

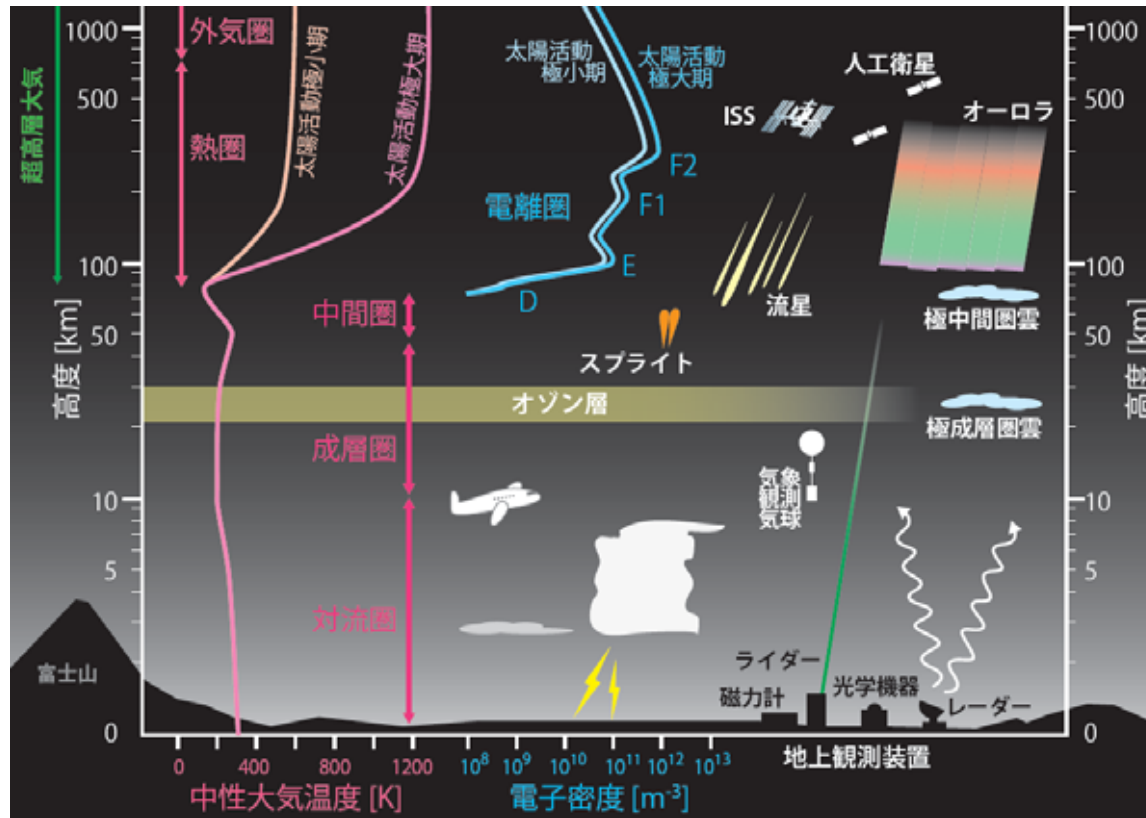


IUGONETデータ解析システムを用いた太陽地球環境変動の研究

新堀淳樹(京大RISH)、田中良昌(極地研)、梅村宜生(名大ISEE)、
阿部修司(九大ICSWSE)、能勢正仁(京大WDC)、小山幸信(大分
高専)、堀智昭(名大ISEE)、IUGONETメンバー

1. はじめに

1.1 地球大気の構造と各大気層で起こる変動現象

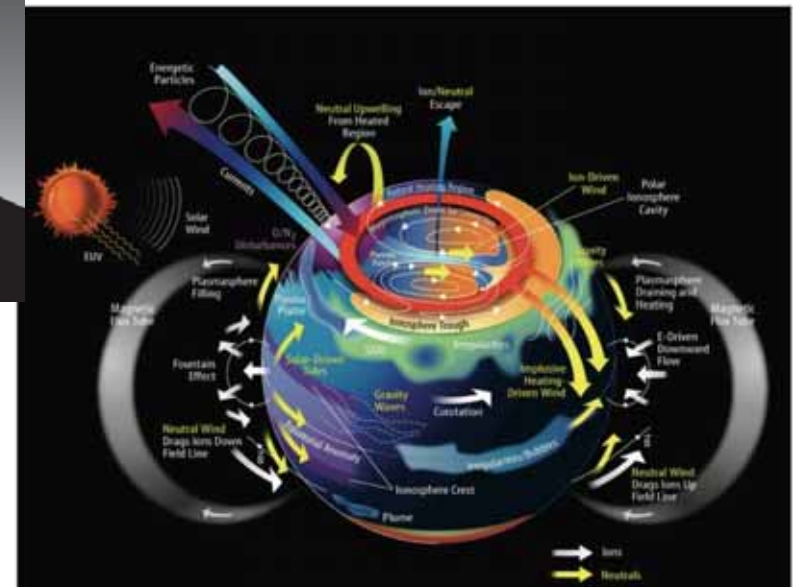


太陽エネルギー

①放射=太陽光

②粒子=太陽風

http://de.wikipedia.org/wiki/Datei:Ionosphere-Thermosphere_Processes.jpg

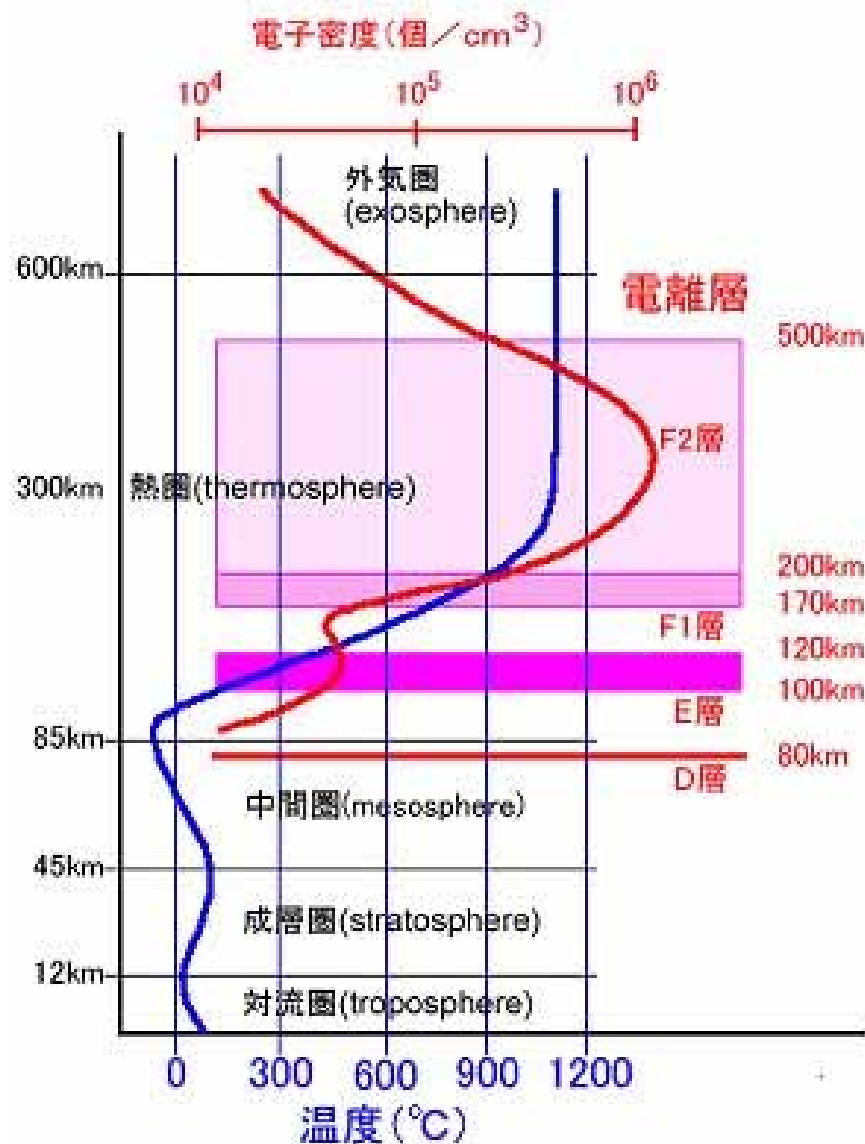


太陽風や磁気圏などの上方からの電磁エネルギーの流入と下層大気からの力学的エネルギーの流入が介在

極域-赤道域間の結合も強く、複雑な開放系

1. はじめに

1.2 地球大気の領域間結合



緯度、経度、高さ方向をもつ3次元の(長期)観測データを組み合わせた統合解析が必要

太陽活動による影響大
(ex. 電離圏・熱圏の11年変動)

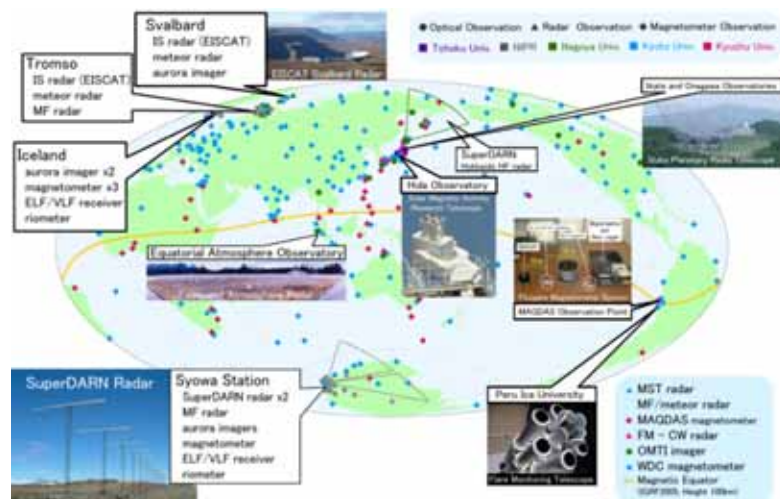
両者の影響を受ける領域?

下層大気現象による影響大
(ex. 地球温暖化に伴う温度変化)



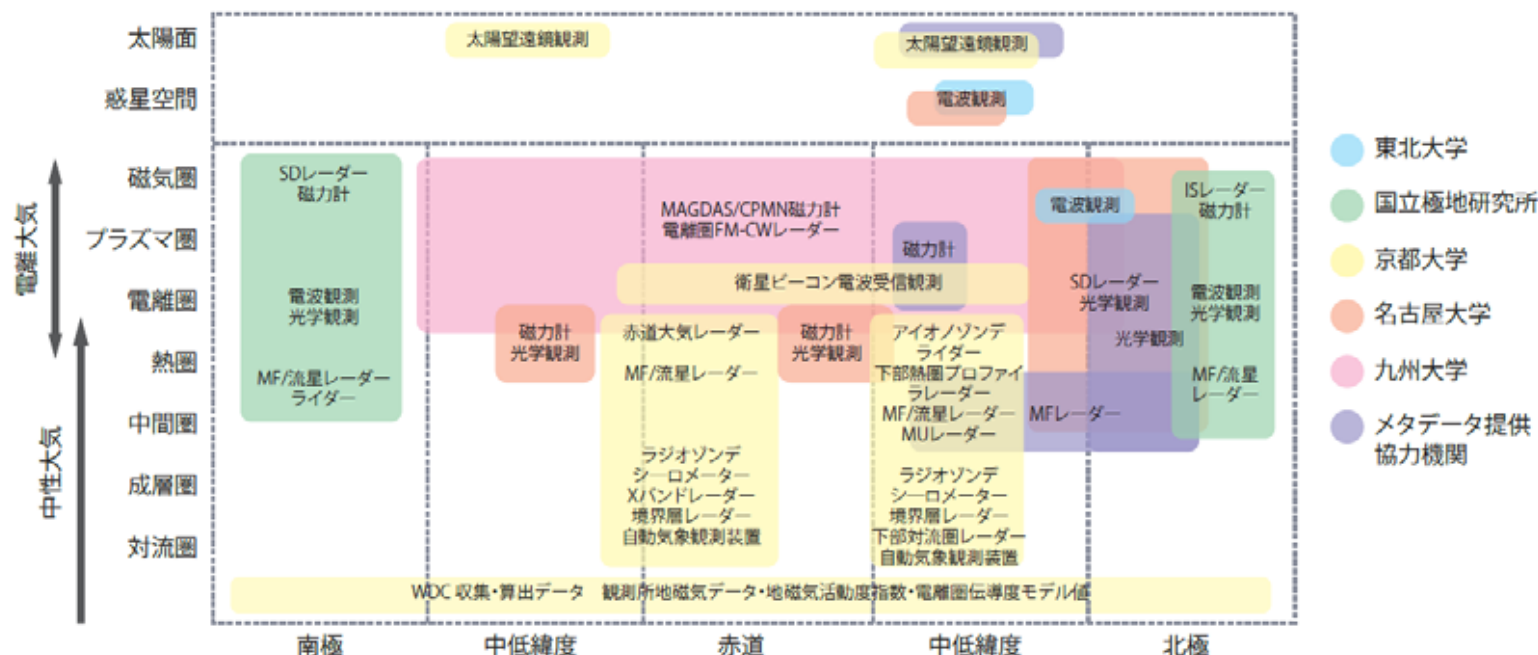
2. IUGONET全球地上観測データ

2.1 IUGONET観測データの種類とカバーする領域



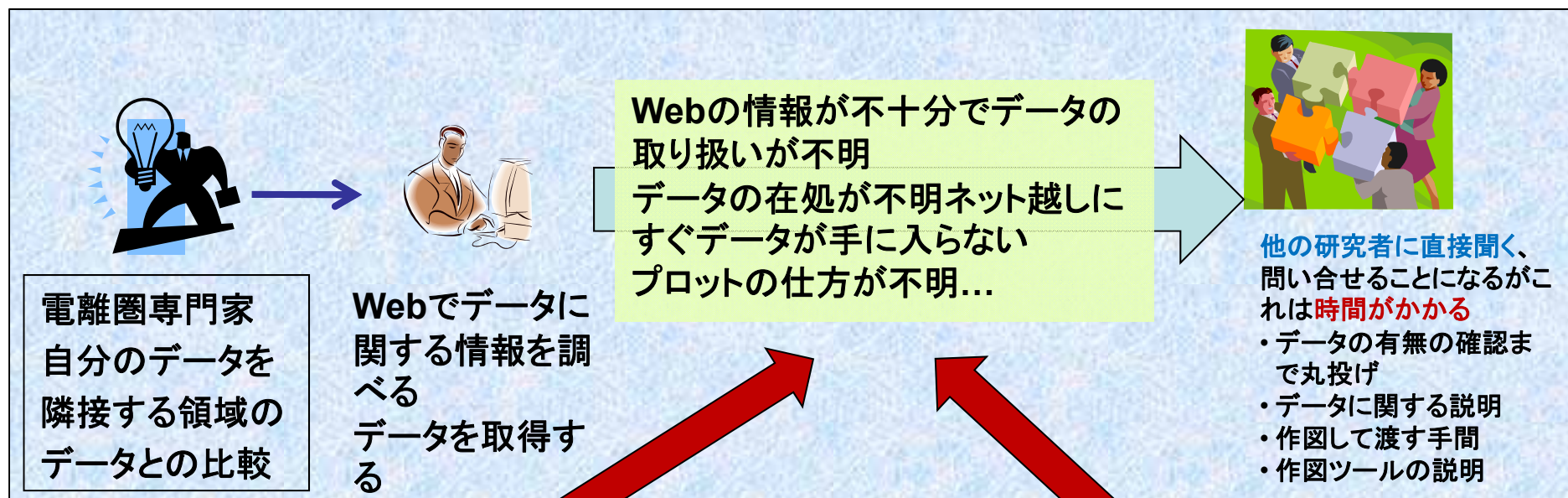
全球地上ネットワーク観測

IUGONET参加機関・大学は、赤道から両極域にいたる地球上で、また地表面からプラズマ圏、遠くは太陽圏までの広汎な高度領域にまたがる観測データを保有



3. IUGONET製品のデータ解析への貢献

3.1 IUGONETデータ解析システムによるデータの利活用



XML

メタデータDB

○日時、緯度・経度などの**物理パラメータ**によ
る**データセット**の存在・在処の検索、**キー
ワード**による検索

説明、Instrument論文、コンタクト先、
データポリシー、データパラメータ、...

○QLプロットの表示

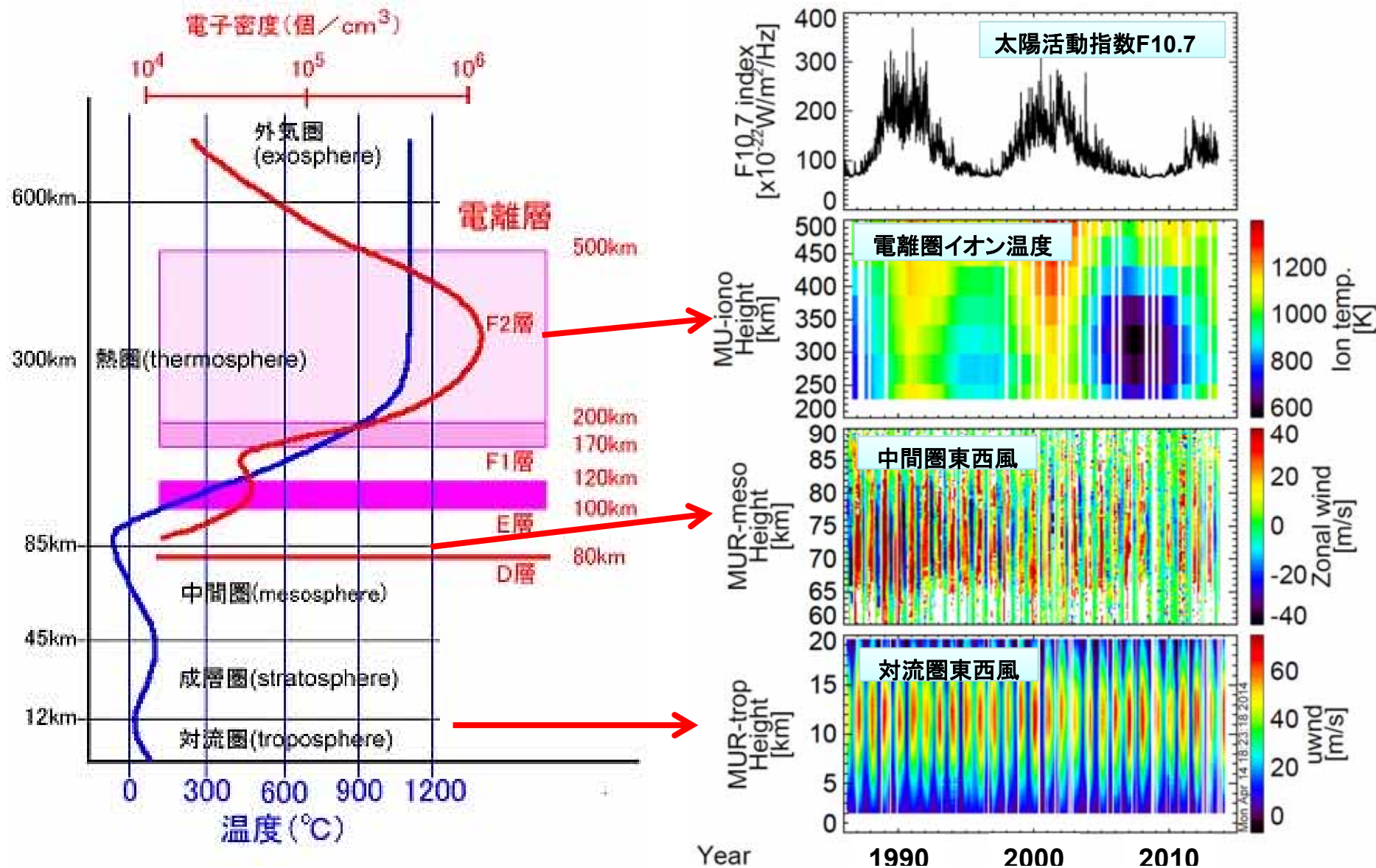
データの特性や現象について視覚的に捉える

統合解析ツール(UDAS)



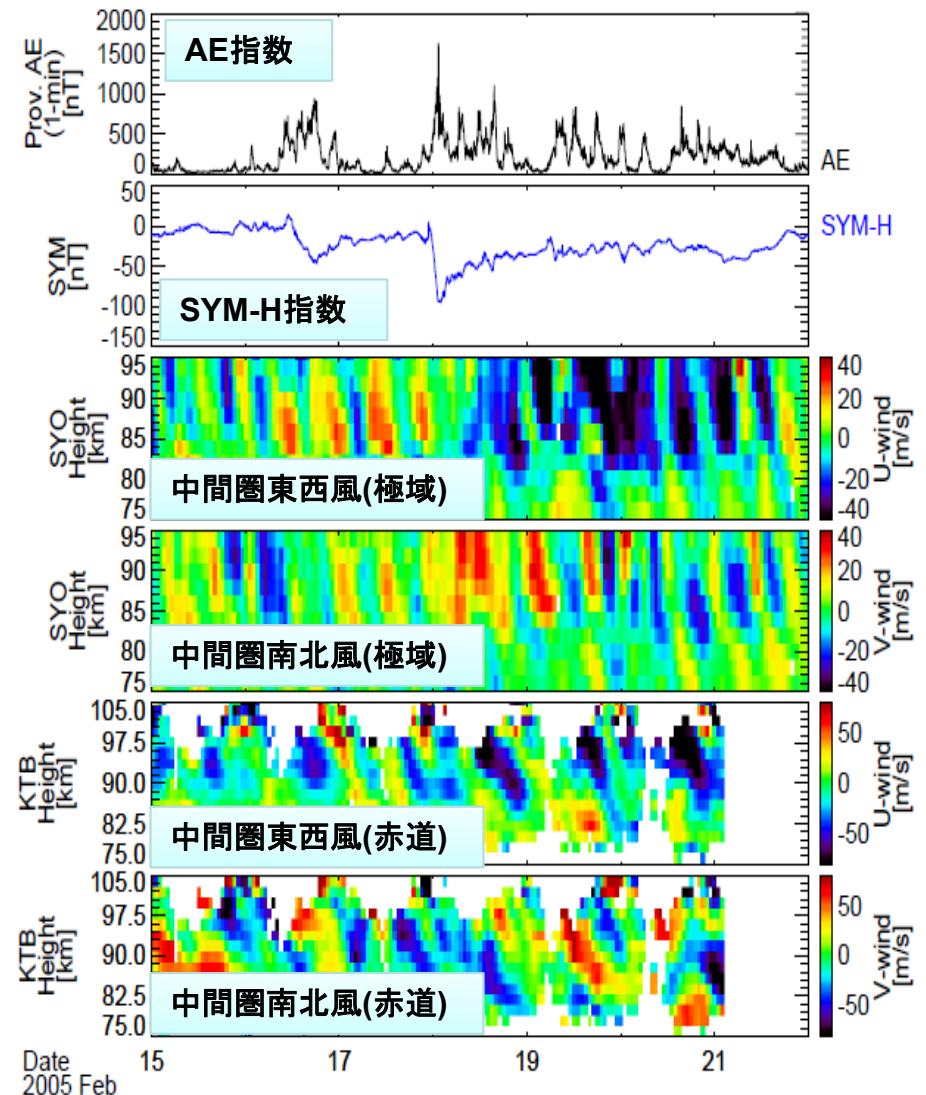
- 異種データをとにかく並べてプロットでき
る (時系列で比較)
- 公開データについては日時指定で自動で
ダウンロード
→ プロット
- **統計検証ツール、高度な周波数解析など
の機能もある**

3.2 異なる地球大気層の長期観測データの並列プロット



3.3 どのような研究に貢献可能か？

- 異なる地球大気層間の相互作用に関する発見的研究の促進と確立されたパラダイムの妥当性の精査
 - 異種のデータを検索・取得できる
 - 異種のデータを簡単に並列プロットすることが可能
 - 高度なデータ解析、及び解析結果の統計検定も可能
- 古いデータの発掘、データベース整備の士気を高める
 - より長期の変動を研究可能
(宇宙気候・気候学的な長期変動特性)
- 長期変動という見方でデータを調査
 - 間欠イベントの出現・変動特性を抽出
(磁気嵐、成層圏突然昇温、プラズマバブル、...)
 - 極端・異常現象の頻度特性



3.4 なぜ、分野横断型の学際融合研究が進まないか？

1. 様々な観測データへのアクセス・統合解析の壁

各分野を専門とする各機関・大学で収集された観測データの分散化

●各データ間の取り扱いにポテンシャルが異なる(e.g., フォーマット・・・)

●数字の羅列だけの場合、データの性質がわからない

⇒⇒データの利用者にとって、統合解析を行いにくい環境

Ans. : IUGONET開発プロダクトの利用

2. 研究者の興味・関心の不連続性

高度100 kmの関所 ←ここを境に研究者の興味が大きく異なる

研究の取り組み方も異なる(中性流体 vs プラズマ粒子)

研究者間の交流は疎遠??

※近年の若手研究者・大学院生の特徴として、自分の取り扱う分野以外の関心が非常に薄い

Ans. : データ解析講習会と各機関の先生方の行動が鍵

4. IUGONETプロダクトを用いた研究内容

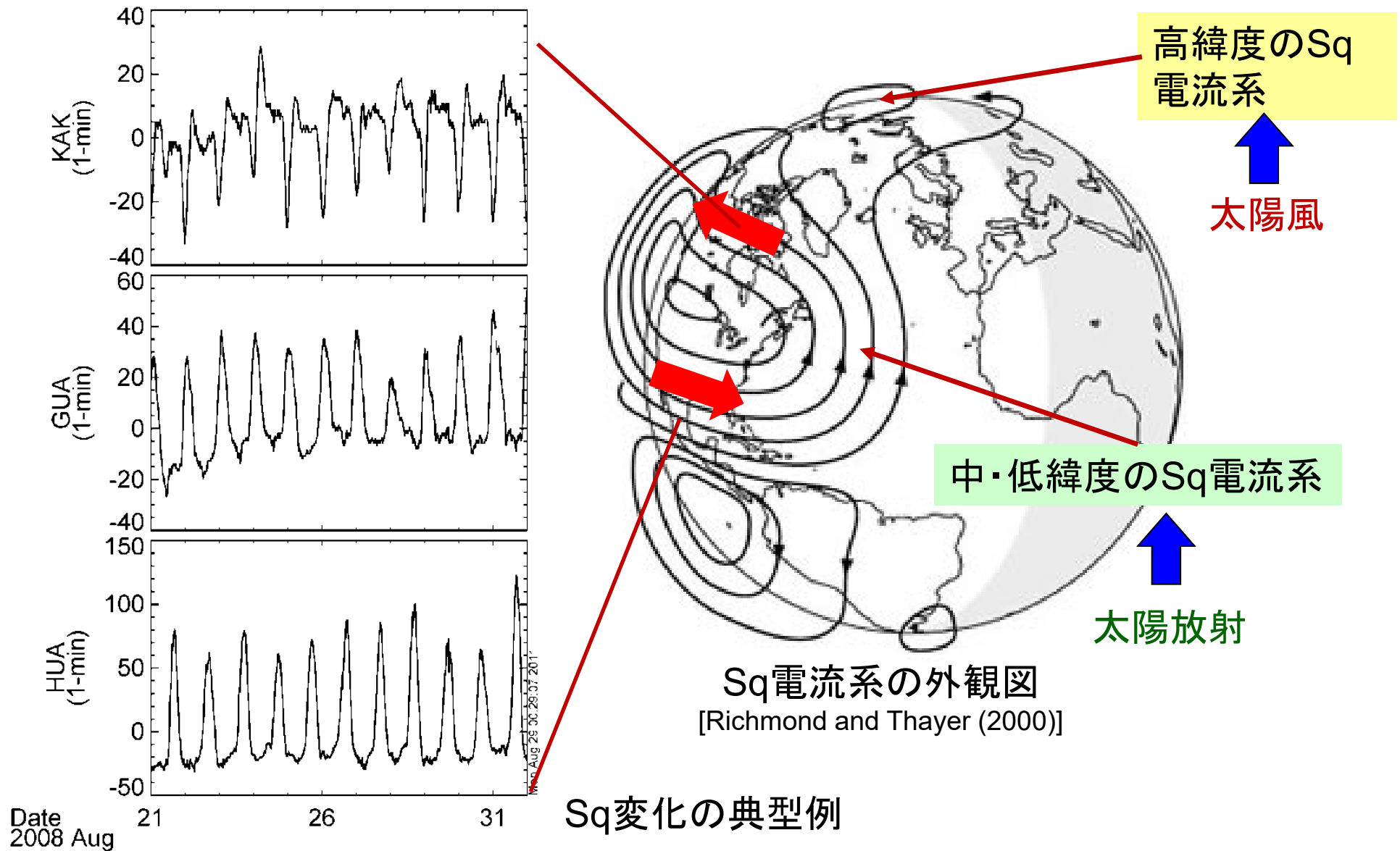
4.1 IUGONETプロダクトを用いた研究テーマ

＜超高層大気長期変動に焦点を当てた研究例＞

No.	サイエンス・ターゲット	データ
1	太陽紫外線放射量の長期変動と地球大気変動の相関 (太陽11年周期変動はどの大気層まで現れるか?)	太陽彩層輝度・紫外線データ 風速、温度データなど
2	地磁気静穏日変化から推察される超高層大気の長期変動特性 (太陽紫外線変動が地磁気変動に与える影響の他にどのような影響があるか?)	太陽彩層輝度・紫外線データ 地磁気データ(静穏時) 電離圏伝導度モデル値
3	中間圏一下部熱圏(MLT)領域における風速の長期変動のメカニズム (中間圏準2年周期変動を引き起こす要因は何か?)	赤道MLT領域での風速(MFレーダー, 流星レーダー観測) 太陽活動データ、ラジオゾンデデータ
4	赤道ジェット電流の強度変動の要因とその長期変動 (赤道MLT風速変動との相関関係はあるか?)	地磁気データ、赤道MLT領域の風速、太陽彩層輝度、F10.7指数
5	磁気嵐時の熱圏と下層大気の風速変動の関係 (中間圏、成層圏で何か特徴的な風速変動はないか?) (Disturbance dynamoの傍証となるような変動は?)	グローバル地磁気データ、地磁気指数、大気レーダー、流星レーダー、ファブリペロー干渉計

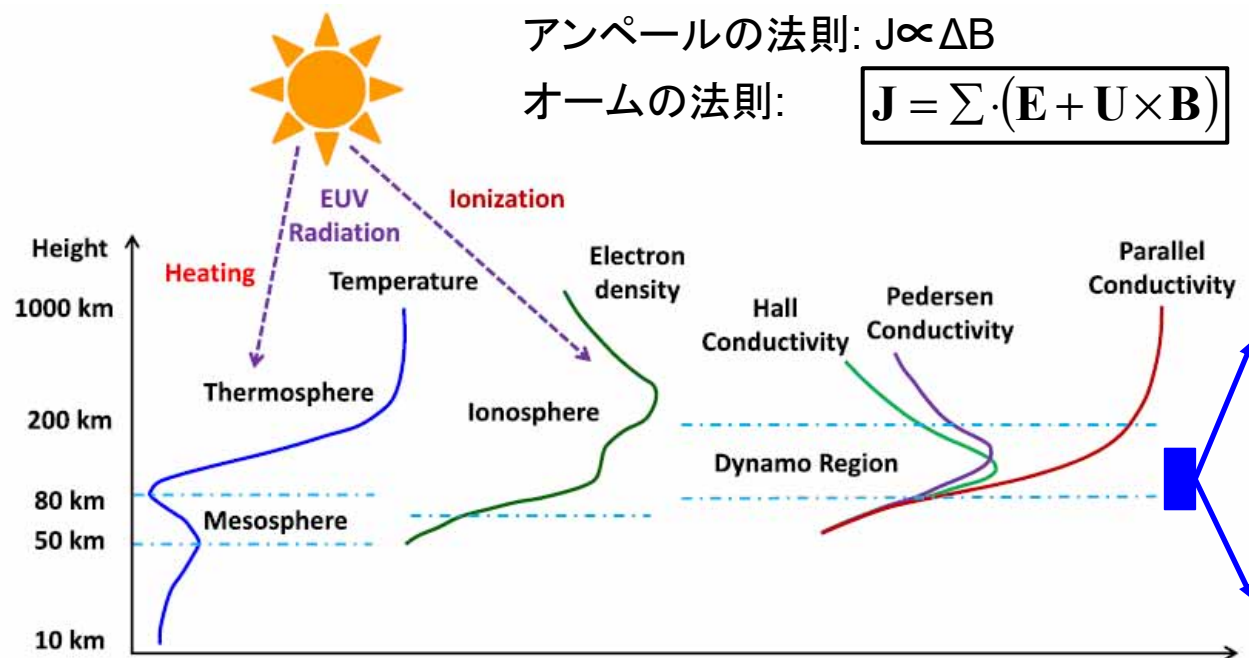
5. 電離圏ダイナモ電場の長期変動特性

5.1 地磁気静穏日変化(Geomagnetic solar quiet (Sq) daily variation)



5. 電離圏ダイナモ電場の長期変動特性

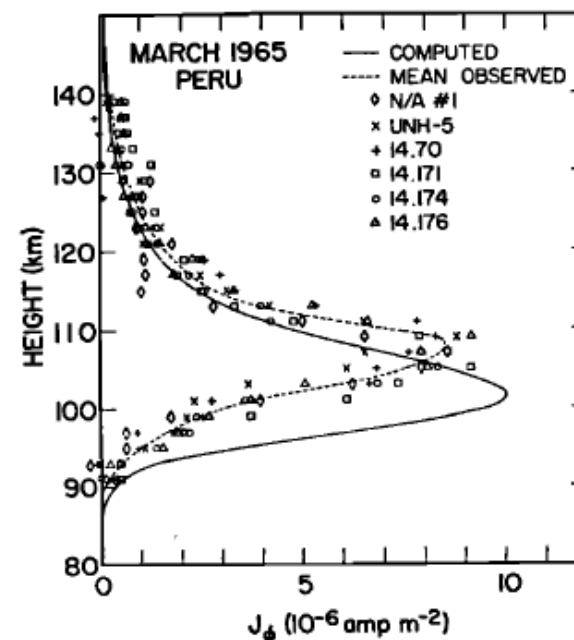
5.2 地磁気静穏日変化を見る意義



アンペールの法則: $J \propto \Delta B$

オームの法則:

$$\mathbf{J} = \Sigma \cdot (\mathbf{E} + \mathbf{U} \times \mathbf{B})$$



地球大気構造と超高層大気的位置関係[Koyama et al., 2014]

ロケット観測から得られたSq電流の高度分布[Forbos, 1981]

Sq場の磁場変動を決める要素

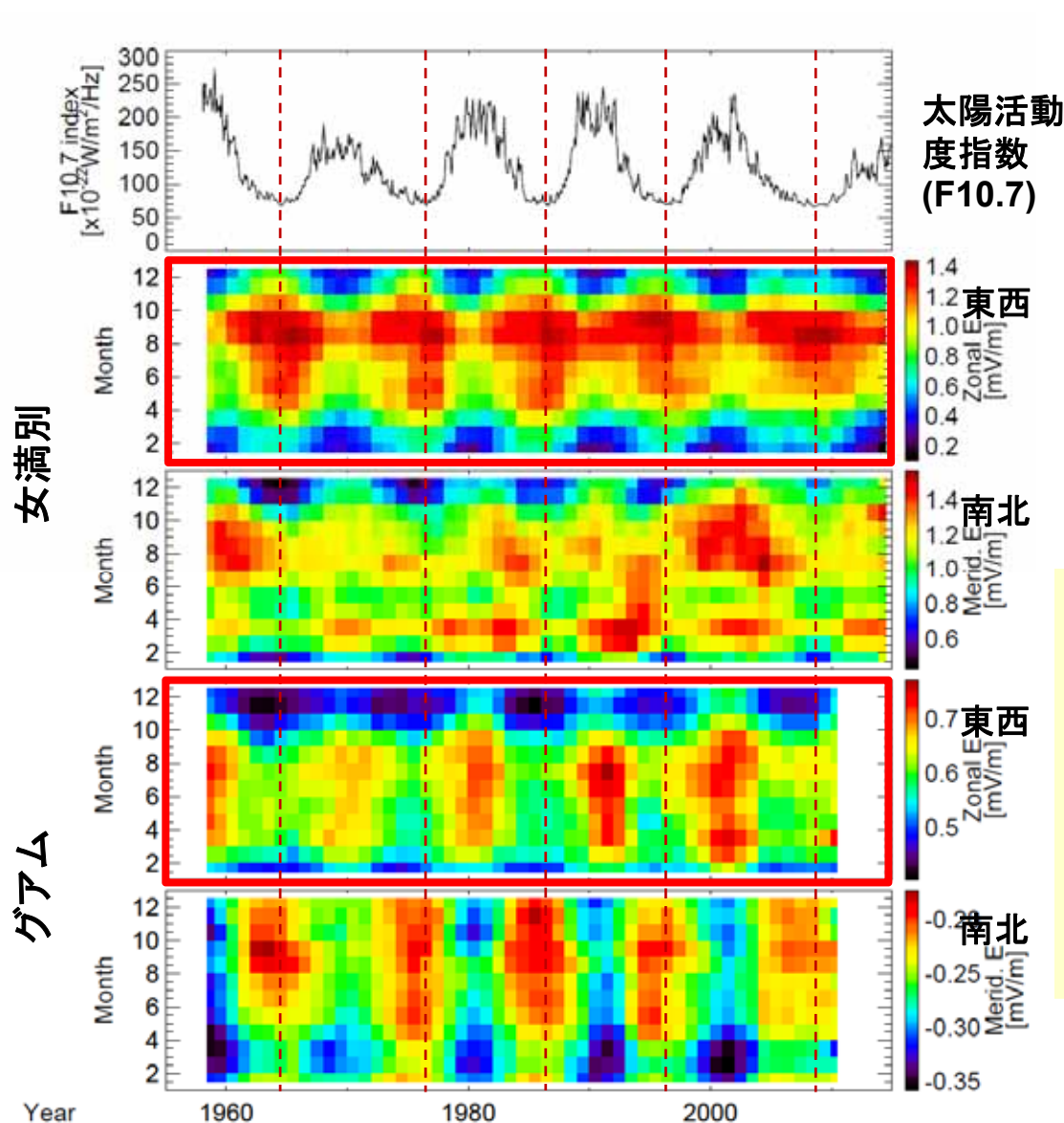
1. 電離圏電気伝導度 (Σ)
2. 起電力 ($\mathbf{U} \times \mathbf{B}$)
3. 磁気圏起源電場 ($\mathbf{E}$)

Sq場の長期変動を調べる意義

Sq場の磁場変動から超高層大気/電離圏における長期変動のシグナル(太陽活動, 地球磁場の永年変化など)を捉えることができる

5. 電離圏ダイナモ電場の長期変動特性

5.3 Sq場の電離圏電場の長期変動特性(12 h LT)

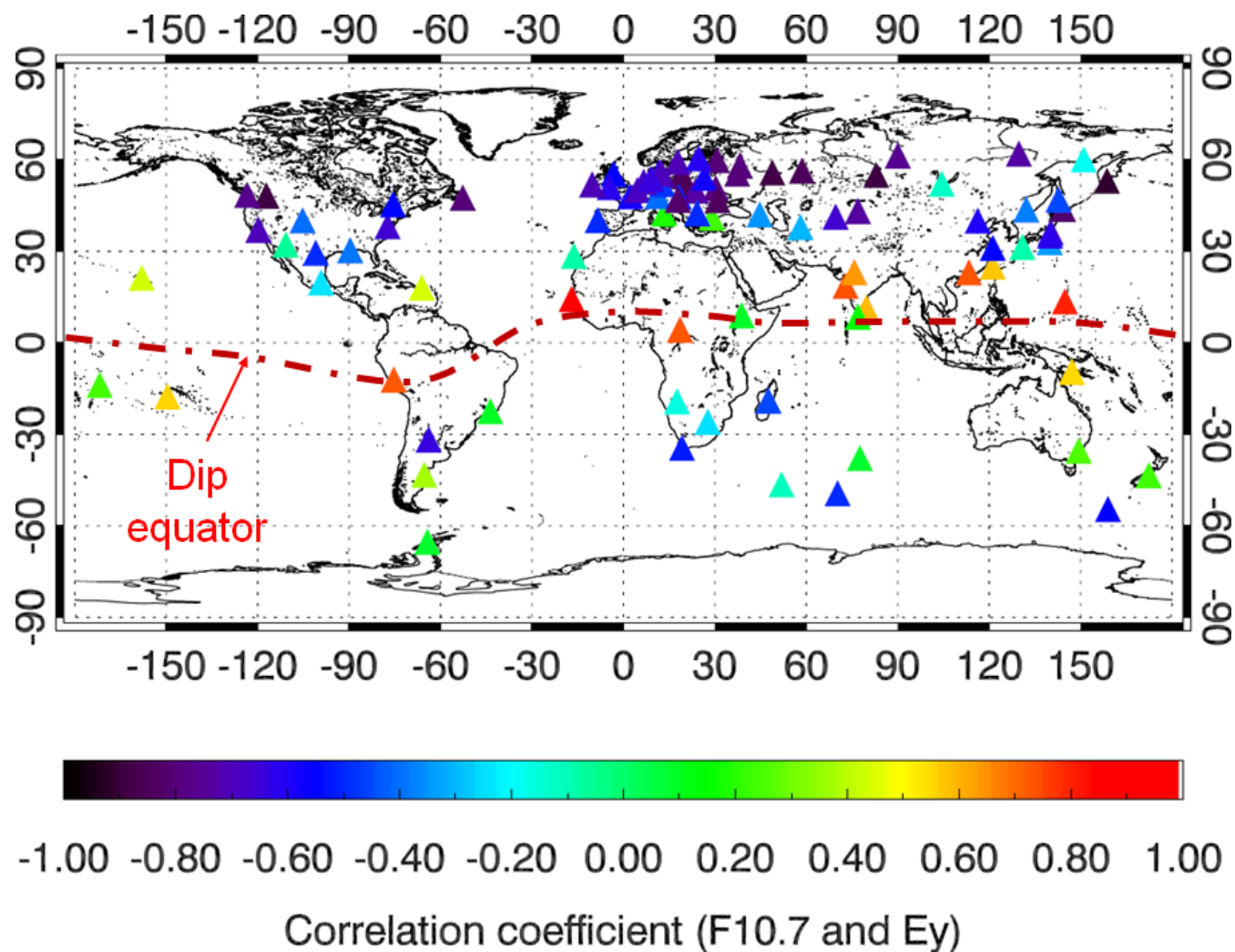


[電離圏電場の長期変動特性]

- 太陽活動11年周期性
 - 中緯度: 負相関
 - 赤道域: 正相関
- 季節変化
 - 成分によって特性が異なる

5. 電離圏ダイナモ電場の長期変動特性

5.4 Sq場の電離圏東西電場と太陽活動度指数(F10.7)との相関分布



20年以上の地磁気データが存在する90地点について解析

緯度20度以下の低緯度～赤道域:

F10.7指数と**正相関**

緯度20度以上の低緯度～中緯度域:

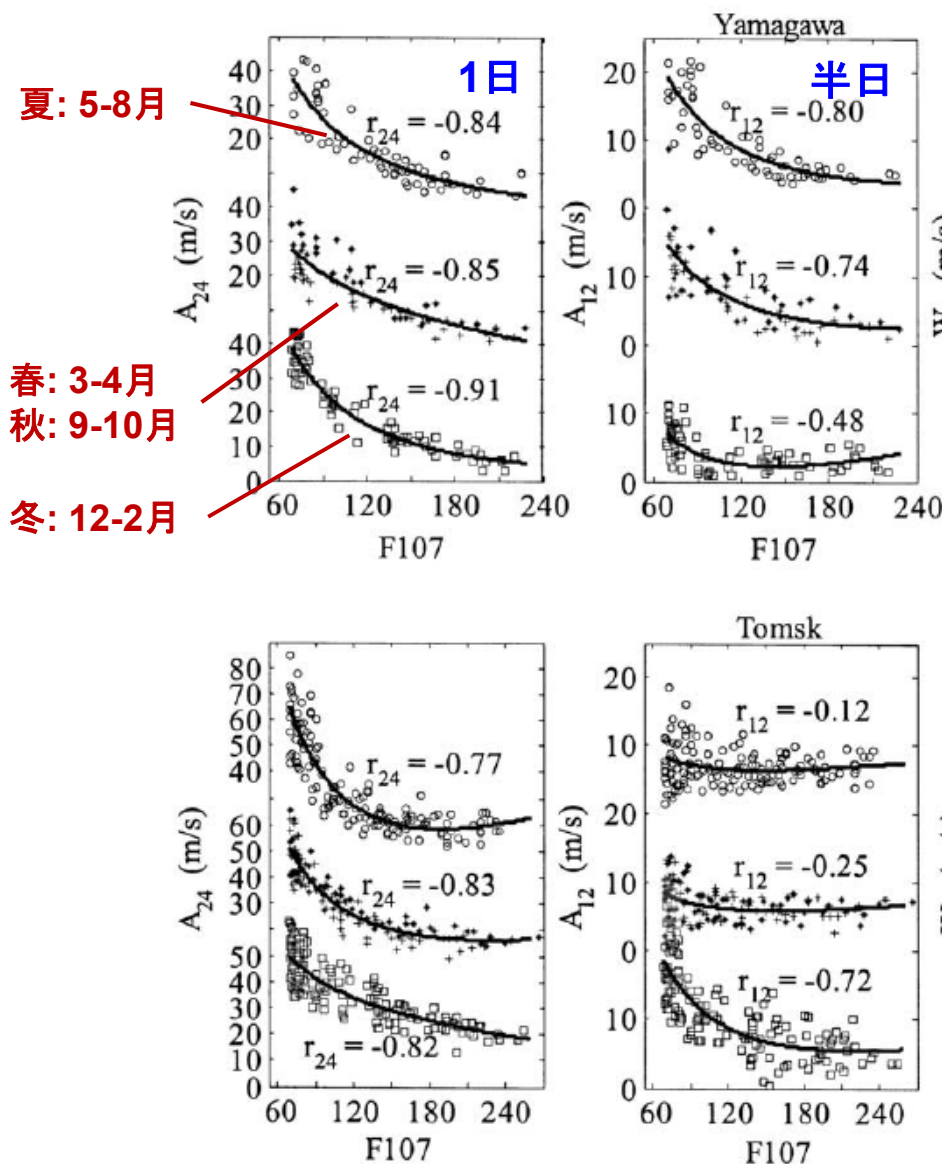
F10.7指数と**負相関**

○**経度**に無関係

F10.7指数と電離圏東西電場との相関係数の全球分布

5. 電離圏ダイナモ電場の長期変動特性

5.5 考察(中緯度における電離圏電場の太陽活動依存性の要因)



イオノゾンデ観測から求めた電離圏における太陽1日、半日潮汐波の振幅の太陽活動依存性[Liu et al., 2004]

観測点: 山川(31.2° N, 130.6° E)

解析期間: 1965-2003年

トムスク(56.5° N, 84.9° E)

解析期間: 1957-2002年

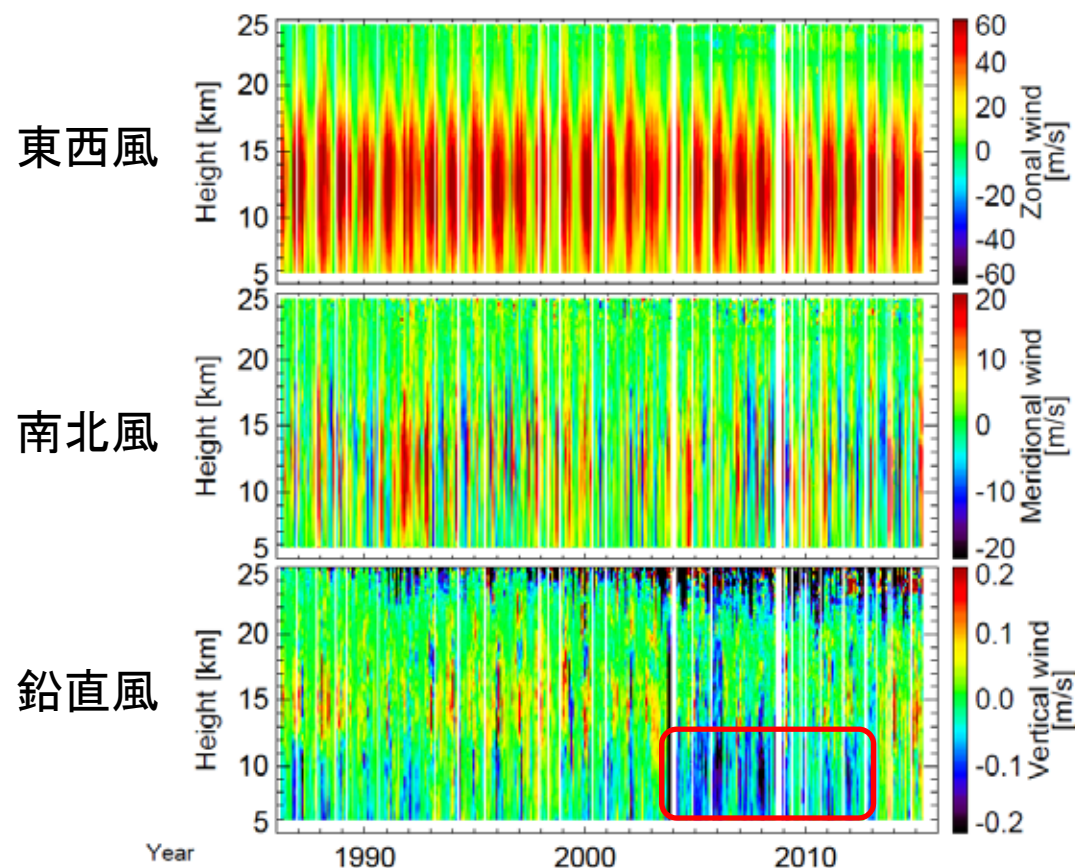
両観測点ともに太陽1日、及び半日潮汐波の振幅が**太陽活動度指数(F10.7)の増加に伴って減少傾向**にある

太陽活動極大期には、電離圏ダイナモ電場($U \times B$)の大きさが減少

本研究結果をサポート

6. 下部成層圏・対流圏における風速擾乱の長期変化

6.1 平均風の長期変動特性



信楽MURレーダー

- 下部成層圏・対流圏標準観測
- 期間: 1986/3 – 現在
- SPEDAS/UDAS対応

- 東西風には明瞭な季節変化が存在: 12-1月付近で最大・・・ジェット気流
- 南北風は年によって風速のパターンが異なる
- 高度12km以下の領域では下降流(特に2004-2013年)・・・地球大気が下がってる? !

6. 下部成層圏・対流圏における風速擾乱の長期変化

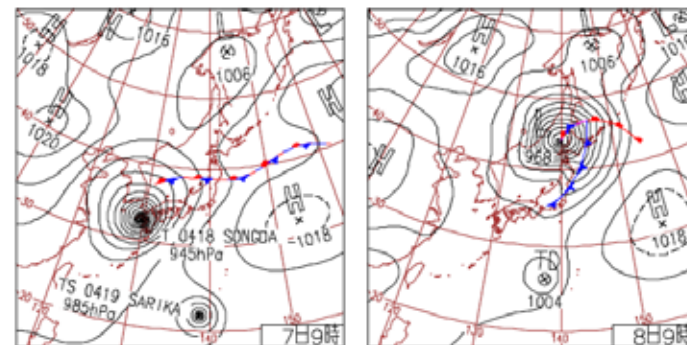
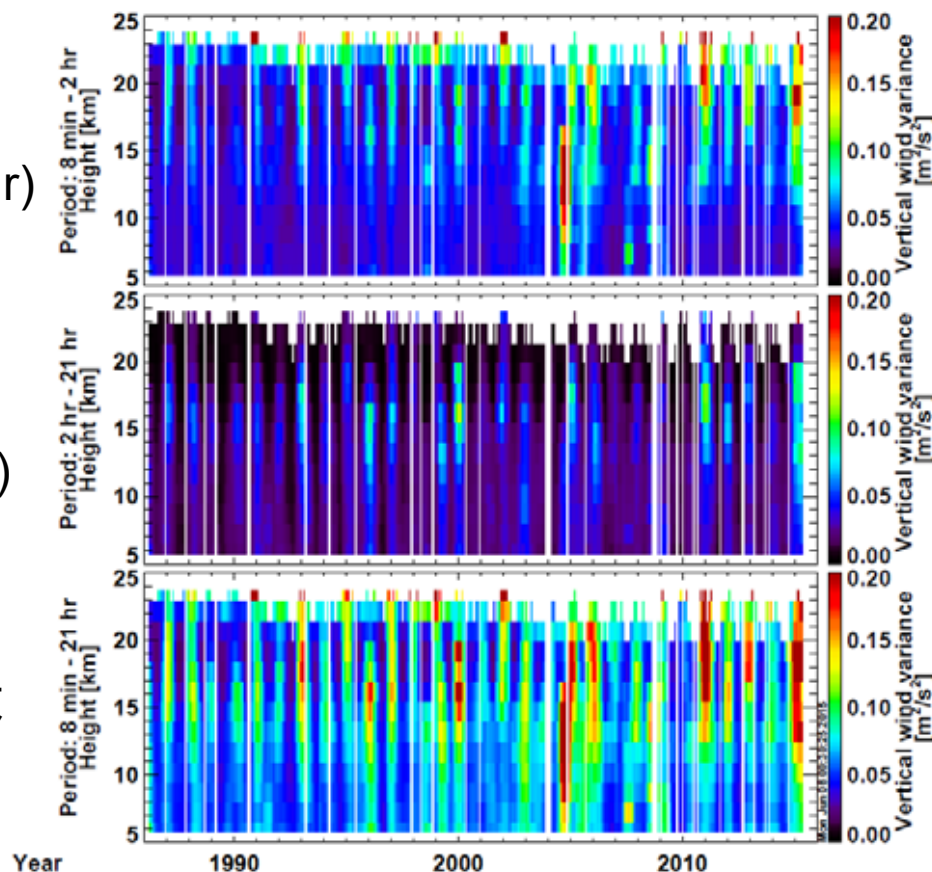
6.2 鉛直風速度分散の長期変動特性

<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/data/hibiten/>

高周波
(8min-2hr)

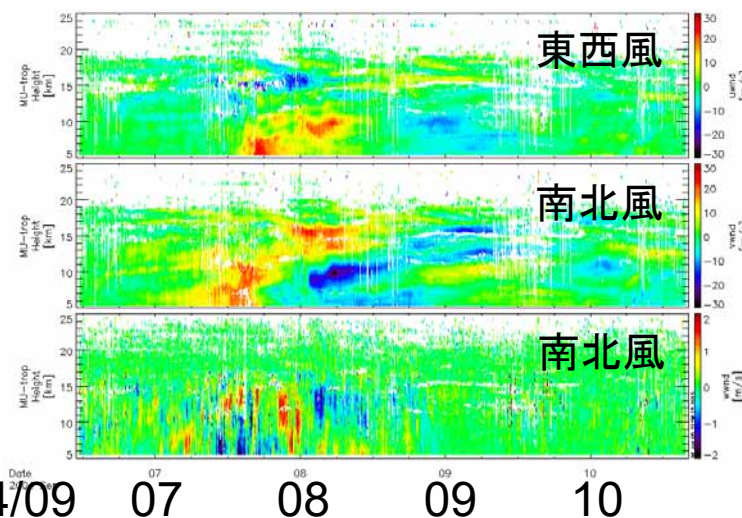
低周波
(2 - 21hr)

全周波数



7日(火)今年7個目の台風上陸
台風第18号は長崎市付近に上陸後、日本海を北東に進む。広島市60.2m/s等、各地で最大瞬間風速の記録を更新し、九州～北陸の広い範囲で強風害。台風上陸7個は過去最多。

8日(水)台風 猛威振るう
台風第18号は日本海を進み、北海道の西海上で温帯低気圧に変わる。北・東日本の日本海側は暴風雨。北海道では、雄武町51.5 m/sなど、各地で最大瞬間風速の記録を更新。



●全ての周波数成分において明瞭な季節変化

夏:最小、冬:最大

●2004年に高周波成分が急増→台風の影響

6. まとめ

○2009年5月から開始されたIUGONETプロジェクトにより、各連携機関と協力機関の実データベースの拡充・整備・解析ツール開発が進み、太陽地球大気環境の長期変動を解明する研究基盤が整った。

○その結果、異なる大気層間の相関に関する発見的研究とこれまでに提唱されたパラダイムの妥当性の精査に関する研究が促進された。

■太陽分野と超高層大気分野の観測データを総合的に取り扱う電離大気と中性大気の相互作用に関する研究分野

⇒グローバルな地球大気の上下間結合の研究の進展

1. 太陽活動の影響

(その影響がどの大気層まで伝わっているか?)

2. 下層大気の長期変化の影響

(地球大気固有の変動・・・中間圏QBO、長期トレンド)

■長期解析だけでなく、極端気象・宇宙天気現象解析にも貢献可能

1. 低緯度オーロラの出現特性やその頻度分布

2. 集中豪雨の頻度など

7. 最後に

○IUGONETプロダクト(MDDDB/UDAS)の輝きを永続、または増えることができるのは、“**開発員**”ではなく、“**IUGONETユーザー**”そのものである

- 開発員オーソドックスなものは作れるが、何のインプットなしに研究テーマに特化したツールを開発できない

⇒**ユーザーからの要望・意見が重要**

- もっといい研究テーマを選定・提案できるのは、個々のユーザーであり、IUGONETプロダクトはそのためにある

○**学生教育へIUGONETプロダクトの導入は必須**

- 若い世代ほど新しいものへの適応力がある

(その後もIUGONETプロダクトを使ってくれる可能性あり)

- IUGONET連携機関の先生方は、学生にはできる限りIUGONETプロダクトを利用できる研究テーマを進めるべき

○事業の継続・他機関との協力には軍資金が必要だが、**皆さんの心が一つになれば**、必ず手に入る