

# JAXAにおける 科学衛星データアーカイブズ

科学衛星運用・データ利用センター(C-SODA)

海老沢 研

C-SODA/JSPEC

山本幸生

## 話しの内容

- JAXAの科学衛星の紹介
- JAXA内の関連組織について
  - ISAS (宇宙科学研究本部)
    - C-SODA(科学衛星・データ利用センター)
  - JSPEC (月・惑星探査プログラムグループ)
- 科学衛星データアーカイブDARTSの紹介
- DARTS以外のJAXA科学衛星アーカイブ
- JAXAの将来ミッションについて
- DARTS、C-SODAの将来について

- Astro
  - X線: はくちょう、てんま、**ぎんが**、**あすか**、すざく
  - 電波: **はるか**
  - 赤外線: **SFU**、あかり
- STP (Solar-Terrestrial Physics)
  - じきけん、きょっこう、おおぞら、あけぼの、Geotail、れいめい
- Solar
  - ひのとり、**ようこう**、ひので
- Lunar-Planetary
  - すいせい、のぞみ、、**はやぶさ**、**かぐや**

青字はDARTS(<http://darts.isas.jaxa.jp>)にデータがアーカイブ化されているもの  
青太字は現在稼働中のもの  
オレンジは稼働中で、DARTS以外でデータがアーカイブ化されているもの

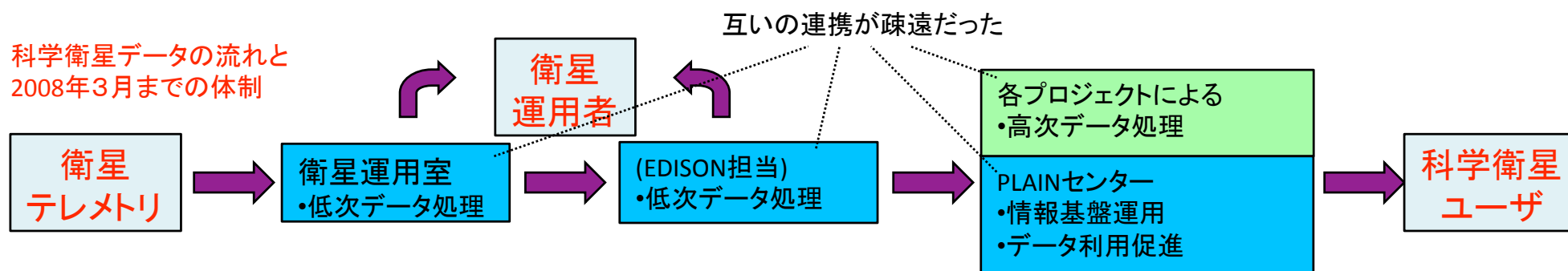
## JAX内の組織について

- **ISAS** (宇宙科学研究本部)
  - 主に地球を周回する科学衛星の打ち上げ、運用
- **JSPEC** (月・惑星探査グループ)
  - 2007年4月1日 発足
  - 主に月、新宇宙探査のミッションを担当する
  - はやぶさ、かぐやはすでにISASからJSPECに移動

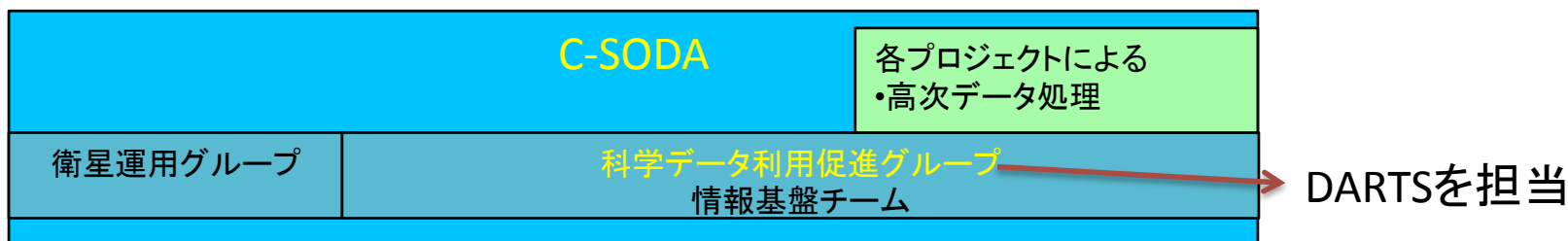


- 従来の ISAS では、衛星運用から公開アーカイブズまでのデータ処理を行う組織が**衛星運用室**、**PLAINセンター**と**システム開発部**に分散していた
- ”end2end”にわたる衛星データ処理システムの開発・運用を行う体制を整えるため、2008年4月に**C-SODA** (Center for Science-satellite Operation and Data Archive) が発足
  - 技術者と研究者が一体となり、科学衛星運用・利用体制を整理

### •ISASの内部組織



### 2008年4月以降の体制



責任範囲の明確化とセンター内・対プロジェクト間のコミュニケーション強化

<http://darts.isas.jaxa.jp>

- Data ARchives and Transmission System
- ISASの科学衛星のアーカイブズ
  - 1995年開発開始、1997年データ公開開始
- JSPECの担当する衛星・探査機のデータもDARTSから迎れるようにしたい
  - JSPECはまだデータ公開の枠組みを持っていない
  - <http://darts.isas.jaxa.jp> → [darts.jaxa.jp](http://darts.jaxa.jp) というドメイン変更を計画中

天文学

太陽物理学

太陽地球系物理学

▶ よくある質問

▶ 天文学

- あかり

- すざく

- はるか

- あすか

- IRTS

- ぎんが

- てんま

- JUDO

▶ 太陽物理学

- ひので

- ようこう

▶ 太陽地球系物理学

- れいめい

- ジオテイル

- あけぼの

- テミス (ミラー)

- CEF

▶ 今月のDARTS

▶ 一般向け解説

▶ リンク

▶ 謝辞

▶ [English](#)

**DARTS (Data ARchives and Transmission System)**は、天文学、太陽物理学、および、太陽地球系物理学といった多分野にわたる宇宙科学のデータアーカイブです。主に日本の科学衛星によって取得したデータを公開しています。DARTSは、宇宙航空研究開発機構・宇宙科学研究本部、科学衛星運用・データ利用センター (C-SODA) が運用しています。

## ▶ お知らせ

(2008/09/26) Suzaku UDONで、領域の中心を指定することができるようになりました。

(2008/07/17) [Suzaku UDON](#)を使って、スペクトルとライトカーブを抽出することができるようになりました！

(2008/06/27) [THEMIS データミラーサイト](#)を公開しました。

## ▶ サービス停止 情報

(13 Jan. 2009) システムメンテナンスのため、以下の時間帯でDRATS サービスを停止します。ご迷惑をおかけしますが、ご了承ください。

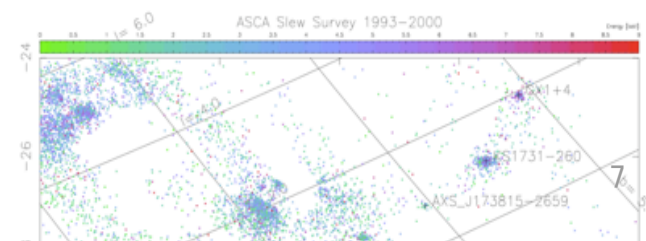
2009-1-20 10:00-14:00 (JST)

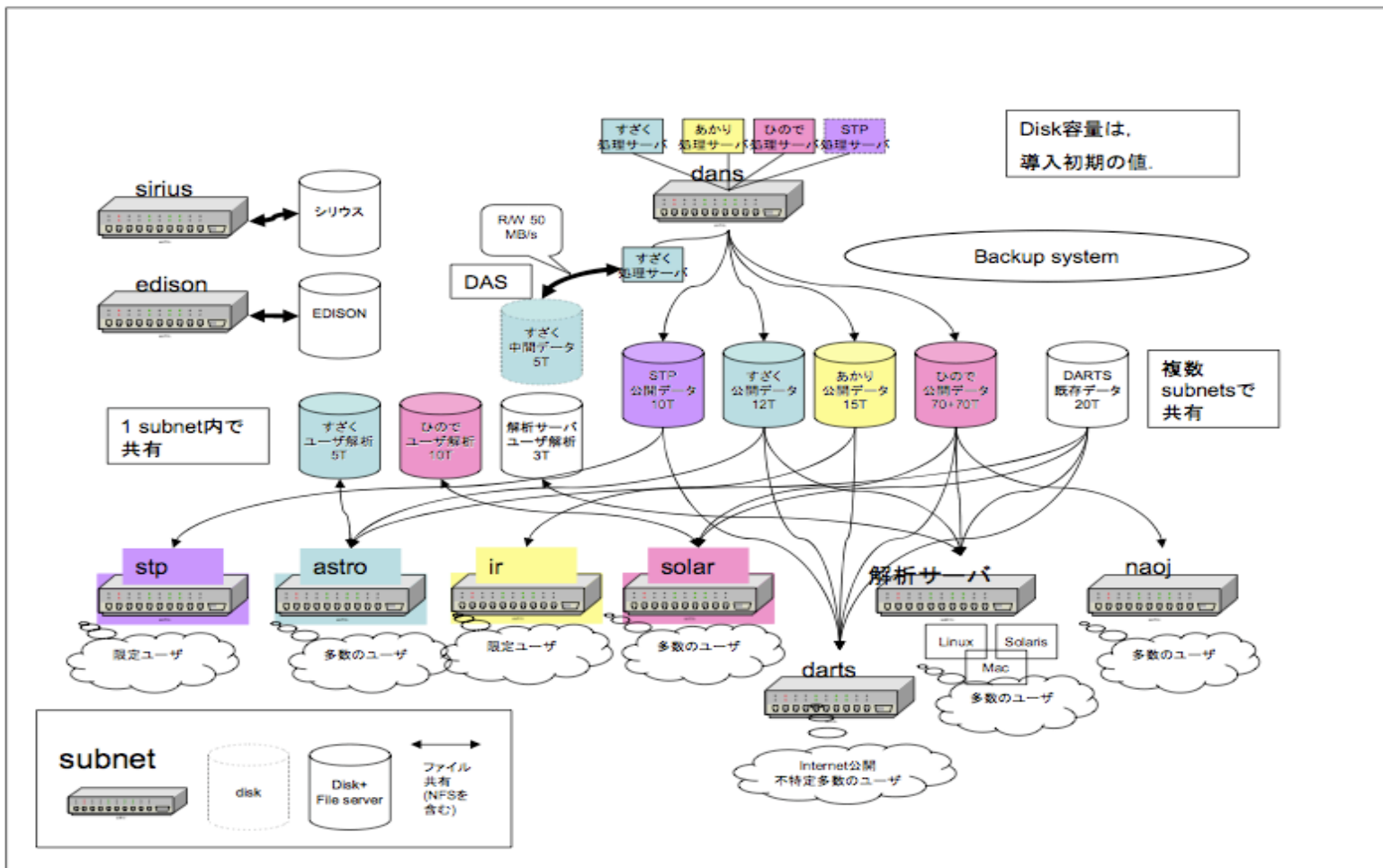
[過去のお知らせ](#)

## ▶ 今月のDARTS

**注意してください！1分が61秒になります！**

もしあなたが時間に非常に厳格な人でしたら、注意してください。2009年1月1日、日本時間午前8時59分から9時00分の間、1分が61秒になります！これは、「うるう秒」と言って、地球の回転速度の変化を補正するためのものです。





**ISAS 衛星データ処理システム・ストレージ構成** : DARTSは、このシステムの一部です。データ利用グループは、システムインテグレータ(新日鉄ソリューションズ)と協力して、このシステムの運用サービスを行っています。ストレージの総物理容量は、500TB強です。



## ①科学DB (DARTS)

Suzaku

Akari

Hinode

新衛星

分野 (天文、太陽系科学...)

DARTS共通部

## ②衛星運用工学DB (EDISON)

Suzaku

Akari

Hinode

新衛星

分野 (天文、太陽系科学...)

EDISON共通部

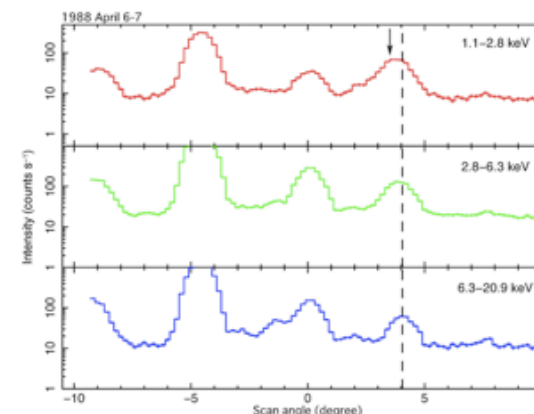
TSUNAGI (JAXAオリジナル・Webデータベース基盤)

DARTSおよび関連するデータベースサービスの効率的な開発・運用のため、ソフトウェアフレームワークを開発しています。

# DARTSアーカイブズの利用例

## 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.

## 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

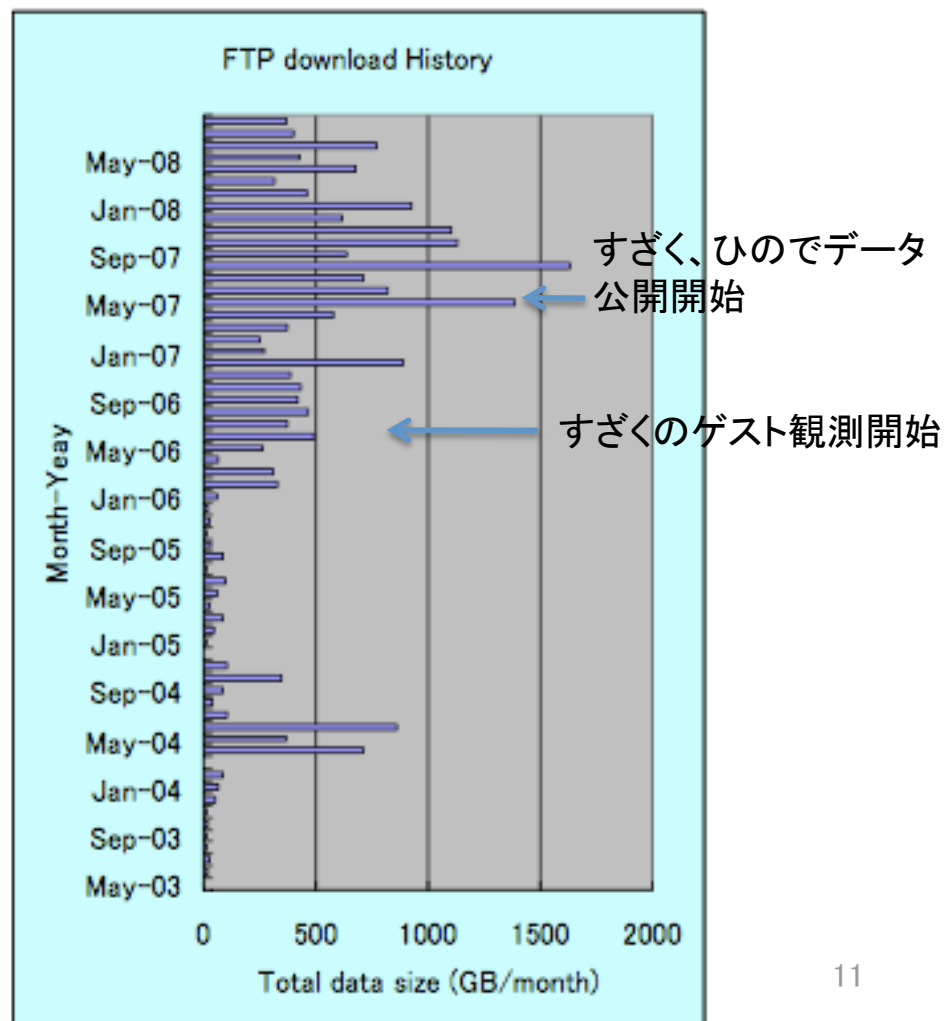
Yoshio NAKAGAWA, Keisuke SUDOH, and Shunji KITAMOTO

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

## データダウンロード状況

Month	directory /		directory /pub/suzaku	
	Count	Size(GB)	Count	Size(GB)
2009	Count	Size(GB)	Count	Size(GB)
Jan	13701	345.912	7790	65.605
2008	Count	Size(GB)	Count	Size(GB)
Dec	45508	1164.349	14051	267.375
Nov	421268	1692.924	107078	925.054
Oct	205237	1515.121	47524	477.849
Sep	99634	584.964	30996	273.602
Aug	130994	367.491	9718	96.343
Jul	73310	398.223	11270	153.039
Jun	138446	769.767	28067	354.695
May	55574	426.249	23970	237.450
Apr	70423	674.850	41481	514.657
Mar	166955	317.813	21839	126.335
Feb	70415	457.868	15100	149.815
Jan	411364	929.483	23257	179.194

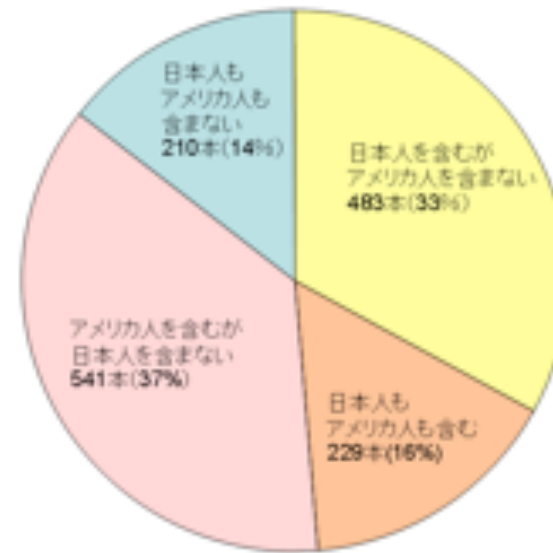
- 毎月数百ギガバイトのダウンロード
- 国内が半分以上  
(すざく、ひのでは海外からもデータ配布)



# DARTS

## JAXAの科学衛星 による成果の例

あすか衛星の査読付き論文、1993年から  
2007年までに1463本



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	アイルランド	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

表 2: X 線天文衛星「あすか」の論文の筆頭著者の国別本数と割合。ビジター、ポストドクについては、判明している限り本国を示した。

- ただし、「DARTSの成果」を切り出すのが難しい
  - DARTSがどれだけ成果のアウトプットに貢献したのか？

## DARTS-Astro

Data Archives and Transmission System							
DARTS							
Astrophysics		Solar Physics		Solar-Terrestrial Physics			
AKARI	SUZAKU	HALCA	ASCA	IRTS	GINGA	TENMA	JUDO

衛星名	期間	データ公開開始	全データ量(Gbyte)
ぎんが(X線)	1987-1991	2003	7
あすか(X線)	1993-2001	1997	350
IRTS(赤外線)	1995	2001	1
はるか(X線)	1997-2005	2002	830
すざく(X線)	2005-	2006	1600
あかり(赤外線)	2006-	2007	150

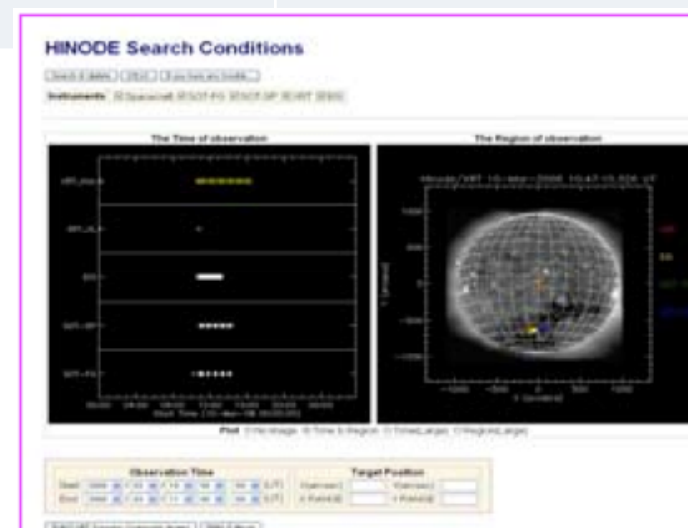
原則としてデータ取得から約1年で公開。  
 あかり、すざくに関しては、機器較正等の高次処理済み  
 時とともにデータ量が飛躍的に増加する一方、  
**データ取得から公開開始までの期間が短くなっている**

## DARTS-Solar

Data Archives and Transmission System			
DARTS			
Astrophysics		Solar Physics	Solar-Terrestrial Physics
Hinode	Yohkoh		

衛星名	期間	データ公開開始	全データ量(Gbyte)
ようこう(X線)	1991-2001	1997	420
ひので(可視光、紫外、X線)	2006-	2006	7700

ひのでデータは観測後即時公開  
データの早見もできる



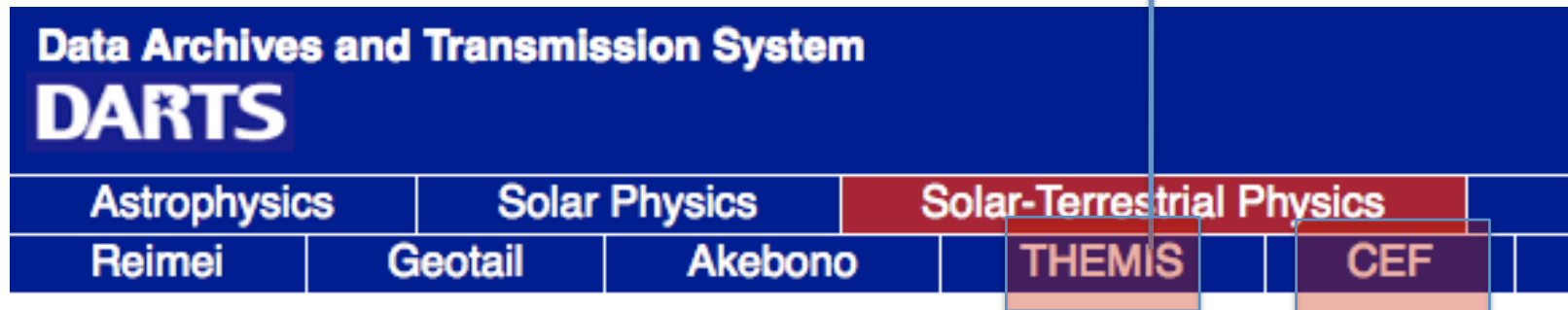
## DARTS-STP

Data Archives and Transmission System					
DARTS					
Astrophysics		Solar Physics		Solar-Terrestrial Physics	
Reimei	Geotail	Akebono	THEMIS	CEF	

衛星名	期間	データ公開開始	全データ量(Gbyte)
あけぼの	1989-	2000	25
Geotail	1992-	1998	110
れいめい	2005-	2005	2000

## DARTS-STP

海外衛星データのミラー



### Conjunction Event Finder for 1992-2010

Submit Previous 2009 01 15 DOY= 015 0000-0200 UT Next Submit [About CEF](#) [FAQ](#)

[Orbit](#) | [GT](#) | [CL](#) | [DSP](#) | [THM](#) | [Sun](#) | [SW](#) | [Magnetosphere](#) | [Low-Altitude](#) | [Radar](#) | [Aurora](#) | [Geomag](#) | [Others](#)

● Plots for the above period ○ Related Sites

#### Orbit

- Spacecraft Footprints and Ground-Based Instruments: [Polar 2 hours](#) - [Polar 1 day](#) - [Mid-Latitude 2 hours](#) - [Mid-Latitude 1 day](#) (ISAS/JAXA)

[Top](#) | [Orbit](#) | [GT](#) | [CL](#) | [DSP](#) | [THM](#) | [Sun](#) | [SW](#) | [Magnetosphere](#) | [Low-Altitude](#) | [Radar](#) | [Aurora](#) | [Geomag](#) | [Others](#)

#### Geotail

- [MGF/EPIC/LEP: 2 hours](#) (ISAS/JAXA)
- [LEP Et: 8 hours](#) (ISAS/JAXA)
- [LEP/EPIC: 4 hours](#) (STEL/GEDAS)
- [LF Waves: 4 hours](#) (STEL/GEDAS)
- [PWI: 2 hours gif /GIF - 1 day](#) (RISH Univ. Iowa)
- [EPIC: 12 hours](#) - [Ion Energy Spectrogram \(color\)](#) - [Ion Anisotropy \(color\)](#) - [Ion Energy \(line\)](#) - [Ion Flux Ratios \(line\)](#) - [Ion Flux \(line\)](#) - [Proton / Proton/Electron Anisotropy \(line\)](#) - [STICS Mass-Mass/Charge \(text\)](#) (JHU APL)
- [CPI: HP Spectrograms 6 hours](#) - [SW Spectrograms 12 hours](#) - [SW Moments 1 day](#) (Univ. Iowa)
- [Footprint at 120 km](#) for [DAGIK/Google Earth](#) (ISAS/JAXA)
- [DARTS at ISAS/JAXA](#)
- [Geotail at ISAS/JAXA](#)

日付と時刻を入力  
→複数衛星による同時イベントを検索



## JUDO と UDON



[http://www2.hawaii.edu/~nhiraoka/judo\\_clipart.jpg](http://www2.hawaii.edu/~nhiraoka/judo_clipart.jpg)



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

- **JUDO** and **UDON** are parts of **DARTS** (DATA Archives and Transmission System)
- **On-line tools** developed for **DARTS users** to access and browse archival data easily
- No need to download software
- Work with standard browsers
- Targeted for professional astronomers using **DARTS**

# DARTS

# JUDO



JAXA Universe Data Oriented

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

- **Navigate the entire sky** using mouse to search for desired targets/observations
- **Browse images** easily, zoom-in, zoom-out
- Directly access FITS images in DARTS
  - WCS compliant
- Designed for multi-mission
  - Currently only **Suzaku** X-ray data available
  - **Akari** infrared data being implemented
- Developed in C and Java script with Ajax technology

# DARTS

# UDON

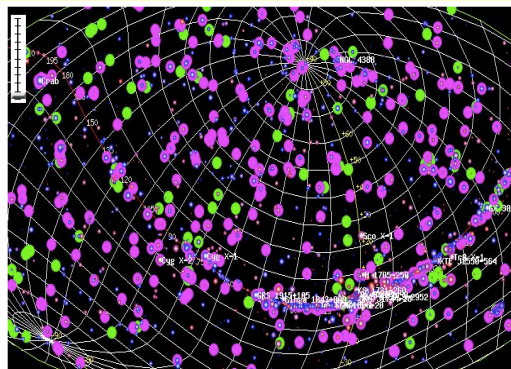


Universe via DARTS ON-line

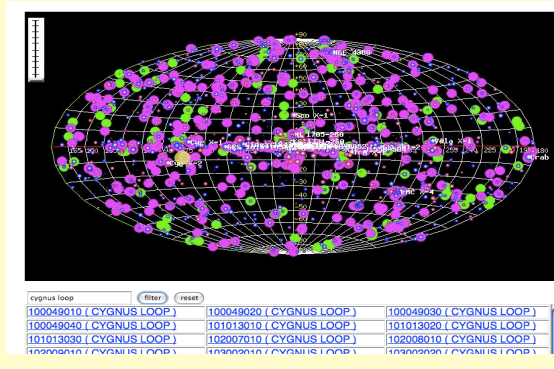
<http://darts.isas.jaxa.jp/astro/suzaku/udon.html>

- Facilitate **on-line data analysis**
  - Display pseudo-color image, change color, extract X-ray light curves and spectra
- Currently, only **Suzaku** public data are accessible
- Developed using IDL ON-the net (ION), Flash, ftools

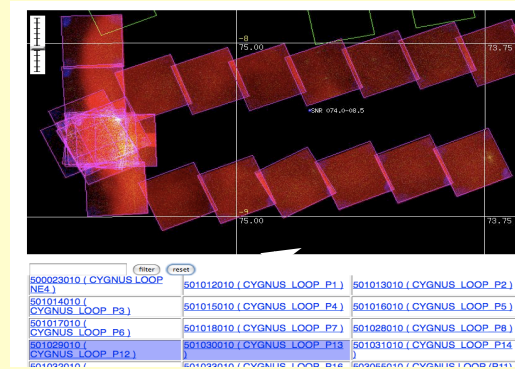
JUDO ----- <http://darts.isas.jaxa.jp/astro/judo>



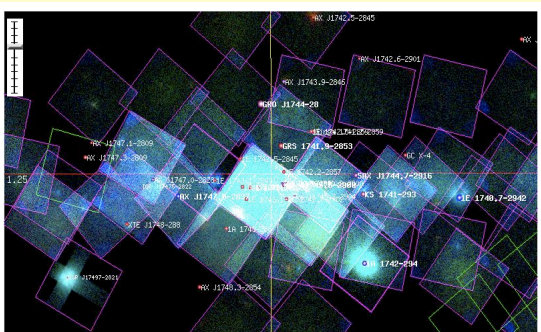
様々な座標系で全天を表示、マウスを使って回転、拡大ができる。ピンクがすぐくの公開データ、緑は未公開データ。



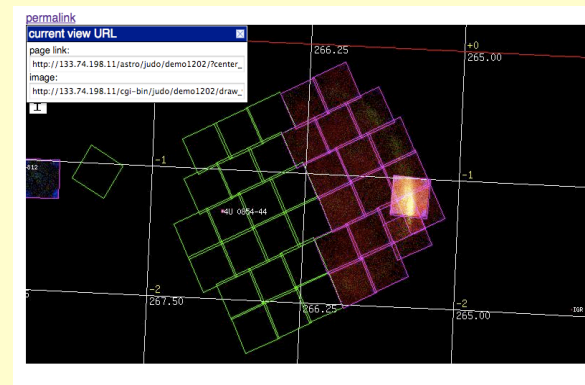
欲しい天体を検索し、天球上でその位置が直ちにわかる。



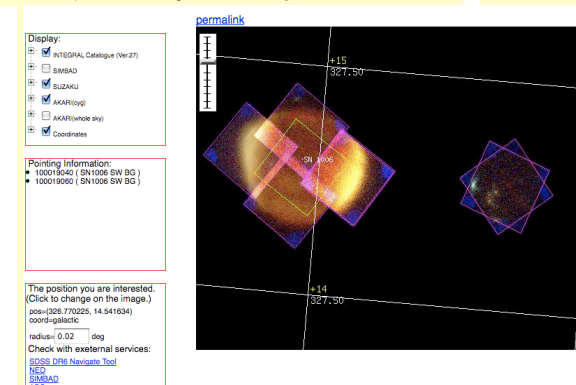
色はX線エネルギーに対応。マウスを使って視野と観測シークエンスの対応がすぐにわかる。



すぐくによる銀河中心領域の観測。INTEGRALカタログソースが表示されている。



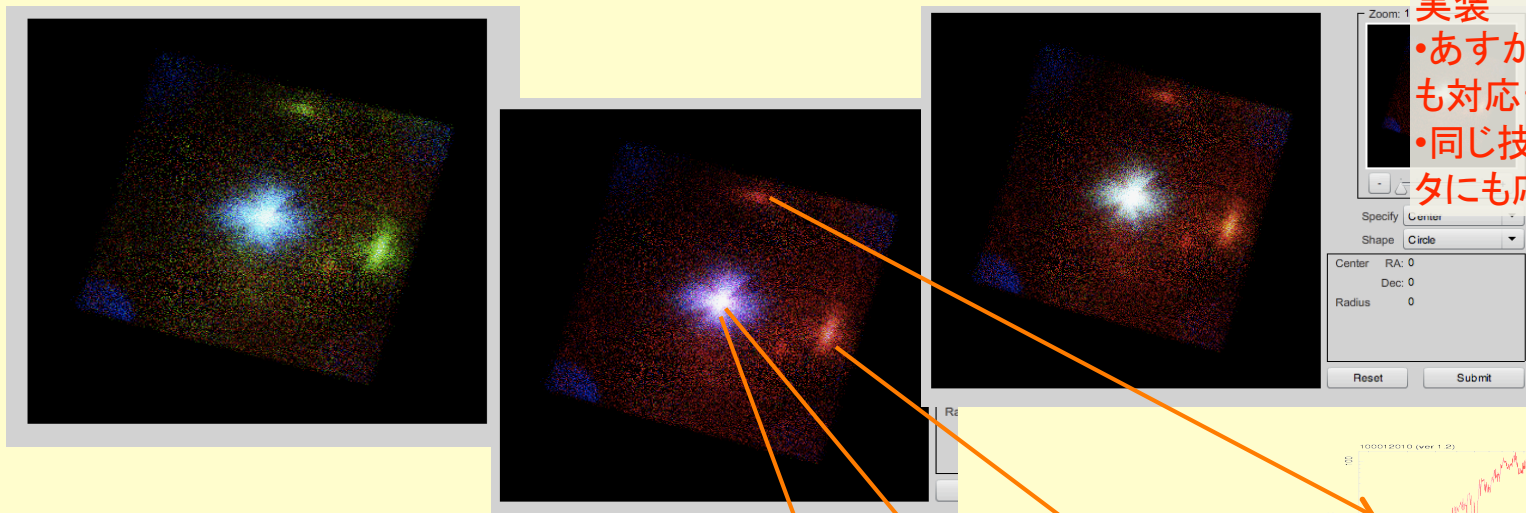
新機能: 表示されている画面のパermalink(URL)を得ることができる。



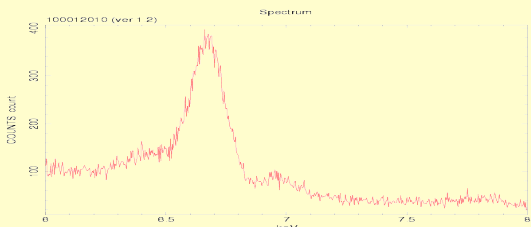
マウスクリックで座標を指定し、他のデータベースの検索(Click to Go!)ができる。

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

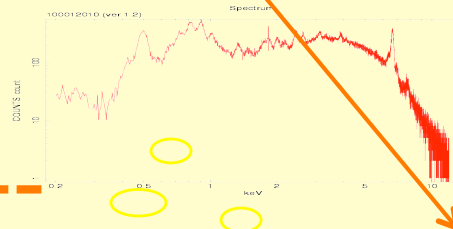
- ION (IDL On-the net)、Flash、ftoolsを用いて実装
- あすかアーカイブデータにも対応予定
- 同じ技術を他の衛星データにも応用予定



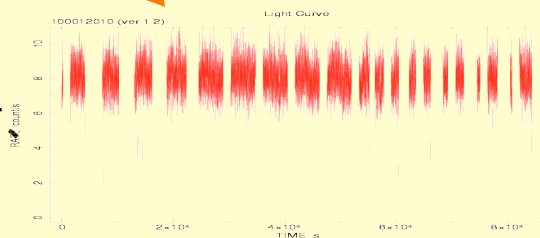
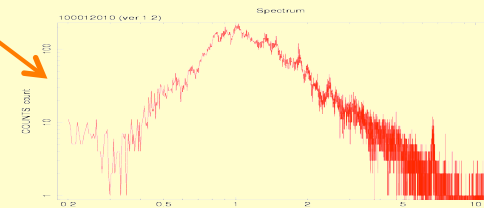
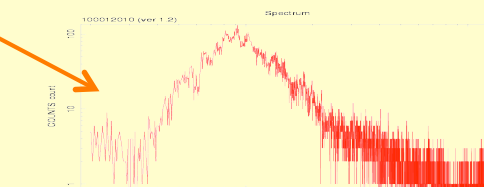
任意のエネルギーバンドと三原色(Red, Green, Blue)を対応させて、X線イメージをカラー表示



エネルギースペクトルとライトカーブのスケール変更可能。FITS, QDPフォーマットでファイルをダウンロード可能。



領域を指定してエネルギースペクトルとライトカーブを表示。



# DARTS



## DARTS以外の衛星アーカイブズ

- JSPECのミッション
  - はやぶさ(小惑星)
  - かぐや(月)
- DARTSにも月・惑星のカテゴリはない
- JAXAにとっても月・惑星データを扱うのはほとんど初めて
- 月・惑星DBをJAXAとしてアーカイブズ化する枠組みが必要



研究者のベストエフォートで  
運営管理  
近々DARTSに移行予定

Home

Instruments

Data

└ AMICA

└ NIRS

└ LIDAR

└ XRS

└ SPICE

└ Shape Model

Publications

Related Sites

– Welcome to Hayabusa Project Science Data Archive Information System –

This archive site provides access to Hayabusa mission derived data of the main mission target asteroid, 25143 Itokawa and of in-flight instrument calibration. As of April 24, 2007, data for the Hayabusa Science Data Archive is available online.

• **New Addition** (08/12/08): the [Update Information Page](#) is open.

### Mission Overview

The Hayabusa (the original code name was MUSES-C) engineering spacecraft was designed to acquire samples from the surface of near-Earth asteroid 25143 Itokawa (1998 SF36) and return them to Earth. The main objectives of the mission were to demonstrate the performance of various technical items such as ion engines, autonomous navigation, sampling of the asteroid's surface, and high-speed reentry into the Earth's atmosphere. In addition, important scientific results were expected from this mission.

HAYABUSA spacecraft was launched by the fifth Mu V launch vehicle on 9 May 2003. After cruising with nearly continuous operation of the ion engines and an Earth swingby on 19 May 2004, the spacecraft arrived at an altitude of about 20 km (Gate position) near the sub-Earth point on 12 September 2005. After a period of reconnaissance operation, the spacecraft transferred to the nominal hovering position (Home position) on 30 September 2005, at an altitude of about 7 km from the asteroid's surface and near the sub-Earth point. During 8 to 28 October 2005, the spacecraft left the home position and made tours to various altitudes and solar phase angles to access the polar regions. A sampling location on a smooth terrain called Muses Sea was selected. The touchdown, the 30-min stay on the asteroid surface, and the liftoff were performed on 19 and 25 November. HAYABUSA is now under preparations for its return trip to the Earth in 2010

## かぐやアーカイブ

- 科学データベースL2DB(レベル2データベース)は、現在チーム内の相互参照に利用されている。
- 2009年11月以降、L2プロダクトを一般公開予定。
- かぐやの運用終了後(2010年以降)の、L2DBの管理をJSPEC, C-SODAで調整中



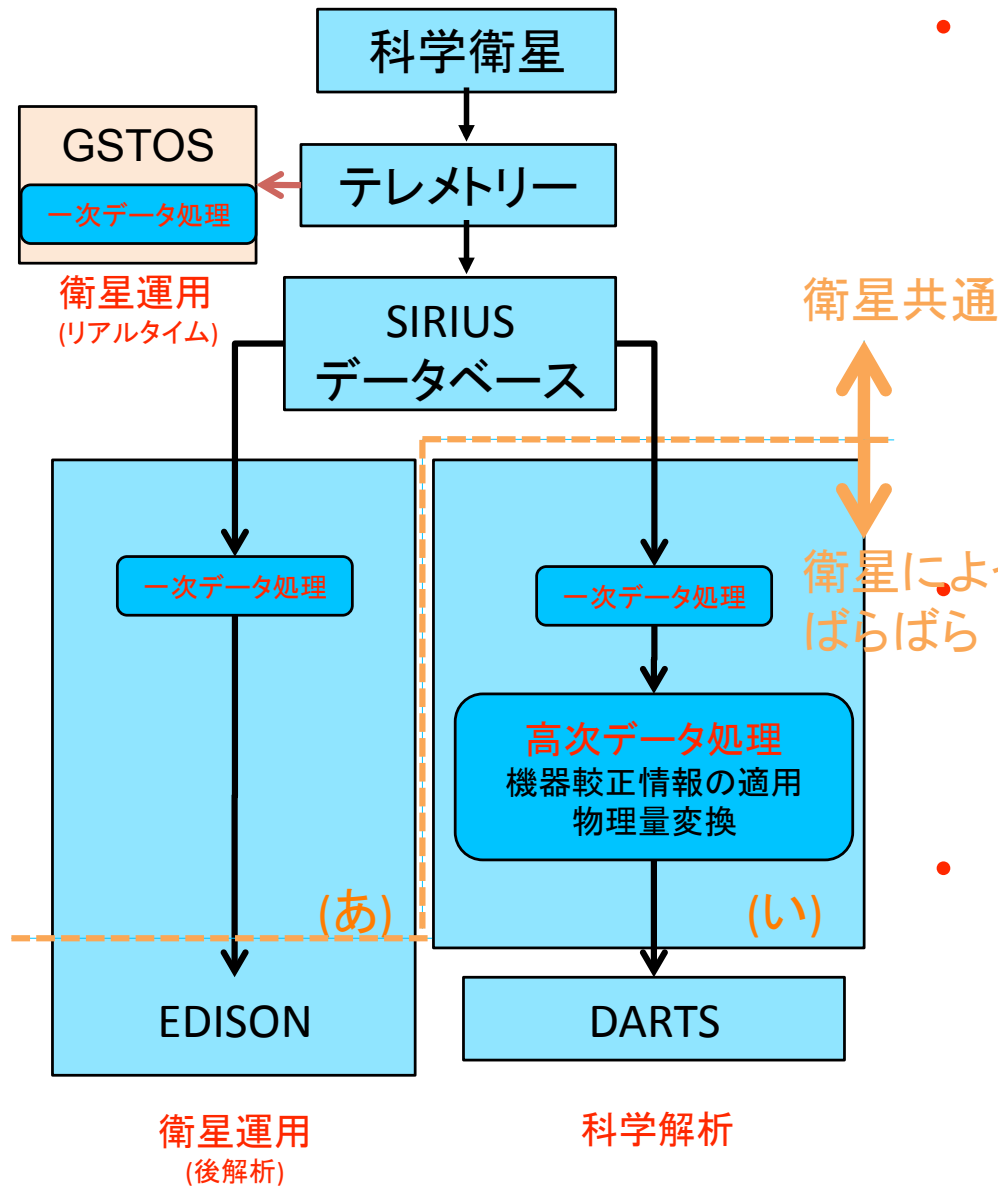
## JAXAの将来衛星

- プロジェクト
  - Planet-C (金星, 2010年)、TOPS (小型衛星、惑星2011年)、Astro-G(電波; 2012年)、Astro-H(高エネルギー; 2013年)、BepiColombo(水星、2014年)
- プリプロジェクト
  - SPICA(赤外線、2017+)、はやぶさ2(小惑星、2014+)、SELENE-2(月、2014+)
- 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、ワーキンググループ活動中の数、>10
- 運用、データ処理、データアーカイブズの負荷の飛躍的な増大に対処する体制が必要

## DARTS(C-SODA)の将来計画

- <http://darts.isas.jaxa.jp> → <http://darts.jaxa.jp>
- JAXAの科学データアーカイブズのポータルサイトにする
  - DARTSにすればJAXAの科学衛星データ(ISAS,JSPEC,ISS)が見つかるように
- 衛星データ処理の効率化
- 運用システムとの統一化
- DARTSの高度化
- データフォーマット標準化？
- ライブラリ、ソフトウェアの開発？

# DARTS 体系的なデータ処理の実現



## 背景

- テレメトリからSIRIUSまでは衛星によらず同一の処理をしている
- EDISONシステムは、House Keeping データの一次データ処理 (=工学値変換) を担当している(あ)
- DARTSの上流には、EDISONとは独立な一次データ処理・高次データ処理プログラムがプロジェクトごとに作成されている(い)
- 複数衛星の次期ISAS衛星管制システム (GSTOS)にも一次データ処理が含まれる

## 目的

- 複数衛星にまたがる衛星運用システム、データ処理システムを極限まで共通化し、プロジェクト毎の開発項目を削減する

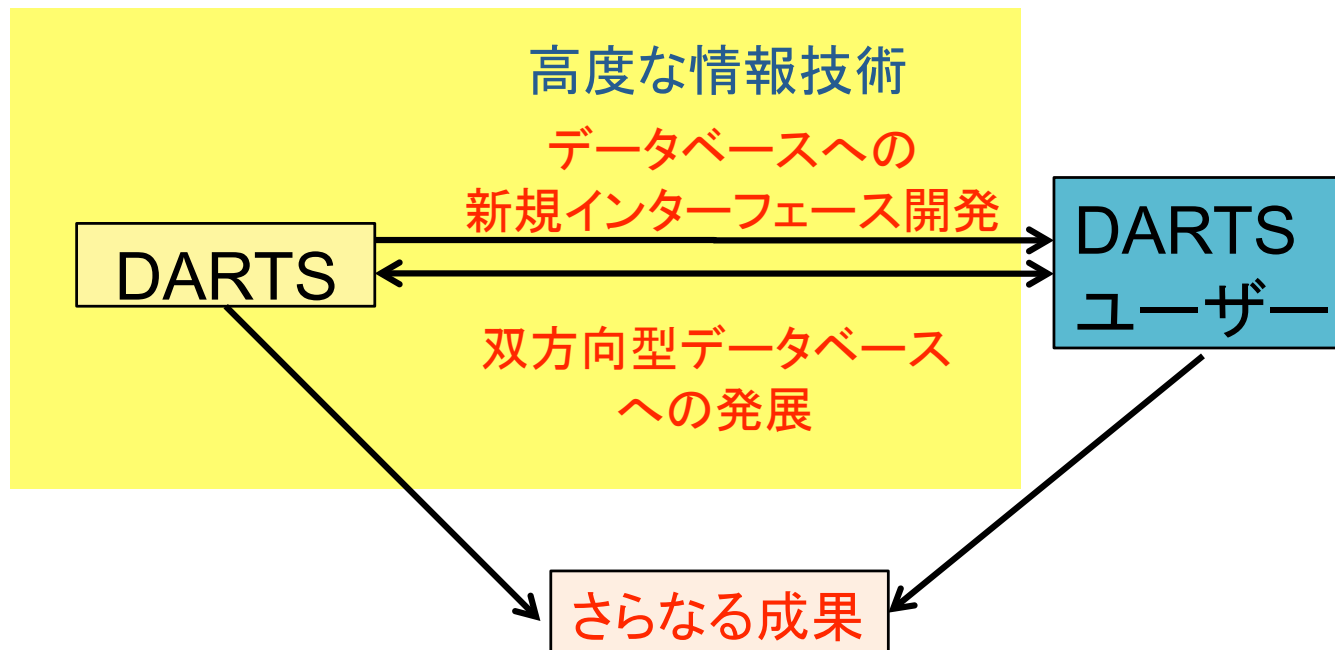
## 期待される効果

- 将来衛星のデータ処理システム開発に必要なコストとエフォートを削減できる

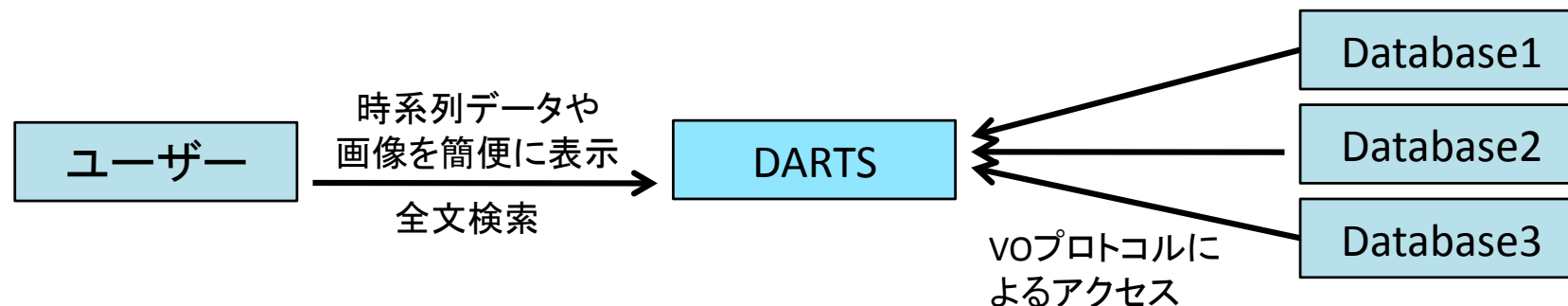
# DARTS発展的データベースの研究開発



- ・ **現状**
  - DARTSは世界中のユーザによって利用されている
  - しかし、最先端のウェブ技術の導入は未だ実現していない
- ・ **目的**
  - 高度な情報技術を用いてDARTSを発展させて、科学者による生産性を向上させる



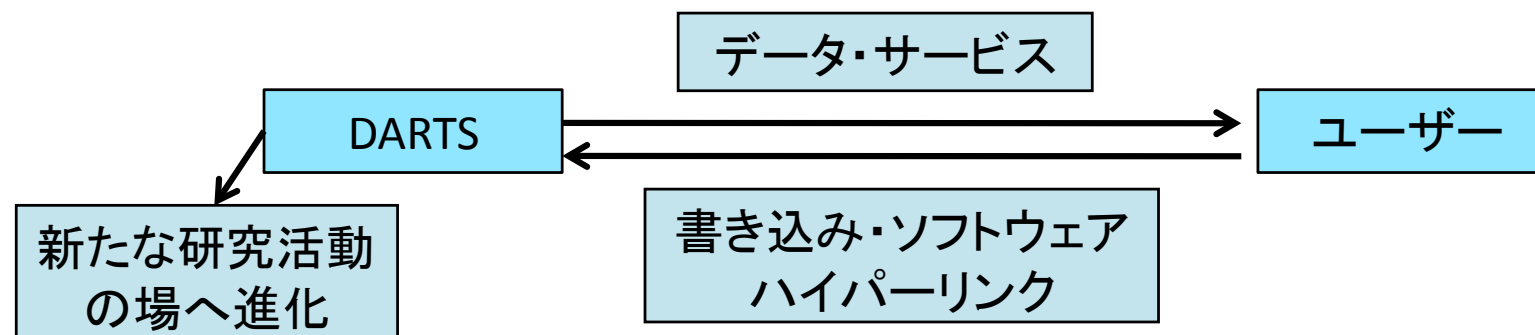
- データ表示のためのユーザインタフェースの改善
  - マウスを使って、時系列データや画像データを自由に操作できるユーザインタフェースを導入する
  - 物理量の変化について、任意の時間範囲を、拡大・縮小
  - 空の上をマウスで移動し、画像を拡大・縮小
- データの全文検索
  - Googleのように自然言語を用いて、それに近いデータを類推して検索
- Virtual Observatory対応を実装する
  - 世界中のデータベースからDARTSにアクセス可能になる
- DARTSの利用性を向上させ、ユーザーによる科学衛星データの生産性を高める



# DARTS 双方向型データベースへの発展



- 現在はDARTSは一方向的にデータを提供している
  - ユーザーがインプットした情報でデータベースを成長させる仕組みを実現する
  - DARTSに自分のソフトをアップロードしたり、データについてのコメントを書き込めるようにする
  - フォークソノミーのように、すでに市場にある先行的なフレームワークをDARTSに導入する
- サービス側とユーザ側を融合させて、DARTSを単なるデータ提供サイトから、研究活動の場へ進化させる



# DARTS

## DARTS(C-SODA)の将来にむけた活動

- データフォーマット標準化
  - PDAP (Planetary Data Application Protocol)開発
- ライブラリ開発
  - FITSCC(C++によるFITS I/Oライブラリ)など
- 解析ソフト開発？
  - 宇宙科学データ解析に使われる解析パッケージはほとんど外国製(GSFC製のheasoftなど)
  - 日本で解析ソフトのパッケージ化まで踏み込むか？