

VO 講習会 2009

2009/1/25

国立天文台

TOPCAT

Introduction

TOPCAT (Tool for OPerations on Catalogues And Tables) は、VO データの利用のために開発された、カタログ・テーブルデータを扱うためのツールです。TOPCAT のホームページ

<http://www.star.bris.ac.uk/mbt/topcat/>

から入手できます。Java 実行環境があれば、OS に依存せず使用できます。

マニュアルが

<http://www.star.bris.ac.uk/mbt/topcat/sun253/index.html>

にありますので、詳しくはこちらを参照してください。マニュアルページの後半の、

A. TOPCAT Windows (<http://www.star.bris.ac.uk/mbt/topcat/sun253/windows.html>)

以下は、TOPCAT の表示画面に即した解説になっていますので、実際に TOPCAT を動かしながら読むと良く理解できるでしょう。上記のホームページには、スクリーンショット集、FAQ もあります。

EuroVO のホームページにある VO の使用例

<http://www.euro-vo.org/pub/fc/workflows.html>

<http://www.euro-vo.org/pub/fc/recipes.html>

も参考になります。

ダウンロードとインストール

上記ホームページの、Obtaining TOPCAT から、適切なファイルをダウンロードしましょう。各 OS でのダウンロード/インストール方法等が上記のページにあります。

windows であれば、topcat-full.jar をダウンロードし、ダブルクリックで実行。大規模なデータを使用する場合は、コマンドプロンプトから以下のようにメモリサイズを指定して起動します。

```
java -Xmx512m -jar topcat-full.jar
```

次ページ以降の例で使用するデータは、講習会の web page

<http://jvo.nao.ac.jp/vos2010/>


においてあります。

使用例. 球状星団 ω cen の星のデータカタログ

ω cen の星のカタログ (Bellini et al.2009) から HR 図を作成し、Horizontal Branch の星と一般の星の分布の違いをみます。

- VizieR からカタログデータを取得

- VizieR Catalog Service に接続 
- Row Selection で All Rows を選択。Keyword に omega cen と入力してカタログを検索し、Catalogue Selection で、UBV(RI)cHaloha photometry in omega Cen(Bellini+.2009) を選択。

- テーブルを表示。 

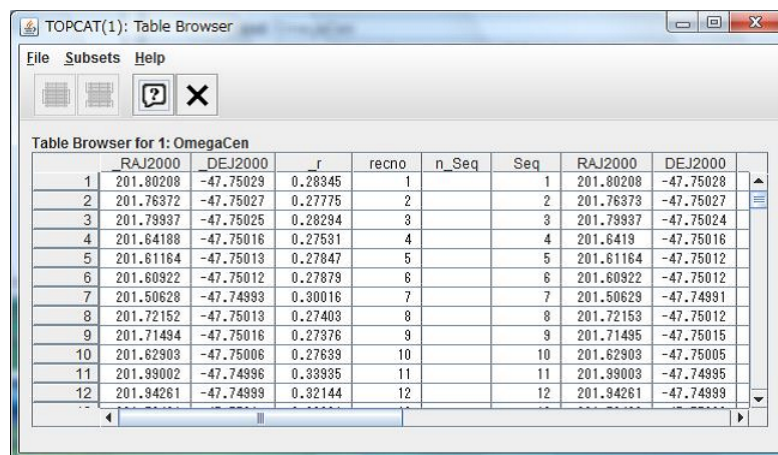
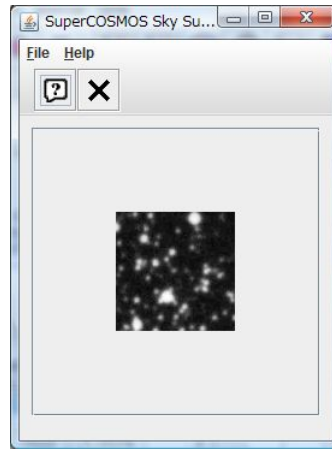


Table Browser for 1: OmegaCen



	RAJ2000	DEJ2000	r	recno	n_Seq	Seq	RAJ2000	DEJ2000
1	201.80208	-47.75029	0.28345	1		1	201.80208	-47.75028
2	201.76372	-47.75027	0.27775	2		2	201.76373	-47.75027
3	201.79937	-47.75025	0.28294	3		3	201.79937	-47.75024
4	201.64188	-47.75016	0.27531	4		4	201.6419	-47.75016
5	201.61164	-47.75013	0.27847	5		5	201.61164	-47.75012
6	201.60922	-47.75012	0.27879	6		6	201.60922	-47.75012
7	201.50628	-47.74993	0.30016	7		7	201.50629	-47.74991
8	201.72152	-47.75013	0.27403	8		8	201.72153	-47.75012
9	201.71494	-47.75016	0.27376	9		9	201.71495	-47.75015
10	201.62903	-47.75006	0.27639	10		10	201.62903	-47.75005
11	201.99002	-47.74996	0.33935	11		11	201.99003	-47.74995
12	201.94261	-47.74999	0.32144	12		12	201.94261	-47.74999

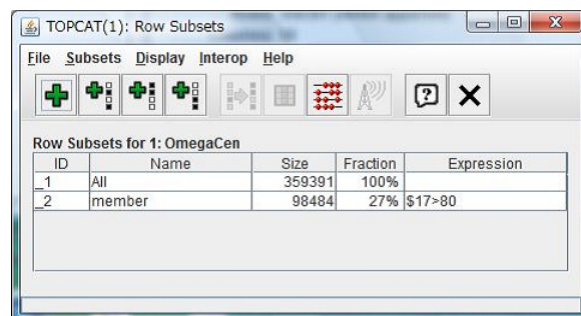
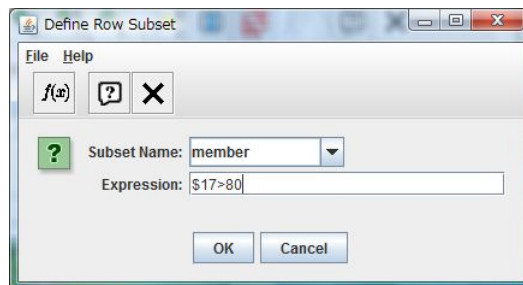
- 周辺の画像データを見る。

- Activate Action ボタンで Action 画面を表示し、Display Cutout Image を選択。
- テーブル中でデータセルをクリック。




- 球状星団のメンバーと考えられる星のみを選択し、subset 作成。

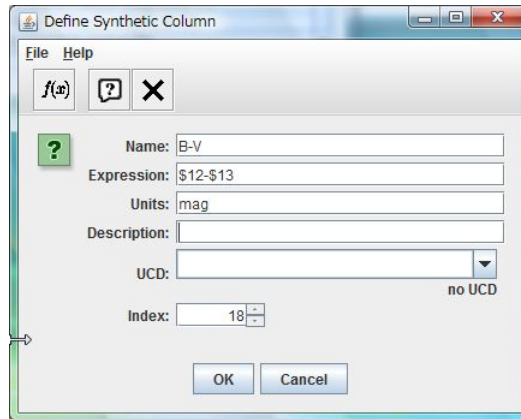
- Row Subsets 画面を表示し 、条件入力画面に .
- ω cen のメンバーである確率 80% 以上の星のみを選択し、subset を作成。



- B バンド、V バンドの等級から、B-V のコラムを作成。 (§3.2)

- コラムメタデータを表示。 

- カラム作成画面に行き 、条件を記述。作成。



Define Synthetic Column

File Help

$f(x)$? X

? Name: B-V

Expression: \$12-\$13


Units: mag

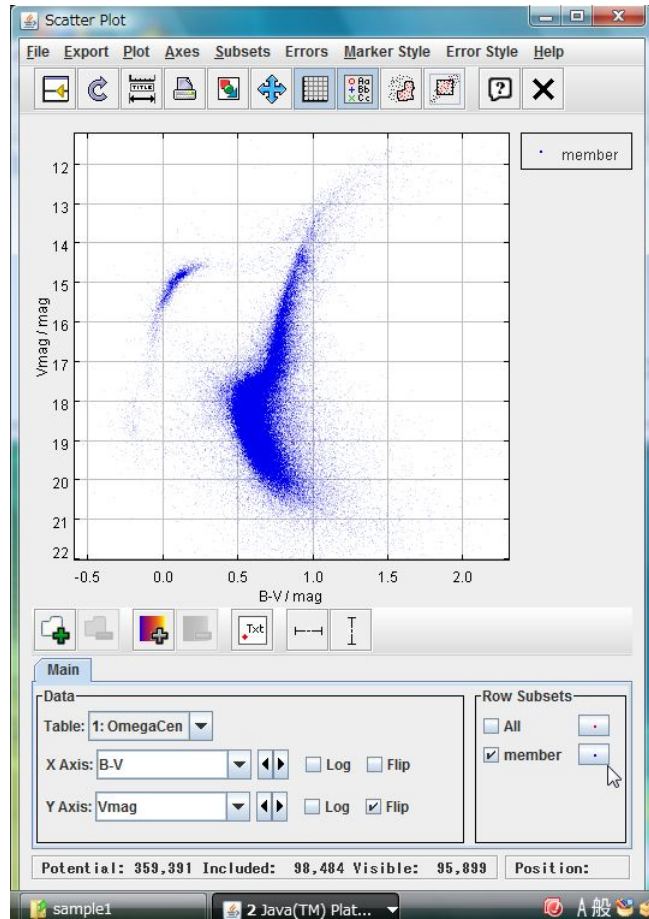
Description:


UCD: no UCD

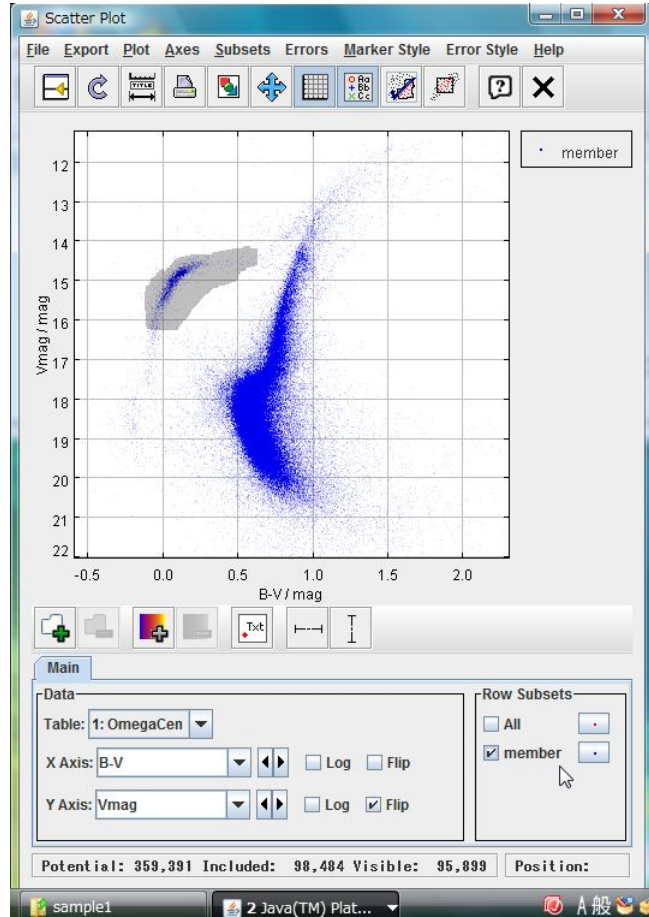
Index: 18



OK Cancel

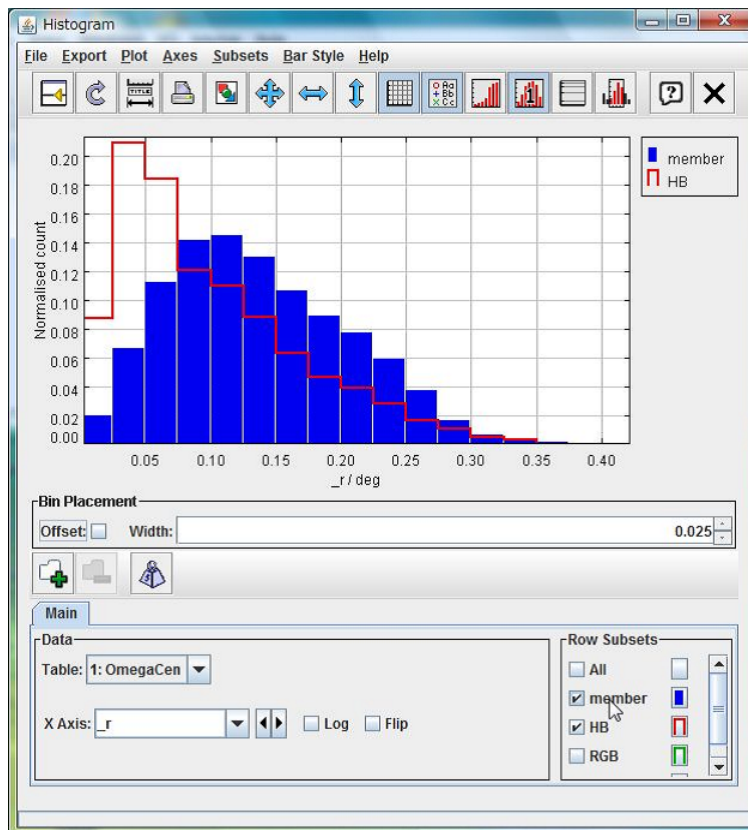
- HR 図をプロット。 



- Horizontal Branch の星のみを取り出し、subset 作成。 



- 球状星団の星、および Horizontal Branch の星の、中心からの距離の分布をヒストグラムとして plot。 
- メンバーの星と、Horizontal Branch の星の分布を、それぞれ相対頻度で plot。 



機能一覧

目次

1	表示	9
1.1	Load	9
1.2	データ表示	9
1.2.1	sort	10
1.3	メタデータ表示	10
1.4	統計	10
1.5	データ領域の画像の表示	10
1.6	画像・スペクトルデータの表示	11
1.7	Save	11
2	カタログ操作	11
2.1	subset 作成	11
2.1.1	条件指定	11
2.1.2	行指定	12
2.1.3	グラフ上領域指定	12
2.2	カラム間の計算・カラムの追加	12
2.3	連結	12
2.4	クロスマッチ	13
2.5	内部クロスマッチ	13
2.6	VO データとのクロスマッチ	15
3	グラフ作成	16
3.1	2次元 plot,3次元 plot	16
3.2	グラフからの subset 作成	16
3.3	極座標 plot	17
3.4	ヒストグラム,2次元ヒストグラム	18
3.5	Stacked Line Plot	19
4	検索・データ取得	20
4.1	VO からのデータ取得	20
4.1.1	cone search	20
4.1.2	SIA,SSA	20
4.1.3	VizieR	20
4.2	クロスマッチ検索	20

5	その他の機能	21
5.1	データ転送	21
5.2	座標変換	21

1 表示

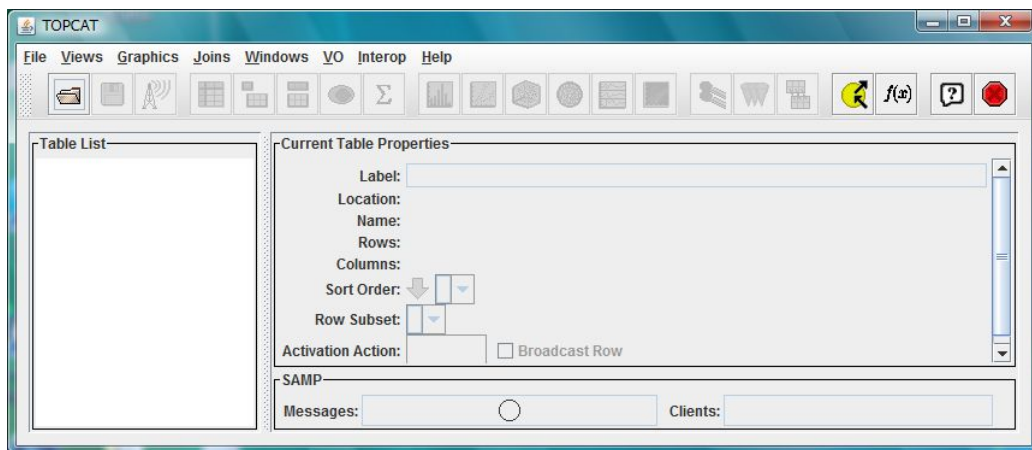



図 1: TOPCAT 起動画面

各画面において  ボタンをクリックすると、その画面に関するヘルプが表示されます。

1.1 Load




ボタンで、図 2 の画面が起動します。

Location にファイル名を指定、もしくは Filestore Browser ボタンからファイルを指定して、読み込みます。FITS, VOTable, ascii, csv 等の形式のファイルが利用できます。



やその右のボタンは、VO データを検索する際に使用します (「5. 検索・データ取得」参照)。

1.2 データ表示

メイン画面の Table List 中のテーブル名をダブルクリック、または  ボタンでテーブルが表示されます。

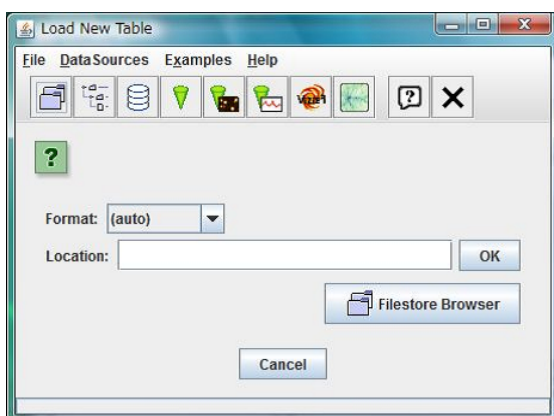


図 2: Load New Table

コラム名を右クリックすると、メニューが表示され、削除・sort などの操作が可能。

セルを選択すれば、直接テーブル中の数値を編集できます。

ドラッグ&ドロップで、列の入れ替えが可能です。

1.2.1 sort

メイン画面の、Sort Ordedr のセレクトボックスでコラム名を選ぶと、そのコラムの値の順で、テーブルを sort します。矢印ボタンは昇順と降順の切り替えです。

1.3 メタデータ表示



でテーブルメタデータを、



で各コラムのメタデータを表示します。

1.4 統計



ボタンを押すと、データの平均、標準偏差、最大・最小値を表示します。

1.5 データ領域の画像の表示

メイン画面の Activate Action ボタン (デフォルトでは (no action) と表示) から、Set Activation Action 画面を起動します。データの周辺領域

の画像を見る場合には、Display Cutout Image を選択し、画像サービスなどを指定して OK ボタンを押します。

テーブルを表示して、データセルをクリックすると、その天体座標周辺の画像が表示されます。

1.6 画像・スペクトルデータの表示

SIA,SSA で画像・スペクトルデータカタログを読んでいる場合は、その画像・スペクトルを見ることができます。

画像を見る場合、Set Activation Action 画面から、View URL as Image を指定します。テーブルを表示して、当該データの URL の部分をクリックすると、その URL にある画像が表示されます。

スペクトルを表示するには、別にスペクトルを表示できるツールが必要になります。VOspec, SPLAT とうの、SAMP (もしくは PLASTIC) インターフェイスを持つスペクトル表示ツールを起動しておき、Spectrum viewer client でツールを指定します。

1.7 Save



ボタンで、テーブルを保存します。ファイル形式・ファイル名を指定して保存します。FITS, VOTable, ascii, LaTeX, HTML 等のファイル形式が選択できます。

2 カタログ操作

2.1 subset 作成


カタログから、特定の条件を満たすデータのみを選んで、subset(部分集合)のカタログを作成することができます。subset の作成方法には、3 通りの手法があります。


作成した subset を表示する場合は、Current Table Properties フィールドの、Row Subset のセレクトボックスから、表示する subset を選択します。


2.1.1 条件指定

条件を式で指定して subset を作成することができます。メイン画面で、





ボタンを押すと、Row Subsets 画面が表示されます。ここで、 ボタンをクリックすると、条件指定画面が表示されます。

Subset Name に名前を、Expression に、条件式を指定して、subset を作成します。式には四則演算はもちろん、多くの関数を使用できます。 ボタンで、使用できる関数の一覧が表示されます。天文データを扱うための固有の関数 (Vega 等級と AB 等級の差、度と時分秒の変換、など) もあります。

 ボタンを使うと、データを n 行おきにサンプリングした subset を作成できます。

2.1.2 行指定




テーブルを表示した状態で直接、行を指定して subset を作成することができます。マウスでクリック or ドラッグで、行を指定できます。Ctrl ボタンを押しながらクリックすると、離れた複数の行を選択できます。

行を指定したら、 ボタンを押すと、subset 作成画面が表示されるので、名前を決めて、Add subset ボタンを押せば作成されます。 ボタンからは、逆に指定した行のみを除外したテーブルを作成できます。


2.1.3 グラフ上領域指定

グラフを作成して、グラフ上の特定の領域にあるデータのみを選択して、subset とすることができます。(§3.2 グラフからの subset 作成 参照)

2.2 カラム間の計算・カラムの追加

カラム表示画面  において、 ボタンをクリックすると、カラム作成画面が表示されます。ここで、Name に新たなカラム名 Expression に式を記述すると、式で指定した内容のデータを新たなカラムとして追加します。Description には、カラムの説明を記述することができます。現在の座標系から座標変換したカラムを追加する場合には、 ボタンが使えます (5.2 座標変換 参照)。

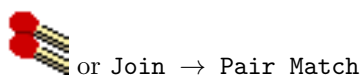
2.3 連結

2 つのテーブルを連結することができます。 ボタンを押すと、連結画面が起動します。Base Table と Appended Table のセレクトボックスに、連

結したい2つのテーブルを指定すると、カラムリストが Column Assignment エリアに表示されるので、ここで2つのテーブルにあるカラムの対応関係を指定します。


連結後のカラム名は、Base Table にあったものが引き継がれます。

2.4 クロスマッチ




2つのカタログから、同一天体のデータを探し出して、その天体について両カタログのデータを含む新しいテーブルを作成できます。「同一」の判定基準は、デフォルトでは位置座標 (sky) ですが、その他、天体名の一致、指定したカラムのデータの数値での判定 (1d Cartesian) などを指定することもできます。

3つ以上のテーブルのクロスマッチをする場合は、メニューバーの Joins

から、 Triple Match, Quadruple Match を選びます。

使用例

- 2つのカタログを準備。(RR Lyrae の金属量のカタログと、周期のカタログ)

-  クロスマッチ画面を起動。


- Match Criteria で同一天体の条件を指定。(座標で0.1秒以内)

- クロスマッチするテーブルと、「同一」の判定で使うカラムを選択。

- 新しいカタログが作成される。

2.5 内部クロスマッチ

1つのテーブルの中で、同一天体のデータが複数行に存在した場合、これらのデータをグループ化したり、別行のデータを一行に集約したテーブルを作

成することができます。メニューバーの Joins から、 Internal Match を選びます。作成するテーブルの形式は、以下の4通りから選択します。

Mark Groups of Rows 同一天体と判定されたものがグループ化され、グループ番号が付いて、グループごとにデータを表示。

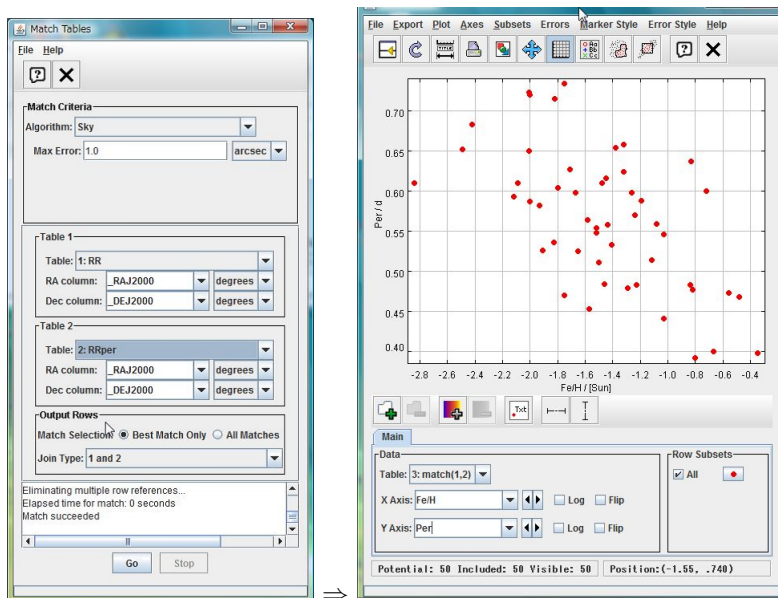


図 3: 左 : VizieR から取得した、RR Lyrae Metallicities(Layden 1994) と、RR Lyrae in Northern Sky Variability Survey(Kinemuchi et al.2006) のカタログをクロスマッチ。右 : 前者のカタログにある金属量と、後者のカタログにある周期のデータの相関を、グラフでプロット

Eliminate All Groups of Rows グループ化されたデータはすべて削除。
1 件しかないデータのみを残す。

Eliminate All But First of Each Group グループ化した天体について、最初のデータのみを残す。

New Table with Groups of Size 指定した数の同一天体のデータを、全て 1 行に表示。同一天体のデータ数が一定の場合のみ使用。下の例のように、同一天体で異なる波長のデータが別行になっているのを、一行に集約する場合などに使える。

例) JVO Quick Search Data のグループ化

JVO ポータルサイトで Quick Search を行うと、同一天体のデータが波長ごとに複数カラムにまたがって得られます。

TOPCAT(4): Table Browser

File Subsets Help

Table Browser for 4: QS.xml

	RA	DEC	CAT_ID	BAND_N...	BAND_CE...	BAND_U...	FLUX	FLUX_ERR	FLUX_U...	FLUX_SRCH	POS_ERR	
1	34.5011	-5.00128	ukidss	J	1.22	um	22.29	0.092618	mag	4.40581E-6		hf
2	34.5011	-5.00128	ukidss	H	1.65	um			mag	0.		hf
3	34.5011	-5.00128	ukidss	K	2.18	um	22.0361	0.226378	mag	5.54659E-6		hf
4	34.49824	-5.00028	ukidss	J	1.22	um	22.5741	0.185628	mag	3.40429E-6		hf
5	34.49824	-5.00028	ukidss	H	1.65	um			mag	0.		hf
6	34.49824	-5.00028	ukidss	K	2.18	um	19.8838	0.048478	mag	4.05533E-5		hf
7	34.50257	-4.9998	ukidss	J	1.22	um	23.8165	0.163408	mag	1.07653E-6		hf
8	34.50257	-4.9998	ukidss	H	1.65	um			mag	0.		hf
9	34.50257	-4.9998	ukidss	K	2.18	um	22.2869	0.12372	mag	4.40581E-6		hf
10	34.49776	-4.99972	ukidss	J	1.22	um	19.6252	0.028064	mag	5.10536E-5		hf
11	34.49776	-4.99972	ukidss	H	1.65	um			mag	0.		hf
12	34.49776	-4.99972	ukidss	K	2.18	um	17.9275	0.018175	mag	0.000244		hf
13	34.49775	-4.99971	sds(sxds)	B	0.45	um	22.8819	0.0042	mag	2.55874E-6		hf
14	34.49818	-5.00108	sds(sxds)	B	0.45	um	29.1639	0.1418	mag	7.87094E-9		hf
15	34.49879	-4.99975	sds(sxds)	B	0.45	um	25.9032	0.0218	mag	1.58499E-7		hf
16	34.49885	-5.00061	sds(sxds)	B	0.45	um	20.604	0.1097	mag	1.91949E-6		hf

このデータを同一天体ごとにまとめます。

- メニューから Joins → Internal Match を選択します。
- クロスマッチの時と同様に、criteria, table を指定します。
- Action で、作成するテーブルの形式を選択します。
- Mark Groups of Rows を選択すると、図のように、グループ番号のついたテーブルが作成されます。

TOPCAT(12): Table Browser

File Subsets Help

Table Browser for 12: matched

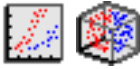
	ND_N...	BAND_CE...	BAND_U...	FLUX	FLUX_ERR	FLUX_U...	FLUX_SRCH	GroupID	GroupSize
1	1.22	um	22.29	0.092618	mag	4.40581E-6	1	8	
2	1.65	um			mag	0.	1	8	
3	2.18	um	22.0361	0.226378	mag	5.54659E-6	1	8	
4	1.22	um	22.5741	0.185628	mag	3.40429E-6	2	6	
5	1.65	um			mag	0.	2	6	
6	2.18	um	19.8838	0.048478	mag	4.05533E-5	2	6	
7	1.22	um	23.8165	0.163408	mag	1.07653E-6	3	8	
8	1.65	um			mag	0.	3	8	
9	2.18	um	22.2869	0.12372	mag	4.40581E-6	3	8	
10	1.22	um	19.6252	0.028064	mag	5.10536E-5	4	8	
11	1.65	um			mag	0.	4	8	
12	2.18	um	17.9275	0.018175	mag	0.000244	4	8	


2.6 VO データとのクロスマッチ


§4.2 クロスマッチ検索 参照


3 グラフ作成


3.1 2次元 plot, 3次元 plot

 ボタンで、2次元 plot, 3次元 plot の画面が表示されます。X axis, Y axis のセレクトボックスで、X, Y 座標に使用するカラムを指定してください。グラフの画面上で、ドラッグすると、その領域の四角形が表示

され、その範囲を拡大表示します。 ボタンで、元のサイズに戻る。Row Subsets フィールドにあるマーカが描かれたボタンを押すと、マーカの種類などを変更できる Plot Style Editor ウィンドウが開きます。

複数のグラフを描きたい場合は、 ボタンを使用します。

 XY 座標のカラムの他に、指定したカラムの値を、色で表示します。同時に 3 種類までのデータを色で指定することができます。


 指定したカラムの値を、数値・文字のラベルで表示。


 : グラフを pdf, gif ファイルとして作成。

相関

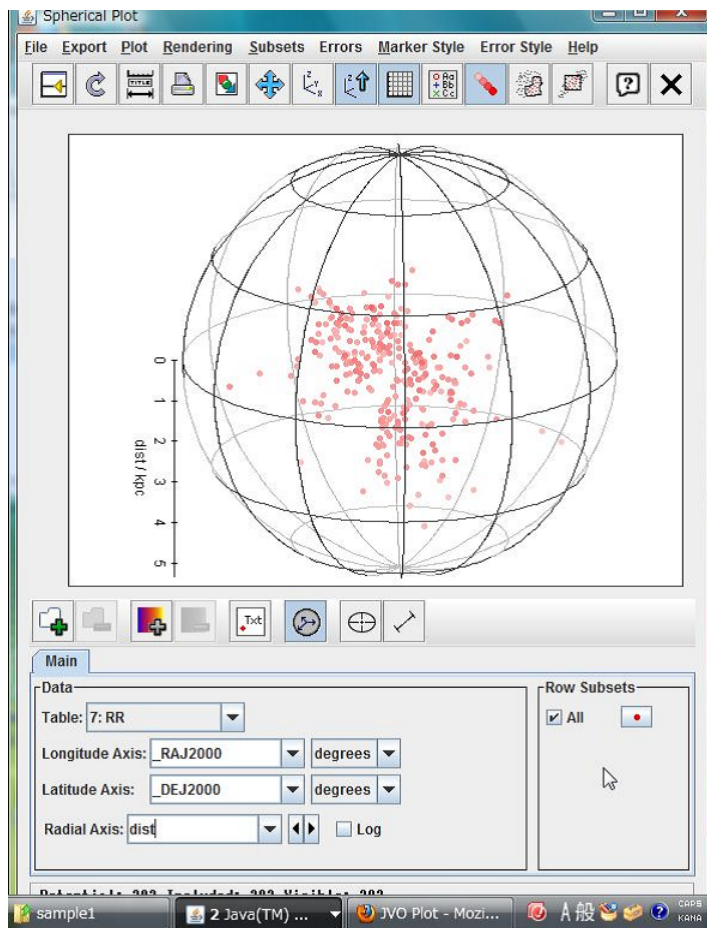
マーカの描かれたボタンから、Plot Style Editor ウィンドウを開いて、その最下段にある、Linear Correlation をチェックすると、データの分布を 1 次関数で fit した相関を出して、m:傾き、c:切片、r:相関係数 を表示します。(2次元 plot のみ)

3.2 グラフからの subset 作成

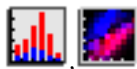
 ボタン：現在表示されている領域のデータからなるカタログを作成します。2次元 plot 以外でも、全ての形式のグラフ上で使用可能です(ヒストグラムでは、アイコンの図柄が異なるが、同じ機能がある)。ボタンを押すと New Subset 画面が表示されるので、名前を指定して AddSubset ボタンをクリックすると、subset が作成されます。

 ボタン：マウスで領域選択して、その中に入っているデータからなるカタログを作成します。2次元 plot、3次元 plot、極座標 plot、2次元ヒストグラムで使用可能。ボタンをクリックすると、ボタンにチェックが入ります。この状態で、グラフ上でドラッグすると、領域が選択されます。複数の領域を選択することも


例) RRLyrae の分布




3.4 ヒストグラム,2次元ヒストグラム



ヒストグラムを作成します。

通常は単にデータの個数のヒストグラムですが、 ボタンでカラムを指定してやると、そのカラムの値で重みづけをしたヒストグラムの作成が可能です。



で、累積頻度分布を作成します。 を押すと、全体を 1 に normalize したヒストグラムを作成します。

3.5 Stacked Line Plot

同一の X 軸上で、Y 軸に数種類の異なるデータを用いて plot できます。複数のデータの時間変化をみる場合などに使用します。



ボタンで、Line Plot 画面が起動します。複数のデータを Plot すると



きは、ボタンで追加していきます。タブで、グラフを選択し、使用するカタログ、X 軸・Y 軸を指定していきます。

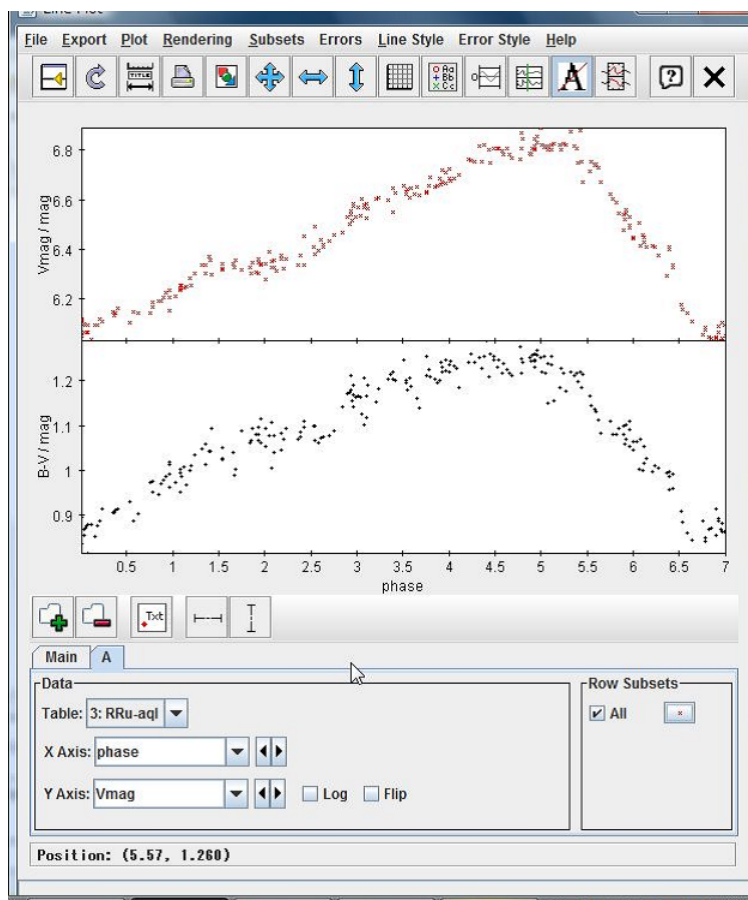


図 5: RR Lyrae 型変光星 U aql の、変光 phase による光度 (上グラフ)・色 (下グラフ) の変化 (Berdnikov 1997)

4 検索・データ取得

4.1 VOからのデータ取得



Load 画面から、サービスの種類を選択します。

4.1.1 cone search



cone search 形式のサービスにアクセスして、データを取得できます。キーワードを指定して検索し、その中から使用するサービスを選択します。使いたいサービスのアドレスを知っていれば、ConeSearchURL フィールドに直接入力も可。

必ず座標・検索半径を指定して検索します。天体名を指定して Resolve ボタンで、その天体の座標を取得できます。もちろん直接座標値を入力して、検索もできます。

4.1.2 SIA,SSA



画像、スペクトルのデータを SIAP,SSAP の形式で公開しているサービスにアクセスして、データを取得します。こちらの場合、登録されているサービスの一覧が初めから表示されます。使用法は cone search と同様です。

4.1.3 VizieR



論文カタログデータベースである VizieR に登録されているカタログを検索。cone search と異なり、座標を指定せず、全件取得が可能です。その場合は、Row Selection で、All Rows にチェックします。

下で、取得するカタログを選択します。分類を選ぶか、keyword から検索できます。IRAS,Hipprcos などのメジャーなサーベイやミッションのカタログについては、Survey, Mission タブにリストがあります。

4.2 クロスマッチ検索

現在表示しているカタログと、VO サービス中のデータとのクロスマッチができます。カタログにある全天体の天体座標を検索条件として、cone search 検索を行います。





から、conse seach 検索の場合と同様の操作を行います。検索対象座標指定の部分のみ、座標を入力する代わりに、カタログ名と RA,Dec カラムを指定します。カタログにある全天体座標に対しての、cone search 検索が走ります。


SIAP,SSAP の画像・スペクトルサービスを対象としてこれを行う場合に


は、メニューの Joins または VO から、  を選択して、同様の操作を行います。

5 その他の機能

5.1 データ転送


SAMP (VO ツール間連携用のプロトコル) のインターフェイスを持つ他のアプリケーション (Aladin, DS9 etc.) に、データを送ることができます。対象となるアプリケーションが起動していると、自動的に検出して Clients エリアに表示されます。 Clients:  

 ボタンを押すと、現在選択されているテーブルを、client にある全てのアプリケーションにデータを送ります。メニューバーの、Interop から Send table to で、特定のアプリケーションに送ります。

 ボタンから、SAMP の設定、データ送信・受信履歴を見ることができます。

Set Activation Action 画面 (§1.5,1.6) で、Transmit Row または Transmit Coordinate を指定したうえで、テーブルを表示してセルをクリックすると、選択された天体のデータ、または座標が、SAMP の接続先のツールに転送されます。

5.2 座標変換

カラム表示画面において、 ボタンをクリックすると、座標変換画面が表示されます。変換前、変換後の座標系・単位・カラム名を指定してやれば、新たな座標系での位置を表すカラムが追加されます。

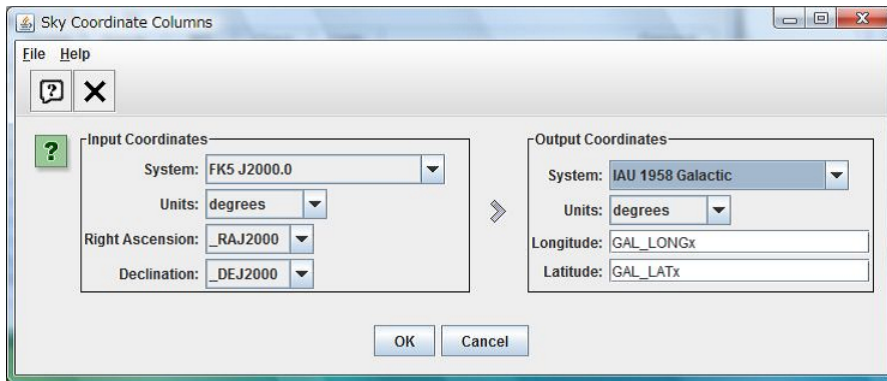


図 6: RA,DEC から銀河座標への変換

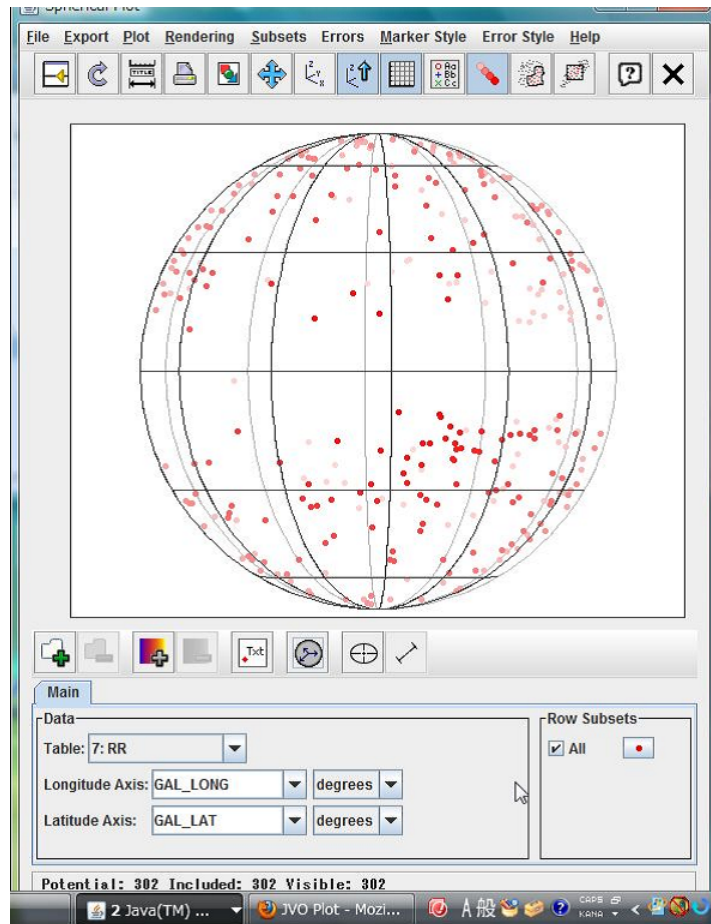


図 7: による RRLyrae の分布 (図 5) の、銀河座標での plot