

# 気象研究室の手引

our Lab. Info.

## 1 気象学について

**天気予報**は知っていても、**気象学**がどんな学問かはわかりにくいと思います。気象学の範囲はとても広いのですが、ここではその一端を御紹介しましょう。より詳しくは、参考図書の内容を設けましたので、そちらを参照して下さい。

### 1. 気象学の歴史

近代的な気象学の幕開けは、17世紀に行われた**トリチェリ**の実験でした。水銀柱が気圧を表すことがわかったのです。その後、気圧が天気と関連することがわかり、西ヨーロッパ各地で気象要素を観測することが行われるようになりました。19世紀に入って、地図の上にデータを記して等値線を書いてみると、1,000km程度の大きさを持った構造があることや、その構造がある程度規則的な動きをすることがわかってきました。そして19世紀のなかばには通信技術が発達し、その進歩により観測データを迅速に集めることにより、**天気図**が作成されるようになりました。

そして20世紀になり、気象学は格段の進歩を遂げました。1930年代ごろ、上空の大気を観測するために**ラジオゾンデ**という機器が開発されました。上空の様子が変わってくると同時に、1940年代には、**低気圧の発達理論**や、地球を取り巻く**ジェット気流の蛇行についての理論**も提唱され、力学的な説明が行われるようになりました。

1970年代ごろから活躍し始めた**気象衛星**の存在も重要です。観測対象を、謂わば、「点から面へ」広げることができたからです。初期には雲の分布しかわかりませんでしたが、今では様々な計測のために人工衛星が用いられています。

気象力学理論は、1950年代には**室内実験**と共に発達しました。しかし、1980年頃からは、次第にコンピュータを用いた**モデル計算**が多用されるようになりました。そして、より現実の大気の振舞に似せるために、あらゆる知識がかけ集められ、コンピュータのプログラムに組み込まれるようになっていきました。

近年は、**惑星探査**の技術も発達し、惑星大気についての情報も得られるようになりました。日本にも、近く、金星へ向けて探査機を打ち上げる計画があります。他の惑星の大気も、地球とパラメタ(回転速度・密度分布・熱源の分布)が異なるだけで、気象学の対象になります。

観測対象が広がれば広がる程、計算機が発達すればする程、新しい現象が見つかり、それを説明するような理論も提唱されます。こうして気象学は急速に発達しました。その発展のサイクルは現在も変わりません。

2. 気象学の研究対象と分類

気象学の研究対象は、次のような分野に大まかに分類されます。

気象力学	低気圧・高気圧・前線・台風の発達や移動のメカニズム、波動(ロスビー波、重力波)や対流(海陸風循環、積雲対流)の役割
中層大気	冬季に極域にできる渦の運動のメカニズム
メソスケール	1,000km 程度よりも小さい低気圧や竜巻の構造・発達メカニズム
境界層・乱流	地表面近くの大気の複雑な運動の記述
放射	大気中の分子・粒子による太陽光線の吸収・散乱・赤外線の見積もり・計算、虹や青空や夕焼け空
雲物理学	雲の中の雨粒・雪の結晶の成長、粒径の分布
大気化学	大気中の微量な酸化物・エアロゾル等の反応や挙動
データ解析	エルニーニョ現象・北極振動現象など、データ解析による現象の抽出

3. 研究方法と研究に必要なもの

気象学の研究のスタイルは、理論, 実験, 観測, データ解析に大別されます。

理論

勉強と議論が必要です。また、理論計算を助けてくれる計算機の内容は重要です。(必要なもの: 紙, 鉛筆, 議論相手, 計算機)

実験

室内実験と数値実験(コンピュータシミュレーション)とに大別されます。前者は、地球の大気の運動の一つの側面を、水や空気を使って実験室内で再現するものです。(必要なもの: 実験装置, 計算機)

観測

1点1点の観測の積み重ねが重要なのはもちろんですが、気象学では、複数の地点で同時に観測を行っては何かが言えるという場合が多いのです。そのような事情から、概して観測を自前で行うには莫大な費用がかかります。しかし、近年、様々な観測装置が開発されつつあります。少額でもアイデア次第で観測装置を開発し、面白い結果を得ることもできるでしょう。(必要なもの: (莫大な予算 あるいは) アイデア)

データ解析

通常、観測が大きなプロジェクトで行われるので、観測をする人と解析する人が分離されてきています。観測プロジェクトや計算機での計算で得られたデータを解析します。(必要なもの: 計算機)

どの場合でも、自分でプログラムを組む能力は求められることとなります。

## 2 学芸大学の気象学研究室

### スタッフ

松田 佳久	教授	気象力学・惑星科学
森 厚	助手	気象力学・気象データ解析学

### 研究設備

#### 観測装置・実験装置

- Davis 社 Weather Monitor II
- 回転台 (回転速度を変えられる回転台です。)
- 高時間分解能の気圧観測システム (構築中)

#### 計算機 (ハードウェア)

- PC (Linux)  
パソコンは 10 台以上ありますが、その OS は、ほとんど Linux (Debian GNU/Linux) です。

#### 計算機 (主要ソフトウェア)

- 流体計算パッケージ (PHOENICS)
- 統計処理・信号処理環境 (R, Octave 等)
- 計算機言語の開発環境 (C, Fortran, perl, Java 等)
- 文章・ポスター作成用環境 (OpenOffice, TeX, Tgif 等)

#### 主要データ

- 客観解析データ (あるいは数値予報初期値)
  - アメリカ気象関連機関 (NCEP, NCAR) が作成したデータ。(1965 ~ 1999)
  - 気象庁が天気予報のために運用しているデータ。(1999 年 12 月 ~ )
  - 気象庁 GPV(Grid Point Value: 日常の天気予報に用いる格子点データ) (2002 年夏 ~)
- AMeDAS データ (1977 ~ 1999), 地上気象観測原簿等、気象庁が観測したデータ
- 本学に設置した Davis 社 Weather Monitor II 観測データ

学術雑誌 現在継続して購読しているものは以下の通りです。

- Journal of Atmospheric Science(アメリカ/気象学)
- Journal of Climate(アメリカ/気候学,2002 年のみ)
- Bulletin of the American Meteorological Society(アメリカ/気象学)
- Quarterly Journal of Royal Meteorological Society(イギリス/気象学)
- Journal of the Meteorological Society of Japan(日本/気象学)
- 天気 (日本/気象学)
- Journal of Fluid Mechanics(イギリス/流体力学)
- ながれ (日本/流体力学)

### 3 履修の手引

ところで皆さん、上空の空気はどうして落ちてこないのでしょうか。皆さんは、上空の空気が冷たいことを知っていると思います。また、冷たい空気の方が暖かい空気よりも密度が高いことも知っているでしょう。そうしたら落ちてくるような気がしませんか。この簡単な疑問により正確に答えるためには、**熱力学**と**静力学平衡**に関する知識が必要になります。

また、下層の雲が東に流され、上層の雲が北北東に流されている時は、冷たい空気が流れてくると言われています。それはなぜでしょう。これを理解するには、**力学の慣性力**や、**流体力学の運動方程式**を理解する必要があります。**電磁気学**は流体力学のアナロジーで記述されている部分が多く、**ベクトル解析**も共通していますので、是非、学習して欲しい科目です。

2つデータに関係があることをどうやって示せばいいのでしょうか。どんな分野でもそうですが、実験あるは観測をして、得られた複数のデータから何かを主張するためには、**統計学**の知識は欠かせません。例えば二つの集合の平均値を比べる時に、どれくらい違えば、誤差やデータ自身の揺らぎに対して有意に違うと言えるのでしょうか。統計学の**検定**はそのような場合の有効な手段です。更にデータ量が多い場合には、**多変量解析**と呼ばれる方法を用います。この解析には**線形代数**で扱う**ベクトル・行列**等の基本的な数学も必要になってきます。

以上のような観点から、必修科目(S)・地学関連科目科目以外で、受講を推めたい科目をあげてみました。これを参考に、自分でシラバス等を調べ、自然科学の基礎的な科目は積極的に履修しましょう。特にA,B類では、必修科目の関係で**3年生になると履修できなくなる**ことが多いので早めに履修しておきましょう。

	科目名	A,B類	F類	備考
I 学期	基礎物理数学	SA	SA	水 3
	微分方程式とその応用	CA	CA	木 2
II 学期	自然と数理	CA	CA	木 1
	応用物理数学	SA	SA	水 1
	物理学概論	SA	SA	水 2
III 学期	物理学演習	SA(A),S(B)	その他	木 3
	力学及び演習 I	SA	SA	火 5
	電磁気学及び演習 I	SA	SB	水 3
	流体力学	その他	SA	火 3
	材料力学 I	その他	SA	水 2(地震の場合)
IV 学期	自然科学のための数学	SB	SA	木 3
	力学及び演習 II	SA	SA	木 5
	電磁気学及び演習 II	SA	SB	水 3
	材料力学 II	その他	SB	水 2(地震の場合)
	コンピュータ・プログラミング	CA	CA	木 1,2
	フーリエ解析	その他	その他	月 2
	数値解析法 I	その他	その他	火 5
参考	測定・評価演習 I・II			火 2(大学院)
	心理統計法	その他	その他	前水 2,3
	流体地球物理学	SB	SA	前月 5

## 4 参考図書

授業以外でもきちんと本を読んで学習するのは、大学での学習の基本です。

### 物理学・数学

- 岩波書店 物理学入門コース (全 10 巻)  
高校までの物理学・数学の知識が前提になっていて、はじめて取り掛かるにはいいシリーズだと思います。  
特に、「力学」(1巻)、「電磁気学」(3,4巻)、「熱・統計力学」(7巻)、「弾性体と流体」(8巻)、「物理学のための数学」(10巻)は役立ちます。
- 岩波書店 物理テキストシリーズ (全 10 巻)  
入門コースよりはやや程度が高く、通常、大学 2,3 年レベルの授業でよく使われているテキストのシリーズです。  
「流体力学」(9巻)は大変よく書かれていると思いますし、大気中の現象は様々な振動現象であると考えられるので、「振動と波動」(7巻)も勧めたい本です。

これらの物理学の教科書本は、高校までのテキストと全く違う本だと思います。本に書かれた 1 つの式の導出に 1 時間以上考えることも稀ではありません。時間がかかってもじっくり読んで、書いてあることが頭の中に定着するような読み方を心がけて下さい。

### 気象学関係

- 自然をつかむ 7 話 (木村龍治著, 岩波ジュニア新書)
- 流れの科学 (木村竜治著, 東海大学出版会)  
どちらも身近な現象を科学的に見る態度の勉強になります。
- 気象の教室 1 グローバル気象学 (廣田 勇著, 東京大学出版会)  
気象の教室のシリーズは入門的な本がいくつかあります。
- 一般気象学 < 第 2 版 > (小倉義光 著, 東京大学出版会)  
類書に比べページ数も多く説明が丁寧です。第 2 版で初版以後のトピックス(エルニーニョ、オゾンホールなど)も加わり拡充されました。
- 気象力学通論 (小倉義光 著, 東京大学出版会)
- 地球流体力学入門 (木村龍治 著, 東京堂出版)  
どちらも気象力学関連の入門書として標準的な本ですが、3 年生以上向きです。
- 惑星気象学 (松田 佳久 著, 東京大学出版会)  
さらに他の惑星や衛星の大気(特に金星と木星)に興味がある場合には必読です。

### その他

研究室のホームページがあります。

<http://buran.u-gakugei.ac.jp/>

## 5 就職・資格・進学

### 就職について

教員免許を取得して教員になる道の他に、民間の企業に就職する卒業生も少なくありません。ただ、決まった就職先があるわけではありません。

気象関連の企業・団体は、日本気象協会、ウエザーニューズといったテレビで馴染みのあるところの他にも、新日本気象海洋、国際気象海洋、海洋気象情報、等多数あります。<http://www.jma.go.jp/> から民間の気象事業者のリストを調べることができます。

また、公務員に挑戦する学生もいました。4月中には翌年度採用の公務員試験関連情報が公開されるので注意するようにしましょう。気象学を専攻して気象庁に入る場合、受験の際の種別は「物理」となります。

### 資格について

就職に資格を役立てようと思ったなら、4年生になった時点で既に資格を取得してなければなりません。多くは一度で合格する訳ではないので、2年生の段階で十分な勉強をしておく必要があります。

#### 1. 気象予報士

中高生でも合格者がいるくらいですので十分な勉強をすれば合格できます。しかし、「気象研究室に所属していれば、自動的に合格する」と思ったとしたら大間違いです。自主的な勉強も必要です。

今年の4年生には見事に合格した人もいます。

#### 2. 計算機の資格

この冊子の中には計算機に関する記述が多かったと思います。実際、在学中に計算機に非常に詳しくなって、計算機関連の企業に就職した卒業生もいます。本学では「基礎情報処理」が必修科目です。この科目を手がかりにシステムアドミニストレーター試験や情報処理技術者認定試験という経済産業省の国家試験を受験する人もいます。卒業生の中にはこれらの資格を取得した人もいます。

### 進学

より深く気象学や気象教育に関連した研究を行うためには、大学院に進学することもできます。他大学の大学院に進学した卒業生もいます。もしも気象学の研究者を目指す場合には、物理学と数学、場合によっては更に化学や生物学の基礎を十分に履修しておく必要があります。