



Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins



# ALMAサイエンスアーカイブの利用促進

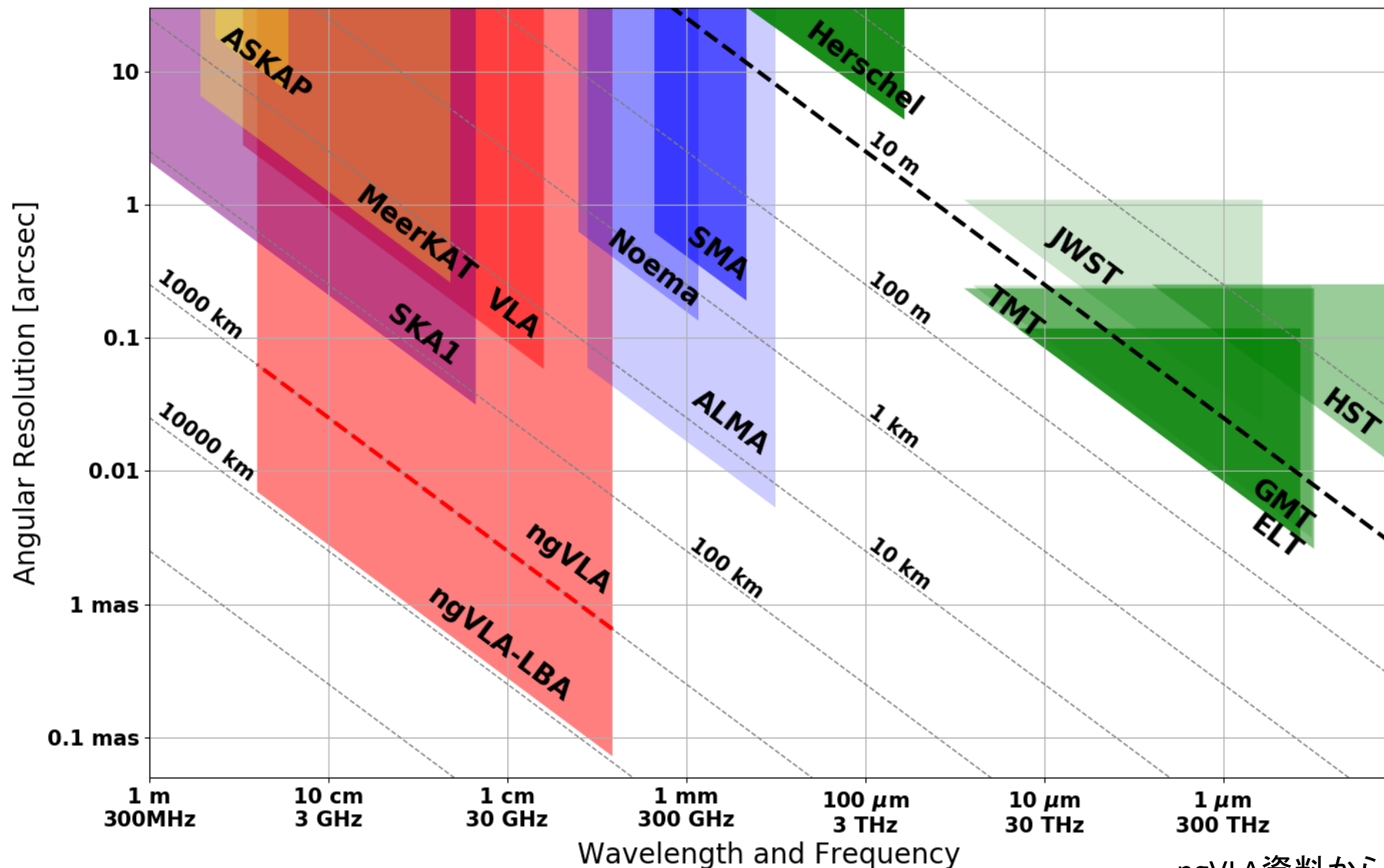
永井 洋(国立天文台アルマプロジェクト)

On behalf of East Asia ALMA Regional Center (EA-ARC)



# ALMA on Angular resolution – $\lambda$ Plane

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins

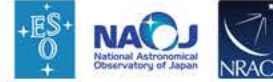


ngVLA資料から抜粋



# ALMA

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins



- ALMAの科学運用：電波天文学者以外にも利用しやすい観測所を目指す
- 観測提案の敷居を下げる努力と同時に、アーカイブデータの利用の推進にも注力
- アーカイブには2011年9月の科学観測開始以来、データが蓄積され続けている。プロポーザルを書かなくても可能なサイエンスもある。

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins

Search Site

Due to the COVID-19 outbreak, ALMA Science Operations have been Apr 24, 2020 09:50 PM

アーカイブをはじめとする情報はサイエンス・ポータルに  
<https://almascience.nao.ac.jp/>

文書がたくさんあってよく分からない... → 日本のユーザー向けページに  
講習会テキストや情報の探し方ページを整備中  
<https://alma-intweb.mtk.nao.ac.jp/~eaarc/DATARED/index.html>

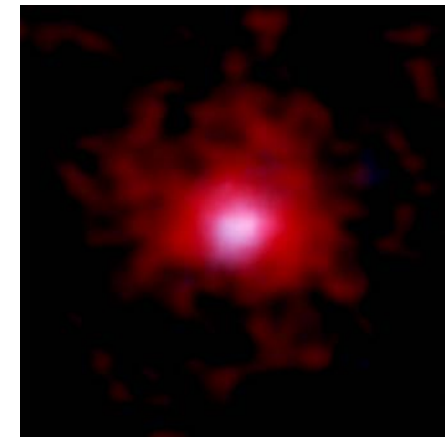
2020 July Status of ALMA  
Jul 10, 2020

Continued Update on the Status of ALMA Cycles  
7 and 8  
May 27, 2020

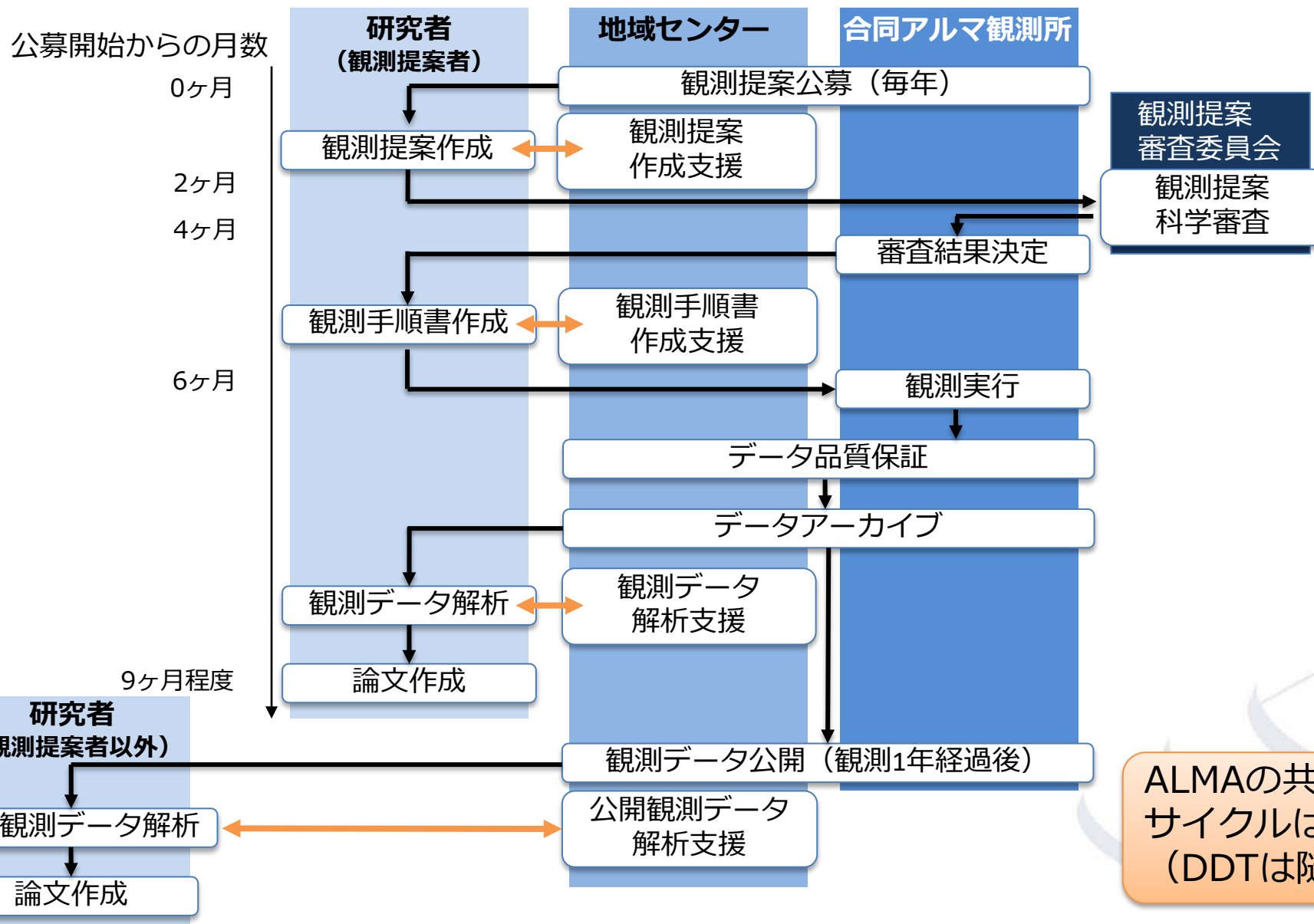
Submillimeter-Wave Receiver Technology  
Workshop  
Aug 05, 2020

ALMA deep surveys of legacy fields: lensing

Refereed publications: 1933  
Last observed source: HerBS-152  
Current configuration: C43-4



First Identification of  
10 kpc [CII] Halo  
around Star-Forming  
Galaxies at  $z=5-7$   
(Fujimoto et al. 2019,  
using archive data)





# データ品質保証による研究者支援

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins



- 提案された解像度と感度を満たしているか、キャリブレーションに大きな問題がないかを観測所がチェックし、アーカイブを通じて配布している。
- 研究者は配布されたイメージをそのまま用いて研究を開始できる。
- 研究者は観測所によるキャリブレーションを再現し、キャリブレーション済みデータをスタート地点として観測データ解析に集中することもできる。
- ただし、観測所が提供しているイメージは、あくまで標準的なイメージング手法で処理されたものなので、天体構造に応じた最適化が必要になることも（後述）。





# アーカイブの話に入る前に

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins



- Target of Opportunity
  - 通常のプロポーザルサイクルと同じタイミングで観測提案を出してもらう
  - イベントが発生したら、PIがhelpdeskからトリガーをかける
  - どれくらい早く観測実行に移せるかは、観測バンドや要求分解能に依存するが、24時間以内での実行は実証済み
- Time constrained observations
  - 観測時期を指定した観測提案も可能（他の観測所との同時観測など）
  - モニター観測も含む
- DDT
  - 随時募集
  - 審査結果は2週間以内にPIに送られる
  - 即時性を要求する観測提案には不向き



- 共同利用観測データは**観測終了後、1年で公開**される（DDTは6ヶ月後）。
- アーカイブにあるもの：観測所が品質保証のために作成したイメージ(**fits**)、生データ、ユーザーがキャリブレーションを再現するためのスクリプトやデータ類、品質保証のレポート等
- Large Programの場合は**提案グループが生成するデータやスクリプト、テーブル類**もアーカイブから取得可能になる。
- 一部、科学評価（テスト）観測のデータ**も取得できる。
- Astroqueryの利用もできる。

## ALMAサイエンス・アーカイブ

<https://almascience.nao.ac.jp/asax/>

- 2020年8月に検索インターフェースを刷新
- 検索結果の更新予定：CARTA等ビューワーへのリンク追加、プレビュー機能の追加

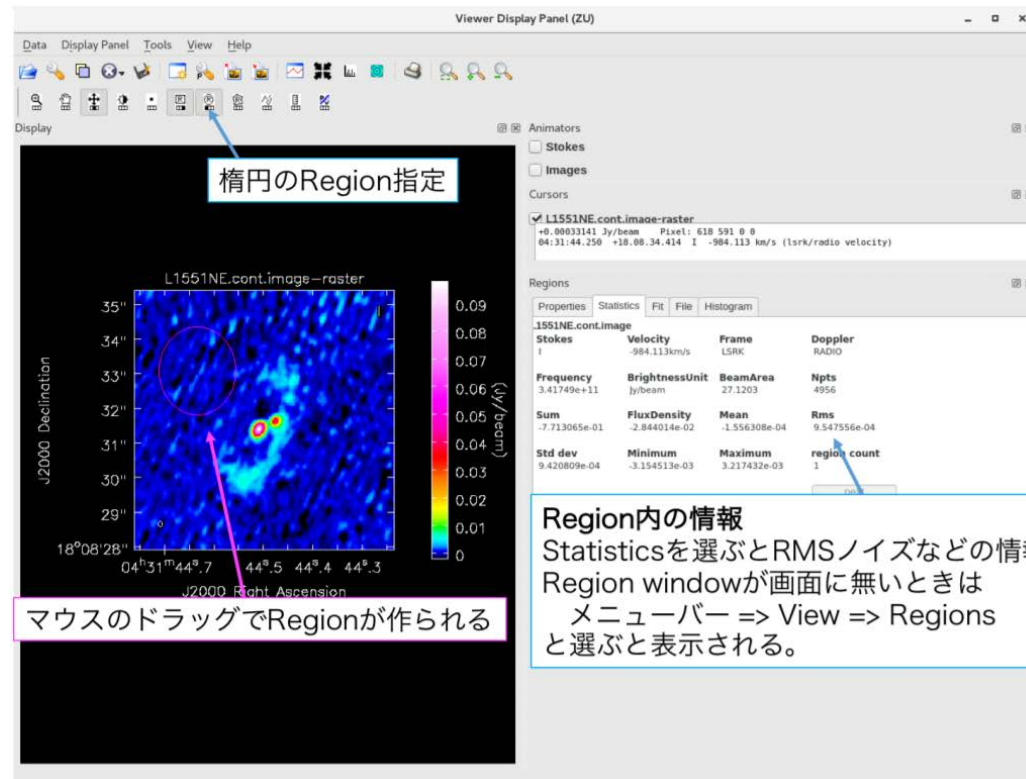


このプロジェクトで論文が何本出ているかも表示される

| Project code   | ALMA source name | Ra           | Dec           | Band | Cont. sens. | Frequency support | Release date | Publications | Ang. res. | Min. vel. res. |
|----------------|------------------|--------------|---------------|------|-------------|-------------------|--------------|--------------|-----------|----------------|
| 2018.1.01826.5 | NGC_4725B        | 12:50:28.480 | +25:30:22.500 | 4    | 0.01        | 125.01..140.99GHz | 2019-10-15   | 1            | 0.37      | 67.39          |
| 2018.1.01434.5 | T_Sgr            | 19:16:14.432 | -16:58:17.247 | 6    | 0.36        | 215.36..233.06GHz | 2019-10-15   | 1            | 6.85      | 0.74           |

- 解析ソフトは任意だが、代表的なものはCASA
  - 電波以外の人でも使えます。(干渉計の原理の理解以外は)慣れの問題です。
- アーカイブに入っている品質保証後のイメージはfits形式、キャリブレーション後のデータはそのままCASAで扱える。
- Flux densityの単位はJy/beamから、馴染みのあるJy/arcsec<sup>2</sup>へ簡単に変換できる。
- Clean (deconvolution)の不定性はシンプルでない。科学目的に応じてイメージングをやり直したい場合もある。研究者として自ら investigationしたり、ヘルプデスクを利用しエキスパートと議論したりして信頼度を確保する。
 

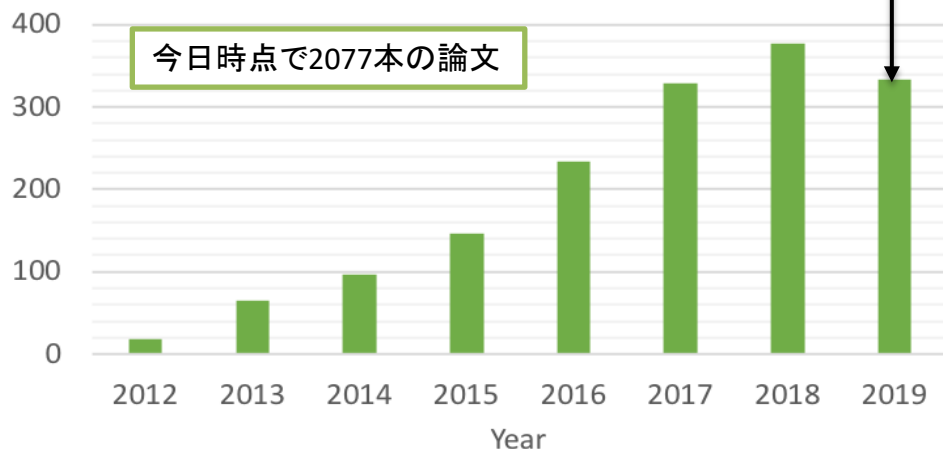
※一般論としては、ALMAのイメージの質は前世代の干渉計から顕著に向上している。



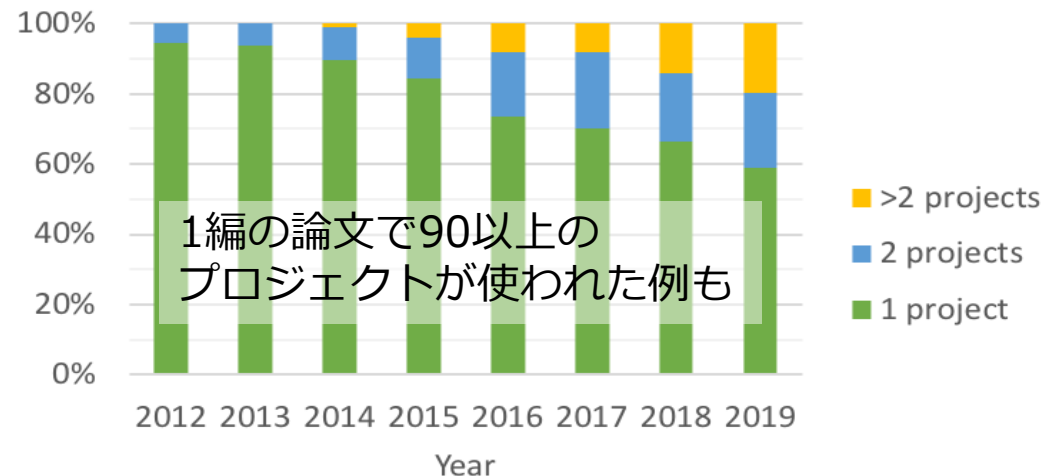
年間の論文数  
(継続的に増加)

incomplete

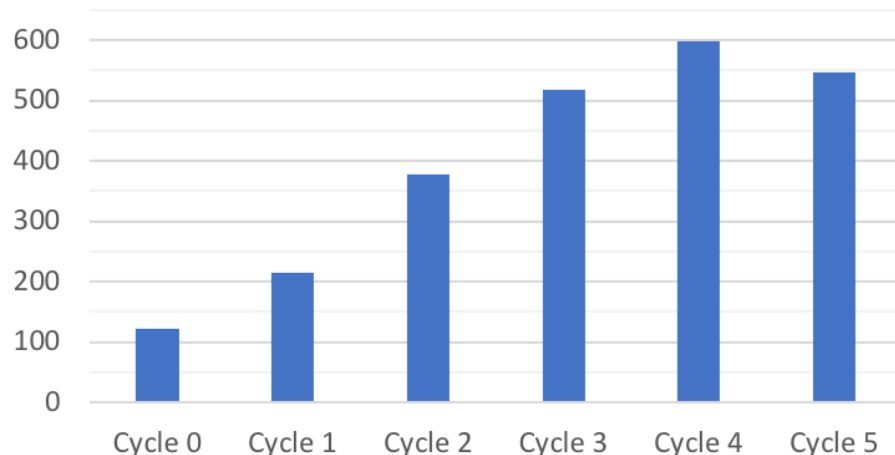
今日時点で2077本の論文



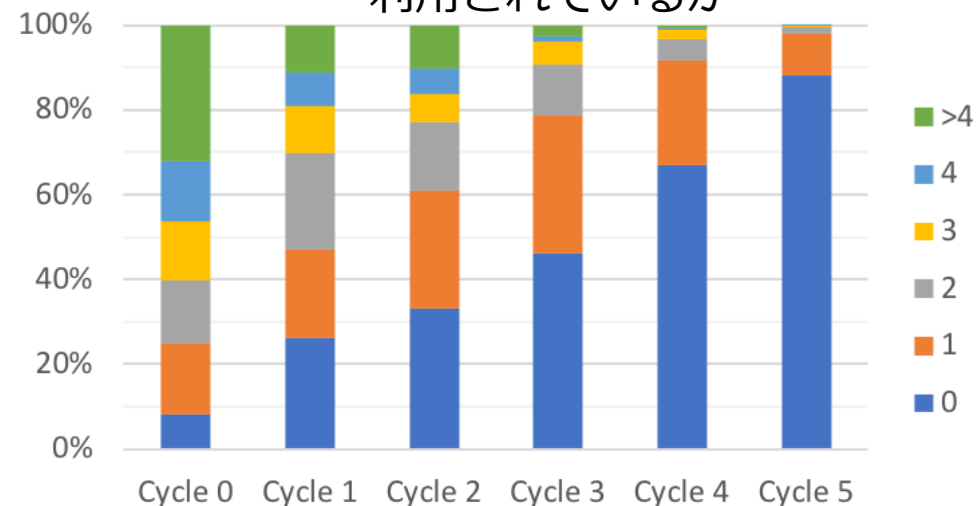
1編の論文で何個のプロジェクトが  
利用されているか



プロジェクトの数



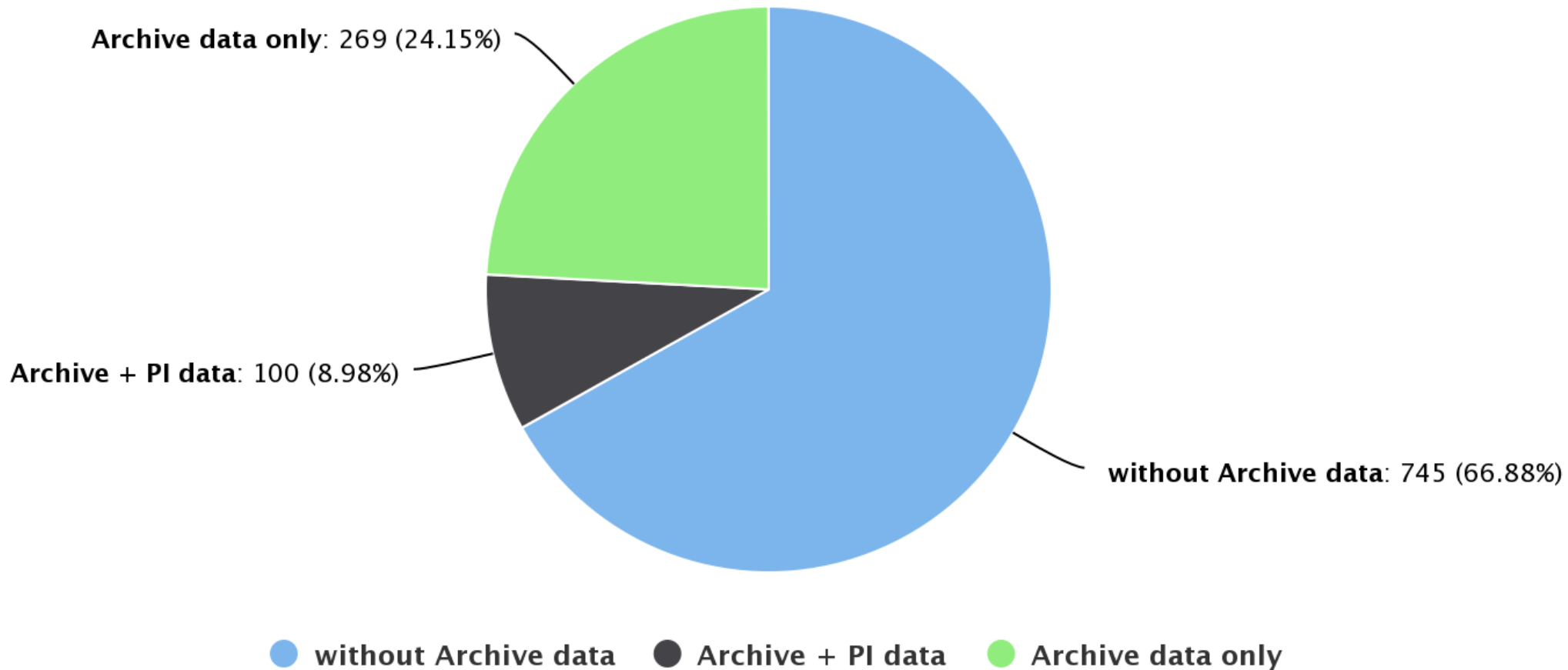
1つのプロジェクトが何編の論文に  
利用されているか



## Archive data usage

Source: telbib

Query: year:[\* TO 3000] and (telescope:"ALMA")



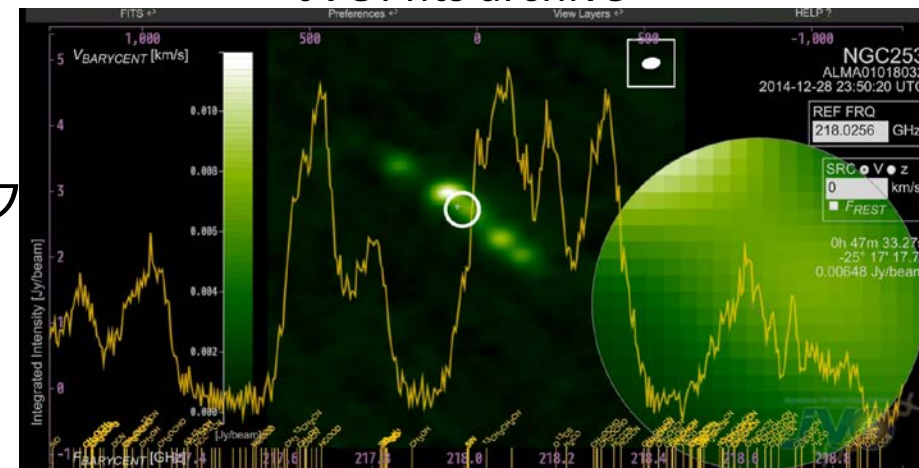
## 1. データそのものの使いやすさ

- 観測所による品質保証の時間の短縮
  - ✓ パイプライン化
  - ✓ (未) キャリブレーション結果の確認に機械学習等の利用も考慮
- キャリブレーションの質の向上
  - ✓ (未) 高周波帯でのフラックス較正、位置精度等
- 新しい種類のデータ
  - ✓ (一部対応) Self-calibration
  - ✓ (未) 異なるアレイのデータを結合したイメージ等
- (進行中) 新パイプラインでの再イメージング (ARI-L)

## 2. アーカイブの使いやすさ

- インターフェース
  - ✓ (未) 他のビューワー等へのリンク
  - ✓ (未) プレビュー機能
- VO機能  
(VO関連プロジェクトと連携しながら検討)

JVO: fits archive



## 3. 解析サポート

- ヘルプデスク、解析ソフトや干渉計データの解析講習会
- 分野ごとの典型的なAnalysis手順のチュートリアルを準備中

EA ARC

[トップページ](#)

[データ解析講習会](#)

[論文出版サポート](#)

[解析サポート](#)

[観測プロポーザル](#)

[FAQ](#)

[リンク集](#)

[CASAの使い方\(旧ページ\)](#)

[ALMA入門](#)

[Maps To Science \(準備中\)](#)

ALMA データ解析に関する情報

研究者向けの公式情報は全て ALMA サイエンス・ポータル (<https://almascience.nao.ac.jp/>) にあります。このサイトは、なるべく日本語で情報を提供するとともに、東アジア・アルマ地域センター (EAARC) が提供するデータ解析に関連したサービスの詳細をお知らせすることを目的としています。



### データ解析講習会

過去の講習会の情報やテキストを掲載しています。



### 論文出版サポート

ALMA のデータを用いた論文へのサポートです。



### 解析サポート

ヘルプデスクを通じたサポートや対話的サポートを行っています。



### 観測プロポーザル情報

日本語でプロポーザルについて案内しています。



### FAQ

ヘルプデスクによく寄せられる質問を集めています。



### リンク集

干渉計の原理、データ解析やCASAに関する資料を集めています。



### CASA の使い方(旧サイト)

CASA の使い方を日本語で解説したページです。



### ALMA 入門

ALMA の概要をすばやく掴むために情報の探し方をお知らせするページです。



### MAPS TO SCIENCE (準備中)

イメージの解析方法の例を研究分野ごとに示します。

## 過去の講習会のテキスト

### 講習会テキスト

| テキストへのリンク                            | 更新日        |
|--------------------------------------|------------|
| <a href="#">講習会テキスト (PDF, 54 MB)</a> | 2020.01.29 |
| <a href="#">講習会テキスト (PDF, 52 MB)</a> | 2019.05.14 |

先週、今年度の初心者向け講習会を行った。今後も継続予定。

<https://alma-intweb.mtk.nao.ac.jp/~eaarc/DATARED/index.html>





# キャリブレーターフラックスデータの公開 I

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins



https://almascience.nao.ac.jp



Atacama Large Millimeter/submillimeter Array  
In search of our Cosmic Origins



Search Site

Due to the COVID-19 outbreak, ALMA Science Operations have been suspended and the Cycle 8 Call for Proposals has been delayed until 2021 March. The start of ALMA Cycle 8 will now be 2021 October. ALMA continues to carefully monitor the evolving global situation regarding the COVID-19 pandemic and will post ALMA-related updates as News Items to the Science Portal. Apr 24, 2020 09:50 PM

Log in

About Science Proposing Observing **Data** Processing Tools Documentation Help

## Observatory News

2020 November Status of the ALMA recovery process  
Nov 23, 2020

The ALMA Science Archive has reached several milestones  
Nov 23, 2020

The First 60000 ARI-L Images are Now Available in the ALMA Science Archive  
Oct 13, 2020

More...

## Archive

Large Programs

**Calibrator Catalogue**

Science Verification

Publication

Acknowledgement

ARI-L

## NAOJ News

ALMA Grant Fellow Symposium 2020  
Nov 20, 2020

The ALMA 2030 Vision: Design considerations for Digitizers, Backend and Data Transmission System  
Aug 05, 2020

Submillimeter-Wave Receiver Technology Workshop  
More... 20

## Status

Refereed publications: 2077

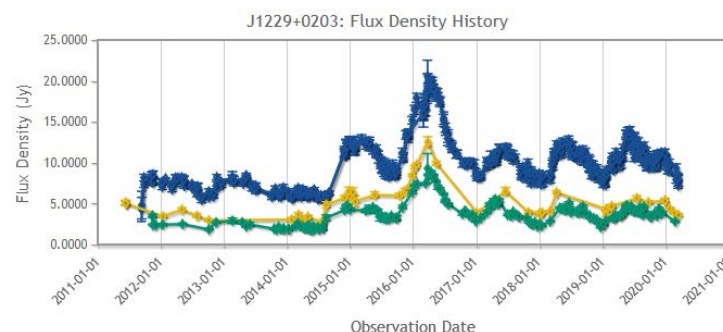
Last observed source: HerBS-152

Current configuration: C43-4

More...

- フラックスキャリブレーションの参照源として、ALMA観測所がクエーサーをモニターしている。
- Calibrator data catalogueのページからフラックス値を参照可能。多波長研究に有用。
- **New!** 偏波情報 (Stokes Q & U) の数値も取得可能 (プロットは未対応)。
- ただし、偏波情報については、Outlierが残っている可能性がある (後述)

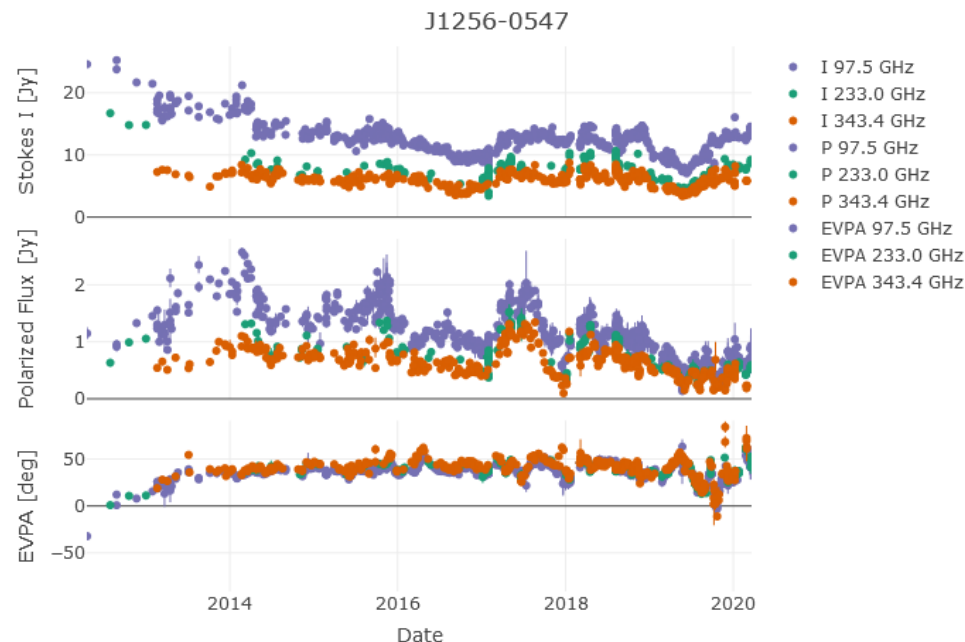
<https://almascience.nao.ac.jp/sc/>



## • AMAPOLA

(<http://www.alma.cl/~skameno/AMAPOLA/>)

- 合同ALMA観測所の亀野誠二氏が作成したページ（情報のソースは前頁と同じ）
- フラックスキャリブレーションデータを偏波情報込で表示
- 前述の偏波情報のoutlierについては、データごとに詳細な解析が必要になることもあるので、データを利用される場合は、helpdeskにお問合せください。
  - トレンドを確認するという目的においては問題ないとお考えください。



- $\gamma$ 線フレアとの関係
- 可視光・近赤偏光との関係
- Etc.

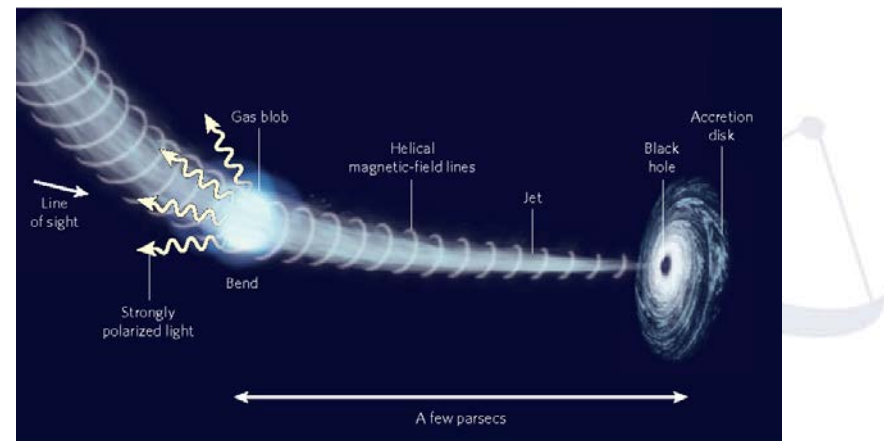
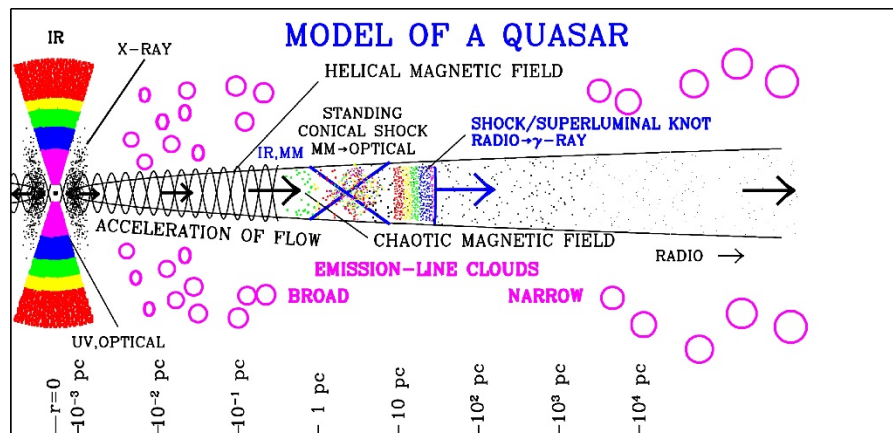
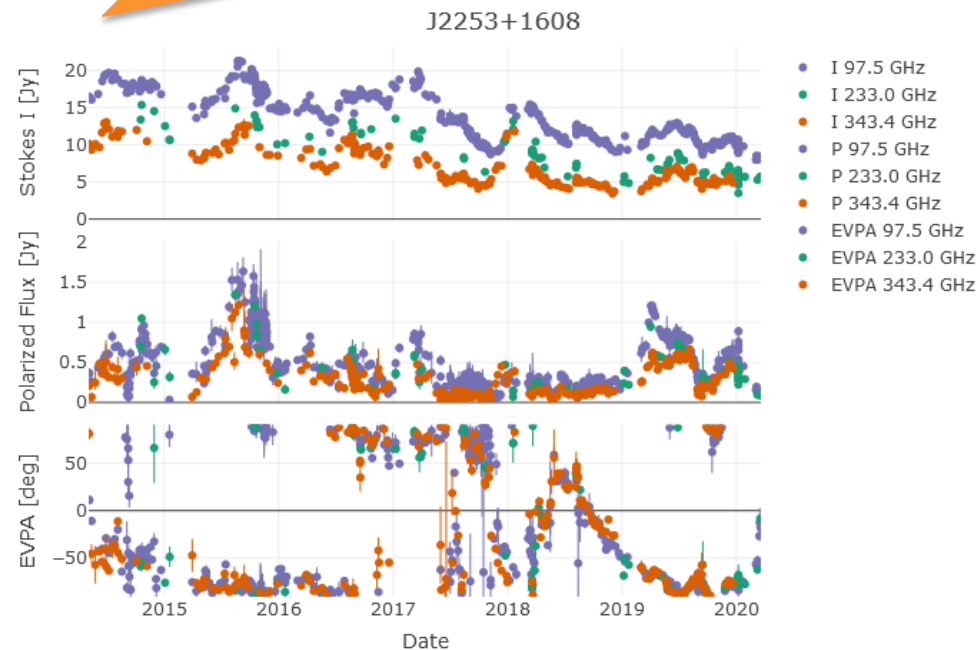
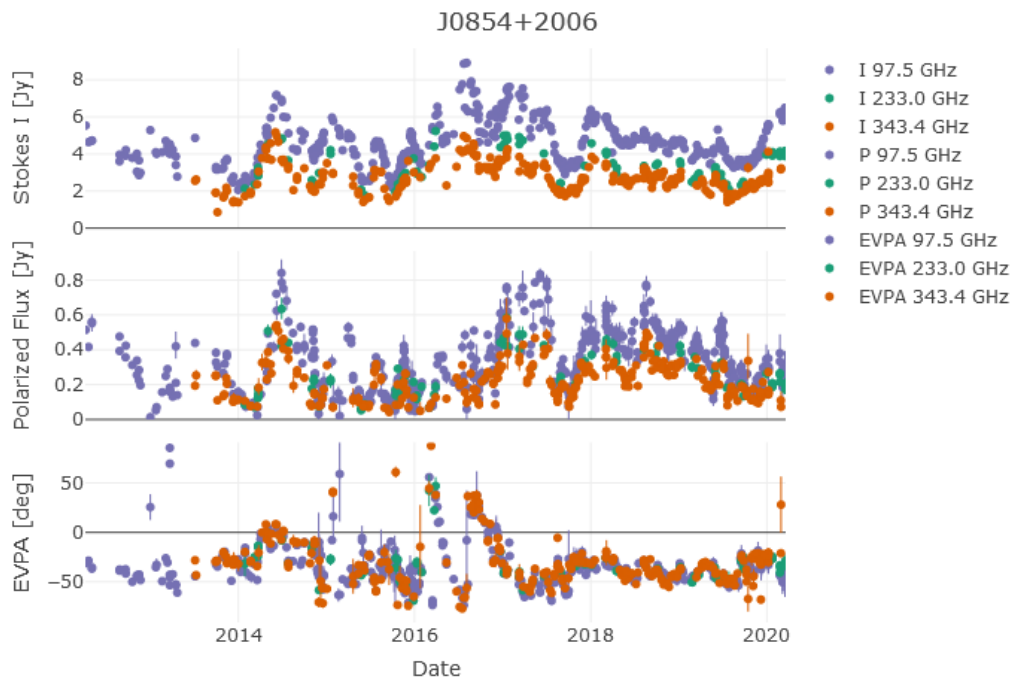


Figure 1 | A bent jet in 3C 279? In a blazar such as 3C 279, matter from an accretion disk falls onto a

- ALMAサイエンスアーカイブについて紹介した
  - 品質保証済みのイメージFITSがアーカイブされていて、面倒なデータ解析を行わないで、研究を始めることができる
    - ただし、天体・観測モードによっては、追加の処理が必要になることも
  - 迷ったら、あるいは疑問があれば、Helpdeskにお問合せを。  
<https://help.almascience.org/>
  - さらに利便性の向上に向けて努力中
    - データプロダクトの質・汎用性の向上
    - VO機能
    - 解析講習会
  - キャリブレーションフラックスデータに偏波情報が取り込まれるようになった
- 個人的にはブレーザー偏波角の回転に興味を持っている。多波長共同研究を展開できればと考えています。

