

かぐや (SELENE) ハイビジョン画像のアーカイブ化と3D 画像化

本田理恵(高知大学)、山崎順一、三橋政次(NHK)、
太刀野順一(NHK-ES)、白尾元理(惑星地質研)

平成21年度 宇宙科学情報解析シンポジウム
「宇宙科学データの『見せる化』」

日時: 平成22年2月23日 (火)

場所: JAXA 宇宙科学研究本部 相模原キャンパス

Outline

- かぐやハイビジョンカメラと取得された映像の概要
- 映像紹介
- アーカイブ化
- 3D画像化
 - DEM
 - 偏光プロジェクタ、Side by Side + X-pol モニタ
- まとめ

HDTVの概要

- かぐや/SELENE搭載HDTV (高精細映像取得システム)
 - 望遠カメラ(TELE), 広角カメラ(WIDE)と, 共通データ処理部から構成(民生機器をベースにNHKによって開発)
 - 月面からの地球の出(入り)のハイビジョン映像を取得し, 広報・教育に活用する目的で搭載された。
 - 当初、2回の撮影しか計画されていなかったが、最終的に594種の動画、309セットの静止画を取得できた。

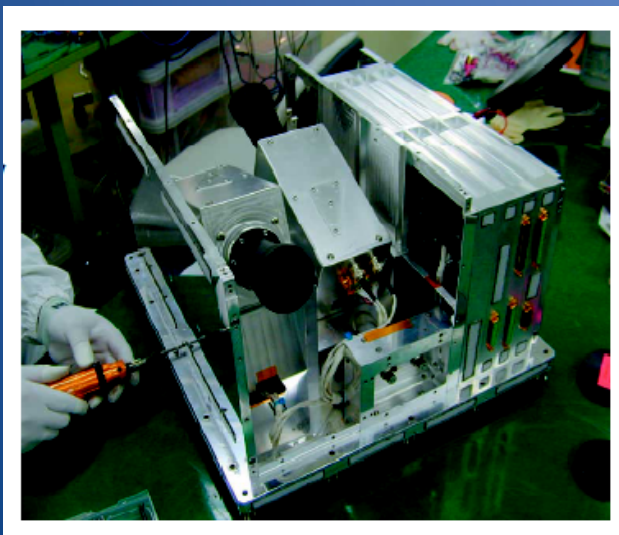


Fig. 1 STM of HDTV



Fig. 2 Earth-set at the south pole

HDTVの光学系

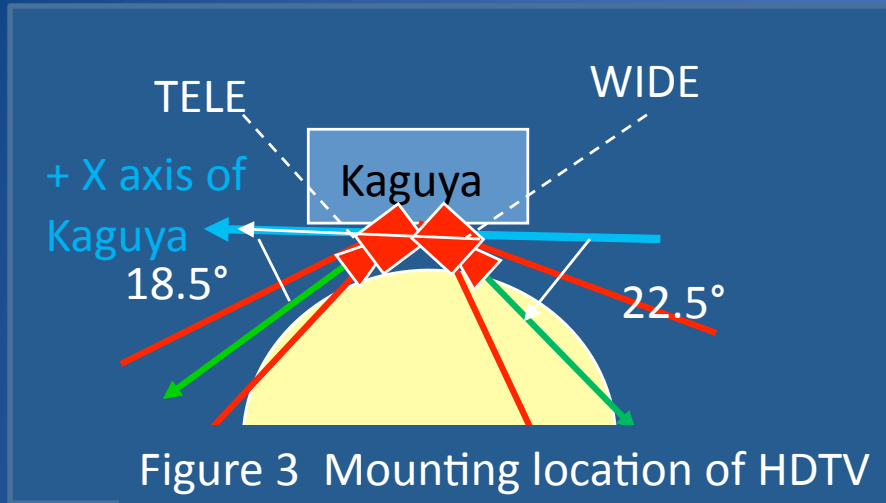


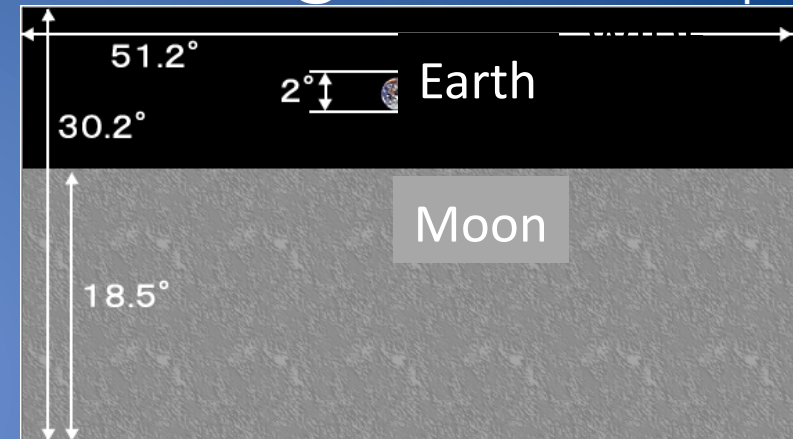
Table 2 Specification HDTV optics

Item	Telephoto	Wide-angle
Focal length	35 mm	10 mm
View angle	15.5 (H) x 8.7 (V), 17.8 (D)	50.1 (H) x 29.5 (V), 56.3 (D)
F number	F5.6 (fixed)	F5.6 (fixed)
ND filter	1/8	1
Dimensions	81.5 (L) x 60 (D)	112.5 (L) x 60 (D)
Weight	260 g	330 g
Mounting Angle	18.5 deg.	22.5 deg.
Field of view	15.5 deg x 8.8 deg	51.5 deg x 29.5 deg
Main target	Earth	Moon

Shutter Speed: manual, auto

WIDE

空間解像度@100km高度 > 85m/pixel



TELE

空間解像度@100km高度 > 45 m/pixel



HDTV運用タイムライン

Date	Operation
2007/9/29	遠ざかる地球の撮像
2007/10/28	初期チェックアウト・観測開始 (軌道高度100±20 Km)
2008/4/6	満地球撮像
2008/7/4	慣性航行中の撮像(ターミネーター)
2008/9/30	満地球の撮像
2008/12/11	慣性航行中の撮像
2009/1	低高度軌道での観測 (これ以降、軌道高度40-70Kmへ)
2009/2/9	部分月食時の地球の“ダイヤモンドリング”観測
2009/2/20-	高緯度域のグローバルマッピング
2009/6/11	運用終了



JAXA/NHK

満地球 (2008/9/30, 75°N付近, 高度110km, TELE)



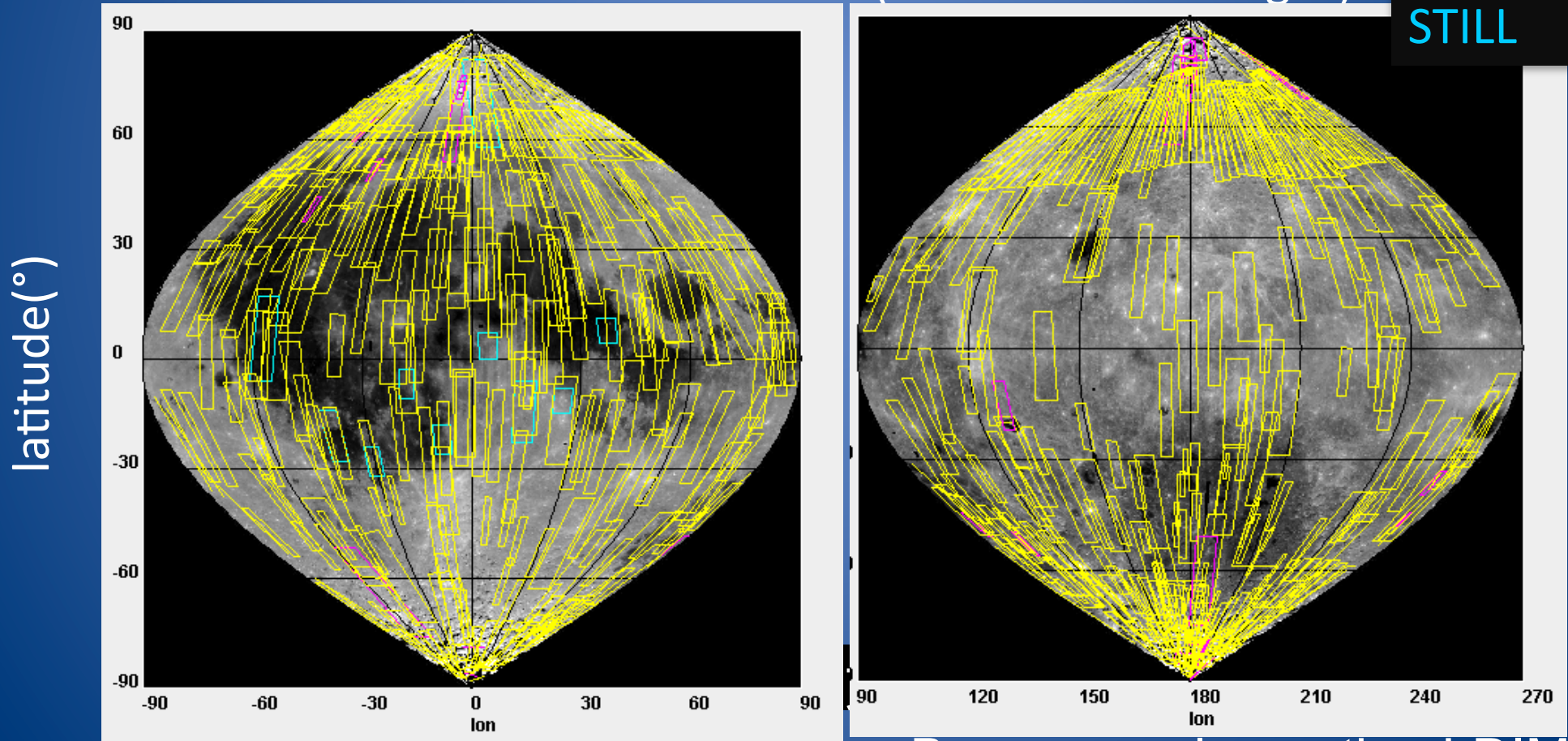
JAXA/NHK

クラビウス周辺 (2009/1/19, (345°E, 75°S), 高度50km, WIDE)

Footprints of the obtained video and images

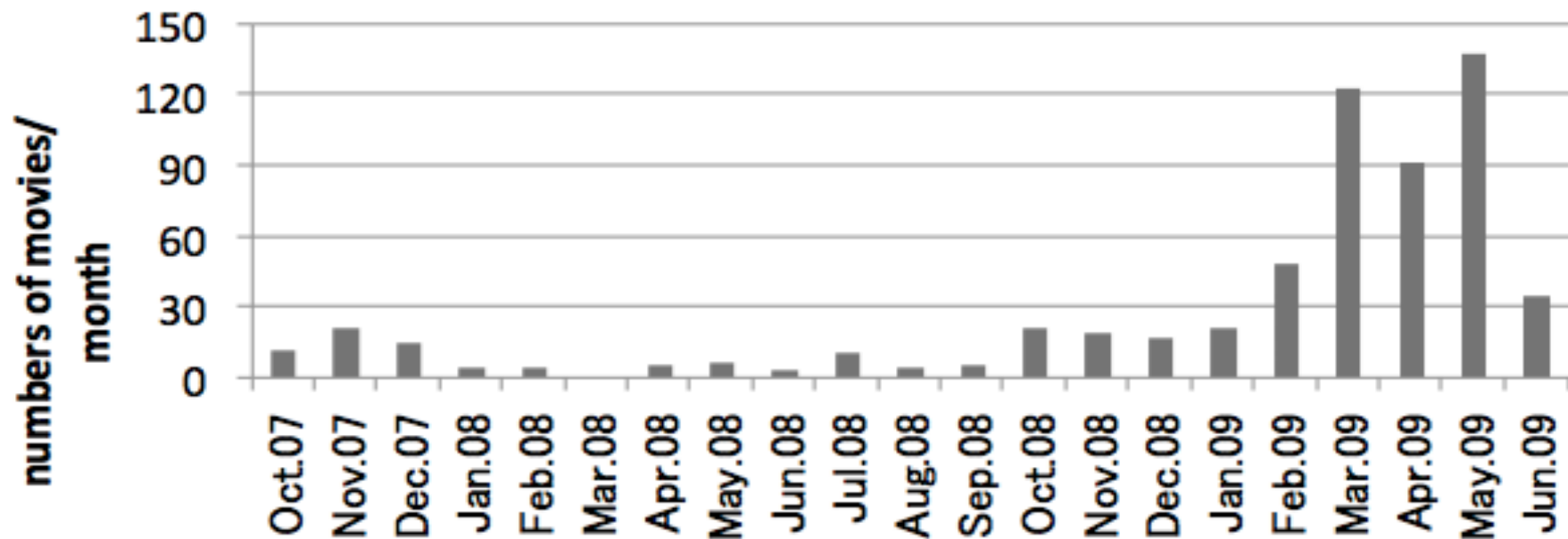
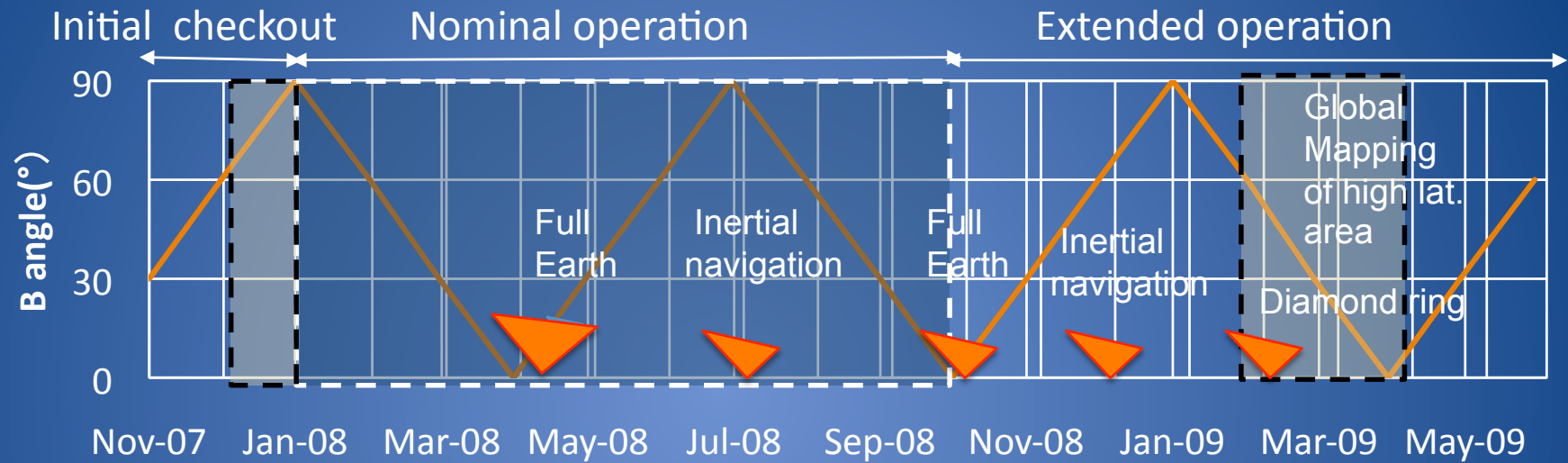
- 594 movies and 309 still images are acquired.
- Total number of frames is 1.06Million(6.3TB as TIFF images)

TELE
WIDE
WIDE/
STILL



Basemap: clementine LDIM

Overview of the operation and the amount of obtained data



ハイビジョン映像の活用/可視化

- 生映像でも十分教育などの利用価値はあるが、さらに付加価値を高めるには？
- 参照しやすい映像用アーカイブと参照支援ソフトウェアの構築
 - 惑星科学でこれだけ大規模の映像データが取得されたのは始めて
 - 今後のデータ方式検討のテストベッド
 - 動画と静止フレーム画像の効率よい検索
- 衛星の移動による時間ずれを利用した3次元情報の抽出

HDTVチーム内データ整備状況

アーカイブ

- すべてのクレジットなしフレーム画像を抽出し、統一的にリナンバリング
 - 8-9割完成
 - 地上系の不具合により蓄積系から再取得したデータの修正が未完了)
- ブラウジングシステム作成 (HTML, JAVA APPLICATION + DBMS) (島袋2009, 國廣2010)


Data browsing system –HTML–

index.html


file:///Users/kunihiro/Desktop/html_100118/168/index.html

アップル Yahoo! Japan Google マップ YouTube Wikipedia ニュース (107) お役立ち

ID	168
start_time	2008/05/29
end_time	2008/05/29
location(Japanese)	南極エイト 縦断(北側)
location(English)	SP-Aitken B North rim tra
attitude_contorol	月心指向
inertia_space_fix_time	
Footprint_START_lon_1-Footprint_START_lon_2	東経187-19
Footprint_START_lat_1-Footprint_START_lat_2	南緯45
Footprint_END_lon_1-Footprint_END_lon_2	東経182-19
Footprint_END_lat_1-Footprint_END_lat_2	南緯69
SC_height_START	84.82
SC_height_END	91.15
Sol_Alt_START	22.62
Sol_Alt_END	10.30
CAMERA	WIDE
FOVH(deg)	29.45
MODE	MV_4
FIRST_FRAME_WITH_SUPER	TRUE
SUPER_INTERVAL	
MAX_DURATION	480
RECORDING_DURATION	475
MEM	A(20-1799)



15Z/1



データブラウジングシステム -Java application + DBMS-(國廣2010)

検索条件入力 出力条件入力 検索開始 地図表示オプション

914 f 2009-06-07 14:22:44 2009-06-07 14:22:44 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
915 f 2009-06-07 14:23:16 2009-06-07 14:23:16 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
916 f 2009-06-07 14:23:48 2009-06-07 14:23:48 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
917 f 2009-06-07 14:37:44 2009-06-07 14:37:44 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
918 f 2009-06-07 14:38:16 2009-06-07 14:38:16 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
919 f 2009-06-07 14:38:48 2009-06-07 14:38:48 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
920 f 2009-06-07 18:26:20 2009-06-07 18:34:20 月心指向	1970-01-01 00:00:00 ガリ
921 f 2009-06-07 20:26:20 2009-06-07 20:34:20 月心指向	1970-01-01 00:00:00 シル
922 f 2009-06-08 05:37:59 2009-06-08 05:45:59 月心指向	1970-01-01 00:00:00 セレ
923 f 2009-06-08 07:37:51 2009-06-08 07:45:51 月心指向	1970-01-01 00:00:00 グリ
924 f 2009-06-08 11:33:46 2009-06-08 11:41:46 月心指向	1970-01-01 00:00:00 イン
925 f 2009-06-08 13:55:44 2009-06-08 13:55:44 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
926 f 2009-06-08 13:56:16 2009-06-08 13:56:16 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
927 f 2009-06-08 13:56:48 2009-06-08 13:56:48 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
928 f 2009-06-08 14:11:08 2009-06-08 14:11:08 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
929 f 2009-06-08 14:11:40 2009-06-08 14:11:40 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
930 f 2009-06-08 14:12:12 2009-06-08 14:12:12 月心指向	1970-01-01 00:00:00 CAL
931 f 2009-06-08 20:44:46 2009-06-08 20:52:46 月心指向	1970-01-01 00:00:00 リッ
932 f 2009-06-09 00:23:40 2009-06-09 00:31:40 月心指向	1970-01-01 00:00:00 スト
933 f 2009-06-09 06:14:16 2009-06-09 06:22:16 月心指向	1970-01-01 00:00:00 コル
934 f 2009-06-09 13:31:28 2009-06-09 13:39:28	
935 f 2009-06-09 15:19:44 2009-06-09 15:19:44	
936 f 2009-06-09 15:35:08 2009-06-09 15:35:08	
937 f 2009-06-09 17:01:44 2009-06-09 17:01:44	
938 f 2009-06-09 17:17:08 2009-06-09 17:17:08	
939 f 2009-06-10 01:00:38 2009-06-10 01:08:38	
940 f 2009-06-10 10:07:00 2009-06-10 10:15:00	
941 f 2009-06-10 16:06:00 2009-06-10 16:08:17	
942 f 2009-06-10 18:10:59 2009-06-10 18:10:59	
943 f 2009-06-10 18:11:59 2009-06-10 18:11:59	
944 f 2009-06-10 18:12:59 2009-06-10 18:12:59	
945 f 2009-06-10 18:13:59 2009-06-10 18:13:59	
946 f 2009-06-10 18:14:59 2009-06-10 18:14:59	
947 f 2009-06-10 18:15:59 2009-06-10 18:15:59	
948 f 2009-06-10 18:16:59 2009-06-10 18:16:59	
949 f 2009-06-10 18:17:59 2009-06-10 18:17:59	
950 f 2009-06-10 18:18:59 2009-06-10 18:18:59	

使用カメラ WIDE TELE
撮影モード MV_1 MV_2 MV_3 MV_4 STILL
 観測 成功 失敗
撮像ターゲ...
 太陽高度 ~
 位置 経度 緯度
確定

見たい画像のIDを入力して下さい 画像表示

データブラウジングシステム

-Java application + DBMS-(島袋2009,國廣2010)

The screenshot displays the Kaguyadb2 application window. The title bar shows 'Kaguyadb2' and system icons. The main window contains a header with the text '一般ユーザ用クレジットあり(KDS16)' and a status bar with the following information: ID 759, 観測開始時刻 2009-05-07 15:35:22, ターゲット名 ティコ, 開始太陽高度 37.716596, 終了太陽高度 27.720494, 開始軌道高度 30.428082, 終了軌道高度 27.498034. The central area features a grayscale image of the lunar surface with a vertical height scale on the left ranging from -1700 to -0. A blue vertical bar is positioned to the left of the image, and a pink horizontal line is drawn across the image at the -400 level. The bottom of the interface includes a toolbar with buttons for 'Addconst', 'Grayscale', 'Blur', 'Sharpening', 'Cropping', 'Crop_View', 'Anaglyph/Normal', 'Dim', 'Edge Detection', 'Median Filter', 'Emboss Effect', 'Histogram Transformation', 'Histogram Uniformity', and 'Reset'. A '高画質表示' (High Quality Display) button is located at the bottom center.

3D化

- アプローチ
 - 画像中の異なるラインに着目してステレオマッチング
 - 時間ずれ映像をそのまま用いて偏光プロジェクタなどで3D表示

HDTV画像によるステレオマッチング

- 動画中の、2つの異なるライン上を同じ地形が通過する時間差から距離を推定

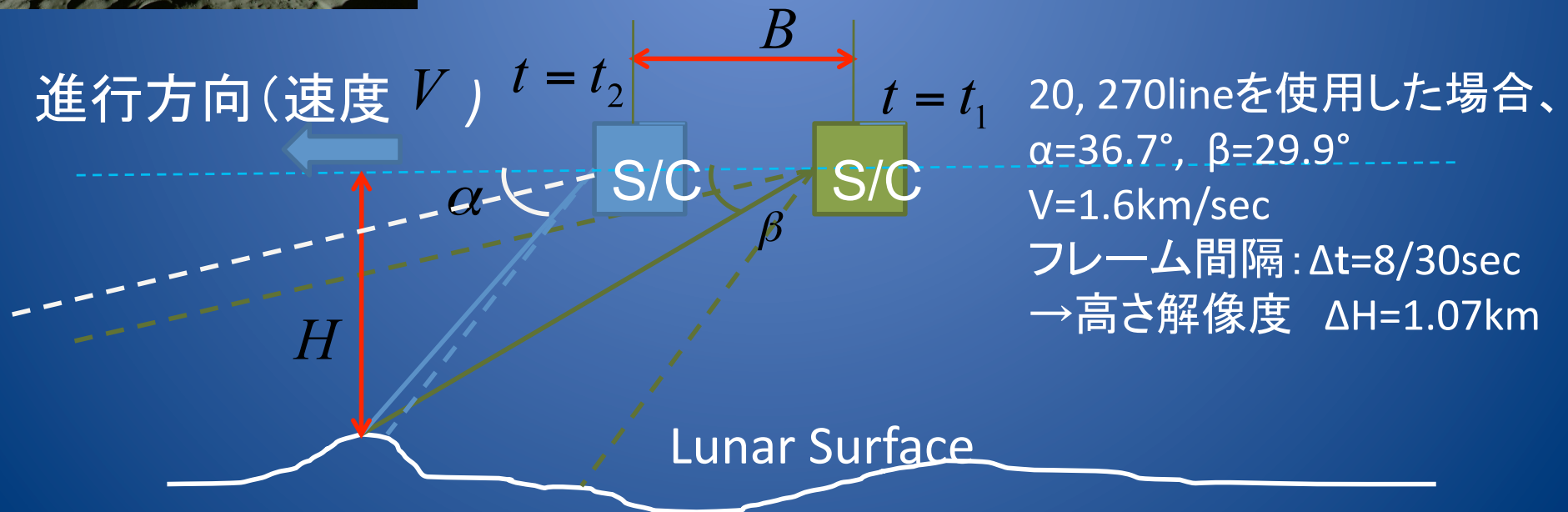


$$H = B \frac{\sin \alpha \cdot \sin \beta}{\sin(\alpha - \beta)},$$

仮定

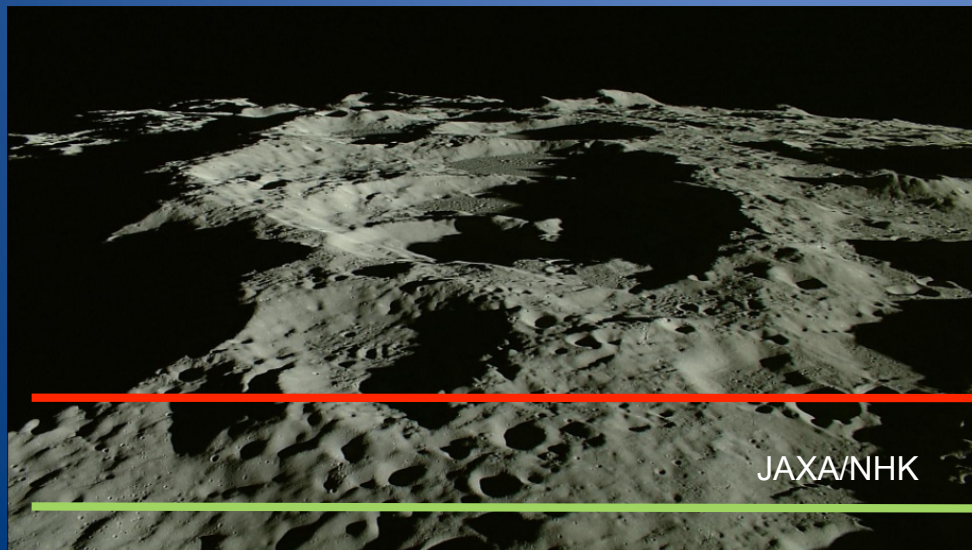
・視野中心付近で、軌道にそった仮想平面を考慮

$$B = V(t_2 - t_1)$$



手法

- 可変サイズウィンドウマッチング
- サブピクセルスプラインフィッティング (down to 0.1pixel)
 - 高さ方向解像度は0.1pixelで百m相当
 - 数百m程度の確保見込み



Line 270

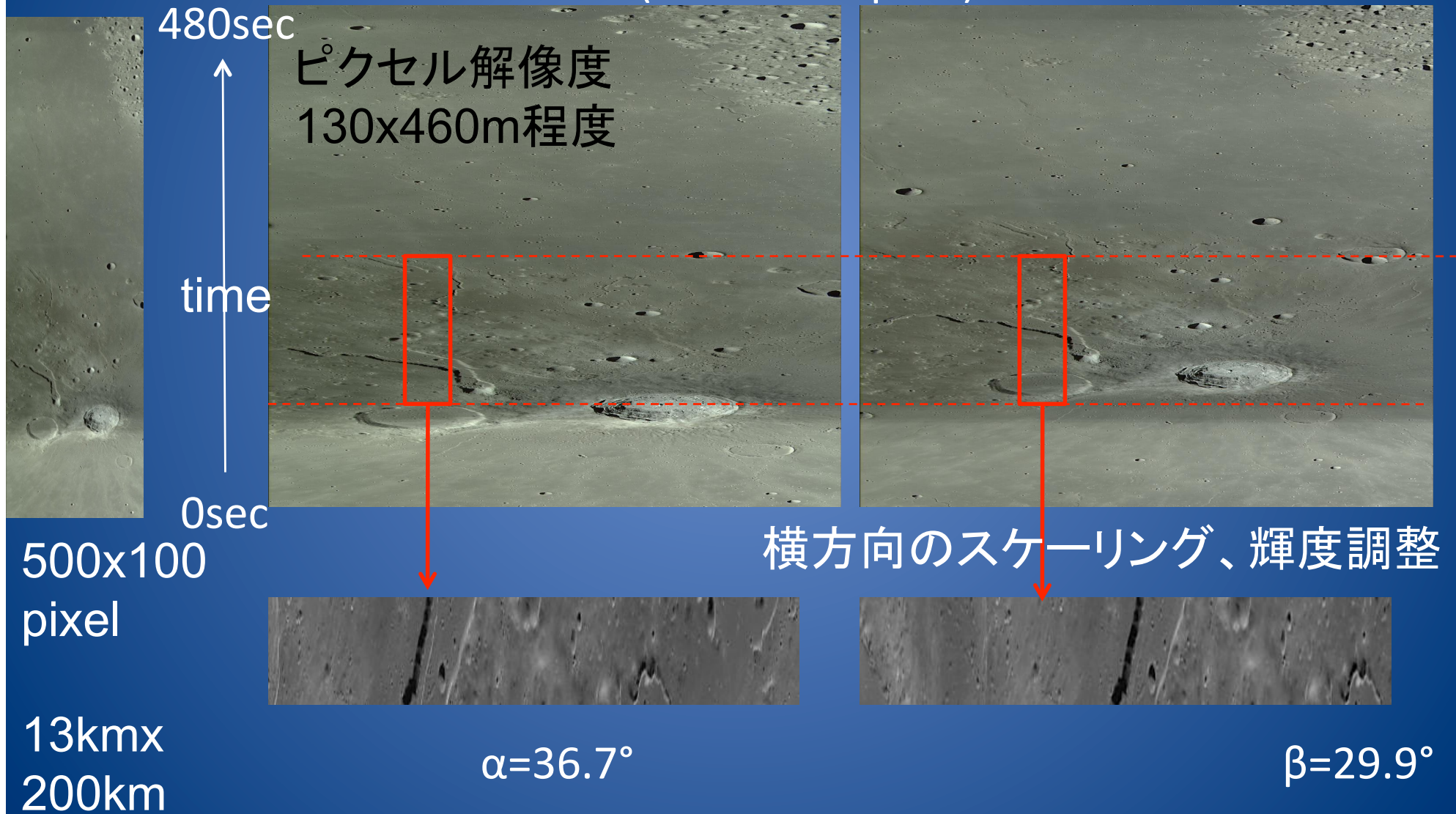
Line 20

1920x1080 pixels

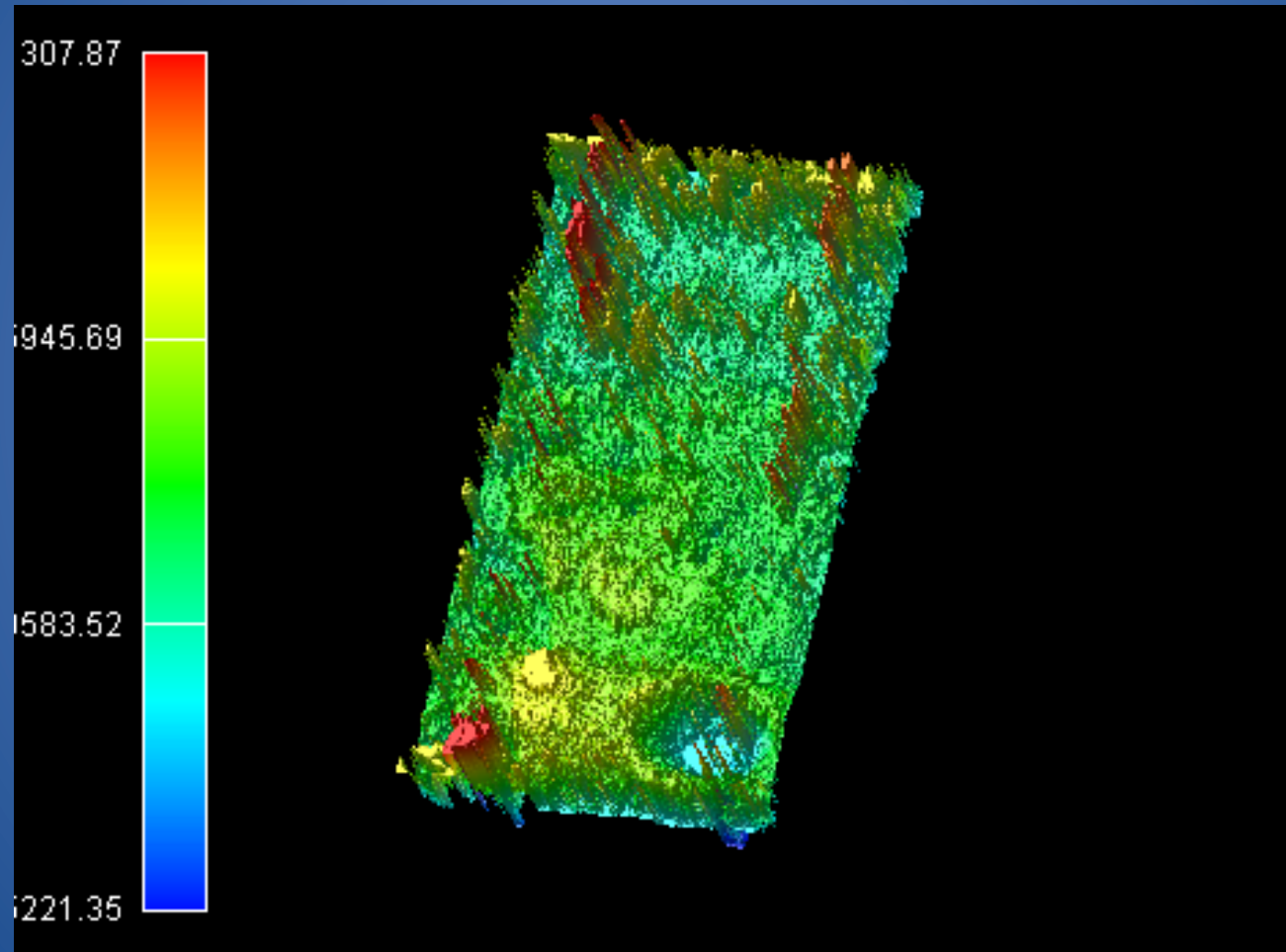
処理例 (シュレーター谷付近、WIDE, 8x:8分映像)

Line 20 抽出画像 (1920x1800pixel)

Line 270 抽出画像



DEM 可視化



かぐやHDTVの3D映像

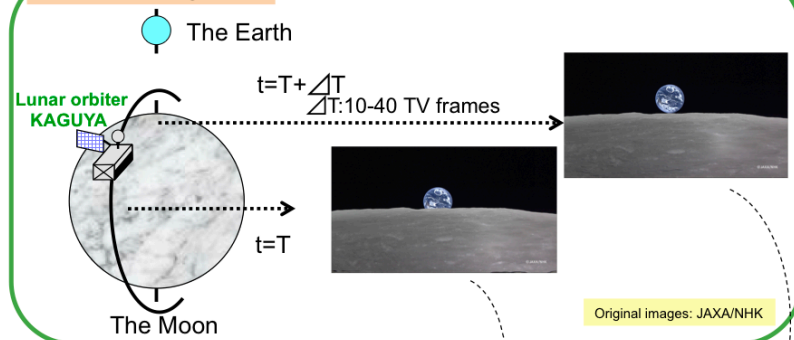
-偏光投影システム-

3D image production

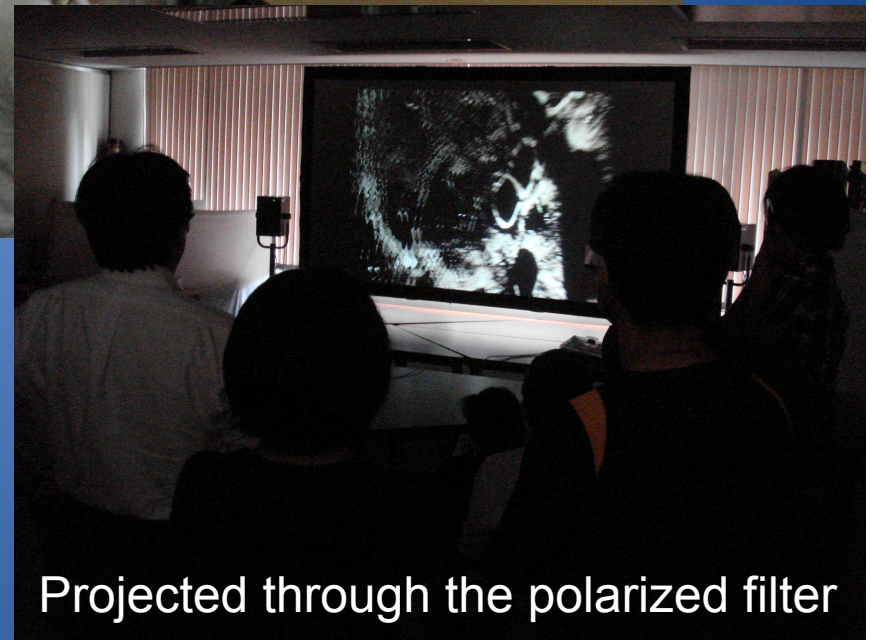
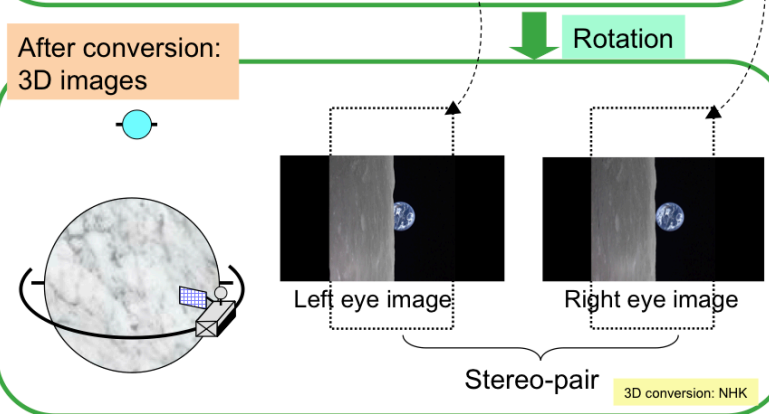
Utilizing:

- Time difference images.
- Vertical -horizontal conversion.

Before conversion:
HDTV images



After conversion:
3D images

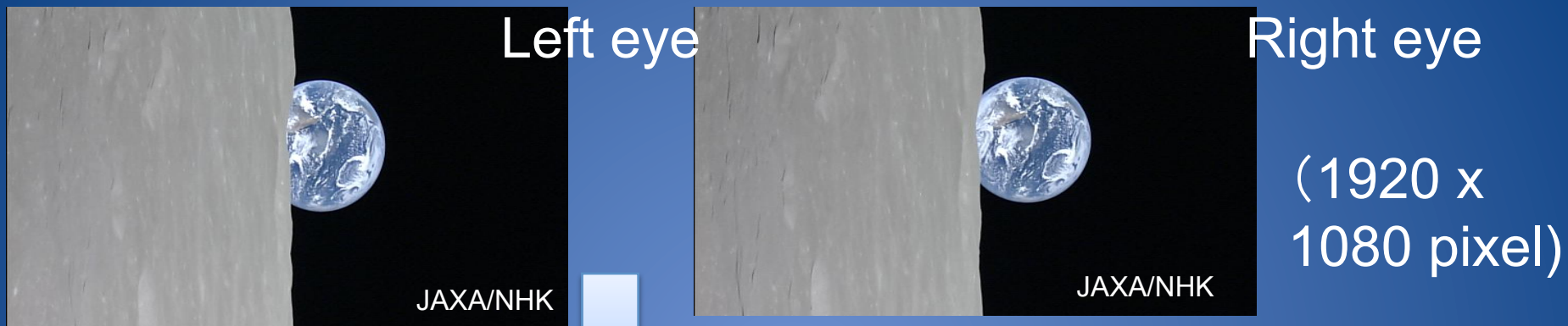


かぐやHDTVの3D映像

-3D対応液晶モニタ-

- Side by Side映像と3D対応液晶モニタを使用すれば簡易に作成できる(全映像に対する一括処理可能)
- 視聴者の環境に3D対応液晶モニタ(X-pol)さえあればSide by Side 映像はインターネットなどの配信やソフトウェアへの組み込みも可能

Side by Side 映像例

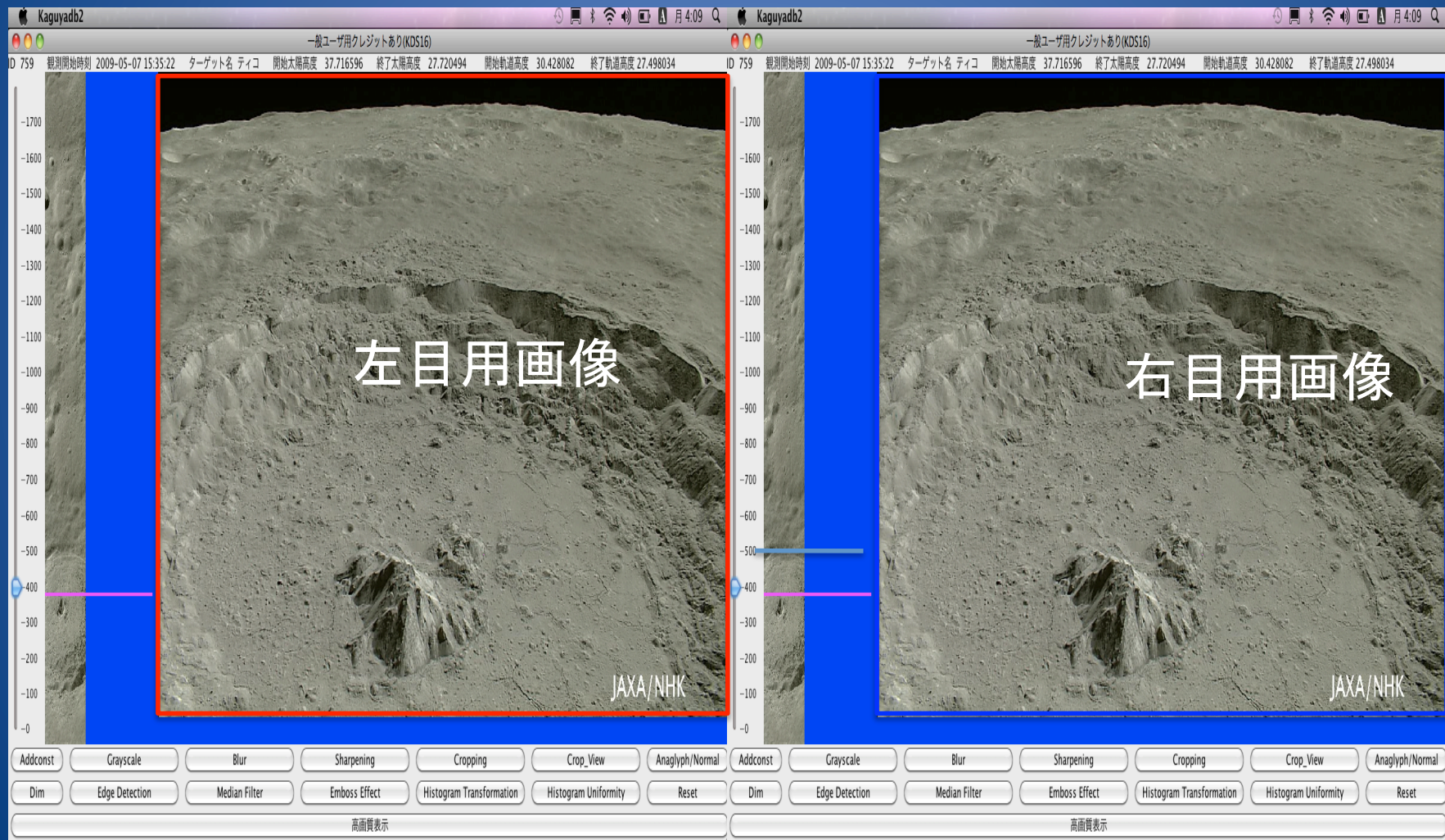


かぐやHDTV Side by Side 映像

- X-pol式液晶テレビ(Hyundai E302S 32inch)の3Dモードで視認性を確認
 - 高度100km, 1倍速 の望遠カメラ映像に対し、20 frame の遅延で十分な立体感が生成できた。
 - X2, x4, x8 → delay 10, 5, 2 frame
 - カメラの種類、軌道高度によって、適切な遅延時間を設定できる。
 - 解像度の劣化は問題
 - サンプリング手法による軽減



Side by Sideに対応した アプリケーション構築案



同じパネルの複製で、3D画像の部分だけ時間遅れの映像を使用

まとめ

- かぐやHDTV映像は大規模なものとなっている
 - 映像594本、全静止画309枚(TIFF)
- 全てのフレーム画像のアーカイブを整備するとともに動画／静止画に対する効率よいブラウジングシステムを作成
- 時間ずれを利用した3D映像作成
 - 3D専用のソフトウェアなどを使用しなくても、時間ずれを利用して容易に3D対応映像 (side by side) や、アプリケーションを作成できる
 - 惑星関連分野の大規模な3Dコンテンツとして期待できる