
 報 告

アジア地区ドブソン分光光度計の相互比較 2016 開催報告

大竹 潤¹, 上野 圭介², 上野 幹雄³, 木下 篤哉¹,
伊藤 智志⁴, 清水 悟⁵

要 旨

気象庁は世界気象機関 (WMO) 全球大気監視 (GAW) 計画のオゾン観測網において、ドブソン分光光度計のアジア地区校正センターに指定されており、アジア地区準器を維持、管理し、地区内各国の測器の校正を実施することにより、同観測網の精度維持に貢献している。2016年3月7日から25日にかけて、中国、タイ、パキスタン各国の専門家及び世界校正センターを担う米国からの指導官を招いて、アジア地区ドブソン分光光度計の相互比較を高層気象台で開催した。期間中に各国の測器と気象庁が保有するアジア地区準器との比較観測を実施し、新しい測器係数を作成した。これにより、アジア域のオゾン観測網において、世界準器とのトレーサビリティを確保した高精度のオゾン観測が維持された。また、期間中にはワークショップを開催して各国の観測状況を把握し、必要に応じて技術指導を行った。

1. はじめに

オゾンは大気中に含まれる微量分子の一つであり、高度 20 ~ 25km 付近にオゾン層とよばれる分圧の極大域がある。オゾン層は人間を含めた生命にとって有害な太陽からの紫外線を吸収するという役割を持つとともに、成層圏の熱源として大気の循環を駆動する役割も持つ。

1980年代には南極オゾンホールを発見を契機として、人類が排出したオゾン層破壊物質による成層圏オゾンの破壊が認識された。その後、ウィーン条約⁶などの国際条約が採択されオゾン層保護のための取り組みが行われており、オゾン層観

測はこの取り組みによる成果を監視する観点でも重要な役割を担っている。

オゾン層の観測手法には、大きく分けて地上観測、衛星観測、ゾンデ観測という3種類の観測がある。このうち、地上観測で用いている測器の一つがドブソン分光光度計である。世界のオゾン地上観測網において、4割強の観測点でドブソン分光光度計が使用されている。

ドブソン分光光度計は1920年代に G.M.B. Dobson によって開発された測器で、オゾン層によって吸収されやすい波長と吸収されにくい波長における一対の紫外線の強度比を測定することに

¹ 地球環境・海洋部 環境気象管理官付 オゾン層情報センター (現 地球環境・海洋部環境気象管理官付)

² 高層気象台

³ 元 地球環境・海洋部 環境気象管理官付 オゾン層情報センター

⁴ 地球環境・海洋部 環境気象管理官付 オゾン層情報センター

⁵ 高層気象台 (現 予報部情報通信課)

⁶ 1985年に採択された、オゾン層保護を目的とする国際協力のための基本的枠組みを定めた「オゾン層保護のためのウィーン条約」である。本稿では単に「ウィーン条約」と記す。

(令和2年2月12日発行)

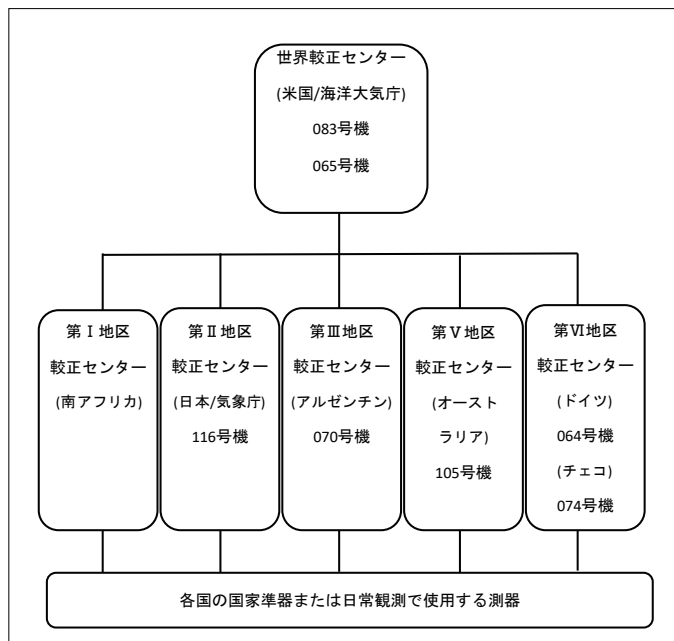
よって、観測地点上空のオゾンの積算量（これをオゾン全量という）を観測することができる。一對の紫外線の波長はあらかじめ定められており、これを波長組という。ドブソン分光光度計の測定原理を詳細に解説することは本稿の趣旨から外れるため、例えば世界気象機関（WMO）によるハンドブック（WMO, 2009）を参照されたい。

2. 地区校正センターと地区相互比較

ドブソン分光光度計によるオゾン観測は、地球環境にかかわる大気成分の国際的な観測体制である WMO の全球大気監視（GAW）計画の枠組みの中で、世界的に均質で高精度な観測を行うため、国際的に統一された観測基準に基づいて実施されている。具体的には、ドブソン分光光度計の世界校正センター（World Dobson Calibration Centre ; WDCC）を務める米国海洋大気庁（NOAA）が維持・管理する世界準器を頂点とする校正体系により、世界準器から各国が使用する測器までのトレーサビリティが確保され、各国におけるオゾン観測の精度が維持されている。世界準器の下にドブソン分光光度計の地区校正センター（Regional Dobson Calibration Centre ; RDCC）が管理する地区準器、その下に各国が管理する国家準器や日常観測で使用する測器が位置する（第 1 図）。

気象庁はアジア地区（第 II 地区）における RDCC として地区準器の維持・管理を行うとともに、同地区の品質保証科学センター（QA/SAC）としてオゾン全量観測の指導的な役割を担っている。気象庁が保有するアジア地区準器（116 号機）はおおむね 3 年ごとに世界準器との相互比較を行い、校正を行っている（押木ほか, 2014 など）。

気象庁は 1996 年以降 6 回のドブソン分光光度計の地区相互比較を開催してきた（志村ほか, 1997 ; 宮川・赤木, 2007 など）。GAW 計画では、4 年ごとの校正が推奨されているものの、アジア地区は費用負担の困難な国が多く、これらの国々が参加する地区相互比較は 2006 年以降実施でき



第 1 図 WMO/GAW 観測網におけるドブソン分光光度計の校正体系

世界校正センターは第 IV 地区校正センターを兼ねている。ていなかった。

こうした状況は欧米を除く他の地域でも懸念として認識されるようになり、2013 年のオゾンに関する科学諮問部会（オゾン SAG）会合での検討を経て、ウィーン条約信託基金⁷による各地区の相互比較実施に向けた調整が始められた。翌 2014 年 5 月の第 9 回オゾン研究管理者会合でウィーン条約信託基金によるアジア、アフリカ、南西太平洋、南米のドブソン分光光度計地区相互比較の経費支援が提案され、同年 11 月に行われた第 10 回ウィーン条約締約国会議において承認され、アジア地区の RDCC として気象庁が今回の地区相互比較（Regional Dobson Intercomparison for Asia at Tsukuba, Japan in 2016 ; DIC-T2016）を行うこととなった。

3. 開催準備

DIC-T2016 の運営については 2015 年 12 月に気象庁と WMO との間でレターを交わし、役割分担を明確にした。DIC-T2016 はウィーン条約信託

⁷ 2002 年のウィーン条約第 6 回締約国会議の決議を受けて、途上国におけるオゾン層観測体制を維持するために締約国が自発的な基金拠出又はその他の支援を行うものとして設立された「ウィーン条約に関連する研究と組織的観測のための信託基金」である。本稿では単に「ウィーン条約信託基金」と記す。

基金を使用して実施したため、基金を利用する事項やWMOとの協議が必要な事項以外は気象庁が実施することとした。レターに記載された役割分担については以下のとおりである。

WMOが担当する事項

- ・経費（測器輸送費、消耗品費、指導官及び海外からの参加者の旅費日当）の支出。
- ・指導官及び参加者の航空券の手配。

気象庁が担当する事項

- ・アジア地区準器と各国の観測測器の比較観測の実施及び較正のためのデータ提供。
- ・参加国の測器の清掃、（必要に応じて）消耗部品の交換。
- ・各国参加者に対する測器のメンテナンス手法等についての指導。
- ・各国のオゾン観測の現状や課題について意見交換や問題点の検討。

なお、指導官の人選については、WMOと気象庁の協議により行った。

本稿では主に気象庁が担当した事項について紹介する。

3.1 開催場所と期間

DIC-T2016の会場は、測器のメンテナンスや比較観測のための設備が整っている高層気象台（茨城県つくば市）とした。高層気象台では比較観測場所として屋上を利用したほか、4部屋を使用した。3部屋は屋内での測器点検用の場所として、測器に合わせた電源や変圧器を準備し、1部屋は打合せ等に利用した。

較正のための比較観測では、太陽高度角が高い時間帯を含んだ長時間の晴天時における観測データを取得する必要がある、具体的な実施時期は3月～9月頃が適当である。安定した天候などを考慮して、2006年に開催された地区相互比較同様、3月に実施することとした。期間についても、2006年と同様、1週目に測器の状態確認のための比較観測、2週目に測器のメンテナンス、3週目にメンテナンス後の比較観測を行うことを想定して3週間とした。

3.2 参加希望国の調査

第II地区では6か国（中国、韓国、インド、イラン、パキスタン、タイ）がドブソン分光光度計を用いたオゾン観測を実施している。参加国決定のため、ドブソン分光光度計の保有国のうちウィーン条約信託基金の援助が必要と考えられる4か国（インド、イラン、パキスタン、タイ）を対象として、2015年6月に1回目のアンケートを実施した。このアンケートでは、地区相互比較への参加の意思とともに、測器の状態と運用状況を確認するため、直近1年間の観測値及び測器点検結果の送付も要請した。また、相互比較の期間が短いと測器の修理を行う時間はないこと、測器の操作は参加者が行うことを周知した。なお、自費での参加が想定された韓国と中国については、2015年10月に1回目のアンケートを実施した。前年に米国で相互比較を実施済みの韓国は参加を希望せず、中国は2つの観測所（香河/中国科学院と昆明/雲南大学）がそれぞれ参加を希望した。なお、南西太平洋地区（第V地区）のフィリピンは、かつて日本で開催された地区相互比較に参加したことがあるが、調整の結果、今回は第V地区の地区相互比較（2017年2月にオーストラリアで実施）に参加することとなった。

2015年10月に実施した2回目のアンケートでは、1回目のアンケートでDIC-T2016への参加を希望した国に対して、前回の地区相互比較以降の全ての観測値及び測器点検結果の送付要請と、測器の使用電圧や電源プラグの形状などについて照会を行った。送付された観測値や測器点検結果は気象庁で衛星観測値との比較を行うなどの簡易な解析を行い、測器の状態を確認した。これらデータは時系列グラフや一覧表にまとめて各国の担当者へ還元するとともに、指導官へ送付し、点検箇所や必要な措置についてあらかじめ検討した。

各国のアンケート結果を第1表に示す。アンケート結果から、イランの測器は故障しており、修理が必要な状態であることが判明したため、欧州地区（第VI地区）のRDCC（ドイツ）にて修理を行う方向でイラン、ドイツ及びWMOと調整を行い、DIC-T2016には招聘しないこととした。なお、イランは2016年5～6月にドイツで開催さ

第 1 表 第 II 地区各国に送付したアンケート結果

	DIC-T2016への参加希望	測器状態	備考
中国 (中国科学院, 雲南大学)	希望する (香河/中国科学院と昆明/雲南大学の2観測所から参加希望)	香河: 正常 昆明: 正常	香河: 測器点検装置が故障したため, 2013年後半から点検を行っていない。
韓国 (延世大学)	希望しない(2014年にNOAAにて相互比較済み)		
インド (気象局)	希望する(前回と違う測器での参加希望)	不明(2014年末までは正常) 前回参加の測器は不明	
イラン (テヘラン大学)	希望する	故障中	モーター(回転セクター)が空転する。
パキスタン (気象局)	希望する	正常	担当者が代わったため測器点検が行えていない。データ送信用PCが故障しているため, 世界資料センターへのデータ送付を行っていない。
タイ (気象局)	希望する	正常	点検結果に疑問点あり。

れた地区相互比較に参加し, 測器の修理及び比較観測が実施された。

タイは観測や点検作業は問題なく実施されていたが, 大きく変化しないはずの点検結果が緩やかではあるが, 数年かけて大きく変化していることがわかり, 測器に何らかの不具合が発生していることが予見された。

また, パキスタンは観測を継続しているものの, 前回の地区相互比較に参加した主担当職員の急逝により, 技術が十分伝承されておらず, 測器の点検が長期にわたって実施されていないことが判明した。このため, 気象庁から点検手順を示すなど事前の技術指導を行い, 2015年8月から現地での点検が再開された。

他にもアンケート結果を参考に, WDCCによる不足分の標準ランプ提供の準備や, 故障している標準ランプ点検用電源を参加者に事前購入させるなど, 様々な波及効果があった。

受け入れ側としても, 交換部品の手配や, 各国のドブソンに対応した変圧器や変換プラグの追加調達等の確実な事前準備につながった。

各国へのアンケート及びその後の調整の結果, この時点で4か国(中国, インド, パキスタン, タイ)から5台のドブソン分光光度計がDIC-T2016に参加する予定となった。

3.3 ウェブサイトの作成

参加者へは個別に情報提供も行ったが, 幅広くDIC-T2016の情報を周知する目的から, 気

象庁WCC/RDCCの英語版のウェブサイトにDIC-T2016のページを準備した。

本ウェブサイトには, DIC-T2016に関する日程や参加者情報のほか, 観測所までのアクセス方法やDIC-T2016会場周辺の地図や店舗情報, 気温や天候情報などの生活情報も含まれている。<https://ds.data.jma.go.jp/gmd/wcc/dobson/dict2016/dict2016.html> (2019年3月8日確認)

3.4 測器の輸送と旅券

ウィーン条約信託基金の援助が必要となる国の測器輸送についてはWMOが入札及び契約を行った。入札に必要な情報(測器輸送箱の大きさや重量, 個数等)は各国からの情報を気象庁で取りまとめてWMOに報告した。国際輸送の手続きについては, 入札のやり直しなどの影響もあり, 契約が当初の予定より大幅に遅れ輸送業者の着手がDIC-T2016開催直前となった。さらにパキスタンの測器については担保免除のための依頼文書の作成・提出が別途必要となり, DIC-T2016の会期第3日目の到着となった。

指導官が携行品として持ち込む備品類については, 入国時の税関手続きが円滑に行われるよう, あらかじめ成田税関へ携行品に関する説明資料を送付した。

旅券等の手続きのための招聘状は, WMOと気象庁間でレターの交換を行った後, 指導官と参加者の所属長に対して2016年1月中旬に気象庁長官から送付した。これを受けて各国の参加者はDIC-T2016参加の手続きに入った。

中国(香河)は, 参加者の旅券申請手続きが遅れたため, 旅券発行が開催日直前となり, さらに査証取得に時間を要したため, 参加者は1週間遅れで日本に到着した。

インドと中国(昆明)は直前まで参加を希望していたが, 残念ながら不参加となった。インドは, 前述の輸送契約の遅れに伴う測器輸送の着手遅延, 中国(昆明)は, 2月に雲南大学の春節を含む長期休暇があり手続きが滞ったことが原因である。

4. 参加者と参加測器

中国（香河）から2名、タイ及びパキスタンからそれぞれ1名の専門家が参加した。参加者と参加者が持ち込んだ測器は第2表のとおりである。

また、第3表のとおり、DIC-T2016において校正作業及び技術的な総合評価、データ解析、報告書作成を担う指導官としてWDCC（NOAA）の専門家1名と元高層気象台職員1名が、指導官の技術的な補助や参加者の生活面のサポートを行うため、環境気象管理官付オゾン層情報センター及び高層気象台観測第三課（現 観測第二課）の職員が、それぞれ参加した。

海外からの参加者は、科学技術振興機構が運営する一時滞在研究者向けの宿泊施設「二の宮ハウス」を利用した。集合写真を写真1に示す。

第2表 DIC-T2016 参加測器と参加者

測器番号	参加者	所属
075号機	Chao LING	中国科学院
	Yanliang ZHAO	中国科学院
090号機	Duanchai SEESAMUT	タイ気象局
100号機	Rasheed Abdul SYED	パキスタン気象局

第3表 DIC-T2016 指導官及び補助者等

指導官及び補助者等	所属
Glen Scott MCCONVILLE	米国海洋大気庁 (ドブソン分光光度計世界校正センター)
梶原 良一	元高層気象台
堤 之智	環境気象管理官 (ドブソン分光光度計第II地区校正センター長)
上野 幹雄	環境気象管理官付 オゾン層情報センター
木下 篤哉	環境気象管理官付 オゾン層情報センター
伊藤 智志	環境気象管理官付 オゾン層情報センター
大竹 潤	環境気象管理官付 オゾン層情報センター
辻 健太郎	環境気象管理官付 オゾン層情報センター
安藤 正	高層気象台
森 一正	高層気象台 観測第三課
上野 圭介	高層気象台 観測第三課
清水 悟	高層気象台 観測第三課



写真1 参加者集合写真

第4表 DIC-T2016 作業概要

会期	日付	作業概要			
		075号機 (中国,香河)	090号機 (タイ)	100号機 (パキスタン)	その他
	3月1日(火)	測器到着			
	3月5日(土)		測器到着		
	3月6日(日)		参加者来日	参加者来日	会場の設営, NOAA指導官来日
第1日	3月7日(月)		開梱, 点検		オリエンテーション
第2日	3月8日(火)		点検		
第3日	3月9日(水)		点検	測器到着, 開梱	
第4日	3月10日(木)		点検	点検, 指導	
第5日	3月11日(金)		点検	修理	
第6日	3月12日(土)		点検	点検, 指導	
第7日	3月13日(日)	参加者来日	休日	休日	
第8日	3月14日(月)	開梱, 点検	点検	点検	
第9日	3月15日(火)	比較観測, 点検	比較観測, 点検, 修理	比較観測, 点検, 修理	
第10日	3月16日(水)	点検, 清掃	修理	修理, 清掃	
第11日	3月17日(木)	比較観測	修理, 点検, 比較観測	点検, 比較観測	レセプション
第12日	3月18日(金)	点検	修理, 清掃, 点検	点検	
第13日	3月19日(土)	点検	修理, 点検	点検	
第14日	3月20日(日)	点検	休日	休日	
第15日	3月21日(月)	休日	点検, 指導	点検, 修理	
第16日	3月22日(火)	比較観測	比較観測	比較観測	
第17日	3月23日(水)	点検, 修理, 指導	点検	点検	オゾンゾンデ観測の見学
第18日	3月24日(木)	点検, 指導	修理, 点検, 指導	点検, 指導	ワークショップ
第19日	3月25日(金)	梱包, 指導	梱包, 指導	梱包, 指導	
	3月26日(土)	参加者帰国	参加者帰国	参加者帰国	
	4月1日(金)	測器集荷			
	4月13日(水)		測器集荷	測器集荷	

5. 地区相互比較の実施

DIC-T2016 の作業経過を第 4 表に示す。良好な比較観測データを取得するためには晴天下で連続的にオゾン観測データを取得する必要があるため、事前に休日を定めず、期間中は毎日夕方に作業の進捗と翌日の天気予報をもとに翌日の作業計画を決定した。以下、DIC-T2016 での作業等の概要を紹介する。

5.1 ランプ点検

開梱した測器は、測器の輸送による影響等を確認するため、ランプ点検を行った。具体的には、水銀ランプを使用した光学系の異常の有無についての点検と、標準ランプを使用した測器の感度変化の確認を行い、不明な点があれば詳細な調査を行った。点検の目的や正しい手順についての技術指導も並行して行った（写真 2）。



写真 2 測器点検についての指導

5.2 比較観測

各測器について、較正前の状態確認のための「初期比較観測」及び較正後の定数確定のための「最終比較観測」をそれぞれ 1 回以上実施した。第 1 週は曇天が続いたため比較観測を行うことができず、第 2 週に 2 回、第 3 週に 1 回の実施となった。比較観測の時間は、大気路程（太陽放射が通過するオゾン層の厚さ。鉛直方向のオゾン層の厚さを 1 とする。）を考慮して決められている。今回の比較観測では大気路程が 1.2 から 5.0 までの範囲で、太陽が雲に隠れていない時間にデータを取得した。

本来、ドブソン分光光度計の観測は、測定者 1

人で行うが、今回は多くのデータを効率的に取得するため、指導官 2 人もそれぞれタイとパキスタンの測定に加わって 2 人 1 組で行った。中国（香河）の参加者は 2 名であったため、各測器に 2 名が携わる形となった。

測定は WMO のハンドブック（WMO, 2009）に記載されている手順に従い、4 分間のローテーションを組み、通常の観測で使用する 3 種類の波長組の測定をそれぞれ 1 分ごとに行い、次の 1 分間は測器温度の測定と太陽光を測器内へ導入するための調整をするための時間とし、このローテーションを繰り返した。なお、気象庁の測器については自動観測を行うことができるため、気象庁職員はアジア地区準器の状態確認に加えて、観測時刻を知らせるタイマーの管理や、寒さ対策のサポート等を行った（写真 3）。



写真 3 比較観測の様子

5.3 測器のメンテナンス

初期比較観測データ取得後、測器内部の状態を確認し、光学系の清掃作業を行った。光学系の清掃は非常に専門的な知識と技術を要するため、指導官による監督の下、参加者が自ら清掃作業を行った（写真 4）。

清掃後には新しい測器係数決定に必要な各種点検を行った。そのうち光学くさびのランプ点検は、1 回につき約 4 時間かかる点検を、3 つの波長組それぞれについて実施する必要がある負担の大きい作業である。今回の相互比較は前回から 5 年又は 10 年が経過しており、その間に測器の状態が変わっていることが想定されたことから清掃前にもこの点検を追加で行った。較正時のみ実



写真 4 測器の清掃

施する点検であるため不慣れなうえ、長時間の作業に苦労したものの、測定精度の向上につながる非常に有益な点検結果を取得することができた。

5.4 ワークショップ

第 18 日（最終日前日）にはワークショップとしてカントリーレポートを行った（写真 5）。カントリーレポートの概要を第 5 表に示す。カントリーレポートの最後には指導官の McConville 氏より DIC-T2016 の校正結果のまとめと、NOAA が最近取り組んでいる測器の迷光対策について紹介があった。

5.5 観測手順の指導

カントリーレポートの際、日本、中国及びタイは WMO のハンドブック（WMO, 2009）に準拠して観測を行っていたが、パキстанは独自の方法で観測を行っていたことが判明した。このため、第 19 日（最終日）に参加各国に自国での観測の手順を再現してもらうとともに、ハンドブックに準拠した標準手順を指導した（写真 6）。

6. 校正結果

第 6 表に今回の校正前後での各測器のアジア地区準器からの差を示す。いずれの測器も校正後は校正前に比べてアジア地区準器の値に近い観測値が得られ、かつ、WMO/GAW 計画の品質目標であるアジア地区準器から 1% 以内の精度であることを確認した。以下、測器ごとに DIC-T2016 で行った作業の概要を紹介する。

なお、参加者には DIC-T2016 最終日に



写真 5 ワークショップの様子

第 5 表 各国の観測状況（ワークショップの発表より）

	中国(香河)	パキスタン	タイ	日本
観測地点	香河(Xianghe)(北京近郊) (昆明(Kunming)でも観測を実施。)	クエッタ(Quetta)	バンコク(Bangkok)	札幌、つくば、那覇、南極昭和基地
観測種別	全量観測(直射光観測 及び天頂光観測) 反転観測	全量観測(直射光観測)	全量観測(直射光観測 及び天頂光観測)	全量観測(直射光観測 及び天頂光観測) 反転観測
全量観測の観測時刻	$\mu=2.5, \mu=1.5,$ NOON	1日6回(あらかじめ観測時刻が決められている)	9時から16時まで 1時間毎	$\mu=2.5, \mu=1.5$ または NOON
水銀ランプ点検	毎月1回	担当者が代わったため、実施していない。	毎月1回	毎月1回
標準ランプ点検	毎月1回(電源装置が故障したため、2014年以降実施していない。)	担当者が代わったため、実施していない。	毎月1回	毎週1回

μ は大気路程（太陽放射が通過するオゾン層の厚さ。鉛直方向のオゾン層の厚さを 1 とする。）を示す。

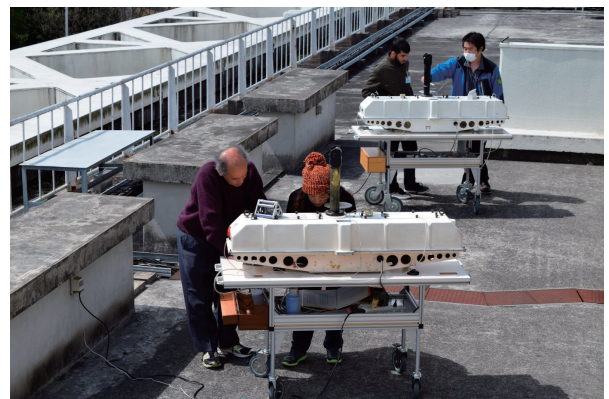


写真 6 観測方法の指導

DIC-T2016 期間中に行った観測、点検資料及び校正後の測器係数を取りまとめ、紙媒体及び電子データで提供した。

6.1 075号機（中国、香河）

開梱後のランプ点検及び比較観測は正常に行うことができた。光学系清掃後、光学くさびのラン

第 6 表 較正前後でのアジア地区準器 (116 号機) との差

	075号機(中国,香港)	090号機(タイ)	100号機(パキスタン)
較正前の差	+0.41% ($1.3 \leq \mu \leq 2.5$, 400DU)	+0.61% ($1.3 \leq \mu \leq 2.5$, 400DU)	+2.22% ($1.3 \leq \mu \leq 2.5$, 400DU)
較正後の差	+0.06% ($1.25 \leq \mu \leq 2.5$, 320DU)	-0.26% ($1.24 \leq \mu \leq 2.5$, 370DU)	-0.34% ($1.25 \leq \mu \leq 2.5$, 320DU)

μ は大気路程 (太陽放射が通過するオゾン層の厚さ、鉛直方向のオゾン層の厚さを 1 とする。) を示す。カッコ内は比較観測時の大気路程及びアジア地区準器によるオゾン全量である。

ブ点検及び最終比較観測の結果に基づき、新たな測器係数を作成した。

事前アンケートにて標準ランプ 1 本が使用不可となっていることが明らかとなっていたため、WDCC から新たな標準ランプが提供された。

6.2 090 号機 (タイ, バンコク)

開梱直後のランプ点検で結果が安定しないことから、測器内部の調査が行われた。調査の結果、乾燥空気送風ポンプに接続するチューブの不具合により、測器内部のフィルタにカビが発生していたことと、光電子増倍管へ供給する高電圧の制御が不能となっていたためと判明した。これらの結果は、事前アンケートで把握していた疑問点とも整合している。指導官により関係する部品が交換された。

光学系清掃後に実施した光学くさびのランプ点検及び最終比較観測結果に基づき、新たな測器係数を作成した。

6.3 100 号機 (パキスタン, クエッタ)

測器内部に細かい砂が入り込んでおり、レンズや光学くさびなど光学系に汚れが確認された。標準ランプにも汚れが目立っていたが、初期のランプ点検結果はおおむね良好であった。

初期比較観測後、光学系を含めた測器の清掃を行い、光学くさびのランプ点検と最終比較観測結果に基づき、新たな測器係数を作成した。

持ち込まれた標準ランプ点検装置の劣化が激しく、帰国後の運用に支障をきたすと懸念されたことから、後日ランプを除く装置一式を WDCC から送付した。

7. おわりに

アジア地区でドブソン分光光度計を用いてオゾン全量観測を実施している国々から観測担当者として測器を招聘し、気象庁が管理するアジア地区準器との比較観測により各国測器の較正を行った。これにより世界準器からのトレーサビリティが確保され、アジア地区の観測精度が維持される。

DIC-T2016 では、アジア地区 3 か国から 4 名を招聘すると同時に、当該 3 か国で使用されているドブソン分光光度計を高層気象台に移送して、測器のメンテナンスや較正、ワークショップを実施した。測器較正では、各国の測器によるオゾン全量観測値を、アジア地区準器の観測値を基準として、WMO/GAW 計画の品質目標である 1% 以内の精度に調整することができた。また、ドブソン分光光度計の各種機器調整、観測方法及びデータ処理に関する作業を通じて、参加者の技術向上も図った。さらに、ワークショップでは、各参加者が高精度のオゾン全量観測を継続することの重要性を確認することができた。

これらにより、アジア地域でのオゾン層の現況が正確に把握され、さらに各国でオゾン層破壊防止にかかわる意識の向上と対策の推進が期待される。アジア地域でドブソン分光光度計によるオゾン観測を行う国々への技術的な支援は、気象庁に期待されている WMO/GAW 計画への貢献の一つであり、またそれがアジア地区の観測データの品質向上にも繋がると考える。

今回の相互比較は 2016 年 5 月に開催されたオゾン SAG 会合にて報告を行い、DIC-T2016 の成功が高く評価された。

気象庁において複数国を招聘した地区相互比較は 2006 年以來 10 年ぶりであったため、今回参加したほとんどの気象庁の職員は初めて地区相互比較を主催する機会となった。事前にある程度想定していたものの、国際輸送は、梱包作業だけでなく、輸出入の文書作成や輸出入時の税関手続きなど煩雑で手間と時間のかかる作業である。この手続きを早く進めることが重要であることを改めて感じた。

アジア地区のドブソン分光光度計の専門家は僅かであり、どの国も測器維持・管理技術の継承が

課題となっている。DIC-T2016 の期間内にも技術指導を行ったが、指導官からは、地区相互比較に加えて、機会をとらえて現地での技術指導も検討すべきとされた。また、複数国が参加した地区相互比較が 10 年ぶりとなったことについて、もう少し短い間隔での実施を提案された。

謝辞

DIC-T2016 開催にあたり庁内から多くの協力を得た。総務部企画課国際室及び地球環境・海洋部地球環境業務課の担当官には、計画段階から多くのご協力を頂いた。また、元高層気象台職員の梶原良一氏には準備段階からご助言頂くとともに、開催期間中は指導官としてもご協力頂いた。この場を借りて感謝申し上げます。

参 考 文 献

- 宮川幸治・赤木万哲 (2007) : アジア地区ドブソン分光光度計の国際相互比較 2006. 高層気象台彙報, 67, 1-8.
- 押木徳明・江崎雄治・居島修 (2014) : ボールダーにおける WMO ドブソンオゾン分光光度計の国際相互比較. 高層気象台彙報, 72, 33-38.
- 志村英洋・上野丈夫・廣瀬保雄・田森俊彦・宮川幸治・伊藤真人・能登美之・高尾俊則・寺坂義幸 (1997) : アジア・太平洋地域オゾン国際比較実施に関する報告. 高層気象台彙報, 57, 7-16.
- WMO (2009) : Operations Handbook – Ozone Observations with a Dobson Spectrophotometer. GAW Report, No.183, 91pp.