

2019年度採択課題(萌芽研究)

火星探査機による 大気観測データの解析 環境整備

研究代表者:

野口克行(奈良女子大学理学部)

研究分担者:

出村裕英、小川佳子

(会津大学コンピュータ理工学部)

イントロダクション:火星

・地球のすぐ外側を公転する惑星

- 1火星年: 約2地球年
 - 直径: 地球の半分強
 - 重力加速度: 地球の3分の1
 - 大気: 地球の100分の1以下
- 地球の中層大気に相当



・火星大気 エアロゾルの特徴

- ダスト(地表から舞い上がった砂埃)
太陽光を吸収して局地的に大気を加熱
 - 水氷雲(微量ながらもH₂Oが存在)
冷却により雲生成
- 火星大気の熱収支に影響を与える

赤外放射を通して局地的に大気を加熱・冷却

火星大気のダスト・水氷雲の観測

米国の火星探査機MRO(Mars Reconnaissance Orbiter)搭載の赤外放射計MCS(Mars Climate Sounder)データに着目

MRO



MCS



MRO: 太陽同期極軌道衛星→観測はLT03(夜)、LT15(昼)

MCS:

- 赤外域バンドパスフィルタ式、リム(大気周縁)観測
- 高度0-80km、鉛直分解能5km(スケールハイトの約半分)
- 気温・ダスト消散係数・雲(H₂O氷)消散係数を測定
- **長期間(MY29~)の観測データが蓄積、統計解析も可能**
- データはNASAのWebサイト(PDS)にて公開

MCS公開データ利用時の(私が遭遇した) 問題点

1. データフォーマットの問題点

- 必ずしも大気科学者が解析しやすい形式ではない
 - 物理量だけではなく、センサ情報や軌道情報など様々な情報が複数のディレクトリに分散されて格納
 - 一つのファイルに大気物理量の高度分布が複数個格納されているため、いったん一つ一つの高度分布を分離した上で処理をしなければならない

2. データサイズの問題点

- テキストデータのため、テキストエディタ等で開けてすぐに中身を見ることはできるものの、プロファイル数が数百万本に達しており、データサイズが大きいため、個々のファイルの移動等が大変煩雑

そこで・・・

- データをいったんバイナリフォーマット (netCDF) に変換して格納することを考案(2017年)
- 解析ツールとして、地球気象学のコミュニティで使用されているデータ解析・可視化ツール (GrADS) で利用可能な自作コマンド群を整備
- さらに、解析しやすいように任意の 4 次元格子点で平均化できるようなルーチンも整備
- データは、奈良女のサーバで2次データとして公開
https://www.e.ics.nara-wu.ac.jp/~nogu/work/mars/database/mro_mcs/index.html

2019年度採択課題では・・・

- PDS公開データのアップデートに伴うバイナリ化の再処理
 - 観測データの解釈を行うため、数値モデル (仏・パリ大グループ) 結果との比較
- に必要な計算機環境の整備を実施した。

解析環境整備後に得られた 科学的成果の例

1. 気温、ダスト、水氷雲の相関の統計的解析
 - 気温場と、ダストや水氷雲の分布に相関が無いか？
 - 従来研究では、
ダストと気温は正相関(ダストによる太陽光吸収・加熱)
水氷雲と気温は負相関(気温降下による雲発生)
ということが事例解析的に示されてきたが、本研究により、
逆の相関が存在することが明らかになった
2. 高高度におけるダスト増大
 - これまでに見つけていたよりも高い高度(10Pa以高)において、ダストの増大が見つかった。
 - 高高度では、大気が薄いためにダスト層が維持されにくいはず→ダスト供給メカニズム(強い上昇流)の存在を示唆

今後の展開(国際共同研究)

- 気温場と、ダスト・水氷雲の相関
 - 観測された相関がなぜ起きているのか？
 - 仏・パリ大のグループによる数値モデルの加熱率や風速場を解析することで、放射と力学による効果を区別し、解釈を試みる
- 高高度におけるダスト増大
 - 現在は事例解析を進めているため、統計的な解析も試みたい
 - MCSデータのPIグループ(NASA・JPL)とデータ誤差検討に関して連携しながら進める

謝辞: 本発表で示した科学的成果には、2016年度より実施中の千葉大学環境リモートセンシング研究センターとの共同利用研究で得られたものが含まれています。