

## NANTEN2 制御システムの更新

岩村 宏明 (名古屋大学大学院 素粒子宇宙物理研究科)

### Abstract

我々は、南米チリ・アタカマ高地にて口径 4 m の「NANTEN2」ミリ波サブミリ波望遠鏡を設置・運用し、主に南天の一酸化炭素分子の観測を行っている。この望遠鏡は、230 GHz では 80 秒の角度分解能を持ち、広範囲の領域を観測することに適している。現在研究室では、NASCO (NANTEN Super-CO Survey as Legacy) という計画を進めており、世界初の超広域分子雲地図の作成を目指している。これを実現するためには、観測の効率化とデータ処理の高速化が必須となる。したがって、望遠鏡の駆動ソフトウェアや計算機などハードウェアを含んだ、制御システム全体の更新を行っている。本集録では、NANTEN2 における新システムの開発状況、および将来計画について述べる。

## 1 1.Introduction

我々は、超広域分子雲観測 (NANTEN Super-CO Survey as Legacy: NASCO) の実現に向けた準備を行っている。これは、NANTEN2 ミリ波サブミリ波望遠鏡を用いて全天の 70% におよぶ領域の分子雲地図を作成する計画である。分子雲の全天に渡る地図は、未だに存在せず問題であった。この分子雲地図が作成できれば、他波長の観測機器によるデータとの比較研究が可能になり、星形成や超新星残骸などの様々な星間現象の解明に貢献できると期待される。

しかし、この NASCO 計画を進めていくにあたって、望遠鏡制御システムの更新を行う必要がある。これは、現在の制御システムにおいて、ソフトウェア面とハードウェア面それぞれに大きな問題が存在することに起因する。本集録では、これらの問題点についてまとめるとともに、望遠鏡制御システムの更新について簡単に紹介する。2 章では、制御ソフトウェアの開発について、現システムの問題点も踏まえて論じる。3 章では、ハードウェアの更新について述べる。4 章でまとめと今後について記載する。

## 2 制御プログラム作成

この項目では、主に観測装置を制御するソフトウェア、並びに観測プログラムの現状と、開発項目について述べる。



図 1: NANTEN2 ミリ波サブミリ波望遠鏡

### 2.1 現プログラムの問題点

現在の制御ソフトウェアの最も大きな問題点として、望遠鏡を制御するためのプログラムが「Alpaca」と呼ばれる研究室独自のプログラミング言語で書かれていることが挙げられる。この独自言語の使用は、望遠鏡の新たな観測方法やデータ処理法の追加を難解なものとし、大きな障害となっている。また作成されている観測プログラム自体も、望遠鏡の駆動指示部分は Alpaca 言語で描かれているため、観測対象や観測方法において細かな変更を行いにくくなっている。

更なる問題点としては、現在の観測プログラムでは、一回ごとの観測に手動で操作が必要な部分が多く、かつそれ自身も複雑なことが挙げられる。例として OTF 観測を行おうとすると、その観測開始までの準備と簡易解析にかかる時間を合計して、約 20 分必要

とする。これは今後長時間の観測を行っていく際に、観測者の負担と時間のロスを増やすことになる。

## 2.2 開発内容

これらを改善するために、本改修では Alpaca 言語を全て廃止し、python によるプログラムの作成を行っている。python は一般的なプログラミング言語であり、誰でも新たな機能の追加、変更を行いやすいという利点がある。野辺山で運用されている大阪府立大学の 1.85 m 電波望遠鏡では、既にこの python を使用した制御プログラムが使用されており、成果をあげている。更に先のプログラムは、観測の自動化を可能としており、長時間観測においての人的負担や時間の損失は少ないものとなっている。したがって今回の改修では、1.85 m 電波望遠鏡に搭載された制御ソフトウェアを雛形として開発を行うことにした。これを NANTEN2 に適用できる形に書き換えることで、素早い新制御ソフトウェアの作成、および制御システムの更新を実現する。

1.85 m 望遠鏡の制御システムは図 2 のようになっている。最下層には、装置ごとのデータや動作を管理するための「モジュール」と呼ばれるプログラムが存在する。これらのモジュールを、さらに上位のモジュールが管理する階層構造をとる。具体的に各階層を下から順番に見ていくと、各測定機器のデータの通信を行う階層。個々の測定機器を制御してデータの取得を行う階層。各装置に対して、データ取得等の命令を指示する階層。それらを統合し、望遠鏡の動作を統制する階層。OTF やポジションスイッチ等を、具体的な望遠鏡の動作に落とし込む階層。実際の観測を自動で実行していく階層、といったように分かれている。この形式を NANTEN2 に適用させるためには、元となる全てのプログラムに対し、装置の違いによるプログラムの変更点を変えた上で、そこから更に、1.85m 望遠鏡に無い新たなモジュールの作成（ドーム、メンブレン、副鏡の制御など）と、既存モジュールの改良（fits データの出力方法、データの取得方法など）を行う必要がある。

## 3 計算機環境再構築

本項目では、主に観測装置を制御するハードウェア、すなわち計算機の現状と更新について述べる。

### 3.1 現計算機での問題点

現在の制御ハードウェア（計算機）の最も大きな問題は、処理速度などの基本性能にある。現在使用されている計算機は、NANTEN2 がチリ・アタカマ高地に移設された 10 年前の最新機である。したがって、2015 年の最新モデルと比べると、骨頭品に近いものとなっている。もちろん、現在の制御システムを用いた観測に支障はない。しかし、NASCO 搭載後にはデータ量や制御項目も増えるため、処理能力不足になることは目に見えている。具体的には、NASCO による観測データが取得され始めると、毎日 1 TB を越す膨大な量のデータを扱うことになるからである。

また、OS についても検討が必要である。現在制御に使用している計算機では RT Linux という OS が用いられている。RT Linux とは、時刻の同期が重要となる計算機で使用されていた OS だが、現在ではサポートが終了し、更新が出来ず問題である。サポートが継続している OS を選ぶことは、セキュリティの観点からも重要である。

### 3.2 更新内容

これらの問題を解決するために、主鏡から受信機までの全ての装置において、データ取得とその処理に使われる計算機を最新のものに置き換える。またその際に、モーターの制御に使われる計算機では Debian、それ以外では Scientific Linux という OS を搭載する予定である。これは、1.85m 望遠鏡のモーター制御ソフトウェアが、Debian を想定して作成されていること、それ以外の制御については、操作性とセキュリティの観点から Scientific Linux が選定されている。そしてこれらの変更を行った後に、新たに作成した制御プログラムを各計算機にインストール、セッティングし正常に観測を行えるようにしていく。更に、各計算機間の通信も Socket 通信に対応させ、通信方法の統一と簡便化を図っていく。

## 4 改修の総括と今後

NASCO 計画に向けて NANTEN2 望遠鏡の制御システムの一新を行っている。現状での開発状況と

しては、大阪府立大学の 1.85m 望遠鏡の制御ソフトウェアに加えて、新たに必要となる制御モジュールの作成、およびその動作確認が終了している。また、各装置に対応する計算機についても、その選定及びセッティングが完了した状態となっている。

今後の計画としては、まず作成した全ソフトウェアが正常に動作するのを確認する必要がある。そのために、望遠鏡のダミーデータを取得するプログラムを作成し、テストを行える環境を整える予定である。その後は、NANTEN2 サイトに新計算機と共にプログラムをインストールして、望遠鏡の動作確認を行う予定であるため、それに伴って必要となる、動作確認用のソフトウェアや観測プログラムも準備をしていく。

## Acknowledgement

基礎物理学研究所 (研究会番号 : YITP-W-15-04 )  
及び国立天文台からのご支援に感謝いたします。

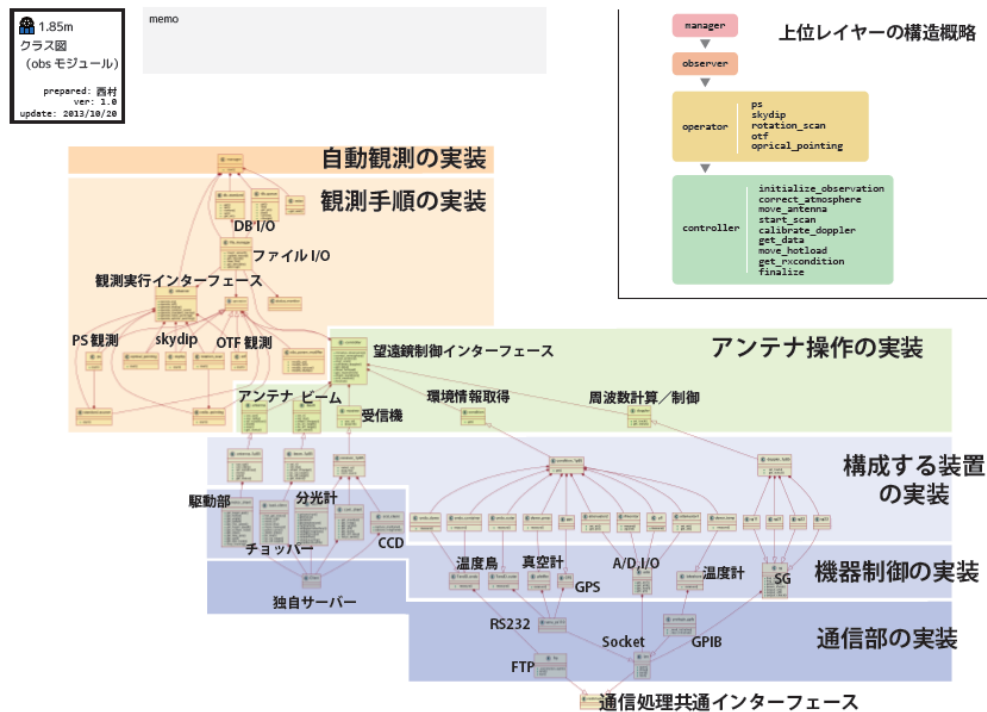


図 2: 1.85 望遠鏡の制御システムの模式