北海道-陸別HFレーダーによる静穏時・擾乱時における中緯度域電離圏対流の研究

Study of mid-latitude ionosphere convection during quiet and disturbed periods with SuperDARN Hokkaido radar

名古屋大学　太陽地球環境研究所　スウ　運・　西谷　望

発表の流れ

1. 研究背景

- M. Blanc ： THE IONOSPHERIC DISTURBANCE DYNAMO ， 1980
- J. L. Burch and J. Goldstein ： Cause of plasmasphere corotation lag ， 2004
- Michael C. Kelley, Rodney A. Heelis ： The Earth’s Ionosphere Plasma physics and el

2.今回の目的

3.研究方法

4.初期結果

5.考察

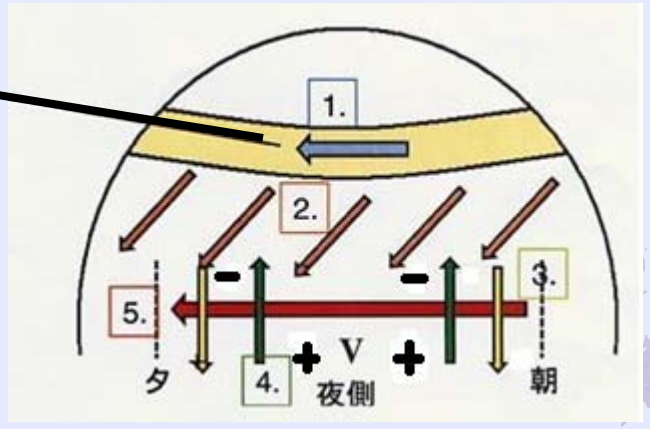
6.まとめ

7.今後の研究課題

過去の研究

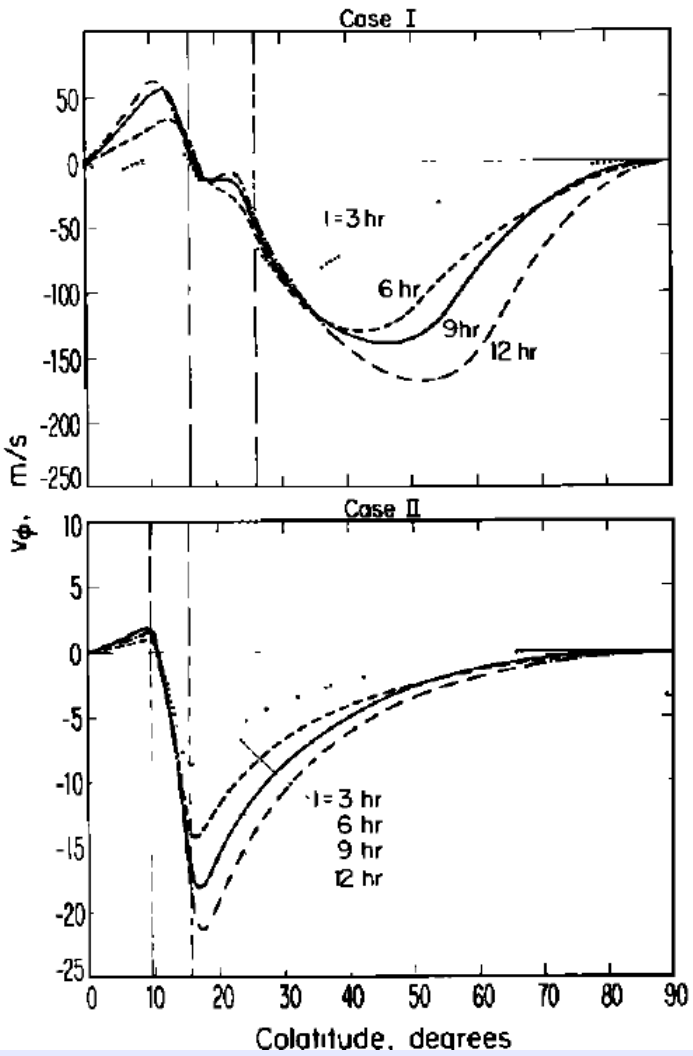
1. オーロラジェット電流から発生するジュール熱および高緯度対流電場によるion drag forceより、中性大気が低緯度の方へ移動する
2. 自転によるコリオリ力（或いは角運動量保存）の影響で中性大気に西向きの慣性力がかかる
3. 西向きの中性大気速度により見かけ上の赤道方向の電場UxBが発生する
4. 上記電場により赤道方向のPederson電流が流れ、conductivity gradientにより極側に－、赤道側に＋のchargeが蓄積して極方向の電場が生成する
5. この電場により中緯度領域において西向きドリフトが生成する

オーロラジェット電流



M. Blanc ： THE IONOSPHERIC DISTURBANCE DYNAMO ， 1980

プラズマドリフト速度の緯度依存性

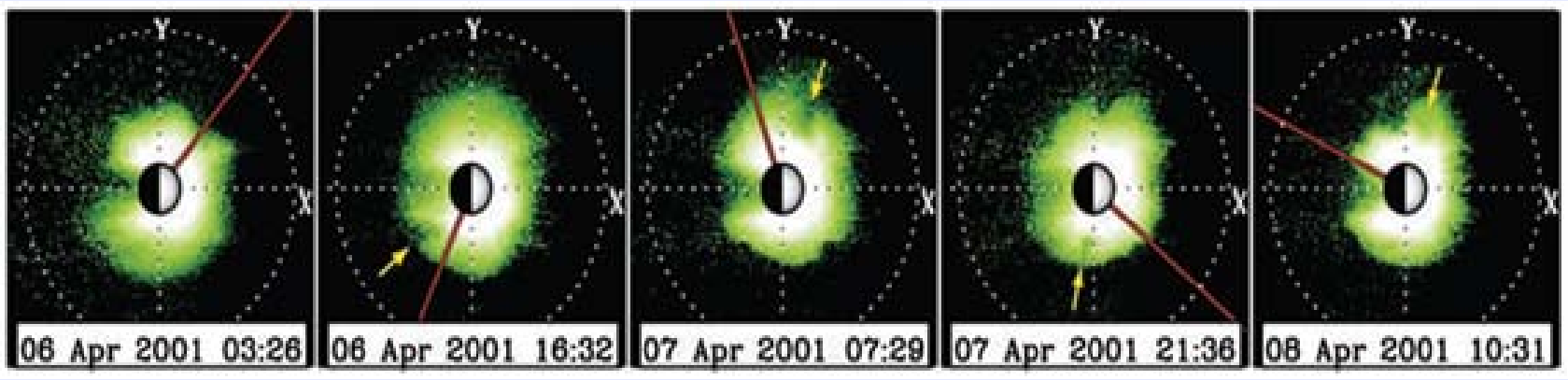


F層プラズマドリフト速度がストーム進展に伴う緯度依存性を示すシミュレーション結果

- 地磁気擾乱の発達に伴いプラズマドリフト速度が増大する

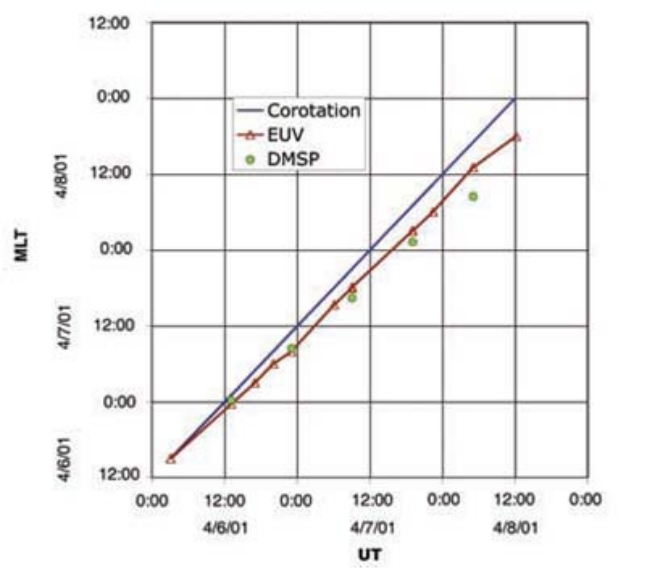
M. Blanc ： THE IONOSPHERIC DISTURBANCE DYNAMO ， 1980

電離圏と深く関連があるプラズマ圏にも中緯度における西向きの働きがある----共回転遅れ



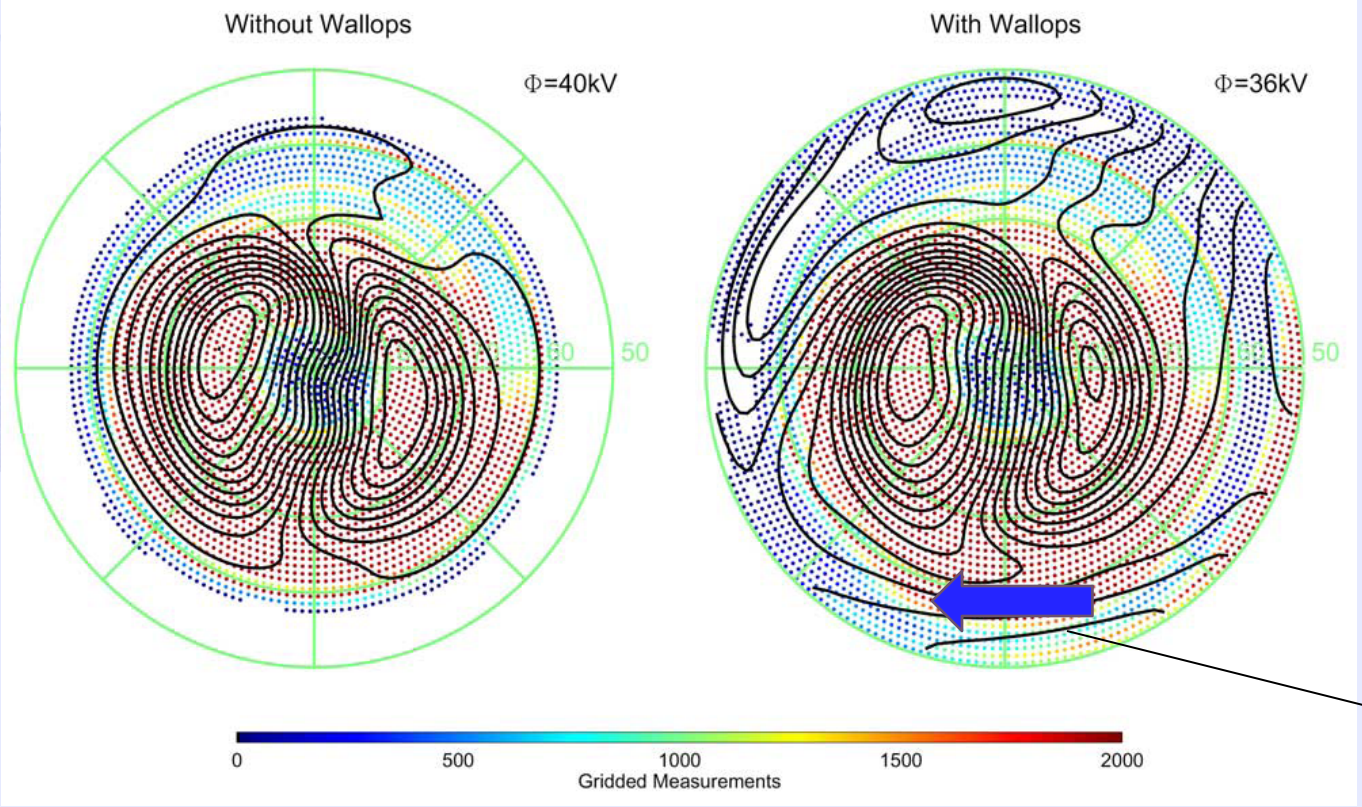
2001年4月6-8日IMAGE衛星搭載EVUカメラで捉えたプラズマ圏分布

DMSPイオンドリフトメーターも同じく自転より遅れたとこにV字型切り口が現れると推測している



CAUSE OF PLASMASPHERE COROTATION LAG
(J. L. Burch and J. Goldstein, 2004)

SuperDARNの観測結果



2005年6月－2006年8月観測データで計算して出した電離層平均対流パターン。

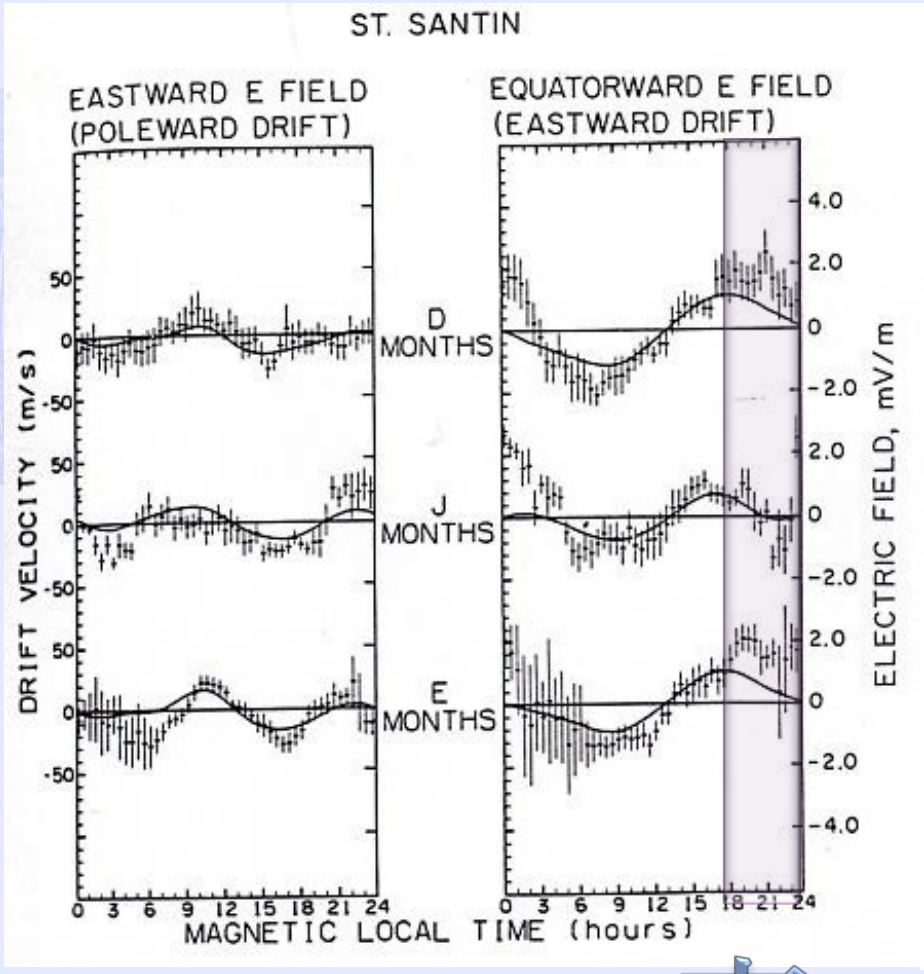
•地磁気活動度が比較的静穏な時（Kp<=3）。

◆中緯度では、高緯度対流の影響がはるかに弱くて、中性風のダイナモ作用で駆動される西向きの動きが支配的である。

Observations of ionospheric convection from the Wallops SuperDARN radar at middle latitudes (J. B. H. Baker,2007)

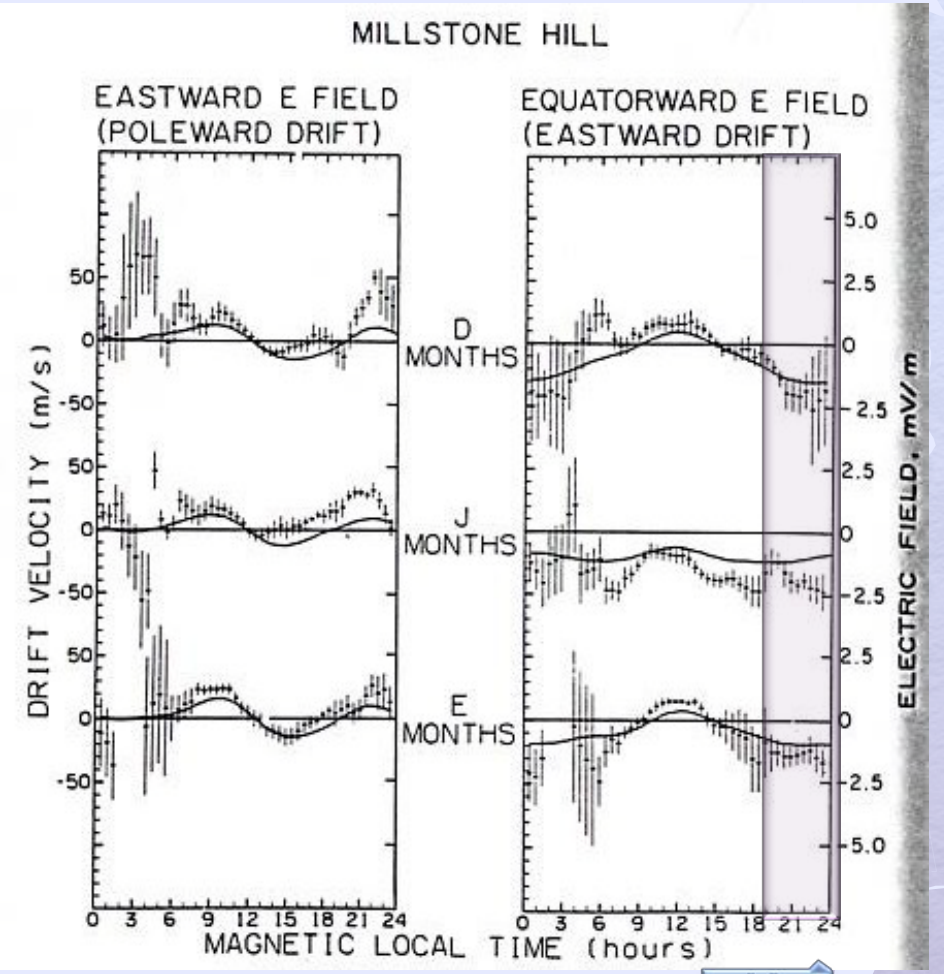
The Earth's Ionosphere
Plasma physics and electrodynamics
Michael C. Kelley, Rodney A. Heelis

静穏時（Kp<＝3）における、平均ドリフト速度（電場）とモデル計算結果



(44.1, 40)

東



(42.6, 57)

西

Gonzales et al. (unpublished manuscript)及び
Richmond et al. (1980)がそれぞれMillstone Hill
レーダーを使って発表した観測結果

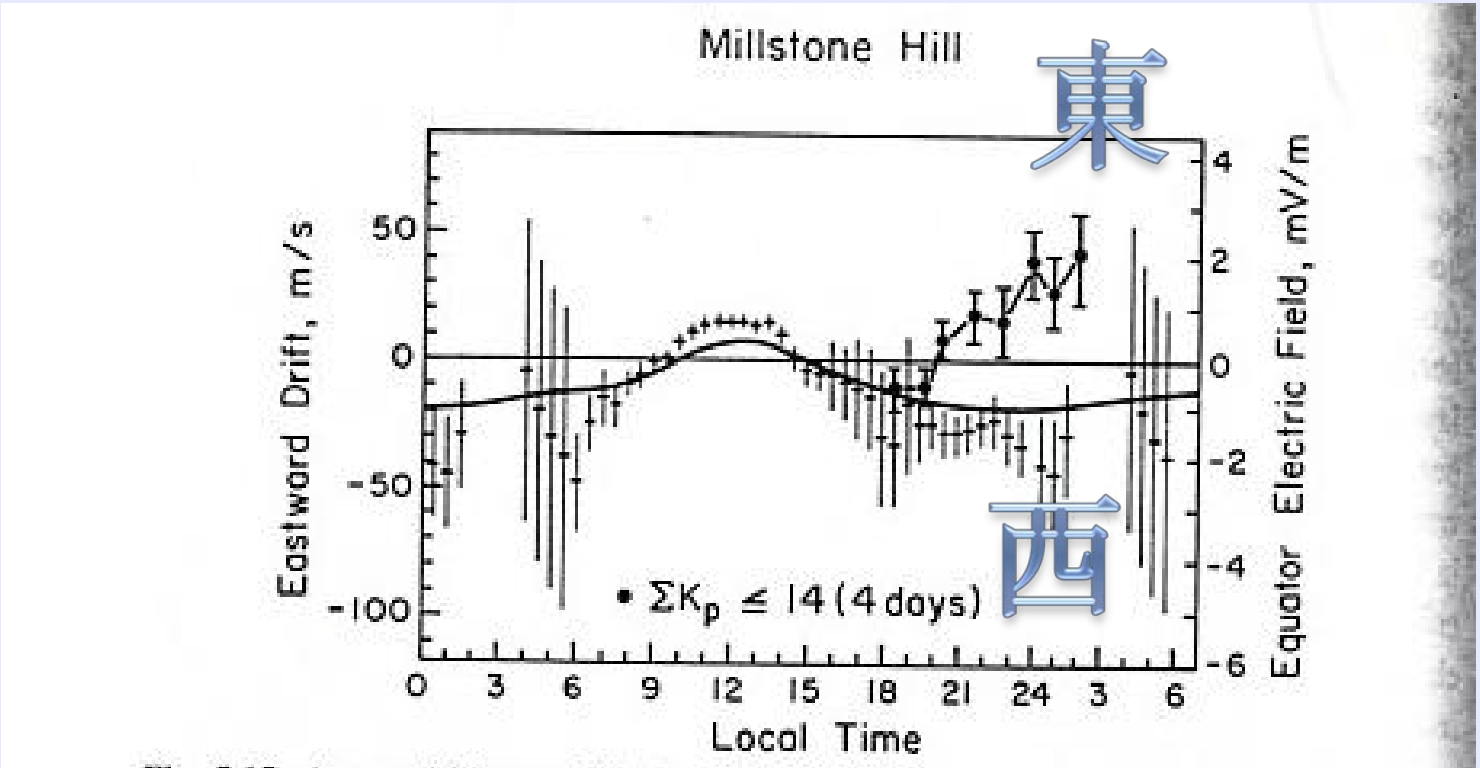


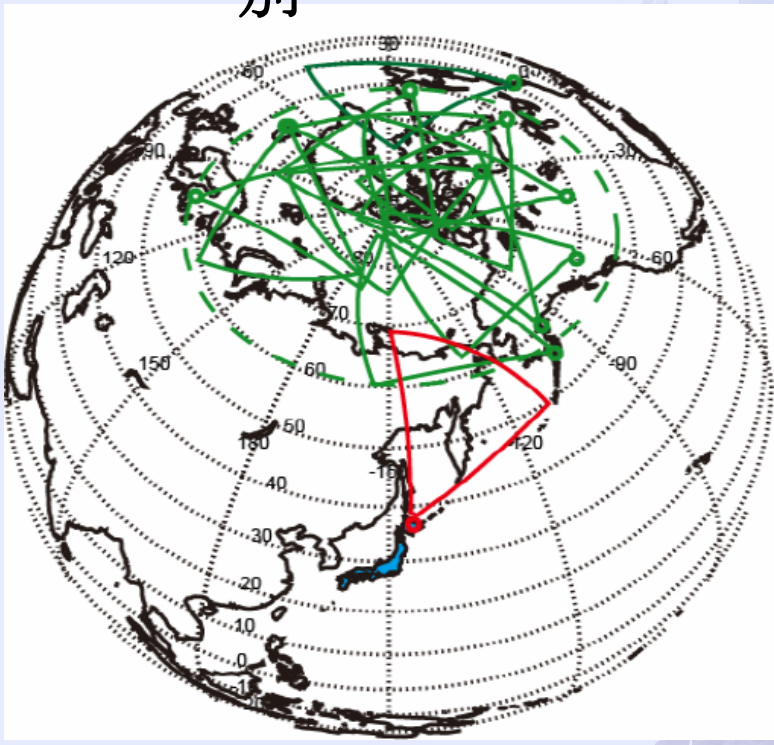
Fig. 5.15. Average Millstone Hill electric field measurements along with 1-h averages of the same component during times of very low activity.

The Earth's Ionosphere
Plasma physics and electrodynamics
Michael C. Kelley, Rodney A. Heelis

研究目的

- 北海道-陸別**HF**レーダーを使って中緯度電離圏プラズマの地磁気指数**Kp**の依存性を調べる。
- 夜側における西向きフローの地磁気指数**Kp**に依存する特性について調べる。

北海道-陸別

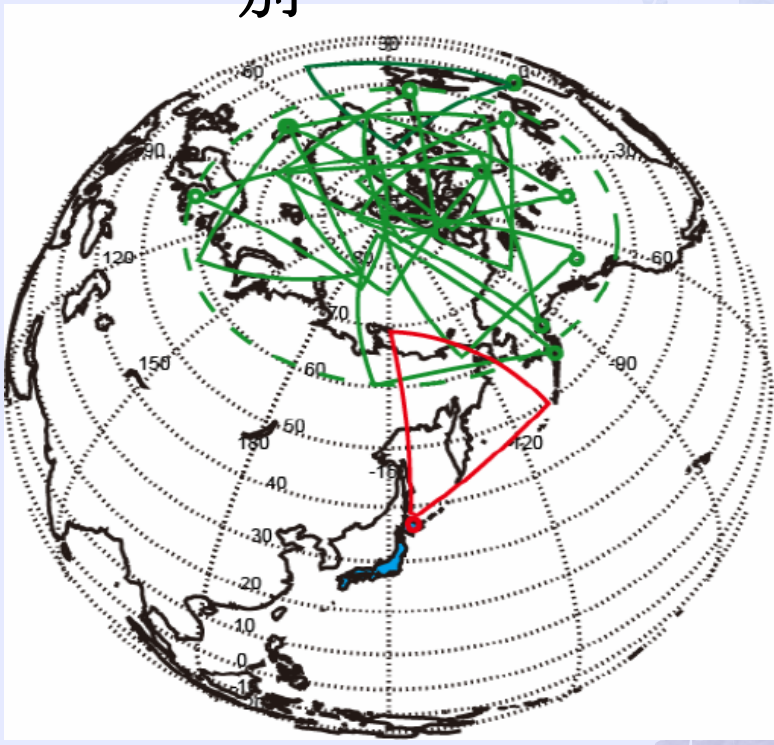


(43.5, 37)

研究方法

- 北海道-陸別**HF**レーダーによって得られた各ビーム方向のドップラー速度のデータを、極座標にプロットする。
- さらに、北海道-陸別**HF**レーダーによって得られた各ビーム方向のドップラー速度のデータを地磁気指数**KP**を用いて分別する。

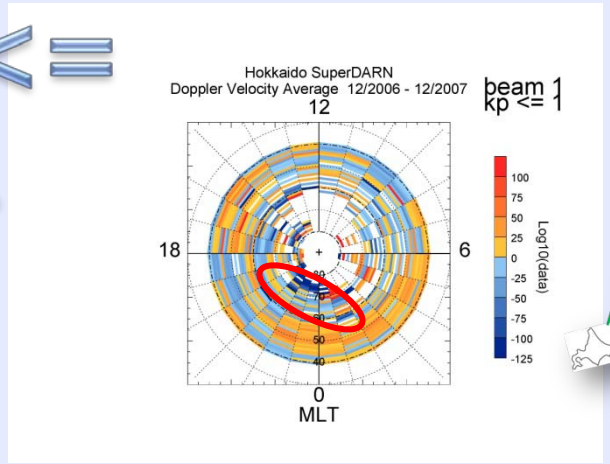
北海道-陸別

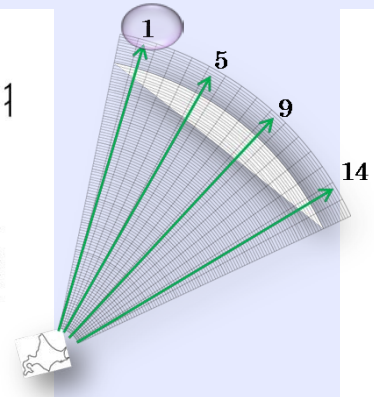


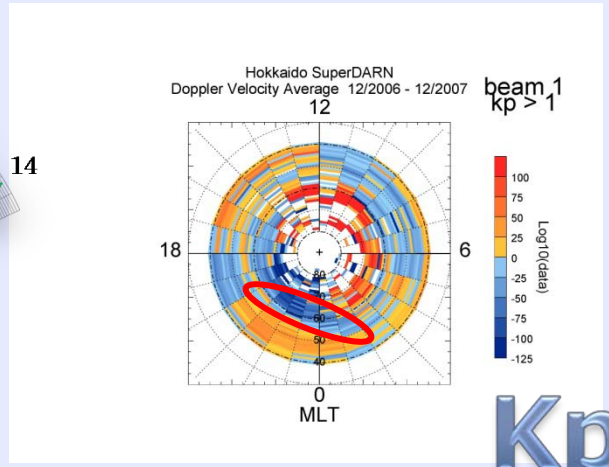
(43.5, 37)

2006年12月～2007年12月の間のビーム1番に関するKp別統計解析結果

Kp<=1

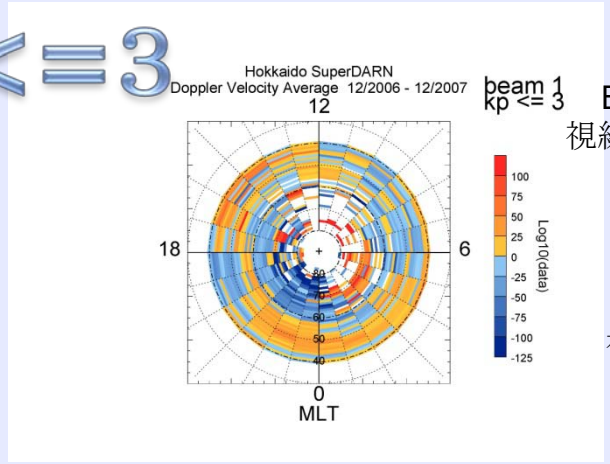






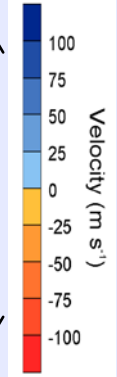
Kp>1

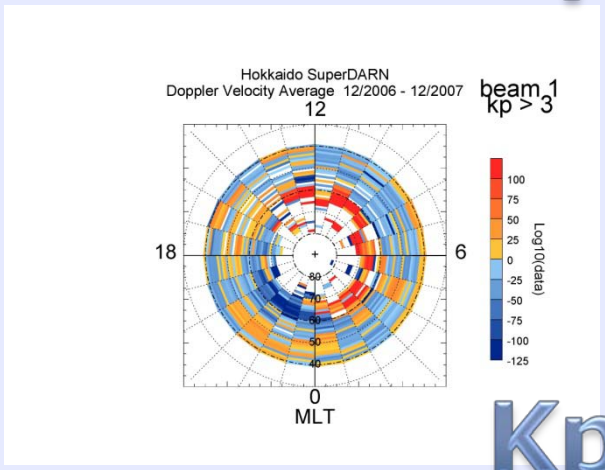
Kp<=3



Beamの視線の逆方向

Beamの視線方向

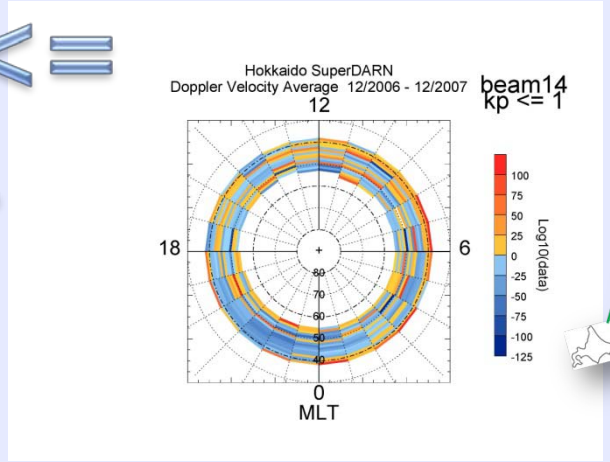


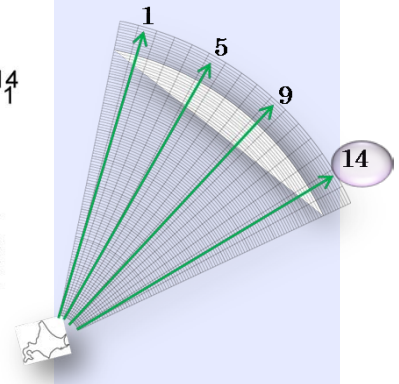


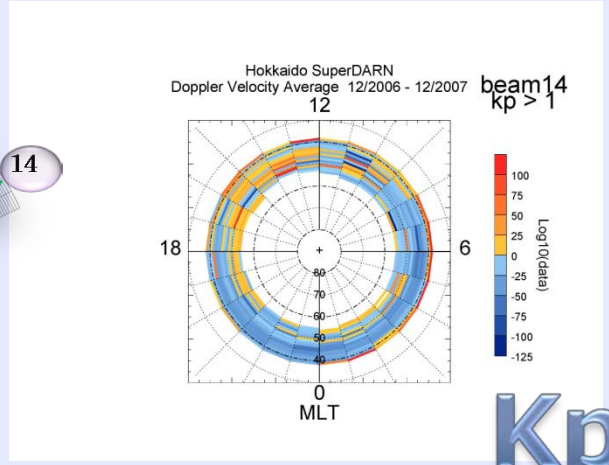
Kp>3

2006年12月～2007年12月の間のビーム14番に関するKp別統計解析結果

Kp<=1

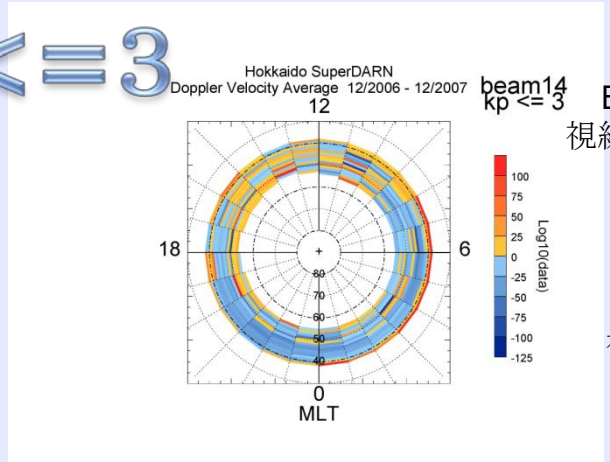






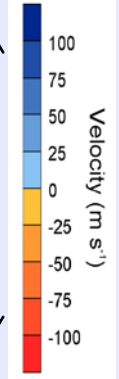
Kp>1

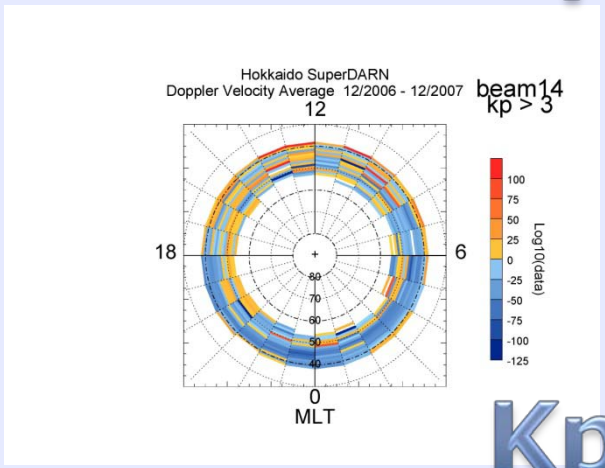
Kp<=3



Beamの視線の逆方向

Beamの視線方向

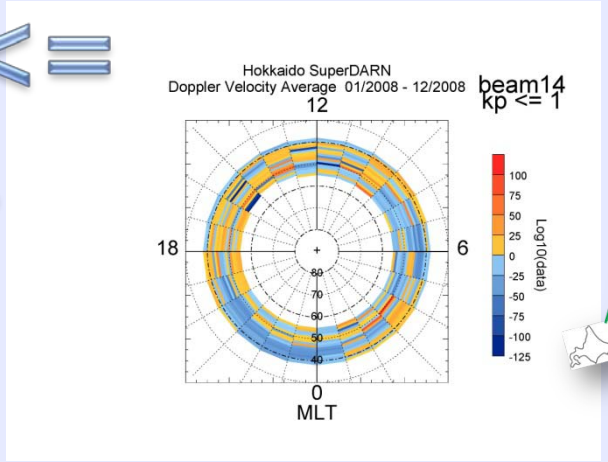


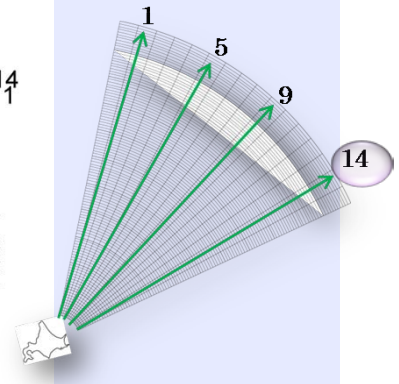


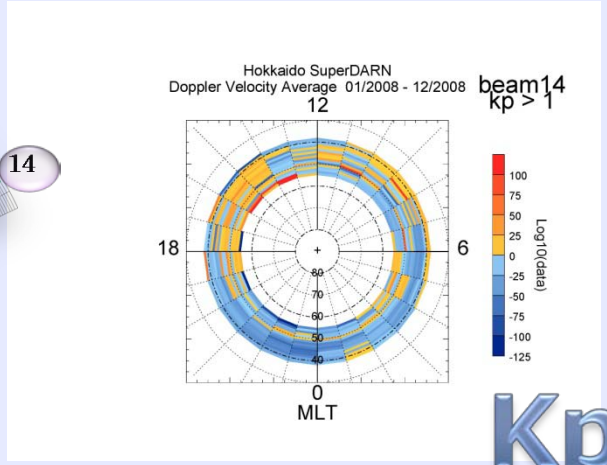
Kp>3

2008年1月～12月の間のビーム14番に関するKp別統計解析結果

Kp<=1

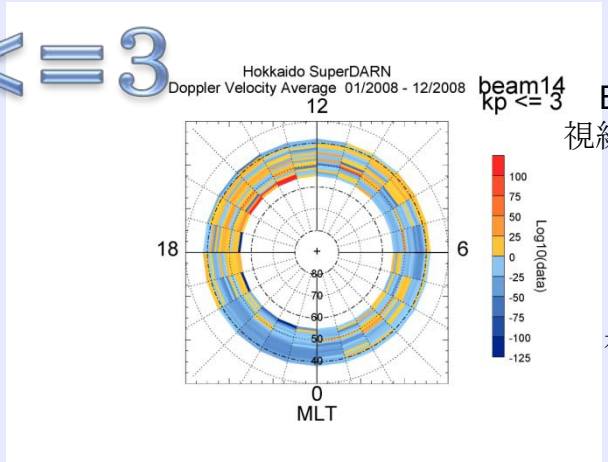






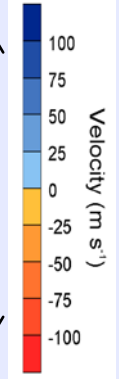
Kp>1

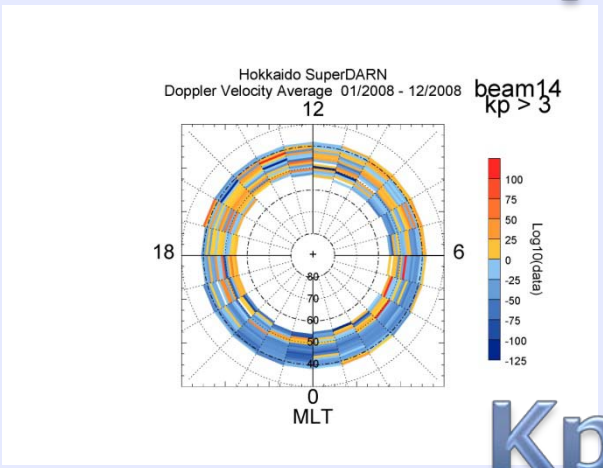
Kp<=3



Beamの視線の逆方向

Beamの視線方向

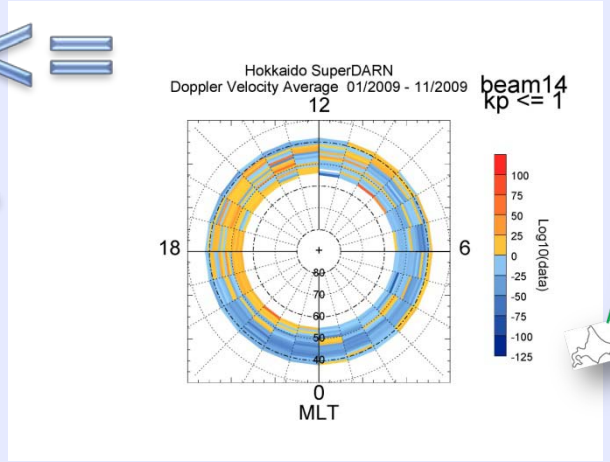


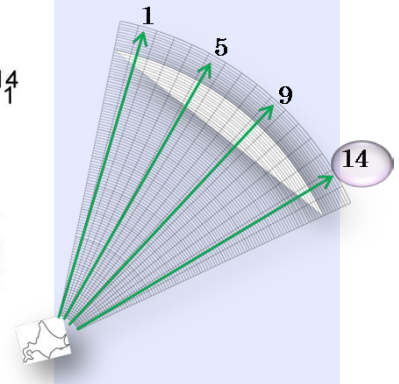


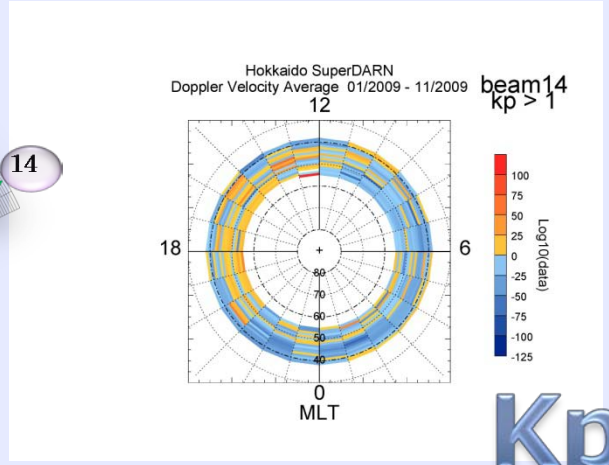
Kp>3

2009年1月～11月の間のビーム14番に関するKp別統計解析結果

Kp<=1

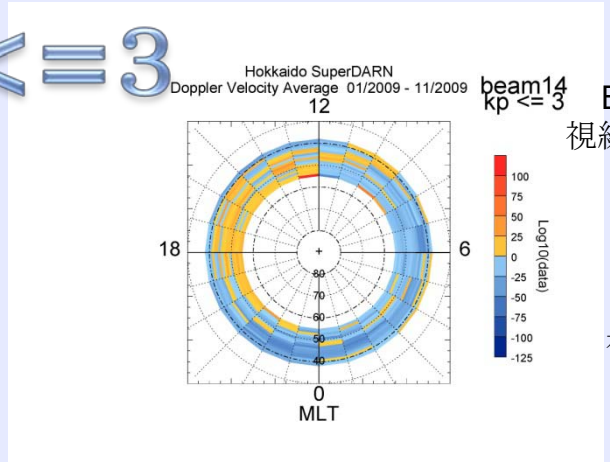






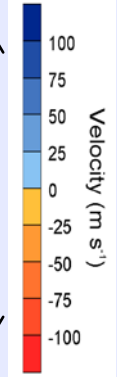
Kp>1

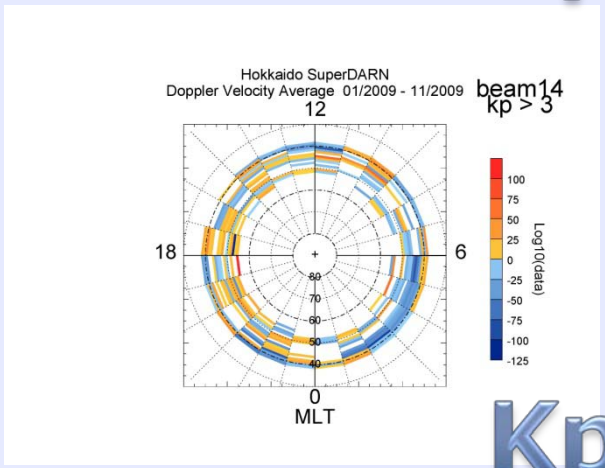
Kp<=3



Beamの視線の逆方向

Beamの視線方向





Kp>3

考察

- すべての条件下で夜側における西向きフローが観測された。
- 夜側における西向きフローは地磁気活動度が高いほど強いのが観測された。

過去の研究との比較

- ST.SANTINレーダーと地理緯度及び地磁気緯度がほとんど同じであるにもかかわらず、真夜中前における東向きのフローの確認ができなかった。
- Gonzales et al. の観測結果と違い、静穏時では夜側における西向きフローを観測した。
  地磁気指数Kpのしきい値を変えても同じ傾向を示している。
  (Kp＜＝1 から Kp＜＝0＋ に)。
  何故？→今後の課題。

まとめ

- 北海道-陸別**HF**レーダーを使って中緯度電離圏プラズマの地磁気指数**Kp**の依存性を調べた。
- 夜側における西向きフローの地磁気指数**Kp**に依存する特性について調べた。

　――ただし、地磁気指数**Kp**が**1**以下の値を示した時にもよる側における西向きのフローが確認出来た。

今後の研究課題

- 中緯度電離圏プラズマの地磁気指数**Kp**の依存性についてさらに詳しく調べる。

- 北海道-陸別**HF**レーダーを使って中緯度電離圏プラズマの他の特性について調べる：

① 中緯度対流の空間的と時間的配分
② ディスターバンスダイナモフロー（共回転遅れ）の**IMF/**太陽風依存性
③ 中緯度対流フローと磁気嵐・サブストームとの結びつき
④ 太陽活動度依存性
⑤ ディスターバンスダイナモ以外に、中緯度対流を引き起こすと考えられる理由

ご清聴有難う御座いました