

昭和基地1-100Hz帯 ELF磁場波形データの 共有と可視化

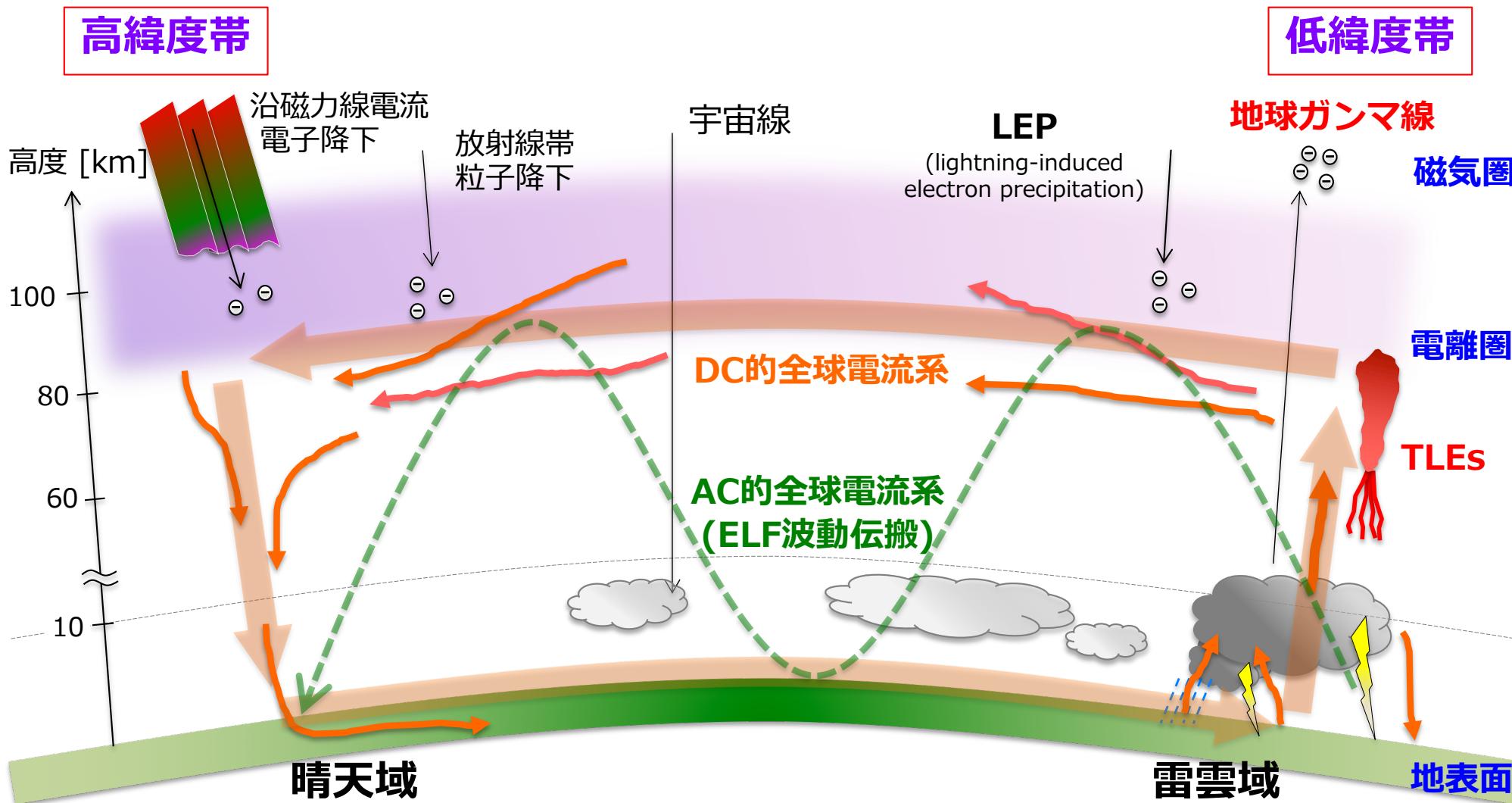
佐藤 光輝

(北海道大学 大学院理学研究院)

1. はじめに



- 電磁波動伝搬 (AC的側面), グローバルサーキット(GEC) (DC的側面)
- 極域からの高品質観測 → 全球雷放電活動と対流活動の定常監視
- シビア気象の監視, 電離圏・磁気圏, 太陽活動と密接にリンク (?)



2. 雷放電放射1-100Hz帯ELF波動



雷放電放射ELF波動から全球の雷活動のモニターが可能

- 頻度： ~50 flash/s
- 多発域： 熱帯・亜熱帯 (30°S-30°N)

シューマン共鳴 (SR)

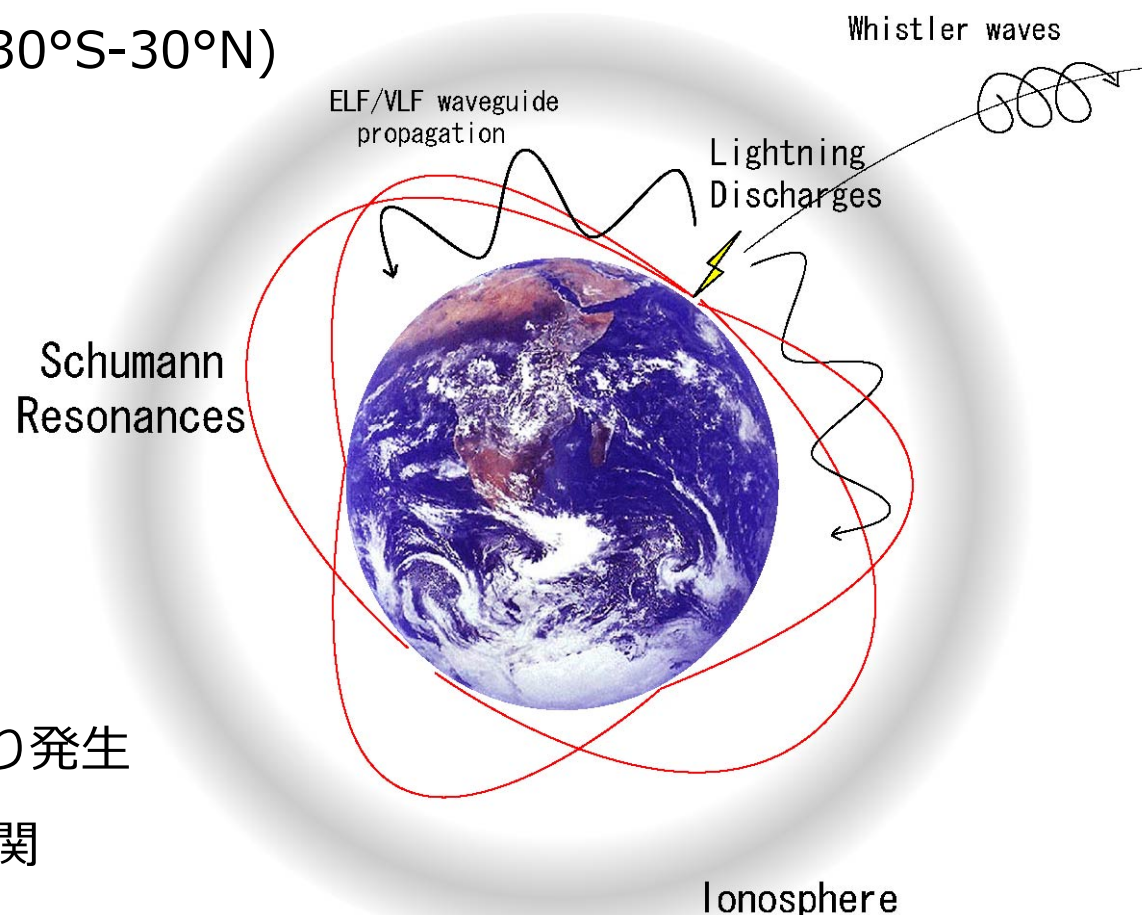
- * 8-50Hz帯のELF波動
- * 導波管伝搬 (ionosphere-ground)
- * 低減衰率 (< -1 dB/Mm)

トランジェントSR (Q-burst)

- * 放電エネルギーの高いCGにより発生
- * TLEs (sprites, elves, ...)と相関

[Boccippio et al., 1995]

地球気候変化・森林火災・極端気象の指標

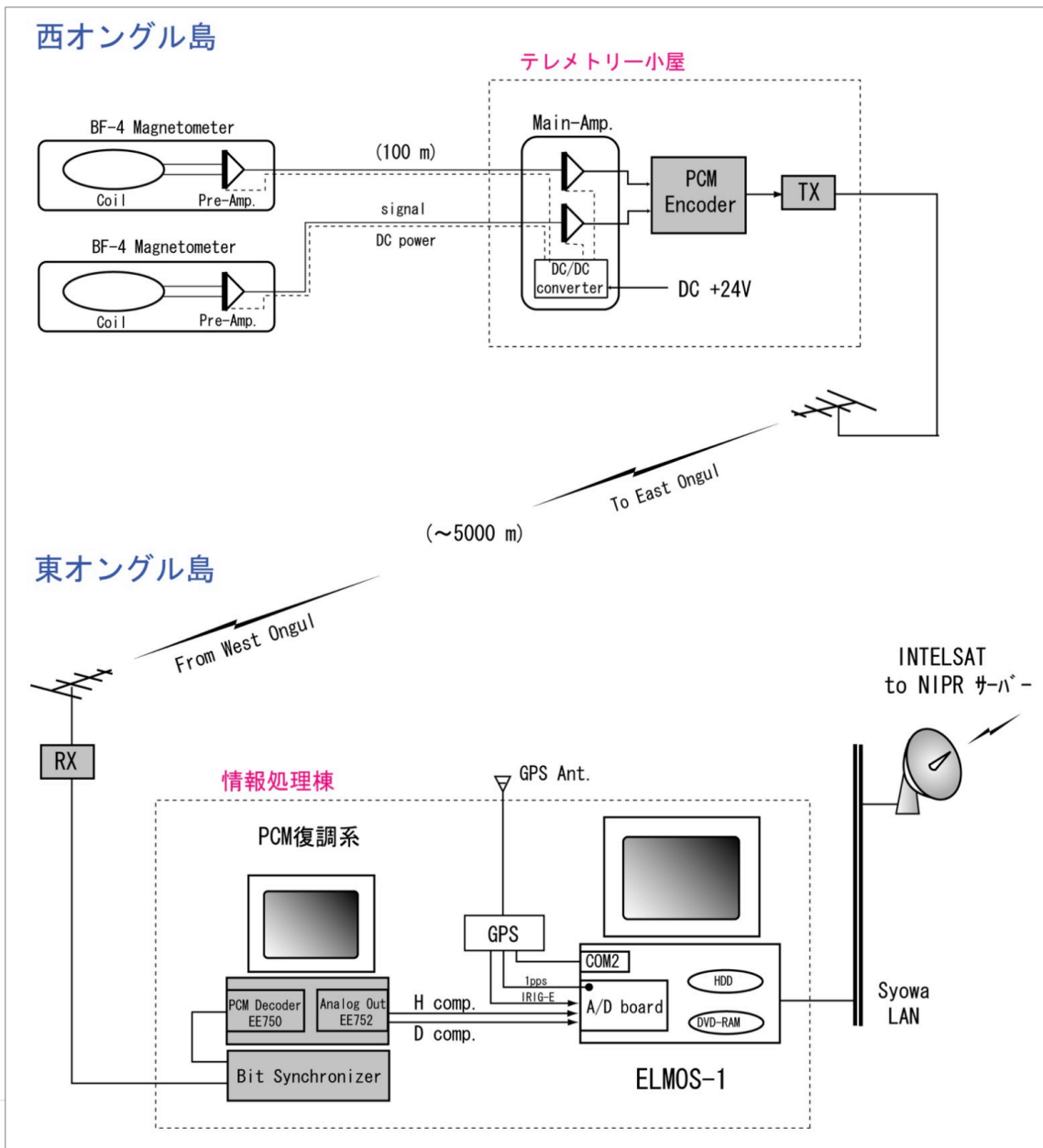


3. 1-100Hz帯ELF波動観測システム



JARE41から約20年にわたって安定稼働する観測システム

fs = 400Hzの連続波形記録

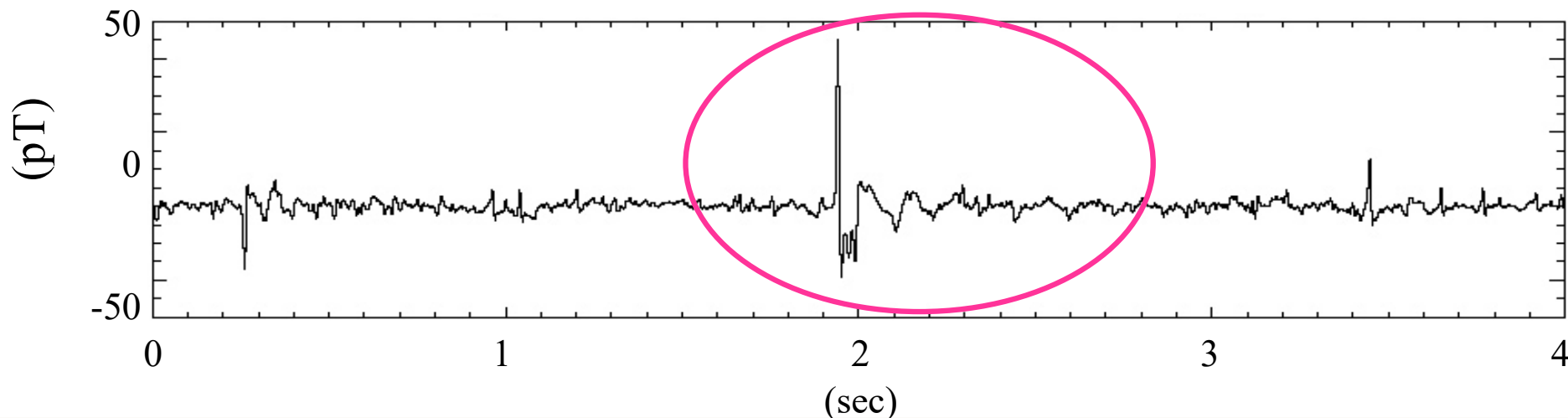
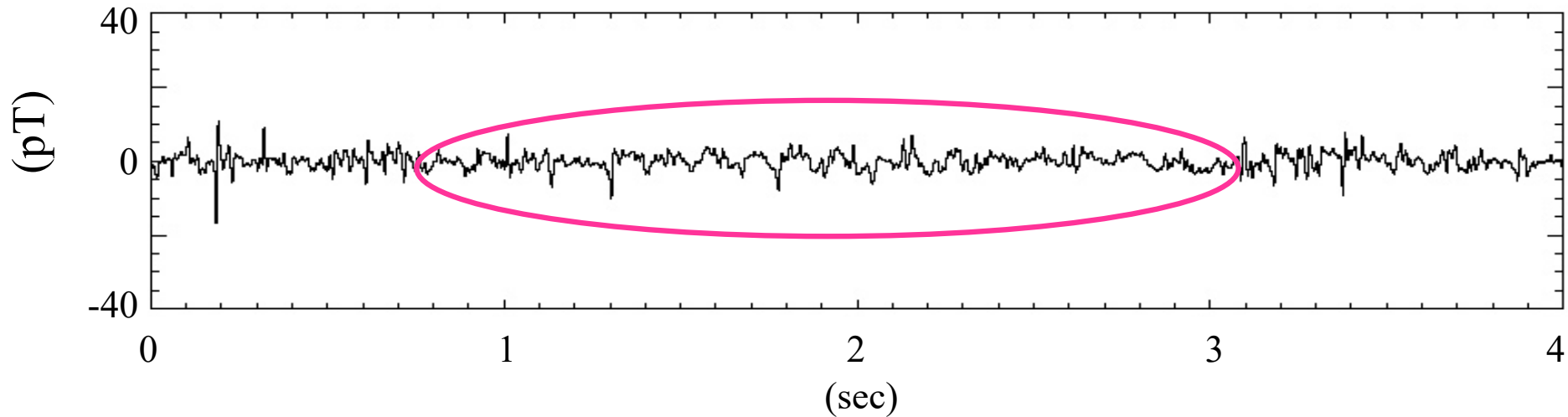


4. 昭和基地で観測されるELFデータ



世界トップのクオリティを誇る長期間・未欠損のELFデータ

世界トップ・圧倒的なデータクオリティ
(No analog filters & digital filters !!!)

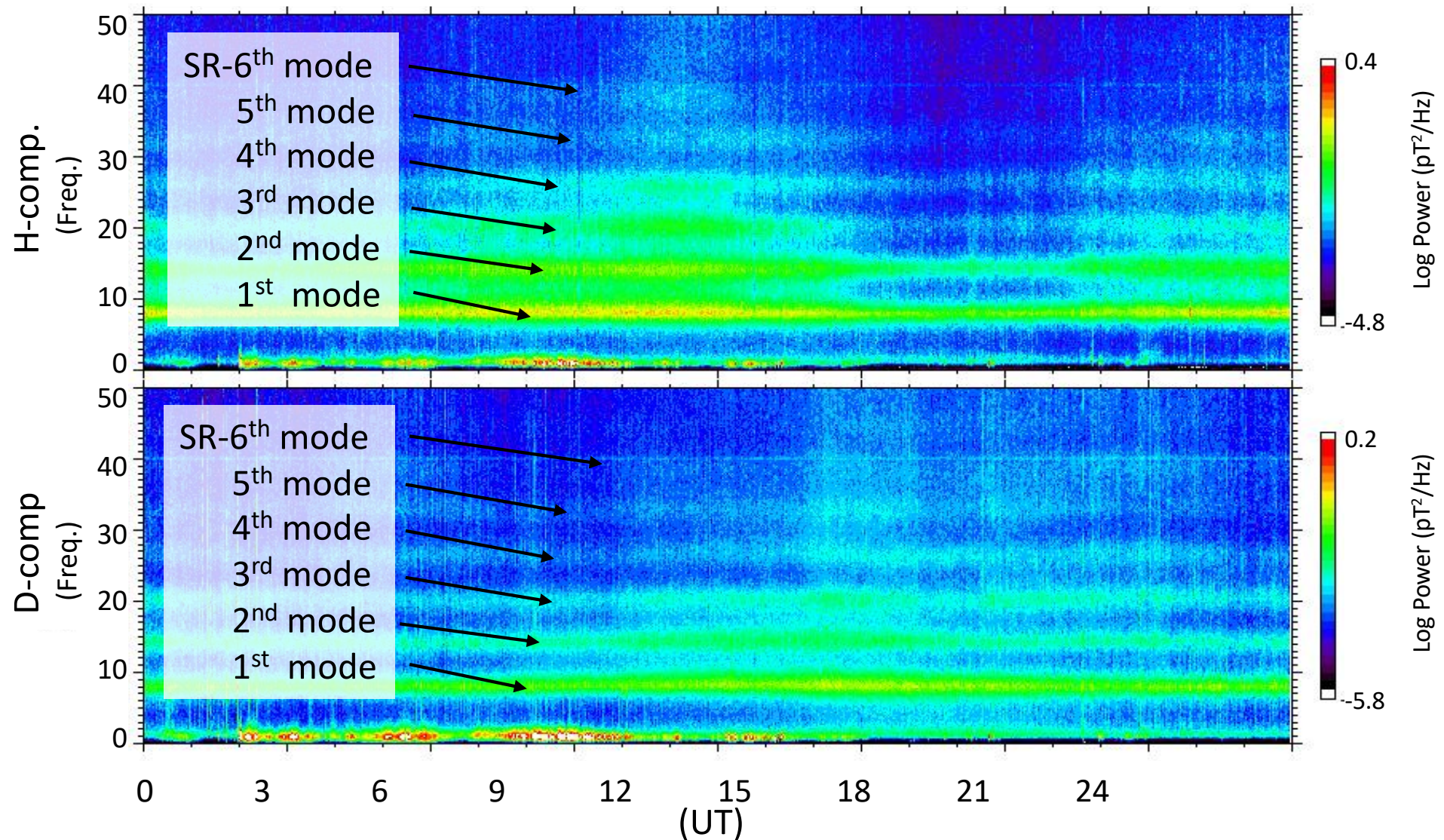


4. 昭和基地で観測されるELFデータ



6次共鳴モードまで観測できる昭和基地の高い電磁的静穏性 !!

Syowa ELF Data Dynamic Spectrum 2003/ 07/ 05





昭和基地における観測成功を世界展開しネットワーク構築

世界ELF波動観測システム(GEON)

観測点	ID	(Lat., Lon)	観測期間	特徴
Syowa	SYO	69.0°S, 39.5°E	2000/ 02 -	唯一の南半球観測点. 雷多 発域までほぼ 等距離. local な雷活動がない.
Onagawa	ONG	38.4°N, 141.5°E	2001/ 06 - 2019/ 03	アクセスが容易.
Kiruna	ESR	67.9°N, 21.1°E	2003/ 08 -	SYOのほぼ反対緯度. 比較的 静穏.
Santa Cruz	SCZ	37.1°N, 122.2°W	2006/ 03 - 2015/ 03	アクセスが困難. リアルタイム のデータ転送が困難.
Kuju	KUJ	33.1°N, 131.2°E	2013/ 06 -	アクセスが容易.

5. ELFデータを用いた研究成果



トランジェントSRを励起した 雷放電の位置推定

使用データ

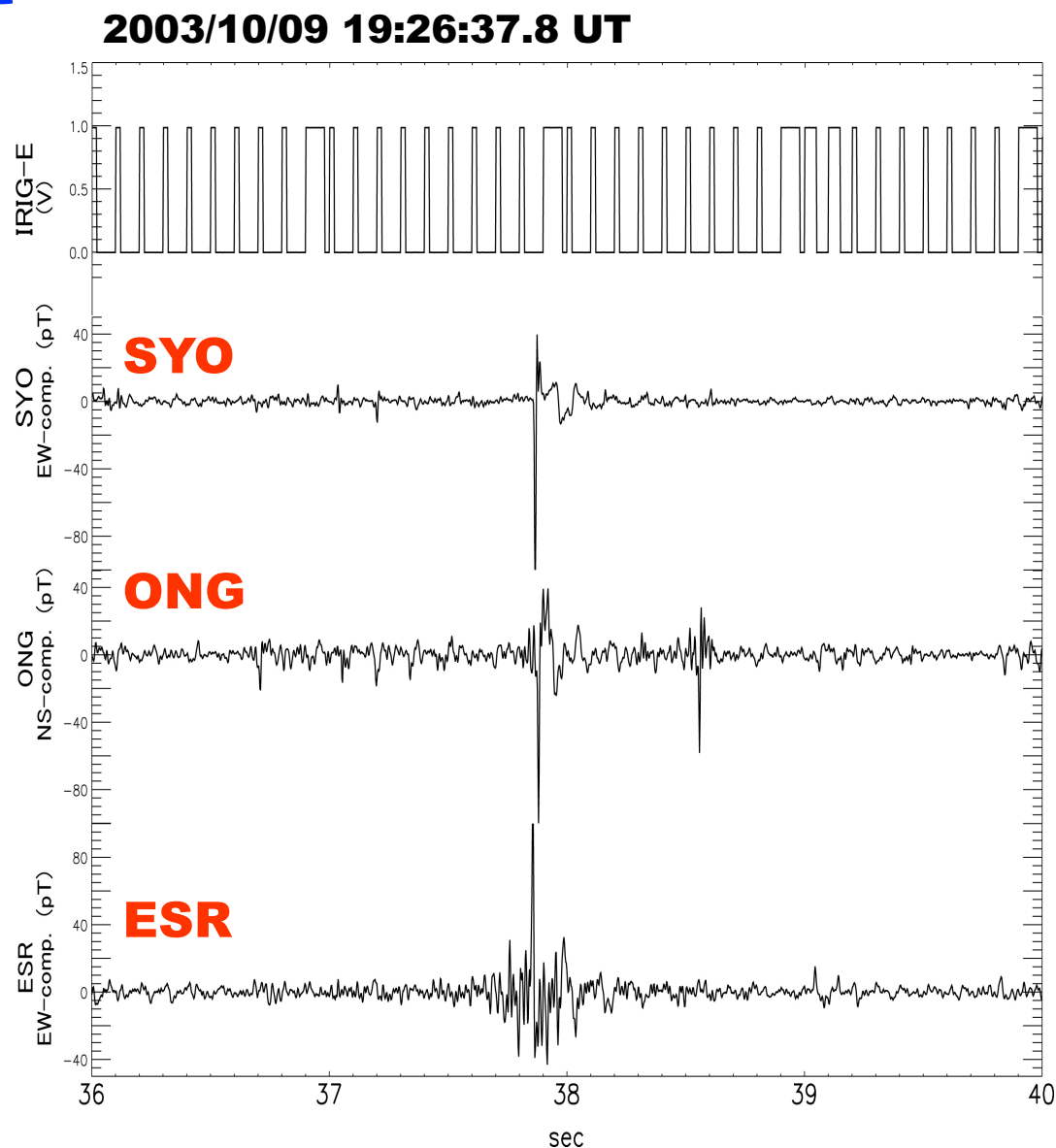
- ELF data @ SYO, ONG, ESR
- 2003年9月 - 2004年8月

1.7×10^5 events

位置推定

推定誤差 = ~ 500 km

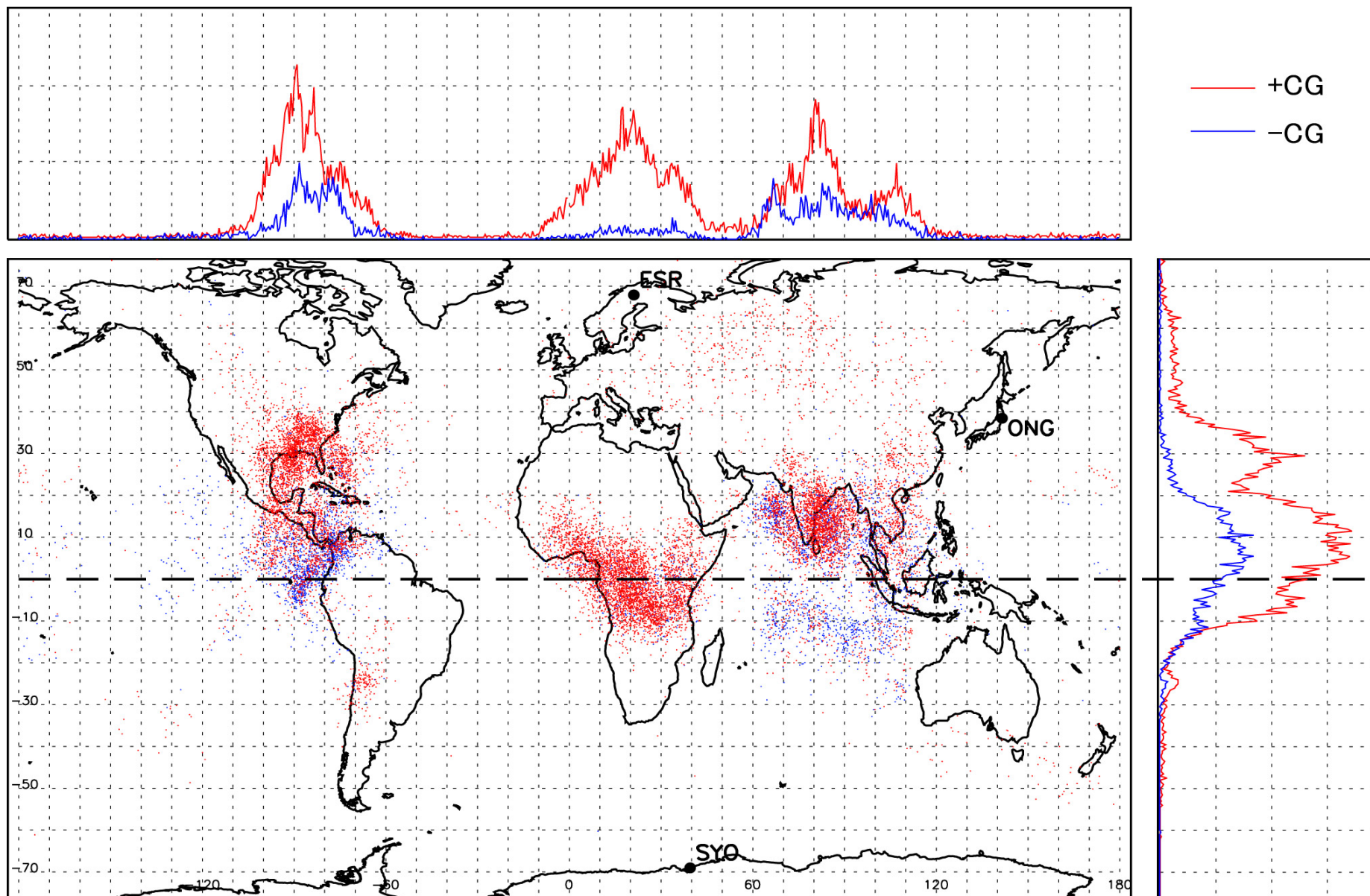
[Sato et al., 2008]



5. ELFデータを用いた研究成果



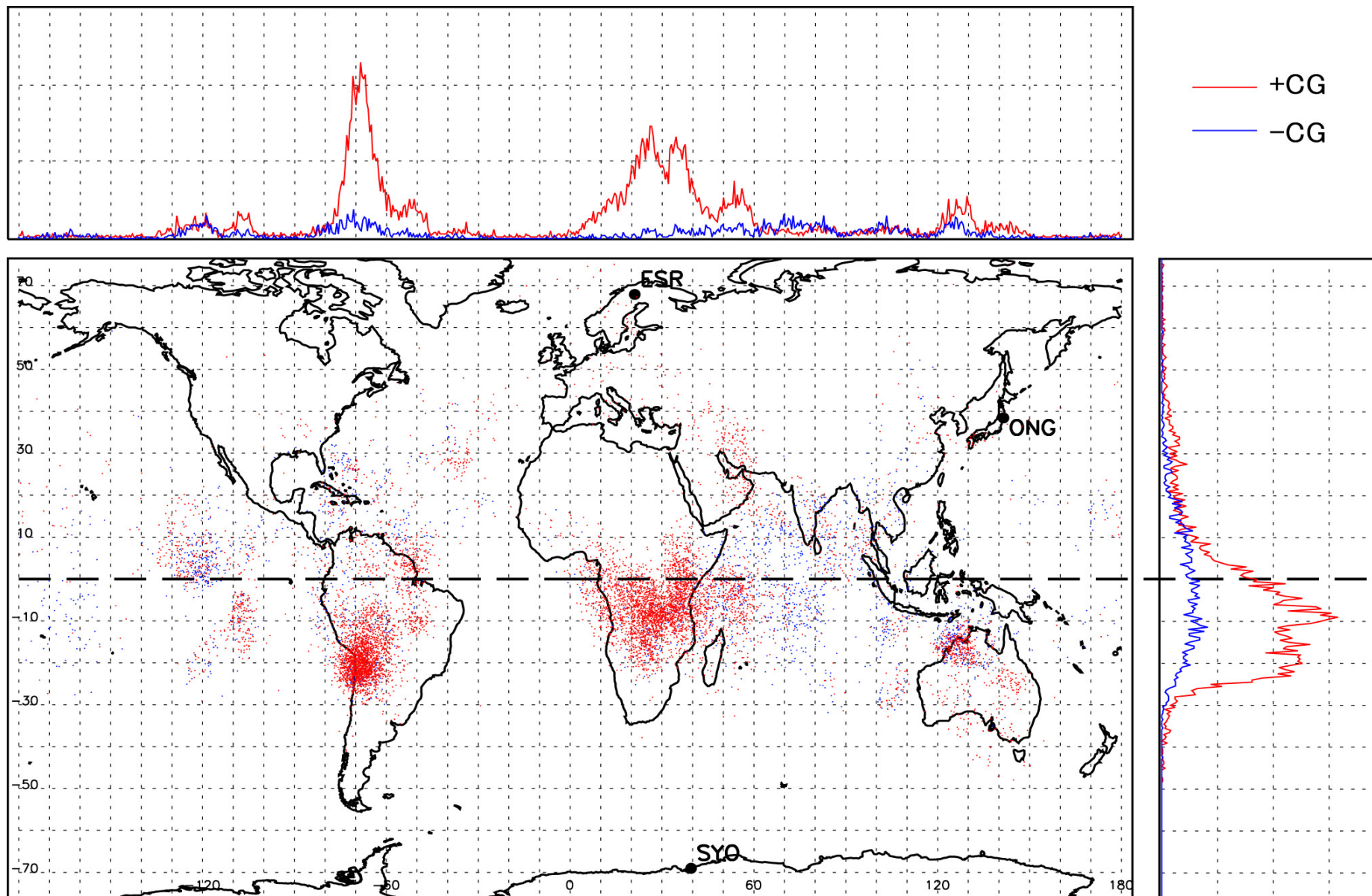
One month global lightning distribution (June 2004)



5. ELFデータを用いた研究成果



One month global lightning distribution (Dec. 2003)

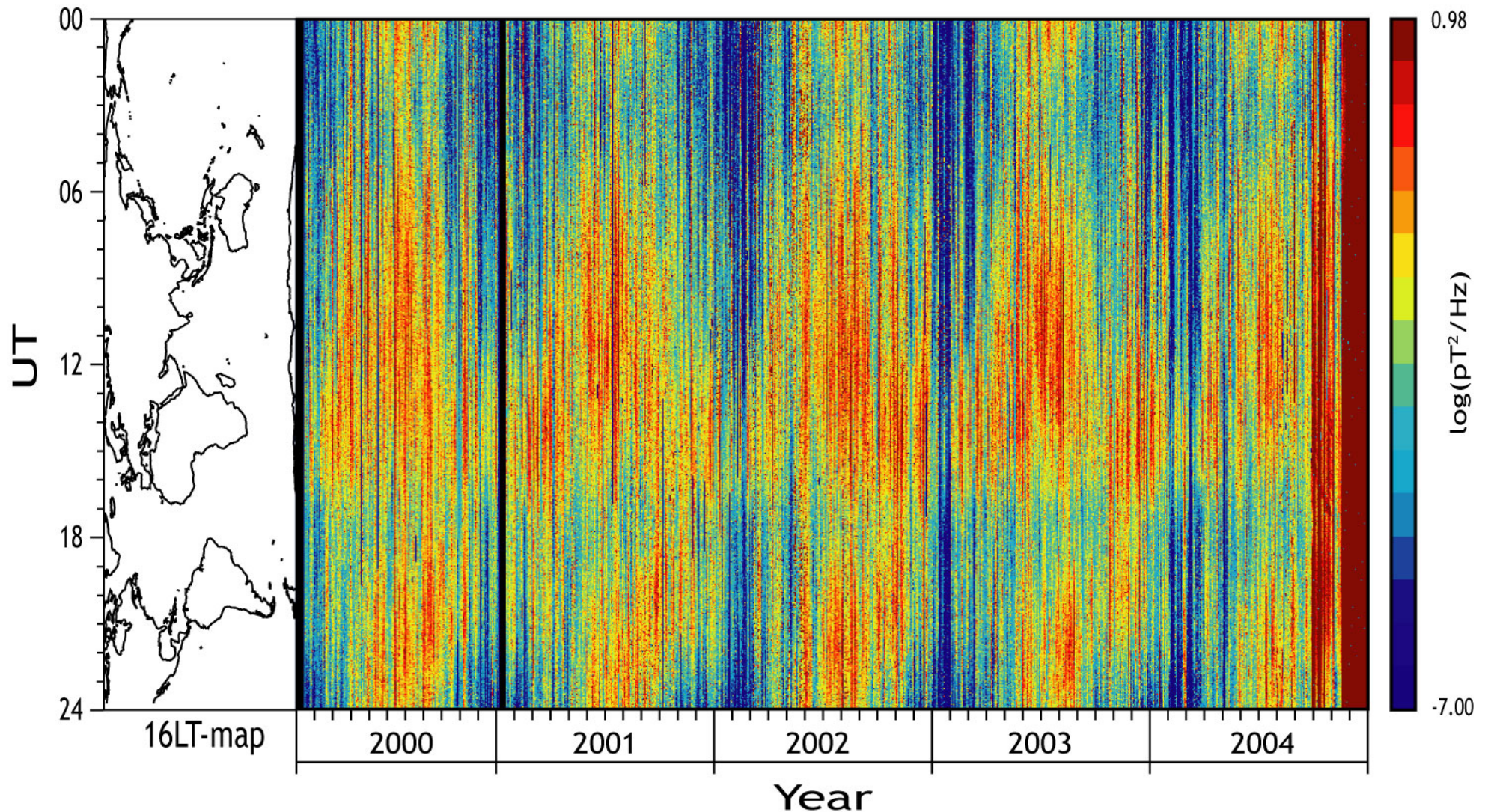


5. ELFデータを用いた研究成果



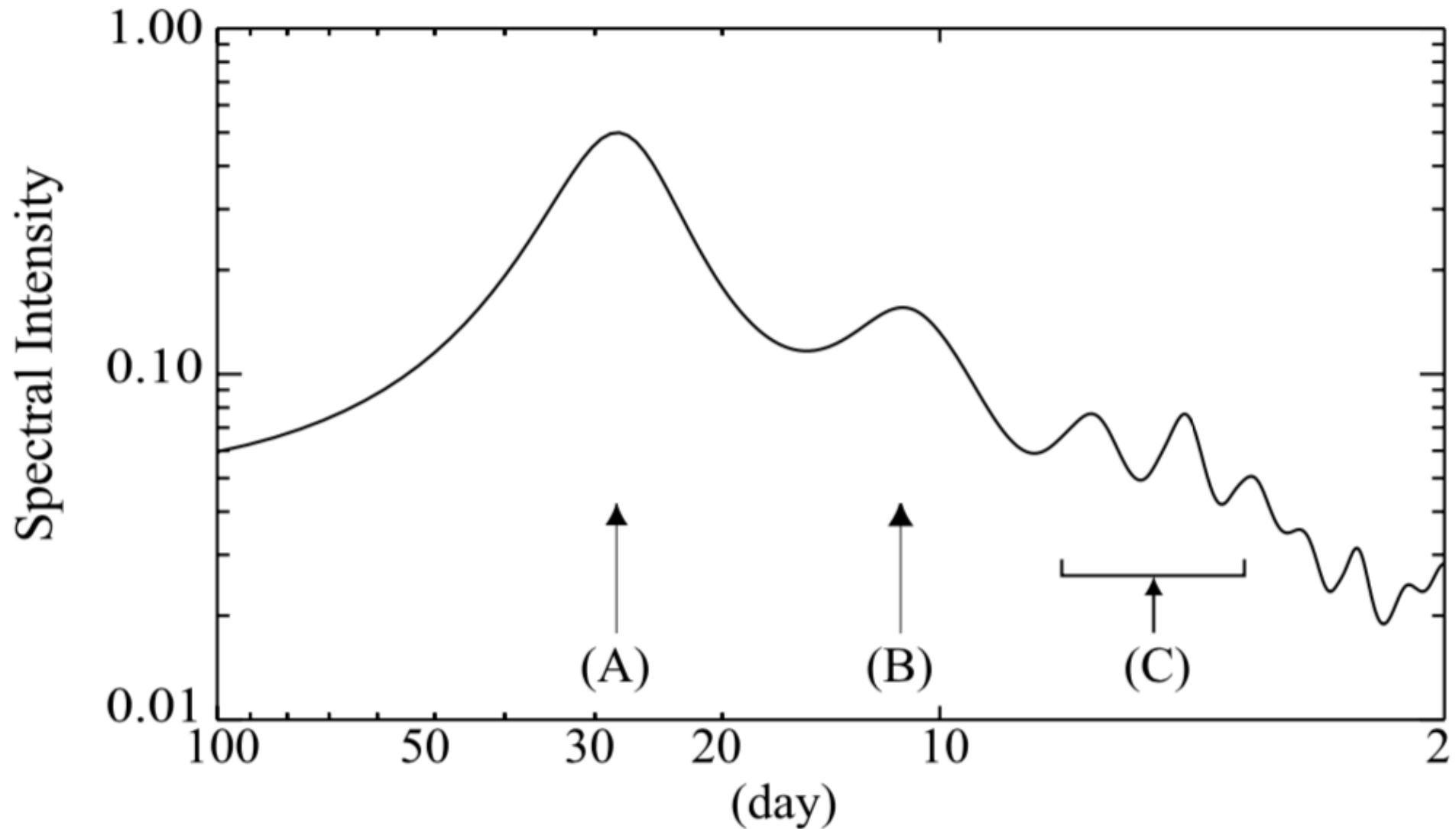
全球雷活動：5日, 10日, 30日, 1年の周期性（新発見）

SR spectral power variation (SR_{spv}) - Feb. 2000 ~ Dec. 2004





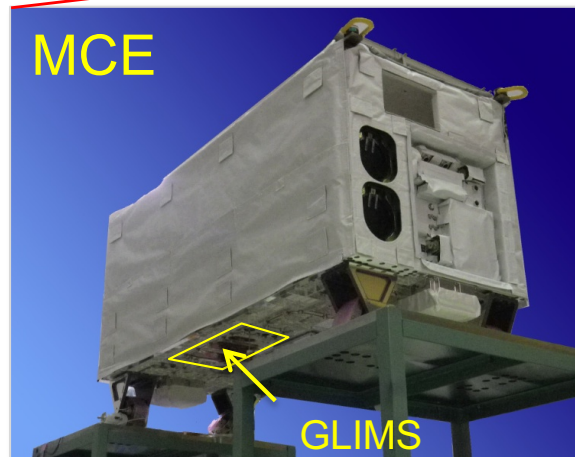
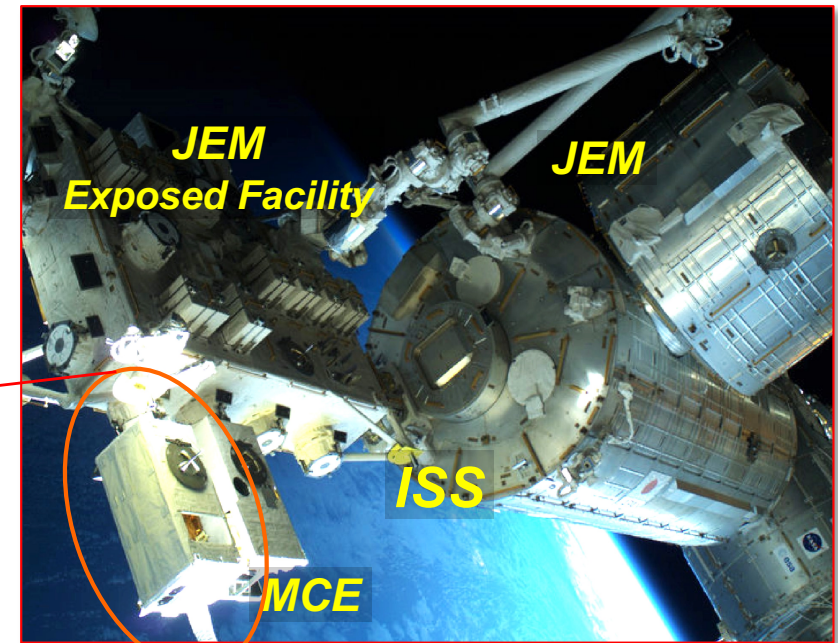
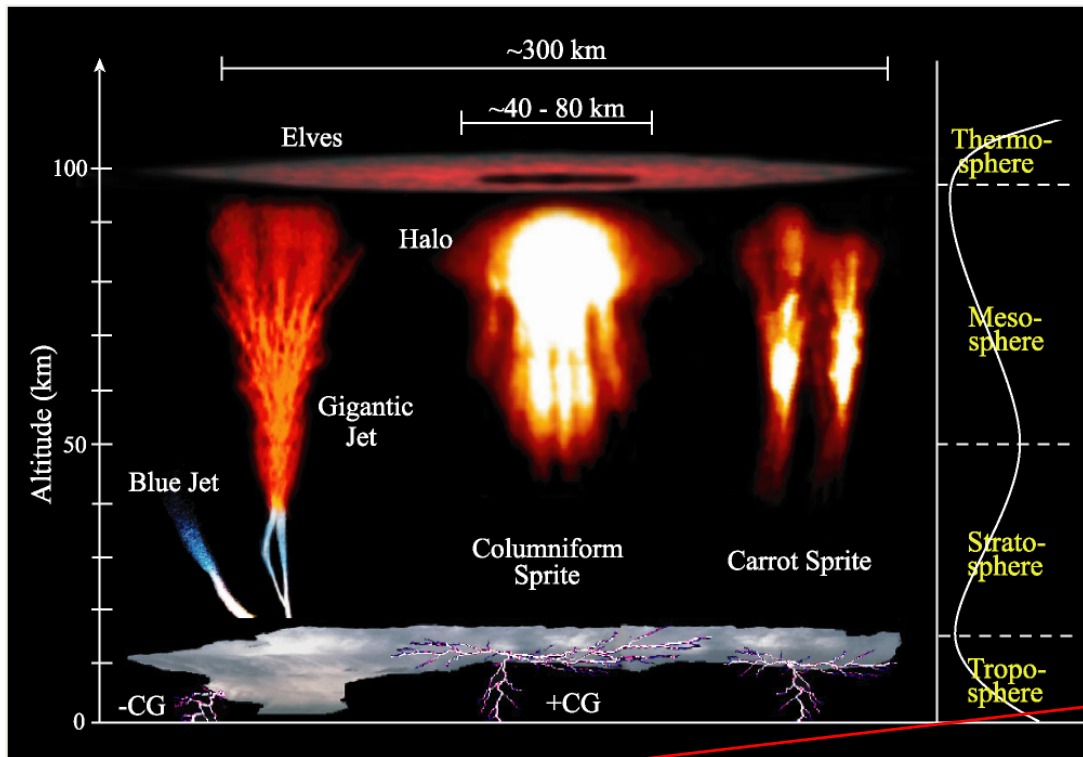
全球雷活動：5日, 10日, 30日, 1年の周期性（新発見）



5. ELFデータを用いた研究成果



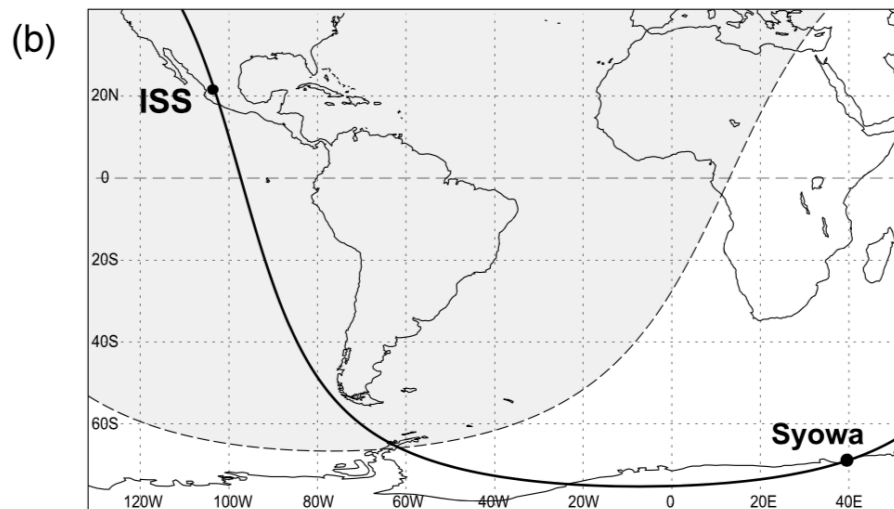
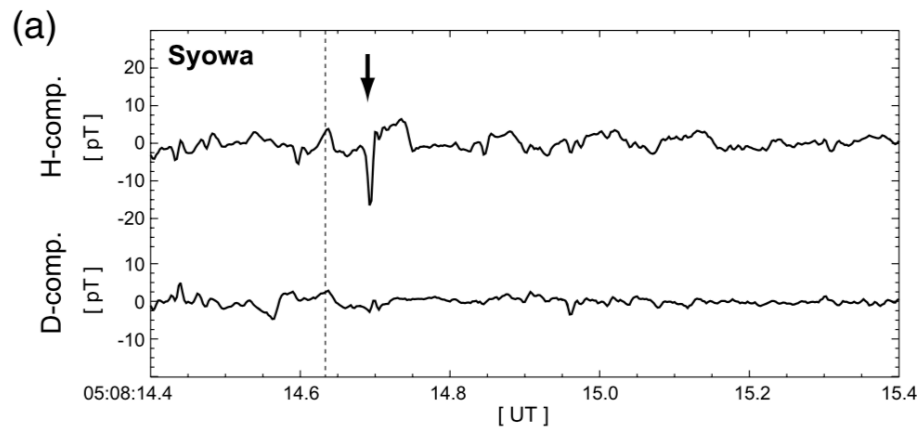
宇宙空間からの雷放電・TLEs観測についての基本インフラ



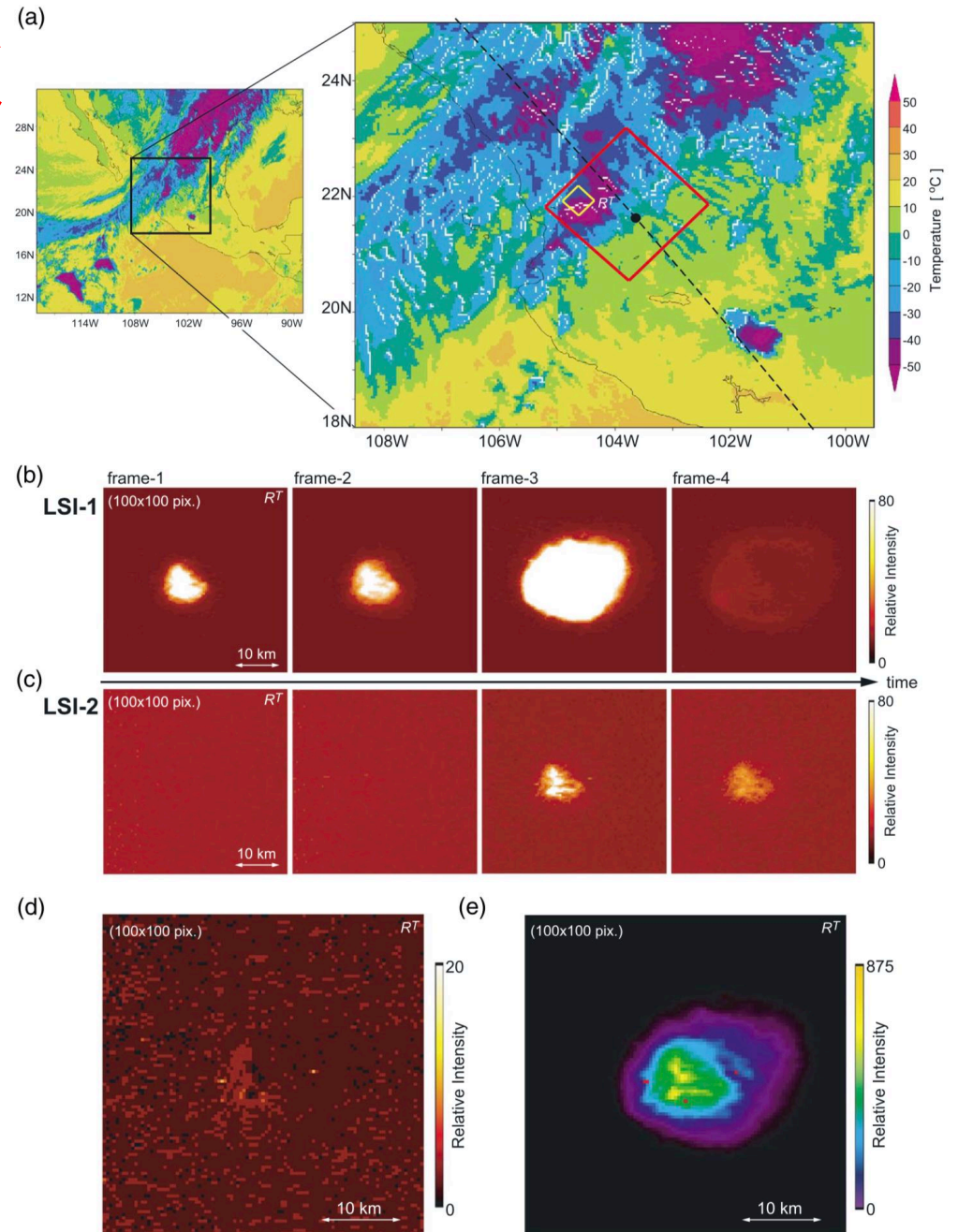
TLEsを引起こす雷放電の電気的特性を明らかにするためには、昭和基地のELFデータが必要不可欠

5. ELFデータを用いた研究成果

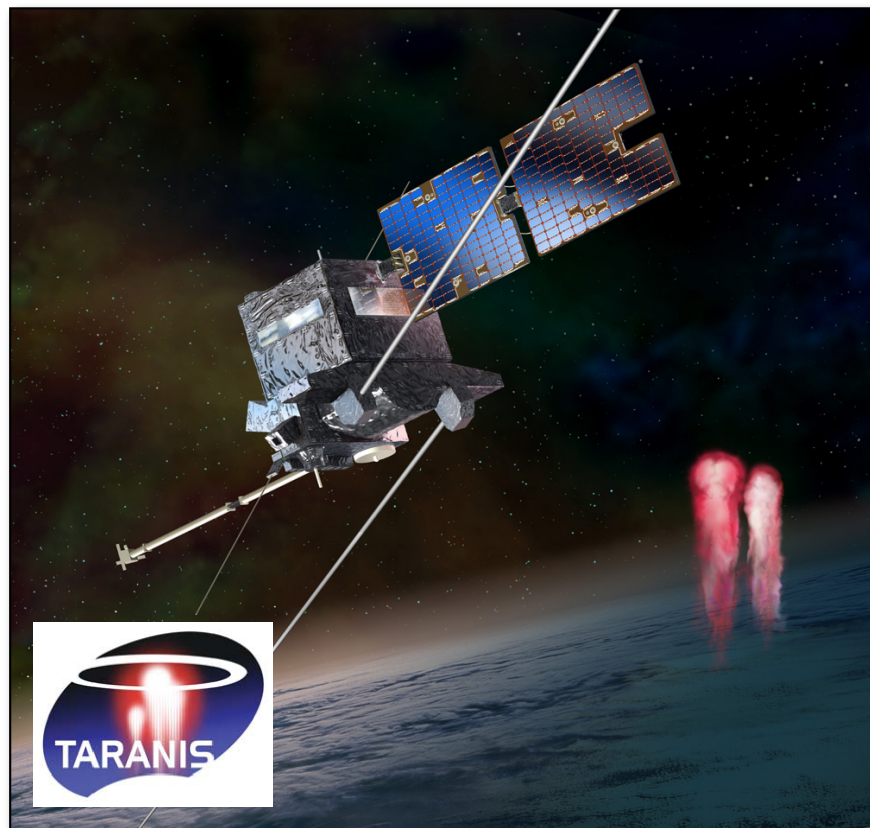
JEM-GLIMSで観測されたスプライトと、昭和基地で同時観測されたトランジェントSR



[Sato et al., 2016]



欧州が打上げる雷・TLEs観測衛星計画にとっても重要なデータ



TARANISミッション (仏)

- 打上げ： 2020年・春
- 軌道高度： 700 km
- 観測器： 光学・電波・ γ 線検出器



ASIMミッション (欧)

- 打上げ： 2018年4月
- 軌道高度： 400 km
- 観測器： 光学・電波・ γ 線検出器



これまでに蓄積されたデータ量

世界ELF波動観測システム(GEON)

観測点	観測期間	データ量
Syowa	2000/ 02 -	2.65 TB
Onagawa	2001/ 06 - 2015/ 10	2.01 TB
Kiruna	2003/ 08 -	2.16 TB
Santa Cruz	2006/ 03 - 2015/ 03	< 0.14 TB
Kuju	2013/ 06 -	0.79 TB

6. ELFデータの保管と公開



PC用外付けHDDに保管している (初期のデータはCD-Rなどのメディア)



- 積極的な国際共同データ解析
 - データリクエストが絶えない
- その都度、データをHDD等にコピーして渡している…



● ユーザーにとって

✓ **アクセスし易い** (任意の期間・形式のデータをダウンロード)

✓ **容易に可視化** できる

波形・パワースペクトル・ダイナミックスペクトルなどをオンラインで表示

✓ **他のデータとの比較** 解析

IUGONETを通じた公開

● 具体的な作業：

✓ **データ保管状態の改善** (北大)

✓ **サーバーの用意** (北大)

✓ **メタデータの用意**

✓ **サンプルデータの準備**

IUGONET IUGONETについて データ 解析ソフトウェア 研究集会・活動 論文・研究事例 利用規約 問い合わせ English

解析ソフトウェア

Analysis Software: SPEDAS/UDAS
Integrated Software for STP including Our UDAS

2016 November event

Start Time: 2004-01-09T22:00:00
Stop Time: 2004-01-09T22:00:00
 Use Single Day

Instrument Type: geomagnetic field fluctuate
Data Type: IZCAT_radar
Parameter(s): Parameter(s)-2

TI: IUGONET Data Loaded Successfully

解析ソフトウェア SPEDAS

SPEDAS (Space Physics Environment Data Analysis Software) は、IDL (Interactive Data Language) で書かれた太陽地球物理学分野における統合解析ソフトウェアです。SPEDASには以下の特徴があります。

- データの所在地を気にすることなく、インターネットを通じて自動的にダウンロード
- データファイルのフォーマットを気にすることなく、表示や解析
- IUGONETを含む様々な地上観測・衛星プロジェクトのデータを並列表示
- 多彩な時系列解析の機能 (周波数解析、フィルタ処理など)
- データのアスキータップ、画像の出力
- 初心者でも利用しやすいGUIツールを搭載
- IDL商用ライセンスを必要としない SPEDAS Virtual Machine の提供

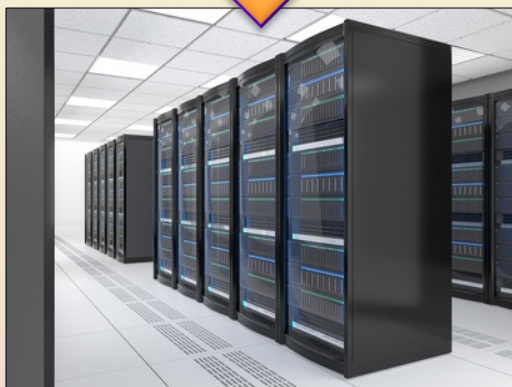
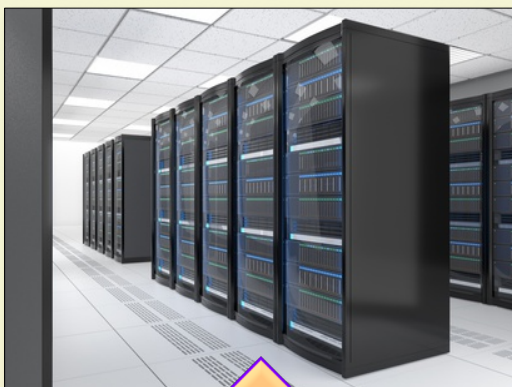
SPEDASの詳細についてはこちら (SPEDASのウェブサイトに接続します)

7. ELFデータの保管・公開計画



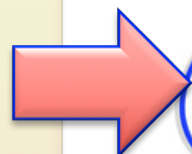
NIPR

IUGONET, SPEDAS



北大

ストレージ (NAS)



internet



国内外
共同研究者



新規 共同研究者



- JARE41(2000年)から昭和基地でのELF観測を開始
- その成功を受け、世界の4点に同型のシステムを設置
- 膨大なデータの管理・公開に関しては大幅な遅れ
- ELFシステムの運用者と、ELFデータユーザーの双方にとって効率的なデータ公開方法に切り替えたい
- より安全なデータ保管体制の確立が必要



- IUGONETを通じたデータ公開, SPEDASによるオンライン解析
- 北大に大容量データストレージを導入

<今年度の目標>

- 北大でのデータ保管・公開ツールの整備
- メタデータの整備
- IUGONETのフォーマットに沿うサンプルデータの作成・公開