

チベット西部域における光赤外線天体観測環境調査 (VIII)

佐々木敏由紀, 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),
直江寛明 (気象研究所), 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), 劉彩品 (紫金山天文台)

チベット西部域は汎地球的天体観測網を構築する上で重要な経度 75-100 度に位置しているが、有力な天体観測施設がなく、天体観測環境についての情報が欠落している地域である。同地域での光赤外線天体観測環境を明らかにするために、我々は中国国家天文台と共同で天体観測サイト調査を 2007 年より行っている (**カラス**/新疆ウイグル、**オマ**/チベット、**アリ**/チベット)。現在、インド国境近くの地域アリにある標高 5100m のガー山で天体観測環境モニタを継続している。

ガー山は、これまで測定された 1-6月、11-12月を通じて、ハワイ・マウナケア、ハレアカラに近い晴天率を示している。一方、ガー山は山々の隘路にあり、冬期には風が強く、すばる望遠鏡での結像性能を保証する14m/sec の風速制限を課すと、観測可能な割合は日本と同程度の5割に下がる (日本天文学会 2014 春)。

ガー山周辺でガー山と同程度の晴天率をもち、かつ弱風環境であるサイトとして、ガー山から東方約 90km の半径 20km の円形盆地内にある小山 (**ZoZo Hill**) に着目し、気象シミュレーションで気象環境の評価を行った。気象庁で運用されている領域非静力学モデル (JMA-NHM モデル) 及び 中国側で WRF (Weather Research and Forecast) によるガー山及び ZoZo Hill 周辺でのシミュレーションを行い、ZoZo Hill での雲量は少なく、かつ風速環境はガー山の半分の風速であることが示されている。

ZoZo Hill を紹介し、気象シミュレーションと測定データの比較を行い、今後のサイト調査の方向を議論する。

1. チベット西部域は汎地球的天体観測網を構築する上で重要な経度 75-100 度に位置している

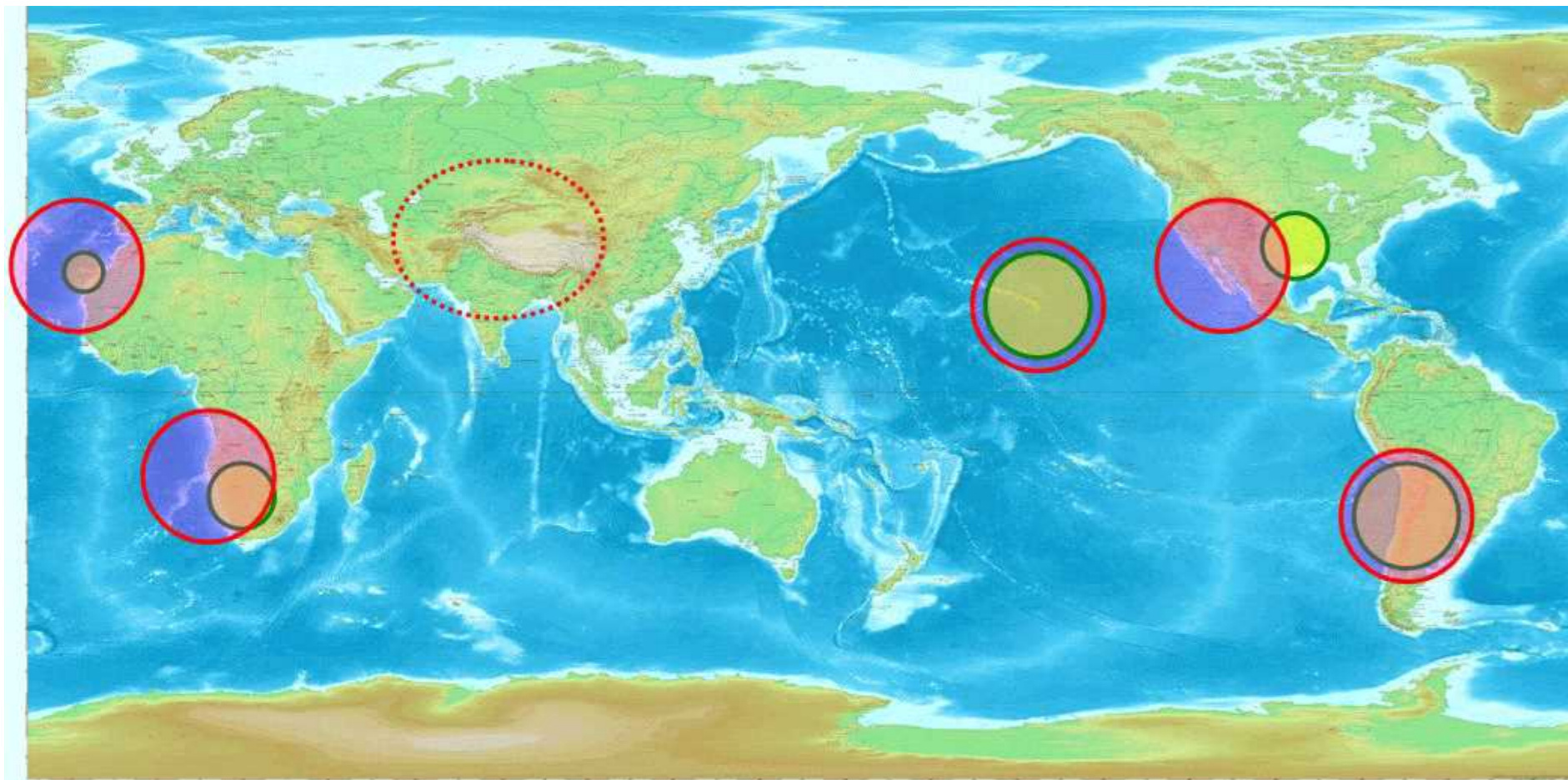


図1. 大型望遠鏡のサイトとチベット西部域

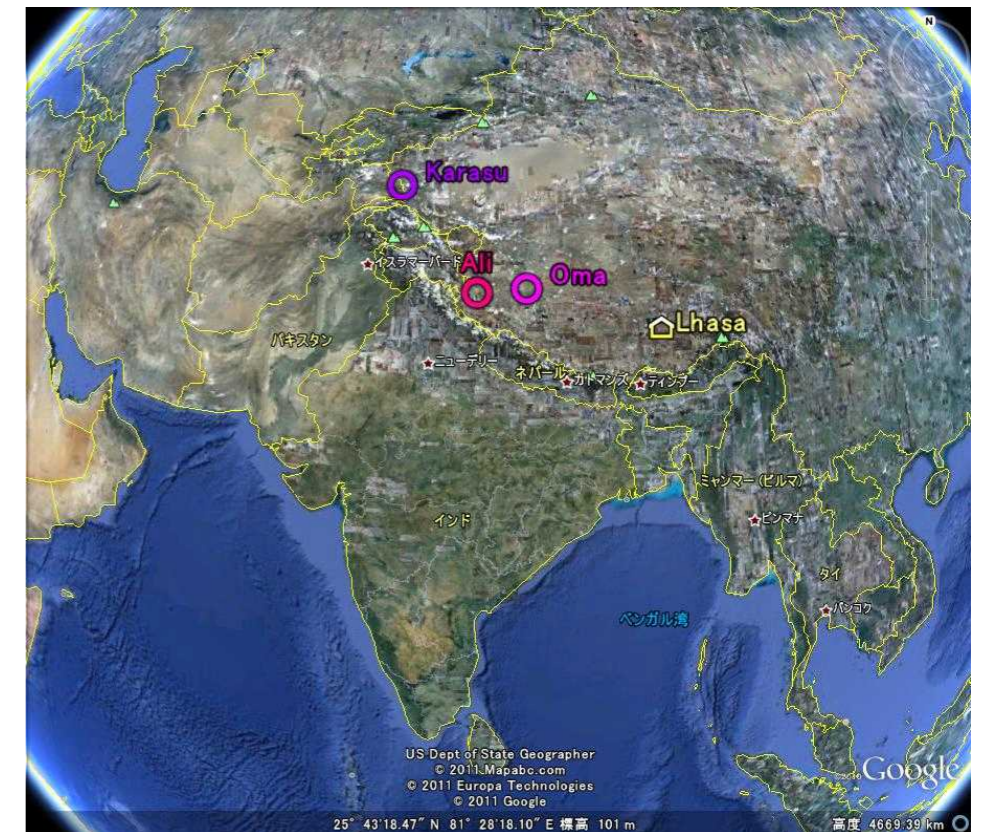


図2. 中国西部域での天体観測調査サイト、カラス、オマ、アリ

チベット西部域での光赤外線天体観測環境を明らかにするために、我々は中国国家天文台と共同で天体観測サイト調査を 2007年より行っている（**カラス**／新疆ウイグル、**オマ**／チベット、**アリ**／チベット）。現在、インド国境近くの地域アリにある標高 5100mの**ガー山**／**アリ**で天体観測環境モニタを継続している。

2. 天体観測サイト調査



図3. ガー山に設置された赤外線雲モニタ装置（手前の円筒形状）と気象センサー（右側ロットの上）。左の2台のカメラは全天カメラ（中国）奥の山の向こうにヒマラヤ連山がある。

天体観測用サイト調査機材を設置しモニター観測を継続している（図3）。オマとガー山では雲モニターカメラにより、特に冬期には晴天率が高いことが明らかになった。ガー山はオマより高い晴天率を示している（図4）。

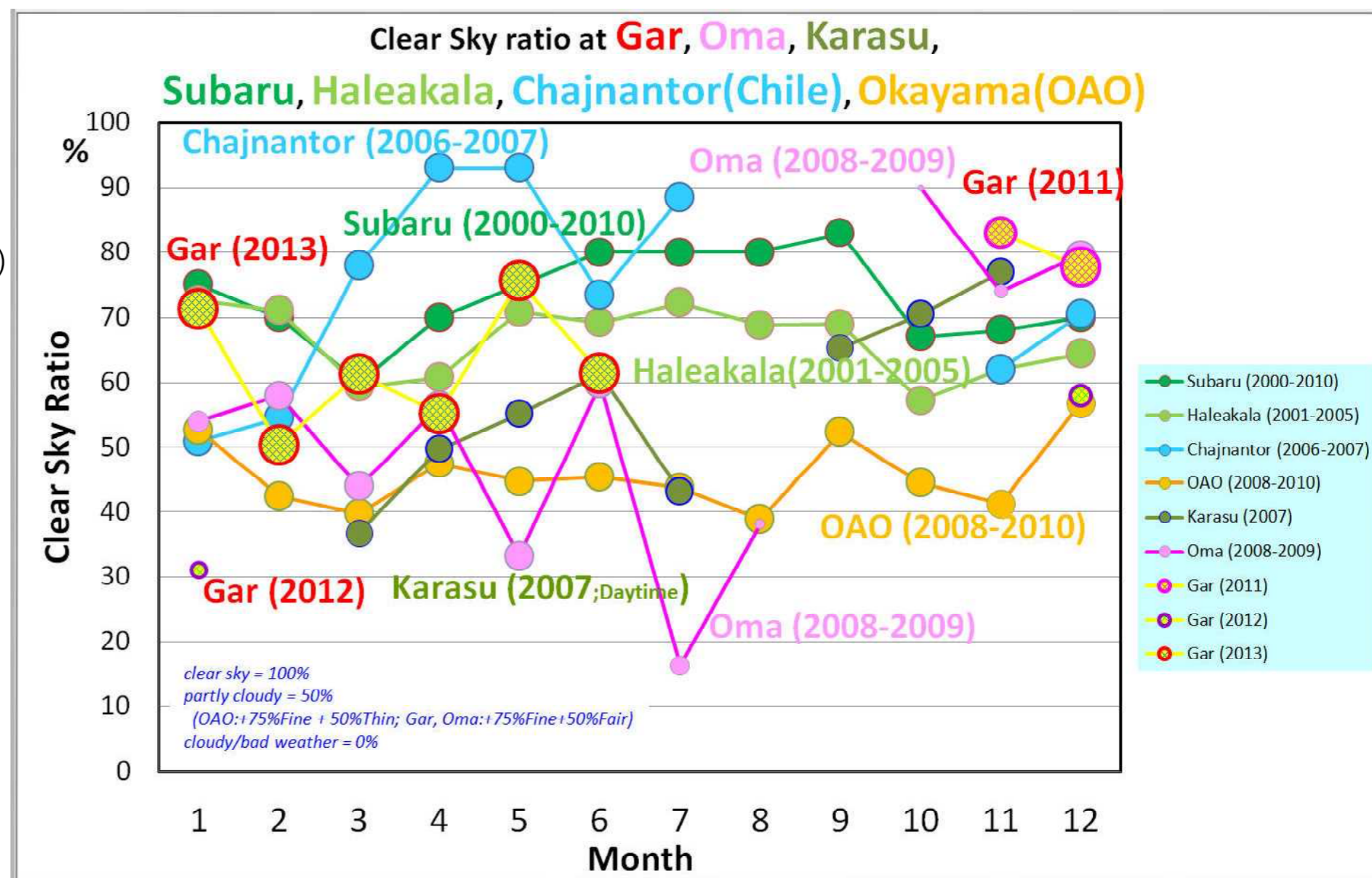


図4. ガー山での月毎の晴天率分布（夏期データは欠落）は65%程度であり、マウナケア、ハレアカラに近い晴天率を示す。

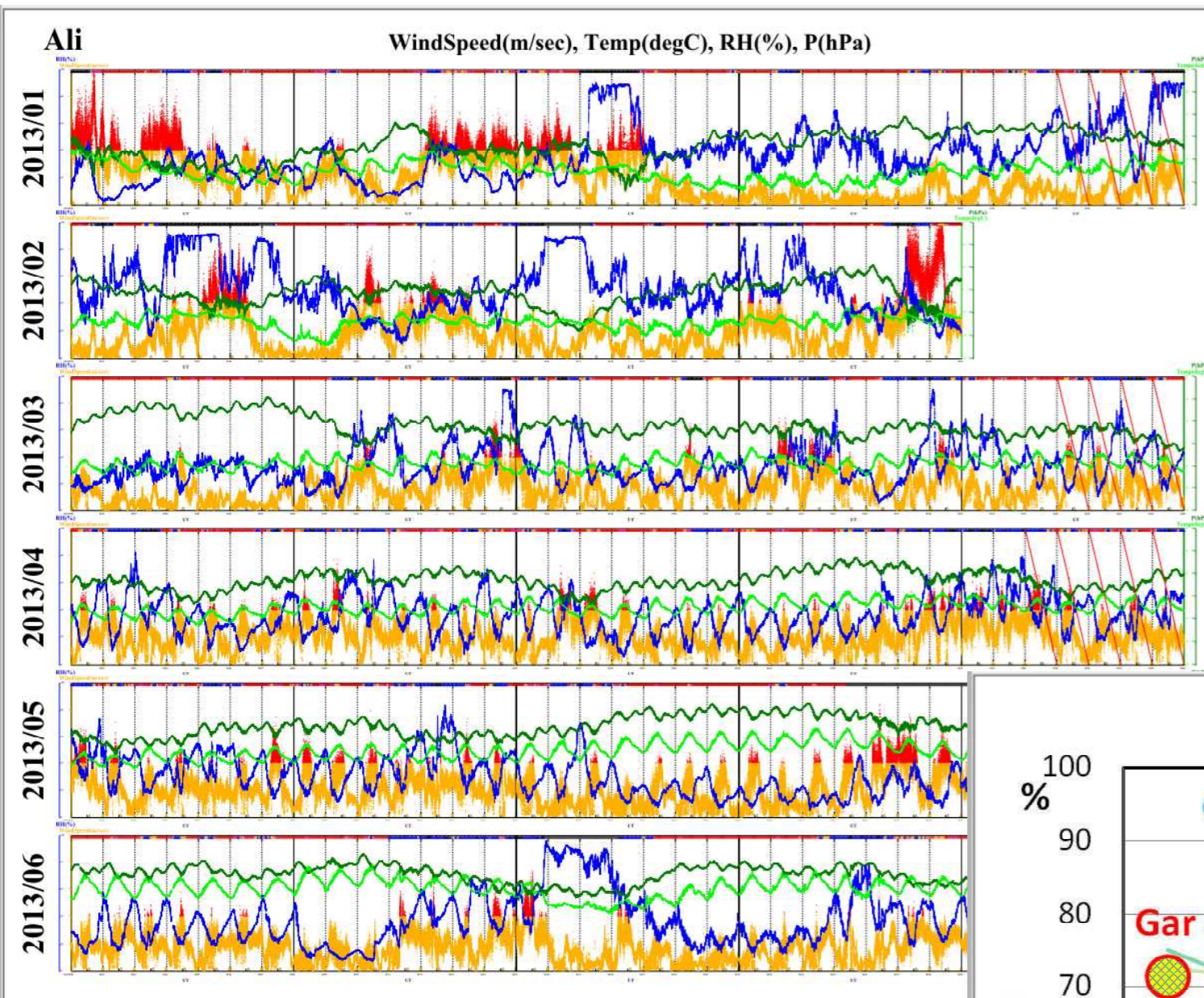
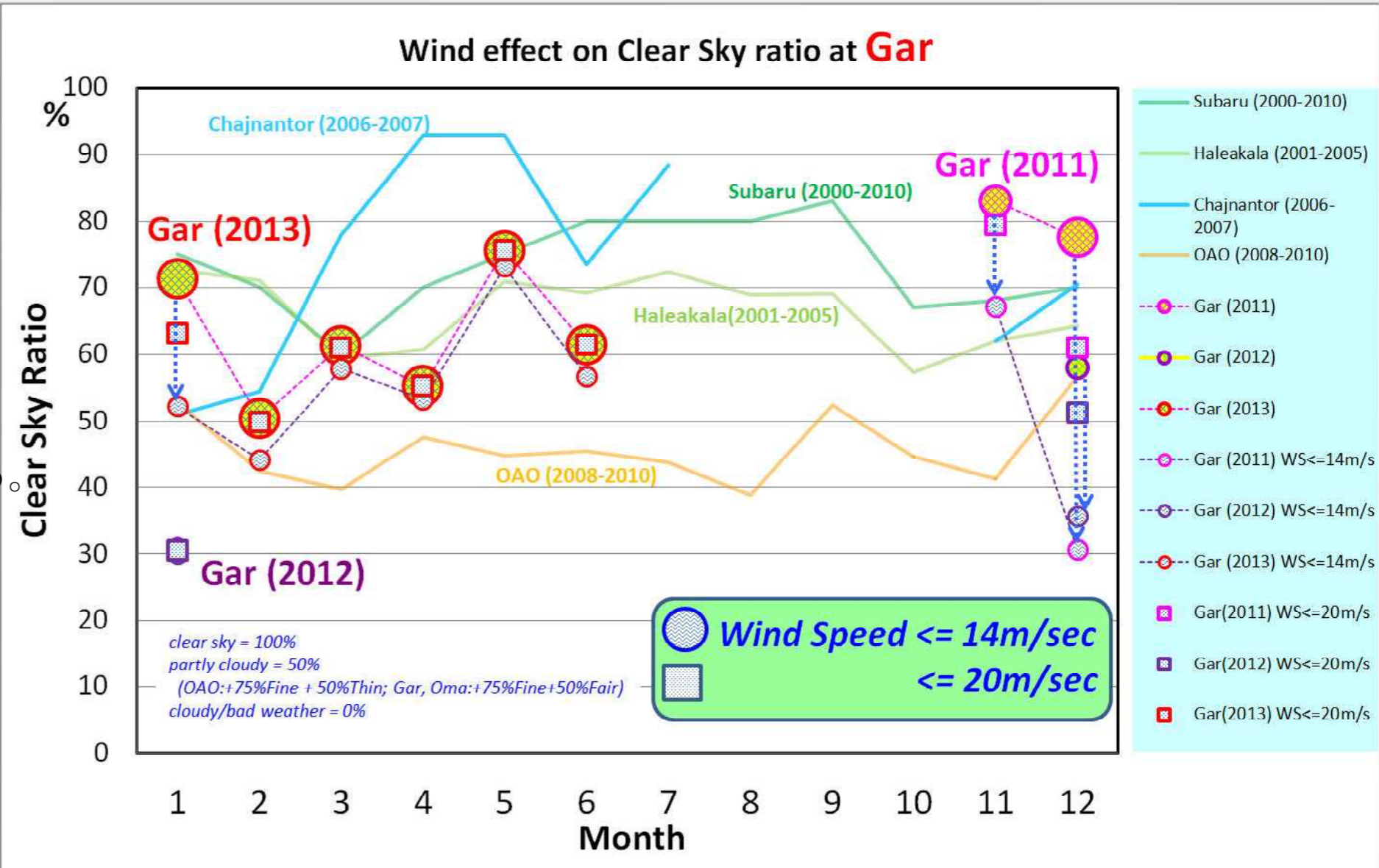


図5. ガー山における2013年1月～6月の気象モニター図。風速は20m/s以下をオレンジ色、20m/s超を赤色で示している。各月の図上辺には雲モニターによる日毎の晴天状況を示している。

ガー山は山々の隘路にあり、冬期には風が強く、すばる望遠鏡での結像性能を保証する14m/secの風速制限を課すと、観測可能な割合は日本と同程度の5割に下がる（日本天文学会 2014 春）。

図6. ガー山における晴天率割合は、強風による観測不能を考慮すると冬期にはかなり劣化する。



3. 晴天率の良いガー山周辺での候補サイトと 大気シミュレーション

ガー山周辺でガー山と同程度の晴天率をもち、かつ弱風環境であるサイトとして、ガー山から東方約90kmの半径20kmの円形盆地地内にある小山 (**ZoZoHill**) に着目し、気象シミュレーションで気象環境の評価を行った。

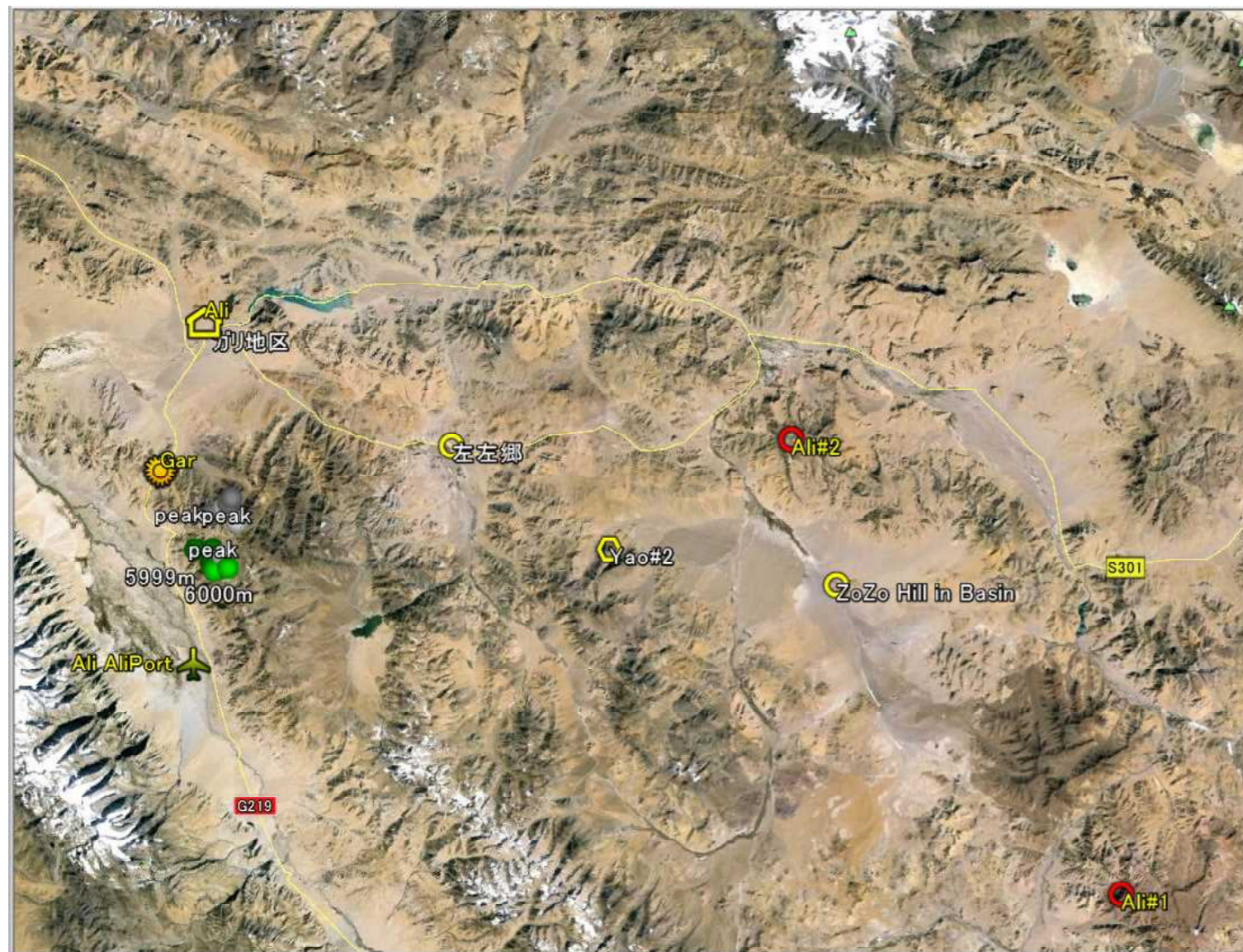


図7. ZoZo Hill の西チベット地域における地理的位置



図8(a). ZoZo Hill 周辺拡大図 (GoogleEarth)



図8(b). MKO のあるマウナケア山頂の拡大図。
上図8(a)と同じスケールである。

気象庁で運用されている領域非静力学モデル（JMA-NHMモデル）及び中国側で WRF（Weather Research and Forecasting）によるガー山及び ZoZo Hill 周辺での気象シミュレーションを行い（図9(a)と図9(b)）、ZoZo Hill での風速環境はガー山の半分の風速であることが示されている。

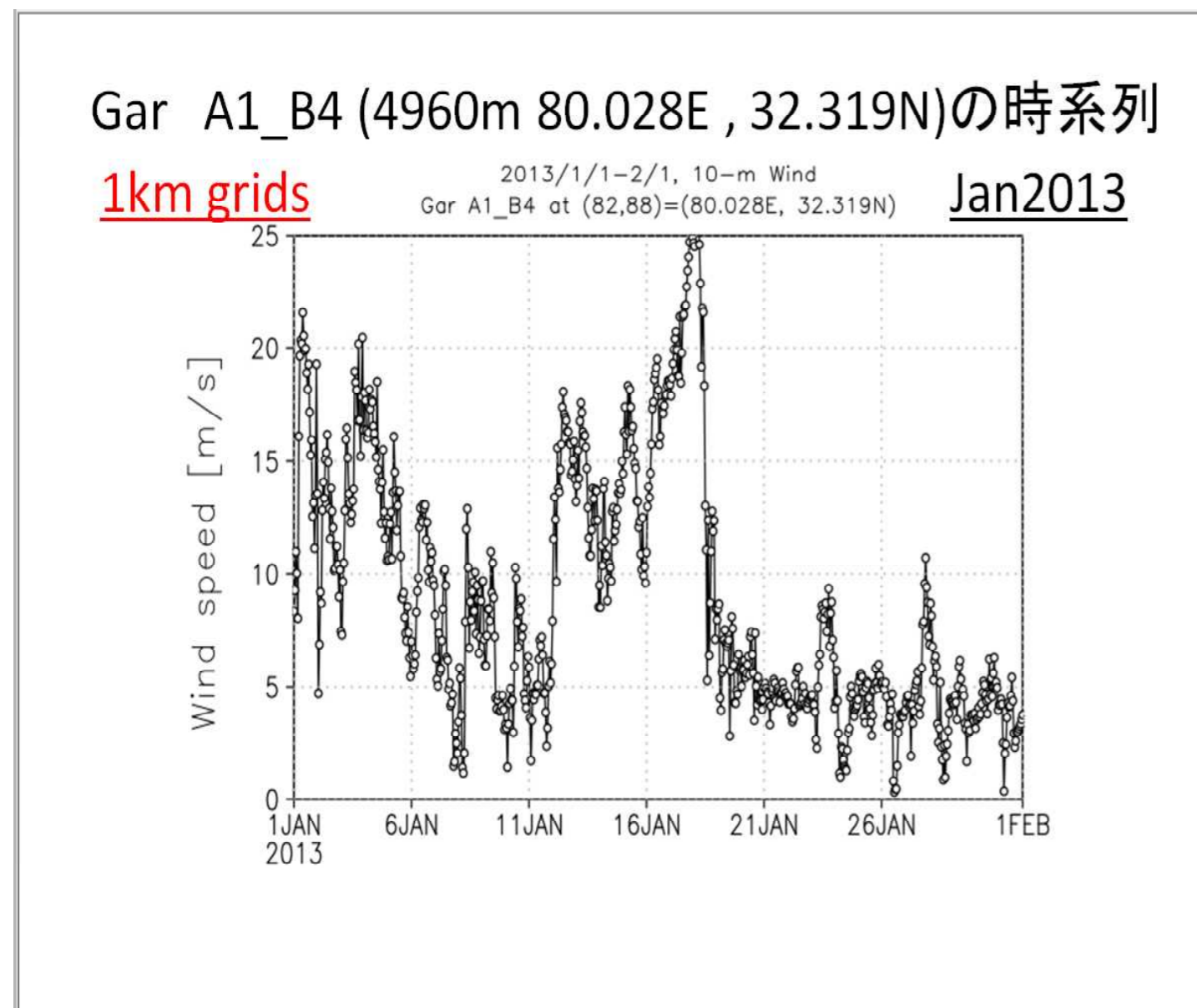


図9(a). ガー山での風速シミュレーション図（2013年1月、JMA-NHMによる）。図5に示した気象センサー測定結果とその傾向は良く合致する。

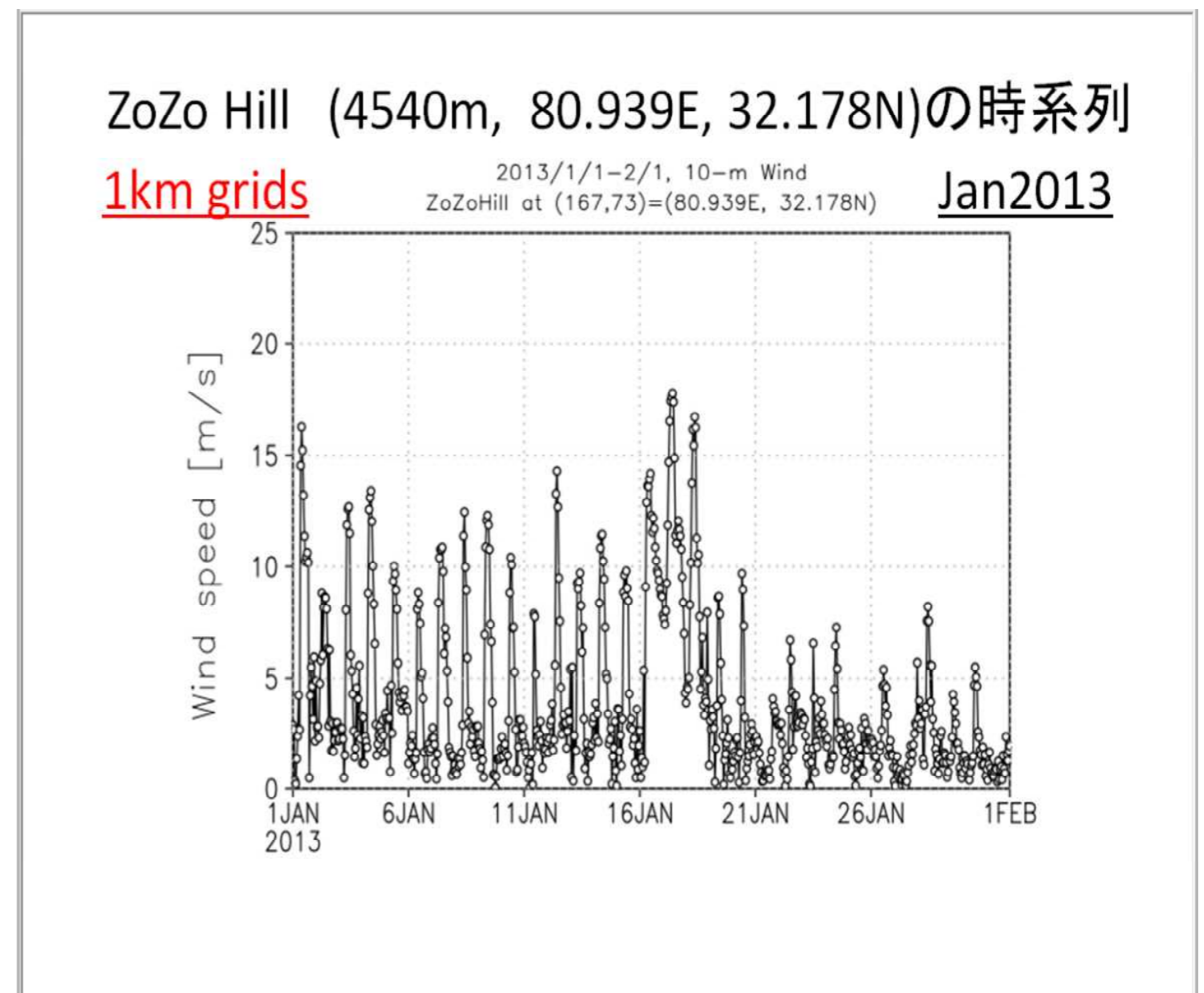


図9(b). ZoZo Hill における風速シミュレーション図（2013年1月、JMA-NHMによる）。左図でのガー山に比べて半分の風速である。

4. 今後のサイト調査の方向

気象シミュレーションによる風速垂直プロファイルでは、ガー山は高風速帯に直結し、ZoZoHill では接地境界層が風速の干渉帯として働いていることが示されている(図10)。

通年におわたる気象モニターデータをガー山で取得しサイト評価を完結させるとともに、ZoZo Hill では上空1000m-2000mの大気擾乱を測定できるSODARの導入を試みつつ(図11)、ZoZo Hill での気象モニターを開始できるように進めることを希望している。

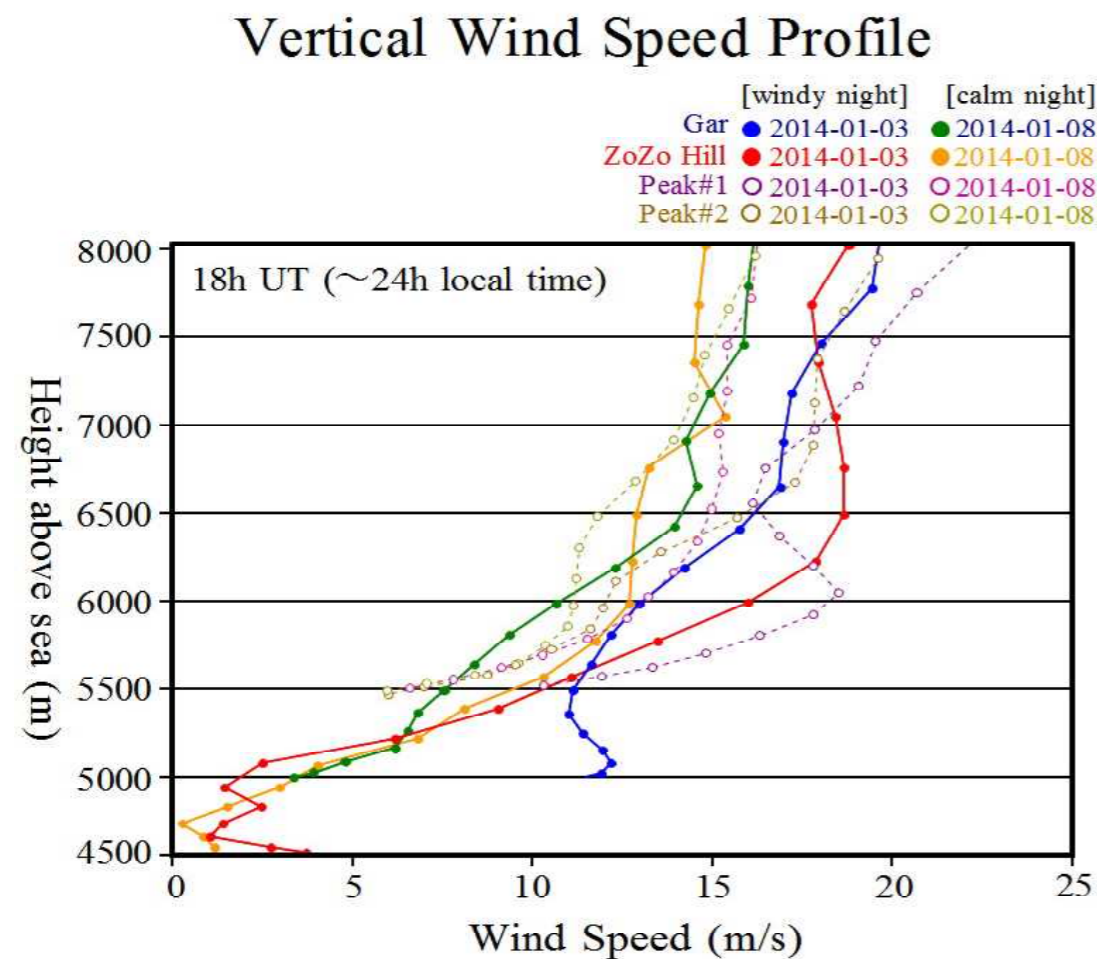


図10. アリ地区関連サイトでの風速垂直プロファイル
Peak#1, #2は図7に示されているAli#1, #2 です。

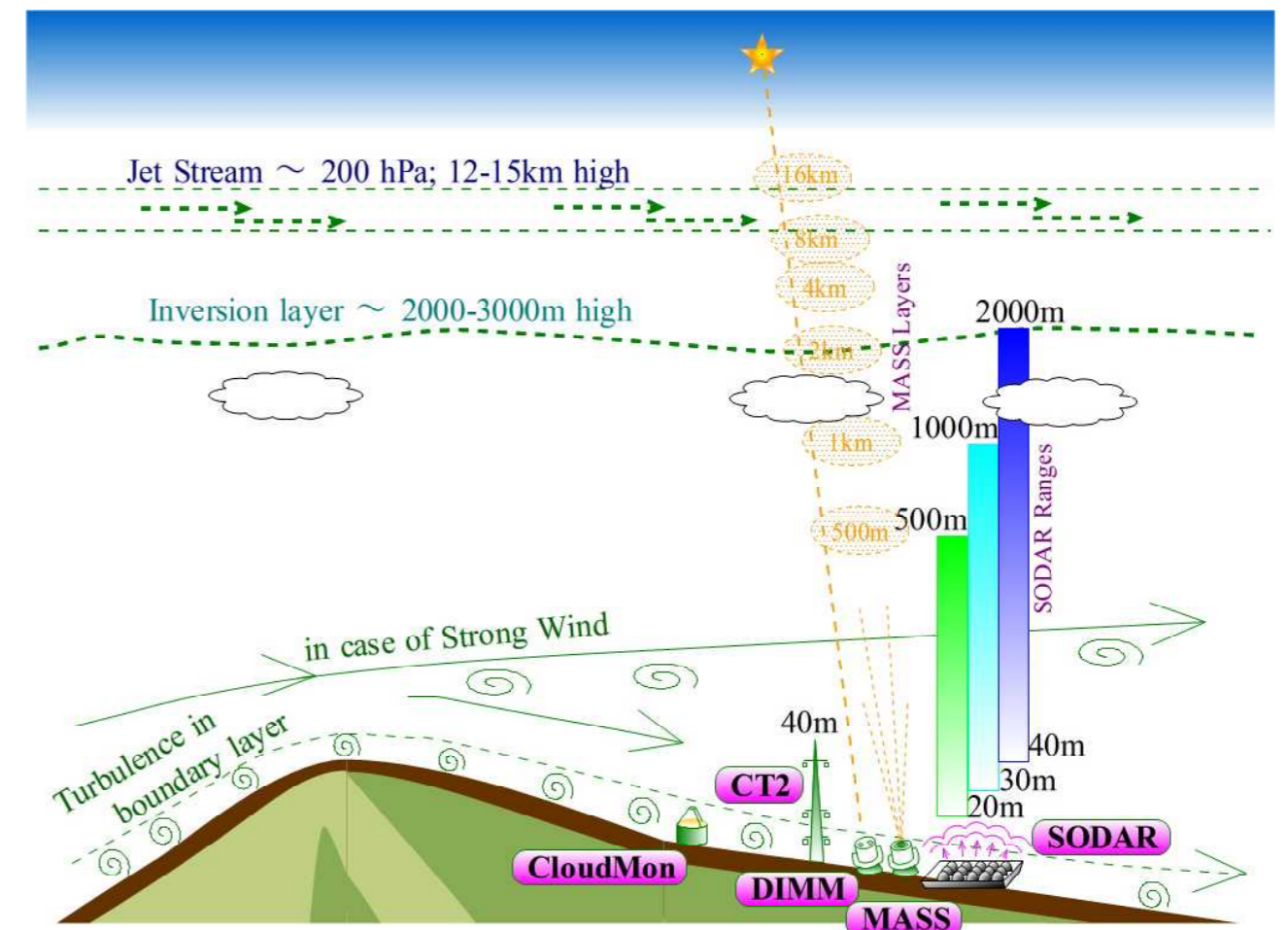


図11. SODAR の導入を考慮したサイト調査機材の展開