

木曾 Tomo-e Gozen サーベイデータの HiPS による可視化

Satoshi TAKITA (IoA/UT)
Tomo-e Gozen Project

概要

- ・ 装置の話はありません
- ・ Tomo-e Gozen で取得したデータを公開する環境を整備中
 - ・ まずは共同研究者向け
 - ・ 一般向けには公開範囲、公開対象を検討中
- ・ HiPS (+ Aladin lite) を利用したデータのクイックルック

世界初の天文用広視野動画カメラ

トモエゴゼン

- 木曾105cmシュミット望遠鏡に搭載
- 視野 20平方度
- 84台のCMOSセンサ、計1億9,000万画素
- 毎秒2コマの動画
- 毎夜30テラバイト[†]のビッグデータ
- 可視光単色
- 運用期間 >10年

105cmレンズ

150cm主鏡

高感度CMOS動画センサ

[†]30テラバイト：映画 1万本分のサイズに相当

観測プログラム

- ・サーベイ

- ・ 2 Hz, 12 frames (計 6 秒露光) -> 18 frames (計 9 秒露光, 深さ 18.5 等級)

- ・ 広域サーベイ: 7000 平方度 (高度 >35 度) / nights

- ・ 高頻度サーベイ: 2000 平方度, 30 分毎

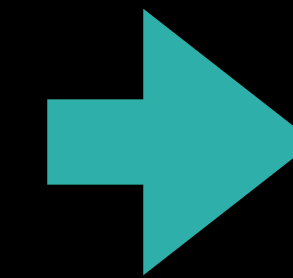
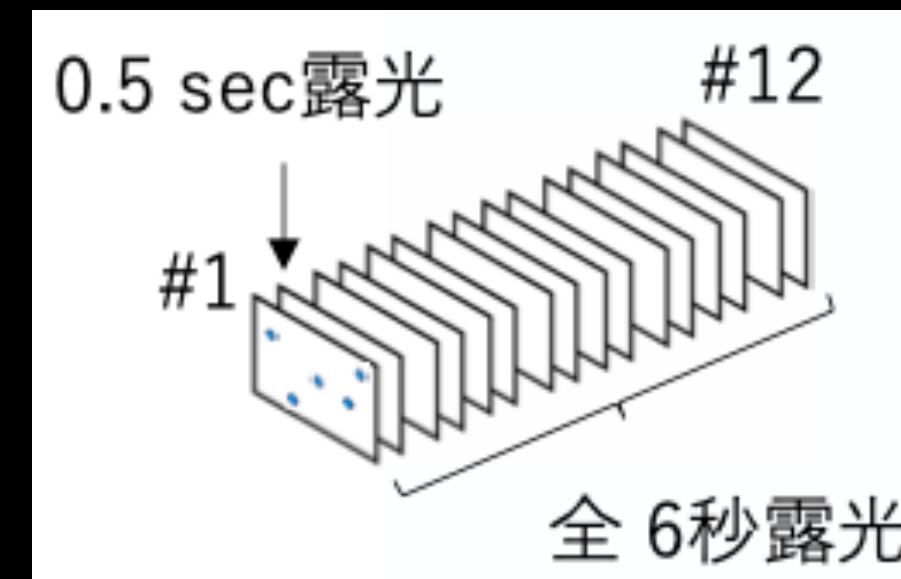
- ・ 追観測・多波長同時観測

- ・ 重力波, ニュートリノ

- ・ FRB, X 線バースト, パルサー

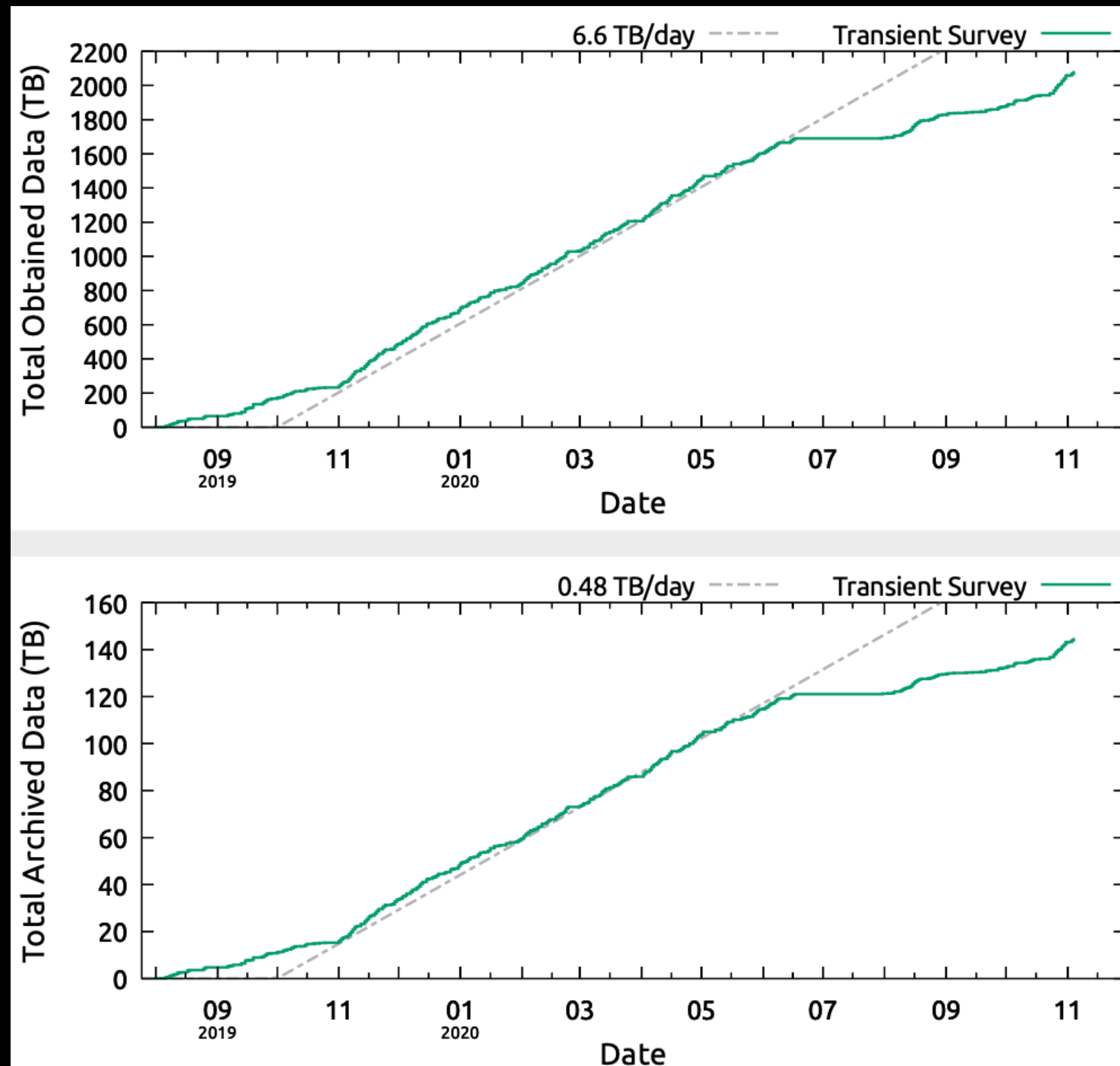
- ・ 固定視野 + 高速観測

- ・ TNO 掩蔽, YSOs, フレア, FRB, 連星 WD, 連星 BH, 微光流星, NEOs



スタックして
二次元画像として
アーカイブ

取得データ (サーベイ観測)



RAW データ: 6.6 TB/day
7 日後に消去

スタック画像: 0.48 TB/day
アーカイブ
年間約 120 TB

データサーバ

- ・ 東大理学部内 (本郷) にデータ公開用のサーバを設置
 - ・ Xeon Gold 6226 x 2, 192 GB RAM, 200 TB storage
 - ・ 木曽観測所と 4 Gbps 通信 (商用回線)
- ・ web サーバ構築
 - ・ 共同研究者向けポータルとして整備中
 - ・ データアーカイブ, 観測ステータス (望遠鏡, 天候) の確認
 - ・ 将来的には一般向けのデータ公開も行いたい
 - ・ 公開範囲、公開対象は検討中

現行アーカイブ

- ・ 木曽観測所ネットワーク (-> 本郷データサーバを通して共同研究者向けに公開)

Tomo-e Gozen Archive/2020-11-11/400919

Date	Exp ID	Object	Observer	Project	(RA, Dec)
2020-11-11 11:11	400919	J2228-1451_dith2	Morokuma	Supernova Survey	(337.186, -14.455)

Stack (84)

[download file list](#)

sTMQ1202011110040091911.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ1202011110040091912.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091913.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ1202011110040091914.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ1202011110040091915.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091916.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ1202011110040091921.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091922.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ1202011110040091923.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ1202011110040091924.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091925.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ1202011110040091926.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ1202011110040091931.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091932.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091933.fits (2020-11-11 12:06)
sTMQ1202011110040091934.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091935.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091941.fits (2020-11-11 12:07)
sTMQ1202011110040091942.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091943.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ1202011110040091944.fits (2020-11-11 12:06)
sTMQ2202011110040091911.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091912.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ2202011110040091913.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ2202011110040091914.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091915.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ2202011110040091916.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ2202011110040091921.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091922.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091923.fits (2020-11-11 12:06)
sTMQ2202011110040091924.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091925.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091926.fits (2020-11-11 12:06)
sTMQ2202011110040091931.fits (2020-11-11 12:07)	sTMQ2202011110040091932.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091933.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ2202011110040091934.fits (2020-11-11 12:07)	sTMQ2202011110040091935.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091941.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ2202011110040091942.fits (2020-11-11 12:07)	sTMQ2202011110040091943.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ2202011110040091944.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ3202011110040091911.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091912.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091913.fits (2020-11-11 12:06)
sTMQ3202011110040091914.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091915.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091916.fits (2020-11-11 12:06)
sTMQ3202011110040091921.fits (2020-11-11 12:07)	sTMQ3202011110040091922.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091923.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ3202011110040091924.fits (2020-11-11 12:07)	sTMQ3202011110040091925.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091926.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ3202011110040091931.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091932.fits (2020-11-11 12:07)	sTMQ3202011110040091933.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ3202011110040091934.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091935.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ3202011110040091941.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ3202011110040091942.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ3202011110040091943.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ3202011110040091944.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ4202011110040091911.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ4202011110040091912.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ4202011110040091913.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ4202011110040091914.fits (2020-11-11 12:07)	sTMQ4202011110040091915.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ4202011110040091916.fits (2020-11-11 12:01)
sTMQ4202011110040091921.fits (2020-11-11 12:01)	sTMQ4202011110040091922.fits (2020-11-11 12:06)	sTMQ420201111004009192

日付, exposure id による指定

Tomo-e Gozen Archive Query

[Help](#)



Target: Jump

Radius: **15**

Date: **to**

[download file list](#)

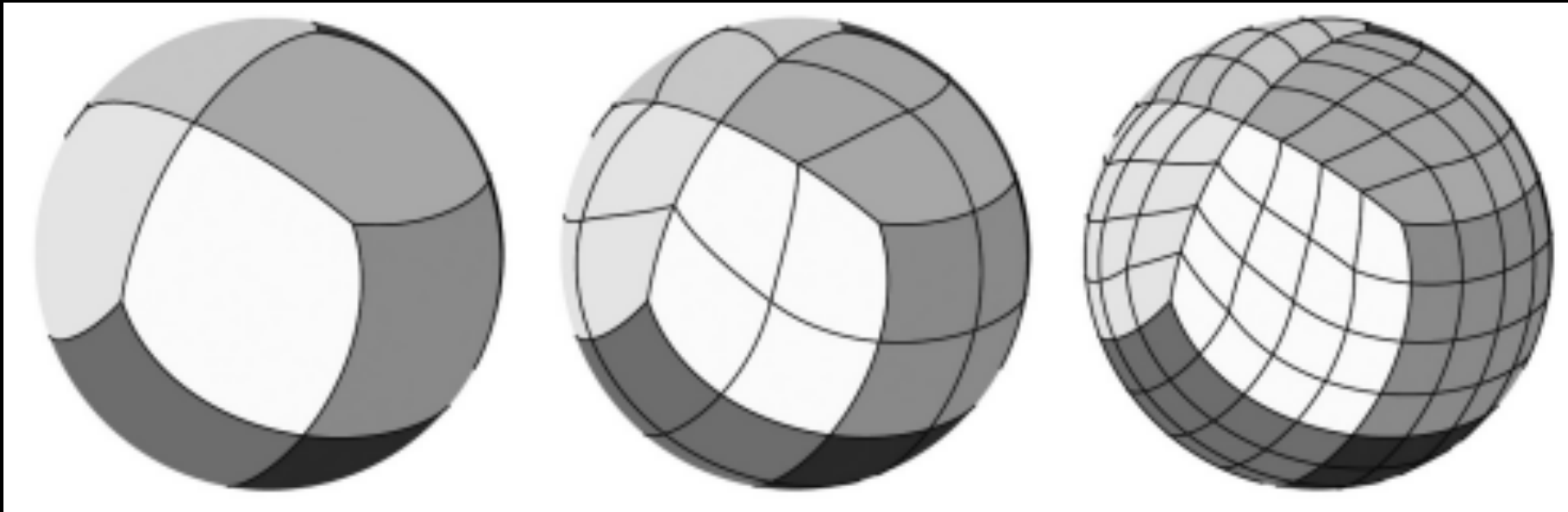
Date	Filename	(RA,Dec)	Object	Observer	Project
2020-11-29 20:21	sTMQ1202011290041782214.fits	(149.343, 69.6643)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-25 20:06	sTMQ1202011250041496914.fits	(149.335, 69.6675)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-16 20:30	sTMQ1202011160040849914.fits	(149.337, 69.6662)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-14 20:00	sTMQ1202011140040638814.fits	(149.336, 69.6724)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-10 18:12	sTMQ1202011100040041814.fits	(149.345, 69.6853)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-09 18:35	sTMQ1202011090039886614.fits	(149.343, 69.6821)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-08 18:16	sTMQ1202011080039743614.fits	(149.344, 69.6836)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-07 18:11	sTMQ1202011070039621214.fits	(149.345, 69.687)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-04 18:48	sTMQ1202011040039457114.fits	(149.36, 69.6818)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-11-03 19:15	sTMQ1202011030039306314.fits	(149.353, 69.6806)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-10-31 19:09	sTMQ1202010310039147114.fits	(149.355, 69.6836)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-10-29 19:10	sTMQ1202010290038865814.fits	(149.353, 69.6809)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-10-28 19:16	sTMQ1202010280038713514.fits	(149.344, 69.6839)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-10-26 19:34	sTMQ1202010260038516214.fits	(149.343, 69.6821)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey
2020-10-25 18:19	sTMQ12020102500383345014.fits	(149.369, 69.6873)	J1010+6650_dith4	Morokuma	Supernova Survey

座標検索

もっとお手軽に Quick Look したい
(アウトリーチにも活用したい)

HiPS

- Hierarchical Progressive Surveys (Fernique+2015)
- HEALPix による天球面の分割スキームを利用
 - 複数の "階層" でデータを準備
 - 512x512 の画像 (fits + png) を作成
- ビューアの視野に応じて最適な解像度の画像を表示



k	$N_{\text{side}} = 2^k$	N_{pix}	θ_{pix}	$k_{\text{tile},512}$	$N_{\text{tile},512}$	$\theta_{\text{tile},512}$
0	1	12	58°6			
1	2	48	29°3			
2	4	192	14°7			
3	8	768	7°33			
4	16	3072	3°66			
5	32	12 288	1°83			
6	64	49 152	55'0			
7	128	196 608	27'5			
8	256	786 432	13'7			
9	512	3 145 728	6'87	0	12	58°6
10	1024	12 582 912	3'44	1	48	29°3
11	2048	50 331 648	1'72	2	192	14°7
12	4096	201 326 592	51''5	3	768	7°33
13	8192	805 306 368	25''8	4	3072	3°66
14	2^{14}	3.22×10^9	12''9	5	12 288	1°83
15	2^{15}	1.29×10^{10}	6''44	6	49 152	55'0
16	2^{16}	5.15×10^{10}	3''22	7	196 608	27'5
17	2^{17}	2.06×10^{11}	1''61	8	786 432	13'7
18	2^{18}	8.25×10^{11}	0''81	9	3 145 728	6'87
19	2^{19}	3.30×10^{12}	0''40	10	12 582 912	3'44
20	2^{20}	1.32×10^{13}	0''20	11	50 331 648	1'72
21	2^{21}	5.28×10^{13}	0''10	12	201 326 592	51''5
22	2^{22}	2.11×10^{14}	50.3 mas	13	805 306 368	25''8
23	2^{23}	8.44×10^{14}	25.1 mas	14	3.22×10^9	12''9
24	2^{24}	3.38×10^{15}	12.6 mas	15	1.29×10^{10}	6''44
25	2^{25}	1.35×10^{16}	6.29 mas	16	5.15×10^{10}	3''22
26	2^{26}	5.40×10^{16}	3.15 mas	17	2.06×10^{11}	1''61
27	2^{27}	2.16×10^{17}	1.57 mas	18	8.25×10^{11}	0''81
28	2^{28}	8.65×10^{17}	0.786 mas	19	3.30×10^{12}	0''40
29	2^{29}	3.46×10^{18}	0.393 mas	20	1.32×10^{13}	0''20

HiPS の作り方

 Portal Simbad VizieR **Aladin** X-Match Other Help 

Make your HiPS in 10 steps

By P.Fernique (last update April 2018 - additions in [green](#))

[10 steps](#)

[Tips](#)

[Booster](#)

[Manual](#)

... or how to build a Hierarchical Progressive Survey from your image (or cube) collection.

Your HiPS step by step

- Download the latest version of Aladin/Hipsgen code.** Do not hesitate to use the last beta version:
→ [AladinBeta.jar](#)
Note: You can also use [Hipsgen.jar](#) package, but it is more useful to use directly Aladin for generating & checking the HiPS with the same tool (and concretely, it is the same code).
- Set together the collection of the original images or cubes in a local directory** (sub-directory hierarchy is allowed, symbolic links can be useful, [gzipped ou rice compressed images are allowed](#))
→ we assume "[Data](#)" directory
Note: There is no limit (image size and/or number of images) apart your disk.
- Optional: Load one image in Aladin** to be sure that its astrometrical calibration is correctly interpreted and to determine the HiPS generation parameters:
→ `java -Xmx2g -jar AladinBeta.jar Data/OneImage.fits`
 - If your images are packaged in Multi-Extension FITS, memorize the index of the good HDU or possibly all HDUs for multi-CCD packaging (cf. *hdu* parameter)
 - Adjust the contrast and memorize the pixel min & pixel max display value (*Ctrl+M*: left and right values over the pixel histogram) (cf. *hips_pixel_cut* parameter)
 - Check if the borders of your images are ok, or if you have to remove a margin, and/or if the borders of image have not been observed -typically filled up with 0 (cf. *blank* parameter), or if your observations are circular (cf. *shape* parameter).
 - Look in the FITS header (*Alt+H*) which additionnal keywords could be kept as meta data information for progenitor facility (see below), for instance: *DATE-OBS*, *INSTRUM*, *EXP_TIME*, ... (cf. *fitskey* parameter)
- Optional: Create a "pilot" HiPS on few images** for a quick test:
 - Launch the Pilot HiPS creation on the first 100 images by this script command:
→ `java -Xmx16g -jar AladinBeta.jar -hipsgen in=Data out=PilotHiPS creator_did=HiPSID pilot=100`
 - Check the resulting HiPS thanks to Aladin:
→ `java -jar AladinBeta.jar PilotHiPS`
 - If required, reiterate the HiPS computation by inserting/modifying these Hipsgen parameters: *blank*, *border*, *fov*, *skyval*, *hips_pixel_cut*, *fading*, *mixing*, *partitioning*... - see the manual below.
Do not forget to insert "[-f](#)" option for removing the previous HiPS (or remove it manually).
- Launch the HiPS creation on all original data.**
Take care that this process can be long and very computer consuming (RAM and CPU). You can adjust the RAM by the *java -XmxNNg* parameter, and the number of threads by the *maxthread* Hipsgen parameter. The final HiPS size can be estimated to 1.3x of the original size of data.
→ `java -Xmx16g -jar AladinBeta.jar -hipsgen maxthread=20 in=Data ...`
- Check the result** thanks to Aladin Desktop and/or via Aladin Lite
→ Aladin Desktop: `java -jar AladinBeta.jar DataHiPS`
→ Aladin Lite: in your browser, load the directory [DataHiPS](#)
- Complete the description of your HiPS** by editing the file [DataHiPS/properties](#) (read the inside comments). Do not forget to provide a [creator_did](#) identifier for your HiPS. The syntax follows the IVOA IVOID recommendation (*ivo://XXX/...*). The first word MUST be the acronym of your institute (CDS, IAS, ESAC, STScI, ...) and your HiPS - or atleast your institute - should be declared in the IVOA VO registry (see point 10).

<https://aladin.u-strasbg.fr/hips/HipsIn10Steps.gml>

HiPS データとして必要なもの

- ・ HiPS 用のディレクトリ構造
- ・ メタデータ

Aladin の Java アプレットを利用するのがお手軽

- ・ viewer ベースの GUI 操作
- ・ コマンドライン

ディレクトリ構造等は

決まっているので

自分で C 等で書いても良い

Tomo-e データの HiPS 化

- Tomo-e Gozen の一日分のデータ

Tomo-e のピクセルスケール: ~1.19"

- hips order = 8 (1.6"/pix): ~2.5 hours, ~150 GB (fits + png)

- hips order = 7 (3.2"/pix) : ~1.2 hours, ~40 GB (fits + png)

png 画像だけなら 1/10 程度

- サーベイした領域のサイズに依存する (上記は 5000 平方度)

- 計算時間的には、朝に処理を開始して昼頃には完成する

- 作成時のパラメータ関連

- インプットデータのディレクトリ

- ディレクトリを掘って fits を探すので、全データをフラットに配置する必要はない

- fits に WCS が正しく付いていること

- png 画像作成用に min, max, linear/log を指定 -> うまく調整する必要あり

J2000 17 23 37.951 +35 41 48.51



FoV: 180°



まとめ

- ・ Tomo-e Gozen で取得したデータを公開する準備を進めています
 - ・ 共同研究者向け
 - ・ 一般向けのデータ公開は公開対象等を検討中
 - ・ png 画像の HiPS データはなるべく早く公開したい
 - ・ 自動で生成する仕組み
 - ・ png 画像だけなら一年分 (100 夜) 保持できる？
 - ・ アーカイブデータによる
新たなサイエンス
 - ・ アウトリーチ活動
- ・ Tomo-e Gozen プロジェクトの web page も更新作業中