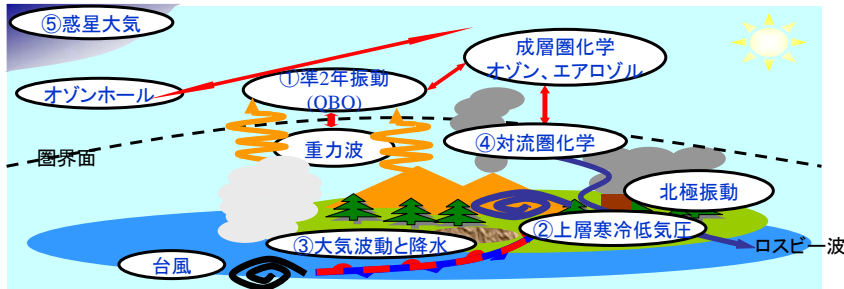


大気力学と物質

物質循環モデリンググループ



気候とは難しいテーマですし、人により気候とは？と問われて、感じ方が異なると思います。我々のグループでは気候の重要な側面として、大気力学と大気中物質に焦点を当てて研究をしています。力学が重要であることは風や気圧などから直感的に分かりますし、物質が重要であることも水蒸気から雲ができることや、オゾンが成層圏を暖めることなどから理解できると考えます。ここでは、現在・過去に行われた5つの研究を紹介します。



②上層寒冷低気圧と熱帯の対流活動

中緯度の上空では強い西風(偏西風)が南北に蛇行しながら吹いています。上層寒冷低気圧(Upper Cold Low; UCL)は、偏西風の蛇行が深まりその南側の先端が切離して形成される低気圧で、対流圏上部に寒気を伴っており、上層ほど明瞭に見られます。夏季の西部北太平洋では1週間に1個程度の割合で発生します。

UCLが低緯度にやってくると、UCLの南東側で対流活動が活発になることが知られています。我々のグループでは、UCLと熱帯の対流活動の相互作用について研究を進めています。図2はUCLと対流活動に関連した現象のシミュレーション結果(2001年9月15日)で、図3は図2に対してUCLの効果を取り除いた実験結果です。UCLがある場合(図2)には、ない場合(図3)に比べて、UCLの南東側で対流活動が活発で下層の低気圧性循環が強化されている様子がわかります。夏季に北太平洋で発生する台風は多くの場合に近傍でUCLが存在していることが知られており、上記のようなUCLと対流活動が関連した構造は台風形成においても重要な役割を果たすのではないかと考えています。

図2 UCLあり

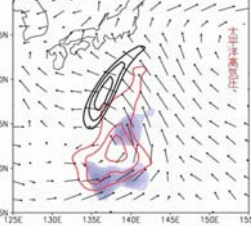
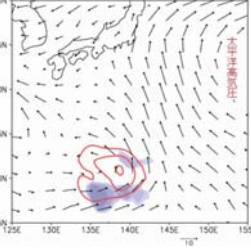


図3 UCLなし



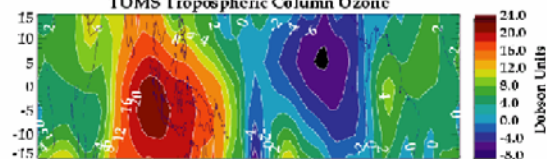
黒線: 上層の渦[350K面渦位]
赤線: 下層の渦[850hPa面渦度]
青色: 対流活動活発域[OLR]
矢印: 下層の風[850hPa面水平風]

④対流圏化学と酸性雨・エルニーニョ

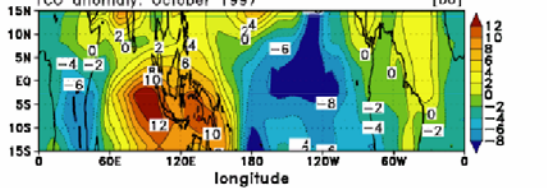
我々のグループでは気候・大気環境両面で重要なオゾンを中心とした対流圏の光化学をシミュレートできる全球化学気候モデルを開発しています。図6は対流圏オゾンと一酸化炭素およびPAN(パーオキシアセリルナイトレート RCO_3NO_2)と呼ばれる物質のシミュレーション結果の一例です。これらの気体はいずれも重要な汚染物質であり図6は大気中の汚染の様子を示しています。東アジア域から太平洋を挟んで北米にかけて長距離かつ大規模にオゾンやPANが輸送されている様子が見られます。ヨーロッパ(EU)から日本付近にかけては高濃度の一酸化炭素が輸送されて来ている様子が見られます。オーストラリア付近に目を移すと、インドネシアの森林火災で放出された一酸化炭素やアフリカの森林火災で放出された長距離輸送された一酸化炭素の分布が見られます。

エルニーニョ現象の際には熱帯域の対流圏オゾンが著しく変動することが観測されています。図7はこの全球化学モデルを用いて1997年に起きたエルニーニョ現象による対流圏オゾン変動を再現したものです。モデルは観測に見られるような大規模なオゾン量の増加/減少を良くとらえています。このシミュレーションではエルニーニョ時の水蒸気、鉛直流、対流パターンの強い変動が光化学過程を介して図7のような特徴的なオゾン変動を作りだしていることがわかりました。(モデルではインドネシア域のオゾン増大が観測よりも小さく出ていますが、この差(~ 10 DU)は今回のシミュレーションでは考慮していない1997年のインドネシア森林火災の影響を反映していると考えられます)

図7 衛星観測(1997年10月)



モデル計算(1997年10月)



⑤惑星大気

火星の大気力学を考える上で大気中に浮遊するダストの存在は重要です。ダストが太陽光を吸収することで大気を加熱し火星大気の大循環に大きく影響することが考えられます。またダストストームと呼ばれる惑星規模の砂嵐の存在も確認されています。

図8は火星大気大循環モデルも用いてシミュレートしたダストストーム発生時の緯度-高度の大気温度プロファイル、図9は同モデルで再現された季節(1年間を360°)として緯度のダストの光学的厚さの分布です。我々の火星大気大循環モデルには地表面からのダストの巻き上げ過程を考慮しており、このモデルを用いたダストストームの再現および発生機構の理解に取り組んでいます。

図8 Temperature [K] $L_s=279$

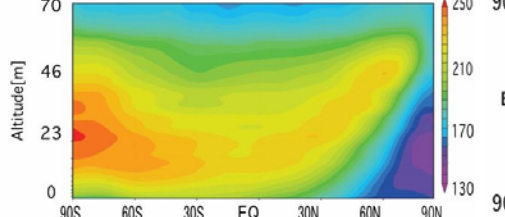
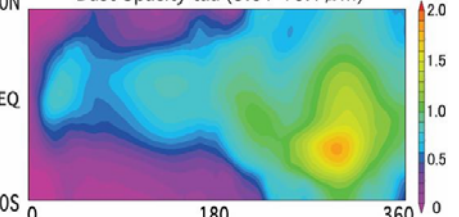
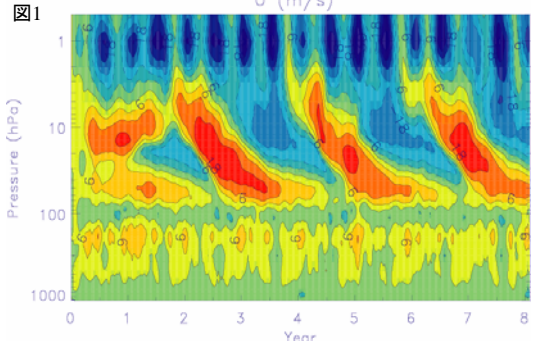


図9 Dust Opacity tau (9.01-10.1 μm)



①成層圏における年々変動

図1は気候モデルを用いて、赤道域下部成層圏に存在する準2年周期振動(QBO)を再現した結果を示しています。定量的にも観測と同様な結果が得られています。この準2年振動(QBO)は大気動的な非線形相互作用によって作られています。QBOに代表されるように、成層圏でも年々変動が起こっており対流圏と関わっています。



③大気波動と砂漠

モンゴルや中国北東部では、近年砂漠化が進行しています。図4は衛星で観測された平均的な植生指数の分布で、モンゴル南部から南西方向に植生の非常に少ない領域が広がっているのがわかります。この図に△で示した観測点では1999年から2002年夏季において少雨高温の年が続き、この間モンゴルでは家畜の大量死などの大きな被害が出ると共に、土壤も深刻なダメージを受けました。図5はその時の300hPaにおける気圧偏差で、モンゴル上空が広く高気圧に覆われていて、同時に西ベリヤを中心に低気圧、東ヨーロッパで高気圧も明瞭に見られます。このことはユーラシア大陸北部に定常波が伝播したこと(矢印)を示唆しており、この定常波が1999年から2002年夏季の異常気象を引き起こしたことが考えられます。

図4 NDVI ave. AVHRR(GIMMS), Ann 82-02

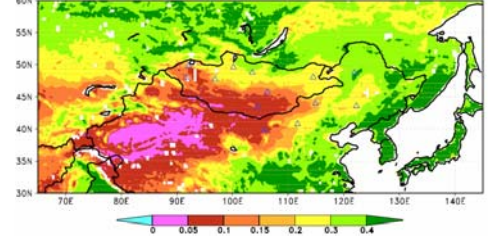


図5 Z anom. WAF NCEP, 300hPa JUN-AUG y99-02

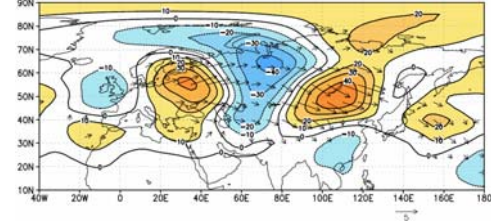


図6

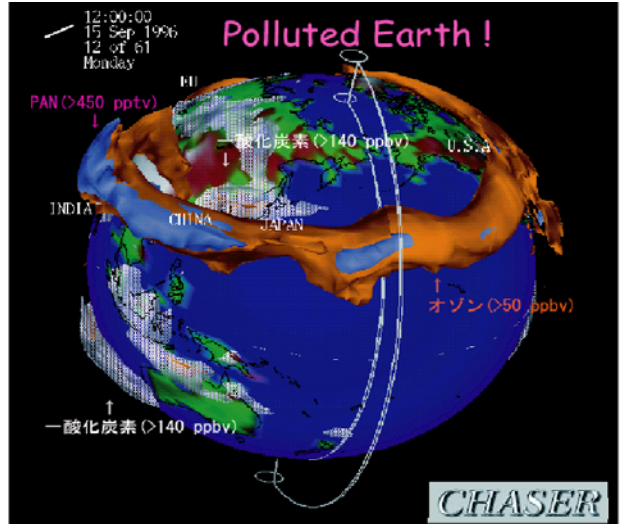


図8 Temperature [K] $L_s=279$

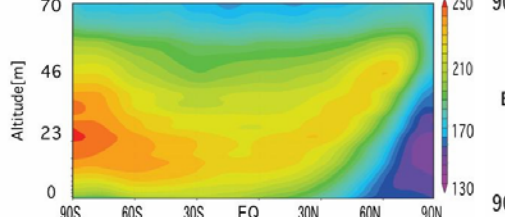


図9 Dust Opacity tau (9.01-10.1 μm)

