



地上多点ネットワーク観測による 内部磁気圏の粒子・波動の 変動メカニズムの研究

Study of dynamical variation of **p**articles and **w**aves
in the **i**nnner magnetosphere using **g**round-based
network observations (**PWING** Project)

-世界初のグローバルな観測で放射線帯粒子加速の定量把握へ-

研究代表者: 塩川和夫 (名古屋大学)

研究分担者: 大塚雄一、大山伸一郎、三好由純、西谷望 (名古屋大学)、尾崎光紀 (金沢大)、片岡龍峰 (極地研)、能勢正仁 (京大理)、関華奈子 (東大理)

連携研究者: 篠原育 (ISAS/JAXA)、長妻努 (NICT)、田中良昌 (極地研)、坂野井健 (東北大)、土屋史紀 (東北大)、尾花由紀 (大阪電気通信大)、鈴木臣 (愛知大)

- 粒子の加速が粒子間の衝突なしに起きている。
- **電磁波動との相互作用（ミクロ過程）**によって1つ1つの電子が加速されている可能性

太陽風: eV $\longrightarrow$ 内部磁気圏: 10^6 eV (MeV)

電磁波動?

太陽

eV

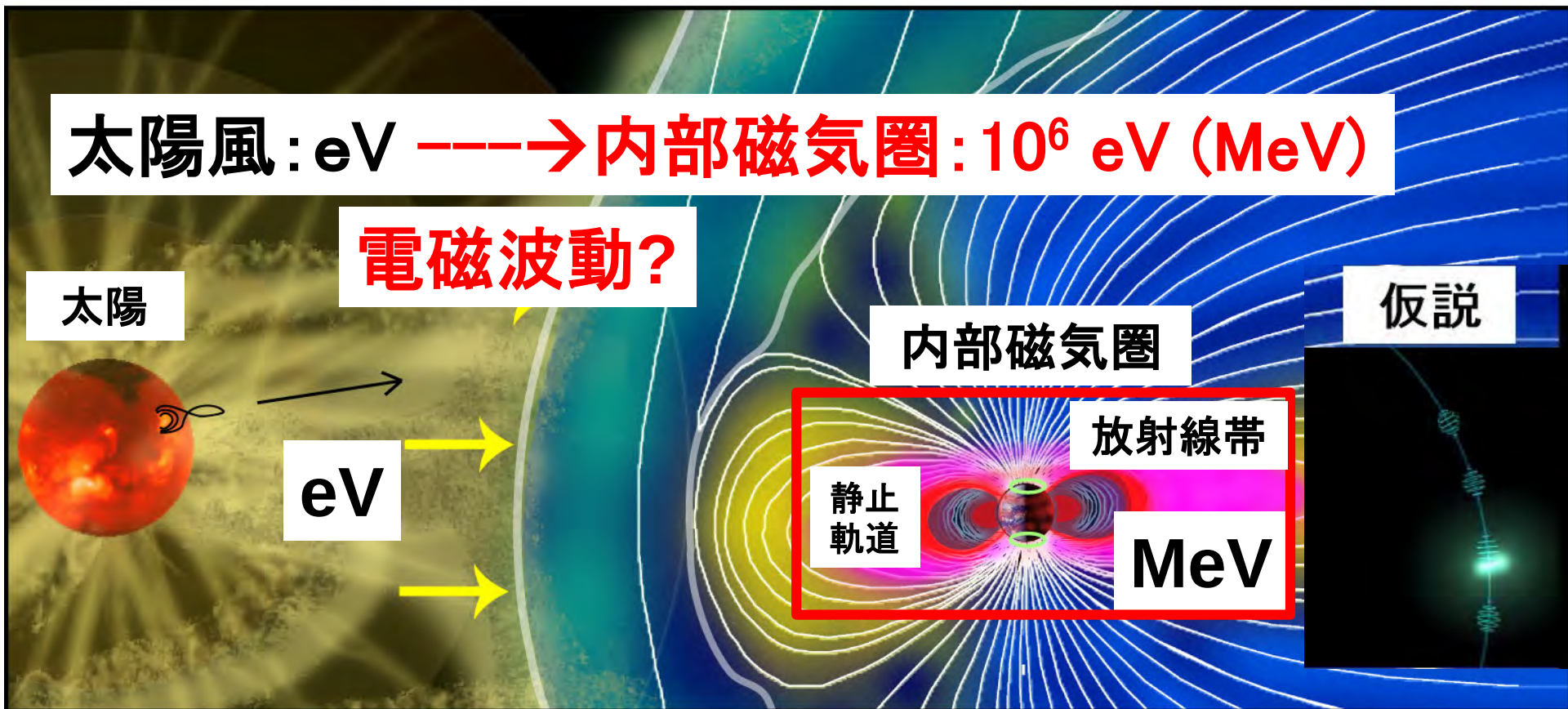
内部磁気圏

仮説

放射線帯

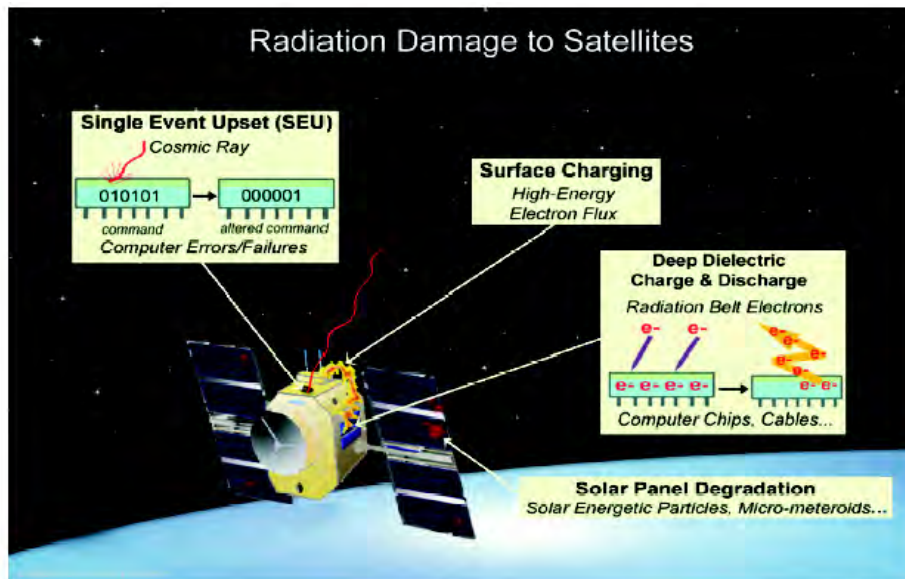
静止
軌道

MeV



研究課題の背景

磁気圏で加速された放射線帯粒子は**安全・安心な宇宙利用を脅かす**



放射線帯粒子による
人工衛星の機能障害

磁気嵐のあと高レベルの
放射線帯粒子が数日間継続し、BS放送が中断。



宇宙飛行士の
被曝

日本経済新聞
2004年(平成16年)2月15日(日曜日)

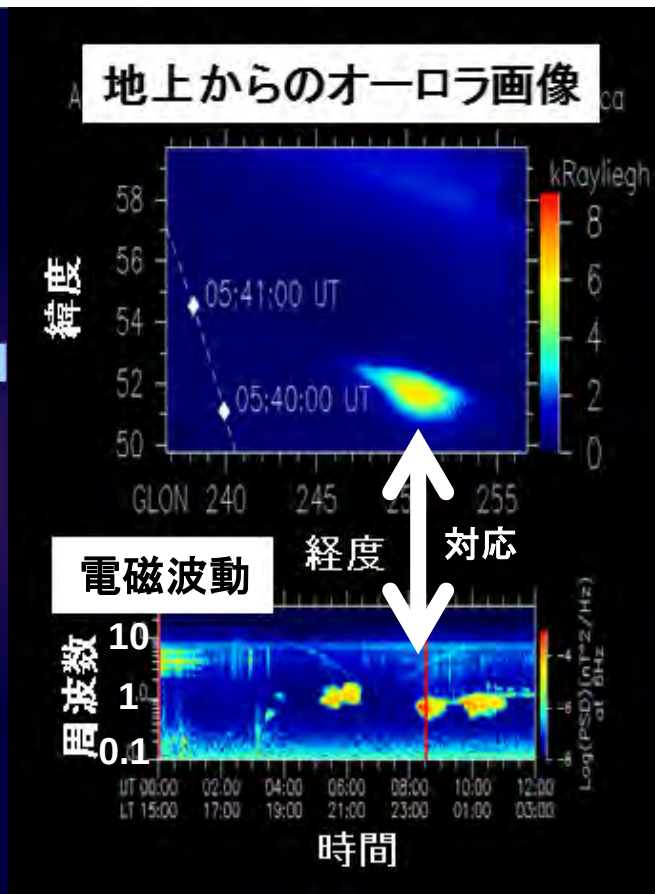
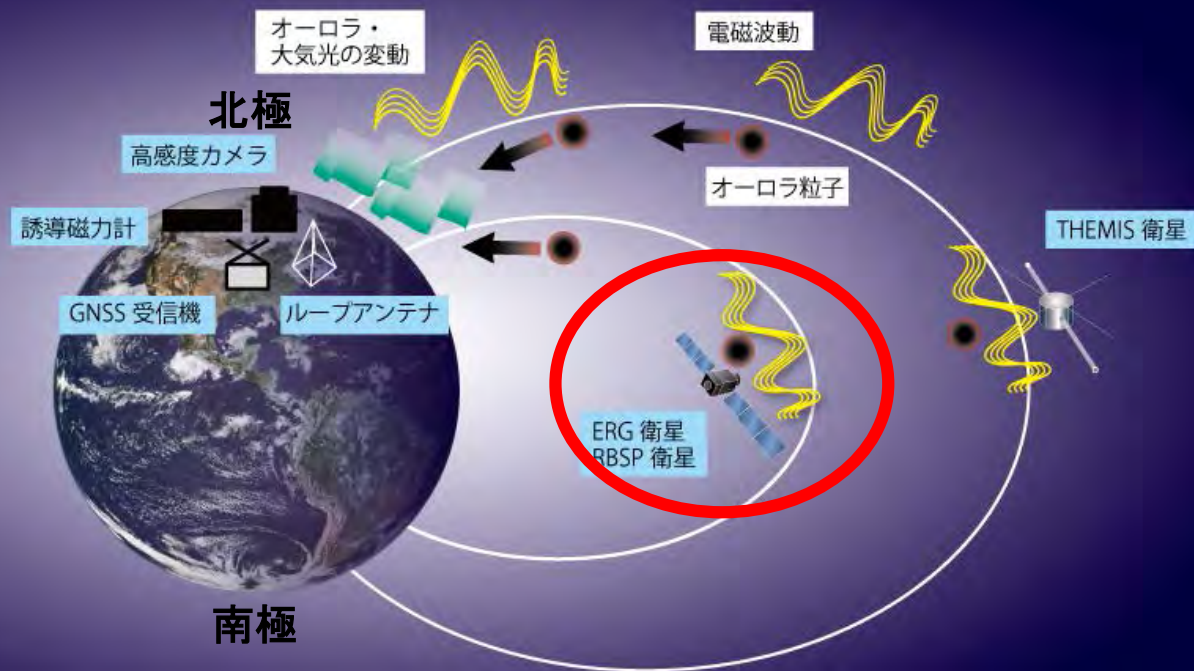
**BSデジタル
放送一時中断**
NHKと一部民放
NHKと一部民放のBSデジタル放送で、十四日午後四時五十分ごろから約四十五分間にわたり、全国で放送が中断するトラブルが起きた。中断したのはNHKのBS1、BS2、BSハ

イビジョン、民放の映画専門局「スター・チャンネルBS」、音声放送「ミュージックバード」、データ放送など。民放キー局のBSデジタル放送には影響はなかった。NHKによると、放送が映らなかったり、画面が固まったまま動かなくなるなどとして、視聴者から問い合わせが相次いだ。NHKと民放などが出資する衛星運用会社の放送衛星システム(東京)で、放送衛星(BS)を予備の衛星に切り替え復旧した。トラブルのあった放送は、衛星の中継器を共有しており、この中継器の故障が原因とみて調査している。当時、NHKのBS1とBSハイビジョンでは大相撲の韓国公演を生中継していた。

本研究のポイント

4

- プラズマ粒子の加速を起こす電磁波動と粒子の相互作用は、磁気圏赤道面で発生。相互作用を観測できるのは**ERG衛星のみ**。
- 内部磁気圏のプラズマ粒子や各種の波動は、磁力線に沿って地上に到達し、**高緯度の地上から観測が可能**。



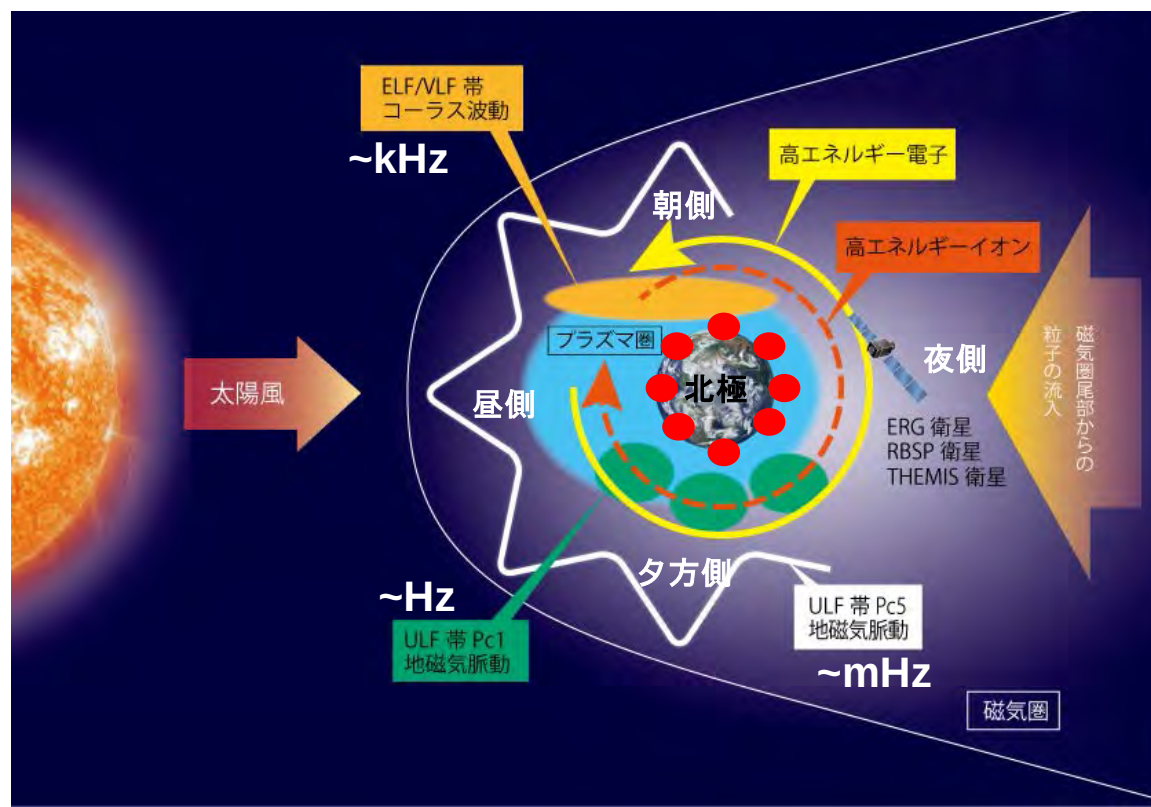
プラズマ粒子：数十分～数時間で地球を経度方向に周回。

電磁波動：特定の経度に偏在

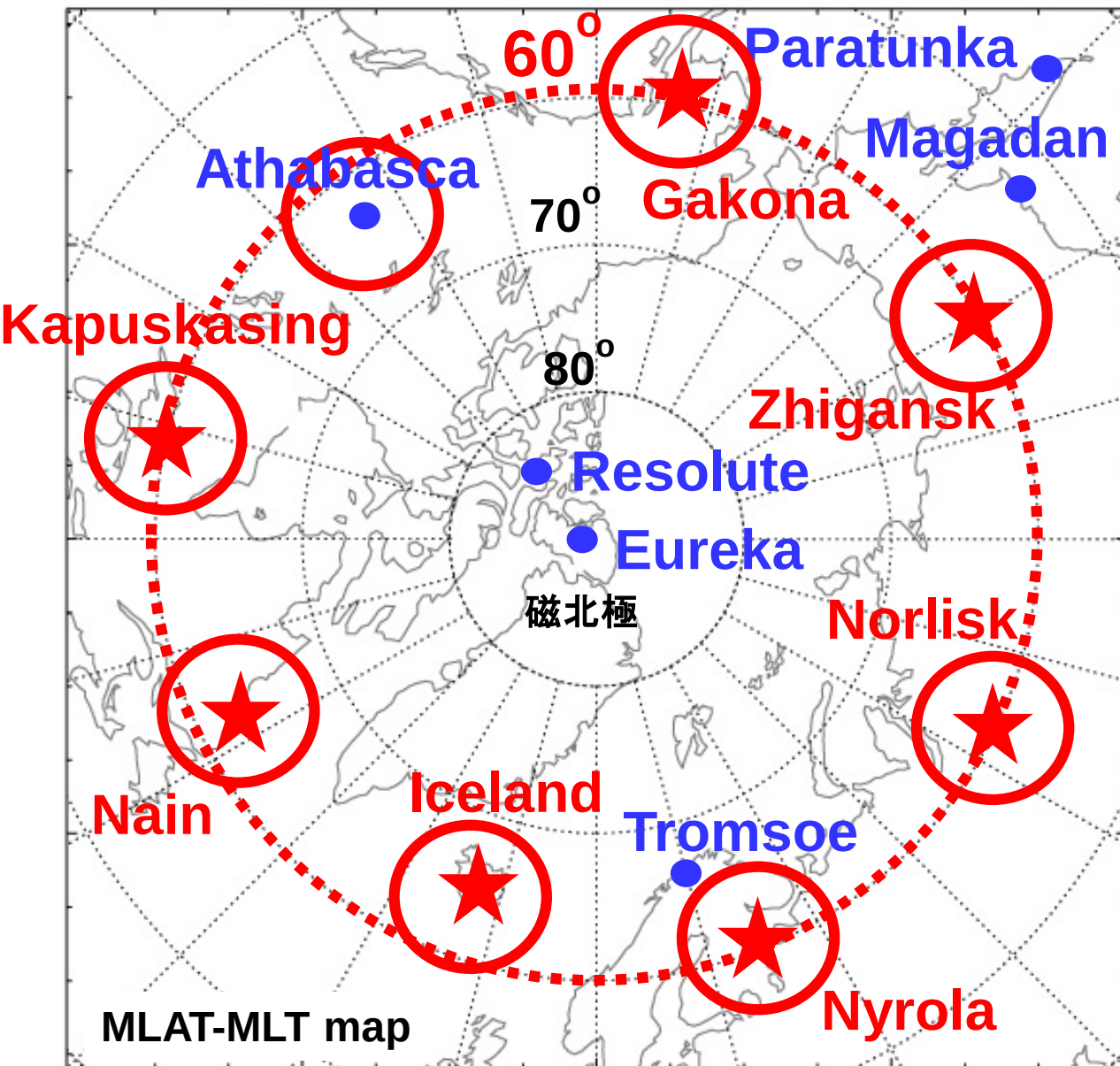
・これまでの観測では波動・粒子の瞬間ごとのグローバルな分布が把握できていなかった。

→ 経度方向に地球を一周するように地上の観測点を配置

→ 波動やプラズマ粒子のグローバル空間分布を世界で初めて把握



観測地点と実施体制



- 既存の観測点
- ★ 新規の観測点

波動の水平広がり: 数千km
 オーロラカメラの視野:
 1000km
 → 経度方向に45° (水平距離約2500km) おきに観測点を配置

機器修理費を計上。観測点が欠けた場合は統計解析やモデリングで補完

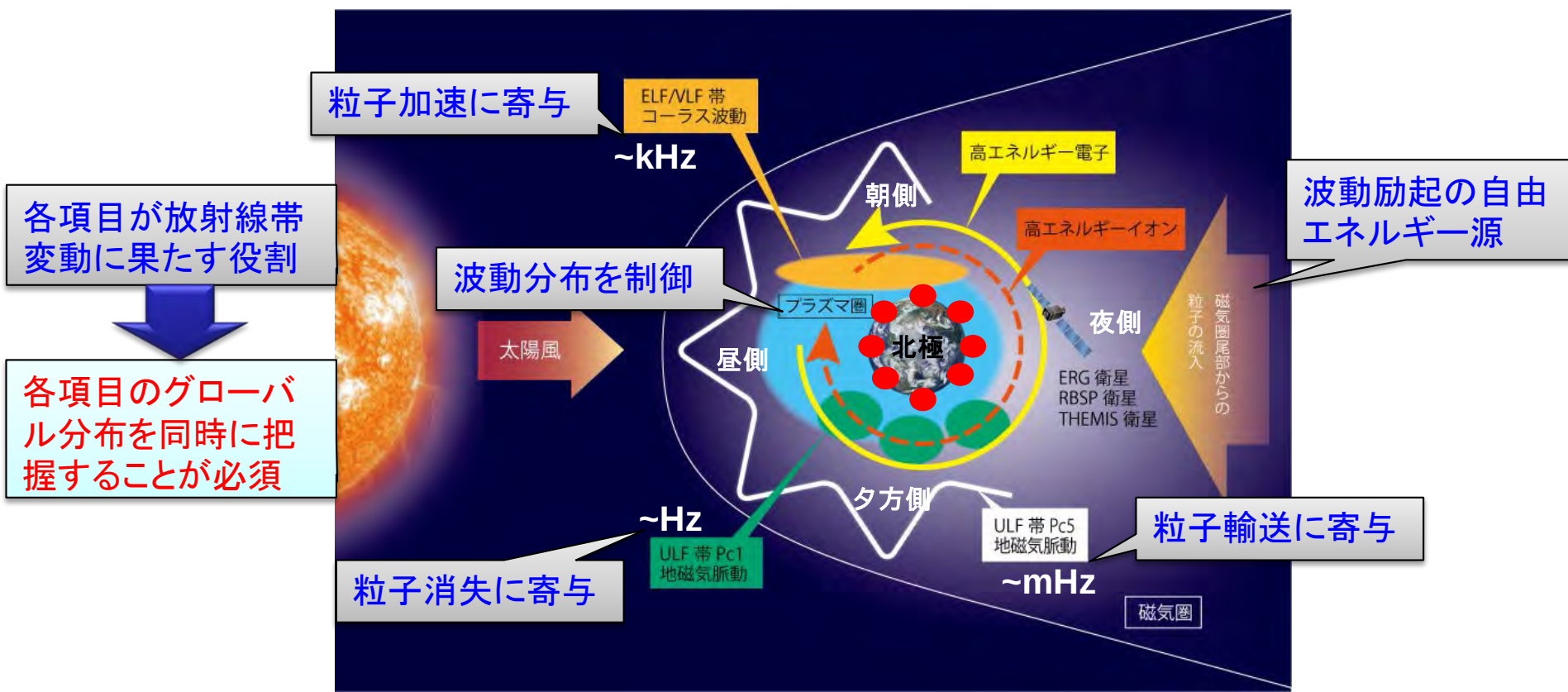
複数項目の観測の重要性

7

・ mHz, Hz, kHzの電磁波動がeVからMeVの広いエネルギーの電子やイオンと相互作用。**これらをカバーする観測は行われていない。**

→ 広帯域の電磁波動と粒子を観測する装置を各観測点に配置

→ 複数のパラメータをグローバルに同時に把握



機器と連携体制

新規

mHz, Hz: 誘導磁力計

kHz: ループアンテナ

粒子: リオメータ

粒子: 高感度全天カメラ

粒子: EMCCDカメラ

流れ: 短波レーダー網(既存)

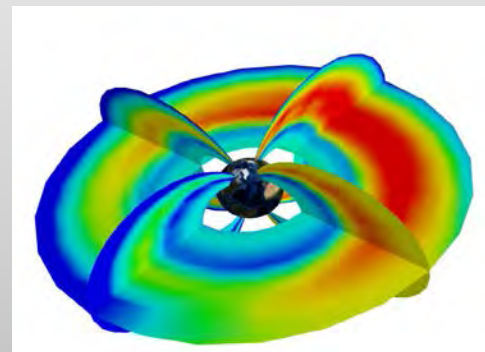
プラズマ圏: GNSS受信機網(既存)

PD2名(新規雇用)、名古屋大学の
技術職員4名



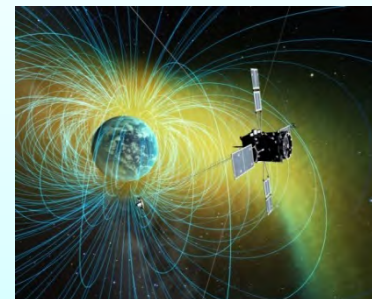
グローバル観測

グローバルモデリング:
PD1名(新規雇用)



モデリング

ERG衛星
RBSP衛星
THEMIS衛星



衛星観測

研究年次計画とリスク管理

9

2016	2017	2018	2019	2020
------	------	------	------	------

リスク管理1

★ 研究進捗評価による進捗評価と計画の見直しを実施。

国際会議

地上観測の整備

第1回集中
キャンペーン観測
(H29春)

第2回集中
キャンペーン観測
(H29冬)

変動のグローバル把握

機器製作

海外への機器設置

自動定常観測の継続

人工衛星との連携

ERG衛星打上
(H28年度)

ERG衛星運用 (ノミナル1年、延長有)

RBSP衛星、THEMIS衛星運用

リスク管理2: ERG衛星の打ち上げの遅れや衛星に障害が発生した場合においても、RBSP衛星、THEMIS衛星との連携により成果を達成。

グローバルモデリング

事前調整

グローバルな粒子分布の再現と波動の成長率計算

粒子分布は1オーダー程度まで評価

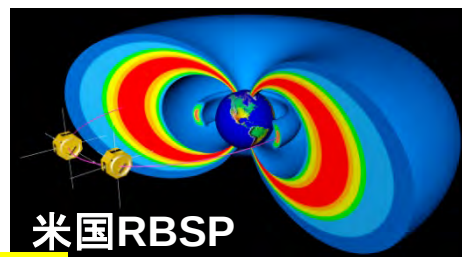
観測との比較によるモデルの検証と改良

衛星-地上-
モデリングの
共通データベースの構築と全
データの統合解析ツールの開発

定量評価
の確立

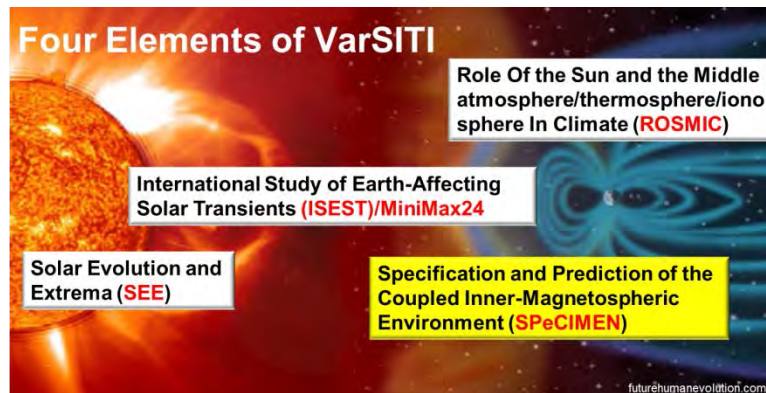
国際的な位置づけ

- 世界各国で内部磁気圏を探索する衛星計画が立案・推進されている。
- 日本のERG衛星は中でも**唯一、波動粒子相互作用を直接計測**。
- ERG衛星は来年度に打ち上げられる。しかしこれに対応する**連携地上観測は構築が十分なされていない。→日本が世界に先駆けて粒子加速の素過程とグローバル分布を定量的に解明するチャンス。**



波動粒子相互作用を直接計測

ICSU傘下の**SCOSTEP**（国際太陽地球系物理学科学委員会）が2014－2018年に推進するプログラム**VarSITI**（太陽活動変動とその地球への影響）において、**内部磁気圏の研究は4つのプロジェクトのうちの1つに選ばれている。**



本研究の研究代表者は
VarSITIプログラムの国際リーダー

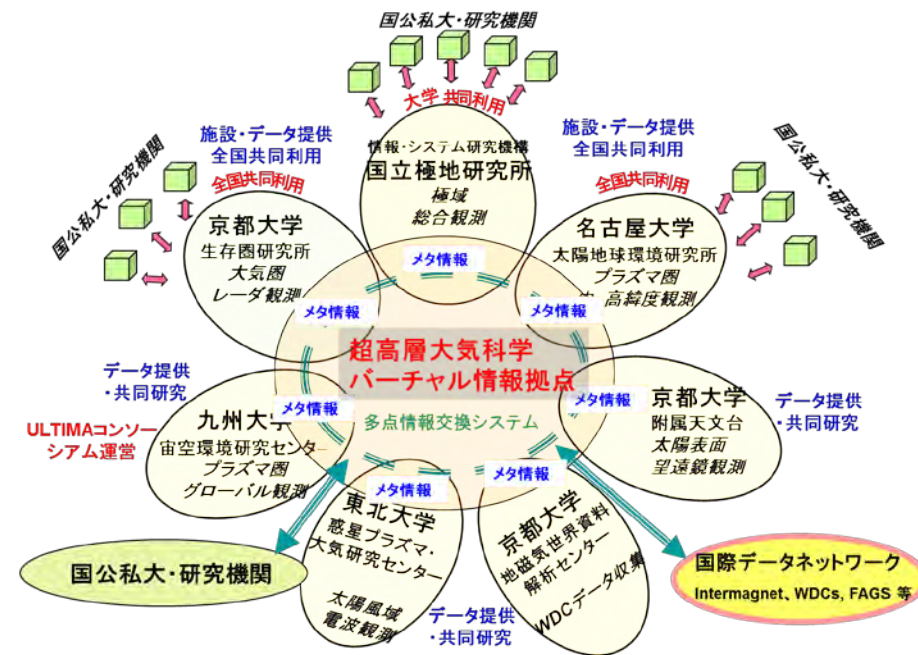
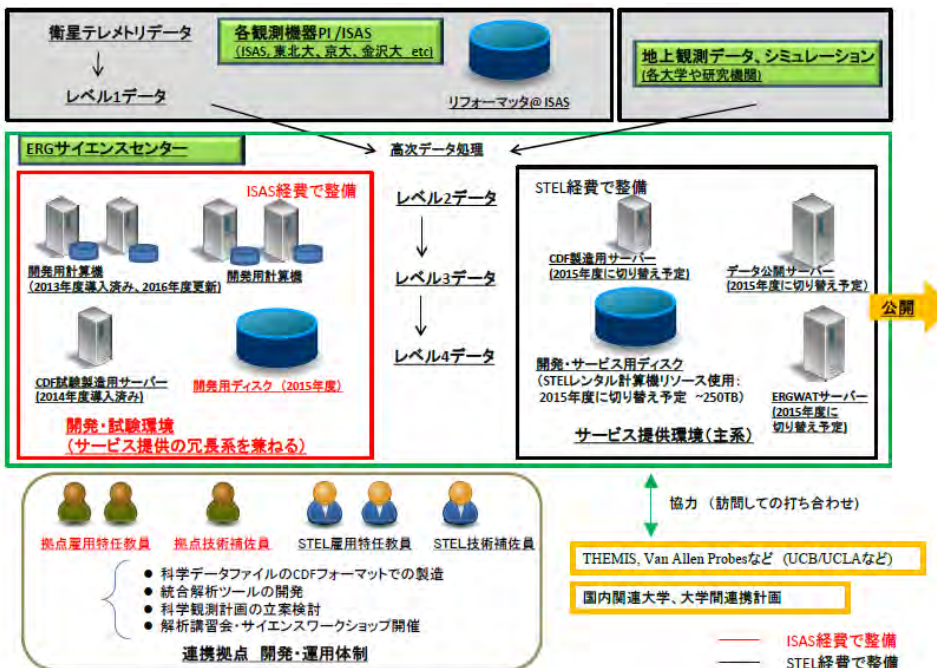
60か国以上が参加

地上ー衛星ーモデリングの連携

- ERG衛星、モデリングとの連携のためのデータベース構築は、宇宙科学連携拠点（ERGサイエンスセンター）に集約。
- メタデータ情報は大学間連携事業IUGONETを通じて公開。

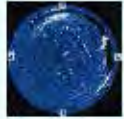
宇宙科学連携拠点 (ERGサイエンスセンター)

大学間連携事業IUGONET



機器と連携体制





Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTIs)

Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University

CDF化のルーチン有

You are  th visitor since Jan. 25, 2002.

The Optical Mesosphere Thermosphere Imagers (OMTI) were developed at the Solar-Terrestrial Environment Laboratory (currently, Institute for Space-Earth Environmental Research), Nagoya University in order to investigate the dynamics of temperatures, and Doppler wind velocities of nocturnal airglow obtained at several ground stations are available.

PLEASE CONTACT the Principal Investigators, [K. Shickawa](#) before using these data for any publications and/or presentations.

Please note that the data are just for browsing purpose and are not fully calibrated.

1. [Important Notes](#)
2. [Station Locations, Observed Airglow Lines, and Time Resolutions](#)
3. [Figure Captions](#)
4. [Instrumental Papers](#)
5. [Publication List](#)
6. [Picture of the Instruments](#)
7. [Sky Condition \(1-hour value\)](#)
8. [Sky Condition \(1-hour value, Canadian stations\)](#)
9. [Sky Condition \(1-hour value, Ithaca \(USA\) station\)](#)

EMCCDカメラもこれに含める

[Data Plots](#)

[Current Site Map \(Details are in item 2 above\)](#)

[Data Plots of Canadian Stations](#)

[Data Plots of Chiang Mai \(collaboration with NICT\)](#)

[Data Plots of Kuehlungsborn/Andenes data \(collaboration with NIPR and IAP\)](#)

[Real Time Plot of All-Sky Image at Haleakala in Hawaii](#)

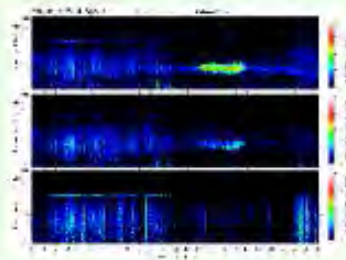


This data has been registered in [IUGONET \(Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork\)](#) metadata database. The IUGONET metadata database will be of great help to researchers in efficiently finding a



IUGONET also prepared the [IUGONET Data Analysis Software \(UDAS\)](#) for the upper atmospheric observation data. If you install the UDAS, you can easily access, download, visualize and analyze the observation data through

Contact Address
Professor [Kazuo Shickawa](#), Dr. Yuichi Otsuka
Institute for Space-Earth Environmental Research, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya 464-8601, Japan
tel: +81-52-747-6419 fax: +81-52-747-6323



ISEE Magnetometer Data

CDF化のルーチン有

This homepage is to show quick-look plots of the magnetometer data obtained by the Institute of Space-Earth Environmental Research (former Solar-Terrestrial Environment Laboratory), Nagoya University.

PLEASE CONTACT [K. Shiokawa](#) before using these data for any publications and/or presentations. Please note that the data are just for browsing purpose.

- [Stations, Instruments, and Acknowledgements](#)
- [Some Notes and Data Error Histories](#)
- [Map of Stations](#)
- [Induction Magnetometer Plots \(Dynamic Spectra and Rapid-Run Magnetograms\)](#)
- [Fluxgate Magnetometer Plots \(Ordinary and Rapid Run\)](#)
- [Fluxgate Magnetometer Plots \(Pi2/Pc3 pulsation plots\)](#)
- [Conjunction Event Finder \(CEF\)](#) 



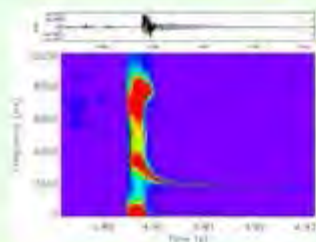
This data has been registered in [IUGONET \(Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork\)](#) metadata database. The IUGONET metadata database will be of great help to researchers in efficiently finding and obtaining ground-based observation data spread over the institutes/universities. Click and visit to the IUGONET website.



IUGONET also prepared the [iUgonet Data Analysis Software \(UDAS\)](#) for the upper atmospheric observation data. If you install the UDAS, you can easily access, download, visualize and analyze the observation data through the Internet. Please click and try to use the UDAS.

Contact Address

[Kazuo Shiokawa](#) and Yuichi Otsuka
Institute of Space-Earth Environmental Research, Nagoya University
Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8601, Japan
tel +81-52-747-6419 fax: +81-52-747-6323



ISEE VLF/ELF Network

This homepage is to show quick-look plots and data list of VLF/ELF tapes obtained by the Institute for Space-Earth Environmental Research (ISEE), Nagoya University.

- [Stations, Instruments, and Acknowledgements](#)
- [Tape data obtained by the Kagoshima Observatory since 1976](#)
- [Some notes and errors](#)

DATA PLOTS

[VLF sound player](#)

Contact Address

[Kazuo Shibakawa](#)

Solar-Terrestrial Environment Laboratory, Nagoya University

Furo-cho, Chikusa-ku, Nagoya, Aichi 464-8601, Japan

tel +81-52-747-6419 fax: +81-52-747-6323



This data has been registered in [IUGONET \(Inter-university Upper atmosphere Global Observation NETwork\)](#) metadata database. The

IUGONET metadata database will be of great help to researchers in efficiently finding and obtaining ground-based observation data spread over the institutes/universities. Click and visit to the IUGONET website.



IUGONET also prepared the [iUgonet Data Analysis Software \(UDAS\)](#) for the upper atmospheric observation data. If you install the UDAS, you can easily access, download, visualize and analyze

the observation data through the Internet. Please click and try to use the UDAS.



[ISEE Division for Ionosphere and Magnetosphere Research Home Page](#)



[ISEE Home Page](#)

CDF化のルーチン開発中

リオメータデータベース:
新しいページを作る

<http://stdb2.isee.nagoya-u.ac.jp/riometer/>

CDF化のルーチンを作る

リオメータデータベース:
新しいページを作る

- 宇宙科学連携拠点
(ERGサイエンスセンター)**

