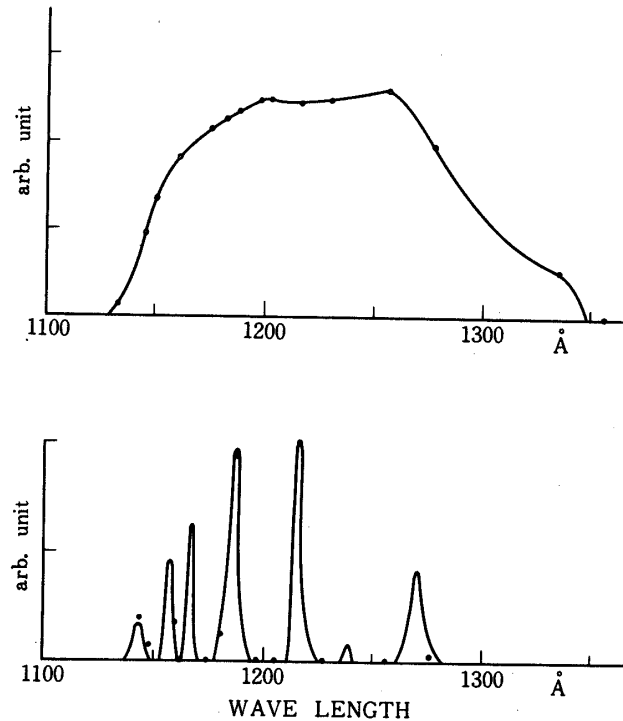
第1図 観測装置のブロック図

- ① センサ窓の防煙用ふたはタイマにより開頭約10秒後に開蓋する。
- ② ふた開を確認するためのモニタ信号、高圧電源の電圧をチェックするためのモニタ信号がテレメータの6チャンネルに出力される。
- ③ 自動感度切換回路の増巾度は、各テレメータチャンネル (12 ch, 13 ch) に出力される増巾度モニタ信号により知ることが出来る。



第2図 各イオン箱の断面図

- (A) MgF₂窓 NOガス入りイオン箱 (MgF₂-NOイオン箱).
NOガスが 30 Torr 封入されている.
- (B) MgF₂-NOイオン箱に O₂ ガスフィルタを付けたイオン箱 (O₂-MgF₂-NOイオン箱).
O₂ガスは 760 Torr 封入されている. 吸収層の厚みは 5 mm である.



第3図 各イオン箱の波長感度特性.
 上図 MgF_2 -NOイオン箱
 下図 O_2 - MgF_2 -NOイオン箱
 黒丸は測定値を示す.

イオン箱は MgF_2 -NOイオン箱と O_2 - MgF_2 -NOイオン箱の2系統を用いた. 各イオン箱の断面図を第2図に示す. 各イオン箱の波長感度特性を第3図に示す.

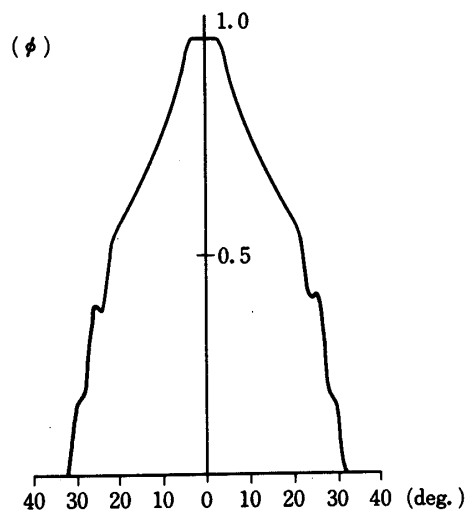
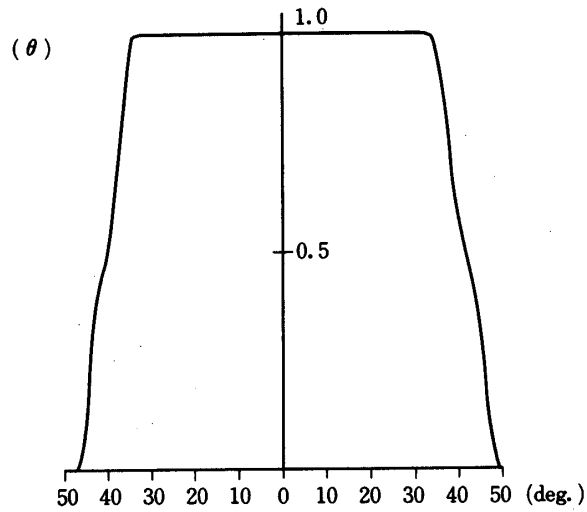
O_2 - MgF_2 -NOイオン箱がほぼ太陽H Ly- α 線のみ感度を有するとみなせるのは, この波長域では太陽放射光のうちH Ly- α 線以外の線(line)は O_2 - MgF_2 -NOイオン箱の感度のない波長域のところに対応しているためである[1][2].

MgF_2 -NOイオン箱の量子効率としては0.48, O_2 - MgF_2 -NOイオン箱の量子効率としては0.22と測定された.

指向特性を平坦化するために, 2段三角おおいがそれぞれのイオン箱に装着された[4][5]. このときの指向特性を第4図, 第5図に示す.

2.2 回路部

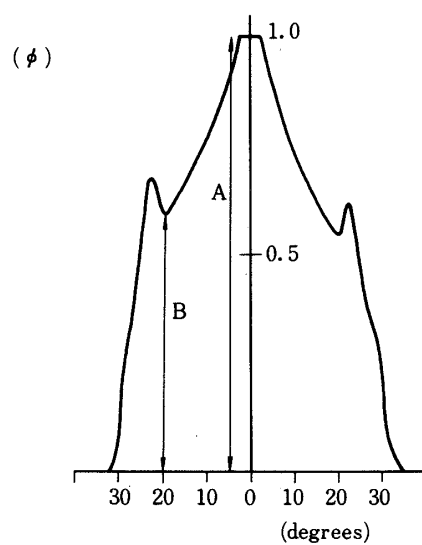
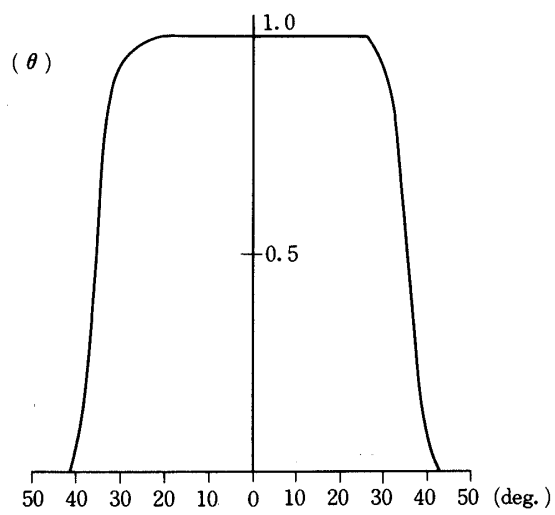
D. C. 増巾器の入力抵抗は10 M Ω である. 自動感度切換回路により, 増巾度は20倍, 40倍, 80倍, 160倍の4段階に自動的に切換えられる. 出力値が2.2 V以下であれば増巾度は1段階上げられる. 4.5 V以上であれば増巾度は1段階下げられる.



第4図 2段三角おおいをつけたときの $\text{MgF}_2 - \text{NO}$ イオン箱の指向特性

θ 方向の横軸はロケット軸, 検出器光軸, 太陽を含む面内での検出器への太陽光の入射角を示す.

ϕ 方向の横軸は $\theta = 0$ 度の際のスピンの方向の角度を示す.

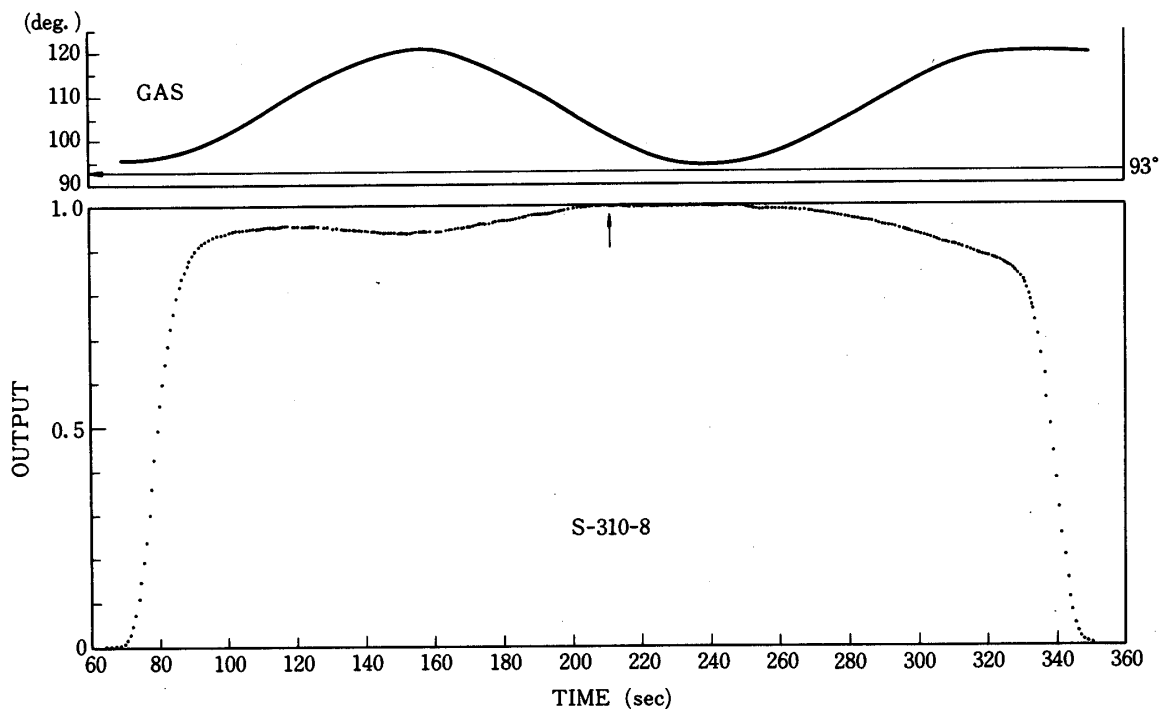


第5図 2段三角おおいをつけたときの O_2 ガスフィルタ付イオン箱の指向特性
 θ 方向, ϕ 方向の定義は第4図と同じである.

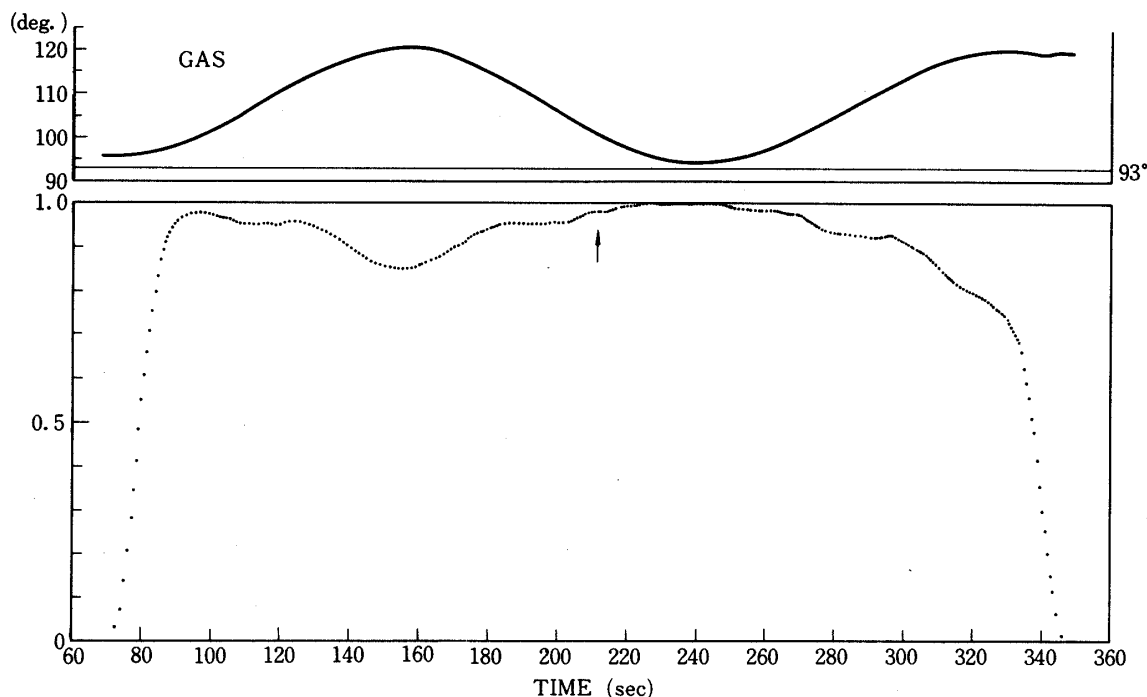
3. 観測結果

観測機器はS-310-8号機ロケットに搭載され、1980年2月2日17時47分(JST)にKSCより打上げられた。ロケットの飛翔は正常で、発射後3分30秒に最高高度179 Kmに達した。発射後45秒にYO-YO デスピナーが作動しロケットスピンは1.25 Hzとなった。

各イオン箱の相対出力値を第6図、第7図に示す。横軸は発射時からの時間(秒)を示す。各図の上部には、ロケット軸と太陽とのなす角(GAS)の値が示してある。イオン箱はロケット軸に対して 93° に取り付けてある。図中細線で示してある。 93° とGASの値との差はイオン箱への太陽光の入射角を示す。ロケットのプレセッションのため、太陽の検出器への入射角は1度から27度まで変化している。第4図の検出器の指向特性を参照してみると、 MgF_2-NO イオン箱の出力値は $\pm 33^\circ$ の入射角の範囲内で平坦化が実現しているから、この観測期間中の入射角はこの範囲内にある。一方 O_2-MgF_2-NO イオン箱の指向特性から $\pm 24^\circ$ の入射角の範囲内で平坦化が実現している(第5図)。そのため観測期間中の一部で入射角が平坦部よりはずれている。 O_2-MgF_2-NO イオン箱出力値は、太陽放射が予想以上に大きかったため、最小の増巾度のときでもオーバスケールとなった。



第6図 MgF_2-NO イオン箱の相対出力値
 上方の図は太陽とロケット軸のなす角(GAS)を示す。
 ↑印はロケット最高高度(179 Km)のところ。
 検出器取付角度は 93° である。



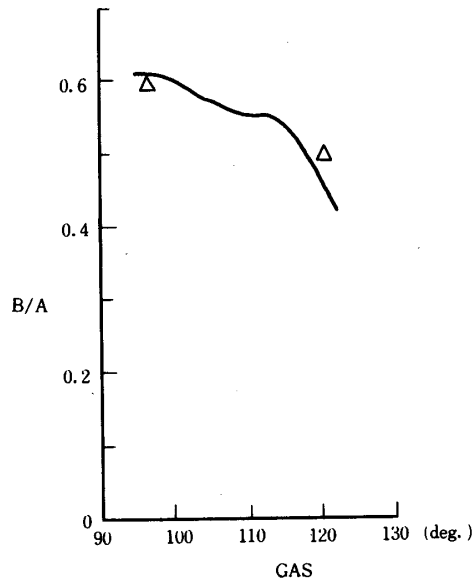
第7図 O_2 ガスフィルタ付イオン箱の出力値
 〃段の部分〃(本文参照)の値をプロットした。
 ↑印はロケット最高高度(179 Km)のところ。
 検出器取付角度は 93° である。

4. 解 析

4.1 O_2 フィルタ付イオン箱出力値

O_2 - MgF_2 -NO イオン箱のロケットスピン軸方向の出力値波形は第5図の ϕ 方向特性の波形と同じになる。記録計にはこの波形が記録され、普通そのピーク値が入射光量を表わしそれを読みとる。この観測では O_2 - MgF_2 -NO イオン箱の出力値がオーバスケールとなり、その波形の上部約2割が飽和した。そのため正確なピーク値が読み取れないので以下に述べるような便法を用いた。

第5図 ϕ 特性で両翼部に段の部分(Bとして示した部分)が見られる。この部分は実際の観測データの出力波形では正常な出力値範囲にあるため、この段の部分を読み取り第7図に示した。この段の部分(第5図 ϕ 特性のBの長さに対応)とピーク値(同じくAの長さに対応)との比B/Aの値は、2段三角おおいの配置、イオン箱自身の指向特性、光の入射角等によるもので、計算により求められる。第8図に計算により求めたB/Aの値を示す。横軸はGASの値を示す。ロケットの高度が低いところ(上昇時、下降時)ではイオン箱出力値も小さいので、オーバスケールしていない観測データがある。この付近で観測された出力波



第8図 B/Aの値(計算値)

B/Aの意味は本文参照。横軸はGASの値(角度)を示す。△印はロケット高度が低いところでの飽和していない観測データより得られた値である。

形より求めたB/Aの値を第8図に△印で示した。

ロケットが最高高度のとき(210秒)のGASの値は101度であり、このときのB/Aの値を第8図より0.59と見積った。最高高度付近では太陽H Ly- α 線は地球大気により吸収を受けないと考えられるため、ここでの観測データからBの値を読み取り、上述のB/Aの値0.59よりピーク値に変換しH Ly- α 線の絶対値を求めた。6.0 × 10¹¹ 個 cm⁻² sec⁻¹となった。

4.2 MgF₂ - NO イオン箱出力値

太陽光のイオン箱への入射角は、観測期間中このイオン箱の指向特性の平坦部にあると思われるが、第6図に見られるように、出力値は入射角によると思われる依存性を一部期間で示している。しかしロケットの最高高度付近では入射角は8度で十分指向特性の平坦部に入っていると考える。この付近での観測値よりMgF₂ - NO イオン箱による太陽放射光の絶対値(他の線も含む)は6.1 × 10¹¹ 個 cm⁻² sec⁻¹と導かれる。

4.3 MgF₂ - NO イオン箱出力値中のH Ly- α 線の割合

上述の4.1, 4.2における結果より、MgF₂ - NO イオン箱出力値中のH Ly- α 線の割合

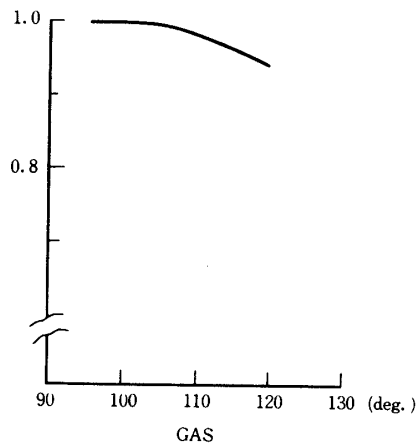
μ を求めることが出来る。 $O_2 - MgF_2 - NO$ イオン箱出力値より求めた入射光量の値は、ほぼ $H Ly - \alpha$ 線のみの強度を示すものと考えられる。一方 $MgF_2 - NO$ イオン箱出力値からの入射光量の値は $H Ly - \alpha$ 線の他に、“他の線”の光量をも含んだ値である。そのため μ の値はこの観測値から $\mu = 0.984$ となる。

この μ の値はこれまで用いてきた 0.825 という値 [3] [4] よりもかなり大きな値となった。

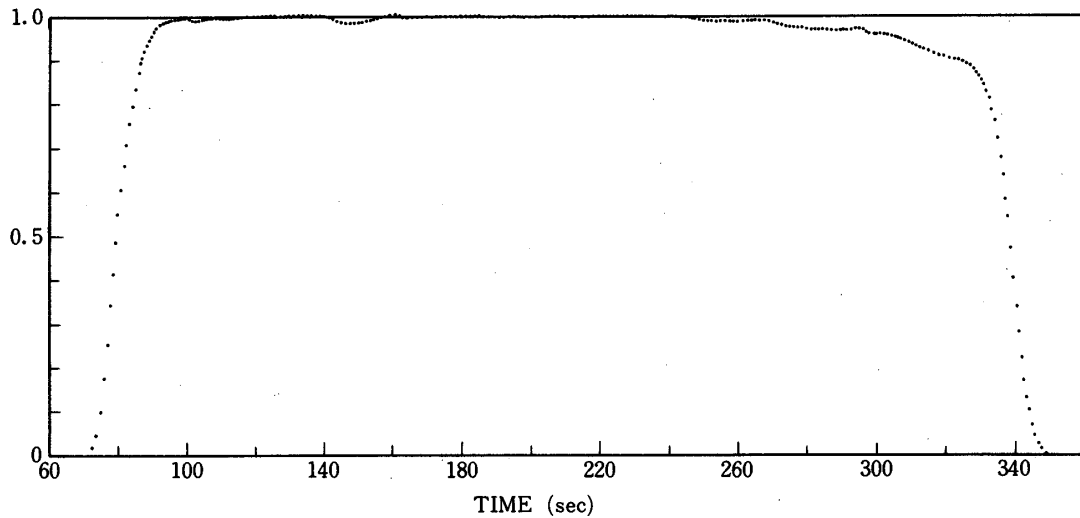
5. 考 察

$MgF_2 - NO$ イオン箱の出力値は第6図に見られるように、入射角による依存性を示している。その割合を求める。ロケットの高度が約 165 Km 以上では地球大気による太陽光の吸収は、この波長域では無視出来ると考えて、相対出力値は 1 となると見なしてよい。この条件を使って第6図より角度の依存の割合を求めた結果を第9図に示す。この値を使い、第6図を補正した結果を第10図に示す。角度依存性を示した原因は、イオン箱窓面がいくらか汚染され、検出器の指向特性に変化をきたしたものと考えられる。汚染されているとすると、検出器の量子効率の低下も予想されるが、その低下の割合はこのデータだけでは求められない。

次に O_2 ガスフィルタ付イオン箱出力値の補正を行う。この場合も、ロケットの高度が約 165 Km 以上では太陽 $H Ly - \alpha$ 線の地球大気による吸収は無視されるから、相対出力値を 1 とみてよい。このことから入射角度による補正量を求める (第11図)。この値は前述の B/A 値 (第8図) の相対値 (入射角が 0 度のときに対する) に対応している。このように



第9図 角度による依存度 (O_2 フィルタなしイオン箱)



第10図 角度による補正をほどこした結果
(O_2 フィルタなしイオン箱)

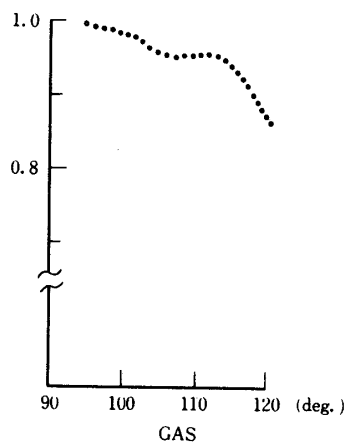
して求めた補正量をもとに、 $O_2 - MgF_2 - NO$ イオン箱の観測値の補正を行った。結果を第12図に示す。240秒以後で感度の若干の低下が見られるが、原因はこのデータからは不明である。

このようにして補正を施された観測値について、絶対値（単位は 10^{11} 個/cm² sec）に変換したときの両イオン箱の結果を第13図に示す。ここで O_2 フィルタ付イオン箱出力値を $F_1(t)$ 、 O_2 フィルタなしイオン箱出力値を $F_2(t)$ とすると（ t は時間）、全観測期間中で $F_2(t) \geq F_1(t)$ でなければならない。何故なら、 $F_2(t)$ は H Ly- α 線以外の放射光をも若干含んでいるからである。しかるに第13図の実線で較べて見ると、上昇時に $F_1 > F_2$ となる部分がある。これは窓面が汚染されて O_2 フィルタなしイオン箱の感度が低下したためと考えられる。この部分でも $F_2 \geq F_1$ となるように F_2 を補正すると、 F_2 の値を約6%増加させればよい（その結果を第13図点線で示す）。 F_1 の値にも感度の低下があるかも知れないが、この割合はこれらのデータからは導くことが出来ない。従って、太陽 H Ly- α 線の絶対値 5.8×10^{11} 個/cm² sec (1. A. U. にて) は、この観測では下限を与えている。なお太陽はこの時期は活動期であり、観測日の $F_{10.7}$ の値は 217.9、チューリヒ数は 187 であった。

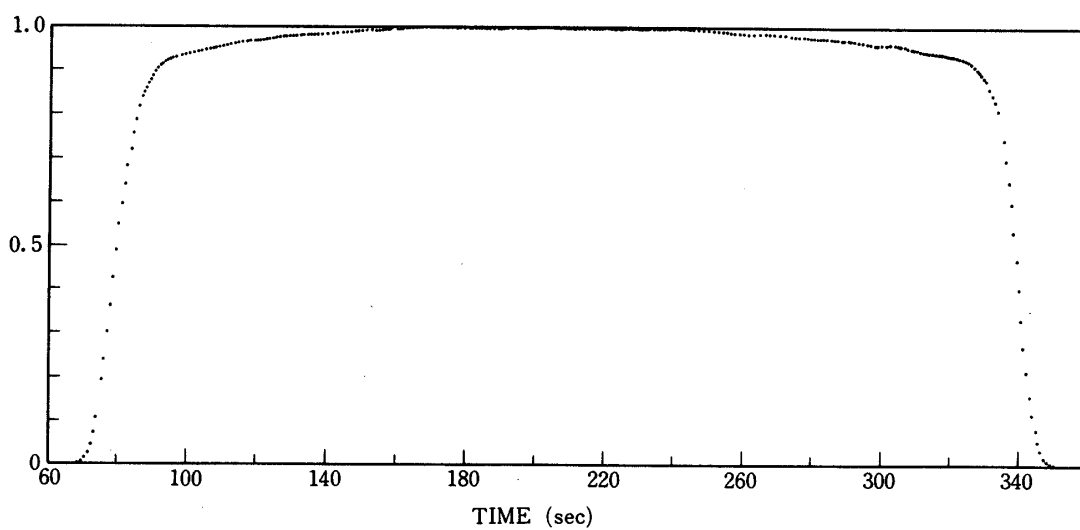
F_2 の値の補正をした後の μ の値は 0.92 になった。

6. 結 言

O_2 ガスフィルタ付イオン箱をロケットに搭載して太陽水素ライマン α 線の観測を行った。太陽水素ライマン α 線の強度が予想以上に強かったため、解析は困難な部分もあったが、今後の実験への基礎を固めた。 O_2 ガスフィルタ付イオン箱は小型・軽量で、性能も十分であり、



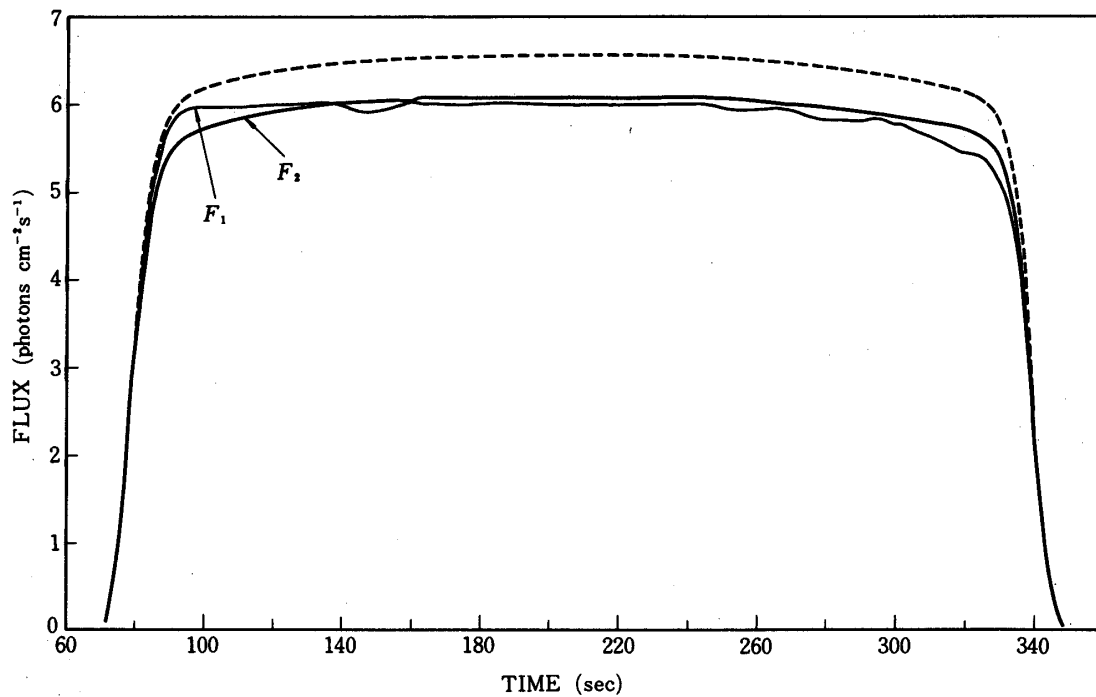
第11図 角度による依存度 (O₂ フィルタ付イオン箱)



第12図 角度による補正をほどこした結果
(O₂ フィルタ付イオン箱)

太陽水素ライマン α 線検出器として有用である。

1980年11月10日



第13図 縦軸を絶対値に変換した図

太実線：O₂フィルタなしイオン箱出力値 $F_2(t)$.

実線：O₂フィルタ付イオン箱出力値 $F_1(t)$.

点線： $F_2(t) \geq F_1(t)$ となるように $F_2(t)$ を補正した後の結果

参考文献

- [1] N. Watanabe, I. Higashino and T. Oshio, J. Phys. E: Sci. Instrum., 13, in press (1980)
- [2] 渡辺, 東野, 小塩, 宇宙観測シンポジウム, 昭和45年度, 392 - 398 (1979)
- [3] 小塩ほか, 宇宙航空研究所報告, 2, 3 (B), 1195 - 1207, (1966)
- [4] T. Oshio, T. Masuoka, I. Higashino and N. Watanabe, J. Geomag. Geoelectr., 27, 279 - 294 (1975)
- [5] 小塩, 宇宙航空研究所報告, 7, 1 (B), 172 - 176 (1971)