

バーチャル天文台標準規約の紹介と運用への取り組み、そしてサイエンスの実践

国立天文台 天文データセンター 白崎裕治

バーチャル天文台

最小限の構成要素

◎ データサービス

- 天文データベース＋標準インターフェイス

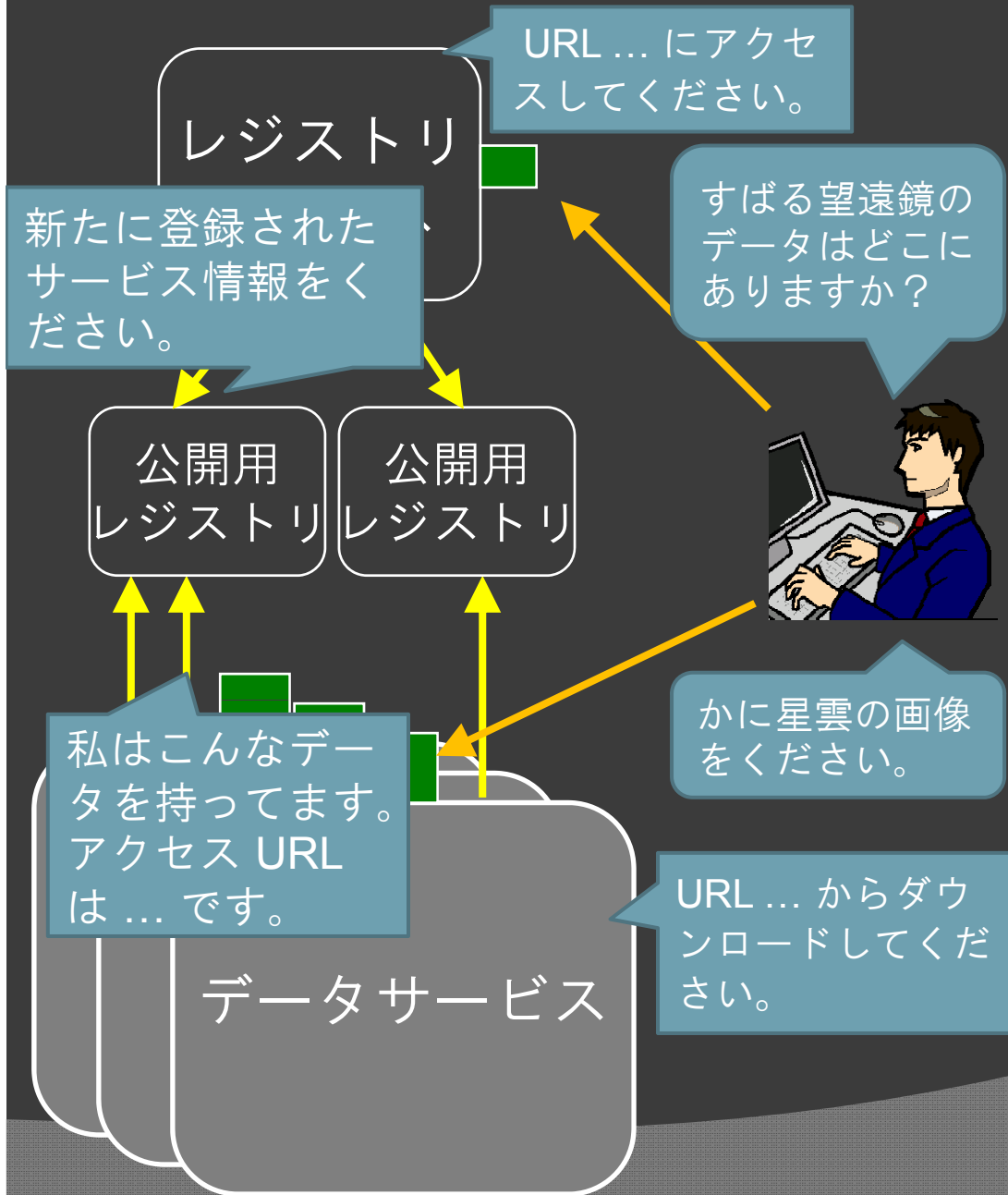
◎ データサービスのデータベース

- 標準化されたメタデータ＋自動収集システム

◎ 上記二つを利用してデータを自在に発見・取得可能にするアプリケーション

- クライアント型アプリ
- サーバ型アプリ
- 両者の中間型？

バーチャル天文台アーキテクチャ

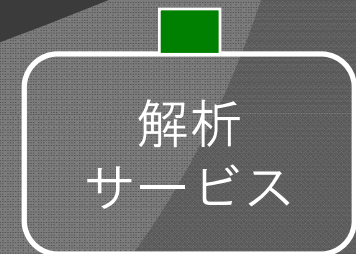
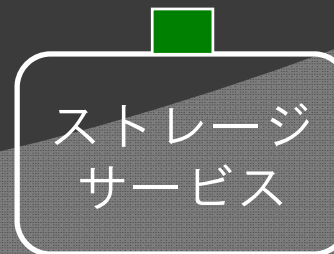


バーチャル天文台基本規約

1. メタデータ記述のフォーマット
2. データ記述のフォーマット
3. メタデータ公開のための IF
4. メタデータ検索 IF
5. データ検索 IF
6. 基本データモデル

データ利用をより向上させるための規約

1. ストレージ利用のための IF
2. 解析サービス実行 IF
3. ...



V0 インターフェイスの実例

リソースメタデータの内容

◎ リソース識別情報

- 識別 ID、タイトル ...

◎ 発行情報

- データ公開責任者、データ作成責任者
- データの発行日、バージョン名 ...

◎ データの内容に関する情報

- データの説明文、利用目的・対象者種別
- 観測にかかわる情報（装置名、波長域、観測領域等）

◎ データアクセスに関する情報

- アクセス URL
- インターフェ이스の仕様種別

◎ その他のリソース毎の固有情報

メタデータフォーマット例

```
<Resource updated="2006-01-04" xsi:type="SimpleImageAccess">
  <title>Sloan Digital Sky Survey DR4 - Images</title>
  <shortName xsi:type="xsd:string">SDSSDR4</shortName>
  <identifier xsi:type="xsd:anyURI">ivo://sdss.jhu/services/SIAPDR4-images</identifier>
  <curation>
    <publisher ivo-id="NOT PROVIDED">The Johns Hopkins Univer</publisher>
    <contributor>U. Chicago, Fermilab, IAS, JPG, JHU, LANL, MPA, MPA, NMSU, U.
Pittsburgh, Princ</contributor>
    <version>DR4</version>
  </curation>
  <content>
    <subject>Images</subject>
    <description>The Sloan Digital Sky Survey is ... </description>
    <referenceURL>http://www.sdss.jhu.edu/</referenceURL>
    <contentLevel>Research</contentLevel>
  </content>
  <interface xsi:type="ns9:ParamHTTP">
    <accessURL>
http://casjobs.sdss.org/vo/DR4SIAP/SIAP.asmx/getSiapInfo?&FORMAT=image/fits&BANDPASS=ugriz& </ns8:accessURL>
    </interface>
</Resource>
```


Publishing Registry: データベース公開のためのデータベース)

- ◎ **OAI-PMH** (Open Archives Initiative)
 - 図書情報の交換などでも利用されている。
 - http get による XML 文書の交換
- ◎ JVO の Publishing Registry に登録されている全メタデータを取得
 - http://jvo.nao.ac.jp/publishingRegistry1.0/oai.pl?verb=ListRecords&metadataPrefix=ivo_vor
 - from, until パラメータにより登録時刻による選択的取得も可能。
- ◎ 全世界 14 拠点でメタデータの配信

Searchable Registry : 検索用メタデータデータベース

- ◎ 検索インターフェイスは SOAP Web Service
 - キーワード検索
 - 詳細条件指定 : SQL の Where 節
 - リソース ID による検索
- ◎ ポータルサービス等がユーザに代わってサービスを見つける
- ◎ ユーザが自分で SOAP Client を書いて使ってももちろんよい。

データ検索

◎ http get / post によるパラメータ指定検索

- 主要な検索パラメータ名を定義
 - POS, SIZE, FORMAT, QUERY...
- <http://jvo.nao.ac.jp/siap/sxds.do?pos=34.2,-5.0&size=0.01>

◎ 検索結果は VOTable フォーマット

- 観測データ検索（画像、スペクトル）の場合観測データのメタデータとその URL
- カタログデータ（テーブル）検索の場合は条件を満たす部分テーブル

VOTable

VOTABLE

DESCRIPTION

COOSYS...

PARAM...

INFO...

RESOURCE...

DESCRIPTION

INFO...

COOSYS...

PARAM...

LINK...

TABLE...

RESOURCE...

TABLE

@ID, @name, @ref, @ucd, @utype, @nrows

DESCRIPTION

FIELD...

PARAM...

GROUP...

LINK...

DATA

FIELD

@ID, @unit, @datatype, @precision, @width,
@ref, @name, @ucd, @utype, @arraysize, @type

DESCRIPTION

VALUES

LINK

DATA

TABLEDATA | BINARY | FITS

VOTable の例

```
<?xml version="1.0"?>
<VOTABLE version="1.1"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:noNamespaceSchemaLocation="http://vizier.u-
strasbg.fr/xml/VOTable-1.1.xsd">
<DEFINITIONS>
<COOSYS ID="J2000" equinox="2000." epoch="2000."
system="eq_FK5"/>
</DEFINITIONS>
<RESOURCE name="myFavouriteGalaxies">
<TABLE name="results">
<DESCRIPTION>Velocities and Distance
estimations</DESCRIPTION>
<PARAM name="Telescope" datatype="float"
ucd="TEL_SIZE" unit="m"
value="3.6"/>
<FIELD name="RA" ID="col1" ucd="POS_EQ_RA_MAIN"
ref="J2000" datatype="float"
width="6" precision="2" unit="deg"/>
<FIELD name="Dec" ID="col2" "POS_EQ_DEC_MAIN"
ref="J2000" datatype="float"
width="6" precision="2" unit="deg"/>
<FIELD name="Name" ID="col3" ucd="ID_MAIN"
datatype="char" arraysize="8"/>
<FIELD name="RVel" ID="col4" ucd="VELOC_HC"
datatype="int"
width="5" unit="km/s"/>
```

```
<FIELD name="e_RVel" ID="col5" ucd="ERROR"
datatype="int"
width="3" unit="km/s"/>
<FIELD name="R" ID="col6" ucd="PHYS_DISTANCE_TRUE"
datatype="float"
width="4" precision="1" unit="Mpc">
<DESCRIPTION>Distance of Galaxy, assuming
H=75km/s/Mpc</DESCRIPTION>
</FIELD>
<DATA>
<TABLEDATA>
<TR>
<TD>010.68</TD><TD>+41.27</TD><TD>N 224</TD><TD>-
297</TD><TD>5</TD><TD>0.7</TD>
</TR>
<TR>
<TD>287.43</TD><TD>-63.85</TD><TD>N
6744</TD><TD>839</TD><TD>6</TD><TD>10.4</TD>
</TR>
<TR>
<TD>023.48</TD><TD>+30.66</TD><TD>N 598</TD><TD>-
182</TD><TD>3</TD><TD>0.7</TD>
</TR>
</TABLEDATA>
</DATA>
</TABLE>
</RESOURCE>
</VOTABLE>
```

運用への取り組み

データサービスの拠点をいかにして増やしていくか
VO でデータ公開したいという要望にどう答えているか

バーチャル天文台参加方法

- ◎ 保有するデータをバーチャル天文台で流通させてより多くの人達に使ってほしい
- ◎ **3種のアプローチを提案**
 - VO プロジェクトに一任
 - 検索サービスのみ VO プロジェクトに委託、データ本体はプロバイダーの計算機からダウンロード
 - VO プロジェクトが開発したツールキットを利用して検索サービスもデータ本体もプロバイダーの計算機上で動かす
- ◎ もちろん、ツールキットに相当するものを自分達で開発してもよいが、http サーバーを自分達で作ったりはしないのと同様非現実的

実例1: VOプロジェクトー任タイプ

- ◎ 南アフリカ望遠鏡データベース
- ◎ データベースを運用するための拠点が未整備。
- ◎ マゼラン雲の画像データを JVO システム上で公開
- ◎ データ保有者側はデータリダクションやカタログ作成など、非 VO 的作業をしてもらう。
- ◎ JVO 側で VO 標準インターフェイスによる検索サービスの立ち上げと、画像取得の http インターフェイスを実装
- ◎ データ量が 1TB 程度以下なら可能

実例2:VO検索サービスのみ VO プロジェクトに委任 その1

- ◎ 北大 金属欠乏星データベース
- ◎ VO 上にも公開し、より多くの人に使ってもらいたい。
- ◎ 自ホストのサービスも使ってほしい。
- ◎ 検索条件として使われそうなデータのみを JVO システム上に展開し、VO サービスを立ち上げ。
- ◎ 検索結果に北大データベースの参照 URL を含めることにより、北大のサービスへも利用者を誘導
- ◎ VO サービスを自ホストで立ち上げなくても、VO への参加が可能になり、自ホストへの呼び込みも期待される。

実例3：VO検索サービスのみ VO プロジェクトに委任 その2

- ◎ 埼玉大 ガンマ線バースト観測カメラ
- ◎ 撮りためた膨大なデータ (~15TB) を有効利用してもらうため VO で公開したい。
- ◎ データ本体は埼玉大でホストしてもらう。
- ◎ データ検索のためのメタデータリストを作ってもらい JVO システム上に展開。
- ◎ 検索サービスは JVO でホストする。
- ◎ 膨大なデータを VO で公開する場合に有効

実例4:VOプロジェクトが提供する Toolkit を利用して、自ホストでVO サービス展開

- ◎ 宇宙線研 SDSS データベース
- ◎ Toolkit を利用した VO サービス立ち上げ試験
- ◎ サービスの立ち上げ自体は宇宙線研の担当者をお願い。マニュアルにそって実施してもらった。
- ◎ 約半日の作業で VO サービスの起動に成功。
- ◎ ただし、インタラクションがいくつか必要だった。マニュアルを改訂して対応。
- ◎ データセンターなどの機関での利用を期待。

VO を使ったサイエンスケース

- ◎ 大量のデータを使った研究
 - レアなイベント（天体）を見つける
 - 多数のサンプルにもとづく宇宙の平均像を探る
- ◎ 自分の観測したデータを補足するためのデータを探す
 - X線観測の研究者が可視光データを参照する
- ◎ 本観測前の事前準備
 - 過去にとられたデータを見て観測プランを練る

JVO グループで計画・実行中のサイエンステーマ

- ◎ QSO環境から銀河形成シナリオを検証（白崎）
- ◎ 晩期型星の分類（田中）
- ◎ 大質量星生成コアの探査（大石）
- ◎ SED に基づく銀河種別の分類（水本）

QSO環境から銀河形成シナリオを検証

◎ 階層的銀河の形成モデル:

- 小銀河が合体を繰り返し大銀河へ成長
- 銀河中心への物質降着 → QSO の進化

◎ これまでの観測:

- $z < 1.0$
- せいぜい数十個の統計にもとづく議論

◎ 我々の目的:

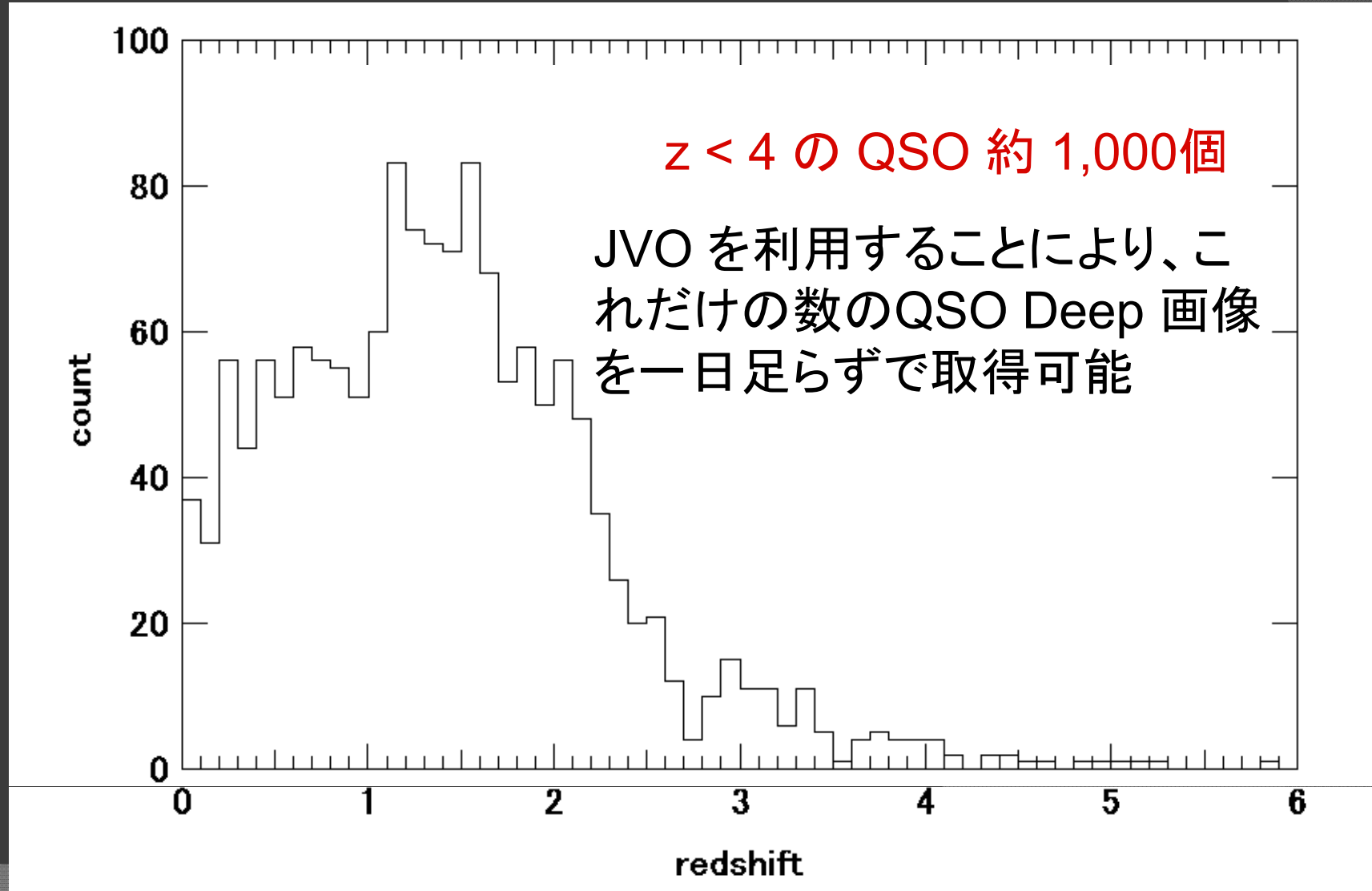
- より遠方 $z = 1.0 \sim 3.0$
- 高統計 ($N > 1000$)
- QSO と周辺銀河の分布を理論モデルと比較、検証

方法

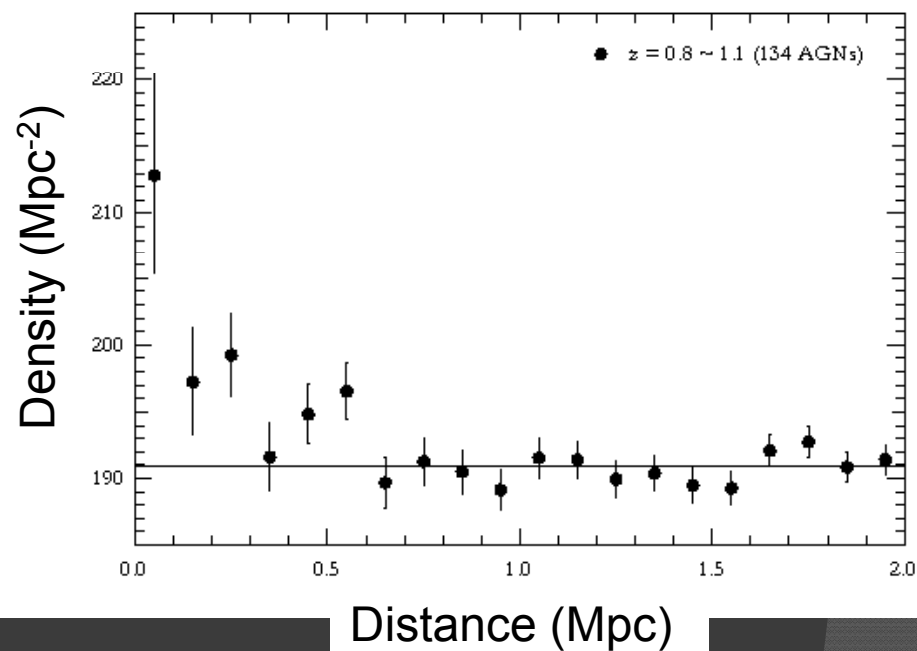
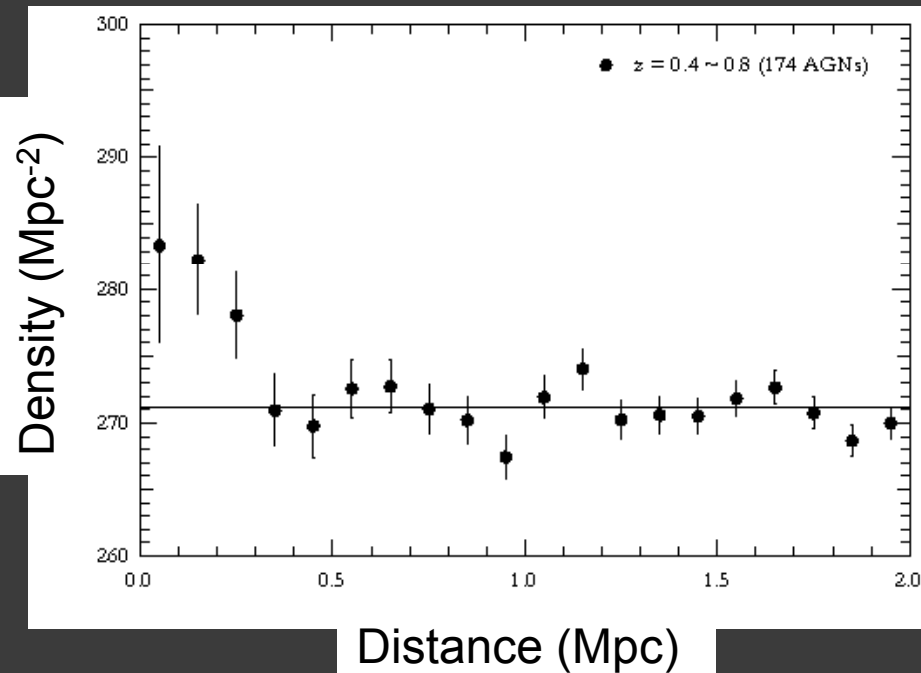
- ◎ 既知の QSO/AGN カタログ
 - ~100,000 個 (SDSS, 2dF 等)
- ◎ Subaru 8.2m 望遠鏡による深い撮像データ
 - 暗い銀河まで検出
 - JVO の並列計算システムにより全画像データを解析済み
- ◎ UKIDSS (近赤外) カタログも利用
 - $z > 1.2$ の銀河検出に有効
- ◎ QSO 周辺の、すばるの画像を検索する SQL を実行

```
SELECT qso.*, img.*
FROM   ivo://jvo/vizier/VII/235:qso_veron_2006 qso,
       ivo://jvo/subaru/spcam:spcam_mos_view AS img
WHERE  qso.z >= 1.0 AND qso.z < 1.2
       AND
       img.region = Circle((qso.raj2000, qso.dej2000), 0.01)
```
- ◎ すばる画像が見つかった QSO について UKIDSS データを検索
- ◎ すばる画像からカタログ作成、UKIDSS カタログとマージ
- ◎ QSO からの角距離ごとに銀河数をカウント

検索されたサンプルの赤方偏移分布

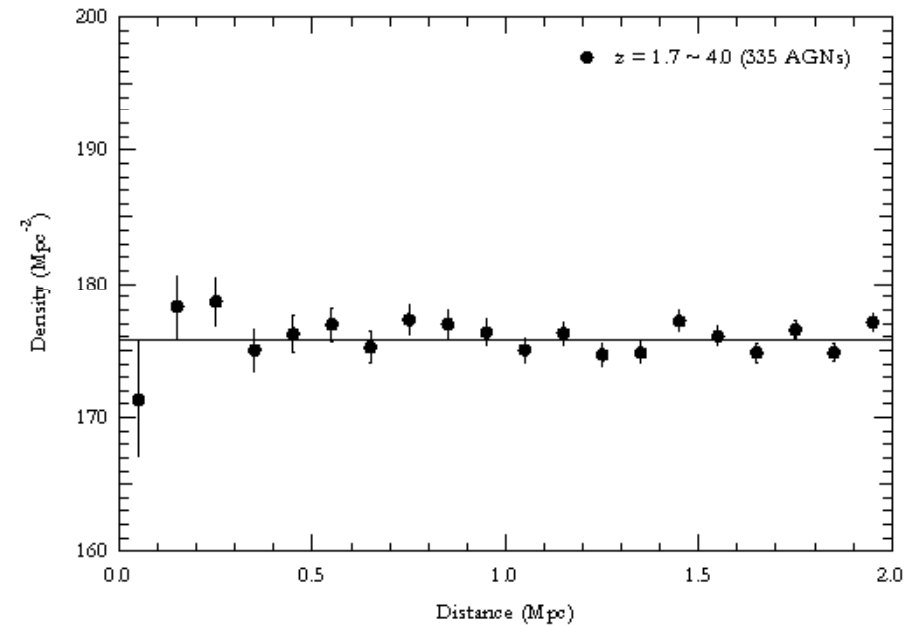
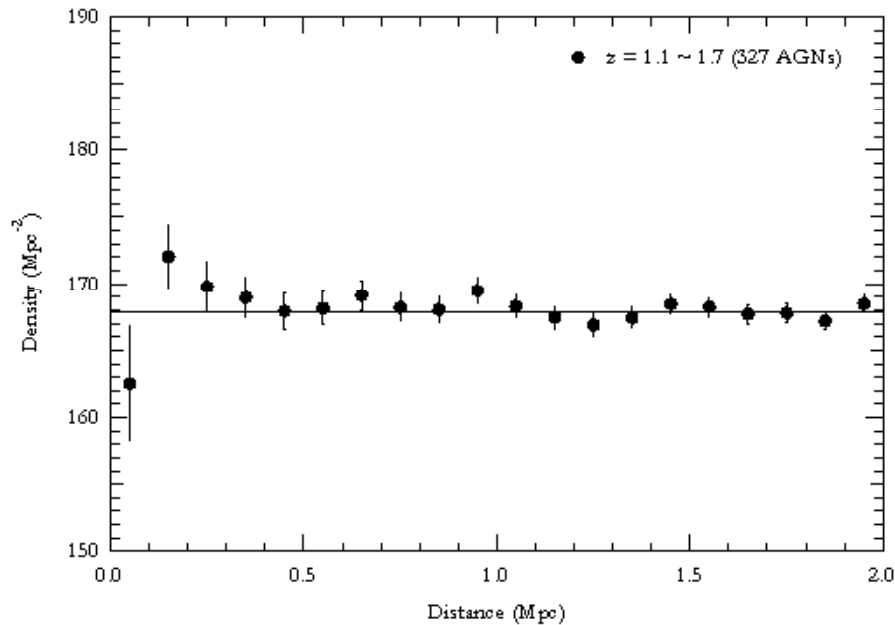


結果 ($z < 1.1$)



一桁高いサンプル数で QSO 周辺への銀河のクラスタリングを検出

結果 ($z > 1.1$)



一桁高いサンプル数だが銀河のクラスタリングは検出されず

観測時間の短いデータが多いため？

可視光で暗く、近赤外でも UKIDSS の感度以下？

より詳細な解析を実施中

まとめ

- ◎ VO 標準インターフェイスを利用した Web ポータルを開発し、基本的な機能を実装したものが稼働開始した。
- ◎ データコンテンツの充実が現在の課題である。
- ◎ データを持っているグループが簡単に VO に参加できるようなシステムを確立するのが急務
- ◎ VO を使うことによってこれまでは実現が難しかった研究が簡単にできることになることを実演していくことも必要