

理系大学生のための
太陽研究最前線ツアー2010
2010年8月17日~20日

日程	2
注意事項	3
講義シラバス	4~14
日本の大学院における太陽研究室とその連絡先	15
参考資料：2011年度の大学院入試	16



日程

● 1日目：8月17日（火）

11:00 オリエンテーション（草野完也）

ツアー全体の概要と参加者の自己紹介

11:15 講義1 「太陽物理学入門」（横山央明）

12:15 昼食（お弁当）

13:15 講義2 「太陽フレアにおける粒子加速」（増田智）

13:45 講義3 「太陽風の物理」（鈴木建）

14:15 講義4 「宇宙天気と宇宙気候：太陽活動を予測する」（草野完也）

15:15 自由質問コーナー

16:15 飛騨天文台へ向け出発：夕食 @ひるがのSA

20:00 飛騨天文台到着

部屋割り、諸注意、65cm 屈折望遠鏡見学

入浴、夜食、ビデオ上映、随時就寝

● 2日目：8月18日（水）

講義、実習の順序は天候に依存する

講義5 「爆発だらけの太陽と宇宙—磁場から宇宙の謎にせまる
～私の研究変遷史（1973–2010）～」(柴田一成)

講義6 「太陽を調べる光の目」（一本潔）

ひので共同観測の見学、実習

宿泊飛騨天文台

● 3日目：8月19日（木）

08:00 出発

11:00 野辺山到着

(昼食野辺山観測所)

講義7 「電波で見る太陽」（下条圭美）

野辺山太陽電波ヘリオグラフ見学、実習

宿泊国立天文台野辺山

● 4日目：8月20日（金）

08:00 出発

11:00 三鷹到着

昼食（三鷹キャンパス）

講義 8 「太陽観測衛星「ひので」」(清水敏文)

講義 9 「太陽内部のダイナミクス」(関井 隆)

講義 10 「次期太陽観測衛星 SOLAR-C」(原 弘久)

懇談時間、アンケート記入

17:00 解散

注意事項

- 移動中は添乗者(大井瑛仁:茨城大学大学院)、各観測所滞在中は担当教員の指示にそれぞれ従ってください。
- 具合が悪くなった場合は、すぐに申し出てください。
- 参加費用(7,000 円の予定)は飛騨天文台でお支払いください。
- 本日配布した名札はツアー終了まで利用します。なくさずに持ち歩いてください。ツアー終了後は記念にお持ち帰り下さい。

講義 1 : 太陽物理学入門

講師：横山央明（東京大学大学院理学研究科）

講義概要：

太陽とはどういう星なのか、なぜ太陽を研究するのか、具体的にはどういう研究課題があるのか、について概略的に話す。

講義内容：

- ・ 太陽概要
- ・ なぜ太陽を研究するのか？
- ・ 重要研究課題
 - 爆発現象
 - 太陽活動周期
 - コロナ加熱
- ・ 太陽研究の手法
- ・ 東大地惑横山研の紹介

講義 2: 太陽フレアにおける粒子加速

講師: 増田智 (名古屋大学太陽地球環境研究所)

講義概要: 太陽系最大の爆発現象である太陽フレアが発生すると、太陽大気が急激に加熱されるとともに、大量の高エネルギー粒子が生み出される(粒子加速)。粒子加速は、宇宙のあらゆるところで起きている普遍的な物理現象であるが、その機構はよく分かっていない。太陽フレアは、近い場所で起きる粒子加速の現場であり、詳細な観測が可能である。本講義では、特に人工衛星による硬 X 線観測の最新の結果を紹介しつつ、太陽フレアにおける粒子加速の問題をレビューする。

講義内容 :

1. 硬 X 線放射と観測装置
2. 太陽フレアの硬 X 線観測
3. 太陽フレアにおける粒子加速問題

講義3：太陽風の物理

講師：鈴木建（名古屋大学大学院理学研究科）

講義概要：太陽からはプラズマの流れである太陽風が常時吹き出しているが、その駆動のメカニズムについては分かっていないことが多い。講義では、太陽風駆動機構を理解するための、太陽風の観測と、数値シミュレーションなどを用いた理論的研究について紹介する。

講義内容：

1. 太陽風の概要 –現状の理解と未解明点-
2. 太陽風駆動機構の解明に向けて
 - 2.1 太陽風の観測的研究
 - 2.2 太陽風の理論・数値シミュレーション研究

講義 4：宇宙天気と宇宙気候：太陽活動を予測する

講師：草野完也（名古屋大学太陽地球環境研究所）

講義概要：地球の公転軌道は太陽圏の深部に位置している。それゆえ、太陽活動は地球とその周辺の宇宙環境にも多大な影響を与える。この講義では太陽圏の深部に住む我々の環境が、如何に太陽活動と密接に関係しているのかを理解すると共に、最先端の太陽研究に基づいて太陽活動の変動を予測し、我々の生活と社会活動に役立てるための宇宙天気・宇宙気候研究について考える。

講義内容：

1. 太陽地球環境システムについて
 - (ア) 太陽と太陽圏
 - (イ) 太陽と地球をつなぐもの
2. 宇宙天気
 - (ア) 太陽嵐（太陽フレア・コロナ質量放出）とは
 - (イ) 太陽嵐の影響
 - (ウ) 太陽嵐の発生機構
 - (エ) 太陽嵐の発生予測：その現状と課題
3. 宇宙気候
 - (ア) 太陽活動と気候変動：さまざまな相関現象
 - (イ) 太陽活動による気候変動の可能なメカニズム
 - (ウ) 太陽黒点活動のメカニズム
 - (エ) 太陽長期活動の予測：その現状と課題
4. 名古屋大学での太陽研究
 - (ア) 太陽宇宙環境物理学研究室（SSt 研）
 - (イ) 理論宇宙物理学研究室（Ta 研）
 - (ウ) 大学院入試について

講義 5 : 爆発だらけの太陽と宇宙—磁場から宇宙の謎にせまる

～私の研究変遷史 (1973–2010)～

講師 : 柴田一成

京都大学理学研究科附属天文台、教授、台長

京都大学宇宙総合学研究ユニット、ユニット長

講義内容 :

1. 大学 (京大理学部) (1973–1977) : 活動銀河核とそこから噴出するジェットを解明したい
2. 大学院修士 (京大宇宙物理) (1977–1979) : そのために、天体爆発現象のひな型の太陽フレアと太陽ジェットを研究し、解明してヒントを得る。理論、特に、電磁流体シミュレーションでせまる
3. 大学院博士 (京大宇宙物理) (1979–1981) : 様々な太陽ジェット (スピキュール、サージ、、、) を研究
4. 愛知教育大助手・助教授 (1981–1991) : 太陽ジェットのモデルを宇宙ジェットに応用し、世界で最初に宇宙ジェットの電磁流体シミュレーションに成功[1985、1986]
5. テキサス大学核融合研究所・客員研究員 (1987–1988) : Plasma Astrophysics について幅広く田島教授 (理論プラズマ物理学者) と共同研究、英文教科書を共同執筆開始 (出版は 1997)
6. 国立天文台助教授 (1991–1999) : ようこう衛星プロジェクトに参加、観測的研究にはじめて従事。太陽フレア・ジェットの統一モデルを提唱[1996、1999]。
7. 京大理附属天文台教授 (1999–) : 太陽フレア、恒星フレア、原始星フレアの統一モデル[1999、2002]、さらにマグネター、ガンマ線バースト研究へ。フラクタル・リコネクション説提唱[2001]
8. ひので衛星プロジェクト (2006–) —彩層アネモネジェット、ユビキタス・リコネクション説提唱。
9. 最近 (2004–2008–) : 宇宙天気予報の基礎研究。地球物理学者と共同研究開始。
10. 今後 : 宇宙天気研究から宇宙生物学、宇宙生存学へ。生物学者と共同研究へ。

参考文献 :

太陽の科学 (NHK ブックス) 2010 年 1 月、NHK 出版 (税込で 1018 円)

講義6：太陽を調べる光の目

講師：一本 潔（京都大学大学院理学研究科附属天文台）

講義概要：天体の物理状態に関する情報は、殆どすべて光（電磁波）によってもたらされるため、光がどのようにして形成され、我々の所まで伝搬するかを理解することは、天文学の基礎となるものである。近年の太陽観測は、 γ 線-X線-紫外線-可視光-赤外線-電波とあらゆる波長（エネルギー）領域の電磁波を駆使してすすめられている。本講義では光のもつ一般的な性質やそこに含まれる情報について総括し、波長に依存した強度分布（スペクトル）や、原子スペクトルの偏光の形成過程を解説する。そして、太陽プラズマの様々な物理量を導出するための手法、および、主として可視-赤外線領域において使われる、光の情報を取得するための観測手法について解説する。

講義内容：

1. 光の種類と太陽

いろいろな光で見た太陽

光の種類とスペクトル

太陽スペクトル

光に含まれる情報

2. スペクトルのでき方

連続光の形成

線スペクトルの形成

太陽の周辺減光

太陽の大気構造

原子スペクトルの偏光とプラズマ診断

3. 光を読みとる観測装置

空間を分解する望遠鏡

シーイングと補償光学系

波長を分解する分光装置

偏光を分解する偏光解析装置

世界の可視光望遠鏡

4. まとめ

5. 京都大学理学部・飛騨天文台ですすすめている研究

観測の種類とテーマ

装置開発のプロジェクト

講義 7 : 電波で見る太陽

下条圭美(国立天文台 野辺山太陽電波観測所)

講義概要：太陽から放射される電磁波の内、最も長波長側である電波、特にマイクロ波(波長が cm オーダーの電磁波)は、太陽の様々な構造および爆発現象から放射される。よって、マイクロ波帯の一つの波長を観測することにより、フレア時に光速の 30%程度まで加速される非熱的電子の振る舞いや、黒点内部の強磁場環境、1 万度程度のプラズマの塊であるプロミネンスの運動などを、一度に知ることができる。一方、一つの波長で様々な現象が見えてしまうため、それぞれの現象から放射されるマイクロ波の放射メカニズムを理解しないと、観測データから現象の物理を探ることは不可能である。そのため、本講義では、太陽大気中で起こるマイクロ波放射メカニズムの基礎を理解することからスタートする。その後、可視光など電波より短波長の電磁波とは大きく方法が異なる、電波による太陽画像の取得方法（電波干渉計の初歩）や、野辺山電波ヘリオグラフで得られた観測データから見る太陽大気の活動現象とその解釈を紹介する。最後に、太陽電波観測が謎を解く為の大きな鍵となる、太陽大気中での謎について議論する。

講義内容：

- ・ 太陽から放射されるマイクロ波の放射メカニズム
- ・ 電波による太陽画像を合成する（電波干渉計の基礎）
- ・ マイクロ波で見た太陽（フレア・黒点・プロミネンス放出現象）
- ・ 太陽電波で探るべき太陽のなぞ

講義 8 : 太陽観測衛星「ひので」

講師：清水 敏文 ((独)宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所(ISAS/JAXA)、
及び、総合研究大学院大学・物理科学研究科・宇宙科学専攻)

講義概要：太陽観測衛星「ひので」による宇宙からの太陽観測について概説する。「ひので」によって高解像度かつ高精度の観測を世界で初めて実現することで、日本の太陽観測衛星による研究は世界の最先端にある。講義では、「ひので」衛星の立案の経緯、「ひので」に搭載された最新鋭の観測望遠鏡を実現するために長年にわたり行われた先駆的な研究開発、「ひので」の打ち上げ、そして「ひので」を用いて研究者・大学院生が行っている観測や研究(のごく一部の具体例)について「ひので」がとらえた太陽画像・動画を紹介しながらお話しする。飛翔体を用いた観測研究は、飛翔体に載せる望遠鏡の開発研究の一翼を担い、そして最終的にその望遠鏡で観測を行うという一連の研究活動に醍醐味がある。宇宙からの観測研究の一端に触れることで、将来の進路の方向性としての参考情報を提供する。

講義内容：

0. 自己紹介
1. 宇宙からの太陽観測
 - (ア) 世界の太陽観測衛星、日本も主導する衛星観測
 - (イ) なぜ宇宙から観測するのか。
2. 太陽観測衛星「ひので」
 - (ア) 「ひので」立案のころ
 - (イ) ロケットによる打ち上げ
 - (ウ) 搭載された高性能望遠鏡
3. 可視光磁場望遠鏡による太陽表面観測
 - (ア) 可視光望遠鏡が持つ優れた性能、その実現にむけた開発
 - (イ) 望遠鏡がとらえた太陽表面
4. X線望遠鏡・紫外線分光装置による太陽コロナ観測
 - (ア) X線・極紫外線でみる太陽、その構造
 - (イ) コロナの不思議～コロナ加熱問題
5. 「ひので」の科学観測運用とデータ解析
6. JAXA と宇宙研について

参考資料(配布予定)：

- 1, 総研大ジャーナル第16号(2009年秋発刊) 「ひので」プロジェクト 特集号
<http://www.soken.ac.jp/journal/no.16/no.16.html>

講義9：日震学と太陽内部のダイナミクス

講師：関井 隆（国立天文台太陽天体プラズマ研究部）

講義概要：太陽内部にはさまざまなプラズマの流れがある。太陽の活動周期を駆動しているのも、こうした流れと磁場との相互作用の結果であると考えられており、ダイナモ機構と呼ばれる。実は、太陽表面の振動・波動の観測を基に、太陽内部のプラズマの流れを測定する方法があり、日震学と呼ばれている。この講義では、太陽内部構造やダイナモ機構の簡単なおさらいの後、日震学の基礎、また日震学の結果として明らかになって来た太陽内部のダイナミクスや、今後の課題について議論する。

講義内容：

1. 太陽内部構造とダイナモ機構
 - (ア) 太陽内部構造の概要
 - (イ) 太陽内部のさまざまな流れ
 - (ウ) 太陽活動周期とダイナモ機構
2. 日震学の基礎
 - (ア) 5分振動の発見と日震学の考え方
 - (イ) 音波による内部構造診断（グローバル）
 - (ウ) 音波による内部構造診断（ローカル）
3. 日震学でみた太陽内部のダイナミクス
 - (ア) 微分回転
 - (イ) 子午面環流
 - (ウ) 活動領域周囲の流れ
 - (エ) 超粒状斑にともなう流れ
4. 今後の課題

講義 10：次期太陽観測衛星 SOLAR-C

講師：原 弘久（国立天文台太陽天体プラズマ研究部）

講義概要：日本の太陽研究グループは、ひのとり(ASTRO-A)、ようこう(SOLAR-A)、ひので(SOLAR-B)と続いた太陽観測衛星がもたらした科学的成果をもとにして、次の太陽観測衛星「SOLAR-C」計画の検討を進めている。SOLAR-C 計画では、

- ・黄道面を離れた軌道から太陽磁気周期の起源・極領域活動性の理解を目指す A 案
- ・高解像度の分光・偏光観測に重心をおき、「ひので」により見出された彩層・遷移層・コロナの磁気散逸ダイナミックスの理解を目指す B 案

の2案を並立させて検討を進めている。これらの計画を紹介するほか、現在ポスドクや大学院生が主力となって準備を進めている観測ロケット実験について紹介する。

講義内容：

1. 飛翔体を使った太陽観測とは
2. これまでの日本の太陽観測衛星（ひので部分のごく簡単に）
3. 次期太陽観測衛星 SOLAR-C 計画
4. CLASP 観測ロケット実験計画

日本の大学院における太陽研究室と連絡先

- 東京大学大学院
 - 理学系研究科 地球惑星科学専攻
 - ◇ 太陽天体プラズマ研究室 (横山研)
横山央明 (yokoyama.t@eps.s.u-tokyo.ac.jp)
<http://www-space.eps.s.u-tokyo.ac.jp/group/yokoyama-lab/>

- 総合研究大学院大学・物理科学研究科・宇宙科学専攻
(宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究所)

坂尾太郎 sakao@solar.isas.jaxa.jp

清水敏文 shimizu@solar.isas.jaxa.jp 050-3362-4663

松崎恵一 matuzaki@solar.isas.jaxa.jp

宇宙研 <http://www.isas.jaxa.jp>

宇宙科学専攻 <http://www.isas.jaxa.jp/sokendai/>

所在地： 神奈川県相模原市中央区由野台 3 - 1 - 1

- 名古屋大学大学院理学研究科素粒子宇宙物理学専攻
 - 太陽宇宙環境物理学研究室 (SSt 研)
草野完也(kusano@nagoya-u.ac.jp)
増田智 (masuda@stelab.nagoya-u.ac.jp)
<http://st4a.stelab.nagoya-u.ac.jp/kusano/>
太陽地球環境研究所
 - 理論宇宙物理学研究室 (Ta 研)
鈴木建 (stakeru@nagoya-u.jp)
<http://www.ta.phys.nagoya-u.ac.jp>

- 京都大学大学院
 - 花山天文台
柴田一成 (shibata@kwasan.kyoto-u.ac.jp)
 - 飛騨天文台
一本 潔 (ichimoto@kwasan.kyoto-u.ac.jp)
<http://www.kwasan.kyoto-u.ac.jp/>

(参考資料)

関係する大学院の 2011 年度入試日程

大学院	入試種目	説明会	出願期間	入試日程
東京大学大学院理学系研究科	修士課程 (博士課程 入試は1月に 別実施)	2010年6月	2010年7月初め	2010年8月末(筆記)と9月初め(口述)
総合研究大学院大学 宇宙科学専攻	5年一貫制博士課程	2010年 6月28日	2010年 7月23日-29日	2010年 8月19日-20日
	5年一貫制博士課程3年次 入学	http://www.isas.jaxa.jp/sokendai/examination/index.shtml を参照		
名古屋大学大学院理学研究科	自己推薦入試	2010年 6月19日	2010年 6月28日- 7月2日	2010年 7月17日-18日
	一般入試	随時研究室へ連絡	2010年 8月2日- 8月4日	2010年 8月26日-28日
	2次募集	実施の有無は一般入試の後、決められる予定。		
京都大学大学院理学研究科	一般入試	2010年 6月26日	2010年 7月7日-9日	2010年 8月30日- 9月2日