

IUGONET-IIのサイエンスターゲット

塩川和夫
名大STE研

物理学

- ・素粒子物理学(宇宙、天文)

 - 究極、基本原理の探求

- ・物性物理 — 応用

- ・地球物理学 — 応用

 - ・地震、海洋、気象、気候

 - ・超高層大気—太陽地球系科学(人工衛星が飛翔する範囲)

 - 私たちの身の回りの現象を知り理解する学問

参考:朝永振一郎著「物理学とは何だろうか」上・下 岩波新書

STP分野の方向性

(1)新しい発見をもとめて(惑星計画、新しい機器開発など)

(2)発見された現象を理解するための努力

(Cluster, MMS, SCOPE/Xscale衛星、地上拠点の総合観測など)

(3)人類の役に立つ(ERG計画、CAWSES-II、GPS測位など)

SCOSTEP (太陽地球系物理学・科学委員会) が実行してきた 国際協同研究プログラム

1976-1979: IMS (International Magnetosphere Study)

国際磁気圏観測計画

1982-1985: MAP (Middle Atmosphere Program)

中層大気国際協同観測計画

1990-1997: STEP (Solar-Terrestrial Energy Program)

太陽地球系エネルギー国際協同研究計画

1998-2002: Post-STEP (S-RAMP, PSMOS, EPIC, and ISCS)

STEPの成果を継承する4プロジェクト群

2004-2008: CAWSES (Climate and Weather of the Sun-Earth System)

太陽地球系の気候と天気

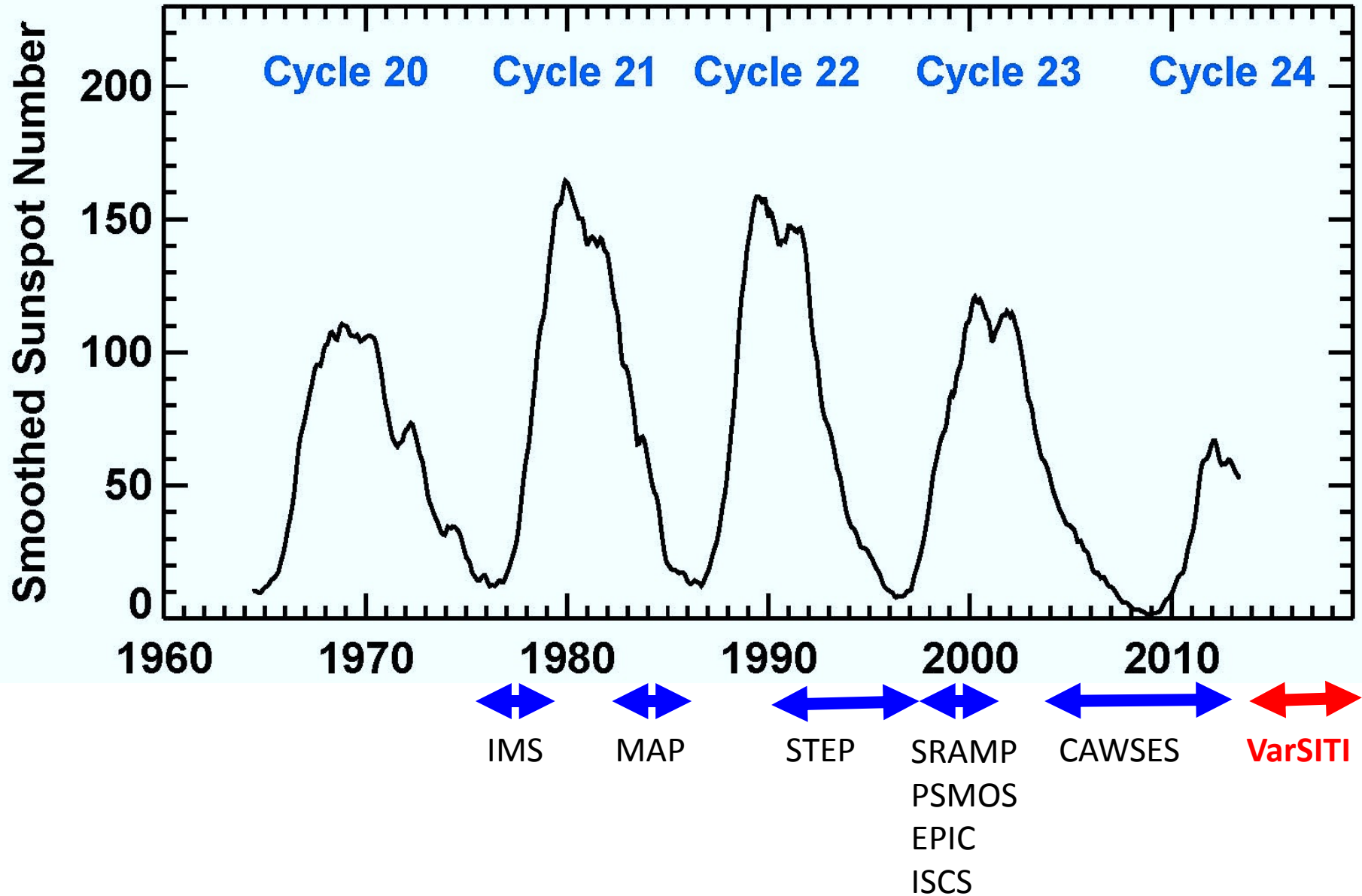
2009-2013: CAWSES-II (Climate and Weather of the Sun-Earth System-II)

太陽地球系の気候と天気－II

2014-2018: VarSITI (Variability of the Sun and Its Terrestrial Impact)

太陽活動変動とその地球への影響

Sunspot Number



VarSITIの4プロジェクト

太陽進化と極端現象

Solar Evolution and Extrema (**SEE**)

地球に影響を及ぼす太陽の短期変動に関する国際研究

International Study of Earth-Affecting Solar Transients

(**ISEST/MiniMax24**)

内部磁気圏における多圏間相互作用環境の理解と予測

Specification and Prediction of the Coupled Inner-

Magnetospheric Environment (**SPeCIMEN**)

地球気候に対する太陽・中層大気・熱圏・電離圏の役割

Role Of the Sun and the Middle

atmosphere/thermosphere/ionosphere In Climate

(**ROSMIC**)

Role Of the Sun and the Middle atmosphere/thermosphere/ionosphere In Climate (ROSMIC)

What influence does Solar Forcing have on Climate and Weather?

Project Co-Leaders:

Prof. Dr. Franz-Josef Lübken, Leibniz Institute of Atmospheric Physics, Germany

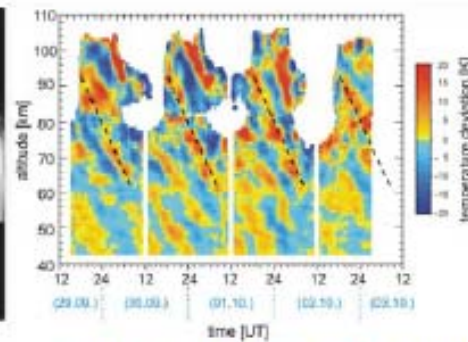
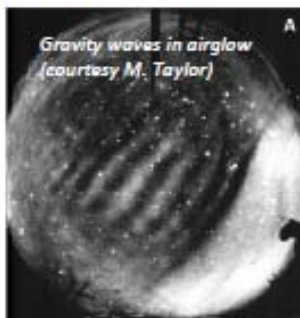
Dr. Annika Seppälä, Finnish Meteorological Institute, Finland

Prof. William E. Ward, University of New Brunswick, Canada

Goals & Objectives: To understand the impact of the Sun on the terrestrial middle atmosphere/lower thermosphere/ionosphere (MALTl) and Earth's climate and its importance relative to anthropogenic forcing over various time scales from minutes to centuries.

Science Questions:

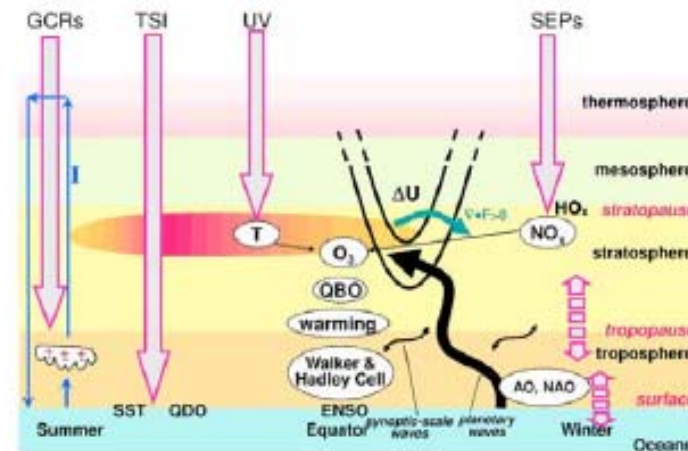
- 1) What is impact of solar forcing of the entire atmosphere? What is the relative importance of solar irradiance versus energetic particles?
- 2) How is the solar signal transferred from the thermosphere to the troposphere?



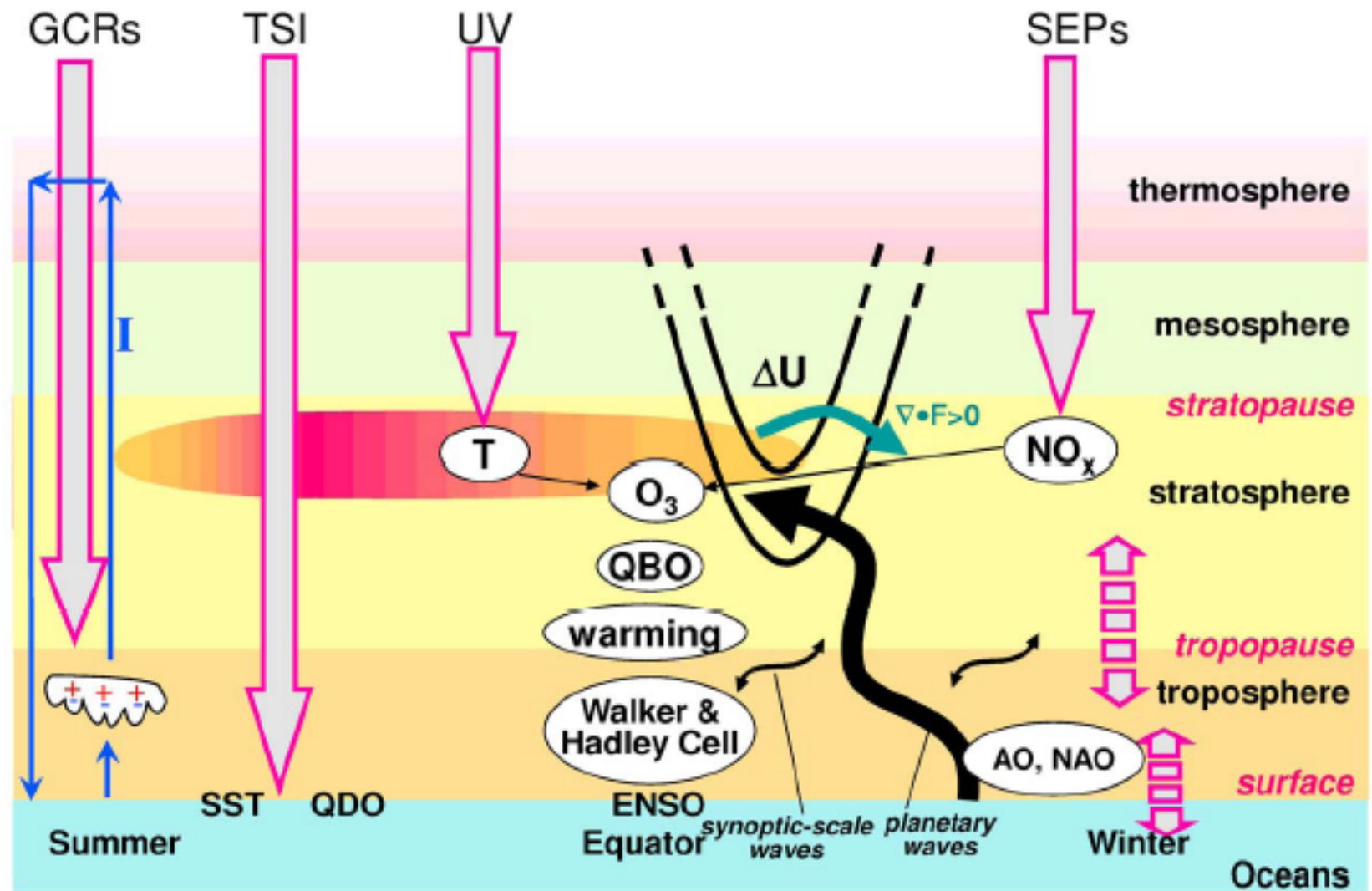
Gravity waves in temperature (Courtesy of IAP, Kühlungsborn)

- 3) How does coupling within the terrestrial atmosphere function (e.g. gravity waves and turbulence).
- 4) What is the impact of anthropogenic activities on the Middle Atmosphere, Lower Thermosphere, Ionosphere (MALTl)?
- 5) What are the characteristics of reconstructions and predictions of TSI and SSI?
- 6) What are the implications of trends in the ionosphere/thermosphere for technical systems such as satellites.

Anticipated Outcome: The development of a better understanding of the impact of solar activity on the entire atmosphere, relative to anthropogenic forcing and natural long term variability.



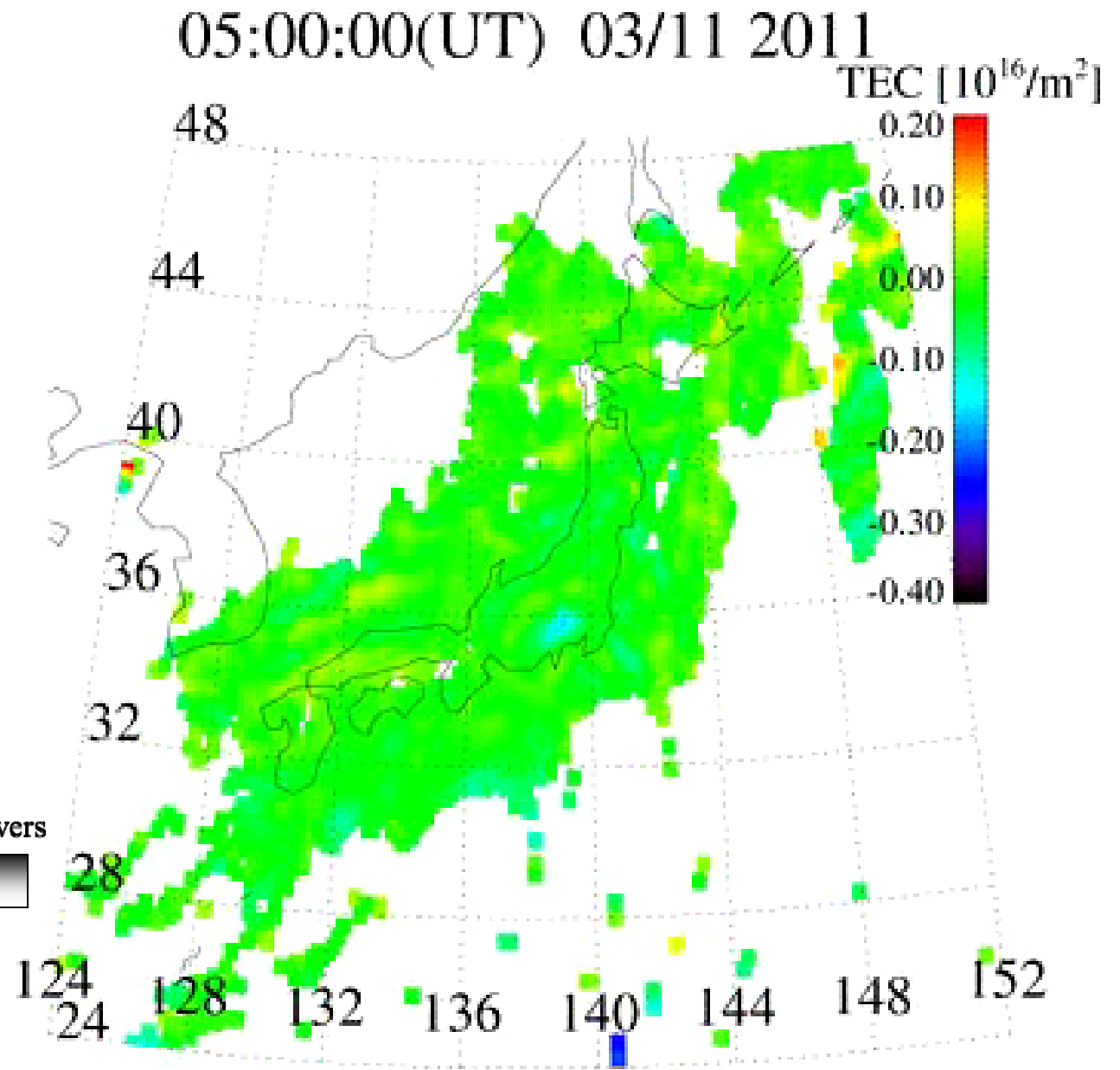
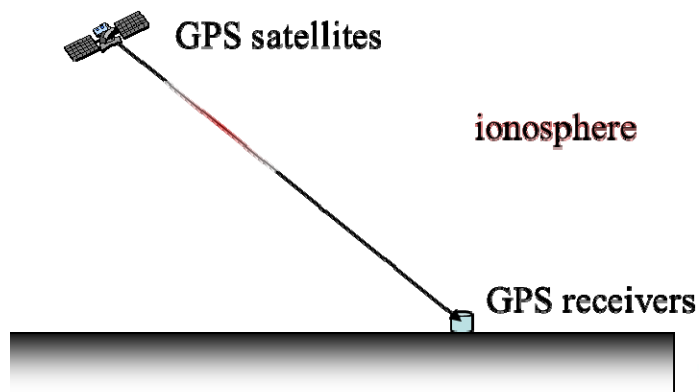
Mechanisms of Solar Influence (after Gray et al, 2010).

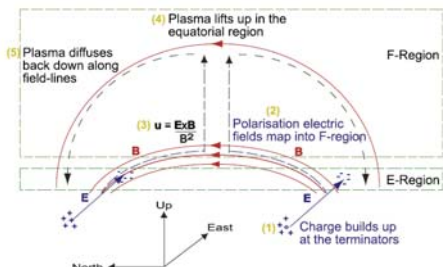


Gray et al. (Rev. Geophys., 2010)

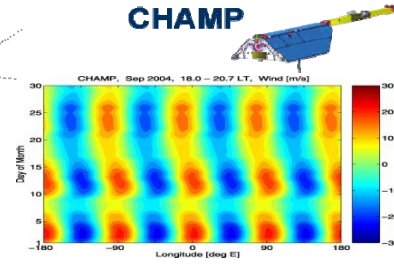
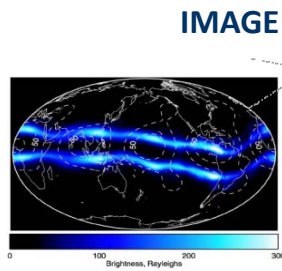
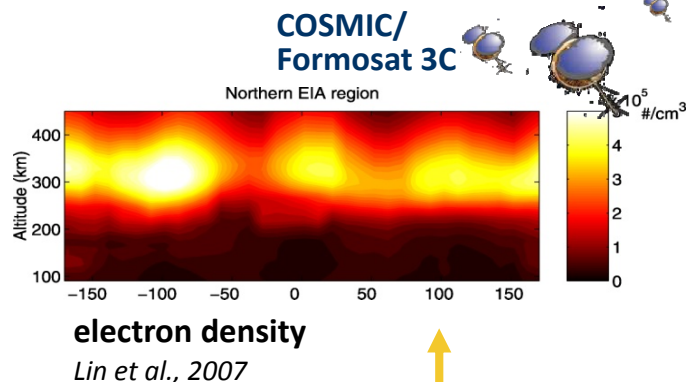
Penetration of
sound waves and
gravity waves
caused by tsunami
into the ionosphere.

Tsugawa et al. (EPS,
2012)



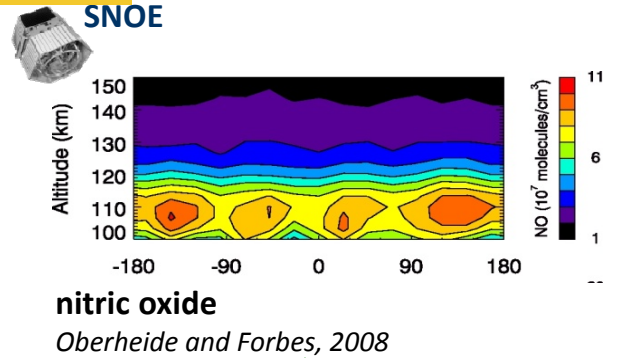
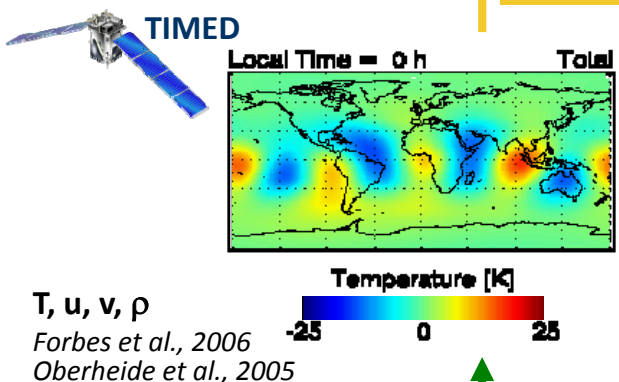


**F-region
(250-450 km)**



?

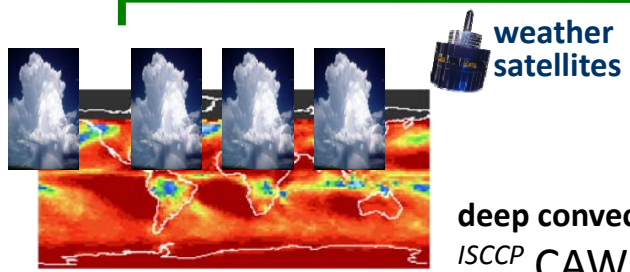
**E-region
dynamo modulation**

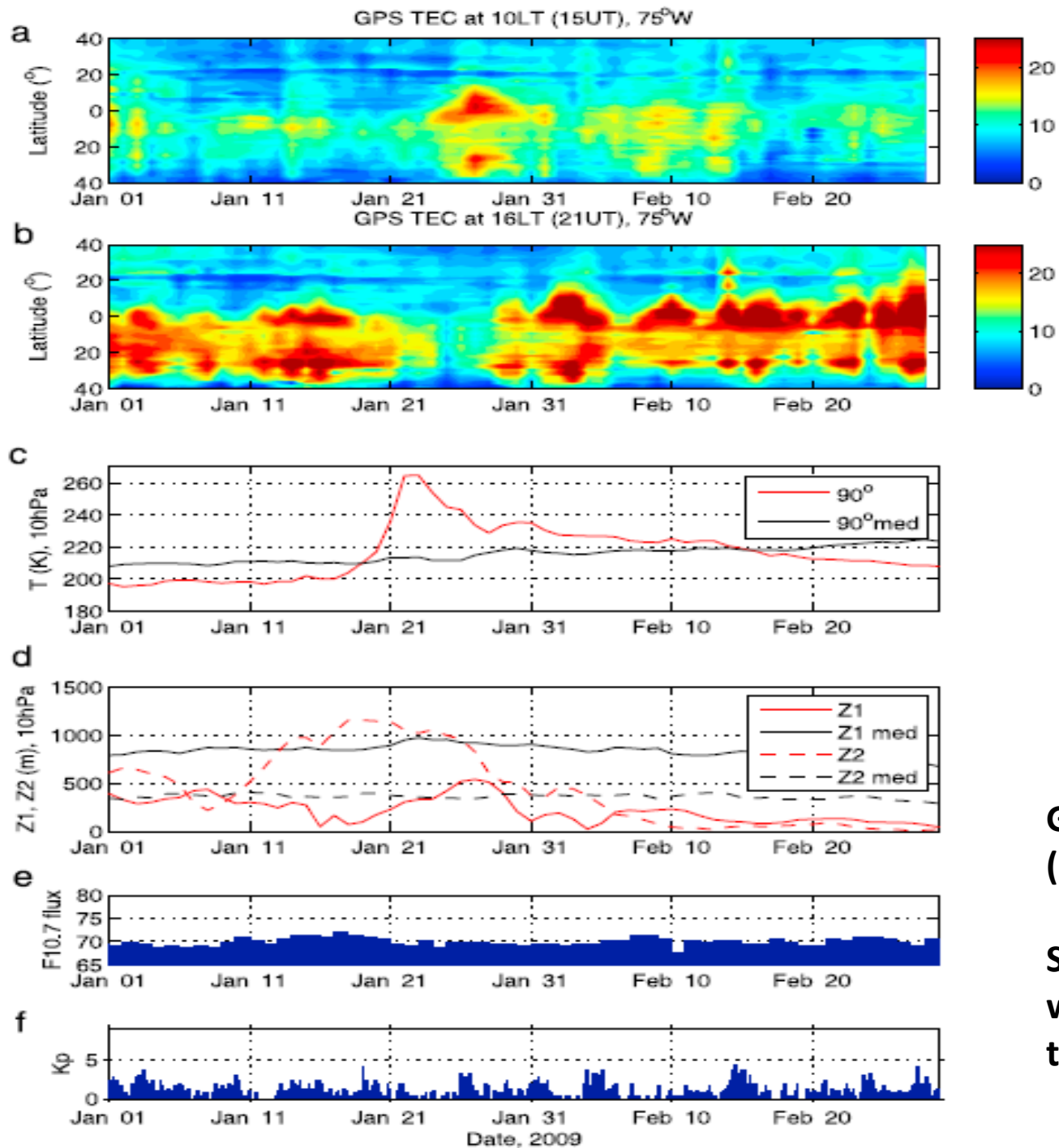


**“wave-4” , DE3, SE2, ...
nonmigrating tides**

**MLT/E-region
(80-140 km)**

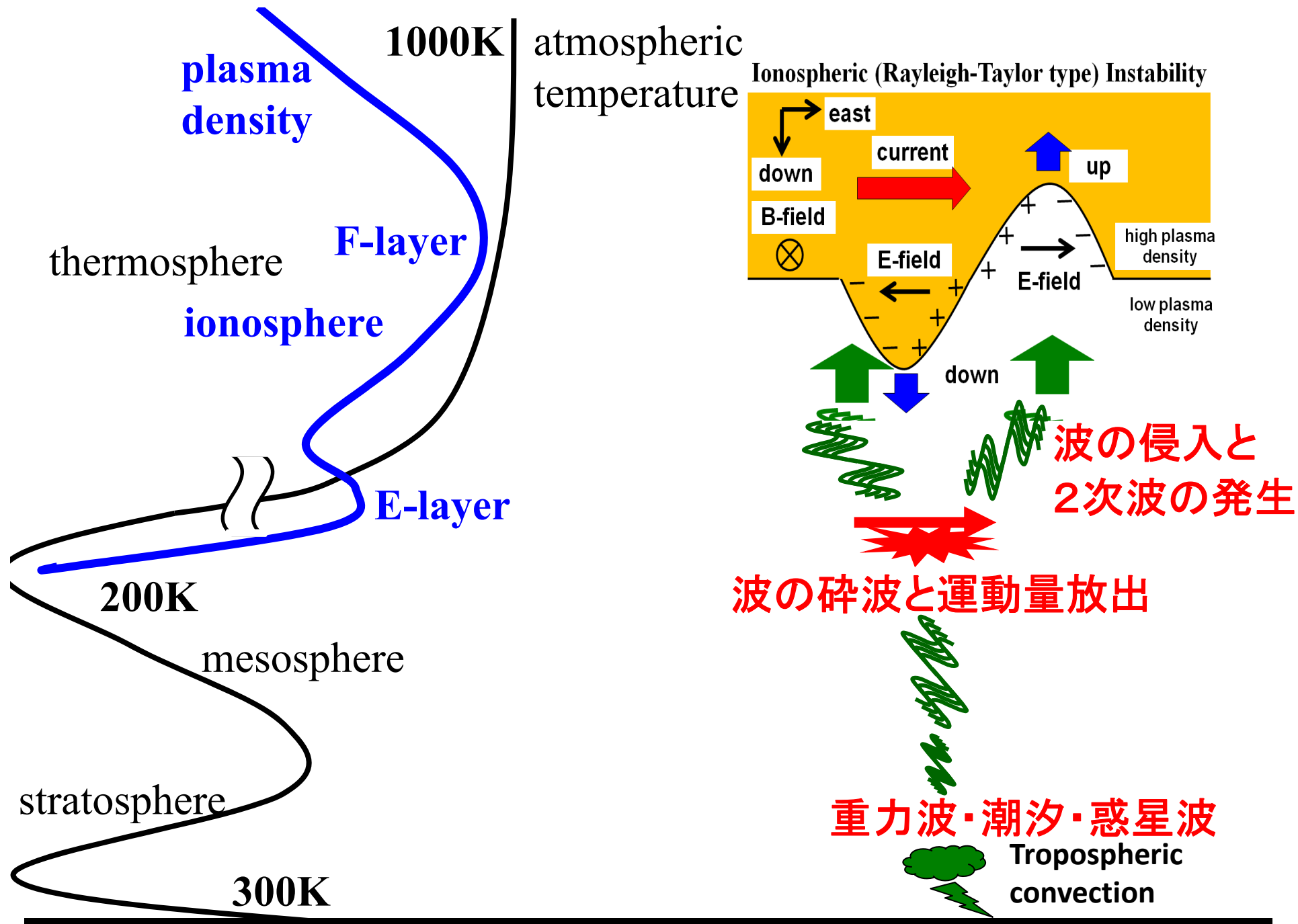
**tropical
troposphere**





Goncharenko et al.
(GRL, 2010)

Stratospheric sudden
warming signature in
the ionosphere



(1) 太陽から地球までをつなぐ多種多様な観測データの新しい組み合わせによる解析

→ 統合解析ツールの必要性

(2) これまで調べられていなかったパラメータに対して

・長期変動の解析

信頼できる長期観測データの取得

解析が容易な長期データベースの構築

○: 周波数、ドップラーシフト、電磁場関係

△: 光の強度、画像データ

・太陽フレアに対する応答の解析

プラズマの影響を除外して、紫外線による影響だけを抽出することができる。

開始時間のはっきりしたstep functionなので、応答が調べやすい。

(1) 太陽から地球までをつなぐ多種多様な観測データの新しい組み合わせによる解析

→ 統合解析ツールの必要性

(2) これまで調べられていなかったパラメータに対して

・長期変動の解析

信頼できる長期観測データの取得

解析が容易な長期データベースの構築

○: 周波数、ドップラーシフト、電磁場関係

△: 光の強度、画像データ

・太陽フレアに対する応答の解析

プラズマの影響を除外して、紫外線による影響だけを抽出することができる。

開始時間のはっきりしたstep functionなので、応答が調べやすい。

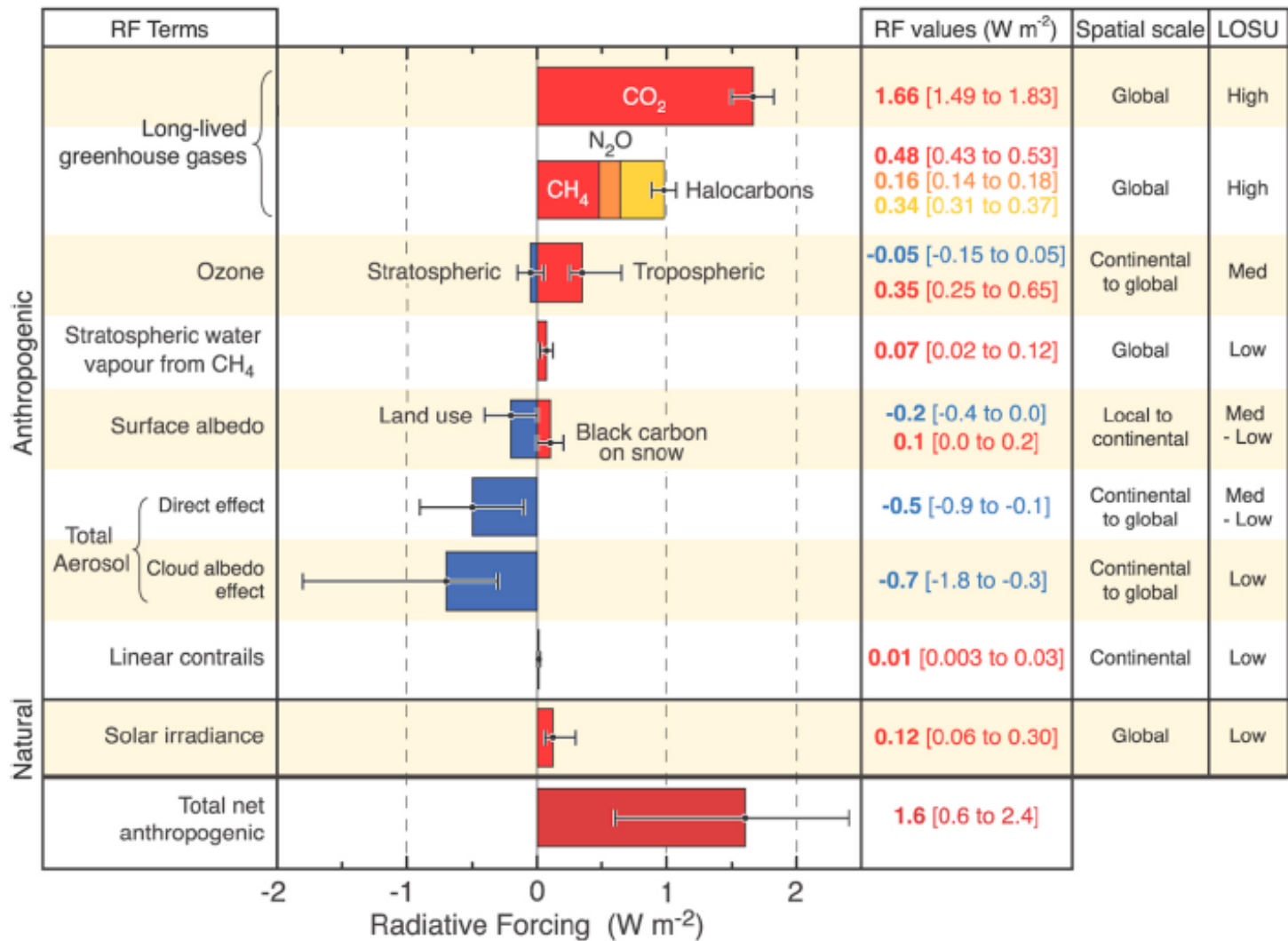
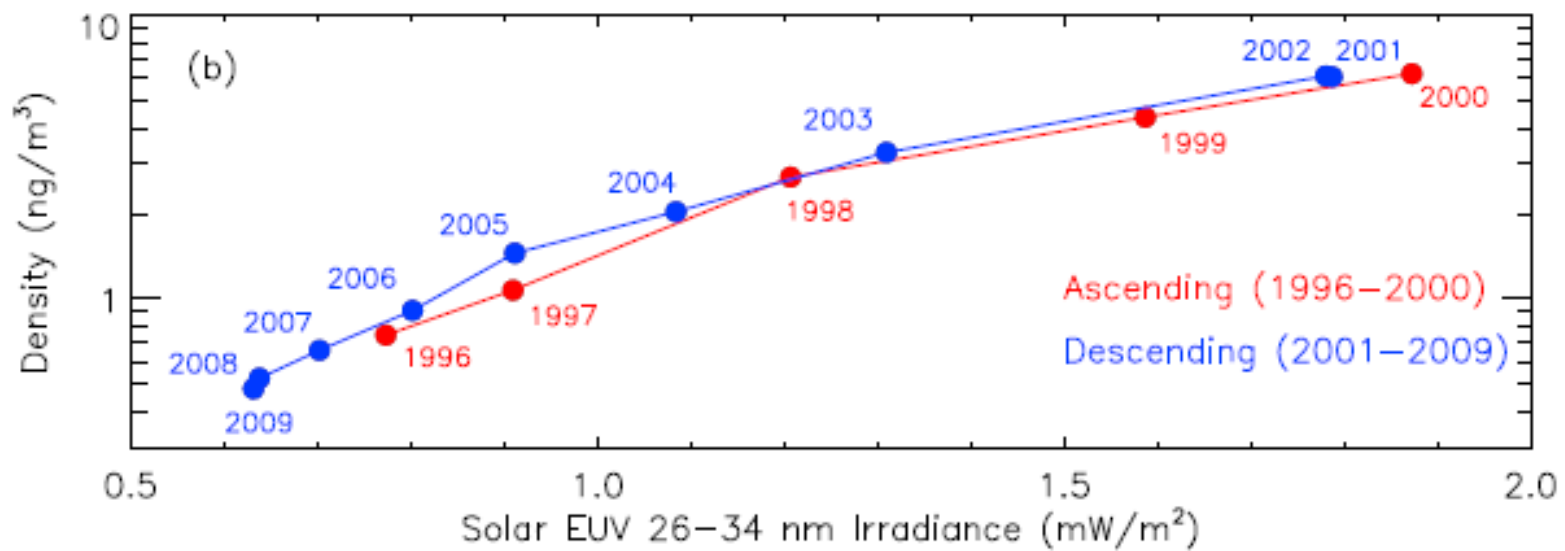
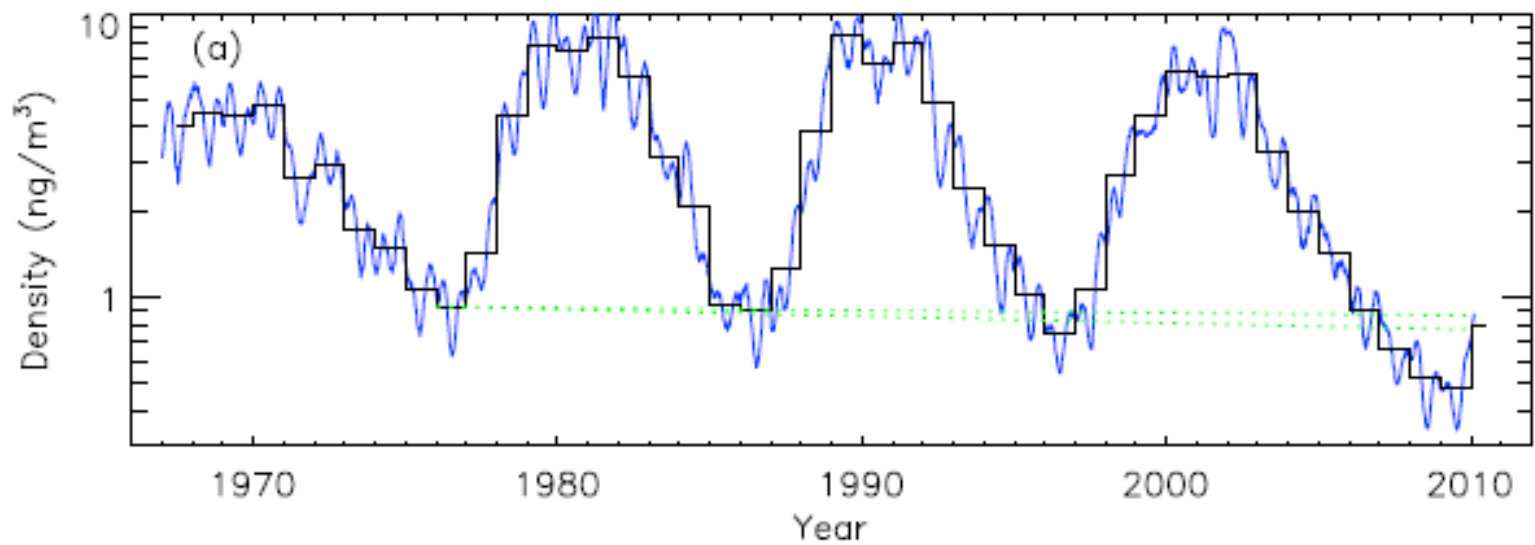


Figure 4. A comparison of the difference in radiative forcings from 1750 to 2005. LOSU, level of scientific understanding [from IPCC, 2007, Figure SPM.2].



Solomon et al. (GRL, 2010)

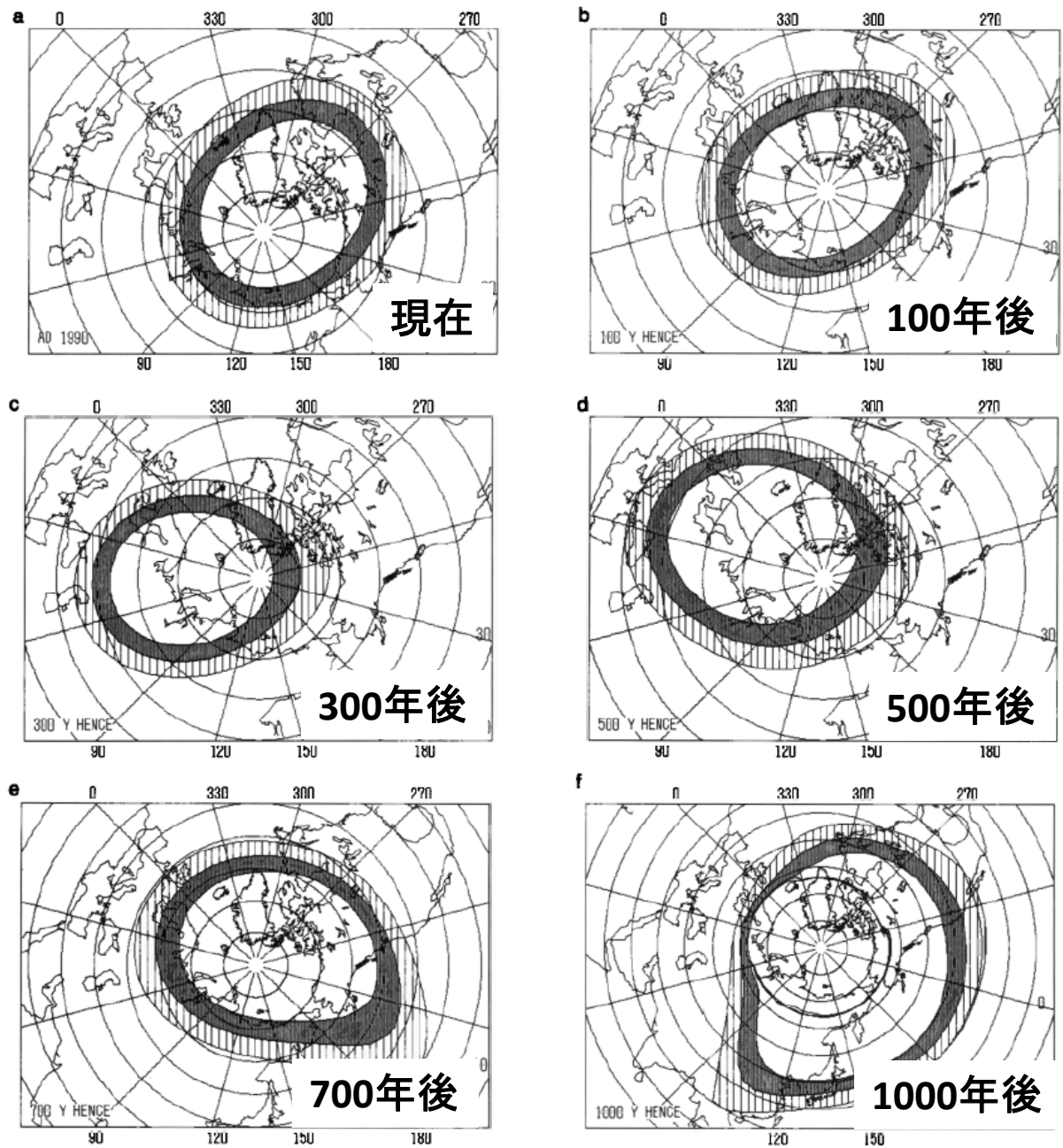


Fig. 3. Auroral zone (finely shaded) and subauroral zone (coarsely shaded) in the northern hemisphere. Auroral and subauroral zones (a) at present, (b) in 100 years, (c) in 300 years, (d) in 500 years, (e) in 700 years, and (f) in 1000 years. Under the assumption that the dipole moment continues to decrease with the rate for the past 20 years. Note that the scale is reduced in Figures 3e and 3f for convenience of plotting.

Oguti et al. (JGG, 1993)

Auroral Occurrences in Norwegian Archives

T. OGUTI¹ and A. EGELAND²

¹*Dept. of Earth and Planet. Phys., University of Tokyo, Tokyo 113, Japan*

²*Dept. of Phys., University of Oslo, N-3016 Oslo, Norway*

(Received December 1, 1994; Accepted February 3, 1995)

Occurrences of aurorae back to AD 1100, described in Norwegian archives are compared with the auroral zone estimated in the light of secular variations in the geomagnetic field. Descriptions of auroral occurrence are consistent with the estimated auroral zone back to the 13th Century. Beyond that time a discrepancy in timing between documents and estimates is found. Although auroral documents tell us that aurorae were more common in Greenland than in Norway from AD 1100 to 1250, estimated auroral zone suggests that the time interval when aurorae might be absent in Norway should be from AD 1250 to 1350. This discrepancy is probably due to uncertainty in age determination of either auroral documents or geomagnetic secular variations, particularly in the precession of the dipole axis, or both of them.

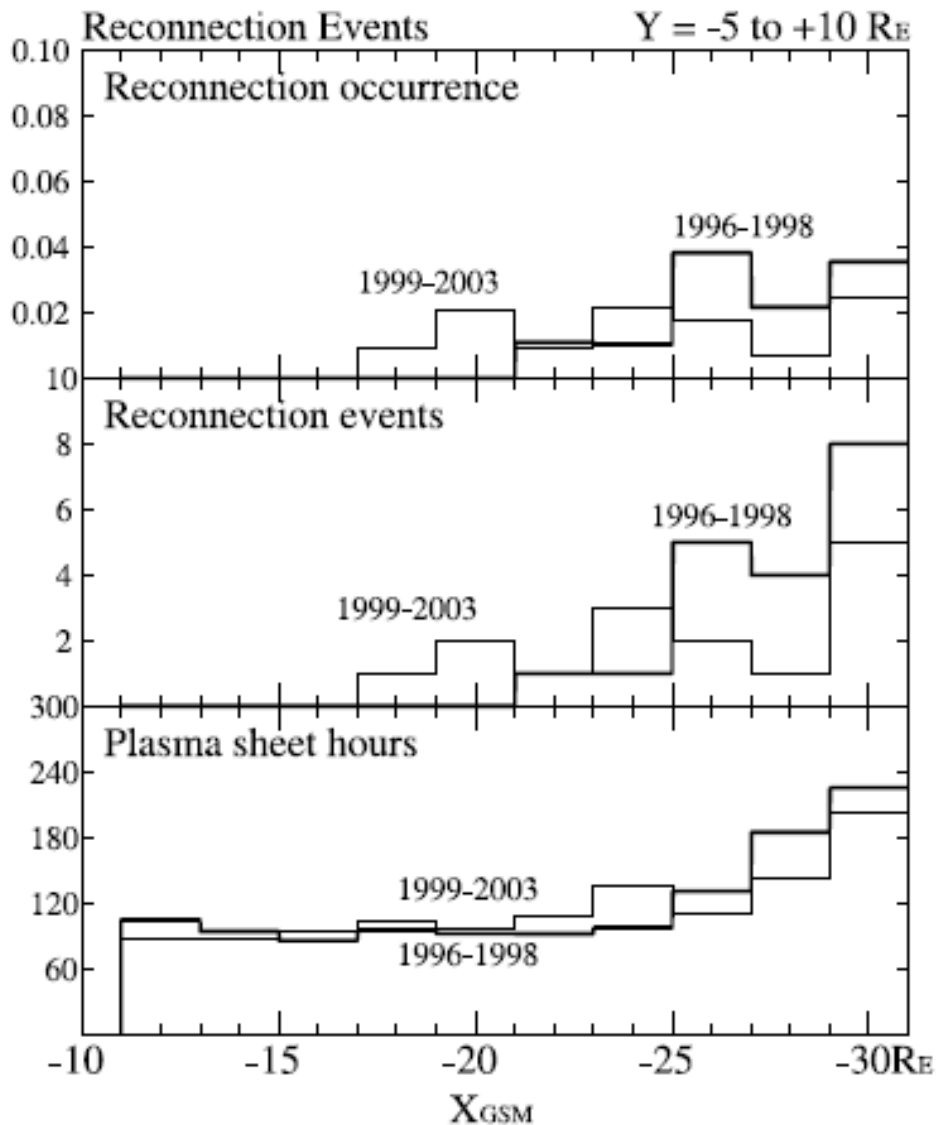


Figure 2. (top) Reconnection event occurrence (per hour) as a function of X_{GSM} for the region of $Y_{GSM} = -5$ to $+10 R_E$, (middle) number of reconnection events, and (bottom) hours of plasma sheet encounter. Thick lines present values for solar minimum (1996–1998), and thin lines present values for solar maximum (1999–2003).

Nagai et al. (JGR, 2005)

**Solar MaxとSolar Minにおける
磁気圏尾部reconnectionの位置の
違い。**

**Geotail: 1992-現在
Akebono: 1989-現在**

(1) 太陽から地球までをつなぐ多種多様な観測データの新しい組み合わせによる解析

→ 統合解析ツールの必要性

(2) これまで調べられていなかったパラメータに対して

・長期変動の解析

信頼できる長期観測データの取得

解析が容易な長期データベースの構築

○: 周波数、ドップラーシフト、電磁場関係

△: 光の強度、画像データ

・太陽フレアに対する応答の解析

プラズマの影響を除外して、紫外線による影響だけを抽出することができる。

開始時間のはっきりしたstep functionなので、応答が調べやすい。

(1) 太陽から地球までをつなぐ多種多様な観測データの新しい組み合わせによる解析

→ 統合解析ツールの必要性

(2) これまで調べられていなかったパラメータに対して

・長期変動の解析

信頼できる長期観測データの取得

解析が容易な長期データベースの構築

○: 周波数、ドップラーシフト、電磁場関係

△: 光の強度、画像データ

・太陽フレアに対する応答の解析

プラズマの影響を除外して、紫外線による影響だけを抽出することができる。

開始時間のはっきりしたstep functionなので、応答が調べやすい。

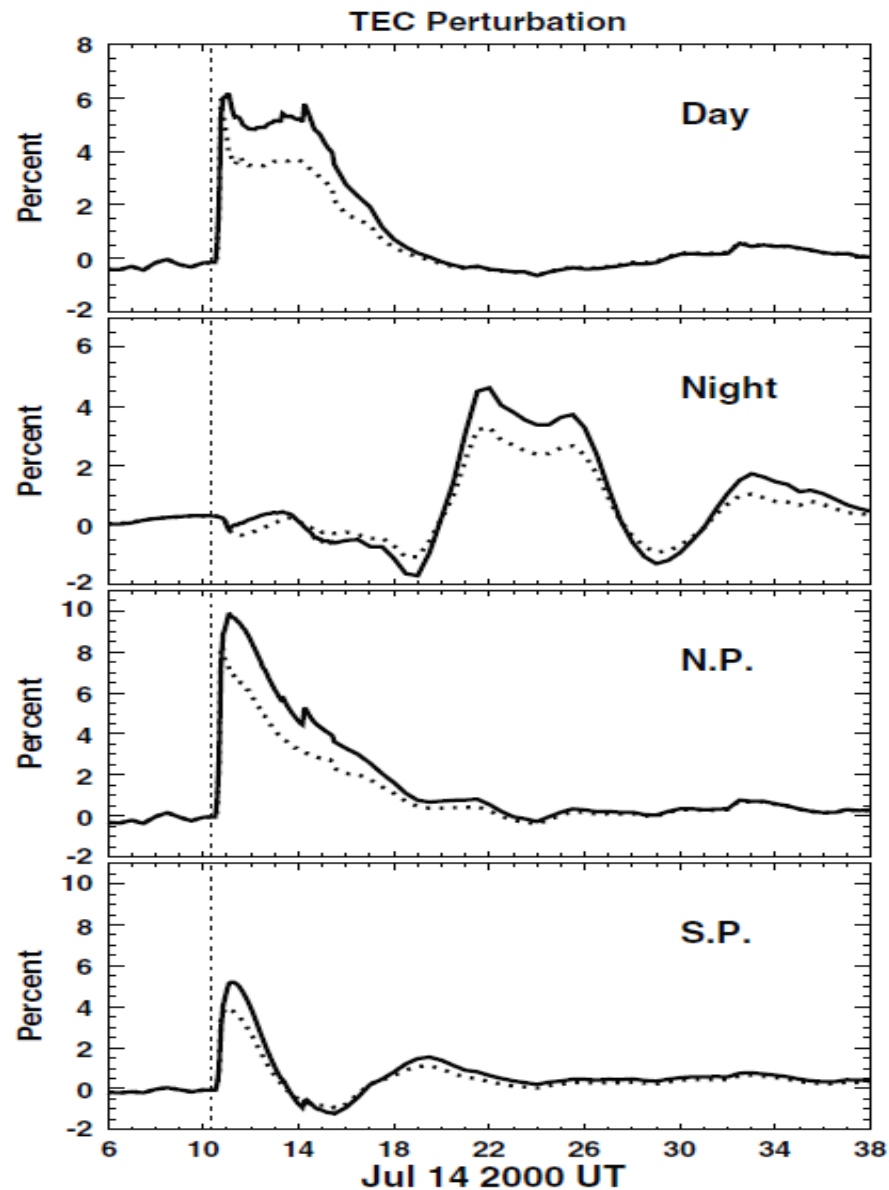
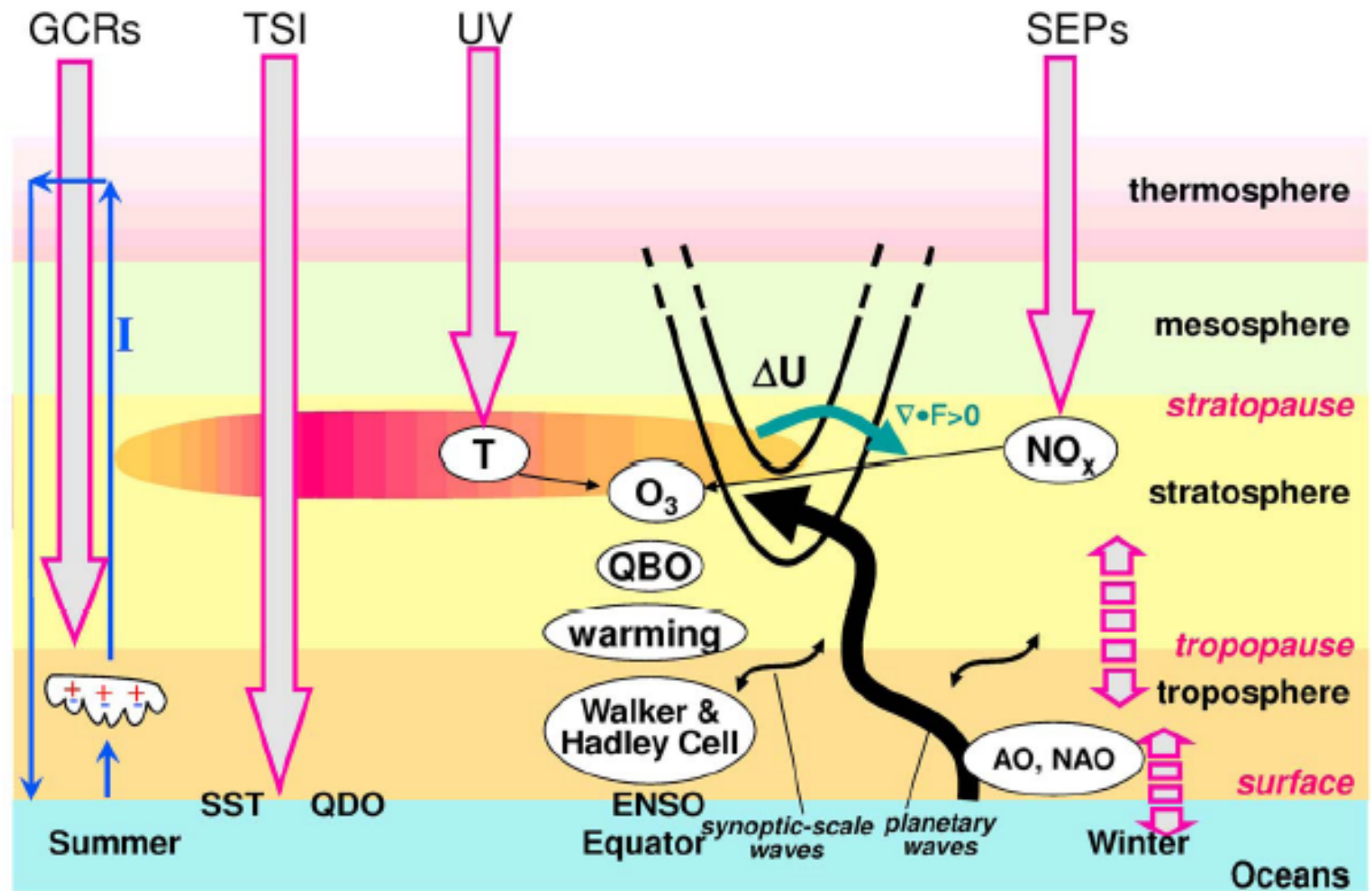


Figure 4. Regionally averaged TEC perturbation on 14–15 July 2000 (dayside: solar zenith angle (SZA) $< 30^\circ$; nightside: SZA $> 150^\circ$; north polar region (N.P.): latitudes $> 45^\circ$; and south polar region (S.P.): latitudes $< -45^\circ$). The flares began around 1003 UT (indicated as the vertical lines on each panel). The solid line and the dashed line are for the real and the imaginary flares respectively.

Zhu and Ridley (JGR, 2014)

Flare に対する超高層大気の
レスポンスのモデル計算



Gray et al. (Rev. Geophys., 2010)

(1) 太陽から地球までをつなぐ多種多様な観測データの新しい組み合わせによる解析

→ 統合解析ツールの必要性

(2) これまで調べられていなかったパラメータに対して

・長期変動の解析

信頼できる長期観測データの取得

解析が容易な長期データベースの構築

○: 周波数、ドップラーシフト、電磁場関係

△: 光の強度、画像データ

・太陽フレアに対する応答の解析

プラズマの影響を除外して、紫外線による影響だけを抽出することができる。

開始時間のはっきりしたstep functionなので、応答が調べやすい。