

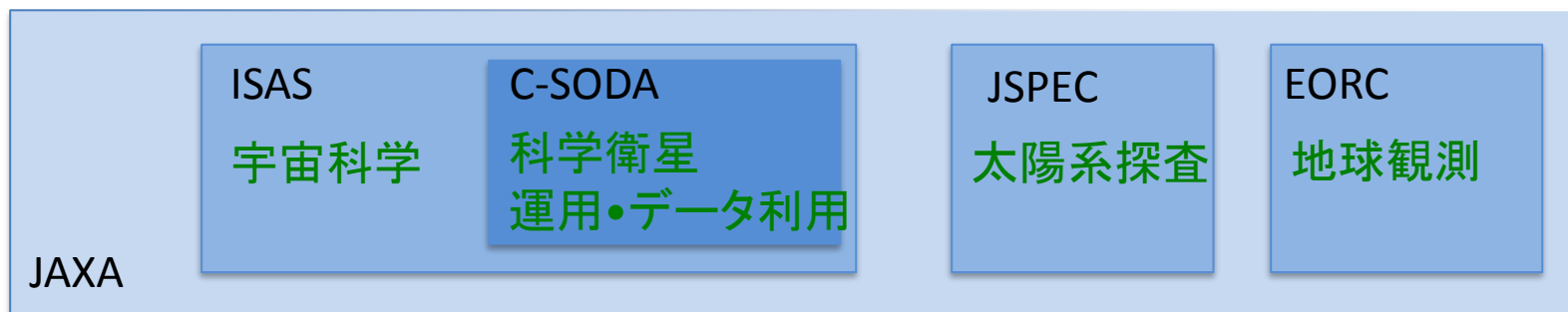
JAXAの宇宙科学データベース DARTSの紹介

JAXA宇宙科学研究所
科学衛星運用・データ利用センター(C-SODA)
宇宙科学情報解析研究系
海老沢 研

1. 組織・体制
2. 概要
3. データ処理
4. アプリケーションの例
5. 成果の例
6. 課題と将来構想

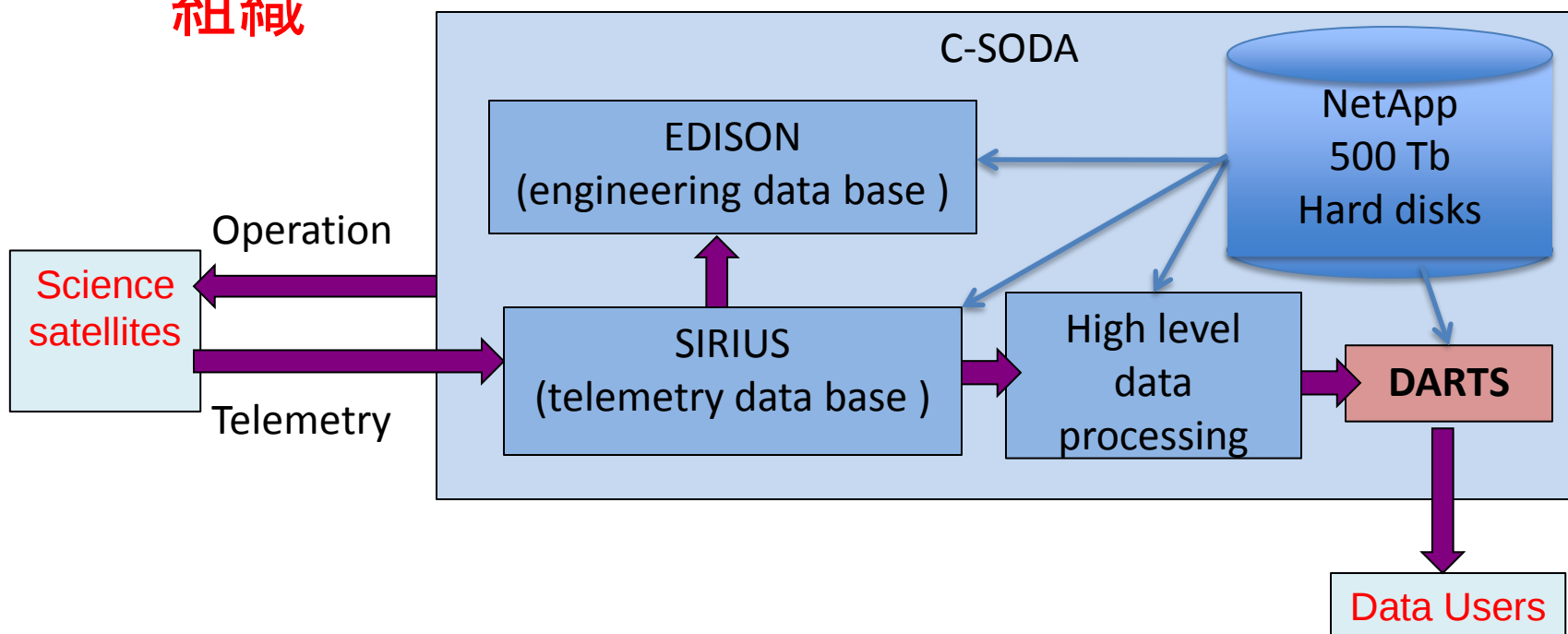
JAXA, ISAS, C-SODA とDARTS

- **JAXA** (Japan Aerospace eXploration Agency)
 - 人工衛星の打ち上げ、データの取得
- **ISAS** (Institute of Space and Astronautical Science)
 - 科学衛星を担当
- **C-SODA** (Center for Science-satellite Operation and Data Archive)
 - 科学衛星運用・データ利用
- **DARTS** (Data Archives and Transmission System; <http://darts.jaxa.jp>, <http://darts.isas.jaxa.jp>)
 - C-SODAが開発・運用
 - 分野横断的なJAXAの科学衛星データベース
 - ISAS科学衛星のすべて、JSPECの一部の科学データをアーカイブ

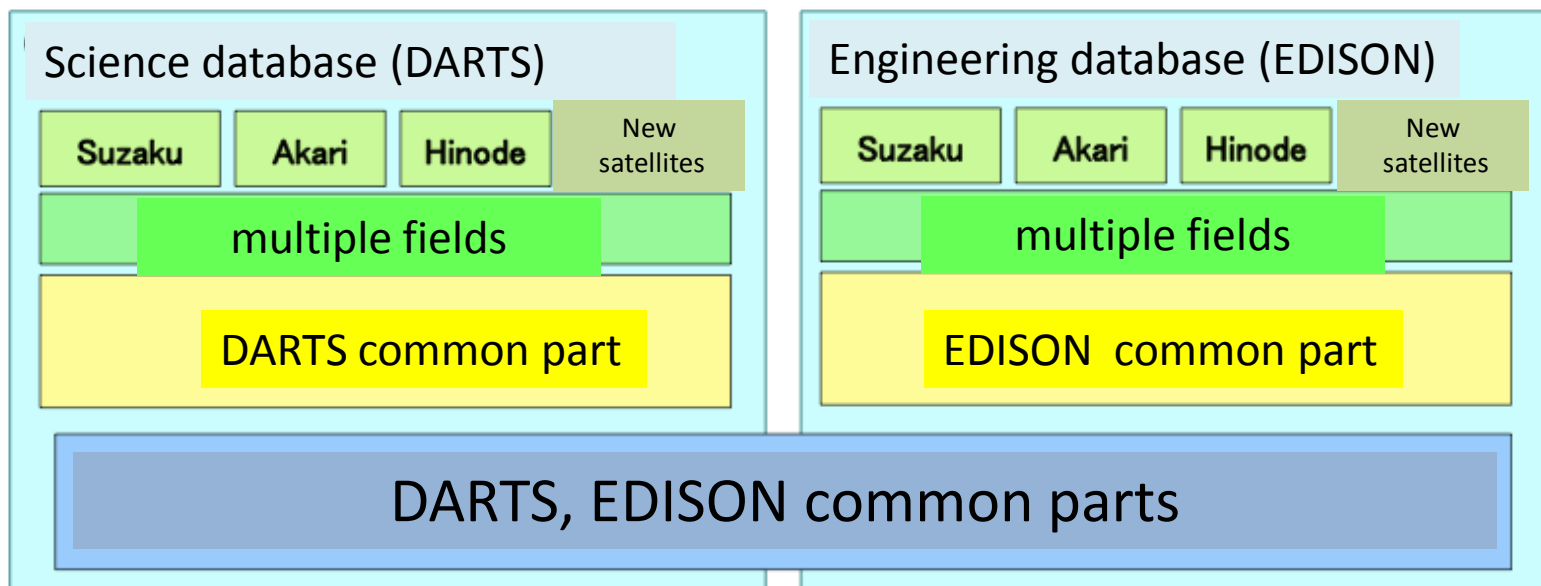


C-SODA and DARTS

- 科学衛星運用・データ利用センター(C-SODA)
 - 2008年度に発足
 - C-SODA のゴール: 衛星テレメトリからユーザーまで、“end2end”にわたる一貫したデータ処理
 - 研究者(教育職)と技術者(一般職)が一体となった組織



DARTSの開発体制



- C-SODA、科学データ利用促進グループが開発・運用
職員9人(8人兼任、1人専任)
ポストク二人、派遣技術者二人
新規開発は、必要に応じ、適宜メーカーと契約
- システム運用はサポートエンジニア(NSSOL)が担当
衛星運用システム、ネットワークと合わせて5人
- 分野横断的(多衛星、工学データベース)に効率的な開発

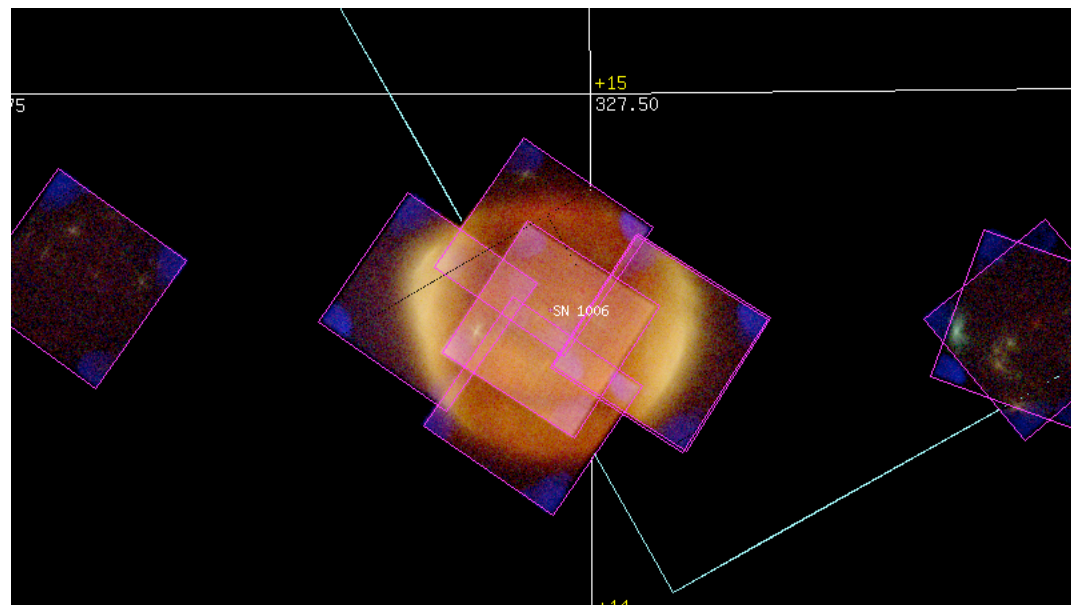
DARTSの目的

- 世界の科学者にJAXAの科学衛星データを提供する窓口
 - データを提供するのは各衛星プロジェクト
 - 可能な限り高次データ処理済みデータをアーカイブ
 - 原則としてデータは無償公開
 - プロジェクトが定めた占有期間の間は暗号化
- 使いやすい検索システム、データ早見システムの提供
 - 大量データから必要なものを簡単に取り出せるように
 - 新たなツールの開発によって研究を支援

JAXAの宇宙科学データ

- 天文学
 - X線: Hakucho、Tenma、[Ginga](#)、[ASCA](#)、[Suzaku](#)、[MAXI](#)
 - 電波: [HALCA](#)
 - 赤外線: [SFU](#)、[Akari](#)
- STP (Solar-Terrestrial Physics; 太陽地球系物理)
 - Jikiken、Kyokkou、Oozora、[Akebono](#)、[Geotail](#)、[Reimei](#)
- 太陽
 - Hinotori、[Yohko](#)、[Hinode](#)
- 月惑星
 - Suisei、Nozomi、[Hayabusa](#)、[Kaguya](#)

青字はDARTSにデータがあるもの
 オレンジはDARTS外にデータがあるもの
 下線は現在稼働中のもの



すざくによる超新星残骸SN1006のX
線写真
(<http://darts.jaxa.jp/astro/judo/>によ
る)

はやぶさによる地球スイングバイの際の地球
撮像データ

[http://darts.jaxa.jp/planet/project/hayabusa/d
ata/amica/thumbnails/ST_1033703694_w.jpg](http://darts.jaxa.jp/planet/project/hayabusa/data/amica/thumbnails/ST_1033703694_w.jpg)

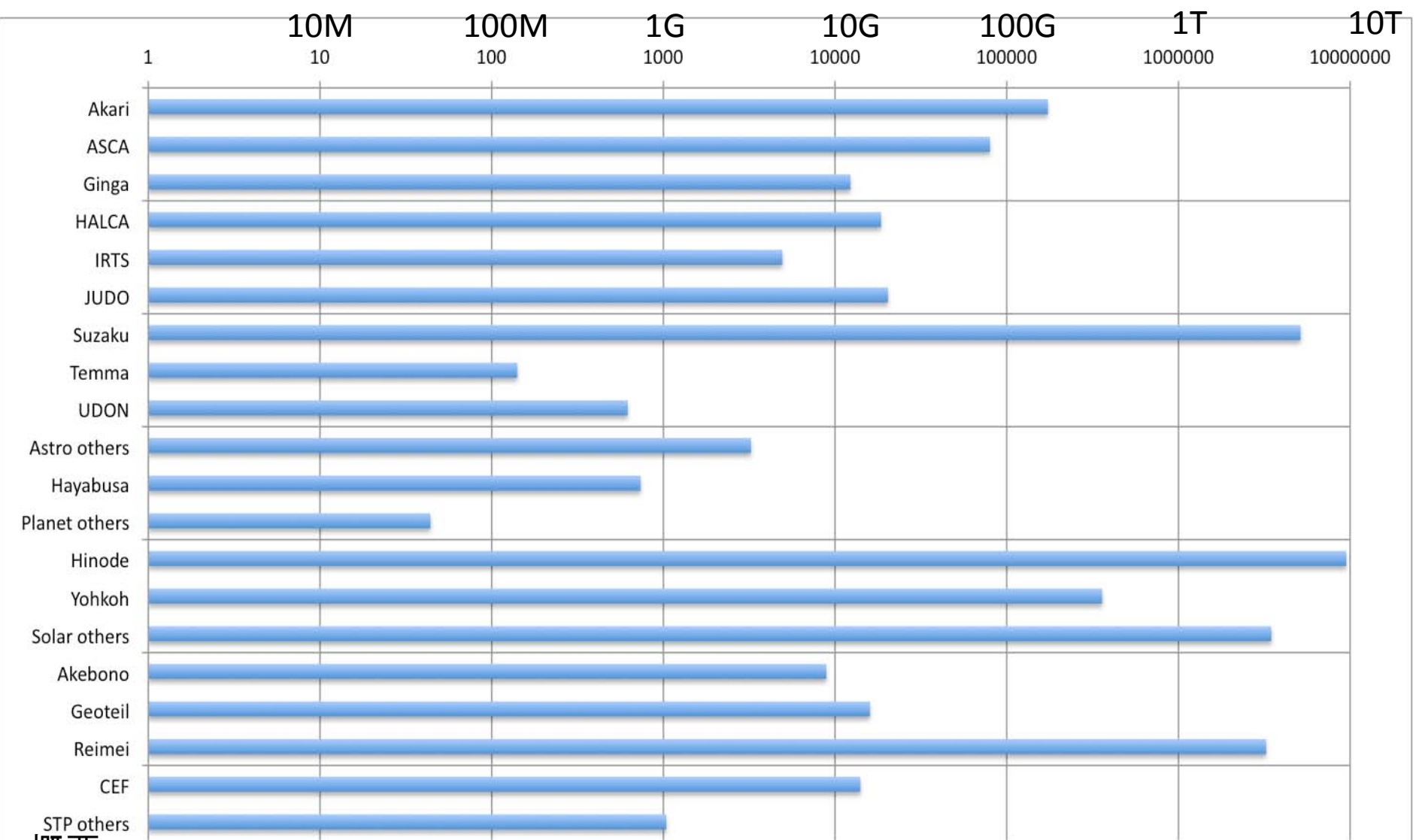
公開データ総量(暗号化されている物も含む)

	2009年度追加分 (Gbyte)	2010年3月現在 (Gbyte)
総計	2337	14374
天文計	859	3940
すざく	694	2410
あかり	165	342
天文その他	0	1188
太陽計	1440	9800
ひので	1440	9380
太陽その他	0	420
STP計	32	629
あけぼの	1	26
Geotail	0.2	106
れいめい	27	493
STPその他	4	4
月惑星計	5.8	5.8

2.概要

参考資料

2009年衛星/システム別データダウンロード量(すべてのプロトコル含む)





DARTS

Data Archives and Transmission System

DARTS

SODA

ISAS/JAXA

ISAS

JAXA

Google 検索

天文学

太陽物理学

太陽地球系物理学

月惑星科学

MAXI

あかり

すざく

はるか

あすか

IRTS

ぎんが

てんま

JUDO

表

データ

- 検索

- FTP

- HTTP

ドキュメント

リンク

English

DARTSの天文学関連データアーカイブ

X線天文学

てんま (1983-1989), ぎんが (1987-1991), あすか (1993-2001), すざく (2005-), MAXI (2009-)

データミラー

Swift, CALDB, heasoft

赤外線天文学

IRTS (1995), あかり (2006-)

電波天文学

はるか (1997-2005)

2.概要

天文DARTS

Data Archives and Transmission System
DARTS





Astrophysics
Solar Physics
Solar-Terrestrial Physics
Lunar and Planetary Science

MAXI
AKARI
SUZAKU
HALCA
ASCA
IRTS
GINGA
TENMA
JUDO

▶ Instruments
▶ Observation Log
- Query (LOG)
▶ Tables
▶ Data
- Public Data List
- Query: Simple (astro)
- Query: Advanced (MASTER)
- Query: XISLOG
- FTP
- HTTP
▶ Analysis
- UDON
- JUDO
▶ Documentation
▶ Publications
▶ Links

Welcome to DARTS/Suzaku

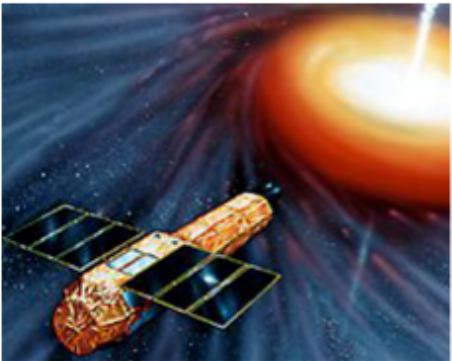
News & Announcements

- 2010-4-16: [Release of version 2.5 data.](#)
- 2009-6-8: [Release of version 2.4 data.](#)
- 2009-5-7: [Release of version 2.3 data.](#)
- 2009-5-7: [Public data list is updated.](#)

([history](#))

About SUZAKU

Suzaku is Japan's fifth X-ray satellite launched on July 10, 2005. Suzaku carries out high resolution spectroscopic observations in a wide energy range of ~0.3 keV to ~600 keV.



SUZAKU MASTER

New!

Output List [\(more info\)](#)

Maximum number of rows
Sorted by

Line is
New!
Format is

☐ **Data Status** [\(more info\)](#)

Data Proprietary
PROCESSING STATUS

☐ **Position Search** [\(more info\)](#)

Search Area
☒ XIS field of view
☐ Radius

☒ Target Name

e.g. M31, NGC1399

☐ Coordinate

e.g. "86.63 22.01", "05h34m31s +22d00m52.0s", "05:34:31 +22:00:52"

☒ **Parameter Ranges** [\(more info\)](#)

Name	Lower limit	Upper limit	Description
RA			Right ascension (J2000 decimal deg.)
DEC			Declination (J2000 decimal deg.)
LII			Galactic Longitude (degree)
BII			Galactic Latitude (degree)
ROLL_ANGLE			Roll Angle (degree)
EXPOSURE			Effective Total Observation Exposure (s)
HXD_EXPO			HXD All Clock Rate Effective Exposure on Source (s)

すざくデータの検索画面

SUZAKU MASTER / Search Result

The number of display 13 / The number of hits 13

Output ALL hit resords : select an output format. >>

Download data : select checkboxes below and THEN push >>

NO	SELECT	FTP	NAME	RA	DEC	ROLL_ANGLE	TIME	OBSID	EXPOSURE	PROCESSING_DATE	PUBLIC_DATE	PI_LNAME	OBS_TYPE	DISTANCE(deg.)
1	☒	ftp	HESS J1837-069	279.4395	-6.8651	102.6144	2007-03-05 12:49:14	401026010	42191.1	2007-08-10 20:39:58	2008-10-11	EBISAWA	AO1	null
2	☒	ftp	V709 CAS	7.1951	59.3013	84.0816	2008-06-20 10:24:13	403025010	35898.2	2008-07-01 02:10:24	2009-07-02	EBISAWA	AO3	null
3	☒	ftp	IGR J17303-0601	262.5864	-5.9814	100.7922	2009-02-16 10:09:35	403026010	32963.5	2009-04-24 03:47:46	2010-05-09	EBISAWA	AO3	null
4	☒	ftp	RX J1940.1-1025	295.0445	-10.4193	79.7405	2008-04-16 21:33:07	403027010	32453.6	2008-05-01 00:52:40	2009-05-02	EBISAWA	AO3	null
5	☒	ftp	IGR J17195-4100	259.8947	-41.0152	97.0631	2009-02-18 11:03:26	403028010	31645.6	2009-05-11 07:23:24	2010-05-14	EBISAWA	AO3	null
6	☒	ftp	XSS J12270-4859	187.0020	-48.8936	315.9792	2008-08-08 23:13:07	403029010	29623.2	2008-08-29 03:56:17	2009-08-30	EBISAWA	AO3	null
7			HD125599	215.4500	-48.0717	-99.0000	null	405030010	-99.0	null	2099-12-31	EBISAWA	AO5	null
8			HD130693	222.5750	-24.4275	-99.0000	null	405031010	-99.0	null	2099-12-31	EBISAWA	AO5	null
9			XSS J16537-1905	253.8875	-18.1517	-99.0000	null	405032010	-99.0	null	2099-12-31	EBISAWA	AO5	null
10	☒	ftp	XSS J17223-7301	259.6949	-73.4263	106.6643	2010-04-16 03:39:49	405033010	33386.1	2010-05-10 03:15:23	2011-05-11	EBISAWA	AO5	null
11	☒	ftp	GALACTIC RIDGE	281.0049	-4.0776	265.5297	2005-10-28 02:40:08	500009010	93327.6	2007-08-19 00:14:41	2007-05-27	EBISAWA	SWG	null
12	☒	ftp	GALACTIC RIDGE	281.0036	-4.0780	265.5303	2006-10-15 02:15:12	500009020	98858.3	2007-08-18 02:24:01	2008-08-19	EBISAWA	SWG	null
13	☒	ftp	(L,B)=(0.107,-1.425)	267.8602	-29.5833	68.0986	2010-03-06 03:55:37	504050010	100399.1	2010-03-23 10:04:26	2011-03-25	EBISAWA	AO4	null

The number of display 13 / The number of hits 13

Output ALL hit resords : select an output format. >>

Download data : select checkboxes above and THEN push >>

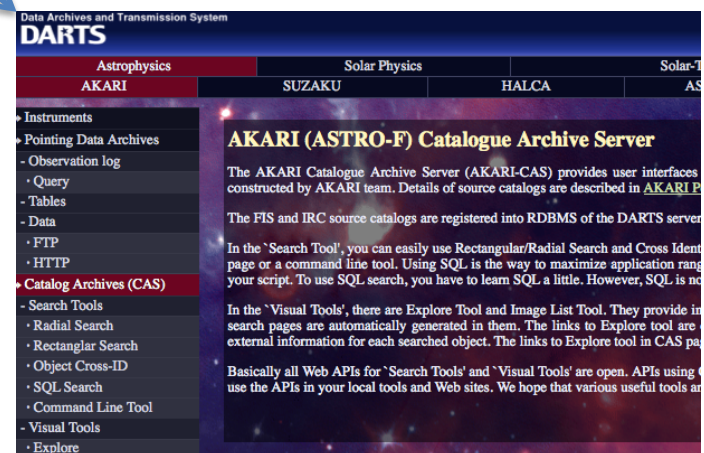
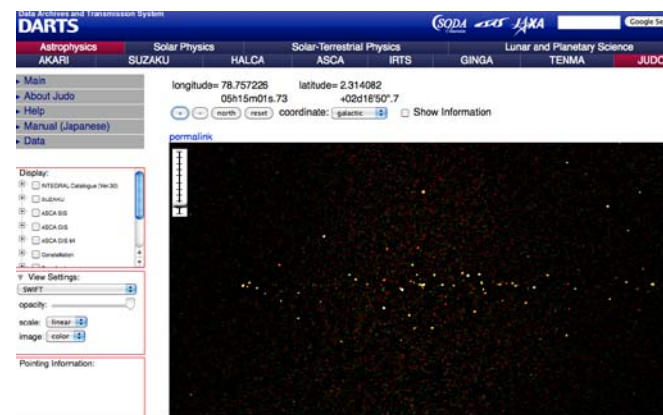
Used Search Condition

SQL sentence
select DIRNAME, SEQ_DATA.SEQ_NO, concat(DIRNAME,'/',SEQ_DATA.SEQ_NO), NAME, RA, 'DEC', ROLL_ANGLE, TIME, OBSID, EXPOSURE, PROCESSING_DATE, PUBLIC_DATE, PI_LNAME, OBS_TYPE from MASTER
LEFT OUTER JOIN SEQ_DATA on MASTER.OBSID = SEQ_DATA.SEQ_NO where PI_LNAME like '%Ebisawa%' order by OBSID;

すざくデータ検索結果の例

新規開発の例(2009年度)

- 月惑星DARTS開始
– はやぶさ、SPICE、PDAP
- JUDOにSwift全天データ追加
- あかりCatalog Archive Server公開 (山内発表)
- Suzaku公開データと出版された文献(ADS)をリンク
- あかつきデータアーカイブ開発進行中

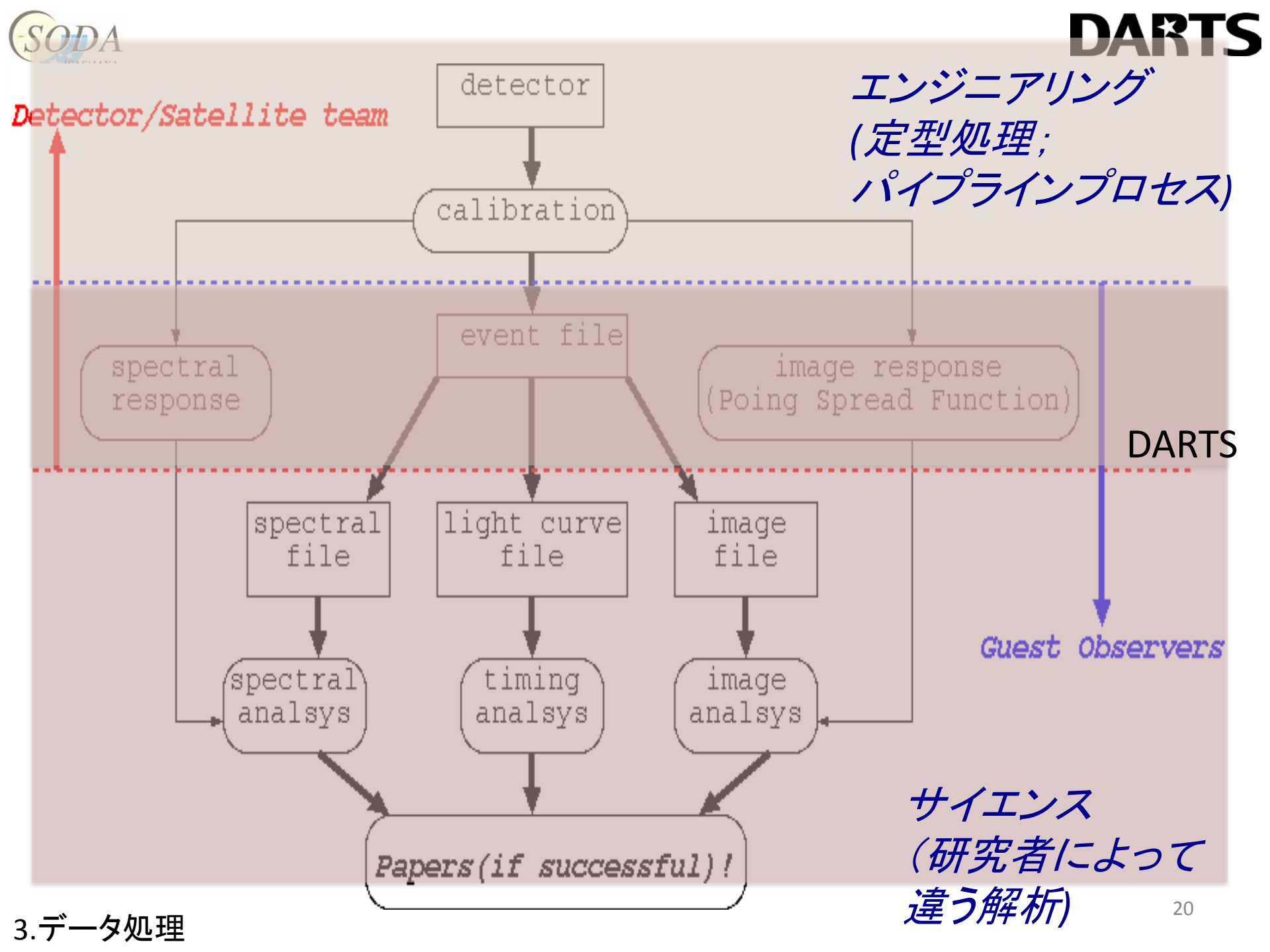


高次データ処理

- 衛星データは地上データと比較して標準化しやすい
 - 天気等の予測できない不定性が少ない
 - その場で観測条件を変更できない
- 取得データを自動処理(パイプラインプロセス)にかけることが標準的
- 観測者は高次処理済みデータを受けとる
- 高次処理のレベルはミッションによって異なる

X線データ処理の例

- X線データ:ひとつひとつの光子を「イベント」としてイベントテーブル(エクセル表みたいなもの)に保存(**イベントファイル**)
 - 1行が1イベントに対応
- ひとつひとつの光子について、機器較正により、時刻、位置、エネルギーの補正をする
 - エンジニアリングの部分 (ひとによる違いがあってはいけない)
- 各コラムが補正された物理量に対応する
 - **到達時刻、到来方向、エネルギー**など
- 各コラムでヒストグラムを作って解析する
 - X,Yヒストグラム→**イメージ**
 - 時刻ヒストグラム→**ライトカーブ**
 - エネルギーヒストグラム→**エネルギースペクトル**
- 科学者が独自の解析を行い、その結果を解釈
 - **サイエンスの部分** (ひとと同じではいけない)



JUDO と UDON



http://www2.hawaii.edu/~nhiraoka/judo_clipart.jpg



<http://www.netlaputa.ne.jp/~ryufuu/udon/image/udon2.jpg>

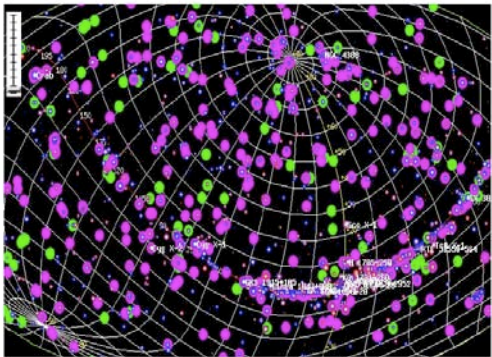
- JUDO と UDON は DARTS の一部
- ブラウザを使ってDARTSデータに簡単にアクセスするためのオンラインツール
- ソフトウェアのダウンロードが不要
- 通常のブラウザでも動く
- DARTSを使う研究者がターゲット

JAXA Universe Data Oriented

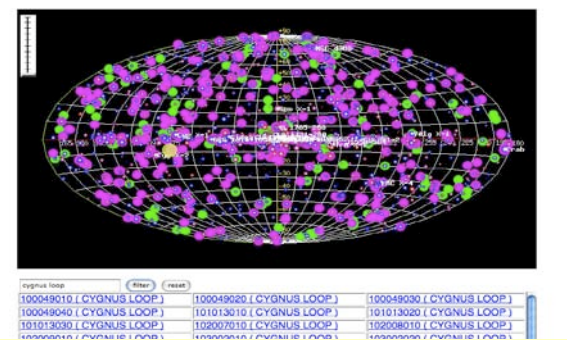
<http://darts.jaxa.jp/astro/judo>

- マウスを使って天球上を自由に移動、拡大
 - Google sky, Worldwide Telescopeよりも先に開始！
- ブラウザだけで動く
 - ソフトウェアダウンロードしなくてよい。環境によらない
- DARTS中の画像データに直接アクセス
 - 複数ミッションに対応
 - すざく、あすか、ROSAT、Swift (X線)、IRAS (赤外線)
 - それらの画像の重ね合わせが可能
- 外部データベース(SIMBAD, NED, SSDSなど)との連携
- C、Java スクリプト、Ajaxを用いて開発

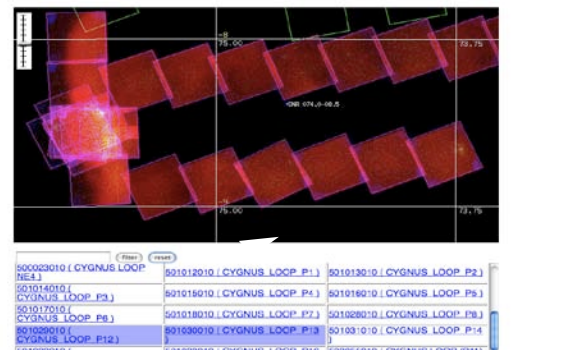
JUDO ----- <http://darts.jaxa.jp/astro/judo>



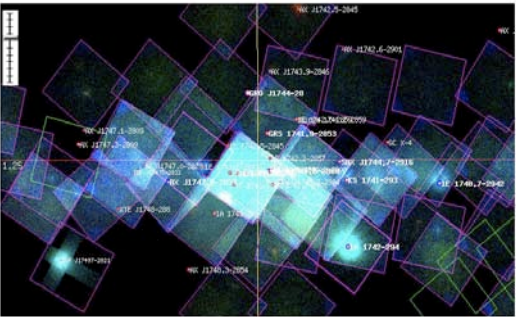
Display the celestial sphere,
zoom-in and out with mouse.
Different colors tell Suzaku
public or proprietary data



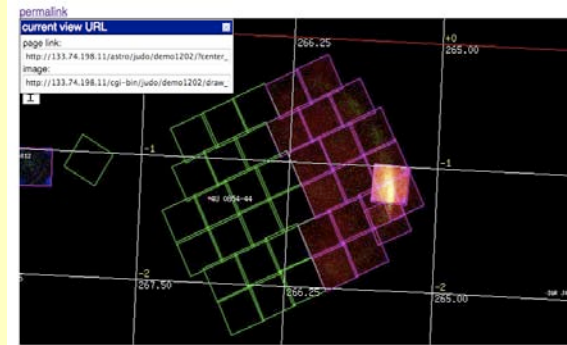
Search your target, and your
can see the position on the sky.



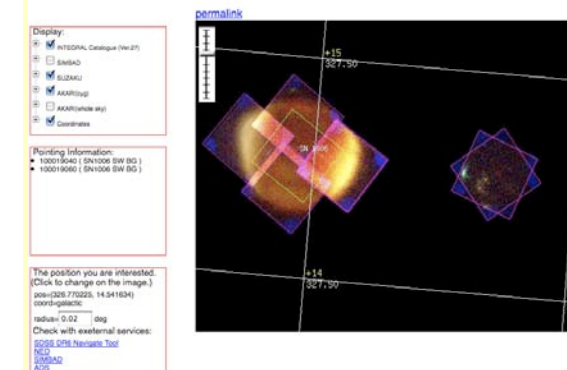
Different colors tell X-ray energies.
“Mouse over” the “foot prints” tell
the observation sequences



Suzaku observation of the
Galactic Center region



Permalink of the displayed image may
be obtained



Specify points of interests, and
outside databases (SIMBAD, NED etc)
are referenced

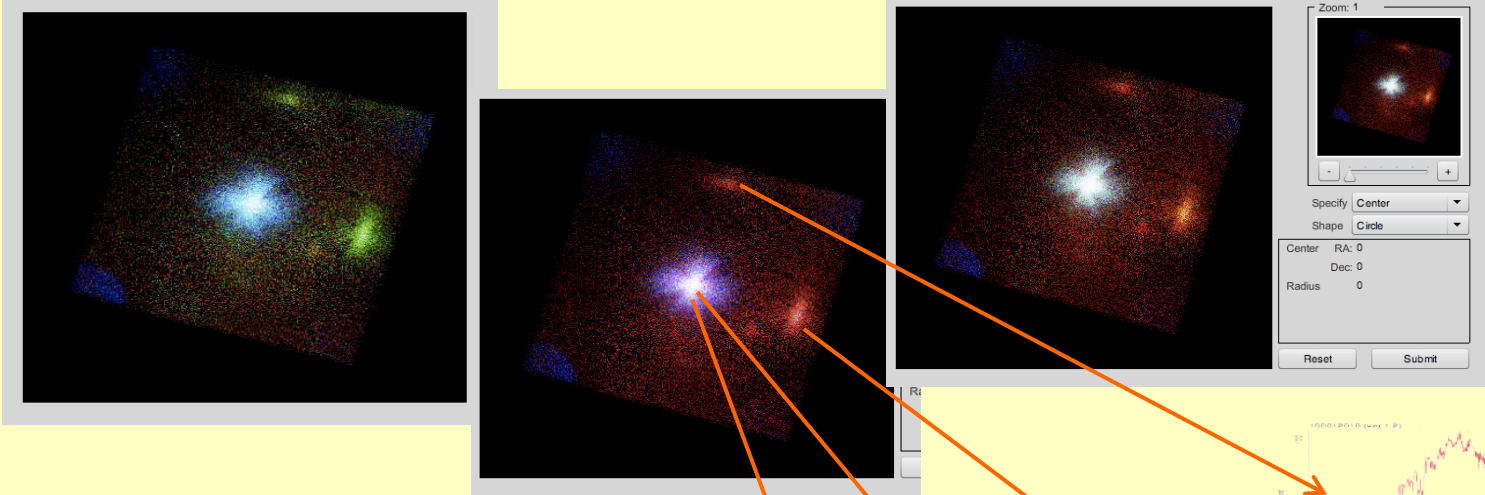
Universe via DARTS ON-line

<http://darts.jaxa.jp/astro/suzaku/udon.html>

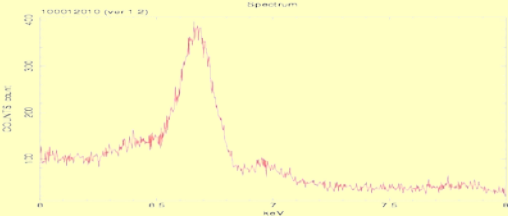
- オンラインX線データ解析ツール
 - X線の疑似カラー画像、任意の天体、領域の光度曲線、エネルギースペクトルを生成、表示
- いまのところSuzakuデータが対象
- IDL ON-the net (ION), Flash, ftoolsを組み合わせで開発

UDON ----- <http://darts.jaxa.jp/astro/suzaku/udon.html>

•ION (IDL On-the net)、Flash、
ftools are used



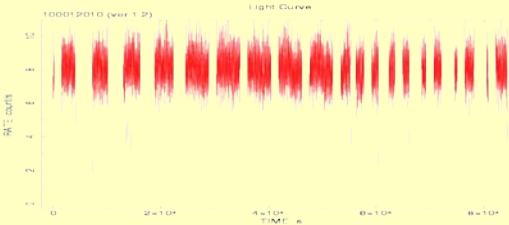
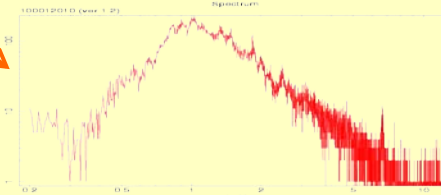
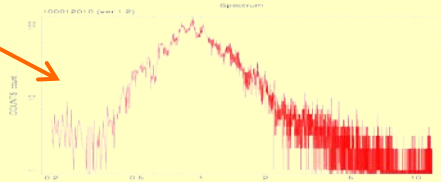
Any three X-ray energies and Red,
Green, Blue colors correspond



Interactively rescale the
figures. Download the
spectra and images.



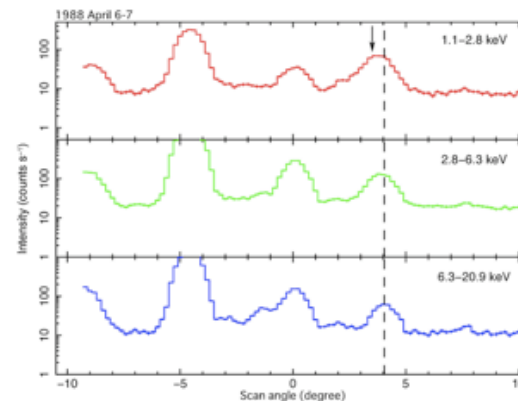
Specify region
to extract
energy spectra
and light curves



ぎんがアーカイブの利用例

20年目の新事実 — ぎんが衛星アーカイブスデータを用いたX線天体の発見

これまでに行われた数々の観測により、宇宙には非常にたくさんのX線放射天体が存在していることがわかっています。X線天体には強度が大きく変動するものも数多くあり、中にはある限られた期間しか明るく輝かないというものもあります。いつどの方向にどのくらいの明るさの天体が見つかったのかという記録の価値は、何十年経っても薄れません。また、貴重な観測データがアーカイブス化されていると、新天体が発見されたとき、その天体が過去にどのような特徴を示していたかということ調べることができます。



「今月のDARTS」2008年3月号より

PASJ: Publ. Astron. Soc. Japan **59**, 1141–1151, 2007 December 25

© 2007. Astronomical Society of Japan.

二十年前のデータからも発見がある！

A Bright Transient X-Ray Source Near the Galactic Center Found in Archival Ginga Data from 1987

Shigeo YAMAUCHI

Faculty of Humanities and Social Sciences, Iwate University, 3-18-34 Ueda, Morioka, Iwate 020-8550

yamauchi@iwate-u.ac.jp

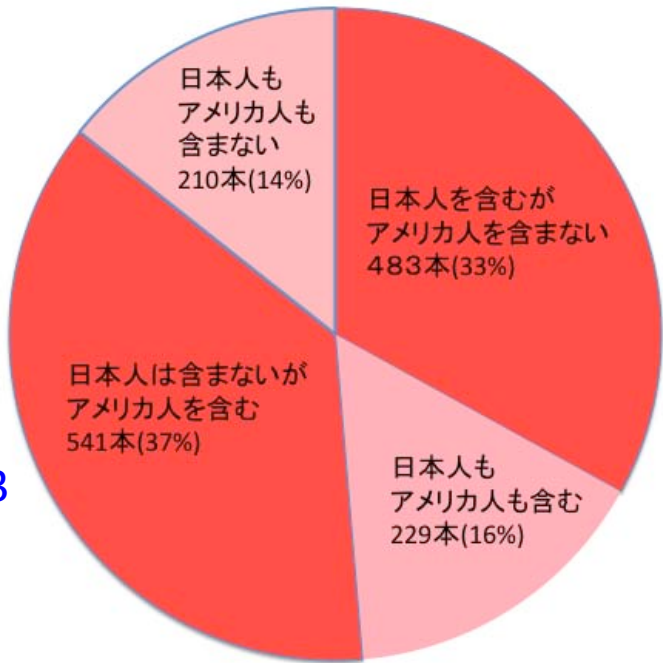
and

Yoshio NAKAGAWA, Keisuke SUDOH, and Shunji KITAMOTO

Department of Physics, College of Sciences, Rikkyo University, 3-34-1 Nishi-Ikebukuro, Toshima-ku, Tokyo 171-8501

- 1993年から2007年までに英文で出版された査読付き論文1463本について調査 (日本物理学会誌2008年9月号より)
- 寿命は2736日、約二日の観測あたり一本の論文

日本の論文1/3, アメリカの論文1/3
 日米共同の論文1/6
 日本、アメリカ以外の論文1/6



アメリカ	日本	イギリス	イタリア	ドイツ	中国	ロシア	インド	オランダ	フランス	ポーランド	スペイン	イスラエル	韓国	フィンランド	カナダ	アイスランド	ギリシア	スイス	デンマーク	トルコ	オーストラリア
504	501	123	86	48	37	25	20	20	17	12	9	9	6	6	6	6	6	5	3	3	2

以下の 9 カ国は一本ずつ。チェコ、ブルガリア、ベルギー、アルゼンチン、インドネシア、スウェーデン、南アフリカ、スロバニア、プエルトリコ

世界31ヶ国の研究者があすか衛星をつかった論文を出版している

C-SODAとNASA,ESAの データセンターとの比較

- NASA, ESAでは大型の科学衛星が上ると、一つのデータセンターができる事が標準的
 - DARTSのように複数分野にまたがるデータベースは稀
- 衛星の打ち上げ前から、データ処理、解析ソフトウェア、データアーカイブズの準備を行う
- 衛星終了後は、データは複数衛星を扱うデータアーカイブセンターに集約
- データセンターのスタッフは、専門を生かし、近接分野の複数の衛星データ処理、アーカイブに携わる
- 科学者と技術者の緊密な連携が実現している
- 技術者の長期的な雇用が保証されている
- データセンターが、データ解析ソフトウェア開発、解析マニュアル整備まで実行している

JAXAにおけるデータセンターの課題

- 海外では当たり前であるような前項の事柄が実現していない
 - データ利用についての意識の違い
 - 衛星の開発に比べ、データ整備にかかる人員、予算が少ない
- 高度なシステムエンジニアリングを必要とする高次データ処理が進まない
 - あかり衛星全天データ処理、かぐやデータの hochi 機器校正など
 - 機械的な処理で済む、低レベルデータ処理(テレメトリアーカイブ)は確立しているのだが...
- 月惑星データベースの基盤整備が必要
 - 今は日本の月惑星探査の黎明期
 - データを高次に処理し、世界に向けて発信していく体制が確立していない
- 国際協力頼みの状況
 - すざく、ひので、あかりは、一部海外でプロセッシングを実施
 - すざく解析ソフトは、日本で開発した者をNASAでパッケージ管理
 - 解析ソフトウェアを長期にわたって維持管理する体制はない
- データ処理技術者の継続的な雇用ができない
 - 多くの衛星の高次データ処理をポスドクが担当
 - ポスドクが離れると、データ処理が終わってしまう危険性

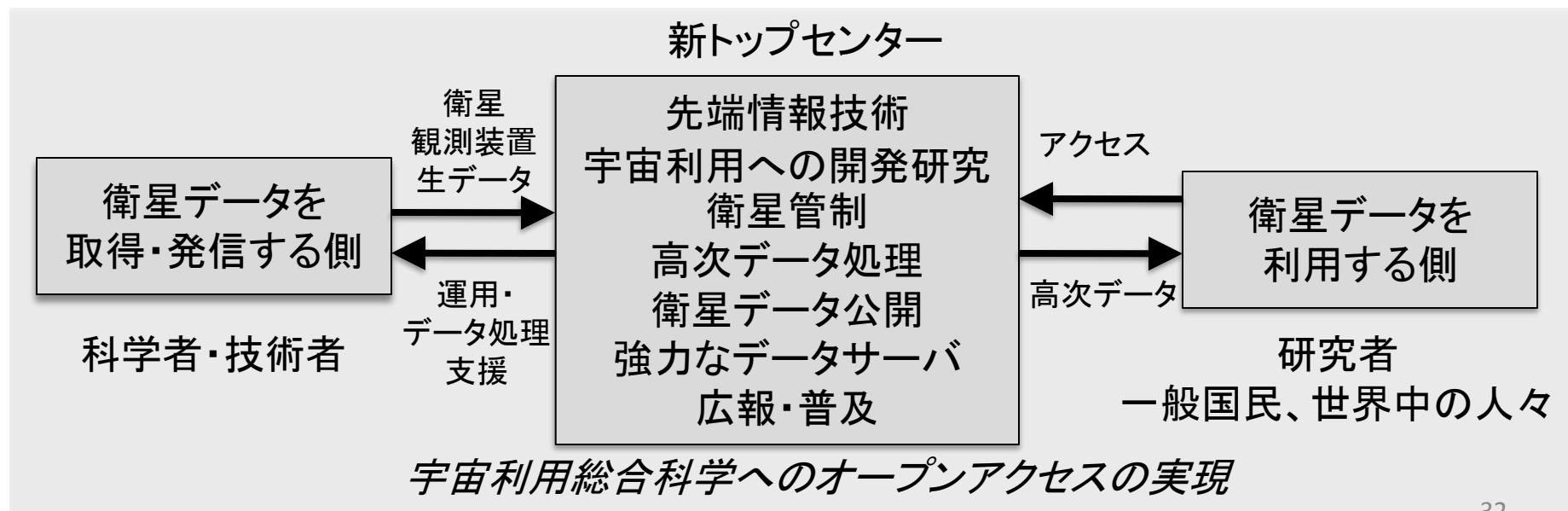
日本の科学衛星データセンターの将来構想

- JAXAの科学衛星プロジェクト
 - あかつき(金星,2010年)、EXCEED(小型衛星、惑星2011年)、Astro-H(高エネルギー; 2013年)、BepiColombo(水星、2014年)
- プリプロジェクト
 - はやぶさ2(小惑星、2014+)、SELENE-2(月、2014+)、SPICA(赤外線、2017+)、
- ISS(国際宇宙ステーション)搭載ミッションのデータ
 - MAXI(X線、2009年)、SMILES(高層大気、2009年)
- その他、衛星ワーキンググループ活動中の数、>10
- データ処理、データアーカイブズ、および衛星運用の
 負荷の飛躍的な増大に対処する体制が必要

- 定常的に、複数衛星の高次データ処理を実施、高レベルデータをアーカイブ化、世界に向けて発信できるようにしたい
- JAXAはすぐれた科学衛星を作れるようになったが、そのデータ利用のためのシステムはアメリカ(NASA)、ヨーロッパ(ESA)に比べて貧弱
- 科学衛星データ利用促進のためのセンターを作りたい

新センター構想

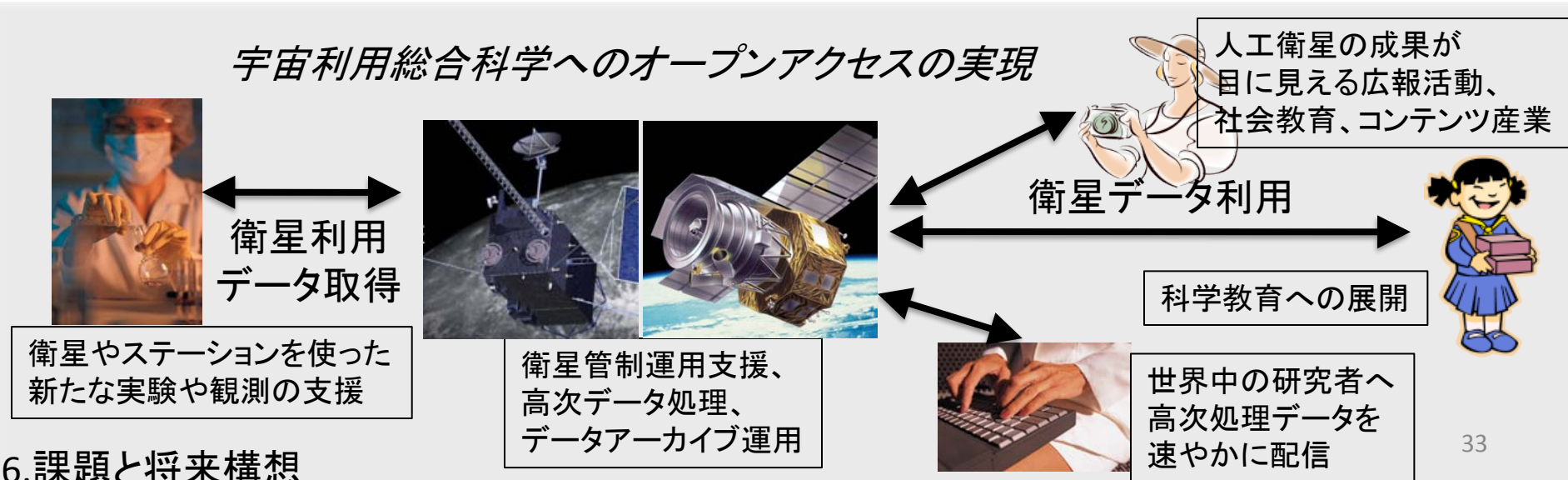
1. 将来のあらゆる科学衛星、探査機、宇宙ステーション搭載装置利用のために必要な管制、データ処理からコミュニティへのデータ展開、アーカイブ化までを一括して引き受ける統合環境を備えたトップセンターを設立する
2. 当センターを中心として**宇宙への応用をターゲットとした先端情報技術の研究開発**をおこなう。それによって宇宙利用を支えるための情報基盤を世界最先端のレベルまで引き上げる
3. 当センターの活動によって、人工衛星を開発する科学者・技術者およびそれらの衛星データを利用する研究者や一般の人々、双方を対象とした**宇宙利用総合科学へのオープンアクセス**を実現する



新センターの意義

以下を実施することにより、宇宙基本法にうたわれている
人類社会の発展に資する宇宙開発利用を推進する

1. すでに取得した科学衛星データについて、その高次データ処理とデータ配信・公開を推進し、そこから最大限の科学的成果を引き出す
2. 科学衛星の開発、管制に必要な情報システムの研究開発を進めることにより、今まで宇宙を利用した事がないコミュニティーが「宇宙利用総合科学」へ参入し、データを容易に取得・利用できるようにする
3. 衛星データへのアクセスを容易にする情報システムの開発により、国民による衛星データ利用のためのハードルを極限まで下げる



新センター設立の波及効果

● 人材育成

－ 科学研究と情報技術の双方に長けた人材の創出

- ・ 宇宙科学研究を通じ、大量データ処理や高度なデータ解析手法等を習得した博士を送出
- ・ それらの若手研究者・技術者が、宇宙以外の様々な科学技術分野に飛びこんでいて活躍する

● 研究開発の波及効果

－ 情報技術を通じた地球探査、月探査、惑星探査の連携

- ・ 資源探査、環境計測など、宇宙からの地球探査観測は人類社会に直ちに役に立つ
- ・ 地球探査に用いられてる実用技術を、月・惑星データに適用し、将来の月・惑星利用の準備を進める。

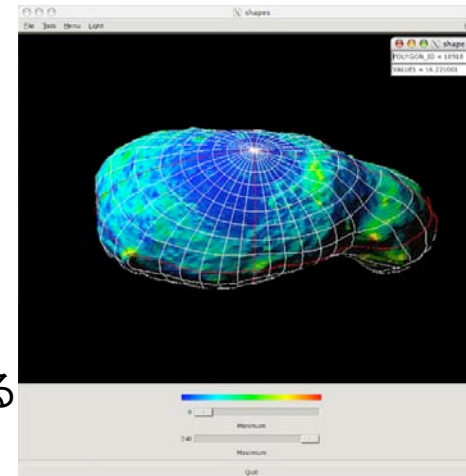
－ 基幹的情報技術の開発

- ・ 現在は、国内で使われているほとんどのOSや検索エンジンのシェアを、アメリカの私企業であるグーグルやマイクロソフトが握っている。
- ・ 本提案による情報技術開発研究から、国家の基幹となる情報コア技術が発生する事が期待される

● 「外交のための宇宙」の推進

－ 科学による安全保障の実現

- ・ 本センターで扱う宇宙の科学データは利益やモラルが絡まないもので、基本的に公開できるものであり、その利用は世界に対して開かれている
- ・ 特に、自前でそのような高品質データを持たないアジアの近隣諸国をターゲットに戦略的にデータ公開を進めていく
- ・ それが国と国との信頼醸成、緊張緩和につながる



地理情報システム(GIS)の小惑星イトカワへの応用
PLAINニュース189号より 34