

# VOに対応したデータ検索・解析ツールの紹介

HiPS, Aladin, TOPCAT, JVO Portal, PyVO

白崎 裕治 国立天文台 天文データセンター

# 多波長データ利用におけるアーカイブ役割

- 多波長データの利用は現代天文学においてスタンダードな研究手法として定着してきている。
- 大型望遠鏡や宇宙望遠鏡といった高性能な観測データへの需要がますます増加している。
- しかし、そうした望遠鏡の利用時間を取得するのは簡単なことではない。
- ましてや、複数の波長にわたるデータをすべて独自に取得することは大変困難なこと。

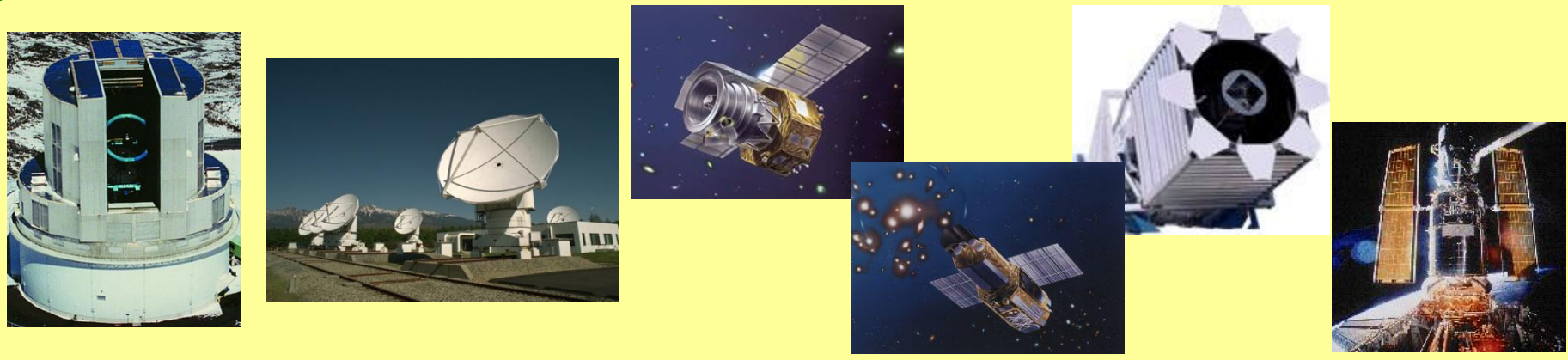
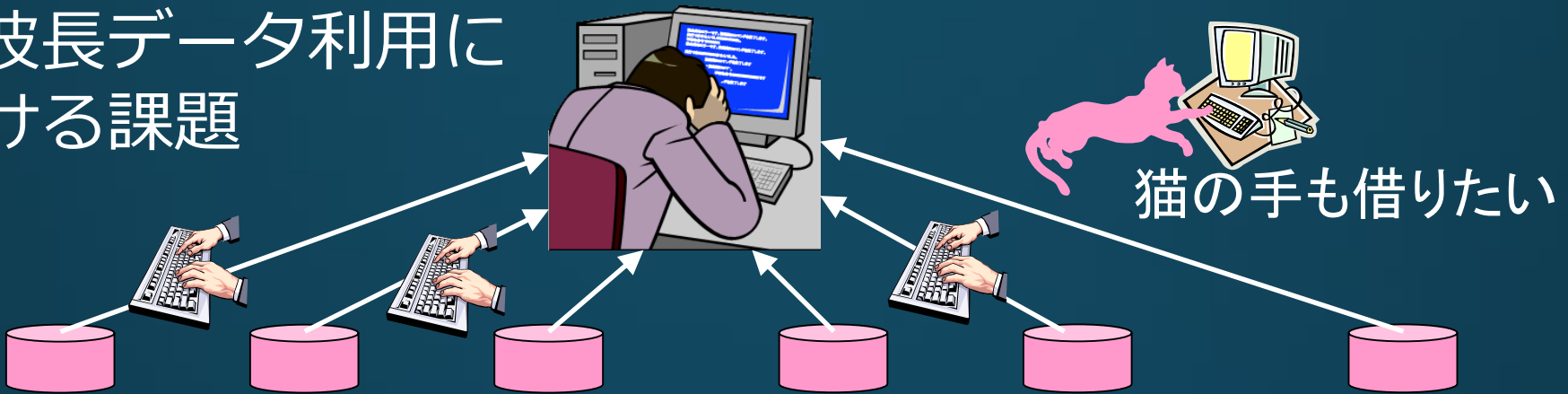
公開データを（も）利用した研究

大規模コラボレーションによるデータの取得・活用

→ いずれの場合もデータアーカイブの利用は必須である。

→ アーカイブされることで研究結果の再現性を確保。

# 多波長データ利用における課題

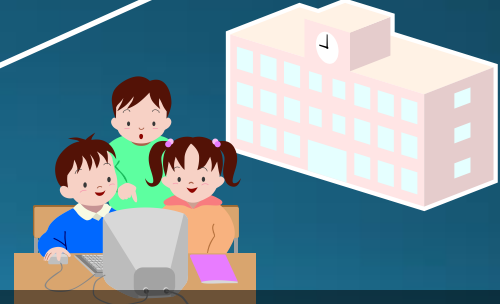


## データベースアクセスインターフェースの共通化

データ取得を自動化



サービスのメタデータ DB



教育用教材としても利用可

# Virtual Observatory (VO)

- 天文分野で標準化された API を実装した天文データベース  
世界中の VO を一つの巨大 DB として利用  
様々なデータを簡単に発見・取得することが可能となる
- International VO Alliance (IVOA)

21 カ国・地域が加盟

JVO : Japanese Virtual Observatory

<http://www.ivoa.net/>



# VO によるデータ公開の現状

- 主要な衛星観測データはほぼ全てがVOによる検索が可能。
- 地上観測データは、サーベイ観測結果については大部分がVOによる検索が可能となってきた。 (SDSS, 2MASS, 2dF, FIRST, ...)
- 今後観測が開始される大型プロジェクトについては、ほぼ全てVO対応を予定している。 (LSST, WFIRST, Euclid ...)
- Astropy project との協力による python VO ライブラリの開発も進行している。

VO サイト	リソース数	主なデータセット
CDS.VizieR	19378	カタログデータ
nasa.heasarc	1077	X線データカタログなど
irsa.ipac	490	2MASS, AKARI, DSS, Gaia, Herschel, IRAS, Planck, Spitzer, WISE COSMOS, DENIS, USNO
org.gavo.dc	165	2MASS, AMANDA, ANTARES, GAIA, LAMOST, HIPPARCOS, ROSAT, SDSS, WISE, CALIFA, COSMOS, zCOSMOS
wfau.roe.ac.uk	128	GALEX, IRAS, ROSAT, SDSS, 2MASS, VISTA, WISE, XMM 6dF, ATLAS, DENIS, FIRST, GLIMPSE, MGC, SuperCOSMOS, 2MPZ, UKIDSS, VHS VIDEO, VIKING, VMC, VVV
archive.stsci.edu	91	2MASS, GAIA, GALEX, PanSTARRS, SDSS, TESS, WISE, FUSE, HST, Kepler, ATLAS, FIRST, GSPC, HLA, UltraVISTA, USNO, VIKING, VHS, GOODS, GSC, HDFN, HDF, HubbleSC
svo.cab	84	COROT, GAIA, CALAR ALTO ALHAMBRA
uk.ac.le.star.tpledas	56	LEDAS
mssl.ucl.ac.uk	54	HINODE, GOES, Polar, Ulysses, Voyager, Wind, SOHO, RHESI, XMM
mast.stsci	50	HST, GALEX, CANDELS, CLASH, HUDF, GOODS, HDF, COSMOC, HDF, XMM, FUSE, GALEX, FIRST

VO サイト	リソース数	主なデータセット
sdss.jhu	48	SDSS, ROSAT, 2dF, USNOB, FIRST
ia2.inaf.it	47	VIPERS, WINGS, PLANCK, TNG
vopdc.obspm	45	GAIA, HESS
helio-vo.eu	34	Heliophysics
cadc.nrc.ca	34	GEMINI, CFHT, HST, JCMT, UKIRT
edu.gavo.org	33	For education
esavo	31	HST, Herschel, ISO, XMM
astronet.ru	31	DENIS, Gaia, SDSS, TWOMASS, 2XMM, USNO
ivoa.net	29	VOStandard
ned.ipac	21	NED
uk.ac.cam.ast	20	2dF, INT, Hipparcos
asu.cas.cz	19	LAMOST
jvo	17	Subaru, ALMA, Nobeyama
China-VO	17	LAMOST
xcatdb	14	XMM
...		

# HiPS (Hierarchical Progressive Surveys)

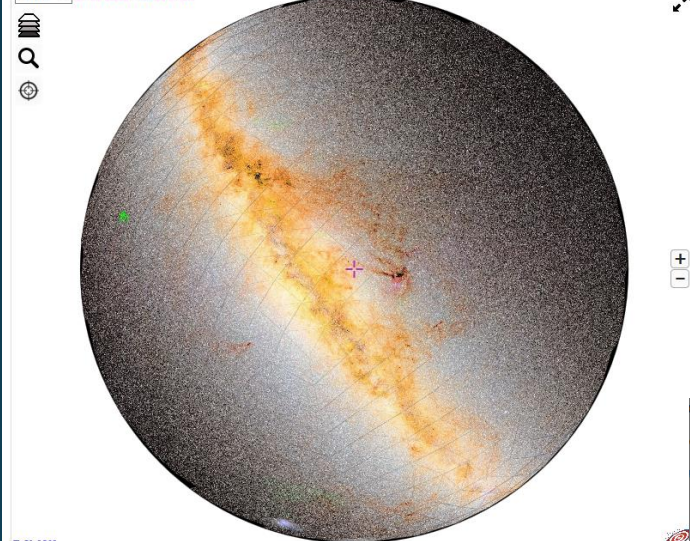
<http://alasky.u-strasbg.fr/ancillary/GaiaDR2/color-Rp-G-Bp-flux-map/>

- 観測データ（画像）取得領域の確認や、取得されたデータのクイックルック等が可能なVOインターフェイス。

## "DM flux-color-Rp-G-Bp I 345 gaia2" progressive survey

This Web resource contains HiPS(\*) components for DM flux-color-Rp-G-Bp I 345 gaia2 progressive survey.

J2000 17 08 43.817 -23 24 17.00



- Label: DM flux-color-Rp-G-Bp I 345 gaia2
- Type: colored HiPS image
- Best pixel angular resolution: 25.77"
- Max tile order: 4 (NSIDE=16)
- Available encoding files: jpeg
- Tile size: 512x512
- Processing date: 2019-05-21T08:57Z
- HiPS builder: Aladin/HipsGen v10.125
- Coordinate frame: equatorial
- Sky area: 100.0% of sky => 41253Å<sup>2</sup>
- Associated coverage map: [MOC](#)
- Property file: [properties](#)
- Base URL:

<http://alasky.u-strasbg.fr/ancillary/GaiaDR2/color-Rp-G-Bp-flux-map>

- 現在 800 種以上の画像データセットなどが公開されている。
- 国内では JVO, JAXA において HiPS Server を運用している。

<http://aladin.u-strasbg.fr/hips/list>

FoV: 180°

This survey can be displayed by [Aladin Lite](#) (see above), by [Aladin Desktop](#) client (just open the base URL) or any other HiPS aware clients.

(\*) HiPS is a recommended [International Virtual Observatory Alliance](#) standard: [HiPS REC](#). The HiPS technology allows a at any location and at any scale. HiPS has been invented by [CDS-Université de Strasbourg/CNRS \(2013A&A...378A.114F\)](#), designed for astronomical scientific usages (low distortion, true pixel values...).

- Aladin を利用して複数のデータセットの画像を比較して見ることができる。
- 検索システムの天球マップで背景画像として利用可

## HiPS servers (list of HiPS HTTP servers - required a VO registration)

<http://aladin.unistra.fr/hips/registry>

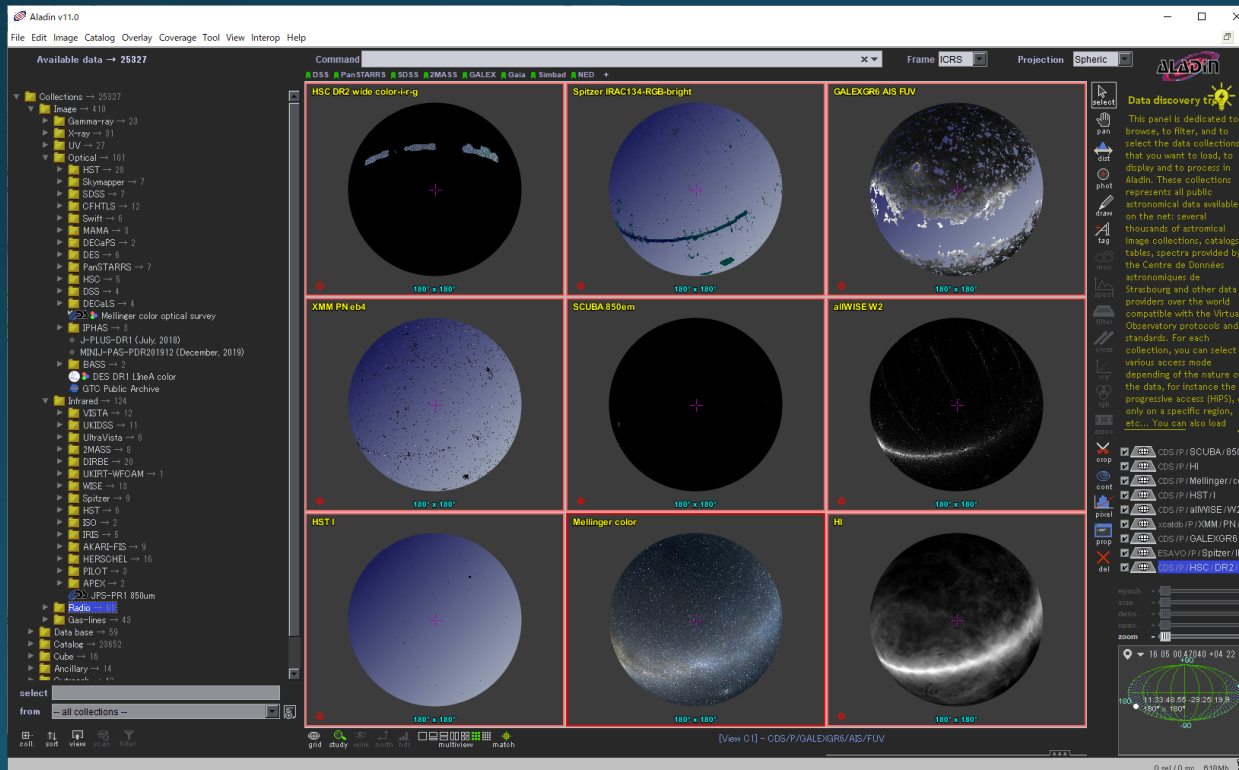
#	Origin	Type	HiPS list URL
1	jvo	image	<a href="http://jvo.nao.ac.jp/HiPS/hipslist.txt">http://jvo.nao.ac.jp/HiPS/hipslist.txt</a>
2	CEFGA	image, catalog	<a href="https://archive.cefga.es/catalogues/hips_list.html">https://archive.cefga.es/catalogues/hips_list.html</a>
3	cfa.harvard.edu	image	<a href="https://cdfstp.cfa.harvard.edu/hipslist">https://cdfstp.cfa.harvard.edu/hipslist</a>
4	wfau.roe.ac.uk	image, catalog	<a href="http://surveys.roe.ac.uk/hips71/hipslist">http://surveys.roe.ac.uk/hips71/hipslist</a>
5	CASDA	image	<a href="https://casda.csiro.au/hips/hipslist">https://casda.csiro.au/hips/hipslist</a>
6	PADC	image	<a href="http://voparis-srv-paris.obspm.fr/vo/planeto/hips/perf_hipslist.pl">http://voparis-srv-paris.obspm.fr/vo/planeto/hips/perf_hipslist.pl</a>
7	IPAC	image	<a href="http://irsa.ipac.caltech.edu/data/hips/list">http://irsa.ipac.caltech.edu/data/hips/list</a>
8	ANU	image	<a href="http://skymapper.anu.edu.au/HiPS/hipslist.txt">http://skymapper.anu.edu.au/HiPS/hipslist.txt</a>
9	Leiden	image, catalog	<a href="http://tgssadr.strw.leidenuniv.nl/hips_list">http://tgssadr.strw.leidenuniv.nl/hips_list</a>
10	IRAP	image	<a href="http://cade.irap.omp.eu/documents/Ancillary/4Aladin/hipslist-IRAP.txt">http://cade.irap.omp.eu/documents/Ancillary/4Aladin/hipslist-IRAP.txt</a>
11	SSC	image	<a href="http://saada.unistra.fr/cgi-bin/hipslist">http://saada.unistra.fr/cgi-bin/hipslist</a>
12	CDS	image, cube	<a href="http://alasky.unistra.fr/hipslist">http://alasky.unistra.fr/hipslist</a>
13	CDS	image, cube	<a href="http://alaskybis.unistra.fr/hipslist">http://alaskybis.unistra.fr/hipslist</a>
14	CDS	image, cube	<a href="https://alaskybis.unistra.fr/hipslist">https://alaskybis.unistra.fr/hipslist</a>
15	CDS	catalog	<a href="http://axel.u-strasbg.fr/HiPSCatService/hiplist">http://axel.u-strasbg.fr/HiPSCatService/hiplist</a>
16	AMIGA		<a href="http://amiga.iaa.es/hipslist">http://amiga.iaa.es/hipslist</a>
17	svo.cab	image	<a href="http://gtc.sdc.cab.inta-csic.es/hips/hipslist">http://gtc.sdc.cab.inta-csic.es/hips/hipslist</a>
18	IAS	image	<a href="http://healpix.ias.u-psud.fr/hipslist">http://healpix.ias.u-psud.fr/hipslist</a>
19	ESAC	image	<a href="http://skies.esac.esa.int/hipslist">http://skies.esac.esa.int/hipslist</a>
20	JAXA	image, catalog	<a href="http://darts.isas.jaxa.jp/pub/HiPS/hipslist.txt">http://darts.isas.jaxa.jp/pub/HiPS/hipslist.txt</a>
21	CADC	image	<a href="http://hips.canfar.net/hipslist.txt">http://hips.canfar.net/hipslist.txt</a>
22	HEASARC	image	<a href="https://skyview.gsfc.nasa.gov/hips/skyview.hips">https://skyview.gsfc.nasa.gov/hips/skyview.hips</a>
23	China-VO	image	<a href="http://hips.china-vo.org/hipslist">http://hips.china-vo.org/hipslist</a>

# Aladin

<https://aladin.u-strasbg.fr/>



- フランス ストラスブルグ天文データセンター (CDS)
- 画像データ、カタログデータの天球面表示。
  - > 20,000 以上のデータセットに VO インターフェイス等によりリモート接続
  - 画像上にカタログデータ (天体位置情報) をオーバープロット



国内関連データ

Subaru  
Suprime-Cam  
HSC  
AKARI  
Suzaku  
MAXI  
等

# Aladin tutorial

具体的な使い方は tutorial テキスト等を参照

## Advanced usage of HiPS and MOCs

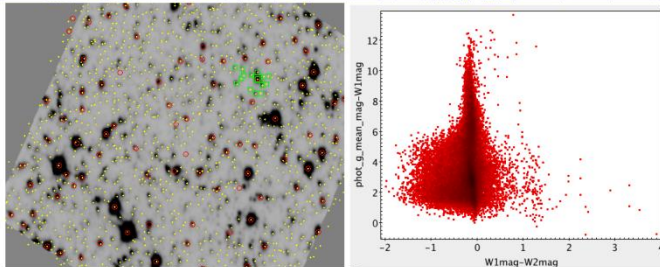
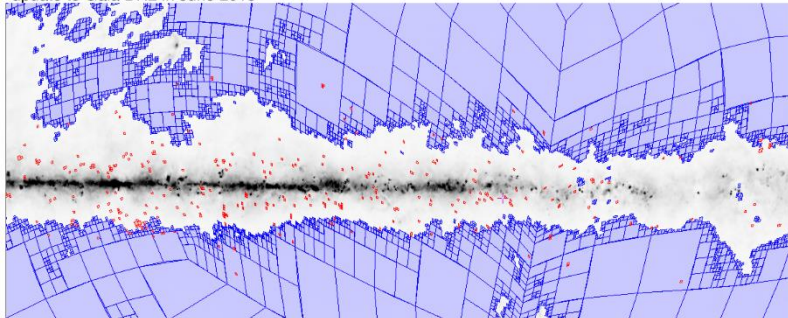
Exploring large catalogs within non-trivial spatial coverage, defined by brightness cuts and/or the availability of additional data sets

**Caroline Bot and Thomas Boch, CDS**

-first presented at "Detecting the Unexpected, Discovery in the Era of Astronomically Big Data" Space Telescope Science Institute, February 27 – March 2, 2017

-updated on June 2017 to Aladin v10

-update to Gaia DR2 in June 2018



This is a hands-on tutorial demonstrating an advanced usage of Hierarchical Progressive Surveys (HiPS) and Multi-Order Coverage (MOC) maps in Aladin. Using this document, you will learn how to handle a problem like : "I have a set of images. I would like to select regions in my observations that are above a given threshold in another survey (e.g. at low extinction), retrieve objects from very large catalogs (e.g. Gaia + WISE) in these non-trivial shapes and not-necessarily-connected regions, and combine them to visualise some quantities (e.g. color color diagram).

例えば

[https://www.asterics2020.eu/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=open:w\\_p4:hipsmocv10-2018jul.pdf](https://www.asterics2020.eu/dokuwiki/lib/exe/fetch.php?media=open:w_p4:hipsmocv10-2018jul.pdf)

- 手持ちの画像データセットの領域に含まれるカタログデータを検索する方法。
- Extinction map を利用して  $E(B-V) = 0 \sim 0.5$  の領域のデータを検索する方法。
- 検索して得られたカタログをデータサービスにアップロードし、クロスマッチ検索を行う方法。
- TOPCAT にデータ転送しカラー・カラープロットなどを作成する方法。

VOTT: Virtual Observatory Text Treasures というサイトに VO tool の tutorial text がまとめられている。

<http://dc.g-vo.org/VOTT>





# Topcat tutorial

<https://github.com/mbtaylor/tctuto/releases/download/asterics-vo-school-4/tctuto.pdf>

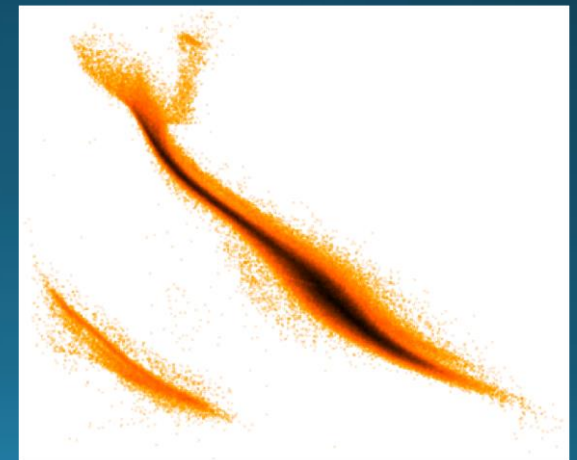
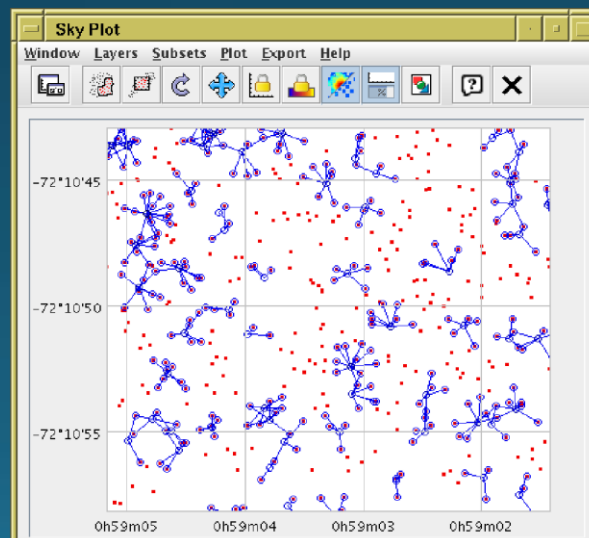
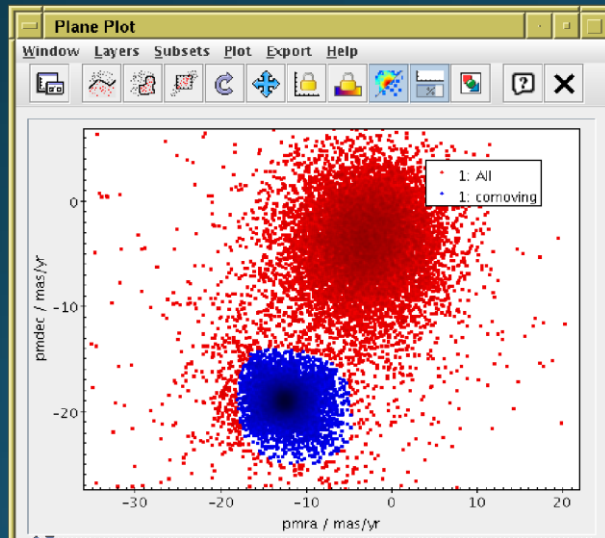
## Tutorial: Exploring Gaia data with TOPCAT and STILTS

Mark Taylor,  
University of Bristol,  
m.b.taylor@bristol.ac.uk

- 1 Cluster identification #1: Messier 4 in proper motion space
- 2 Cluster identification #2: Hyades in phase space
- 3 Match Gaia and HST observations
- 4 Local Hertzsprung-Russell Diagram
- 5 Local Hertzsprung-Russell Diagram using STILTS

以下の操作方法を  
Science Use Case を実  
施しながら取得できる。

- データ検索方法 (VO)
- X-Yプロット
- サブグループの定義方  
法
- Derived column の定義  
方法
- 二つのカタログのクロ  
スマッチ方法



# JVO Portal

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

- すばる望遠鏡、ALMA・野辺山電波望遠鏡等の処理済みデータの配信
- 世界中のVOサービスへの検索実行機能
- Gaia カタログデータの配信+検索サービス
- Web ブラウザー上でのデータ可視化機能

**Japanese Virtual Observatory Astronomy Data Center National Astronomical Observatory of Japan**

I am a guest [Login](#)

**Acknowledgement**  
Things to be included in your publication

VO Search	Subaru Reduced Data	ALMA FITS Archive	Nobeyama FITS Archive	Gaia Catalog	Other resources
<a href="#">Summary</a>	<a href="#">Summary</a>	<a href="#">Summary</a>	<a href="#">Summary</a>	<a href="#">Summary</a>	<a href="#">Summary</a>
JVO portal VO search page version 2. You can access to the VO Crawler DB at <a href="#">THIS</a> page or <a href="#">JVOSky</a> . Older version of JVO portal (version 1) is linked from <a href="#">here</a> .	Download the reduced Subaru data. <a href="#">Suprime-Cam</a> , <a href="#">MOIRCS</a> , <a href="#">HDS</a> .	Search, View, and Download the ALMA data cube in FITS format. <a href="#">SV data</a> , <a href="#">Archive</a> , <a href="#">WebQL demo</a> .	Search, View, and Download the Nobeyama data cube in FITS format. <a href="#">FUGIN</a> , <a href="#">COMING</a> , <a href="#">StarFormation</a> .	Gaia related source catalogs. <a href="#">Gaia DR1</a> , <a href="#">Gaia DR1 TGAS</a> , <a href="#">Gaia DR2</a>	<a href="#">AKARI FIS image</a>   <a href="#">Subaru Deep Survey Catalog</a>   <a href="#">IRSF LMC/SMC/BMC Survey</a>

# VO Crawler DB

<http://jvo.nao.ac.jp/portal/voc.do>

- 主要な VO サービスに対し全天にわたって検索実行 (Crawling)
- 結果をJVO システム内の分散 DB に登録。
- 21,781,870 レコードを高速に検索・ソート可能。

## VO Crawler DB

[Dataset List](#) [About VO Crawler](#) [Change Log](#)

To download the data: Check the checkboxes of the data you want, and click the "download" button. By clicking the "download" button at each row, you can download the data of the corresponding dataset. By clicking the "download" button at the header of the table, you can download all the checked data.

To quick-look at the data: Check the checkboxes of the data you want, and click the "WebQL" button.

Criteria unchecked in the checkbox are ignored.

1. Region of Interest

Center Coords or Target Name     
 Sample Format    
 Search Radius     
 Polygon

2. Other Search Conditions

id? =    
  dataset? =    
  target? =    
  facility? =  or -    
  instrument? =  or

3. Sort

ascending order  descending order

Number of data : 122

Number per page :

orderBy : id asc

#	Data ID	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> all the checked data	dataset name	target	Center Coords. FK5	FOV deg	resolution arcsec	dim	wavelength m	band name	File size MB	Facility	Instrument	format	URL
1	4510000819	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB PULSAR	05h34m31 +22d00m52	1.9799	--	1025x1024	1.2400e-10	--	354.928	Chandra	ACIS-S	image/jpeg	<a href="#">Data</a>
2	4510000820	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB PULSAR	05h34m31 +22d00m52	1.9799	--	1025x1024	1.2400e-10	--	764.095	Chandra	ACIS-S	image/jpeg	<a href="#">Data</a>
3	45100005282	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB NEBULA	05h34m31 +22d00m56	1.9789	--	1024x1024	1.2400e-10	--	87.665	Chandra	ACIS-S	image/fits	<a href="#">Data</a>
4	45100005283	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB NEBULA	05h34m31 +22d00m56	1.9789	--	1024x1024	1.2400e-10	--	56.668	Chandra	ACIS-S	image/jpeg	<a href="#">Data</a>
5	45100005284	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB NEBULA	05h34m31 +22d00m56	1.9799	--	1025x1024	1.2400e-10	--	80.763	Chandra	ACIS-S	image/fits	<a href="#">Data</a>
6	45100005285	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB NEBULA	05h34m31 +22d00m56	1.9799	--	1025x1024	1.2400e-10	--	56.466	Chandra	ACIS-S	image/jpeg	<a href="#">Data</a>
7	45100005286	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB NEBULA	05h34m31 +22d00m52	1.9799	--	1024x1025	1.2400e-10	--	93.717	Chandra	ACIS-S	image/fits	<a href="#">Data</a>
8	45100005287	<input type="checkbox"/>	<input type="button" value="Download"/> <input type="button" value="FITS WebQL"/>	<a href="#">Chandra Observations</a>	CRAB NEBULA	05h34m31 +22d00m52	1.9799	--	1024x1025	1.2400e-10	--	62.785	Chandra	ACIS-S	image/jpeg	<a href="#">Data</a>

# Subaru Suprime-Cam mosaic image archive と VO Crawler DB の連携

<http://jvo.nao.ac.jp/portal/subaru/spcam/dr2.do?action=datasetInfo&datasetId=100136%2B022400>







## Subaru Suprime-Cam DR2: Sky Info

List of data at a given sky region and availability of data at its neighbors

Sky ID : 100136+022400

Mosaic List Neighbor

List of mosaic data in this sky region

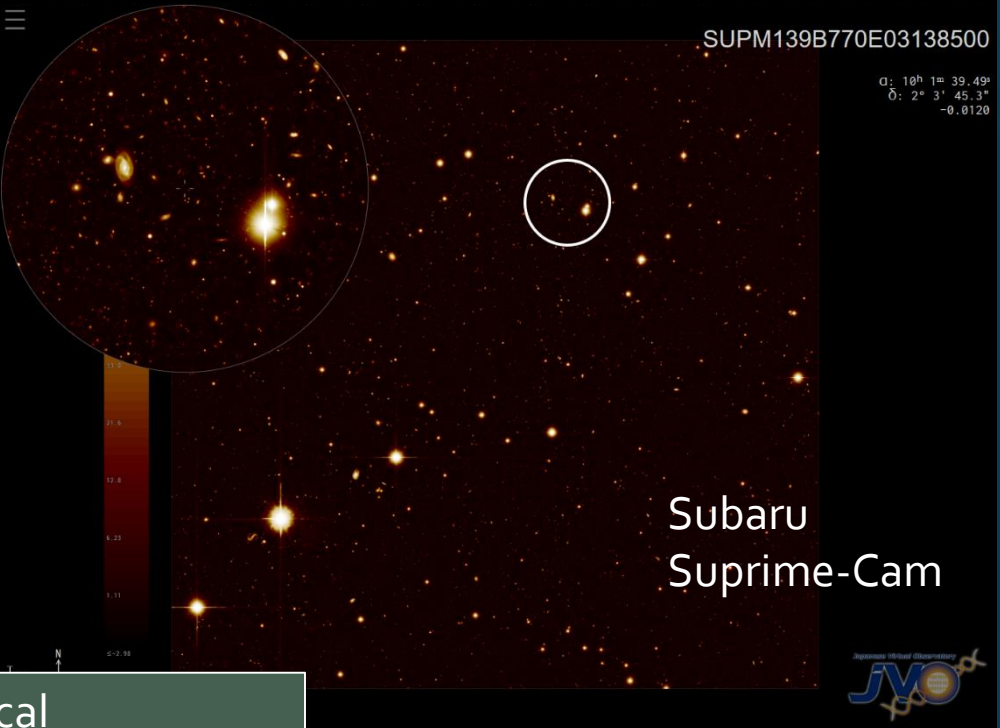
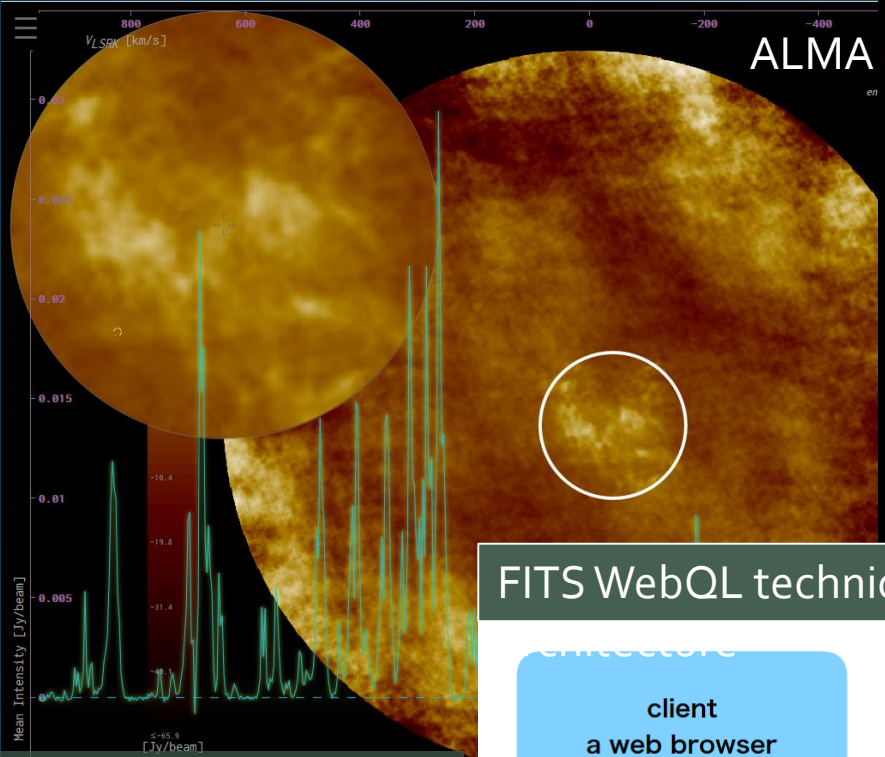
#	data id	<input type="checkbox"/> all	Download all the checked data	image
1	SUPM1985C80702B25F00	<input type="checkbox"/>	Download WebQL VO Search	
2	SUPM1985DBFA03B32400	<input type="checkbox"/>	Download WebQL VO Search	
3	SUPM1985BC9404534C00	<input type="checkbox"/>	Download WebQL VO Search	
4	SUPM1985FEAA04609400	<input type="checkbox"/>	Download WebQL VO Search	
5	SUPM1985C12902B25900	<input type="checkbox"/>	Download WebQL VO Search	
6	SUPM19864BA10480E200	<input type="checkbox"/>	Download WebQL VO Search	

## Image data collected by other facilities

Facility	Instrument	Number
AKARI	FIS	8
AKARI	IRC	1
ALMA	--	1720
CFHT	MegaPrime	50
CFHT	WIRCAM	50
Chandra	ACIS	304
Chandra	ACIS-I	236
Chandra	HRC-I	2
GALEX	GALEX	4436
GALEX	GALEX Far UV	3
GALEX	GALEX Near UV	3
HST	ACS	428
HST	ACS/SBC	130
HST	ACS/WFC	1350
HST	COS/NUV	3
HST	MAST.HST.ACS	218
HST	MAST.HST.NICMOS	504
HST	MAST.HST.STIS	118
HST	MAST.HST.WFPC2	942
HST	NICMOS	120
HST	NICMOS/NIC3	342
HST	STIS/CCD	12
HST	WFC3	68
HST	WFC3/IR	909
HST	WFC3/UVIS	108
HST	WFPC2	256
HST	WFPC2/WFC	1939
Herschel	PACS	24
Herschel	SPIRE	123
KPNO 4m	FLAMINGOS	50
KPNO 4m	NEWFIRM	24
PTF	--	1849
SDSS	--	80
SDSS	SDSS	120
Spitzer	IRAC	90
Spitzer	MIPS	28
Subaru	Subaru/Suprime-Cam	201
Subaru	Suprime-Cam	1125
UKIDSS	WFCAM	36
UKIRT	WF-CAM	50
VLA	MAST.VLA-FIRST	4
VLA	VLA	14

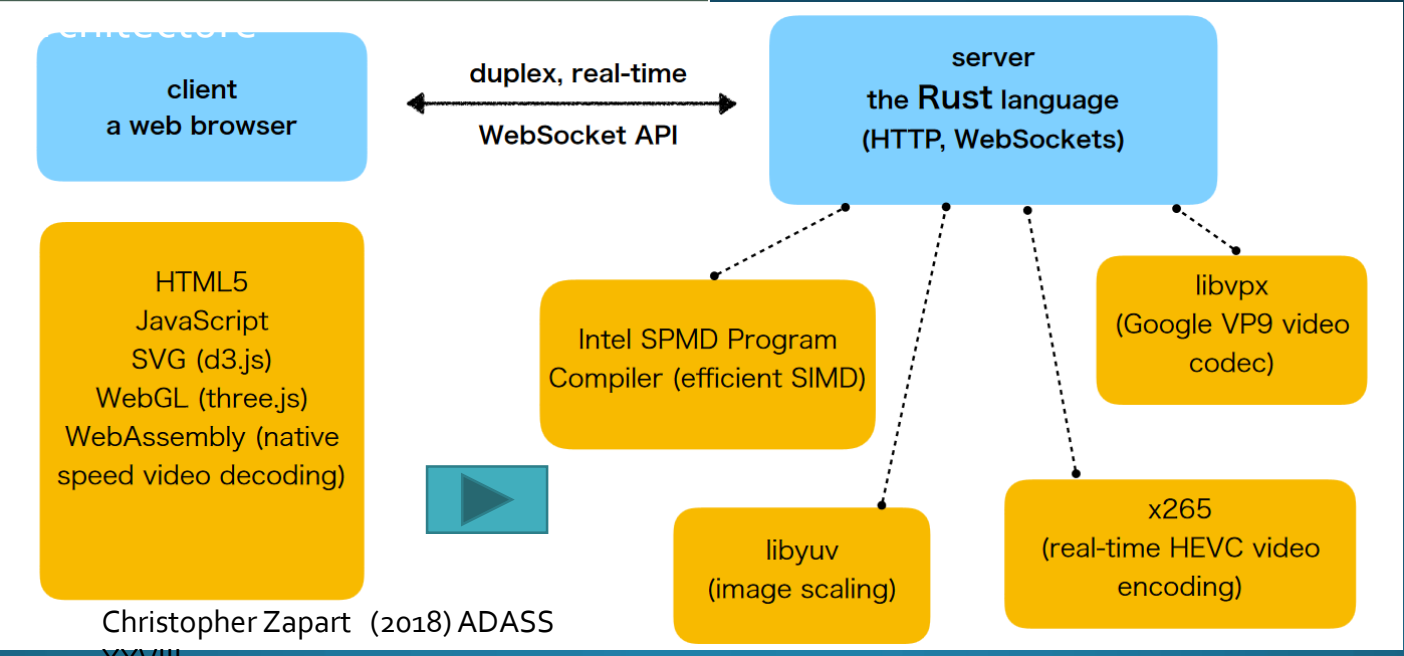
ALMA FITS Archive にも同様の機能

# FITS WebQL



## FITS WebQL technical

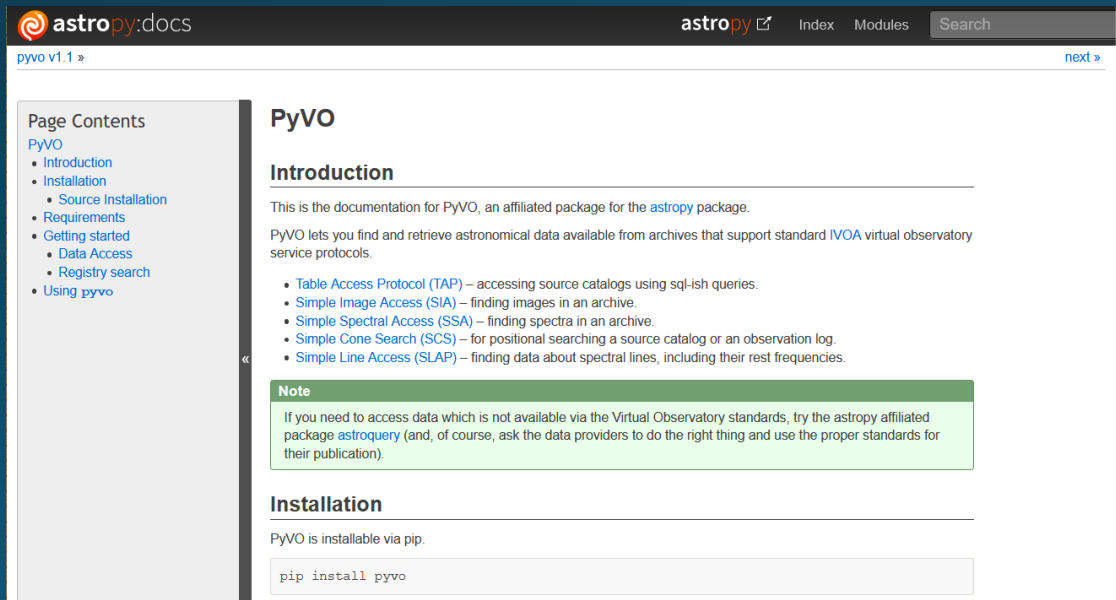
- FITS Viewer running on the Web browser
- No need to download FITS
- Pixel data are received from the server and they are rendered in the browser using JavaScript library.
- Enable to cut-out sub-image to reduced data size to download



# PyVO

<https://pyvo.readthedocs.io/>

- 米国 VO グループが中心となって開発している VO 対応 Python パッケージ
  - Astropy Affiliated Package
  - すべての (同種の) VO サービスに対して一つのモジュールでアクセス
- Astroquery:
  - Astropy Coordinated Package (Astropy プロジェクトが管理)
  - データサービス毎に用意されたデータアクセス用のモジュールを利用



The screenshot shows the PyVO documentation page on ReadTheDocs. The page title is "PyVO" and it is part of the "astropy:docs" project. The page content includes a "Page Contents" sidebar with links to Introduction, Installation, Requirements, Getting started, Data Access, Registry search, and Using pyvo. The main content area has an "Introduction" section with a sub-section "Introduction" and a "Note" box. The "Note" box contains the text: "If you need to access data which is not available via the Virtual Observatory standards, try the astropy affiliated package astroquery (and, of course, ask the data providers to do the right thing and use the proper standards for their publication)." Below the note is an "Installation" section with the text "PyVO is installable via pip." and a code block containing the command "pip install pyvo".

<https://nasa-navo.github.io/navo-workshop/>

## Notebooks Index

All notebooks

[QuickReference.html](#): Quick Reference with an overview of everything

[UseCase\\_I.html](#): Science User Case - Inspecting a Candidate List

[UseCase\\_II.html](#): Preparing a Proposal on NGC 1365

[CS\\_Catalog\\_Queries.html](#): Cheat sheet for querying catalogs/tables

[CS\\_VO\\_Tables.html](#): Cheat sheet for VO Tables

[CS\\_Image\\_Access.html](#): Cheat sheet for accessing images

[CS\\_Spectral\\_Access.html](#): Cheat sheet for accessing spectra

# PyVO コーディング例

Suprime-Cam データ  
の検索

```
#!/usr/bin/env python3

import pyvo as vo

service = vo.dal.TAPService("http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/tap/spcam")
resultset = service.search(
    "SELECT * FROM ivoa.obscore"
    " WHERE s_ra between 34.4 and 34.5"
    " AND s_dec between -4.8 and -4.7")

for row in resultset:
    ra = row["s_ra"][0]
    dec = row["s_dec"][0]
    fov = row["s_fov"][0]
    filter = row["em_band_name"].decode()
    url = row["access_url"].decode()
    print(f'{ra:10.6f} {dec:10.6f} {fov:10.6f} {filter: <10} {url: <20}')
```

```
$ ./sample-spcam.py
34.476596 -4.799992 0.594277 I-A-L598 http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM1986376704610300
34.476593 -4.799992 0.594277 N-B-1010 http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM1984D6B403B2D900
34.476606 -4.799998 0.594197 W-J-V http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM1984BD850350BB00
34.476622 -4.799988 0.594237 W-S-I+ http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM1983BEF904714300
34.476613 -4.799998 0.594078 W-C-RC http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM19847B5903D37200
34.476603 -4.799985 0.594118 N-B-L497 http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM198574C503E00B00
34.476600 -4.799976 0.594197 W-J-B http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM19857BF50350E400
34.476613 -4.799987 0.594158 N-A-L503 http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/download/spcam/public/siav2/SUPM1985AB0603827A00
```

```
#!/usr/bin/env python3
#
import pyvo as vo

services = vo.regsearch(keywords=['Suprime-Cam'], servicetype='tap')

for s in list(services):
    print(f'{s.ivo_id} -- {s.res_title} -- {s.access_url}')
```

Suprime-Cam データサービスの  
リソースメタデータ検索

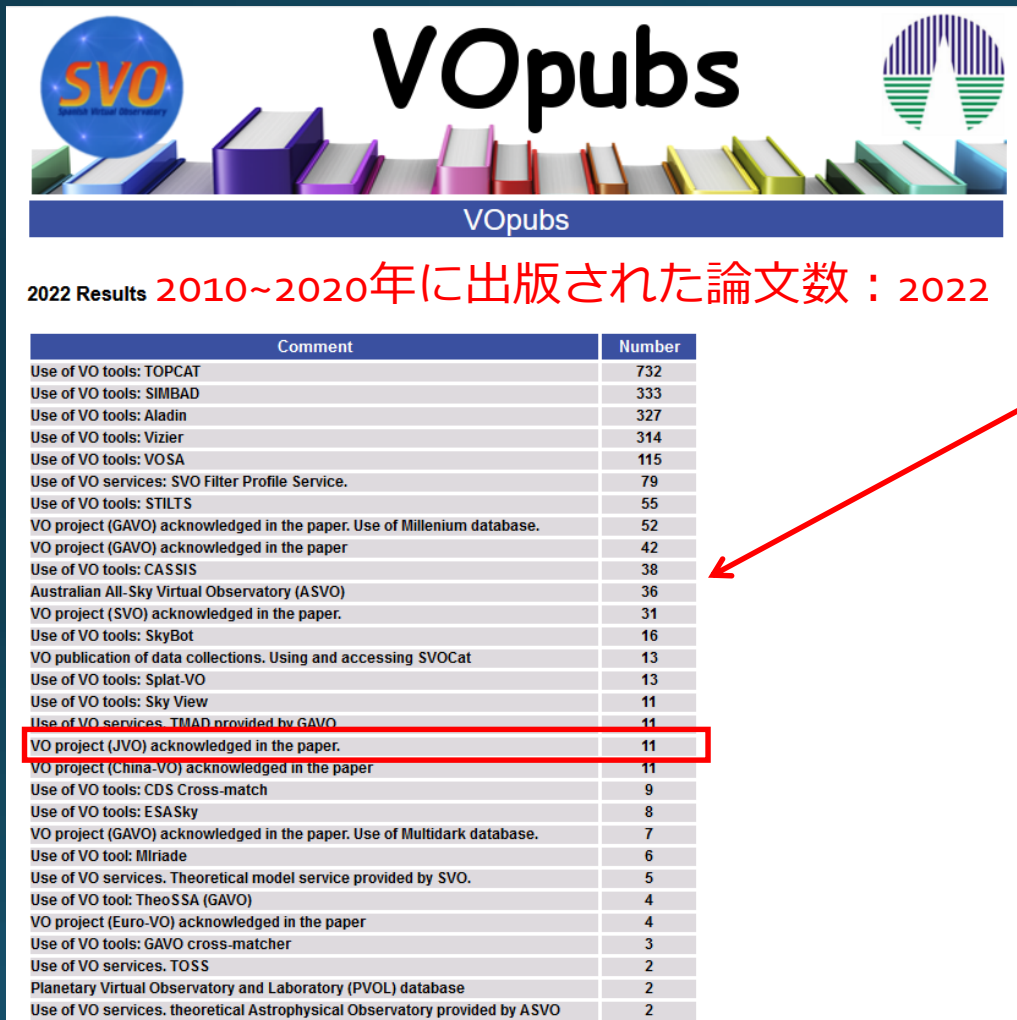
```
$ ./sample-registry.py
ivo://jvo/subaru/spcam -- Subaru Suprime-Cam data service -- http://jvo.nao.ac.jp/skynode/do/tap/spcam
```



# 研究成果

SVO による VO を利用した査読論文調査結果

本文に“JVO”のサービスまたはソフトウェアを利用したことが明示されている査読論文



年	論文数
合計	37
2020	5
2019	9
2018	3
2017	5
2016	9
2015	1
2014	1
2013	2
2012	0
2011	1
2010	1

# まとめ

- 多波長データを利用した研究を効率的に行うためのデータアーカイブの基盤 (VO) がようやく実用段階に来た
  - IVOA における標準化
  - データ公開サービスの VO 対応
  - VO 対応のアプリケーション (Web, Desktop)
- 今後の課題
  - カタログデータモデルや観測データ QA 指標の標準化。
  - データサービスのさらなる VO 対応化。
  - アーカイブ運営を持続可能とする予算措置 (国内) 。
    - 「選択と集中」路線によりアーカイブの運用が立ち行かなくなりつつある。
    - 幅広い分野への「分散投資」が科学の健全な発展の鍵