

S-310JA-1 号機による keV 電子の観測

松本治弥*・賀谷信幸*

Measurement of keV Electron Fluxes by the S-310JA-1 Rocket

Haruya MATSUMOTO* and Nobuyuki KAYA*

Abstract: Electron fluxes in the energy range of 3–6 keV were measured by means of an electron spectrometer (ESM) on board the S-310JA-1 rocket launched at Syowa Station at 1245 LT on February 13, 1976. Electron fluxes in the altitude range between 90 km and 210 km were $\sim 10^5/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{str} \cdot \text{keV}$.

要旨: オーロラ電子束観測の目的で、keV 電子観測器 (ESM) が S-310JA-1 号機に搭載され、1976年2月13日12時45分 LT に南極昭和基地より打ち上げられた。観測器は正常に作動し高度 90 km から 210 km において、3–6 keV で $\sim 10^5/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{str} \cdot \text{keV}$ の電子束を観測した。

1. は し が き

3–6 keV のエネルギー電子を測定対象とする keV 電子観測器 (ESM) は、S-310JA-1 号機に搭載され、南極昭和基地より打ち上げられた。観測目的は、極域に降下する電子束の観測と他の相乗り機器への降下電子束のデータの提供である。南極で観測する条件より観測器は、永久磁石によるエネルギー分析器を用い、2次電子増倍管に印加する高圧の放電防止策も、検出部周囲を2重メッシュで囲う開放型を採用し、簡易で堅固な観測器とした。

観測器は、高度 205 km (打ち上げ186秒後) で高圧を印加し正常に動作した。レートメータ出力には太陽光によるスピンモジュレーションが混在したが、このスピンモジュレーションよりロケットの絶対姿勢を求めることができた。なお電子束のデータは太陽光による影響を除去し求めることができた (詳細については、MATSUMOTO and KAYA, 1978 参照)。

2. 観測器の概要

ESM は、 15° 開いたコリメーター、永久磁石 (200 gauss) による固定エネルギー分析器と2次電子増倍管から構成される。エネルギー分析器の geometrical factor は $1.3 \times 10^{-2} \text{ cm}^2$

* 神戸大学工学部。 Faculty of Engineering, Kobe University, Rokkodai-cho, Nada-ku, Kobe 657.

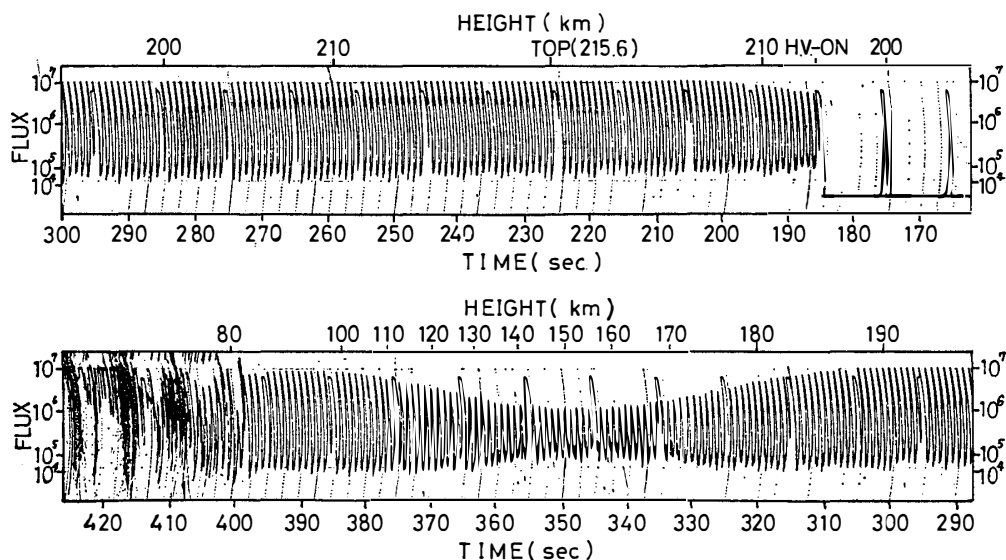


図 1 ESM のテレメータ出力

Fig. 1. The raw telemeter record of the ESM counting rate.

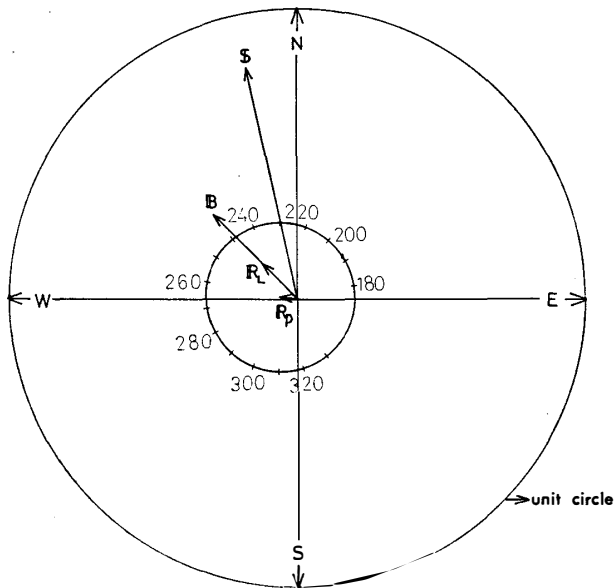


図 2 S-310JA-1 号機の絶対姿勢. 円がロケット姿勢の軌跡, S , B , R_L , R_P がそれぞれ太陽方向, 磁力線方向, 打ち上げ方向, プリセッションの中心軸を表す. 径方向は方位角, 中心からの距離は仰角余弦である.

Fig. 2. The absolute attitude of the S-310JA-1 rocket. The radial distance from the origin to a point on the locus represents the cosine of the elevation angle of the rocket axis, and the vectors S , B , R_L , R_P represent the direction of the sun, the geomagnetic field line, the rocket axis at launch, and the precession cone center, respectively.

str, 中心エネルギーは 4 keV, 通過幅は 3-6 keV と幅広い分析器である. なお中心エネルギーと通過幅は preflight test から, geometrical factor は計算より求めた (MATSUMOTO and KAYA, 1978).

3. 観測結果

S-310JA-1 号機は, 1976年2月13日12時45分 LT に南極昭和基地より打ち上げられ, この時の地磁気状態は比較的静穏であった. ESM のレートメータ出力は図1に示す様にスピノモジュレーションを受けていた. 実験室での紫外線実験より太陽光による光電子放出の影響であることが判明した. このスピノモジュレーションの位相, 太陽位置, 地磁気センサーデータから, ロケットの絶対姿勢を求めたものが図2である. 図2で径方向は方位角をあらわし, 中心からの距離は単位円の径を1とした場合の仰角余弦を表している. 円がロケット姿

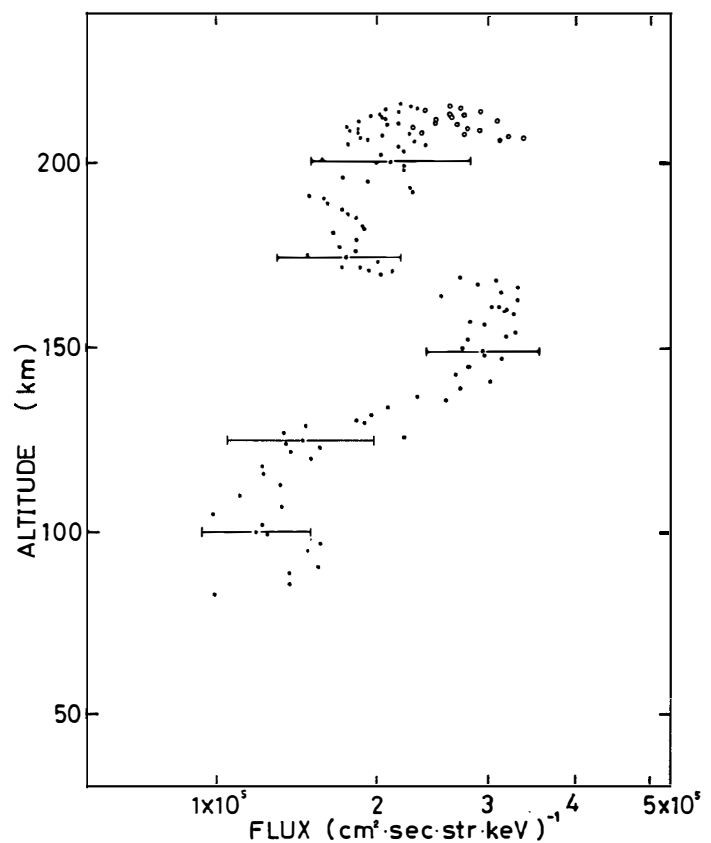


図3 3-6 keV の電子束の高度分布. ピッチ角は 7° から 37° (○: 上昇時, ●: 下降時)
 Fig. 3. The height distribution of the electron fluxes with energies between 3 and 6 keV.
 Observed pitch angles are between 7° and 37° .

勢の軌跡, S , B , R_P , R_L がそれぞれ太陽方向, 磁力線方向, プリセッション中心軸, 打ち上げ方向を示す.

紫外線実験より ESM のメッシュ部分に太陽光が当たらない限り光電子の影響がないことが確認されたので, ESM が太陽と反対方向を向いている時が電子束のデータと考える. 得られた電子束の高度分布を図3に示す. この高度分布では, 高度 100 km あたりにかかなりの電子束が存在する. これは従来の理論 (BANKS *et al.*, 1974) に観測 (第19次南極ロケット S-310JA-5 の ESM では高度 140 km, S-310JA-6 では高度 115 km で電子束は急激に減少した) が反するものである. ESM は, 高度 100 km では background noise のみを計測したものと考えられるが, 紫外線実験と実際の太陽光の強度が異なり確認しえない. しかしながら電子束は, background noise を考慮しても $10^5/\text{cm}^2 \cdot \text{sec} \cdot \text{str} \cdot \text{keV}$ のオーダーであり, 高度 150 km あたりの電子束の増加は有意であると考ええる. この電子束の増加はロケットの飛しょうに伴い flux の多い L -shell に突入したものと判断される. なお同一の目的で相乗りした ESL (KUBO *et al.*, 1978) でも観測されている.

観測中ロケット軸の方向は, 磁力線に対して 7° から 37° に変化し, 高度分布にはピッチ

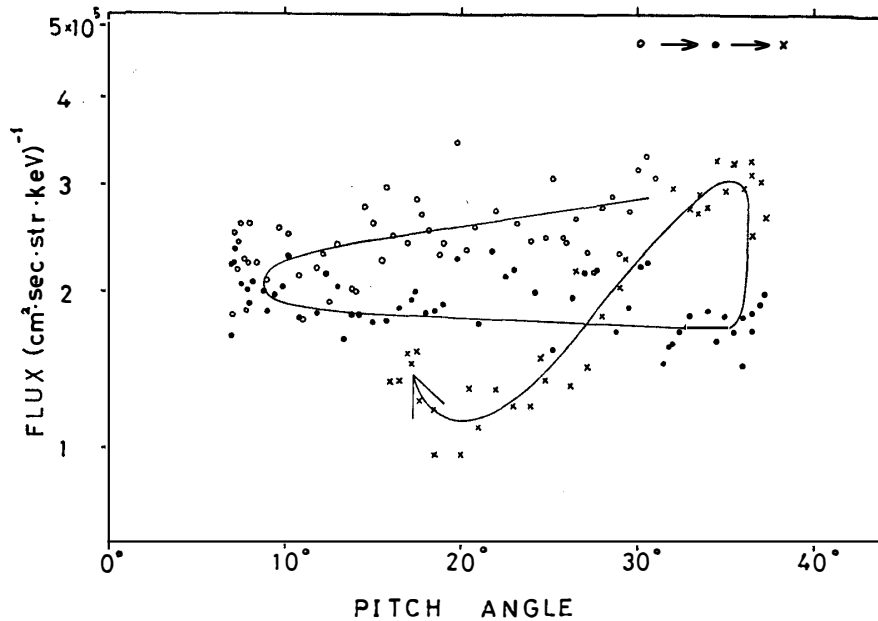


図4 210 km から 90 km の高度変化における電子束のピッチ角分布. 白丸: 205–215.6 km, 黒丸: 215.6–170 km, ×字: 170–90 km.

Fig. 4. The pitch angle distribution of the electron fluxes in the height range between 210 km and 90 km. The marks (white circle, black circle and cross) show data in the different height ranges of the observation on the descent flight in sequence.

角変化を含むこととなり、高度分布とピッチ角分布を切り離すことができない。参考までにピッチ角を横軸に電子束を示したものが図4である。図からはピッチ角分布に顕著な傾向はない。

4. ま と め

Background noise に対する有効な防御策 (KAYA and MATSUMOTO, 1978) を講ずれば, ESM はオーロラ電子観測器として簡易であるが有効であることが示された。

文 献

- BANKS, P. M., CHAPPELL, C. R. and NAGY, A. F. (1974): A new model for the interaction of auroral electrons with the atmosphere: Spectral degradation, backscatter, optical emission, and ionization. *J. Geophys. Res.*, **79**, 1459-1470.
- KAYA, N. and MATSUMOTO, H. (1978): Modified electron spectrometer for medium energy. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **9**, 43-50.
- KUBO, H., ITOH, T., MURATA, S., KOKUBUN, S. and HIRASAWA, T. (1978): Precipitating electrons observed on board the Japanese Antarctic sounding rockets S-310JA-1 and S-310JA-2. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **9**, 24-33.
- MATSUMOTO, H. and KAYA, N. (1978): Rocket observation of keV electron fluxes at Syowa Station. *Mem. Natl Inst. Polar Res., Spec. Issue*, **9**, 34-42.

(1979年4月25日受理)