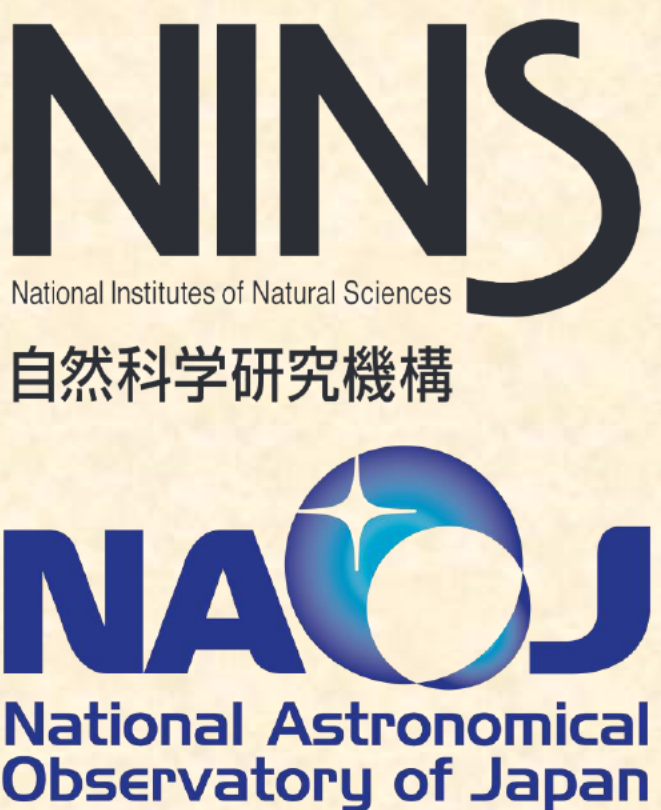




JVO ALMA FITS アーカイブの紹介

天文データセンター JVO 開発グループ+ALMA



天文データセンターのヴァーチャル天文台開発グループでは、国立天文台が運用に関わっているすばる望遠鏡や ALMA, 野辺山望遠鏡の処理済みデータ等の配信を行っています。データは JVO (Japanese Virtual Observatory) portal (<http://jvo.nao.ac.jp/portal>) から専用のユーザーインターフェイスにより検索・ダウンロードができる他、天文分野での世界標準のデータ公開方式である VO (Virtual Observatory) インターフェイスでも配信しているため、VO に対応したアプリケーションやプログラミングライブラリを利用してデータを取得することもできます。ここでは主に ALMA 望遠鏡のデータ公開システム JVO ALMA FITS* アーカイブについて紹介します。 * FITS とは天文データ専用のデータフォーマットの名称です。

1. ALMA のデータについて

ALMA 望遠鏡は南米チリの標高5,000mの高地に建設された電波干渉計です。合計66台の電波望遠鏡により構成されています。日本を含む国際共同プロジェクトとして建設・運用されています。現時点での観測周波数帯は 84 ~ 950GHz で、この周波数帯では角度分解能、感度ともに世界最高の性能を有しています。



図1. アルマ望遠鏡山頂施設
Credit: ALMA (ESO/NAOJ/NRAO), A. Marinkovic/X-Cam

一般的な可視光望遠鏡による観測では、特殊な観測装置を使わない限り、天体画像とその周波数分布（スペクトル）を同時に取得することはできませんが、電波望遠鏡での観測ではそれらを同時に取得することができます。そのため、ALMA のデータは空間方向の2次元の情報(図2a)に周波数方向の情報も加えられた3次元画像データ (図2b) となります。

3次元画像データから特定の空間ピクセルにおけるデータを切り出し、その明るさを周波数に対してプロットしたものがスペクトルデータとなります。

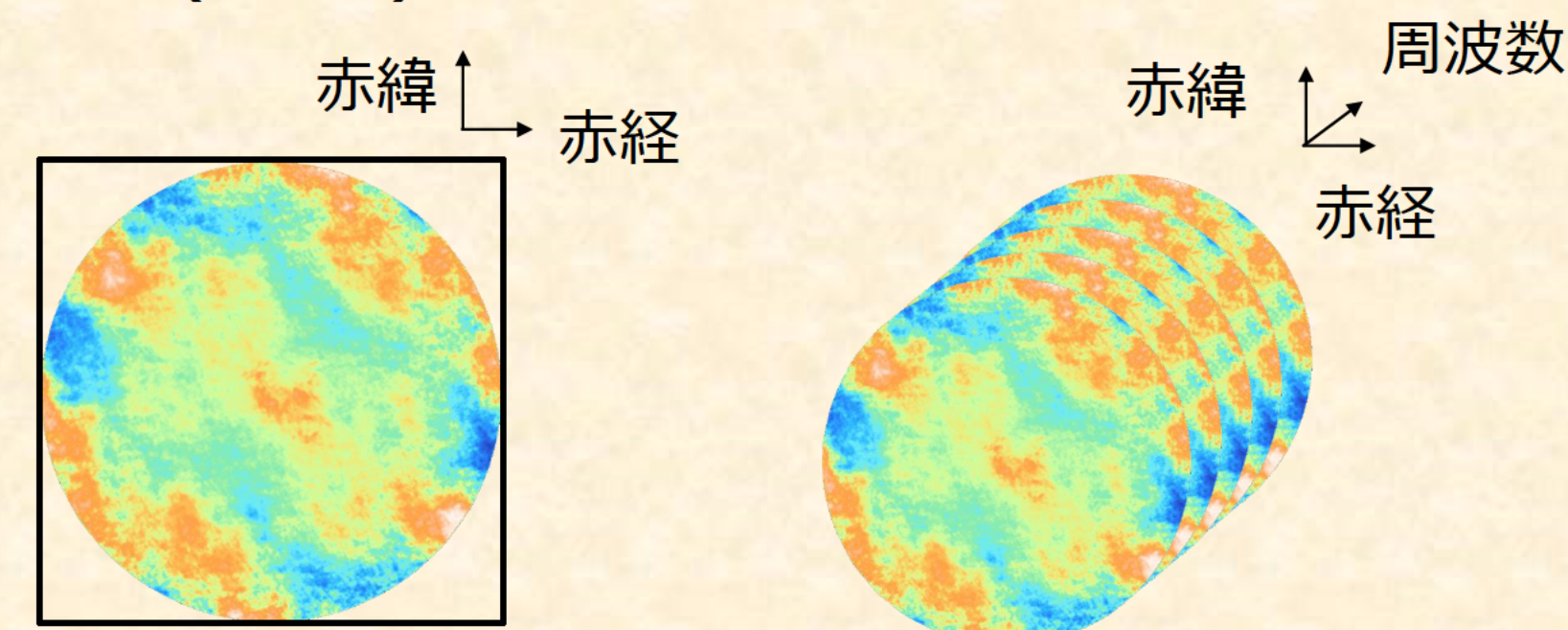


図2a. 2次元画像
明るさの空間分布。特定の周波数チャンネルもしくは周波数チャンネルで積分された画像。

図2b. 3次元画像
周波数チャンネル毎と空間分布が並べて格納されている画像。

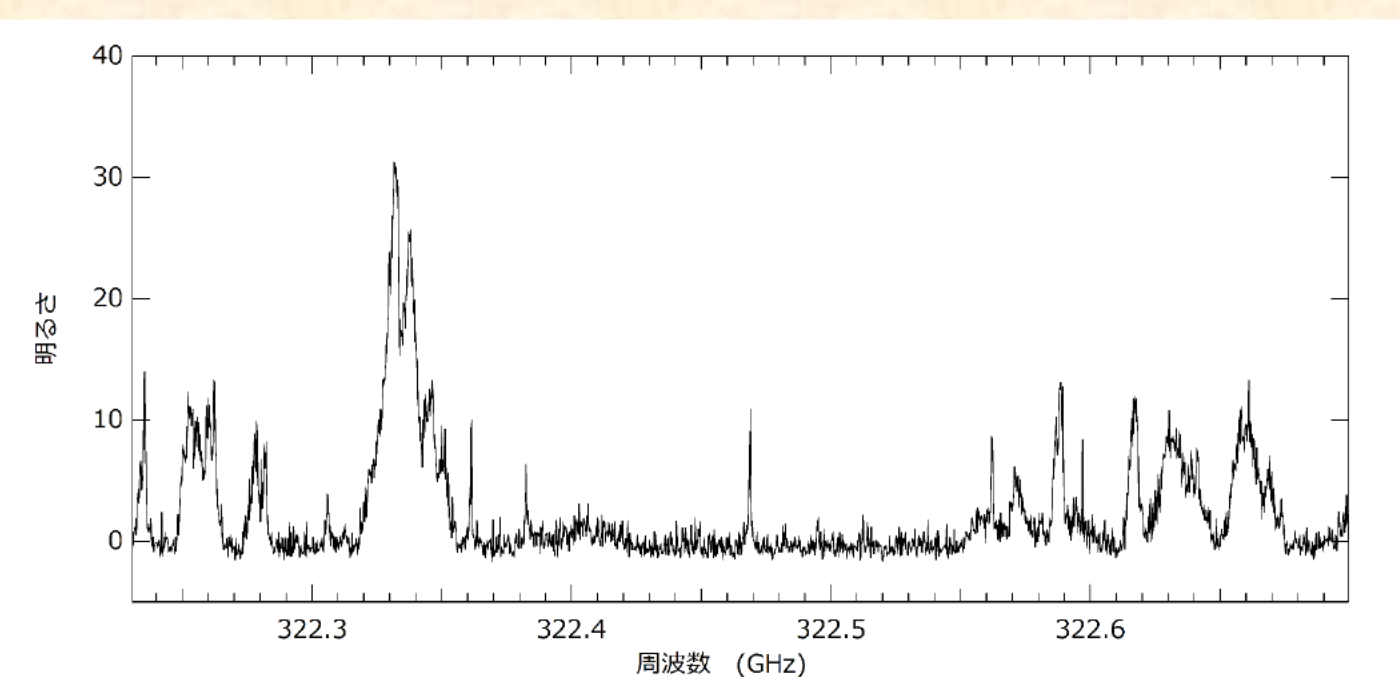


図3. 1次元スペクトル
明るさの周波数分布。3次元画像データから特定の空間ピクセルにおけるデータを切り出し、明るさを周波数の関数としてあらわしたグラフ。周波数は光の色に対応し、赤側を低周波とすると青側は高周波となる。電波は3000GHzより低周波側の電磁波であり、身近な例としては地上波デジタル放送の周波数帯は470MHzから710MHz。

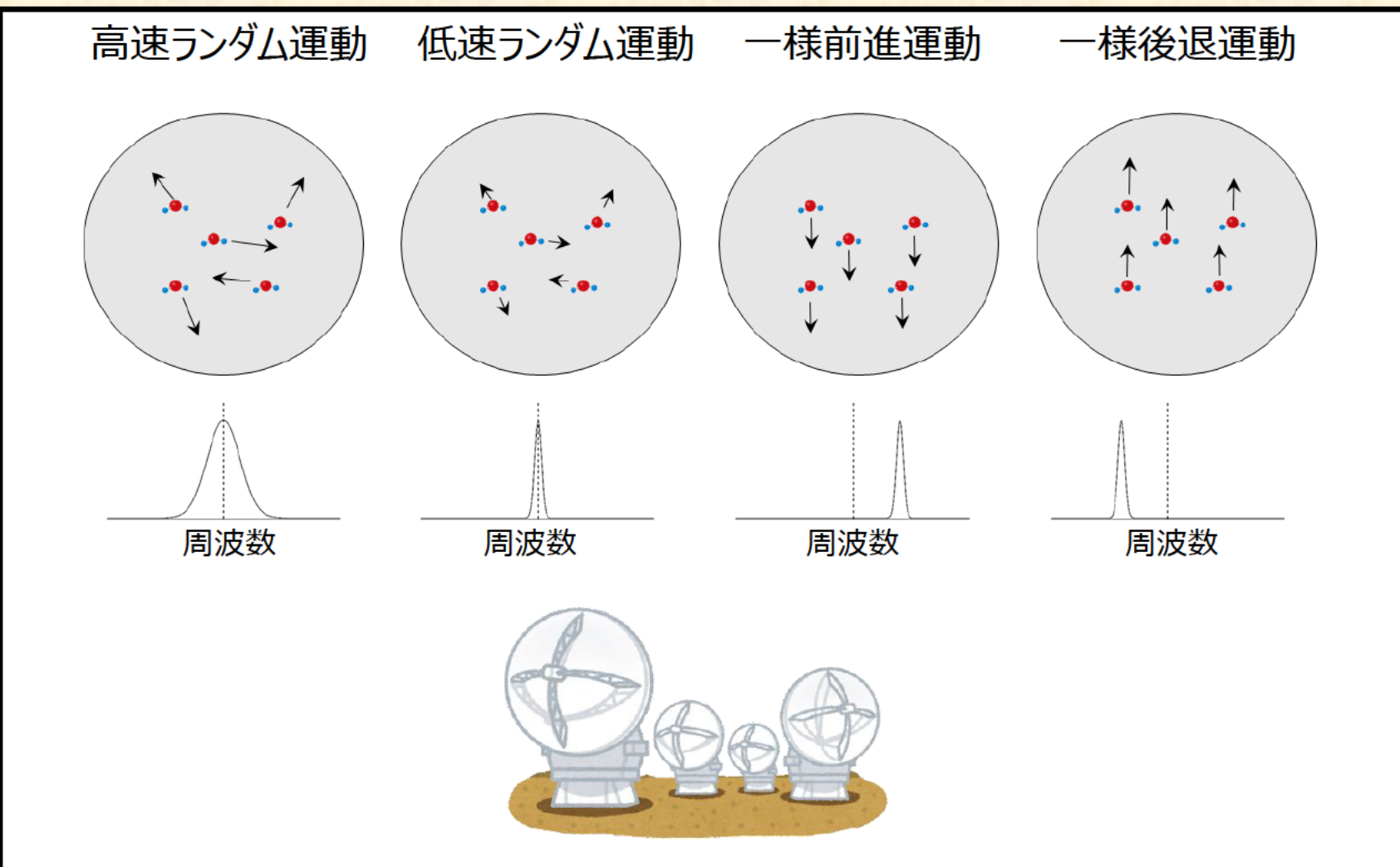


図4. 分子の運動パターンと観測されるスペクトルの関係

分子からの電磁放射は、分子を構成する原子間の振動にともなう放射や回転に伴う放射等があります。これらにより放射される電磁波は量子効果により特定の周波数に限られるため山形の放射として観測されます。

どの周波数で放射が起きるのは分子の種類と放射のタイプにより決まっているため、スペクトルに見られる山の位置のパターンからどういった分子が存在するのかを推定することができます。また、放射源の運動パターンによって山の幅の大きさが変わったり、実際の周波数からずれたりします。例えば、放射源中の分子が高速にランダムな方向に運動している場合は幅の広い山が、低速度ならば細い山、観測者に向かって一様に運動している場合は山の位置が周波数の増加する方向に移動、観測者から離れる方向に運動している場合は周波数が減少する方向に移動します(図4)。これにより放射源の速度分布を知ることができます。

2. JVO ALMA FITS アーカイブ

ALMA のデータは ALMA の各地域センター（東アジア、北米、欧州）から公開されています。それに加えて私たち天文データセンターでは、より利用しやすいインターフェイスによるデータ公開をおこないアーカイブデータを利用した研究を促進することを目的として、ALMA FITS アーカイブの開発をおこなっています。

ALMA FITS アーカイブの特徴は

- データサイズが比較的小さく、解析が容易に行える FITS データを~100万ファイルの中から1ファイル単位で検索可能であること、
- データの中身を即座に確認できるサムネールの表示機能と、より詳細な可視化を行える FITS WebQL 、

にあります。特に、データをダウンロードすることなく、その中身を確認できることが重要な機能となっています。

生データに比較してデータサイズの小さい FITS ファイルですが、それでも 1 ファイルで最大 300GB ものデータが公開されています。今後データサイズは増えていくことが予想され、1TB にまで達するとされています。

これだけ大きくなるとダウンロードは非常に難しく、ダウンロードすることなくデータの中身を確認する機能が必要です。また、ダウンロードするにしても必要な部分のみを切り出してからにする必要がでできます。

FITS WebQL はそうした機能を提供することにより、データの大きさにあまり悩まされることなくデータを利用できる環境を提供します。

ALMA FITS アーカイブは研究者向けに開発されたシステムですが、研究者以外の誰でも利用可能です。ただし画面の説明文などは英語です。

ALMA のサンプルデータを FITS WebQL で表示してみる方法を簡単に紹介します。まず [JVO portal](http://jvo.nao.ac.jp/portal) にアクセスすると図5のような画面が表示されます。ここで ALMA のロゴをクリックし次のページで “ALMA WebQL Demo” と書かれたリンクをクリックするか、ロゴの下 “WebQL demo” と書かれたリンクをクリックすると、図6の[サンプルデータリストページ](#)が表示されます。ここで

“FITSWebQLv4” と表示されているボタンをクリックすると、対応するデータを見ることができます(図7)。サンプルデータ以外にも多数のデータに[ALMAデータ検索ページ](#)からアクセスできます(図8)。

ALMA FITS アーカイブは国外の研究者からも利用されており、一月に約5,000件のアクセスがあります(図9)。

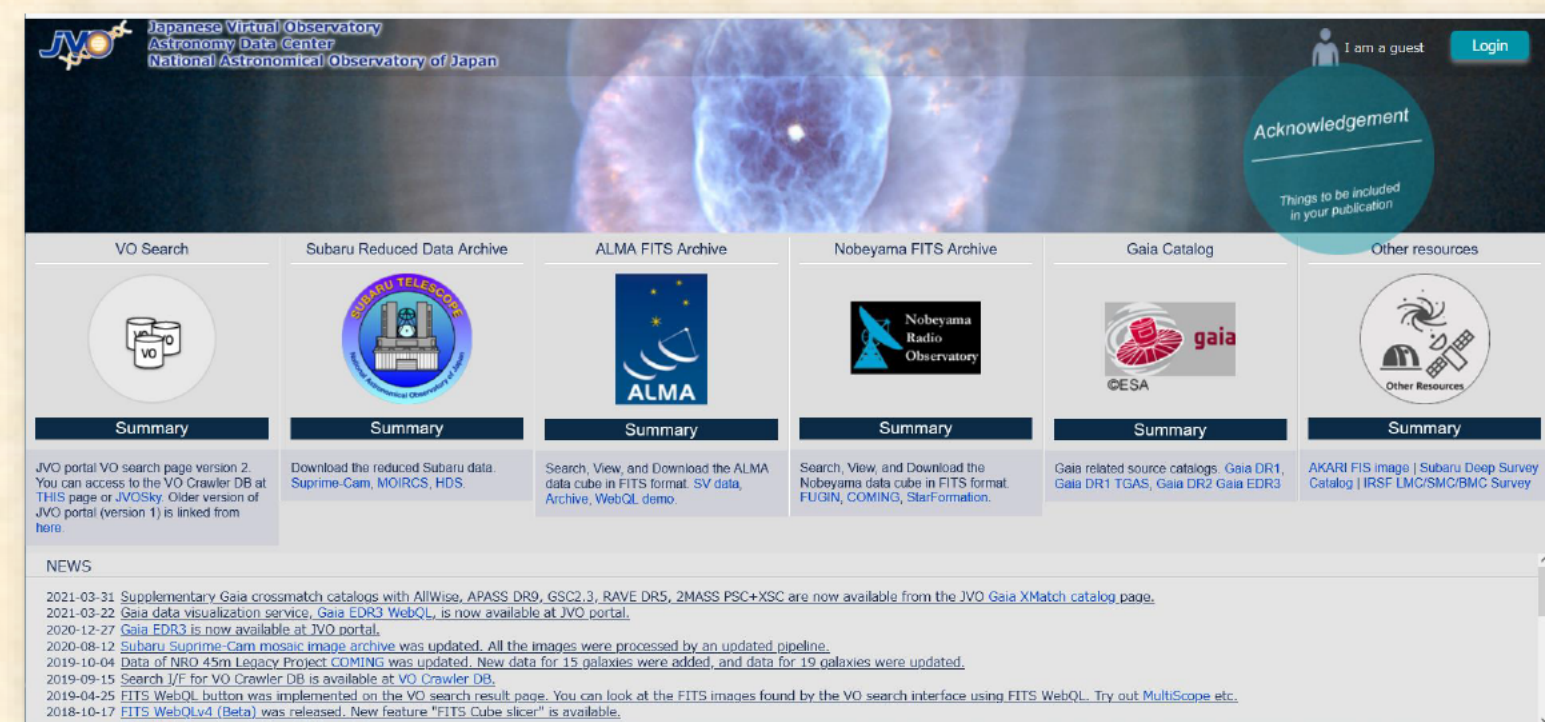


図5. JVO portal トップページ
<http://jvo.nao.ac.jp/portal>

ALMA WebQL Demo						
News						
2018-10-17: FITS WebQL v4 is released! New feature "FITS Cube Slicer" is available.						
#	Target Name	Project Code	Dataset ID	Cube Pix	File Size	WebQL
1	G10.47+0.03	2016.1.00929.S	ALMA01110054	250x250x1918	480 MB	FITSWebQLv4
2	IRAS16293-2422	2013.1.00278.S	ALMA01020358	140x140x384	30 MB	FITSWebQLv4
3	Cotton Candy Nebula	2016.1.01530.S	ALMA01157161	1890x1890x1918	28 GB	FITSWebQLv4
4	Centaurus A	2013.1.00803.S	ALMA01008956	2000x2000x650	10 GB	FITSWebQLv4
5	M83	2012.1.00762.S	ALMA01003454	1120x1600x852	6.4 GB	FITSWebQLv4
6	HD 142527 (Protoplanetary Disk)	2011.0.00465.S	ALMA01000740	216x216x71	13 MB	FITSWebQLv4
7	HD 183296 (Herbig Ae star)	2013.1.00366.S	ALMA01004954	300x300x800	275 MB	FITSWebQLv4
8	NGC253	2013.1.00099.S	ALMA01018032	250x250x509	121 MB	FITSWebQLv4
9	NGC6357	2013.1.01361.S	ALMA01018218	1920x1920x265	3.6 GB	FITSWebQLv4
10	Orion_KL	2016.1.01019.S	ALMA01059729	2352x2352x3838	79 GB	FITSWebQLv4
11	Antennae Galaxies	Science Verification	ALMA00000006	750x750x70	150 MB	FITSWebQLv4
12	HL Tauri	Science Verification	ALMA00000146	1600x1600x1	10 MB	FITSWebQLv4
13	Einstein Ring SDP81	Science Verification	ALMA00000180	3000x3000x1	34 MB	FITSWebQLv4
14	IRAS 16293-2422 (Protostar)	Science Verification	ALMA00000085	196x196x650	139 MB	FITSWebQLv4
15	the sun	Science Verification	ALMA000000264	400x400x1	650 kB	FITSWebQLv4

図6. ALMAサンプルデータ
<http://jvo.nao.ac.jp/portal/alma/webql.do>

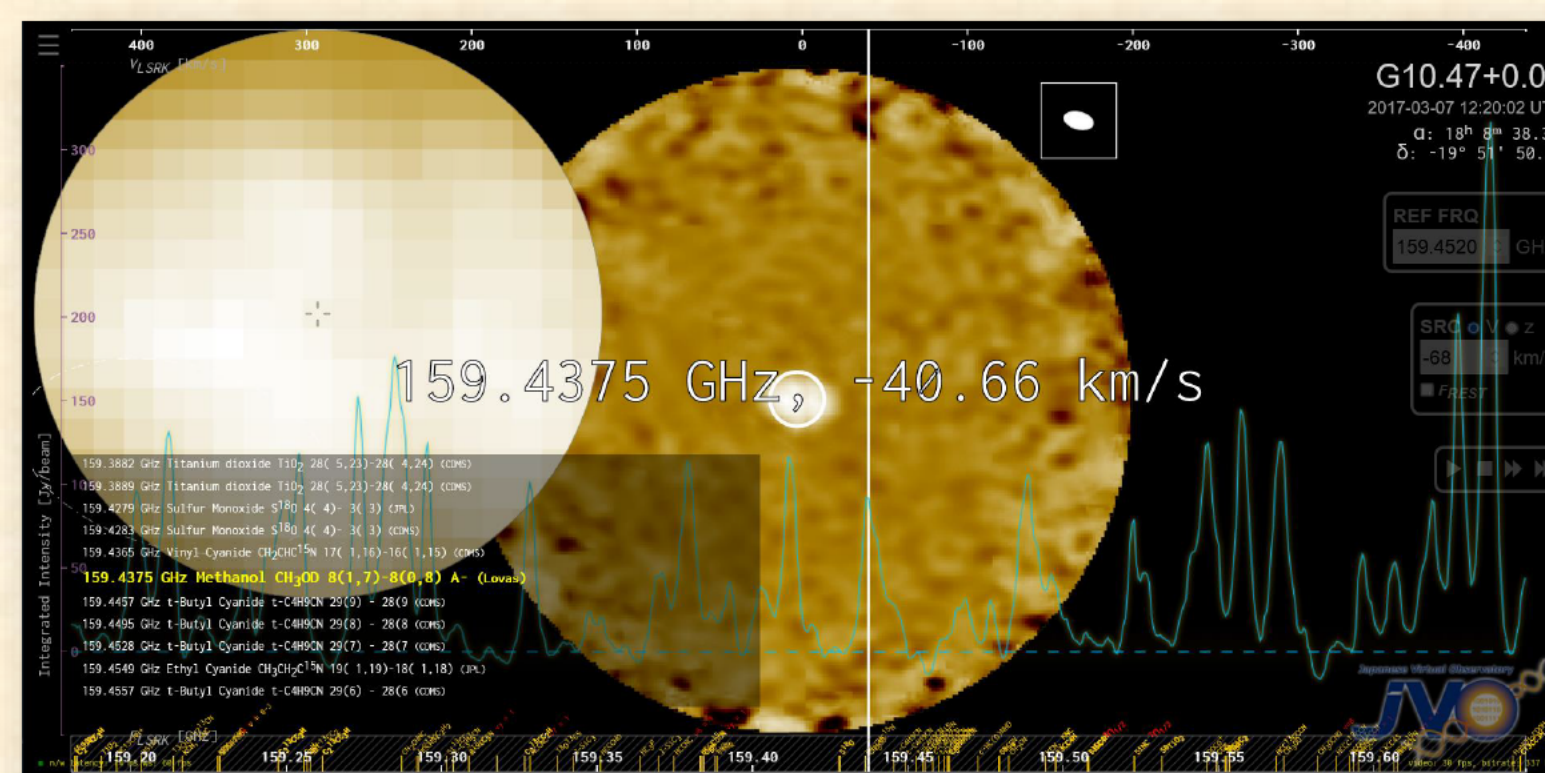


図7. FITS WebQL
図5のサンプルデータページから “FITSWebQLv4” と書かれたボタンをクリックで表示できる。

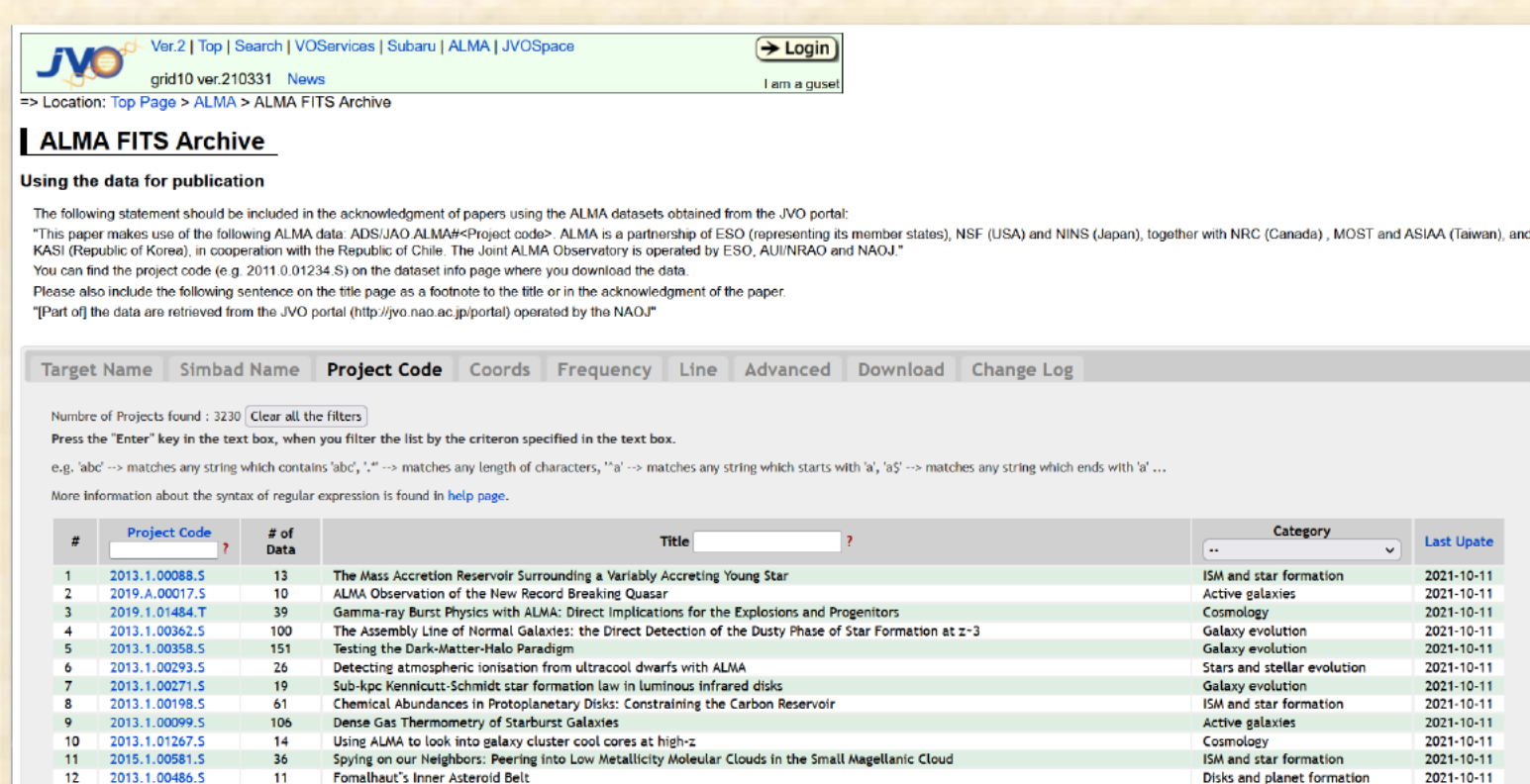


図8. ALMAデータ検索ページ
<http://jvo.nao.ac.jp/portal/alma/archive.do>

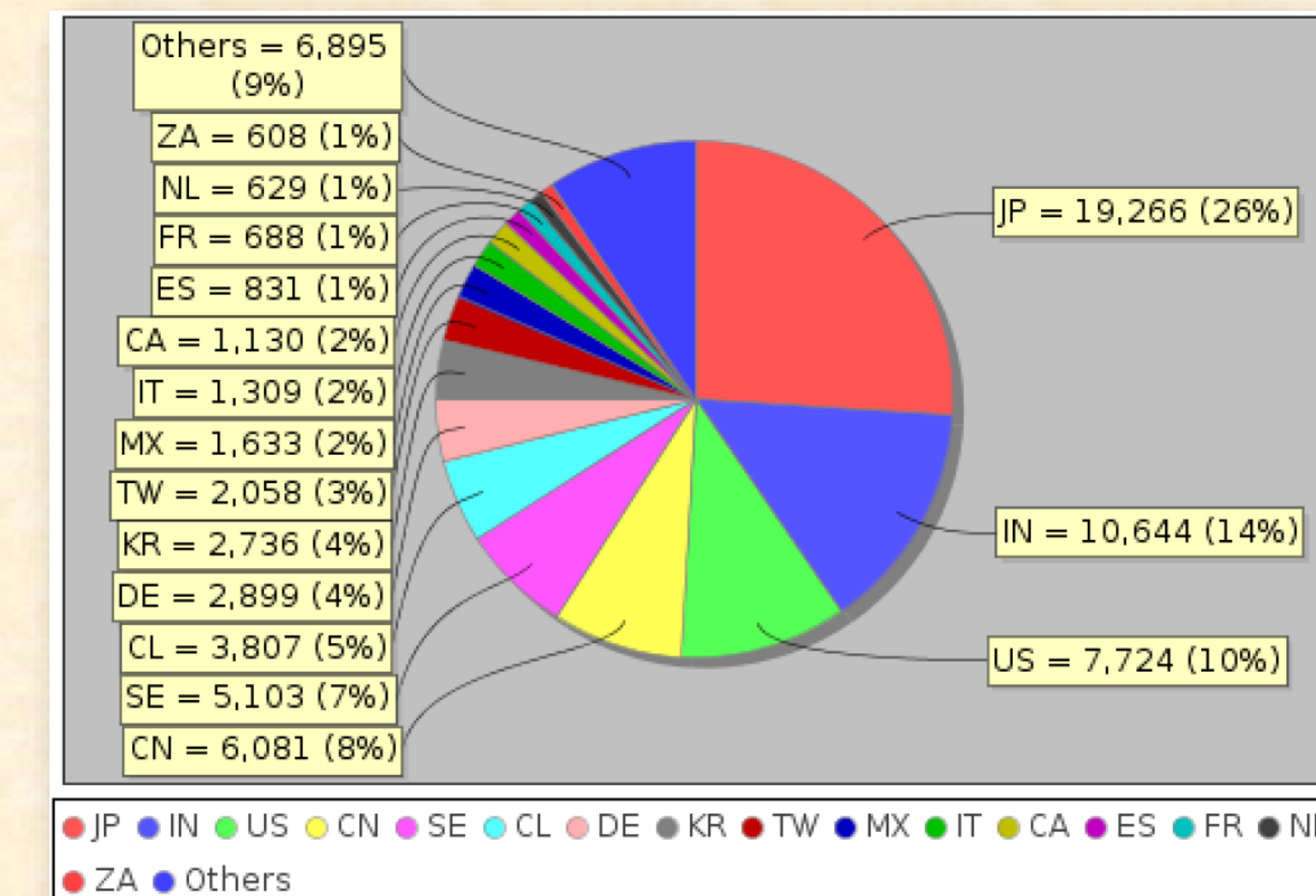


図9. ALMA FITS アーカイブ国別アクセス統計 (2021年)

日本(JP), インド(IN), 米国(US), 中国(CN), スウェーデン(SE), チリ(CL), ドイツ(DE), 韓国(KR), 台湾(TW), メキシコ(MX), イタリア(IT), カナダ(CA), スペイン(ES), フランス(FR),オランダ(NL), 南アフリカ(ZA)