

電波観測システム概論 Introduction to Radio Observation System

科目コード(Course Number) 20DASb02

物理科学研究科 School of Physical Sciences 天文科学専攻
Department of Astronomical Science 電波天文学 Radio Astronomy

学年(Recommended Grade) 1年 2年 3年 4年 5年

2単位(credit) 後学期 2nd semester

朝木 義晴 (ASAKI Yoshiharu)

【授業の概要 Outline】

宇宙電波を観測する際に必要となる望遠鏡システムと、その観測法、データ取得法、データ校正法について講義を行う。本講義では特に電波干渉計システムについての原理と受信した宇宙電波の実際の処理について紹介していきたい。We are going to learn radio astronomy telescope system, radio-wave observing method, data acquisition, data calibration scheme. Particularly we are going to focus on principles and reality of the data processing of radio astronomical interferometry system in this course.

【教育目標・目的 Aim】

電磁波において波長がメートルからサブミリメートルにおける領域の放射を測定する際に必要な観測装置について理解を深め、最新の望遠鏡システムで得られるデータの内容について把握することを目標とする。また、とりわけ電波干渉計システムのデータ処理の過程で重要となる基礎的な数理的背景について理解することを目標とする。

The purpose of the course is to understand observing systems to be required to observe electromagnetic waves with the wavelength of meters to submilli meters as well as acquired data. Particularly we are going to deeply understand the background of the mathematical treatment of radio astronomical interferometry system.

【成績評価 Grading criteria】

授業最後に課題を出し、レポートとして提出すること。レポートの内容によって評価を行う。講義への出席を重要視する。

After giving all the lectures, several subjects relevant to this course will be given. The subjects shall be solved and submitted, so that evaluation is made based on your analysis results. Importance is placed on attendance of the lectures as well.

【授業計画 Lecture plan】

- 第 1 回 電波天文学の歴史 / History of Radio Astronomy
電波天文学の興りと発展の経緯について紹介する。
We are going to learn the start and development history of radio astronomy.
- 第 2 回 宇宙電波の放射源 / Astronomical Bodies Emitting Radio Waves in the Universe
宇宙電波が放射される仕組みとそれら天体の性質について概略を説明する。
Mechanisms to emit astronomical radio waves and their astronomical sources are introduced.
- 第 3 回 電波望遠鏡天文台 / Radio Astronomy Observatories in the World

世界で活躍中の、あるいは活躍してきた電波天文台について紹介する。

Astronomical radio observatories in the world are introduced.

- 第 4 回 宇宙電波望遠鏡(1):アンテナ(1) / Astronomical Radio Telescopes: Antennas (1)
宇宙電波を集光するために必要なアンテナ・システムについて学ぶ。様々なアンテナの形態について紹介する。

Antenna systems to concentrate radio waves is introduced. We are going to see various kinds of antenna structures which have been used for radio astronomy.

- 第 5 回 宇宙電波望遠鏡(2):アンテナ(2) / Astronomical Radio Telescopes: Antennas (2)
宇宙電波を集光するために必要なアンテナ・システムについて学ぶ。とりわけ現在のアンテナでは最も多く用いられているパラボラアンテナについて学ぶ。

Antenna systems to concentrate radio waves is introduced. We are going to understand parabola antenna system which is mainly used for recent radio telescopes.

- 第 6 回 宇宙電波望遠鏡(3):ヘテロダイン受信機(1) / Astronomical Radio Telescopes (3): Heterodyne Receivers (1)
宇宙電波を受信するための受信機について学ぶ。受信機の動作原理とその増幅機構について紹介する。

Astronomical receivers are introduced. Operating principles and mechanism to amplify the received signals of astronomical receivers are learned.

- 第 7 回 宇宙電波望遠鏡(4):ヘテロダイン受信機(2) / Astronomical Radio Telescopes (4): Heterodyne Receivers (2)
宇宙電波を受信するための受信機について学ぶ。信号増幅後に施される周波数変換や検波、分光について学ぶ。

Astronomical receivers are introduced. We are going to focus on frequency conversion, signal detection, and spectroscopy of amplified radio waves.

- 第 8 回 電波干渉計システム(1):原理 / Astronomical Radio Interferometry System (1): Principles
電波干渉計の原理について学ぶ。
Principles of astronomical radio interferometry is introduced.

- 第 9 回 電波干渉計システム(2):現実的な干渉計システム(1) / Astronomical Radio Interferometry System (2): How to realize the system (1)
電波干渉計は非常に複雑な大型観測システムである。原理をもとに、いかにこのシステムを実現させていくかについて学ぶ。天体追尾、遅延追尾、相互相関について学ぶ。

Astronomical radio interferometry is very complex

astronomical observing system. We are going to learn how to realize astronomical radio interferometry system based on the principles. Radio source tracking, delay tracking, and cross correlation are learned.

第 10 回 電波干渉計システム (3): 現実的な干渉計システム (2) / Astronomical Radio Interferometry System (3): How to realize the system (2)
受信した信号の周波数変換とドップラー追尾について学ぶ。
Frequency conversion and Doppler tracking are introduced.

第 11 回 電波干渉計システム (4): 現実的な干渉計システム (3) / Astronomical Radio Interferometry System (4): How to realize the system (3)
現在主要なデータ処理法として施されているデジタル信号処理について学ぶ。
Digital signal process in astronomical radio interferometry is introduced.

第 12 回 電波干渉計システム (5): 測定誤差要因と校正法 / Astronomical Radio Interferometry System (5): Observable Errors and Data Calibration
電波干渉計において主要な誤差要因とその校正方法について紹介する。
Error sources in observables and data calibration in radio interferometry are introduced.

第 13 回 電波干渉計システム (6): 画像合成 / Astronomical Radio Interferometry System (6): Image Synthesis
現代の電波干渉計においてデータ処理の最終段階に位置する画像合成について学ぶ。
Image synthesis which is placed in the final stage of the data reduction of radio interferometry is introduced.

第 14 回 宇宙電波観測計画の立案と実行 / Observation Proposals of Radio Astronomy
電波望遠鏡や電波干渉計を利用して観測を行う際のプロセスについて紹介する。
Observing plan in using radio telescopes and/or radio interferometry and its process are introduced.

第 15 回 電波天文学の科学的成果 / Epoch Making Science of Radio Astronomy
これまで電波天文観測によって得られてきた重要な科学的成果について紹介する。
Important scientific results in radio astronomy will be shown.

〔実施場所 Location〕

国立天文台三鷹キャンパス

Mitaka campus of National Astronomical Observatory of Japan

〔使用言語 Language〕

資料は英語で準備。受講生全員が日本人の場合は日本語で講義、それ以外の場合は英語で講義を行う。

Documents provided are written in English. If the students attending lectures are all Japanese, the lectures are made in Japanese. In other cases, the lectures are made in English.

〔教科書・参考図書 Textbooks and references〕

References (in Japanese)

宇宙の観測 II -電波天文学 (シリーズ現代の天文学) : 中井直正・坪井昌人・福井康雄[編] (日本評論社)

References (in English)

“Tools of Radio Astronomy” Thomas Wilson, Kristen Rohlfs, Susanne Huettemeister, Springer

〔関連URL Related URL〕

URL:

〔上記URLの説明 Explanatory Note on above URL〕

〔備考・キーワード Others/Keyword〕