

西チベット天体観測環境調査の紹介と 京都3.8mレプリカ設置の可能性

佐々木敏由紀(国立天文台)

吉田道利(広島大)

姚永強(中国国家天文台)

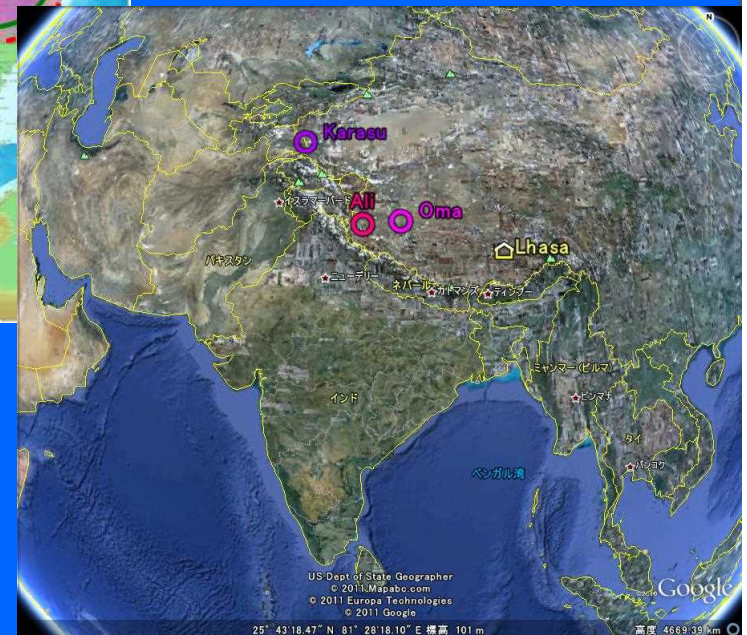
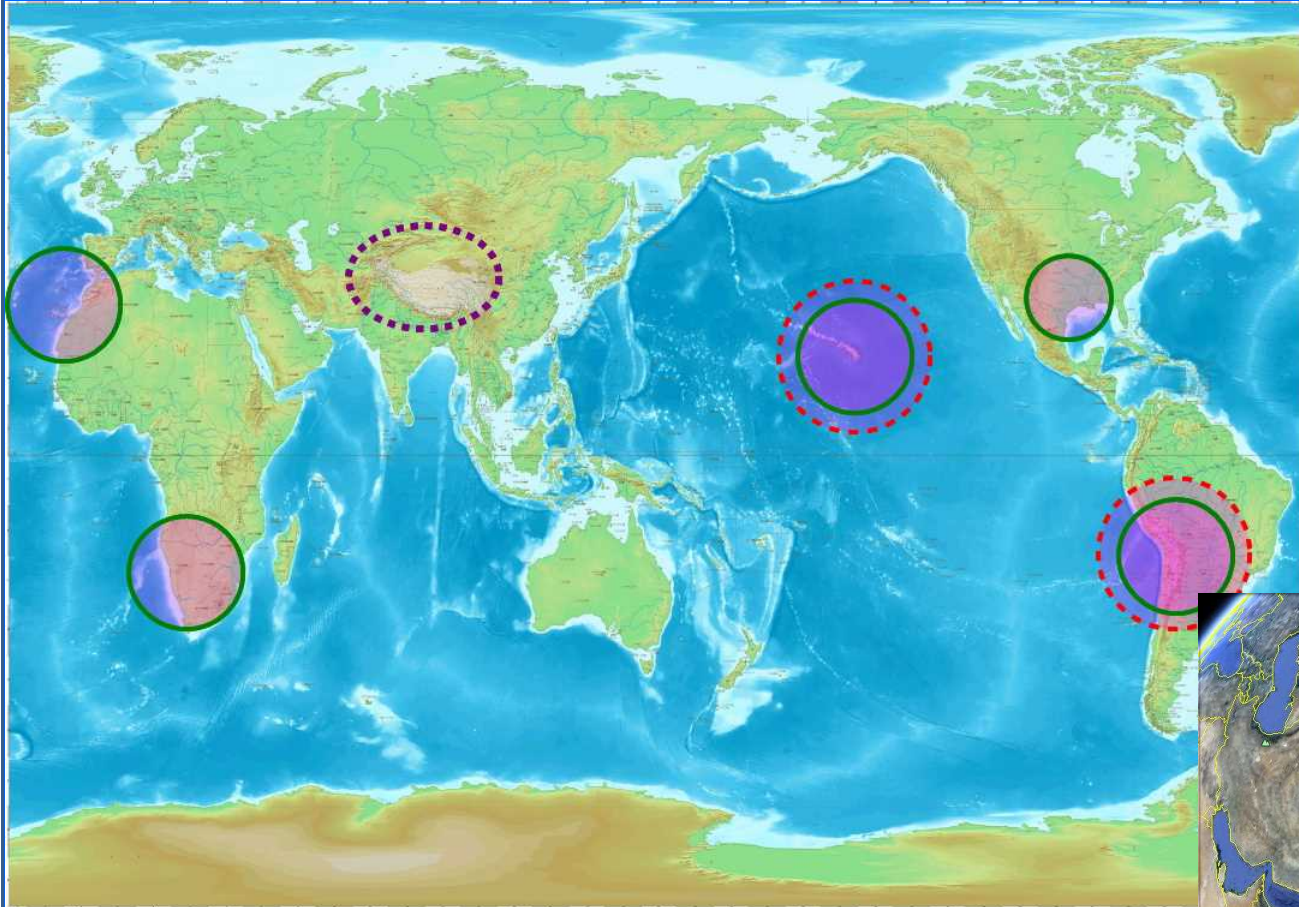
話の概要

- なぜ西チベット天体観測環境調査をするのか
- 西チベットの天体観測環境の調査状況
- 写真でのツワーガイド
- 京都3.8望遠鏡を西チベットに置こう！
- 西チベット3.8m望遠鏡の役割

日中共同のサイト調査の経緯とまとめ

- 1) 中国西部域のサイト調査は、姚永強教授を中心に2003年から始まった。
新疆ウイグルのカラス(Karasu)と西チベットのオマ(Oma)
- 2) ラサで2004年に開かれたサイト調査WSに日本人研究者数名が参加し、
サイト調査を共同で実行する提案が姚永強教授から持ちかけられた。
日本側は対応して、10 μ m帯中間赤外線カメラを用いた全天雲モニタ装置、
接地境界層微熱乱流計測装置(C_T² sensors)、気象計測装置を2007年に
設置した。
- 3) オマでの晴天率は冬期にはマウナケアに匹敵することが示された。
夏期は良くなく、日本並みである。
- 4) C_T² 計測に基づく接地境界層のシーイング量は地表高36mまでで 0.1 arcsec
であった(オマ、Nov. 2008)。
中国側はDIMM/MASS/(SNODAR)を用いたシーイング評価を断続的に実施し
ている。
- 5) 晴天率の高いと想定されるガー山に新規に2010年からサイト調査を実施している。
強風環境であるのでガー山は天体観測サイトとしてふさわしくない(との私の結論)。
- 6) カイラス山の西側地域に晴天率、シーイング状況の良いサイトを選定して
天体観測環境調査を行うように提案している。
- 7) 設置すべき望遠鏡として、京都3.8m望遠鏡のレプリカを真剣に検討している。

A site in west Tibet is in an important location for global astronomical observation network

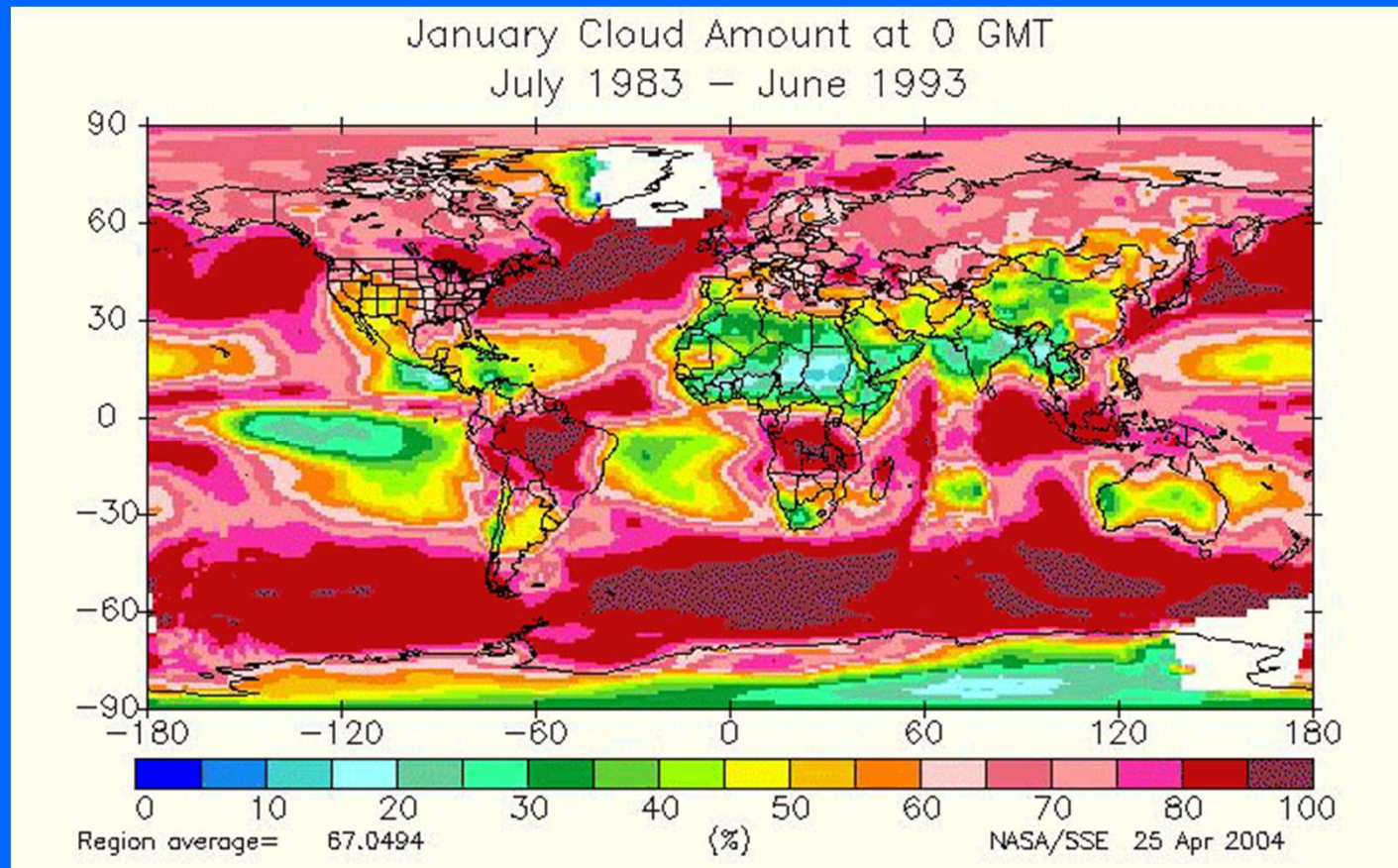


In Planning phase of ELT, west China is one of candidate sites

Dr. Sarazin (ESO) showed a global weather map at SPIE at Kona, 2002 .

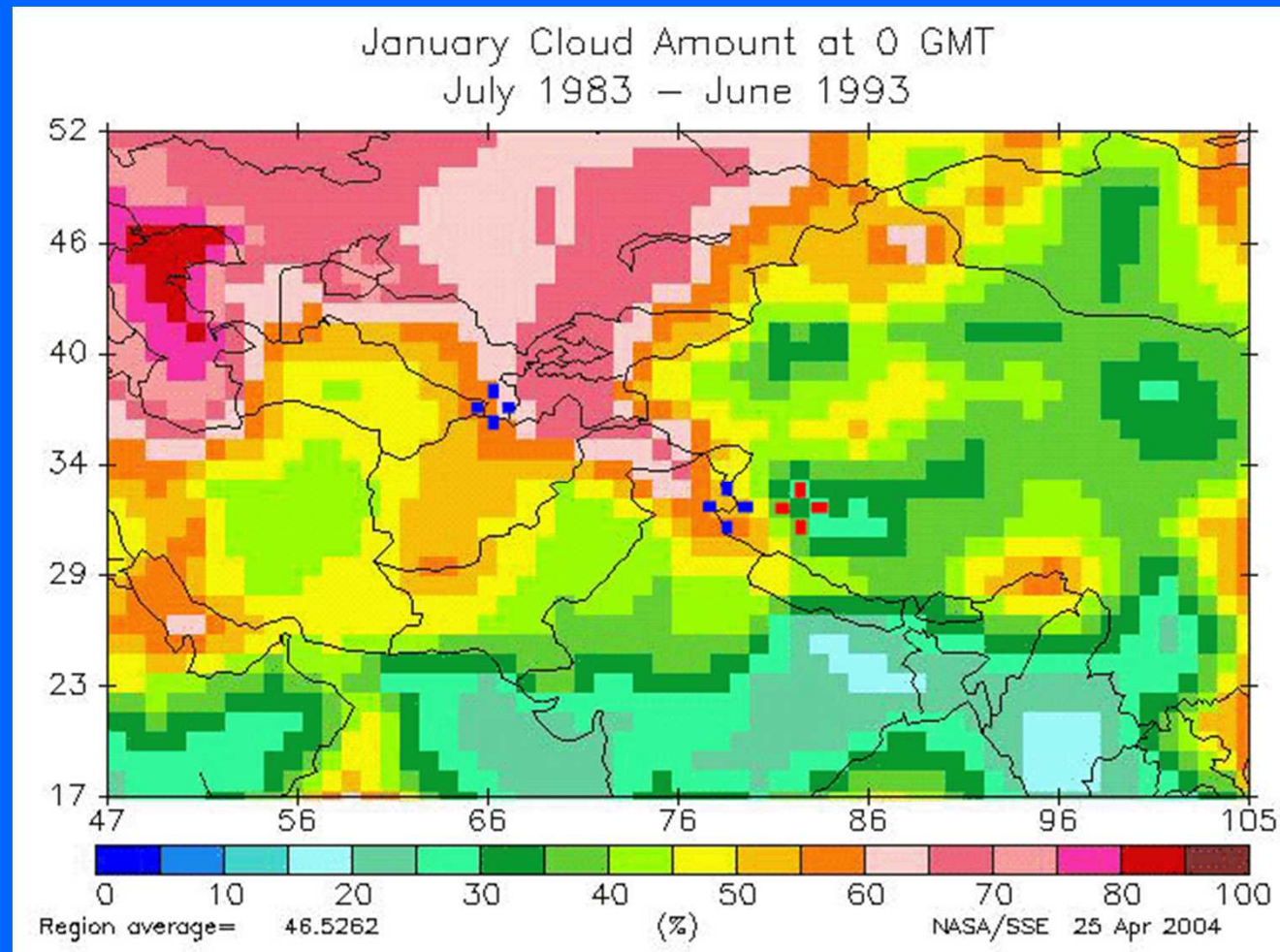
Refer to <http://eosweb.larc.nasa.gov/sse/>
Meteorology and Solar Energy
Global/Regional Plots

Global Cloud Distribution



Cloud map around west China

Arranged only for night data.
Two blue crosses show *Hanle* (India)
and *Maidanak* (Uzbekistan). Red cross
shows candidate site in *Tibet*.



サイト調査現地の紹介 Karasu / Oma / Gar

For several years **Chinese astronomers** have been looking for good site in China.

Tours was conducted in May-June, 2007 to look for sites in northern Xinjiang, starting Lhasa via Kashi to Urumqi, for more than 3 weeks about 5000km.

Stations at **Karasu**, **Oma** and **Gar**

Karasu

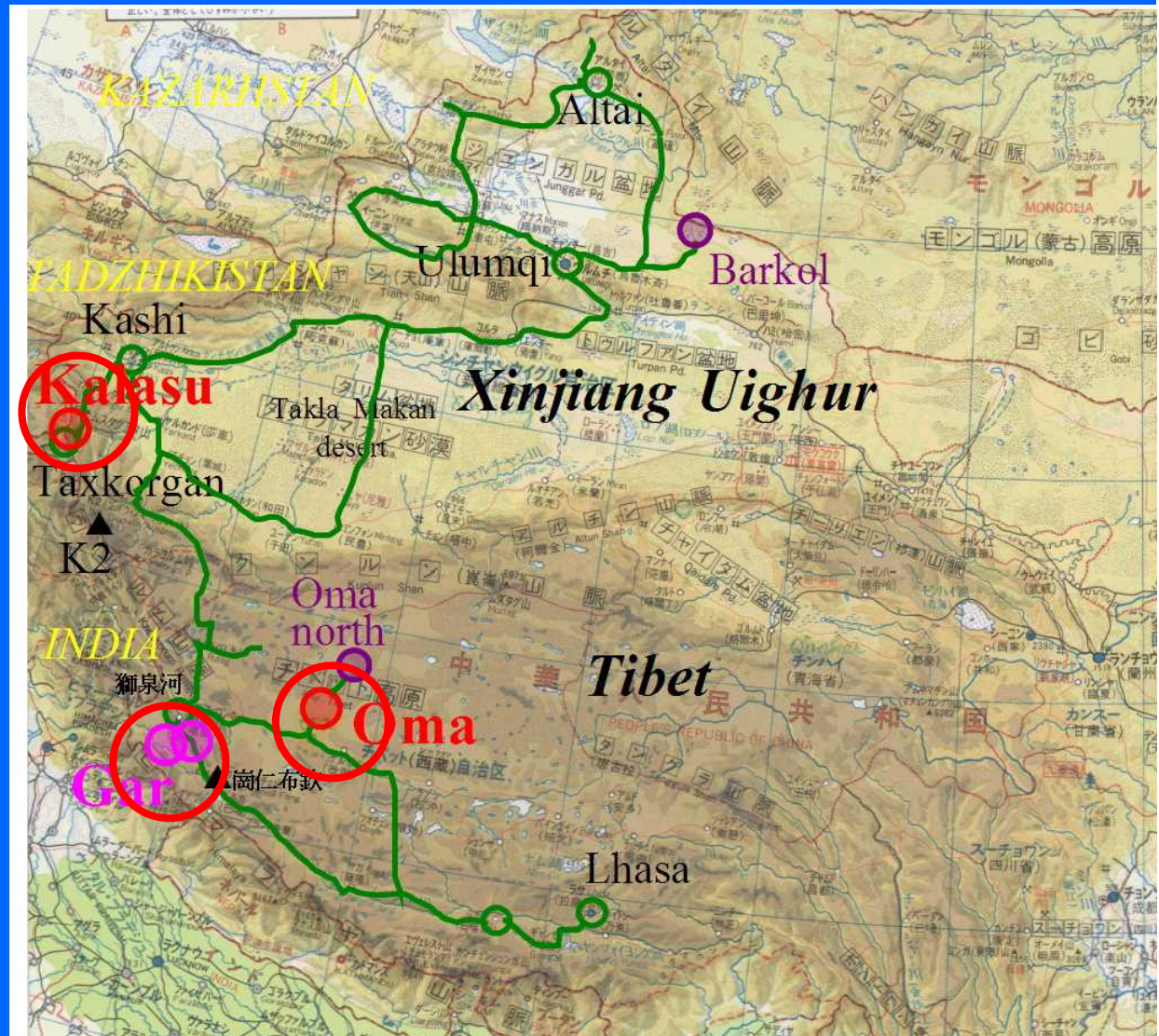
38:10:29.3 N
74:48:08.7 E
4495 m high

Oma

32:32:39.8 N
83:03:22.0 E
5032 m high

Gar

32 19 31.72N
80 01 36.04E
5030 m high



まずは拉薩(Lhasa)へ



拉薩(Lhasa)空港に到着 2007/05/19
北京からの直行便もあり(約4時間)

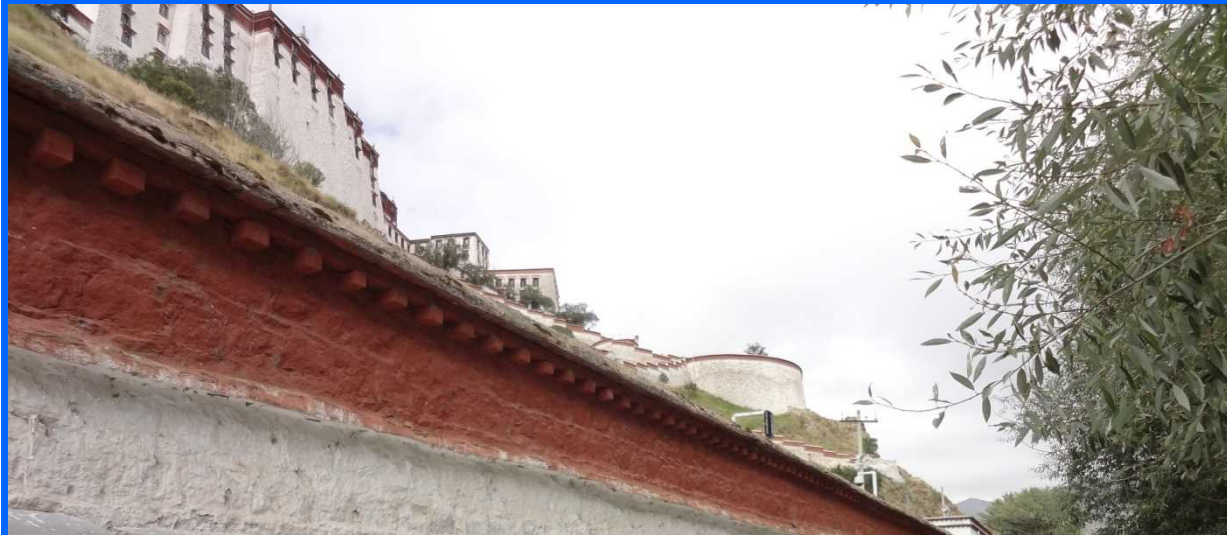


2010/12/30

拉薩空港ラウンジ

ポタラ宮殿

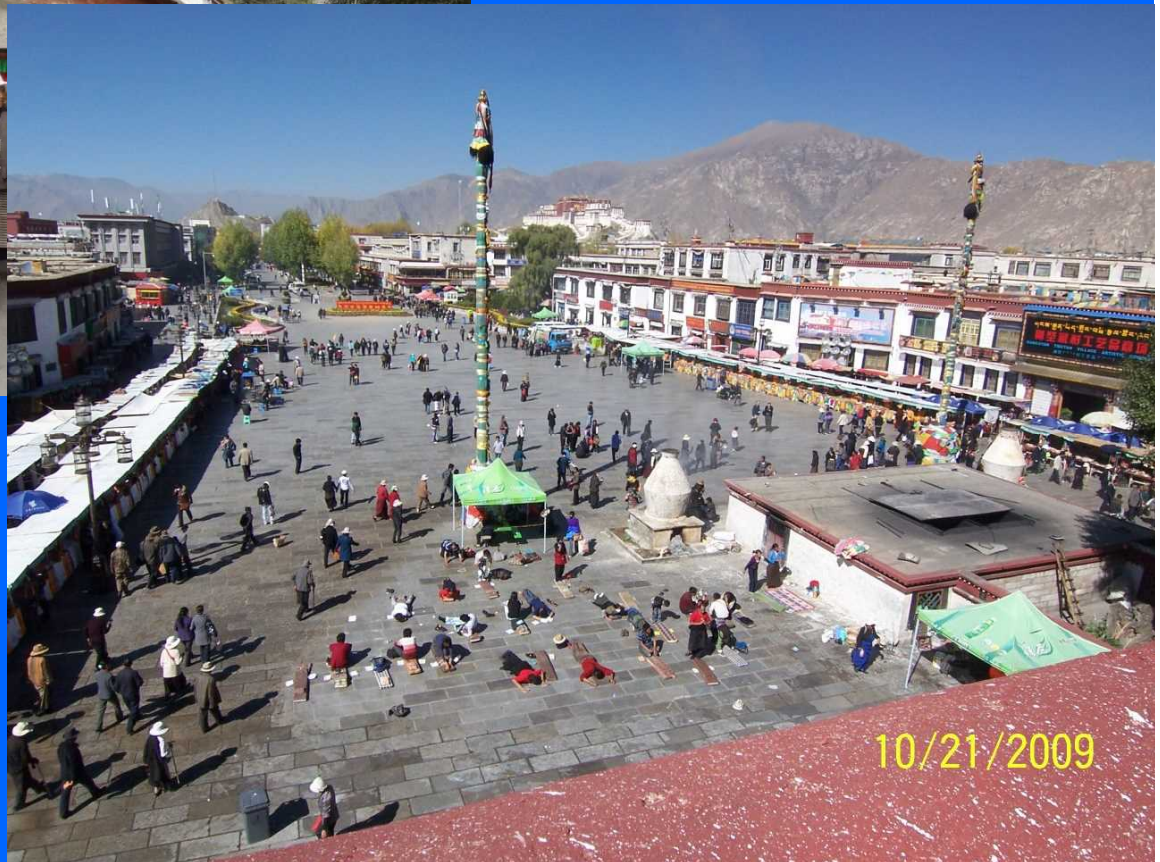




ジョガン寺からポタラ宮



ポタラ宮殿のマニ車を回しながら巡礼するチベットの方々



10/21/2009

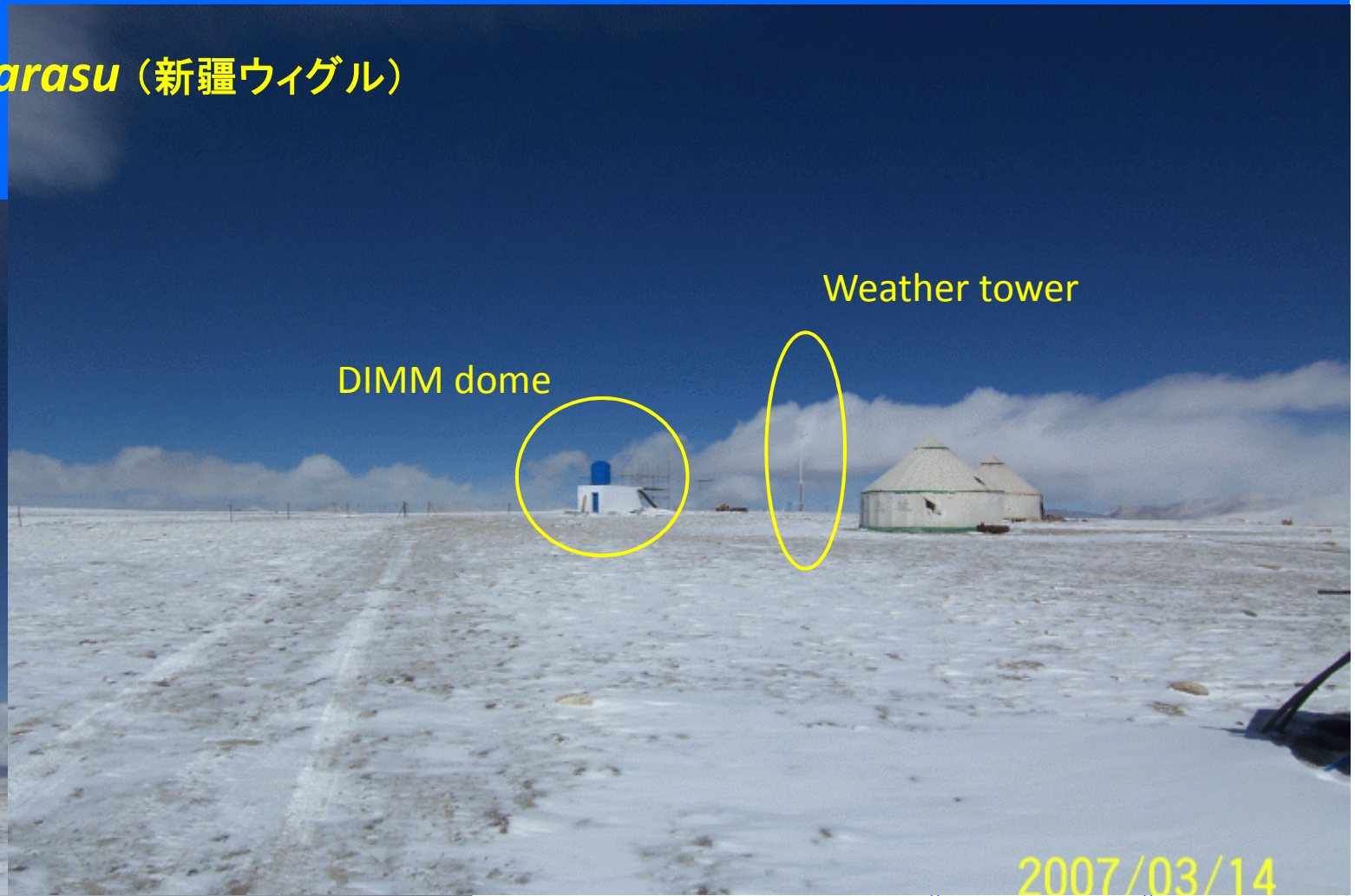
Station at *Karasu* (新疆ウイグル)

Karasu

38:10:29.3 N

74:48:08.7 E

4495 m high



Station at *Karasu*

新疆ウイグルとチベットとの自治区境界

Karasu

38:10:29.3 N

74:48:08.7 E

4495 m high

川越もなんのその...



11/15/2008

白いスカーフ"カタ"によるチベット式歓迎



10/29/2009

熱水吹き出しと温泉

Station at *Oma*

Oma

32:32:39.8 N

83:03:22.0 E

5032m high

*Oma*サイトから西側の平原を眺む



*Oma*サイトの観測小屋 とCT2用40m鉄塔



CloudMonitor装置



Station at *Oma*

Oma

32:32:39.8 N

83:03:22.0 E

5032m high



Station at *Gar*

Gar

32 19 31.72N
80 01 36.04E
5030 m high



アリ空港 高度4300m(世界3位の高さ)
(ラサ空港から約2時間30分)

2011 11 04

Station at *Gar*

Gar

32 19 31.72N
80 01 36.04E
5030 m high

Garサイト

2011 11 10



Garサイトから遠望した獅泉河の町

Station at *Gar*

Gar

32 19 31.72N

80 01 36.04E

5030 m high



調査機材設置の10mタワー



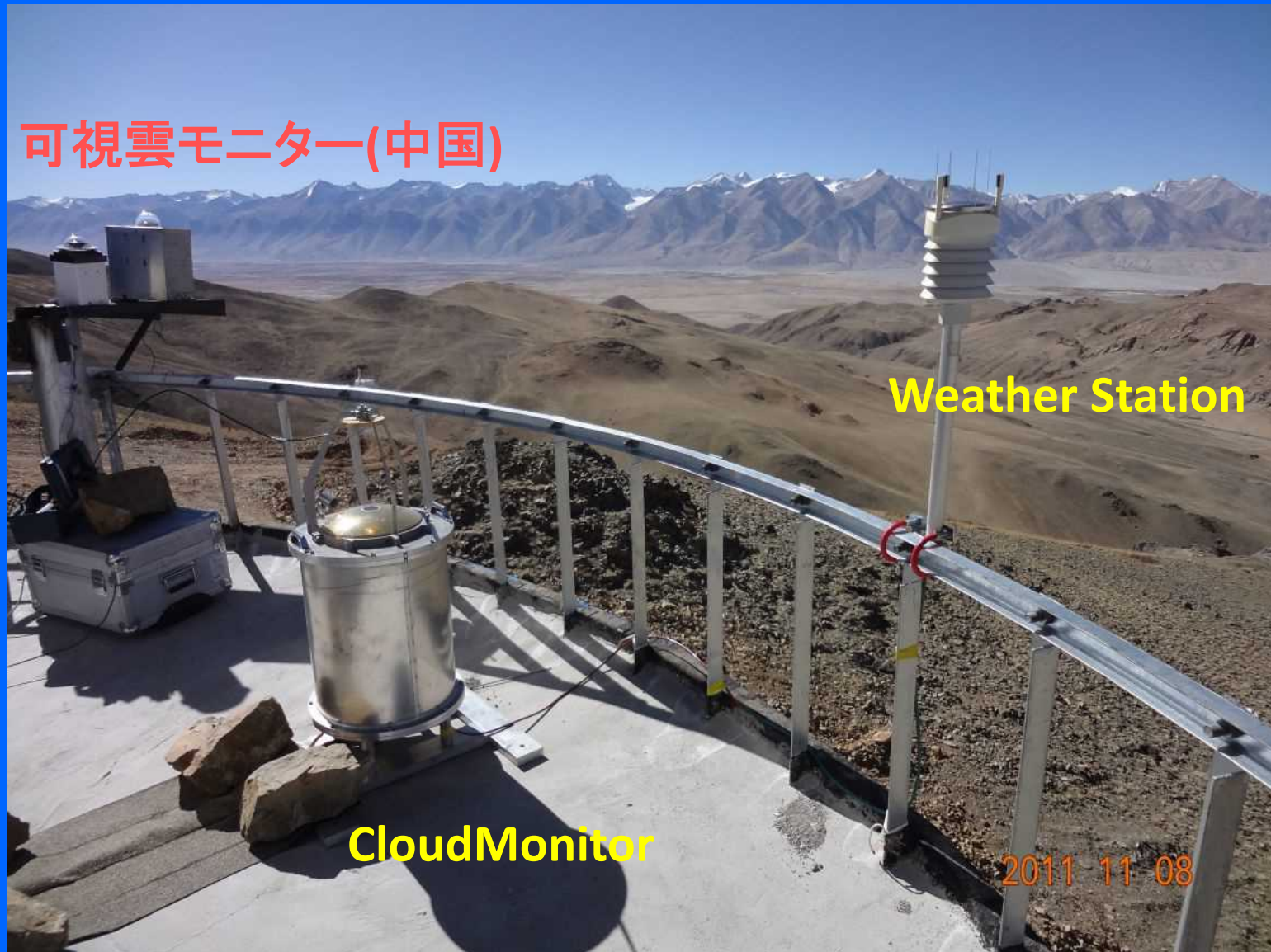
獅泉河の町中を流れるインダス川

Station at *Gar*

Gar

32 19 31.72N
80 01 36.04E
5030 m high

Gar に設置したサイト調査機器



アリ人民病院での高山病入院(3晩)



2010/12/29 12:58

Site Surevy Project in west China

中国西部選址的協力

Future telescope plan is considered on base of
Science, Telescope, Instruments and Site.

Site is one of the very important factors for future telescopes.

Site Characteristics:












Clear night, less Cloudiness ← **most important !**
Seeing
precipitable water vapor
Wind strength
Scale height of ground-layer turbulence
coherence time
wavefront outer scale
dust
Earthquake
Accessibility



Infrastructure at Site:

Access road
Housing / Rest room
Electric Power
Water supply
Lab house
Internet connection

Food, Bed
O₂ supply for people at high mou

Site monitoring instruments available and/or planned

Instrument	Method	Measured value	Height range
Weather Station  	Temperature, Humidity, Wind, Pressure Rain, (Sunshine, IR radiation)	Meteorological data at several m	
Dust counter 	Particle counter	Dust particle	at several m
Visible whole-sky camera 	visible CCD camera	Night sky	through atmosphere
IR Cloud monitor 	10 μ m-band MIR camera	Cloudiness	through atmosphere
DIMM 	Differential Image Motion Monitor	Seeing	through atmosphere
MASS 	Multi-Aperture Scintillation Sensor	Scintillation	1km to several 10km
SCIDAR 	Scintillation Detection and Ranging	Scintillation	1km to several 10km
C_T² sensor 	Micro-thermal Turbulence in Surface Layer	Turbulence	0 m to several 10 m
SNODAR (planned) 	Surface layer Non-Doppler Acoustic Radar	Scintillation	8m~200m
GPS-PWV (planned) 	measure PWV using GPS signal delays	PWV	accuracy ~0.5mm

* Currently available instruments (China  , Japan )



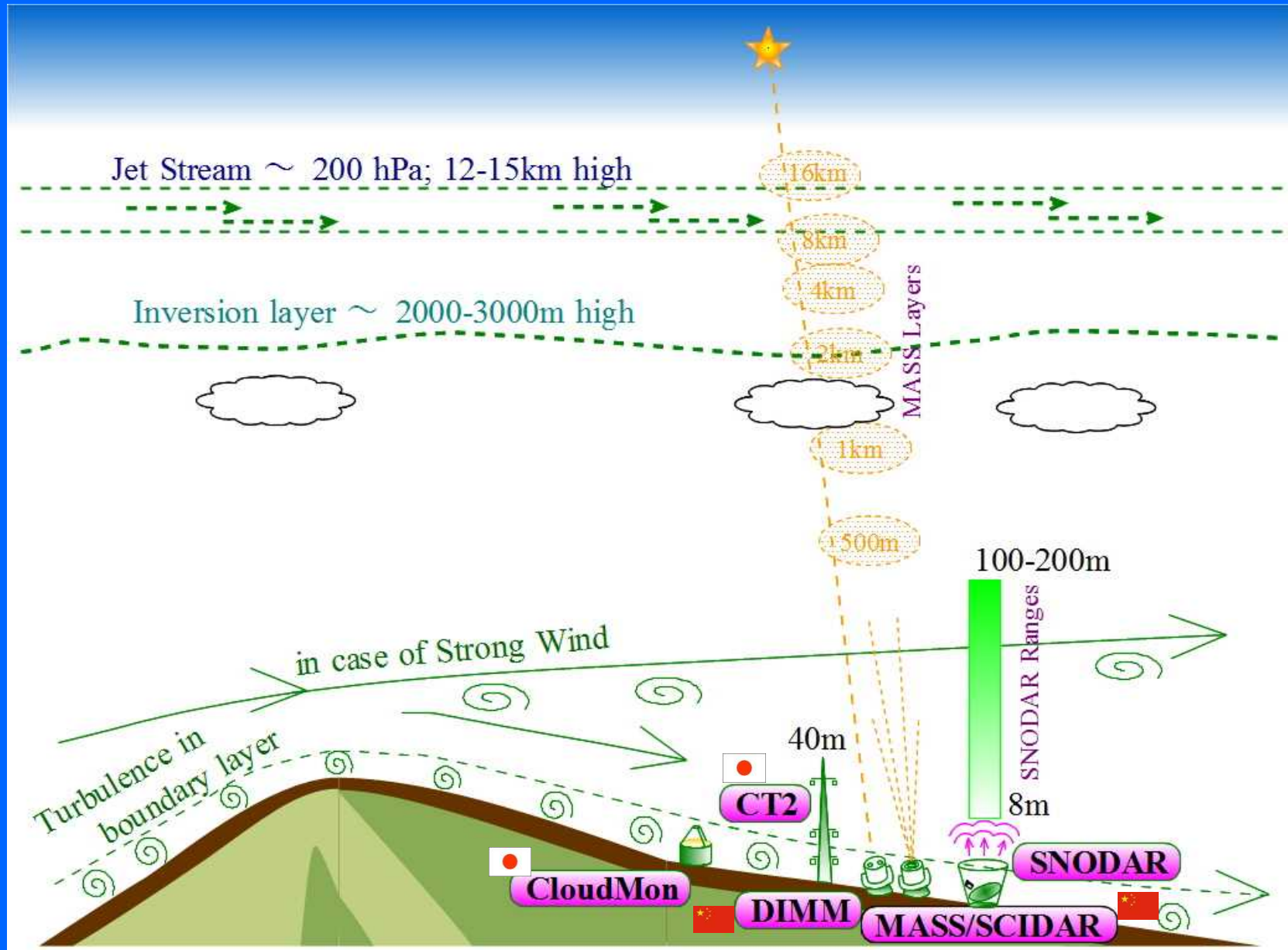
Cloud Monitor Weather Station

(at Ali)



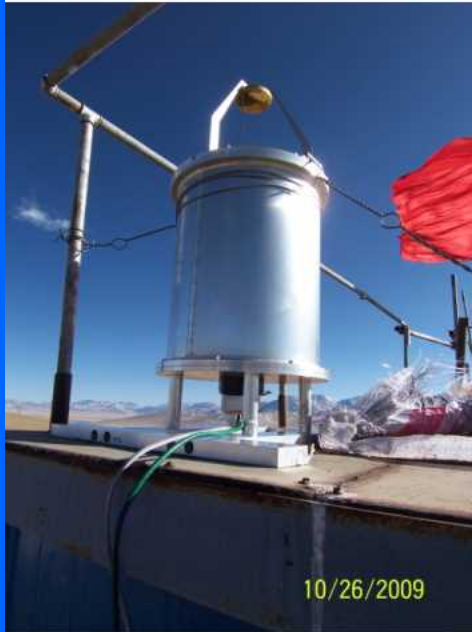
CT2 sensors on
40m tower

(at Karasu)

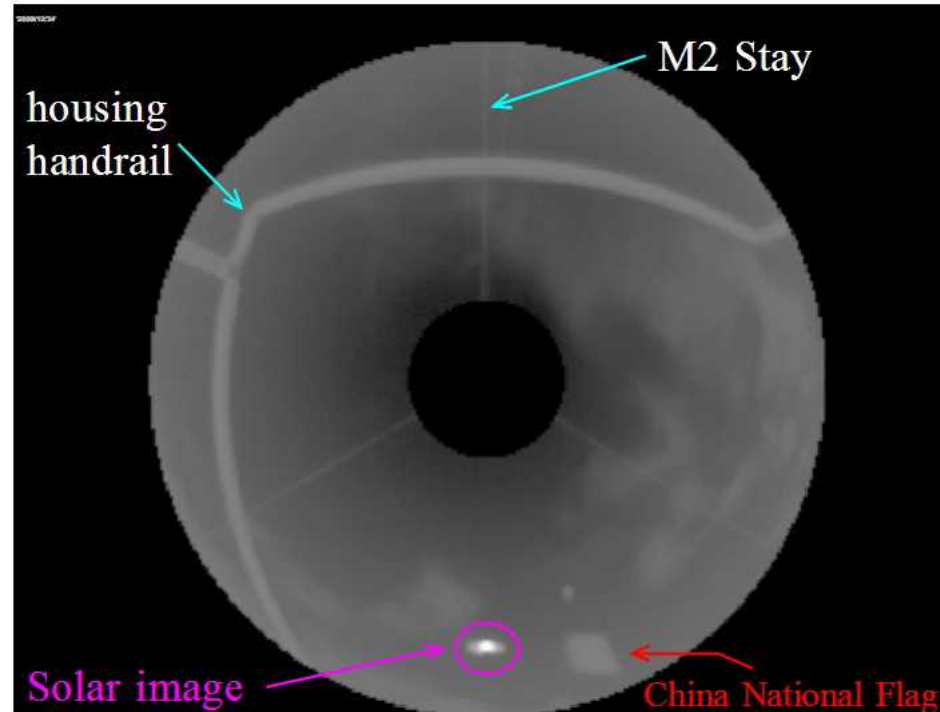


Cloudiness observed w/ CloudMon at Oma in 2008 and 2009

FOV of Cloud Monitor



A Cloud Monitor on housing roof at Oma, Tibet



Sample Images of CloudMon at Oma on 2008/12/24

All-sky images, every 1 hour, taken w/Cloud Monitor at Oma on 2008-12-24

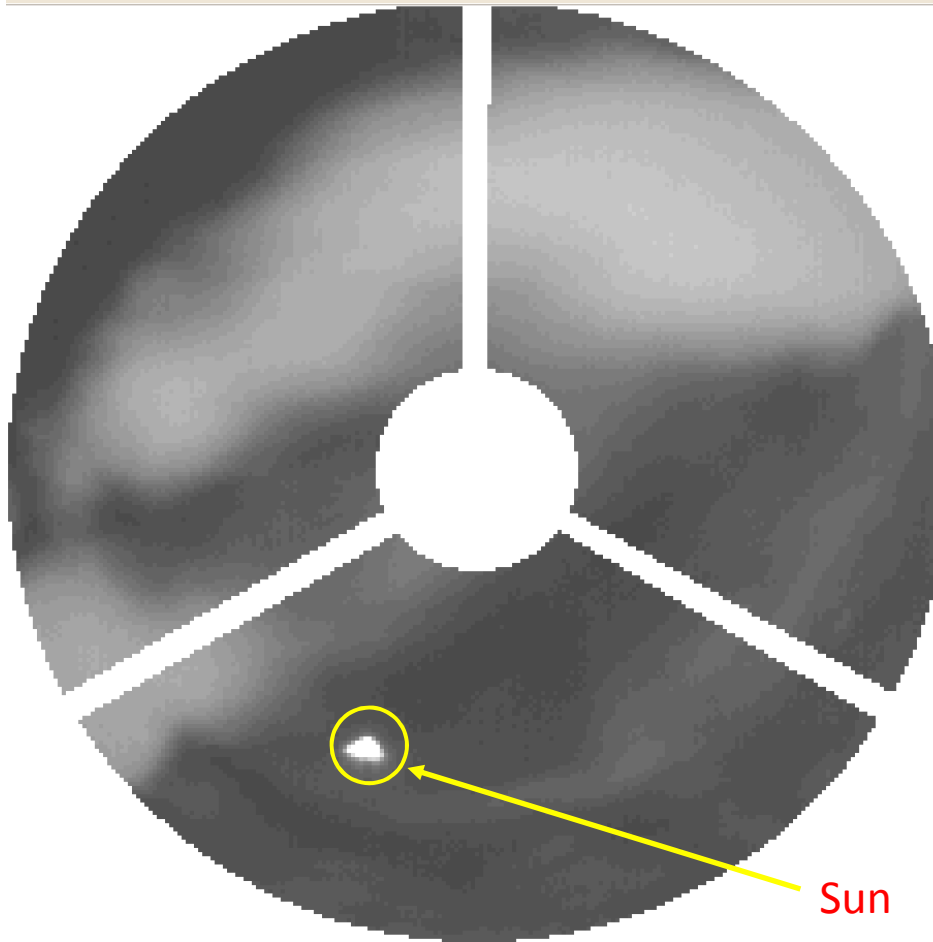
Ground-based MIR images (Thermal-Eye 2000B Camera, 7.5-13 μm (320x240 pixel array), 1 frame/1 min)



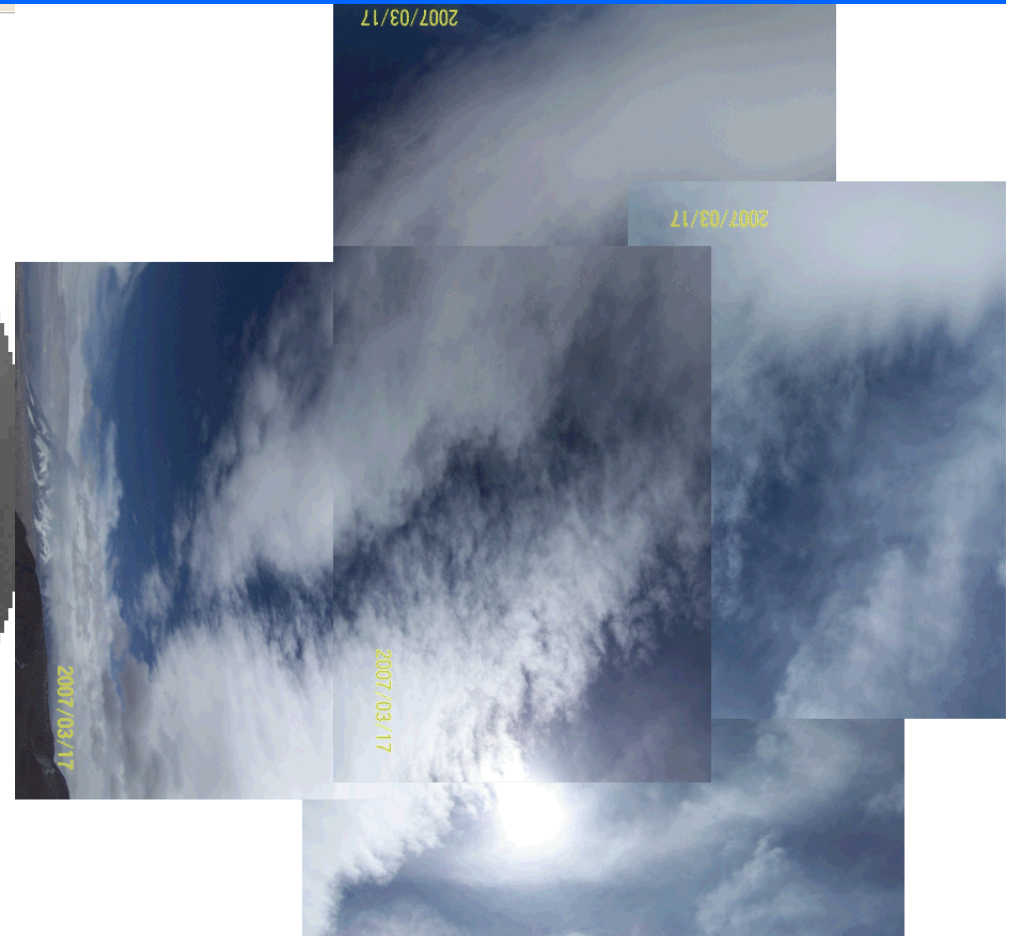
Comparison between CloudMon (MIR) image and Visible image

on 2007 March 17 05:35:55UT

Using intensity of solar image  CloudMon detection limit of Cloud w/ 5 % extinction



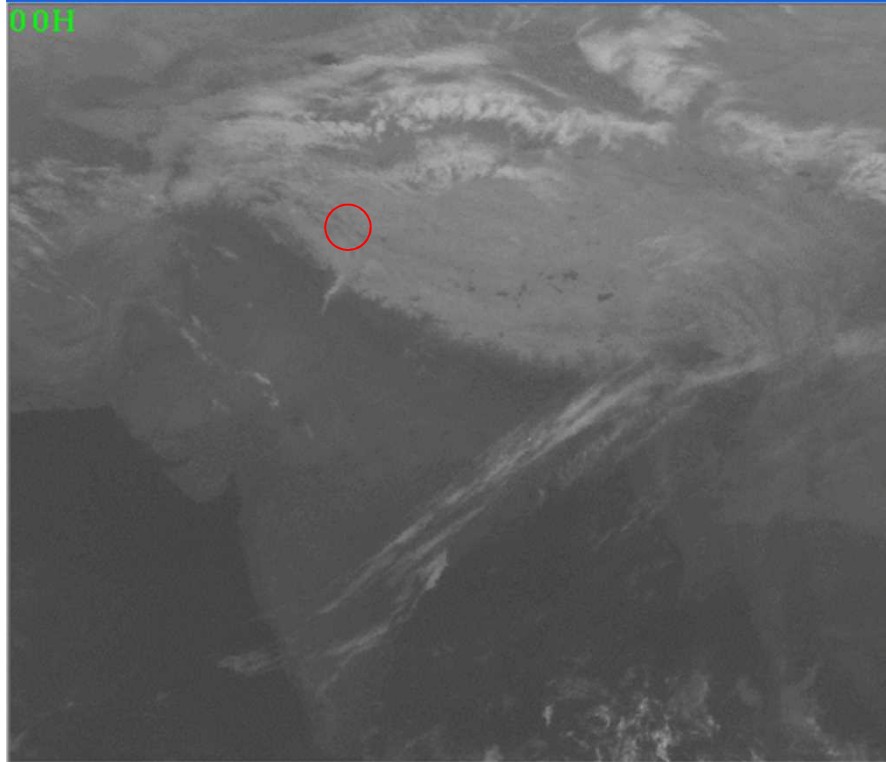
CloudMonitor image
(MIR)



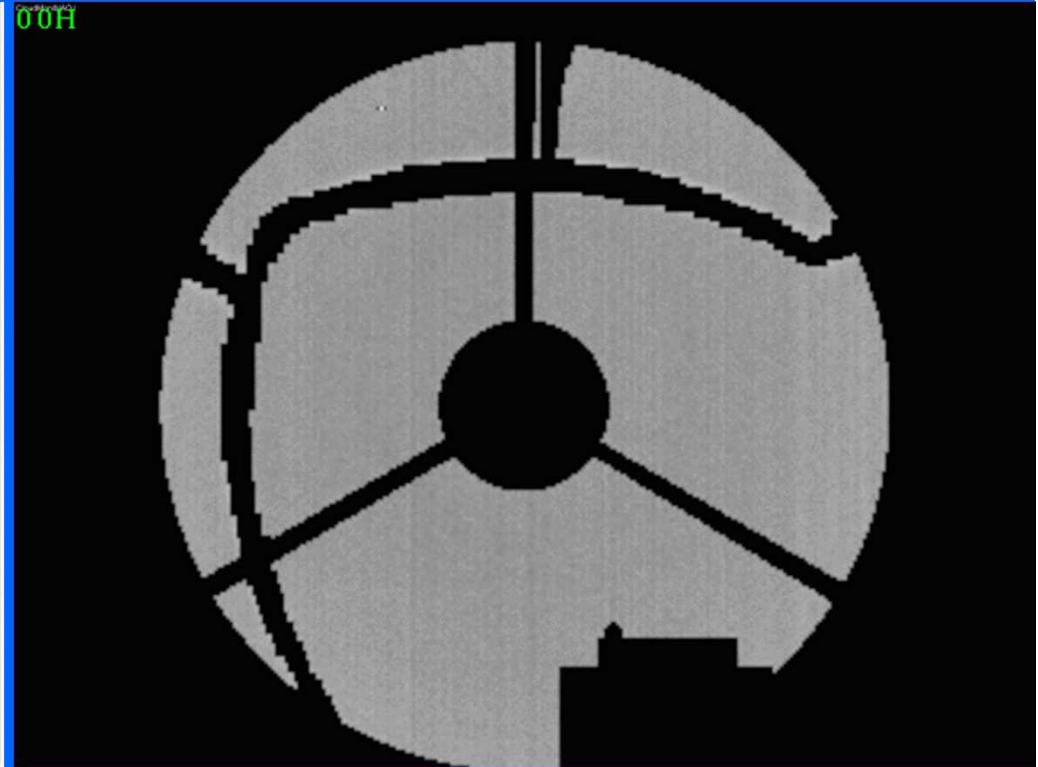
Digital camera
(Visible)

Clouds observed w/Weather Satellite and ground-based CloudMon

Weather Satellite, FY2-D in IR(10 μ m)



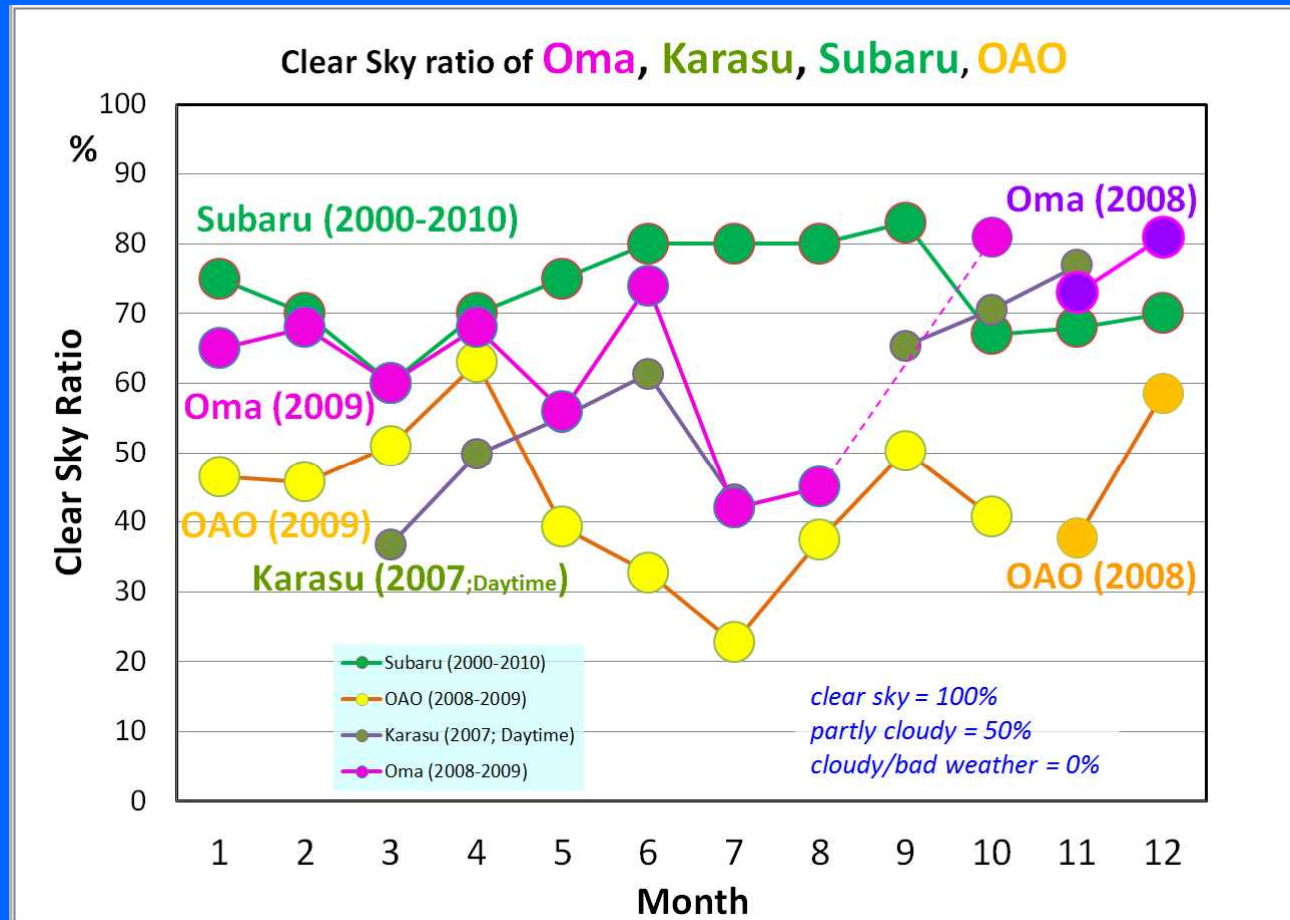
MIR Cloud Monitor Camera (7-14 μ m)



Ground-based Monitoring of Clouds in the sky is very useful to evaluate the site, as weather satellite data is difficult to clarify localized cloud behaviors.

Cloudiness judged w/ CloudMon Images at Oma in 2008 Dec.

Oma	天候概況判断																							
	○	△	快晴	Clear																				
		△	雲あり	Fine/fair/partly cloudy																				
		×	降雨	Cloudy/rainy																				
	昼間 夜間																							
UT	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
2008/12/1	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008/12/2	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008/12/3	○	○	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008/12/4	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008/12/5	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/6	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/7	○	○	○	△	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/8	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/9	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/10	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/11	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008/12/12	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008/12/13	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○
2008/12/14	△	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○
2008/12/15	○	○	△	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/16	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/17	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○
2008/12/18	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/19	△	△	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/20	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/21	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/22	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△
2008/12/23	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/24	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/25	○	○	○	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△
2008/12/26	○	○	○	○	○	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/27	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	○
2008/12/28	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/29	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/30	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
2008/12/31	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
UT	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h

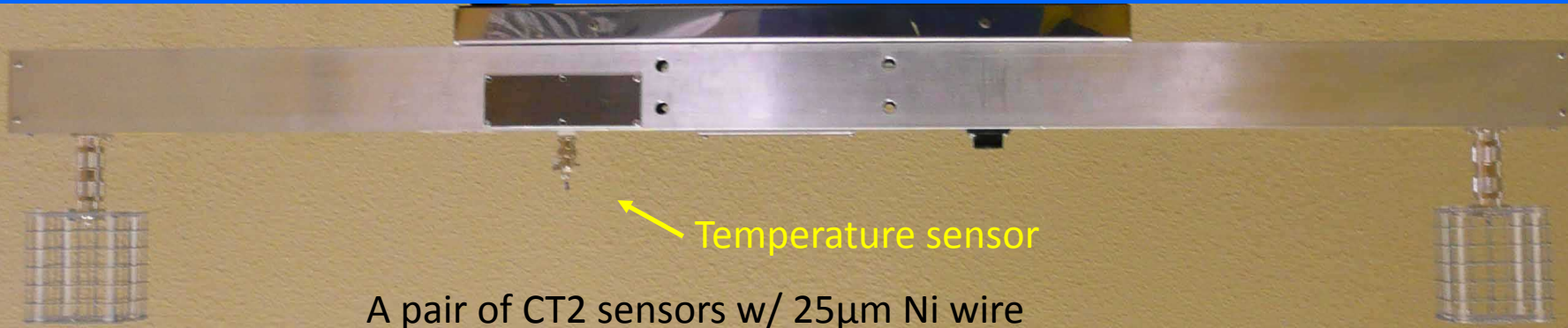


Clear sky ratios at Oma, except summer monsoon season, are around 70%, which are comparable to at Mauna Kea, Hawaii, and much better than at Okayama, Japan.

Subaru : statistics during 2000-2010

OAO: summary report during 2008-2009

CT2 measurements at Karasu and at Oma



Temperature Structure Coefficient

$$C_T^2(z) = C_T^2(z_0) \exp(-(z-z_0)/z_h)$$

$$C_T^2 = \left\langle \left| T(r_1) - T(r_2) \right|^2 \right\rangle r^{-2/3}$$

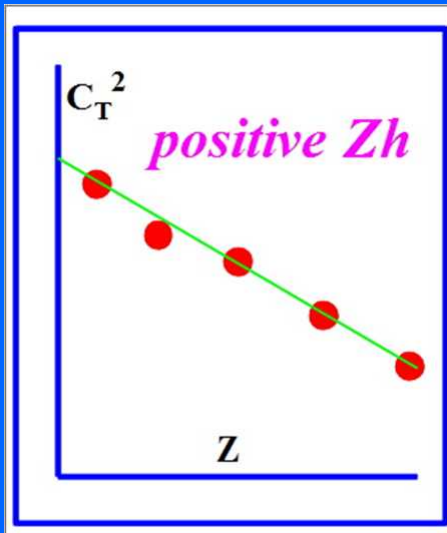
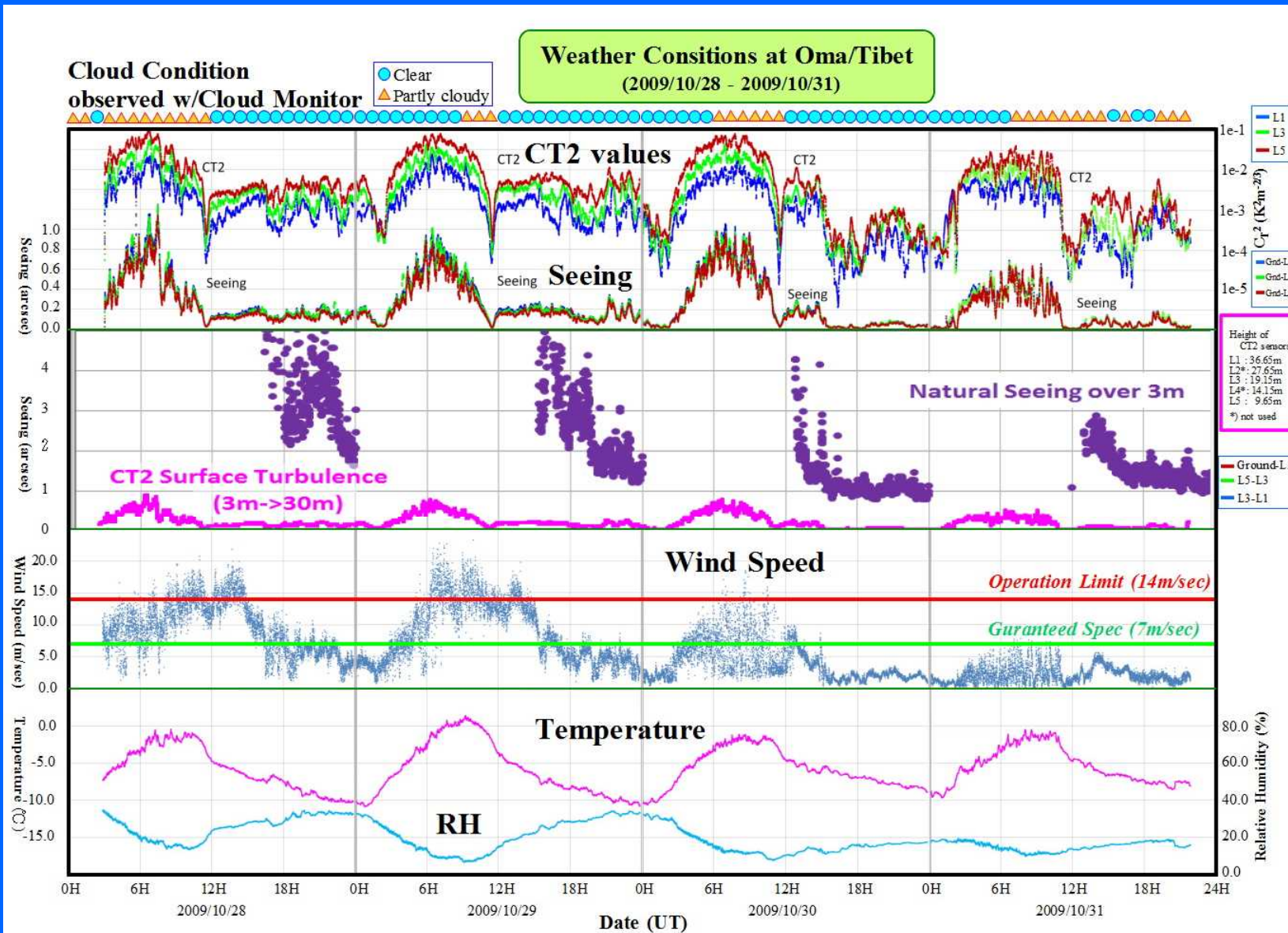


Image deterioration estimated from C_T^2

$$\theta(z) = 5.3 \lambda^{-1/5} \left(\frac{7.9 \times 10^{-5} P}{T^2} \right)^{6/5} \left[C_T^2(z) z_h \right]^{3/5}$$

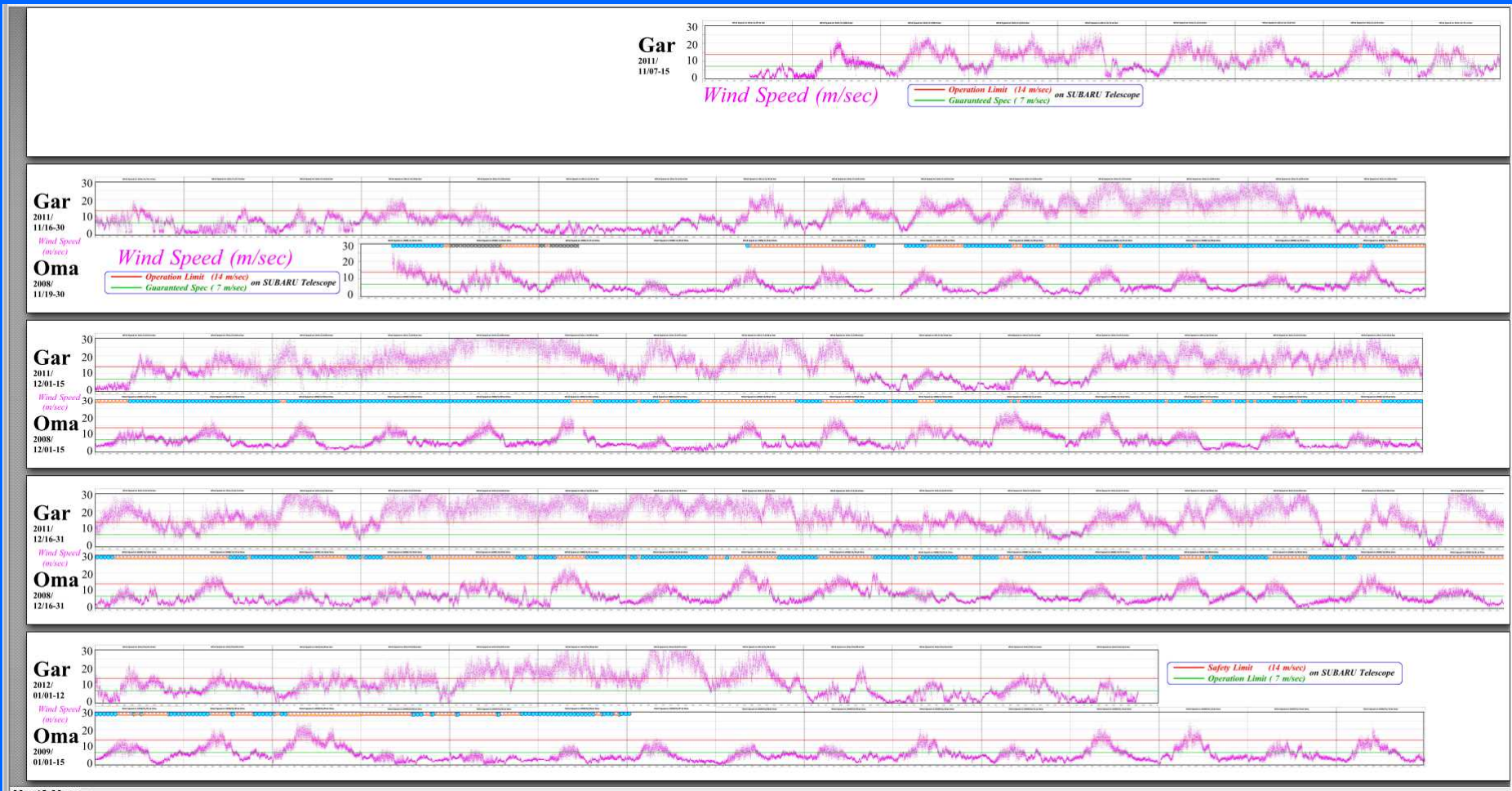
Comparison of image deterioration at Z_h with seeing w/ SBIG camera at Oma



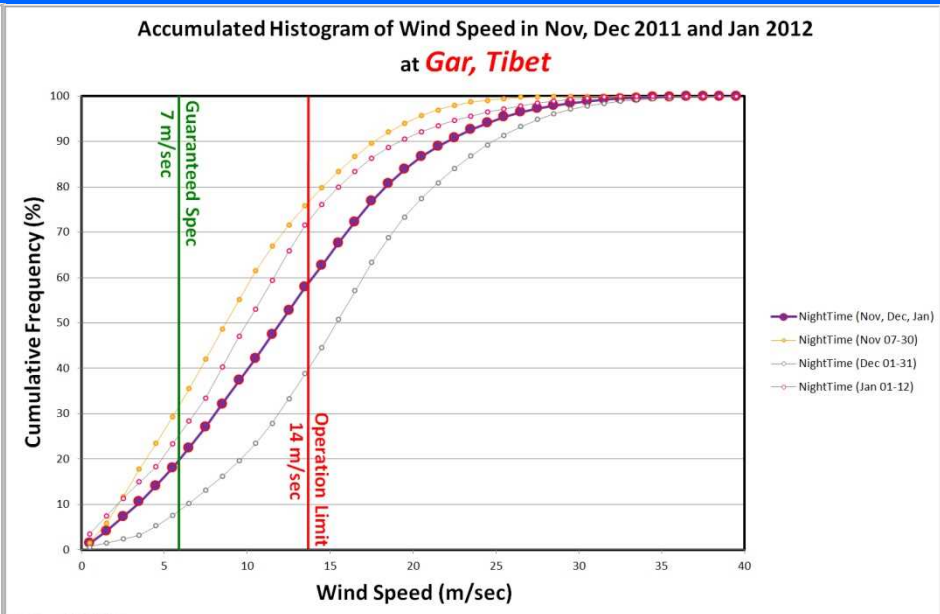
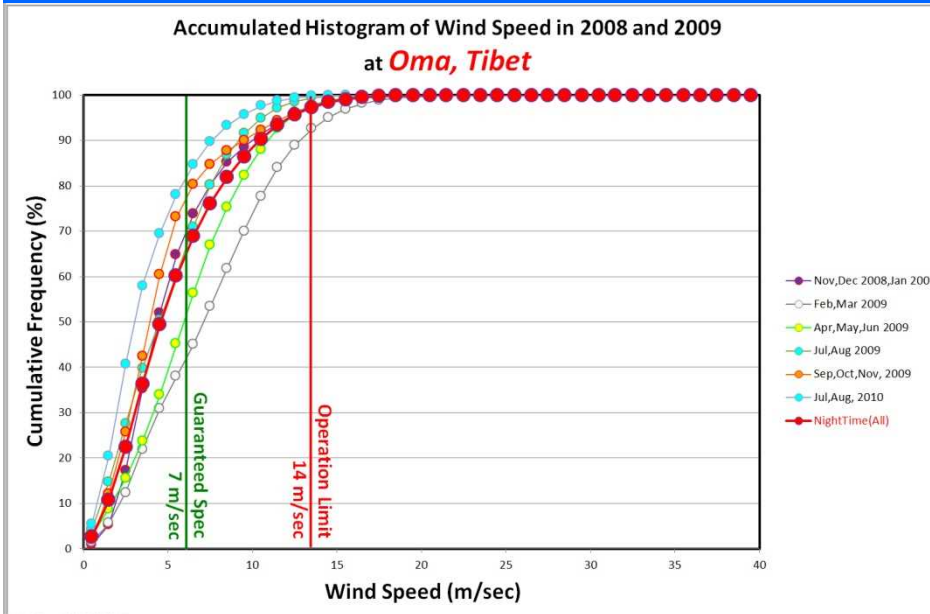
[注意] 上記第2図中のシーイング値は、SBIG社による北極星星像サイズ測定値からの変換値であり、DIMMIによる測定値の約2倍となっている。

Wind Speed Statistics at Gar and Oma in Nov, Dec, Jan

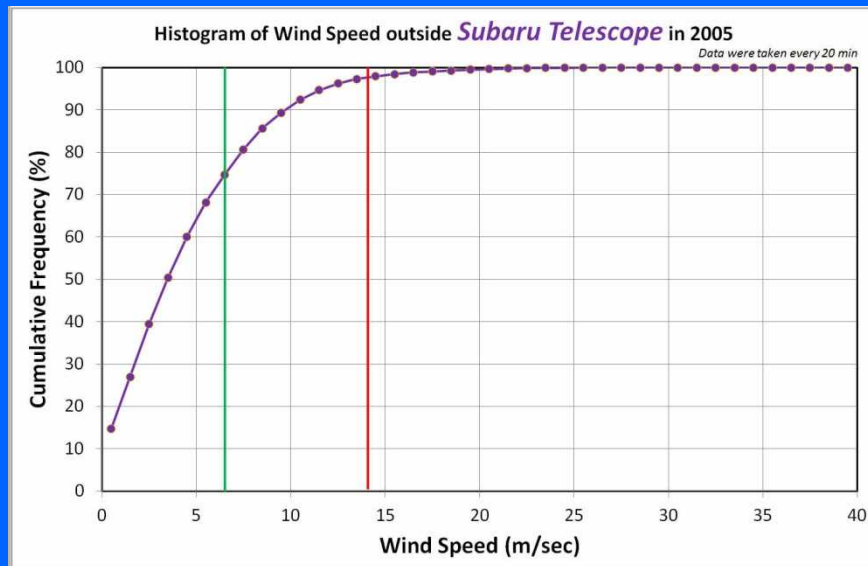
Gar is the new site near 獅泉河, Alt:5080m. Close to air port, but suffer too strong wind.



Wind Speed Statistics at Oma and Gar compared with Subaru



Oma



Gar




Gar site is NOT suitable for Telescope due to strong wind.

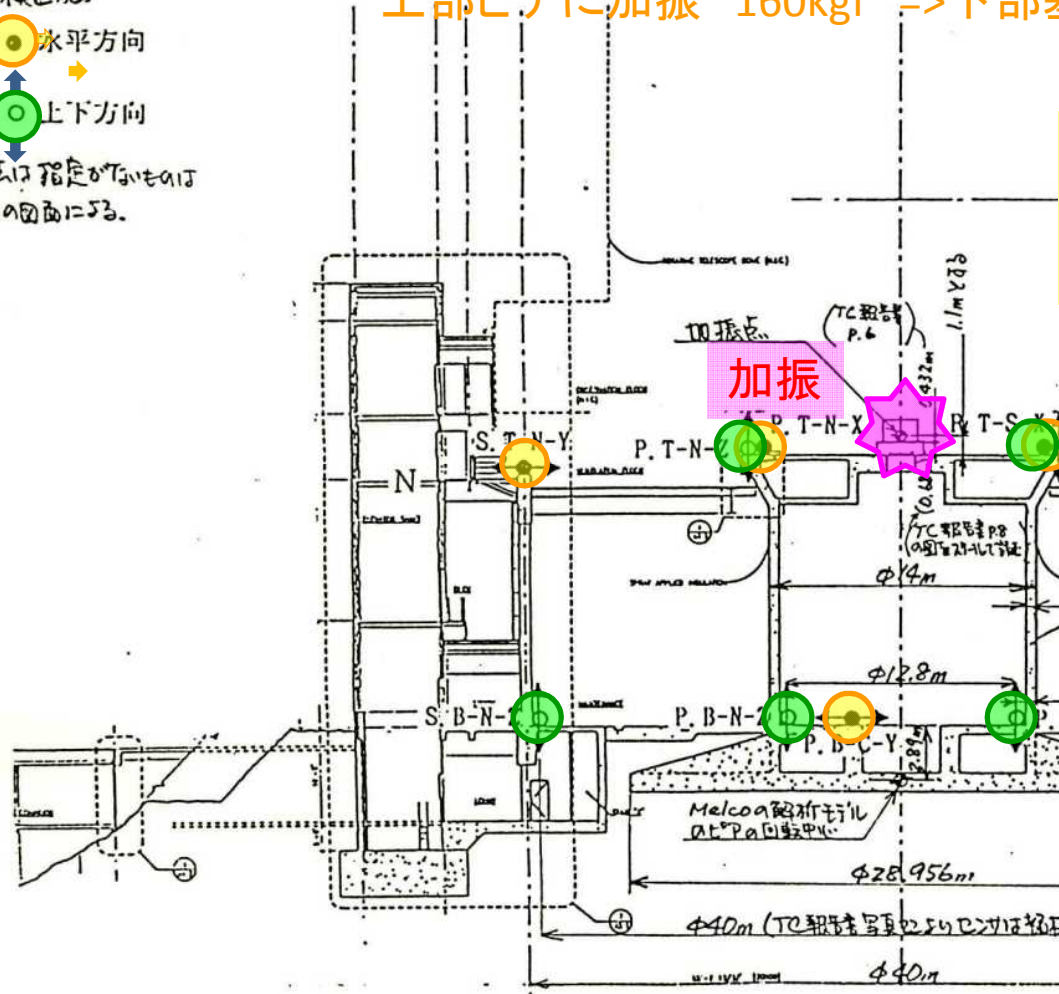
Subaru

ピア加振試験による固有振動数測定と 風外乱による光学性能劣化の推定

すばる望遠鏡でのピア加振試験

上部ピアに加振 160kgf =>下部基礎の傾き角0.0013"

1. ピアの検査方向

 - 水平方向
 - 上下方向
2. 各方法は指定が不明なものは LADの図面による。



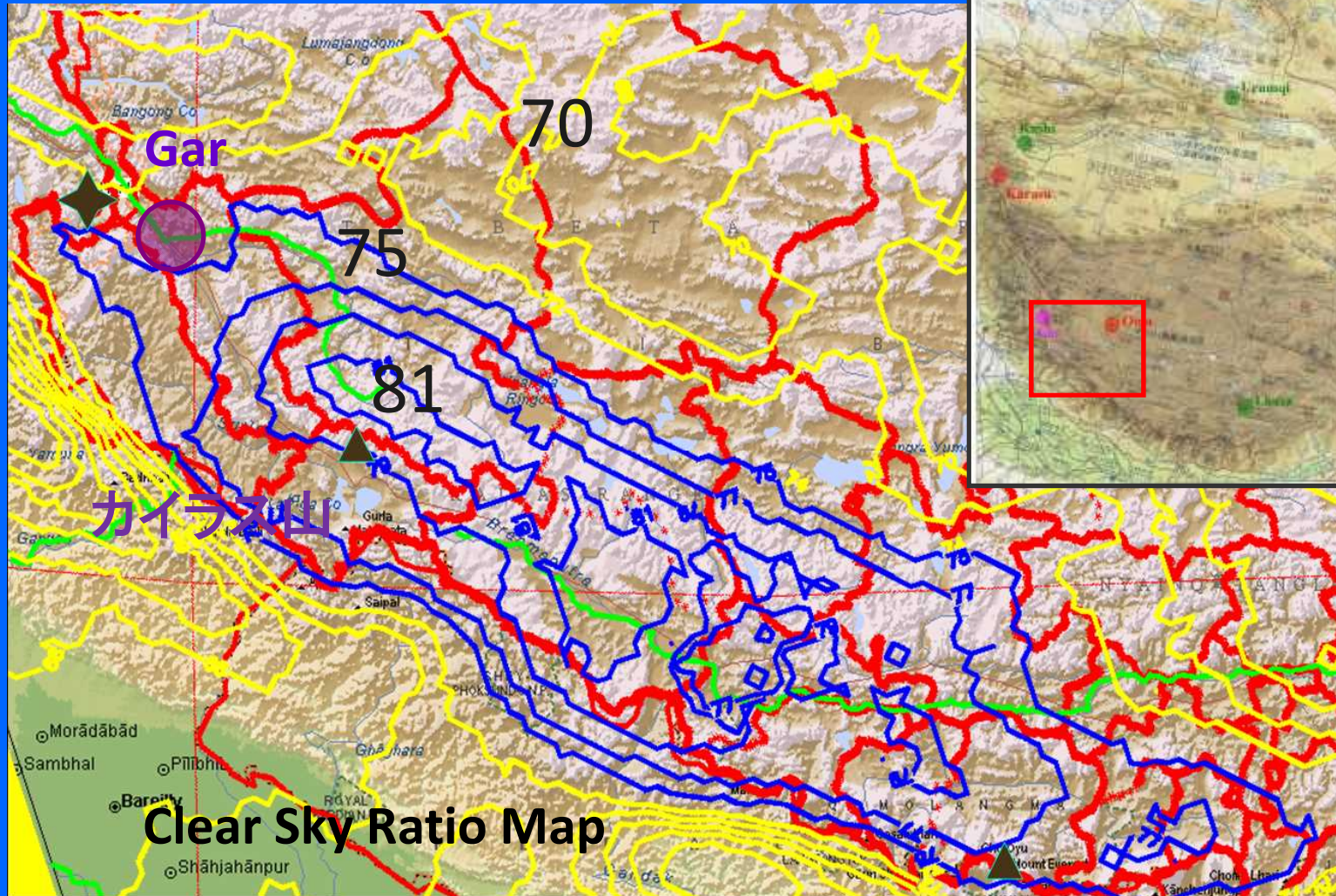
ピア固有振動数
 南北 6.9Hz
 東西 6.7Hz



**風外乱による
ドーム土台の傾斜**

- ピアの傾斜
- 光学性能劣化
- 0.07" 以下の確認
- 主鏡面での風速
- 1-2m/sec 以下の要請
- 穴あき**ウィンドスクリーン**の採用

ほかにもいい場所はないのか？



Possibly best site near Gar in west Tibet



チベット仏教、ボン教、ヒンドゥー教、ジャイナ教の聖地 **Kailash 山** (標高6656m)

Possibly best site near Gar in west Tibet

Ali_AnotherPeak#1



Ali_AnotherPeak#2



Possibly best site near Gar in west Tibet



Google Earth shows

Peak#2

東経 80:53:16.27

北緯 32:20:27.27

Alt. 5810m

Peak#1

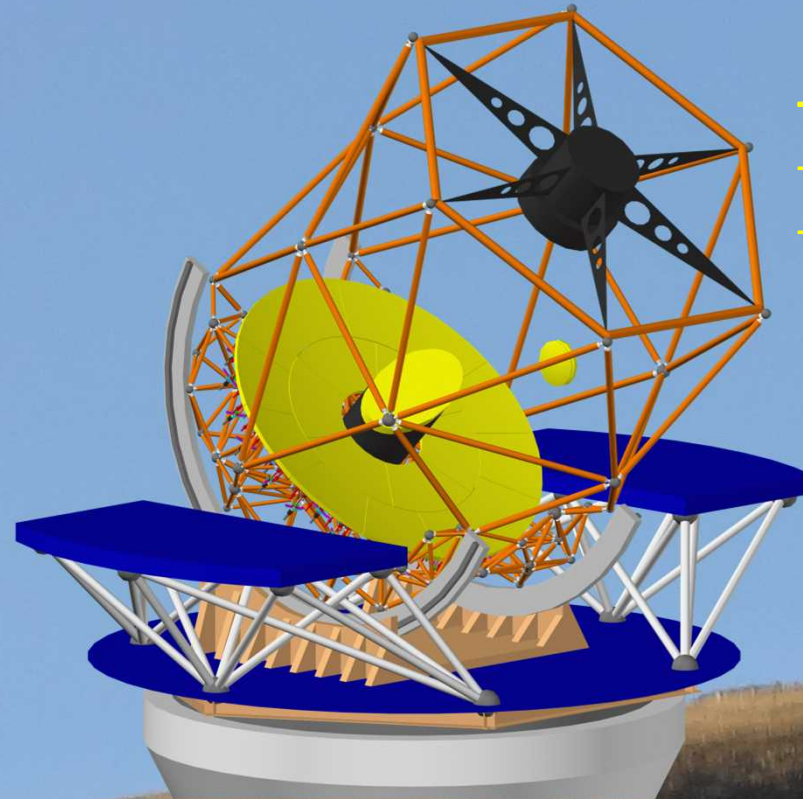
81:17:59.91

31:48:07.96

5825m



京都3.8望遠鏡を西チベットに置こう！



- Fan-shaped segmented 18 mirrors
- light-weighted truss structure
- 1st light in 2014(?)

西チベット3.8m望遠鏡の役割は何か？

汎地球観測網の重要なサイト

変光星観測サイト網の候補地

<http://www.aavso.org/>

ガンマ線天体観測サイト -> 専用望遠鏡の設置(広島大)

チェレンコフ光望遠鏡の候補地

Cherenkov Telescope Array

京都大学望遠鏡技術開発、装置開発の運用拠点化

すばる望遠鏡、TMT(国立天文台)、TAO6.5m(東大)に

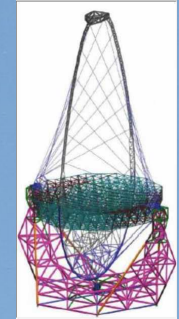
連携(拮抗)する光赤外線望遠鏡

将来のスペース天文学に発展する技術開発、天文研究の進展

京都の文化系仏教系大学のチベット研究拠点への発展を展望しよう。

京大文学部、大谷大学、龍谷大学、...

京大東南アジア研究所に相当する研究施設を！



CTA/LST
口径23m

岡山3.8m望遠鏡実現で培われた能力を
西チベット3.8m望遠鏡で花開かせよう！

情報

Medium-Size Telescope Science Workshop East Asian Core Observatories Association (EACOA)

June 21-25 2013, Kunming, China

<http://mstw.csp.escience.cn/dct/page/1>

SOCには、

土居さん(東大)と吉田さん(広島大)が入っています。

申込み締切 : May 31, 2013

サイト調査に関わる情報の最新版は、

<http://sasakihome.info/~sasaki/TibetSiteSurvey/index.html>

