

電波望遠鏡で探る星・惑星系形成

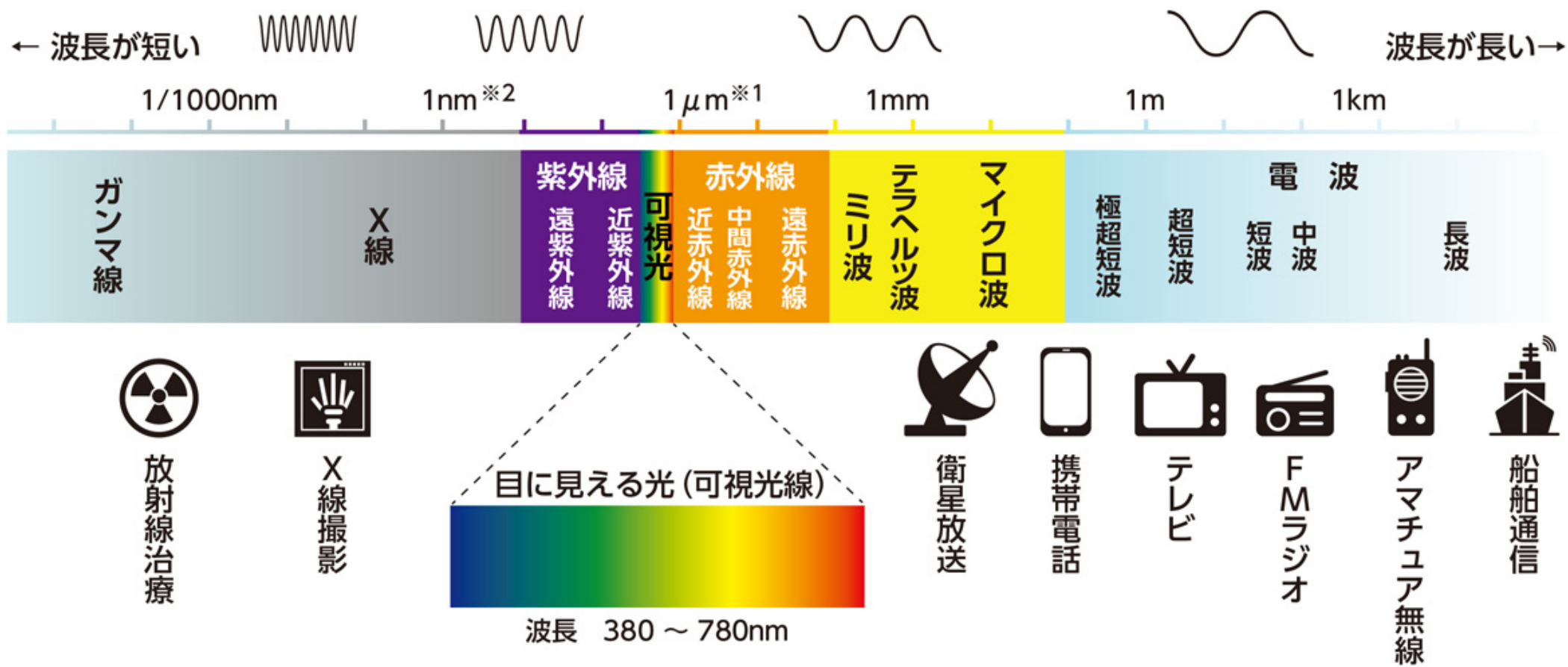


Credit: ESO

樋口 あや
(武蔵野大学)

Women in Fusion and Science (WiFaS)





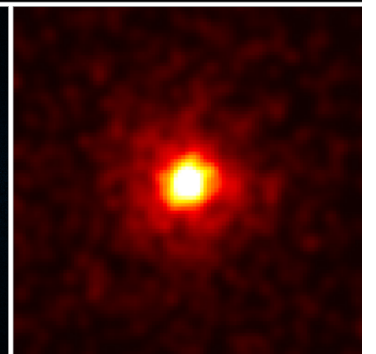
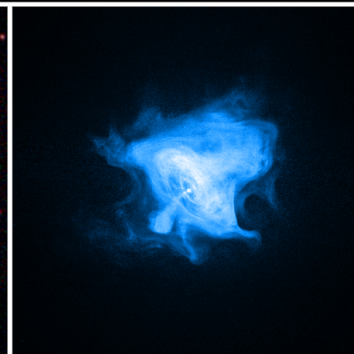
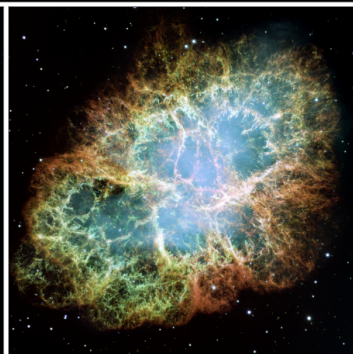
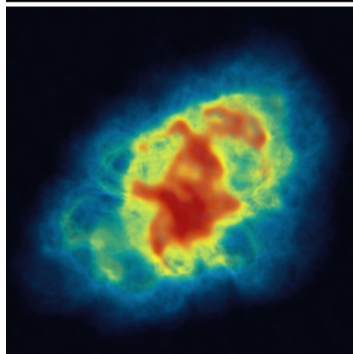
※1 1μm (マイクロメートル) = 1/1000 mm
 ※2 1nm (ナノメートル) = 1/1000 μm = 100 万分の 1mm

Crab Nebula

NASA/CXC/SAO



CRAB NEBULA



RADIO

INFRARED

VISIBLE LIGHT

ULTRAVIOLET

X-RAYS

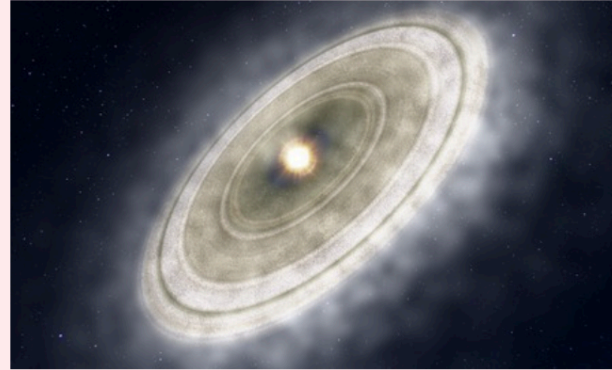
GAMMA RAYS

研究内容



銀河系内の星形成

宇宙の星たちがどのように生まれたのかを、分子雲と呼ばれる希薄なガスを観測し、星の赤ちゃんの様子を調べることで、明らかにしようとしています。



惑星形成・惑星探査

惑星がどのような環境で形成されたのかを、若い惑星系の観測を行うことで、明らかにしようとしています。また最近では、地球型惑星の探査にも興味があります。



天文データベース

近年の観測天文学のデータ量は膨大であり、かつアーカイブ化が必須とされています。天文データベース作りは大変重要なお仕事なので、徐々に取り組んでいきたいと思っています。

研究内容：天体望遠鏡で観測されたデータの解析から宇宙の成り立ちを探る・星・惑星形成の観測研究・データ処理の効率化・データベースの構築

東京電機大学天文学研究室の立ち上げとその運営

樋口 あや^{1*}

¹東京電機大学 理工学部 理学系 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町大字石坂

Launch and management of an astronomy laboratory at Tokyo Denki University

Aya E. HIGUCHI¹

¹Division of Science, School of Science and Engineering, Tokyo Denki University, Ishizaka, Hatoyama-machi, Hiki-gun, Saitama 350-0394, Japan
aya.higuchi@mail.dendai.ac.jp

(Received 2022 October 24; accepted 2022 November 28)

概要

東京電機大学理工学部理学系物理学コースの天文学研究室は2021年4月に新設された研究室である。本学初の観測天文学を推進する研究室であるため、研究・教育の方向性を模索しつつ研究室運営を行っている。本論文では、研究室立ち上げの際に導入した、電波観測実習と光赤外線観測実習などの活動を報告し、大学における天文学教育の需要と影響、そして課題について議論する。

Abstract

The astronomy laboratory of the School of Science and Engineering, Tokyo Denki University is newly established in April 2021. Since this is the first laboratory to work on astronomy at our university, we have been conducting management while exploring the direction of research and education style. Here, we present the current status of our activities and then discuss education by using astronomy at universities.

Key words: radio astronomy — optical astronomy — education

1. はじめに

東京電機大学理工学部理学系物理学コースの天文学研究室は2021年4月に、鳩山キャンパスに新設された研究室である。本学初の観測天文学（電波天文学・光赤外線天文学）を推進する研究室であるため、研究・教育の方向性を模索しつつ研究室運営を行っている。本学の教育・研究理念は「技術は人なり¹」である。「よき技術者は人としても立派でなければいけない」とのことで、世界で活躍できる技術者を育成することが本学の目標でもある。本研究室も本学理念に則り、観測天文学を通じて、優秀な技術者を育成していきたい。そのために、学内での勉強だけでなく観測所や研究所へ出向き、現場で観測や解析経験を積むことで学生の技術力を向上させ、優れた人材の育成を行うことを目標とする。

近年は天文データアーカイブが充実し、天文観測データが容易に手に入るようになってきたため、観測のために現場へ赴かなくても、観測天文学の研究や論文執筆を遂行することが可能になってきた (Tanaka et al. 2022)。その一方で、実際の観測の流れを知らない研究者の観測データの精度評価や解析手法について、疑問を呈されることも昨今見受けられ、改めて現場経験の重要性が問われている。

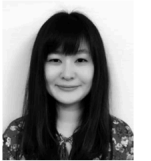
観測現場へ赴き、実際に望遠鏡や観測装置を操作する経験は、観測手法や観測精度、そしてデータ解析手法を理解する上で大変重要である。加えて、天文学を支える

技術を実体験として経験することにも意味がある。大学内での教育だけでは、望遠鏡などの高精度、かつ大型の機械に触れられる機会は多くない。また、望遠鏡を高精度に制御したり、観測データを高速で取得するための一連のIT関連技術を学ぶ上でも、天文観測はこの上ない題材である。多くの学生が、天文学関連の研究者や技術者への道へと進むわけではないが、将来的に様々な場面で活かせる経験を提供できる。本研究室では以上の点を鑑み、天文学教育として現場経験を重要視したいと考え、実践的な天文学教育の一環として電波・光赤外線観測実習を導入した。

これまで「天文月報」や「天文教育」には、日本国内の大学の天文学研究室や関連する研究室の紹介、研究室が運用している望遠鏡の立ち上げなど、多くの記事が存在している (福井他 1982; 白鳥 2002)。しかし2010年以降の「天文月報」や「天文教育」には、研究室が運用している望遠鏡の紹介や、天文を題材とした具体的な教材開発やその効果・影響についての記事はあるものの、天文学に関連する研究室を一から立ち上げ、その具体的な立ち上げ状況、試行錯誤や実践結果、そして継続的な活動報告に関する記事は見当たらない。現在は少子化の影響で、大学の環境や置かれている状況が大きく変わってきたため、少なくともここ10年の研究室開設に関する情報は大変貴重である。よって本論文を皮切りに、昨今の天文学研究室の立ち上げについてや、継続的に運営・活動状況を報告することで、これからの天文学の研究・教育活動の普及に貢献していきたい。また2020年以降、日本国内の大学で天文学の拠点が広がっていることもあり (国立天文台

天球儀

天文観測実習における教育効果の調査： 東京電機大学の事例



樋口 あや

〈東京電機大学理工学部理学系 〒350-0394 埼玉県比企郡鳩山町石坂〉
e-mail: aya.higuchi@mail.dendai.ac.jp

東京電機大学理工学部理学系天文学研究室では、学生の教育・研究の一環として、電波観測実習と光赤外線観測実習を導入した。本稿では、これまでの観測実習で得られた具体的な成果を示し、天文観測経験が学生の将来や進路決定にもたらす影響について議論する。また現時点において洗い出されてきた課題を挙げ、今後の方針についてもまとめる。

1. はじめに

観測天文学は、物理、地学、化学、数学、情報科学、そして機械、検出器、システム工学など、様々な要素を併せ持った総合分野である。例えば、望遠鏡や観測装置を開発・構築したうえで、天体の物理状態を明らかにするために、天体からの原子・分子輝線を観測する。そして得られた観測データは、数学的な手法や機械学習を用いて、解析処理をしている。このような側面から天文観測には、研究者を目指す学生だけではなく、多くの学生の視野を広げる可能性がある。また観測天文学を教育の一環として利用することは、天文学分野の裾野を広げていくうえでも大変望ましいことである。しかし、大学における一般教養・基礎教育の段階で、学生が天文観測の経験をするにより、どのような影響があるのかを評価することは大変難しい。実際に天文観測を経験したり、関連する授業やゼミなどを受講して、どのような影響を受けたのか、その後の進路にどう影響したのか、などは長期的にデータを収集して分析しな

いと実態はわからない。

これまでに、国立天文台野辺山宇宙電波観測所が主催する、学部生対象の電波天文観測実習において、参加者のその後の進路を追跡した論文は存在する [1]。それによると、多くの学生が観測実習を経験したのち、天文学あるいは関連分野への大学院へ進学をしているとの結果が出ている。ほかにも、東京大学木曾観測所主催の銀河学校^{*1}では、進路の追跡調査や参加者同志の交流 (private communication) もあるようだ。以上の資料は大変貴重ではあるが、そもそも国立天文台や東京大学主催の観測実習に自らの意思で参加する時点で、学生の天文学への関心は相当高いはずで、これらの結果と一般教養・基礎教育としての天文観測の影響を直接比較することはできない。

本稿では、2021年4月に始動した東京電機大学理工学部理学系天文学研究室において、天文観測を経験した学生の将来や進路決定にもたらす影響について、初期成果を提示する。より明確な成果が出てくるのは数年後であるため、5年目、10年目に論文として総括する予定であるが、現状の把

^{*1} 銀河学校. 東京大学木曾観測所, <http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/kisohp/OUTREACH/GS/index.html>

* Last update: November 20, 2022

¹ <https://www.dendai.ac.jp/about/tdu/mission/>

天の川

-光と電波で見た夜空-



電波で見る世界

(低い温度の世界)

新たに生まれる星の材料

低温

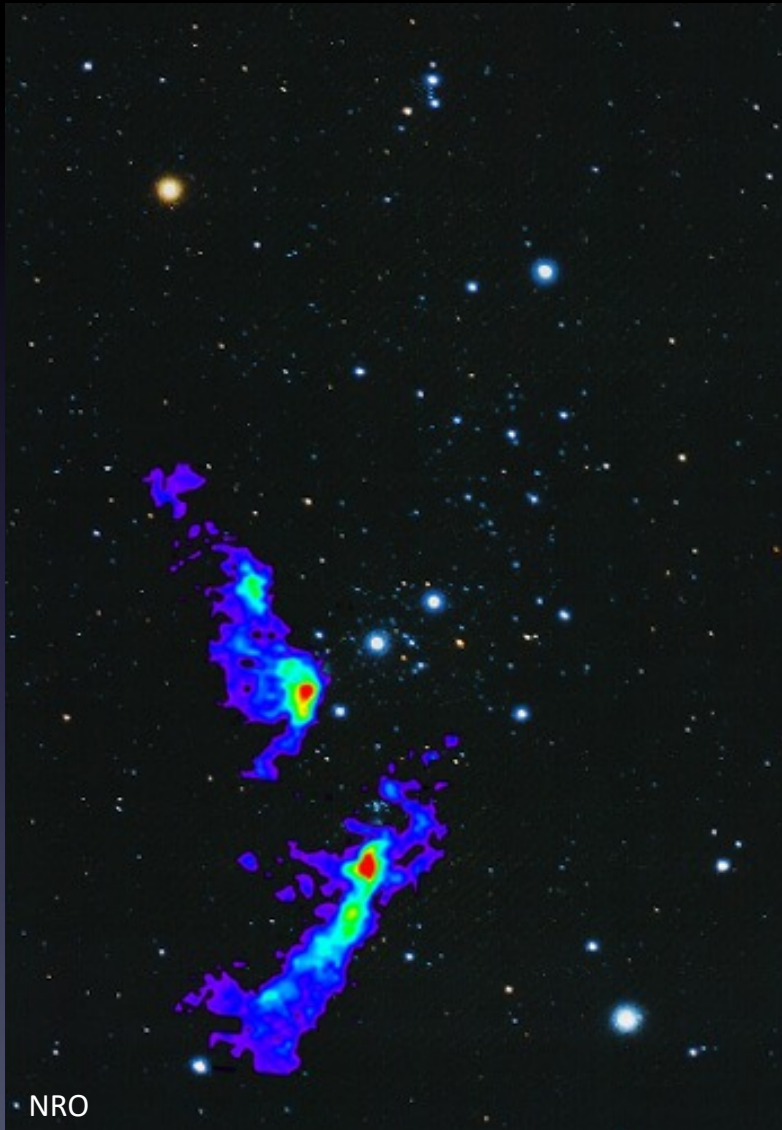
- 絶対温度10度-数10度
(摂氏マイナス200度以下)

巨大

- 広がり100光年オーダー
- 太陽数十万個分の質量

その成分は

- 水素分子、ヘリウム原子、一酸化炭素分子、その他いろいろな「星間分子」が含まれる
- 星間塵 (固体微粒子)



電波望遠鏡の弱点：解像力

- 解像力とは：天体の細かい構造を見分ける力

$$\text{解像力} = \frac{\text{望遠鏡の口径}}{\text{観測に使う波長}}$$

– 例1：45m望遠鏡で波長3mmのミリ波を観測

- $45,000\text{mm} / 3\text{mm} = 15,000$

– 例2：私たちの目（瞳の直径7mm）

- $7\text{mm} / 0.0005\text{mm} = 14,000$

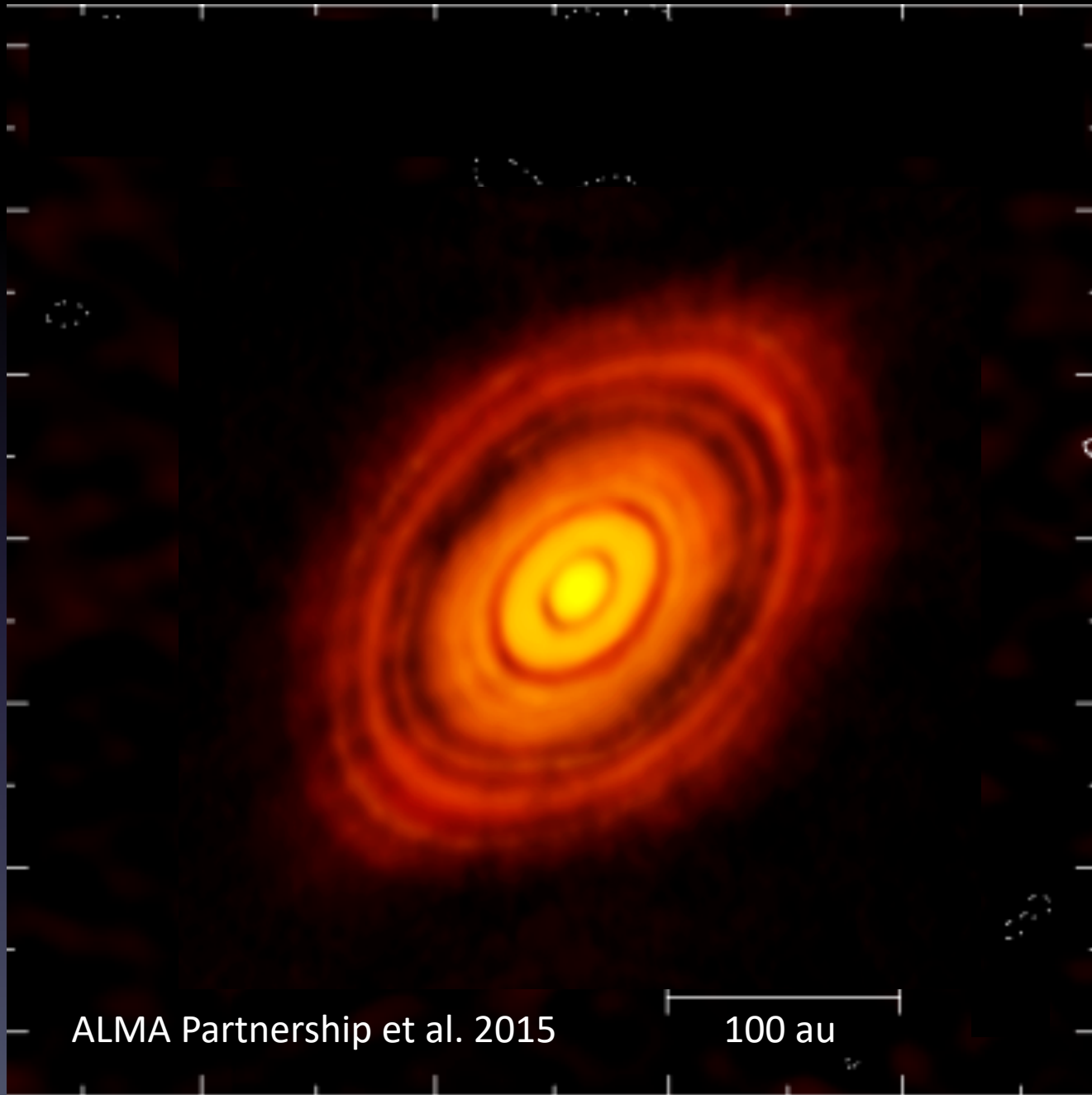
Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA)

アタカマ大型ミリ波サブミリ波干渉計

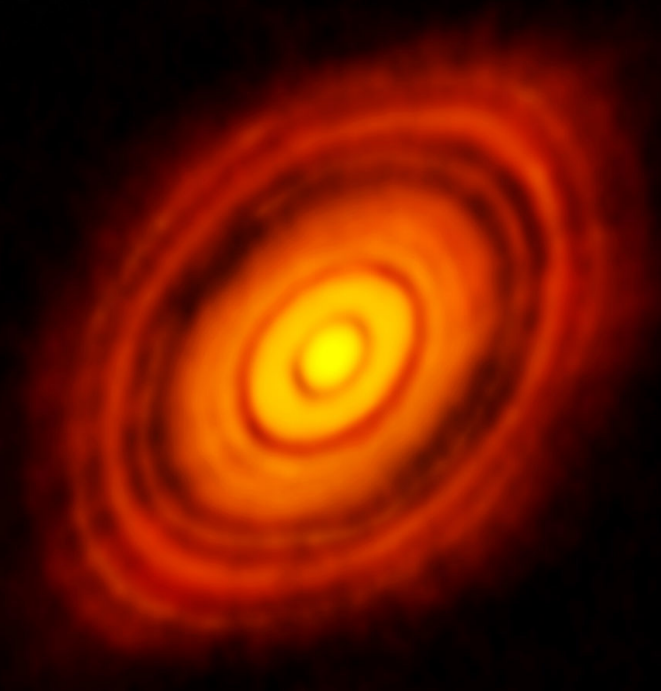


ALMA (ESO/NAOJ/NRAO)

おうし座HL星周囲の原始惑星系円盤



おうし座HL星周囲の惑星形成の現場の円盤



おうし座HL星



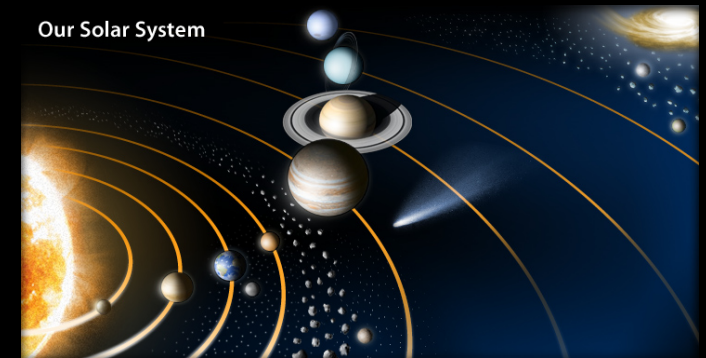
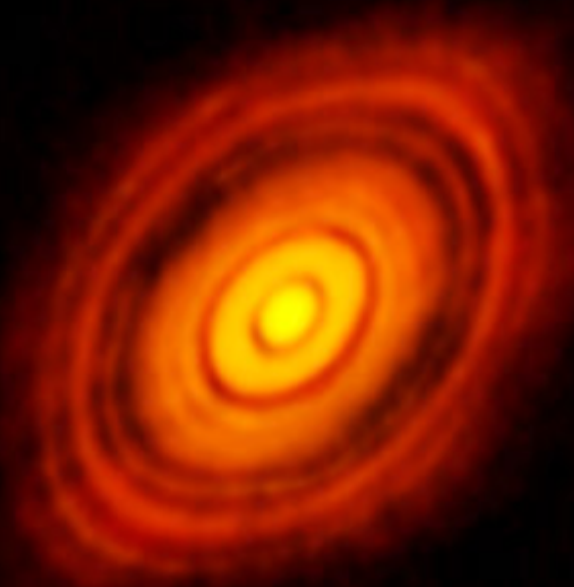
太陽系

惑星系形成過程とその多様性

原始惑星系円盤

残骸円盤

惑星系



ALMA/NAOJ

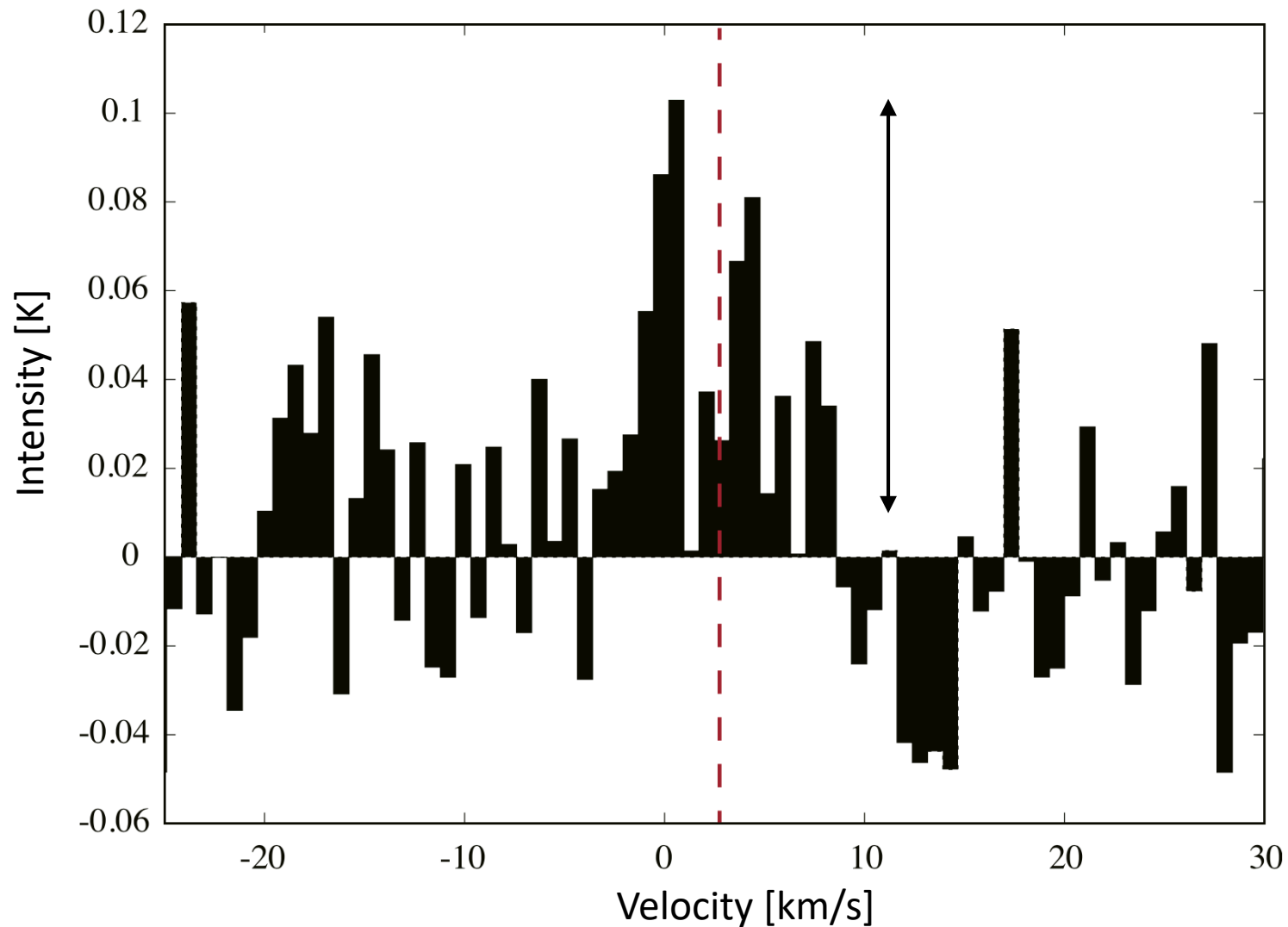
若い段階での惑星形成?

多様な惑星系・巨大惑星

- 原始惑星系円盤から系外惑星までの間をつなぐ役割
 - ガスの散逸タイムスケールに対する制限を与える
 - 惑星系の多様性を物理・化学的観点から探る

残骸円盤における炭素ガスの初検出

ASTE 望遠鏡 : 49 Ceti

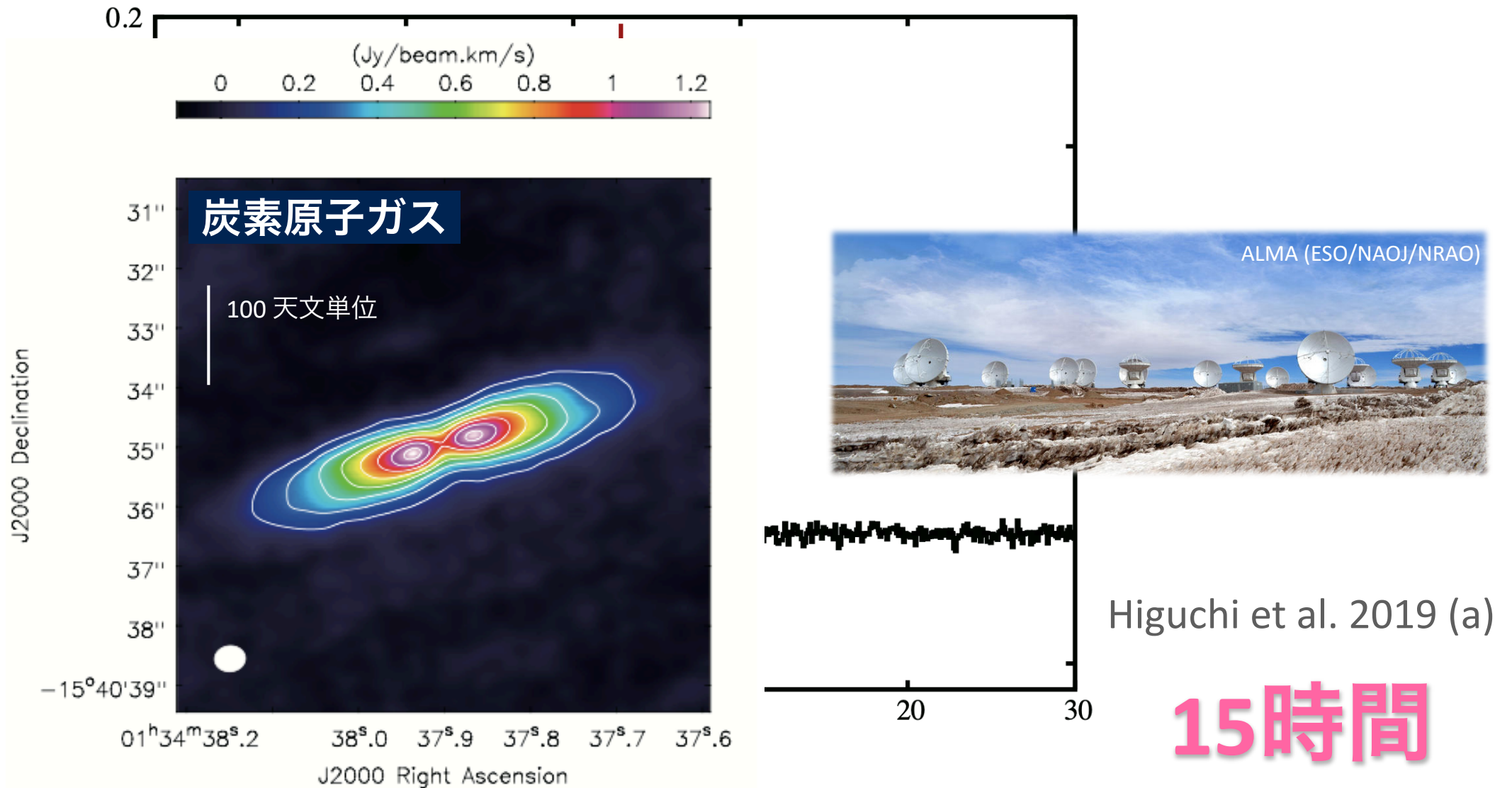


Higuchi et al. 2017

50時間

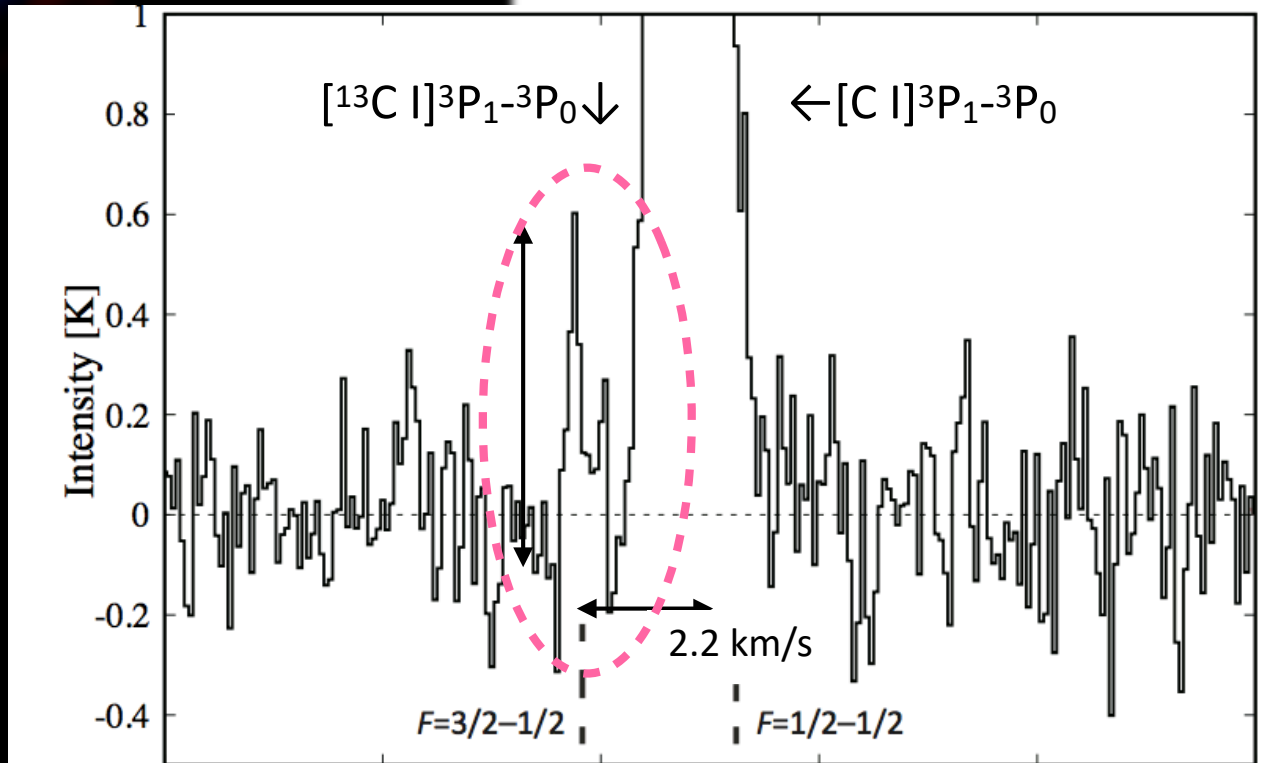
ALMA望遠鏡による炭素ガスの検出

ALMA 望遠鏡 : 49 Ceti



宇宙で ^{13}C スペクトル線の初検出

Higuchi et al. 2019 (b)



現在進行中の研究・教育活動

天文データベースの構築・運用

ブラウザから検索・ダウンロード

AstroDB ホーム 検索

検索フォーム

キーワード検索

Object: Origin: Project: Observer:

Observation Date: Observation Time: Equinox: Observatory:

Telescope: Instrument:

座標検索

RA 最小: DEC 最小:
RA 最大: DEC 最大:

検索結果

<input type="checkbox"/>	File Name	Object	Origin	Project	Observer	Observation_date	Observation_time	RA
<input type="checkbox"/>	rTMQ1202403040116892212.fits	NGC2068	None	dendai_matsushima	M.Matsushima	2024-03-04	11:41:09.105092	05:4
<input type="checkbox"/>	rTMQ1202403040116892223.fits	NGC2068	None	dendai_matsushima	M.Matsushima	2024-03-04	11:41:09.105092	05:4
<input type="checkbox"/>	rTMQ1202403040116892226.fits	NGC2068	None	dendai_matsushima	M.Matsushima	2024-03-04	11:41:09.105092	05:4
<input type="checkbox"/>	rTMQ1202403040116892231.fits	NGC2068	None	dendai_matsushima	M.Matsushima	2024-03-04	11:41:09.105092	05:4
<input type="checkbox"/>	rTMQ1202403040116893612.fits	NGC 2841	None	Dendai Sato project	S. Sato	2024-03-04	11:51:13.625477	09:2
<input type="checkbox"/>	rTMQ1202403040116898242.fits	NGC2068	None	dendai_matsushima	M.Matsushima	2024-03-04	12:15:01.909715	05:4

© 2025 AstroDB All rights reserved.

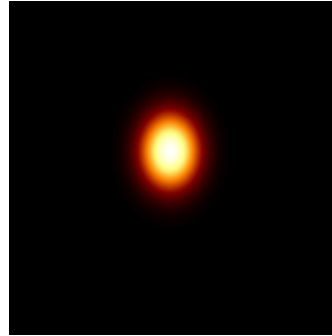
Fitsのキーワードで検索

天体の座標で検索

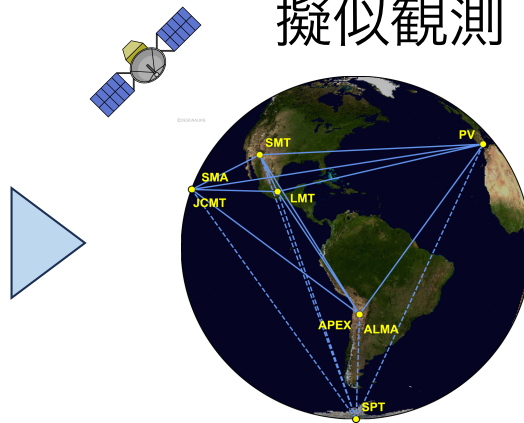
検索結果の表示, ファイルを選択してダウンロード

Black Hole Explorer ミッションの地上観測網の検討

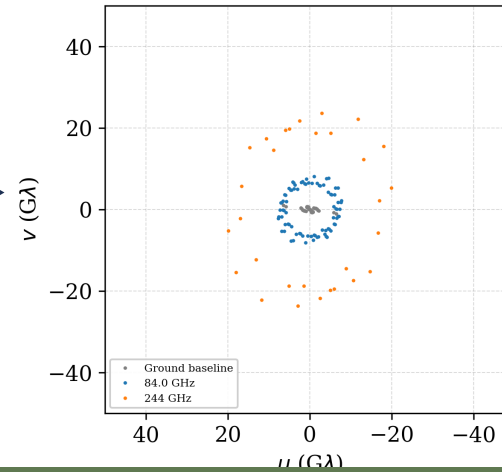
天体画像



擬似観測

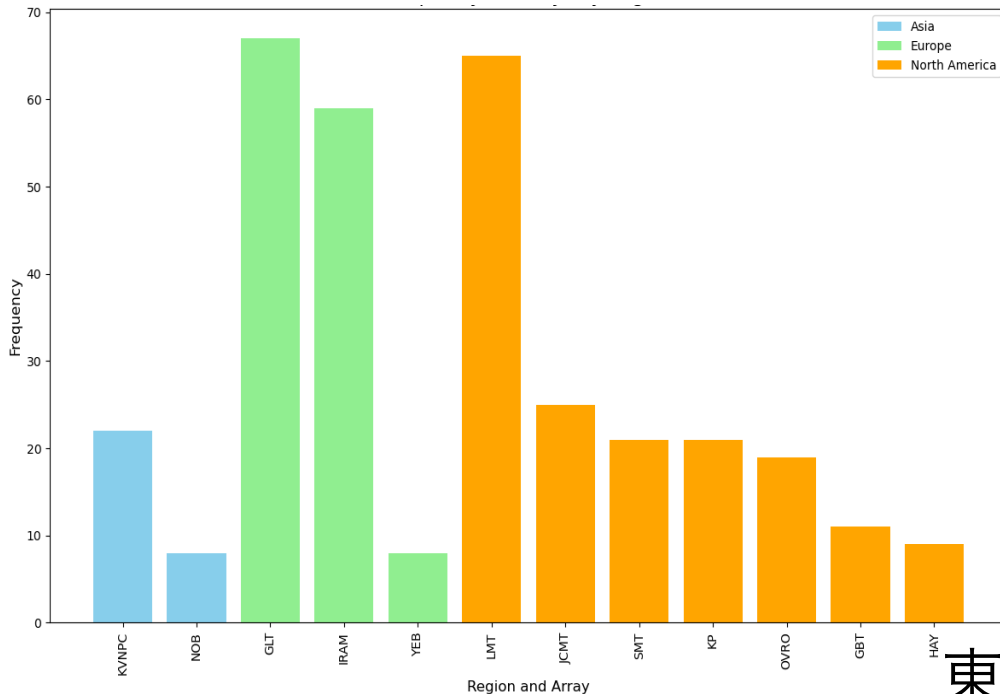


(u,v)-coverage



解析

北半球の上位10%の観測局の利用頻度



北



REPORT

04

学生プロジェクト 国際共同研究プロジェクト

ブラックホールエクスプローラー (BHEX) のシミュレーション解析



子どもの頃から相対性理論やブラックホールなど地球や宇宙の物理学に興味がありました。今では夢がかなわないブラックホールの研究をしています。「ブラックホールエクスプローラー (BHEX)」は、電波望遠鏡を搭載した衛星を地球軌道に打ち上げ、地上の望遠鏡と連動することで従来にない精度でブラックホールを観測しようという壮大なプロジェクトです。このプロジェクトの一環として、衛星打ち上げによってどのような観測が可能になるのかをシミュレーション解析で明らかにしようとしています。衛星の打ち上げは2031年、NASAのプロジェクトになる可能性もあります。時間のかかる研究ですが、試行錯誤しながら粘り強く続けていくつもりです。

私にとっての D! は Determine (究明する)

新しいことを見つけ出して究明する
人類はこれまで多くのことを究明してきた。ブラックホール研究もその一つだと思ふ。新しい世界を究明する人もっと増やすために、プロジェクトを成功させたい。

Yoshida Hikaru
吉田 輝 さん
理工学部
理学系4年
埼玉県/県立浦和西高校 出身

東京電機