

極域電離圏の研究

The study on Polar Ionosphere

惑星物理学研究室 M2

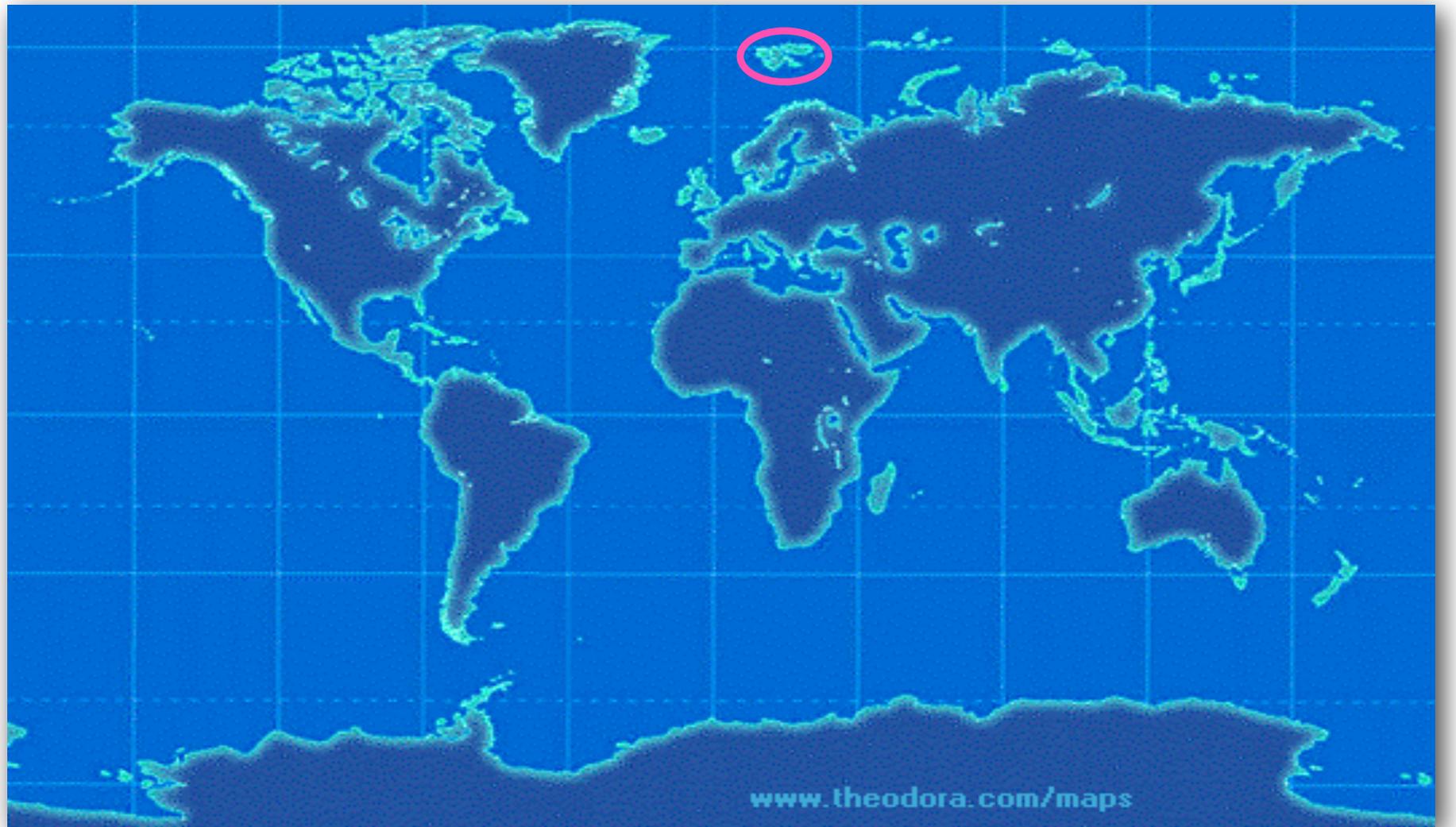
佐藤 創我

DM2 Seminar (08 Jun '06)

目次

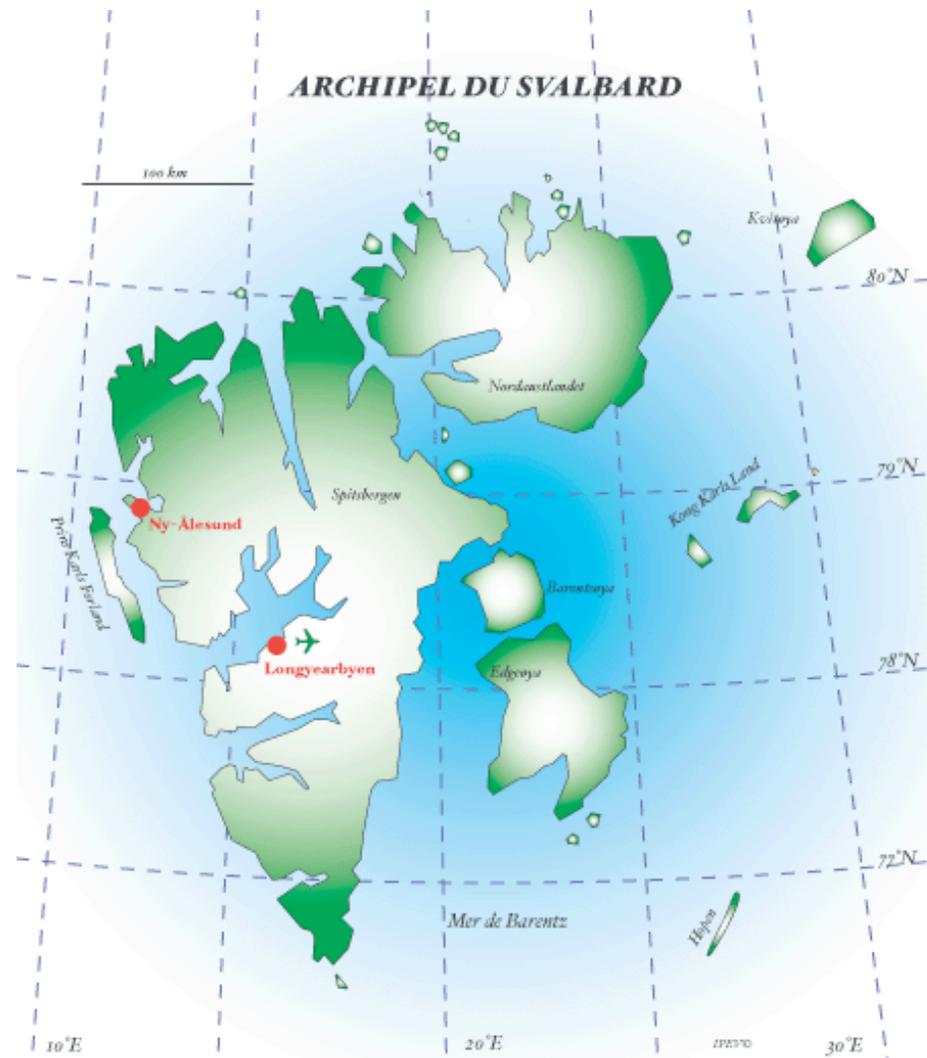
- Svalbardはどんなところ？
- Svalbardにある観測所
- ESRによる観測
- 本研究の現状と目標

Svalbard 諸島



Svalbard諸島

Longyearbyen (北緯78°2′ 東經16°0′)



Longyearbyen





Reindeer





UNIS

- Arctic Biology
 - Arctic Geology
 - Arctic Geophysics
 - Arctic Technology
-
- Middle Polar Atmosphere
 - Space Activity and Remote Sensing





Safety course
(How to use a rifle)



INNERTIER: Soga Sato (t.v.) fra Japan, Ane Fors fra Tromsø og Olman Traña fra Costa Rica på skytetrening. (Foto: Stine Eidissen Bya)

Pangstart på semesteret

Mandag gikk startskuddet for høstsemesteret på UNIS, med uvanlig mange studenter. Studieåret ble innledet med skytetrening.

STINE EIDISSEN BYA

Studenter på Universitets-senteret på Svalbard (UNIS) får en litt uvanlig velkomst. Denne uka går de gjennom et sikkerhetskurs som blant annet inkluderer skytetrening, førstehjelp, navigasjon og innføring i bruk av båt.

På første semesterdag mandag var studentene godt i gang med opplæringen. På skytebanen instruerte sikkerhetsansvarlig Fred Skancke Hansen studentene i våpenbruk. En av de nyankomne var Olman Traña. Overgangen fra Costa

Rica til Svalbard er stor.

– Dette er veldig eksotisk, og helt annerledes enn hjemme. Der bruker jeg aldri slikt, sier han og kikker ned på ullhanskene sine.

Soga Sato fra Japan sliter også litt med klimaet.

– Jeg liker meg godt her, men det er fryktelig kaldt, sier Sato og rister litt på overkroppen for å få varmen i seg.

Sammen med de to sitter Ane Fors, som ikke er like langveisfarende. Hun kommer fra Tromsø, og er på UNIS for å studere geofysikk.

– Jeg satser på å være her ett år i første omgang. Så får jeg se hvordan jeg trives, smiler Fors for hun må frem og sjekke blinkene på skytebanen.

Flere nordmenn

Informasjonsansvarlig Ketil Rønning forteller at rundt 50 nye studenter har begynt på UNIS i høst.

– Det er en uvanlig stor gruppe til høstsemesteret å være, sier Rønning.

UNIS har nå totalt 160 studenter. 65 av disse er semesterstudenter, mens 75 tar kortere kurs og 20 er hovedfags- eller doktorgradsstudenter.

UNIS har jobbet for å øke andelen norske studenter, og ser ut til å ha lyktes.

– I studieåret 2004/2005 er norskandelen oppe i 47 prosent. Det er vi veldig fornøyd med, sier direktør Lasse Lønnum.

Men han gir seg ikke med det.

– Målet er å få andelen opp til 50 prosent. Det håper vi å få til neste år, ved kommende studieopptak, forteller Lønnum.

Mer forskning

Etter at kvalitetsreformen ble innført ble det vanskeligere for UNIS å rekruttere nye stu-

denter.

– Vi har slitt litt med å få innpass, men har jobbet målbevisst for at de norske universitetene skal lage plass til våre kurs i studieprogrammene sine. Det begynner å gi resultater, opplyser Lønnum.

Noen nye kurs blir det ikke på UNIS i høst.

– Det har vi ikke rom for. Derfor venter vi i spenning på statsbudsjettet – om staten gir åpning for nye kurs, sier Lønnum.

Han er svært fornøyd med at generalforsamlingen før sommerferien ga UNIS ti permanente stipendiatstillinger.

– Det er veldig positivt for oss, og bidrar til å sikre etterveksten i norsk polarforskning, sier Lønnum.

I løpet av høsten skal UNIS også ansette fire nye forskere og flytte inn i nybygget.

– Vi satser offensivt mot polaråret, lover Lønnum.



Safety course
(How to use a hand held GPS)

Safety course (How to dive)





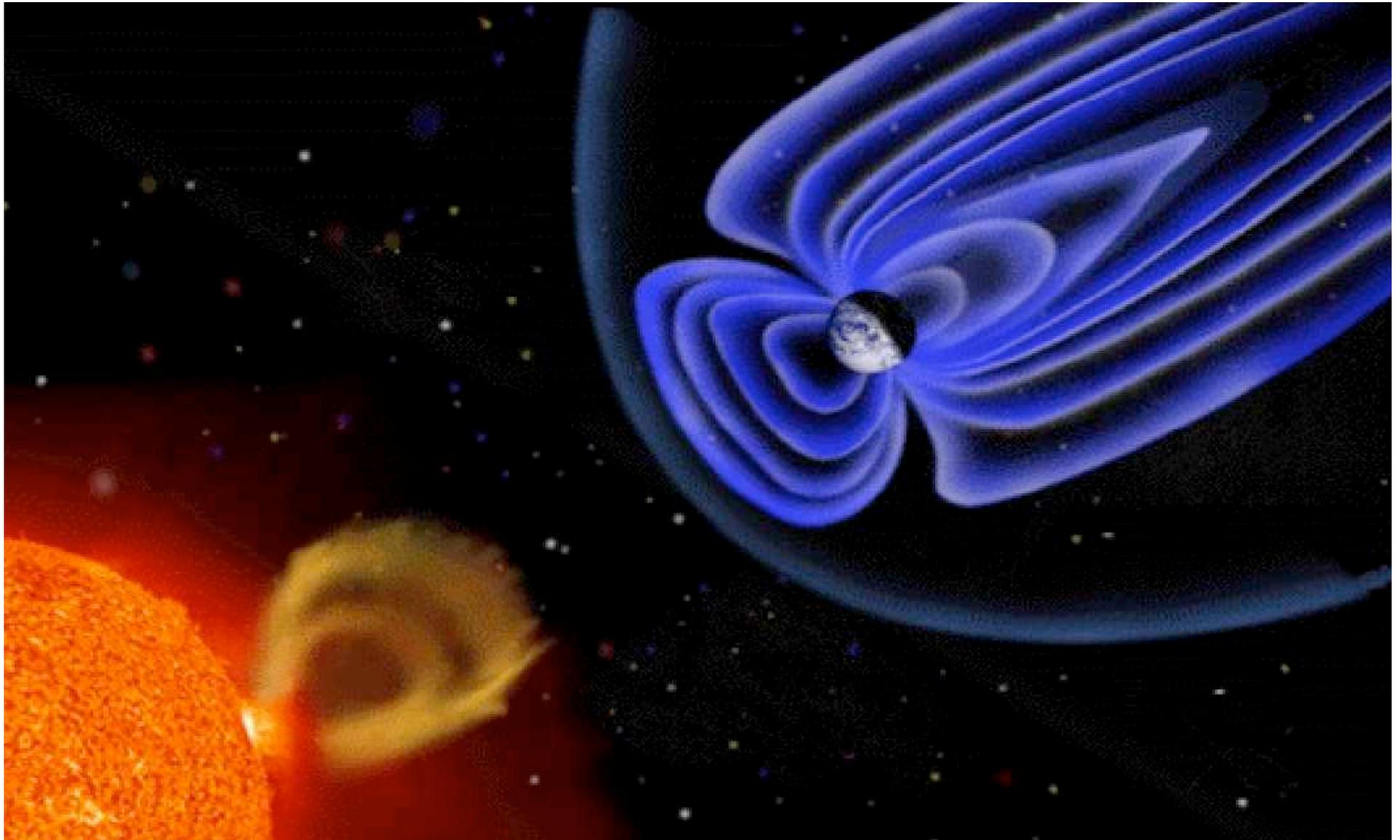






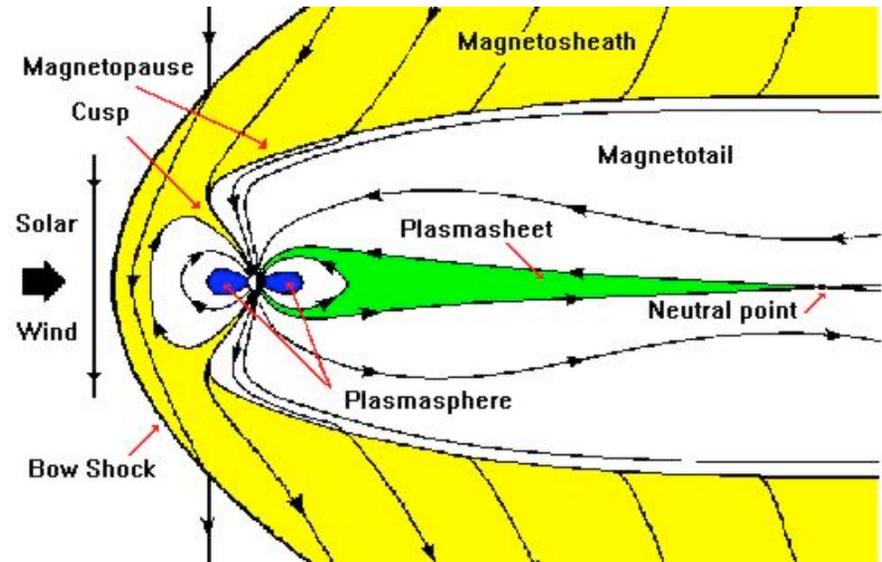
Svalbardは地球上での現象を考えたときに
どのような場所に位置しているのか

地球磁場が太陽風の動圧によってゆがみ
以下のような磁気圏を形成する

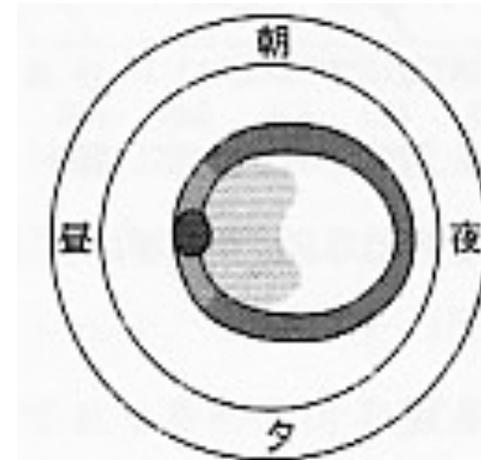


カスプ

- 昼側磁力線と夜側磁力線の境界領域
- 太陽風プラズマが直接地球に降り込む唯一の領域
- カスプ領域の磁力線を地球に向かってたどると、昼側の磁気緯度 75° 付近に対応する



夕方側から見た磁気圏とカスプの位置



北側から見たカスプの位置(黒い部分)

- Svalbard諸島
Longyearbyen

北緯78°2'東経16°0'



地理座標

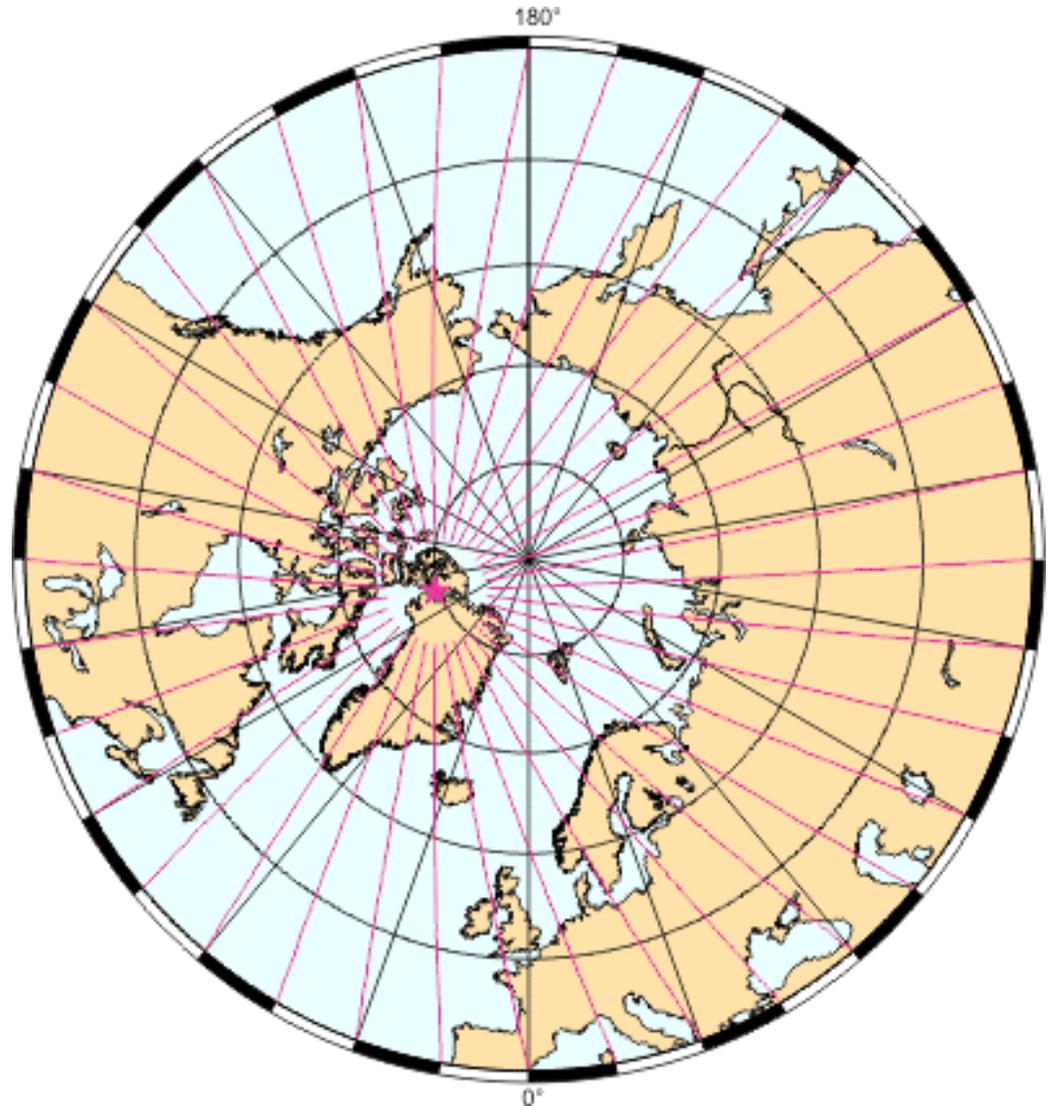
地磁気座標



北緯74°7'東経129°2'



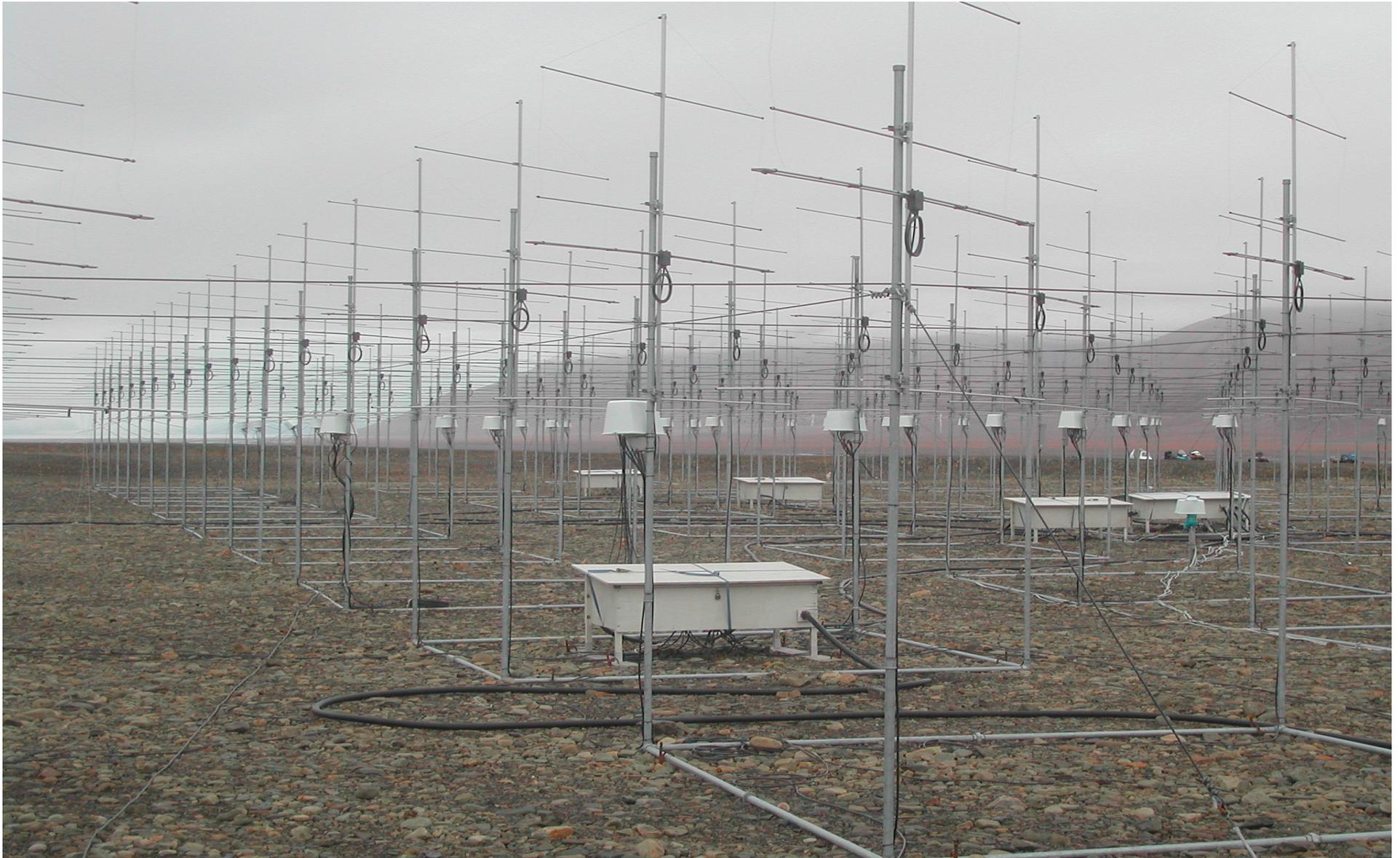
カスピの通り道



- Svalbardはどんなところ？
- Svalbardにある観測所
- ESRによる観測
- 本研究の目標と現状

SOUSY Radar

(Sounding System Radar)





SvalSat

(Svalbard Satellite Station)



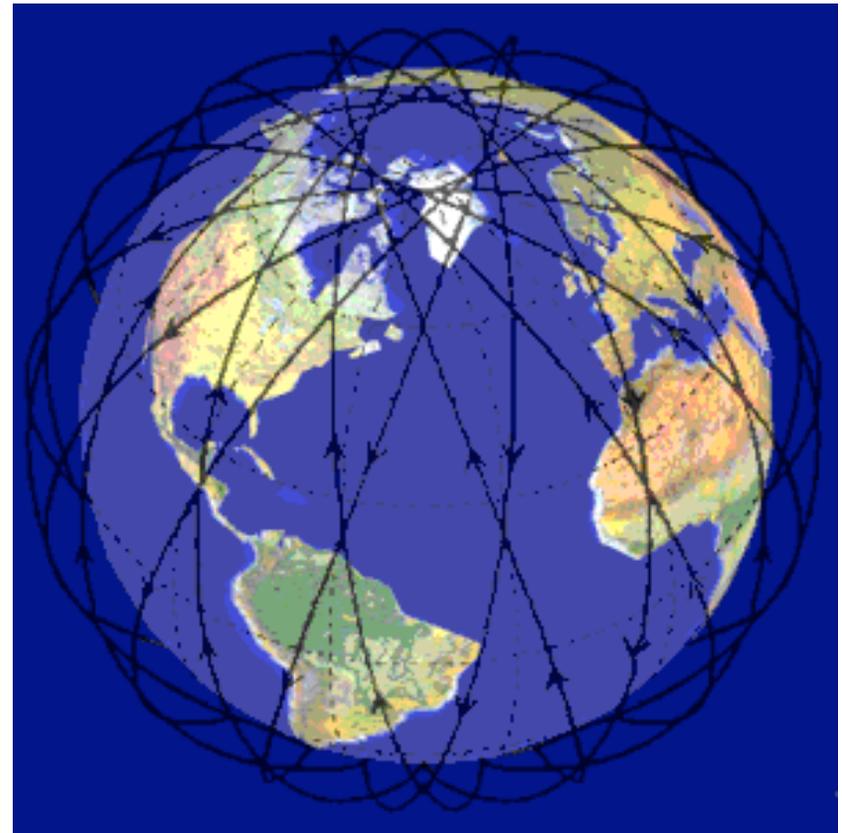


なぜ極域にSvalSat？

極軌道を描く人工衛星は
必ず極の上空を通過する

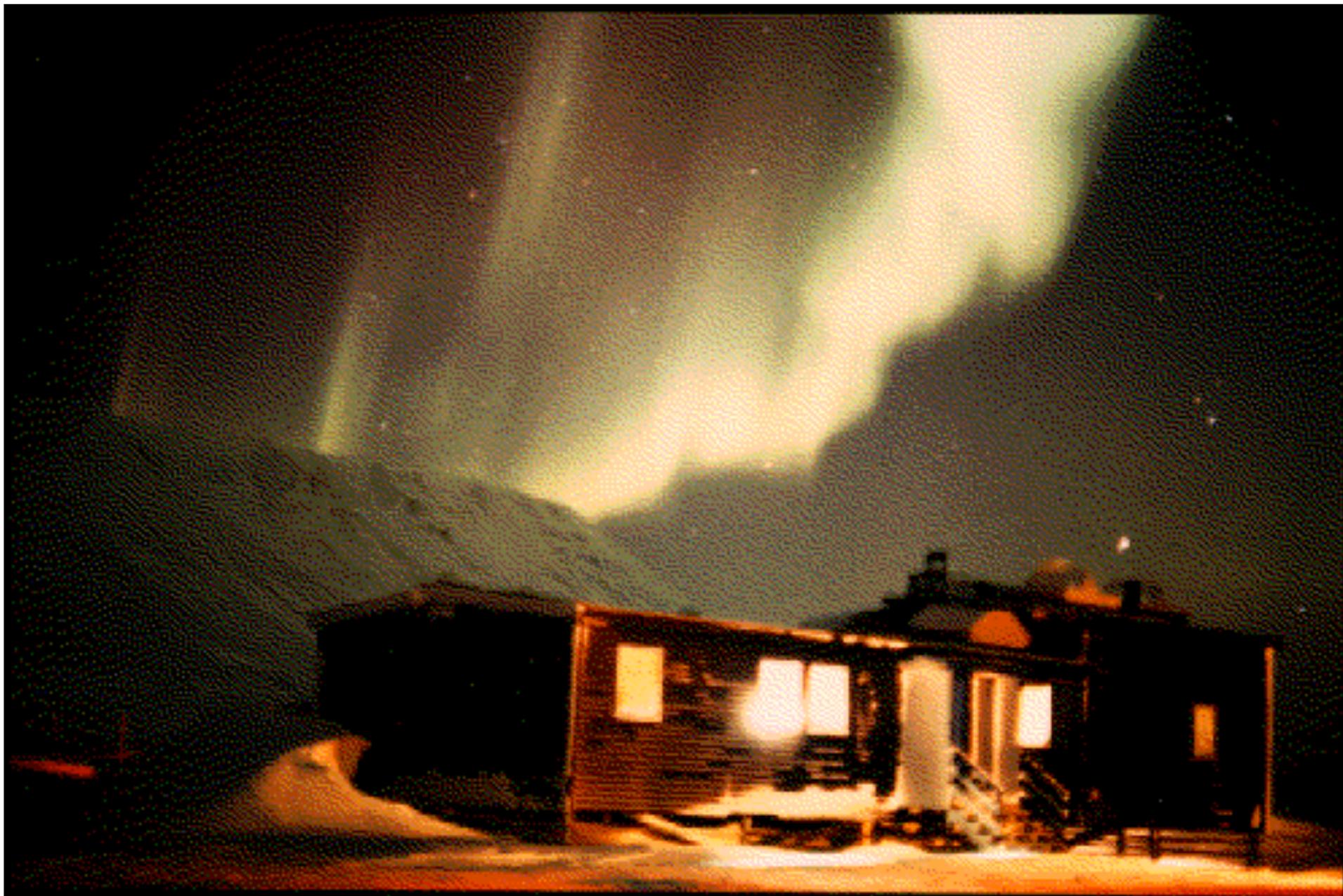


- 1周毎にデータを取得できる
- このサイト1ヶ所で全ての極軌道衛星のデータを取得できる



低高度で飛行する極軌道衛星の軌跡の例

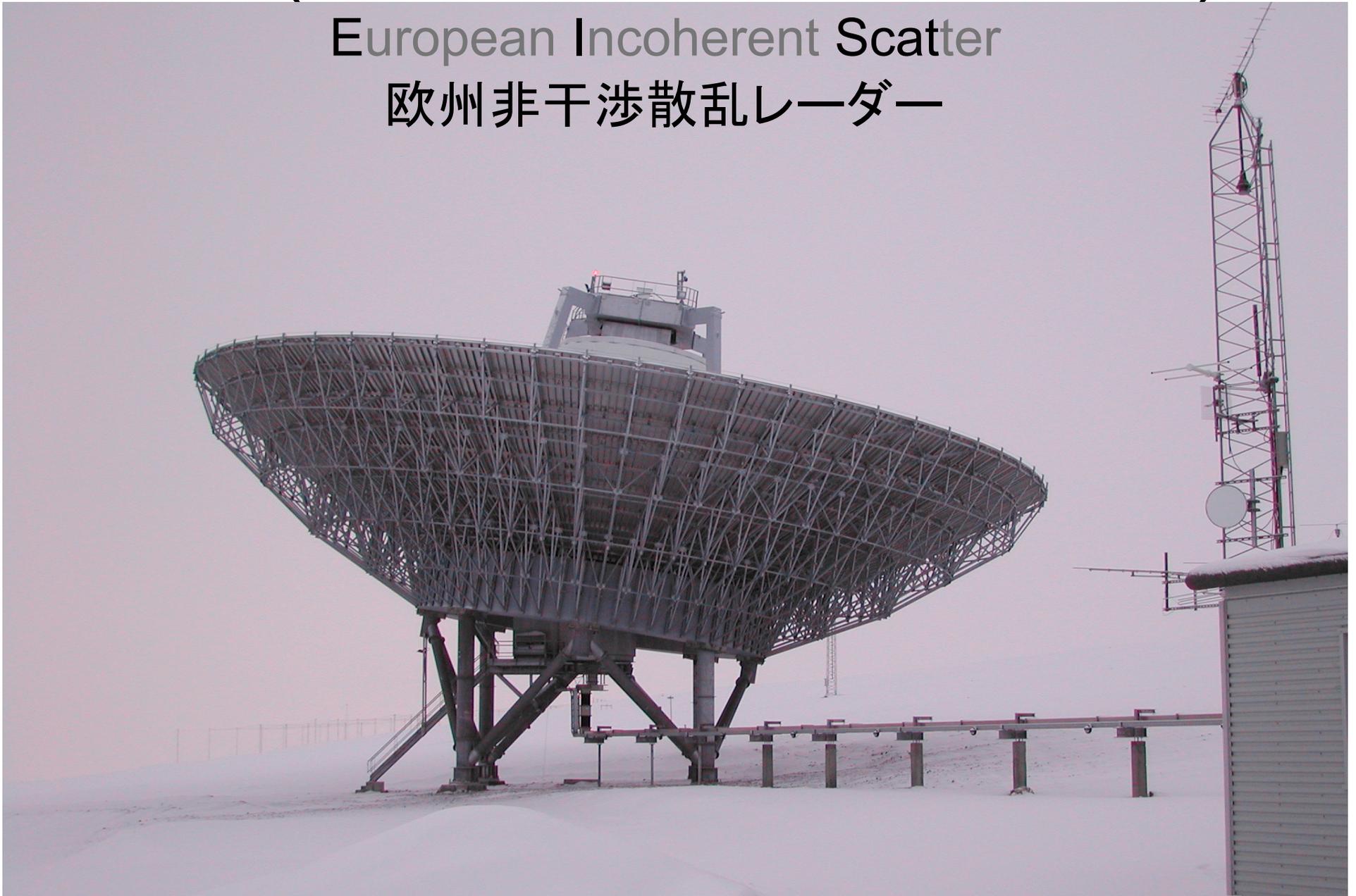
Auroral Station



ESR(EISCAT Svalbard Radar)

European Incoherent Scatter

欧州非干渉散乱レーダー









© 2005 Tom Grydeland



- Svalbardはどんなところ？
- Svalbardにある観測所
- **ESRによる観測**
- 本研究の目標と現状

EISCATの観測原理

European Incoherent Scatter (欧州非干渉散乱)

- ・ 送信電波：500MHz 波長：0.6m
- ・ 電波を電離層に向けて発射し、そのわずかに散乱されて戻ってきたものを観測
- ・ 自由な（または束縛の弱い）荷電粒子による電磁放射の散乱をトムソン散乱(Thomson Scatter)といい、ISレーダーはこの散乱を観測している

ISレーダーによる物理量の導出(1)

<電力束密度の利用>

- 電力束密度 P_0 [W/m²]の電波が高度 h [m]にある電子密度 N [個/m³]、容積 V [m³]の電子雲に照射されたとき、地上の単位面積に戻ってくる散乱波の電力束密度 P は

$$P = \frac{P_0 \sigma N V}{4\pi h^2} \quad [\text{W/m}^2]$$

(σ : 1 個の電子の散乱断面積 $\sigma = 8\pi r_e^2/3$ 、 r_e : 電子半径)



電子密度 $N(h)$

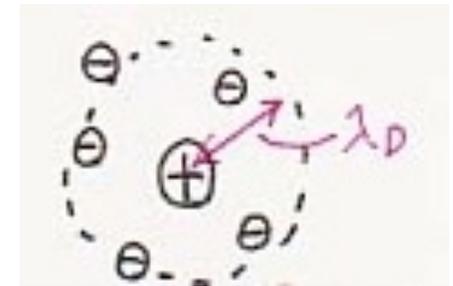
ISレーダーによる物理量の導出(2)

<ドップラーシフトの利用>

まず、、

- デバイ長 λ_D

プラズマ中の点電荷による静電場の作用と
他の電荷の熱運動の作用が
釣り合う距離



<例：イオンによる静電場を打ち消そうとする電子の動きと、電子の熱運動が釣り合っている状態>

- プラズマ中で電子もイオンも熱運動している

しかし、デバイ領域において電子は重たいイオンの熱運動の動きに引きずられている

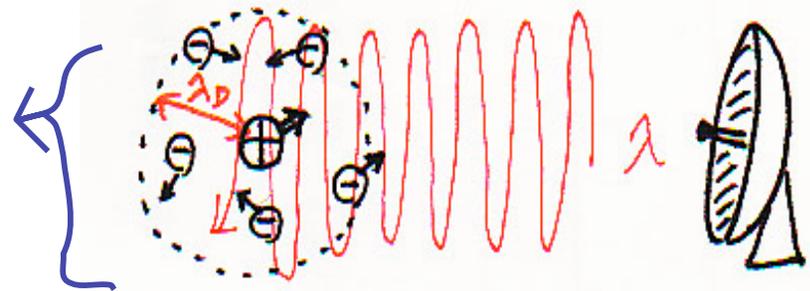
ISレーダーによる物理量の導出(2)

<ドップラーシフトの利用> その2

観測に使う電波の波長が

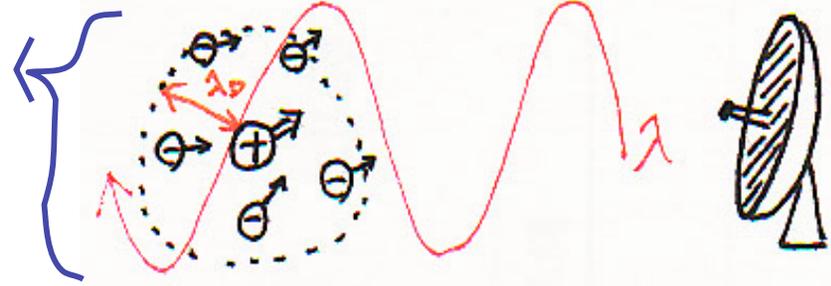
- ・ $\lambda < \lambda_D$ のとき:

返ってくる散乱波は電子の熱運動によってドップラーシフトしている



- ・ $\lambda > \lambda_D$ のとき:

返ってくる散乱波はイオンの疎密波によってドップラーシフトしている



$\lambda > \lambda_D$ の散乱波を生じている粒子はイオンでも電子でもあるが電子はイオンに捕捉されているため結果的にイオンの運動を測定していることになる。

< λ : 観測に使う電波の波長、 λ_D : デバイ長 >

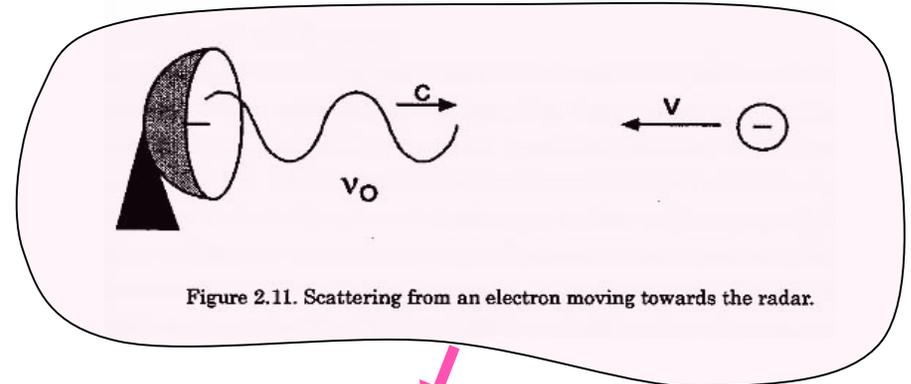
ISレーダーによる物理量の導出(2)

<ドップラーシフトの利用> その3

- イオンの疎密波の位相速度 v_+ は

$$v_+ = \sqrt{v_i \left(1 + \frac{T_e}{T_i} \right)}$$

(T_i, T_e :電子,イオン温度、 m_i :イオン質量
 $v_i = (kT_i/m_i)^{1/2}$:イオンの熱速度)



- イオン疎密波によってドップラーシフトを起こす後方散乱波の振動数のずれ ($\Delta \nu$) は

$$\Delta \nu = \nu - \nu_0 = \nu_0 \left(\frac{c + v_+}{c - v_+} - 1 \right) \approx \nu_0 \left(1 + 2 \frac{v_+}{c} - 1 \right) = 2 \frac{v_+}{\lambda_0}$$

(ν :散乱波の振動数、 ν_0 :送信電波の振動数、 λ_0 :送信電波)

となり、受信するスペクトルは送信したスペクトルよりこの $\Delta \nu$ だけずれたものとなる。

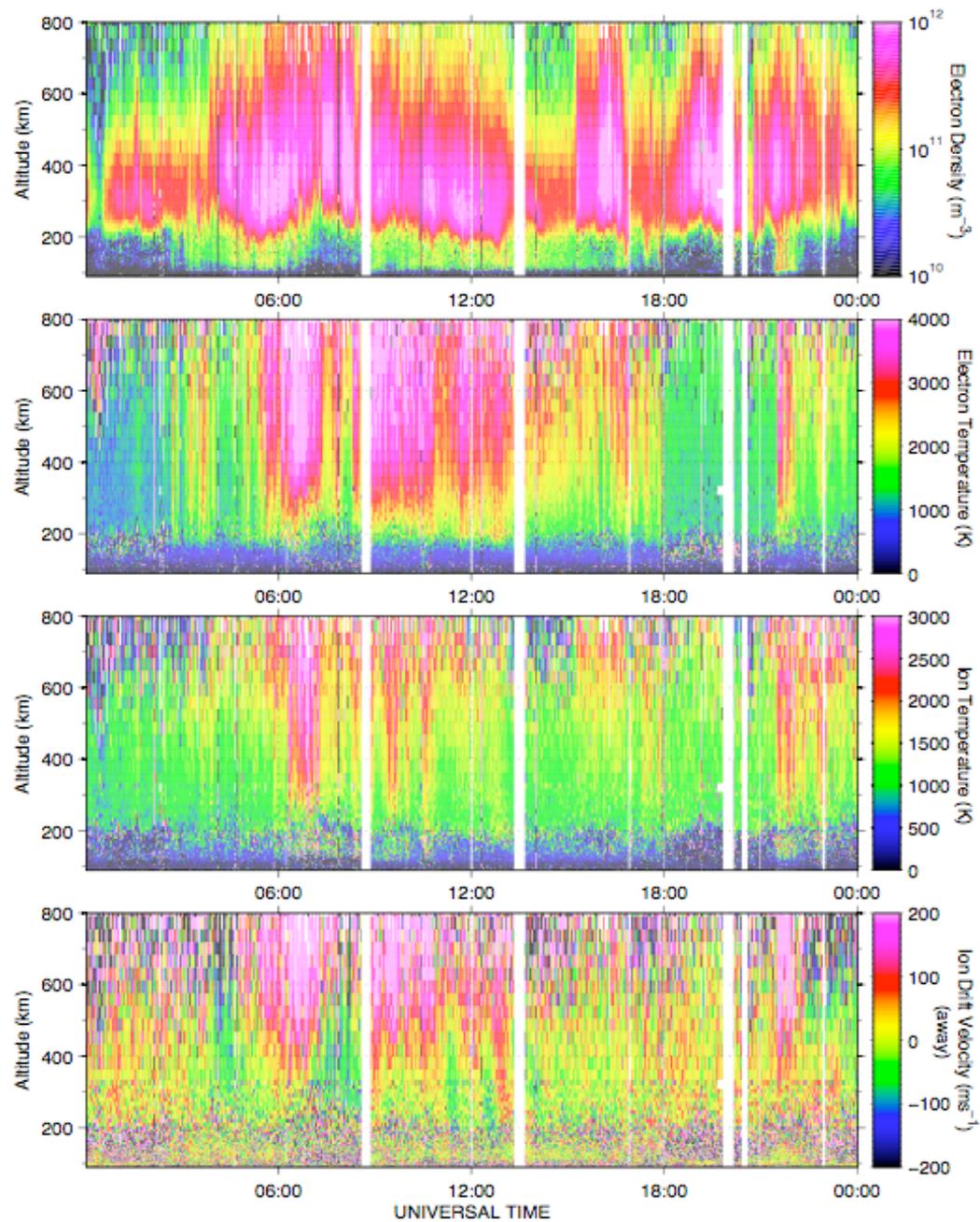


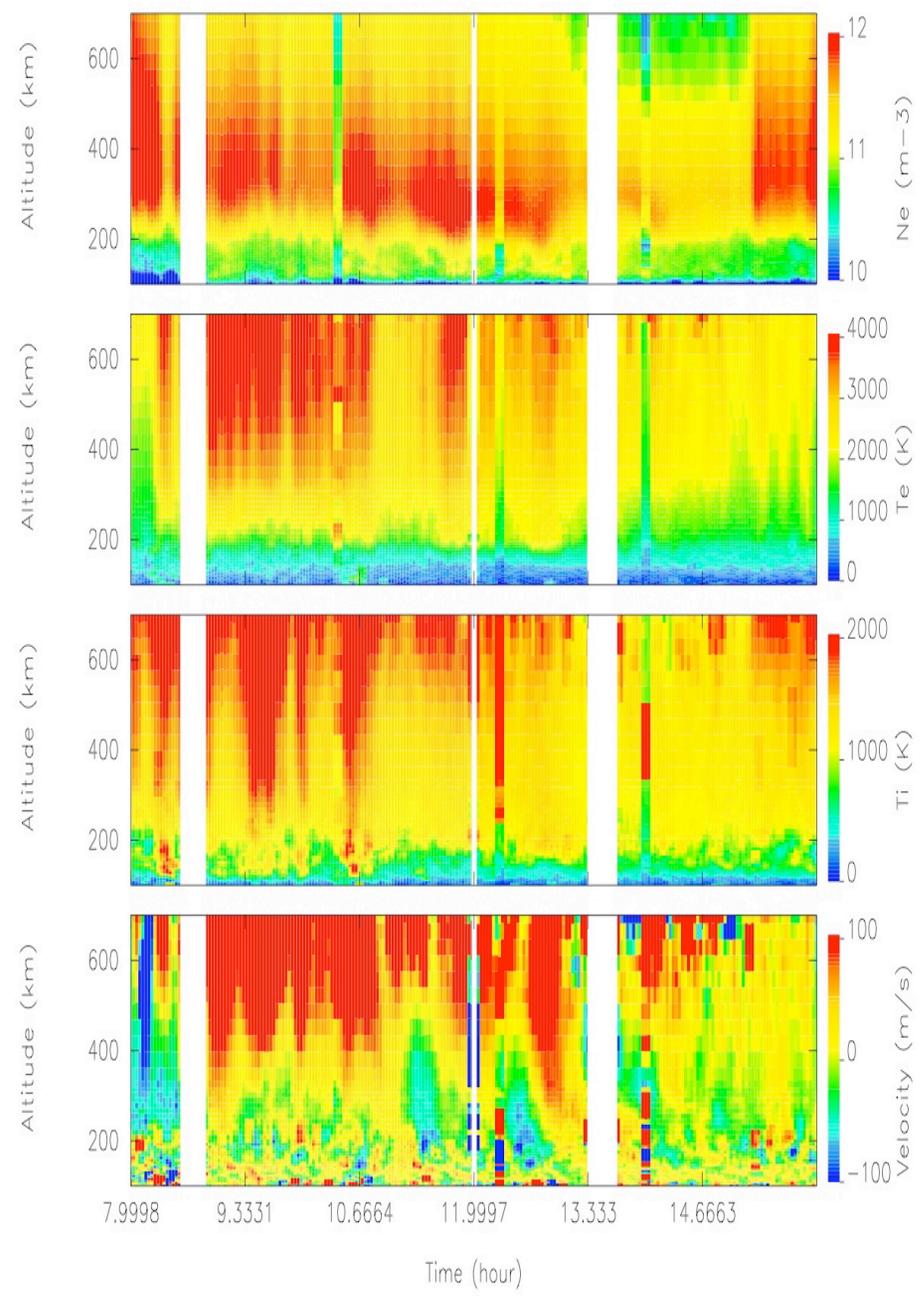
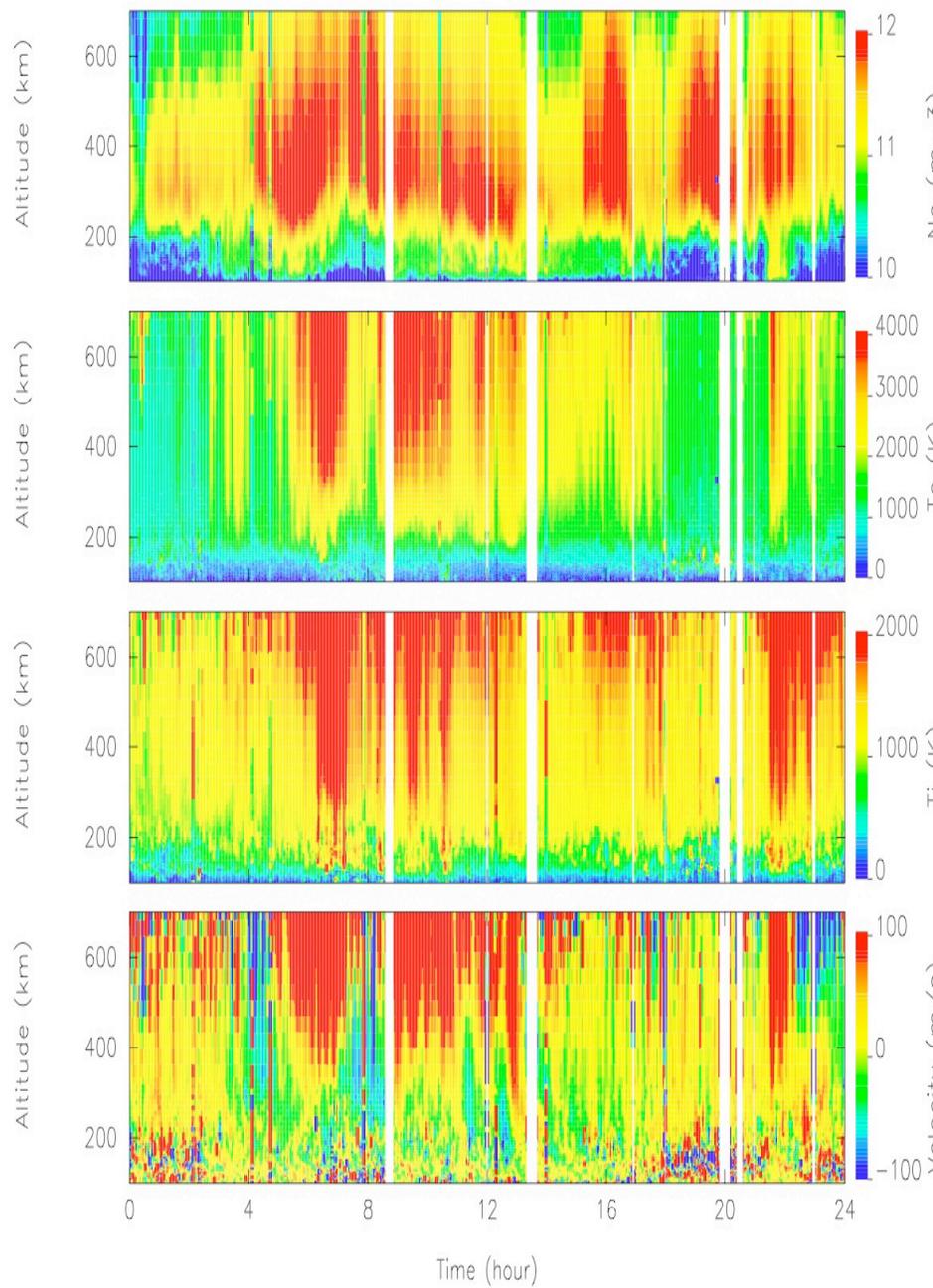
視線方向のイオン速度、電子温度、イオン温度

- Svalbardはどんなところ？
- Svalbardにある観測所
- ESRによる観測
- **本研究の目標と現状**

EISCAT SVALBARD RADAR

CP, esr, tau0, 6-7 February 2001





今後の目標

- EISCATだけでなく
同時刻における他のデータとの比較
 - >CHAMP衛星（高度400km）：
軌道上でのイオン密度、電子温度、中性子密度
など
 - >ESR近辺での磁場のデータ