

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※ 甲 第 号
------	---------

氏 名 飯野 孝浩

論 文 題 目

Observational Study on the Origin of Stratospheric CO of Neptune

(海王星成層圏における一酸化炭素分子の起源に関する観測的研究)

論文審査担当者

主 査	名古屋大学太陽地球環境研究所	教 授	理学博士	水野 亮
委 員	名古屋大学太陽地球環境研究所	教 授	理学博士	松見 豊
委 員	茨城大学理学部	教 授	博士(理学)	百瀬 宗武
委 員	名古屋大学太陽地球環境研究所	准教授	博士(理学)	長濱 智生
委 員	名古屋大学大学院環境学研究科	准教授	博士(理学)	平原 靖大

論文審査の結果の要旨

太陽系内惑星の大気組成は惑星形成時の環境や今日に至るまでの進化の歴史を反映しており、その起源を明らかにすることは惑星個々の進化史のみならず太陽系の形成を理解する上でも重要な意味を持つ。国内外の探査機により火星、金星等の近傍の惑星の大気に関しては多くの知見が得られている。一方、木星以遠のガス惑星の大気は、電波および赤外線望遠鏡を用いた分光観測によりデータが整備されつつあるもののまだ十分な理解には至っていない。

海王星成層圏の大気組成は、他のガス惑星に比して 30-1000 倍ほど豊富な一酸化炭素(CO)分子の存在によって特徴づけられ、さらに成層圏上部の CO 混合比が成層圏下部および対流圏に比べて 2-4 倍程度高いことが近年明らかになってきた。高高度ほど高い CO 混合比は、CO 分子が何らかの外部供給源を持つことを示唆している。1994 年の木星へのシューメーカー・レヴィー第 9 彗星の衝突では、衝突後に大量の CO 分子が木星上部成層圏に供給されたことが観測されており、海王星においても大規模な彗星衝突が CO 分子の供給源ではないかというシナリオが提唱されている。木星の彗星衝突では CO 以外にも硫黄及び窒素化合物の増加が成層圏上部で観測されており、申請者はこの点に着目し海王星に対する硫化物の系統的な探査を発想した。

申請者は、硫化物の線スペクトルが多数存在するサブミリ波帯の観測装置である国立天文台 ASTE 望遠鏡を用い、2010 年に木星成層圏で観測された主要な硫化物分子である CS 分子と過去の海王星観測で既に検出されている CO と HCN 分子、さらに 2013 年には H₂S、H₂CS、C₃S、OCS、SO、SO₂ 分子を観測し、化学反応ネットワークからガス惑星大気内に存在する可能性が考えられる硫化物のうち S₂ および CS₂ を除く硫化物に対する系統的な探査を行った。観測したすべての硫化物分子に対し、木星の衝突事例から想定した検出限界を有意に越える輝線は検出されなかったが、CO と HCN は高い S/N のスペクトルの取得に成功した。硫化物に関しては、まず各分子の混合比と温度の鉛直分布を与えてモデルスペクトルを生成する輻射輸送コードの開発を行い、取得したデータのノイズレベルから同コードを用いて各硫化物分子の上限値を導出した。その結果、硫化物分子の混合比の上限は 0.06-6.7 ppb と見積もられ、CO との比で 0.3%以下と太陽系内の小天体の典型的な値よりも一桁程度低くなっていることを観測的に示した。特に木星成層圏では彗星衝突後 20 年近くにわたり検出されている CS およびその前駆体と考えられる H₂CS の混合比が、海王星においては対 CO 比で 0.01%以下と他の硫化物分子に比してさらに低くなっていることを明らかにした。CS 等の硫化物が低い原因としては、大気の下方向拡散あるいは大気循環に伴う上下輸送により、対流圏界面において硫化物が凝結し気相から高い効率で除去された可能性が考えられる。

本研究は、木星における彗星衝突事例とのアナロジーから硫化物分子の観測を通して海王星の CO 過多大気の起源に迫ろうとしたものである。その結果、海王星大気が成層圏上部で CO 分子が卓越する点で彗星衝突後の木星と類似する反面、硫化物は気相において大きく欠乏しており、木星の彗星衝突事例とは大きく異なっていることを明らかにした。外部起源シナリオの傍証を得るには至らなかったが、海王星大気における S/O 比の上限値を与え、海王星大気の起源を解明する上で新たな観測的制約を与えた重要な成果である。以上の理由により、申請者は博士(理学)の学位を授与される十分な資格があるものと認められる。