Ａ－０７１　成層圏プロセスの長期変化の検出とオゾン層変動予測の不確実性評価に関する研究
(H19～H21)

＜研究課題代表者＞
独立行政法人　国立環境研究所　大気圏環境研究領域　領域長　今村　隆史

＜研究参画者の所属機関＞
国立環境研究所、北海道大学、宮城教育大学、東京大学

＜研究の概要（背景、目的、内容）＞
オゾン層保護対策（フロンなどの規制）の効果は、オゾン層が存在する成層圏においても、1990年代後半から塩素濃度の減少という形で現れてきた。しかしオゾンホールは、年々変動が大きいものの、2000年以降もその最大面積ならびにオゾン欠損量はほぼ横ばいの状況にあり、オゾンホールが縮小傾向に向かい始めたことを明瞭に示せる状況にはない。臭素系を含めた新たな化学気候モデルを用いたオゾン層の長期変化予測実験では、オゾンホールの消失時期が当初の予想に比べ遅れる傾向にあるという結果が得られているが、その遅れが如何なる理由によるのかは明らかでない。そこで今後のオゾン層保護対策立案に向け、オゾン層変動予測の不確実性を評価し、オゾン層の長期変化に対するフロン・ハロン類の寄与やCO_2の寄与を評価するとともに、成層圏での水蒸気量変化や成層圏大気の循環の変化などの新たなオゾン層変動要因の実態を明らかにする。

＜研究終了時の達成目標＞
・脱水過程が有効に働いている領域を明らかにする。
・成層圏への水蒸気の流入口近傍での水蒸気量の長期的な変化の有無を明らかにする。
・成層圏空気塊の年代の決定と空気塊年代の長期的な変化の有無を明らかにする。
・オゾン層変動将来予測モデル（成層圏化学気候モデル）による過去のオゾン層変動の再現精度を定量的に評価する。
・オゾンホールの規模の将来変化予測結果を、フロン、ハロン、CO_2の変化量との関係をもとに解析する。
・次期オゾン科学アセスメントに向けて、化学気候モデルの放射コードなどの改良を進め、オゾン層プロセスの再現精度を向上させる。
・太陽活動の変化とオゾンホール変動の関係性の有無を明らかにする。

＜平成19年度実績（60,840千円）＞
・北半球冬季の時期に熱帯太平洋域の複数の地点で水蒸気・オゾンゾンデ、気象ゾンデ観測を実施した。
・熱帯太平洋域の観測地点毎での水蒸気を含む大気組成の特徴を分類した。
・日本上空の大気球サンプリング観測を実施し、CO_2とSF6の両濃度の高精度分析を行い、滞留年代を決定した。
・CO_2およびSF6濃度から決定される滞留年代の違いを定量化し、年代推定手法の問題点を明らかにした。
・化学気候モデル（CCM）によって計算された過去の成層圏のオゾンや塩素の濃度や分布を観測値と比較して、その再現精度を確かめた。
・CCMを利用して、太陽放射の強度が強いときと弱いときの状況で数値実験を行い、その偏差から太陽活動の変化がどの領域のオゾン分布や気温に影響を与えたかについて、定量的に示した。

＜平成20年度実績（57,798千円）＞
・熱帯太平洋域の複数地点における水蒸気ゾンデ観測を実施した。
・流跡線解析を併用して同一空気塊の観測ペア（MATCHペア）を抽出し、脱水領域付近の水蒸気の変化を解析した。
・大気球サンプリング観測から見出された成層圏大気における重力分離の存在が平均年代決定に与える影響を評価した。
・過去の成層圏大気の保存試料を再解析し、過去の成層圏における滞留年代の推定を行った。
・化学気候モデルを用いた実験ならびに客観解析データの解析から、これまでのオゾンホール崩壊（南極極渦崩壊）時期の長期変化の比較と変化要因の推定を行った。
・化学気候モデルを用いて、今後オゾンホール規模が縮小する場合の下層大気に与える影響を評価した。
・化学気候モデル実験や大循環モデル実験の結果を利用し、太陽活動の変化によるオゾン偏差分布の変化を解析した。

＜平成21年度計画（57,598千円）＞
・熱帯太平洋域での水蒸気観測データの解析結果を総合し、成層圏水蒸気量の長期変化を明らかにする。
・MATCH解析を進め、熱帯対流圏界面層での脱水機構の解明を進める。
・大気球サンプリング観測を継続し、成層圏大気の平均年代の長期変化を明らかにする。
・成層圏数値モデルを用いたコントロール実験結果の解析から、オゾン層の長期変化要因の寄与を明らかにする。
・化学気候モデルの放射コードなどの改良し、CCMValシナリオに基づいた成層圏オゾンの長期変化の数値実験を実施する。
・太陽活動や火山活動と成層圏のオゾン分布の変化ならびに成層圏気象場の変化との関係性を調べる。

＜国外の協力・連携機関、研究計画名＞
・SPARC（成層圏プロセスと気候変動に対する役割。国際気候研究プログラムの一つの活動）の活動の一つであるCCMVal（化学気候モデル検証プロジェクト）と連携
・NOAA（アメリカ海洋大気局）およびコロラド大学（アメリカ）との水蒸気の共同観測

研究参画者一覧（平成21年度）

研究課題名	A－071	成層圏プロセスの長期変化の検出とオゾン層変動予測の不確実性評価に関する研究

＜研究体制・組織＞

研究代表者
今村　隆史　　独立行政法人国立環境研究所　大気圏環境研究領域長（51才）

(1) 熱帯対流圏界面領域における水蒸気変動に関する研究
○　藤原　正智　　北海道大学大学院地球環境科学研究院　准教授
　　長谷部文雄　　北海道大学大学院地球環境科学研究院　教授
　　山崎　孝治　　北海道大学大学院地球環境科学研究院　教授

(2) 成層圏大気の滞留年代の決定に関する研究
○　菅原　　敏　　宮城教育大学教育学部　准教授

(3) オゾン層変動の再現性と将来予測精度評価に関する研究
◎　今村　隆史　　国立環境研究所　大気圏環境研究領域長
　　秋吉　英治　　国立環境研究所　大気物理研究室　主任研究員
　　杉田　考史　　国立環境研究所　大気物理研究室　主任研究員

(4) 太陽放射と極振動によるオゾン分布の変動解析に関する研究
○　高橋　正明　　東京大学気候システム研究センター　教授

A－071　成層圏プロセスの長期変化の検出とオゾン層変動予測の不確実性評価に関する研究

(1)熱帯対流圏界面領域における水蒸気変動に関する研究

- 熱帯域(対流圏→成層圏物質流入域)での水蒸気観測
- 空気の流れに沿った複数地点での観測

↓

- 脱水領域の特定と脱水量の定量化
- 脱水メカニズムの解明

(2)成層圏大気の滞留年代の決定に関する研究

- 大気球による成層圏空気のサンプリングと分析
- 過去の保存大気資料の分析

↓

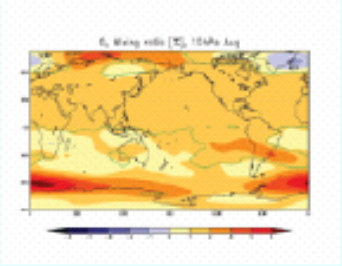
- 滞留年代の評価と長期変化の有無
- 滞留年代の高度・緯度依存性の決定

(4)太陽放射と極振動によるオゾン分布の変動解析に関する研究

- 太陽活動変化の影響の数値実験

↓

- オゾン場、気象場への影響
- 極域オゾン破壊と極振動の長期変化の関連

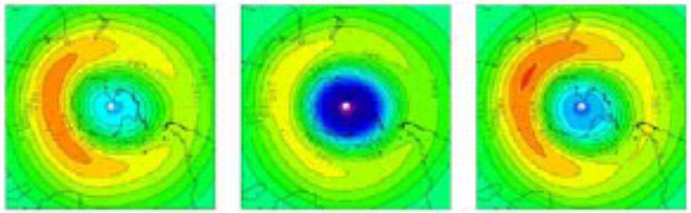


太陽活動とオゾン場
(太陽最大－最小)

モデルの検証・改良　⇔　現象の解釈

(3)オゾン層変動の再現性と将来予測精度の評価に関する研究

オゾンホール変化の数値実験



(1978－1982)　(1998－2002)　(2038－2042)

- 過去のオゾン層変動再現実験

↓

- オゾンや塩素濃度分布の再現性
- 平均滞留年代の再現性

- 将来変動予測実験

↓

- オゾンホールの変化と塩素量の相関
- 滞留年代の将来変動
- 将来変化の感度実験と要因分析

オゾン層の長期変化の理解

気候変動との関連

「オゾン科学アセスメント」など科学的知見の集積への貢献

ハロン等の規制・管理強化の有効性提示など環境政策への貢献