



# IUGONET

Metadata DB for Upper Atmosphere

SGEPSS秋学会@札幌  
宇宙天気・宇宙気候セッション

超高層大気長期観測ネットワーク観測・研究  
2012/10/20-23  
Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork

## 地磁気静穏日変化に見られる超高層大 気の長期変動について

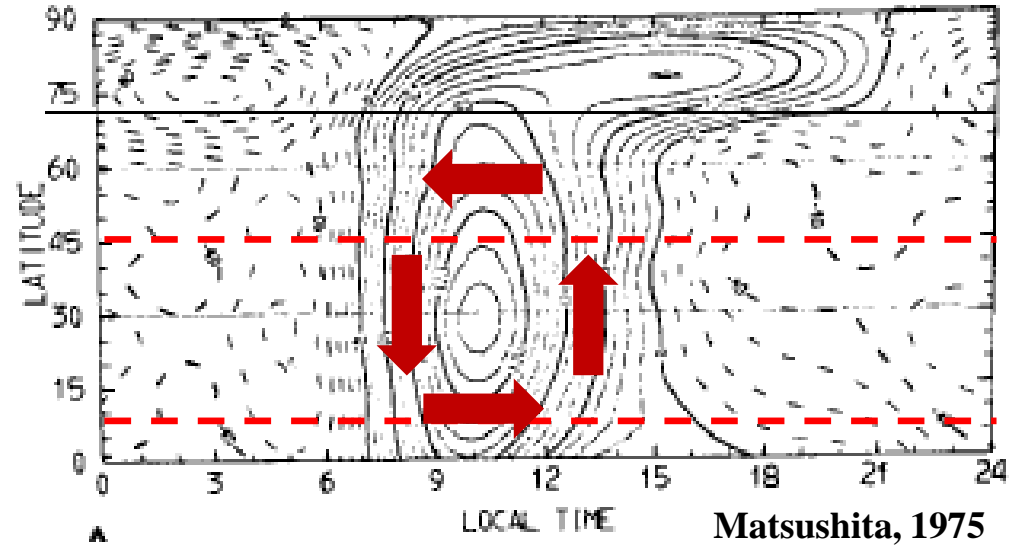
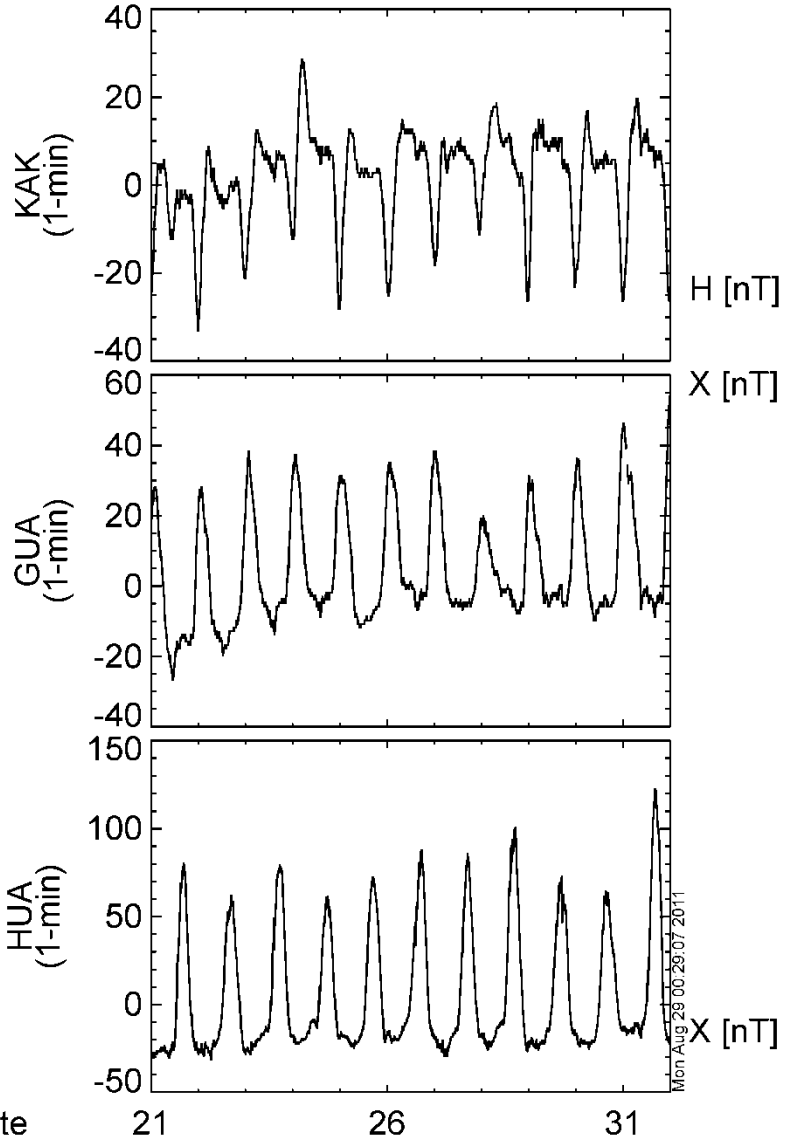
<sup>1</sup>新堀 淳樹, <sup>2</sup>小山 幸伸, <sup>2</sup>能勢 正仁, <sup>3</sup>堀 智昭, <sup>3</sup>大塚 雄一, <sup>1</sup>  
谷田貝 亜紀代

<sup>1</sup>京都大学生存圏研究所

<sup>2</sup>京都大学地磁気センター

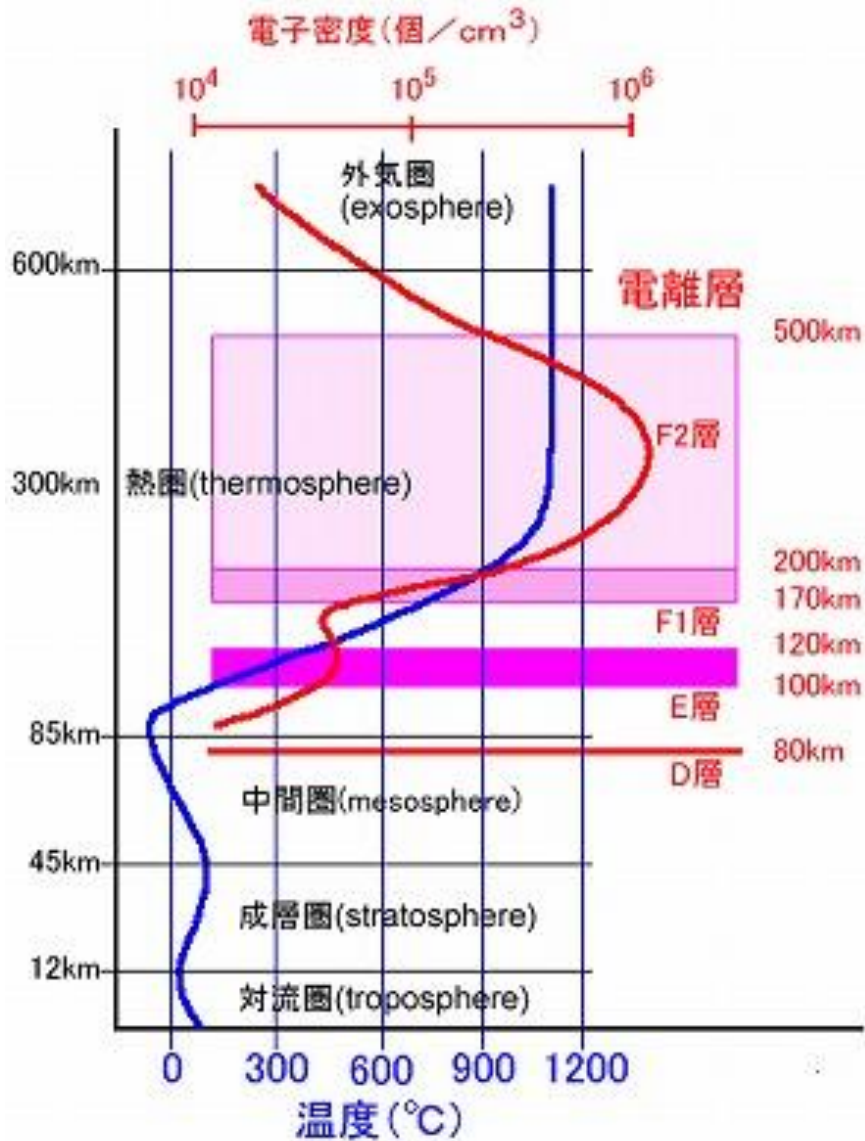
<sup>3</sup>名古屋大学太陽地球環境研究所

## 1.1 地磁気日変化(Sq: Geomagnetic solar daily quiet variation)



- [原因]**
1. 赤道域-中緯度  
電離圏高度の中性風によって駆動される電離圏電流
  2. オーロラ帯・高緯度  
太陽風-磁気圏相互作用で形成された電場で駆動される電離圏電流

## 1.2 地球大気層の領域間結合



**太陽活動による影響大**  
(ex. 電離圏・熱圏の11年変動)

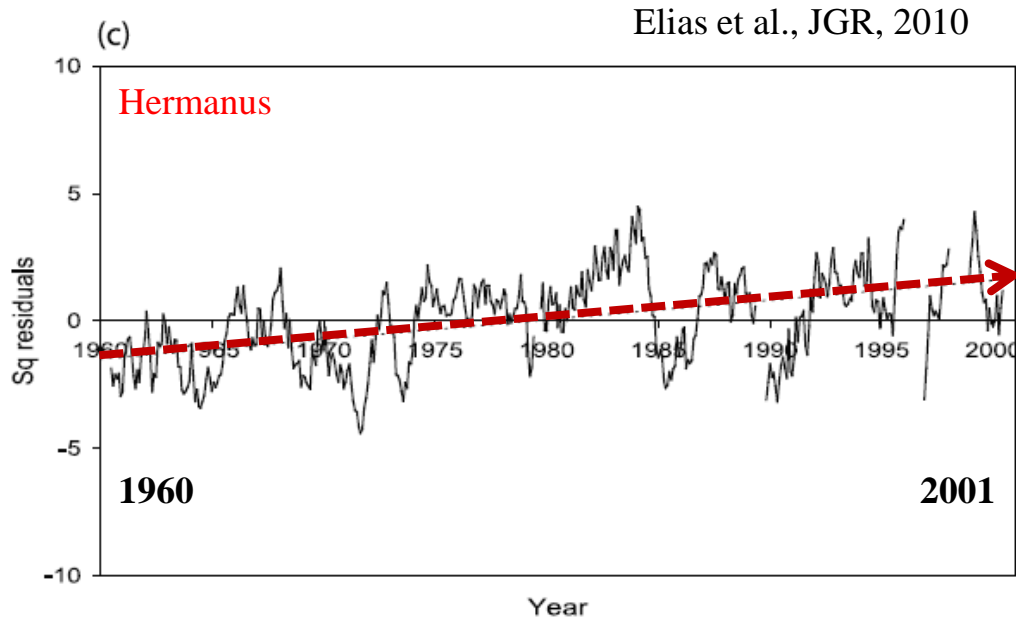
地磁気日変化をみると

両者の影響を受ける領域である熱圏下部の大気変動

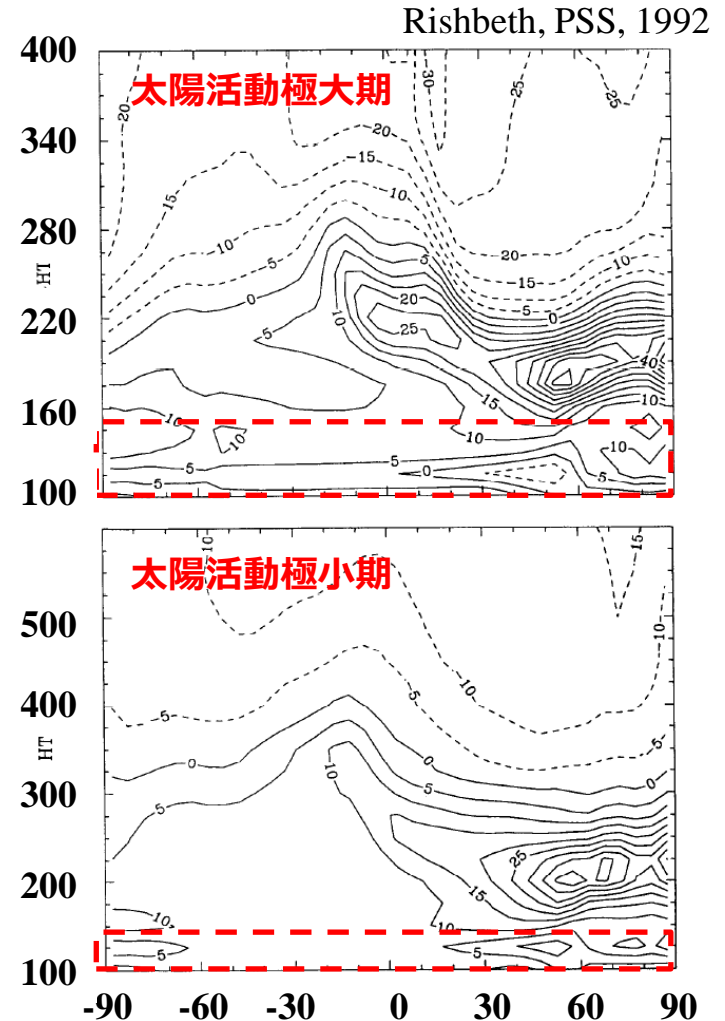
**下層大気現象による影響大**  
(ex. 地球温暖化に伴う温度変化)

## 1.3 これまでの地磁気日変化の長期トレンドの研究

### 地球温暖化による電離圏変動がSq場の変動に存在する可能性



- Sq振幅の増加 : 9.9%(Her)
- 地磁気変化に伴う増加 : 7.0%(Her)
- 温室効果ガスによる電離圏の影響
- CO<sub>2</sub>の量 : 200%増
- ⇒ 電離圏電子密度:5%増



## 1.4 これまでの問題点と本研究の目的

### [問題点]

- 使用している地磁気観測点の長期解析の不足
- 分野間の観測データを用いた統合解析の不足
- 適切な観測パラメタの選択
- 解析手法やそれに至る仮定の問題

### [目的]

IUGONETプロジェクトから提供される長期でかつグローバルに展開している観測点の地磁気データと電離圏電気伝導度モデル値を用いて、**全球的な地磁気日変化振幅(Sq場)の長期変動の物理機構**を明らかにする。

**適切な太陽関連パラメタとの相関解析を行うこと**によって、そこに見られる超高層大気**の長期変動の要因**を探る。

- (1) **多点の地磁気観測点や熱圏風速の長期データ解析**
- (2) **解析手法の改良**

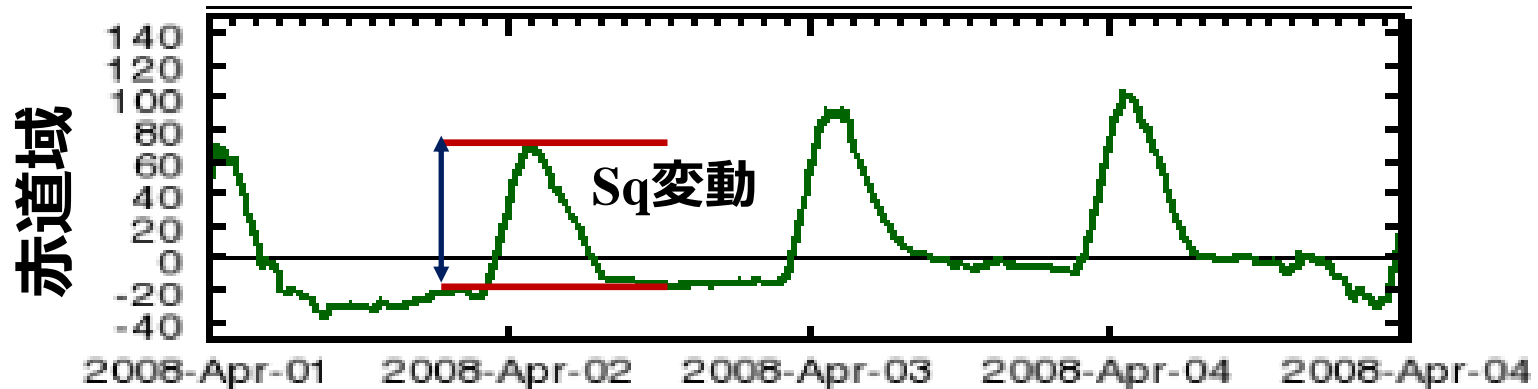
**地磁気静穏日の閾値の具体化、太陽活動依存性の指標：F10.7指数**

## 2.1 使用観測データ

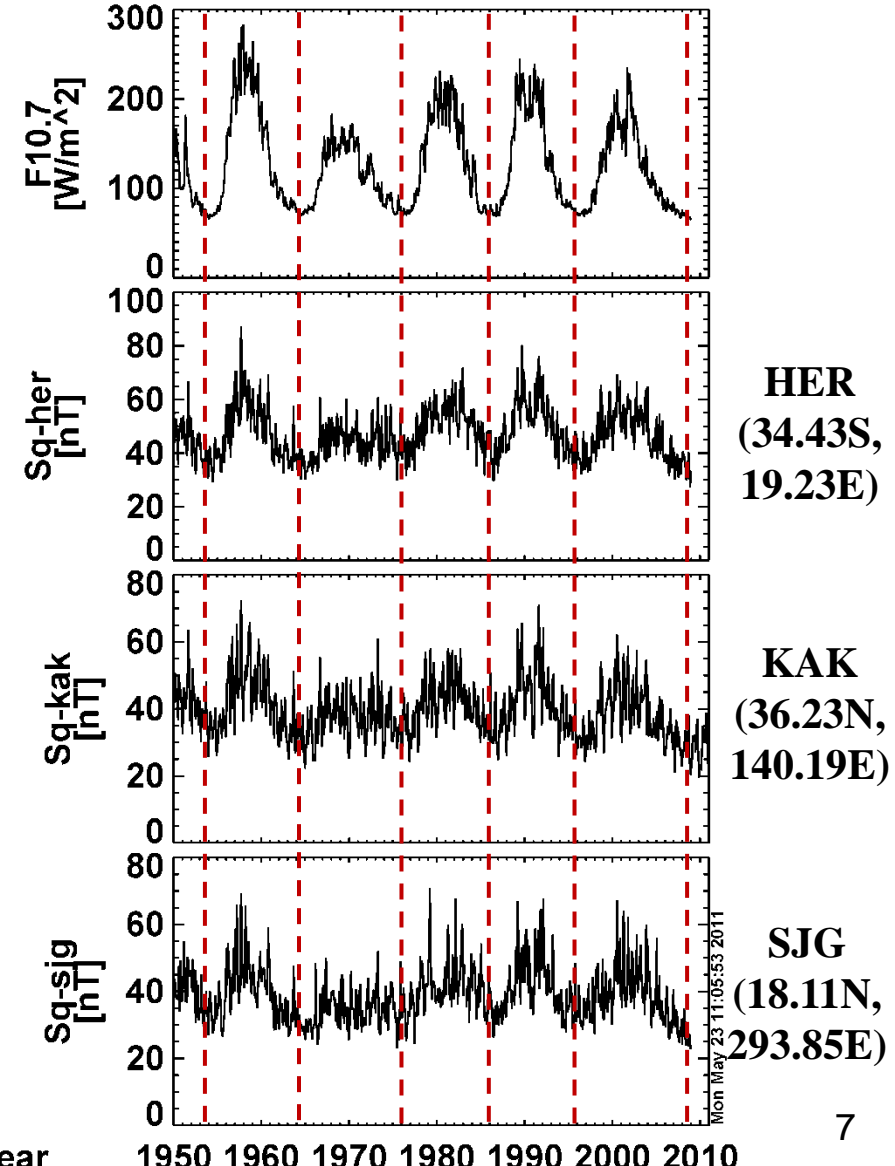
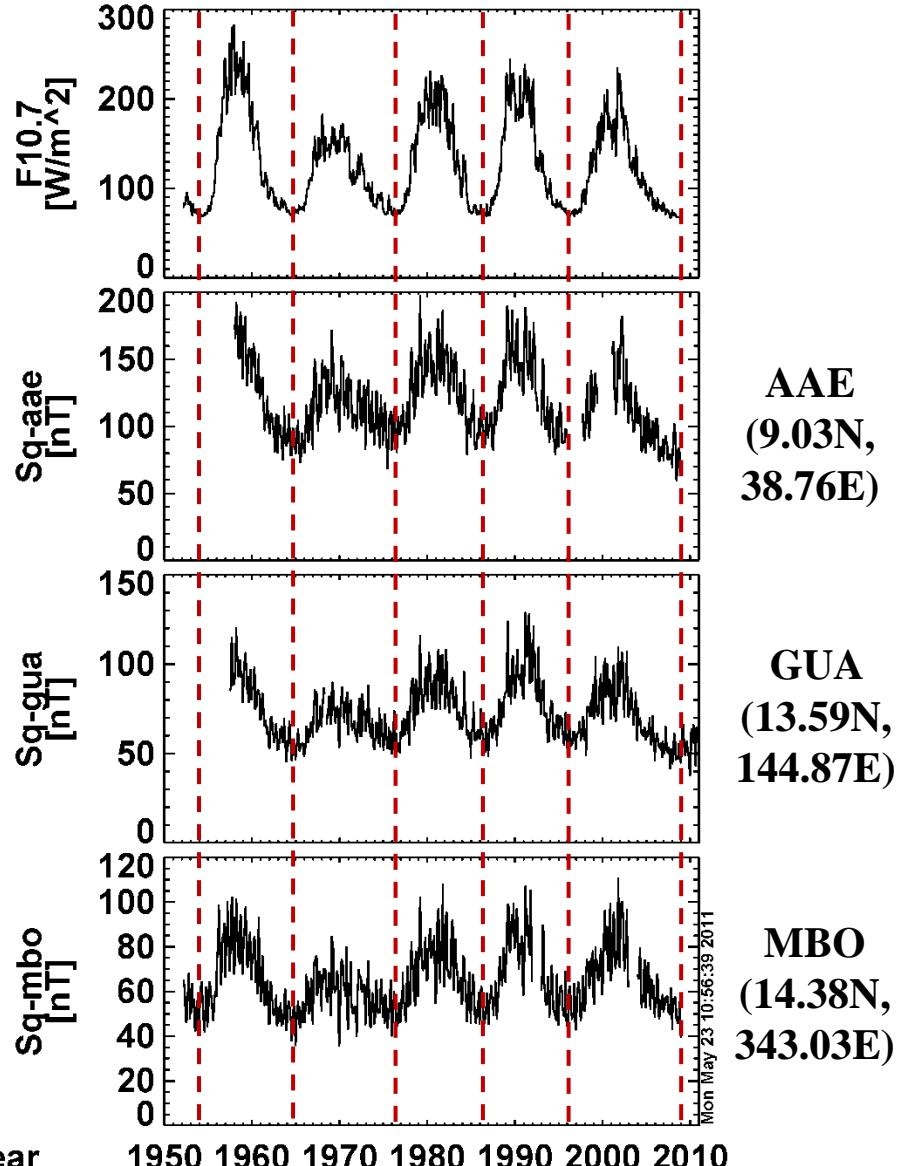
- 太陽F10.7指数(1947-2012年) : 1日平均値 (提供元 : NGDC/NOAA)
- 地磁気データ(1900-2012年) : 1時間値、Kp指数(1932-2012年) : 3時間値  
(提供元 : 京大地磁気センター)

## 2.2 地磁気静穏日とSq振幅の同定方法

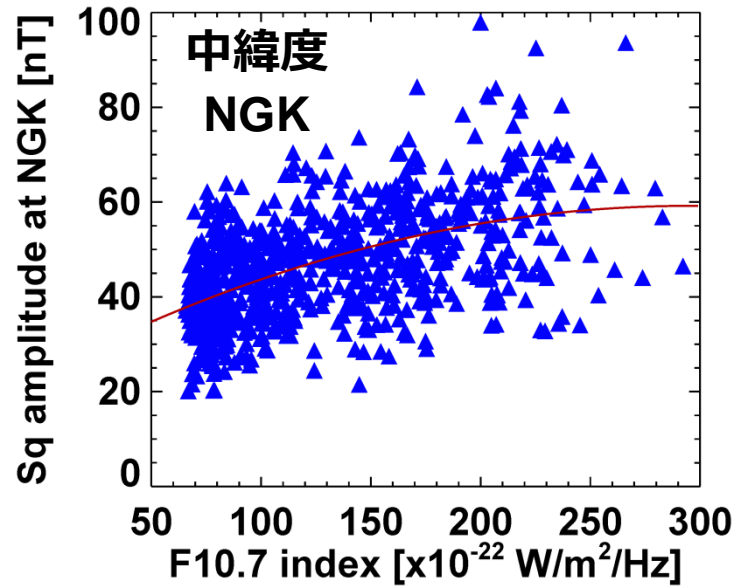
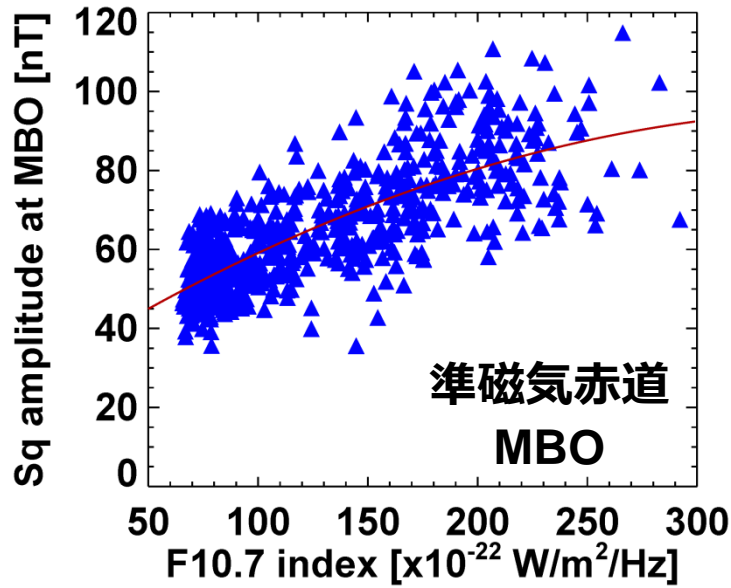
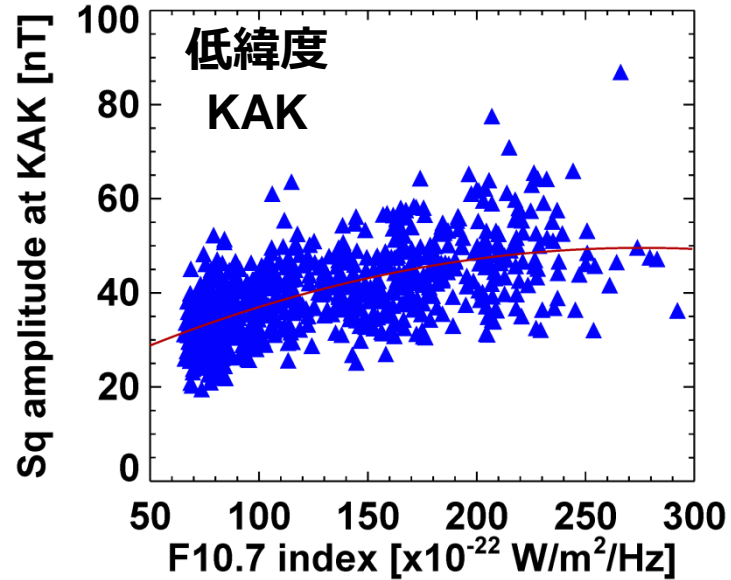
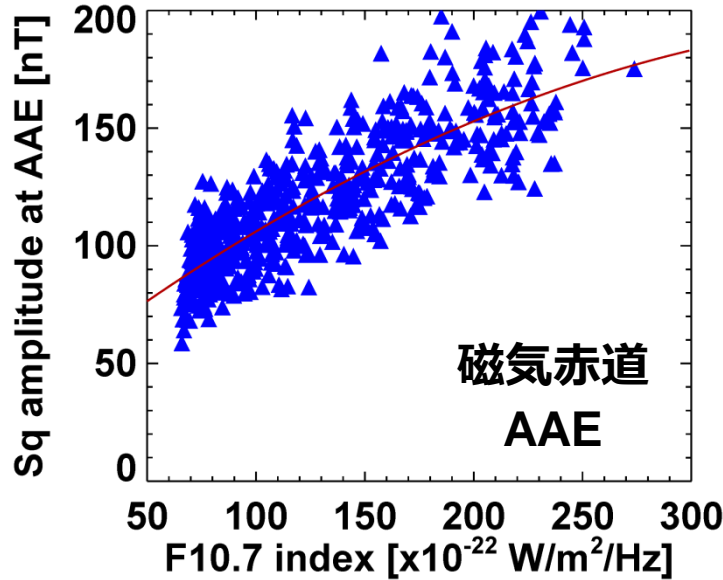
- 地磁気静穏日 : 地磁気Kp指数の1日のデータの中で最大値が4未満
- 地磁気日変化振幅(Sq場) : 1日の変化の最大と最小の差を1月平均値
- 太陽活動に関するデータとの相関解析 : 2次回帰曲線



## 3.1 Sq場の振幅の太陽活動依存性(赤道域、低緯度)



## 3.2 Sq場の振幅と太陽F10.7指数との対応関係

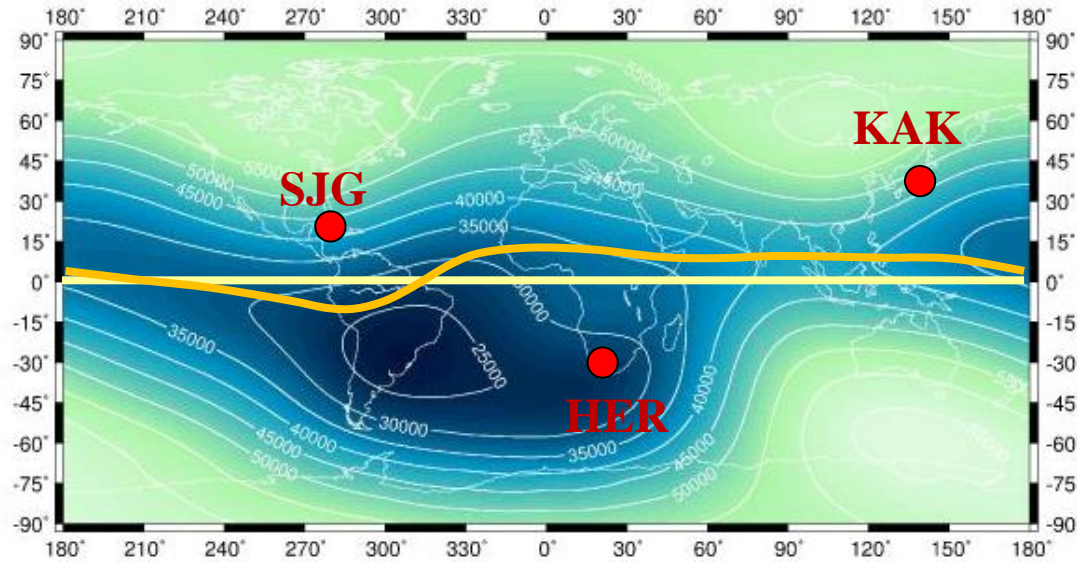
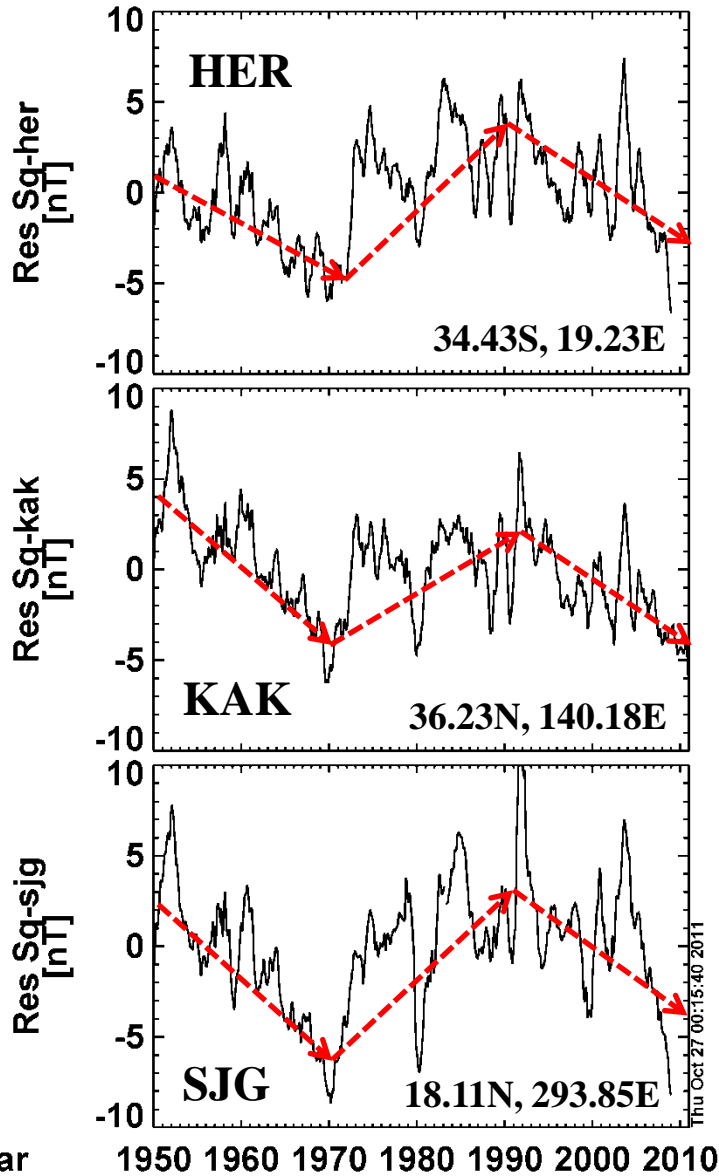


Sq場の振幅  
とF10.7指  
数のデータ  
1ヶ月平均

上に凸型を  
した2次曲  
線の関係



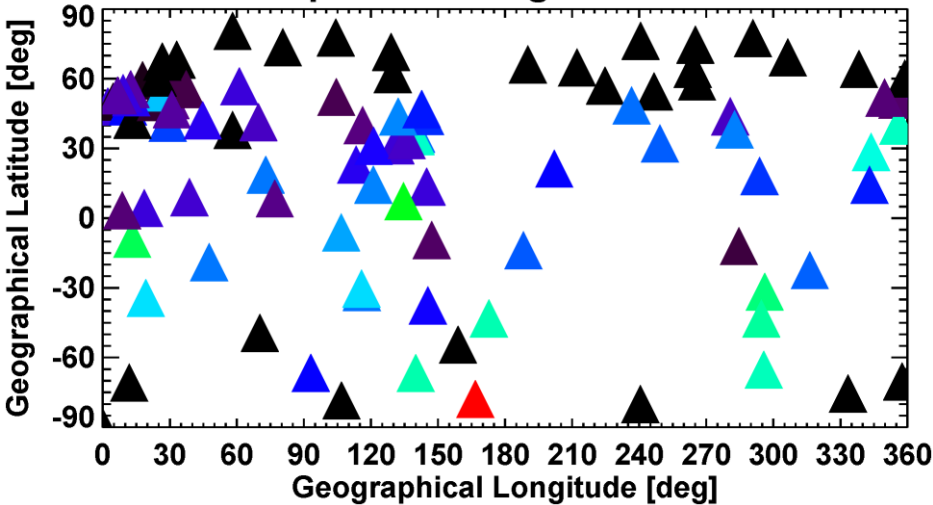
## 3.3 Res-Sq場の振幅の長期変動(低緯度)



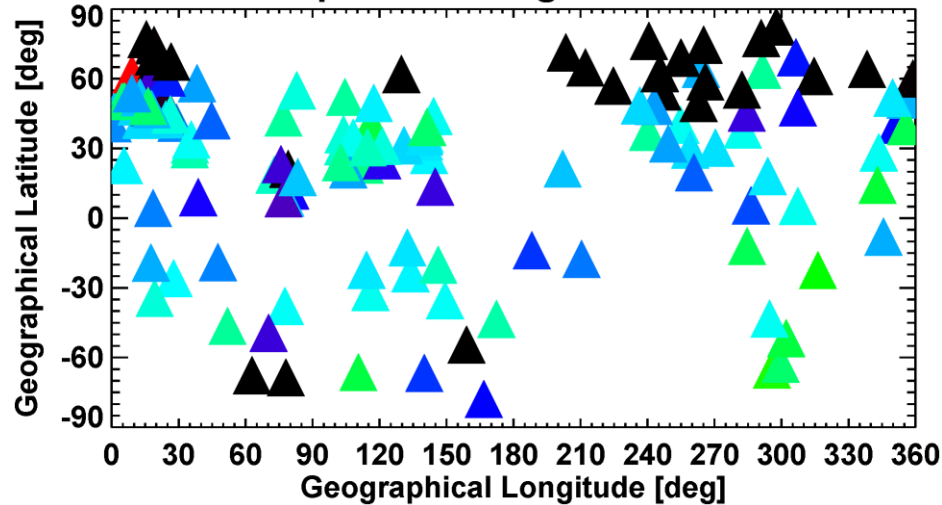
- Residual-Sq場の振幅は、各観測点で増加・減少する期間がほぼ同期  
⇒ **グローバルな現象**
- **1970年と2010年代で振幅が極小**

## 3.4 Res-Sq場の振幅の経年変化(地理分布)

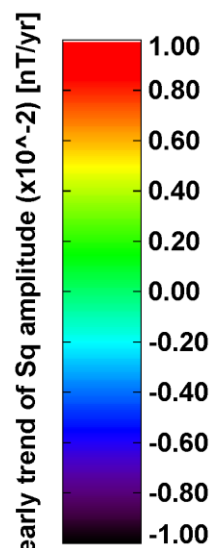
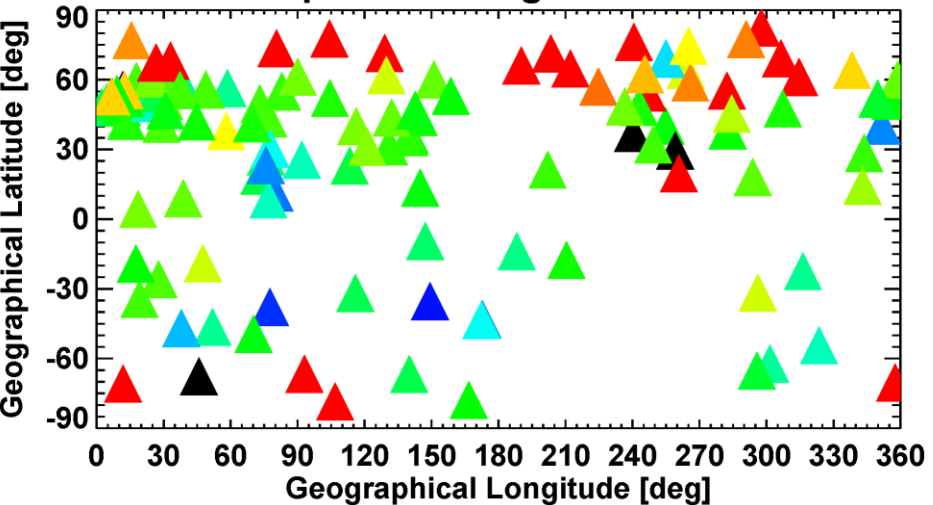
Sq trend during 1950-1969



Sq trend during 1990-2009



Sq trend during 1970-1989



左上 : 1950-1969年  
 左下 : 1970-1989年  
 右上 : 1990-2009年

**約20年の周期でSq場の  
 振幅は、増減する**

## 4.1 地磁気静穏日変動の振幅を決めるもの

## ○地磁気日変動(Sq)の振幅

電離圏電気伝導度の大きさと起電力に比例する

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

○電離圏伝導度( $\Sigma$ )の変化

太陽活動依存性 = 太陽放射(UV/EUV)の11年周期性

季節依存性 = 地球の自転軸の傾きの効果

地磁気永年変化 = 磁場減少による伝導度の増加

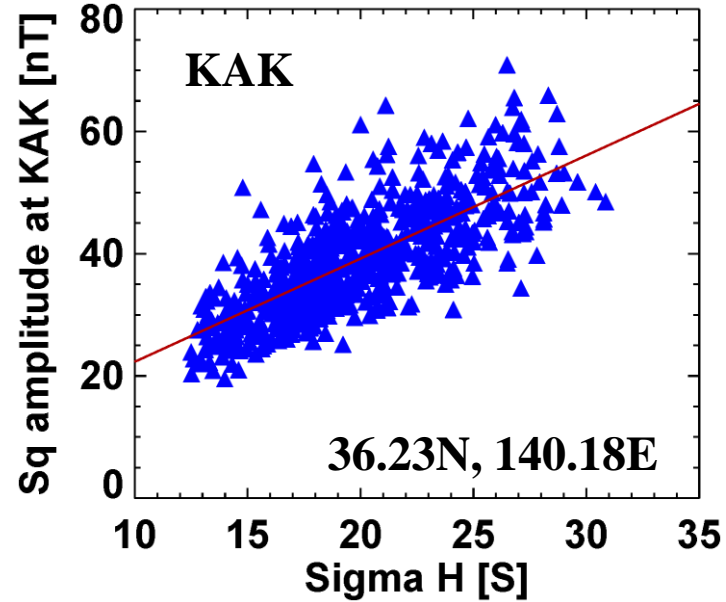
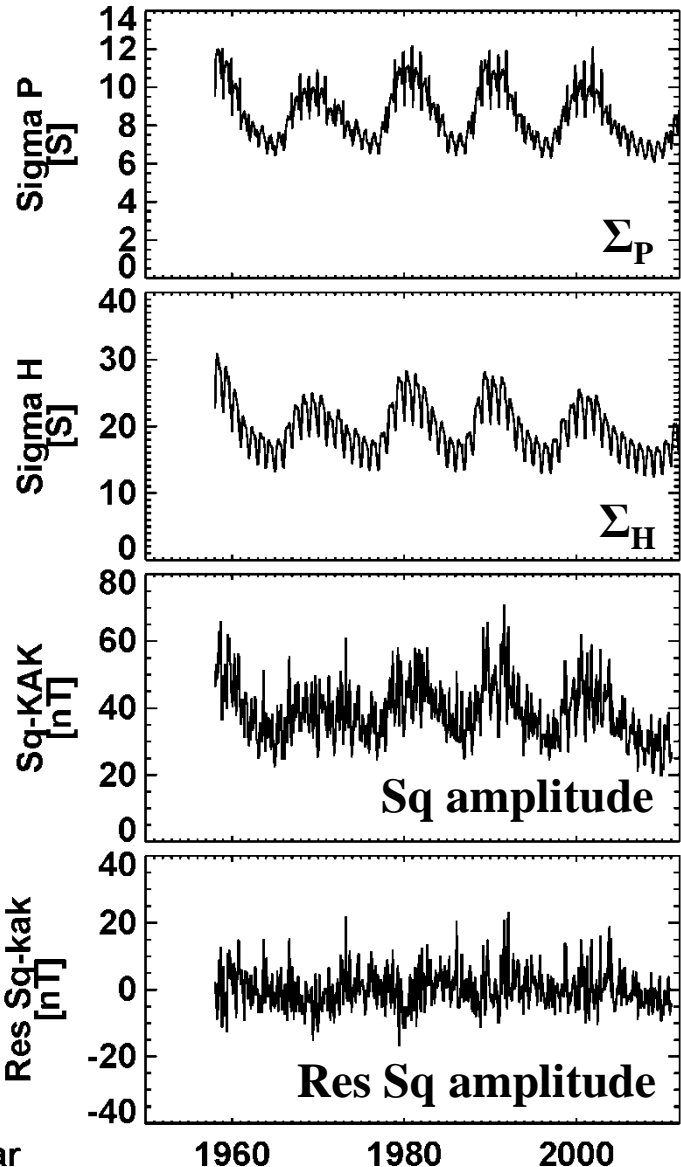
○起電力( $\mathbf{U} \times \mathbf{B}$ )の変化

太陽潮汐風の変化、地磁気永年変化

電離圏電気伝導度のモデル値で回帰解析したSq場の振幅を見る必要

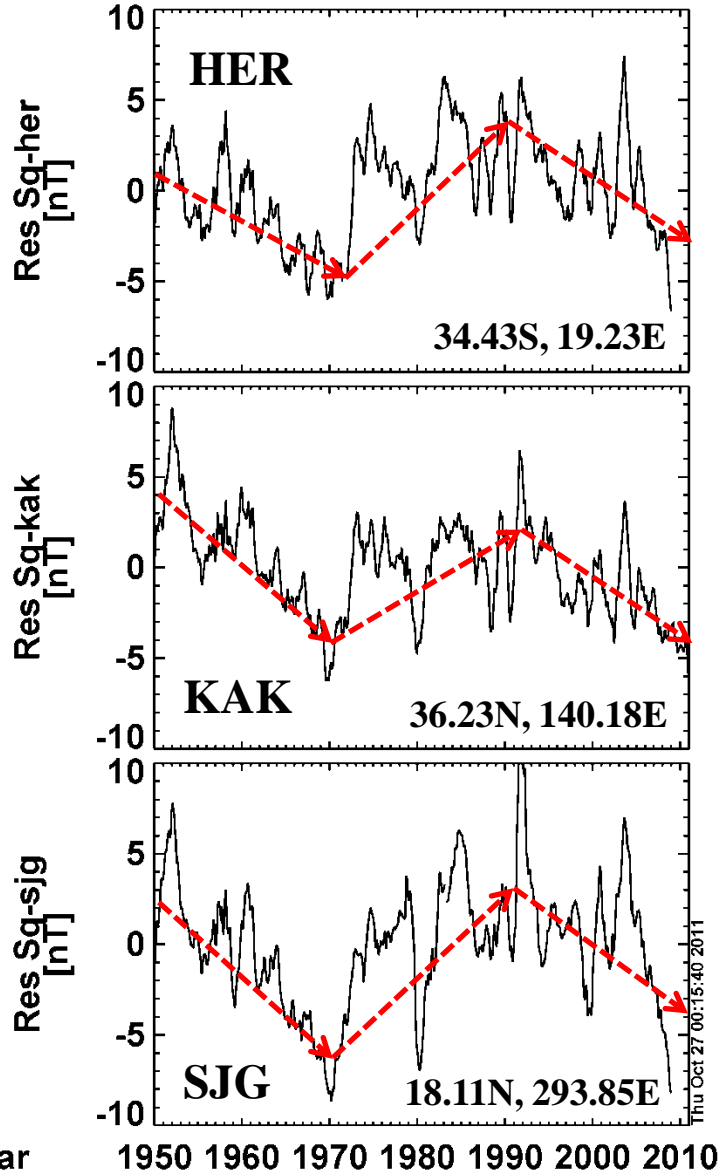
B010-P010 電離層電気伝導度計算を事例としたUDASによる数値モデルの取り扱い  
小山 幸伸、新堀 淳樹、堀 智昭ほか

## 4.2 電気伝導度モデル値とSq場の振幅の長期変動



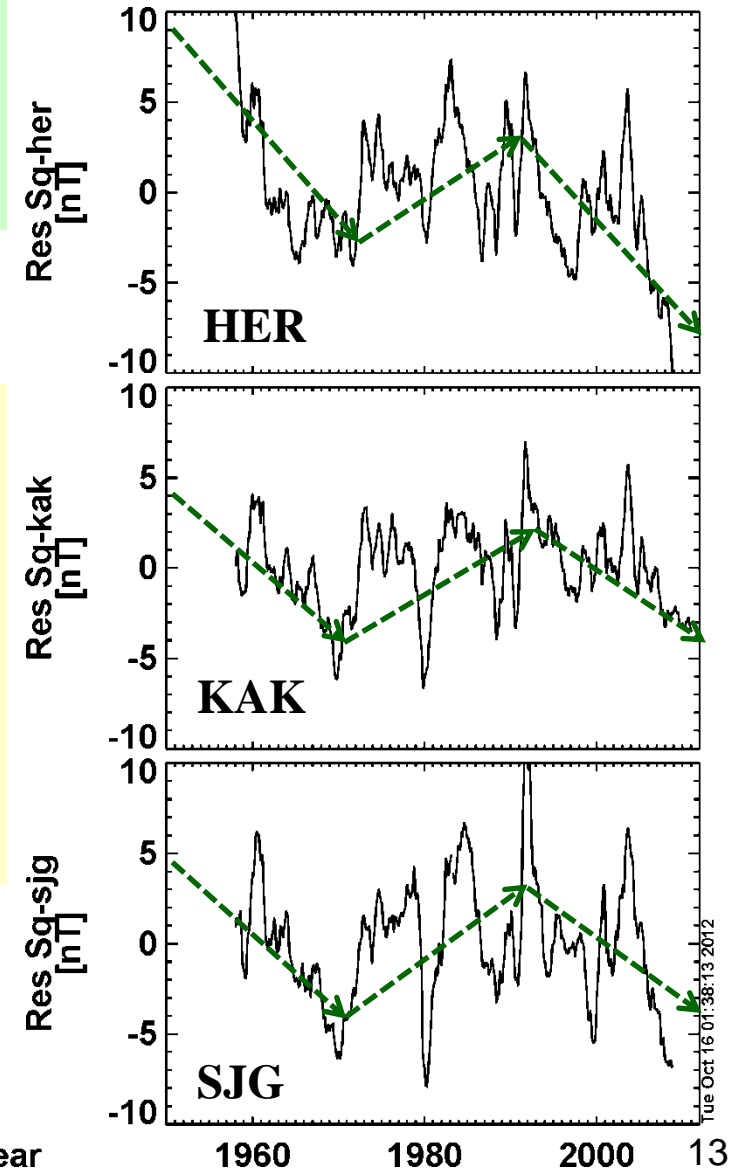
- Sq場の振幅と高度積分されたホール伝導度とには、**ほぼ線形関係**
- Res Sq場の振幅には、**電気伝導度モデル値では表現できていない細かい変動が見受けられる**

## 4.3 F10.7と電気伝導度モデル値で計算したRes Sq場の比較



左図 : F10.7  
右図 : Hall電気伝導度

両者の結果とも大きな違いがなく、20年毎に増減が入れ替わる。ただし、観測点(HER)だけ最初の部分の変化が異なる



### 1. Sq場の振幅は、**太陽活動11年周期に同期して変動**

F10.7指数が最大となる極大期には、Sq場の振幅も増大

### 2. 太陽活動11年周期と差し引いたSq場の振幅の長期変動は、必ずしも増加傾向の経年変動を示すとは限らず、その振幅は、**1950年以降について約40年の周期で増加・減少する**

### 3. 中低緯度のSq場と同様の傾向が**太陽風駆動の極域Sq<sub>p</sub>変動にも現れており**、駆動源の違いにもかかわらず、**傾向が中低緯度のSq場の振幅の長期変動の特徴に類似する**

### 4. F10.7指数と電離圏電気伝導度を基に計算したRes Sq場の振幅は、先行研究で示された**増加傾向の経年変動をどちらも示さず**、**約20年ごとに振幅のトレンドの傾向が入れ替わる。**

⇒電離圏電気伝導度モデル値を取り扱うことで、Sq場の振幅変化に強く関係する地球磁場の永年変化、電離圏電子密度とその構造の季節変化・太陽活動による変化が取り除かれてたとすると、この変動をもたらす要素として、それ以外の**超高層大気変化(太陽風起源電場、風速変動、中性大気密度など)**が考えられる。

○今後の方針：

### 1. 電離圏電気伝導度モデル値を用いた定量的評価

高緯度から赤道域に至る多点の電離圏電気伝導度モデル値との相関解析を行い、背景磁場の減少・増加に伴うSq場の振幅変動を取り除き、超高層大気の長期変動の寄与を定量的に評価する

### 2. 中間圏・熱圏下部(MLT)の中性風との相関解析

F10.7指数とSq場の振幅との周波数・コヒーレンス解析をSq場の振幅とMLT領域の風速との相関解析を行う

MLT領域の使用予定観測データ

⇒MF、流星レーダー、信楽MUレーダー