

ヴァーチャル天文台 (VO) とは

Masatoshi Ohishi / NAOJ & Sokendai

大石雅寿 / 国立天文台 & 総合研究大学院大学

masatoshi.ohishi@nao.ac.jp



Supported by

- JSPS
“Core to Core Program” (2004~2009)



- MEXT Grant-in-Aid
“Information Explosion” (2001~2011)



- National Institute for Informatics
“CSI Program” (2007~)



- NAOJ

現代天文学の要請

- 宇宙開闢後の物理
- 銀河形成の謎
- 大規模構造形成の謎
- 宇宙の平均密度の決定
etc.

→ 均質なサーベイデータを用いた統計的処理
が必須

VO -- 観測的研究の流れを加速する 研究インフラストラクチャ

- 課題設定・計画立案
- 望遠鏡による観測
- データ処理
 - 校正, 選択, 結合, , ,
- データ解析
 - 物理量の導出
 - 考える
 - 現象の理解
- 論文出版

データ



情報



知見



理解



(学問の)進歩

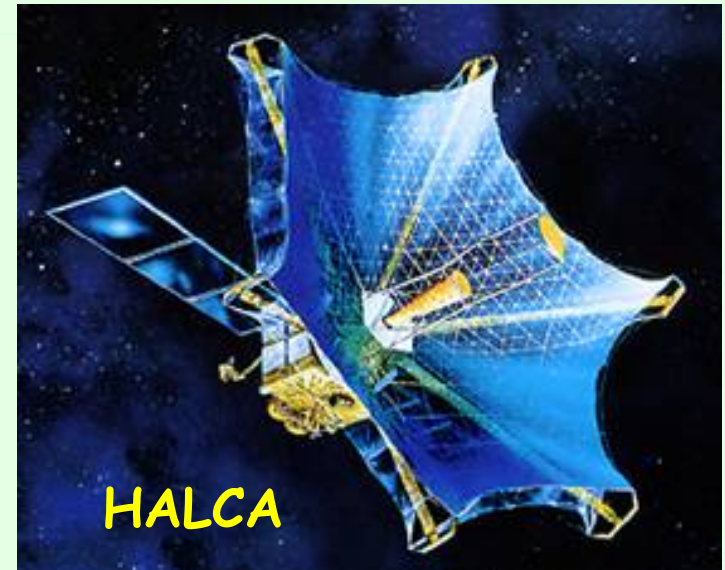
Data Resources in NAOJ

- **Subaru** 8.2m Optical-Infrared Telescope
- **Kiso** 105cm Schmidt Camera
- **Okayama** 188cm Optical Telescope
- **Nobeyama 45m** Radio Telescope
- **Nobeyama Millimeter Array**
- **Nobeyama Radioheliograph**
- **VERA**
- **ALMA**



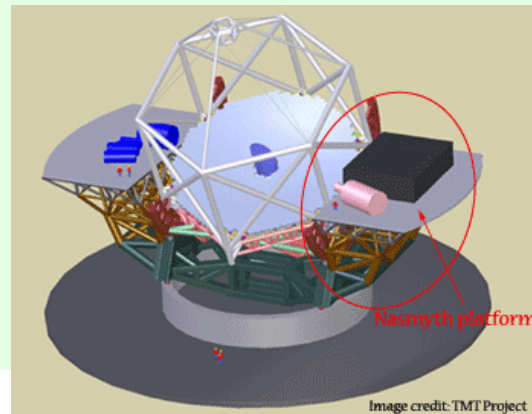
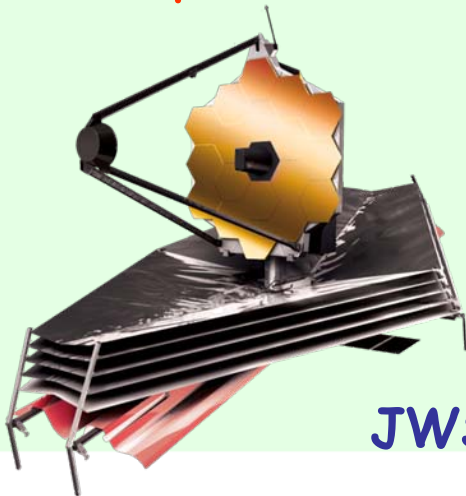
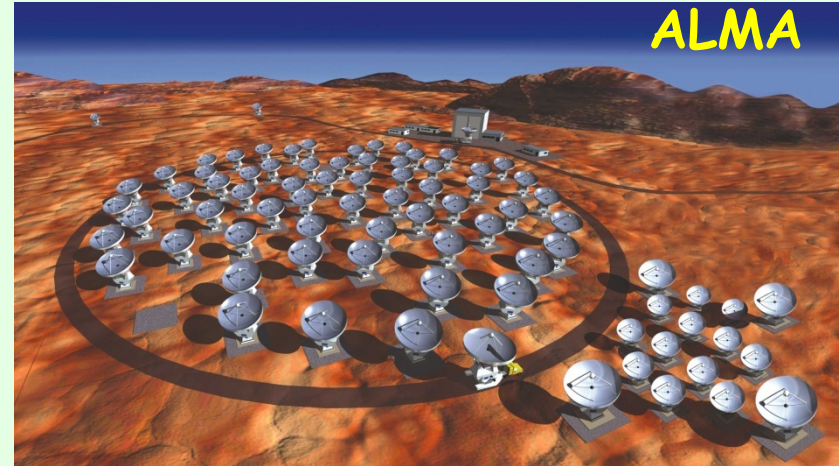
Data Resources in JAXA/ISAS

- **ASCA** X-ray astronomy satellite
- **YOHKO** solar physics satellite
- **Ginga** X-ray astronomy satellite
- **HALCA** VLBI satellite
- **Geotail** geomagnetosphere satellite
- **Akebono** aurora observation satellite
- **AKARI** Infrared satellite
- **SUZAKU** X-ray satellite
- **HINODE**



Planned Data Resources

- ALMA
- JWST
- LSST
- LOFAR
- SKA
- Thirty Metre Telescope
- Giant Magellan Telescope
- European Extremely Large Telescope



Data Productivity

- Nobeyama Radio : ~1TB/yr
- Subaru@Hawaii : ~20TB/yr
- AKARI (IR satellite by JAXA)
: several 100 GB in total
- ALMA(under construction) : ~PB/yr
- LSST (US, planned) : ~30 PB/yr
(~ 100 TB/night)

Utilization of excellent multi- λ (survey) data
Digitized & Archived → **Databases**

超大量データ時代の天文学

- 観測データ, シミュレーションデータのオンラインデータベースへのアクセス
 - 多波長天文学, 観測と理論の比較
 - 本当の意味での統計的データ処理
 - 大量データからの新知見の発見
- オンラインデータ解析, データマイニング, etc.

世界の天文データベース

- NASA National Space Science Data Center – COBE, IUEデータの公開
- NASA Goddard Space Flight Center – 高エネルギー天文衛星データの公開
- Infrared Processing and Analysis Center – IRASデータの公開
- Space Telescope Science Institute – HSTデータの公開

世界の天文データベース(つづき)

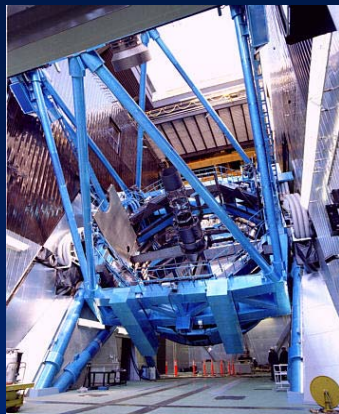
- 文献データベース — ADS
- CDS (Centre de Données Astronomique de Strasbourg) — 天体カタログの頒布,
SIMBADの運営
1972年~

Virtual Observatory (VO)

デジタル化された天文データを観測し, そのデータを解析・処理することにより天文学的知見を生み出す抽象化された観測装置

いつでも, どこからでも, 天候などに左右されずに観測することができる研究インフラ

大量データの統計処理を容易に実行することによって, 天文研究の質的転換を目指す



観測

データ

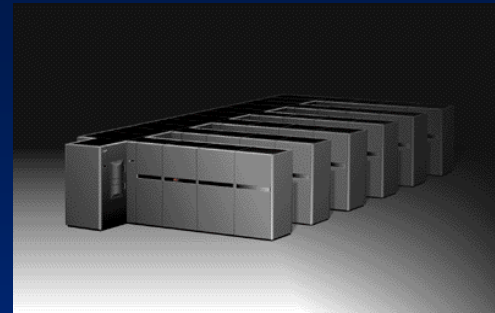


アイデア

解析



実望遠鏡での
観測



検索

データ



アイデア

解析



電網望遠鏡での
観測



研究発表

実望遠鏡での観測

観測手順を思い起こそう

- 1) 観測用ターミナルに, 天体の座標, 観測波長(周波数), 観測方法などを入力
- 2) 観測開始=データが取れるのを待つ
- 3) データ取得終了=計算機画面にデータが現れる
- 4) そのデータを計算機で解析する
- 5) 成果を論文として発表する

ヴァーチャル天文台での観測

観測手順を思い起こそう

- 1) **検索**用ターミナルに, 天体の座標, 観測波長(周波数), 観測方法などを入力
- 2) **検索**開始=データが取れるのを待つ
- 3) データ取得終了=計算機画面にデータが現れる
- 4) そのデータを計算機で解析する
- 5) 成果を論文として発表する

VIRTUAL

- 1 (表面または名目上はそうでないが)事実上の, 実質上の, 実際(上)の
- 2 【光】虚像の (\longleftrightarrow real)

[ラテン語]「力のある」の意

[研究社 新英和・和英中辞典より]

VOのアーキテクチャ

世界のVOプロジェクト

- NVO (USA), Euro-VO (EU), AstroGrid (UK), JVO (Japan)
 - India, Italy, (ESA,) Canada, France, Germany, Canada, Spain, China
 - Russia, Hungary, Brazil, Korea, Australia
- VOを連携する標準方式の策定グループ

→ International Virtual Observatory Alliance (IVOA)



IVOAにおける標準化

- 連携DBへの検索言語 (VOQL)
- OAI-PMHを用いたメタデータへのアクセス法
- 画像, スペクトル等の取り出し法:
SkyNode, SIAP, SSAP, STC, etc.
- DB内の属性名の統一化:
UCD (Unified Contents Descriptions)
- 出力形式: VOTable (XML)
FITSを包含
- 等



Virtual Observatory Architecture

Discover Compute Publish Collaborate

Portals, User Interfaces, Tools

VOPlot DIS SkyQuery Aladin Mirage Topcat conVOT OASIS

interfaces to data

Registry Services Data Services Compute Services

HTTP Services stateless, registered SOAP Services & self-describing Grid Services & persistent, authenticated

OAI ADS Semantics (UCD) Digital Library Other registries XML, DC, METS source detection image data mining visualization crossmatch Virtual Data Workflow (pipelines) Authentication & Authorization

Existing Data Centers My Space storage services Grid Middleware SRB, Globus, OGSA SOAP, GridFTP

Databases, Persistency, Replication

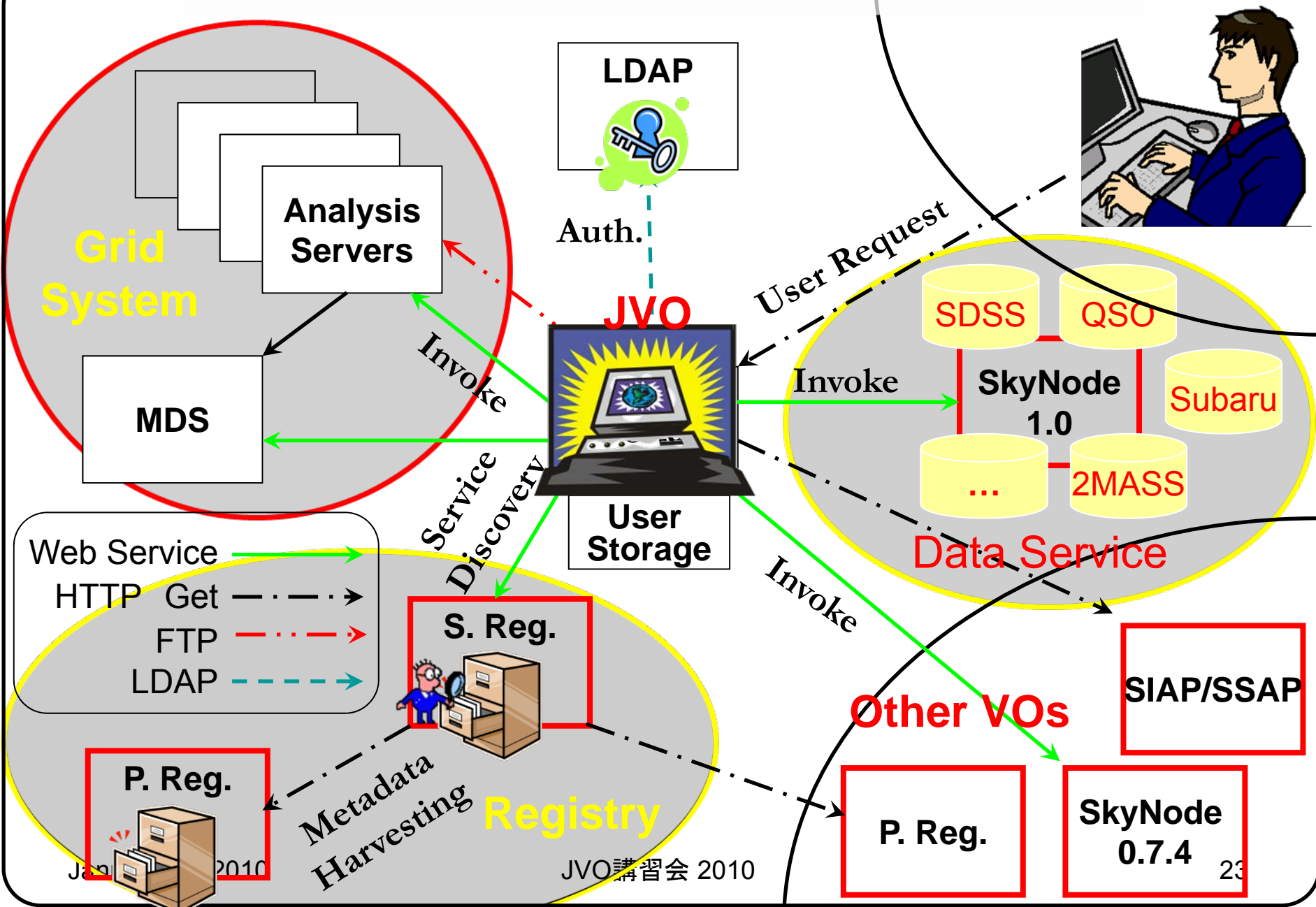
Disks, Tapes, CPUs, Fiber

Bulk Access

様々なVOへのアクセス方法

- ポータル
JVO, NVO
 - 各種ツールの呼び出しも可能
- 専用ワークベンチ
AstroGrid
- VOツール
(Image, Spectra, Catalog)
 - Aladin (I, C (S))
 - TOPCAT (C)
 - VOSpec (S)
 - SPLAT (S)
 - Specview (S)
 - VOPlot (VOTable)
 - VisIVO (theory)
 -

Overview of the JVO Portal Service



About Acknowledgement

News

Version 0.2 is open since
2007-07-01

Service Contents

Data Search

- ◆ Quick Search
- ◆ Search on a single VO Service
- ◆ Parallel search on multiple VO Services
- ◆ Xmatch Search
- ◆ JVOQL Search

Subaru

- ◆ Suprime-Cam

JVO Space

- ◆ Home

Service Search

- ◆ Keyword Search
- ◆ Category Search
- ◆ Advanced Search

Astronomical Tools

- ◆ Source Extractor
- ◆ HyperZ

Workflow

- ◆ Workflow Editor (Script)
- ◆ Workflow Editor
- ◆ Workflow Monitor

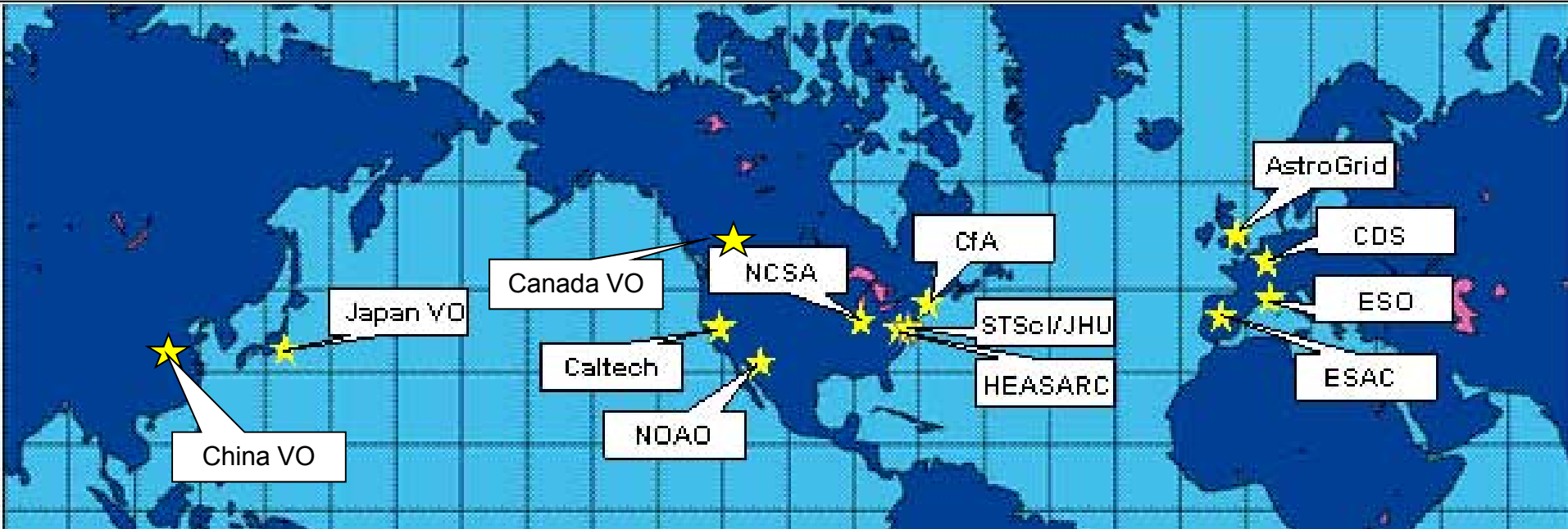
Admin

- ◆ Admin

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

Astronomical Virtual Observatories

~ DataGrid ~



More than 4000 resources, including Subaru SupCAM and HDS, are accessible

Images, spectra, and catalog data can be retrieved

Access to the SuprimeCAM Data

January 25, 2010
Masatoshi Ohishi (ohishi@jvo)

- On-Demand Mosaicing of images and calibrations
- Pre-processed mosaic images are also accessible
- More than a few Tera bytes of data

Mostly used/downloaded from the JVO portal

JVO JAPANESE VIRTUAL OBSERVATORY Top | Search | VO Services | Subaru | Analysis | Workflow | JVO Space ver.20080119 Masatoshi Ohishi (ohishi@jvo)
=> Location: Top Page > Subaru > SPCam

Suprime-Cam

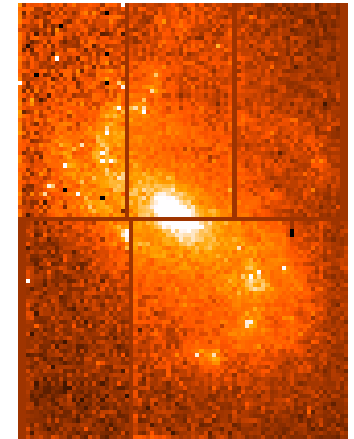
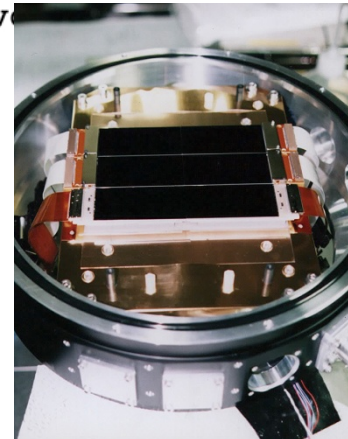
Object Name	Date	Reduction	Job Status	Command Queue
<input checked="" type="radio"/> mosaic.sh <input type="radio"/> cal-flat.sh				
RA <input type="text"/>	Dec <input type="text"/>	Size <input type="text"/>	or OBJECT <input type="text"/>	
FILTER <input type="text" value="W-J-B"/> <input type="button" value="v"/>				
MAX FRAMES <input type="text" value="100"/>	MAX humidity (%) <input type="text"/>	MAX seeing (arcsec) <input type="text"/>		
Date (yyyy-mm-dd) From <input type="text"/>	To <input type="text"/>			
<input type="checkbox"/> Skip Quality Check	<input type="checkbox"/> Only Data Retrieval	<input type="checkbox"/> Skip Mosaic		
Excluded exposures (exposure id, comma separated) <input type="text"/>				
<input type="button" value="Register"/>				

action=requestJobStatus&jobType=mosaic&offset=0&limit=5&days=1&serviceName=all: OK



If you have any questions or requests on JVO, please contact us at:

help_desk@jvo



JVO講習会 2010

Link

Jan
ar
5,
01

JVO VO Table Viewer

ファイル(E) 編集(E) 表示(O)

← → ↻ × 🏠

JVO
JAPANESE VIRTUAL OBSERVATORY

⇒ Location: Top Page >

Save Filter Metadata

◆ Search Around Search

◇ service id:

◇ table:

◆ VizierR Search

◆ ADS Search Search

5

6

7

8

9

group ID check download

完了

http://vizier.nao.ac.jp - Vizier Detailed Page - Mozilla Firefox

ファイル(E) 編集(E) 表示(O) 履歴(S) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)

 **VizieR Detailed Page** 

[CDS](#) - [Simbad](#) - [VizieR](#) - [Aladin](#) - [Catalogues](#) - [Nomenclature](#) - [Biblio](#) - [Tutorial](#) - [Developer's corner](#)

Local Services (日本語): [ADAC homepage](#) - [Catalogue service](#) - [Catalog ftp](#) - [Nomenclature](#) - [SMOKA](#) - [Big output](#) -

Local Services (in English): [ADAC homepage](#) - [Catalogue service](#) - [Catalog ftp](#) - [Nomenclature](#) - [SMOKA](#) - [DSS etc. images](#) - [DSS wide field](#) - [Nobeyama R.O. data](#) - [NASA ADS mirror](#) - [Big output](#) -

If you have any questions on this mirror server, please send E-mail to data_center@dbc.nao.ac.jp.
このミラーサーバに関するご質問は data_center@dbc.nao.ac.jp へ

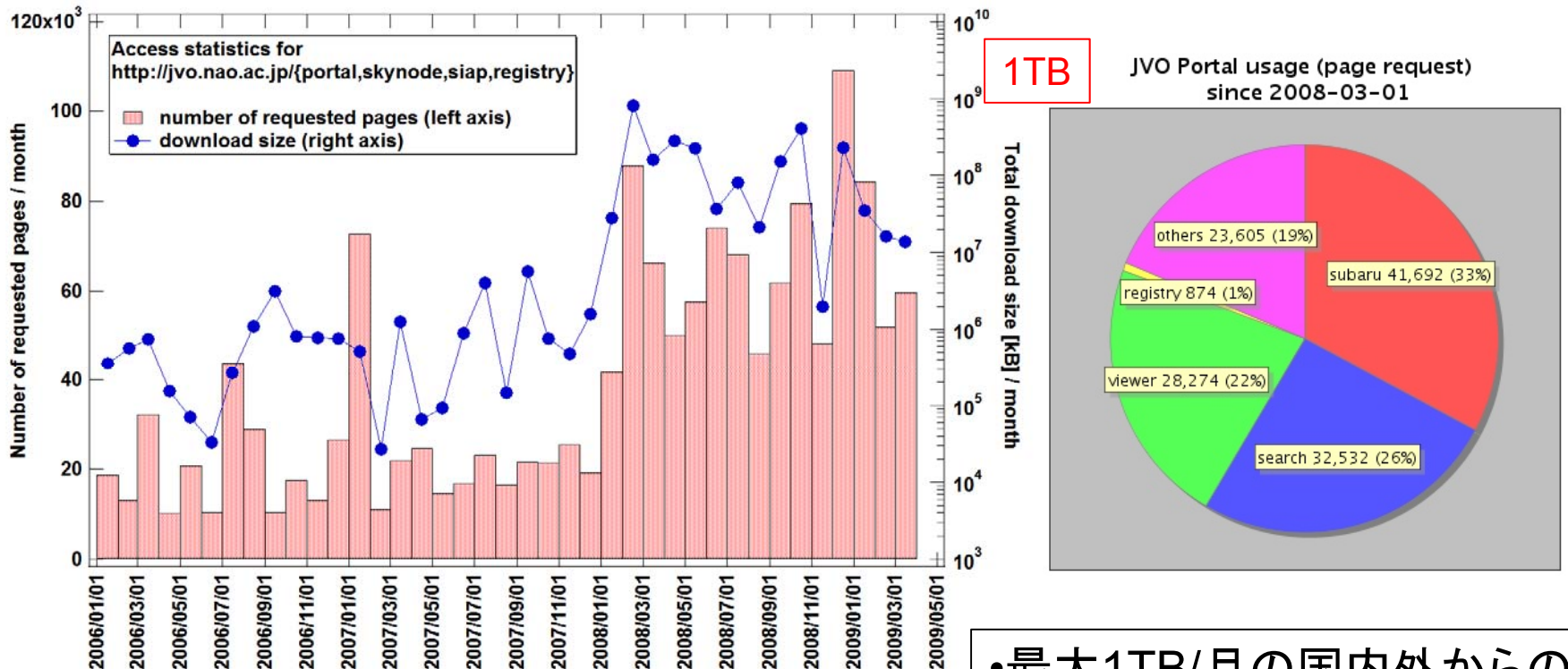
IV/246/out 2MASS All-Sky Catalog of Point Sources (Cutrit+ 2003) ([ReadMe](#)) -c=10.390861 41.331158, eq=J2000, rs=0.005

The Point Source catalogue of 470,992,970 sources. Please [acknowledge the usage of the 2MASS All-Sky Survey](#); see also the [2MASS Pages](#). (470992970 rows)

Column	Value	Explain
	Aladin Image	Start AladinJava for a view of the optical sky centered on this source
RAJ2000	010.390861 deg	(ra) Right ascension (J2000)
DEJ2000	+41.331158 deg	(dec) Declination (J2000) (dec)
errMaj	0.21 arcsec	(err_maj) Major axis of position error ellipse
errMin	0.18 arcsec	(err_min) Minor axis of position error ellipse
errPA	164 deg	[0,180] (err_ang) Position angle of error ellipse major axis (E of N)
2MASS	00413380+4119521	(designation) Source designation (Note 1)
Jmag	16.515 mag	(j_m) J selected default magnitude (Note 2)
Jcmsig	0.143 mag	(j_cmsig) J default magnitude uncertainty (Note 3)
e_Jmag	0.143 mag	(j_msigcom) J total magnitude uncertainty (Note 4)
Jsnr	8.4	(j_snr) J Signal-to-noise ratio
Hmag	15.856 mag	(h_m) H selected default magnitude (Note 2)
Hcmsig	0.155 mag	(h_cmsig) H default magnitude uncertainty (Note 3)

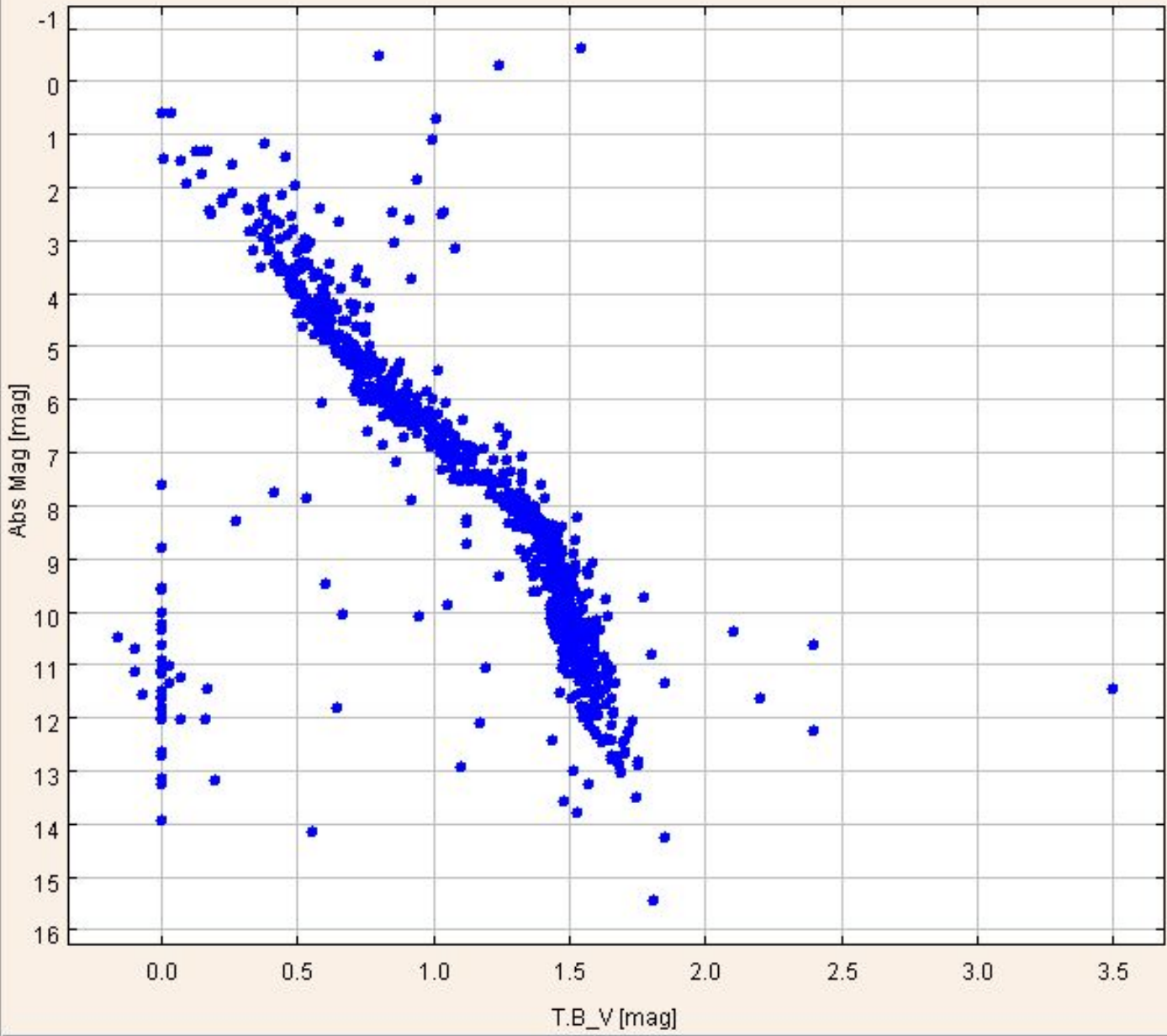
完了

JVOアクセス統計 (2009 March)



↑
JVO公式運用開始

- 最大1TB/月の国内外からのデータ要求
- SupCAMデータへのアクセスが多い



X: 3.61
Y: 14.1

Y: Log Rev
Abs Mag

X: Log Rev
T.B_V

Filter
None

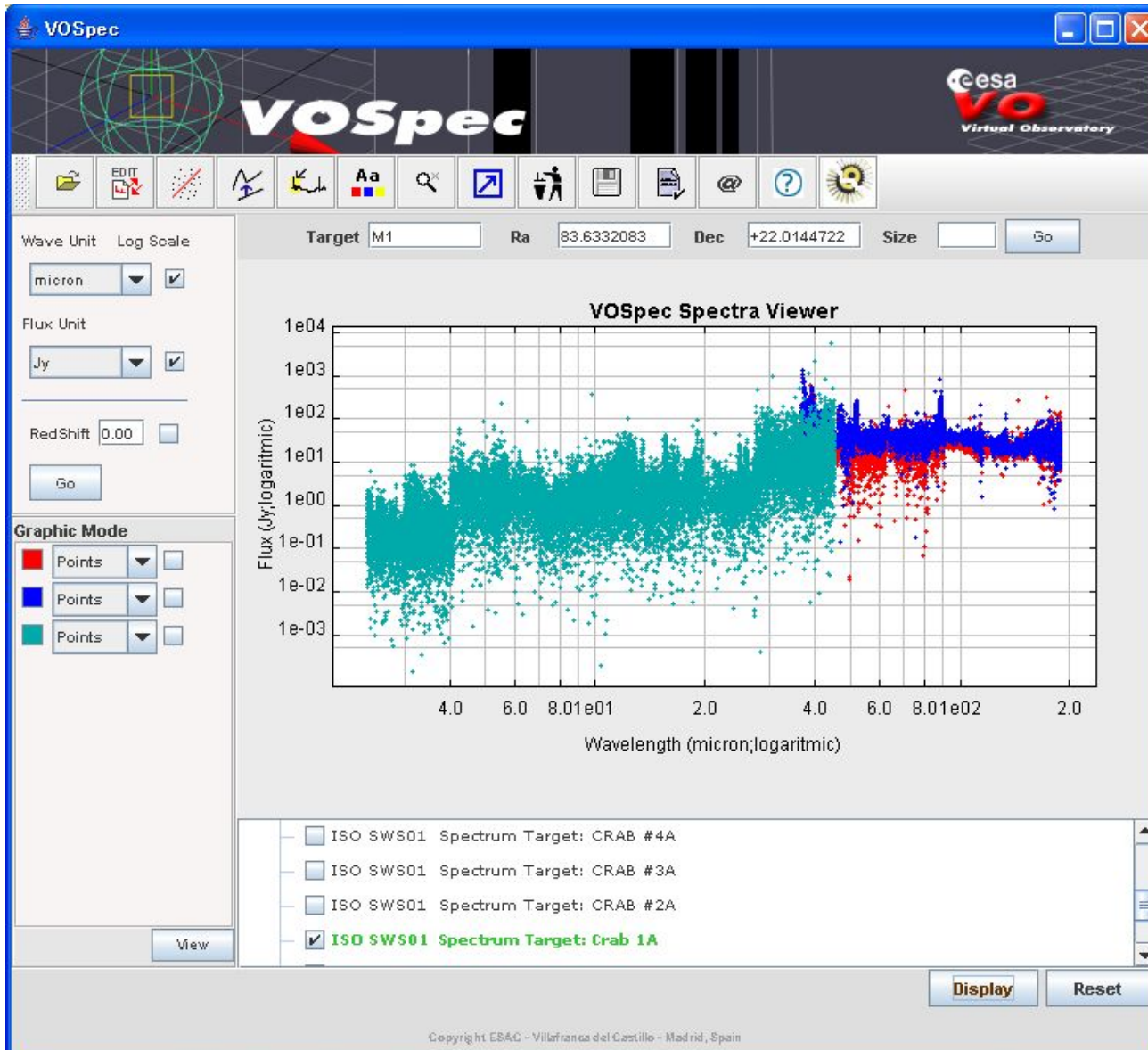
Overlay

Plot



Mode Select

VOSpec: SED generator



Access to
Spectral Line
Databases
via SLAP

VO-enabled Papers

[SAO/NASA Astrophysics Data System \(ADS\)](#)

Query Results from the Astronomy Database

Selected and retrieved 172 abstracts.

Bibcode
Authors

1 [2009MNRAS.tmp.1016M](#)
Mollá, M.; García-Vargas, M. L.;
Bressan, A.

2 [2009MNRAS.396..223D](#)
D'Abusco, R.; Longo, G.; Walton, N. A.

3 [2009AJ....137.5012C](#)
Caballero, J. A.; López-Santiago, J.;
de Castro, E.; Comide, M.

4 [2009GeoJI.177..463B](#)
Beggan, C. D.; Whaler, K. A.;
MacMillan, S.

~170 Refereed Papers that have
“Virtual Observatory” in its abstract

PopStar I: evolutionary synthesis model description

More than 1300 papers mentioning
“Virtual Observatory”

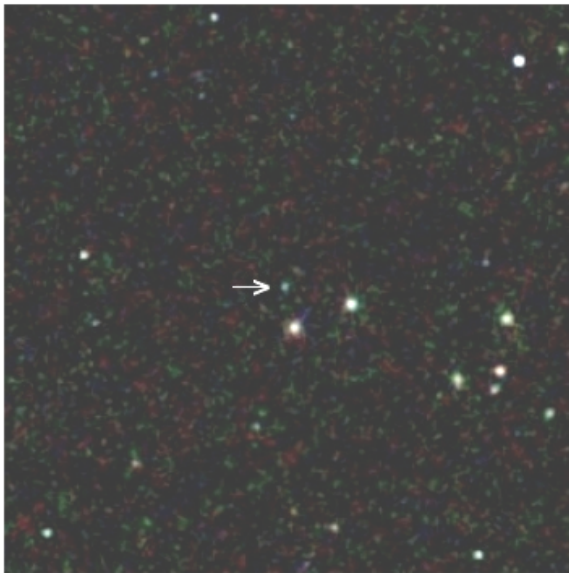
1.000 05/2009 [A](#) [E](#) [E](#) [R](#) [U](#)
Biased residuals of core flow models from satellite-derived ‘virtual observatories’

褐色矮星の発見: SDSS/2MASS

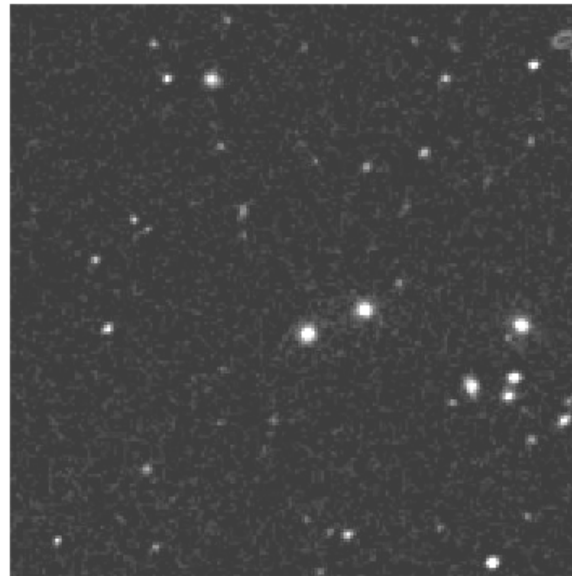
2MASSW J1217-03

A methane (T-type) dwarf in the constellation Virgo

The near-infrared view



The optical view



2MASS Composite JHK_s Atlas Image

Palomar Digitized Sky Survey



A.J.Burgasser (Caltech), J.D.Kirkpatrick (IPAC/Caltech), M.E.Brown (Caltech),
I.N.Reid (U.Penn), J.E.Gizis (U.Mass), C.C.Dahn & D.G.Monet (USNO, Flagstaff),
C.A.Beichman (JPL), J.Liebert (Arizona), R.M.Cutri (IPAC/Caltech), M.F.Skrutskie (U.Mass)

The 2MASS Project is a collaboration between the University of Massachusetts and IPAC

discoveries like
this much easier if
databases jointly
queryable



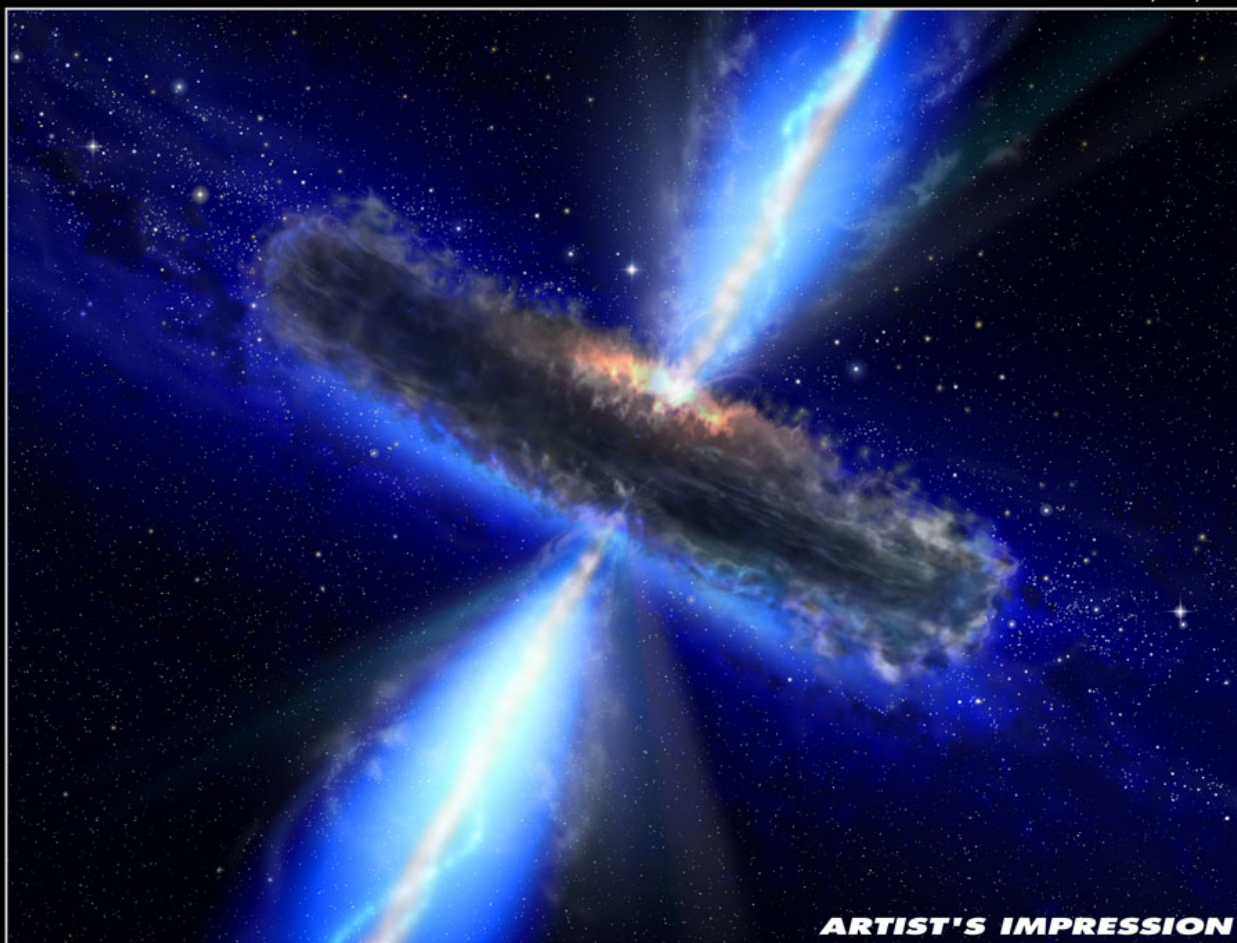
II型クェーサーの発見

NEWS RELEASE

Virtual observatory discovers missing black holes



HEIC 0409



HUBBLE SPACE TELESCOPE

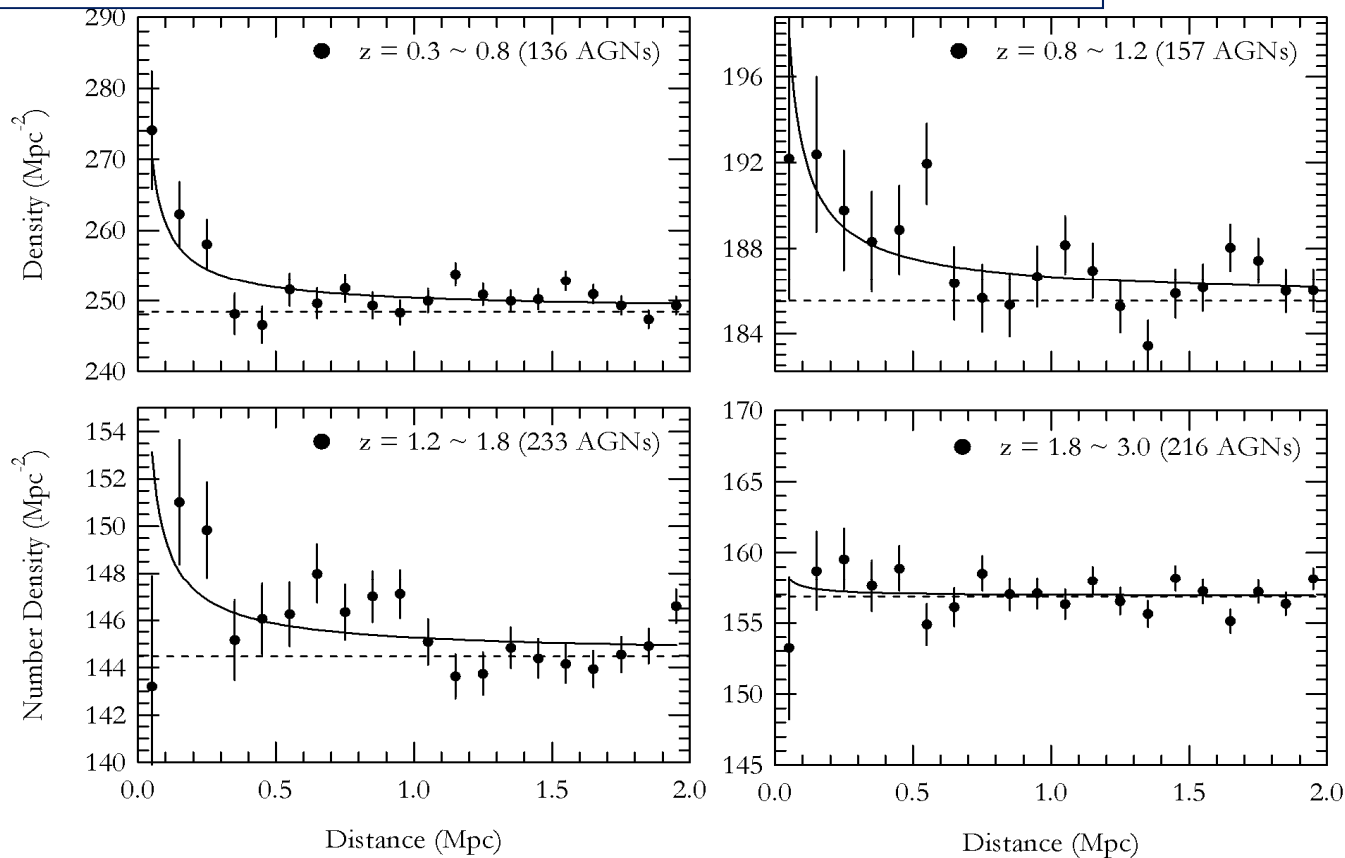
ESA/NASA, the AVO project and Paolo Padovani



科学的成果:

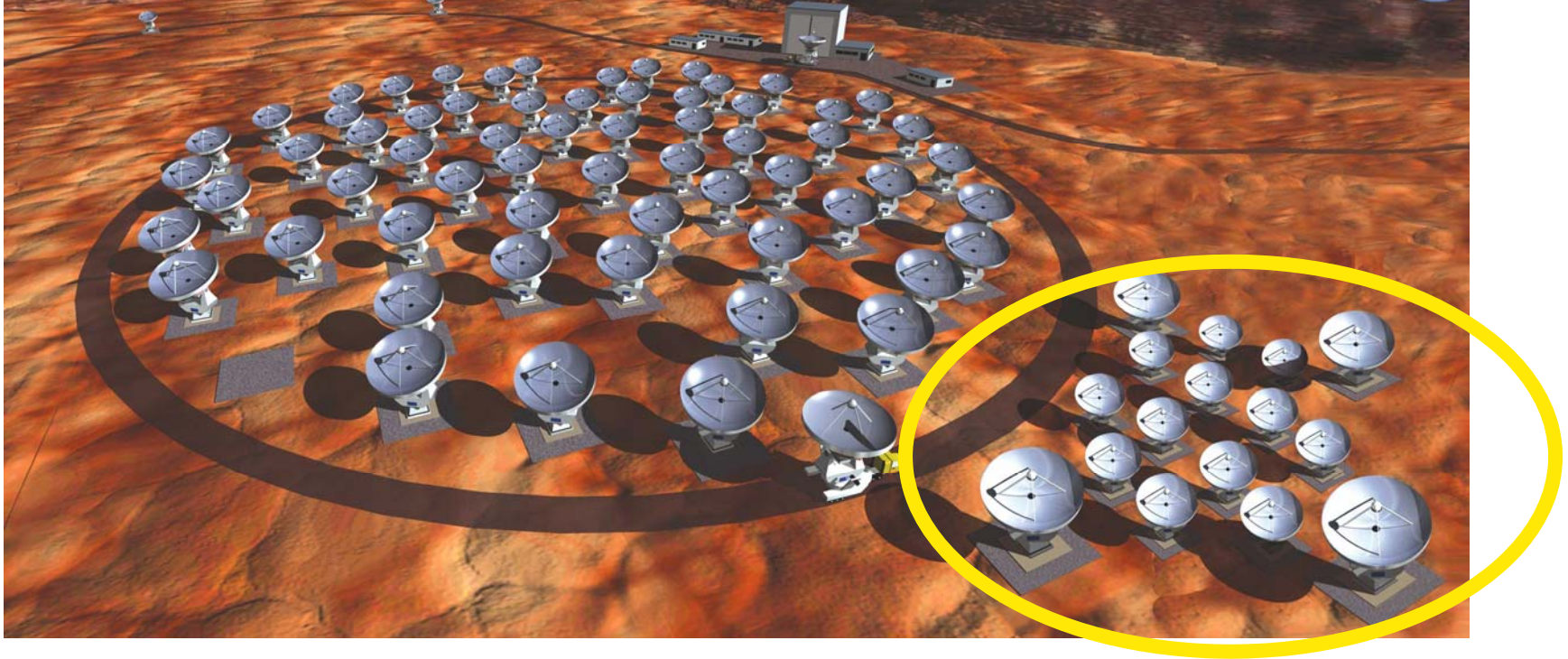
活動銀河核(AGN)の成長と周囲銀河密度の関連 ~1000 AGNs -- SupCAM+UKIDSS

データ収集が数ヶ月→1日: 研究効率を大幅に加速



Clustering at > 99% confidence level

ALMA (Atacama Large Millimeter Array)
production rate ~ a few PBytes per year



The ACA System

- Twelve (12) 7-meter diameter antennas (18 stations)
- Four (4) 12-meter diameter antennas (4 stations)
- ACA Correlator in AOS building

Access Protocol for Data Cubes

SIAP
2-D image data

SSAP
spectra and
time-domain data

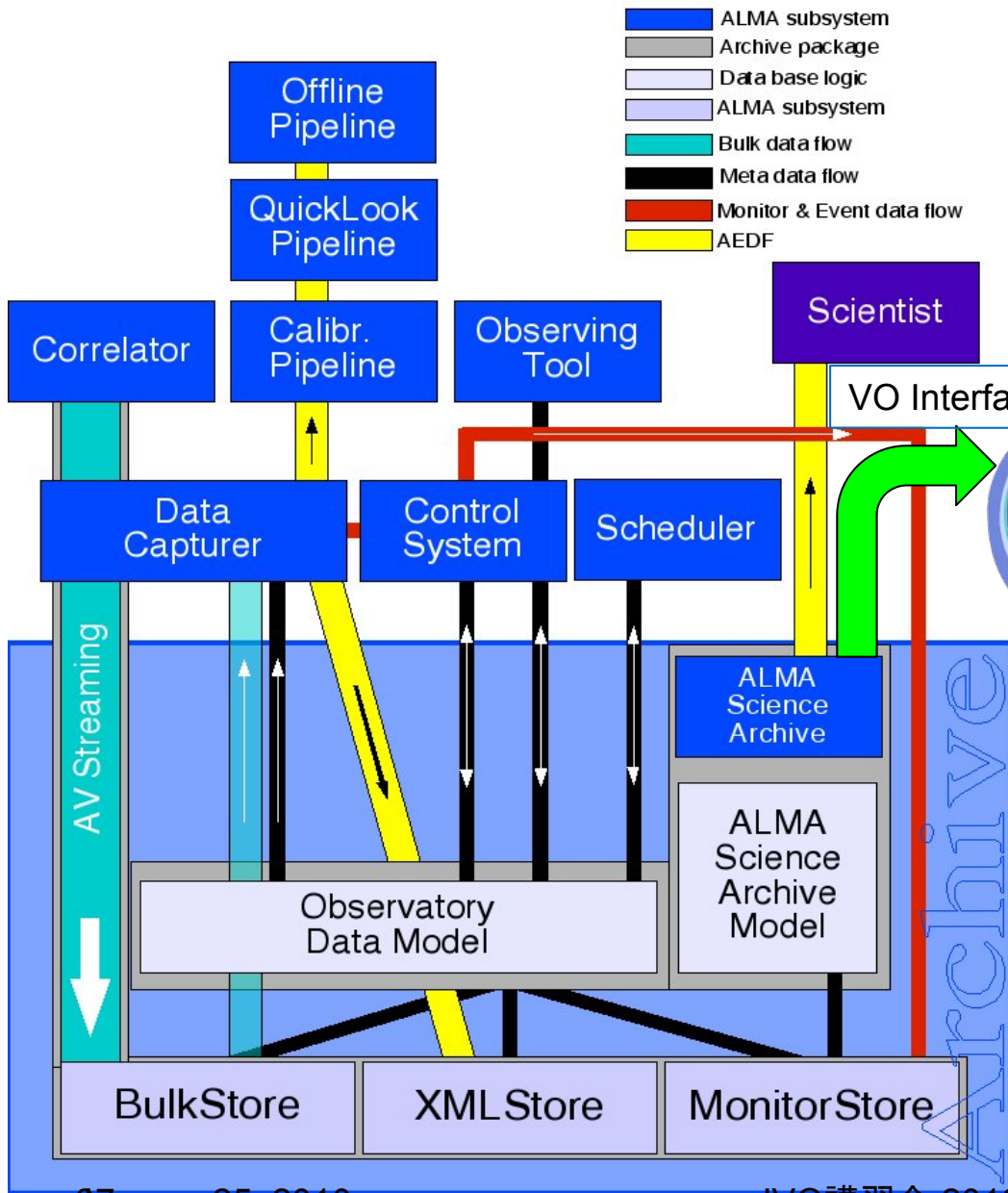
Before the end of 2010

SIAP2
Data Cube
(3D/4D)

2D image
x Frequency/wavelength
x Time (x Polarization)

Cutout
Image
Frequency
P-V diagram
photon list
etc.

ALMA Archive Architecture



Quality Controlled Data



多波長データの活用
ALMAによる科学的成果の
最大化

January 25, 2010

JVO講習会 2010

他分野への波及効果

- ICSU (国際科学会議)
Strategic Coord.
Comm. on Info. &
Data
- 地球物理, 農業, 環境,
天文等のデータを世界規模
で共有 (途上国に提供)
するためのフレーム
ワーク作り



