


2022年度サマースチューデントプログラム指導教員一覧

	教員名	研究テーマ	受入 キャンパス	指導期間	実際に研究に要する日数
1	富永 望	超新星爆発の可視光探査観測、輻射輸送計算、または爆発的要素合成	三鷹	8/1-8/16, 8/22-26	14日間程度の予定
2	伊王野 大介、 斉藤 俊貴	アルマ望遠鏡で調べる銀河の衝突合体現象	三鷹	8/1 - 9/1 の2週間(応相談)	2週間の予定
3	片岡 章雅	惑星形成円盤の輻射輸送シミュレーションとALMA観測との比較から探る惑星形成	三鷹	8/1-19の間で2週間程度を調整。 ただし、これ以外の日程も 可能な限り柔軟に対応します。	2週間程度の予定
4	永井 洋、 中西 康一郎	アルマ・VLAデータを用いた活動銀河核核周円盤の研究	三鷹	8/1-9/1	10-15日程度。 応募者の都合に合わせて決定する。
5	Maria Dainotti、 滝脇 知也、 守屋 堯、 (新納 悠)	Gamma Ray Bursts, high energy astrophysics	三鷹	8/1-9/1	30日間
6	早野 裕, 小山佑世, 小野寺 仁人, 服部 堯, 美濃和 陽典, 岡本 桜子, 森谷 友由希, Sadman Ali	すばる望遠鏡を用いた観測的研究または装置開発に関する研究	原則オンライン (米国在住者などの 場合には現地 で実施の可能性も あります)	2022/8/1~2022/8/31 (研究テーマ・担当教員によります)	14~28日間 (研究テーマ・担当教員によります)
7	野村 英子	惑星形成領域における有機分子生成とアルマ観測	三鷹	8/1(月) - 9/1(木)	14~30 日間の予定
8	田中 賢幸、 鳥羽 儀樹、 山下 拓時、 Ken Wong	すばる戦略枠プログラムによる深宇宙探査	三鷹	8/1-9/1	14-30 日間の予定
9	原田 ななせ、 斉藤 俊貴	アルマ望遠鏡を用いた近傍星形成銀河の分子雲人口統計調査	三鷹	8/1 - 9/1 の2~3週間(応相談)	2~3週間の予定
10	勝川 行雄	太陽・恒星の磁気活動の成因を探る	三鷹	2022/8/1 ~ 2020/9/1	15日間の予定
11	井口 聖	銀河動力学によるブラックホールおよびダークマターの観測的研究とALMAデータ解析	三鷹	2022年8月1日~2022年9月1日	14~28日間の予定
12	大島 泰、 松尾 宏	ミリ波からテラヘルツ波に渡る遠方宇宙観測のための観測装置開発	三鷹	2022年8月1日~2022年9月1日	20日間の予定
13	Jorge A. Zavala	Characterizing dusty star-forming galaxies at high redshifts	三鷹	2022年8月1日~2022年9月1日	
14	麻生 洋一、 阿久津 智忠、 都丸 隆行、 Matteo Leonardi	重力波検出器KAGRAの高感度化に関する研究	三鷹及び神岡	2022年8月1日~2022年8月30日	18日間程度の予定

2022 年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ 超新星爆発の可視光探査観測、輻射輸送計算、または爆発的要素合成		
教員氏名 富永 望	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 2-4 名
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での所属講座 共通基礎天文学系	職 教授
指導期間 8/1-8/16, 8/22-26	左のうち、実際に研究に要する日数 14 日間程度の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>超新星爆発は星が一生の最期に起こす大爆発である。その明るさは太陽の 10 億倍にも達し、非常に明るいことから遠方宇宙を探る手段としても用いられている。また、宇宙に存在する多種多様な元素は超新星爆発において合成され宇宙空間に放出された。そのため、超新星爆発は宇宙進化の原動力としても重要な天体である。</p> <p>今回は、超新星爆発に関する以下の観測的研究か理論的研究のいずれかのテーマを選択して行う。</p> <p>観測的研究：超新星爆発がいつどこで起こるのかを予言するのは不可能である。そのため、超新星爆発の観測研究を行うためには、まず探査観測によって超新星を発見する必要がある。超新星爆発の基本的情報を教科書や論文の輪講で学んだ後に、すばる望遠鏡 Hyper Suprime-Cam を用いて取得された探査観測の観測データを用いて、観測データ解析、超新星爆発検出を行う。さらに得られた光度曲線から超新星爆発の爆発エネルギーや放出物質の質量などの物理量を導き、宇宙にどのような超新星爆発が存在するかを理解する。</p> <p>理論的研究：超新星爆発中心部で形成された衝撃波は、後方の温度、密度を上昇させながら超新星爆発親星内部を通過する。物質の経験する温度と密度の時間進化が、爆発的要素合成によってどのような元素が合成されるかを決め、また合成される元素の放射性崩壊などによって超新星は光る。超新星爆発の基本的情報や流体力学・元素合成・輻射輸送の基礎を教科書や論文の輪講で学んだ後に、超新星爆発の流体力学・元素合成シミュレーションあるいは輻射流体シミュレーションを行う。シミュレーションによって得られた結果をもとに、どのような超新星爆発でこういった元素がどれだけの量合成されるのか、または超新星爆発がどのように光るかを調べ、超新星爆発を理解する。</p>		
特記事項 PC およびインターネット環境を備えていることが必須。プログラミングや計算機取り扱いの経験があるとよい。		
前提とする既習事項 数学・物理学の基本的な知識。Unix の基本的なコマンド操作。		

2022 年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ アルマ望遠鏡で調べる銀河の衝突合体現象		
教員氏名 伊王野大介、斉藤俊貴	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 2名
代表者のプロジェクト等の所属 アルマプロジェクト	総研大での所属講座 電波天文講座	職 准教授
指導期間 8/1 – 9/1 の2週間（応相談）	左のうち、実際に研究に要する日数 2週間の予定	
<p>研究の概要</p> <p>宇宙には様々な特徴を持った銀河が存在し、その内部では多様な現象が起きています。銀河中心では巨大ブラックホールが成長し、銀河円盤では新しい星が生まれています。また寿命を終えた星は超新星爆発として星間空間に大きなエネルギーやガスを放出（フィードバック）し、そのガスを材料としてまた新しい星が誕生します。このように、星やブラックホールからのフィードバック、ガスの中心輸送、銀河回転など、様々な現象が互いに複雑に作用しながら、物質が循環し、銀河は進化していきます。特に銀河が衝突合体をすると、星が大量に生成され、銀河核の活動が上昇し、物質循環は大きく加速すると予想されます。</p> <p>本プログラムでは、アルマ望遠鏡で取得された衝突合体銀河 NGC1614 のデータを解析し、星やブラックホール成長の材料である低温ガスについて研究します。受講者は、NGC1614 のデータを専用の解析ソフトウェアを用いて画像処理を行います。次に、得られた画像からガスの塊（クランプ）を抽出し、クランプの数を求め、その位置や重力的安定性といった物理量を計算します。重力的に不安定なクランプは、後に星団に進化すると考えられます。そして、銀河の力学的モデルを使い銀河回転をモデリングし、また他の銀河との比較を行うことで、衝突合体銀河の星団形成のシナリオを構築することを最終目的とします。</p> <p>専門家の指導のもと、最新のアルマデータを解析できる貴重な機会ですので、銀河の衝突合体現象や銀河進化に興味のある方は是非ご応募ください！</p>		
<p>図 1: ハッブル望遠鏡で撮影された NGC1614 の画像 (NASA, ESA, the Hubble Heritage Team (STScI/AURA)-ESA/Hubble Collaboration and A. Evans (University of Virginia, Charlottesville/NRAO/Stony Brook University))</p> 		
特記事項		
前提とする既習事項 基礎物理。パソコンの操作に慣れていること。解析では Linux を使う。		

2022 国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ 惑星形成円盤の輻射輸送シミュレーションと ALMA 観測との比較から探る惑星形成		
教員氏名 片岡章雅	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 1名
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での所属講座 共通基礎天文学系	職 助教
指導期間 8/1-19 の間で2週間程度を調整。ただし、これ以外の日程も可能な限り柔軟に対応します。	左のうち、実際に研究に要する日数 2週間程度の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>【本研究では、惑星形成円盤の ALMA 観測データを用いて、惑星の形成過程を理論的に考察する。】 惑星とは、宇宙に存在するダストと呼ばれる 1 ミクロン以下の固体物質が、惑星形成円盤（あるいは原始惑星系円盤）というガス円盤の中で互いに付着成長することで形成される。惑星形成円盤のミリ波放射はこの成長途中のダストによって支配されているため、ミリ波放射を解析することで、惑星形成物質がいつ・どこにあり・どの程度の大きさなのかを調べることができる。特に ALMA 望遠鏡によって多くの円盤のダスト分布が詳細に判明してきており、その結果スパイラルやリングといった複雑な構造をもっていることがわかってきた。しかし、望遠鏡の観測によって分かるのは明るさの分布だけであり、そのダストの大きさや温度・密度を直接推定するのは難しい。天文学ではこれらの物理的解釈を行う際には、コンピュータの中に再現した惑星形成円盤を模擬観測し、結果を観測と比較し観測を再現するパラメータを探る輻射輸送シミュレーションという手法が用いられている。本研究では、特に構造のよくわかっている惑星形成円盤の ALMA 観測に着目し、ダストの大きさや温度密度について輻射輸送シミュレーションから制限を行うことで、今起きている惑星形成について理解を深める。</p> <p>（関連するホームページ） こちらは2020年初頭に行われたスクールですが、本研究での内容はこれに近いものとなる予定です。参考に御覧ください。 https://sci.nao.ac.jp/MEMBER/kataoka/data/planetexperience2020_ver1.0.html</p>		
特記事項 なし		
前提とする既習事項		
<ol style="list-style-type: none"> 1. 各学年に応じた物理・数学の基礎的知識を要求します。物理・数学に関する知識をアピールできるエピソードがある人は是非書いてください。 2. 天文学の基礎知識は不要です。ですが、もし天文学に関してなんらかの活動事項があれば、ぜひ書いてください（例：他のスクールへの参加等） 		

2022年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ アルマ・VLA データを用いた活動銀河核核周円盤の研究		
教員氏名 永井 洋、中西康一郎	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 1 名
代表者のプロジェクト等の所属 アルマプロジェクト	総研大での所属講座 電波天文学系	職 准教授
指導期間 8/1-9/1	左のうち、実際に研究に要する日数 10-15 日程度。応募者の都合に合わせて決定する。	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>アルマ望遠鏡、Very Large Array (VLA) のデータを解析して、活動銀河核の質量降着メカニズムを研究する。</p> <p>【背景】 活動銀河核は宇宙で最も激しい高エネルギー現象を伴う天体の一種で、銀河や銀河団の宇宙論的な進化を知るうえで、その理解は欠かせない。活動銀河核のエネルギー源は、巨大ブラックホールへと降着するガスの重力エネルギーに起因する。しかし、活動銀河核の主要なエネルギー源となるガスの種類や、その降着メカニズムについては明らかになっておらず、未だ研究の途上だ。近年のアルマ望遠鏡の観測によって、近傍宇宙における活動銀河核の核周領域（～100 パーセクよりも内側）に、大量の分子ガスによって作られる核周円盤が存在することが明らかになってきた。</p> <p>【研究内容】 本研究では、核周円盤の分子ガスがブラックホールへと降着するメカニズムについて研究する。核周円盤を構成する分子ガスは、何らかの方法で角運動量を抜き去らないと、中心に落ちることができない。その方法の一つとして、核周円盤中で発生する超新星爆発が引き起こす乱流が考えられる。この研究では、アルマ望遠鏡と VLA のデータを用いて、実際に観測されるガスの乱流速度が、超新星爆発によって作られる乱流予想と一致するかを検証する。</p> <p>【滞在期間中の取り組み】 国立天文台の計算機を用いて、アルマ望遠鏡と VLA のデータを解析し、上記研究に必要な物理量を画像から抽出する作業を行う。作業と並行して、関連論文を読んで背景知識を得る。背景知識と本研究による成果をまとめ、プレゼンテーションを行う。</p>		
特記事項 英語の論文を指導教員と一緒に読み進めるので、英語に対するアレルギーがないことが望ましい（得意でなくても良い）。		
前提とする既習事項 Linux の基本的な操作ができる（cd, rm, mv, cp, less などがわかる）ことが好ましい。 パワーポイントなどを使ってプレゼンテーション資料を自分で作成できることが好ましい。		

Research Topic Gamma Ray Bursts, high energy astrophysics		
Name of Supervisor(s) Maria Dainotti and for the optical lightcurve project and the Kiso observatory project will be done in collaboration with Prof. Takiwaki, Prof. Moriya, and Prof. Niino.	Campus Mitaka, One desk is free in 304, the same room of Dr. Dainotti	Number of students who can be accepted Up to 4
Representative's NAOJ project affiliation Division of Science	SOKENDAI affiliation General	Job title Assistant Professor
Period of research guidance 1 August 2022-1 September 2022	Number of days actually required for research out of the period shown on the left. 30 days	
<p>Title: Testing the closure relationships for the optical plateau emission</p> <p>Description: Gamma-Ray Bursts (GRBs) are fascinating events due to their panchromatic nature. We investigate GRBs that present an optical plateau, leveraging on the resemblance with the X-ray plateau shown in many GRB light curves (LCs) observed by the Swift satellite, the Subaru Telescope, the KISO observatory, TAROT, RATIR, etc. The intern will analyze around 300 optical LCs and show the existence of the plateau (enlarging an existing sample of 180 GRB optical lightcurve). We will test the closure relationships for this sample.</p> <p>Title: The investigation of the radio closure relationships</p> <p>Description: We will analyze all published GRBs with known redshifts and radio plateau observed mostly by the VLBI, the VLA and other radio facilities to test the closure relationships.</p> <p>Title: Gamma-Ray Bursts and Machine Learning (regression and classification analysis)</p> <p>Description: GRBs, due to their high luminosities are detected up to redshift 10, and thus have the potential to be vital cosmological probes of early processes in the universe, such as the evolution of the star formation rate (SFR), in general, and of the first generation (Population III) stars and black holes. Fulfilling this potential requires a large sample of GRBs with known redshifts. We present supervised machine learning (ML) approaches both with regression and classification to estimate redshifts for GRBs. We plan TOO with the Subaru Telescope for a sample of estimated high-z GRBs.</p> <p>Title: Software development to follow up of GRBs with the Kiso-Schmidt Telescope and optical catalog</p> <p>Description: The Kiso observatory will be used for an optical follow-up campaign of GRBs. The objectives are to guarantee good coverage of data, to increase the number of GRBs with plateaus, and the number of GRB sub-population. The intern will work on an automated software in Python for the telescope that can allow a rapid follow-up of the Fermi GRBs for joint observations and study of prompt and afterglow emission connections. We will develop a precise strategy of observation for observing the plateau emission. The data analyzed will be gathered to obtain the largest catalog of optical sources of GRBs known to date.</p>		
Notes: the students will be working on hand-on session for the majority of the time with Jupiter, R and Mathematica notebooks.		
Prerequisites (e.g. basic physics, computer language) Mathematica, Python and R		

2022 年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ すばる望遠鏡を用いた観測的研究または装置開発に関する研究		
教員氏名 早野裕, 小山佑世, 小野寺仁人, 服部堯, 美濃和陽典, 岡本桜子, 森谷友由希, Sadman Ali ※ハワイ観測所(ハワイ)のスタッフによる指導	指導実施キャンパス 原則オンライン (米国在住者などの場合には現 地で実施の可能性もあります)	受入可能人数 3名程度
代表者のプロジェクト等の所属 ハワイ観測所(ハワイ)	総研大での所属講座 光赤外線天文学系	職 教授、他
指導期間 2022/8/1～2022/8/31 (研究テーマ・担当教員によります)	左のうち、実際に研究に要する日数 14～28 日間 (研究テーマ・担当教員によります)	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>すばる望遠鏡は、自然科学研究機構国立天文台ハワイ観測所が米国ハワイ州マウナケア山頂で運用する口径 8.2 メートルの光学赤外線望遠鏡です。これまで 20 年以上にわたり、世界第一線の研究成果を挙げてきました。2022 年度からは「すばる 2」計画として、特にすばる望遠鏡の特長である広い視野を生かした新しい観測装置の開発・運用と、それらを用いた大規模な観測プログラムの実現を目指しています。本研究テーマでは、国立天文台ハワイ観測所(ハワイ勤務)のスタッフと協力して、以下のようなすばる望遠鏡のデータに基づく観測的研究、またはすばる望遠鏡の現在/将来を担う観測装置の開発や機能向上に関連した研究課題に取り組みます。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. すばる望遠鏡の観測データを用いた初期宇宙の銀河団の研究: プランク衛星で得られた全天サブミリ波マップとすばる望遠鏡の Hyper Suprime-Cam のデータを組み合わせて、初期宇宙に存在する塵に埋もれた銀河集団(原始銀河団)を探し出します。 2. すばる望遠鏡の観測データを用いた中間赤方偏移銀河の研究: すばる望遠鏡の Hyper Suprime-Cam の大規模サーベイプログラム (HSC-SSP) で取得されたデータをもちいて、宇宙の星形成活動が次第に穏やかになっていく時代 (赤方偏移 1 程度) の銀河の星形成率や恒星などを調査し、銀河の進化についての理解を深めます。 3. すばる望遠鏡の観測データを用いた近傍銀河・銀河考古学の研究: すばる望遠鏡の Hyper Suprime-Cam で得られた近傍銀河データを解析し、銀河外縁部の恒星種族とその空間分布を調べ、対象銀河が過去にどのような形成・進化を経て現在の姿になったのか議論します。 4. すばる望遠鏡の既存装置のアップグレードに関する研究: すばる望遠鏡では常に観測装置の性能向上に取り組んでいます。本研究テーマでは、近赤外線分光撮像装置 IRCS の新しい検出器コントローラーの立ち上げに従事し、動作試験や性能評価を行います。 5. 超広視野多天体分光装置「PFS」の開発に関する研究: PFS は約 1.25 平方度に約 2400 天体の観測ができるファイバー多天体分光器です。現在、装置と望遠鏡と統合する「コミッションング」という段階を迎えています。本研究テーマでは、今年の春に望遠鏡に搭載されたファイバーケーブルの性能評価試験の解析作業に取り組みます。 6. 次世代広視野補償光学「ULTIMATE」の開発に関する研究: ULTIMATE は天空上の広い領域にわたって星像を改善し、宇宙望遠鏡並みの解像度を実現する広視野補償光学の計画です。本研究テーマでは、補償光学で用いる波面センサー、レーザーガイド星生成システムの設計に必要なシミュレーション、及びデータの解析を行います。 		
<p>特記事項: 本研究テーマを希望する場合は、興味のあるテーマを上記 1～6 から選び(複数選択可)、申請書に明記してください。ただしここに挙げたテーマに限定せず、参加学生の興味に応じて柔軟に対応します。なお、サマースチューデントはハワイ観測所(三鷹)でも募集されています。</p>		
<p>前提とする既習事項: Unix の基礎知識、プログラミングの基礎知識があることが望ましい。</p>		

2022年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

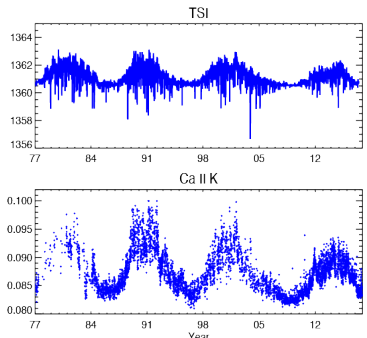
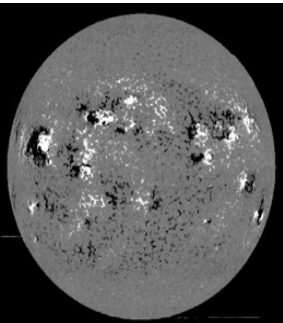
研究テーマ 惑星形成領域における有機分子生成とアルマ観測		
教員氏名 野村 英子	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 1 名
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での所属講座 共通基礎天文学系	職 教授
指導期間 8/1(月) - 9/1(木)	左のうち、実際に研究に要する日数 14～30 日間の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>星間空間には、さまざまな有機分子が存在することが観測的に知られています。大型電波干渉計アルマを用いた高感度観測により、惑星形成領域でも複雑な有機分子が検出されるようになりました。ただし、一般に、より複雑な分子ほど検出は難しくなり、もっとも単純なアミノ酸であるグリシンですら、まだ星間空間では検出に至っていません。一方で、我々の太陽系では、ロゼッタ・ミッションなどの彗星探査ミッションで、彗星内のグリシンの検出が報告されています。また隕石中には、様々なアミノ酸が発見されています。星間空間で見ついている有機分子の生成過程については、様々な理論的・実験的研究が行われていますが、このような星間空間に存在する有機分子から、我々の太陽系で見ついている、より複雑な有機分子がどのように生成されたのかは、まだよくわかっていません。</p> <p>本プログラムでは、化学反応ネットワークを用いた数値計算により、惑星形成領域において有機分子がどのように生成され、我々の太陽系や他の惑星系の複雑な有機分子に結びつくのかを調べます。具体的には、(1)はやぶさ2のサンプルリターン試料への応用、(2)星間塵表面でのホモキラリティ分子を含む複雑な有機分子の生成過程、(3)大型電波干渉計アルマを用いた、惑星形成領域における有機分子の観測予測を目的とした有機分子輝線の輻射輸送モデル計算などのテーマから、学生の希望に合わせてテーマを決めます。ただし、オンラインとなり、かつ、実習が困難な場合には、教科書や論文の輪講等が主な内容になる可能性があります。</p>		
特記事項 特になし		
前提とする既習事項 特になし		

研究テーマ すばる戦略枠プログラムによる深宇宙探査		
教員氏名 田中賢幸、鳥羽儀樹、山下拓時、Ken Wong * ハワイ観測所(三鷹)のスタッフによる指導	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 3 名
代表者のプロジェクト等の所属 ハワイ観測所(三鷹)	総研大での所属講座 光赤外	職 准教授
指導期間 8/1-9/1	左のうち、実際に研究に要する日数 14-30 日間の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください） ハワイ観測所主導による、すばる望遠鏡を用いた大規模観測プログラム、Hyper Suprime-Cam Subaru Strategic Program (HSC-SSP)の観測が今年1月に完了しました。これは空の広い領域を深く撮像するプログラムで、すばるならではのシャープな画像に写る様々な天体を詳しく調べることが出来ます。このデータを用いて、以下の3つのプログラムを国立天文台三鷹キャンパスで行います。各プログラムあたり1-2名メインの教員・研究員が付きますが、基本的には全員で協力をしながら指導をします。3つ目のプログラムは指導が(一部)英語になります。申込みの際、どのプログラムを希望するかお書きください。</p> <p>1－多波長データを用いた遠方銀河団の探査 宇宙における銀河の分布はとても非一様で、銀河は蜘蛛の巣の糸のように分布をしていることが知られています。これは宇宙の大規模構造と呼ばれ、この糸と糸の交差点にある「銀河団」という銀河の巨大集団は宇宙の中で最も重い天体です。このプログラムでは遠方宇宙における銀河団を探し出すことを目的とします。HSC-SSP で観測された領域のうち、Deep/UltraDeep と呼ばれる領域で、深い多波長データ (u-band から K-band まで) が作成されています。これを元に高精度の測光的赤方偏移(銀河の色から銀河の距離を推定する手法)が計算されていて、質・量ともに遠方銀河団探査に最適なデータとなっています。これを用いて赤方偏移 1-4 という遠方宇宙にひそむ遠方の銀河団を探査します。現在、赤方偏移 2 を超える銀河団は片手で数えるほどしか知られていません。今回、その数を大きく増やすことができるかもしれないと期待しています。</p> <p>2－隠れたブラックホールの正体を暴く 天の川銀河を含むほとんどの銀河は、その中心に超巨大ブラックホールを持っていると理解されています。さらに一部のブラックホールは強力な電波を放射しており、電波銀河と呼ばれています。そのような電波放射は電波望遠鏡により数多く検出され、可視光線観測である HSC-SSP では母体となる銀河の特定に成功しています。しかし、一部の電波放射源は HSC-SSP をもってしても母体の銀河を特定できず、未知のブラックホールが隠れている可能性があります。このプログラムでは、そのような未知の電波放射源の正体に迫ることを目的としています。多数の電波放射源上の HSC-SSP 画像を重ね合わせることで、検出感度を向上させ母体の同定を行います。このような天体は遠方宇宙のブラックホールである可能性があり、それらの発見はブラックホールと銀河の進化史を理解する上で極めて重要です。</p> <p>3－機械学習を用いた、強い重力レンズ効果を受けた天体の探査 Strong gravitational lensing occurs when there is a chance alignment between a bright background source and a massive foreground galaxy, creating multiple, magnified images of the source. A variety of search methods have been employed to date in order to discover lenses in the vast amount of HSC survey data. Machine learning techniques, particularly convolutional neural networks (CNNs), are a promising method to automate the discovery of strong lens candidates. In this project, the student will develop and train a CNN on a dataset consisting of HSC-quality images of mock lenses, along with real HSC images of non-lenses, in order to accurately classify objects as lenses or non-lenses. The student will work with the Tensorflow Python module by default but will be encouraged to explore other codes.</p>		
特記事項 ハワイ観測所(ハワイ)の職員による別プログラムもありますので参照ください。		
前提とする既習事項 特になし		

2022 年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ アルマ望遠鏡を用いた近傍星形成銀河の分子雲人口統計調査		
教員氏名 原田ななせ、斉藤俊貴	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 2名
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部、アルマプロジェクト	総研大での所属講座 共通基礎天文学系	職 助教
指導期間 8/1 – 9/1 の 2~3 週間 (応相談)	左のうち、実際に研究に要する日数 2~3 週間の予定	
<p>研究の概要 (最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください)</p> <p>銀河は主にダークマター、星、星間ガスから構成されます。特に、星やガスなどの物質をバリオンと呼びます。このバリオンは、銀河の中であるライフサイクルを持つことが知られています。そのサイクルでは大まかに、(1)原子ガスが収縮し分子ガスの塊(分子雲)となり、(2)そこから星が生まれ、(3)生まれた星からのエネルギー放出により分子雲が壊され星間空間に放出され、(5)そしてまた銀河の別の場所で収縮を始める、と考えられています。しかしこのサイクルは、数百万年の時間スケールで進むため、人類がその一生を見届けることは不可能です。</p> <p>そこで、このバリオンライフサイクルが銀河の至る所で確率論的に起こっていると仮定し、1つの銀河の分子雲を全て調べる研究がアルマ望遠鏡でなされてきました。その結果、バリオンの進化は銀河の中で完全にランダムに起こっているわけではなく、銀河の環境(渦状腕や超巨大ブラックホール近傍など)に左右されている可能性が示唆されました。</p> <p>本プログラムでは、アルマ望遠鏡で取得された星形成銀河 NGC1068 のデータを解析し、銀河環境がバリオンライフサイクル(特に分子雲)に与える影響について研究します。特に、様々な分子(炭素原子、一酸化炭素、シアン化水素など)の分布を、解析ツールを用いて抽出し統計調査を行います。最終的には、銀河の何がバリオンの進化、ひいては銀河の進化を決定づけるか、シナリオを構築することを目標としています。</p> <p>皆さんの応募をお待ちしています！</p>		
 <p>The diagram, titled 'BARYON LIFE CYCLE', illustrates the cycle of matter in a galaxy. It shows four stages: 1. Diffuse atomic gas (HI line), 2. Dense molecular gas (CO line), 3. Stars and star clusters (UV to NIR continuum), and 4. HII regions, supernovae, and stellar ejecta (ionized gas lines, radio continuum). The cycle is shown as a continuous loop. The diagram also includes a central image of a galaxy and a legend for different wavelengths: radio waves, sub-millimeter, infrared, optical light, and UV. Logos for Phangs+ and ERC are also present.</p> <p>Credit: PHANGS collaboration, Design: Daniela Leitner</p>		
特記事項		
前提とする既習事項 unix の基本的なコマンドが使えると望ましい。		

2022年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ 太陽・恒星の磁気活動の成因を探る		
教員氏名 勝川 行雄	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 1 名
代表者のプロジェクト等の所属 太陽観測科学プロジェクト	総研大での所属講座 共通基礎天文学系	職 教授
指導期間 2022/8/1 ~ 2020/9/1	左のうち、実際に研究に要する日数 15 日間の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>一番近くにある恒星である太陽は、表面の対流運動と磁場が強く相互作用することで、多様な構造と活動現象を作り出す。しかも、空間分解した詳細な観測によって、磁場を起源とする活動のメカニズムを詳細に調べることができる。一方、太陽以外の恒星を空間分解することは困難だが、例えば、彩層から放射される Ca II 線(電離カルシウム)の強度から、磁気活動を調べることができる。その結果、太陽と同様に周期的に磁気活動が変動している星や、太陽よりも活動的な星が知られている。</p> <p>今回の課題では、磁気活動の指標となる放射強度(Total Solar Irradiance, TSI)や Ca II 線強度が太陽表面の磁場とどのように関連しているかを調べる。TSI は太陽黒点数の増減に伴って変動し、極大期では 0.1-0.2%程度明るくなることが知られている。また巨大な黒点が現れると TSI は小さくなる。TSI や Ca II 線強度を様々な手法で解析することで、黒点の数や分布と対応付けられるのかを調べる。これにより空間分解できない恒星の磁気活動の研究に応用することを目指す。具体的には以下のような内容に取り組む。</p> <p>(1) 太陽・恒星の磁気活動変動に関する論文・教科書の輪読 (2) TSI や Ca II 強度時間変動の「古典的」な解析（相関解析、パワースペクトル、Wavelet など） (3) (時間的に余裕があれば)時間変動の機械学習による解析</p> <div style="display: flex; align-items: flex-start;"> <div style="flex: 1;">  </div> <div style="flex: 1; text-align: center;">  </div> <div style="flex: 1; padding-left: 10px;"> <p>(左)TSI と Ca II 線輝線強度指標の長期変動 (右)1980年の太陽表面磁場分布 いずれもアメリカ NSO 提供</p> </div> </div>		
<p>特記事項</p> <p>解析は Google Colaboratory 上で行う予定なので、Pythonを使ったことがあればやりやすいが、予備知識がなくても解析できるようにする予定。Web ブラウザ (Chrome 等)が使える PC が手元にあることが望ましい。PC が手元にない場合には相談下さい。</p>		
<p>前提とする既習事項</p> <p>計算機操作、力学・電磁気学など基礎物理学</p>		

2022 年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ 銀河動力学によるブラックホールおよびダークマターの観測的研究と ALMA データ解析		
教員氏名 井口 聖	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 最大 2 名
代表者のプロジェクト等の所属 アルマプロジェクト	総研大での所属講座 電波天文学系	職 教授
指導期間 2022 年 8 月 1 日～2022 年 9 月 1 日	左のうち、実際に研究に要する日数 14～28 日間の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>宇宙には多種多様な銀河が存在し、その多様性の要因と考えられる銀河進化の過程は、現代天文学の中で最も重要な謎のうちの一つといえます。そして、ほとんどの銀河の中心には太陽質量の 100 万倍から 1000 億倍の超巨大ブラックホールが存在し、さらに銀河同士の衝突合体などによる銀河の成長と、銀河中心の巨大ブラックホールとの間には密接な関係にあることが示唆されています。また、銀河形成においてダークマターの役割は大きく、ダークマターが物質を集めて銀河を形成するとも考えられています。これらの事からブラックホールやダークマターを理解することは、銀河進化の過程という謎を解き明かす上でとても重要な鍵になると考えられています。</p> <p>本研究テーマでは、ブラックホールやダークマターの知識を得ること、ALMA の観測データから銀河での分子ガスの運動について学ぶこと、これら二つを狙いとします。</p> <p>具体的な研究概要は、以下の通りです。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. レクチャーにより、ブラックホールとダークマターの概要を知る。 2. ALMA のデータ解析を学び、電波干渉計の基本原則である開口合成法を知る。 3. 銀河での分子ガスと星の運動からブラックホールとダークマターの存在を明らかにする。 4. 成果発表会に向けて、プレゼンテーションの準備および練習を行う。 <p>また過去に本プログラムでの本研究テーマを通じ、米国「サイエンス誌」に掲載された成果があります。参考までに：</p> <p>https://alma-telescope.jp/news/press/spiral-202105?doing_wp_cron=1652679047.3107750415802001953125</p>		
特記事項 受講場所は、国立天文台三鷹キャンパス。		
前提とする既習事項 基礎物理学（古典論：力学、電磁気学）、プログラミング言語（特に、python）		

2022年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ ミリ波からテラヘルツ波に渡る遠方宇宙観測のための観測装置開発		
教員氏名 大島 泰、松尾 宏	指導実施キャンパス 三鷹	受入可能人数 2名
代表者のプロジェクト等の所属 先端技術センター	総研大での所属講座 基礎共通	職 助教、准教授
指導期間 2021-08-01 ~ 2021-09-1	左のうち、実際に研究に要する日数 20日間の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>宇宙の構造および化学進化を探究する上で遠方の銀河や銀河団まで見通すことのできるミリ波、サブミリ波、テラヘルツ波に渡る観測が注目されており、この波長で高感度な観測を実現することで、宇宙の深い理解につなげたいと考えています。しかし、そのためには超伝導技術を用いた新しい観測装置が必要になるなど、まだまだ開拓が必要な分野です。</p> <p>国立天文台先端技術センターでは、観測したい対象に合わせた装置の全容を設計し、それを実現する要素技術である、ミリ波からテラヘルツ波に渡る広い電波観測帯の信号を集光する光学素子、検出する超伝導検出器とそれを支える 1 Kelvin を切る極低温の技術などの開発を行っています。さらに、この観測装置を最大限に活かしてはるか彼方からやってくる微弱な信号を捉えるために、観測モードや観測データ解析の手法の改良にも取り組んでいます。</p> <p>本プログラムでは、まずこれらの概要をレクチャーした後に、超伝導回路やミリ波からテラヘルツ波に渡る光学素子や検出器の設計や評価に挑戦してもらいます。また、将来の観測装置の開発を体験することで、電磁波、熱力学、量子力学などの基礎物理をより身近なものにすると共に、天文学や宇宙物理学の新しい観測の可能性に目を向けるきっかけとなることを目指します。</p>		
特記事項 必要となる知識については、講義を受けてもらう予定です。		
前提とする既習事項 基礎物理		

FY2022 NAOJ / SOKENDAI Summer Student Program Instruction Plan

Research Topic Characterizing dusty star-forming galaxies at high redshifts		
Name of Supervisor(s) (In case of group instruction, names of all members) Jorge A. Zavala	Campus Mitaka	Number of students who can be accepted 1
Representative's NAOJ project affiliation ALMA project	SOKENDAI affiliation (chose one: Optical IR/Radio/General)	Job title Project assistant professor
Period of research guidance August 1- September 1	Number of days actually required for research out of the period shown on the left.	
Outline of your research (please write a brief introduction first, followed by a summary of your research) Understanding the star formation activity and the physical properties of galaxies out to the epoch of reionization is a central goal of modern astronomy. Yet, current measurements are incomplete and biased against obscured star-forming galaxies, particularly at high redshifts. As a consequence, the physical properties and the volume density of dust star-forming galaxies at $z > 4$ are poorly understood. This research project is designed to tackle this problem via the identification and characterization of dusty star-forming galaxies at $z = 4 - 6$. To do this, we will use a rich multi-wavelength dataset, including observations taken with the ALMA telescope.		
Notes The supervisor Jorge Zavala will be likely absent during the last days of the research period (August 29 - September 1). However, Dr. Daisuke Iono will also help with the supervision during this period.		
Prerequisites (e.g., basic physics, computer language) Basic knowledge of physics and programming (languages as python, IDL, or similar). English will be the main language for communication.		

2022 年度国立天文台・総研大物理科学研究科サマースチューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ 重力波検出器 KAGRA の高感度化に関する研究		
教員氏名 麻生洋一、阿久津智忠、 都丸隆行、Matteo Leonardi	指導実施キャンパス 三鷹および神岡	受入可能人数 1名
代表者のプロジェクト等の所属 重力波プロジェクト	総研大での所属講座 共通基礎天文学系	職 准教授
指導期間 8/1 から 8/30	左のうち、実際に研究に要する日数 18 日間程度の予定	
<p>研究の概要（最初に簡単な説明を書いた後、研究の概要をお書きください）</p> <p>中性子星やブラックホールの衝突，超新星爆発といった大質量の加速度運動を伴う激しい天体現象からは，重力波が放出される。こういった重力波を直接検出することで，これまでの電磁波による宇宙の観測では得られない新しい情報を引き出すことを目指すのが，重力波天文学である。2015 年 9 月のブラックホール連星からの重力波初検出に始まり，2017 年には中性子連星合体からの重力波が検出され，電磁波との共同観測から多くの知見が得られた。重力波天文学はその幕開けと共に急速に発展を始めている。</p> <p>KAGRA は，岐阜県神岡鉱山の地下に建設された基線長 3km のレーザー干渉計型重力波検出器である。KAGRA では，10 のマイナス 23 乗以下という，極めて小さい時空の歪みを検出することで，ブラックホール合体等からの重力波を観測し，重力波天文学をさらに発展させることを目指している。しかし，このような小さな歪みを捉えるためには，究極的な微小計測技術が必要とされる。そのため，装置に伝わる振動や，レーザー光の散乱、鏡の熱振動、さらには光の量子力学的揺らぎまで抑制する必要がある。</p> <p>国立天文台重力波プロジェクトでは，KAGRA にインストールされる防振装置や散乱光対策装置など，様々な機器の開発とインストールを進めてきた。現在，KAGRA は次期観測運転に向けて，感度向上作業を行っている。本プログラムに参加する学生には，KAGRA の高感度化に関する研究を体験してもらう。具体的なテーマは本人との相談で決めるが，候補としては(1) 実際に KAGRA 干渉計の制御最適化などを行う、(2) 次期アップグレードに向けた量子雑音低減実験や、高性能サファイア鏡の開発に関わる研究を行う、などが挙げられる。また、プログラムの途中では、一週間ほど神岡の KAGRA サイトに行って現場を体験してもらうことも考えている。</p>		
特記事項 このような大型装置に直接関わる機会は通常は得られない貴重なものである。		
前提とする既習事項 力学，電磁気学		