

# チベット西部域における 光赤外線天体観測環境調査 (VII)

佐々木敏由紀 (国立天文台)、大島紀夫、三上良孝、岡田則夫、小矢野久、  
関口和寛、安藤裕康、海部宣男 (国立天文台)、  
吉田道利、内海洋輔 (広島大学)、  
姚永強、劉立勇、王紅帥 (中国国家天文台)、劉採品 (紫金山天文台)

## 概要

- サイト調査を必要とする背景と目的
- サイト調査のこれまでの履歴、使用している機器
- サイト候補地アリ地区ガー山 Gar/Ali の評価
  - 晴天率はハワイマウナケアに匹敵している
  - 冬期の強風環境のためガー山より風の穏やかなサイトが望まれる

# 日中共同のチベット西部域サイト調査

## 簡潔なまとめ

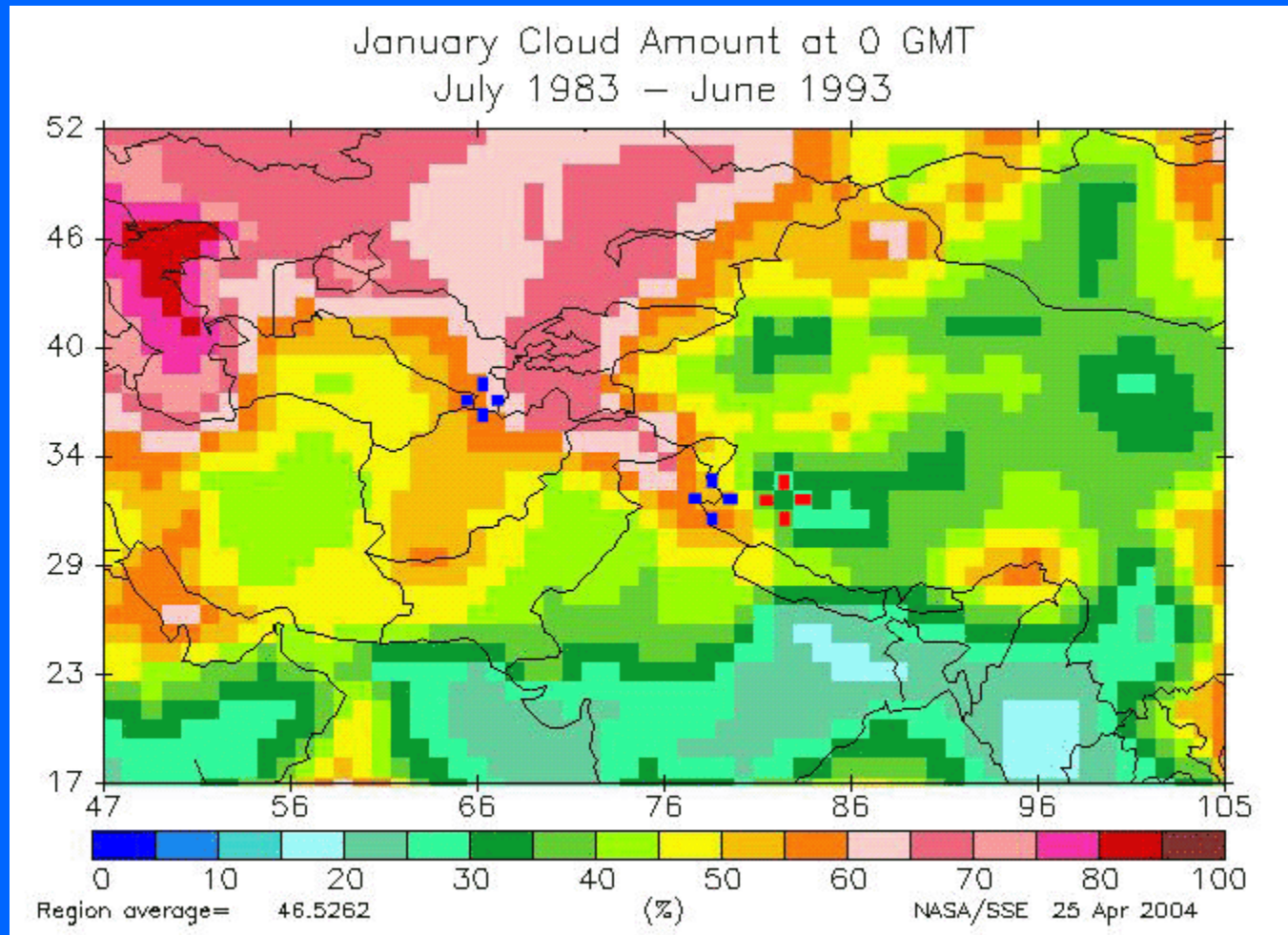
- 1) 中国西部域でのサイト調査は姚永強教授主導の下2003年から行われてきている。これまで3カ所のサイトで調査を行ってきた: **カラス Karasu** (新疆ウイグル)、**オマ Oma** (チベット)、現在の調査地 **ガー Gar** (チベット)。
- 2) 日本チームは2004年ラサでのサイト調査研究会以降調査に参加してきている。中間赤外線カメラを用いた雲モニタ装置、大気擾乱 $C_T^2$ 測定装置、気象測定装置を各サイトに設置した。
- 3) チベット西部の**オマ**及び**ガー**での雲モニタ装置の測定により、**晴天率**が冬期には非常に良いことが明らかになった。
- 4) 現調査地 **ガー**では、冬期には**風**が強く、天体観測不能となる日が多いという問題が明らかになった。
- 5) 現調査地 **ガー**周辺で、風が穏やかで晴天率の高いサイトを新たに見つける努力をしている。

# チベット西部域は汎地球観測網構築のうえで重要な天体観測サイト



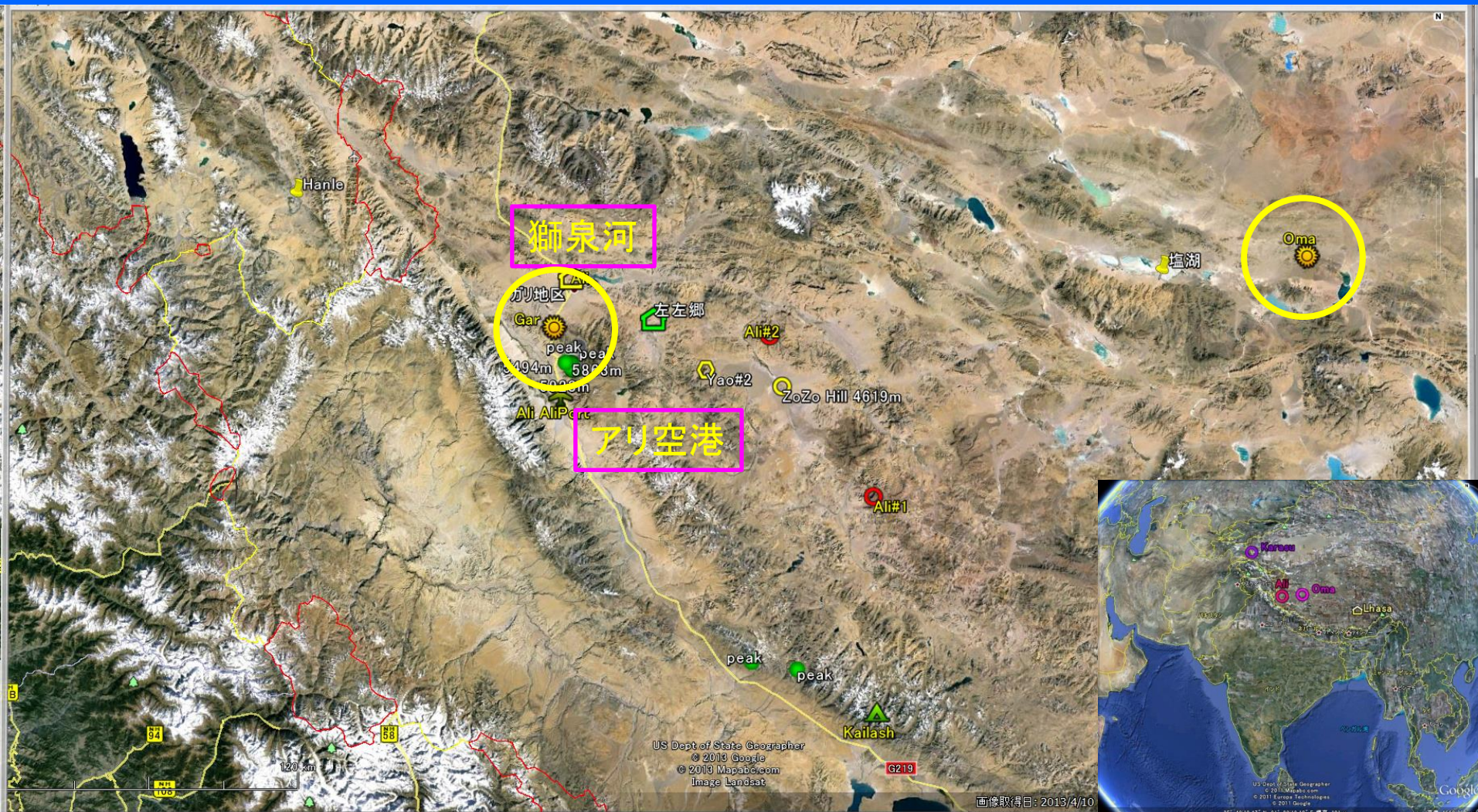
## Cloud map around west China

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



# 西チベット調査サイト概観図

アリ空港から車で30分  
ラサ空港から2時間30分



Hanle/India ↑  
(Tel Ø 2m)

↑ Gar  
(2011- )

Oma ↑  
(2008-2009)

# 現在の調査地 **ガー山**

アリ空港から車で30分  
ラサ空港から2時間30分

## ガー山









標高5060m

## アリ地区中心都市 獅泉河

標高4300m

2013/07/01

# Site monitoring instruments available and/or planned

Instrument	Method	Measured value	Height range
<b>Weather Station</b> 	Temperature, Humidity, Wind, Pressure Rain, (Sunshine, IR radiation )	Meteorological data	at several m
<b>Dust counter</b> 	Particle counter	Dust particle	at several m
<b>Visible whole-sky camera</b> 	visible CCD camera	Night sky	through atmosphere
<b>IR Cloud monitor</b> 	10μm-band MIR camera	Cloudiness	through atmosphere
<b>DIMM</b> 	Differential Image Motion Monitor	Seeing	through atmosphere
<b>MASS</b> 	Multi-Aperture Scintillation Sensor	Scintillation	1km to several 10km
<b>SCIDAR</b> 	Scintillation Detection and Ranging	Scintillation	1km to several 10km
<b>CT2 sensor</b> 	Micro-thermal Turbulence in Surface Layer	Turbulence	0 m to several 10 m



Cloud Monitor

Weather Station

(at *Gar*) $C_T^2$  sensors on  
40m tower(at *Karasu*)

# Site Monitoring Instruments at Gar (Japan group)

Weather Station

↓ *Vaisala WXT510*

↓ *Himalaya* is over these mountains



↑ Dust Counter  
*DustTrak 8520*

CloudMonitor →  
w/ *FLIR A40M* MIR camera



## Sample Images of CloudMon at Gar on 2011/12/06

All-sky images, every 6min, taken w/Cloud Monitor at Gar on 2011-12-06

Compressed by 6, as original Images were taken every 1 min

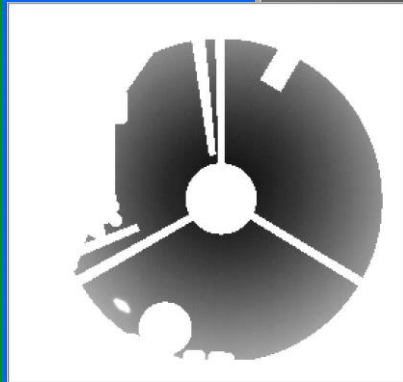
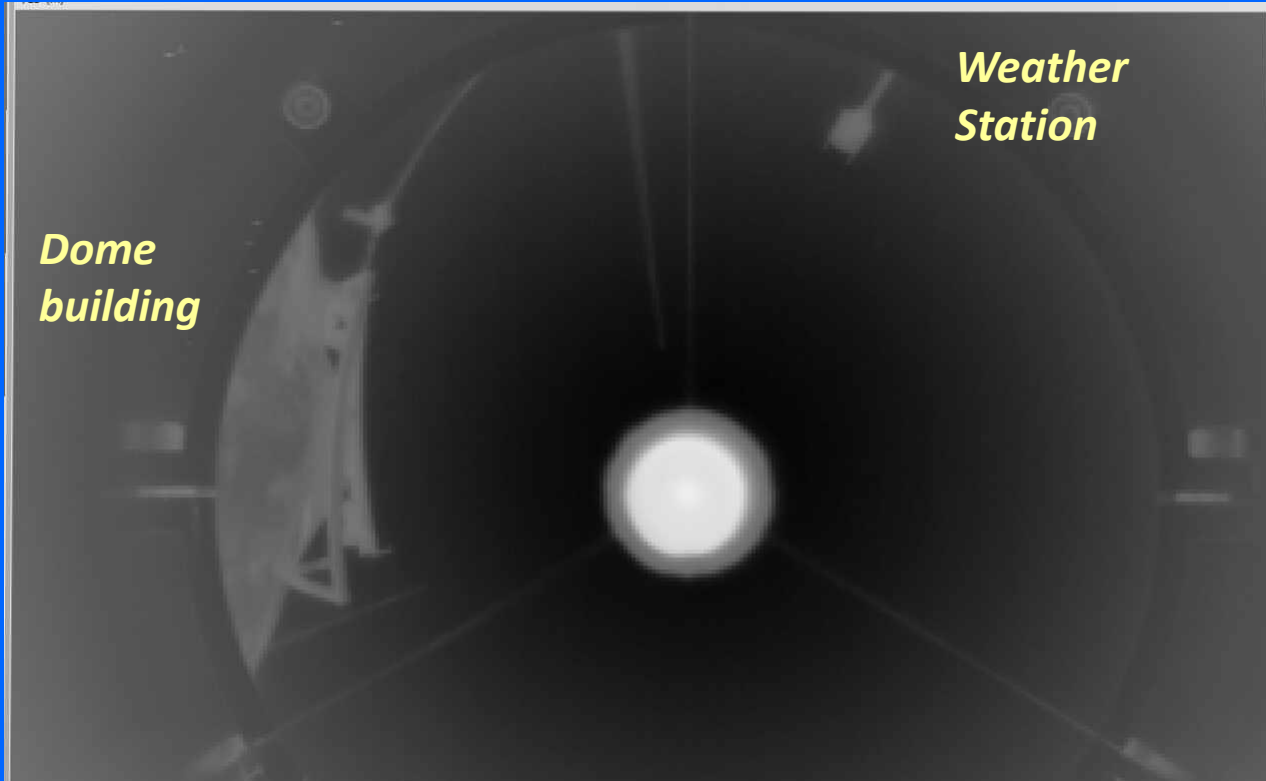
Ground-based MIR images (Thermal-Eye 2000B Camera, 7-14  $\mu\text{m}$  (320x240 pixel array), 1 frame/ 1 min)



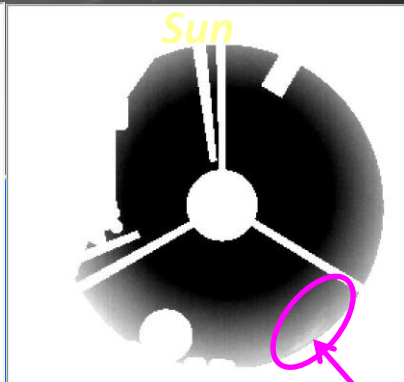
Frame# 166 / 1440 Current Frame 1112#20111206A#20111206AWM#CM2\_Ali20111206024504CWM.fits

( ↑ Solar/Lunar images are masked  
w/ filled circles occasionally.)

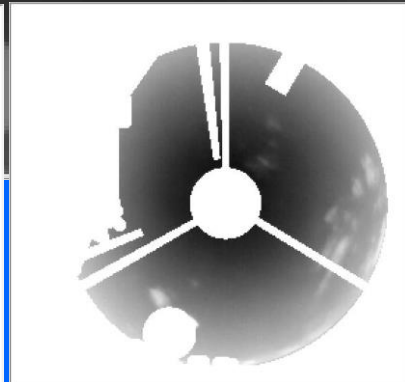
# *Sky Clearness* is judged by eye inspection on MIR whole-sky images



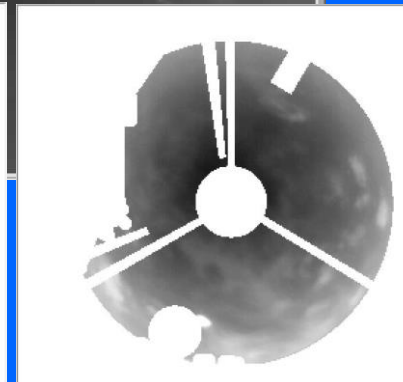
*Clear Sky*



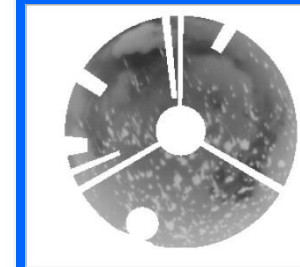
*Fine SKY Cloud*



*Fair Sky*



*Cloudy SKY*

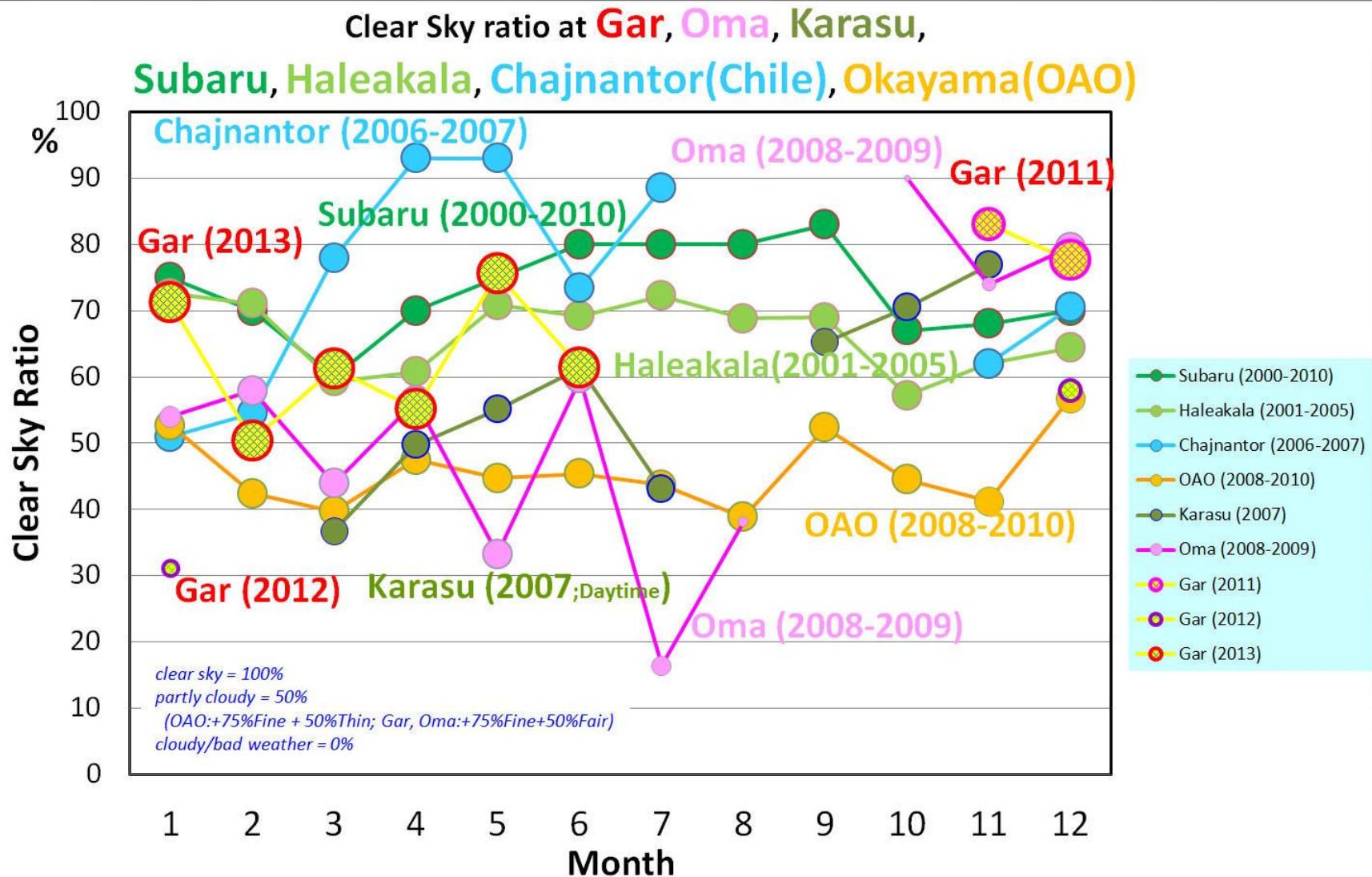


*Rainy*

# Monthly lists of Weather Conditions at Gar, Oma and Karasu, which are now open to public

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

Gar/Ali, Tibet		Weather Mark 天候概況判断		Clear 快晴		Fine 若干雲		Fair 雲あり		Cloudy かなり曇		Heavily Cloudy 厚い雲		Rainy 降雨		Unavailable -									
LT	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h	
2011/12/1	CloudMon T,WS(BQ)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	Wind(m/sec)	2.4	1.9	1.4	2.0	2.9	2.5	2.6	2.7	2.5	3.0	7.9	9.6	16.4	14.1	15.2	14.7	11.9	11.8	12.0	10.3	7.5	9.1	10.9	11.8
2011/12/2	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	15.0	12.5	10.3	9.7	10.1	11.1	12.4	13.0	15.0	19.2	17.7	17.3	18.1	16.9	15.1	14.8	14.3	12.5	13.9	13.5	12.1	9.0	7.0	9.5
2011/12/3	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	269.0	269.0	269.0	269.7	270.5	271.5	272.4	273.2	273.8	273.9	274.0	273.9	273.0	272.2	271.5	271.1	270.7	270.5	269.9	269.5	269.5	269.4	269.4	269.4
2011/12/4	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	11.3	12.6	13.7	14.1	18.0	15.9	16.9	19.4	19.4	20.2	19.1	20.0	19.5	17.0	16.4	16.6	16.3	17.3	17.4	18.9	17.7	18.3	19.5	19.5
2011/12/5	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	268.4	268.2	268.0	268.4	269.1	269.9	270.6	271.0	271.3	271.0	270.5	269.7	269.0	268.7	268.2	268.0	267.7	267.3	266.8	266.1	265.9	265.6	265.5	265.4
2011/12/6	CloudMon T,WS(BQ)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	Wind(m/sec)	265.2	265.0	264.8	264.9	265.0	265.2	265.2	265.5	265.8	265.8	265.6	265.1	264.2	263.6	263.1	262.6	262.5	262.8	263.0	262.5	262.7	262.8	261.8	262.2
2011/12/7	CloudMon T,WS(BQ)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	Wind(m/sec)	262.6	262.4	262.7	263.1	264.3	265.2	266.2	266.3	266.6	266.4	266.5	266.4	265.2	264.6	264.2	264.0	263.7	263.8	263.7	262.6	262.6	262.5	262.7	262.1
2011/12/8	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	9.1	10.3	14.7	17.3	18.3	16.6	18.6	20.8	23.9	22.2	20.2	20.0	20.4	18.7	19.7	20.2	20.5	18.0	17.5	31.2	28.5	28.8	24.4	21.5
2011/12/9	CloudMon T,WS(BQ)	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	
	Wind(m/sec)	18.2	16.1	12.8	12.7	15.7	21.6	20.5	24.3	25.0	25.2	23.9	18.0	15.9	13.6	9.2	8.0	6.7	5.9	7.0	7.2	9.0	7.2	4.7	3.4
2011/12/10	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	259.0	258.0	257.6	257.6	258.2	260.0	261.7	263.2	263.5	263.7	263.7	263.6	262.9	262.5	262.1	261.5	261.4	261.3	261.1	260.7	260.4	259.6	259.1	258.8
2011/12/11	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	4.4	3.5	1.7	2.5	3.0	2.4	1.9	2.8	3.4	5.4	8.8	11.4	12.4	9.4	9.9	8.6	6.5	8.3	10.3	7.0	5.0	4.9	4.5	4.5
2011/12/12	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	5.7	4.6	4.8	4.4	4.6	6.4	9.2	12.0	14.1	16.9	19.9	19.6	18.8	14.3	14.6	15.4	17.0	17.7	17.2	18.4	20.3	18.3	17.7	15.6
2011/12/13	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	259.8	260.1	259.7	260.4	261.5	262.8	263.9	264.6	265.4	265.8	265.8	265.4	264.5	263.6	263.0	262.4	262.3	262.3	262.4	262.3	262.3	262.1	262.3	262.0
2011/12/14	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	12.6	12.6	14.7	14.2	14.5	18.0	14.2	14.7	17.1	20.8	20.5	21.2	19.5	16.5	18.2	20.8	19.0	16.3	12.2	17.5	16.4	15.7	16.4	19.2
2011/12/15	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	22.5	19.1	20.2	21.2	21.8	20.3	19.3	20.6	17.7	21.5	26.1	24.3	24.2	20.3	19.2	17.9	16.8	16.8	12.7	13.0	13.1	14.6	15.5	13.3
2011/12/16	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	260.4	260.3	260.3	260.4	261.3	262.4	262.9	263.5	264.2	265.1	265.8	265.5	264.5	263.6	263.1	262.6	262.3	262.3	262.2	262.3	262.5	262.3	262.0	262.1
2011/12/17	CloudMon T,WS(BQ)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	
	Wind(m/sec)	10.5	10.8	14.7	16.8	17.9	18.9	19.5	20.0	22.1	22.2	21.5	19.0	19.4	16.7	16.2	16.4	14.3	11.3	11.1	9.8	14.7	11.1	9.2	7.7



Clear sky ratios at **Gar**, except unknown summer season, are around 70%, which are comparable to at Mauna Kea and Haleakala, Hawaii.

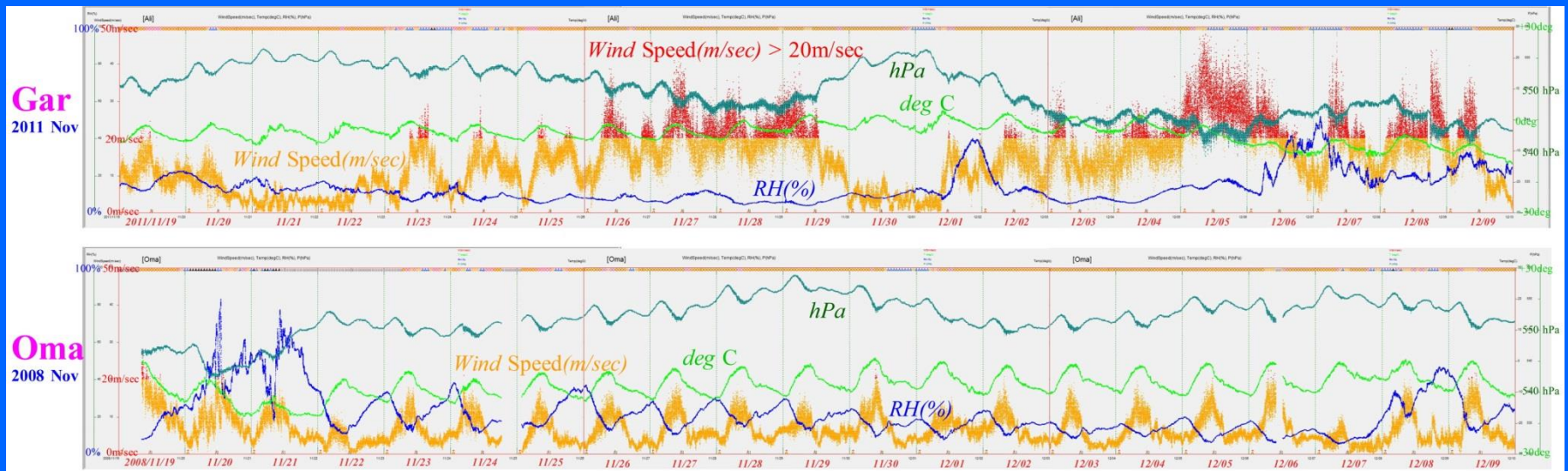
Subaru : statistics during 2000-2010

Haleakala: after Suganuma et al. 2007, PASP, 119, 567.

OAO: summary report during 2008-2009

# Gar/Ali Evaluation matters

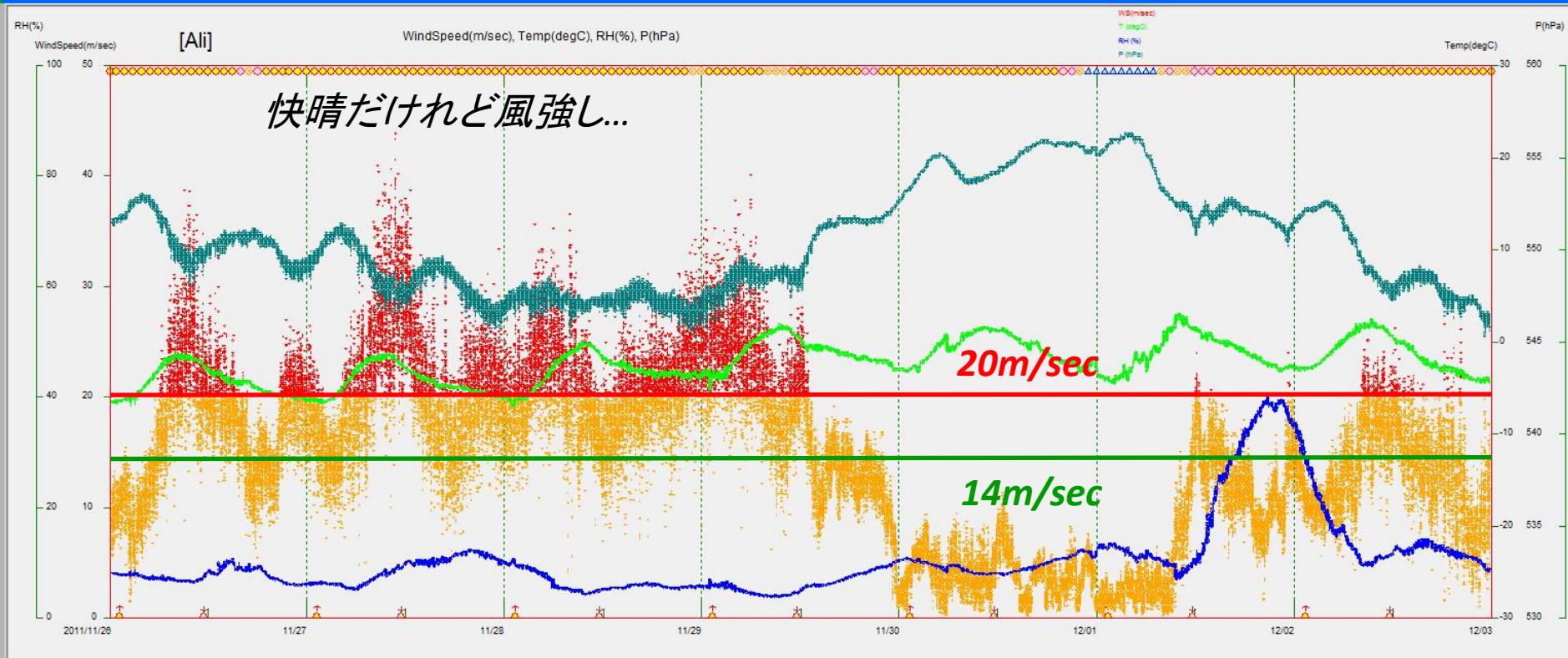
(2) Strongly Windy condition in winter season,  
- detected in Nov-Jan, 2012 and Dec-Jan, 2013



*\*Note) Max WS at 14m/sec for Subaru Operation  
and Spec-guaranteed WS at 7m/sec*

# Gar/Ali Evaluation matters

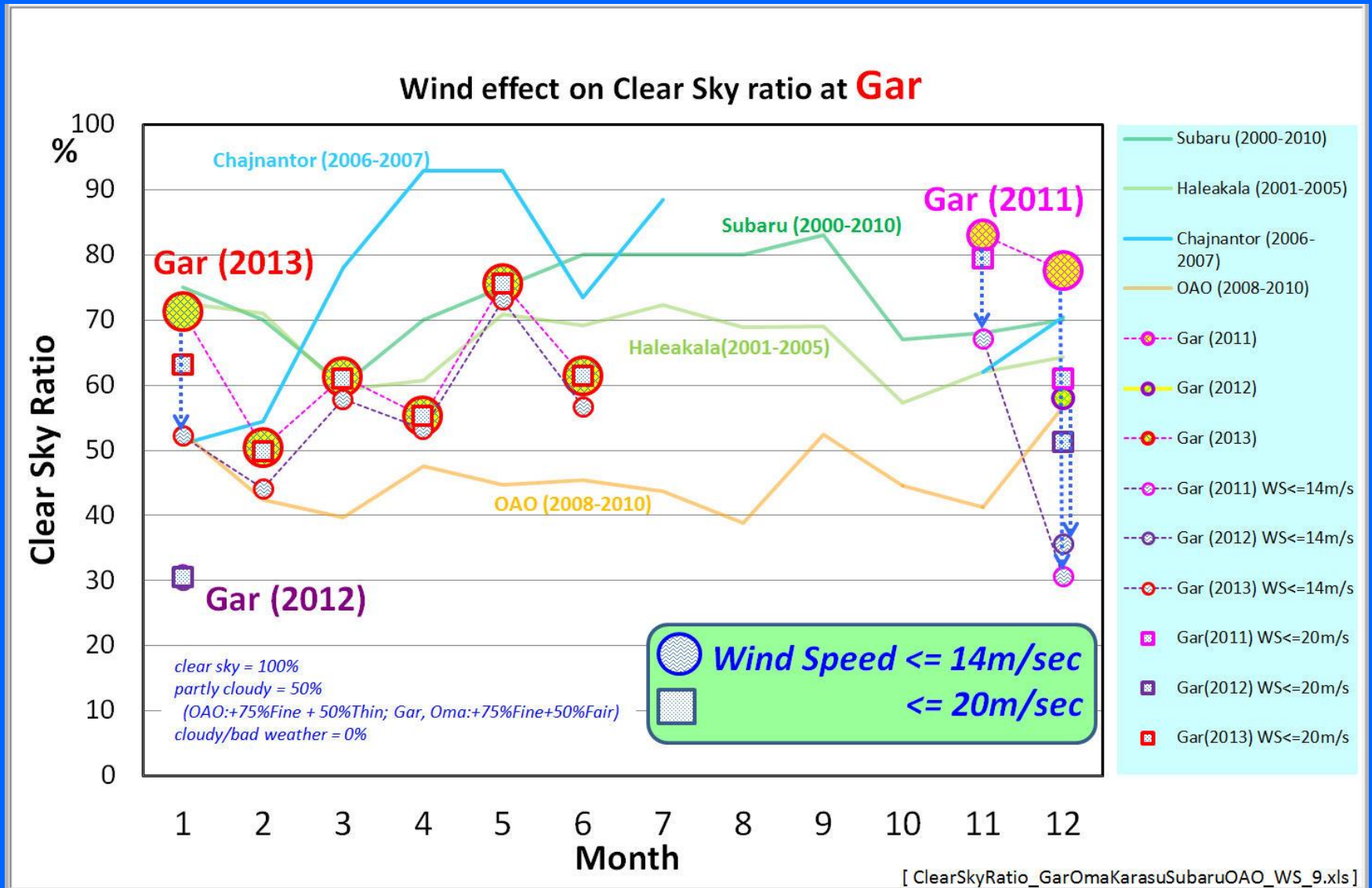
## (2) Strongly Windy condition in winter season, - detected in Nov-Jan, 2012 and Dec-Jan, 2013



*\*Note) Max WS at 14m/sec for Subaru Operation  
and Spec-guaranteed WS at 7m/sec*

## Gar/Oli Evaluation matters

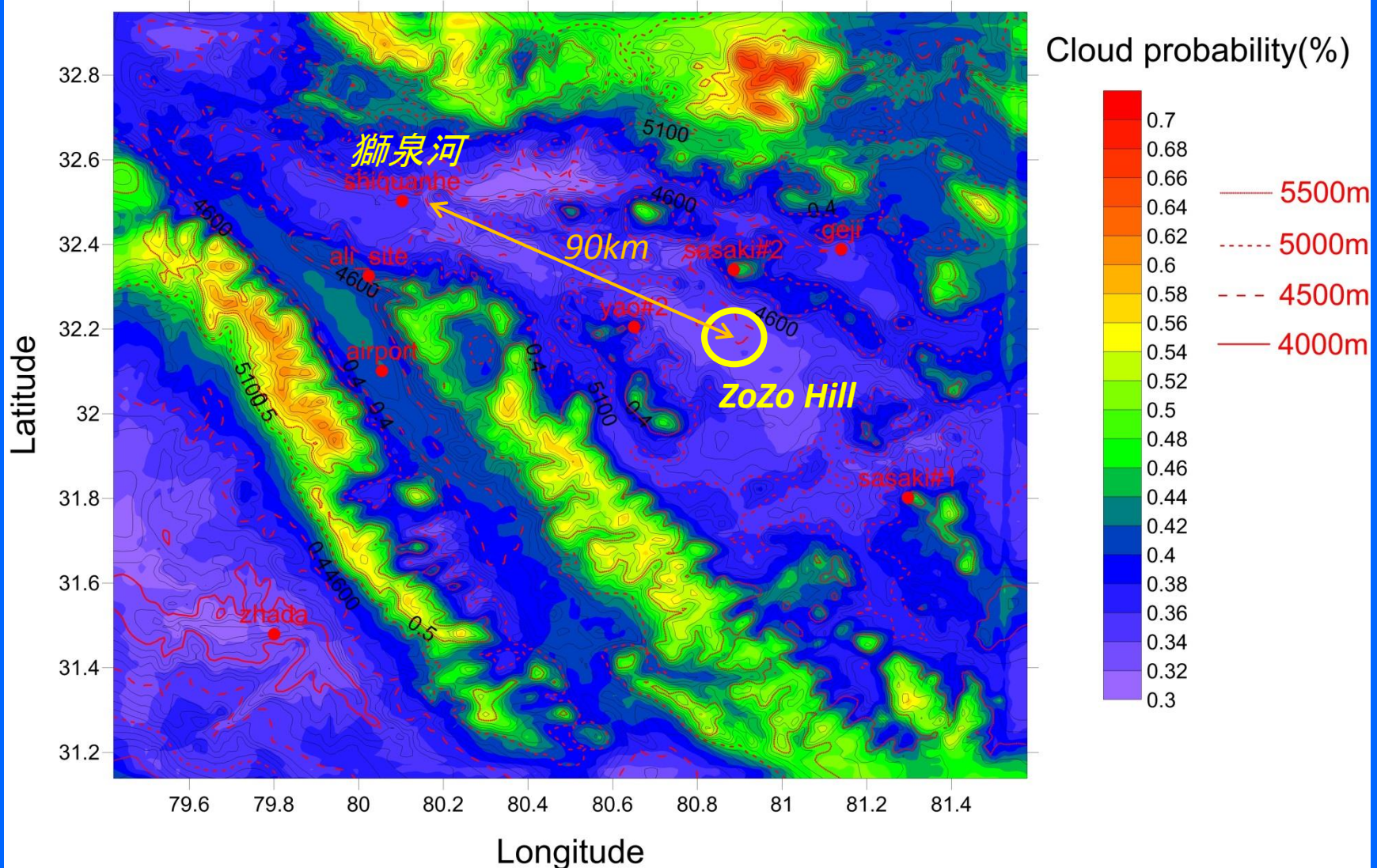
### (2) Strongly Windy condition in winter season, - detected in Nov-Jan, 2012 and Dec-Jan, 2013



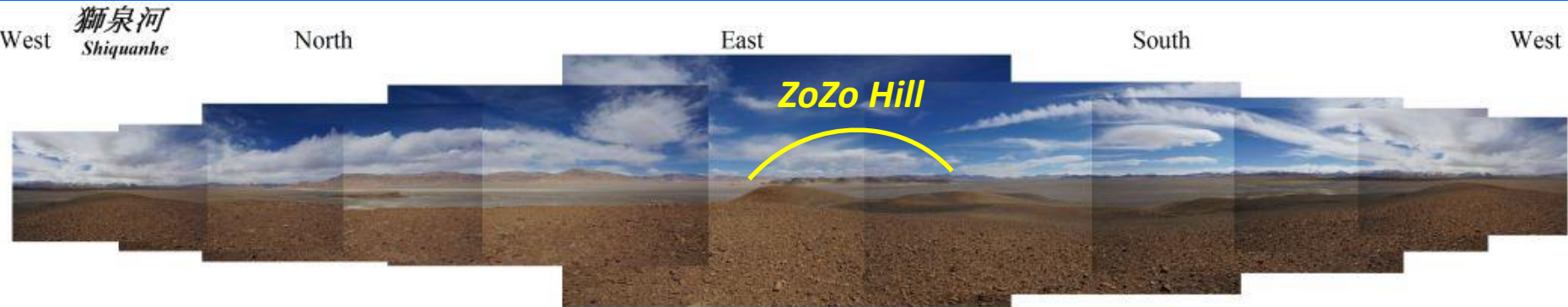
# Other Candidate Sites in Ali area?

Weather Research and Forecasting (WRF) Model

Cloud cover at Ali area



# 姚永強教授 ZoZo Hill 視察行 (2014Mar)



A Panoramic View from ZoZo Hill in Ali/Tibet

Photo by Yao YongQia

2014-03-13/TS



上記写真：  
手前の丘から撮影

## ZoZo Hill

- ・獅泉河より約90km
- ・高度 4619m
- ・盆地状平坦地にある小丘  
(周辺より 90m高)
- ・周辺の山まで約15km以上
- ・山頂はマウナケア山頂の  
2倍の面積

# ZoZo Hill とマウナケア山頂の比較

(Google Earth より)



マウナケア山頂

## ZoZo Hill

(左図マウナケア山頂図と同スケール)



- ・ ガー山の環境調査とともに、
- ・ ZoZo Hill での調査を新規に行います。



Photo by 李林

# 天空の地チベットに 汎地球天体観測網の観測サイトを



Photo by 李林