

東北大学大学院 理学研究科 天文学専攻  
Astronomical Institute, Tohoku University

<https://www.astr.tohoku.ac.jp>



# 宇宙地球物理学科(天文学コース) 天文学専攻

<https://www.astr.tohoku.ac.jp>

菫



東北大学天文学教室 理学部 宇宙地球物理学科 天文学コース  
大学院理学研究科 天文学専攻

Astronomical Institute, Tohoku University

| 日本語 | English |

ホーム

教室の概要

メンバーと研究分野

受験生向け

在学生向け

談話会

連絡先・アクセス



## 東北大学 天文学教室

総合的な研究ができる大学で天文学を学びませんか?

東北大学天文学教室では、全国でも数少ない天文学・宇宙物理学の総合的な教育・研究を行っています。理論、数値シミュレーション、観測、観測装置開発など様々な手法を駆使して、系外惑星、恒星、銀河、銀河団、宇宙論などの天文学のほとんどの分野の研究を進めています。

## 所在地

〒980-8578

宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-3

TEL：022-795-6512 / FAX：022-795-6513



## アクセス

### 地下鉄

地下鉄東西線仙台駅より「八木山動物公園駅」方面行きで9分。  
片道 250円。「青葉山駅」下車、北1出口より徒歩2分。

### タクシー

仙台駅から約10分、2,000円程度。  
通常は「東北大理学部」と運転手に告げれば間違いなく到着します。

### 徒歩

仙台駅から約1時間30分。  
経路にもよりますが、青葉通や広瀬通、広瀬川、仙台城隅櫓など様々な見所が点在します。  
教室のある青葉山キャンパス付近は急な山道になります。



## 令和5年度入学生向け試験日程

### 令和4年8月25日(木) 筆記試験

9:40	集合
10:00~11:00	英語
12:00~14:00	物理学 (2科目)
14:30~16:30	物理学 (2科目)

### 令和4年8月26日(金) 面接試験

12:50	集合
17:00ごろ	合格内定者の発表

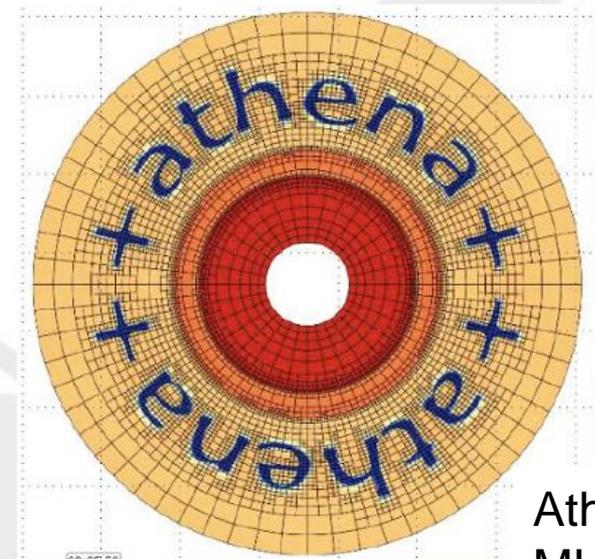
場所: 対面試験、東北大学青葉山北キャンパス(理学研究科)

# 天文学の研究手法

- 理論天文学(計算機コード開発を含む)
  - 物理学の法則に基づいて、天体現象の理論的理解・予言を行う。
  - 純粹理論の構築、コンピューターシミュレーション、天体現象データの理論解析



©理研



© 富田

Athena++  
MHDコード

# 天文学の研究手法

- 観測天文学（観測装置開発を含む）
  - 天体現象の観測、またはそのための望遠鏡、観測装置の開発を行う。
  - 国内外の天文台（すばる望遠鏡、アルマ望遠鏡、スペース望遠鏡など）を使った観測およびデータ解析、自前の装置開発



©国立天文台

©すばる望遠鏡

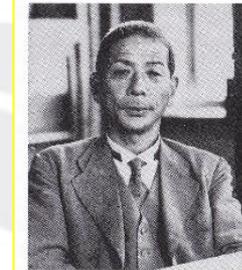


©アルマ望遠鏡

# 天文学教室の歴史

- 1907: 東北帝国大学の創立(3番目)
- 1920: 地球物理学講座の設置
- 1934: 天文学講座の設置  
教授: 松隈健彦、助教授: 一柳壽一  
「天文学教室(Astronomical Institute)」
- 1945: 戦災(建物・図書・機材消失)
- 1958: 天文学専攻設置(2講座)
- 1992: 4講座体制へ拡張
- 1994: 大学院理学研究科天文学専攻として再発足  
(現12人の教員体制)

松隈



一柳

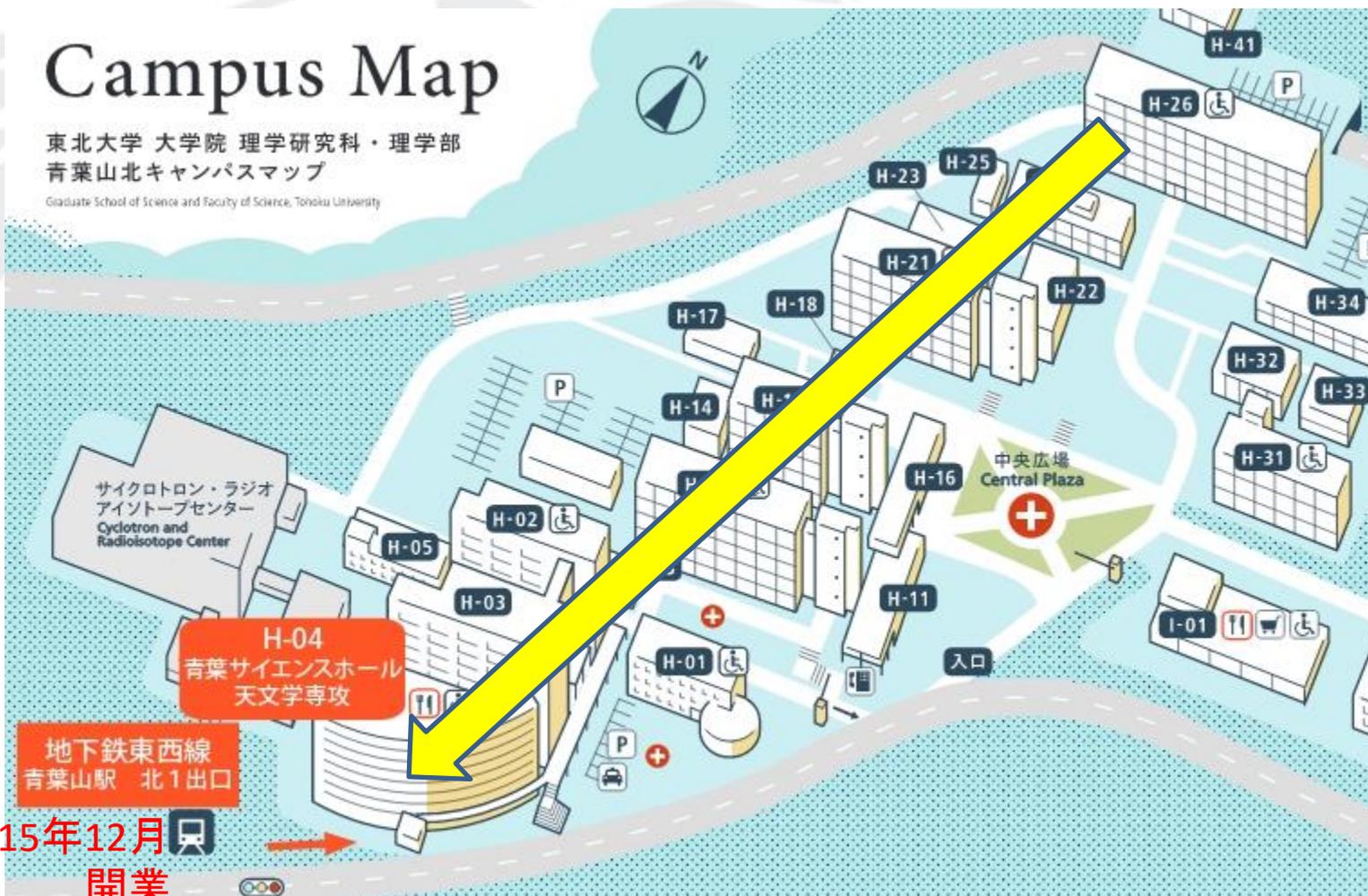


# 東北大学天文学教室・天文学専攻



- 全国の大学で天文学教室(天文学専攻)を持つのは、東大、京大、東北大の3つだけ。
  - 理論天文学、観測天文学、装置開発の全てを広くカバー。
  - 系統だった天文学の総合教育。
  - 世界第一線の研究成果。
  - 全国区、国際色も豊か。
- 東北大学は指定国立大学(最初に認定された3大学の一つ)
- THE世界大学ランキング(日本版)3年連続1位！  
日本一の教育力。高校からの評価も高い。
- 全国区(東北出身は約1/3)

# 2014年11月、新棟(理学合同C棟)へ引越し (1978年に片平から青葉山物理棟へ移転以来の引越し)



2015年12月  
開業

免震棟！

## 進路状況 学部卒業生の約95%が大学院に進学

### 学部卒業後の進学・就職状況

学部卒業後はほとんどの学生（最近5年間では95%程度）が大学院に進学しています。

年度	進学	就職	その他	主な就職先
2019	14	0	0	
2018	13	0	0	
2017	9	2	1	NECプラットフォームズ、大京
2016	11	3	1	株式会社ゆうちょ銀行、三井不動産リアルティ株式会社、独立行政法人日本学術振興会
2015	13	1	1	株式会社コロナ
2014	12	0	0	
2013	13	1	0	一般財団法人日本気象協会

(参考ページ)

学生向け経済支援

<http://www.sci.tohoku.ac.jp/student/shien.html>

## 充実の博士課程経済支援プログラム

### 博士前期課程修了後の進学・就職状況

博士前期課程修了後は4割程度が博士後期課程に進学し、6割程度が就職しています。博士後期課程に進学する場合は、大部分の学生が

- [宇宙創成国際共同大学院\(GPPU\)](#)
- [国際高等研究教育機構](#)
- [東北大学グローバル萩博士学生奨学金 \(東北大学プレスリリース\)](#)

の奨学生として、また

- [日本学術振興会 特別研究員 \(DC1/DC2\)](#)

として研究奨励金をもらって研究活動を続けています。

年度	進学	就職	その他	主な就職先
2019	3	6	0	ドリームキャリア、東日本電信電話、富士通、日本IBM、インフォコム、日立製作所
2018	4	7	0	ニコン、野村総研研究所、日本電気、日立製作所、全日本空輸、三菱電機、富士通
2017	3	5	0	宮城県、アルプス電気、メイテック、日本IBM、キヤノン
2016	5	8	0	アドバンスト・ビジネス・インターナショナル株式会社、キヤノン、キヤノン株式会社、ソウルアウト株式会社、神奈川県、池上通信機株式会社、東京エレクトロン株式会社、フォルシア株式会社
2015	4	5	0	五藤光学研究所、野村総合研究所、キヤノン、日本生命保険相互会社、日本放送協会
2014	2	5	0	ジャパンディスプレイ、NTTデータフロンティア、GMOペイメントゲートウェイ、東証システムサービス、クイック
2013	6	1	2	西日本電信電話

# 博士向け奨学金制度の紹介

## ▶ 日本学術振興会特別研究員制度

- 月額20万円 別途研究費年間150万円以内支給
- 分野指定なし

## ▶ 東北大学 学際高等研究教育院制度

- 奨学金月額18万円
  - ▶ 学際高等研究教育院制度に採用された後に、「大学フェロークシッヅ創出事業」や「JST次世代研究者挑戦的研究プログラム」への切り替えが可能な場合もある。
- 分野指定なし

## ▶ 国際共同大学院プログラム

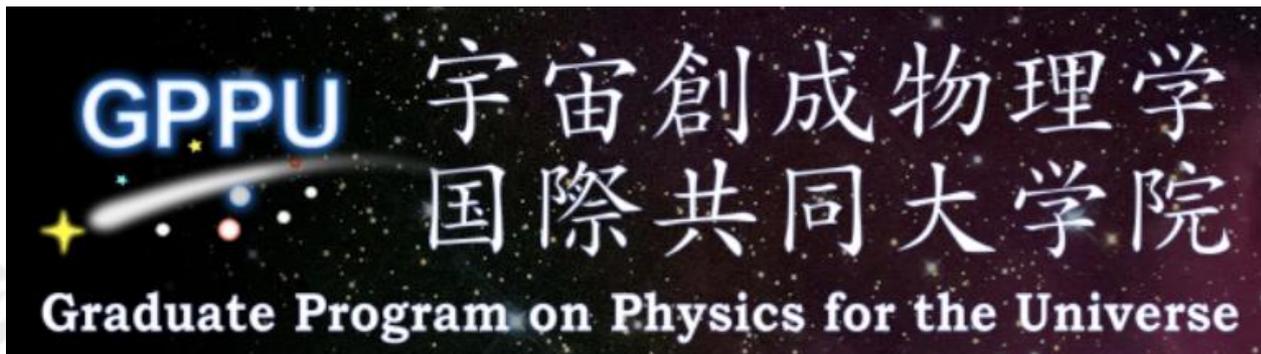
- 月額18万円 別途海外渡航費支給あり
- 分野指定あり

## ▶ 大学フェロシップ創設事業

- 月額18万円 研究費年間34万円
- 分野指定あり
- ▶ 令和3年度よりスタート。初年度の申請は、既存の学位プログラム等参加者（東北大学 学際高等研究教育院制度・国際共同大学院プログラム・産学共創大学院プログラム（卓越大学院））に限定する。次年度以降の申請資格は検討中。

## ▶ JST次世代研究者挑戦的研究プログラム（令和3年10月よりスタート）

- 月額16～20万円 研究費年間34万円
- 分野指定なし
- ▶ 令和3年度後期より公募開始。既存の学位プログラム等参加者（東北大学 学際高等研究教育院制度・国際共同大学院プログラム・産学共創大学院プログラム（卓越大学院））の指摘枠、研究科推薦枠の2つの枠が用意されている。



<http://gp-pu.tohoku.ac.jp>

素粒子・原子核・天文・宇宙研究の密接な連携  
国際プロジェクトリーダー、世界を舞台に活躍する人材を育成

国際共同指導による博士論文研究（国際講義、高度実験、海外研修などの特別カリキュラム）

RAや給与、海外研修経費などの経済的サポート

理学研究科のM2大学院生10名程度を募集。書類&面接により選抜。

海外の連携大学・部局は、当面、アムステルダム大学(NIKHEF研究所)、ウィスコンシン大学、オーストラリア国立大学、オルセー原子核研究所、カリフォルニア大学(バークレー校)、ソウル大学、ドイツ重イオン研究所、ドイツ電子シンクロトロン研究所、ハワイ大学、ハンプトン大学(ジェファーソン研究所)、プリンストン大学、ポーランドヤゲロー大学、マインツ大学、マサチューセッツ工科大学、ワシントン大学、マックスプランク研究所、ミシガン州立大学、中国科学院理論物理学研究所、欧州合同素粒子原子核研究所、などの宇宙創成物理学国際共同大学院運営委員会で認める大学・研究機関である。

## 天文学専攻

## 教員



秋山 正幸 教授  
Masayuki AKIYAMA

遠方銀河  
活動銀河核 補償光学



大向 一行 教授  
Kazuyuki OMUKAI

宇宙論的天体形成論



兒玉 忠恭 教授  
Tadayuki KODAMA

遠方銀河 銀河団  
宇宙大規模構造



田中 秀和 教授  
Hidekazu TANAKA

惑星形成  
太陽系外惑星



千葉 柁司 教授  
Masashi CHIBA

銀河の化学動力学  
観測的宇宙論



檜山 和己 准教授  
Kazumi KASHIYAMA

高エネルギー天体  
コンパクト天体



田中 雅臣 准教授  
Masaomi TANAKA

時間領域天文学



富田 賢吾 准教授  
Kengo TOMIDA

星形成過程  
計算機シミュレーション



服部 誠 准教授  
Makoto HATTORI

宇宙マイクロ波背景放射  
観測による初期宇宙探査



村山 卓 准教授  
Takashi MURAYAMA

遠方銀河  
活動銀河核



板 由房 助教  
Yoshifusa ITA

恒星進化  
物質循環



吉田 至順 助教  
Shijun YOSHIDA

相対論的宇宙物理学

---

## 学際科学フロンティア研究所

---



当真 賢二 准教授

Kenji TOMA

高エネルギー天体  
ブラックホール



市川 幸平 助教

Kohei ICHIKAWA

活動銀河核  
超巨大ブラックホール



木村 成生 助教

Shigeo S. KIMURA

高エネルギー天体

---

## JAXA 宇宙科学研究所・連携講座

---



山田 亨 教授

Toru YAMADA

遠方銀河  
スペース天文学



TOHOKU  
UNIVERSITY

# 教員と研究分野

## 天文学専攻(12名)

教授	秋山 正幸	遠方銀河、活動銀河核、補償光学(観測・装置)
	大向 一行	初代天体形成、星間物理(理論)
	兒玉 忠恭	遠方銀河、銀河団、宇宙大規模構造(観測・理論)
	田中 秀和	惑星形成、太陽系外惑星(理論)
准教授	千葉 柁司	銀河の化学動力学、観測的宇宙論(観測・理論)
	檜山 和己	高エネルギー天体、コンパクト天体(理論)
	田中 雅臣	超新星爆発、中性子星合体(観測・理論)
	富田 賢吾	星形成過程、計算機シミュレーション(理論)
	服部 誠	宇宙マイクロ背景放射(装置・観測・理論)
助教	村山 卓	遠方銀河、活動銀河核(観測)
	板 由房	恒星進化、物質循環(観測)
	吉田 至順	相対論的宇宙物理学(理論)

## 学際科学フロンティア研究所(3名)

准教授	當真 賢二	高エネルギー天体、ブラックホール(理論)
助教	市川 幸平	活動銀河核、超巨大ブラックホール(観測)
助教	木村 成生	高エネルギー天体(理論)

## JAXA 宇宙科学研究所・連携講座(1名)

教授	山田 亨	遠方銀河、スペース天文学(観測)
----	------	------------------

# 教員と研究分野



## 研究対象

宇宙論:

宇宙初代天体:

大規模構造・銀河団:

遠方銀河:

巨大ブラックホール:

局所銀河・銀河系:

超新星・重力波:

星形成・領域:

恒星:

コンパクト天体:

惑星:

観測装置開発:

## 研究内容・手法

ダークマター(観測)

宇宙背景放射(観測・理論)

形成論(理論)

形成・進化(観測)

形成・進化(観測・理論)

形成・進化(観測)

形成論(理論)

形成・進化(理論・観測)

突発天体・重力波源(観測・理論)

数値計算(理論)

晩期型星(観測)

相対論的天体(理論)

高エネルギー天体(理論)

形成論(理論)

補償光学(装置)

マイクロ波(装置)

## 専門教員

千葉 柁司

服部 誠

大向 一行

児玉 忠恭

児玉 忠恭、秋山 正幸、山田 亨

秋山 正幸、村山 卓、市川 幸平

当真 賢二

千葉 柁司

田中 雅臣、檜山 和己

富田 賢吾

板由 房

吉田 至順

当真 賢二、檜山 和己

田中 秀和

秋山 正幸

服部 誠

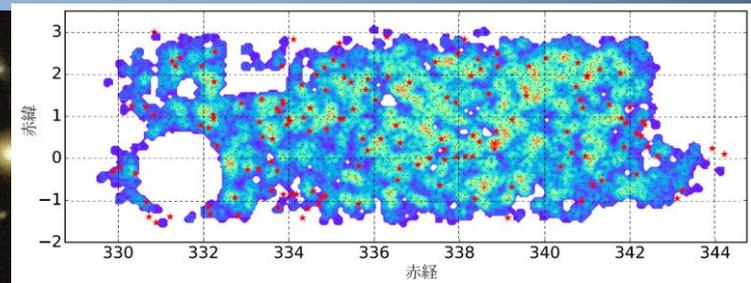
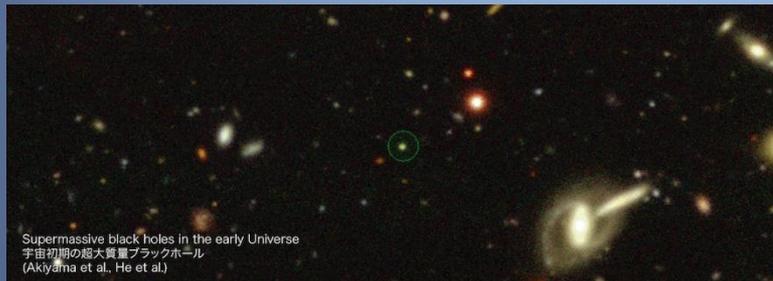
# 1. 秋山 正幸 研究室



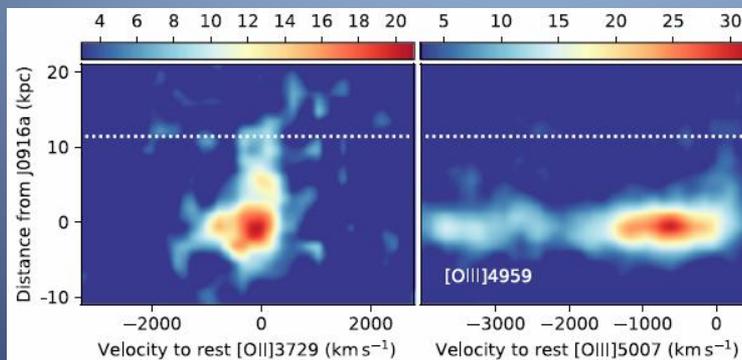
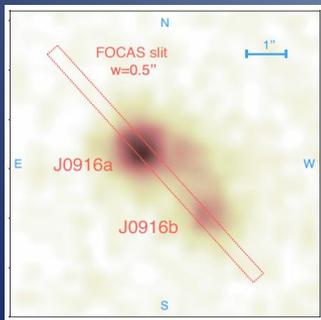
## 多波長観測で探る超巨大ブラックホールの形成と進化

(学際研助教:市川、D2:Klod、M2:Janek、福地、佐久間)

最近の観測によりほぼすべての銀河の中心には超巨大ブラックホールがあることが明らかになっています。このような超巨大ブラックホールが宇宙の歴史の中で誕生し、成長してきた様子は紫外線・X線や赤外線的数据などで強い放射を放つ活動銀河中心核として見つけることができます。活動銀河中心核を用いて、1. 超巨大ブラックホールがどのように形成されてきたのか、2. どのような銀河で形成が進んでいるのか、3. 宇宙の大規模構造とはどのように関わっているのか、4. 銀河の進化にどのように影響を与えたのか、5. これまでの観測では見過ごされていた隠された活動銀河中心核はどのくらいあるのか、をX線から電波に渡る多波長の観測により明らかにしようとしています。



すばる望遠鏡の広視野探査で見つかった宇宙初期の活動銀河中心核の例(左 Akiyama et al. 2018)  
宇宙初期の銀河分布(色マップ)と活動銀河中心核の分布(赤星印)の比較(右 He et al. 2018)



中心の超巨大ブラックホールの影響で銀河スケールで高速で噴き出すガスを発見！

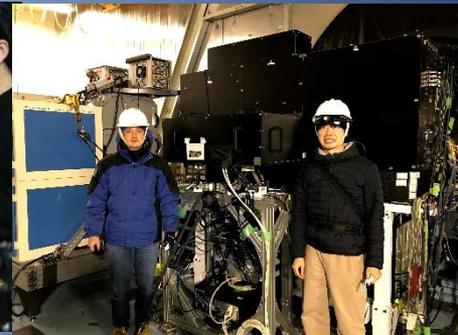
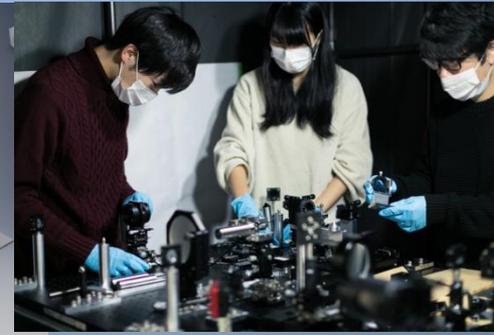
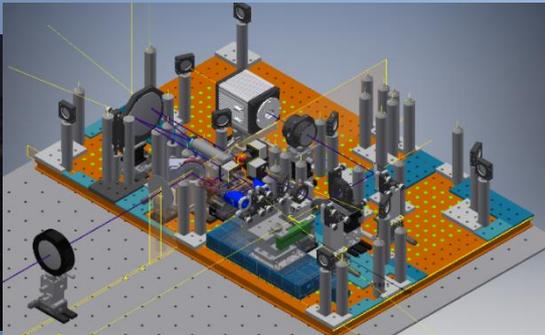
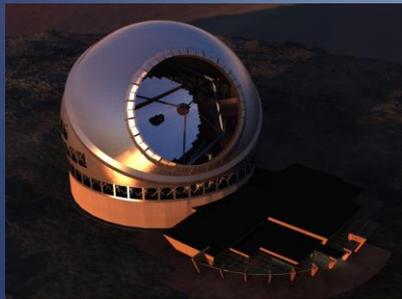
(Chen et al. 2019)

# 次世代の広視野多天体補償光学の開発

(D3:大金、M2:赤澤、M1:池田、穂満)

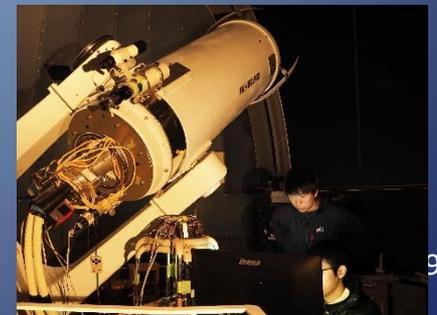
すばる望遠鏡では調べることができなかった宇宙最初期の銀河を調べるために口径30mの望遠鏡をマウナケア山頂に建設するTMTプロジェクト([tmt.mtk.nao.ac.jp](http://tmt.mtk.nao.ac.jp))が進行しています。我々はTMTの広い視野に分布する多数の天体を同時に高い空間分解能で観測する装置の開発を進めています。その鍵となるのは、**地球大気の揺らぎの影響を「補正」して高空間分解能で観測する補償光学という技術**です。我々は視野の中の多数の天体の光を切り出して、それぞれの天体に最適化した補償を行う小型の補償光学系を多数配置したシステムを検討しています。

この新しいアイデアの補償光学をすばる望遠鏡で実証するという計画を進めています。**現在、すばる望遠鏡に取り付ける波面センサーの設計や組み上げを実験室で進めていて、2021年度からすばる望遠鏡に持ち込んで測定実験などを行う予定です。**また補償光学の実験として東北大学の屋上にある望遠鏡に波面センサーを取り付けて大気揺らぎの性質や補償鏡の特性を測定する実験も行っています。さらにすばる望遠鏡の次世代広視野補償光学系の検討をオーストラリアのグループなどとの国際協力で行っています。



次世代30m望遠鏡の完成予想図

すばる望遠鏡用波面センサーのモデル図(上左)  
と実際に組み上げている様子(上中 photo:志鎌康平)  
すばる望遠鏡に取り付けて測定(上右)  
屋上の望遠鏡での大気揺らぎ測定実験(下)  
(屋上望遠鏡での初査読論文！ Ogane et al. 2021)



# 2. 天体理論研究室

<https://www.astr.tohoku.ac.jp/tap/>

## 宇宙物理学(理論)の研究室

天体形成や高エネルギー天体現象を始めとして、宇宙物理学全般を理論的に研究しています



**大向一行**  
(教授):  
天体形成論



**当真賢二**  
(准教授):  
高エネルギー  
天体物理学



**榎山和己**  
(准教授):  
高エネルギー  
天体物理学



**富田賢吾**  
(准教授):  
星・円盤形成  
シミュレーション

### メンバー:

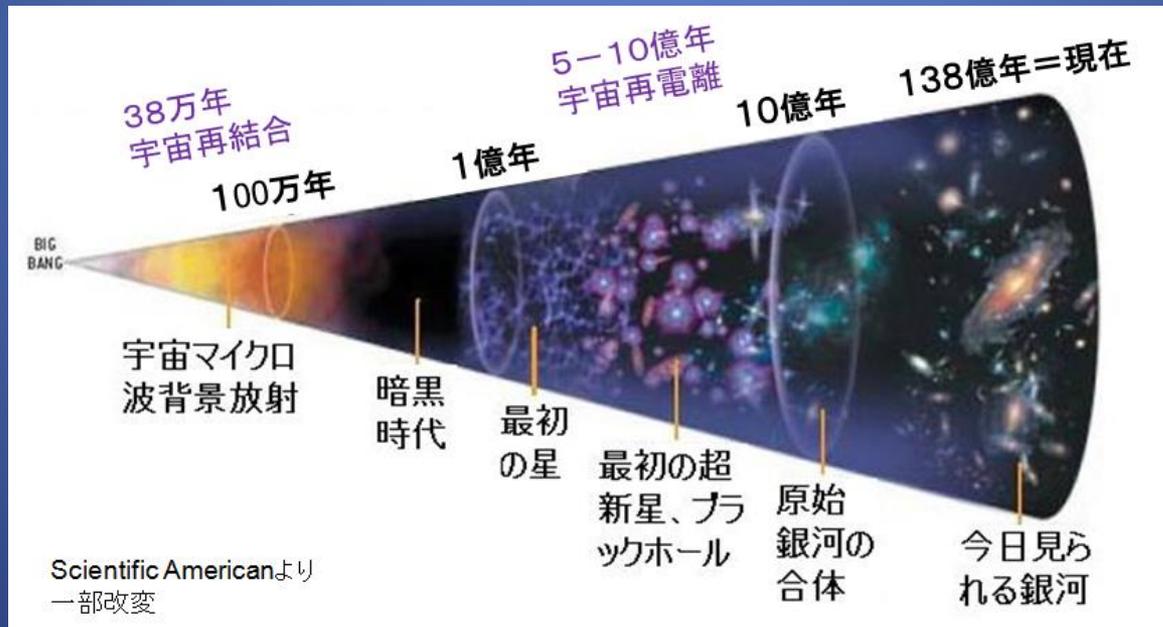
- 教授 大向一行  
准教授 当真賢二\*、榎山和己  
富田賢吾 (\*: 学際研兼任)  
特任助教 鄭昇明、高橋亘  
PD 田川寛通、森昇志、  
富田沙羅、片桐拓弥  
D2 定成健児エリック  
D1 久世陸、桑田明日香  
M2 松井理輝、金滉基、藤村大夢  
M1 齋藤瑞葉、西尾恵里花



# 宇宙論的天体形成論(大向)

“ビッグバンにより誕生した宇宙は、  
いかにして現在のような多様な天体からなる宇宙へと進化したのか？”

星・惑星系、銀河、超巨大ブラックホールなどの天体の起源に物理理論を基礎に、宇宙論、銀河形成論、星間物理学などを駆使して、計算で迫っています。



主にこのあたりの宇宙の進化

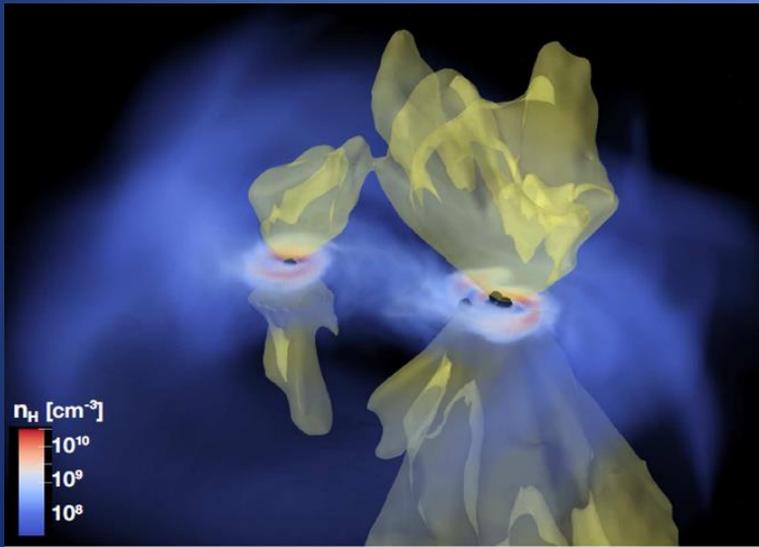
初代星、初代銀河、初代ブラックホールの誕生など

# 最近の研究トピック

## 宇宙初代星の形成

“宇宙で最初に生まれた星はどんな星だったのか？”

宇宙誕生後の状態からスタートして、宇宙最初の星が誕生するまでの過程を、大型計算機によるシミュレーションで追跡した。太陽の数10倍以上の大質量星であったことを発見



## 超巨大ブラックホールの形成

“銀河の中心にはなぜ超巨大ブラックホールが存在するのだろうか？”

宇宙初期の銀河の内部で超巨大星が生まれる過程を追跡。これは太陽の10万倍を超えるまで成長後、ブラックホールへと重力崩壊し、超巨大ブラックホールの種となることが分かった。

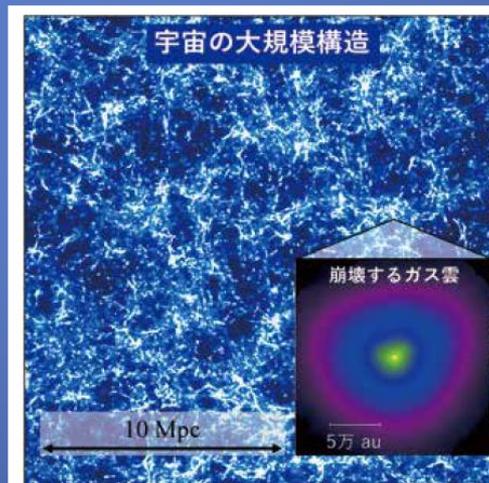


図03 数値計算により再現された宇宙における20 Mpcにわたる領域における物質分布と、その中から発見された崩壊するガス雲。原始的な化学組成のもとでは、このガス雲から巨大星が誕生すると考えられている。今回は重元素の存在によって、形成する星の質量がどう変わるかを調べる。

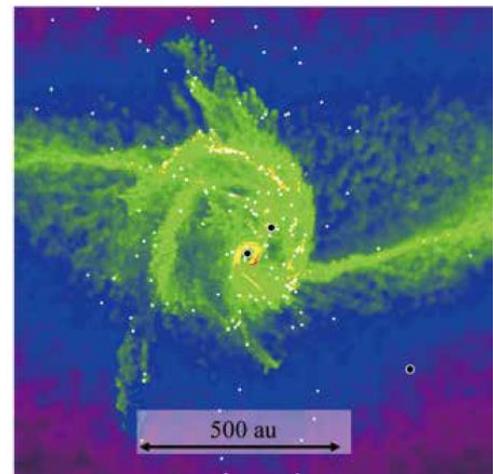


図04 ブラックホールを生み出すガス雲の密度分布。重元素量が太陽系近傍の1万分の1の場合を示している。中心付近にある黒点は巨大星を表しており、やがてブラックホールに進化すると考えられる。白い点は10太陽質量以下の小さい星を表しており、ガス雲の激しい分裂により形成する。小さい星の多くは中心の巨大星と合体し、それによって巨大星の質量は効率よく成長できる。

# 高エネルギー天体物理学：（当真・樫山）

“ブラックホールなどの強重力天体は、宇宙で最も効率良く、エネルギー解放している。周辺の粒子は、地球上では到底達しえない高エネルギーを獲得している。”  
宇宙で起こる高エネルギー現象の様々な謎に、理論計算で迫っています。

## 最近の研究トピック

“宇宙最大の爆発はいかにして起こるのか？”

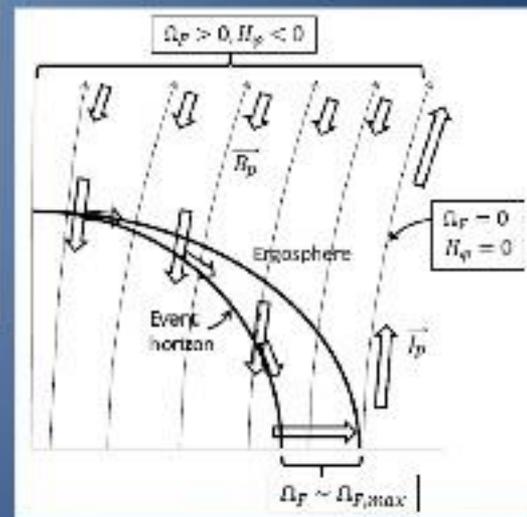
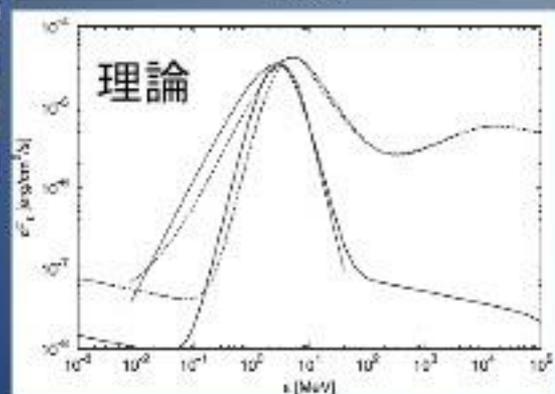
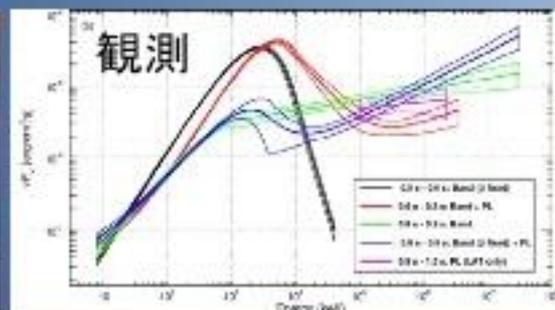
ガンマ線バーストの最新観測データの理論モデルを提唱しました。

“ブラックホールからなぜ物が噴き出すのか？”

ブラックホールから電磁的にエネルギーが解放される物理を突き止めました。



Fermiガンマ線衛星



磁場中のブラックホールによる誘導起電力生成

# 例：ブラックホール誕生の瞬間を捉える

観測

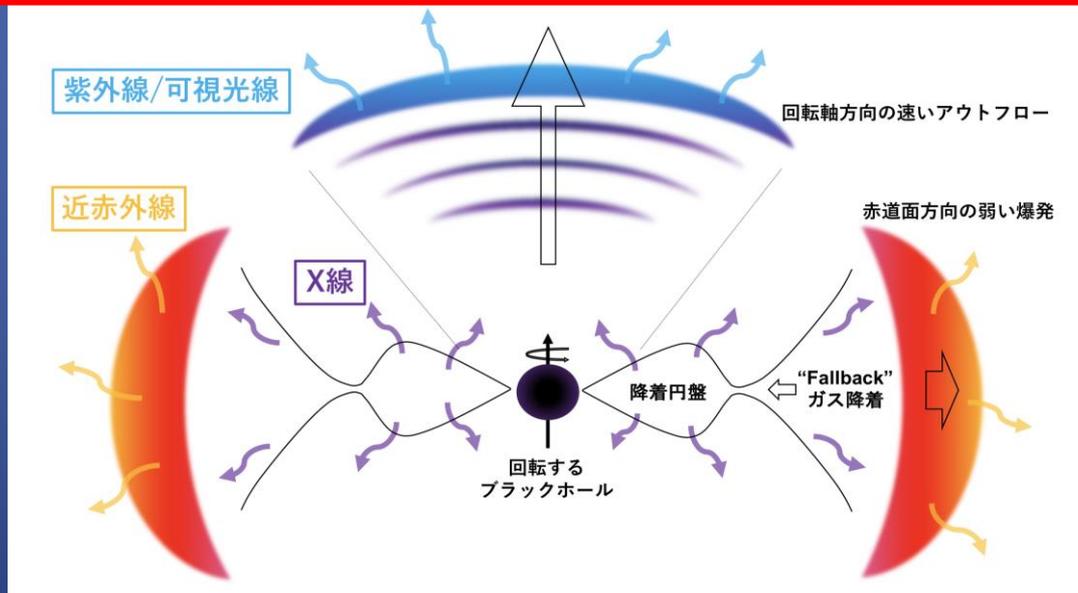


...

広視野サーベイと迅速な追観測でその瞬きを逃さない、“時間領域天文学”



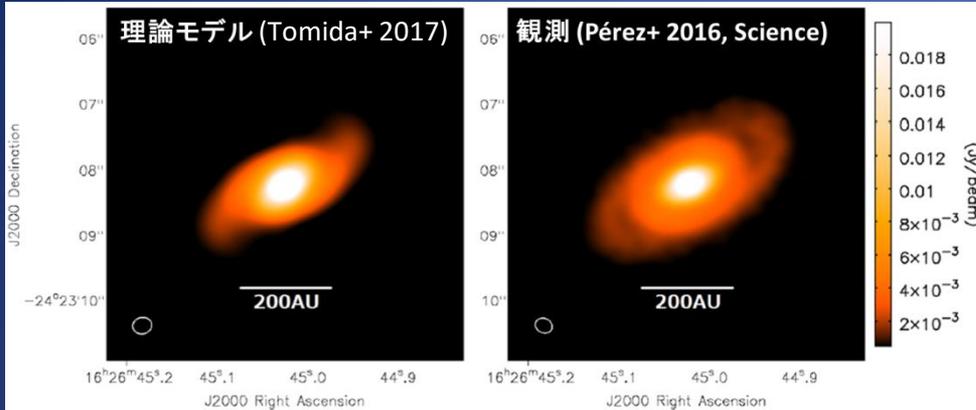
理論



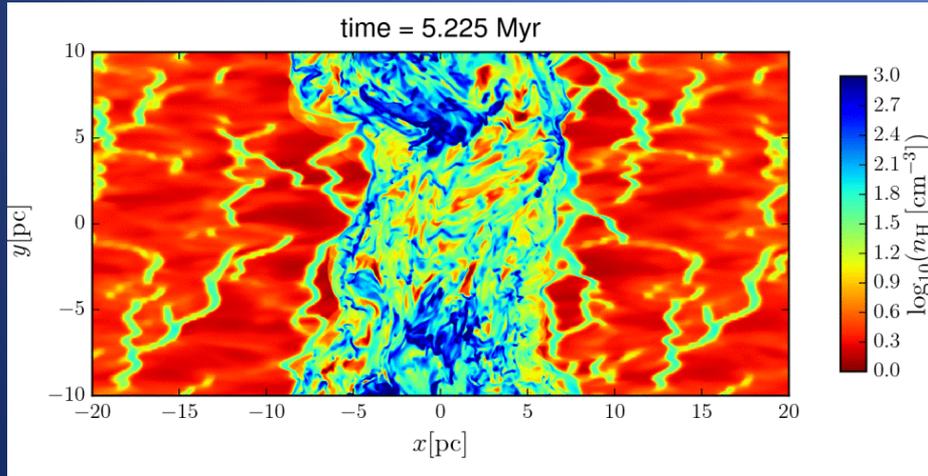
Tsuna, Kashiya,  
Shigeyama 21

物理学に基づき、いつ、どこで、どのようにして生まれ、どのように瞬くか、を予言

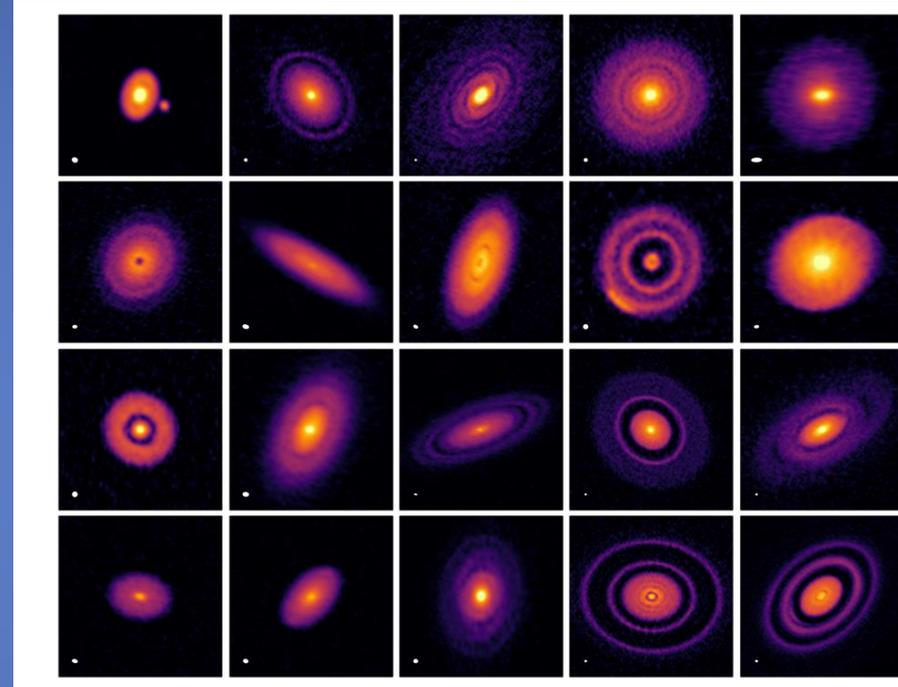
# 星形成・円盤形成の研究(富田)



シミュレーションに基づいて星周円盤の観測的性質を予測して実際の観測と比較しています。



星形成の現場となる分子雲の形成を磁気流体シミュレーションで調べ、原始星の質量分布の起源を調べています。



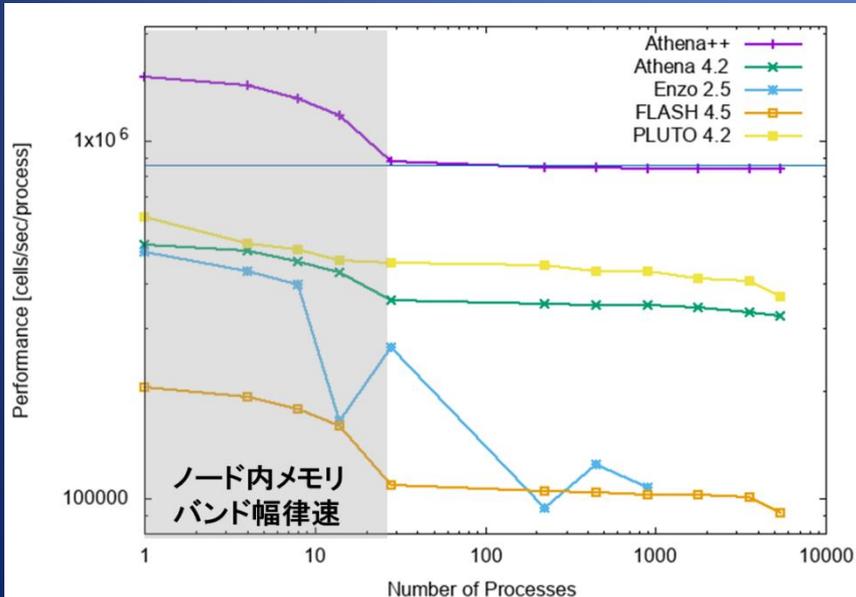
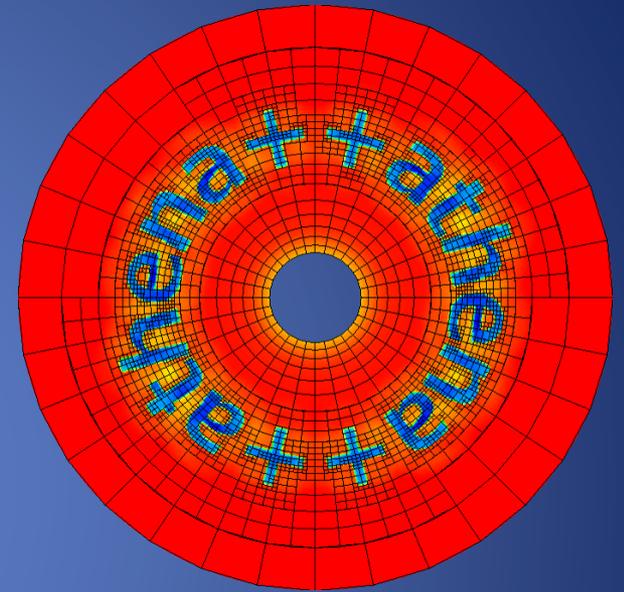
(Andrews et al. 2018, DSHARP, Class-II disks)

ALMA Cycle-7で採択された若い原始星周りの原始惑星系円盤の大規模サーベイ“eDisk”(PI: N. Ohashi)に参加し、ALMAの高分解能観測で惑星形成の最初期に迫ります。  
→ これ以外にも複数のALMA・VLAの観測プログラムに参加しており、理論・観測両方から研究を進めています。

# 新しいシミュレーションコードの開発

## 公開磁気流体シミュレーションコード Athena++

- Princeton大学・高等研究所・東北大学を中心とする国際的な共同研究で開発
- 新しいアイデアで少数精鋭でも世界のトップコードと戦える機能と性能を実現
- 星惑星形成・星間物質・超新星爆発・銀河・・・  
研究対象は何でも構わないので、シミュレーションをやってみたいという方は是非御相談ください。



原始星フレアの新しい機構

Takasao et al. 2019

T. Takeda / VASA Entertainment

こだま ただゆき  
3. 児玉 忠恭 研究室

<http://mahalo.galaxy.bindcloud.jp>

Perez Martinez (研究員)、山本 (D3)、Mao (D2)、Laishram、大工原(D1)、  
安達、Liu、岡崎 (M2)、田村 (M1) 【女性・男性】

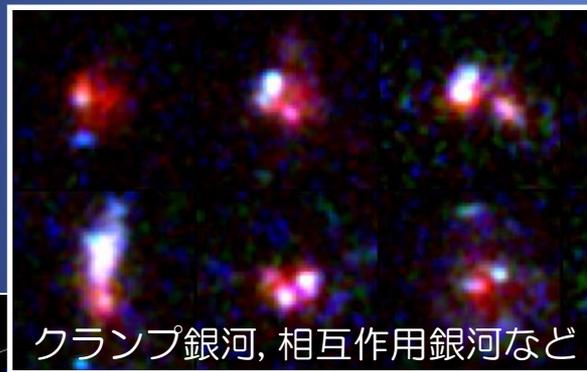
『銀河・銀河団の形成と進化の歴史、  
特にその秩序と多様性の起源を、  
すばる, アルマ等による最新の観測と  
現象論的モデルで解き明かす』



形成途上の銀河



現在の銀河・銀河団

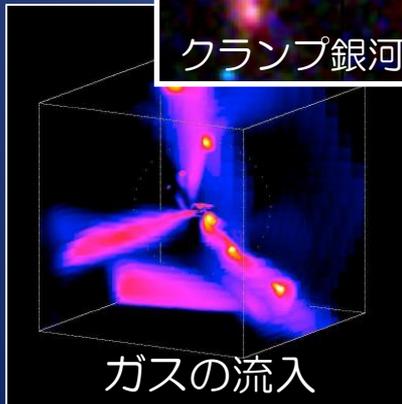


クランプ銀河, 相互作用銀河など

星形成の加速と減衰  
ハロー・質量の集積  
巨大BHとの共進化  
形態の獲得, 環境効果



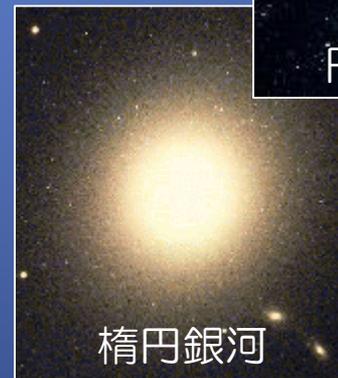
円盤銀河



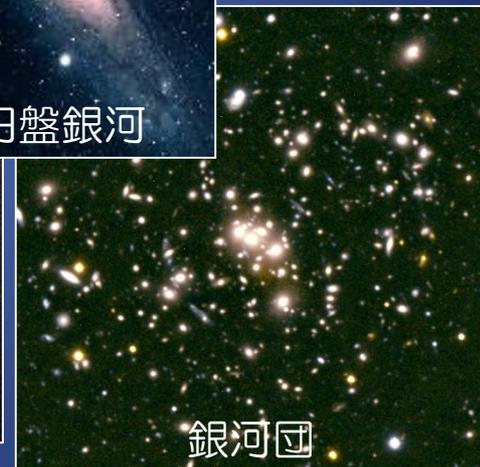
ガスの流入



ガスの流出



楕円銀河



銀河団

# 児玉研究室の研究手法・主要内容 『着眼大局、着手小局』

## ▶ 遠方銀河・銀河団の大局的な物理特性を探る（マクロ）

- ❖ 広域探査による遠方巨大銀河、原始銀河団の発見  
すばる広視野装置 (HSC, SWIMS), 狭・中間帯域フィルター,  
Euclid衛星による広視野サーベイ (すばるとの共同研究)
- ❖ 撮像観測による大局的な物理特性の理解  
銀河における星形成および質量集積の歴史 (時間、環境、階層)
- ❖ 分光観測による詳細な物理特性の理解  
重元素量, 星年齢, 電離状態, AGNとの共進化

## ▶ 遠方銀河の内部構造を解剖(空間分解)する（ミクロ）

- ❖ 補償光学による近赤外高解像観測 (星、電離ガス)  
円盤やバルジの形成, 力学構造 (ガス流出入, 回転, 合体)
- ❖ アルマ干渉計による電波サブミリ波高解像観測 (分子ガス、ダスト)  
分子ガスと星の空間分布差, 力学構造, 星形成モード, 化学進化

## ▶ 現象論的モデルで起こっている物理過程を理解する

- ❖ スペクトル進化 (星種族合成)、化学進化モデルの構築  
観測データを再現するように進化モデルの物理パラメータを制限

# 4. 田中秀和 研究室：惑星形成論

## 系外惑星・太陽系惑星の起源を探る

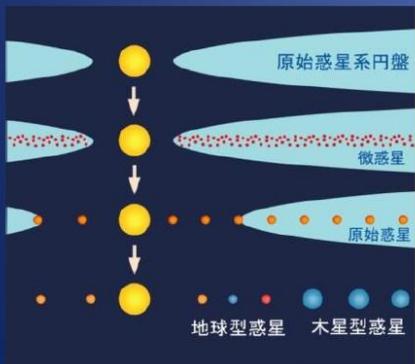
「宇宙の塵から地球や巨大惑星はどのようにできたのか？」  
「系外惑星の中に”第2の地球”はあるのだろうか？」  
これらの問いに答えるため研究しています



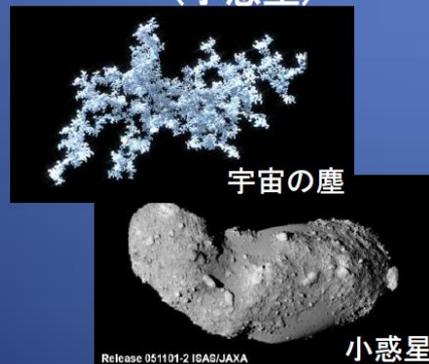
第2の地球は  
存在するか？

惑星が誕生するまでの各段階を  
コンピュータシミュレーションを駆使して解明しています

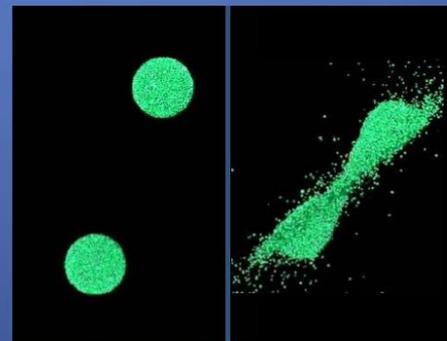
### 惑星形成のシナリオ



### 塵から微惑星へ (小惑星)

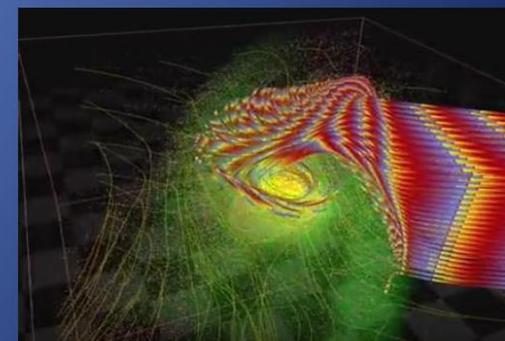


### 微惑星から惑星へ



惑星巨大衝突シミュレーション

### 巨大惑星の形成

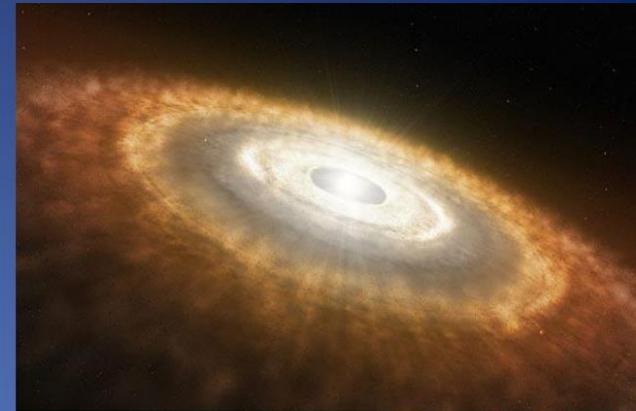


惑星へのガス降着の流体計算

# 田中秀和 研究室の最近の研究

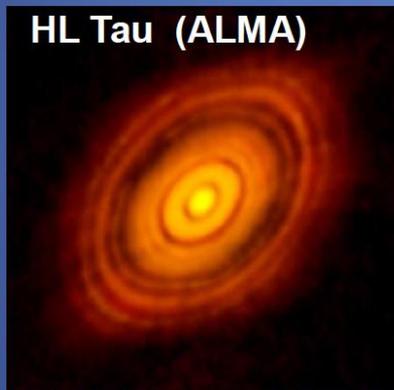
## 「惑星形成の現場をみる」

惑星形成現場 = 若い恒星のまわりの原始惑星系円盤

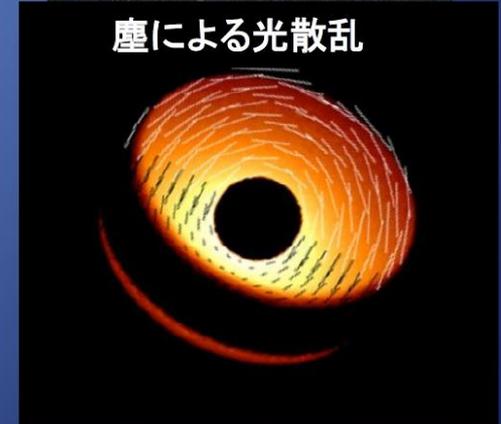
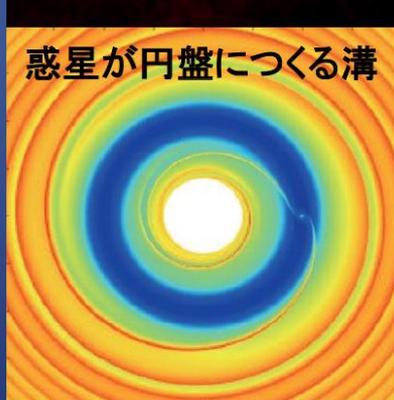


すばる望遠鏡やアルマ望遠鏡等が原始惑星系円盤の高解像度画像取得  
「惑星の形成現場が見えてきた」

観測



V.S.

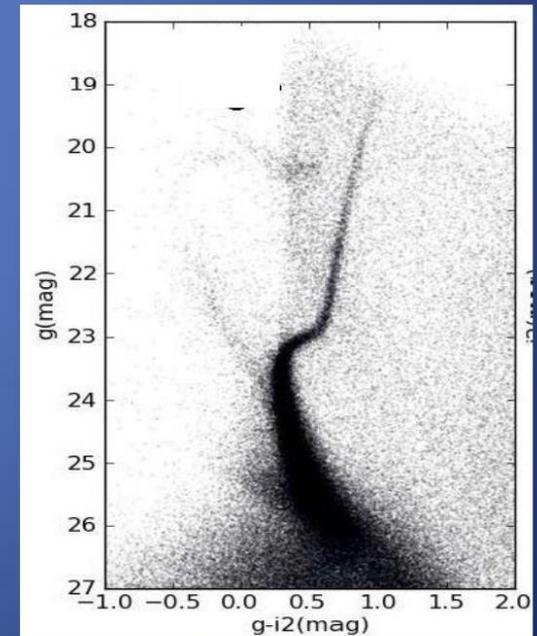


理論

# 5. 千葉 柁司研究室 (I)

## ● 銀河・銀河系の形成と進化の研究

- 銀河系、アンドロメダ銀河に代表される局所銀河群銀河などの近傍銀河について、銀河の構成要素である恒星を分離し、それらの物理情報(空間構造、速度構造、年齢・金属量分布)に基づいて、銀河の形成史を解明する。
- 研究方法: 数値計算・理論解析に基づく銀河化学動力学モデルの構築。すばる望遠鏡などを用いた恒星系の観測とその解析に基づく銀河化学動力学構造と形成史の導出。理論・観測両面からの研究の推進。

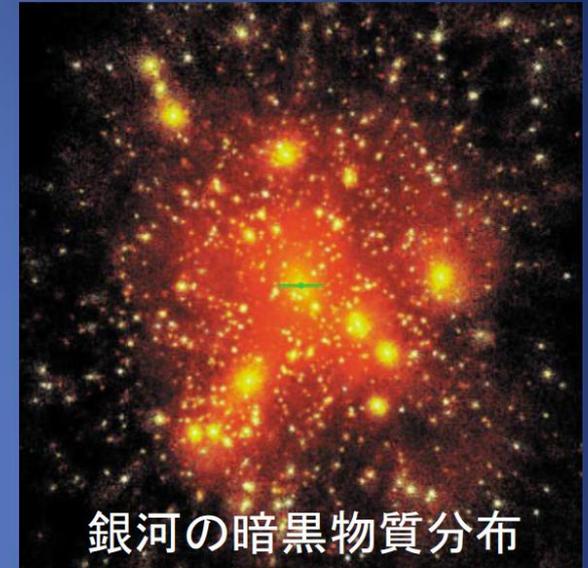


矮小銀河の色一等級図

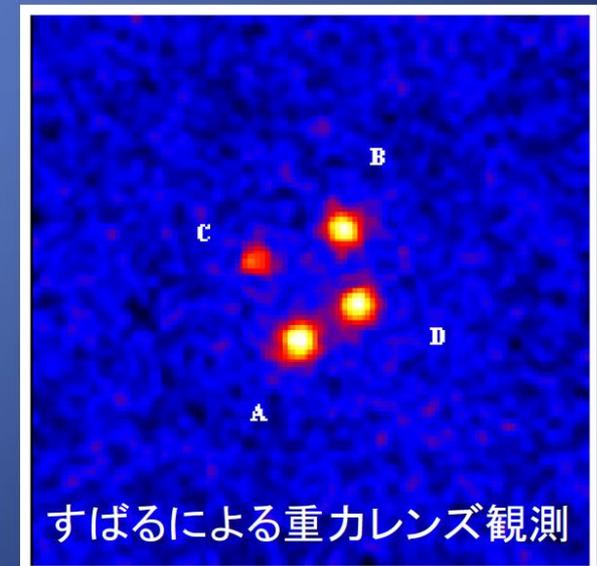
# 千葉桓司研究室(II)

## 観測的宇宙論の研究

- 膨張宇宙のダイナミクスを決定する基本量(ハッブル定数、宇宙項など)を、宇宙に分布する銀河の構造や重力レンズに基づいて決定する。特に、銀河の形成進化を支配し、物質の大半を占める宇宙の**暗黒物質の存在形態とその正体を解明する**。
- 研究方法**: 理論数値計算に基づく宇宙のダイナミクス、**重力を伴う物理現象(重力レンズ、恒星系力学)の模型構築**。すばる望遠鏡などの観測データを用いた恒星系の観測とその解析に基づく**暗黒物質の構造の導出**。理論・観測両面からの研究の推進。



銀河の暗黒物質分布



すばるによる重力レンズ観測

# 6. 田中 雅臣 研究室

(たなか まさおみ)

<https://www.astr.tohoku.ac.jp/~masaomi.tanaka/>



## 時間領域天文学

### 研究対象

超新星爆発や中性子星合体などの突発天体

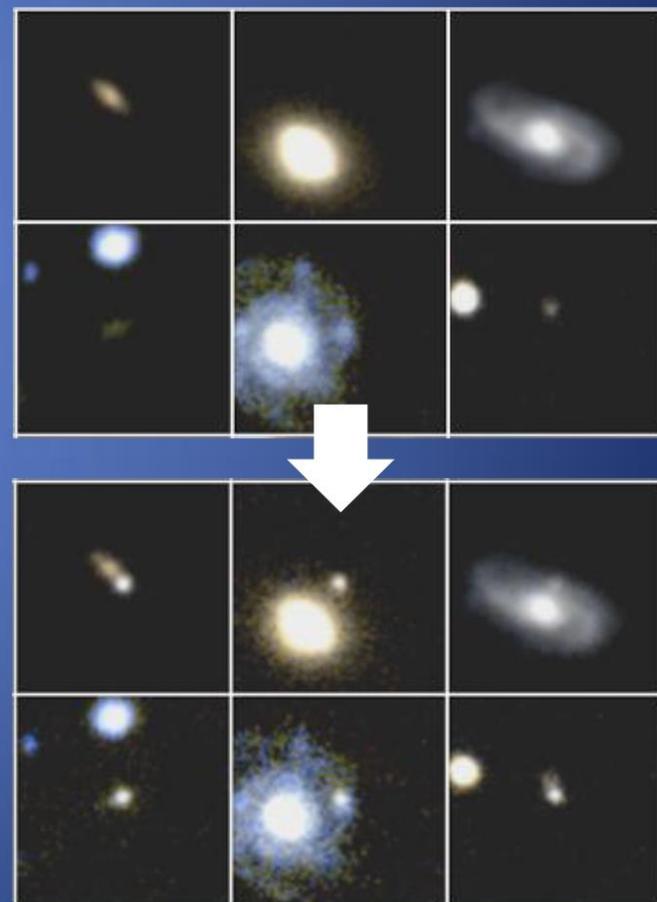
### 研究手法

- 広視野観測(すばる望遠鏡、木曾観測所)
- 分光/偏光観測(主に可視光)
- 数値シミュレーション(輻射輸送)

### 興味

- 宇宙の爆発現象の物理
- 宇宙における元素の起源
- 誰も見たことのない時間領域のフロンティアを開拓したい「**宇宙では何が起きているのか?**」

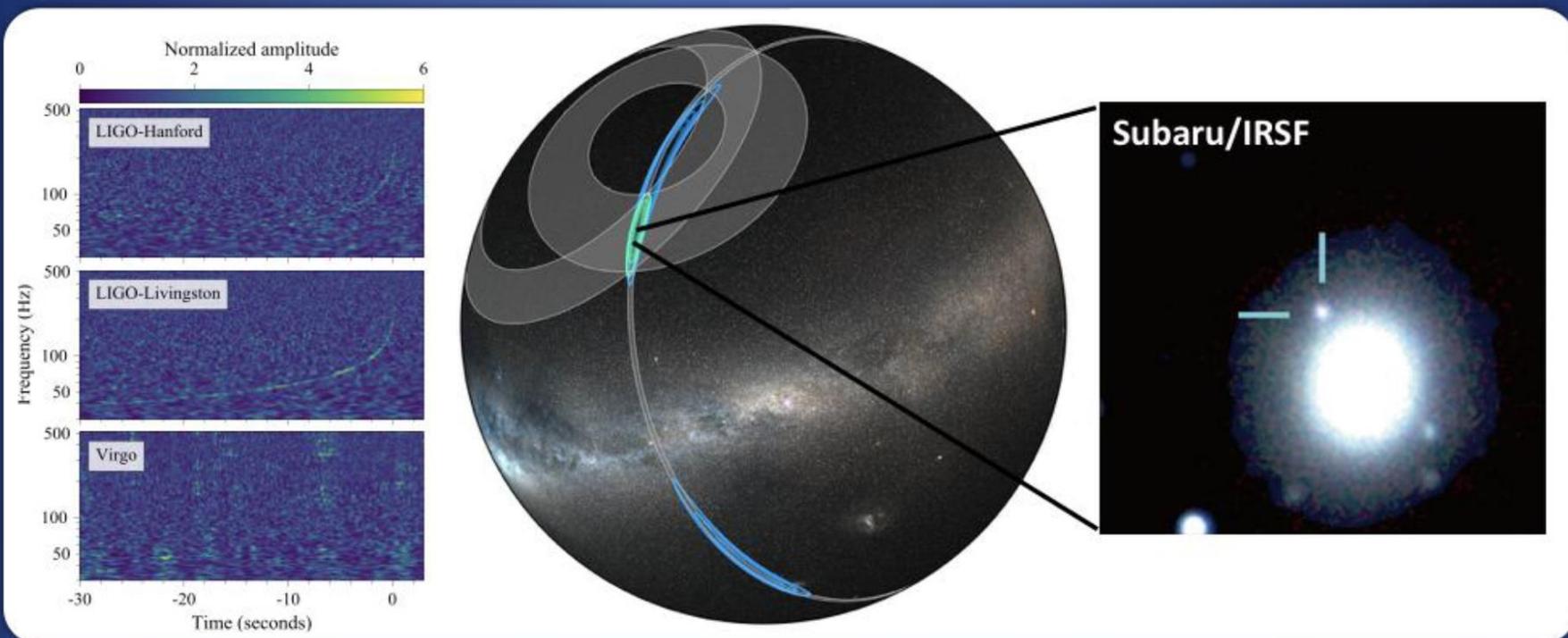
すばる望遠鏡HSCで得られた画像



# 最近の研究の一例

重力波天体 (中性子星合体)の観測

2017年8月: 史上初の重力波+電磁波観測



マルチメッセンジャー  
天文学

重力波検出



すばる望遠鏡などを使った  
広域探索観測

数値シミュレーション  
による解釈

時間領域天文学



中性子星合体の物理  
重元素の起源

観測と理論の連携

# 7. 宇宙創成期の観測的研究 服部 誠



- 1. CMB偏光観測による宇宙創成期の観測的研究
- 2. 星間ダストの物性の理論・観測・実験的研究

## 1. CMB

### GroundBIRD実験

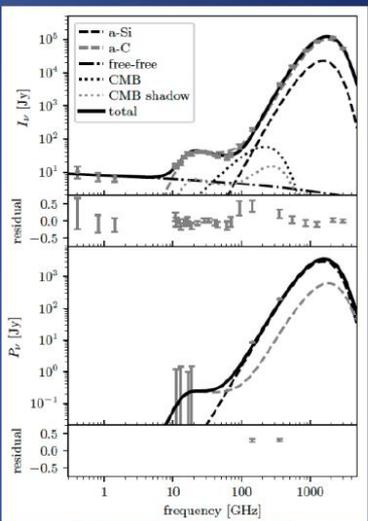


史上初の日本オリジナルの本格的CMB観測実験  
2019年度からカナリア諸島  
テネリフェ・テイデ観測所  
で観測開始

## 2. 星間ダスト

超高精度CMB偏光観測時代の星間ダスト研究分野開拓: 星間ダストからの熱放射はCMB観測にとって深刻な邪魔者

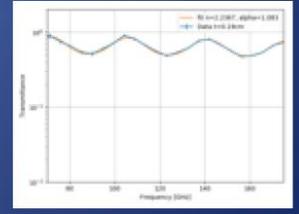
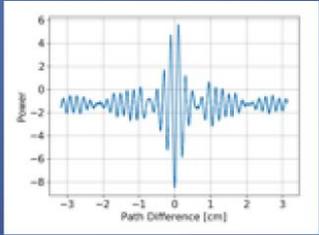
マイクロ波から遠赤外線までの観測スペクトルから星間ダストのアモルファス物性を研究する手法を考案(右図)



### Simons Observatory実験 <https://simonsobservatory.org>

米日共同で推進する地上CMB偏光観測実験  
日本からは東大・京大・東北大が参画  
チリ・アタカマ高地で2020年より観測開始予定

- 装置開発: ミリ波フーリエ分光器開発  
使用材料の極低温下でのミリ波光学特性測定  
超伝導検出器の開発等
- データ解析



極低温下ミリ波光学特性測定装置(上段)と測定結果例(下段)



# 8. 村山 卓 研究室

(murayama@astr.tohoku.ac.jp)

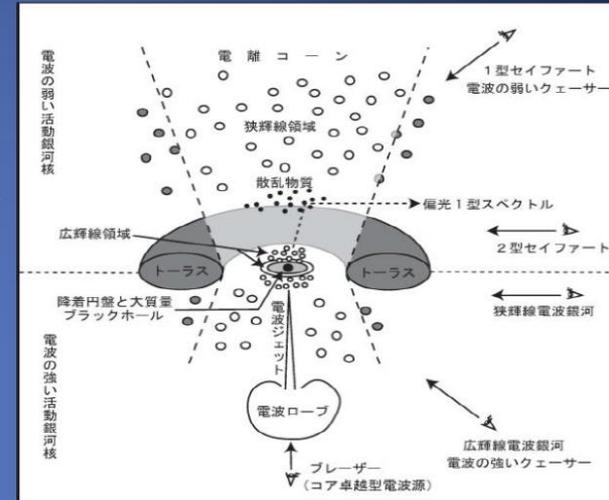


## 銀河、特に活動銀河核の観測的研究

### 活動銀河核 (AGN) の観測的研究

クェーサーに代表される活動銀河核は、大質量ブラックホールへの物質降着に伴い莫大なエネルギーを生み出し、電波からガンマ線にわたる広い範囲にわたって強い電磁波を放射する天体である。その構造を理解し、形成と進化を解明するため、すばる望遠鏡などを用いて主に可視光・近赤外線での観測を行っている。

- 巨大ブラックホールの形成と成長過程の解明
- ガス降着と母銀河の星形成のつながり
- 重元素量を指標とした銀河進化の理解



活動銀河核の構造とその統一的理解

### 活動銀河核と銀河の進化に関する研究

銀河はどのように形成されてきたのか、その過程でAGN現象はどのように発現するのか、銀河とクェーサーは互いにどのように進化してきたのかを理解するために、遠方の銀河やクェーサーの探査を行っている。特に、ハッブル宇宙望遠鏡のコスモスプロジェクトに関わり、大規模な銀河やクェーサーのサーベイを行っている。

- クェーサーサーベイとフォローアップ分光観測
- ライマン $\alpha$ 輝線銀河などの初期銀河サーベイ

# 9. 板 由房 研究室：観測



## 星の進化、及び、星の死による宇宙の物質循環の 観測的研究

永遠の象徴である恒星も、決して不変、不死ではありません。

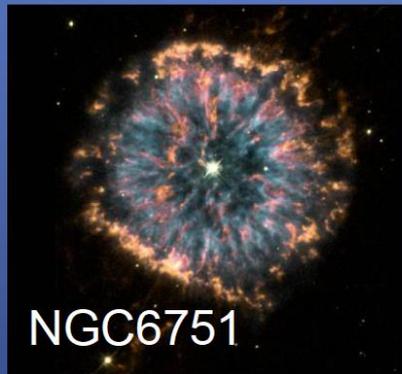
星が輝くために内部で核融合が起こっており、その結果、内部組成、構造や質量等が時々刻々と変化するため、星は死ぬまで「進化」をし続けます。

誕生時の質量がある値(現在、太陽の約8倍程度と考えられている)より軽い星は小・中質量星と呼ばれ、最終的に白色矮星となって静かに一生終わります。一方で、ある値より重い大質量星は最後に超新星爆発を起こして華々しい死を迎えます。

板研究室では、宇宙に存在する全ての星のうち圧倒的多数を占める小・中質量星が質量放出を伴ってどのように白色矮星になるのかを、年老いた星や、「死に際」の星を様々な装置、波長で観測する事で明らかにしてゆく研究をしています。



年老いて赤色巨星  
となった星



NGC6751

赤色巨星の時に  
質量放出をし、  
中心に白色矮星  
を残して一生を  
終えた天体



NGC6543

# 質量放出のメカニズム

前ページの絵で、白色矮星の周りにガスや物質が存在している事がわかると思います。これは、赤色巨星進化段階時に起こった質量放出現象によって、星の外層から宇宙空間に放出された物です。また、写真の同心円状の輪の存在に注目すると、この質量放出現象は間欠的に、周期的に起こっている事がわかります。

私たちの体を作る物質を含む、身のまわりの物質は全て星内部の核融合で生成され、質量放出によって宇宙空間に還元された物です(ビッグバンで生成された物質を除く)。この質量放出がいったいどのようなメカニズムで起こっているのかを解き明かし、宇宙の物質循環における赤色巨星の役割を明らかにし、身の回りの物質の起源に迫る研究をしています。

## 放出された物質の性質と量

赤色巨星からの質量放出で、どのような物質がどれだけ放出されているのか、という事を、「あかり」衛星を用いた観測データや、Spitzer宇宙望遠鏡が取得したデータを用いて研究しています。宇宙鉱物学とも呼ばれています。観測事実としては、星毎に物質が多少異なり、特に酸素過剰な赤色巨星の周りには、下に示すようなSilicate(ケイ酸塩化合物)がよく見つかります。Silicateが見つからず、アルミ酸化物( $AlO_x$ )のみが見つかる事もあり、そのような星毎の星周物質の違いが何故生まれるのかについて研究をしています。

$Mg_{2x}Fe_{2(1-x)}SiO_4$  オリビン(カンラン石)

$x = 1 \rightarrow$  forsterite,  $x = 0 \rightarrow$  fayalite,  $0 < x < 1 \rightarrow$  olivine.

$Mg_xFe_{(1-x)}SiO_3$  パイロキシン(輝石)

$x = 1 \rightarrow$  enstatite,  $x = 0 \rightarrow$  ferrosillite,  $0 < x < 1 \rightarrow$  pyroxene.

(観測でよく見つかるのは、鉄が少ないフォルステライトやエンスタタイト)

## 10. 吉田 至順 研究室:理論



### コンパクト天体の理論的研究をしています。

中性子星、ブラックホールなどのコンパクト天体と呼ばれる天体は、重力が強いため、一般相対論の枠内で扱う必要があります。

一般相対論では、全てのエネルギーが重力の源になるため、ニュートン重力で扱った場合より、重力が強くなります。慣性系の引きずりや重力波の発生などのニュートン重力では存在しない現象が現れます。

コンパクト天体の平衡状態、その振動と安定性、コンパクト天体からの重力波、一般相対論的な天体における回転と磁場の影響などの研究を行ってきました。

中性子星モデルを構成するためには、中性子星の物質の状態方程式、回転の様子、磁場の構造などを仮定する必要があります。理論モデルが得られれば、観測と比較可能な物理量が計算でき、これを観測と比較することで、最初に仮定した物理の妥当性の検証が可能になり、天体物理と基礎物理の橋渡しとなります。



天文学を学びたい方  
研究者を目指す方

東北大天文学教室一同、お待ちしております