

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



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

10⁻¹⁰ 秒

10⁻³⁴ 秒

10⁻⁴³ 秒

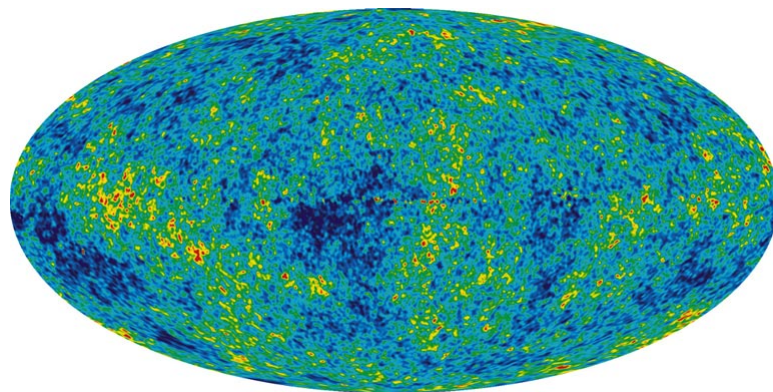
ビッグバン
(宇宙の始まり)

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(10⁻¹⁰秒)

LHCが再現する状態は、ビッグバン直後
10⁻¹² 秒後の非常に熱い状態
温度1京度(10¹⁶K)



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



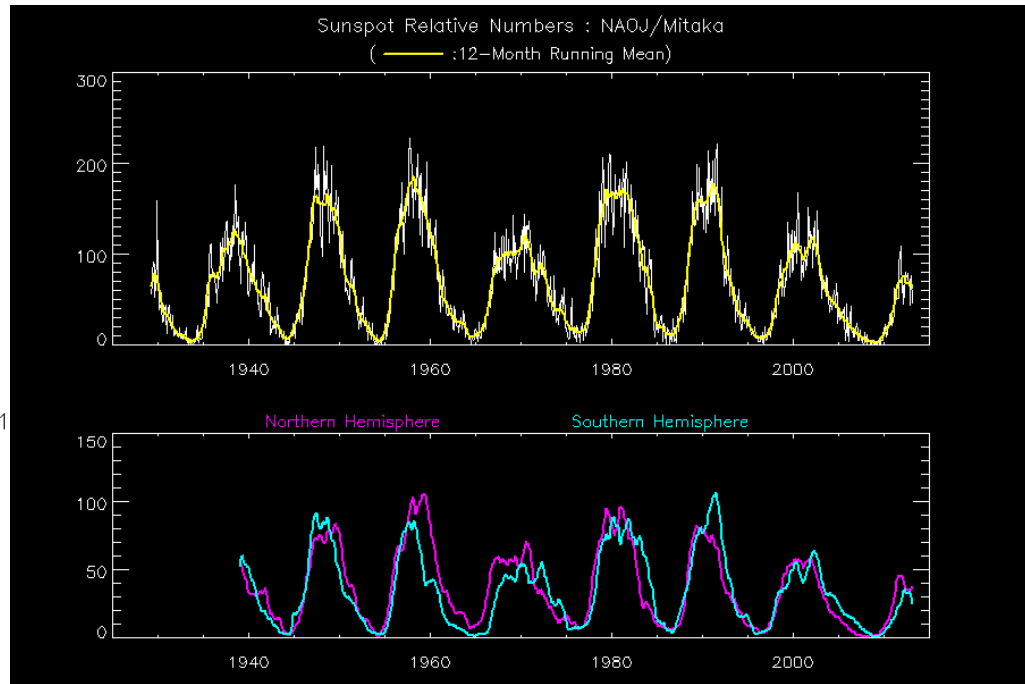
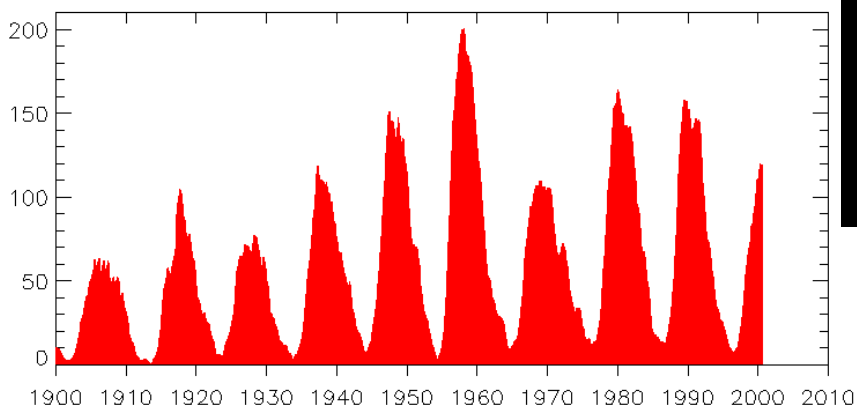
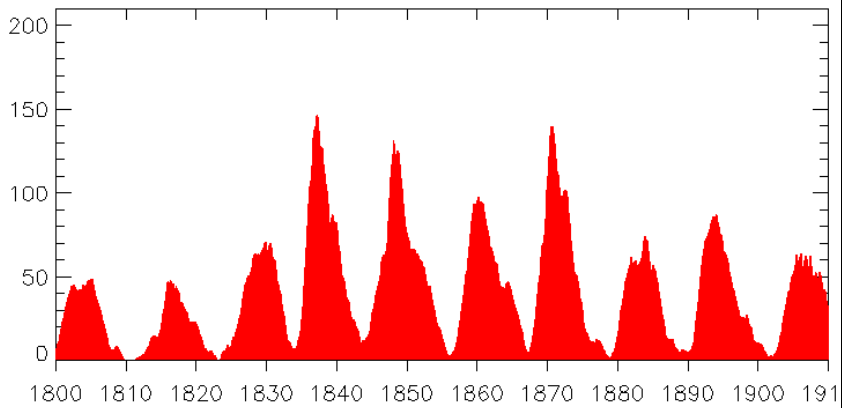
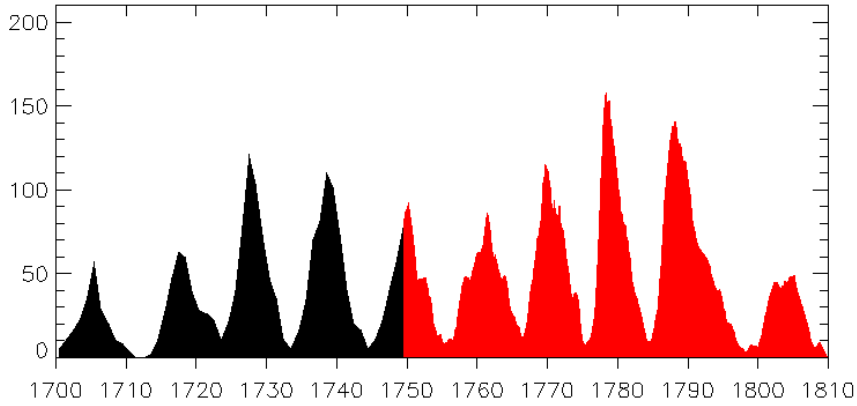
(学問の)進歩

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

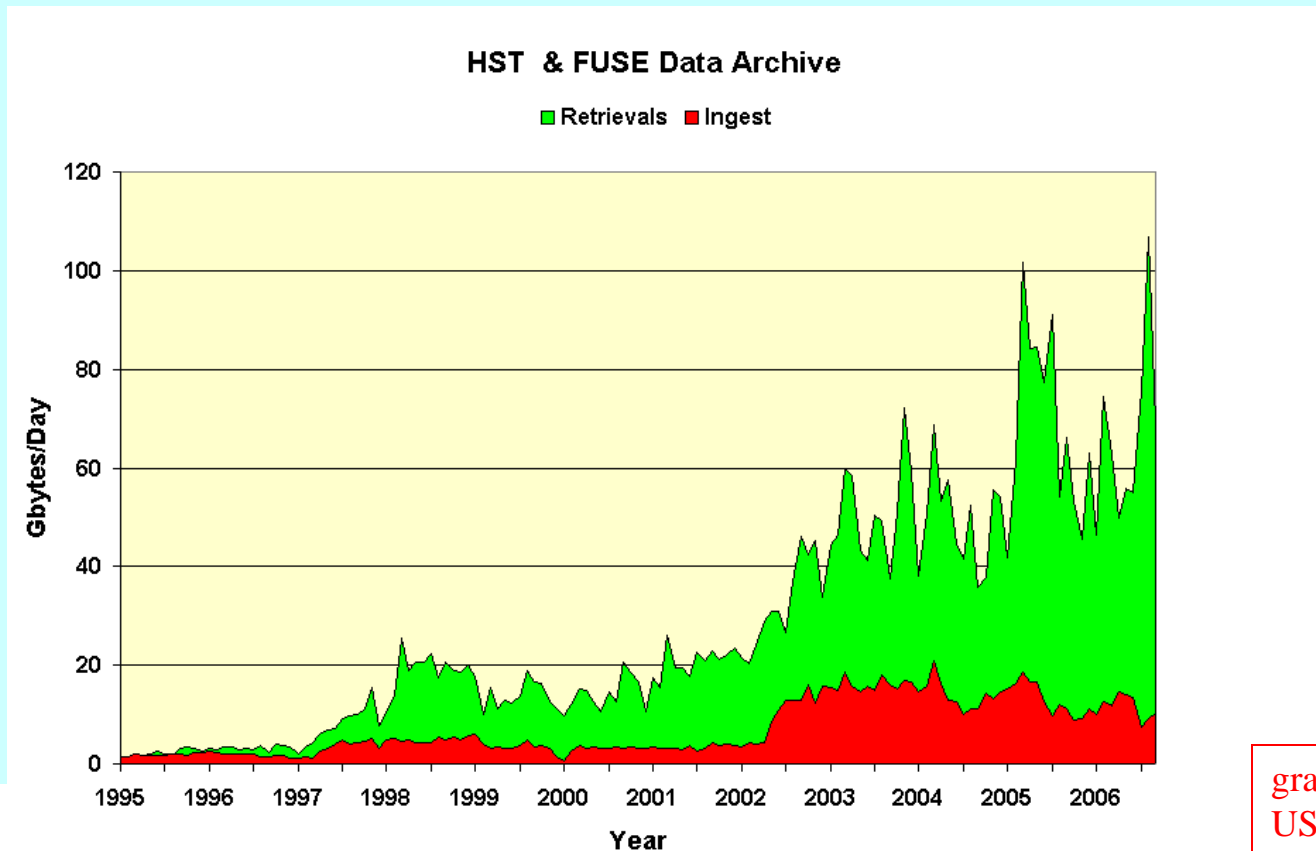
黑点数



(<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

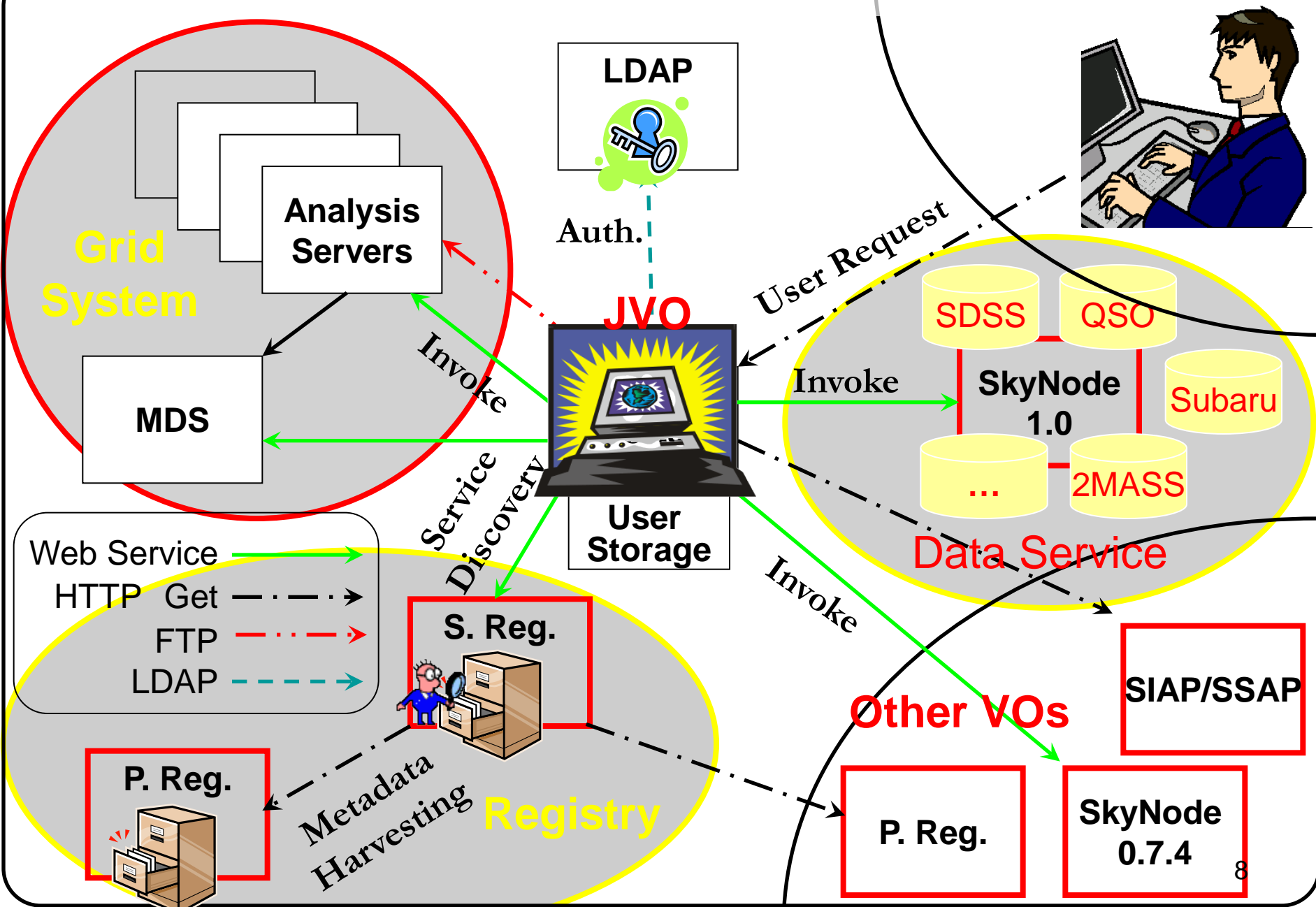
Virtual Observatory (VO)

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

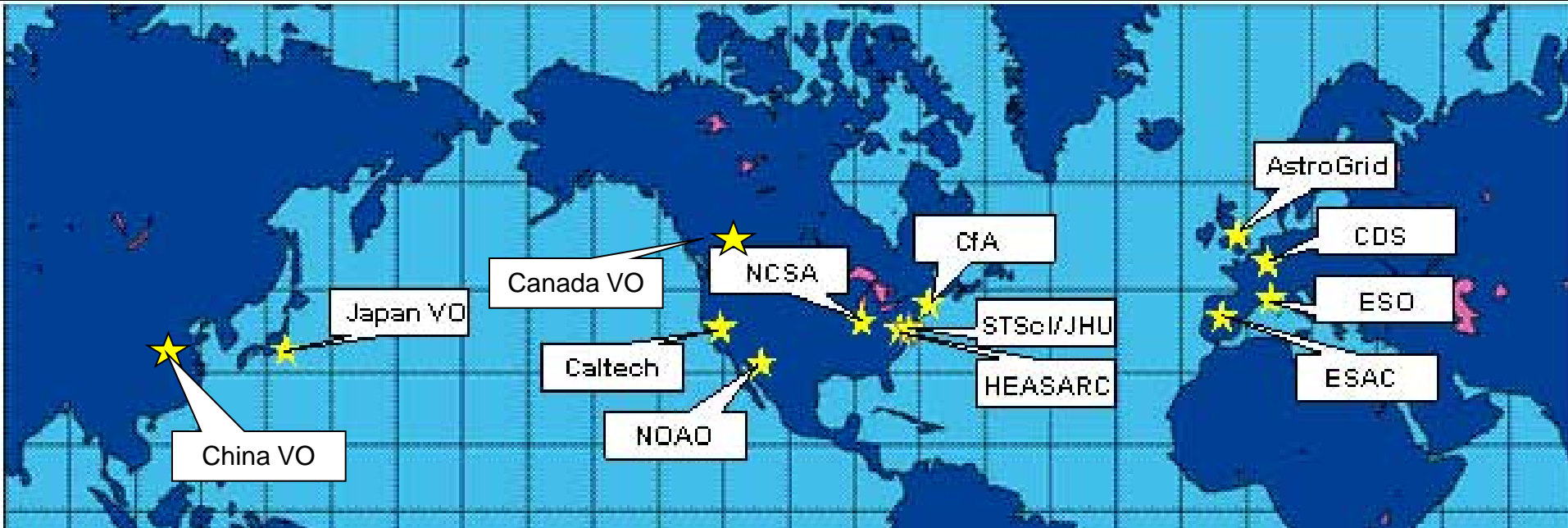




IVOAにおける標準化

- 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 1248 TB | ETERNUS NR1000F 40 TB | PRIMERGY 44台 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 2503 TB | ETERNUS NR1000F 35 TB | ETERNUS LT270 600 TB | PRIMERGY 45台 656core | SPARC Enterprise 4台 16core |
| | | | PC | CELSIUS 2台 |

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 512 TB | PRIMERGY 13台 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 112 TB | PRIMERGY 1台 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 112 TB | PRIMERGY 1台 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 192 TB | PRIMERGY 10台 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 45 TB | PRIMEQUEST 1台 80core | PRIMERGY 1台 8core |

開発試験サブシステム

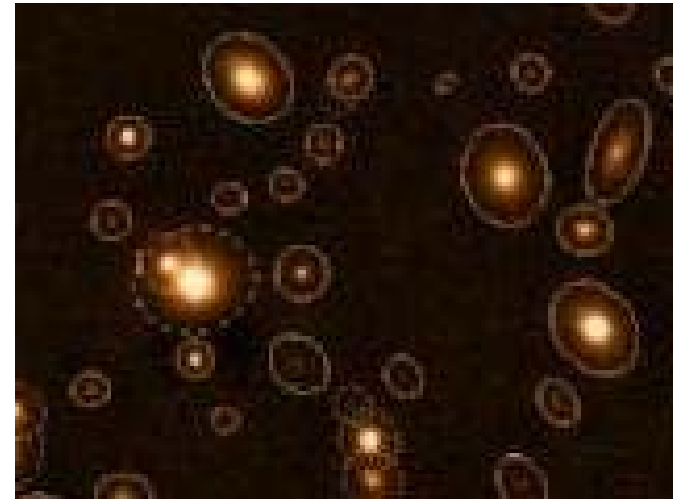
| | | |
|-------------------------------|-----------------------------------|--|
| ディスク装置 | PCサーバ | UNIXサーバ |
| | | |
| ETERNUS DX80 315 TB | PRIMERGY 21台 186core | SPARC Enterprise 1台 4core |

共通機能

| | |
|----------------|-----------------------|
| PC | CELSIUS 24台 |
| 大判(B0)プリンタ | EPSON 2台 |
| A3/A4プリンタ | XEROX 6台 |

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

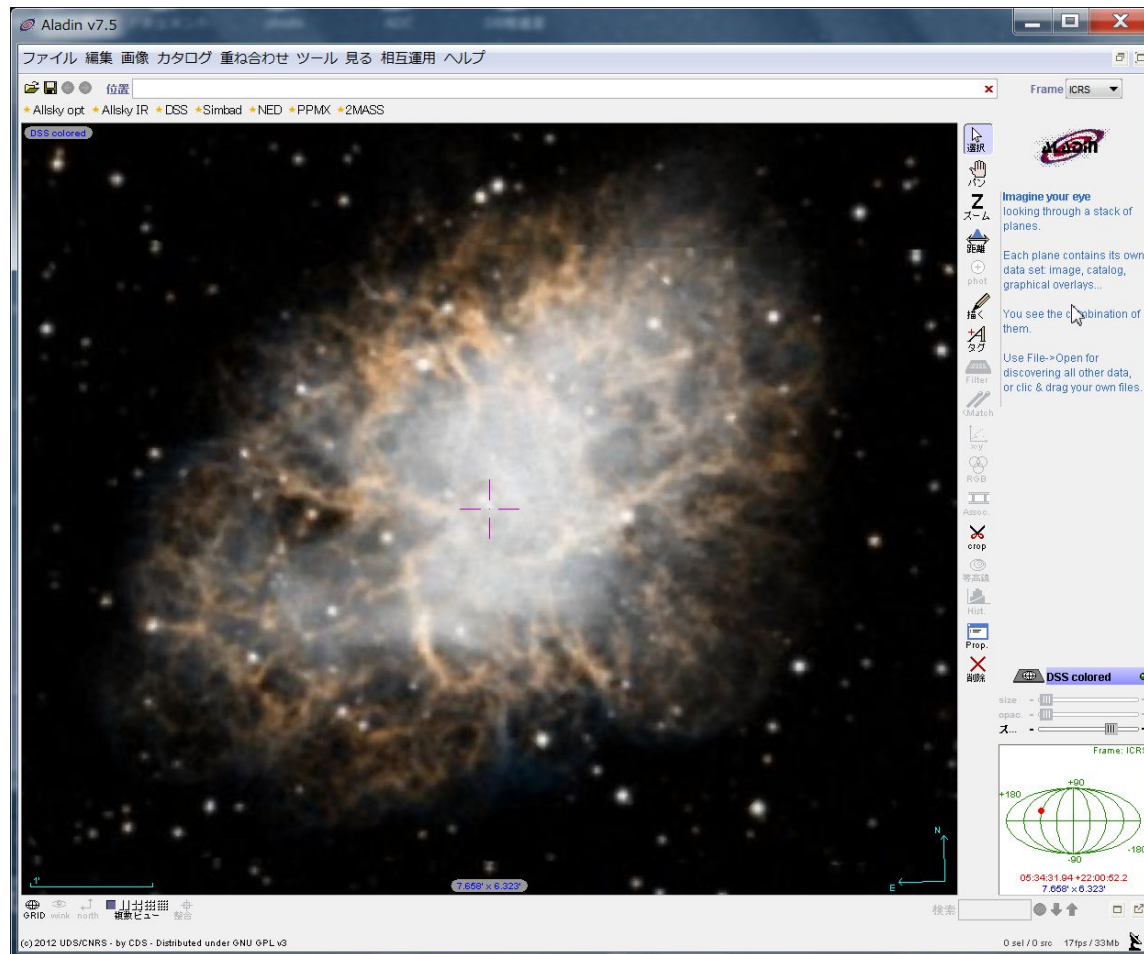


This site is hosted by the
[High Energy Astrophysics Division](#) at the
[Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics](#)



画像とカタログ利用例

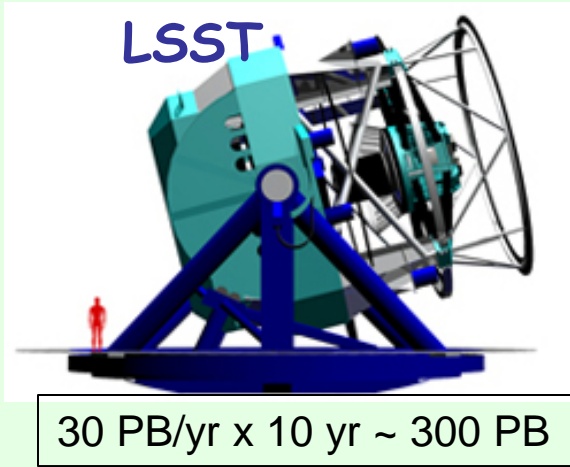
Aladin



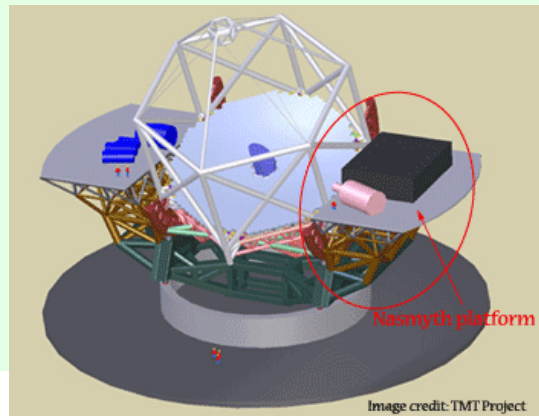
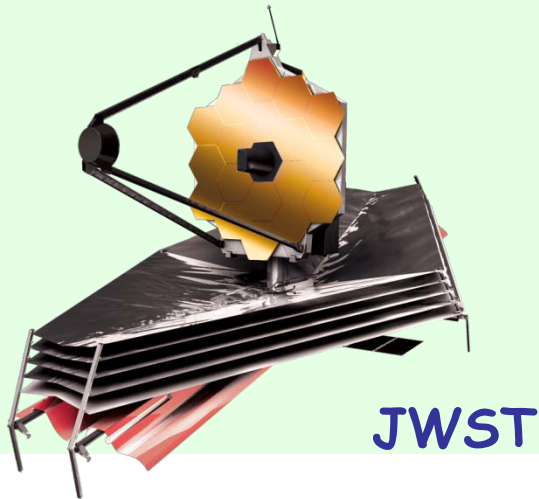
デモ

Planned Future Astronomy Projects

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



~ a few TB/night , only object params stored

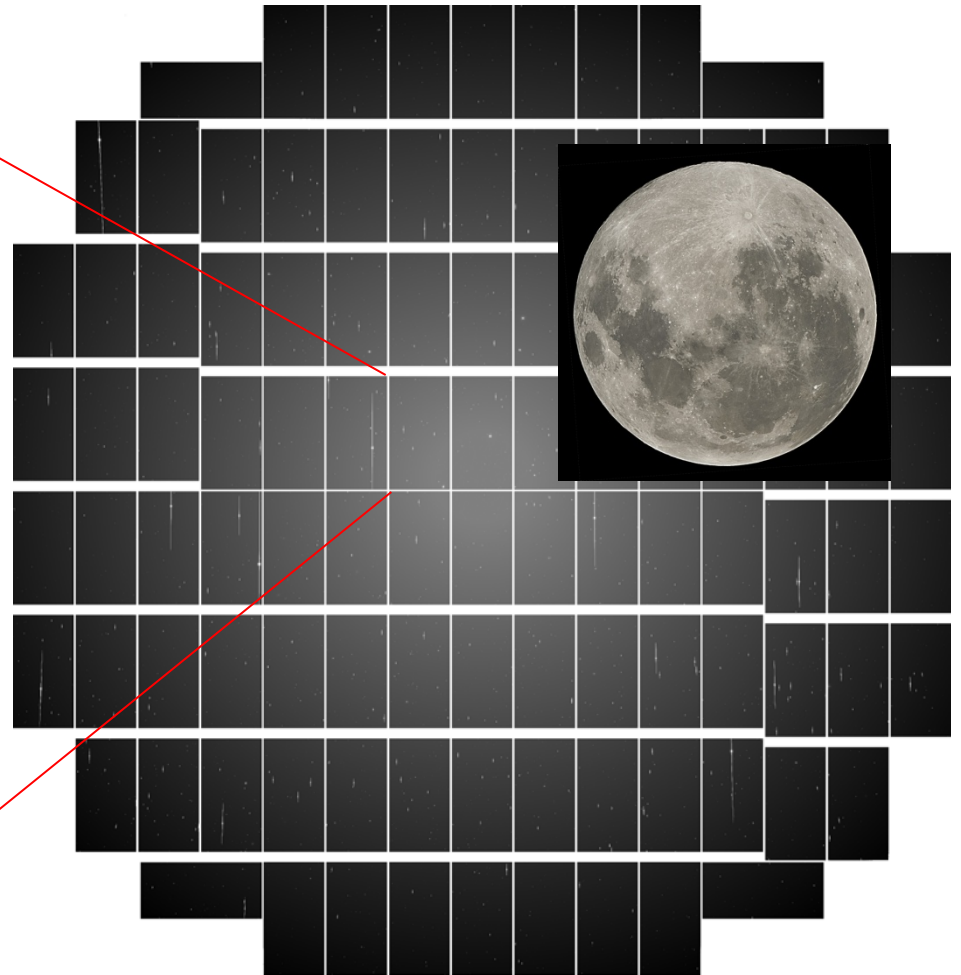


Hyper SuprimeCAM (HSC)

- 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。

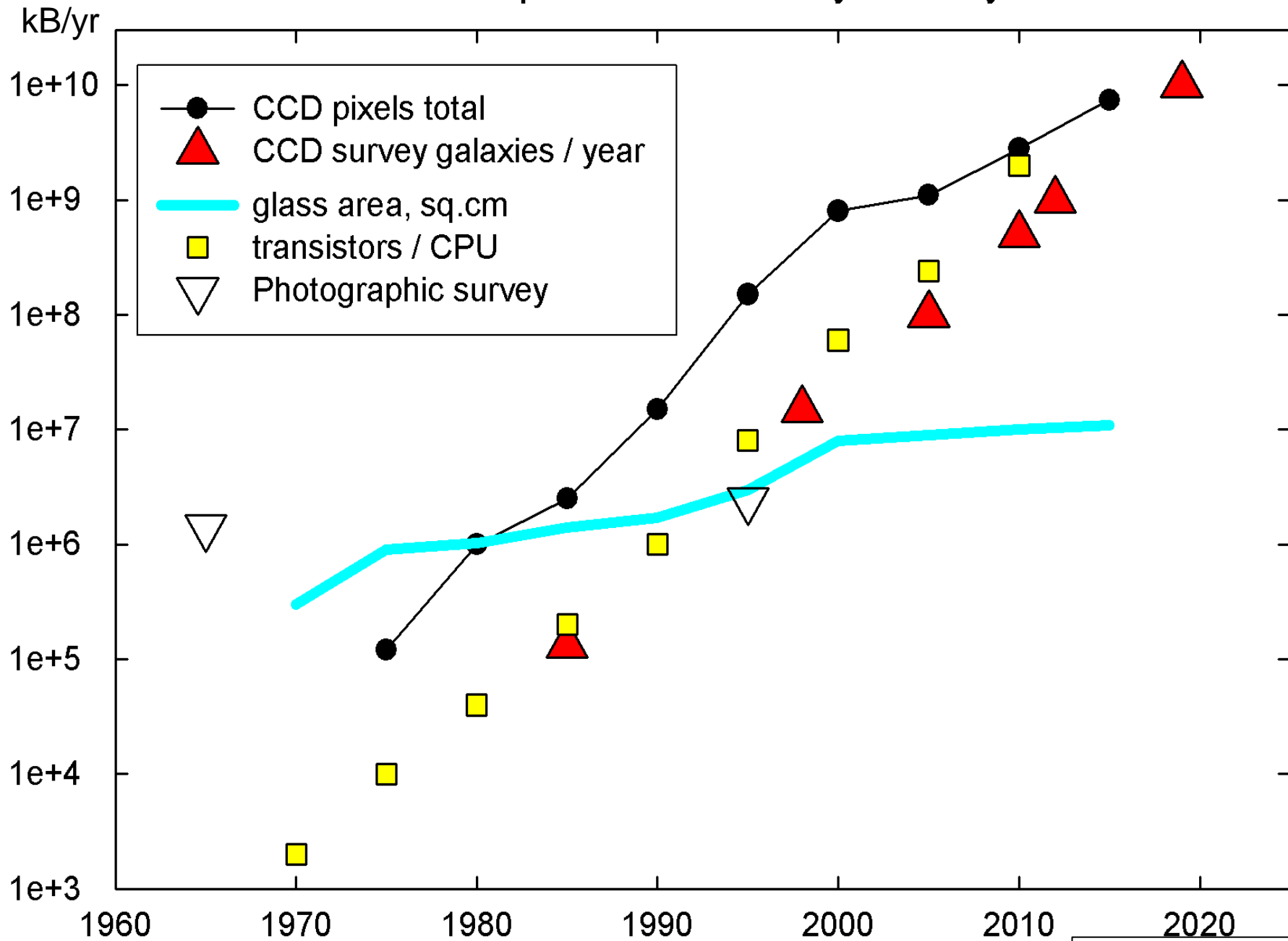


1 CCD の観測シミュレーション画像
(2k4k pixels ; i band 300秒積分相当)

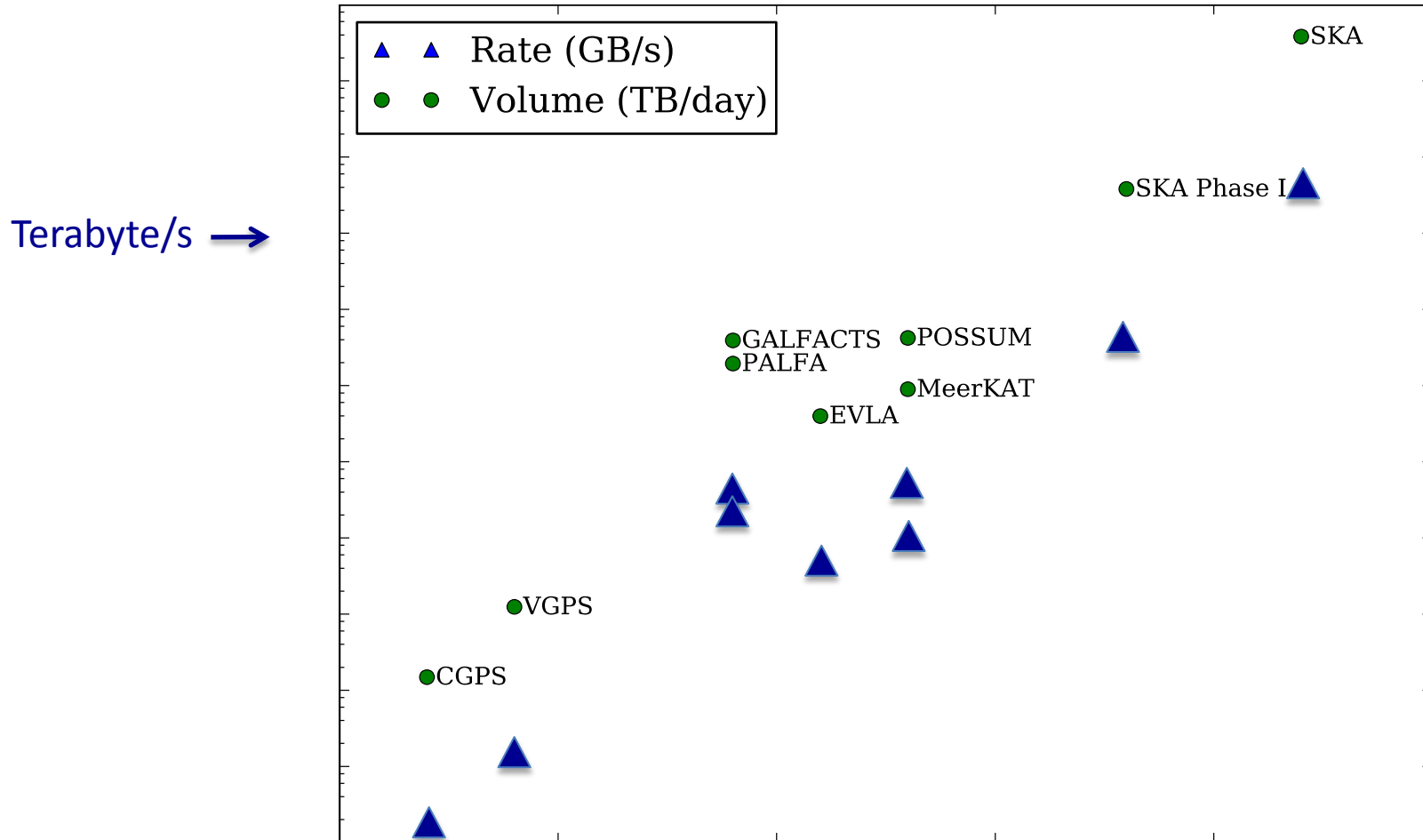


HSCの視野を構成する104個のCCDのシミュレーションデータと、月のおおよその大きさ

Trends in Optical Astronomy Survey Data



Survey Raw Data Output Rates



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