

第Ⅶ期南極観測重点プロジェクト研究の概要：
極域における宙空－大気－海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究

佐藤夏雄¹、第Ⅶ期重点プロジェクト研究チーム¹

¹ 国立極地研究所

JARE48-51 Juten project for interdisciplinary study on Earth's system through coupling processes between polar upper atmosphere, lower atmosphere and ocean English title

Natsuo Sato¹ and JARE48-51 Juten project team¹

¹ *National Institute of Polar Research*

Interdisciplinary study on Earth's environmental system through the approach of coupling processes between polar upper atmosphere, lower atmosphere and ocean has been pointed as a main scientific project of Japanese Antarctic Research Expedition (JARE 48-51) during 2006-2009.

極域地球システムは、太陽活動の支配下で、大気、氷床、地殻、海洋、さらに、そこに生存する生物も含めた複合系を構成しており、そこではお互いに相互作用を及ぼしあう複雑なシステムとなっている。これまでの日本南極地域観測においては、システムを構成する個々の領域・分野での研究が行われ成果を挙げてきた。しかしながら、地球環境システムは学問分野を越えた様々な現象や要因が複雑に関与しており、既存の個々の研究分野の研究を実施するだけでは地球環境を理解・解明することは出来ない。そのため、日本南極地域観測第Ⅶ期計画（平成18年～21年度：JARE 48-51）の重点プロジェクト研究観測として、「極域における宙空－大気－海洋の相互作用からとらえる地球環境システムの研究」が開始された。この重点プロジェクト研究観測は、研究分野を横断した緊密な連携により、地球全体を一つのシステムとして捉え、極域宙空圏（磁気圏・電離圏・熱圏・中間圏を含む）、大気圏（成層圏・対流圏を含む）、海洋圏（生物圏を含む）などの異なった自然環境・領域間の相互結合と変動に注目して研究観測を推進する計画である。特に、異なる領域間のエネルギー輸送、大気運動の上下結合、物質循環・交換、などに注目する。

研究分野を横断した融合型観測計画を明確な目的とする研究観測は第Ⅶ期計画が初めての試みである。そのため、第Ⅶ期は、本格的な融合型重点研究観測が実施される第Ⅷ期（課題名「南極域から探る地球温暖化」）への橋渡し時期と位置づけ、以下の2サブテーマを設定し、研究分野横断型・融合型観測計画の第一歩とする。サブテーマ（1）「極域の宙空圏－大気圏結合研究」、及び、サブテーマ（2）「極域の大気圏－海洋圏結合研究」。

サブテーマ（1）：「極域の宙空圏－大気圏結合研究」

極域電離圏・熱圏には、太陽からのエネルギーばかりでなく、下層の対流圏・成層圏・中間圏からのエネルギーや運動量が流入し、極域超高層大気のエネギーバランスや運動、全地球規模の大気大循環に大きな影響を及ぼしていると考えられている。本サブテーマでは、超高層大気の寒冷化現象やオーロラ活動エネルギーの下層大気への影響などを宙空圏-大気圏上下間結合や地球規模の大循環の視点で明らかにする。そのためには両極での同時観測が特に重要であり、IPY2007-2008 期間の国際プロジェクト Interhemispheric Conjugacy in Geospace Phenomena and their Heliospheric Driver (ICESTAR/IHY) 計画を推進するものである。この計画に呼応し、オーロラ帯に位置する昭和基地-アイスランド地磁気共役点、さらに高緯度側に位置する両極のカस्प域や極冠域において光学装置やレーダー・磁力計などによるネットワーク観測を行う。また、MF・流星レーダーやライダー観測により、成層圏から中間圏にかけての温度および大気微量成分の観測も同時に実施することにより、極域電磁気圏と中層・超高層大気の結合と変動を包括的に理解する。この領域での研究は国際共同研究計画「太陽地球系の宇宙気候と宇宙天気研究 (CAWSES: 2004-2008年)」にも貢献するものである。

サブテーマ（2）：「極域の大気圏－海洋圏結合研究」

電磁圏と中層・超高層大気の観測にあわせ、その下層に位置する成層圏や対流圏の極域大気現象の研究も進める。特に、地球温暖化に関連する二酸化炭素、メタン、オゾン等の気体やエアロゾル、それらに影響を与える様々な化学物質、さらには環境変動の指標になる微量物質がどのように大気中へ放出され、大気中で輸送・変質し、大気中から除去されるかを明らかにする。また、水循環あるいは気候変動に関する雪氷圏の役割を大気圏との相互作用の観点から明らかにする。この目的のために、オゾンホール現象の大気力学・化学過程の把握や温室効果気体の年々変動の把握のための観測、及び、地球規模での二酸化炭素の放出源、吸収源を含めた循環過程の理解の

ための酸素濃度の観測などを実施する。これらの観測のために、地上での観測とともに気球を用いた観測や地上からのリモートセンシング観測を実施する。また、有人航空機により、南極氷床から海上を結ぶ広域空間でのエアロゾルと温室効果気体の水平分布の観測を行う。これら各種の観測用機器の利用により、地表面から成層圏までの極域大気の立体的な観測が可能となる。これらの観測は、IPY2007-2008 の Ozone Layer and UV Radiation in a Changing Climate Evaluated during IPY と連携して実施される。

また、温室効果を持つ二酸化炭素の大気-海洋間における交換量と交換過程を正しく理解することは、大気中の二酸化炭素濃度変化の将来予測の精度を高めることから、人類が地球温暖化へ取り組む上で最も重要な課題である。しかしながら、日本南極地域観測隊が活動する南大洋インド洋区では観測例が少なく、未だ不確かさが残っているため、この交換量を確かにするため交換過程が劇的に変化する夏期間の集中的な観測を実施する。一方、硫化ジメチル (DMS) の生成は、海洋の生物生産過程と深く関連しており、大気中へ放出されると一連の化学過程を受け、最終的に雲核へ変化するといわれており、雲の生成と関わって太陽放射の地表到達を妨げることから、負の温暖化効果を持つとされている。逆に、太陽放射の地表到達量が減ると、植物プランクトンの光合成量が低下し DMS の生成量が減少し、雲の生成が減ることから、太陽放射の地表到達量が増加する。すなわち、DMS の生成過程は気候変化へ負のフィードバック効果を持っていると考えられている。第Ⅶ期計画においては、氷縁ブルームが起こっている海域での二酸化炭素の大気-海洋間における交換量と交換過程を明らかにするとともに、DMS の海洋での生成過程及び海洋からの放出過程と大気中での変質過程を明らかにする。これらの観測は、「しらせ」以外の海洋観測船をプラットフォームとして実施する。この分野の観測は、IPY2007-2008 へ日本が提案した計画 Studies on Antarctic Ocean and Global Environment (STAGE) の一部であり、国際的には Integrated Analyses of Circumpolar Climate Interactions and Ecosystem Dynamics in the Southern Ocean-International Polar Year (ICED-IPY) と連携して実施される。

以上の南極域での観測実施、及び、国内での解析研究や成果取りまとめを通し、極域特有に起こる電磁気圏現象、中層・超高層大気現象、成層圏・対流圏現象、更に海洋表層・生物現象を定量化することにより、それらの現象の領域間結合や相互作用を明らかにし、地球システムのサブシステムとしての極域現象が地球環境変動に与える影響の解明を目指す。