

科学衛星データと惑星探査 データの処理システム融合スキーマ

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

内容

1. JAXAの科学衛星、組織の紹介
 - 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)
2. 科学衛星データアーカイブDARTSの紹介
3. JAXAの月惑星アーカイブズ
4. すぐれた科学衛星アーカイブズに向けて

DARTS

1. JAXAの科学衛星、組織の紹介

- 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以外でデータが管理されているもの

JAXA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
 - Planet-CはISAS
- **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ISASからJSPECに移動

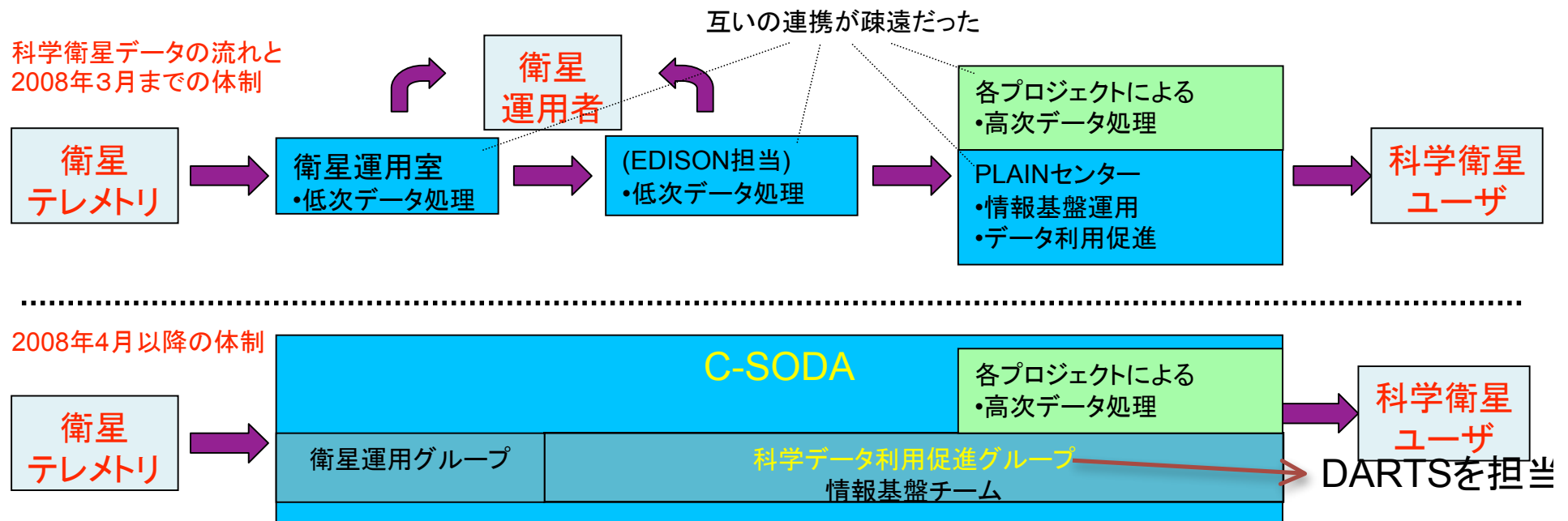


DARTS 科学衛星運用・データ利用センター (C-SODA)



- 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



DARTS

2. 科学衛星データアーカイブDARTSの紹介

- Data ARchives and Transmission System
 - <http://darts.isas.jaxa.jp>
- ISASの科学衛星アーカイブズ
 - 1995年開発開始、1997年データ公開開始
- 天文学、太陽物理学、太陽地球系物理学という三本柱
- JSPECを含む月惑星科学データもDARTSから辿れるように
 - 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というドメインでもアクセスできるようにする予定
 - はやぶさ、かぐやデータにDARTSからアクセスできるようにする
 - DARTS開発の実体はISAS(C-SODAデータ利用G)にある
 - 将来的にはDARTSがJAXAの直下に置かれる可能性もある

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スです。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DARTS 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)

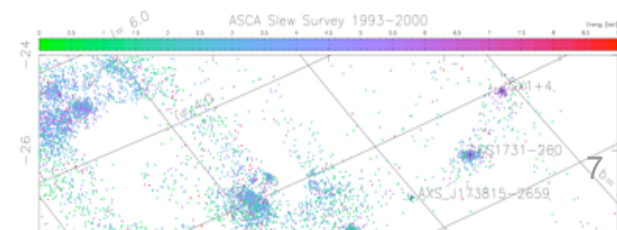
[過去のお知らせ](#)

▶ 今月のDARTS 執筆者募集中！

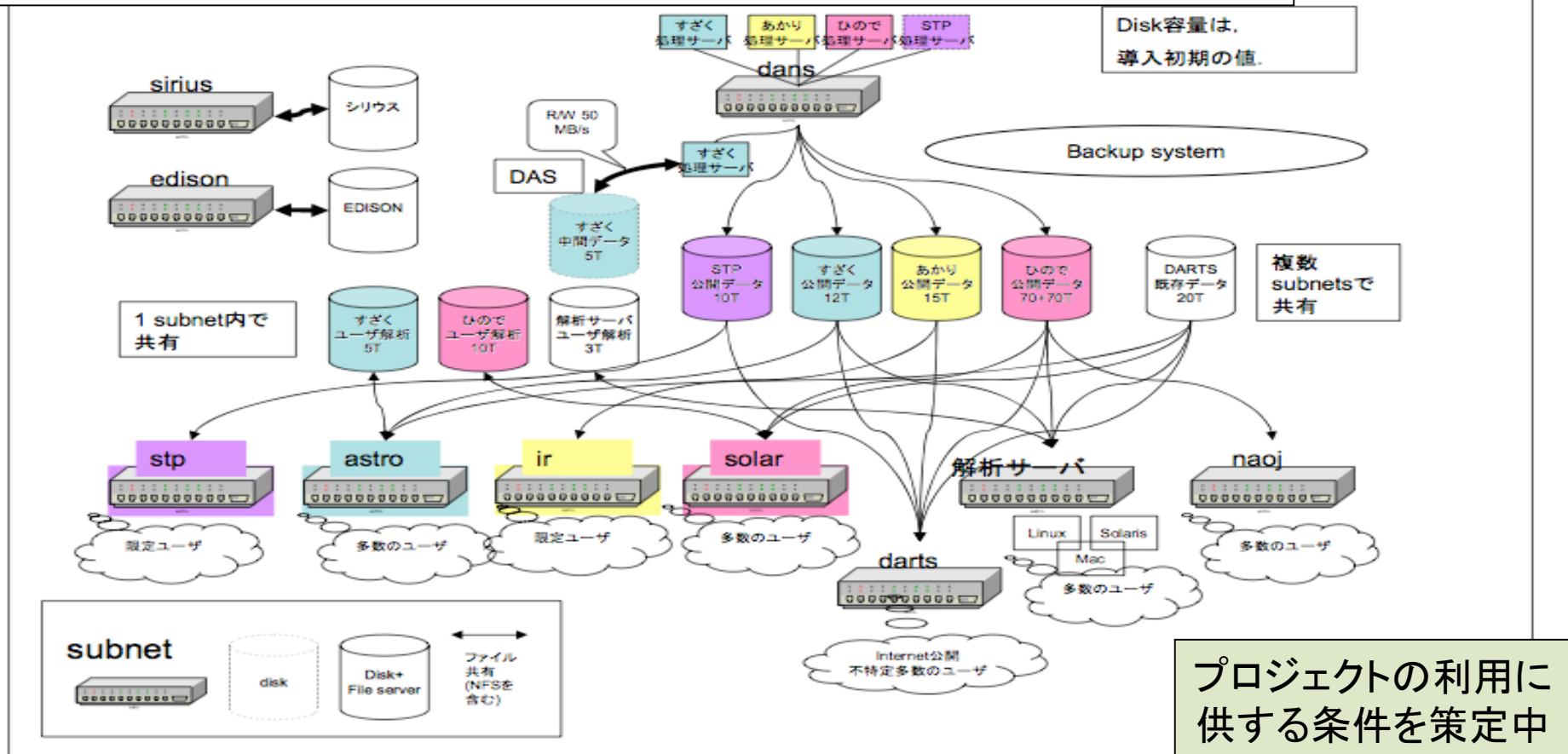
注意してください！1分が61秒になります！

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。

月惑星科学



DARTSを取り巻くハードウェア:DANS (Data Analysis Network system) 2008年9月から導入、5年間のリース



ISAS 衛星データ処理システム・ストレージ構成 : DARTS 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。



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。

限られたリソースで、科学、工学、複数の衛星のデータベースを
できるだけ共通のフレームワークで効率よく開発

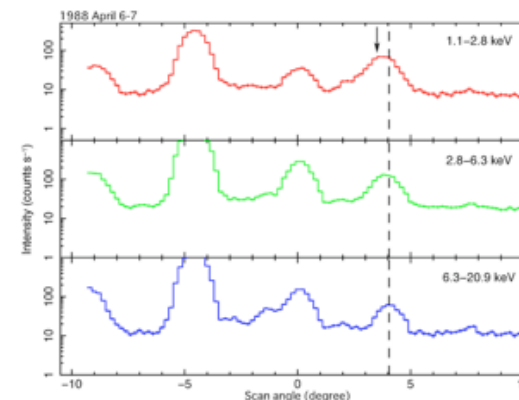
DARTS



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.

ぎんがアーカイブは宝の山！
時の経つのは早い！
二十年は一瞬！

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

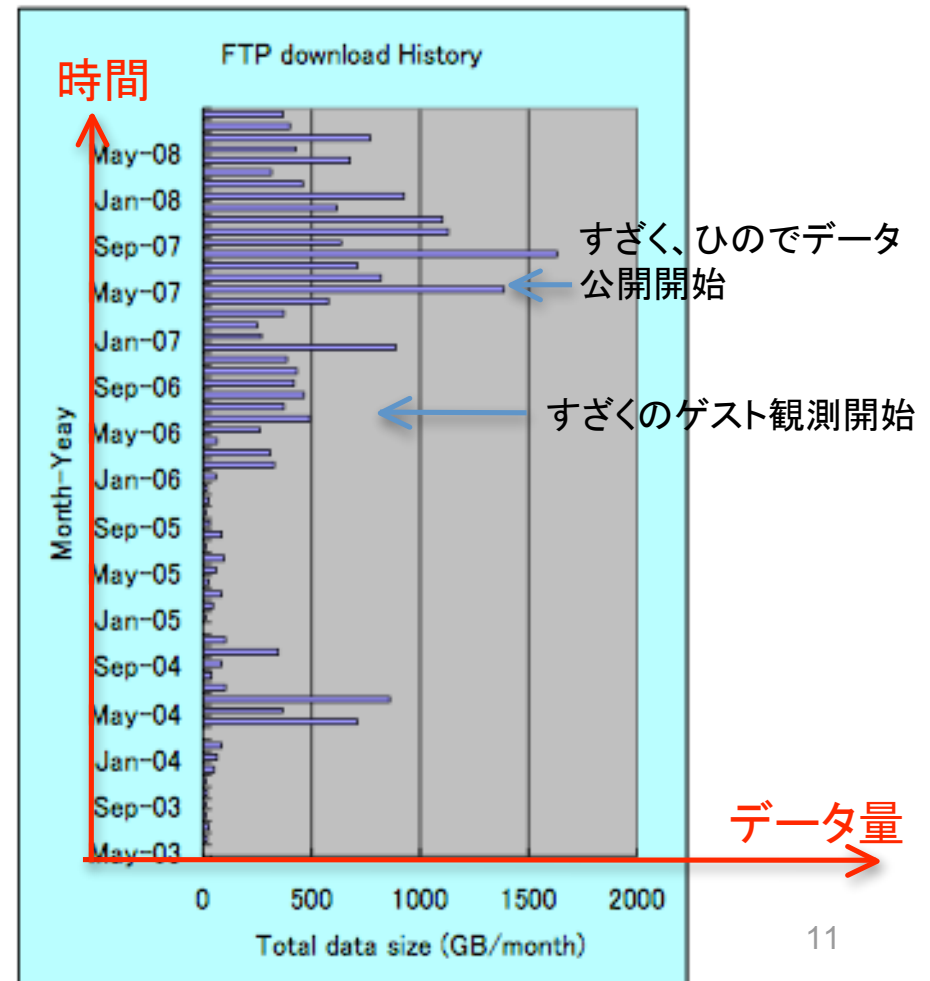
Yoshio NAKAGAWA, Keisuke SUDOH, and Shunji KITAMOTO

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

DARTS FTP Server Statistics				
Month	directory /		directory /pub/suzaku	
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-Astro

Coming soon!

Data Archives and Transmission System

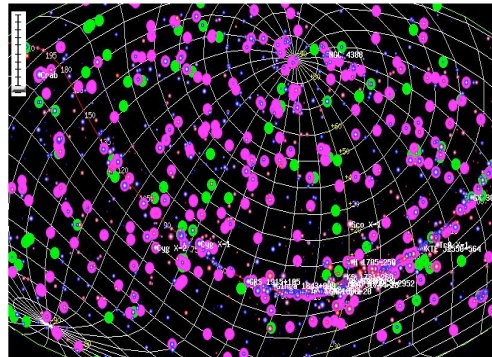
DARTS

Astrophysics		Solar Physics		Solar-Terrestrial Physics			Lunar and Planetary Science		
AKARI	SUZAKU	HALCA	ASCA	IRTS	GINGA	TENMA	JUDO		

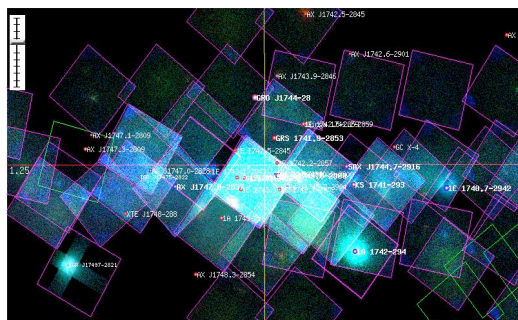
衛星名	期間	データ公開開始	全データ量(Gbyte)
ぎんが(X線)	1987-1991	2003	7
あすか(X線)	1993-2001	1997	350
IRTS(赤外線)	1995	2001	1
はるか(X線)	1997-2005	2002	830
すざく(X線)	2005-	2006	1600
あかり(赤外線)	2006-	2007	150

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

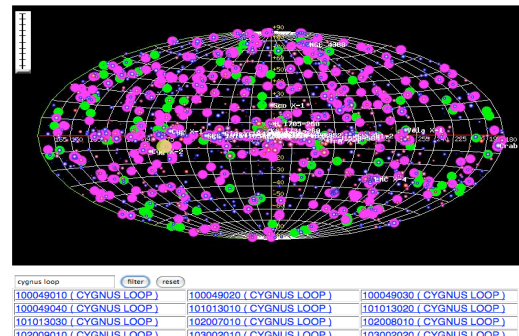
JUDO ----- <http://darts.isas.jaxa.jp/astro/judo>



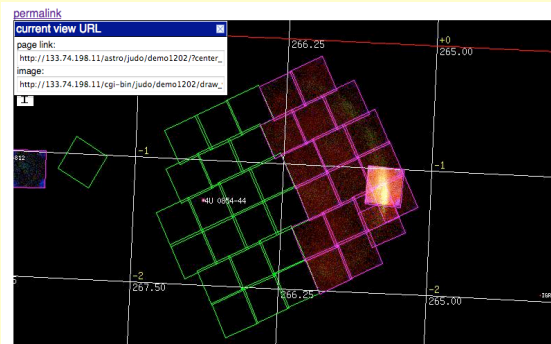
様々な座標系で全天を表示、マウスを使って回転、拡大ができる。ピンクがすざくの公開データ、緑は未公開データ。



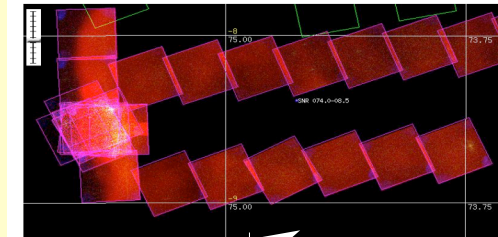
すざくによる銀河中心領域の観測。INTEGRALカタログソースが表示されている。



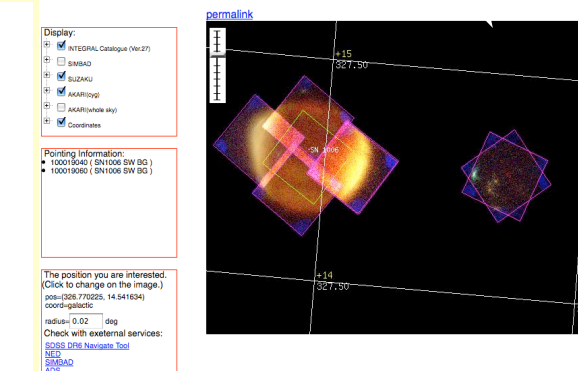
欲しい天体を検索し、天球上でその位置が直ちにわかる。



新機能: 表示されている画面のパーマリンク(URL)を得ることができる。



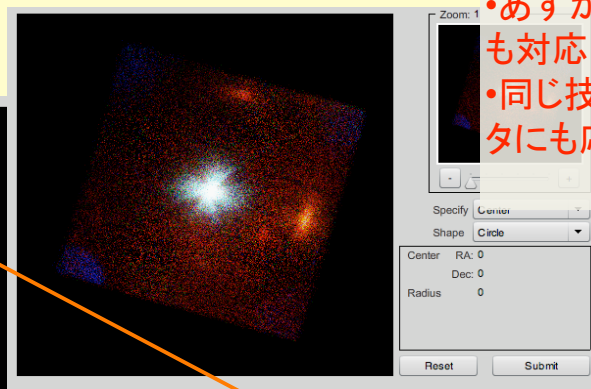
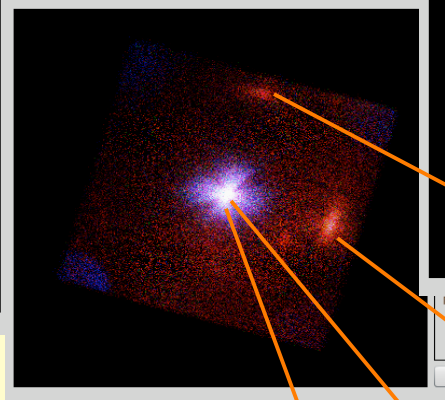
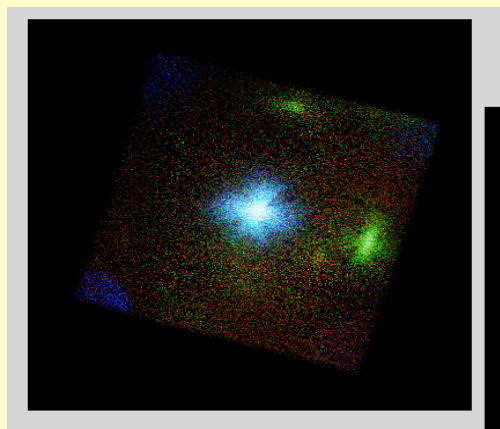
色はX線エネルギーに対応。マウスを使って視野と観測シークエンスの対応がすぐにわかる。



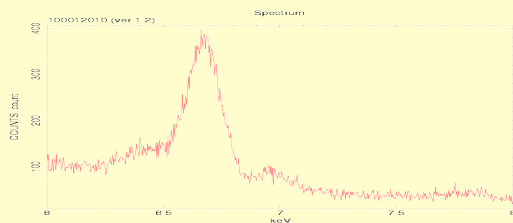
マウスクリックで座標を指定し、他のデータベースの検索(Click to Go!)ができる。

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

- 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

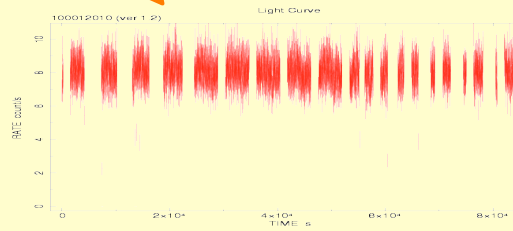
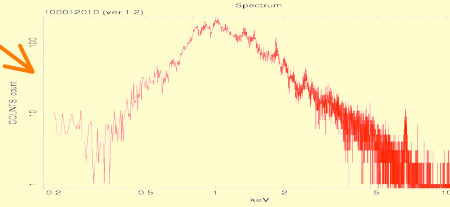
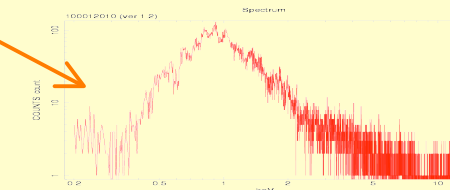


任意のエネルギーバンドと三原色
(Red, Green, Blue)を対応させて、X線
イメージをカラー表示



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-Solar

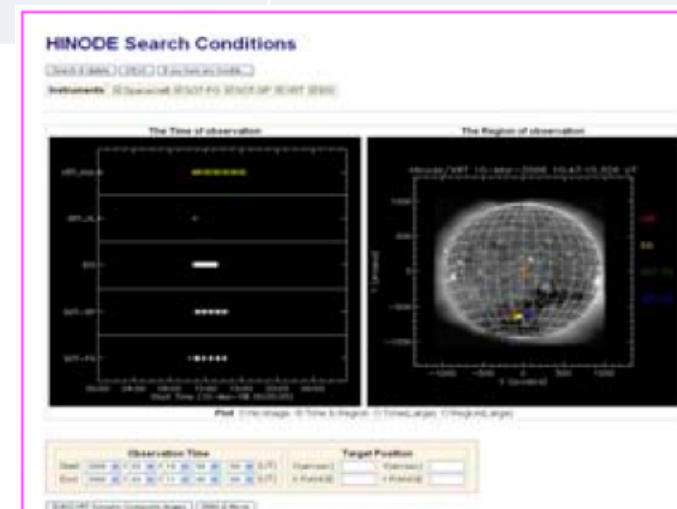
Data Archives and Transmission System

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

Data Archives and Transmission System
DARTS

Astrophysics		Solar Physics		Solar-Terrestrial Physics	
Reimei	Geotail	Akebono	THEMIS	CEF	

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/EFD/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)

日付と時刻を入力
→複数衛星による同時イベントを検索

DARTS

3.JAXAの月惑星アーカイブズ

- JSPECのミッション
 - はやぶさ(小惑星)
 - かぐや(月)
- JAXAにとって月・惑星データを扱うのはほとんど初めて
- 月・惑星DBをJAXAとしてアーカイブ化する枠組みが必要
- DARTSに月惑星科学 - Lunar and Planetary Scienceというカテゴリを作る

DARTS

はやぶさアーカイブ

<http://hayabusa.sci.isas.jaxa.jp>



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

現在は
研究者のベストエフォートで
運営管理している
**近々DARTSに移行、
アーカイブとして半永久管理**

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)、L2DBの開発、運営、管理方法をJSPEC, C-SODAで調整中**
 - 予算、人の配置を含めて
 - DARTSと月惑星DB, C-SODAとJSPECの連携体制のモデルに

DARTS

4.すぐれた科学衛星アーカイブズに向けて

優れた科学衛星アーカイブズに必要な条件

1. データ公開のポリシー

- データ公開の政治的な合意が必要

2. データフォーマットの標準化

- 汎用フォーマットが必要
- それによってソフトウェアの標準化が可能

3. 専門のデータセンターの存在

- 低次、高次データ処理、アーカイブ化を専門に行う組織が必要

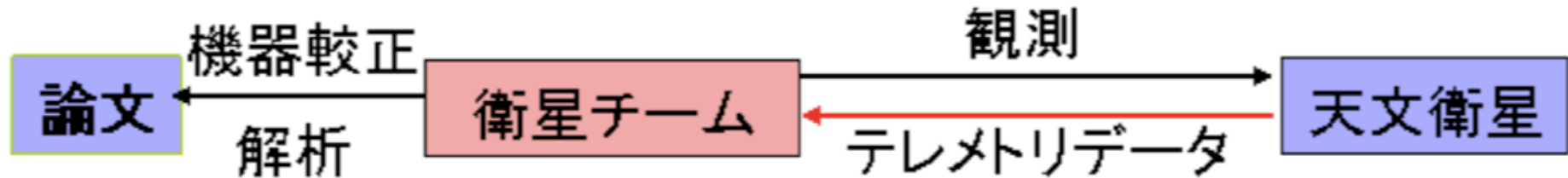
4. システムエンジニアリングの導入

- 自動データ処理のためのパイプラインプロセッシング
- データから同じ物理量が出せるように
- その先に科学者の独創性がある

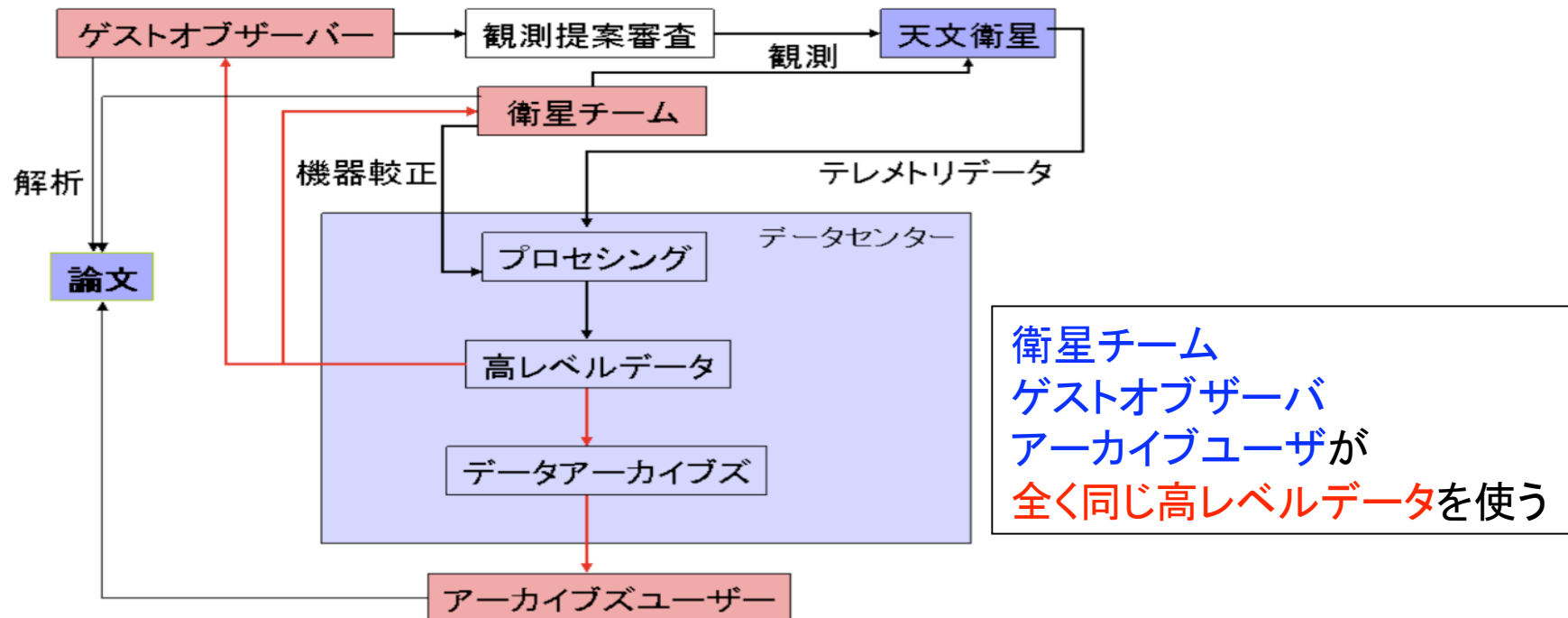
5. データ公開、共有を善とする意識

- データを「独り占め」する意識ではアーカイブズはできない

赤字の部分は技術的に解決できる
青地の部分は技術的な問題ではない
日本の月惑星科学コミュニティは？



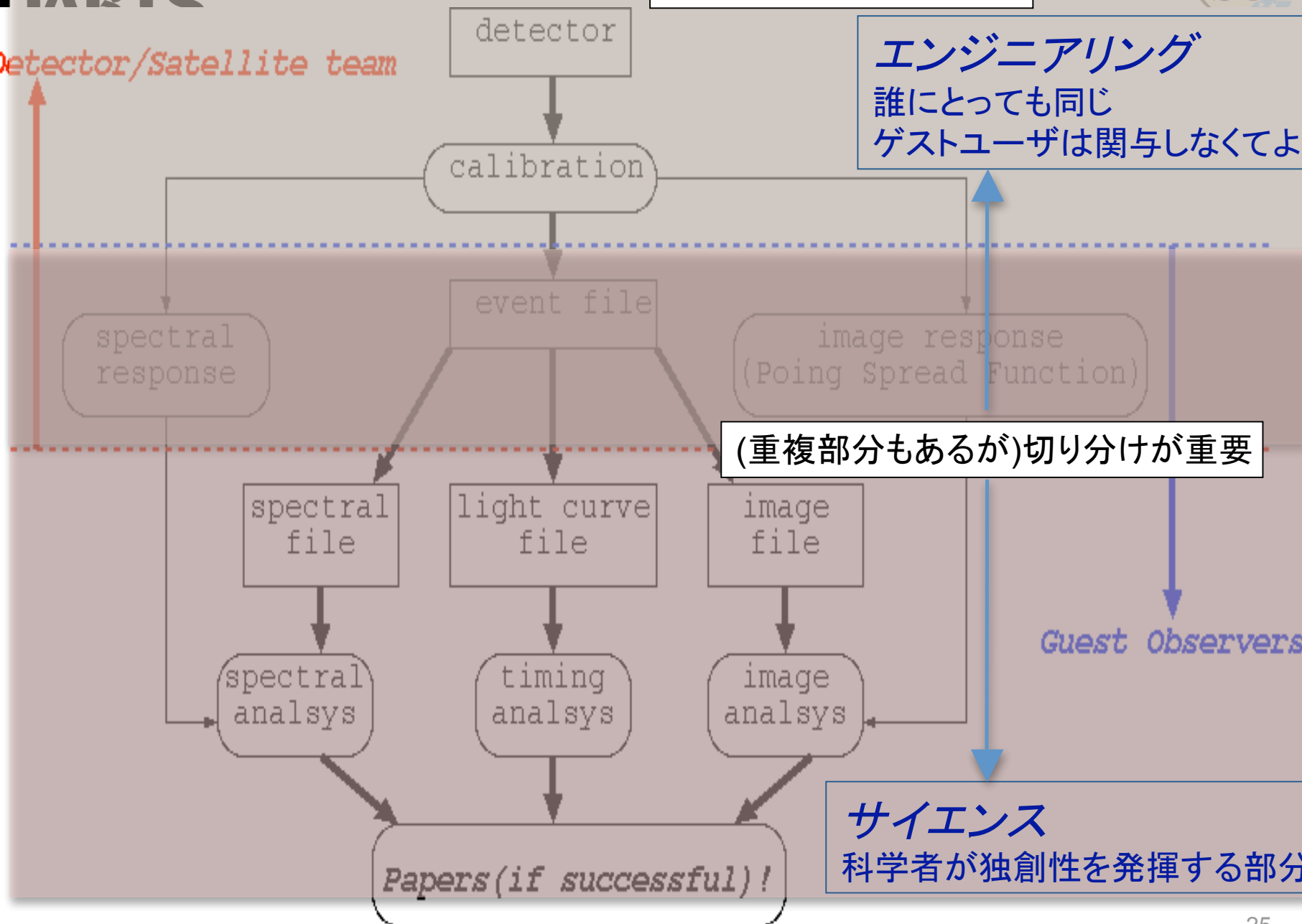
- 初期の科学衛星データ処理 (たとえば「てんま」)
 - 生のテレメトリデータに衛星チームがアクセス
 - 機器校正、データ処理をすべて自分たちで行う
 - 衛星チーム以外はデータ解析できなかった
 - ユーザーの裾野はひろがらない
 - 衛星の寿命、チームの解散とともにデータとソフトウェアが失われる



- 近年の科学衛星データ処理 (たとえば、「あすか」、「すざく」)
 - 衛星チームが、機器校正を行う
 - データセンターが高度にデータをプロセス (エンジニアリング)
 - 衛星チーム以外でもデータ解析できる
 - ユーザーの裾野がひろがる
 - データとソフトウェアは永久保存される

Detector/Satellite team

エンジニアリング
誰にとっても同じ
ゲストユーザは関与しなくてよい



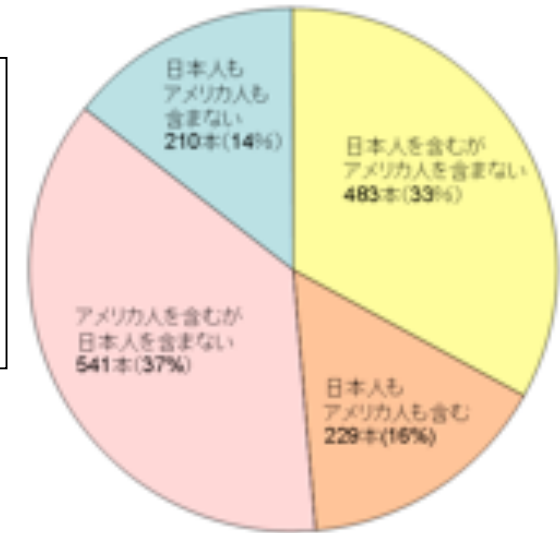
(重複部分もあるが)切り分けが重要

Guest Observers

サイエンス
科学者が独創性を発揮する部分

DARTS X線天文衛星 による成果の例

日米共同プロジェクト
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
日米以外の論文1/6



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

筆頭著者の属する研究機関の国籍＝31カ国
高次データ処理、データ公開によってユーザーの裾野が広がった
それによって衛星の評価も高まった

DARTS

JAXAによる将来の科学衛星

- 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、活動中の衛星ワーキンググループ数、>10
- 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

JAXAの科学衛星アーカイブズの 将来にむけて

- データフォーマット標準化
 - PDAP (Planetary Data Application Protocol)開発など
- ライブラリ開発
 - FITSCC(C++によるFITS I/Oライブラリ)など
- データの高次処理、自動処理(パイプライン)を業務として位置づけ
- 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開発まで踏み込むか？
- 科学者と技術者の密接な協力が必要
 - 科学者だけが仕事を抱え込んではいけない
 - 技術者にできるエンジニアリング部分を切り出し、技術者を育成、業務を委託
- 外部の大学、機関との協力が大切
 - JAXAだけでできることは限られている
 - 大学のリソースの活用、JAXAと大学がリソースを共有
 - あたらしい形の大学共同利用？
- 優秀な若手人材の活用
 - 人材は豊富だが、受け皿がない(ポスドク問題)
 - JAXA、大学、民間以外のキャリアパスはないか？