



バーチャル天文台 JVO

田中昌宏 (NAOJ)

内容



- Virtual Observatory とは
- Japanese Virtual Observatory (JVO) の紹介
- International Virtual Observatory Alliance (IVOA) の活動



天文観測データ

- データアーカイブの膨大化
 - 大規模カメラ等、検出器の高性能化
 - 大規模サーベイ
- 多様化する観測
 - 多波長
 - 電波 – 赤外 – 光 – 紫外 – X, γ 線
 - データの表現の違い
 - 撮像、分光、測光、時間変化、etc.

データアーカイブの効率的な活用



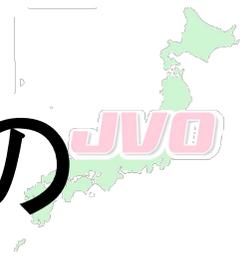
- 手作業のデータ処理では手間がかかりすぎ
- なんとかしよう

– 情報処理技術の活用

→「Virtual Observatory」(VO)

- 名前の由来
 - 実際の望遠鏡のように、「観測」すると天体のデータが得られる「天文台」となるもの

バーチャル天文台の目指すもの



- $V < 10$ 等のM型星のカatalogがほしい
- 大きさ3'以上の楕円銀河の画像がほしい
- $1 < z < 3$ のクェーサーのスペクトルがほしい

などと条件を指定するだけで、世界中のアーカイブの中から目的のデータを探し、取得することができる。

• しかし

実際には簡単ではない



計算機は「よきにはからう」ことができない

- データのありか？ URL
- 検索条件の指定の仕方？ 渡し方？
- データフォーマット？ FITS？ テキスト？ CSV？
- データの持つ意味？
 - 明るさ – 等級？ Jy？
 - 大きさ – degree？ arcmin？
 - 分類 – 銀河、星、...

→ 統一的な仕様が重要

バーチャル天文台の実現に向けて



- データ配布: 各天文台、観測機関がおこなう
- その仕様を統一しよう
- そのために、まずは
 - 標準仕様
 - その仕様に則ったシステムの確立が必要。→ VOの研究開発
- 標準仕様に則って、各天文台もデータを配布しましょう



大規模データの処理

- データが自分の計算機に入りきらなかったら？
 - 統計・解析処理したデータだけほしい
 - 画像から天体を測光したカタログだけほしい
 - 手元の天体リストとの位置がマッチする天体だけ抽出したい



- 解析処理は高性能サーバで
- 計算機連携技術の活用

Virtual Observatory スタート



- 2000年ごろから米欧で開始
- 2001年JVO計画スタート
- 2002年IVOA (International VO Alliance)発足、同年JVO参加
- 現在 IVOAに16プロジェクト加盟



JVO (Japanese Virtual Observatory) の紹介



開発体制

Project Scientists

NAOJ



- 水本
- 大石
- 白崎
- 川野元
- 本田
- 田中

ICRR



- 安田

Ochanomizu U.

- 増永



お茶の水女子大学
Ochanomizu University

System Engineers

Fujitsu Ltd.



- 石原
- 堤

SEC Ltd.



- 中本
- 小林
- 坂本

Supporter

NII

- 三浦



利用技術

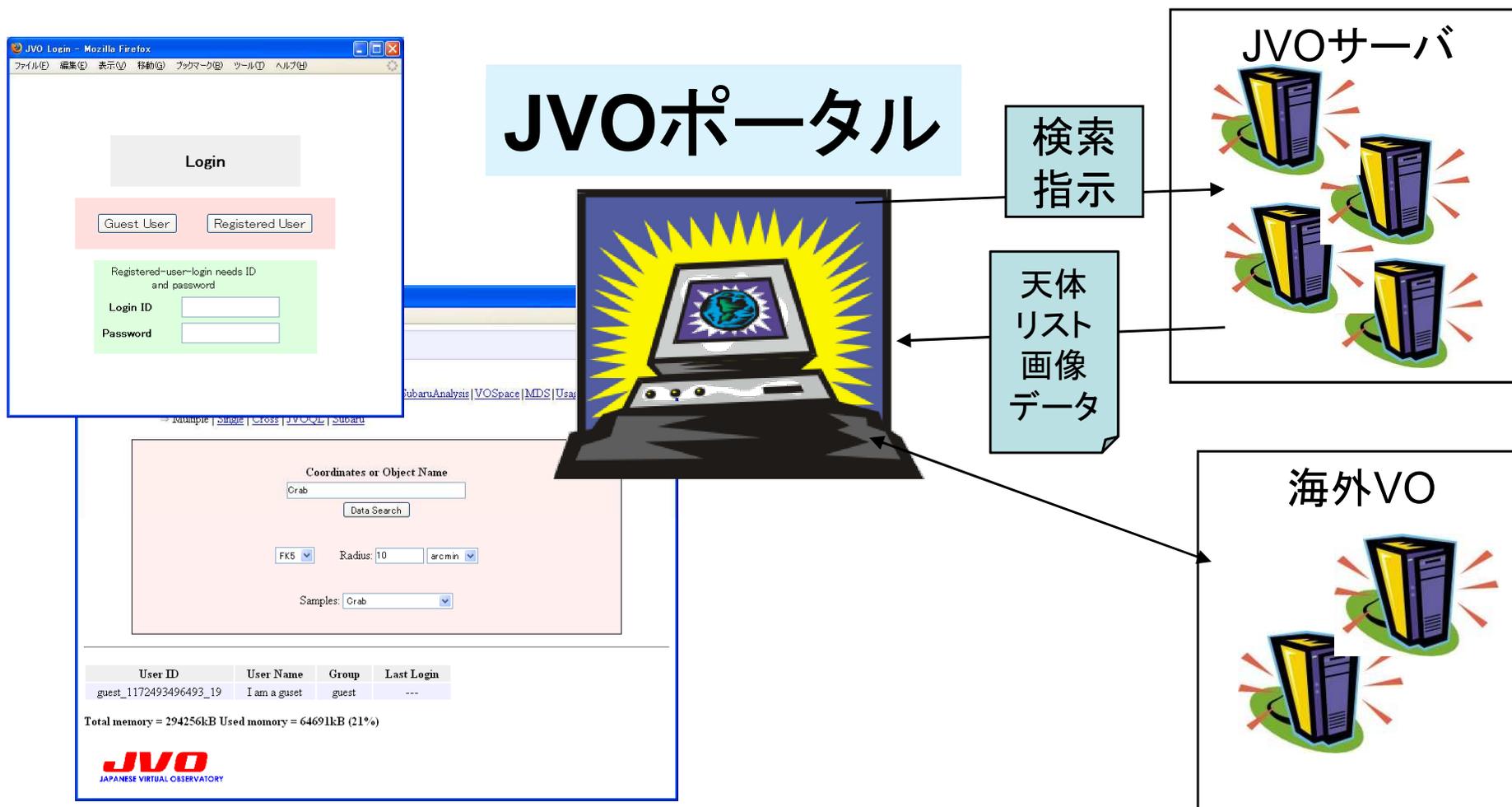


- XML (eXtensible Markup Language)
 - 計算機で扱いやすく、かつ、人も読めるデータ形式
 - マシン、OS、言語を問わない→計算機連携に適する
- SOAP
 - リモートマシンで処理を実行するための通信規約(プロトコル)
 - 命令・結果のデータはXML形式
 - 通信には主にHTTPを利用
- リレーショナルデータベース
 - テーブル形式のデータを検索する技術として成熟
 - 検索言語SQL
- その他 Java, Servlet, JSP, Struts, Ajax, XMLDB, ...

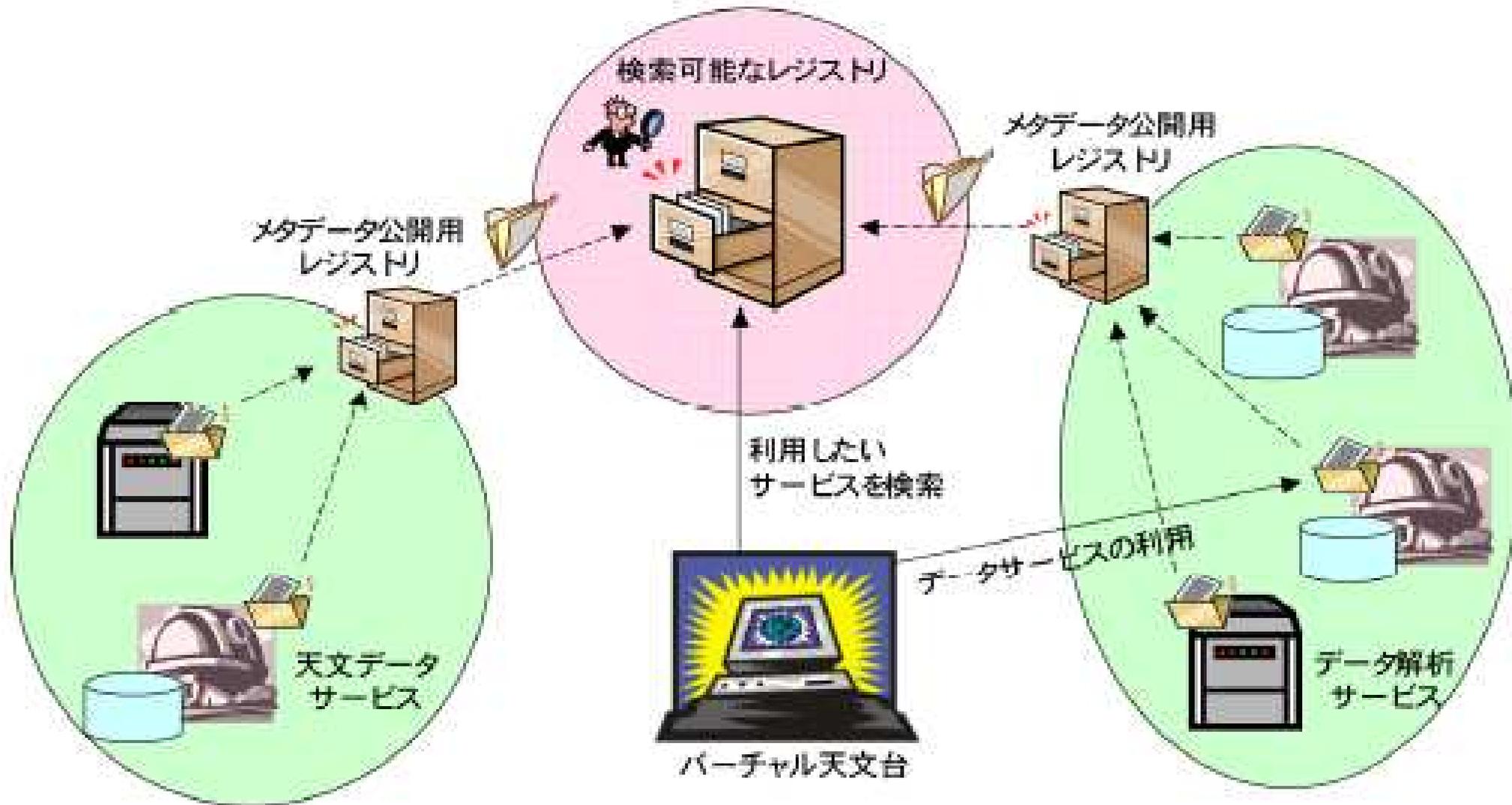
JVOポータル: VOへの入り口



<http://jvo.nao.ac.jp/portal> にて試験運用中



レジストリによるサービスの発見



レジストリ検索



JVO SkyNode - Mozilla Firefox

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 移動(G) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)

JVO Searchable Registry (Keyword Search)

[Status](#) | [Registry](#) | [Search](#) | [Workflow](#) | [Result](#) | [QSO](#) | [DataViewer](#) | [Tools](#) | [SubaruAnalysis](#) | [VOSpace](#) | [MDS](#) | [Usage](#) | [Logout](#)

⇒ [Keyword](#) | [Category](#) | [Advanced](#) | [Publishing](#)

AND

User ID	User Name	Group	Last Login
guest_1172503064530_23	I am a guset	guest	---

Total memory = 291897kB Used momory = 36140kB (12%)

ツール(T) ヘルプ(H)

[DataViewer](#) | [Tools](#) | [SubaruAnalysis](#) | [VOSpace](#) | [MDS](#) | [Usage](#) | [Logout](#)

go to the search page.

Title	Type	Access URL	Country			
	SkyNode	URL				
ton Science Archive Open	SkyNode	URL				
ton Science Archive Open	SkyNode	URL				
ton Archive Interoperability	SIAP/SSAP	URL				
Ray Observatory Data	SIAP/SSAP	URL				
5	<input type="checkbox"/>	More Info	XMM-Newton Archive Interoperability System	SIAP/SSAP	URL	
6	<input type="checkbox"/>	More Info	Canadian Network for Observational Cosmology Image	SIAP/SSAP	URL	
7	<input type="checkbox"/>	More Info	Canadian Network for Observational Cosmology Image	SIAP/SSAP	URL	
8	<input type="checkbox"/>	More Info	HST Archival Pure Parallels Project	SIAP/SSAP	URL	

Select Service[s] Select the checked service and go to the search page.



データ検索の例

JVO Simple Data Search

[Status](#) | [Registry](#) | [Search](#) | [Workflow](#) | [Result](#) | [Database](#) | [QSO](#) | [DataViewer](#) | [Link](#) | [MemoryMonitor](#) | [Logout](#)

⇒ Simple | [JVOQL](#)

Find Data Service

AND

Region Selection Criteria

Object Name

Coordinate

Frame

J2000

Size

unit

deg

Shape

box size

Selected Services

Chandra X-Ray Observatory Data Archive

<http://cxc.harvard.edu/cda>

table name	Data Selection	Query Condition	Submit Query	description
------------	----------------	-----------------	--------------	-------------

N/A	<input type="button" value="Data"/>	<input type="button" value="Condition"/>	<input type="button" value="Search"/>	
-----	-------------------------------------	--	---------------------------------------	--

Workflow Status

Status | [Registry](#) | [Search](#) | [Workflow](#) | [Result](#) | [Database](#) | [QSO](#) | [DataViewer](#) | [Link](#) | [MemoryMonitor](#) | [Logout](#)

⇒ [All](#) | [Detail](#)

Workflow Name : work_20060123185359073

Activity Name	Host	Elapsed Time (s)	Flag	Status
1_executeQuery		0.0		waiting
		0.0		waiting
2_storeVOTable		0.0		waiting

Cancel

Results

User ID	User Name	Group	Last Login
ohishi	Masatoshi Ohishi	jvo	Mon Jan 23 18:28:14 JST 2006

Total memory = 91992kB Used memory = 37743kB (41%)



Workflow Status

Status | [Registry](#) | [Search](#) | [Workflow](#) | [Result](#) | [Database](#) | [QSO](#) | [DataViewer](#) | [Link](#) | [MemoryMonitor](#) | [Logout](#)

⇒ [All](#) | [Detail](#)

Workflow Name : work_20060123185359073

Activity Name	Host	Elapsed Time (s)	Flag	Status
1_1_executeQuery	cda.harvard.edu	2.265		success
		0.0		success
2_2_storeVOTable		0.041		success

Results

User ID	User Name	Group	Last Login
ohishi	Masatoshi Ohishi	jvo	Mon Jan 23 18:28:14 JST 2006

Total memory = 91992kB Used momory = 35776kB (38%)





Workflow Results

[Status](#) | [Registry](#) | [Search](#) | [Workflow](#) | [Result](#) | [Database](#) | [QSO](#) | [DataViewer](#) | [Link](#) | [MemoryMonitor](#) | [Logout](#)

⇒ [Workflows](#) | [Results](#)

Workflow Name : work_20060123185359073

File Name	File Type	Action
result_votable0	VOTable	<input type="button" value="Viewer"/> <input type="button" value="Download"/>

User ID	User Name	Group	Last Login
ohishi	Masatoshi Ohishi	jvo	Mon Jan 23 18:28:14 JST 2006



Total memory = 91992kB Used momory = 38219kB (41%)

VOTE

[Status](#) | [Registr](#)

Workflow D

File Name :

data viewer

#	che
0	
1	
2	<input type="checkbox"/>
3	<input type="checkbox"/>
4	



OS_EQ_DEC_

c

.014444444444.

.014444444444.

.014444444444.

.014444444444.

.014444444444.

解析処理の連携



- 解析サービス
 - SExtractor (画像から天体を測光)
 - HyperZ (Photometric Redshift)

をWebサービス化

- ワークフロー
 - 一連の検索・解析処理を記述、実行 →

Workflow

[Status](#) | [Registry](#) | [Search](#) | [Workflow](#) | [Result](#) | [Database](#) | [QSO](#) | [DataViewer](#) | [Link](#) | [Mer](#)

Upload your workflow

Edit workflow

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<Workflow xmlns="http://jvo.nao.ac.jp/workflow/v0.4" xmlns:xs
  <!-- *****
  <!-- Search for Brown Dwarf candidates -->
  <!-- 01. Simplest Case -->
  <!-- *****
  <name>SequentialQuery</name>
  <author>M.Tanaka</author>
  <identifier>ivo://jvo.nao.ac.jp/workflow/Y.Shirasaki/Sequen
  <create_date>2006/01/22 00:20:00</create_date>
  <update_date>2006/01/22 00:20:00</update_date>
  <description>Query to Mutple Data Services</description>
  <status>wating</status>

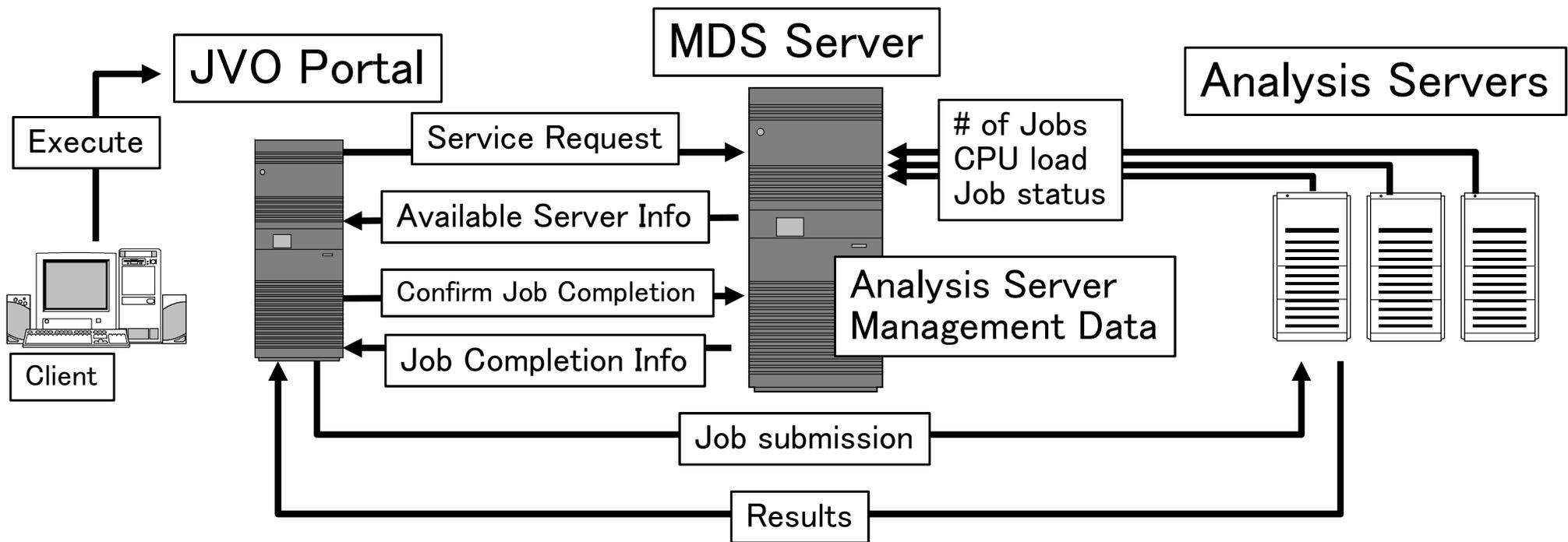
  <variables>

    <variable name="query1" type="String">
      <value>SELECT * FROM ivo://cxc.harvard.edu:cda WHERE r
    </variable>

    <variable name="query2" type="String">
      <value>SELECT ra, dec, dered_z FROM ivo://jvo/sdss:
```

分散並列処理システム

- Monitor and Discovery Service (MDS)
- すばるSuprimeCamの画像処理に利用



Parallel Executions on Multiple Servers are available

イベント



- 第1回 VOサマースクール 2006年8月
– 参加11名



IVOA



IVOA活動



- Interoperability meeting
 - VO標準仕様について議論
 - 年2回開催
 - 2003 Cambridge, Strasbourg
 - 2004 Boston, Pune
 - 2005 京都, Madrid
 - 2006 Victoria, Moscow
 - 2007 北京
 - 毎回50-100人レベルの参加者
- 随時メーリングリスト、テレコンで議論

IVOAワーキンググループ



- Applications
- Data Access Layer
- Data Modeling
- Grid & Web Services
- Resource Metadata/Registry
- Unified Content Descriptors
- VO Event
- VO Query Language
- VOTable

Resource Metadata



- メタデータ=データについての情報
- Resource Metadata : VOにおけるメタデータ標準仕様
 - 内容: 作成者、観測装置、天域、波長域、
データの種類、サービスのアクセス先、...
 - フォーマット: XML
- メタデータ配布プロトコル: OAI-PMH
 - 図書情報の交換用に開発
- メタデータ検索サーバ: Registry



VOTable

- カタログデータのVO標準フォーマット
- 計算機で扱いやすいXML

VOTableの例

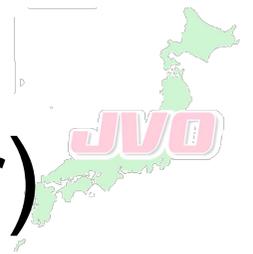
```
<?xml version="1.0"?>
<!DOCTYPE VOTABLE SYSTEM "http://us-vo.org/xml/VOTable.dtd">
<VOTABLE version="1.0">
  <DEFINITIONS>
    <COOSYS ID="myJ2000" equinox="2000." epoch="2000." system="eq_FK5"/>
  </DEFINITIONS>
  <RESOURCE>
    <TABLE name="Stars">
      <DESCRIPTION>Some bright stars</DESCRIPTION>
      <FIELD ID="ra_i" name="ra_i" ucd="POS_EQ_RA_MAIN" unit="deg" datatype="double">
        <DESCRIPTION>Right Ascension (degrees FK5)</DESCRIPTION>
      </FIELD>
      <FIELD ID="dec_i" name="dec_i" ucd="POS_EQ_DEC_MAIN" unit="deg" datatype="double">
        <DESCRIPTION>Declination (degrees FK5)</DESCRIPTION>
      </FIELD>
      <FIELD ID="mag_aper_i" name="i' mag" ucd="PHOT_SDSS_I" unit="mag" datatype="float">
        <DESCRIPTION>Fixed aperture magnitude vector</DESCRIPTION>
      </FIELD>
      <DATA>
        <TABLEDATA>
          <TR><TD>201.0020154</TD><TD>27.3279589</TD><TD>19.5707</TD></TR>
          <TR><TD>201.0298728</TD><TD>27.3525103</TD><TD>19.0456</TD></TR>
        </TABLEDATA>
      </DATA>
    </TABLE>
  </RESOURCE>
</VOTABLE>
```

FIELDタグで
カラム属性を指定

TABLEDATAタグで
テーブル形式のデータを格納



UCD (Unified Content Descriptor)



- 計算機が自動的に「データの意味」を判別するための、統一された語彙
- 語彙442語
- 例(UCD1+):
 - pos.eq.ra : 座標の赤経
 - phot.mag;em.opt.V : Vバンド等級
- UCD1とUCD1+で仕様が異なる

ADQL (Astronomical Data Query Language)



- JVO, JHU他が中心に策定
- SQLを基にして、天球の領域検索などを拡張
- 計算機間ではXML形式
- SQL形式での記述も可能
- ADQLで検索可能なサーバ: SkyNode

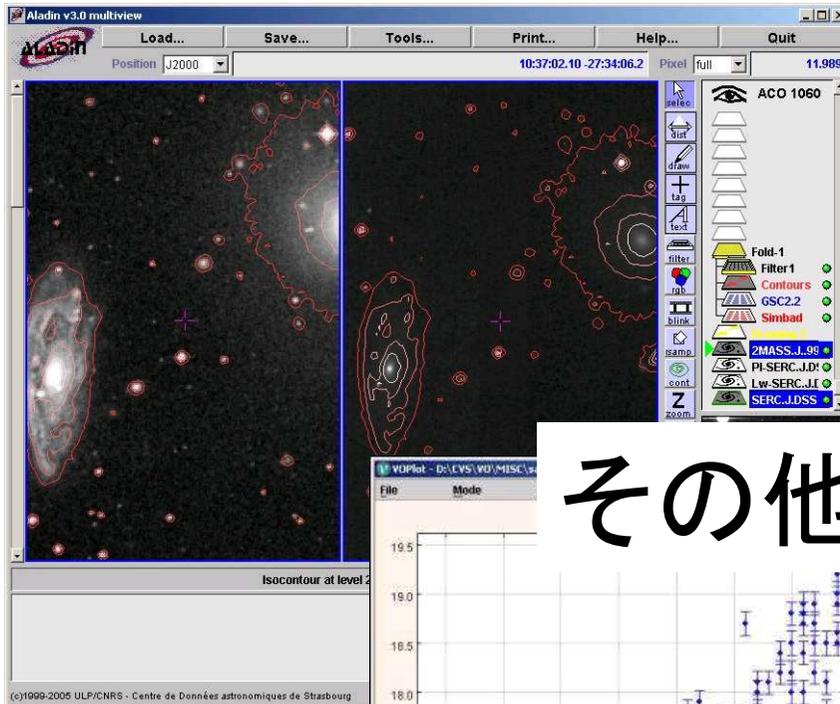
SIAP (Simple Image Access Protocol)

SSAP (Simple Spectrum Access Protocol)



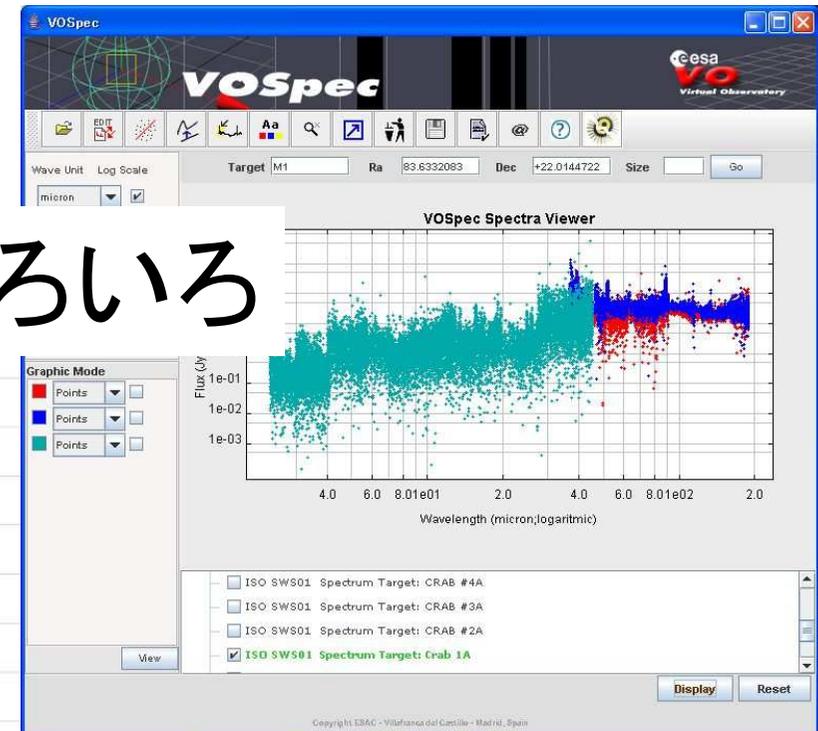
- 天体画像・スペクトルを検索・データ取得するプロトコル
- HTTP または SOAP でパラメータを渡す
 - 例:
`http://vo.org/Xray?POS=180.567,-30.45&SIZE=0.0125`
- 画像・スペクトルのリストとアクセス先がVOTable形式で返される

アプリケーション



Aladin

VOSpec



その他いろいろ

VOPlot



VOEvent



- 天体のイベントを表すVO標準仕様
- 突発天体の情報伝達などに利用

VOEventNet: Caltech - Mozilla Firefox

ファイル(E) 編集(E) 表示(V) 移動(G) ブックマーク(B) ツール(T) ヘルプ(H)

VOEventNet: Real-Time Astronomy with a Rapid-Response Telescope Grid

GCN VOEvent Information

- This page is generated automatically as incoming GCN events are received and was last updated at **Sunday, 25-Feb-2007 13:22:56 PST**
- A list of GCN notice types that are available in VOEvent format is [here](#).
- Information on subscribing to receive GCN and other VOEvents in **real time** is [here](#).
- A near real time feed is available here: [XML](#) [RSS](#)
- This table contains information about Gamma Ray Bursts obtained from GCN notices ([Table Help](#)).

GRB/Trigger				Observation					
Trig-SubNums	Date/Time	Instrument alert type	RA (deg)	Dec (deg)	Error	Inten	Comments	DataScope	
133-1 ✓	2007-02-25T21:22:52	MILAGRO_Source	334.30	35.200	0.54	66	Possible GRB	View data	
▼261880	2007-02-24T22:08:21	SWIFT_FOM_Observe	179.02	-13.33	n/a	n/a	Not a new GRB.	View data ✓	
129-1	261880-1	2007-02-24T22:08:21	SWIFT_FOM_Observe	9.39	59.399	0.54	16	Possible GRB	View data
128-1	261880-0	2007-02-24T20:52:18	SWIFT_UVOT_Darkburst	5.40	37.600	0.54	41	Possible GRB	View data
▶261664	261880-0	2007-02-24T20:52:18	SWIFT_UVOT_Darkburst_proc	3.45	43.133	0.05	n/a	Possible GRB	View data
127-1	261880-0	2007-02-24T20:51:03	SWIFT_UVOT_Findchart	9.59	58.399	0.54	62	Possible GRB	View data
125-1	261880-0	2007-02-24T20:45:40	SWIFT_UVOT_Darkburst	3.99	13.599	0.54	66	Possible GRB	View data
▶261299	261880-0	2007-02-24T20:45:40	SWIFT_UVOT_Darkburst_proc	7.76	68.805	n/a	n/a	Not a new GRB.	View data
▶261225	261880-0	2007-02-24T20:44:24	SWIFT_UVOT_Findchart	9.58	35.193	0.05	0	This is not a GRB.	View data
▶261132	261880-0	2007-02-24T20:41:42	SWIFT_UVOT_Darkburst	0.18	69.369	n/a	n/a	Not a new GRB.	View data
119-1	261880-0	2007-02-24T20:40:29	SWIFT_UVOT_Findchart	9.90	18.399	0.54	11	Possible GRB	View data
115-1	261880-0	2007-02-24T20:34:42	SWIFT_UVOT_Darkburst	1.19	65.400	0.54	8	Possible GRB	View data

まとめ



– IVOA

- 天文データに関する計算機連携の標準仕様について、議論・策定

– JVO

- IVOAに参加、標準仕様を策定
- ユーザへの窓口となるポータル の開発
- サービスを発見するレジストリ の開発
- IVOAの仕様に基づいて連携可能な 検索・解析システム の開発

• URL

- JVO: <http://jvo.nao.ac.jp>
- IVOA: <http://www.ivoa.net>