

# ALMAWebQL の使い方

江口 智士

2014年3月6日

## 1 はじめに

Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA)<sup>\*1</sup> は、日米欧の国際共同プロジェクトとして運用されている、世界最大かつ最新鋭の電波望遠鏡です。ALMA 望遠鏡がもたらす非常に高い空間/周波数分解能のデータにより、「星のゆりかご」としての原始惑星系円盤が作られる様子や私たち生物の源である有機物が宇宙で合成されるメカニズム、さらには未だ謎の多いブラック・ホールやその周囲の時空構造を解明する手助けになると期待されています。

このように、ALMA が生み出すデータには莫大な科学的価値があることは間違いありません。しかし、そのデータを有効に活用できなければ単なる宝の持ち腐れで終わってしまいます。ですので、そうならないよう我々研究者は日夜知恵を絞っているのですが、目の前には厳しい現実の山がそびえ立っています。

図1は、これまでの典型的なデータ解析手法を図示したものです。すばる望遠鏡や

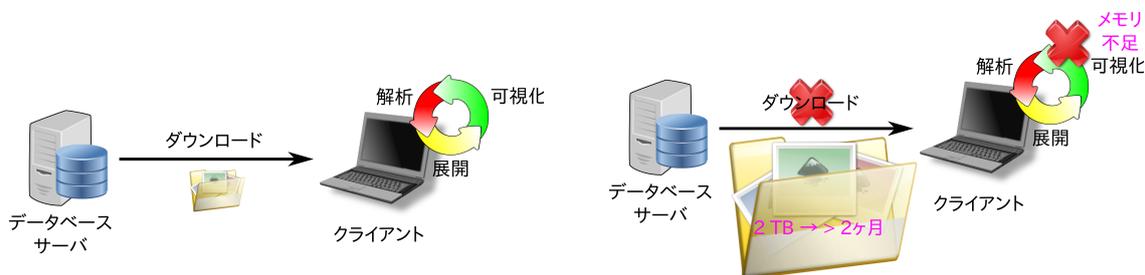


図1 従来型のデータ解析手法（左）とそれをALMAデータに適用する際に生じる問題（右）。

<sup>\*1</sup> <http://alma.mtk.nao.ac.jp/j/>

ALMA のような公共天文台では、

1. 世界中の研究者から観測提案を広く募集し、
2. 観測提案の内容に従って観測を行い、
3. 各種装置から取得されたデータをもとに較正処理を施し、
4. 処理済みデータを最初は観測提案者のみがアクセスすることが許される場所に限定公開し、
5. 観測後一定の日数が経過したものは誰もがアクセスできる場所に公開する、

という手順を踏みます。上記 4、5 にしても、観測データの利用者は公開されている場所から自分のローカルの解析環境へデータをダウンロードする必要があります。そして、一旦データをダウンロードしてしまえば、その環境内にデータを展開して適当な手法でそれを可視化・分析し、そこから科学的知見を得る（あるいは、必要に応じてこのプロセスを繰り返す）ところまで、研究者個人の計算機資源でまかなうことができます。

ところが、ALMA の性能をフルに利用して得られる標準較正済みデータのサイズは最終的に 2 TB を超えるため、従来の手法をそのまま ALMA のデータに対して適用すると、以下のような問題が生じます：

- インターネットを利用してデータの受け渡しを行う場合、ダウンロードだけで 2-3 ヶ月を要する。
  - ← データをハードディスクなどの適当な媒体に入れて空輸してもらった方が速い。
- ローカルの計算機環境では、2 TB もの巨大なデータを一度に処理することは不可能である。
  - ← どうにかして データを細分化して処理する。
  - ← めばしいデータが含まれる範囲をどうやって見つけ出すのか？

つまり、ネットワークの伝送速度にしろ個人でまかなえる計算資源にしろ、ALMA の超巨大データを目の前にすると、現状ではすべてが不足しているのです。

そこで我々国立天文台バーチャル天文台（JVO）プロジェクトでは ALMA-J グループと共同で、バーチャル天文台のフレームワークをベースとして ALMA データを JVO のポータル・サイト\*2で配信する実用的なサービスを世界に先駆けて開発・公開しました（図 2）。このサービスのポイントは、「データ公開を行う側が計算機資源も併せて提供する」というところにあります。

---

\*2 <http://jvo.nao.ac.jp/portal/>

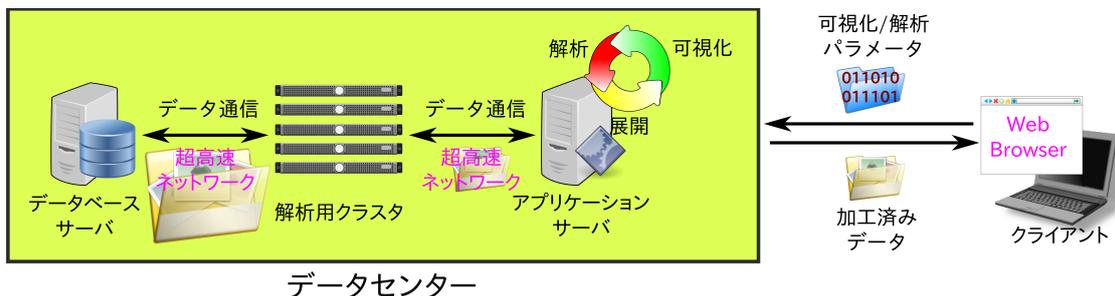


図2 JVO ポータル・サイトにおける ALMA データ配信システム の概念図。

そもそも従来型のデータ解析手法が ALMA では破綻してしまうのは、「インターネットという通信帯域が限られていて、しかも不特定多数がそれを共有している回線に巨大データを流そうとする点」と、「巨大データを処理する計算機資源を利用者自身で用意しようとする点」にあります。従って、巨大データの移動をデータセンター内の局所的な高速ネットワークに限定した上で、それを解析処理するのに必要十分な計算機資源を複数の利用者で共有するような仕組みを作りさえすれば、「ALMA の巨大データ、恐るるに足らず」となるのです。

この考え方は何も新しいものではなく、まだ計算機的能力が非常に低くしかも非常に高価であった時代、すなわちコンピュータの黎明期には当たり前だったものです。しかし、当時とは大きく違う点があります。それは、計算機を遠隔操作するツールが文字ベースのコンソールではなく、様々な情報をグラフィカルに表示可能なウェブ・ブラウザである、という点です。

今やウェブ・ブラウザのみで映画を観たり、オフィス・ソフトを利用したり、メールを読み書きできる時代です。すなわち、オペレーティング・システムの機能の一部をウェブ・ブラウザが担うようになったのです。これは画期的なことで、利用者はリモートの計算機資源に完全に依存するのではなく、自分のローカルの計算機資源を必要に応じて提供できることを意味します。つまりデータセンター側の視点に立つと、センター内の計算機資源の枯渇を防ぐことができるのです。このような素晴らしい技術を使わない手はありません。そこで開発されたのが、JVO ポータル・サイト内で ALMA データを可視化し、各利用者が必要とするデータを切り出すツールである“ALMAWebQL”です。

## 2 動作環境

ALMAWebQL は以下のウェブ・ブラウザ（最新版）で動作します。

- Chromium/Google Chrome
- Firefox
- Safari

**Microsoft Internet Explorer** では 最新版であっても 正しく動作しません。上記いずれかのウェブ・ブラウザをインストールしてそちらを使用してください。それ以外のプラグイン（Java Runtime Environment、Flash Player 等）は必要ありません。

ALMAWebQL の画面は横長ですので、快適に使用するためには横方向に 1,300 ピクセル以上あるディスプレイを使用してください。

インターネットへの接続は必須です。ただし、回線はそれほど高速でなくても軽快に動作します（200 kbps 程度で十分）。

タッチパッド/トラックパッド/タッチパネルでも操作可能ですが、マウスはあった方が良いでしょう。

## 3 使い方

### 3.1 起動と終了

ウェブ・ブラウザを起動して、JVO ポータル・サイトの“ALMA”をクリックし、ALMA データ・サービスのページに行きます。すると、“ALMA Science Verification Data”と“ALMA Archive”という 2 つの選択肢が表示されるので、欲しいデータがある方を選択します（図 3）。以下では“ALMA Science Verification Data”を選択した場合を想定して解説しますが、ALMAWebQL にたどり着くまでに表示される項目に若干の違いがあるだけで、基本的には同じです。

すると図 4 のように、登録されている天体の一覧が表示されるので、見たい天体名をクリックします。ここでは例として、“Centaurus A”を選択してみます。

すると図 5 のように、Centaurus A に関するデータの一覧が表示されるので、“data type”が“intensity cube”となっているものを選択します。今回は先頭の“ALMA00000014”をクリックします。

すると図 6 のように、ALMA00000014 のデータに関する情報が表示されるので、画面右下にある“Web QL”ボタンをクリックして、ALMAWebQL を起動します。

図 7 が ALMAWebQL の画面です。左側にイメージが、右側にスペクトルが並んで表示されます。見方としては、左側のイメージ部分に表示されている領域内でスペクトル・データを積分した画面が右側のスペクトルで、逆に、右側のスペクトルに表示されている

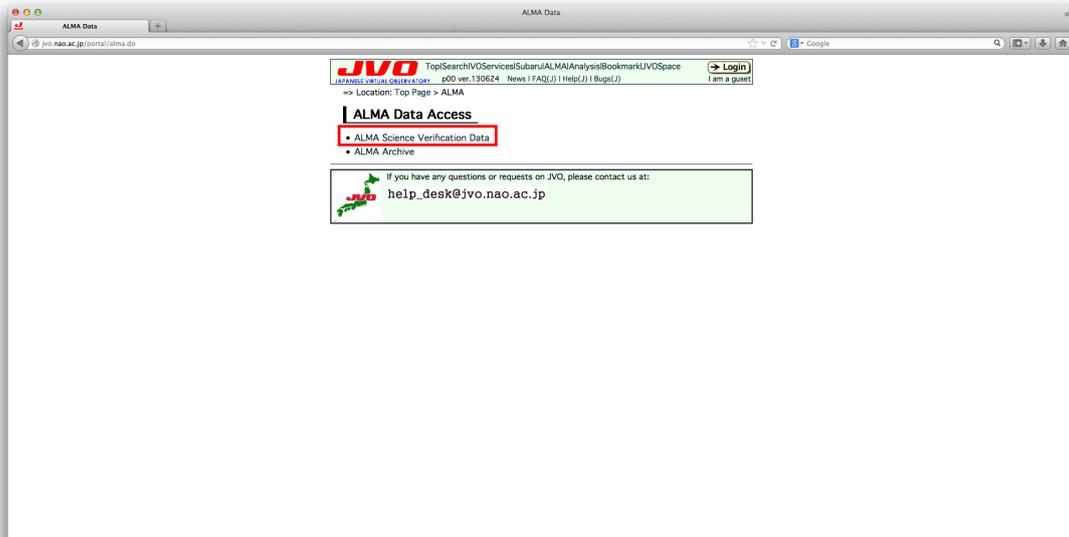


図3 JVOポータル・サイトのALMAデータ配信サービスのページ。

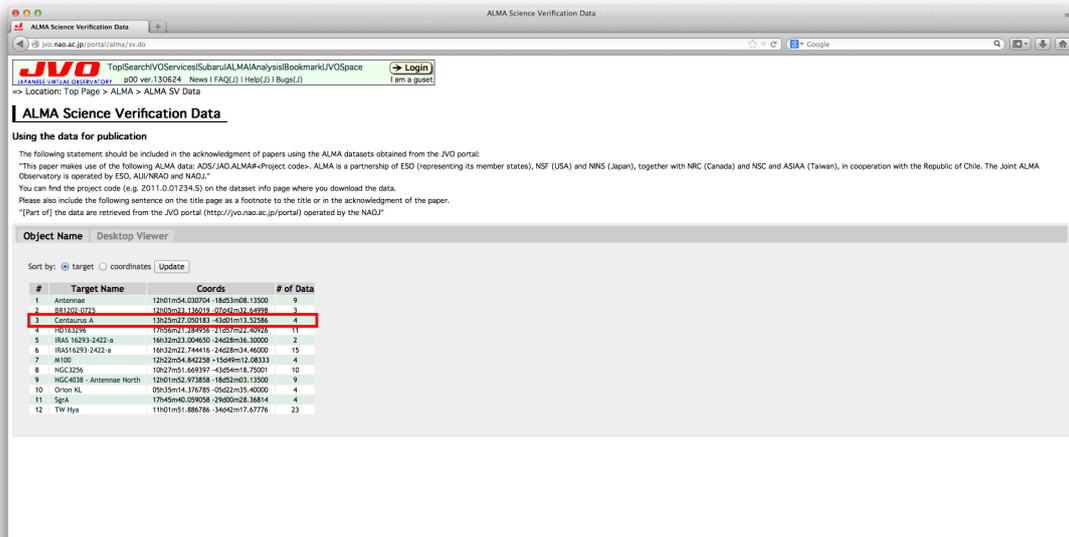


図4 ALMA Science Verification Dataに登録されている天体の一覧。

ALMA SV Data : Target Info

Target Name: Centaurus A

#	dataset id	ra/dec (J2000)	size (arcmin <sup>2</sup> )	band	freq. range (GHz)	data type	Cube size (X1Y1Z)	image resol (arcsec)	freq. resol (MHz)	obs date	original fits name
1	ALMA00000014	13h25m27.6-43d01m09	4.50x3.00	Band6	229.854 -- 230.392	intensity cube	1350x900x35x1	0.20	15.380	2011-08-11	CenA_CO2_1Line.Clean.image.fits
2	ALMA00000015	13h25m27.6-43d01m09	4.50x3.00	Band6	230.361 -- 230.377	integrated intensity map	1350x900x1x1	0.20	15.380	2011-08-11	CenA_CO2_1Line.Clean.image.mom0.fits
3	ALMA00000016	13h25m27.6-43d01m09	4.50x3.00	Band6	230.361 -- 230.377	velocity map	1350x900x1x1	0.20	15.380	2011-08-11	CenA_CO2_1Line.Clean.image.mom1.fits
4	ALMA00000017	13h25m26.4-43d01m18	5.40x5.40	Band6	229.179 -- 247.301	intensity cube	1296x1296x1x1	0.25	18,121.260	2011-08-11	CenA.Cent.Clean.image.fits

図 5 Centaurus A に関するデータの一覧。この中で “data type” が “intensity cube” となっているものを ALMAWebQL で閲覧することができる。

ALMA SV Data : Dataset Info

Summary Binning Data Desktop Viewer Using the data

- Target: Centaurus A
- Coord. (RA/DEC J2000): 13h25m27.6-43d01m09
- Image Size (arcmin<sup>2</sup>): 4.50x3.00
- Band Name: Band6
- Freq. Range. (MHz): 229,853.597 -- 230,391.892
- Cube Pix #: 1350x900x35x1
- Dataset ID: ALMA00000014
- Date of Observations: 2011-08-11
- Image Resol. (arcsec): 0.20
- Data Type: intensity cube
- Spectrum Resol. (MHz): 15.380
- Original Filename: CenA\_CO2\_1Line.Clean.image.fits

data id	Image	spect	File size (byte)	Download	Web QL
ALMA00000014			170,156,160	Download	Web QL

図 6 ALMA00000014 のデータに関する説明ページ。右下の “Web QL” ボタンをクリックすると、ALMAWebQL が起動する。



図7 ALMAWebQLの起動画面。

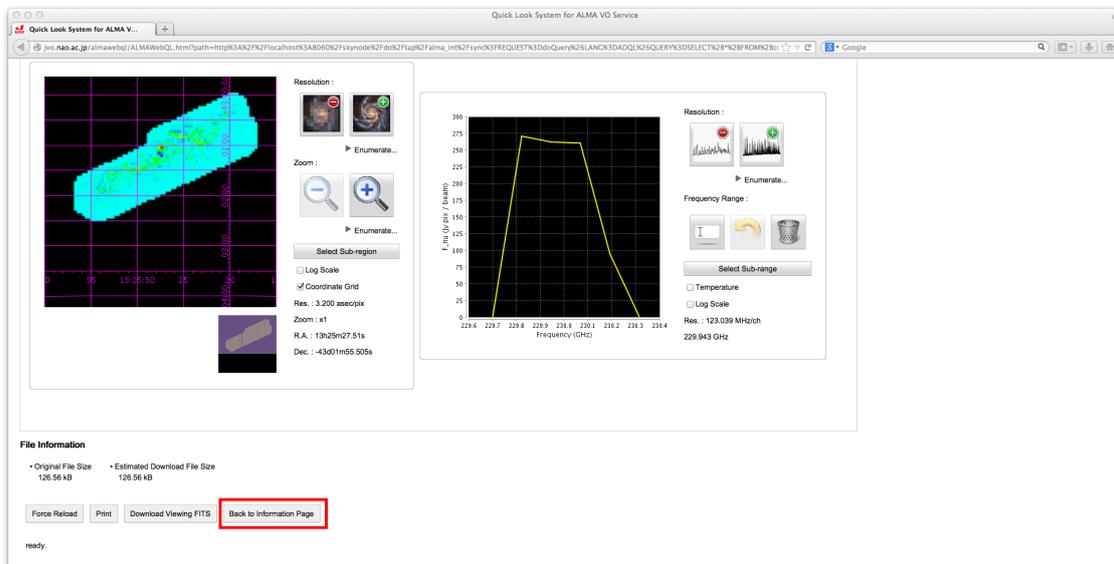


図8 ALMAWebQLを終了する方法。画面下部の“Back to Information Page”ボタンをクリックする。

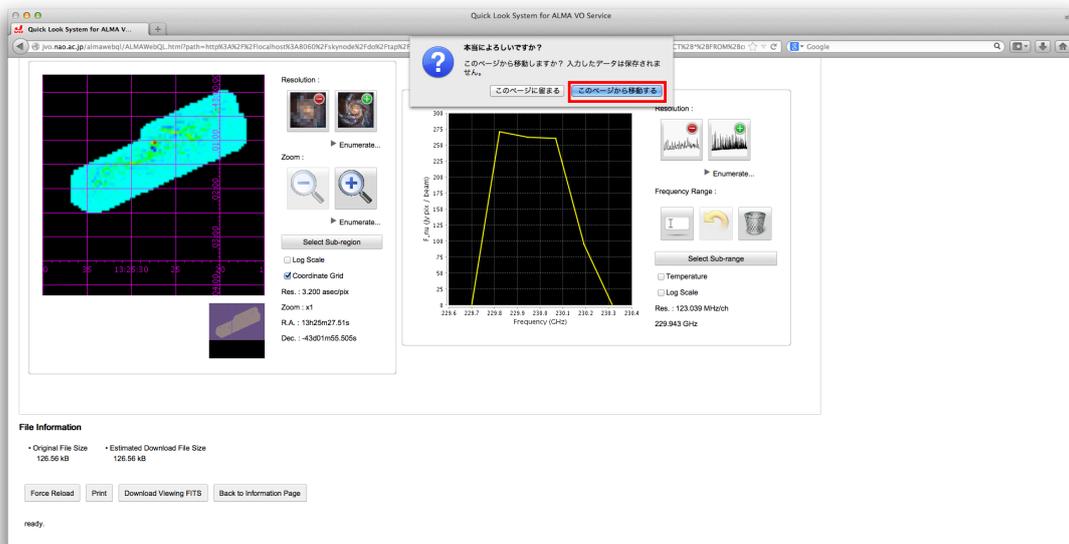


図 9 ALMAWebQL の終了を確認するダイアログボックス。表示されるメッセージはウェブ・ブラウザにより異なる。

周波数範囲で空間イメージを積分したものが左側に表示されます（詳細は後述）。

使い方の詳細は後ほど説明するとして、終了の方法を先に説明します。画面を縦方向にスクロールさせると、下の方に左から順に“Force Reload”、“Print”、“Download Viewing FITS”、“Back to Information Page”という4つの制御ボタンが並んでいます（図 8）。ALMAWebQL を終了する場合は、一番右端の“Back to Information Page”をクリックします。すると図 9 のように、現在のページから本当に移動して良いかどうかを尋ねるダイアログボックスが表示されるので、「このページから移動する」または“OK”をクリックします。<sup>\*3</sup>

### 3.2 画面構成

では再び Centaurus A (ALMA00000014) を使用して、ALMAWebQL の解説を行います。

ALMAWebQL の画面は図 10 のように、上から順に、オリジナルの観測データに関する情報を表示する領域、実際にデータを表示するビュー、表示中のデータを FITS ファイルとして切り出したときのファイル・サイズを表示する領域、表示中のデータを印刷した

<sup>\*3</sup> 表示される文言は、ウェブ・ブラウザによって異なります。



図 10 ALMAWebQL の画面構成。観測データに関する情報を表示する領域とイメージ/スペクトル・データを表示するビュー、現在表示されているイメージがオリジナルのイメージのどの領域に対応するかを表示する「イメージ・パースペクティブ・ビュー」(上)、現在表示中のデータを FITS ファイルとして切り出したときのサイズを表示する領域、表示データを印刷したり FITS ファイルとしてダウンロードしたりするための「ファイル・コントロール・ボタン」(下)から構成される。

り、FITS ファイルとして実際にダウンロードするための「ファイル・コントロール・ボタン」から構成されています。さらにビューは、「イメージ・ビュー」、「イメージ・パースペクティブ・ビュー」および「スペクトル・ビュー」の3つからなります。

ALMA のデータは、各周波数ごとに空間イメージを格納した 3 次元イメージ・キューブで表現されます。将来偏光観測が開始されると偏光に関する情報が独立して記録され、4 次元のイメージ・キューブになります。イメージ・ビューには、スペクトル・ビューで表示されている周波数範囲でイメージ・キューブを周波数方向に積分した 2 次元イメージが表示されます。いっぽう、スペクトル・ビューには、イメージ・ビューで表示されている領域でイメージ・キューブを空間 2 次元について積分したスペクトルが表示されます。イメージ・パースペクティブ・ビューには、現在イメージ・ビューに表示されている領域がオリジナルのイメージ・キューブのどこに対応するのかが表示されます。

イメージ・ビューの右横には、より高い空間分解能のイメージを取得するための  ボタンと、より低い空間分解能のイメージを取得するための  ボタンがあります。また、現在表示中のイメージの空間分解能は固定したまま、イメージをデジタル的に拡大するための  ボタンと、デジタル的に縮小するための  ボタンがあります。

同様に、スペクトル・ビューの右横には、より周波数分解能の高いデータを取得するための  ボタンと、より周波数分解能の低いデータを取得するための  ボタンがあります。

ALMAWebQL の基本的な使い方は、この 6 つのボタンを使って巨大な ALMA データを劣化処理させつつ、自分の研究に必要な情報はきちんと含まれているデータを対話的に生成・確認して、最終結果を“Download Viewing FITS” ボタンをクリックしてダウンロードする、という流れになります。

### 3.3 イメージ・ビューとイメージ・パースペクティブ・ビュー

ALMAWebQL を起動した直後は、イメージ・ビューには空間分解能がかなり低いイメージが表示されていると思います。ALMAWebQL では、生成された（低空間分解能の）イメージのサイズがイメージ・ビューよりも小さい場合、そのイメージをイメージ・ビューに納まるようにデジタル的に拡大表示します。このときイメージ・パースペクティブ・ビューには、イメージ・ビューに表示されているイメージと同じ画像が縮小表示され、その全体が半透明のマゼンタ色でスクリーニングされています。

それでは、 ボタンをクリックして、徐々に空間分解能を上げていきましょう。 ボタンを 3 回クリックすると、図 11 のようにようやくイメージ・ビューからイメージがは

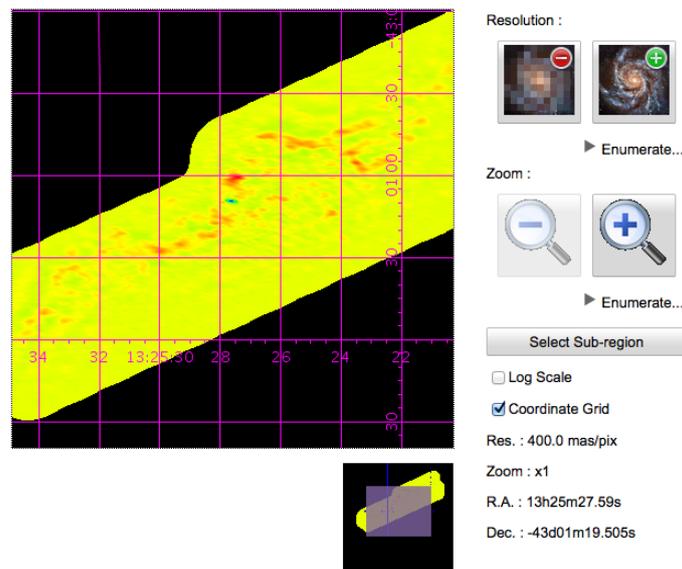


図 11 Centaurus A (ALMA00000014) を ALMAWebQL で読み込んだ後、イメージの空間分解能を 3 段階上げた状態。

み出した状態になったと思います。この状態が、イメージのサイズがイメージ・ビューのサイズよりも大きくなった状態です。イメージ・パースペクティブ・ビューのマゼンタ色の枠も、イメージよりも小さく表示されているはずです。

この状態で、イメージ・ビュー上でマウスを動かしてみてください。マウス・カーソルの移動に合わせて“R.A.”、“Dec.”の値が変化するのが確認できると思います。一目瞭然とは思いますが、現在のマウス・カーソルの位置が天球上のどの位置を指しているのかが表示されているのです。次に、イメージ・ビュー上で左ボタンを押しながらマウスを動かし、適当なところで左ボタンから指を離してみてください。すると、マウスの移動に合わせてイメージが動いたと思います。イメージ・パースペクティブ・ビューのマゼンタ色の領域も一緒に移動したことを確認してください。このあたりで、大体の使い方がわかったのではないのでしょうか？ そうです、インターネットの地図アプリと基本的に操作は一緒なのです。従って、イメージ・ビュー上で興味のある点にマウス・カーソルを移動させ、そこでダブル・クリックすると、より空間分解能の高い画像が、その点がイメージ・ビューの中心になるように表示されます。もちろん、マウスのスクロール・ボタンによる空間分解能の上げ下げも可能です。

当然のことですが、空間分解能はどこまでも上げられるわけではなく、オリジナルのデータの空間分解能よりも高くすることはできません。Centaurus A (ALMA00000014)

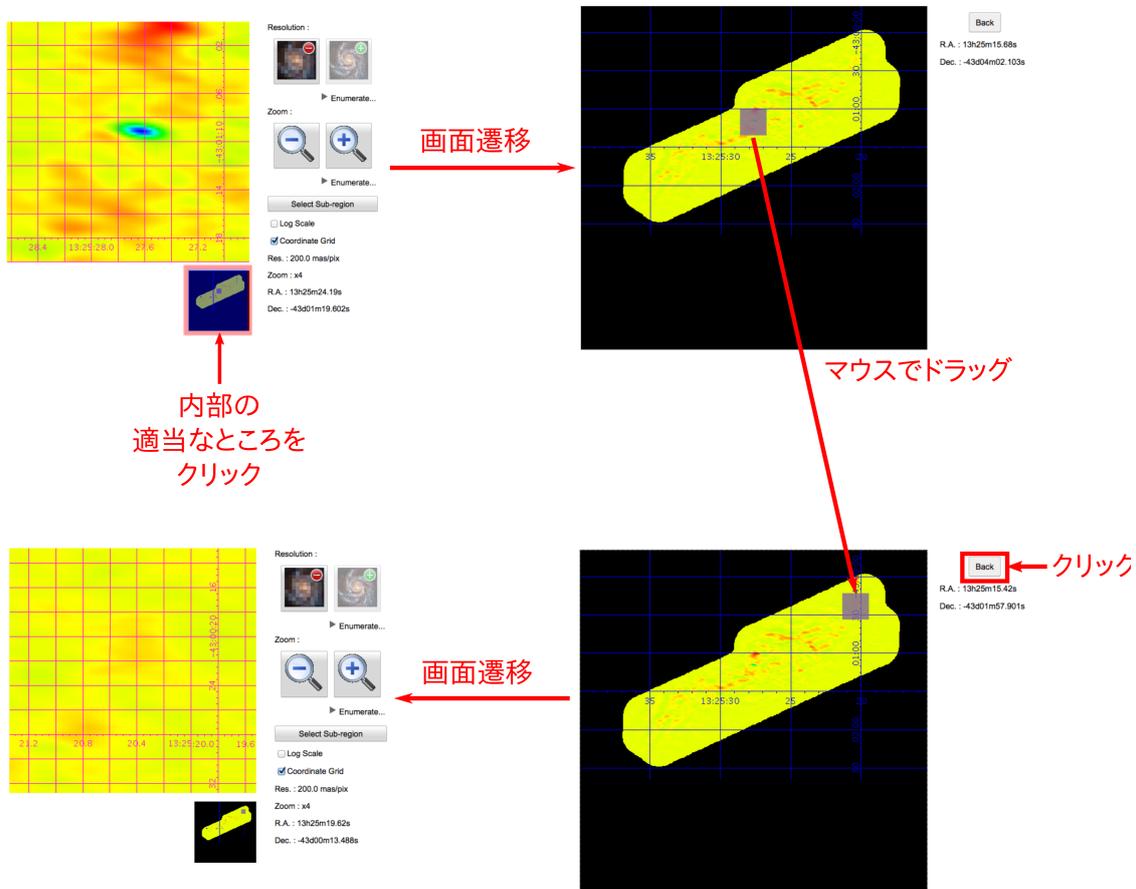


図 12 イメージ・パースペクティブ・ビューの使い方。

では、初期状態から始めて 4 段階までしか上げることはできません。それでも、もっと拡大したい場合はどうすれば良いのでしょうか？ 簡単ですね、 ボタンを使えば良いのです。これはいわゆるデジタル・ズームなので当然イメージの画質は悪くなりますが、空間構造を詳しく見てみたい、というときに威力を発揮します。 ボタンを 1 回クリックするごとに、縦方向・横方向それぞれについてイメージが 2 倍されます。最大でそれぞれの方向に 16 倍 (2,5600%) までズームすることができます。ズーム機能を巧く使うと、自分の欲しい空間構造が見える最低の空間分解能のデータを生成することができますので、ALMAWebQL から最終的にダウンロードする FITS ファイルのサイズを小さくするのも役立ちます。

さて、このようにイメージの空間分解能を上げたり、ズームしたりすると、オリジナルのイメージに対して自分が今どこを見ているかわからなくなる場合があります。そこで

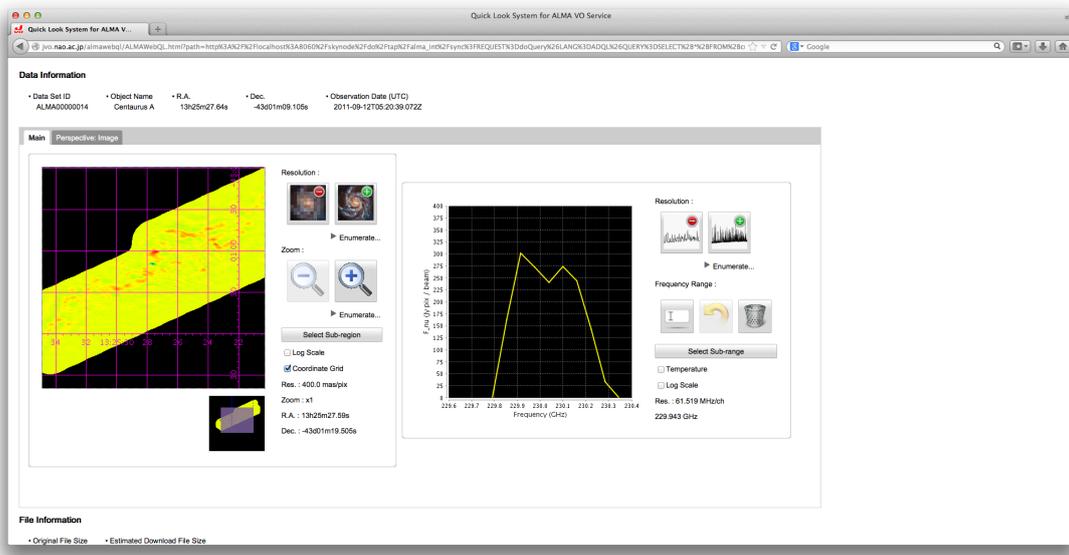


図 13 Centaurus A (ALMA00000014) を読み込んだ後にイメージ・ビューの分解能を 3 段階上げた状態。

威力を發揮するのが、イメージ・パースペクティブ・ビューです。イメージ・パースペクティブ・ビュー内でマウスをクリックすると、画面が広域表示モードに切り替わります。広域表示モードでは、イメージ・ビュー上で現在表示している部分が半透明のマゼンタ色で表示されます。このマゼンタ色の部分を自分の好きな位置に移動させ、“Back” ボタンをクリックすると、元の画面に戻ります。すると、イメージ・ビューには広域表示モードで新たに指定した領域が表示されているのが確認できます (図 12)。

### 3.4 スペクトル・ビュー

では、今度はスペクトル・ビューの使い方を見てみましょう。Centaurus A (ALMA00000014) を読み込んだ状態でイメージ・ビュー横の  ボタンを 3 回クリックすると、図 13 のような表示になっているはずです。

それでは、スペクトル・ビューの横にある  をクリックしてください。すると、スペクトル・ビューが図 14 のように変化し、スペクトルのプロット点の数が増加したのがわかります。当然ですが、この状態で  をクリックすると、前の状態に戻ります。

簡単ですね。でも、スペクトル・ビューの機能の真骨頂はこれからです。  をあともう 1 回クリックして、スペクトルの周波数分解能を限界まで上げましょう。そうしたら、

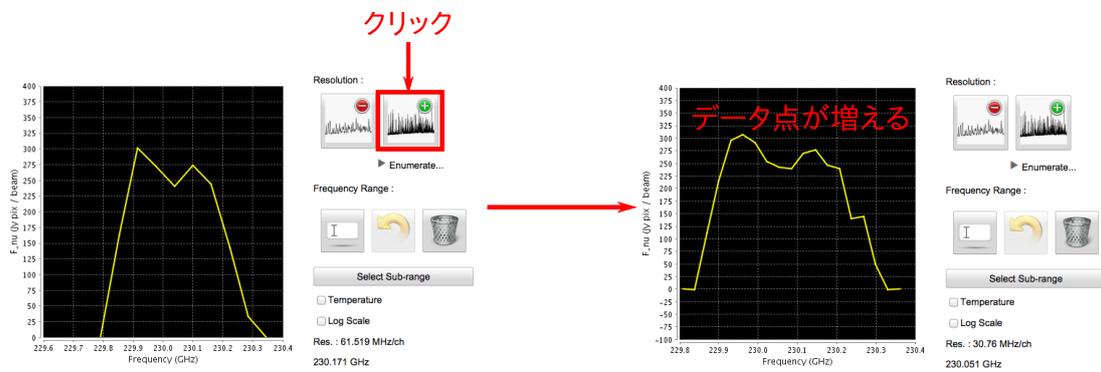


図 14 スペクトルの周波数分解能を 1 段階上げたときのスペクトル・ビューの画面変化。

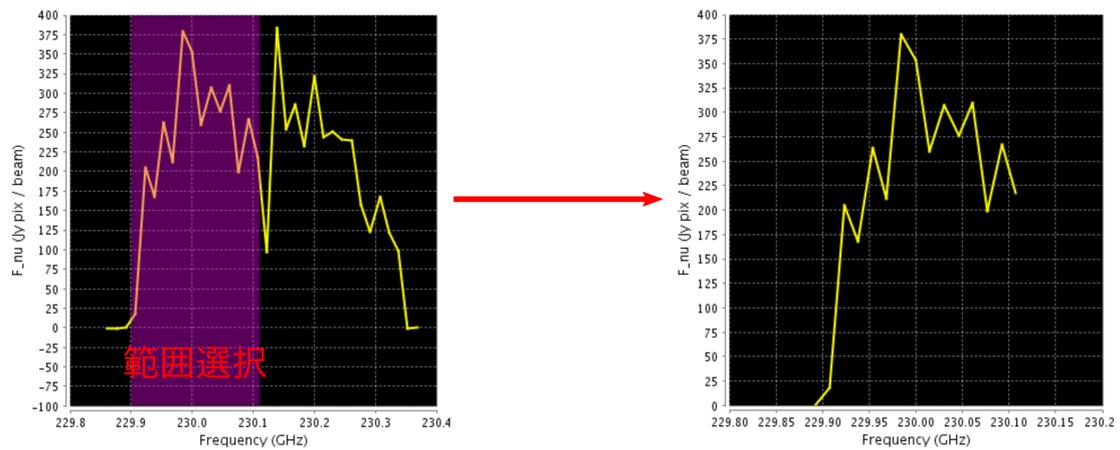


図 15 スペクトル・ビュー上で 229.9–230.1 GHz を範囲指定したときのスペクトル・ビューおよびイメージ・ビューの画面変化。

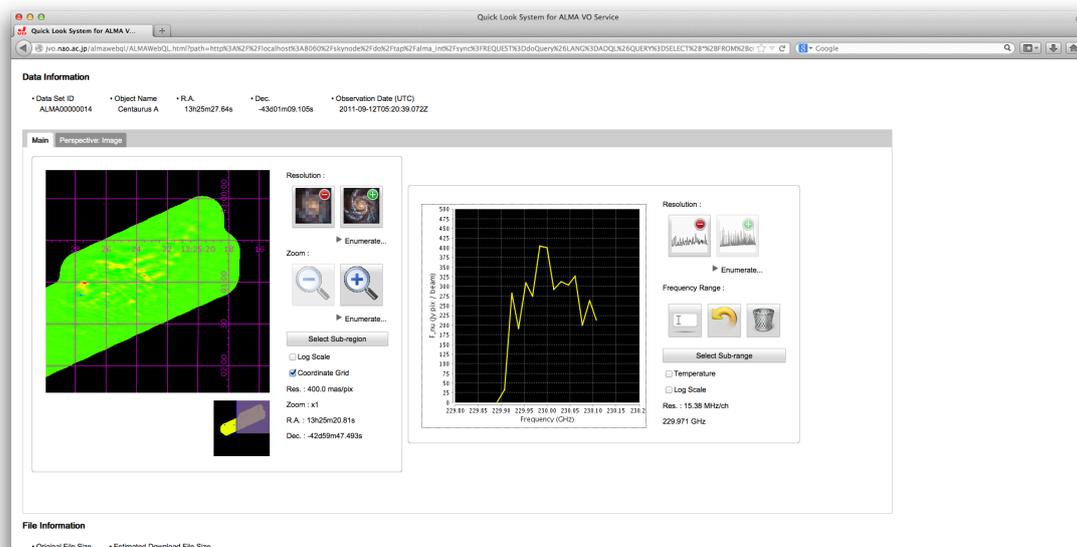
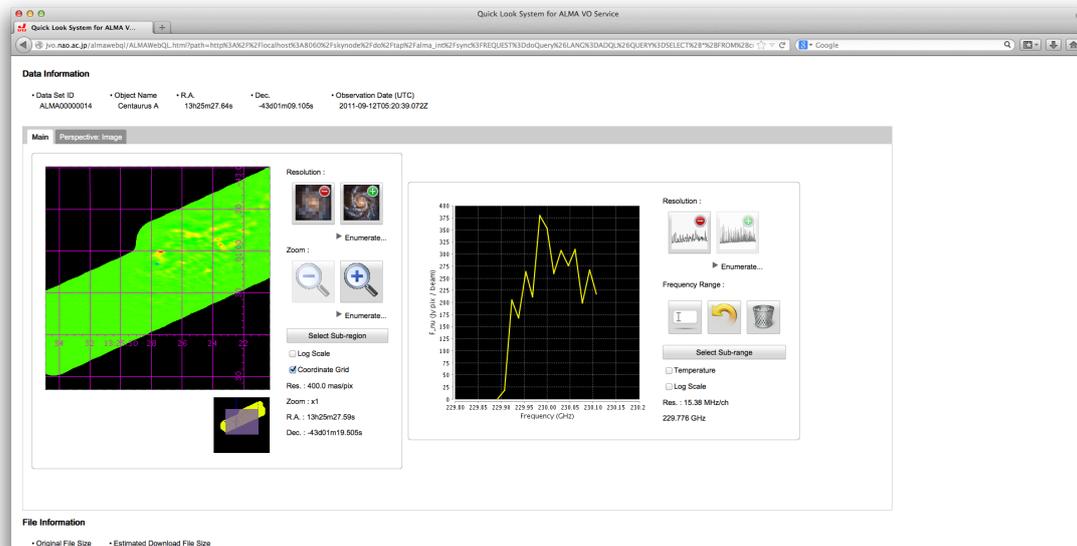


図 16 イメージ・ビュー上の操作がスペクトル・ビュー上に反映される様子。

スペクトル・ビュー上で 229.9 GHz の点でマウスを左クリックし、そのまま 230.1 GHz の点までドラッグしてマウスのボタンから指を離します。すると、スペクトルの表示範囲が 229.90–300.10 GHz に変化すると同時に、イメージ・ビュー内のイメージが図 15 のように変化します。つまり、スペクトル・ビューで範囲選択を行うと、その周波数範囲でイメージ・キューブを積分したイメージでイメージ・ビューが更新されるのです。

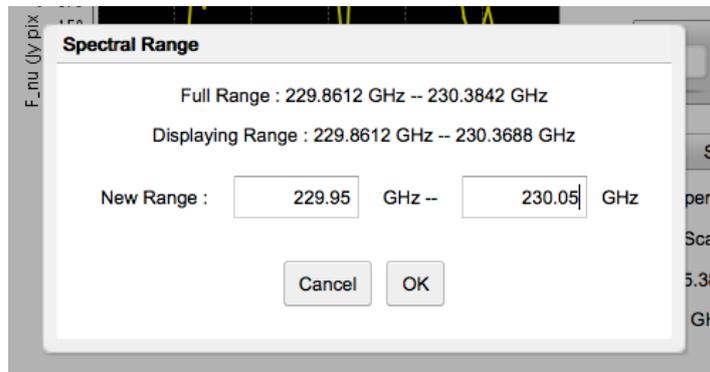


図 17 ダイアログボックスを用いた周波数範囲の選択。

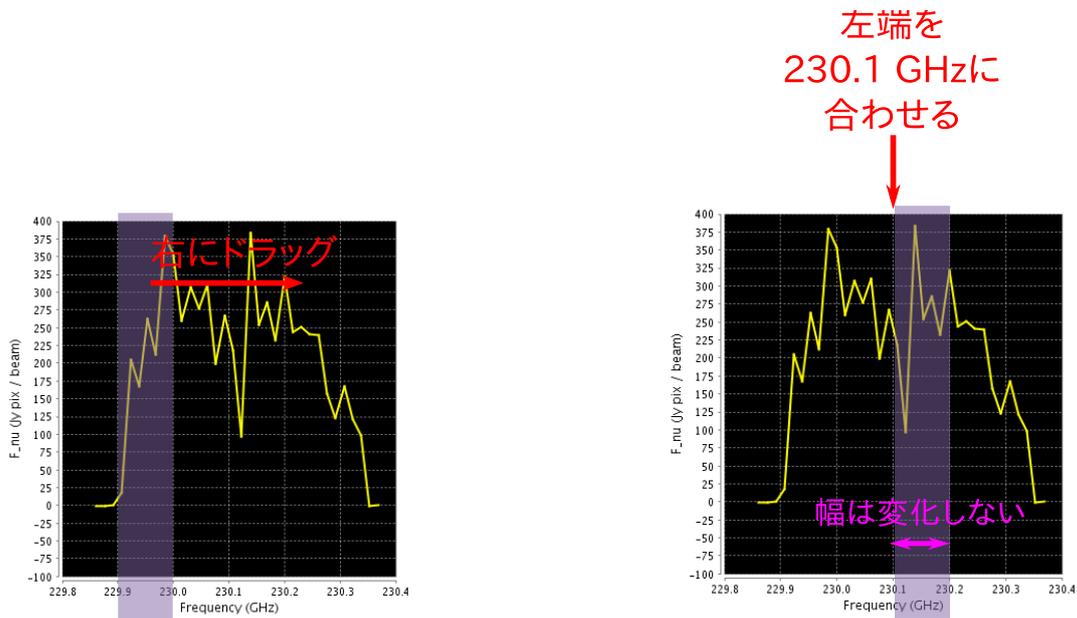
イメージ・ビューの解説 (§3.3) 時点では触れませんでした。イメージ・ビューでイメージの表示領域を移動させたときに、実はスペクトル・ビューの画面も一緒に変化していたのです。そこで確認のために、周波数範囲に 229.9–300.1 GHz を選択した状態でイメージ・ビューで表示領域を移動させてみましょう。すると、イメージの移動に追従してスペクトル・ビューが更新されているのが確認できるはずです (図 16)。

スペクトル・ビュー上での周波数範囲の選択は繰り返し行えます。すなわち、最初に 229.9–300.1 GHz を選択して、次に 229.95–230.05 GHz を選択し、…等です。周波数選択はスペクトル・ビュー上でのマウス操作の他に、 ボタンをクリックして周波数範囲を直接入力するダイアログボックスを表示させることでも行えます (図 17)。もしひとつ前の選択範囲に戻りたい場合は、 をクリックします。完全に初期状態に戻す、つまり周波数範囲を全く指定していない状態に戻すには、 をクリックします。

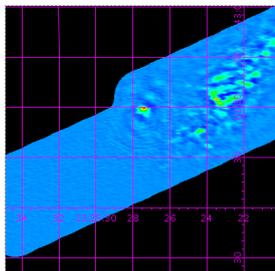
それでは次の説明に移る前に、さっそく  をクリックして、周波数範囲選択を解除しましょう。

### 3.5 Select Sub-range 機能

スペクトル・ビューの横には、“Select Sub-range” ボタンがあります。とりあえずこのボタンをクリックしてみてください。するとボタンの表示が “Back to Pan Mode” に変化したと思います。この状態で、先ほどの周波数範囲を選択する要領で 229.9–230.0 GHz を選択してください。先ほどとは違い、スペクトル・ビューの表示範囲には変化がなく、選択領域を示す半透明のマゼンタ色の四角が表示されたままになっていると思います。いっぽうで、イメージ・ビューの方には変化が見られ、イメージ・キューブを周波数方向

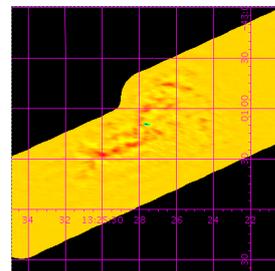


積分範囲: 229.9 - 230.0 GHz



イメージ・ビュー

積分範囲: 230.1 - 230.2 GHz



イメージ・ビュー

図 18 Select Sub-range 機能を使用して、周波数方向に積分する幅を固定したまま積分範囲の下限値を動的に変化させる様子。

に 229.9–230.0 GHz の範囲で積分したイメージが表示されます。

面白いのはここからで、スペクトル・ビュー上の半透明の四角をマウスで左クリックして、そのまま左端が 230.1 GHz に一致する位置までドラッグして、マウスのボタンから指を離してください。するとイメージ・ビューが更新され、230.1–230.2 GHz の範囲で積分したイメージが表示されます (図 18)。

この操作を少し数学的に表すと、 $f = f(x, y, \nu)$  をイメージ・キューブとして、イメー

ジ・ビューに表示されるイメージ  $I = I(x, y; \nu_1, \nu_2)$  は

$$I(x, y; \nu_1, \nu_2) = \int_{\nu_1}^{\nu_2} f(x, y, \nu) d\nu \quad (1)$$

と書けますが、 $\nu_1 = \nu_0, \nu_2 = \nu_0 + \Delta\nu$  として  $\Delta\nu$  を固定した  $I = I(x, y; \nu_0)$  について、異なる  $\nu_0$  を GUI で与える機能が、“Select Sub-range” です。ですので、ある空間構造がどういう周波数依存性をもっているのかを、GUI 上で直感的に調べることができます。実際図 18 では、イメージ・ビューに表示されたさざ波様の構造が周波数を上げる従い左斜め下に移動している様子が確認できます。

スペクトル・ビュー上の半透明の四角が表示されていないところで左クリックすると、新たに積分範囲を指定する状態になりますので、「積分の幅を変えたらどうなるのか?」ということも ALMAWebQL 上で簡単に確認することができます。この機能から抜けるには、“Back to Pan Mode” ボタンをクリックします。

### 3.6 Select Sub-region 機能

スペクトル・ビュー上の Select Sub-range 機能と対をなすのが、イメージ・ビュー上の Select Sub-region 機能です。イメージ・ビューの横にある “Select Sub-region” ボタンをクリックしてください。すると、ボタンの表示が “Back to Field Mode” に変化します。

この状態でイメージ・ビュー上で範囲選択を行うと、その領域について空間積分したスペクトルがスペクトル・ビュー上に表示されます。そして、この領域をマウスで左クリックしたままイメージ・ビュー上の別の位置へドラッグし、そこでマウスのボタンから指を離すと、その位置でのスペクトルがスペクトル・ビュー上に表示されます。この機能でも、選択領域以外の場所でマウスを左クリックすると、その位置で新しい領域を定義することになります。また、この機能から抜けるには “Back to Field Mode” ボタンをクリックします。

Select Sub-region 機能を使うことで、より狭い部分のスペクトルを調べたり、あるいは同じサイズの異なる領域でスペクトルがどのように変化するかを確認することができます。

### 3.7 Enumerate ボタン

ところで、  ボタンの下、  ボタンの下、さらに   ボタンの下に “▽Enumerate...” という項目があることに気付いたでしょうか? このボタンをクリッ

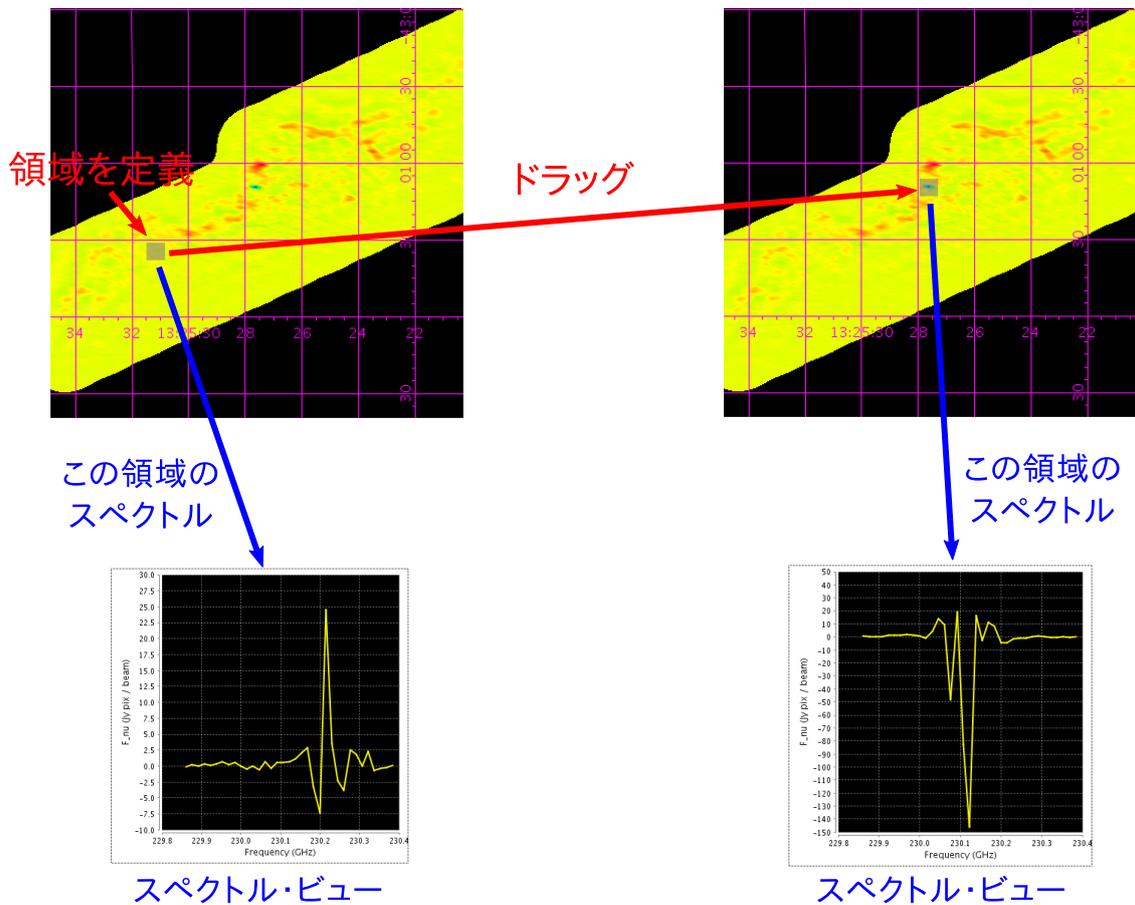


図 19 Select Sub-region 機能を使用して、同じサイズの異なる領域のスペクトルを比較する様子。

クするとそれぞれ、イメージの空間分解能、イメージの拡大倍率、スペクトルの周波数分解能の一覧が表示されます。ですので、「自分は空間分解能が ○ ○ mas (mas: milliarcsecond) 以上の分解能のデータにしか興味がない」という場合に重宝します (図 20)。

## 4 終わりに

ALMAWebQL を実際に使ってみた感想は如何でしたか? ウェブ・ブラウザだけで分解能を変えたり拡大したりとちょっとした解析が行えること、あるいは ALMA のデータをウェブ・ブラウザで直接見られること自体に驚いた方もいるのではないのでしょうか?

冒頭でも申し上げましたが、ALMA のようにデータが巨大化してしまうと、単にデー

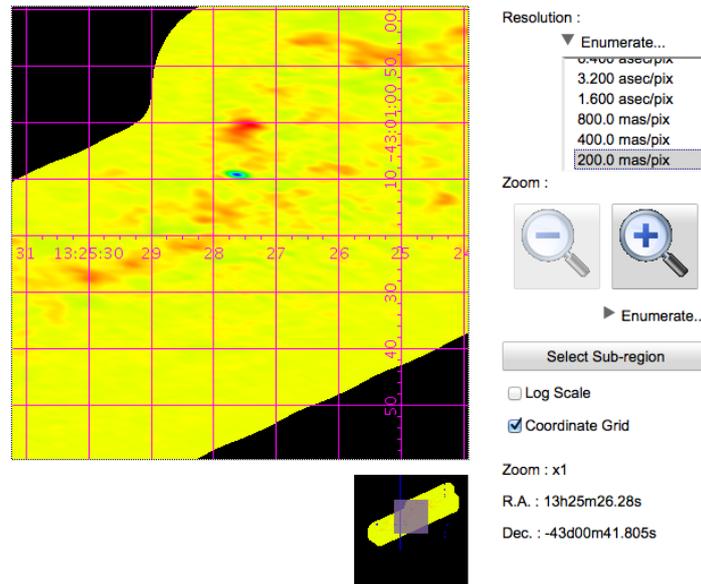


図 20 イメージ・ビュー横の空間分解能を上げ下げするボタンの下にある“▽Enumerate...” をクリックして、直接最大空間分解能のイメージ・キューブを読み込ませたところ。

タのみを提供するだけでは不十分で、それを処理する計算機資源まで併せて提供する必要があります。その試みのひとつが今回紹介した“ALMAWebQL”であり、アプリケーションの機能だけでなくその背後で動いているシステムにしても、ALMA のピーク性能のデータを処理するにはまだまだ不十分です。

JVO では ALMAWebQL の開発を精力的に行っており、皆様からのフィードバックをお待ちしています。「こういう機能が欲しい」、「自分はこういうことがしてみたい」という意見があれば、是非 [help\\_desk@jvo.nao.ac.jp](mailto:help_desk@jvo.nao.ac.jp) までご一報ください。そういう小さな改良をコツコツと続けることが、天文学のさらなる発展に繋がると信じておりますので、皆様からのお便りをお待ちしております。