

# 天文学におけるデータ出版と その利活用

大石雅寿

国立天文台 天文データセンター センター長

[masatoshi.ohishi@nao.ac.jp](mailto:masatoshi.ohishi@nao.ac.jp)



# History of the Universe

宇宙の背景輻射

現在

150億年

50億年

10億年

30万年

3分

10<sup>-10</sup> 秒

10<sup>-34</sup> 秒

10<sup>-43</sup> 秒

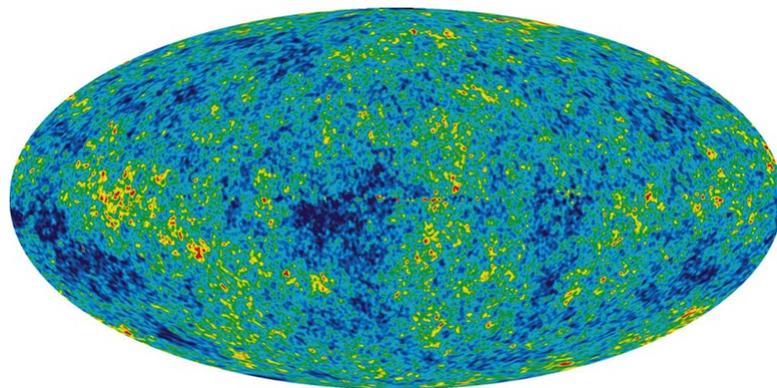
ビッグバン  
(宇宙の始まり)

Big Bang

衝突により超高エネルギー状態  
宇宙の昔(ビッグバン直後)を再現

現在の宇宙の年齢 137億歳

38万歳の時のスナップ写真(WMAP)



ヒッグス粒子が質量を生む  
1000兆度(10<sup>-10</sup>秒)

LHCが再現する状態は、ビッグバン直後  
10<sup>-12</sup> 秒後の非常に熱い状態  
温度1京度(10<sup>16</sup>K)



# 観測的研究の一般的流れ

- 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



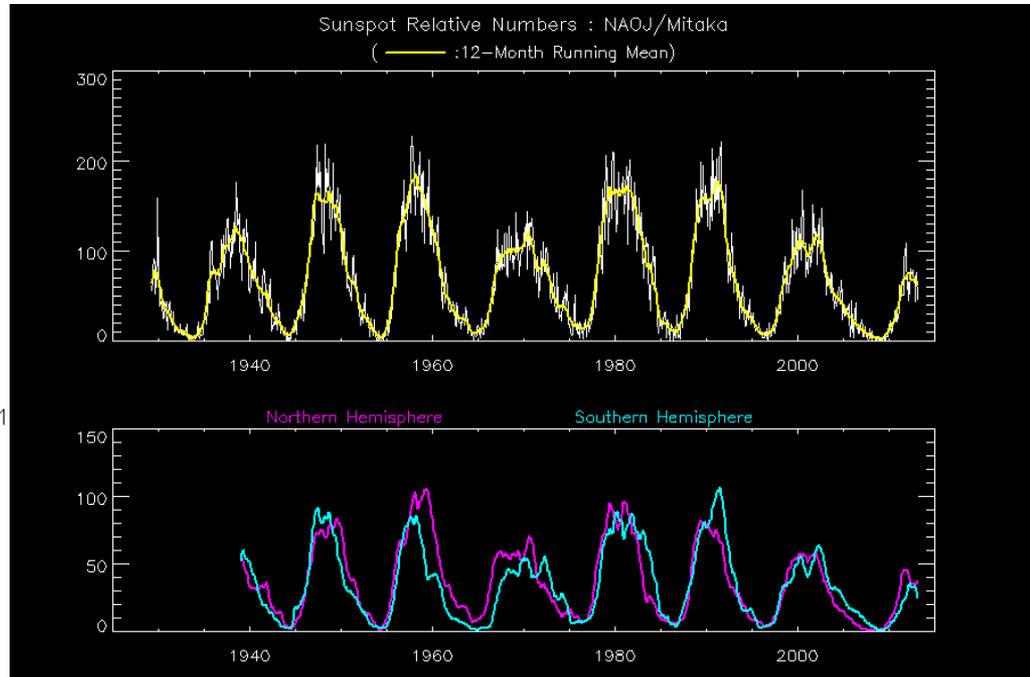
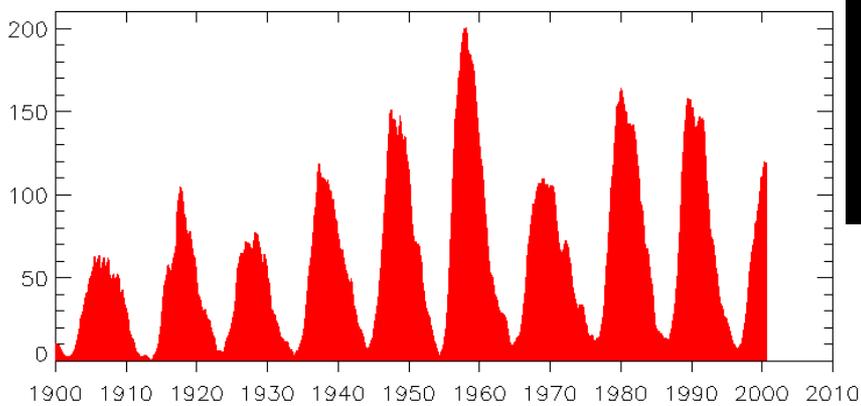
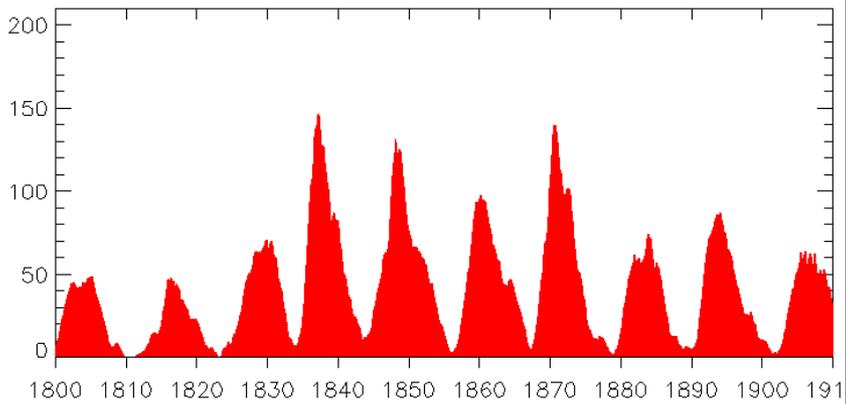
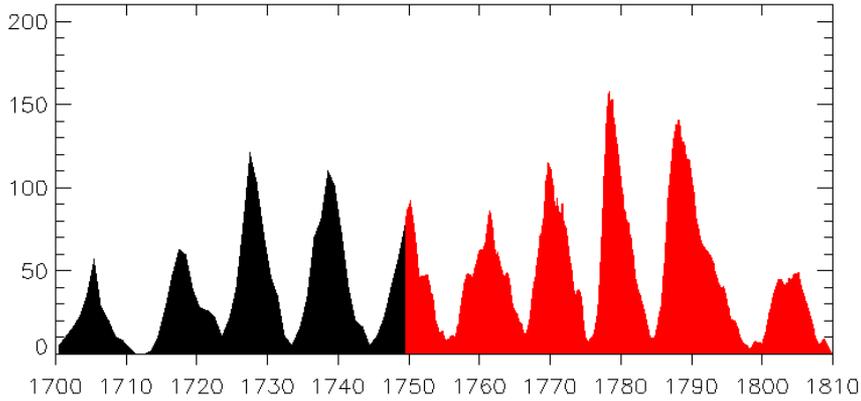
(学問の)進歩

天文学者は  
望遠鏡を  
覗かない

# 世界のonline天文DB例

- 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

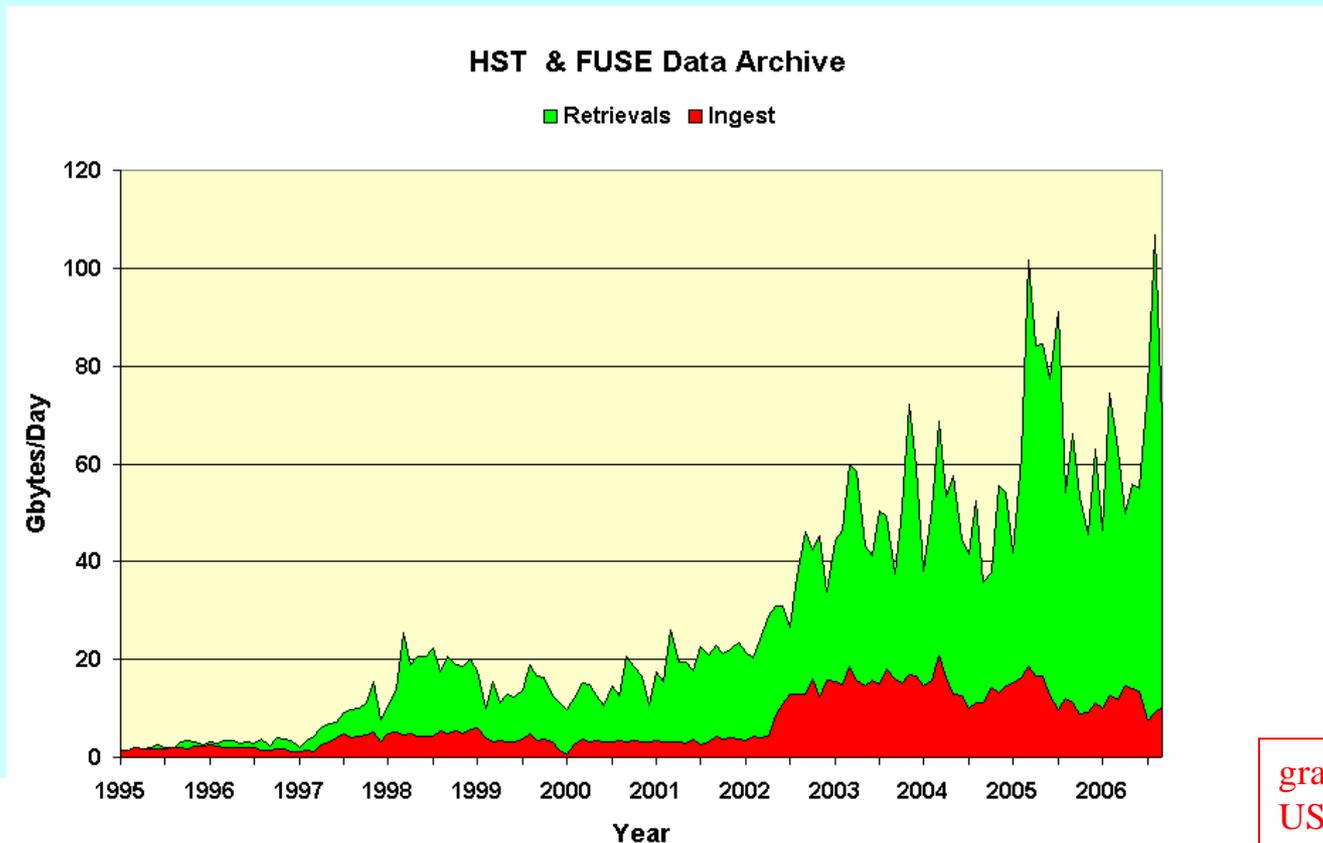
# 黑点数



(<http://sidc.oma.be>, Apr 1, 2001)

# Astronomy based on Archives

- large fraction of astro-papers based on archives
- HST archive use growing faster than archive



2013年3月11日

graphics from  
US NVO project 6

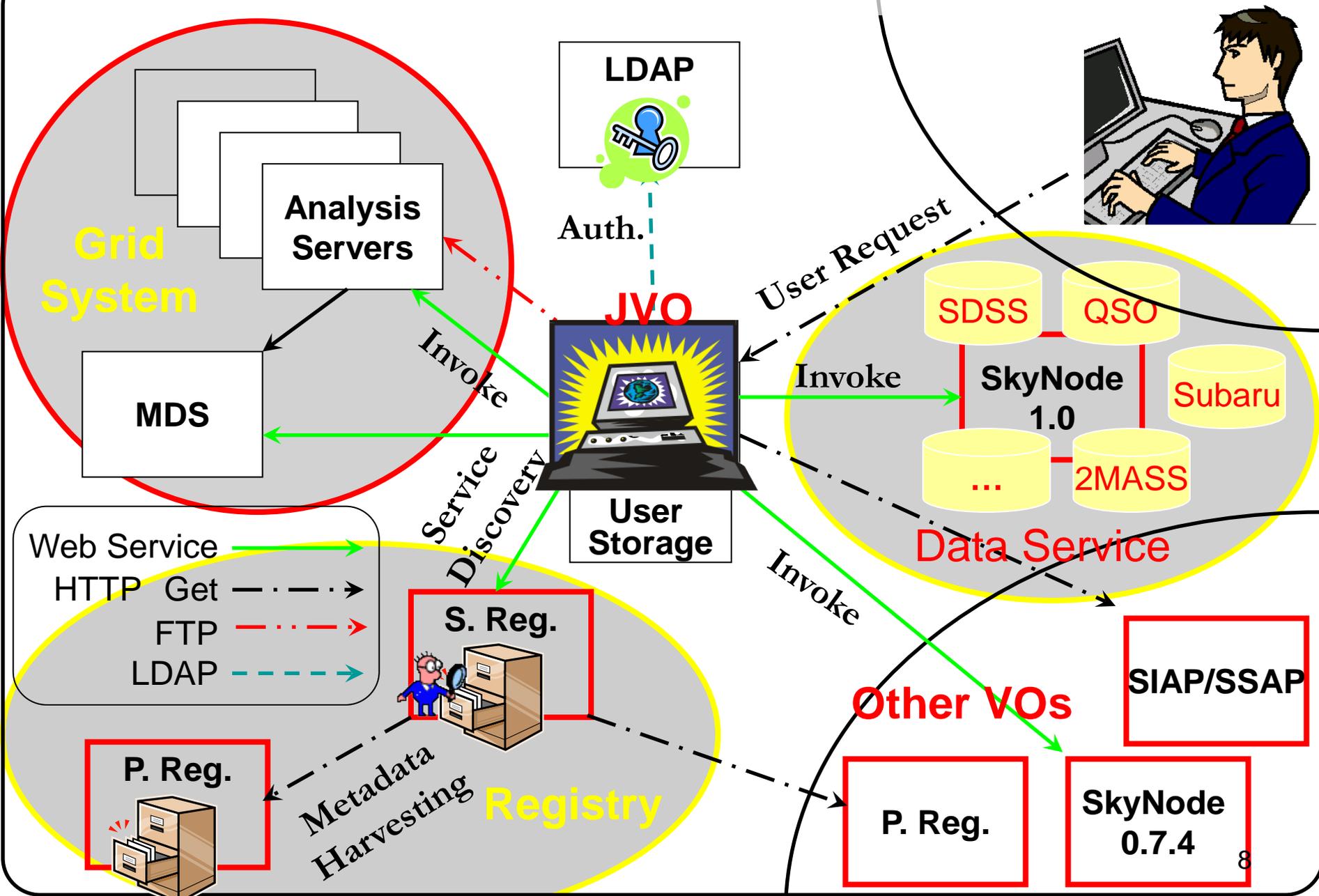
# Virtual Observatory (VO)

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**

# Overview of the JVO Portal Service

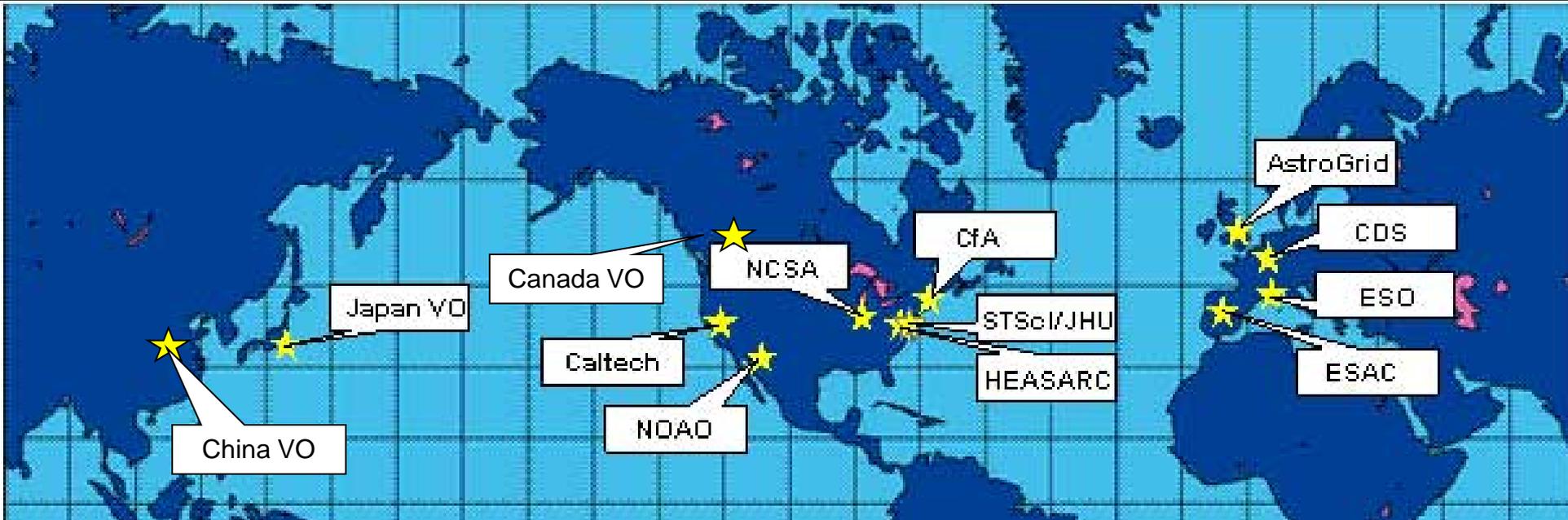




# IVOAにおける標準化

- 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

# Astronomical Virtual Observatories



More than 10,000 resources, including Subaru SupCAM and HDS, are accessible

Images, spectra, and catalog data can be retrieved

## 多波長データ解析サブシステム

ディスク装置	ネットワーク ディスクアレイ	PCサーバ
		
ETERNUS DX80 <b>1248 TB</b>	ETERNUS NR1000F <b>40 TB</b>	PRIMERGY <b>44台</b> 664core

## 大規模データアーカイブ公開サブシステム

[MASTARS, SMOKA, HSC, ALMA, VERA, 野辺山, 岡山, 文庫かかろ]

ディスク装置	ネットワーク ディスクアレイ	テープ装置	PCサーバ	UNIXサーバ
				
ETERNUS DX80 <b>2503 TB</b>	ETERNUS NR1000F <b>35 TB</b>	ETERNUS LT270 <b>600 TB</b>	PRIMERGY <b>45台</b> 656core	SPARC Enterprise <b>4台</b> 16core
			PC 	CELSIUS <b>2台</b>

## バーチャル天文台サブシステム

ディスク装置	PCサーバ
	
ETERNUS DX80 <b>512 TB</b>	PRIMERGY <b>13台</b> 196core

## データ遠隔バックアップサブシステム



ディスク装置	PCサーバ
	
ETERNUS DX80 <b>112 TB</b>	PRIMERGY <b>1台</b> 6core

## データ遠隔バックアップサブシステム



ディスク装置	PCサーバ
	
ETERNUS DX80 <b>112 TB</b>	PRIMERGY <b>1台</b> 6core

※大規模データアーカイブ公開サブシステムの岡山分も設置

国立天文台  
情報ネットワークシステム

## 太陽データアーカイブ・解析・公開サブシステム

ディスク装置	PCサーバ
	
ETERNUS DX80 <b>192 TB</b>	PRIMERGY <b>10台</b> 100core

## 水沢地区データ解析サブシステム



[RISE, 測地解析]

ディスク装置	IAサーバ	PCサーバ
		
ETERNUS DX80 ETERNUS JX40 <b>45 TB</b>	PRIMEQUEST <b>1台</b> 80core	PRIMERGY <b>1台</b> 8core

## 開発試験サブシステム

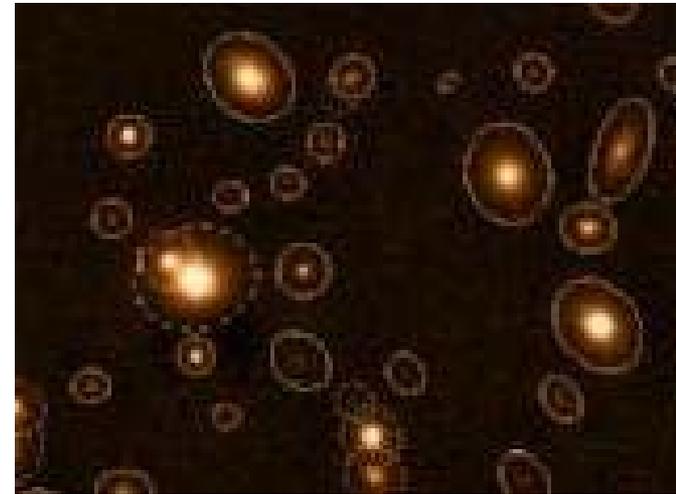
ディスク装置	PCサーバ	UNIXサーバ
		
ETERNUS DX80 <b>315 TB</b>	PRIMERGY <b>21台</b> 186core	SPARC Enterprise <b>1台</b> 4core

## 共通機能

PC 	CELSIUS <b>24台</b>
大判(B0)プリンタ 	EPSON <b>2台</b>
A3/A4プリンタ 	XEROX <b>6台</b>

# Sciences from Data

- 画像データからパラメータ (位置、大きさ、向き、明るさ、等)
  - Sextractor
- 「個人カタログ」の作成
- カタログ同士をクロスマッチ
  - 異なる波長データの突き合わせ
  - エネルギー分布の取得
  - 特異天体の発見
  - など



sextractor

# 文献 & カタログデータベース

- 文献データベース — ADS (NASA)
  - 主要な天文系論文をオンライン公開、> 10M records
- データやカタログのみの天文論文も刊行
- CDS (Centre de Données Astronomiques de Strasbourg)
  - 天体カタログの頒布(1972年～)
  - SIMBAD: 天体のメタ情報DB、700万天体
  - VizieR: 論文に掲載された表などをonline公開

# NASA ADS



## The SAO/NASA Astrophysics Data System

[Search](#) [Browse](#) [Help](#)

Welcome to the Digital Library for Physics and Astronomy

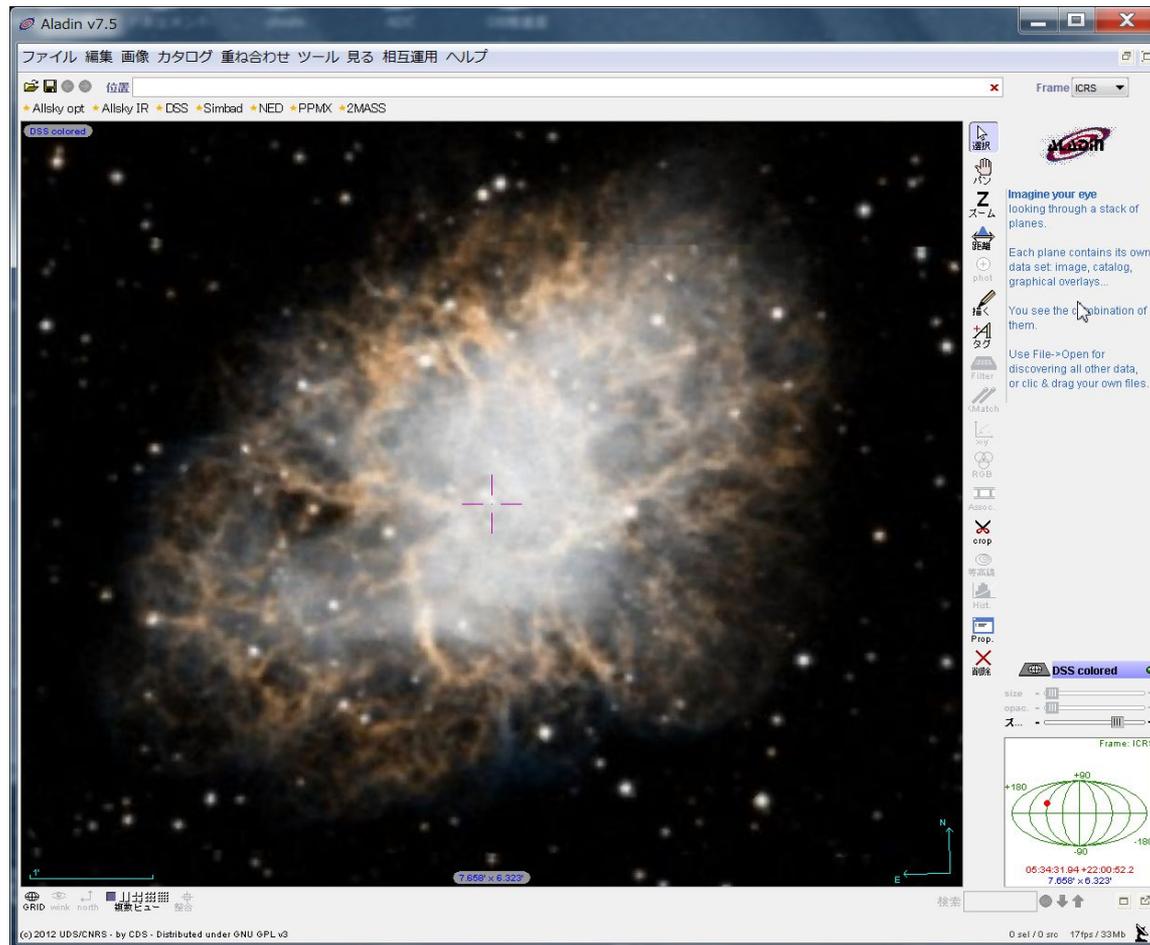


This site is hosted by the  
[High Energy Astrophysics Division](#) at the  
[Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics](#)



# 画像とカタログ利用例

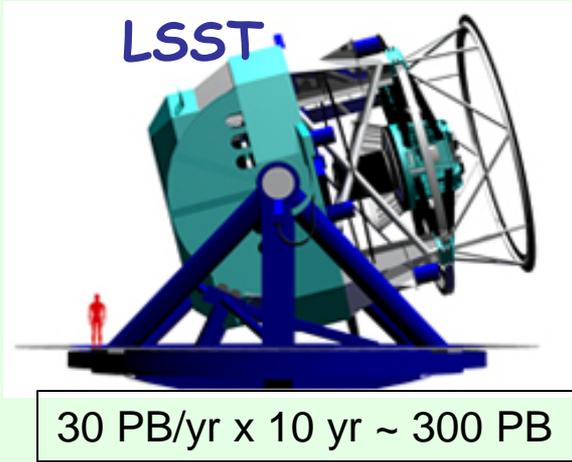
Aladin



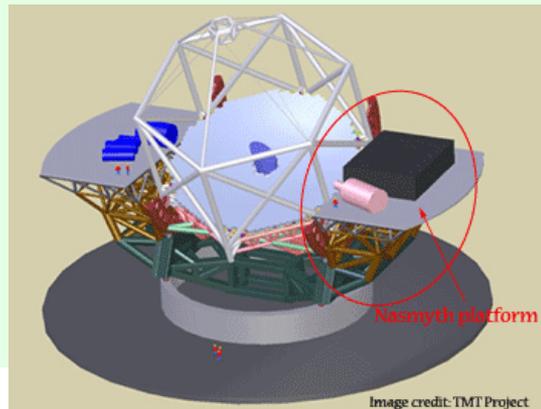
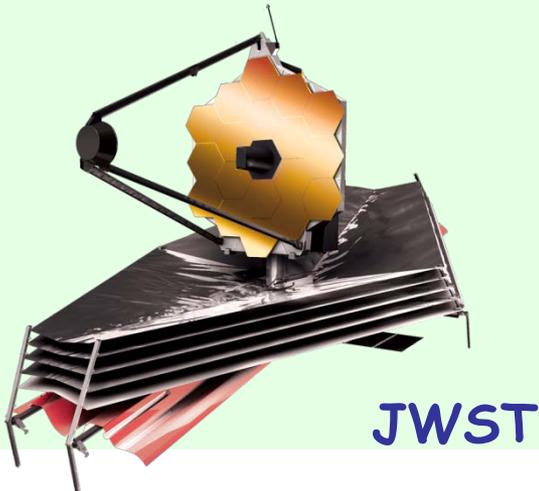
デモ

# Planned Future Astronomy Projects

- JWST
- LSST
- LOFAR
- SKA
- TMT
- Pan-STARRS
- E-ELT



~ a few TB/night , only object params stored

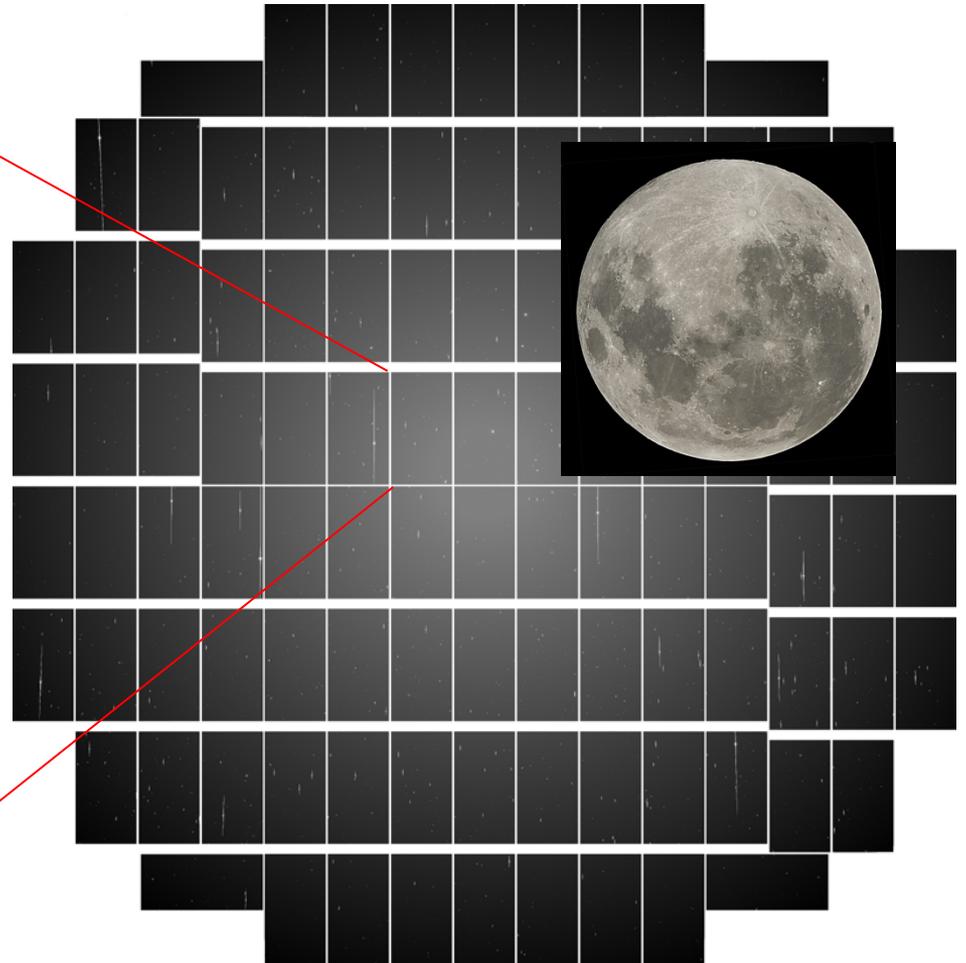


# Hyper SuprimeCAM (HSC)

- HSCは104個の検出素子により、月の直径の3倍に渡る空の領域を一度に撮ることができます
- すばる望遠鏡の強力な集光力のため、HSCは、肉眼で見えるよりも1億倍以上暗い天体(およそ27等級)までとらえることができます。

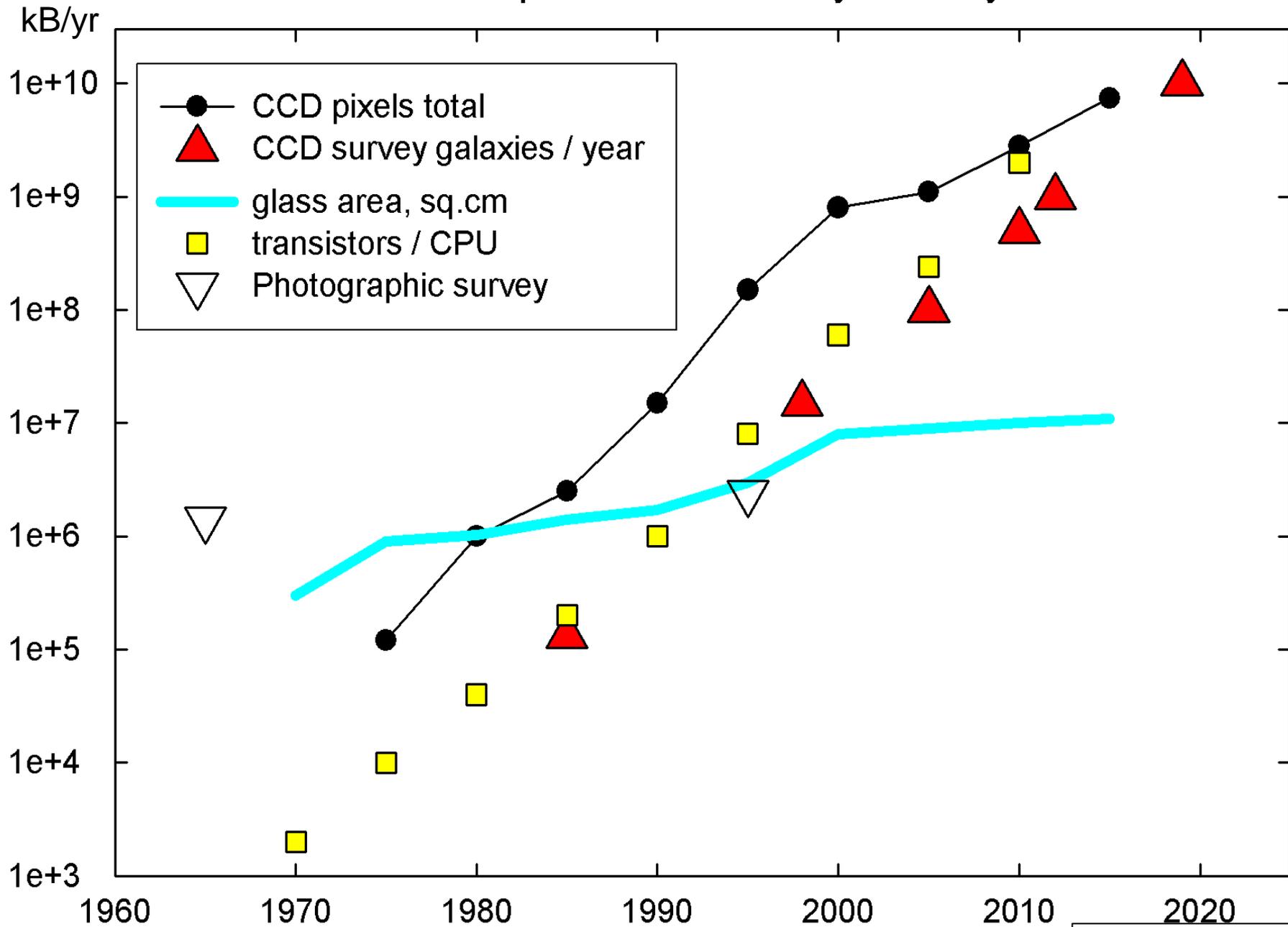


1 CCD の観測シミュレーション画像  
(2k4k pixels ; i band 300秒積分相当)



HSCの視野を構成する104個のCCDのシミュレーションデータと、月のおおよその大きさ

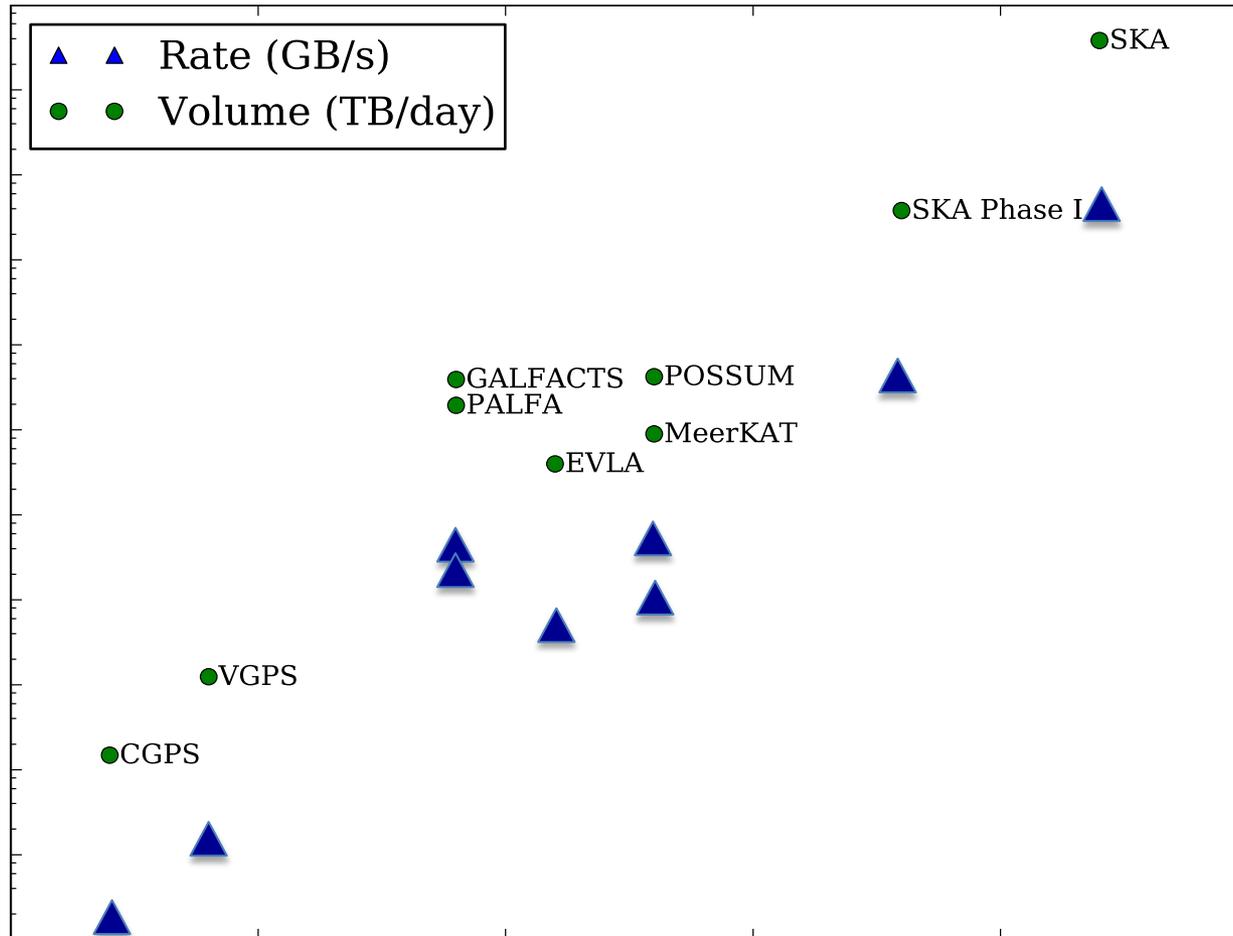
# Trends in Optical Astronomy Survey Data



# Survey Raw Data Output Rates



Terabyte/s →



# 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.

# IAU GA Beijing August, 2012

## Special Session 15

## Data Intensive Astronomy

- Scientific Impact of Past and On-Going Large-Scale Observations and Surveys to Astronomy
- Current Status and Challenges of Future Large-Scale Observations and Surveys (1) Near- and Mid-future projects, (2) Far-future projects
- Data Management and Data Access: Past, Present and Future
- Advanced Data Analysis in the Data Intensive Astronomy Era
- Synergy of Data Intensive



データは使われて初めて生きる