

電波天文学 I Radio Astronomy I

科目コード(Course Number) 20DASb04

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) 前学期 1st semester
亀野 誠二 (KAMENO Seiji)

【授業の概要 Outline】

天体の諸階層の電波観測の現状を概観し、電波天文学の基礎的事項を講述する。

Lecture on bases of radio astronomy and overviews of radio observations for astrophysical phenomena.

【教育目標・目的 Aim】

- 電波観測の特徴を理解する。
- 電波観測データから天体の物理量を導出する。
- 代表的な電波天文の論文を読解する。
- Understanding characteristics of radio astronomy observations.
- Deriving astrophysical properties from observed data.
- Reading some radio astronomy papers comprehensively.

【成績評価 Grading criteria】

下記の項目と重みで評価する Evaluation items with weights

50% : 期末レポート a term paper

25% : 実習結果 performance in practicums

25% : 電波天文の論文読解 reading comprehension of radio astronomy papers

【授業計画 Lecture plan】

第 1 回 電波天文学の特長と意義 Introduction to radio astronomy

電波は電磁波の中で最も波長が長く、電磁波を波として扱える。この特長を活かして、高分散分光や干渉計による高角分解能や偏波など際立った観測が実現している。本講では電波天文の代表的な観測成果を紹介し、電波天文学の意義を述べる。
Understand characteristics of radio astronomy, such as high-dispersion spectroscopy, high-angular-resolution, and polarimetry, and introduction to representative fruits to justify importance of radio astronomy.

第 2 回 電波放射過程と放射輸送 Radiation and propagation of electromagnetic wave

電磁気学の基礎から電波放射と放射輸送過程を導く。放射源および伝播経路の物理状態が、どのように観測される電波に波及するかを理解する。
Radio emission and propagation mechanisms based on electricity and magnetism. Consider how physical process in the propagation path influences Consider how observed radio signals

第 3 回 電波観測と物理量 (1) 連続波放射 Continuum

電波放射のうち、広い周波数に渡ってスペクトルが分布する連続波放射について述べる。熱的放射であるプラズマ自由-自由放射やダスト放射、非熱的放射であるシンクロトロン放射を紹介する。

Understand continuum emission mechanisms such as plasma free-free emission, dust emission, and synchrotron radiation.

第 4 回 電波観測と物理量 (2) スペクトル線 Spectral lines
電波放射のうち、特定の周波数に放射が集中するスペクトル線について述べる。熱的放射である原子・分子輝線放射、非熱的放射であるレーザー放射やサイクロトロン放射を紹介する。

Understand spectral lines such as atomic and molecular emission lines, masers, and cyclotron radiation.

第 5 回 単一鏡観測(1) ヘテロダイン観測 Heterodyne observations

電波観測の特徴である、波を時系列データとして受信する観測方法を述べる。受信機・周波数変換・分光計・パワーメーターなどの観測システムを紹介する。

Understand methods of heterodyne observations and devices such as receiver, frequency conversion system, spectrometer, and power meter.

第 6 回 単一鏡観測(2) 光子観測 Photometry

電波を光子として検出する観測方法を述べる。ボロメーターやMKIDなどのカメラの原理を紹介し、ヘテロダイン観測と比較した長所・短所を考察する。

Introduction to radio photometry such as bolometers arrays and MKID cameras. Comparison with heterodyne observations.

第 7 回 単一鏡観測データ解析の実習 Practicums on single-dish observations

アーカイブデータを用いて、単一鏡によるスペクトル線の観測結果を解析する。

Spectral analysis of archival data from a single dish

第 8 回 電波干渉計 (1) 干渉計の原理 Interferometry principle

干渉計の原理を紹介する。干渉計観測で得られるビジビリティが輝度分布のフーリエ成分であるというVan Cittert-Zernikeの定理を理解する。

Introduction to interferometry. Understand Van Cittert-Zernike theorem which states that products of an interferometer, visibilities, are Fourier components of brightness distribution.

第 9 回 電波干渉計 (2) 干渉計による撮像 Synthesis imaging

ビジビリティを逆フーリエ変換することで輝度分布を推定できることを理解する。有限のビジビリティセットから得られる像合成の性能を把握する。

Understand that synthesis imaging via inverse Fourier transform of a visibility set. Estimate imaging performance of an interferometer.

第 10 回 干渉計観測データ解析の実習 Practicums on interferometry

アーカイブデータを用いて、電波干渉計で得られたデータの撮像を行う。

Synthesis imaging of archival data from a radio interferometer

第 11 回 偏波観測の原理 Polarimetry principle

偏波の基礎を学び、偏波観測の原理を理解する。ワイヤグリッドを用いた計測、1/2波長シフタを用いた観測、1/4波長シフタを用いた観測、相互相関を用いた観測などの手法を知る。

Learn basis of polarimetry. Methods of polarimetry such as wire-grid measurements, half-wavelength shifter, quarter-wavelength shifter, and cross correlations.

第 12 回 偏波観測と物理量 Polarimetry and physics

偏波観測で得られる天体の情報、特に磁場と偏波の関係について学ぶ。ダストによる散乱・非等方放射、シンクロトロン放射とファラデー回転、ゼーマン効果など重要な過程を理解する。

Learn physics derived from polarimetry, especially on magnetic fields. Understand physical processes such as dust polarization, synchrotron radiation and Faraday rotation, and Zeeman effect.

第 13 回 電波観測の論文読解 (1) reading comprehension of radio astronomy papers

単一鏡電波観測の成果の中から代表的な論文を読解し、電波観測の論文で使われる用語を理解すると共に、観測結果からどのようにして物理量を導出しているか学ぶ。

Read representative radio astronomy papers on single-dish observations. Understand terminologies and concepts, and follow the logic how physical parameters are estimated based on observables.

第 14 回 電波観測の論文読解 (2) reading comprehension of radio astronomy papers

電波干渉計観測の成果の中から代表的な論文を読解し、電波観測の論文で使われる用語を理解すると共に、観測結果からどのようにして物理量を導出しているか学ぶ。

Read representative radio interferometry papers. Understand terminologies and concepts, and follow the logic how physical parameters are estimated based on observables.

第 15 回 期末レポート term paper

期末レポートの課題を解説する。

Explanations for a term paper

〔実施場所 Location〕

講義室 (国立天文台三鷹キャンパス)

〔使用言語 Language〕

スライドは英語

口頭の説明は受講者による。1人でも日本語を母語としない受講生がいる場合は英語、それ以外は日本語

Slides in English

Oral talk depends on attendees. If anybody doesn't speak

Japanese native tongue, talk in English. Otherwise, talk in Japanese.

〔教科書・参考図書 Textbooks and references〕

教科書は指定しない。講義資料は配布あるいはオンライン上に置く。参考図書は以下の通り。

No textbook required. Handouts will be delivered in printed material or online. Reference books are follows.

放射過程 Radiative process:

- Radiative Processes in Astrophysics, G. B. Rybicki, A. P. Lightman, Wiley-Interscience

- Physical Processes in the Interstellar Medium, L. Spitzer Jr., Wiley-Interscience

- シリーズ 現代の天文学 12 「天体物理学の基礎II」 観山正見・野本憲一・二間瀬敏史 編 日本評論社

Radio Astronomy

- Radio Astronomy 2nd ed., John D. Kraus, Cygnus-Quasar Books

- Tools of Radio Astronomy (5th ed.), T. L. Wilson, K. Rohlfs, S. Hüttemeister, Springer

- Interferometry and Synthesis in Radio Astronomy (2nd ed.), Thompson, Moran, Swenson, Wiley-Interscience

- 現代の天文学第16巻電波観測 (日本評論社)

〔関連URL Related URL〕

URL:<http://www.alma.cl/~skameno/SOKENDAI/>

〔上記URLの説明 Explanatory Note on above URL〕

授業のスライド, 資料, 実習用のデータと手順, 期末レポート課題などを掲載する。

Access to slides, materials, data, instructions, and term-paper subjects

〔備考・キーワード Others/Keyword〕

Radio

- astronomy

- telescope

- observation