

第394回 研究談話会
昭和63年8月25日

DE-1衛星で観測した上昇イオン流の統計的性質

鹿島支所 第三宇宙通信研究室
近藤 哲朗

カナダ国立研究院 (N R C)
A.W.Yau, B.A.Whalen

1. はじめに

2. 使用データとイオン流の分類

に口い地間析月一て遠時解al. 1987)がい表ッとまカネン解デ
オし、7計et(あつ元の力180オの1イ間し
は衛を点軌いタと範一タト。おけ3種種むに
星た明地極て一gawaの広デーク0にり、2含析
衛れ解近のつデもがたデベで)あ(よ
1らのはkm廻たSagawaした間し。度度みで囲お
一げ象星300でしやし区用す速角刻値範
打ラる。23,300周使(1984)用タ使示(す。
能は96秒で、
D E 上現衛(20°, 1チのウントギー)
1チのウントギー)
4-17 keV (H⁺, O⁺)

表 1. データ諸元

DATA

Dynamics Explorer-1 (DE-1)

Energetic Ion Composition Spectrometer (EICS)

DATA BASE

PITCH ANGLE : 20 deg. \times 9 bins

ENERGY RANGE : 0.01-1keV, 1-4keV, 4-17keV

IONS : H^+ , O^+

AVERAGING TIME : 96 sec

DATA PERIOD : 1981Y259D - 1986Y148D

OF DATA : 327479

一ヶ月間は1981年259日から1986年148日までの約5年間である。この間のデータセットの数は30万を超える。

観測されたイオンカウント値からfluxが $10^5 \text{ cm}^{-2} \text{ str}^{-1} \text{ s}^{-1}$ 以上 のチ (20°) 上角に一ム2本もク、ソなとタ、味行タ きよ
の流れ (Upflowing Ion:UFI) を取りだし、そのイオン流をニーベル側をりれさるにた力により
つてビーム (ピッチ角20°以下または160°以上) とコニクスの出現特性を調べる。なついて高エネルギー低エネルギー側でビームがある
ビーム (ピッチ角20°以下または160°以上) とコニクスの出現特性を調べる。なついて高エネルギー低エネルギー側でビームがある
3つ、3つともギターエネルギー側でビームがあるCCタイプは平行方向に意ニが成加熱するよ
研究の新しい点である。すなはち、CCタイプは平行方向に意ニが成加熱するよ
コニクスであるconic-conic (C C) タイプ、高エネルギー側でビームがあるconic-beam (C B) 観測加速度
コニクスであるconic-conic (C C) タイプ、高エネルギー側でビームがあるconic-beam (C B) 観測加速度
それらについても統計解析を行った。CCタイプは平行方向に意ニが成加熱するよ
一ス領域で加熱されたイオンが、磁力線に平行下限こ混のする考慮することによ
く少なくとも観測している。エネルギー側でビームがあるCCタイプは平行方向に意ニが成加熱するよ
なく断熱的に磁力線に沿って報告行なわれた。ただし、Horwitz (1986) が指摘する効果を考慮するこ
イップはKlumpar et al. (1984) に沿って報告行なわれた。ただし、Horwitz (1986) が指摘する効果を考慮するこ
イオンに対して磁力線に直角に平行する方向の加熱がなくとも速度フィルター効果を考慮するこ
していいる。ただし、Horwitz (1986) が指摘する効果を考慮するこ
方向の加熱がなくとも速度フィルター効果を考慮するこ
イップの形成は可能である。

図1にEICSで取得されたデータ例を示す。図2にサンプルの分布を示す。

EICS SUMMARY DATA H⁺ AND O⁺

START DATE(YYDDD) - 86124
START UT(HH:MM:SS)- 10:50:52

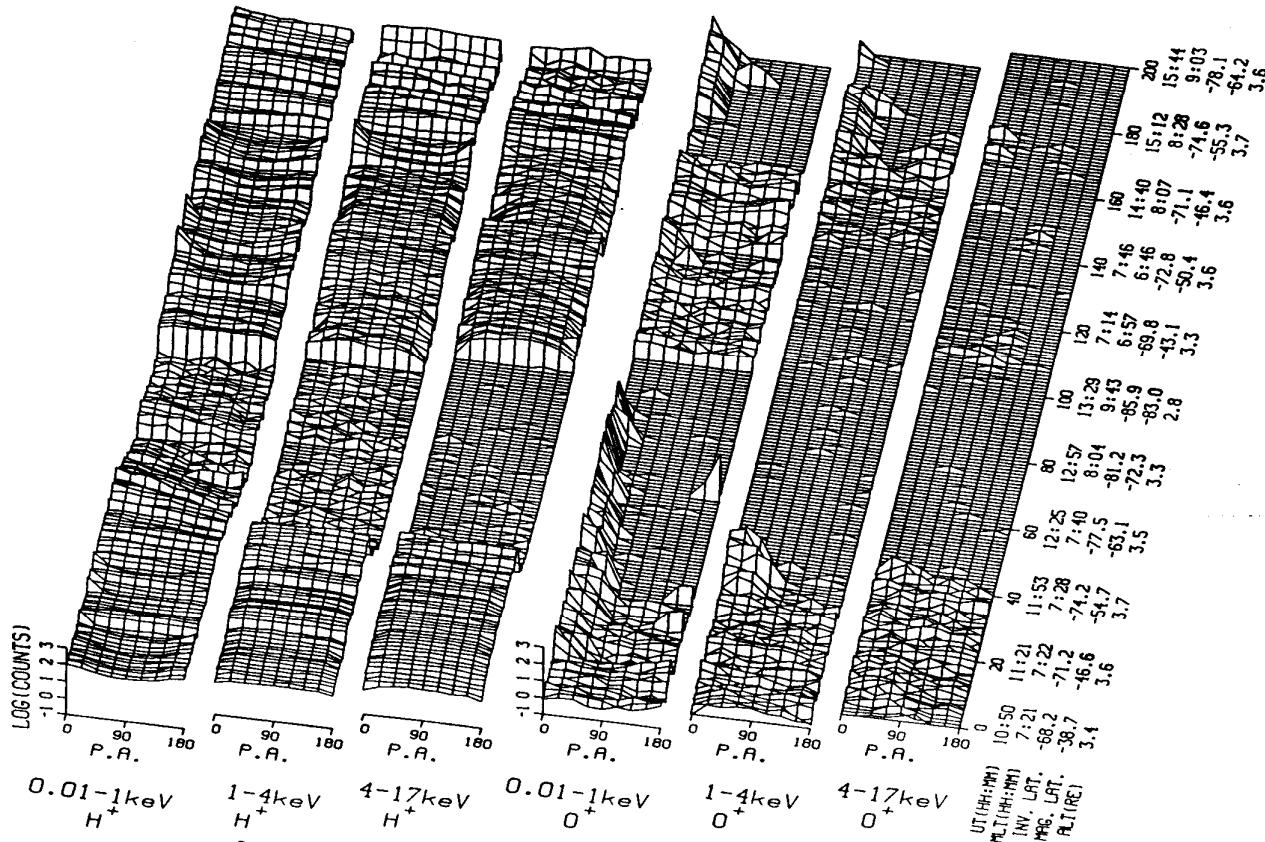


図1. E I C S で取得したデータ例

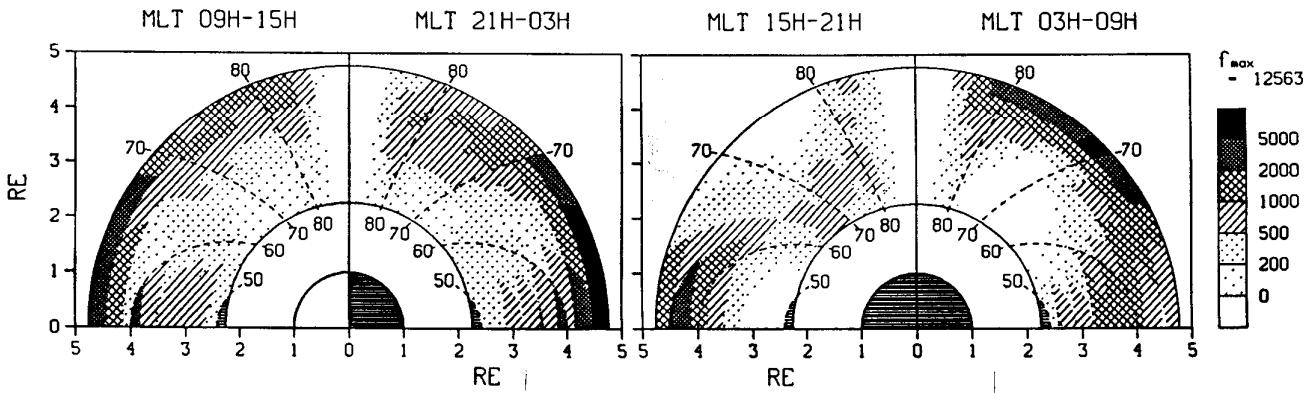


図2. サンプルの分布

3. 出現頻度の計算

衛星の位置は磁気緯度と地方時および高度をパラメータとして表わし、か分8次要す値。磁気擾乱状態を表わすのにKpインデックスを用いた。磁気緯度は 50° から 90° まで 2° 。毎の20点の刻みに分け、地方時は3時間毎に8刻みに分けた。高度は8000kmから24,000kmを2000km刻みの8つに分けた。Kpは4刻み分けた。したがって観測データは $20 \times 8 \times 8 \times 8$ の要素を持つ。要素数を数えて平均化を行う。

4. 統計解析結果

4.1 イオン上昇流の磁気緯度、地方時依存性

イオン上昇流(UFI)の出現はオーロラ帯に一致するところが多く、それをお示している。図3は混合タイプの出現頻度分布を示す。図4はUFIの出現頻度分布を示す。さらに1keV以上の出現象を見ると、内、CCタイプはコニクスと同様な分布を示すが、夕方、そして夜中にかけて出現在するほど(Kpが大きくなるほど)低緯側に拡がる(図5)。

4.2 高度依存性

使用したデータのオーロラ帯での高度方向の分布は一様とはいえない。夕方側では低高度のみ、朝方側では高高度のみとなっている。そこで高度方向への出現特性の解析には昼間側と夜中側のデータを用いた。しかし、磁気擾乱時の低高度のサンプル数が十分ではない。図6にビームとコニクスについて高度依存性を示す。昼間のコニクス(○)の出現には H^+ , O^+ 共に13,000kmから19,000kmにかけて拡がったピークが存在している。ビーム(●)は H^+ , O^+ 共に高度の上昇と共に出現頻度が増加している。

4.3 Kp依存性

H^+ , O^+ とともにKpに対して正の依存性を示すが O^+ の方が強い依存性を示す。特に1keV以上の O^+ コニクスの出現は磁気擾乱の全く無い場合(Kp=0)になくなることから(図7)、本質的に磁気擾乱と関係の

る現象であることが想像される。

4.4 昼側から夜側への低エネルギー α イオン流の検出

場合の極限が予測される。この場合、測定された現象は、太陽方向の速度 (V_s) の正負の分離によって現れる。これは、太陽方向の速度 (V_s) の正負の分離によって現れる。

5. まとめ

以上、統計解析結果をまとめると次のような。 (一部図を掲載している) 結果もある)

1. H^+ と O^+ のUF1は統計的な統計的なオーロラ帯で起る現象である。
 2. H^+ と O^+ は同様な出現特性だが O^+ の方が K_p 依存性が大きい。
 3. ビームは夕方から夜中にかけての出現が多い。
 4. 磁気的に荒れている時には、1keV以上のコニクスの朝から昼にかけての出現が多くなる。
 5. 朝方では conic-conic タイプが conic-beam タイプよりも一般的である。
 6. 朝方では UF1 のソース領域と観測点間にボテンシャル差がある。1キロボルト以下である。
 7. 朝方以外では conic-beam タイプがより一般的である。
 8. コニクス (conics) は 8000km から 23,300km のすべての高度で発生している。したがって、磁力線に直角方向への加熱は 8000km を超えた上空まで拡がっている。
 9. 昼間側から夜側へとドリフトしている O^+ イオン ($\sim 10\text{eV}$) を、衛星の太陽方向への動きを考慮することによって、検出することができた。

6. 参考文献

- Horwitz, J.L., "Velocity filter mechanism for ion bowl distributions (bimodal conics)", *J.Geophys.Res.*, 91, 4513-4523, 1986.

Klumpar, D.M., W.K.Peterson, and E.G.Shelley, "Direct evidence for two-stage (bimodal) acceleration of ionospheric ions", *J.Geophys.Res.*, 89, 10779-10787, 1984.

Lockwood, M., J.H.Waite, Jr., T.E.Moore, J.F.E.Johnson, and C.R.Chappell, "A new source of suprathermal O⁺ions near the dayside polar cap boundary", *J.Geophys.Res.*, 90, 4099-4116, 1985.

- Sagawa, E., A.W. Yau, B.A. Whalen, and W.K. Peterson, "Pitch angle distributions of low-energy ions in the near-earth magnetosphere", J. Geophys. Res., 92, 12241-12254, 1987.
- Shelley, E.G., R.G. Johnson, and R.D. Sharp, "Satellite observations of energetic heavy ions during a geomagnetic storm", J. Geophys. Res., 77, 6104-6110, 1972.
- Yau, A.W., B.A. Whalen, W.K. Peterson, and E.G. Shelley, "Distribution of upflowing ionospheric ions in the high-altitude polar cap and auroral ionosphere", J. Geophys. Res., 89, 5507-5522, 1984.

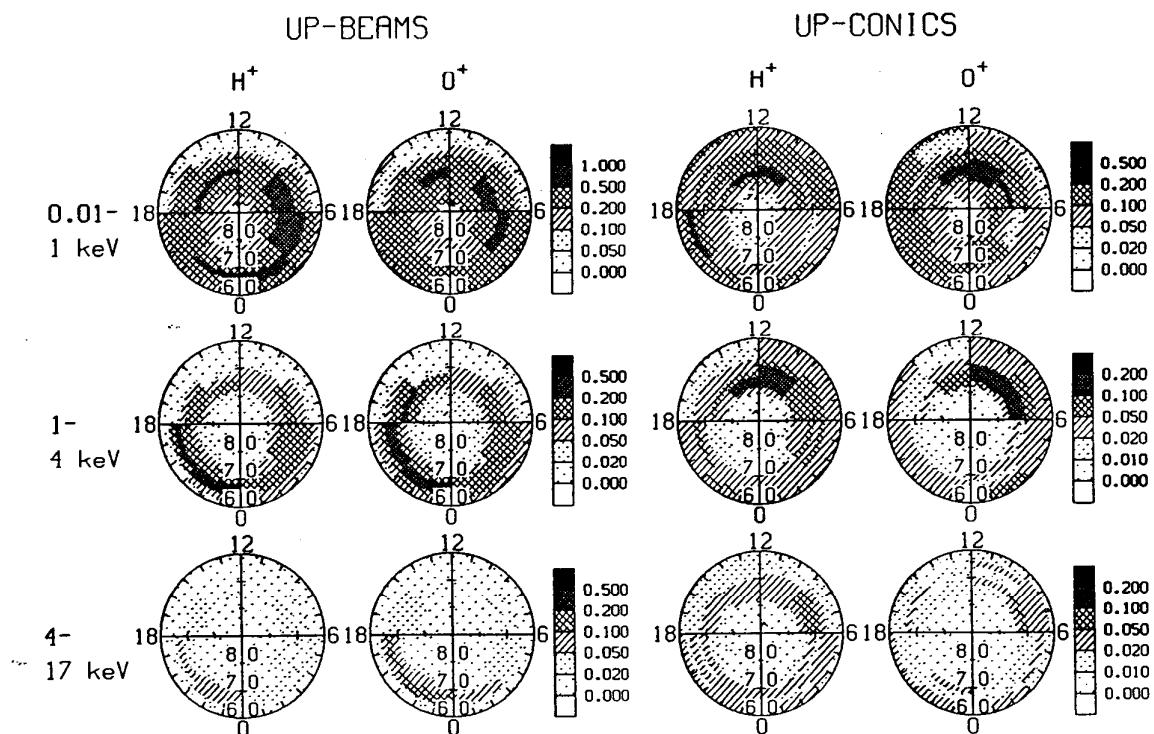


図3. ビームとコニクスの出現特性 -- 磁気緯度、地方時依存性。

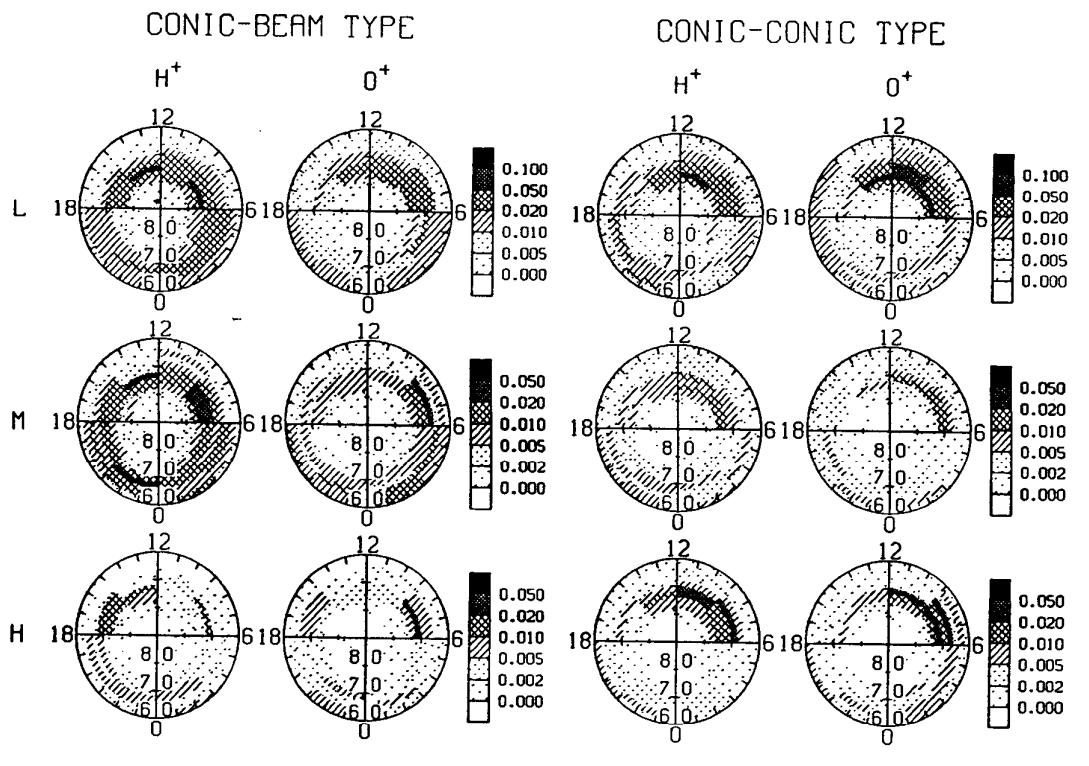


図4. 混成タイプの出現特性——磁気緯度、地方時依存性。L、M、Hはそれぞれ、0.01-1keVと1-4keV、0.01-1keVと4-17keV、1-4keVと4-17keVの組み合わせを表わす。

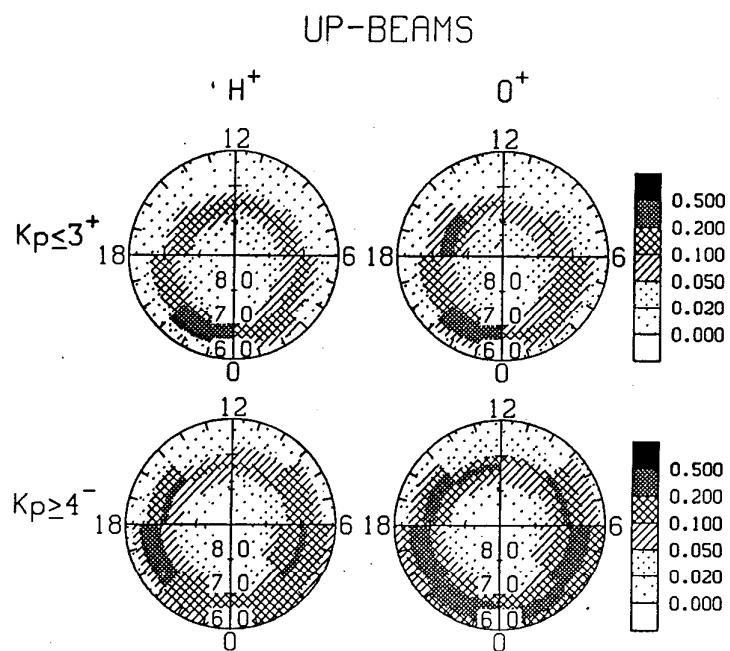
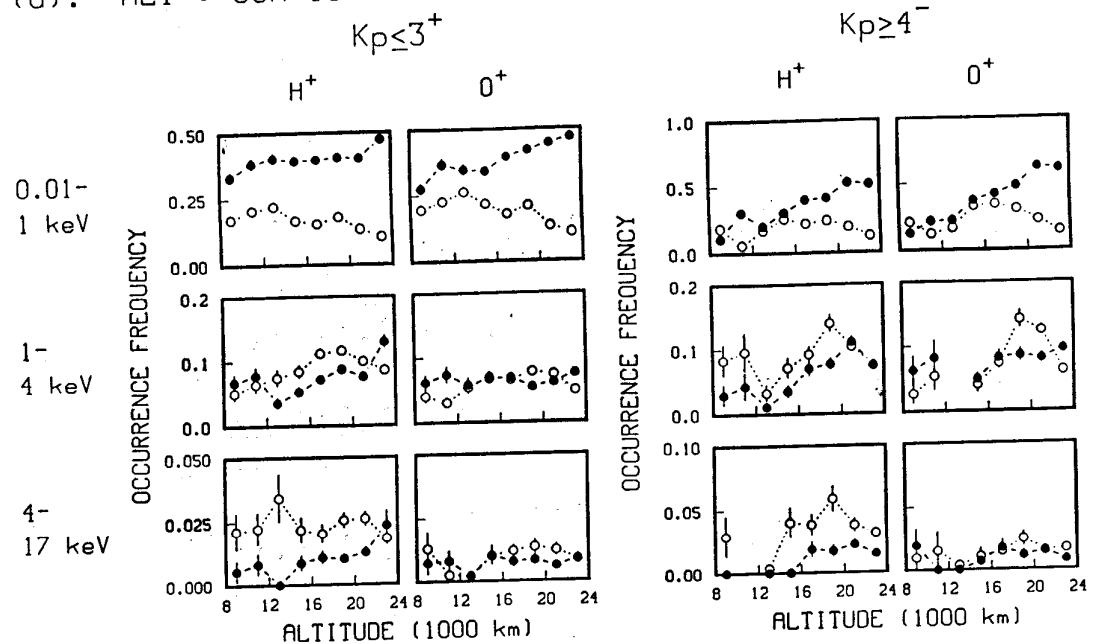


図5. ビーム(1-4kev)出現のKp依存性。

(a). MLT : 09H-15H



(b). MLT : 21H-03H

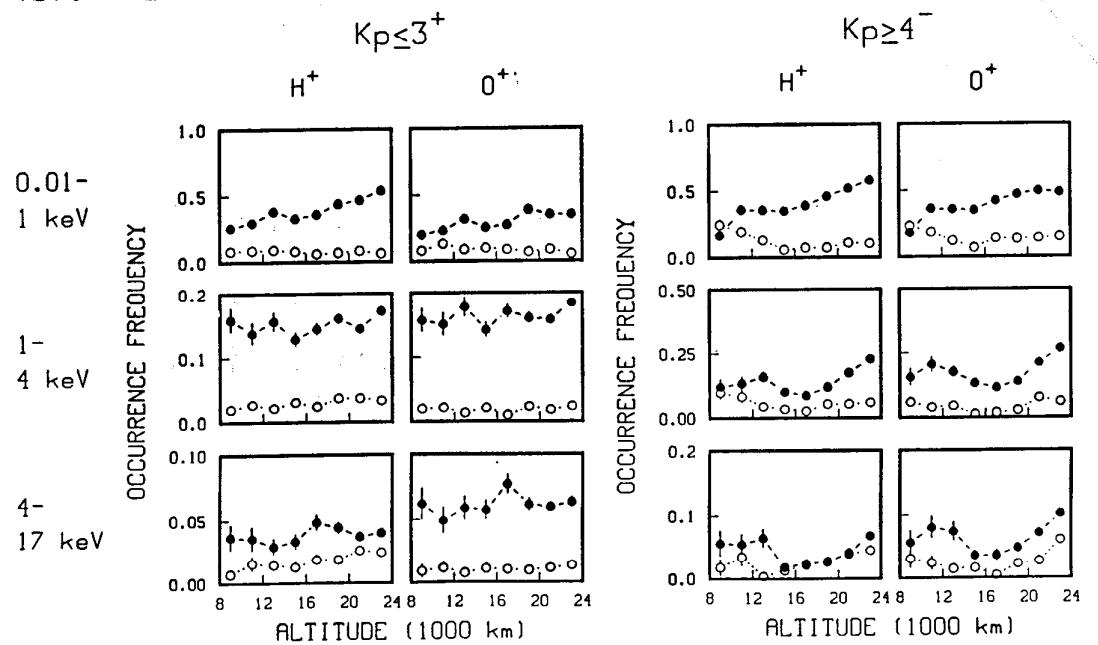


図 6. ピーム(●)とコニクス(○)出現の高度依存性。

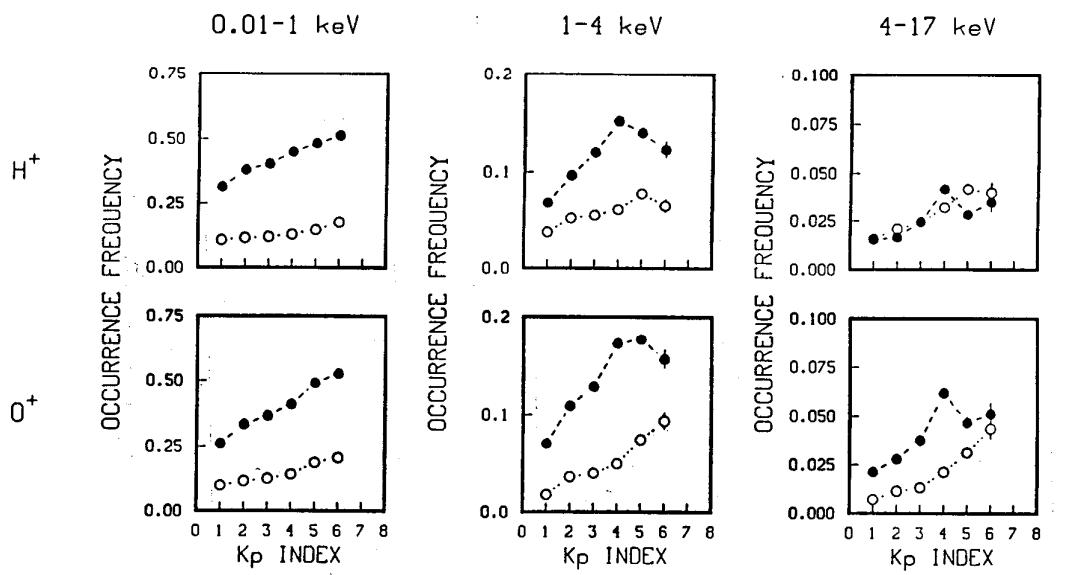


図 7. ビーム(●)とコニクス(○)出現のKp依存性。

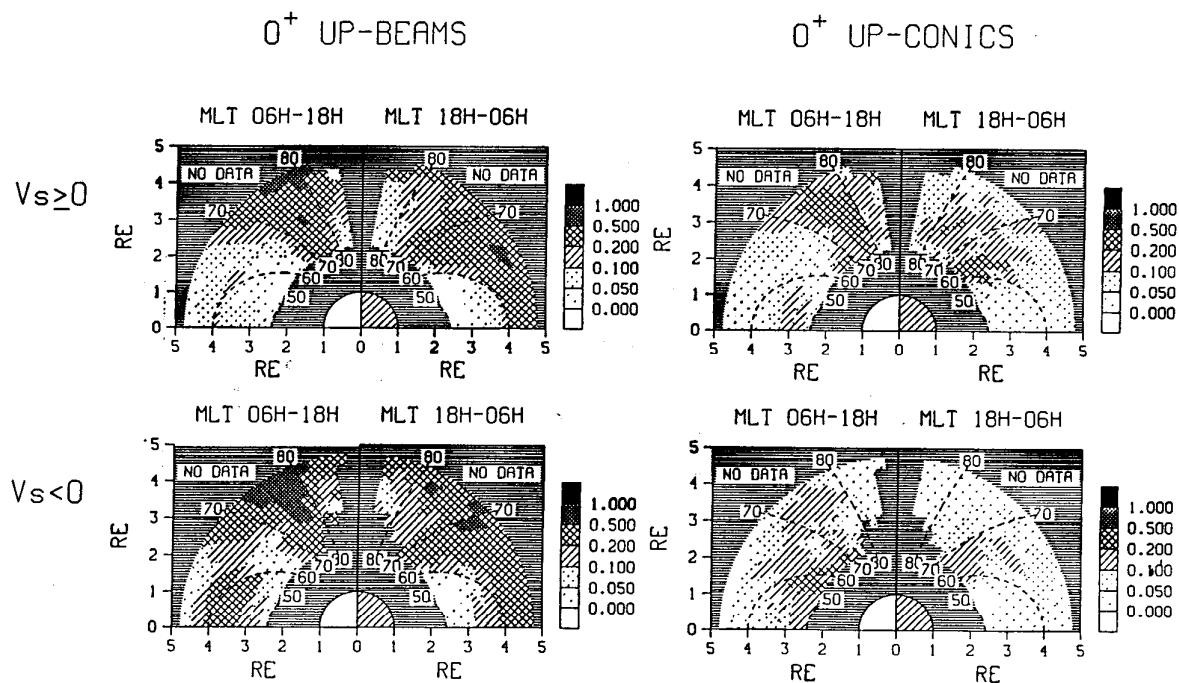


図 8. O^+ U.F.I (0.01-1keV)の出現特性。 $V_s > 0$ は衛星が太陽方向に、 $V_s < 0$ は衛星が反太陽方向に動いている場合である。