



TAO計画に関する大規模数値風況予測に成功 ーより安定した天文観測を可能にするためにー

概 要

九州大学応用力学研究所の内田孝紀准教授は、2015年3月に同研究所で稼動が開始されたNEC製のベクトル型スーパーコンピュータ「SX-ACE」を計算機リソースとして、「RIAM-COMPACT®（リアムコンパクト）」数値風況予測モデルを用いて、TAO計画（※1）（図1）に関する大規模な数値風況シミュレーション（※2）に成功しました。

本研究では、地理情報システム（GIS）でコンピュータ上に忠実に再現されたチャナントール山とその山頂に建設予定の望遠鏡建屋（ドーム）等の3次元形状データに対して、15cmの空間解像度（※3）で数値風況シミュレーションを実施し、望遠鏡ドーム内外に発生している複雑な気流の変化（乱流）を再現することに成功しました。今後は、得られた計算結果を詳細に分析していく予定です。

■背景と内容

地上からの天文観測は大気を通しての観測であるため、気流は観測データの質を左右する重要な要素です。例えば気温と望遠鏡の温度の差により発生する陽炎は星像を悪化させてしまいます。そのため、TAO6.5m望遠鏡は世界最高水準の天文観測性能を有していますが、それを安定的に発揮させるためには、望遠鏡ドーム内外の気流を考慮して構造物の形状を最適化し、観測中には望遠鏡ドーム内の気流を制御することが必要となります。また、悪天候時における建物への積雪・着雪はその後の復旧作業と観測再開を妨げる要因となります。



図1 TAO（東京大学アタカマ天文台）計画（研究代表:東京大学 吉井謙）

上記の問題点・課題点を踏まえ、内田准教授は「RIAM-COMPACT®（リアムコンパクト）」数値風況予測モデルにより、チャナントール山を含む広域スケールの気流解析、および望遠鏡建屋（ドーム）周辺とその内部に発生している複雑乱流場（※4）の再現を目的とした狭域スケールの気流解析の2ケースを実施しました。この気流解析に用いた地形・建物形状の3次元データは、最新の地理情報システム（GIS）の技術を用いて株式会社環境GIS研究所にて構築されました（図2）。

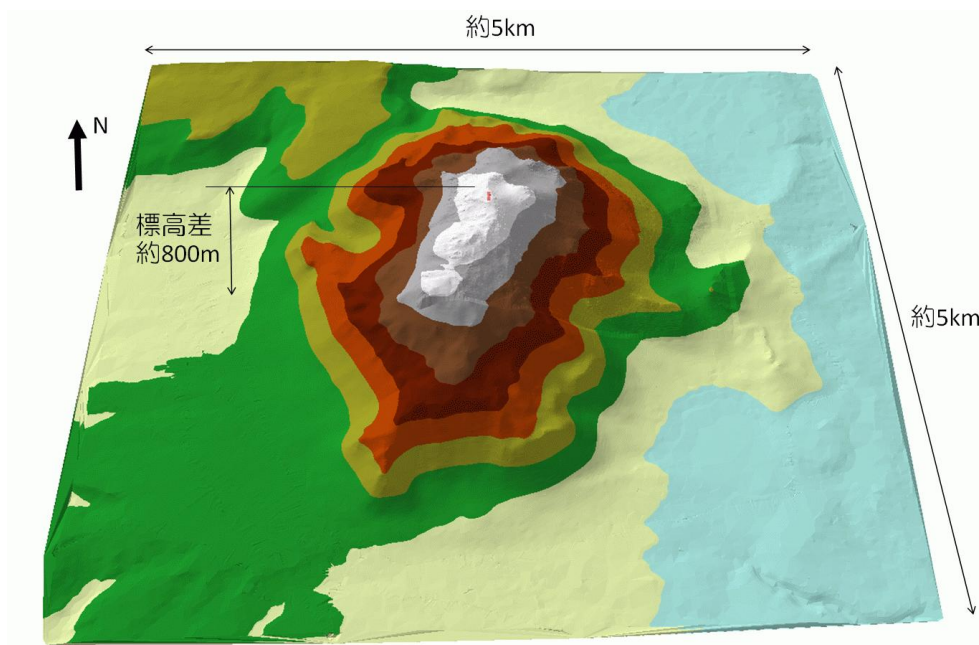


図2 (a) チャナントール山：広域スケール気流解析用GISデータ

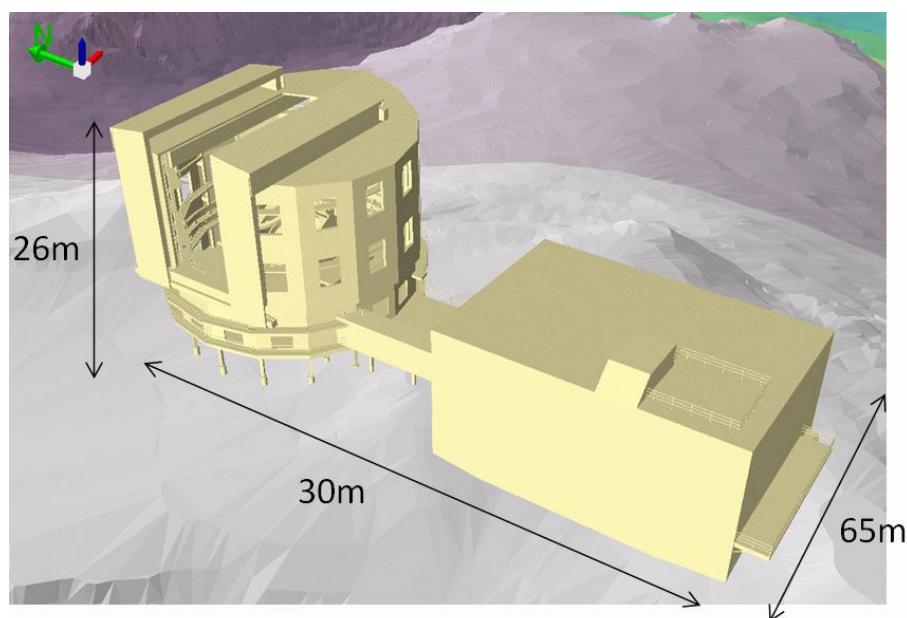


図2 (b) 望遠鏡建屋（ドーム）と観測運用棟：狭域スケール気流解析用GISデータ

本研究の計算機リソースとして、応用力学研究所にて2015年3月から稼動を開始したベクトル型スーパーコンピュータSX-ACEの2ノード（8コア）を用いました（図3）。今回の数値風況シミュレーションに要した計算格子数は約1億点にも及びます。数値風況シミュレーションによって得られた膨大な数値データの見える化を施し、望遠鏡ドーム内外に発生している複雑な気流の変化（乱流）を再現することに成功しました。（図4、図5、図6、図7）。



筐体外形寸法（幅×奥行×高さmm）
750×1,500×2,000



ベクトル型スーパーコンピュータNEC「SX-ACE」16ノード
（最大理論性能4.1TFLOPS）2015年3月から稼働開始

図3 本研究で使用した計算機リソース

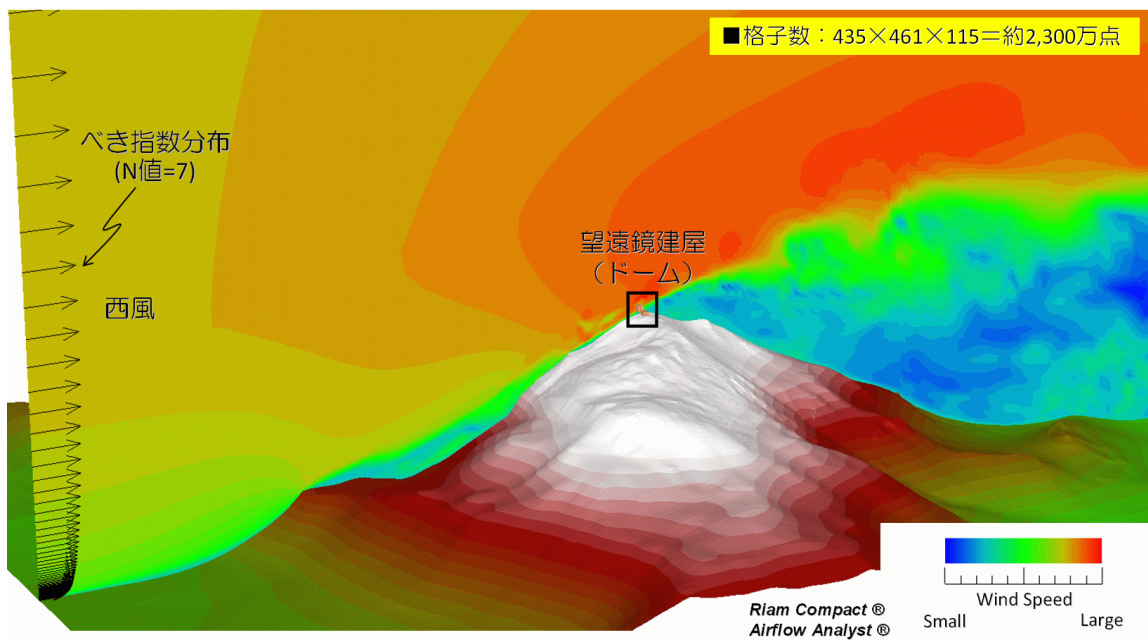


図4 チャンントール山の山頂を通る鉛直断面内の風速分布

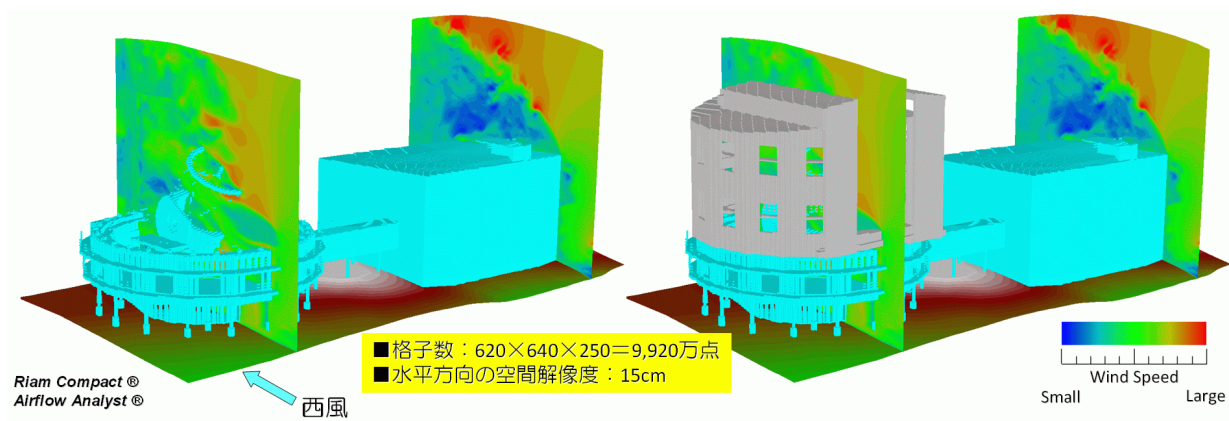


図5 望遠鏡建屋（ドーム）と観測運用棟の鉛直断面内の風速分布

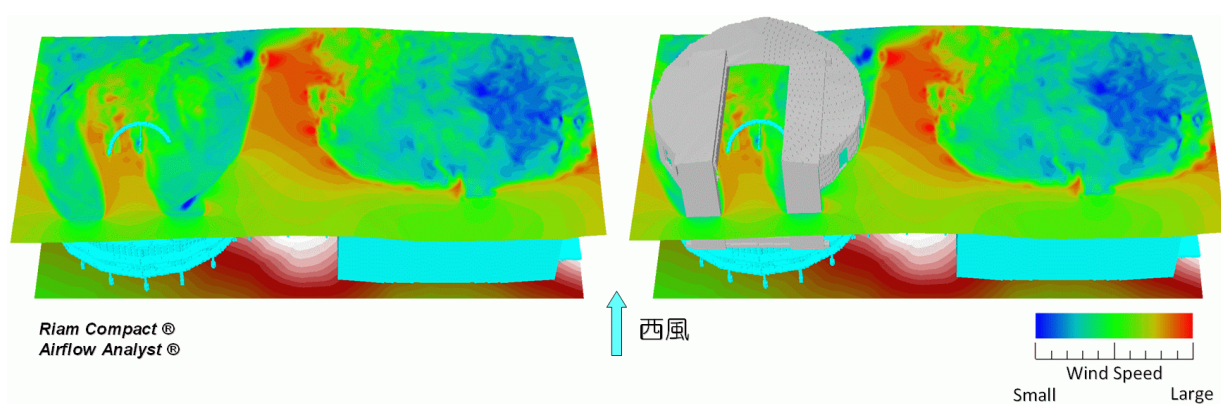


図6 望遠鏡建屋（ドーム）と観測運用棟の水平断面内の風速分布

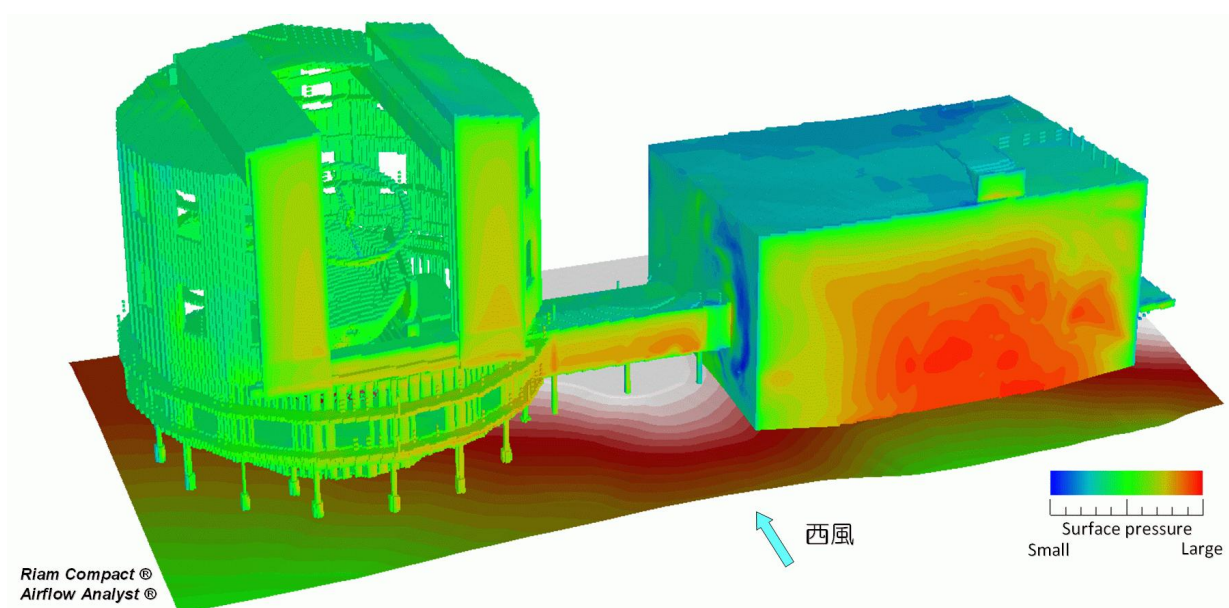


図7 望遠鏡建屋（ドーム）と観測運用棟の表面圧力分布

■今後の展開

今回の研究では、数値データを視覚化することで、大規模地形の影響を考慮した望遠鏡建屋（ドーム）周辺とその内部に発生している複雑な気流の変化（複雑乱流場）の再現に成功しました。

今後は、研究で得られた計算結果を詳細に分析し、ドーム内外の気流性状とドーム内の圧力分布（風荷重分布）の正確な把握を行う予定です。最終的には、ドーム内の気流を体系的に制御する仕組みを確立し、世界最高水準の性能を有するTAO6.5m望遠鏡を用いて、より安定した天文観測を可能にしたいと考えています。

■謝 辞

本研究は、九州大学応用力学研究所、東京大学、国立極地研究所、株式会社環境GIS研究所による「数値風況解析と模型風洞実験による極地設営に関する共同研究：研究代表者 内田 孝紀」により実施されました。ここに記して、感謝の意を表します。

■参 考

※本成果に関連する研究内容については、下記Webサイトにも掲載しています。

応用力学研究所 新エネルギー力学部門 風工学部分野Webサイト

http://www.riam.kyushu-u.ac.jp/windeng/aboutus_detail03.html

TAO（東京大学アタカマ天文台）計画Webサイト

<http://www.ioa.s.u-tokyo.ac.jp/TAO/>

【用語解説】

- (※1) TAO計画…TAO（東京大学アタカマ天文台; The University of Tokyo Atacama Observatory）計画とは、口径6.5mの大型赤外線望遠鏡をチリ共和国北部アタカマ砂漠のチャナン・トール山頂（標高5,640m）に建設し、ダークエネルギー（宇宙の膨張を加速するものになる未知のエネルギー）、銀河・惑星系の起源の謎など天文学の最新トピックスを解明するために集中的に観測を推進することを目指すもので、東京大学大学院理学系研究科天文学教育研究センターが中心となって進めているプロジェクトです。
- (※2) 数値風況シミュレーション…コンピュータを使って風の流れをシミュレーションすること。
- (※3) 空間解像度…数値風況シミュレーションにおける計算空間の刻み幅のこと。
- (※4) 複雑乱流場…風の向きや強さが時間的・空間的に激しく変化する複雑な気流場のこと。

【研究全体に関するお問い合わせ】

九州大学応用力学研究所 准教授 内田 孝紀（うちだ たかのり）

電話：092-583-7776

FAX：092-583-7779

Mail：takanori@riam.kyushu-u.ac.jp

【東京大学のお問い合わせ】

大学院理学系研究科附属 天文学教育研究センター 助教 酒向 重行（さこう しげゆき）

電話：0422-34-5163

FAX：0422-34-5041

Mail：sako@ioa.s.u-tokyo.ac.jp

【株式会社環境 GIS 研究所のお問い合わせ】

代表取締役 荒屋 亮（あらや りょう）

電話：092-847-0105

FAX：092-631-6407

Mail：araya@engisinc.com