

2025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	所属	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	科学研究部	超新星爆発の可視光探査観測、輻射輸送計算、または爆発の元素合成	三鷹	8/1-9/1 (8/21,22,25,27,29を除く)	21 日間の予定
2	大島 泰	先端技術センター	サブミリ波による遠方宇宙観測のための観測装置開発	三鷹	8/1-8/30	14 日間の予定
3	岩田 悠平、 廣田 朋也、 本間 希樹	水沢VLBI観測所	水沢VLBI観測所が関わる電波観測データによる天文学研究	水沢地区 (一部出張の可能性あり)	8/1-8/30 (要相談)	3週間前後
4	片岡 章雅	科学研究部	惑星形成におけるダスト集合体の数値シミュレーション	三鷹	8/1-8/22	14-21 日間の予定
5	大内 正己	科学研究部	ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡で探る 宇宙初期の銀河とブラックホール	三鷹	8/6-9/1	15 日
6	伊王野 大介	TMT プロジェクト	初期宇宙の爆発的星形成はどのようにして起きたのか？	三鷹	8/18-9/1	10 日
7	高橋 智子、 谷口 琴美	アルマプロジェクト	分子輝線で探る原始星ジェットの時間変動	三鷹	8/1-8/29	20日程度を想定していますが、 状況に応じて相談可能
8	麻生 洋一、 阿久津 智忠、 都丸 隆行、 高橋 竜太郎、 陳 たん、 荒見 貴生	重力波プロジェクト	重力波検出器KAGRAの高感度化に関する研究	三鷹	8/1-8/30	20 日間程度の予定
9	竝木 則行	RISE月惑星探査プロジェクト	月水平重力場の計算(その2)	三鷹	8/1-8/29の間の10日間 (8/11-8/14を除く) +9月1日の発表会	10 日間
10	松尾 宏	先端技術センター	超伝導検出器を用いたテラヘルツ強度干渉計の実験	三鷹	8/1-8/29	15 日
11	永井 洋、 中西 康一郎、 泉 拓磨	アルマプロジェクト	アルマ望遠鏡データを用いた「超解像」イメージングによるAGNダストーラスの構造 解明	三鷹	8/1-9/1の期間の平日	15日程度を予定しているが、 学生の予定を優先して柔軟に対応
12	守屋 堯、 Andris Dorozsmai	科学研究部	The redshift evolution of spin distribution of GW sources from massive triple systems	三鷹	8/1-9/1	4 weeks
13	田中 賢幸、 高橋 歩美	ハワイ観測所	すばる望遠鏡 Prime Focus Spectrograph 初期観測データ	三鷹	8/1-9/1 (お盆期間を除く)	15 日
14	和田 武彦	JASMINEプロジェクト	宇宙望遠鏡搭載を目指した赤外線天文観測装置の開発	三鷹	8/1-9/1	土日休日を除く 15 日間の予定 (3週間)
15	野村 英子	科学研究部	星・惑星形成領域における有機分子生成とアルマ観測	三鷹	8/1-9/1	14~31 日間の予定
16	河野 裕介	水沢VLBI観測所	人工電波の高精度測定装置の開発	三鷹 (短期間水沢キャンパス)	8/11-8/29	15 日
17	原田 ななせ	科学研究部	アルマ望遠鏡を用いた近傍星形成銀河の分子雲の性質の研究	三鷹	8/1-9/1の内で2週間程度を調整	2週間程度
18	SHAN Wenlei	先端技術センター	Development of a Radio Telescope for 21 cm Hydrogen Line Detection	三鷹	8/4-8/29	3週間くらい予定
19	成影 典之	太陽観測科学プロジェクト	太陽フレア・コロナのX線集光撮像分光観測(X線光子計測)データを用いた研究	三鷹	8/4-8/29	15日間の予定
20	井口 聖、 山崎 康正	アルマプロジェクト	宇宙暗黒時代に迫る観測天文学の極限	三鷹	8/1-8/30	14~28 日間の予定

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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、または爆発的元素合成	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 富永 望	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での職名 教授
指導期間 8/1-9/1(8/21,22,25,27,29 を除く)	左のうち、実際に研究に要する日数 21 日間の予定
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） 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。 今回は超新星爆発に関する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。 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。 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、爆発的元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。	
特記事項 PC 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。希望があれば上記指導期間前に教科書・論文の輪講（オンライン）を行うことも可能。	
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。	

【2】

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース 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 サブミリ波による遠方宇宙観測のための観測装置開発	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 大島 泰	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 先端技術センター	総研大での職名 助教
指導期間 2025-08-01 ~ 2025-08-30	左のうち、実際に研究に要する日数 14 日間の予定
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） 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。 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。 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、超伝導回路や光学素子や検出器の設計や評価を通して将来の新しい観測の基礎作り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。	
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	

**2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 水沢 VLBI 観測所が関わる電波観測データによる天文学研究 （数名の受入れ可）	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 岩田悠平、廣田朋也、本間希樹	指導実施キャンパス 水沢地区（一部出張の可能性あり）
代表者のプロジェクト等の所属 水沢 VLBI 観測所	総研大での職名 助教（岩田）、准教授（廣田）、教授（本間）
指導期間 8 月 1 日～8 月 30 日（要相談）	左のうち、実際に研究に要する日数 3 週間前後
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） 国立天文台水沢 VLBI 観測所に所属する研究者とともに、主に VLBI 観測に関連する観測データやシミュレーションデータの解析を通じて観測天文学の研究を実施する。具体的なテーマは本人の希望と応募状況によって決定する。なお、テーマによって主たる指導教官は異なるが、水沢 VLBI 観測所に所属する総研大教員を中心に複数名体制で指導を行う。主なテーマは以下の通りである。 岩田教官を主指導教官とするもの ・天の川銀河の巨大ブラックホール いて座 A*の時間変動解析 ・超新星爆発の VLBI 観測の時間変動解析 ・FRB 観測に向けた電波環境測定と評価 廣田教官を主指導教官とするもの ・VERA・KaVA・EAVN を用いた星形成領域の研究(VLBI、または単一鏡観測) ・上記に ALMA データを組み合わせた研究 ・ALMA による星間分子のイメージングや探査 本間教官を主指導教官とするもの ・手作り電波望遠鏡を活用した電波天文学観測の可能性探究 ・スペース VLBI 計画 BHEX に関する撮像シミュレーション	
特記事項 水沢滞在中はけやき会館の宿泊施設を提供し、また、観測所内のオフィスに作業用のスペースも提供する。	
前提とする既習事項 計算機（Linux, Python など）に関する基礎知識や経験があるとよい。	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 惑星形成におけるダスト集合体の数値シミュレーション	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 片岡章雅	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での職名 助教
指導期間 8/1-22	左のうち、実際に研究に要する日数 14-21 日間の予定
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） 惑星は、宇宙に存在するダストと呼ばれる固体物質が、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。しかし、その形成過程には多くの困難が指摘されている。例えば、衝突時に付着せず跳ね返る、あるいは高速衝突によって壊れるといった過程である。これらの困難の解決方法として着目されているのが、ダストが付着時に隙間の多い構造を作ることを考慮した理論を構築することである。 本研究課題では、実際にダスト N 体シミュレーションを実行し、ダストの圧縮・成長・破壊といった過程を再現し、可能であればそのモデル化を目指す。また、それらの過程が惑星形成にどのように影響があるか、原始惑星系円盤の観測と整合的かどうかについて議論を行う。 (注 1) ダスト集合体数値計算の例：https://4d2u.nao.ac.jp/movies/20181201-planet/ (注 2) 受講者の強い希望がある場合は、原始惑星系円盤の ALMA 観測データ解析や輻射輸送シミュレーションによる観測予測に関連した研究テーマも準備可能です。これらに興味がある場合はその旨記載してください。 過去のテーマ例：https://sci.nao.ac.jp/MEMBER/kataoka/students/ 輻射輸送計算の概要： https://sci.nao.ac.jp/MEMBER/kataoka/data/planetexperience2020_ver1.0.html	
特記事項	
前提とする既習事項 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. コンピュータの知識は必須ではありませんが、UNIX 全般の経験や、Python や C 言語等によるプログラミングの経験のある人は是非書いてください。 3. 天文学の基礎知識は不要です。	

**2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 ジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡で探る 宇宙初期の銀河とブラックホール	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 大内 正己	指導実施キャンパス 三鷹キャンパス
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での職名 教授
指導期間 8/6-9/1	左のうち、実際に研究に要する日数 15日
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） 2022 年から科学観測を開始したジェイムズ・ウェッブ宇宙望遠鏡（JWST）は、赤外線領域での高感度観測を実現し、非常に遠方の天体の観測に成功しています。これにより、銀河にもとづく宇宙進化の研究は飛躍的に進展しました。特に、JWST による観測の前には予想できなかったほど多くの初期宇宙に存在する銀河や超巨大ブラックホールが発見され、初期宇宙の進化に関する理解に大きな変革をもたらしています。 本プログラムでは、このような初期宇宙の天体について、JWST の近赤外線分光器 NIRSpec によって得られた最新の観測データを解析します。具体的には、天体の力学構造、構成するガスの密度・温度・化学組成比、さらには超巨大ブラックホールの活動や性質など、初期宇宙の天体を理解する上で鍵となる性質を選びながら明らかにしていきます。解析にはコンピュータを使用するため、参加学生には研究に用いる Mac Book を貸与する予定です。学生は自由に時間を使って研究を進めることができます。また、初期宇宙における銀河や超巨大ブラックホールの形成・進化、さらには宇宙再電離のプロセスなどに関する新たな知見を得ることを目指し、議論を重ねながら研究を進めていきます。 本プログラムを通して、参加学生の興味や最新の研究動向を踏まえて研究を進め、短期間ながらも意義ある研究が行えるよう教員や研究室メンバーが丁寧にサポートします。実施期間は 1 ヶ月未満と限られていますが、学生自身の手で新しい発見ができるよう指導していく予定です。	
特記事項	
前提とする既習事項 本プログラムの開始前に、予習課題をお送りしますので、各自で取り組んでおいてください。実習の初日には、その課題の内容をもとに議論を行い、理解を深める時間を設ける予定です。	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 初期宇宙の爆発的星形成はどのようにして起きたのか？	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 伊王野大介	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 TMT プロジェクト	総研大での職名 准教授
指導期間 8 月 18 日ー9 月 1 日	左のうち、実際に研究に要する日数 10 日
研究の概要 初期宇宙の星形成シナリオ構築に挑戦してみませんか？初期宇宙には、1 年間に 1000 個以上の星を生成する銀河が存在していました。現在の宇宙にはこのような銀河は見られず、例えば天の川銀河の星形成率は年間 2～3 個程度にすぎません。従って、初期宇宙の星形成銀河（特に激しいもの）は、現代の銀河と比べて実に 500～1000 倍ものスケールで星が次々と誕生していたことになります。これらの銀河は大量の塵に覆われており、可視光では観測することができません。そのため、塵からの熱放射をとらえる赤外線やサブミリ波による観測が不可欠です。本プログラムでは、Hubble Deep Field South と呼ばれる領域の ALMA データを用いて、宇宙初期に存在した爆発的星形成銀河を検出し、銀河までの距離（赤方偏移）を測定、多波長データと比較することで、最終的には「初期宇宙の爆発的星形成はどのようにして起きたのか？」という問いに迫ります。星形成を促進する要因としては、銀河同士の衝突・合体が関与している可能性や、孤立銀河への大規模なガス流入による星形成の誘発などが考えられます。研究の具体的な手順としては、(1) ALMA データの画像処理および画像解析、(2) 画像上で有意に検出された銀河の同定、および分光データを用いた輝線の有無の調査、(3) 分子ガス質量などの物理量の導出、(4) 多波長データとの比較による対応天体の同定と銀河の構造や相互作用銀河の存在の確認、(5) 研究成果のまとめとプレゼンテーションの準備、を予定しています。 最新の高感度・高分解能 ALMA データを用いて、初期宇宙の謎と一緒に挑みましょう！	
特記事項	
前提とする既習事項 パソコン操作に慣れていること。Mac に慣れていることが望ましい。	

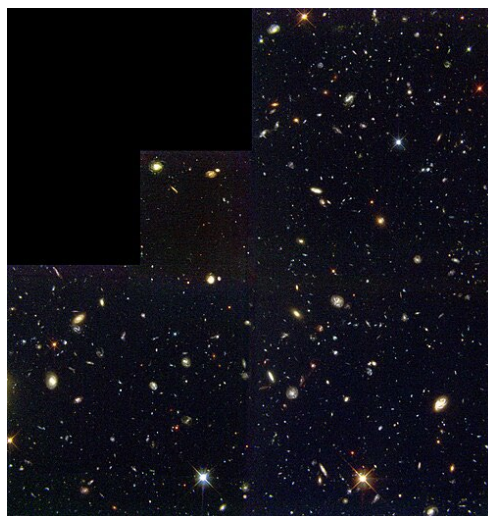
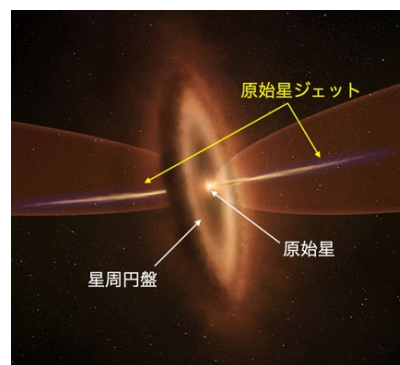


図 1:HDF-South の画像。Credit: NASA/ESA.

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 分子輝線で探る原始星ジェットの時間変動	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 高橋智子、谷口琴美	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 アルマプロジェクト	総研大での職名 准教授
指導期間 8/1-8/29	左のうち、実際に研究に要する日数 20 日程度を想定していますが、状況に応じて相談可能です。
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） 星形成は、宇宙空間に漂う分子ガスと塵から構成される“分子雲”が重力収縮することで起こる。20 桁以上の密度増加と、12 桁に及ぶサイズの変化を伴う壮大な現象であり、恒星・惑星系の形成・進化過程の解明、さらには生命誕生の起源に関連する重要な研究分野である。 星形成進化の初期にあたる主降着期段階(原始星形成後の 1-10 万年程度)では、星のゆりかごである“分子雲コア”から降り積もる物質により原始星が成長し、星周円盤が形成される。原始星を太らせるためには、分子雲コアが初期に持つ角運動量を効率的に抜く必要がある。この役割を果たすのが、星周円盤と直交方向に観測されるジェットを介した質量放出現象である。また、ジェットは原始星への質量降着と密接に連動していると考えられている。 アルマ望遠鏡により高い空間分解能と感度での観測が可能となったことで、原始星ジェットが多数発見されこの分野の研究が飛躍的に進んでいる。本実習では、発見されている原始星ジェットの中で最も若い、質量放出が起きて 100 年以内の天体に焦点を当て、ジェットの特性(形状、内部構造、速度構造、物理状態等)を調べる。さらに異なる時期(2016 年、2023 年)に取得された原始星ジェットのイメージングを行い、間欠的質量放出の時間変動・特性を明らかにする。	
特記事項 特になし。	
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。	



**2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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（グループの場合全員の氏名） 麻生洋一、阿久津智忠、都丸隆行、高橋竜太郎、 陳たん、鷺見貴生	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 重力波プロジェクト	総研大での職名 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 20 日間程度の予定
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） 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。 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。 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。KAGRA は現在、観測運転と感度向上作業を交互に行っている。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、量子力学的不確定性に起因する雑音を量子光学的手法で低減する実験、超高性能防振装置に関する実験などがある。プログラム実施場所は三鷹キャンパスであるが、希望者には日帰りの KAGRA サイト見学を実施することもできる。	
特記事項 KAGRA 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，できれば量子力学	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
サマーステューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ 月水平重力場の計算（その2）	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 竝木則行	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 RISE 月惑星探査プロジェクト	総研大での職名 教授
指導期間 8 月 1 日から 8 月 29 日の間の 10 日間(8 月 11 日 から 14 日を除く)+9 月 1 日の発表会	左のうち、実際に研究に要する日数 10 日間
研究の概要 球面調和関数展開された月の重力ポテンシャルから水平方向の重力異常を計算し、地殻内部構造の新しい情報を得る。 月・惑星重力は天体内部の密度構造を反映している。従って、重力測定データを使って内部密度構造を制約することができる。その際には、平均重力場からのずれとして重力異常が使われる。地球上で観測される重力異常データは鉛直方向に限定されているため(*), 水平方向成分がデータ解析に利用されることはない。一方、月惑星重力場は衛星の追跡データを使って測定される。特に月の詳細重力場測定を実現した GRAIL ミッションは、2 機の小型衛星間通信を使って獲得されたデータであるため、水平方向の重力異常に高い感度をもっているのではないかと推察される。本研究では、GRAIL データから新たな視点を得ることを試みる。 しかしながら、重力異常→密度異常のインバージョンでは、一意的な解が得られないことには注意して置かなければならない。重力ポテンシャルのみから密度構造を決定することはできないので、何らかの仮定をおかざるを得ない。例えば巨大盆地の直下にあるマントルアップリフトを円柱状に仮定するとか、線状重力異常は薄い立板状の貫入岩体に起因すると仮定するなどである。そのような仮定においても、鉛直重力異常だけではアップリフトの根っ子の深さや、貫入岩体の幅などを推定することができなかった。新たに水平方向重力異常を取り入れることで、これまで推定できなかった情報が得られるかもしれないと考えている。 (*) 鉛直方向の平均重力 $(0, 0, g_z)$ に重力異常 $(\Delta g_x, \Delta g_y, \Delta g_z)$ が付加された状態で観測される重力値（重力ベクトルの大きさ）は $\sqrt{\Delta g_x^2 + \Delta g_y^2 + (g_z + \Delta g_z)^2} \approx g_z + \Delta g_z$	
特記事項 2023 年度に行った未完のサマーステューデント研究の続き。前回良いところまで行ったが、成果を出すに至らなかったなので、今度こそは。	
前提とする既習事項 物理数学，力学，地球惑星物理学，地球惑星地質学など。	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 超伝導検出器を用いたテラヘルツ強度干渉計の実験	
教員氏名 松尾 宏	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 先端技術センター	総研大での職名 准教授
指導期間 8/4-8/29	左のうち、実際に研究に要する日数 15 日
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） 天体放射エネルギーの約半分は光赤外線領域で放射され、あと半分は遠赤外線からサブミリ波領域（テラヘルツ波領域）で放射されています。テラヘルツ波領域では天体の熱放射および原子輝線の放射が観測され、様々な天体の形成進化を研究するうえで重要な波長領域となっています。しかし、大気吸収のためサブミリ波帯では標高 5000m クラスの高地から、1THz 以上のテラヘルツ帯では南極高地（ドームふじ、ドーム A）からの観測に限られます。一方で、宇宙空間からの観測では大気放射に邪魔されず超高感度の観測が可能です。 先端技術センターでは、将来のテラヘルツ帯の高解像度高感度観測に向けて、強度干渉計による天体画像合成手法の研究を進めています。強度干渉計は電磁波の位相測定を行わないため、大気の揺らぎの影響を受けにくく南極高地からのテラヘルツ帯長基線干渉計が可能です。将来、宇宙空間に設置する干渉計では受信機量子限界を超える超高感度観測が期待されます。 サマースチューデントのプログラムとして、実験室に設置した光学実験用冷却装置を用いて、超伝導検出器の特性評価を行い、強度干渉計の実証実験に向けた極低温回路の評価、および画像合瀬の実証に向けた光学実験を実験室メンバーと共に進めます。身に付けることのできる基礎技術としては、真空容器の扱い方、冷却装置の扱い方、超伝導検出器の基礎、高周波トランジスタの基礎などが挙げられます。 テラヘルツ帯天文学の基礎と実験装置の説明については、実験開始前に講義を行う予定です。将来の天文観測装置に向けた基礎開発に興味のある方に参加してもらいたく、よろしくお願いします。	
特記事項 必要となる知識については、講義を行う予定です。	
前提とする既習事項 物理基礎	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
サマーステューデントプログラム 指導プラン

研究テーマ アルマ望遠鏡データを用いた「超解像」イメージングによる AGN ダストトーラスの構造解明	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 永井洋、中西康一郎、泉拓磨	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 アルマプロジェクト	総研大での職名 准教授
指導期間 8/1-9/1 の期間の平日	左のうち、実際に研究に要する日数 15 日程度を予定しているが、学生の予定を優先して柔軟に対応
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） <u>本プログラムでは、アルマ望遠鏡データで取得された画像に対し、スパースモデリングを利用した高解像度の画像化を行い、活動銀河核（AGN）のダストトーラスの詳細な構造を調べる。</u> AGN は、巨大質量ブラックホールへの質量降着によって引き起こされる天体現象で、宇宙で最も活動的な現象の一つである。AGN の観測的特徴には大きく分けて、幅の広い可視・紫外線輝線が観測される 1 型 AGN と、それらが観測されない 2 型 AGN に分類される。この違いを説明するために、数光年から数 10 光年のスケールにドーナツ状の形状をした遮蔽物「ダストトーラス」の存在が要求される。しかし、このダストトーラスを空間分解し、その構造を明らかにするため必要な高い解像度を持つ望遠鏡は存在しておらず、その詳細構造は長年にわたる謎となっている。 本研究では、アルマ望遠鏡データを用いて、ダストトーラスの構造を調査する。近傍宇宙に存在するいくつかの AGN に対し、スパースモデリングと呼ばれる新しい手法を使って画像化を行う。スパースモデリングは、従来用いられてきた画像化手法よりも高い解像度を原理的に達成可能で、これまで難しかったダストトーラスの構造を初めて明らかにできる可能性がある。 アルマ望遠鏡データの画像化には国立天文台が所有する計算機を使用する。滞在期間の最初の数日で、計算機の設定と、画像化ソフトウェアの使い方を学ぶ。それと並行して、AGN やアルマ望遠鏡についての基礎的な講義を受けてもらう。その後はアルマ望遠鏡データを用いてダストトーラスの画像化の作業に取り組むとともに、必要な知識を習得するための論文を自身で読んでもらう（途中、論文輪講ゼミを開催する可能性あり）。後半の 5 日程度で、成果発表会に向けた準備を行う。	
特記事項 8/13-15 は国立天文台夏季一斉休暇のため、受け入れ教員 3 名とも、来台しない可能性があります。滞在がこの期間と重複する場合、自習もしくはオンラインでの対応を検討します。	
前提とする既習事項 ・シリーズ現代の天文学「銀河 1」第 4 章、「宇宙の観測 II-電波天文学」第 2 章、第 3 章、第 7 章を読んでおくことが望ましい。 ・Linux と python の基本的な知識があることが望ましい。 ・英語で書かれた論文を読むので、英文読解が苦手ではないことが望ましい。	

FY2023 NAOJ / SOKENDAI Summer Student Program Instruction Plan

Research Topic The redshift evolution of spin distribution of GW sources from massive triple systems	
Name of Supervisor(s) (In case of group instruction, names of all members) Takashi Moriya Andris Dorozsmai	Campus Mitaka
Representative's NAOJ project affiliation Division of Science	Job title (SOKENDAI) Assistant Professor
Period of research guidance 1 August - 1 September	Number of days actually required for research out of the period shown on the left. 4 weeks
Outline of the program (please write a brief introduction first, followed by a summary of the research topic) Despite nearly 100 detections of merging binary black holes by the LIGO-Virgo-KAGRA collaboration, the formation pathways of these systems remain uncertain. In the near future, improved sensitivity of gravitational wave (GW) detectors will allow for mapping correlations between various GW observables and redshift. Among these observables, black hole spins have long been recognised as a key diagnostic, as different formation channels predict different spin orientations. Understanding how the spin distribution evolves with redshift offers a promising approach to constraining GW formation mechanism, especially since early studies already indicate that the spin distribution may change over cosmic time. In this project, the student will determine the redshift evolution of spin distribution of GW sources that originate from massive stellar triple systems by analysing a simulation dataset produced by a numerical code developed to model the evolution of such systems. These triples consist of an inner binary and a more distant tertiary companion. The inner binary forms the merging black holes, while the tertiary can induce spin-orbit misalignment through dynamical interactions, potentially leading to spins that lie preferentially in the orbital plane. The distribution of these spin tilts is expected to depend on the metallicity of the progenitor stars, and therefore on redshift. The student will model how this spin distribution evolves with redshift by combining triple evolution simulations with semi-analytical models of metallicity-dependent star formation. These results will contribute to a larger collaboration in which the spin tilt evolution is explored for two additional merging binary black hole formation channels. At low redshifts ($z < 1$), the results will be compared with current observations from LIGO-Virgo-KAGRA. Predictions will also be extended to higher redshifts (up to $z \sim 6$) to identify potential features in the spin distribution evolution that could be detectable by planned, third-generation GW detectors, which will be able to observe black hole mergers up to $z \sim 10$. References: Dorozsmai et al 2025 (in prep) Rodriguez C. L., Antonini F., 2018, ApJ, 863, 7 Biscoveanu S., Callister T. A., Haster C.-J., Ng K. K. Y., Vitale S., Farr W. M., 2022, ApJ, 932, L19	
Notes The student will have computational resources to perform calculations. The student will mainly be supervised by Andris Dorozsmai. Discussions will be in English.	
Prerequisites (e.g., basic physics, computer language) The student preferably should have basic Python skills. Interest in gravitational wave astronomy and stellar dynamics is advantageous.	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 Prime Focus Spectrograph 初期観測データ	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 田中賢幸、高橋歩美	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 ハワイ観測所	総研大での職名 准教授
指導期間 8/1-9/1（お盆期間を除く）	左のうち、実際に研究に要する日数 15 日
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） すばる望遠鏡で Prime Focus Spectrograph (PFS)と呼ばれる最新の観測装置が 2025 年 3 月から稼働を開始しました。これは 1.25 平方度という空の広い領域において、およそ 2400 天体のスペクトルを一度に取得する分光器で、既存のすばるの装置と比べて視野が 50 倍、同時分光天体数が 20 倍という飛躍的な性能向上をもたらします。さらに、可視光と近赤外光(の一部)を同時観測するという、波長範囲の広さも今までの装置にはない特徴の一つです。 本課題では、動き始めたばかりのこの装置で取得された最新データを解析します。今回は「observatory filler」と呼ばれる、ある一定の明るさ以上の天体を探索するサンプルに着目します。このサンプルには銀河、星、クエーサーなど多種多様な天体が含まれています。それだけではなく、我々の想像しないような天体のスペクトルが飛び出すこともあるかもしれません。まだ誰も統計的・系統的に調べたことのないサンプルで何ができるのか、現時点で予想をすることは難しいです。 この状況から本研究課題はあらかじめ研究ゴールは設定せず、実際に見えてきたものに応じて柔軟に研究テーマを決めることにします。可能性としては、稀な天体であるクエーサーの性質や、珍しい星種族の探索、低質量銀河の金属量、などがあり得ます。通常のサマースチューデントプログラムの課題では、後付けでテーマ設定をすることは無いのですが、それだけ新しく、何が出てくるか楽しみなデータだということです。頑張っって手を動かし、最新データを調べることでできる学生を歓迎します。	
特記事項	
前提とする既習事項 必須ではないがプログラミングに関する基礎知識があると良い。	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 宇宙望遠鏡搭載を目指した赤外線天文観測装置の開発	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 和田武彦	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 JASMINE プロジェクト	総研大での職名 准教授
指導期間 2025-08-01～2025-09-01	左のうち、実際に研究に要する日数 土日休日を除く 15 日間の予定(3 週間)
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） 赤外線は、可視光線や紫外線にくらべ、宇宙空間に存在する塵による吸収の影響を受けにくい。そのため、赤外線による天文観測は、暗黒星雲の中での星生成の様子や銀河中心核にある塵に隠されたブラックホールの活動などを研究する上で、欠くことのできない強力なツールとなっている。 赤外線は大気中の水分子や二酸化炭素分子により強く吸収される。また、大気、望遠鏡、観測装置からの熱放射が強力な雑音源となる。そのため、寒冷高地もしくは大気圏外に望遠鏡を設置し、冷却された光学系・光検出器を用いた観測を行う必要がある。 近年、冷却宇宙赤外線望遠鏡を使うことで、赤外線全波長域で超高感度な観測が可能となった。一方、冷却宇宙赤外線望遠鏡とその観測装置は、ロケットが搭載可能な体積や重量に厳しい制限があることから小型化や軽量化が要求され、また、打ち上げ時の音響や振動、宇宙空間での放射線に耐える必要があり、その上、極低温下でも性能を出さねばならない。そのような望遠鏡や観測装置は市販品には存在せず、特に光学素子や光検出器とその制御電気系は、天文学者自らが開発を行う場合も多い。 本プログラムでは、天体からの放射から始まり、望遠鏡・カメラ/分光器・光検出器・電気系・搭載コンピューター・地上局との通信まで含めた、宇宙望遠鏡による天文観測のシグナルチェーンや観測運用を概観した後、仕様の決定方法を学ぶ。さらに、光検出器・電気系部分について、基本となる回路を参加者自身の手で設計、製作、評価することを目標とする。	
特記事項	
前提とする既習事項 大学初年度レベルの力学・電磁気学・前期量子論と物理数学、PC の基本的操作 ノートパソコンを持参できることが望ましい	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 星・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（グループの場合全員の氏名） 野村 英子	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での職名 教授
指導期間 8/1（金） - 9/1（月）	左のうち、実際に研究に要する日数 14～31 日間の予定
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） 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、ロゼッタなどの彗星探査ミッションや、はやぶさ2による小惑星探査ミッションで、アミノ酸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。星間空間で見つかっ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、星間空間に存在する有機分子から、我々の太陽系で見つかっている、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。 本プログラムでは、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) 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データの解析(2)理論計算(化学反応ネットワーク計算、有機分子輝線の輻射輸送モデル計算)による観測予測、(3)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、(4) はやぶさ2のサンプルリターン試料への応用などのテーマから、学生の希望に合わせてテーマを決めます。	
特記事項 特になし	
前提とする既習事項 特になし	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 人工電波の高精度測定装置の開発	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 河野裕介	指導実施キャンパス 三鷹キャンパス（短期間水沢キャンパス）
代表者のプロジェクト等の所属 水沢 VLBI 観測所	総研大での職名 助教
指導期間 8/11---29	左のうち、実際に研究に要する日数 15 日
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） 電波望遠鏡建設サイト調査のための人工電波強度高精度測定装置の開発 SKA 計画やその先行プロジェクト等により低周波での電波天文学は新たな時代が到来しつつある。低周波の電波望遠鏡は電波制限エリアなどに建設されることが多いが、日本国内では人口が密集しているためその建設は非常に制限されている。一方で近年の調査ではいくつかのサイトでは観測条件を制限すれば観測が可能な場所があることも明らかになりつつある。人類の活動により発生する人工電波は、空間的・時間的・周波数的に複雑なふるまいをする。また電波望遠鏡自身も人工電波源の発信源となることもある。 そこでこのプログラムでは人工電波源を効率的・高精度・高分解能で計測できる装置を開発する。そして望遠鏡の周辺などで電波強度計測を行い、天文観測への影響について考察を行う。この装置が今後の電波望遠鏡建設のための基礎情報を提供する装置に発展するための道筋を探る。 プログラムの中で電波の電力や周波数計測手法、半導体部品の特性、デジタル信号処理方法、天文学観測への影響の評価方法など観測技術やサイエンスまでの広範囲な知識に触れる。また半導体を組み合わせた電子回路の製造やコーディングなど、アナログからデジタルにわたっての技術開発を体験する。人類は望遠鏡を作り観測することで宇宙の謎に挑んできた。その天文学の歩みを僅かながらも感じられるプログラムになることを目指す。	
特記事項	
前提とする既習事項 基本的な電磁気学・数学	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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の性質の研究	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 原田ななせ	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 科学研究部	総研大での職名 助教
指導期間 8/1-9/1 の内で 2 週間程度を調整	左のうち、実際に研究に要する日数 2 週間程度
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） 銀河は 1 億から 1 兆個の星から構成されています。星だけでなく、星と星の間の空間にあるガス（星間ガス）も銀河の重要な構成要素の一つですが、そうした星間ガスは新しい星を作る材料になります。 銀河の中には他の銀河に比べ非常に多く星を作っているスターバースト銀河という種類の銀河があります。こうした激しい星形成が可能になる理由であったり、星形成が次第に収束していく原因はまだよくわかっていません。それには星の材料である星間ガスの性質が影響している可能性があります。 星間ガスの性質を調べるのに重要なのがさまざまな分子種です。分子雲の中には多種の分子種がこれまでに検出されてきていますが、その中には高密度の部分で多く観測されるもの、またはフィードバックの影響を示す分子種などがあるため、スターバースト銀河で複数の分子輝線で銀河の分子雲を調べる研究がこれまでアルマ望遠鏡によって行われてきました(プレスリリース)。今回の研究では（１）機械学習的アプローチから銀河運動をより良く示す分子輝線を同定する、もしくは（２）この過去の研究に比べ高解像度でより激しい星形成の現場にズームインしたデータを用い、若い星形成と段階の進んだ星形成の分布を調べていきます。。 最終的には、銀河の何がその中の星形成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。 例として、過去のサマースチューデントの研究論文を載せておきます (https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2025PASJ...77....1K/abstract)。 <u>皆さんの応募をお待ちしています！</u>	
特記事項	
前提とする既習事項 電磁気学、量子力学などの基礎物理。Unix の基本的なコマンドや python が使えると望ましい。ノート pc も持参できることが望ましい。	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 Development of a Radio Telescope for 21 cm Hydrogen Line Detection	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） SHAN Wenlei	指導実施キャンパス Mitaka
代表者のプロジェクト等の所属 Advanced Technology Center	総研大での職名 Associate Prof.
指導期間 2025-08-4 ~ 2025-08-29	3 週間くらい予定
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） Astronomy and astrophysics are essentially experimental sciences. Their progress relies on advanced instruments, many of which are developed by astronomers themselves. It must be an exciting moment when you make scientific discoveries with the equipment that you build. During the summer school, the student will develop a 1.4 GHz radio telescope for atomic hydrogen 21-centimere line observations. The telescope was built by a Summer School 2024 student using inexpensive components obtained from the nearby home center and Amazon. Using this telescope and self-programmed observing software (which enables spectral domain switching calibration), the hydrogen line was successfully detected last year. The new student will use this as the basis for a PC-controlled steerable antenna platform. By using this a survey of the entire sky will be carried out.	
特記事項 The instruction will be given in English mixed with Japanese.	
前提とする既習事項 No special requirement.	

**2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 太陽フレア・コロナの X 線集光撮像分光観測 (X 線光子計測) データを用いた研究	
教員氏名 (グループの場合全員の氏名) 成影 典之	指導実施キャンパス 国立天文台・三鷹キャンパス
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	総研大での職名 助教
指導期間 8 月 4 日～29 日	左のうち、実際に研究に要する日数 15 日間の予定
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) 【研究背景】 地球に最も近い恒星である太陽は、プラズマ現象の宝庫である。例えば、太陽系最大の爆発現象である太陽フレアは、磁気再結合によって駆動されている。磁気再結合は、磁力線がつながり変わることによって磁場中に蓄えられた磁気エネルギーを爆発的に解放、そのエネルギーをプラズマの塊の放出・プラズマの加熱・粒子の選択的加速などに変換するプラズマ中のプロセスである。その変換過程においては、電流シート、プラズマ流やプラズマの塊 (磁気島)・乱流・衝撃波・加速粒子など、ミクロからマクロなスケールにわたる様々な現象がシステムとして生じる。これらの諸現象は、まさに宇宙の活動そのものである。 【本プログラムで実施する研究内容】 本プログラムでは、宇宙の活動の一翼を担う磁気再結合を出発点としたエネルギーの変換過程を解明するために、最も身近な磁気再結合現象である太陽フレアや、高温に加熱されている太陽コロナを研究対象とし、エネルギー変遷を定量的に評価する研究を体験してもらう。具体的には、我々が打ち上げた日米共同観測ロケット実験 FOXSI で取得した世界初の太陽 X 線集光撮像分光観測 (X 線光子計測) データを解析してもらう。このデータは、X 線光子 1 個 1 個の位置、時間、エネルギー情報を有するもので、太陽フレアや太陽コロナの詳細なプラズマ診断を実施することができる。また、既存の観測装置で取得したデータとの比較も行うことで、この新しい観測手法の優位性を確認してもらう。観測装置に興味がある方には、太陽観測衛星「ひので」に搭載の X 線望遠鏡を用いた太陽フレア観測や、FOXSI に搭載した X 線高速度カメラによる X 線光子計測の手法を学んでもらう。なお、本プログラムを通して成果が出れば、天文学会などで発表することも可能である。 参考情報 : https://hinode.nao.ac.jp/news/topics/foxsi-3-data-release-jp-20190115/ https://x.com/Xray_Sun_jp	
特記事項 データの解析には IDL を用いるが、予備知識がなくても解析できるようにする予定。自身の PC があることが望ましい。PC が手元にない場合は、ご相談下さい。	
前提とする既習事項 力学・電磁気学など基礎物理学。計算機の操作。	

2025 年度国立天文台・総研大先端学術院天文科学コース
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 宇宙暗黒時代に迫る観測天文学の極限	
教員氏名（グループの場合全員の氏名） 井口 聖, 山崎 康正	指導実施キャンパス 三鷹
代表者のプロジェクト等の所属 アルマプロジェクト	総研大での職名 教授
指導期間 2025 年 8 月 1 日～2025 年 8 月 30 日	左のうち、実際に研究に要する日数 14～28 日間の予定
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） <u>ビッグバン</u>のあと、最初の星が生まれる前、つまり宇宙年齢 40 万年～1 億年ごろ、そこには“<u>宇宙暗黒時代</u>”と呼ばれる、謎に包まれた時代があります。この時代の宇宙には、星も銀河もまだ誕生しておらず、中性水素ガスとわずかなヘリウムが静かに広がっていました。そんな宇宙の「暗黒時代」の様子を探るカギが、中性水素 21cm 線（中性水素の超微細構造間の遷移に伴う波長約 21cm のスペクトル線）と呼ばれる電波で、赤方偏移によりデカメートル波として我々のところに到来すると考えられています。特に、宇宙マイクロ波背景放射（CMB）に対する中性水素 21cm 線のスピン温度の差、その空間的な平均温度であるグローバルシグナルが注目されており、これを精度良く観測することができれば<u>標準宇宙論</u>の検証を行うことができ、もしそれが予言と異なる結果となった場合は「<u>標準宇宙論の破れ</u>」の証拠となるかもしれません。 <u>宇宙暗黒時代</u>からの中性水素 21cm 線を観測する際、それ以降の時代に生まれた多数の星や銀河そして我々の住む天の川銀河などからの放射（前景放射）も同時に観測することになります。これら前景放射の空間的な分布や周波数特性を精度良く理解しておくことが、宇宙暗黒時代の観測においても必要不可欠となります。しかしながら、人類はまだデカメートル波での電波天文観測の実績を積み上げられていません。銀河における電波放射機構を勉強しつつ、宇宙暗黒時代からの中性水素 21 線の観測実現に向け、デカメートル波による電波天文観測の新手法についても研究します。	
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）	