九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

赤道ジェット電流の強度変動と 熱圏・中間圏における大気擾乱との関係

阿部, 修司
九州大学宙空環境研究センター

新堀, 淳樹
京都大学生存圏研究所

林, 寛生
京都大学生存圏研究所

池田, 大輔
九州大学大学院システム情報科学研究院

他

https://hdl.handle.net/2324/20025

出版情報：2011-08-04
バージョン：
権利関係：

IUGONET

超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究

Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork

Metadata DB for Upper Atmosphere

赤道ジェット電流の強度変動と熱圏・中間圏における大気擾乱との関係

阿部修司[1], 新堀淳樹[2], 林寛生[2], 池田大輔[3],
湯元清文[1],津田敏隆[2], IUGONETプロジェクトチーム

[1] 九州大学宙空環境研究センター
[2] 京都大学生存圏研究所
[3] 九州大学大学院システム情報科学研究院

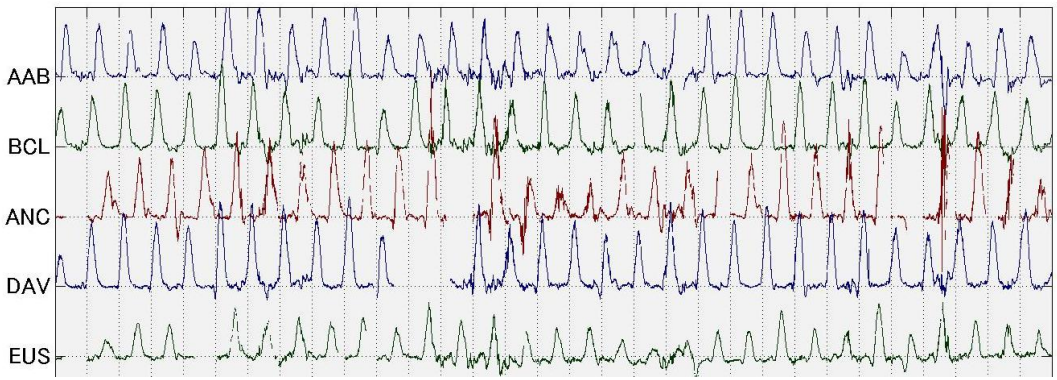
Table of Contents

1. Introduction
2. Data and Method
3. Result
4. Discussion
5. Conclusion

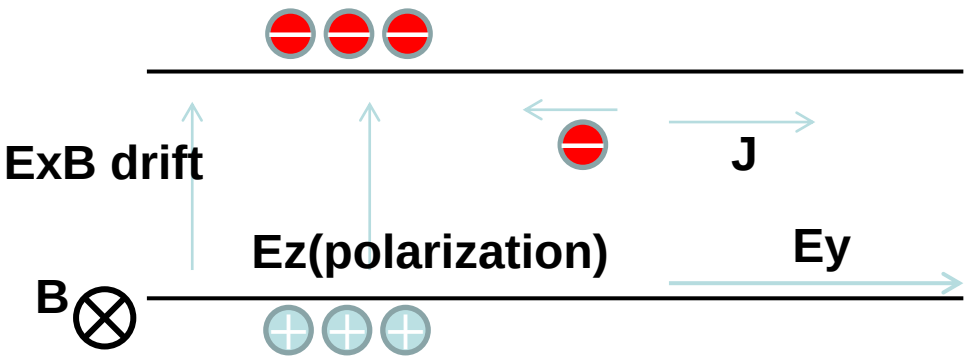
Acknowledgment:
本研究の遂行にあたり、「超高層大気長期変動の全球地上ネットワーク観測・研究」（IUGONET： The Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork ）にて整備されているメタデータ・データベース及びデータ解析ソフトウェアを利用させていただきました

1. Introduction

◆What is equatorial electrojet?



2010年12月における赤道域MAGDAS観測点（一部）
H成分の月変化



- 磁気赤道域（特に伏角緯度が±3～5度の狭い範囲）において、昼間側電離層に流れる東向きの強い電流
- その存在は古くから知られており、地上磁場では昼間側南北成分振幅の異常な増大として観測される
- その形成メカニズムは、1次の東西方向の電場が作るイオンと電子の分極が主たるもの

1. Introduction

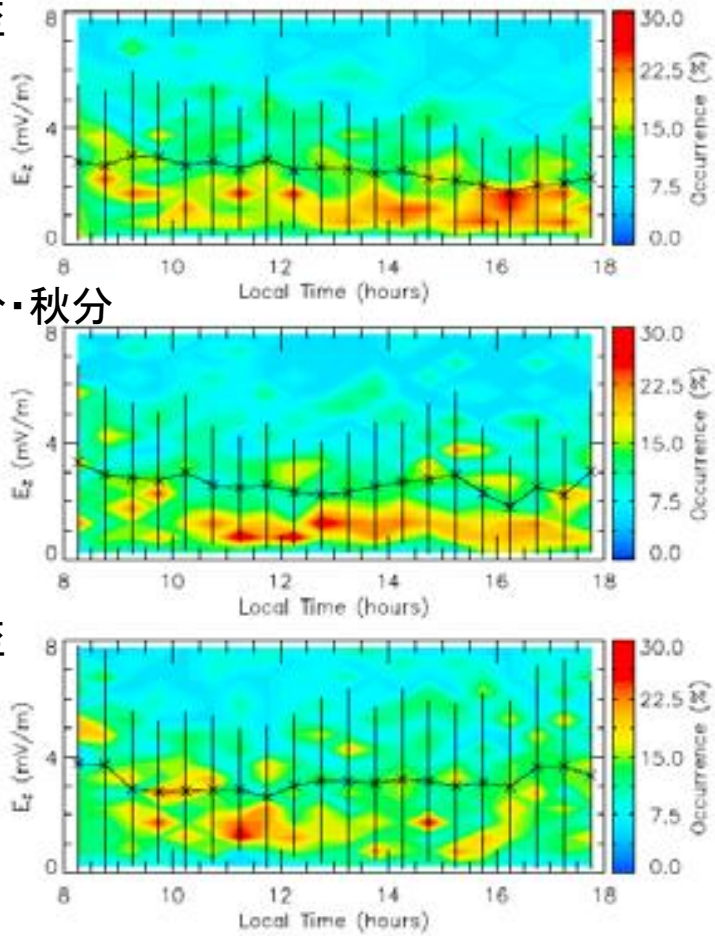
◆Recent radar study at equatorial region

鉛直電場成分の強度毎の発生頻度分布と平均強度

冬至

春分・秋分

夏至



[Aveiro et al., 2009]

- 近年の赤道大気レーダーの観測から、電離圏E領域における中性風の存在や、下層大気で発生した重力波によるダイナモ作用による垂直方向の分極電場の発生が明らかになりつつある[Aveiro et al., 2009]

- しかしながら、赤道域における地磁気や大気レーダーの長期にわたる観測の不足により、赤道ジェット電流強度変調と中間圏・熱圏下部の風速変動との関係がまだよくわかっていない

1. Introduction

◆ Motivation of this study

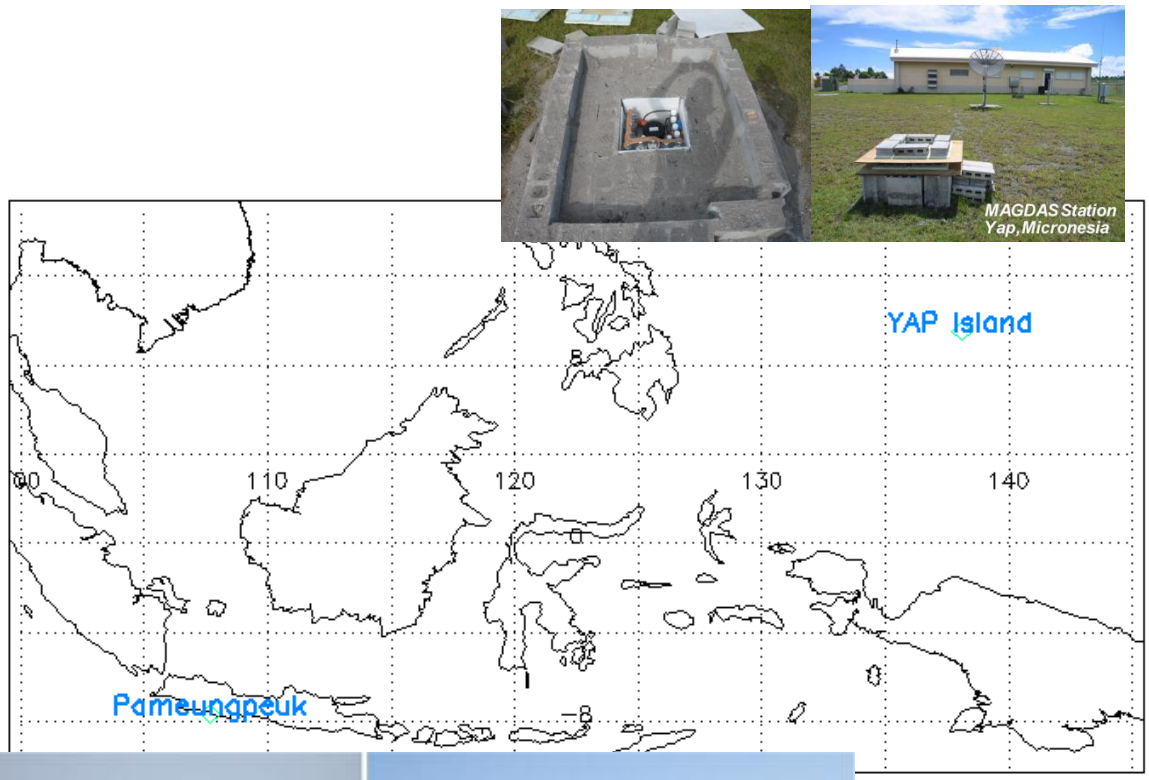
- IUGONETの目的のひとつは、様々な現象が複雑に絡み合う超高層大気の長期変動のメカニズム解明
- IUGONET参加機関は、赤道域の地磁気及び大気レーダーの長期間データを所有しており、これらは整備しているmetadata DB、解析ソフトウェアで使用可能

→IUGONETに非常に適したサイエンスターゲット

- 赤道ジェット電流の強度を決めているCowling伝導度の変化と、中間圏・熱圏下部の風速変動がどのように関係しているかを明らかにする

2. Data and Method

◆ Location map, Instruments, and analysis period



- Magnetometer(SERC)
  - YAP Island
  - Lat: 9.50N, Lon:138.08E
  - Mlat: 1.49, Mlon:209.06
- MF radar(RISH)
  - Pameungpeuk
  - Lat: 7.65S, Lon:107.69E
- Observation Period
  - From 2007 to 2010

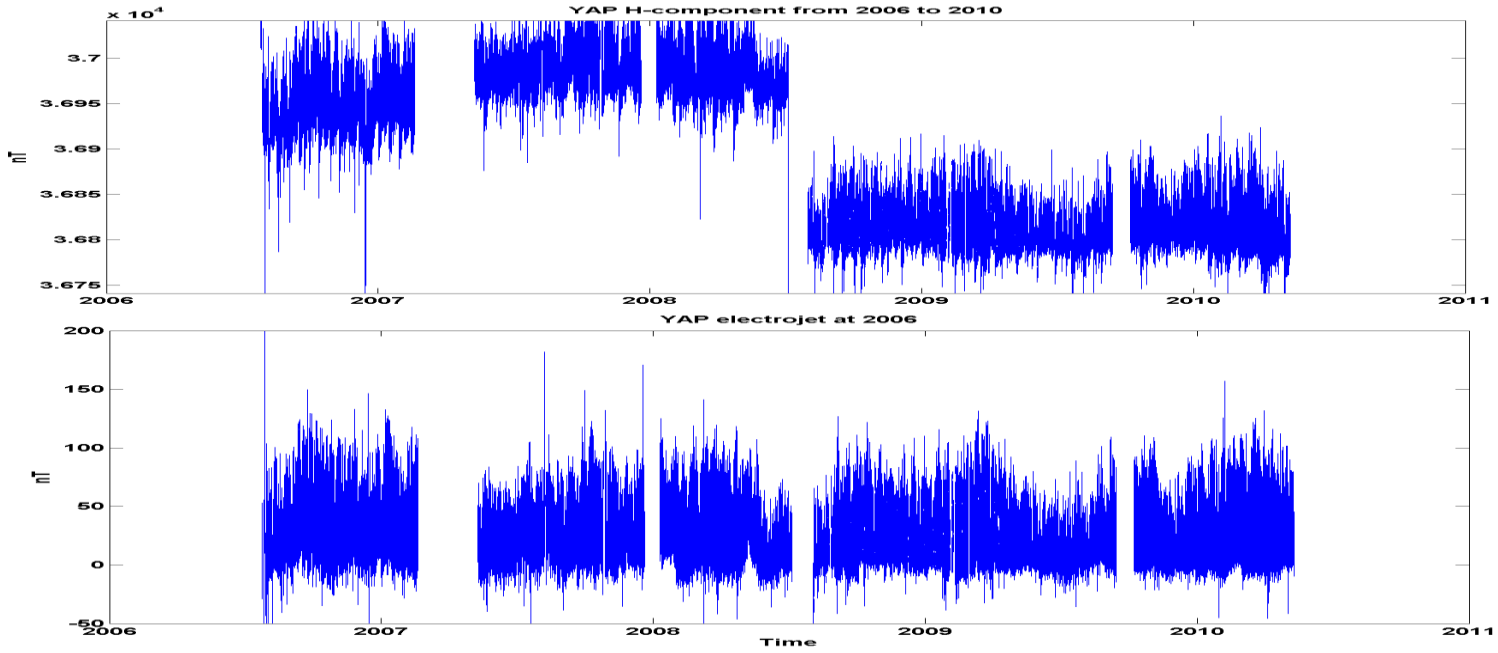
2. Data and Method

◆ Methodology

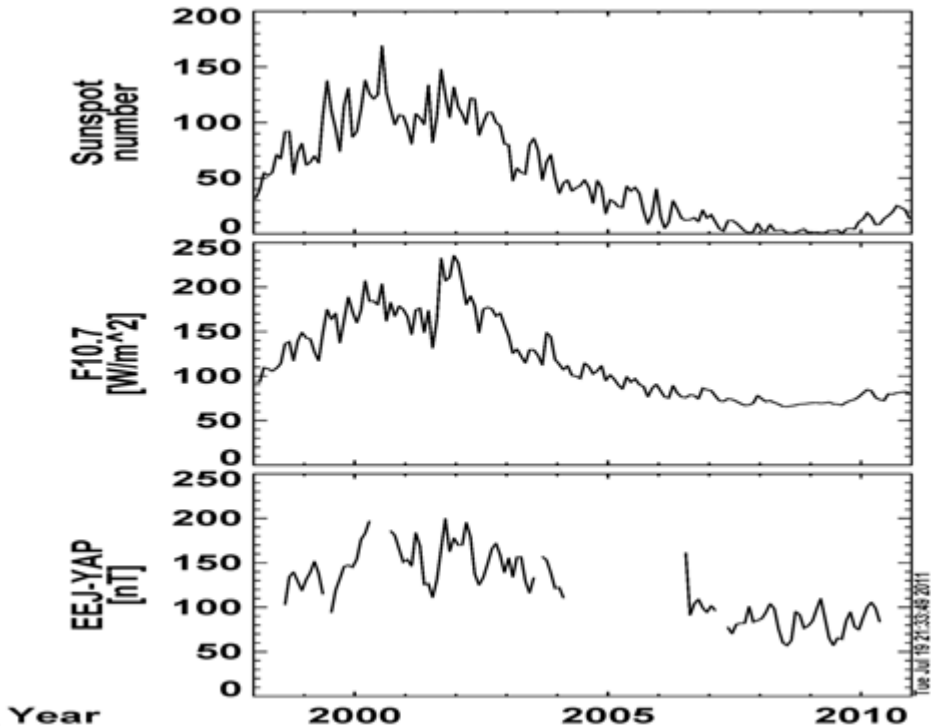
- 磁場データ処理の流れ
  - 解析日の前30日分の中間値をベースラインにする
  - 磁場擾乱の影響を差し引くため、ベースラインを適用したYAP磁場H成分からSYM-Hを差し引く
  - 各日の赤道ジェット電流最大値と最小値、赤道ジェット電流振幅値（最大値-最小値）を算出する
  - 太陽活動度の影響を差し引くため、赤道ジェット電流振幅値からF10.7太陽電波フラックスを差し引いた値を算出
  - 上記の最終的なEEJの振幅変化を赤道大気レーダーの東西風及び南北風と比較解析する

Long-term variation at YAP magnetometer

- 下図1はMAGDASYAP磁場データH成分のプロット。設置場所は同じだが、オフセットが変化しているため調整が必須
- 前処理として直前30日の中間値を引くことにより対応（その後SYM-Hを考慮したものが下図2）

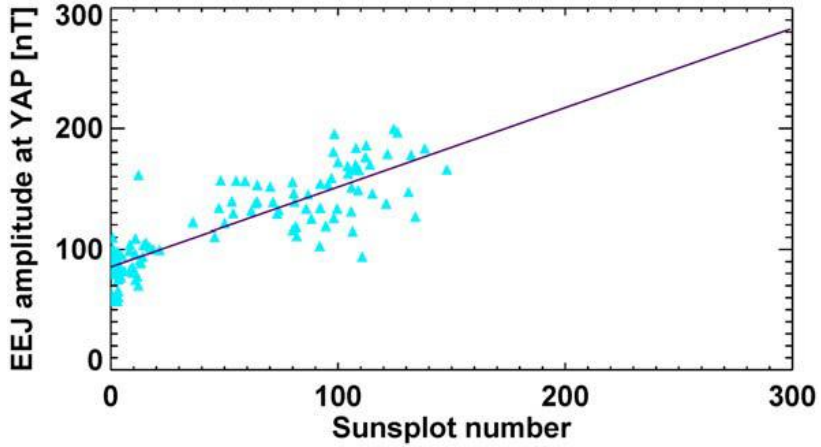


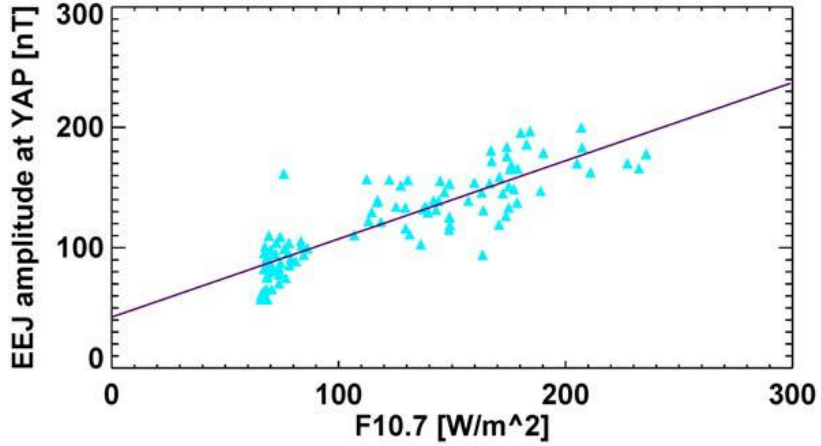
Long-term variation at YAP magnetometer



- SYM-Hを利用し、磁気嵐等の効果を取り除いたEEJ振幅値から、太陽活動度の影響を差し引く
- 左図は太陽黒点数、F10.7、YAPEEJ振幅値それぞれのプロット（YAP磁場はCPMNも含めている）
- お互いが良い相関を示している
- EEJについて、磁力計機器交換に伴う大きな変化は目立たず、前処理で削除できていると考えられる

Long-term variation at YAP magnetometer

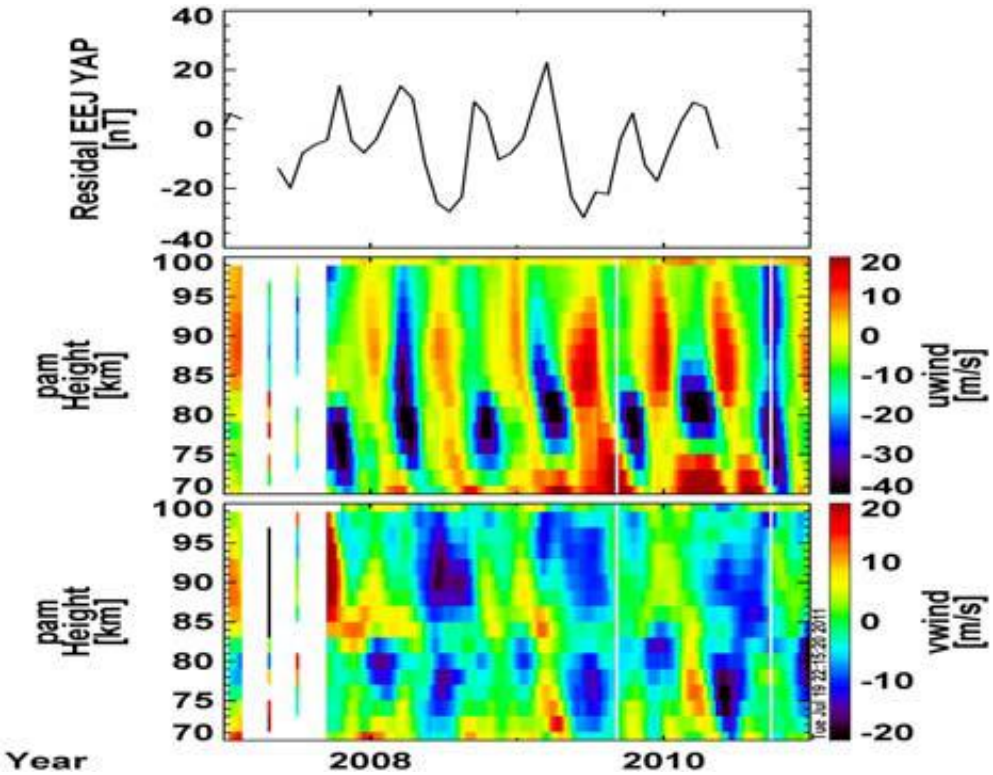




- 太陽黒点、及びF10.7とYAPEEJ振幅との相関解析結果を左図に示す（上：太陽黒点とEEJ、下：F10.7 とEEJ）
- 回帰直線の傾きには大きな違いが見受けられなかったが、y切片の値に違いが見られた。これは、太陽黒点の最小値がゼロであるのに対し、F10.7の最小値が68であるためと考えられる
- 両者の相関はF10.7を用いた方が相関係数が0.03だけ高くなる。よって、本解析では太陽活動度の影響を差し引くためにF10.7を用いた

3. Result

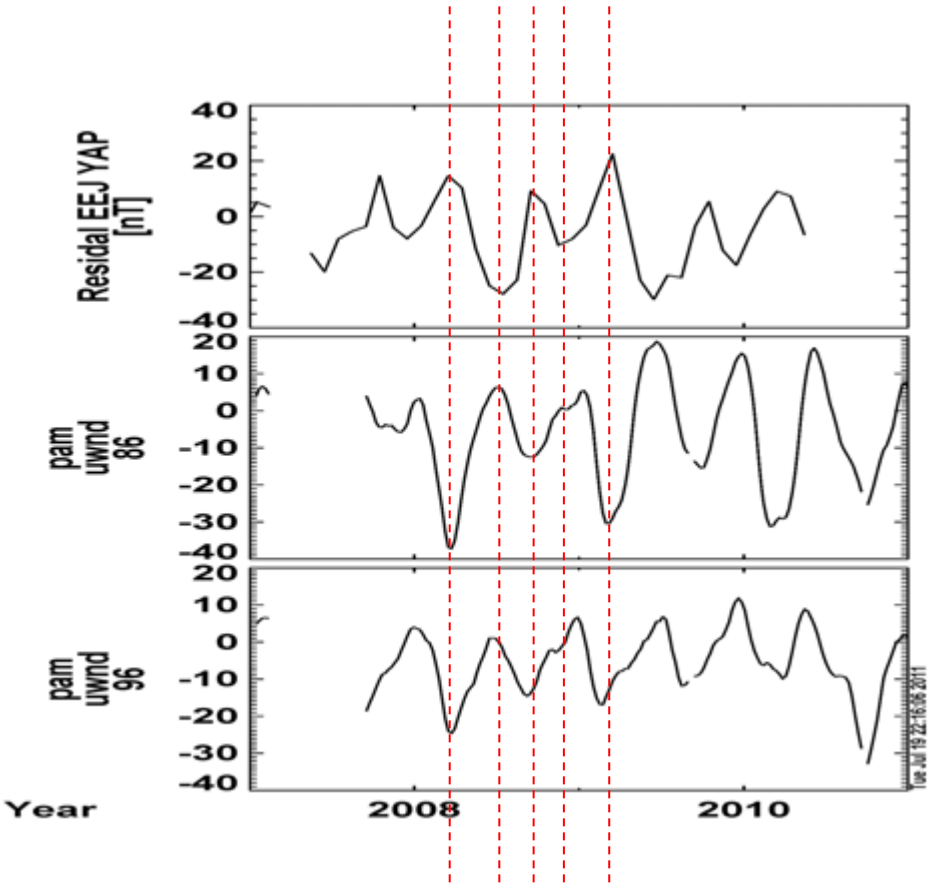
◆ Relationship between EEJ and wind velocity at equatorial region



- 赤道MLT（中間圏・下部熱圏）領域の東西風変化には、顕著な半年周期振動(SAO)が見られる。春分点と秋分点を比べると、春分点の西向きの風速が大きい
- 2009年以降はSAOの振幅が大きくなっていく傾向がある
- 南北成分には、1年周期振動が（弱いながら）存在する

3. Result

◆ Electrojet and zonal wind

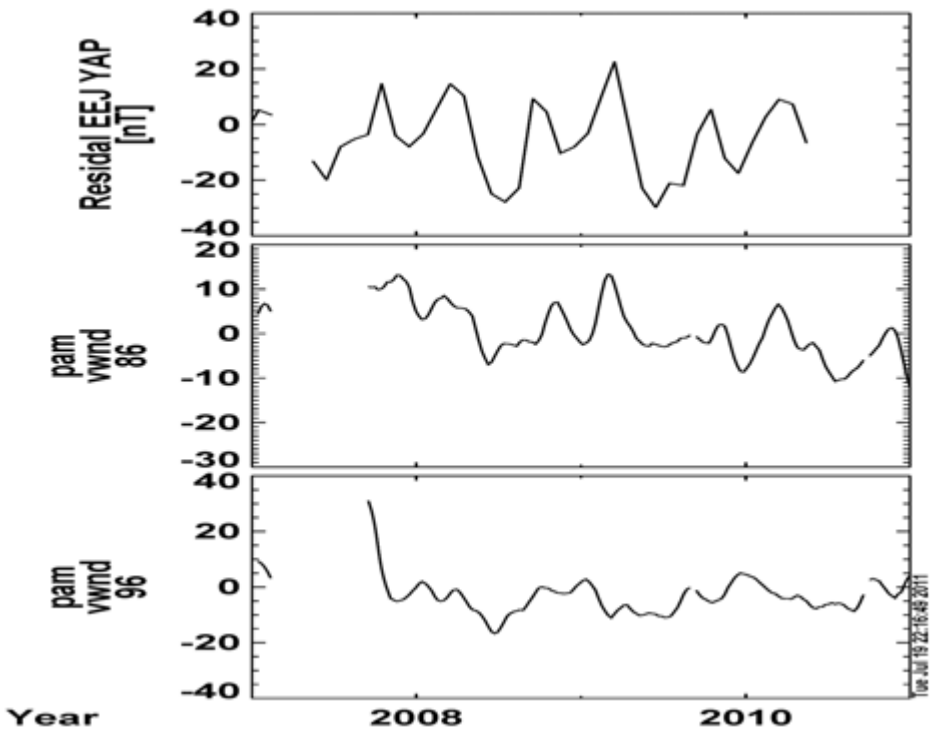


- 左図は上からF10.7太陽電波フラックスから求めたresidual-EEJの振幅変化、パムンプクにおける赤道MLT領域の86kmと96kmの東西風変化（1日平均かつ1月の移動平均をかけている）。横軸は2007年から2010年までの範囲

- 赤道MLT領域の東西風変化とresidual-EEJの振幅変化には、逆相関の関係が存在する

3. Result

◆ Electrojet and north-south wind

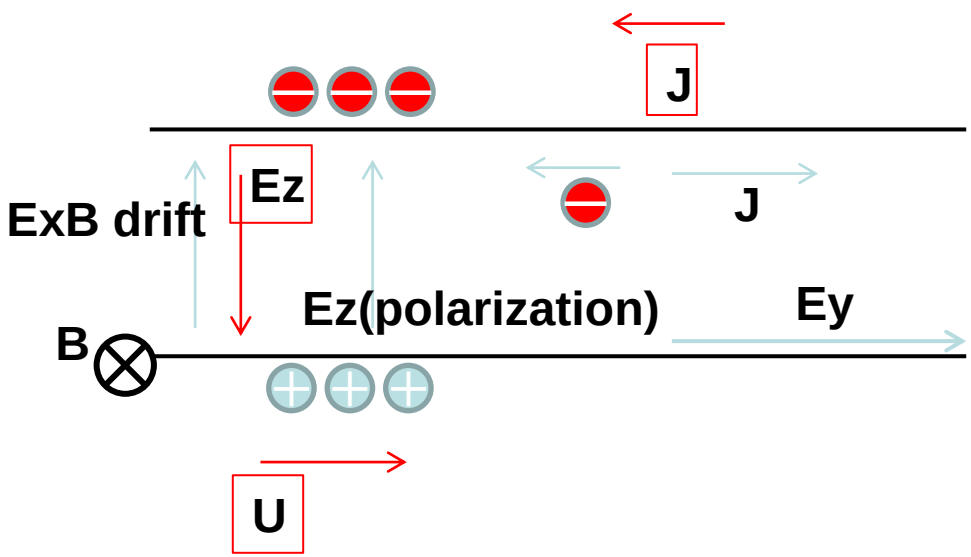


- 左図は上からF10.7太陽電波フラックスからから求めたresidual-EEJの振幅変化、パムンプクにおける赤道MLT領域の86kmと96kmの南北風変化（1日平均かつ1月の移動平均をかけている）。横軸は2007年から2010年までの範囲

- 赤道MLT領域の南北風変化とresidual-EEJの振幅変化との間の相関はほとんどない（特に96km領域）

4. Discussion

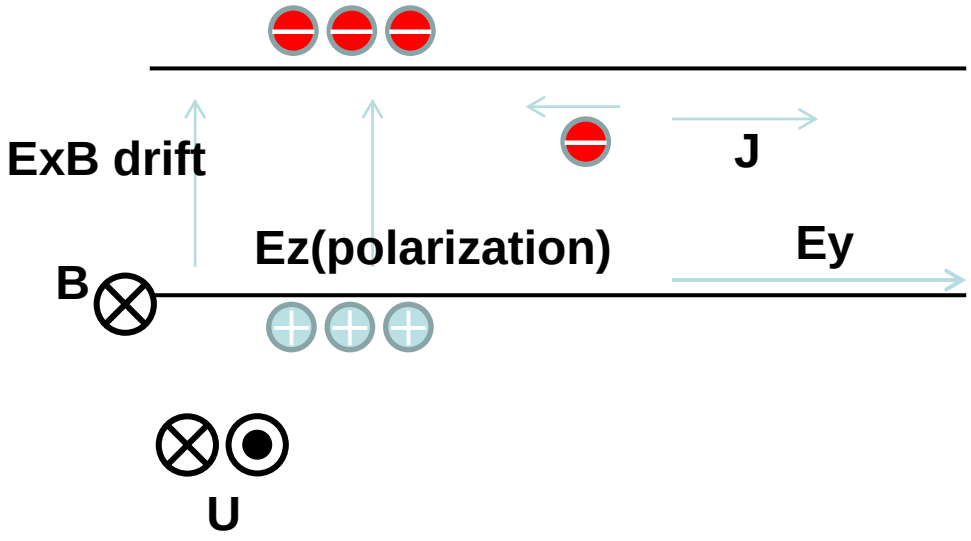
◆ Electrojet と 東西風の逆相関について



- 結果2にあるように、赤道MLT領域の東西風変化とresidual-EEJの振幅変化には、逆相関の関係が存在する。
- 南北方向の磁場を横切る中性風が作るダイナモ電場によって引き起こされる電流の影響をうけて、有効なCowling伝導度を変化させていることが考えられる

4. Discussion

◆Electrojet と 南北風の関係について



- 結果3から、96km領域の南北風変動とresidual-EEJの振幅変化との間の相関はほとんどない
- 赤道域の背景磁場と平行になるため、ダイナモ電場が生じることはないので、residual-EEJの振幅変化に影響を与えないことによると考えられる

5. Conclusion

◆Conclusion

- 赤道ジェット電流の強度を決めているCowling伝導度の変化と、中間圏・熱圏下部の風速変動がどのように関係しているかを明らかにするため、赤道域に存在するヤップ磁場観測点とパムンプクMF大気レーダーデータの相関解析をおこなった

- その結果、これまでの赤道域大気レーダーを用いた中間圏・熱圏下部の東西風速変動の研究で見えていた半年周期(SAO)変動が、赤道域の磁場変動にも現れているという重要な結果が得られた。これは、電離圏E領域(85-125km)の電磁環境に中性大気の変動が寄与していることを示唆している

- 具体的には、磁気赤道域では磁力線が電離圏に対して平行となるため、東西方向の中性風によって、鉛直方向のダイナモ電場が生じ、この電場がもたらす東西方向のHall電流が赤道域の磁場擾乱に影響していると考えられる

5. Conclusion

◆Future works

- より長期間(one solar cycle 以上)・広範囲のデータ解析
  - CPMNを含めたヤップ観測点磁場データは1998年からあり、赤道域MFレーダーはポンティアナを同時使用することで同期間の相関解析が可能になる
  - MAGDAS観測点は磁気赤道に沿って地球を取り囲む観測網があり、汎世界的な磁気赤道の磁場変動を算出できる

- 今回の解析ではSAOに着目したが、赤道域大気レーダーで観測される他の周期変動（年周期(AO)や準二年周期(QBO)）と磁場変動の関係について解析を進める

- 赤道ジェット電流の変化と、中間圏・熱圏下部の風速変動の関係を理論的に確立し、中性大気風の効果を入れた不完全Cowling伝導度の導出をおこなう

That’s all!
Thank you for your attention