

# 8 m電波望遠鏡再生プロジェクト ～宇宙電波の受信研究～

プロジェクト構成員  
佐藤 敏行，木津 健郷，中本 和洋  
前田 浩介，塩川 貴之，佐藤 雄一，近多 健輔

指導教員  
尾久土 正己（学生自主創造科学センター）

## 【演習の背景・目的】

工学系学部生にとってもものづくりは基本であり機械工作、電子工作、プログラムなどの基本的な部分を学んでゆく姿勢が求められる中、我々Die Stimme des Kosmosでは宇宙、星、ものづくりなどに興味があるメンバーが集まり、電波望遠鏡を再生させるために活動を行なった背景があります。

昨年度に引き続き和歌山県みさと天文台に展示されていた電波望遠鏡を再生させることをそして 21cm 波(H 線)を観測することを最終目的にして研究を進めていきました。

今年度は昨年度と異なり、昨年度の活動の結果と経験を元にして目的を明確化することを行なうようにしました。前期、後期の作業方針を決めていくようにしていきました。

1 点目としては、ものづくりの過程で機械工作、電子工作を行なうこと、2 点目としては、専門外でわからないことなどは専門家の助けをかりながら知識や経験をつんでいくこと、3 点目は我々のできる知識や経験を元に学生を対象とした体験型学習の手助けなどを目的として活動を行ないました。

## 【演習の実施方法】

- 1、昨年度の活動結果を元に最終目的に近づくために行なわなければならないこと、問題解決を図らなければならないことを洗い出した。
- 2、その結果をもとにして大学での学生自主演習プロジェクトに申請を行い必要物品、必要経費などを計画した。プロジェクトの審査を受けた。
- 3、メンバーの増員を図った。
- 4、PCでの自動制御についてハイパーターミナルを用いて実験をした。
- 5、電波受信について専門家に尋ねた。それをもとにしてBS電波受信、太陽電波受信を行なった。
- 6、パラボラ製作についてメンバー間で勉強をした。その後、指導教員、研究員とともにパラボラ製作について検討を重ね製作に移った。
- 7、我々が行った活動についての広報および外部発信について検討を行い、昨年度に引き続きWEBベースの広報、大学内でのポスター設置を行なった。

## 【演習の成果】

我々が行なった活動について時系列にして表してみる。

時期	活動内容	関連項目
通期	メンバー通しの週1～2の勉強会+会議+活動、プロジェクトについての広報活動および勧誘	
4月～6月	活動で必要な物品選定、工作機械講習、電子工作実習	1,2
6月27日	学生自主演習プロジェクトヒアリング	2

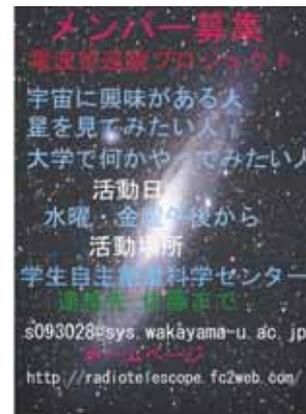
6月30日	学生自主演習プロジェクトとともに学生自主研究コンクールに申請	
8月4日	前期活動についてメンバーおよび指導教官の会議	1,4,5,6
8月~9月	昨年度架台のPC制御およびBS波の受信	4
9月17日	プロジェクトページの更新	7
10月27日	学生自主演習プロジェクト中間報告	
11月12日13日	橋本市主催青少年のための科学の祭典に京大とともにブースをだす	7
11月30日	和歌山大学にて太陽電波受信についての講義	5
12月~2月	受信部分についての検討およびパラボラ製作についての検討	6
12月17日	兵庫医科大学前田耕一郎助教授研究室訪問+太陽電波受信実習	5
1月12日	和歌山県みさと天文台訪問 8m電波望遠鏡再生についての会議に参加	
2月~3月	受信に必要な物品の購入+回路の自作+材料購入+パラボラ製作開始	6
3月18日	学生自主研究コンクールでの2次審査に参加	7

時系列の表に沿って成果報告を行う。

今年度は前期に3名のメンバーが後期には3名のメンバーが研究プロジェクトに参加したので、昨年度の広報が実を結んだものと考えられる。今年度も昨年度に引き続き2枚の広報ポスターを製作し掲示を行っている。



前期ポスター



後期ポスター

8月から9月にかけて昨年度製作した架台波の受信を行った。BSは放送衛星のことであり、放送衛星はわれわれが日ごろ利用しているものである。その方角は南西に受信できる。

われわれが行った受信方法は45cmパラBSに向ける受かっていることを確かめるためテレビに入力する方法をとりました。電波のCNNを受信しました。



写真1

45cm アンテナ架台

(写真1)を用いて強度の強いBS電波、放送衛星はわれわれが日ごろ利用し南西方向に向けることで、簡単

ボラアンテナを用いて南西方向のために、BS内臓ビデオデッキを介して強度が強いこともあり、BS5、BS7、



写真2  
CNNを受信したところ



写真3  
機材を運んでいるところ

この方法を用いれば BS の受信は可能になることがわかるが、われわれが目標とする 21cm 波 (H ) を受信するためにはこの方法を用いることができない。受信したことをモニターするためには、宇宙空間から降り注いでいる電波の強弱を表す必要があるので、デジタルアナメーターが必要になるために購入物品に含むことにした。

昨年度購入した架台に取り付けてあるローテーター ( 写真 4 ) を PC 標準のハイパーターミナルを用いて RS-232C ( D-Sub9 ) 制御を行った。



写真 4  
スタンダード製  
ローテーター

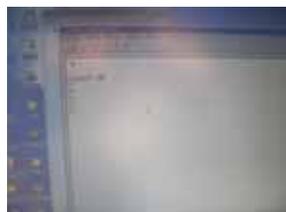


写真 5  
ハイパーターミナルを  
用いたローテーター制御

ハイパーターミナルを用いた制御には成功したが、コマンドを 1 入力しか受け付けない点、自動追尾制御ができない点などが検討課題として挙げられる。

9 月に来年度のプロジェクトを中心に行ってもらう 1 回生に Web ページの管理を任せた。このことにより、メンバー全員がはじめて行う作業や初めて勉強する内容ばかりであるために、わからない内容ばかりであるが、ページ管理や報告書製作を通して、プロジェクトの流れや知識習得の手助けになったと思われる。  
<http://radiotelescope.fc2web.com>

### 簡易分光器の作り方



写真 6  
当日使った説明ポスター



現在の Web ページ

11 月 12 日 13 日に和歌山県橋本市で開催された “ 青少年のための科学の祭典 “ に京大花山天文台の太陽についての展示ブースを我々も手伝いで参加した。我々の作業内容は来場者を対象とした分光器製作を教えた。準備段階から当日の光景は写真 6 ~ 9 であらわす。



写真 7  
分光器の型紙



写真 8  
型紙を組み立てる

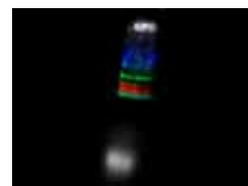


写真 9  
蛍光灯の分光  
2006 Summer Les Kosmos

来場者は小学生が大多数を占めていたので、わかりやすく作り方の説明を行い、そして、太陽からの光線を分光するとどうなるか？分光とは何か？などをわかりやすく説明を行った。その分野について基本的な知識しか持たない人を対象に説明する際にはその分野について多面的な知識と説明を行わなければならなかった。

11月から12月にかけて8月から9月に行ったBS受信の結果より受信対象を太陽から放出される電波を受信するために太陽電波受信について研究をされていた兵庫医科大学の前田耕一郎助教授に講義及び実習を行っていただきました。

太陽電波の受信には汎用のBSパラボラアンテナで可能であること、1GHz帯（IF帯）が受信対象であること、受信する際に必要となる物品の選定法、簡単な付加回路の作り方などがわかった。

また、医科大学にて太陽電波受信実習を行った。この際に、空が一番低く、太陽が高い値を示すこと、物質は黒体放射をしているために値が出ることなどを学んだ。

このことは、高校内容の知識と電子工作の知識と観測方法などを結びつける点で非常に大きな前進となった。われわれはおのおの部門について排他的に考えていたが、これが有機的に結びつく点を提示されたことで、作業について理解が深まった。

1月12日には約半年ぶりに和歌山県海草郡紀美野町みさと天文台に行き、そこで、昨年度から前進している8m電波望遠鏡再生のために作業方針などが話し合われる会議に学生側として参加した。望遠鏡部分の設計、電波受信部分の専門家の話を聞いた。内容としてはわれわれが行っている内容より高度で専門的内容であったが、基本的な考え方などはわれわれの行っている望遠鏡作成と似ている部分もあり、35年あまりしかない電波天文学は様々な専門領域と基本的な部分が結びついていることが明らかとなった。

2月～3月にかけては自主演習プロジェクトで獲得した活動予算すべてを活用して必要物品、材料などを購入した。1週間に4日クリエにメンバーが集まり、研究員の西端さんの協力の下に材料、部品選定さらにパラボラ製作、受信部分の製作を行った。

まず、材料選定をおこなった。

次に、2mパラボラの製作について青写真を西端さん協力の下に行った。昨年度の架台を用い、パラボラはアルミで作ることにした。パラボラの面を形成するリブ（支えの部分）は放物線を形成しなければならないが、大型曲げ機などはクリエにないために、当初は塩ビパイプを用いる案もあったが、リブの強度面を考慮した結果アルミに決定した。さらに、アルミを利用した理由としては鉄よりも軽量であるため、昨年度の架台を流用できると判断したためであった。

パラボラ製作で苦労した点は、小型の自作曲げ機（写真10）を使える状態にすることそして、曲げ機を用いてリブの放物線を誤差を少なく曲げることである。

まず、曲げ機についてはクリエ白井先生の協力の下完成させた。曲げ機の働き（図1）は材料を2点で固定した後に、固定面の逆方向から力を加えて曲げていくものである。そのために一定の力が加わらなければ、材料にゆがみが生じるので、一定の力を加えられるようにした。

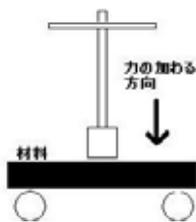


図1  
曲げ機の働き

そして、材料を曲げる際には、曲げる元となる型紙を製作し、型紙にあわせるように、材料に等間隔に曲げる基準となる印をつけた。（写真11）

その後、曲げ機を用いて作業員1～3名で曲げ作業を行った。作業人数は曲げ機操作、曲げ具合確認の2名が最も作業効率がよかった。（写真12）

その後、曲げた材料の曲げ具合を型紙と合わせながら微調整をした。（写真13）この作業は、かなり時間のかかるものでした。



写真12  
曲げ作業光景



写真13  
曲げの微調整



写真14  
曲げた材料あわせ



写真10



写真11  
曲げる位置

リブ部分に続いて、リブを固定するために中心にアルミ板で作った中心板の製作を行った。中心板にはリブの固定位置を決定する作業、ローテーターとパラボラをつなぐ材料との固定位置を決定する作業の後に、中心板は、コンタマシーンで寸法に合わせて材料を切り、ボール版で穴を開けた。そして、パラボラ固定部分は鉄を使い製作した。こちらの溶接作業はTig溶接を利用したが慣れていないせいもありうまく溶接できていない部分などがあったために白井先生に協力してもらった。



写真 15  
溶接した状態



写真 16  
パラボラ固定部



写真 17  
固定部におもりをつけた状態

昨年と異なりパラボラ自体が重くなるため、写真 17 のようにおもりをつけることでパラボラをローテータで動かした場合でもバランスが崩れないようにした。

リブと中心を固定した後に、ステンレス網をパラボラ面に張った。網の固定はバンドを利用した。バンドを用いた理由としては、網の針具合が調節できる。リブをいためることがないなどが挙げられる。(写真 18)

最後に、パラボラを昨年度架台に載せた後に、ローテーターで動かしたところバランスが悪かったために、架台を大きくすることにした。この作業は下代さんに協力をいただいた。



写真 18  
網を張る作業

受信部分については、受信用の材料の購入を行った後に、前田先生の協力の下、受信用に必要な検波回路などの製作を行った。

まず、パラボラアンテナの受信部分でブースター 検波回路に通した電波の変動などを調べた後に、製作したヘリカルアンテナでの受信を行った。

写真 19 は接続した状態であり、写真 20 は空に向けた際の値で、写真 21 は太陽に向けた際の値である。この観測から太陽は広領域の電波をかなりのエネルギーで出力していることがわかる。



写真 19  
受信回路



写真 20  
空に向けた場合



写真 21  
太陽に向けた場合



写真 22  
完成した 2 m 電波望遠鏡

## 【今後の検討課題】

今後の検討課題としては、

- ・メンバー間の連絡を密にすることで作業効率を上げる
- ・メンバーの専門性を上げる
- ・パラボラ製作の前段階で詳しい設計図を書く
- ・高周波に対応できるような回路設計を学ぶ
- ・

## 【感想】

### メンバーの感想

いよいよ自分たちで電波望遠鏡を作ることになったのですが、思ったよりも難しく、多くの知識も必要としました。しかし、できてくると楽しくなって、やっていたよかったです。

近多健輔（システム工学部光メカトロニクス学科 1 回）

思っていたより理学的な要素や、苦手な回路系の要素が強かったので、苦労しましたが、面白かったです。

塩川貴之（システム工学部光メカトロニクス学科 1 回）

今回このプロジェクトに参加することで電波望遠鏡の構造や主な仕組み、観測対象の特徴などプロジェクトに関する基礎的な要素の理解を深めることができました。また、これらの過程で得られた知識についてそれに関連する事象についての興味も湧くこととなり、更なる学習意欲がおきプロジェクトに反映させたいともいえました。

前田浩介（経済学部 2 回）

発表当日で感じたことは、春休み前の時間をうまく利用できていなかったのがもったいないと思いました。設計などを自分達で少しでもやるべきだった。

中本和洋（システム工学部精密物質学科 2 回）

昨年度よりメンバーが増え、昨年以上の活動をできたと思います。

今年度は、専門の方の協力も受け徐々に観測できるデバイスに変化していく様はわくわくするものでした。今回の検討課題に気をつけ研究が進むとすばらしいものができるのではないかと思います。

佐藤敏行（システム工学部精密物質学科 2 回）

## 【その他】

2005 年度 第 7 回学生自主研究コンクール奨励賞受賞

2006 年度 橋本市青少年のための科学の祭典に参加

学生自主演習プロジェクト中間発表に参加

第 8 回学生自主研究コンクール佳作受賞