

世界気象機関 (WMO)

大気や海洋等の状況を把握し、そして予報を行うためには、気象観測データや予測結果等の国際的な交換や技術協力が不可欠です。

世界気象機関 (WMO : World Meteorological Organization) は、世界の気象業務に係る調和的発展を目標として、昭和 25 年に世界気象機関条約に基づいて設立された国際機関 (事務局はジュネーブに所在) で、翌昭和 26 年に国際連合の専門機関の一つとなりました。我が国は昭和 28 年に加盟し、令和 6 年 1 月現在、187 か国と 6 領域が構成員となっています。

4 年毎に開催する世界気象会議 (全構成員が出席) で向こう 4 年間の予算や事業計画を審議するほか、執行理事会 (世界気象会議で選出された 37 名が出席) において事業計画実施の調整・管理に係る検討を毎年行っています。また、アジア地区等 6 つの地区協会が各地区内で気象業務の推進・調整を行うとともに、2 つの専門委員会、研究評議会等の組織が、世界気象監視 (WWW : 世界の気象観測・通信網の整備・運用など) 計画、全球大気監視 (GAW : 温室効果ガスの観測・データ管理など) 計画などの推進のための検討を行っています。



我が国は加盟以来、アジア地区における気象情報サービスの要として中心的な役割を果たしてきており、歴代気象庁長官は執行理事として WMO の運営に参画しています。また、気象庁の多くの専門家が専門委員会や地区協会の活動に貢献しています。

WMO統合全球観測システム(WIGOS)

これまで世界気象機関(WMO)は、全球観測システム(GOS)をはじめとした複数の観測システムや計画等により様々な観測網の構築を進めてきましたが、より効率的な観測の実施、データの利用を可能とするため、異なる目的、異なる実施機関、異なる技術で行われる様々な観測を統合して取り扱うWMO統合全球観測システム(WIGOS: WMO Integrated Global Observing System)を構築することとし、2020年から正式運用しています。

WIGOSは様々な観測を「統合」する枠組みであるため、適切に運用して各種の観測を統合的に取り扱うためには、それぞれの観測メタデータが正しく管理され、公開されていることが必要です。また、品質の良い観測データが正しく流通していることが重要です。WMOでは、世界の各地区・国におけるこれらの実施を支援するため地区WIGOSセンター(RWC)の設置を進めており、アジア地区では、2021年から気象庁が「RWC 東京」として中国とともにセンターを担っています。

RWC 東京ではアジア地区の国々からの観測通報の状況を確認し、通報状況や観測データの品質に問題が疑われる場合、当該国に連絡をして対応を促すとともに、必要に応じ支援を行っています。また、地区内の気象機関の能力向上に関する活動にも取り組んでいます。

またWIGOSにおいては、各国には、気象機関以外の機関との連携、データの共有、協力の強化を進めて国内観測ネットワークを構築すること等も求められています。気象庁はこれらを積極的に実施し、WIGOSの推進に取り組んでいます。

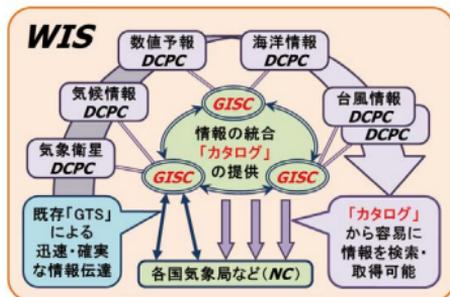


WMO 統合全球観測システムの概念

WMO情報システム (WIS)

世界気象機関 (WMO) 情報システム (WIS : WMO Information System) は、気象に関するデータやプロダクトなどの情報を国際的に効率よく交換・提供するために、WMO が構築した情報基盤です。従来の GTS による即時的なデータ交換に加え、気象衛星や気候データ等の様々な気象情報のカタログを整備することでデータの検索やアクセスを容易なものとしており、気象情報の有効活用を図っています。

WIS は、中核となる全球情報システムセンター (GISC : Global Information System Centre)、各種気象情報を提供するデータ収集作成センター (DCPC : Data Collection or Production Centre)、各国気象局 (NC : National Centre) から構成されます。



WMO情報システムの概念

気象庁は GISC 東京として、世界に 15 か所ある GISC 間でデータやカタログの管理・交換を行うほか、8 つの DCPC と 1 つの NC を運用しています。また、GISC 東京の責任域国であるカンボジア、タイ、ベトナム、ミ



全球情報システムセンター配置状況

東京、エクセター(英)、オフェンバッチ(独)、カサブランカ(モロッコ)、ジェッダ(サウジアラビア)、ソウル(韓)、テヘラン(イラン)、トゥールーズ(仏)、ニューデリー(印)、プレトリア(南ア)、ブラジリア(ブラジル)、北京(中国)、メルボルン(豪)、モスクワ(露)、ワシントン(米)

ャンマー、ラオス、フィリピンに対し、WIS を通じた気象業務の支援を積極的に行い、気象災害の軽減等に貢献しています。

熱帯低気圧に関する国際的役割

気象庁は、世界気象機関（WMO）の枠組みのもと、北西太平洋の熱帯低気圧に関する地区特別気象センター（RSMC）に指名されており、熱帯低気圧 RSMC の東京センター（Tokyo Typhoon Center）を運営しています。東京センターでは、責任領域内（次頁）の国や地域が行う熱帯低気圧の解析や予報への支援を以下のとおり行っています。

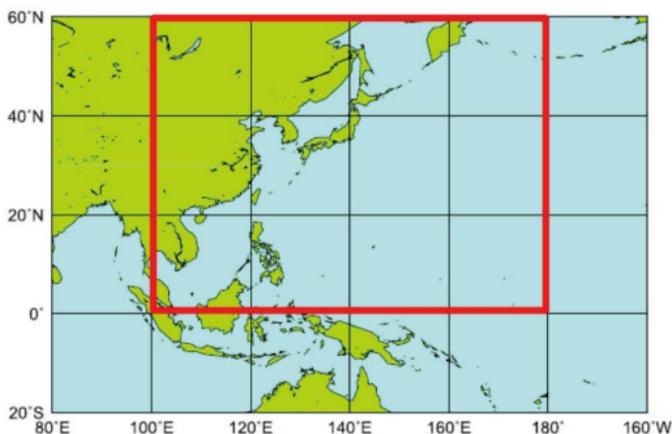
1. 台風解析・予報等の即時情報の提供

責任領域内に、（1）台風が存在する時、（2）熱帯低気圧が 24 時間以内に台風に発達すると予想される時、（3）台風が 24 時間以内に域外から進入してくると予想される時、これらの解析や予報、予報の根拠、数値予測、気象衛星による台風解析などの情報を域内の各国や地域にリアルタイムで提供しています。

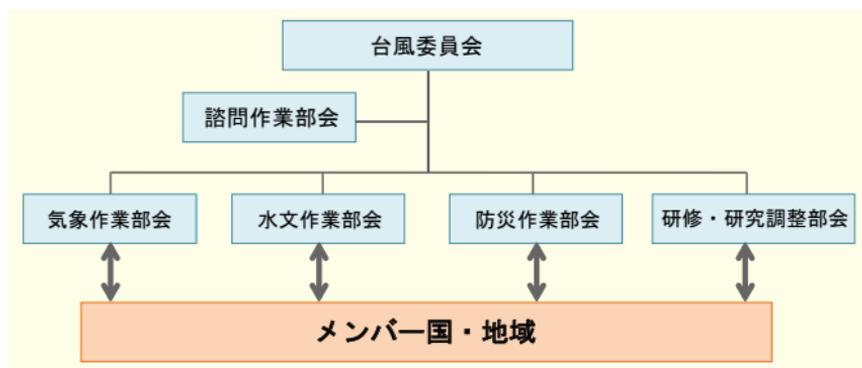
2. その他台風に関する情報の提供及び技術協力

台風の事後解析、毎シーズンの台風の特徴、予報評価などの情報を報告しているほか、国際的なセミナーや研修を実施して技術協力、技術移転に寄与しています。また、台風解析・予報技術の高度化や情報提供方法の改善に向けた研究・技術開発を行い、責任領域内に提供する情報の充実を図っています。

WMO は、台風による人命と財産の被害を軽減するため、海域ごとに熱帯低気圧に関する国際地域機関や作業部会を設置しています。アジア太平洋地域においては、1968 年に国連アジア太平洋経済社会委員会と合同で台風委員会が設置され、現在、日本を含む 14 の国と地域が加盟しています。台風委員会には、気象に加え、水文、防災、研修・研究をテーマとした部会が設けられており、気象庁は気象作業部会や研修・研究調整部会のメンバーとして、台風の解析・予報結果の提供、静止気象衛星ひまわり 8 号・9 号による各種プロダクトの提供、台風の解析や予報に関する研修等を実施しています。また、水文や防災分野とも連携して、加盟国・地域に対して台風委員会における様々な活動を推進しながらアジア太平洋の地域防災の向上に貢献しています。



熱帯低気圧 RSMC 東京センターの責任領域
(赤枠)：赤道～北緯 60 度、東経 100 度～180 度



台風委員会の構成

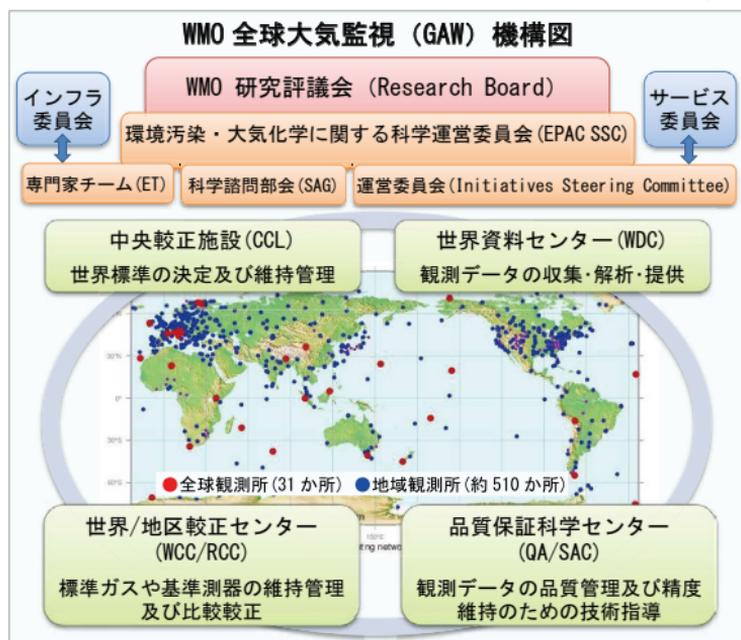
また、国際民間航空機関（ICAO）の枠組みでは、熱帯低気圧情報センター（TCAC）として、熱帯低気圧に関する情報を航空関係機関等に提供しています。

全球大気監視（GAW）計画を通じた国際協力

世界気象機関（WMO）は、世界各国の気象機関などの協力の下で地球環境の監視を行う全球大気監視（GAW）計画を推進しており、全世界約 540 か所（令和 5 年 11 月現在）の観測所で、温室効果ガス、オゾン層、エアロゾルなどの観測を実施しています。

同計画の下で得られた情報は、GAW 世界資料センター（WDC）などを通じて、関係する国際機関・各国政府機関や研究者に提供され、地球環境問題に対処するための種々施策の立案や、地球環境問題に関する科学的な理解を深めるために役立っています。

気象庁は、各種観測データを各 WDC に提供しているほか、GAW 計画における国際的なセンター業務のうち、温室効果ガス世界資料センター（WDCGG）、メタンの全球大気監視世界校正センター（WCC；アジア・南西太平洋地区）、オゾン全量の測器の全球大気監視地区校正センター（RCC；アジア地区）、二酸化炭素、メタン及びオゾン全量の品質保証科学センター（QA/SAC；アジア・南西太平洋地区）を運営しており、世界的な地球環境の監視に貢献しています。



気象測器の精度維持・向上に関する国際協力

世界気象機関（WMO）は、各国気象機関が保有する気象測器の精度維持や、それを担う専門家の育成を支援するために6つの地区協会それぞれに地区測器センター（RIC: Regional Instrument Centre）を指名しており、茨城県つくば市にある気象庁の気象測器検定試験センターも「RICつくば」としてそれらの活動を行っています。

正確な気象観測を行うためには、気象測器の精度が保証されている必要があります。このため、気象庁では国際的な基準（国際単位系等）に連なる校正を受けた基準器を保持しており、観測で利用する気象測器の校正を、この基準器を基点に行うことで、国際的な基準へのトレーサビリティ（校正の連鎖）を確立しています。

地区協会	地区名	地区測器センター
第Ⅰ地区	アフリカ	アルジェ(アルジェリア)
		ハボロネ(ボツワナ)
		カイロ(エジプト)
		ナイロビ(ケニア)
		カサブランカ(モロッコ)
第Ⅱ地区	アジア	北京(中国) つくば(日本)
第Ⅲ地区	南米	ブエノスアイレス(アルゼンチン)
第Ⅳ地区	北・中米	ブリッジタウン(バルバドス)
第Ⅴ地区	南西太平洋	メルボルン(オーストラリア)
		マニラ(フィリピン)
第Ⅵ地区	ヨーロッパ	トゥールーズ(フランス)
		ハンブルグ(ドイツ)
		オーバーシュライスハイム(ドイツ)
		プラチスラバ(スロバキア)
		リュブリャナ(スロベニア)
		アンカラ(トルコ)

しかしながら、こうした体制が十分確立されていない国も多くあります。「RICつくば」はアジア地区や他の地区の気象機関からの要請に応じて各機関の基準器の校正、及び気象測器に関する研修や専門家派遣を行い、各国におけるトレーサビリティの確立、気象観測の精度維持を支援しています。

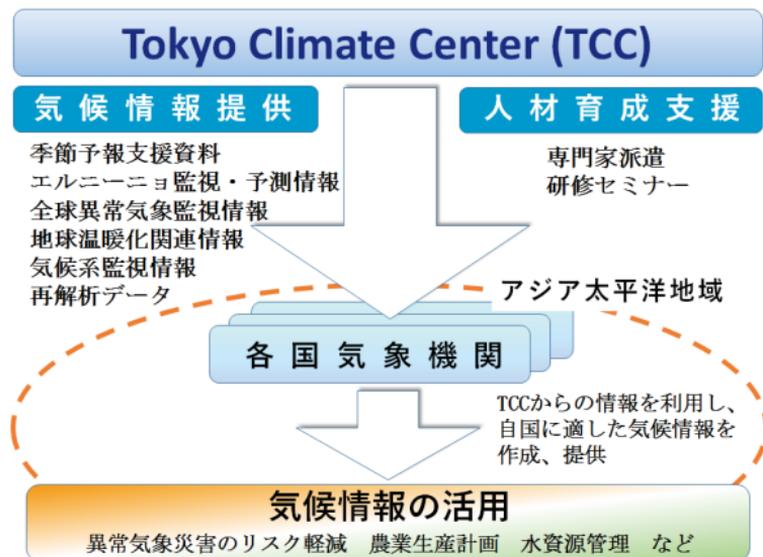


海外での気象測器校正に関する研修の様子

気候業務向上に関する国際協力

気候は、干ばつ、洪水、熱波、寒波等の極端な現象を始めとして、様々な形で世界中の人々の生活・社会経済活動に影響を与えています。このような気候に関するリスクの軽減を図るため、各国気象機関は、利用目的に即した、精度の高い気候情報の提供を期待されています。WMO は、数時間から 6 か月先までを対象とした全球数値予報資料等を提供する「世界気象センター」及び地区内の気象機関を支援する「地区気候センター (RCC)」による系統的な支援の仕組みを構築しており、気象庁は世界気象センター及び WMO 第 II 地区 (アジア) の RCC に指名されています。

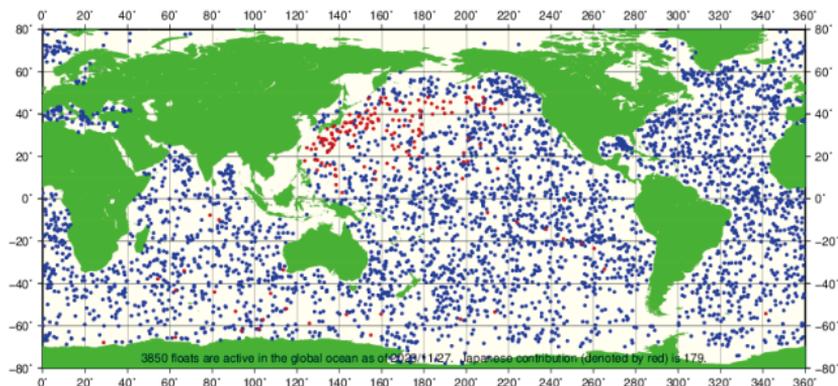
気象庁は、Tokyo Climate Center (TCC) として、WMO 第 II 地区にとどまらず、広くアジア太平洋地域の気象機関の気候業務を支援し、異常気象に伴う災害の軽減や農業生産計画、水資源管理等への気候情報の活用を図っています。TCC は、インターネット等を通じて、各国の季節予報に必要な数値予報資料やエルニーニョ監視・予測情報、地球温暖化関連情報、世界の異常気象や大気・海洋・積雪の監視情報等を提供するとともに、各国の気象機関がこれらの情報等を利用し、自国に適した気候情報を作成できるようにするための研修や専門家派遣を行い、人材育成を支援しています。



アルゴ計画

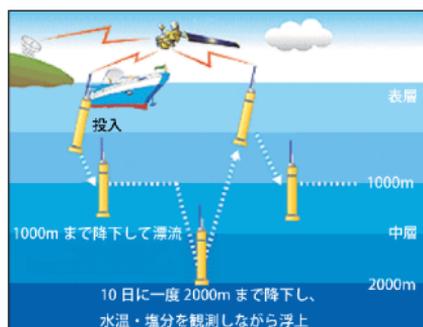
アルゴ (Argo) 計画は、世界気象機関 (WMO) やユネスコ政府間海洋学委員会 (IOC) などの国際協力のもとで、全世界の海洋に 3,000 台以上のアルゴフロート (自動的に浮き沈みする長さ約 2m の筒状の観測機器) を展開し、全世界の海洋の状況をリアルタイムで監視するものです。我が国でも気象庁、文部科学省などが連携して推進しています。

アルゴ計画で収集されたデータは、気象庁の海洋データ同化システムにより、海洋の状況の監視に利用されるほか、エルニーニョ予測や季節予報の精度改善に役立っています。



アルゴフロートの分布状況

令和 5 年 (2023 年) 11 月 27 日現在、3,850 台のアルゴフロートが稼働中であり、そのうち日本が投入したフロート (図中、赤丸) は 179 台です。

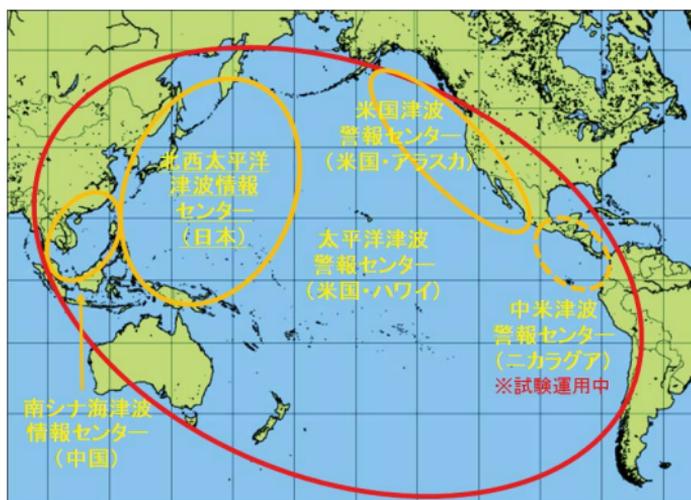


海洋気象観測船等により海洋に投入されたアルゴフロートは、およそ 10 日ごとに水深約 2,000m まで降下・浮上を繰り返し、その際に観測した海面から水深約 2,000m までの水温・塩分の鉛直分布データを衛星経由で自動的に通報します。

津波に関する国際協力

1. 太平洋における津波監視協力体制

気象庁は、北西太平洋における地震を監視し、津波を発生させるおそれのある大きな地震が発生すると、地震や津波に関する情報を速やかに周辺各国に通知する「北西太平洋津波情報センター（NWPTAC: Northwest Pacific Tsunami Advisory Center）」を運営しています。このセンターは、「太平洋津波警戒・減災システムのための政府間調整グループ（ICG/PTWS: Intergovernmental Coordination Group for the Pacific Tsunami Warning and Mitigation System）」という、太平洋における国際的な津波防災協力組織の下で活動しており、太平洋全域の地震・津波の監視及び情報提供を行う米国・ハワイの太平洋津波警報センター（PTWC: Pacific Tsunami Warning Center）、南シナ海の地震・津波の監視及び情報提供を行う中国の南シナ海津波情報センター（SCSTAC: South China Sea Tsunami Advisory Center）と協力し、太平洋諸国の津波防災体制に貢献しています。



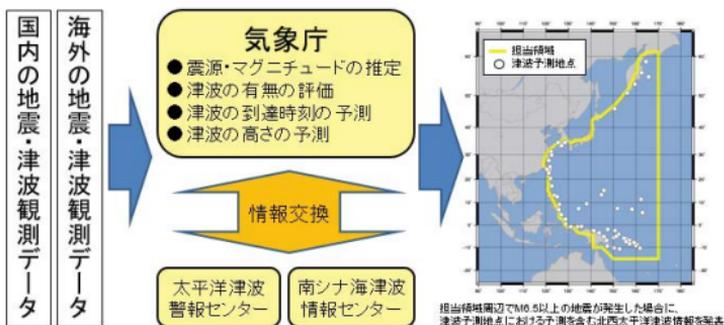
ICG/PTWS における各機関の担当領域

2. 国際的な津波情報の提供

北西太平洋津波情報センターは、北西太平洋域で大きな地震（マグニチュード6.5以上）が発生した場合、世界各地のリアルタイム地震観測データを用いて震源及びマグニチュードを素早く計算し、データベースとして保存された数値シミュレーション結果を用いて、沿岸の予測地点における津波の到達時刻及び高さを予測します。この結果をもとに「北西太平洋津波情報」を作成し、関係各国の防災機関に提供します。その後の地震観測データの解析により地震のメカニズムが判明した場合には、それを用いて数値シミュレーションをリアルタイムで実施し、その結果に基づき北西太平洋津波情報の更新を行います。さらに、北西太平洋域の潮位データをリアルタイムで収集・監視し、実際に津波が観測された場合はその観測値もあわせて発表します。

また、気象庁は日本海で発生した津波についても、別途「日本海津波情報」を周辺国に提供しています。

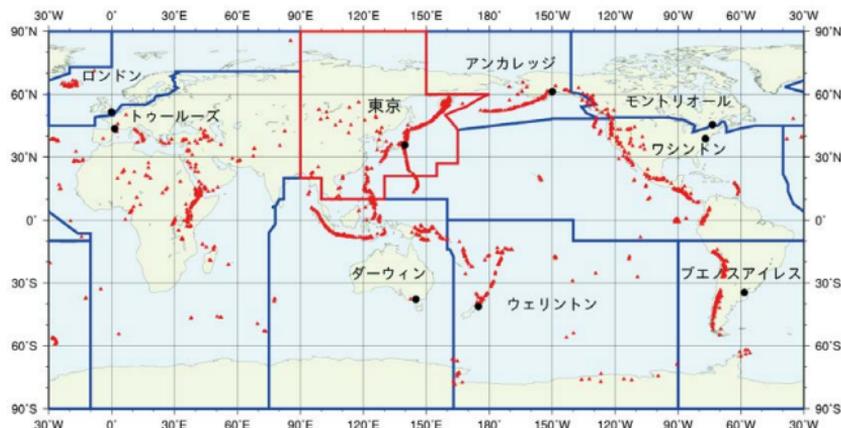
このようにして発表された国際的な津波情報は、それを受領した関係各国の防災機関が、予想される津波に対する国内への津波警報発表や住民への避難指示などの緊急津波防災措置を行うために活用されます。



北西太平洋津波情報センターによる監視・情報発表体制

火山に関する国際協力

火山灰による航空機の被害を回避するため、国際民間航空機関（ICAO）は世界に9か所の航空路火山灰情報センター（VAAC：Volcanic Ash Advisory Centre）を指名しています（下図）。気象庁は東京 VAAC の運用を担い、東アジア・北西太平洋域及び北極圏の一部（赤線内）を責任領域として、火山灰の監視を行い、航空路火山灰情報（P220-221 参照）を提供しています。



各 VAAC 責任領域（青枠、●は VAAC 所在地、▲は主要火山）

国外の火山灰の監視においては、各国が運用する火山観測所からの火山活動に関する情報や隣接する VAAC からの火山灰に関する情報が重要な役割を担っており、東京 VAAC では、これらを航空路火山灰情報の発表に活用しています。なお、気象庁が運用する気象衛星ひまわりの画像は、各国の火山灰監視にも活用されています。

他の VAAC や関係機関とは、平常時から火山灰予測技術の向上や国際的な情報提供サービスの改善に向けた国際協力の推進に取り組んでいます。また、災害等により東京 VAAC の運用が困難となった場合に備え、ダーウィン VAAC と協力関係を結び、VAAC の機能不全時に業務を相互に代行支援する体制を構築しています。

気象庁が担う主な国際的役割

RSMC … 世界気象機関 (WMO) が定める地区特別気象センター

	センター名等 (開始年)	担当地区	業務内容
気象監視・予測	世界気象センター (2017年～)	全世界	全球数値予報資料 (数時間先から6か月先まで) の提供
	気象衛星センター (1978年～)	アジア・太平洋	アジア・西太平洋域の衛星画像の提供
	ナウキャスト RSMC (2018年～)	アジア・太平洋	アジア・西太平洋域の気象実況及び予測資料の提供
	波浪数値予報 RSMC (2018年～)	全世界	海上の波やうねりに関する数値予報資料の提供
	海上気象サービス RSMC (2018年～)	北西太平洋	船舶の安全航行のための海上予報・警報等の情報の提供
	熱帯低気圧 RSMC (1989年～)	東アジア・北西太平洋	台風の解析・予報資料の提供
	熱帯低気圧情報センター (1993年～)	東アジア・北西太平洋	航空機の安全運航のための熱帯低気圧の観測・解析・予報資料の提供
	航空路火山灰情報センター (1997年～)	東アジア・北西太平洋等	航空機の安全運航のための火山噴火・大気中の火山灰の位置等に関する情報の提供
	環境緊急対応 RSMC (1997年～)	アジア	国際原子力機関等の要請に応じた、原子力事故時の有害物質の拡散予測資料の提供
通信・観測システム	全球情報システムセンター (2011年～)	アジア	観測・解析・予報資料及び同資料に関するメタデータの交換・提供
	地区通信センター (1968年～)	東アジア	東アジア地域の気象機関と他の地域の通信センターとの中継
	地区放射センター (1965年～)	アジア	基準となる日射計の管理、各国の日射計の比較校正及び指導
	地区地上観測データ品質管理リードセンター (1991年～)	アジア	地上観測データの入電状況や品質の監視
	地区測器センター (1998年～)	アジア	各国の気象測器の校正、研修の実施及び専門家派遣
	地区 WIGOS センター (2021年～)	アジア	各国の観測に関するメタデータ管理、観測データ通報・品質改善の支援
	全球気候観測システム地上観測網監視センター/リードセンター (1999年～)	全世界	地上気候データの入電状況や品質の監視
地球環境	温室効果ガス世界資料センター (1990年～)	全世界	温室効果ガス等の観測データの収集・解析・提供
	品質保証科学センター (1995年～)	アジア・南西太平洋	二酸化炭素、メタン及びオゾン全量の観測データの品質管理、測器の比較及び指導
	全球大気監視世界校正センター (2002年～)	アジア・南西太平洋	メタンの標準ガスの精度維持及び各国観測標準の比較
	全球大気監視地区校正センター (2002年～)	アジア	基準となるオゾン全量の測器の管理、各国の測器の比較校正及び指導
	地区気候センター (2009年～)	アジア	季節予報資料、エルニーニョ等気象監視予測情報等の提供、人材育成支援
海洋・津波	NEAR-GOOS 地域リアルタイムデータベース (1996年～)	北東アジア	北東アジア海域の海洋・海上気象データの収集・解析・提供
	アルゴ計画国別データセンター (2002年～)	北西太平洋	日本のアルゴフロートで取得した海水温・塩分データの品質管理・国際交換
	北西太平洋津波情報センター (2005年～)	北西太平洋	北西太平洋沿岸諸国への津波予測情報の提供

開発途上国への技術支援

気象庁は、開発途上国の気象機関等に対し、世界気象機関（WMO）、政府開発援助、二国間協力等の様々な枠組みを通じて専門家派遣や研修等の技術支援を実施しています。

1. WMO を通じた協力

気象庁は、WMO のアジア地区/世界センターの活動の一部として、また WMO の様々なプログラムを通じて、途上国への技術支援を行っています。アジア地区においては、台風の解析・予測、気象データの国際交換、気候情報の利活用についての研修を定期的実施しています。また、アジア太平洋を中心に、地上気象・高層気象・気象レーダーなどの観測、気象衛星「ひまわり」の利活用、数値予報等の技術の向上を目的として、各種研修やワークショップにも取り組んでいます。

2. 政府開発援助の一環としての技術協力

気象、海洋、地震・火山関連業務における開発途上国への技術移転を促進するため、気象庁は、外務省、国土交通省及び国際協力機構（JICA）と協力して、研修員の受け入れや専門家の派遣を行っています。このうち、気象庁で実施する JICA 課題別研修「気象業務能力向上」コースにおいては、昭和 48 年度から令和 5 年度までに計 79 か国 389 名が研修に参加しており、研修員の多くは研修受講後、母国の気象業務の発展に主導的な役割を果たしています。

3. 二国間の技術協力

開発途上国における気象、海洋、地震・火山関連業務の高度化のため、気象庁は、開発途上国からの要望に応じて、気象庁が開発した解析・予報プログラムの提供や必要な研修を実施しています。