

## 第2章

# 研究の背景と目的・方法

### 2.1 本研究課題の推薦の観点

近年の太陽-地球間「宇宙」環境の観測の発展によって、我々地球周辺の「宇宙」環境はしばしば太陽に原因をもつ激しい嵐（電磁気・プラズマ擾乱）に襲われ、その結果、人工衛星、宇宙通信、地上電力系などにしばしば深刻な障害が発生することがわかってきた。また、これらの嵐は放射線をとともなうため、航空機の乗客・乗務員や宇宙飛行士の健康にも影響を与える。気象衛星や通信衛星など現代社会に不可欠な人工衛星を守り、さらに生命を脅かす過酷な「宇宙」に人類が進出していくためには、これらの嵐の予報、すなわち「宇宙天気予報」が不可欠である。

このような重大な使命を達成するために、国際太陽地球系物理学科学委員会（SCOSTEP）は2004年より5カ年計画で、国際研究計画「太陽地球系の気候と天気」CAWSES（Climate And Weather of the Sun-Earth System）を開始した。この国際共同プロジェクトは、「太陽-地球」空間をいくつかの個々の領域に分けて研究するのではなく、全体を一つのシステムとして扱うことが特徴である。本研究の代表者（柴田）は、CAWSES 第2班「宇宙天気：基礎研究と応用」の座長を務めており、従来ばらばらに研究を続けていた太陽物理学者と地球物理学者を有機的に結び付け、真に有効な共同研究を推進・奨励するという国際的な責務を負っている。本学術創成研究は、そのような「国際的に対応を強く要請される研究」として、国際研究計画 CAWSES を日本がリーダーシップをとって進めるために不可欠な共同研究「宇宙天気予報の基礎研究」を推進することを目的として推薦され採択された。

### 2.2 研究目的

嵐の究極の原因は太陽活動にある。太陽で爆発（フレア）やプラズマ噴出（CME = Coronal Mass Ejection、太陽風）が起これば、その影響が惑星間空間に伝わり、ついには地球磁気圏に到達して上に述べた嵐（地磁気嵐）を引き起こす。近年の観測の発展は、このような太陽-地球間の一連の現象を直接観測することを可能にし、宇宙天気予報が決して夢物語ではないことを示している。

本研究では新しい観測データの解析とコンピュータ・シミュレーションを駆使することによって、太陽面爆発（フレアやCME）や地磁気嵐の発生機構（エネルギー蓄積・トリガー機構と解放機構）を解明し、コロナから惑星間空間、さらには地球磁気圏、オーロラや磁気嵐に至るまでの物理モデルの枠組みを完成させる。これに基づいて、太陽から地球に至るまでを1つのシステムとして扱う階層間結合モデルを構築し、実際の太陽-地球間現象の観測データの再現を試みる。これは数値宇宙天気予報コードの基礎となる

ものである。

2003年に太陽全面のベクトル磁場を高分解能（空間・時間）で観測する新望遠鏡（SMART）が京大飛騨天文台に完成し、2004年度中に定常自動観測が開始された。2006年には日本のSOLAR-B衛星が打ち上げられ（「ひので」衛星と命名された）、史上最高性能のベクトル磁場観測、X線撮像、極紫外速度場観測が始まった。本研究の特色は、これらの観測データと解析ソフトを誰もが使いやすい形でインターネットで公開することにある。それによって太陽-地球分野間共同研究、国際共同観測キャンペーンなどを推進する。目標とする、太陽-地球間を一つのシステムとして扱う階層間結合モデルは、成功すれば世界初となる。

現代社会のインフラを守り、人類が宇宙に進出するのに不可欠な宇宙天気予報の基礎となる太陽面爆発の発生機構が解明され、予報コードの基礎が完成するので、社会的インパクトは大きい。

## 2.3 研究方法、役割分担

本研究では、近年の観測の発展をふまえ、以下の方法、役割分担で研究を進めてきた。

### 1. 太陽エネルギー解放過程の研究（柴田、加藤、常田／関井、草野）

飛騨天文台における太陽地上観測（柴田・加藤担当）と、2006年打ち上げられた「ひので」（SOLAR-B）太陽観測衛星によるスペース観測（常田・関井担当）、さらには理論研究（草野担当）を組み合わせることにより、太陽面爆発の発生機構を解明、モデル化する。

### 2. 惑星間シンチレーション観測による太陽風モデルの構築（藤木）

天体電波の太陽風による散乱（シンチレーション法）を用いて、太陽面爆発から発生した擾乱の3次元構造を観測し、太陽風モデルを構築する。（藤木担当）

### 3. リアルタイム観測と宇宙天気図モデリング（荻野、小原、大村）

地上磁場観測と磁気圏・電離圏人工衛星観測やレーダー観測、シミュレーションなどを総合し、電離圏電位・電流の宇宙天気図をリアルタイム（5分-10分毎）で作る（荻野、小原、大村担当）。

### 4. バーチャル観測所（星野、藤本／篠原、鶴飼）

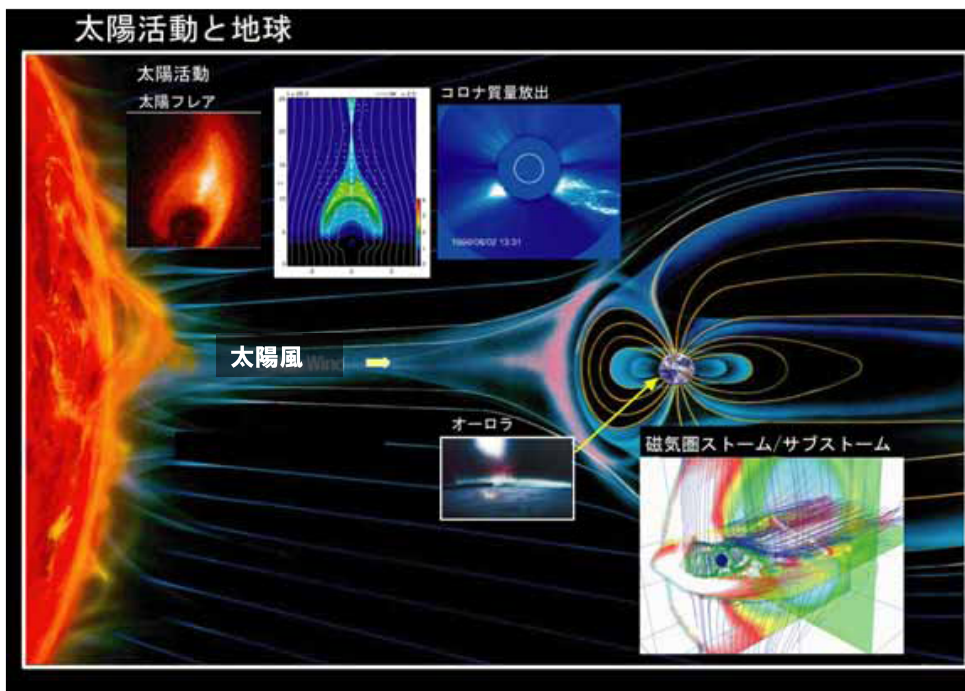
1.-3. で得られた太陽-太陽風-地球観測を総合し、数値モデリングにより、少ない観測量で望む場所の諸量を計算できる体制をつくる。すなわち、太陽から地球に至るまでを一つのシステムとして扱う階層間結合モデルを構築し、太陽-地球間現象の観測データの再現を試みる。これは数値宇宙天気予報の基礎となるものである。（星野、藤本／篠原、鶴飼担当）

### 宇宙天気予報の基礎研究

太陽活動は地球周辺の宇宙環境に様々な被害をもたらす  
(人工衛星の故障、通信障害、宇宙飛行士の被爆等)



「宇宙天気予報」が必要！



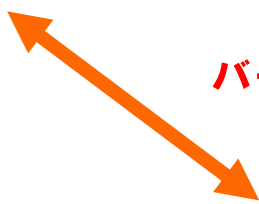
太陽エネルギー解放過程の研究  
(飛騨天文台・SolarB 太陽観測)

リアルタイム観測と宇宙天気図モデリング  
(磁気圏、電離圏、熱圏観測)



バーチャル観測所 (数値モデリング)

惑星間シンチレーション観測  
による太陽風モデルの構築  
(太陽風電波観測)



国際共同研究プロジェクト CAUSES の一環として共同研究を推進  
太陽-地球系全体をひとつのシステムとして解明・モデル化