

超長期観測装置の保守と運用

(Maintenance and operation of ultra-long-term observation equipment)

○篠原徳之

(国立天文台 太陽観測科学プロジェクト)

(○Noriyuki Shinohara National Astronomical Observatory of Japan
(Solar Science Observatory))

概要(Abstract)

野辺山太陽電波強度偏波計 (**NoRP**) の保守・運用について報告する。

太陽を多周波(7 周波)にて、毎日観測し絶対強度測定を行っている。その歴史は長い周波数では既に 70 年になろうとしている。外来電波混信など様々な理由から観測方式/観測周波数変更等の改修を行いながら、現在に於いても観測開始時から大きく観測特性(絶対電波強度)を変えずに現在に至っている。長期運用の難しさと保守のツボなどと、DX の可能性も含め報告する。

We report on the maintenance and operation of the Nobeyama Radiometer (**NoRP**). The **NoRP** observes the Sun every day at seven frequencies and measures the absolute intensity of the Sun. The **NoRP** has been in operation for almost 70 years at the longest frequency. The observation method and frequencies have been modified for various reasons such as interference from external radio waves, but the characteristics (absolute radio wave strength) have not changed significantly since the beginning of the observation. We will report on the difficulties of long-term operation and the key points of maintenance, as well as the possibility of DX.

..

1. 野辺山強度偏波計

アンテナは、6つの赤道儀と8つのパラボラアンテナで構成され、夜明けから夕暮れまで、1, 2, 3.75, 9.4, 17, 35, 80GHzの全太陽フラックスとその円偏波を測定する(図1)。このように広い周波数をカバーする **NoRP** 観測は、太陽フレアからのジャイロシンクロトロン放射の測定に広く用いられています(例 :Fleishman, Bastian, Gary 2008)。3.75GHz での観測歴は70年以上に及び、他の周波数(1, 2, 3.75, 9.4GHz)での観測歴も現在では60 年以上に及んでいる。このようなマイクロ波帯の複数の周波数での長期観測は世界的にも珍しく、太陽周期の研究に重要なデータを提供している。

(Shimojo et al, 2017, Tapping and Morgan 2017)。

図1 :2021年 11月 10日に撮影された野辺山太陽電波強度偏波計（**NoRP**）の写真
左から、35/80GHz、17GHz、9.4GHz、3.75GHz、2GHz、1GHzの各アンテナ



2.1 長期運用について

野辺山太陽電波強度偏波計（**NoRP**）には、非常に長い歴史がある。

1, 2, 3.75, 9.4GHz は、1950 年頃から名古屋大学空電研究所（豊川）に於いて太陽モニタリング観測が始められ、既に 70 年以上に及ぶ。（図 2）

野辺山電波ヘリオグラフ建設に伴い、地上での太陽電波観測装置は野辺山に集約されることになり移設され、野辺山にて観測を開始していた 17, 35/80GHz と統合され、1996 年から現体制にて運用されている。



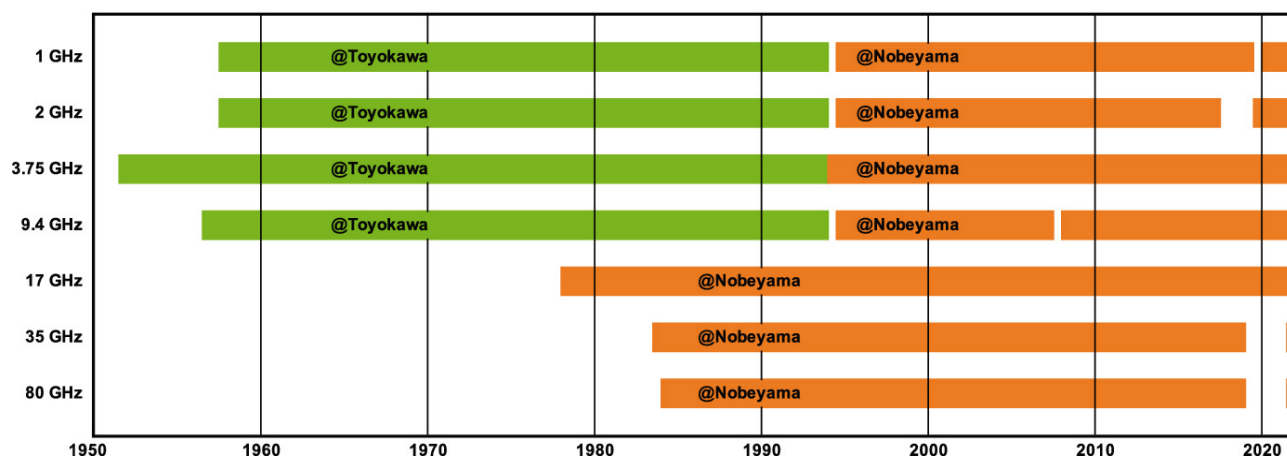
図 2

1960 年頃の豊川観測所
観測等の前、手前から
3.75, 9.4, 2, 1GHz アンテナ
(前列に並んでいるのは、
干渉計アンテナ)

2.2 周波数ごとの観測期間

図 3

Shimojo & Iwai (2023) より



緑色は豊川市、オレンジ色は野辺山での観測を示す。

1994年の1、2、9.4GHzのギャップは、野辺山への移動に伴う中断を示し、その他のギャップは、観測装置のトラブルやRFIによる長期間の中断を表す。

3. 保守について

3-1. メーカーによる定期保守

極低予算で可能な範囲のみ 1 回／年に行い、内容はアンテナ系のみで、グリスアップ、センサー類の経年変化チェック、ペイントのタッチアップなど、アンテナ制作側で必要とする箇所のみ行う。

3-2. 異常発生時の対応

- ・ 遠隔診断システム*1、アンテナ制御ログなどから発生箇所、内容を特定し「保守記録スプレッドシートより同様な異常を検索し、対応方法や必要部品の事前準備を行い作業計画を立案する。
- ・ 作業計画に従い迅速に復旧作業を行う。
- ・ 復旧が完了したら、保守記録スプレッドシートに内容を記載し、修理報告書を作成。

(*1 篠原徳之、他 「遠隔診断システムの開発」 技術研究会@東京大学 2002/3/6~7)

3-3. 保守部品について

- ・ 部品交換修理になった場合で、重要部品を使った場合は忘れずに保守部品として補充を心がけると良い。故障修理に部品待ちの間の観測が欠測となってしまう事を防止できる。
- ・ 高額な部品、あるいは納期のかかる部品については最低でも 1 個は保守用として準備しておくこと。(予算との兼ね合いもあるので計画的に)
- ・ 日頃の測定器メンテナンス (使いたい時に使えるように)

4. 安定した長期運用について

対象天体は太陽のみの観測になるが、毎日変化する太陽強度を測定しその変動が重要なポイントになるので、データが取れない「欠測」がデータの信頼性を大きく落とす事となる。

技術職員として、如何にしてこの難題をクリアできるのかを考えながら運用を続け、辿りついた現在での答えを記してみる。

4-1. 自動運転化

人間の介在を無くすことによりヒューマンエラーを無くし、システムの稼働率を極限に上げる努力をする。

4-2. ツール（例えば「遠隔監視システム」）を活用して、Life Check を心がける

信頼性の源である、観測機器の状態把握を行う。

→ 少ない人員での運用には欠かせない。

4-3. データの信頼性を常にチェック

得られた日々のデータは、関係研究者を交えて（他機関の研究も含む）検証を行う。
フィードバックをもらい、観測機器の状態が常に最高に保てるように情報を得る。

4-4. 故障の内容と対応についてのデータベースを作成する

不具合などが起こった際には、必ず不具合の状況、対応の方法、使った測定器、交換・修理した部品などを細かくスプレッドシートでデータベース化していき、作業報告書を資料として作成しておく。

→ このデータベースが、不具合が起こった際に非常に役立ち、対応の時短にも繋がる。

5. まとめ

太陽のような天体を観測するには長い期間の観測の積み重ねが重要になる。かつ、その観測精度が変化する事なく続けることが重要になる。これは長期変動の情報を得るうえで非常に重要な項目である。60年以上の超長期観測を続けている NoRP システムは、この点に重きを置き運用されてきた。私自身も、随分と長きにわたり運用に携わってきたが、やっと少ない人員、低予算で、ほぼ満足のいくシステムになったと自負したいと感じている。

最後にテーマであった「DX化」について少し考えてみたが、これ以上のデジタル化は難しいとの考えに至った。唯一、障害のデータベース化により運用がスムーズに行われるようになった事が今更だが、DX化への一歩になるのだろうか？と思っている。今後、この方式のアップデートを繰り返し、さらに使いやすいものが出来上がれば技術職員として障害に対応する時短にも繋がり、少数精鋭の運用ができるようになるはずだと考えている。

最後に、この報告にあたり 下条准教授（NAO）、岩井准教授（名古屋大学）のお二人から頂いた助言に感謝を申し上げる。

参考文献

Shimojo, M. & Iwai, K. (2023) Over seven decades of solar microwave data obtained with Toyokawa and Nobeyama Radio Polarimeters. *Geoscience Data Journal*, 10, 114–129.

<https://rmets.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/gdj3.165>