

# もし天における天体観測と解析のすすめ

東北大天文学部生 SLA 一同

2022 年 10 月 1 日



# 目次

第 1 章	はじめに	1
1.1	作成経緯と目標	1
1.2	テキストの構成	2
1.3	掲載内容についての諸注意	3
第 2 章	天文学の基本	5
2.1	天文学の観測的方法	5
2.2	電磁波とは	5
2.3	天体からの放射	5
2.3.1	連続光	5
2.3.2	輝線/吸収線	5
第 3 章	天文学における可視光観測の基本	7
3.1	撮像観測の基本	7
3.2	分光観測の基本	7
第 4 章	もし天における観測	9
第 5 章	天文学における解析の基本	11
5.1	撮像データ解析	11
5.2	分光データ解析	11
第 6 章	天文データ考察の基本	13
第 7 章	終わりに	15
	参考文献	17
	付録	19

---

A	プログラミング環境の構築 . . . . .	19
	A.1 VSCoDe のインストール . . . . .	19
	A.2 各種設定 . . . . .	20
B	Python 実行環境の構築 . . . . .	20
C	IRAF 実行環境の構築 . . . . .	20
D	バグ取りの翁 . . . . .	20
E	Makali'i 実習 . . . . .	20
F	SAOImage DS9 実習 . . . . .	20

# 図目次

A.1	VSCoDe のインストール画面 . . . . .	20
-----	----------------------------	----



# 表目次





# 第 1 章

## はじめに

### 1.1 作成経緯と目標

もし天とは、東北大学天文学教室、宮城教育大学、加速キッチン合同会社、仙台市天文台が主催している高校生向けの研究体験事業で、全国の宇宙、科学に興味のある高校生たちが天文学者としての研究を体験するものです。2022 年で 12 年目となり、多くのもし天卒業生、通称「もしチル」が多方面で活躍されています。また、SLA (Student Learning Assistant) の参加者の中にも、もしチルの方々が多く在籍しています。

そんな「もし天」ですが、もし天に限らず、天文学における観測は単に写真を撮ることにとどまりません。観測の後には必ずそのデータが存在し、データがどんな意味を持つのかを読み取るために、その解析を行う必要があります。

このテキストは、解析を行う SLA の方のために、光・赤外における観測とは何か、撮像観測と分光観測、また観測画像の処理等についてを解説し、その負担を軽減する目的で作られたものです。

解析の方法にはデータ毎に様々な方法があります。「もし天」で行う観測としては主に「撮像観測」と「分光観測」があります。これらの観測データの解析には歴史的に「IRAF」[1] という、アメリカ国立光学天文台 (NOAO) が開発した画像解析ソフトが使われてきました。もし天でもこれまで、このソフトを使って画像解析を行ってきました。

しかし先日、IRAF の NOAO の公式のサポートが今後行われない、つまりディスコンになるという発表がありました。今後の天文学の研究では、IRAF ではなく Python の「Astropy」モジュールを使用した解析が行われていくと考えられます。この Astropy は、現状撮像観測には対応していますが、分光観測には対応していません。そのため、分光観測には IRAF を使い続けることになっていきますが、撮像観測にはもし天での解析についても Python への移行が必要となります。

また、もし天に参加されたことのある方ならご存知かもしれませんが、もし天の実習期間

中の観測可能な時間は非常に限られたものです。その中で、参加高校生の研究テーマに見合うだけの膨大な量のデータの解析を行わなければならない、毎年、SLA が毎夜のように徹夜で作業している光景が当たり前となっていました。これはもし天の存続性という観点や、SLA の健康という観点からも大変問題であり、解決する必要があります。

以上の理由から、

- 「撮像観測での Python を使った解析」と「分光観測での IRAF を使った解析」のわかりやすい解説
- SLA の負担軽減

を目指した解説資料が必要との判断から、東北大天文の SLA が解説資料を作成することとなりました。

## 1.2 テキストの構成

このテキストでは主に以下のことを解説しています。

- 天文学の基本 → 2 章
- 天文学における可視光観測の基本 → 3 章
  - 撮像観測
  - 分光観測
- もし天における観測 → 4 章
- 天文学における解析の基本 → 5 章
  - 撮像データ解析
  - 分光データ解析
- 天文学におけるデータ考察の基本 → 6 章
- 付録 → 7 章
  - プログラミング環境の構築
  - Python 実行環境の構築
  - IRAF 実行環境の構築
  - バグ取りの翁
  - Makali'i 実習
  - SAOImage DS9 実習

## 1.3 掲載内容についての諸注意

このテキストで解説されている内容は、東北大学天文学教室の学部3年向け通年授業「天体観測」の講義内容や、2011年度のもし天観測班の方の資料を参考に、書籍等を参照して肉付けしたのになっています。また、添付のPythonコードや、別資料の解析コードについては、「天体観測」の講義内容や、その担当教員である板先生の作成したものや、板研究室の資料を参考にしたものとなっています。

従って、文書、コードについては板さんをはじめとした作成者に、著作権を要求しないような広く一般に普及した部分を除いて権利が帰属しますので、無断で外部への配布を行ったり、公的な文書への転載を行ったりしないように注意してください。これは、万が一このテキストの内容に間違いがあったりした場合に責任を取りきれなくなってしまうためです。

また、この文書には文書内の相互リンク機能がついています。具体的には「[2章](#)」の数字部分をクリックすると、[2章](#)の初めのページにリンクされるようになっています。その他にも節のラベルや、図、数式のラベルにも同様のリンクがついています。適宜活用して頂けると幸いです。



## 第 2 章

# 天文学の基本

### 2.1 天文学の観測的方法

### 2.2 電磁波とは

### 2.3 天体からの放射

#### 2.3.1 連続光

#### 2.3.2 輝線/吸収線



## 第 3 章

# 天文学における可視光観測の基本

### 3.1 撮像観測の基本

### 3.2 分光観測の基本





## 第 4 章

# もし天における観測



## 第 5 章

# 天文学における解析の基本

### 5.1 撮像データ解析

### 5.2 分光データ解析



## 第 6 章

# 天文データ考察の基本



## 第 7 章

## 終わりに





## 参考文献

- [1] NOAO. Iraf - image reduction and analysis facility, 2019. <http://ast.noao.edu/data/software>.



# 付録

## A プログラミング環境の構築

もし天に限らず、データ解析にはプログラミングが必須となりますが、まず環境がなければ解析を行うことはできません。ひと口にプログラミングと言っても、様々な言語が存在し、それぞれに特色があります。例えば Python の実行環境には Anaconda 社提供の「Anaconda」<sup>\*1</sup>や Google 社提供の「Google Colaboratory」<sup>\*2</sup>などの有名なものがありますが、ここでは統合開発環境をおすすめしたいと思います。Anaconda や Google Colaboratory は Python に特化した環境になっていますが、統合開発環境は自分で拡張機能を追加することによって、自分好みのスタイルで Python だけでなく、C/C++ や HTML/CSS、LaTeX などの様々な言語を扱うことができるものです。統合開発環境にも同じく様々なものがありますが、その中でも特に有名と言える、Microsoft 社提供の「Visual Studio Code」通称「VSCode」<sup>\*3</sup>をおすすめします。VSCode は 2015 年が最初のリリースと、非常に新しいエディタですが、さすが Microsoft というべきか、今では非常に多くの人に使われています。個人的には Github 社提供の「Atom」という統合開発環境が好きでずっと使っていたのですが、Github 社が Microsoft 社に買収された影響もあって、2022 年の 12 月で開発終了にまで追い込まれてしまいました。

### A.1 VSCode のインストール

まずはインストールしてみましょう。脚注の URL で検索すると、インストール画面が出てきます。図 A.1 がその画面です。どういう仕組みなのかはわからないのですが、自分の PC 環境にあった VSCode のバージョンが「Code editing. Redefined.」の下に出ているはずです。私の環境は intel チップの Mac なのでこの表示になっていますが、自分の PC 環境に本当に合っているのかどうか確かめてからインストールしましょう。Mac ではない場

---

\*1 <https://www.anaconda.com/products/individual>

\*2 <https://colab.research.google.com>

\*3 <https://code.visualstudio.com/>

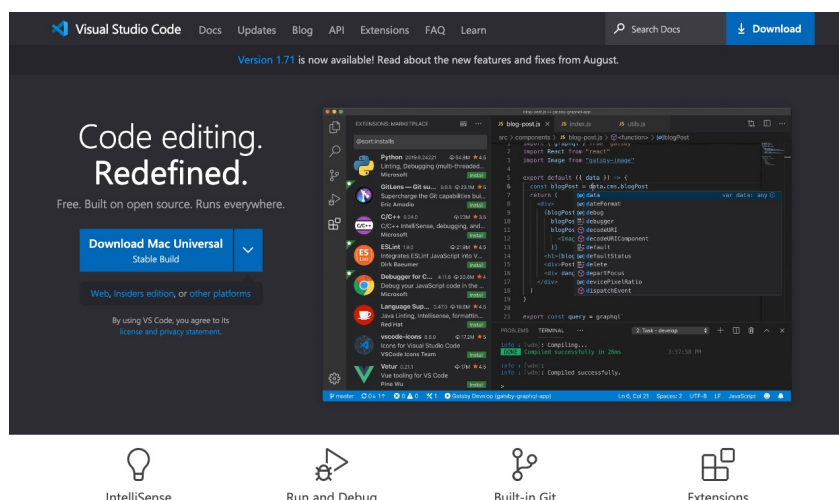


図 A.1 VSCode のインストール画面

合は異なる表示になっていると思います。

ダウンロードが終わるとダウンロードフォルダに `VSCode-darwin-universal.zip` みたいな zip ファイルがあるはずです。これをクリックすると VSCode というアプリケーションが解凍されます。これをアプリケーションフォルダに移動すれば、インストール完了です。

## A.2 各種設定

次に、使用に便利な一般の拡張機能を入れてみましょう。ブラウザで「VSCode 拡張機能 おすすめ」とか調べるととても参考になる記事が多いですが、そんな中から筆者が実際に使っているものをピックアップしていくつか紹介します。

vscode-icons

## B Python 実行環境の構築

## C IRAF 実行環境の構築

## D バグ取りの翁

## E Makali'i 実習

## F SAOImage DS9 実習