

第5章 サイト

5.1 サイト概要

5.1.1 チリ北部 アタカマ地区

チリ共和国は南米大陸の太平洋岸に、南緯約 17 度から南に延びた国土を持ち、西はほぼアンデス山脈の分水嶺を境にボリビア、アルゼンチンと国境を接している。大陸東端であるため太平洋の沖合には、強い寒流であるフンボルト海流が流れ、海上からの水蒸気量が少ない。このため、全般的に降雨量が少なく、特に、中緯度高圧帯に当たる地帯は乾燥しており、南緯 30 度以北では、水蒸気量が少なく晴天率も高いという天体観測に適した地域となっている。さらに、チリ共和国は南米の中では比較的治安もよく、技術水準も高いこともあり、比較的古くから有望な観測地として注目され、欧米各国が観測所を設置している。南米の地図を図 5.1 に示す。



図 5.1: 南米におけるチリの位置.

表 5.1: チリの主な光学赤外線天文台.

天文台名	西経	南緯	標高	主な望遠鏡
TAO	67 度 44 分	22 度 59 分	5,640m	TAO6.5m, miniTAO 1m
ESO La Silla	70 度 44 分	29 度 15 分	2,500m	NTT 3.6m
Las Campanas	70 度 42 分	29 度 01 分	2,500m	Magellan 1&2 6.5m
Cerro Tololo	70 度 49 分	30 度 10 分	2,200m	Blanco 4m
Cerro Pachon	70 度 49 分	30 度 10 分	2,700m	Gemini-S 8m
ESO Paranal	70 度 25 分	24 度 40 分	2,600m	VLT 8.2m × 4

チリ国内で大型観測施設が設置されている場所は、大きく 2 地域に分けられる。南のラセレナ地域と北のアントファガスタ地域である。

ラセレナ地域は、南緯 30 度付近に当たり、第 IV 地方 (region IV) の州都であるラセレナ市 (人口 11 万人) と隣接する港湾都市コキンボ市 (人口 11 万人) を中心とした地域である。首都サンチャゴからは直線距離で 500km ほど。ここには (ESO) ラシヤ観測所 (La Silla), ラスカンパナス天文台 (Las Companas), インターアメリカン天文台セロトロロ観測所 (Cerro Tololo), セロパチョン観測所 (Cerro Pachon) などの天文台が多数存在している。アントファガスタ地域は南緯 24 度付近、南回帰線直下に当たり、第 II 地方 (region II) の州都である港湾都市アントファガスタ市 (人口 22 万人) を中心とした地域である。首都サンチャゴから直線距離で 1000km ほど。国土を縦貫する汎アメリカ高速道路が通っており、陸上交通の便も良い。チリ北部最大の港湾であるアントファガスタ港が利用できるため、海外からの重量物の授受にも適している。この地域の海岸側にはヨーロッパ南天天文台 (ESO) パラナル山観測所があり、VLT などの巨大望遠鏡群がある。

アントファガスタ地区の東側、標高 3,000m 以上に広がるのがアタカマ砂漠である。アタカマ砂漠は年間降水量は 1mm 以下であり、世界で最も乾いた地区の一つである。パンパラボラ地区には標高 5,000m に開けた平らな土地が広がっており、大規模望遠鏡施設を作るには最適の場所である。ここには ASTE や NANTEN2, APEX などの電波望遠鏡プロジェクトが多数集結しており、巨大電波望遠鏡 ALMA も建設が進められている。

パンパラボラ地区にはこのような平坦な土地に加え、幾つかの孤立峰が点在している。これらは火山起源ではあるが、多くは休火山であり容易には噴火する恐れは無い。この孤立峰の中で高原西側に位置するものは、西からの気流が乱されことなく山頂付近を引きぬけるため、可視・赤外線観測に適した環境であるといえる。我々は、このような孤立峰の中でも標高が高くかつ位置的条件の良い、チャナントール山 (Cerro Chajnantor) を選定し TAO 計画を進めている。

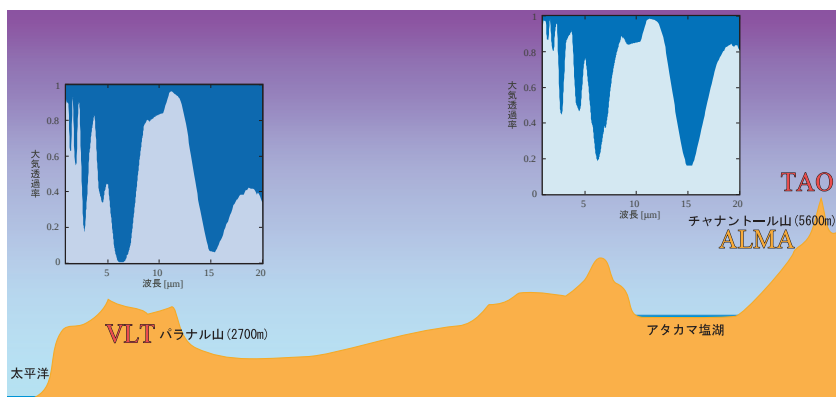


図 5.2: アタカマでの東西地形断面図.

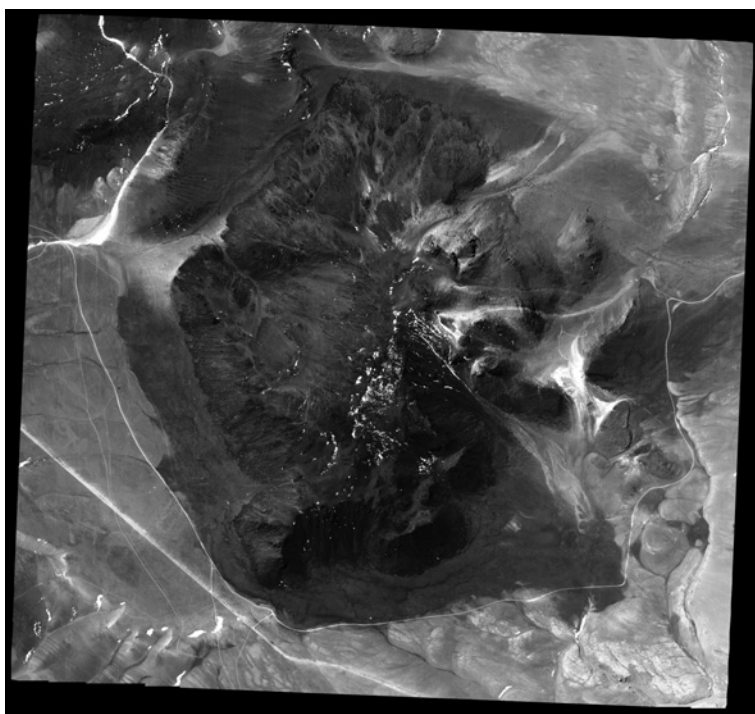


図 5.3: チャナントール山の写真: 航空写真.

チャナントール山 (Cerro Chajnantor) は標高 5640m であり, 北西のトコ山 (Cerro Toco) と南東のチャスコン山 (Cerro Chascon) に挟まれて位置する. 山頂付近からは

ALMA が電波望遠鏡群を展開する平原を西から南に、また ASTE, NANTEN2 を南東に見下ろすことができる。チャナントール山とトコ山を含む領域は ALMA 領域を取り囲む形で設定されたアストロノミカル・パーク (Parque Astronómico de Atacama) に含まれる。アストロノミカル・パークはチリ政府 (CONICYT) によって設定された科学研究のための保護地域であり、間もなく 50 年間の保護指定手続きが完了する予定である。チャナントール山の山頂直下には 25m の電波望遠鏡計画 CCAT (Cerro Chajnantor Atacama Telescope) の設置がコーネル大・カリフォルニア工科大を初めとする国際共同プロジェクトとして準備中である。またトコ山では宇宙背景放射を電波で測ることなどを目的とした ACT (Atacama Cosmology Telescope) がプリンストン大学他によって運用中である。TAO, CCAT, ACT はアストロノミカル・パーク内に位置する一方、ASTE, Nanten2, APEX, QUIET などは ALMA のための科学保護地域に位置している。

5.2 TAO サイトの特性

5.2.1 大気透過率

TAO サイトの特性として最も顕著なものは、大気透過率の高さである。アタカマ地区は標高が高くまた乾燥した地域であるため、大気中の水蒸気量が非常に低いことが知られている。

これを定量的に評価するため、セロトロロ天文台、ESO と共同で気象衛星のデータ解析を実施した。Meteosat-3 と GOES-8 の赤外線画像データ ($6.7\mu\text{m}/10.7\mu\text{m}$) を用い、1993 年 3 月から 1999 年 7 月までの期間について解析を行った。その結果、チャナントール地区は可降水量が 0.3–1.2mm と他の天文サイトの 1/3–1/8 程度であり、また晴天率も 70%程度と良好であることが分かった (表 5.2)。

表 5.2: 気象衛星データ解析によるチリサイトの晴天割合および可降水量推定値。

	測光夜 (%)	可降水量 (mm)	注
マウナケア山 (ハワイ)	69%	0.8 – 2.0	すばる望遠鏡サイト
トロロ山	65%	2.2 – 6.5	米国セロトロロ天文台
パラナル山	85%	1.8 – 6.0	ESO パラナル天文台
キマル山	82%	0.9 – 2.8	TAO 第 2 候補地
チャナントール山	70%	0.3 – 1.2	TAO 第 1 候補地

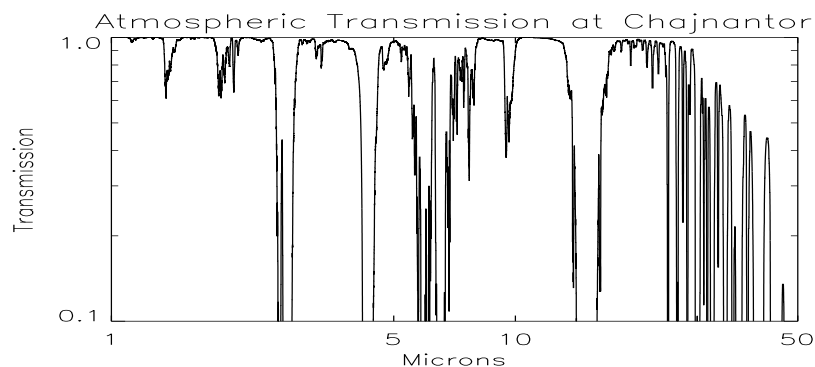


図 5.4: 大気透過率のモデル計算結果. PWV=0.39mm とした. これはチャナントールサイトでの上位 10%に相当する.

図 5.4 は可降水量が 0.4mm の時の大気の透過率を示す. これは ATRAN による計算結果である. これから, 以下のような特徴が見て取れる.

- 通常 z, J, H, K と分かれている観測バンドが, TAO サイトでは光学領域から $2.55\mu\text{m}$ まで連続的につながる.
- $26\text{--}40\mu\text{m}$ あたりに従来はない大気の透明な領域 (大気の窓) ができる.

このような特性は標高 5,640m である TAO サイトでのみ見られるものであり, 従来とは質的に違った観測が TAO サイトで可能であることを示している.

5.2.2 観測可能天域

図 5.5 に, TAO から見た主要な天域の連続観測可能時間 (visibility) をすばる望遠鏡と比較する. 縦軸は airmass < 1.5 で連続観測が可能な時間, 横軸は赤経である. 南天に TAO を設置することにより, 北天のすばる望遠鏡と共同して全天を良い条件で観測することが可能になる. ALMA, ASTRO-F, ASTRO-E2 など新たに発見される天体は暗く, 追求観測には長時間の積分が必要とされるはずである. 南天の TAO は, 銀河南極 (SGP), 大小マゼラン星雲 (LMC, SMC), 銀河中心 (GC) などの観測に威力を発揮することが図から見て取れる.

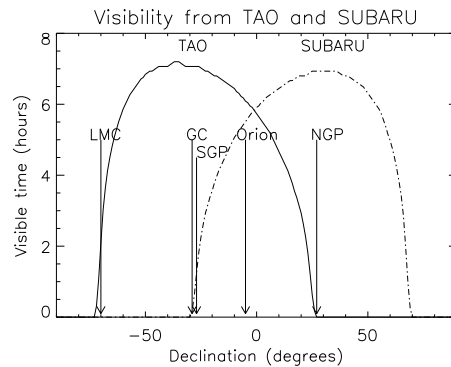


図 5.5: 主要天域の連続観測可能時間 (airmass < 1.5).

5.2.3 雲量

前述の通り, 2003 年までに行った衛星画像の解析によってチャナントール地区の天候は良好であることが示されている. しかしながら, これまでの気象調査は衛星を元にした空間分解能が粗いものであり, 山にローカルに湧き出すような低層の雲については状況がつかめない. これを調査すべく我々は 2004 年から, 中間赤外線での全天雲モニタ装置を開発, それによる雲量のモニタ観測をスタートさせた. このモニタ装置は MAGNUM 望遠鏡用の雲モニタをベースに開発したものであり, 日中を含む常時, 雲の量をモニタできるものである. カメラは市販の中間赤外カメラを用いており, 観測波長は $8\text{--}12\mu\text{m}$ である. 同種のモニタは ASTE サイトに設置され, ASTE の観測時の気象状況監視にも利用されている¹.

この雲モニタで得られた大気の明るさを元に, 観測可能時間を見積もったのが図 5.8 である. なお赤外線光度と雲量の関係は導出ができないため, 平均的な晴天率を衛星での測定 (70%) にあうようにスケーリングしていることに注意. これを見ると現地の夏期 (日本の冬季) に晴天率が悪化する傾向が顕著である.

また, ASTE サイトからの雲モニタ画像を解析した結果, チャナントール山山頂方向で顕著な雲の湧き出しなどは見られなかった. これは天候がローカルな地形に左右されていないことを意味する. これから晴天率は年間を通じてほぼ 70% であると結論付けた. マウナケアの晴天率はおおよそ 50% とされているので, TAO サイトは晴天率の点でもマウナケアよりもすぐれたサイトであるといえる.

¹当初 TAO 用に開発された雲モニタは ASTE サイトに設置, 試験を行った. これがチャナントール山山頂に移設したのちに, 同じデザインの雲モニタを茨城大学が ASTE サイトに製作設置し運用している

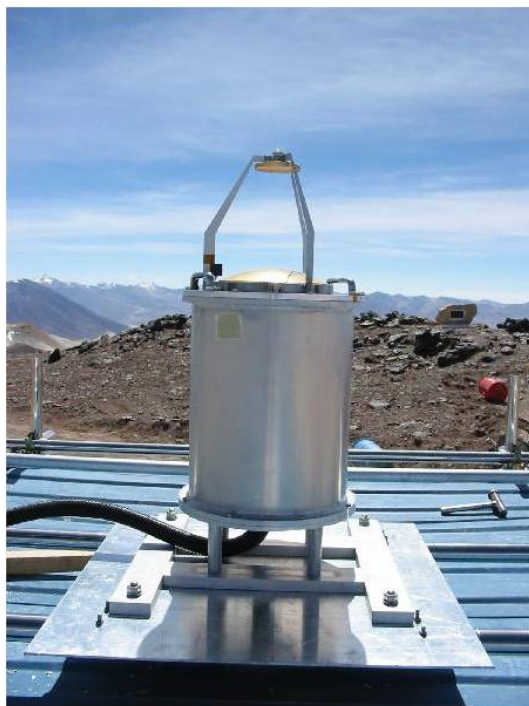


図 5.6: チャナントール山頂に設置した雲モニタ.

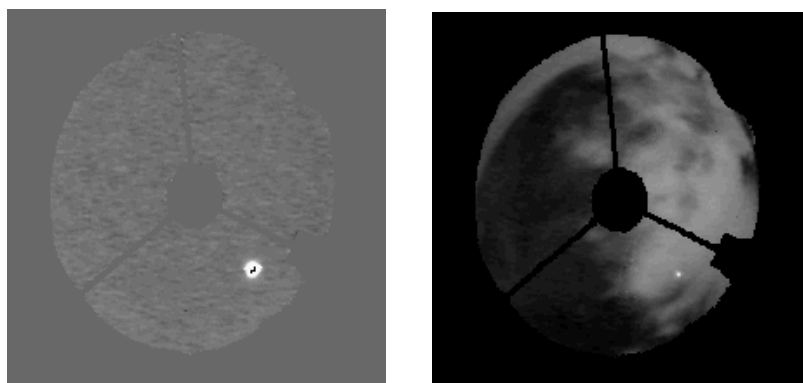


図 5.7: 雲画像の解析結果の例 (左=快晴, 右=うす曇り).

5.2.4 地表面気象条件

TAO サイトの地表気象条件を調べる事は, 望遠鏡建設地を決定する上でも, 観測の環境や建設の条件を知る上でも重要である. 特に風速・温度環境は観測条件や望遠鏡設計に

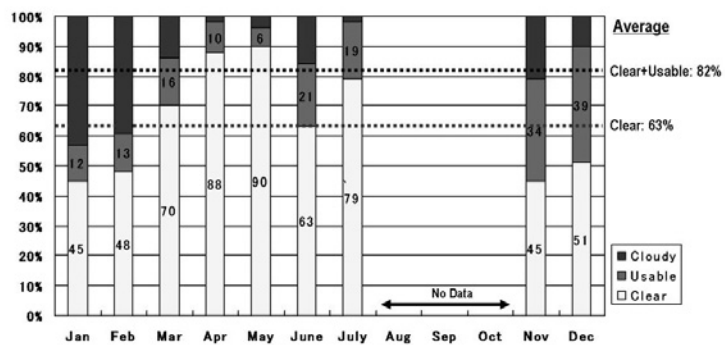


図 5.8: 雲モニタによる晴天率の年間変動測定結果.



図 5.9: 気象モニタ装置全景.

直結するパラメータであり, 十分な調査が必要となる. 我々は 2006 年よりチャナントール山頂に気象モニタ装置を設置し, 各種地表面気象データを取得してきた.

この気象モニター装置は温度/湿度/風向風速/赤外放射量などを記録できる装置である. 記録間隔は 10 分で, およそ 2 年間に渡りデータを取得してきた. 得られた気象パラメータの概要を表 5.3 に示す.

表 5.3: TAO サイト地表気象条件.

日中気温	0 度から-10 度	最低-20 度 瞬間最大は 25m/s
夜間気温	-3 度から-12 度	
水蒸気量	冬季には 0.4g/cc 以下. 夏期は上昇	
風速	日中 5m/s, 前半夜は 10-15m/s	

- 気温

気温は日中山形に上がり, 夜間はほぼ一定値という変動を示す. この傾向は季節的な変化はほとんどない. 典型的な温度は冬期夜間で -10°C から -12°C , 夏季夜間で -3°C から -5°C 程度である. これは ALMA があるパンパラボラ地区よりも 5 度から 10 度程度低い. 冬季のもっとも寒い時には -20°C に達することもある.

- 湿度/水蒸気量

湿度は年間を通じて日中は低く夜間に上昇するという傾向が見られる. しかしながら水蒸気量の変化ではこのような傾向は見られないので, これは温度の変化によるものと思われる.

水蒸気量は冬から春にかけてが最も値が小さく, 8-9 月ではメディアン値で 0.4g/cc を切る状態が続く. 逆に夏期の 2,3 月頃は水蒸気量が高く, 湿度も 70% を越えることが多い. これはいわゆるボリビアンウインターの影響であると思われる.

- 風速

平均風速は午後から前半夜最初にかけて大きくなり ($\sim 15\text{m/s}$), あとは小さい ($\sim 5\text{m/s}$) という傾向をもつ. この傾向はどの月でもあまり大きくは変わらないが, 8-10 月は夜間の風速が少しだけ高いようである. 逆にボリビアンウインターの影響を受けている 1-2 月は風速は小さくなっている.

瞬間最大風速のデータから見ても 8-10 月が最も風の強い時期であり, 25m/s を越えるような風が吹く日が何度かある. それ以外の時期では最大風速は概ね $15-20\text{m/s}$ である.

5.2.5 シーイング

サイトの善し悪しを決める重要な要素の一つが星のイメージサイズの大きさ, いわゆるシーイングである. 天体 (点源) からの光は, 地球の大気外ではほぼ理想的な平面波として入射するが, 大気を通して来る間に波面が歪められ, 望遠鏡を通して検出器の上に結

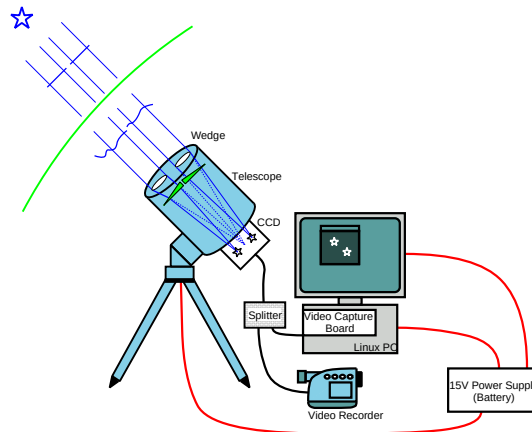


図 5.10: シーイングモニタのシステム概略.

像した際には理想的な点源像よりも広がって測定される。この波面の歪みはある狭い視野範囲であれば高速に変形する反射鏡などを使って補正可能である (Adaptive Optics: AO) が、もともとの歪みの量が少ないほど、より広い視野範囲あるいはより短周期の (短波長の光の) 変動に対応できるので、AO を用いる場合でも、望遠鏡の位置決定の際にはシーイングサイズの良い場所を選ぶ必要がある。

5.2.5.1 シーイングモニタによる測定

我々は望遠鏡建設に先立ち、TAO サイトにおけるシーイングサイズ測定のキャンペーン観測を 2002 年度より実施した。測定には国立天文台と共同で開発した DIMM (Differential Image Motion Monitor) を用いた。これは、30cm 望遠鏡の先端に口径 $d = 5 \sim 10\text{cm}$ の開口を $s = 10 \sim 20\text{cm}$ の間隔で 2 個開け、それぞれの開口を通して入る光を、CCD 検出器の上に横に並べて結像するようにしたものである。それぞれの像の重心を高速 ($\sim 1/1000\text{sec}$ 露出) で測定することで、互いの波面のずれ、つまりシーイングを定量評価できる。

パンパラボラ高地やトコ山などでの測定を行った後に、チャナントール山山頂での測定を 2006 年、2007 年に実施した。2007 年には山頂に高さ 2m のタワーを建て、地表とタワー上で同時観測を行うことで、接地境界層乱流の影響の評価も行った。チャナントール山頂での観測は全部で 8 日間実施した。

測定期間中のシーイング測定値のヒストグラムを図 5.12 に示す。データのメディアン平均は 0.69 秒角、上位 10% の値は 0.38 秒角となった。前半夜と後半夜で有意な差は無い



図 5.11: 山頂タワーに設置されたシーイングモニタ.

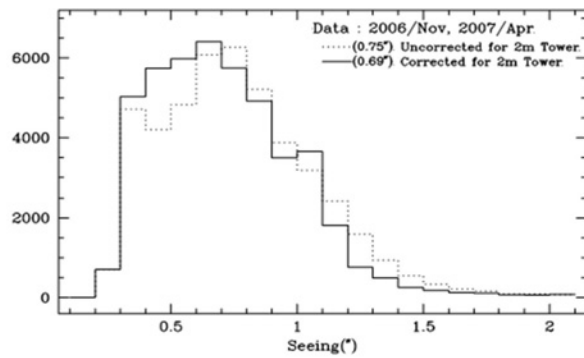


図 5.12: チャンアントール山頂でのシーイングのヒストグラム.

が, 深夜になるとシーイングが良くなる傾向がみられた.

この結果を世界の主要天文サイトと比較したのが表 5.4 である. TAO サイトのシーイング環境は他サイトに勝るとも劣らないことが明らかである.

5.2.6 その他サイトの特性

TAO サイトは標高が高く, その気圧は 0.5 気圧を下回る. また気温が低いため, 人間はもちろん機械にとっても非常に過酷な環境である. ここではその影響について述べる.

表 5.4: TAO サイトのシーイング.

Site	標高 [m]	シーイング		
		(Median)	(25%)	(10%)
TAO サイト チャナントール山	5,640m	0".69	0".51	0".38
Las Campanas	2,300	0".63	0".4	
Co. Pachon	2,710	0".75		
Co. Paranal	2,640	0".82	0".63	
La Silla	2,350	0".87	0".69	
Mauna Kea	4,210	0".73		0".45"

5.2.6.1 人体への影響

TAO サイトで作業を行う際に、まず何よりも気をつけなければならないのは高山病である。高山病を避けるため、TAO では山頂作業時に酸素吸入を行うこととする。現在は液体酸素を用いたポータブル酸素吸入器を用いている。また水分補給は高山病予防のほか脱水症状の予防にも効果的である。

TAO サイトは気温が低いため、低体温症になりやすい。また日中は日差しが強いため、屋外の作業では熱中症になることもある。服装による温度管理にも気をつけなければならない。さらに紫外線も非常に強いので、それに対するケアも必要となる。



図 5.13: 酸素を吸入しながら作業する TAO メンバー.

表 5.5: 高山病の症状.

高山病三疾患	症状	対応
軽傷 山酔い (急性高山病)	頭痛, 軽いふらつき感, 立ちくらみ, めまい, 運動時の息切れ, 胸の圧迫感, 食欲低下, 睡眠障害 (寝付きが悪い, 熟睡できない, 何度も目覚める) など その他の症状: 倦怠感・意欲減退, 寒気・眠気, 耳鳴り, 手足のしびれ, 脈拍増加, 物忘れ, 尿量減少, 咳, 吐き気・嘔吐, 発熱, 下痢, 顔・手・足のむくみ, など	軽症: それ以上高度を上げず, 安静にする (場合に応じて, 頭痛薬の服用) 中程度～重症: 速やかに低地に移動させる (場合に応じて, 酸素投与などの応急処置)
重症 高所肺浮腫 (肺水腫)	まず行動時の息切れが激しくなり, 次第に安静時にも息切れがひどくなる. 数分間安静にして, 息切れが治るかどうかで診断する. AMS の症状が現れていなかった人でも, 突然発症する場合がある. 急速に悪化し, 数時間以内に死亡することもある. その他の症状: 空咳, 皮膚・唇・爪が青くなる (チアノーゼ), 全身脱力感・歩行困難, 血たん, 呼吸時の異常音, 錯乱, など	速やかに低地に移動させる (場合に応じて, 酸素投与などの応急処置)
重症 高所脳浮腫	AMS の症状が重くなったもの. 直線上を, かかと・つま先・かかと・つま先と交互に接触させて歩けるかどうかで診断する. 数時間以内に死亡することがある. その他の症状: 運動障害, 錯乱, 幻覚, など	速やかに低地に移動させる (場合に応じて, 酸素投与などの応急処置)

5.2.6.2 機器への影響

TAO サイトの環境は多くの機器にとって保証外の過酷な環境である. 例えばハードディスクは気圧が足りずディスクが浮き上がらないため, ほとんどの場合起動できない.

また気圧が低いいため排熱にも問題が起きやすく、機器によっては熱暴走が起きることもある。気温も場合によっては-20 度程度まで下がることもあるため、機器内の水分 (場合によっては油分) が凍結する可能性もある。このような事を十分考慮して、山頂で使用する機器は選定を行わねばならない。

5.3 サイトへのアクセス

TAO サイトがあるチャナントール山頂は未開拓の独立峰であり、アクセスのための道路などは存在しなかった。東京大学ではこのサイトの開発を 2000 年ごろから開始、2005 年には車が通れるアクセス道路を開通させた。ここでは歴史的なことも含めたサイトアクセスについてまとめる。

5.3.1 サイト調査の経緯

TAO プロジェクトによるアタカマ地区でのサイト調査は 1999 年に始まった。当初はパンパラボラ平原での調査を行い、また気象データ解析の結果なども加味し、2001 年ご

表 5.6: サイト調査一覧 (1999-2007)。

調査内容
1999.10 地形調査 (パンパラボラ, キマル山), 天文台訪問
2000.06 地形調査 (パンパラボラ), 天文台訪問
2001.05 地形調査 (パンパラボラ), 気象データ WS など
2001.09 地形調査 (パンパラボラ), 気象モニタ設置@パンパラボラ
2002.02 地形調査 (パンパラボラ), 気象モニタデータ回収
2002.11 チャナントール登頂, シーイング測定@パンパラボラ
2003.09 シーイング測定@パンパラボラ
2004.03 雲モニタ設置@ ASTE サイト
2005.02 山頂アクセス道路準備
2005.10 山頂アクセス道路建設関連作業
2006.04 山頂アクセス道路開通
2006.10 調査コンテナ, 気象モニタ, 雲モニタ山頂設置
2006.10 シーイング測定@山頂
2007.04 シーイング測定@山頂

ろにサイトの第一候補をチャナントール山とした。当時チャナントール山は車はおろか人が通るような道もなく、まさに未開拓のサイトであり、山頂の状況などは全く分からなかった。そこで2002年にパンパラボラ高地から山頂まで徒歩での登頂によって山頂状況調査を実施、山頂付近に望遠鏡を展開するに足る土地が確保できることを確認した。

2003年からはアクセス道路建設に着手した。地質調査の結果、50–60cm程度より深い場所は固い岩盤でできていることが分かった。これにより道路の製作方法を決定、2005年度にはパンパラボラ高原から山頂までを結ぶアクセス道路を開通した。

5.3.2 アクセス道路

TAO 山頂アクセス道路 (通称 TAO ロード) はパンパラボラ高原から山頂を結ぶ全長 6.4km の道路である (p.176 図 3)。道幅は最小 4m、最大斜度は 12 度で、路面はローラー転圧仕上がりになっている。人員及び小型の機材搬入に用いるための道路であり、TAO 本体建設の際には拡張が必要である。

5.3.3 山頂サイト

5.3.3.1 現状

2011 年 7 月現在、山頂には miniTAO 望遠鏡ドームの他、観測コンテナ、倉庫コンテナ、発電機コンテナが設置されている。また太陽光発電パネルも設置されている。山頂の概要を図 5.15 に、写真を図 5.17 に示す。

観測時の山頂電力はディーゼル発電機によって賄われる。この発電機は 50Hz125kVA の出力を持つ。出力電圧は 200/220V である。燃料タンクの容量は 1,200litre であり、給油はおおよそ 5 日ごとに必要となる。給油が行われない場合には電力は太陽パネルによる発電で賄う。

表 5.7: TAO アクセス道路仕様。

最大勾配	12%
平均勾配	10%以下
道路幅員	4m
法面角度 (岩盤部)	80 度
法面角度 (その他の部分)	60 度
最小曲率半径	40m
道路長	6.4km
整地	土砂を敷きグレーダーで微調整後ローラー転圧仕上げ

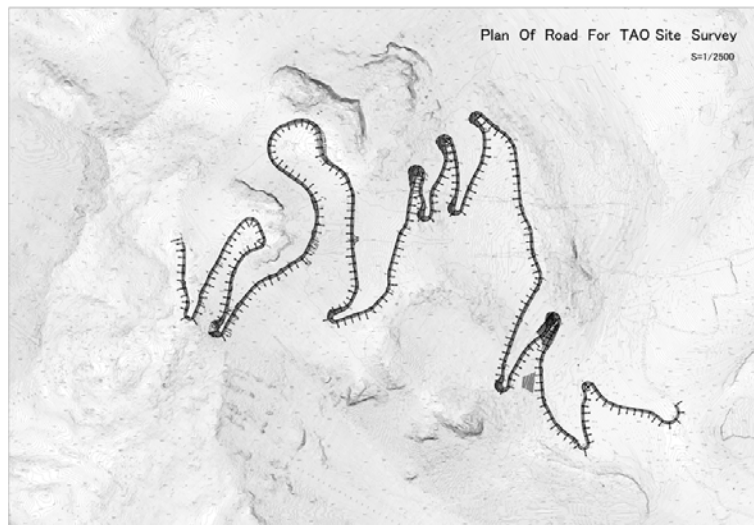


図 5.14: TAO アクセス道路のルートマップ.

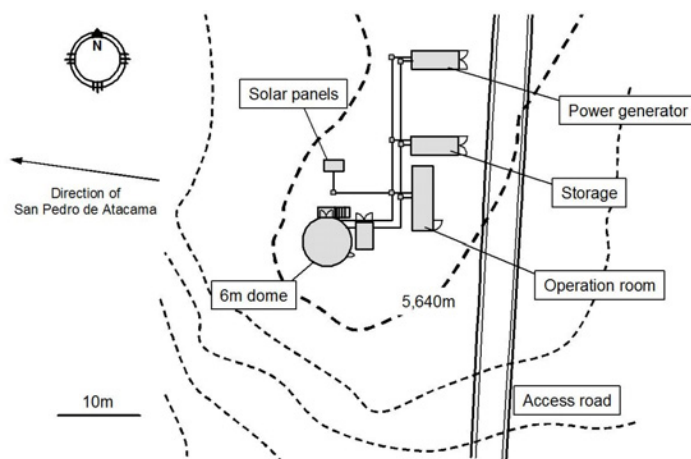


図 5.15: 現在の山頂配置図.

これら施設に加えて、山の最高標高地点は保存し石碑を設置している。この石碑は現地チャナントールの石と日本の石がはめ込まれており、「TATAI, アタカマと日本の友好のために」と記されている。



図 5.16: TATAI 友好の碑の前でセレモニーを行う現地住民と TAO メンバー.



図 5.17: 山頂写真. コンテナは奥から観測コンテナ, 倉庫コンテナ, 発電機コンテナである.

5.3.3.2 6.5m 望遠鏡の建設地

6.5m 望遠鏡は現在の miniTAO サイトの北側, およそ 40m はなれた地点に設置する計画である. この地点は山頂でも最も西に出っ張った場所にあり, シーイング条件は山頂サイトの中でも最も良いと推定される. 観測制御棟は望遠鏡ドームに隣接して東側に設置する. 山頂レイアウト案を図 5.18 に示す.

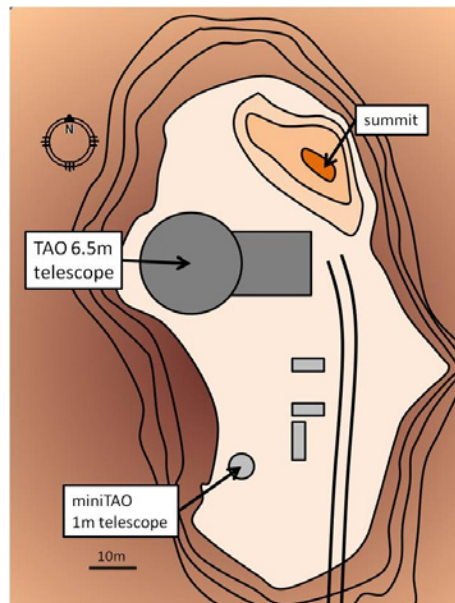


図 5.18: サイト配置案.

5.3.4 山麓観測施設

5.3.4.1 現状

TAO サイトは非常に過酷であり、長時間に渡る作業や観測は不可能である。また 6.5m 望遠鏡のような大型設備を保持運用するには大型のサポート施設が不可欠となる。TAO プロジェクトではサイトに最も近いサンペドロデアタカマ市 (以下 SPA 市) にこの機能をもつ山麓施設を建設予定である。

施設を作るにはまず土地の確保が重要である。TAO プロジェクトでは SPA 市の中心街に徒歩で移動でき、かつ施設が十分建設できるだけの広さを持った土地 (面積 13,000 平米) を 2008 年度に取得し整備を進めてきた。まずは miniTAO 望遠鏡の遠隔制御拠点として観測室を整備した。また 2011 年 2 月には無線ネットワーク用のアンテナを土地内の見通しの良い場所と約 48Km 離れた山頂に設置し、山麓、山頂間のネットワーク通信を実現した。これによって 2011 年度からは miniTAO の観測制御の一部が山麓施設からのリモートで行えるようになった。

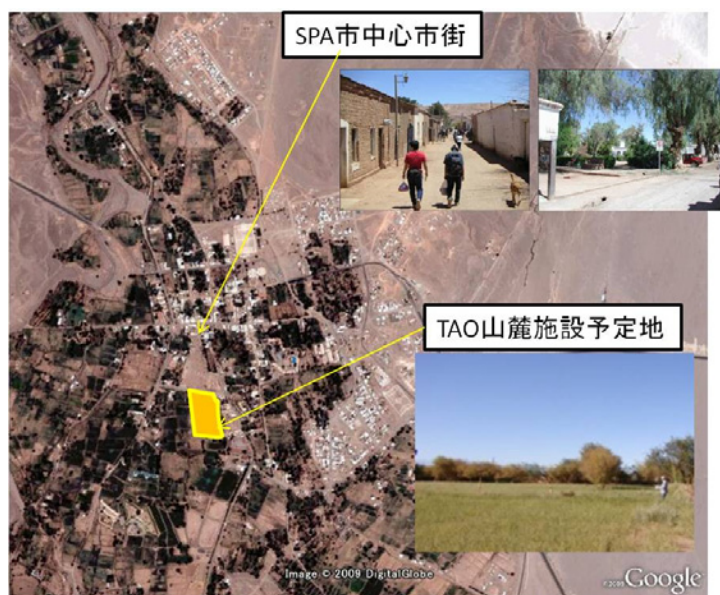


図 5.19: 山麓施設の地図.



図 5.20: 無線ラン用山麓アンテナ.

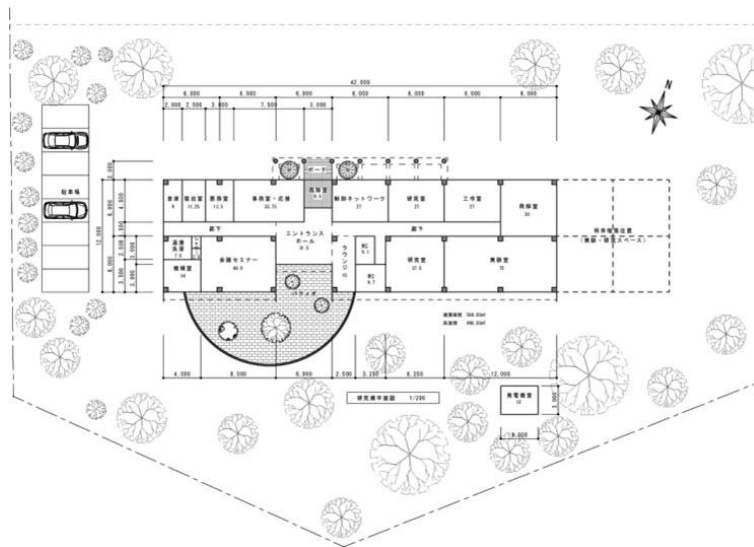


図 5.21: TAO 山麓研究棟案.

5.3.4.2 山麓研究棟計画

TAO6.5m 望遠鏡を建設・運用する際には、この土地に 500 平米程度の建物面積を持った山麓研究棟（仮称）を建設する予定である。この研究棟には

- 大型観測装置を実験調整するための大型実験室
- 精密実験を行うための精密実験室
- ネットワーク機器などを設置する機器室
- 事務一般の為の事務室・研究室
- 生活環境の為のラウンジ・キッチン
- 研究者滞在の為の宿泊室

などを備える。現在の研究棟案を図 5.21 に示す。