

案件名	南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業
派遣専門家	水野亮
所属機関	名古屋大学 太陽地球環境研究所・教授
相手国研究機関	レーザー応用技術研究センター (Centro de Investigacionese en Laseres v Aplicaciosnes(CEILAP))

南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業

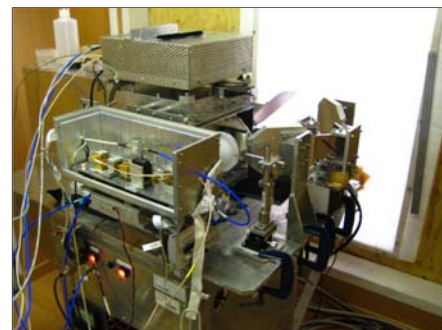
(平成 21 年 12 月 ~ 22 年 1 月)

アルゼンチン共和国のパタゴニア地区南部にはマゼラン海峡を挟んでリオ・ガジェゴス市やウシワイヤ市などの都市が存在している。南極上空の春先に発生するオゾンホールはこれらの都市の上空にも達し、住民にとってオゾンホールは南極の特殊な現象ではなく日常的な問題となっており、同地域は世界中でもっともオゾン層破壊の影響が深刻な地域となっている。また、同地域はオゾンホールの崩壊によりオゾンの減少した空気塊が中緯度帯に輸送・拡散・混合して拡がっていくプロセスを観測的に研究する上で、科学的にも重要でかつユニークな場所に位置し世界的にも注目されている。本事業では、チリ共和国アタカマ高地で稼働中の 2 台の超伝導ミリ波分光放射計のうちの 1 台をリオ・ガジェゴス市にあるアルゼンチンの レーザー応用技術研究センター(CEILAP) の観測施設に移設し、既設の差分吸収ライダー(JICA 支援の「レーザーレーダを用いたオゾン層観測強化プロジェクト」(2005-2007)で整備)と組み合わせてオゾンホールの境界部分の動態と構造を詳細に研究するための観測体制の強化を図ることを目的とする。また、そのために必要な技術移転と人材育成を行う。



リオ・ガジェゴス観測施設内で設置作業風景。

本年度は、リオ・ガジェゴスの観測施設にミリ波分光放射計を設置するためのインフラ整備と現地研究者に対するミリ波観測の概要説明を行った。アルゼンチン側の研究者とともに、現地に 2 台のコンテナハウスから成る観測室を設計・新設し、観測装置に電源を供給するための変電装置の整備等を行った。また、ミリ波分光放射計移設後の技術移転計画および現地運用のための人員体制についても議論した。当初計画では年度内にチリからの観測装置の移設を完了する予定であったが、通関手続きの若干の遅れに加え、2 月末のチリ地震と 3 月のチリ政府の政権交代の影響を受け、移設を延期せざるを得なくなった。2 年度当初に移設を行う予定である。一方、アルゼンチン側の受け入れ体制整備はほぼ計画どおりに順調に進んでいる。



移設予定の超伝導ミリ波分光放射計

案件名	南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業
派遣専門家	水野亮
所属機関	名古屋大学 太陽地球環境研究所・教授
相手国研究機関	レーザー応用技術研究センター (Centro de Investigacionese en Laseres v Aplicaciosnes(CEILAP))

南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業

(平成22年9月 ~ 10月)

南米南端のアルゼンチン・パタゴニア南部地区では南極上空の春先に発生するオゾンホールがしばしば上空に達し、住民にとってオゾンホールは南極の特殊な現象ではなく暮らしに密着した日常的な問題となっている。また、同地域はオゾンホールの端、すなわち境界領域に位置するため、オゾンホールが夏に崩壊しオゾンの減少した空気塊が中緯度帯に拡散・輸送・混合して拡がっていくプロセスを研究する上で、科学的にも重要かつユニークな場所である。本事業では、アルゼンチン共和国最南端部のリオ・ガジェゴス市のレーザー応用技術研究センター(CEILAP)観測施設に、昼夜を問わず連続してオゾンの鉛直分布が測定可能なミリ波分光観測装置を新たに設置し、夜間晴天時のみだがミリ波よりも高い高度分解能のデータが取得可能な差分吸収ライダー(既設、JICA支援の「レーザーレーダを用いたオゾン層観測強化プロジェクト」(2005-2007)で整備)と組み合わせて2つの異なる観測装置による相補的な観測を行う。オゾンホールの動態と構造を研究するための日垂共同観測体制を確立するとともに、地域住民へオゾン・紫外線情報をリアルタイムで公開し必要に応じて注意を促すことを目的として事業を進めている。

今回の派遣では、

- (1) チリ共和国アタカマ高地からのミリ波観測装置の移設とリオ・ガジェゴスCEILAP観測施設への設置調整
- (2) 現地研究者・技術者へのミリ波オゾン観測の講義および実機を用いた専門技術指導を行った。

本事業でリオ・ガジェゴスに設置する装置は、チリ共和国アタカマ高地の名古屋大学観測施設で稼働している2台のミリ波観測装置のうちの1台である。当初計画では平成21年度中にミリ波観測装置の移設を行う予定であったが、チリ共和国の政権交代、そして2月末のチリ大地震の影響を受け、年度内の移設が困難となり、今年度に延期することとなった。チリ大地震の影響は5月には収束したが、チリとアルゼンチンの2国間の輸出入通関処理手続きに予想以上の時間を要し、実際の物資輸送が開始できたのは8月後半に入ってからとなった。これに合わせて、8月31日より9月28日まで約一カ月弱の間、CEILAP本部のあるブエノスアイレスおよび観測施設のあるリオ・ガジェゴスに渡航した。まず、ブエノスアイレスで輸送の状況と今後の共同研究の議論を行った後、リオ・ガジェゴスでミリ波分光観測装置による調査研究を直接行う研究者、大学院生に対して、ミリ波観測装置およびミリ波観測法の原理に関する講義を行った。その後、昨年度3月に準備したコンテナハウスの観測棟内の整備および日本規格の100Vおよび200Vの電力を供給するためのトランスおよび変電施設のつなぎこみを行い、観測装置の受け入れ準備を進めた。チリ共和国アタカマ高地からアンデス越えの約5,500kmの陸上輸送を経て、リオ・ガジェゴスに観測装置が到着したのは9月の半ばであった。9月15日に税関での輸入手続きを済ませ、観測棟にミリ波分光観測装置を搬入した。超伝導受信機を冷却するための極低温冷凍機および液体窒素製造装置を設置し、現地研究者および技術者に各装置の起動方法、停電時の対処法について説明・実習を行った。単なる操作法の説明にならないよう、なるべく各装置の仕組みについても言及するようにし、典型的なトラブルに対する対処法については英文のマニュアルを作成して丁寧に説明した。これまでも何度か概論的な説明はしてきたが、今回のように詳細な原理・メカニズムについてのつっこんだ講義を行ったこと、さらに実機を組みあげながら各部の説明をしたことは、現地の研究者・技術者からも理解が深まったと好評であった。

滞在期間中に冷却受信機系の立ち上げまではほぼ完了したが、その後の電波光学系の調整、分光計のつなぎこみ、システム全体の最終調整は10月3日よりアルゼンチン入りした長濱智生准教授に引き継いだ。

また、現在JICAの科学技術協力プロジェクトで進められているアルゼンチンとチリのパタゴニア南部でのオゾン・紫外線の研究調査に関する国際会議に出席し、今回のミリ波観測装置の概要と共同研究の目的等について報告を行なった。また、同会議において2011年3月にオゾンゾンデ、ライダー、ミリ波を用いた同時観測を行い、測定データの相互比較を行う計画をまとめた。



アタカマ高地より到着したコンテナ(※1)



コンテナからミリ波観測装置を搬出(※2)



滞在期間中に立ち上げが完了した機器(※3)

※1 下のコンテナハウスは昨年度設置したミリ波観測棟

※2 搬出の手伝いをしてくれている研究者のJacobco氏(左)と技術者のRaul氏(右)

※3 左手前が液体窒素発生装置。中央が極低温冷凍機により心臓部が絶対温度4Kまで冷却された超伝導受信機部、右側は超伝導受信機の制御機器および発振器群。

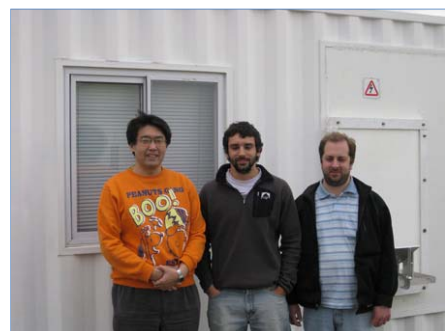
案件名	南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業
派遣専門家	長濱智生
所属機関	名古屋大学 太陽地球環境研究所・准教授
相手国研究機関	レーザー応用技術研究センター (Centro de Investigacionese en Laseres v Aplicaciosnes(CEILAP))

南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業

(平成 22 年 10 月)

南米パタゴニア地区南部には人口 5 万人以上の都市が点在している。アルゼンチン共和国においてもサンタ・クルス州の州都リオ・ガジェゴス市などが同地域に存在し、多くの住民が生活している。南極域上空の初春から初夏にかけて発生する南極オゾンホールは、これらの都市の上空にもしばしば到来し、住民に紫外線量増大による健康被害の脅威をもたらしている。またこの地域は、初夏から夏にかけて南極オゾンホールが崩壊・消滅していく過程において、オゾン破壊された空気塊が中緯度帯にまで輸送され、拡散・混合していくプロセスを連続して観測できることから、科学的にも重要かつユニークな場所である。本事業は、チリ共和国アタカマ高地で稼働していた超伝導ミリ波分光放射計を、リオ・ガジェゴス市のレーザー応用技術研究センター(CEILAP)観測施設に移設し、CEILAP が所有するオゾン差分吸収ライダーとの共同観測により、南極オゾンホールの境界領域での動態と構造を研究するための観測体制を強化し、また必要な技術移転と人材育成を行うことが目的である。

昨年度、リオ・ガジェゴス観測施設のインフラ整備を進めたのに引き続いて、本年度はチリにある観測装置の移設を進めた。9 月にリオ・ガジェゴスの現地まで分解されて輸送された超伝導ミリ波分光放射計を、準備したコンテナハウス内で再組み立てして無事に設置した。その後、受信器用冷凍機を動作させてミリ波受信器が絶対温度 4K まで正しく冷却され、ミリ波帯電波が受信できることを確認した。現地では大気中の水蒸気量がチリ・アタカマ高地よりも多く、ミリ波電波の吸収量が大きいので、アタカマ高地と同じ観測周波数では観測に適さない。そのため、現地でのオゾン観測に最適となるスペクトルの周波数調査をまず行った。はじめに、本装置で観測可能な 195～210GHz までの周波数範囲で 1GHz ごとに大気の透過率を求め、次にこの範囲にあるオゾンスペクトルを測定してその強度と S/N を調べた。その結果、現地においては 208.6GHz のオゾンスペクトルを観測に用いるのがよいことがわかった。10 月末より試験観測を開始し、装置の安定性、取得されるオゾンデータの質及び観測精度の検証を行っている。また、アルゼンチン側の研究者に対してミリ波観測装置に関する技術移転及び現地運用のための観測装置の動作原理とオペレーションに関する詳細説明を行った。今後、技術情報や運用に関する情報を文書化して技術移転をさらに進めていく予定である。



ミリ波観測用コンテナとアルゼンチン側研究者



移設された超伝導ミリ波分光放射計。

案件名	南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業
派遣専門家	杉本伸夫
所属機関	独立行政法人 国立環境研究所 大気圏環境研究領域・室長
相手国研究機関	レーザー応用技術研究センター (Centro de Investigaciones en Laseres v Aplicaciones(CEILAP))

南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業

(平成 22 年 11 月)

本案件は、南米地域における成層圏オゾンの連続観測体制を確立するとともに、地球温暖化や地域環境に影響するパタゴニアダストや森林火災エアロゾルなどの対流圏エアロゾルの観測体制確立のための基盤を整備することを目標とする。オゾン層観測については、JICA プロジェクト「オゾン層観測強化プロジェクト」(2005-2007)において、アルゼンチン南部のリオ・ガジェゴスにオゾンライダーが設置され観測が継続的に行われてきた。また本案件で、ミリ波オゾン分光計がリオ・ガジェゴスに設置され、成層圏オゾンの昼夜の観測体制が確立されている(名大、水野教授)。一方、対流圏エアロゾルについては、地球温暖化や地域環境において重要であるにもかかわらず、南米においては観測体制が整備されていない。東アジア地域では、国立環境研を中心に、日、中、韓、モンゴルなどの合計約 20 地点から構成される自動観測ライダー観測網が構築されている。また、WMO の GAW では、東アジアや欧州などの既存のライダー観測網を連携したグローバルなネットワーク GAW Aerosol Lidar Observation Network (GALION)が構築されている。本案件は、東アジアのライダー観測網で蓄積した技術を移転して南米地域のエアロゾル観測網を確立することをねらいとする。



観測サイトのオゾンライダーコンテナ

現在、アルゼンチン側研究機関である CEILAP では、エアロゾル観測用ライダーの開発が行われている。今回の派遣では、まず、ブエノスアイレスにある CEILAP を訪問し、開発中のライダーの進捗状況を視察するとともに、ライダー技術の詳細や観測網構築のための考え方について助言を行った。また、森林火災や野焼きなどのバイオマス燃焼エアロゾル、火山性エアロゾル、鉱物性ダストなどのエアロゾルを捉えるための最適なネットワーク観測サイトについて、衛星データやエアロゾル輸送モデルの結果に基づいて意見交換を行った。具体的には、パタゴニアダストについて、まずリオ・ガジェゴス観測サイトにおいて昼夜連続自動観測を実現すべきことなどの提言を行った。その後、リオ・ガジェゴスの観測サイトを訪問し、オゾンライダー、紫外放射計、サンフォトメータ、ミリ波オゾン分光計などによる観測状況を視察した。また、エアロゾルライダーを設置する場合の技術的な検討を行った。



オゾンライダーコンテナの内部

案件名	南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業
派遣専門家	長濱智生
所属機関	名古屋大学 太陽地球環境研究所・准教授
相手国研究機関	レーザー応用技術研究センター (Centro de Investigaciones en Laseres y Aplicaciones(CEILAP))

南米アルゼンチン南端リオ・ガジェゴスにおける大気質観測拠点整備事業

(平成 22 年 12 月、23 年 3 月)

アルゼンチン共和国パタゴニア南部地区の都市では、南極上空の春先に発生するオゾンホールが上空にも達し、オゾン層破壊の影響を強く受ける。またこの一帯は、初夏にオゾンホールが崩壊・消滅する過程において、オゾン減少した空気塊が中緯度帯に輸送・拡散・混合して拡がるプロセスが観測できる科学的に重要な場所でもある。本事業はチリ共和国アタカマ高地で稼働している超伝導ミリ波分光放射計のうち 1 台をパタゴニア南部のリオ・ガジェゴス市にあるアルゼンチンレーザー応用技術研究センター(CEILAP)の観測施設に移設し、既設のオゾンライダーと連携してオゾンホール境界部分の動態と構造の詳細を研究するための観測体制の強化を図り、またそのために必要な技術移転と人材育成を行うことを目的としている。

2010 年 12 月及び 2011 年 3 月の派遣では、リオ・ガジェゴス観測施設に移設されたミリ波分光放射計の定期メンテナンス及びの試験観測結果に基づく装置の調整、観測・解析ソフトウェアの導入と改良、観測パラメータの最適化を中心に行った。2010 年 10 月より行ってきた試験観測データを基に、現地における大気透過率の時間変動を調査し、現地の気象状況に合わせた観測手法の最適化を行った。また、これにあわせて各種観測パラメータの最適化、装置及び観測制御ソフトの調整・改良を改めて行い、208 GHz 帯のオゾンスペクトルが正しく検出されることを確認した。続いて、観測されたスペクトルから高度分布を解析するソフトウェアを導入し、現地にてほぼ実時間でデータ解析が行えるようにした。これにより 30 分ごとにオゾン高度分布を高度 25 km から 80 km の範囲で得ることが可能である。また、これらの観測データの用法について現地研究者に解説を行い、今後のライダーやオゾンゾンデによる観測データとの比較が現地研究者によって行えるようにした。

新たに、現地見学者のためにミリ波観測装置に関する紹介ポスターを観測室内に設置した。ポスターでは本プロジェクトの概要と観測の目的、装置の説明等を行っている。この紹介ポスターの内容の詳細を現地研究者にも解説し、見学者への説明に利用できるようにした。今回の派遣期間中にはオゾンゾンデによる比較検証実験を現地にて行う予定であったが、気球の準備の都合で延期となった。そこで期間中に現地研究者と観測データの利用方法や相互比較解析手法について議論を行い、効果的な観測データの精度検証が行えるようにした。オゾンゾンデによる観測実験は派遣期間終了後の 3 月 18 日に行われ、現在オゾンゾンデ、ライダー、ミリ波の各データの比較検証が進行中である。

また、今後の共同研究について現地研究者と議論を行った。現在行っている成層圏オゾンのモニタリング観測に加えて、大気微量成分のうち二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスの観測を新規に行う可能性について議論を行った。今後 1 年程度をめどに予備的な実験を日本で行い、その結果をもとにアルゼンチンで観測を行った場合の予想される成果などについて共同して研究を行うこととなった。



夏のリオ・ガジェゴス観測施設



見学者の為の紹介用ポスター



現地技術者と名古屋大学技術職員