
報 告

温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) 設立 30 周年

ーウェブサイトの刷新をはじめとする最近 10 年の活動報告と、
今後のデータ利活用促進に向けてー

大気海洋部 環境・海洋気象課*

1. はじめに

気象庁が運営している、世界気象機関 (WMO) の温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) が、2020 年 10 月で設立 30 周年を迎えた。

WDCGG は、WMO の全球大気監視 (GAW) 計画 (1989 年開始) の下に設立された世界資料センターの一つであり、大気や海洋の温室効果ガス (二酸化炭素、メタン、フロンガス、一酸化二窒素など) 及びこれに関連するガス (一酸化炭素) の観測データを収集・保管・配布している。WDCGG が設立された 1990 年当時、データ収集は提出用紙及びフロッピーディスクの郵送、データの配布については冊子や CD-ROM の郵送で行っていたが、現在はデータ収集及び配布ともに全てインターネット上で行われており、観測データ類は「温室効果ガス等データ収集・提供装置」と呼ばれるサーバ及びストレージにおいて一元管理されている。

観測データは当初、地上観測所で得られたものがほぼ全てであったが、観測船による観測や航空機を用いた観測も次第に増え、近年では人工衛星による面的な観測データも収集しており、データ

容量が飛躍的に増加している。取り扱うガス種については代替フロンの種類が増加する一方、一酸化炭素以外の反応性ガス (NO_x, SO_x, VOCs 等) や地上オゾンの観測データは、2016 年 1 月に新しく設立された反応性ガス世界資料センター (WDCRG) に移管されている。

WDCGG は 2018 年 8 月に新ウェブサイトを開発し、併せて、データの提出方法やデータフォーマットの統一など抜本的な改善を行った。また、2019 年 3 月には新たに人工衛星による二酸化炭素データの取扱いを開始した。本稿ではこれら最近 10 年の変遷と今後の計画を中心に報告する。

なお、WDCGG は日本国政府と WMO の取決めに沿って気象庁が運営しており、その設立前後の経緯や、運用開始から 2010 年より前までの変遷については「温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) 設立 20 周年」(須田ほか, 2010) を参照いただきたい。

2. GAW 計画と WDCs の役割

2.1 WMO/GAW 計画の構成

WMO/GAW 計画は、1970 年代以前の 2 つの長

* 大久保 沙貴, 島村 翔, 木下 篤哉, 澤 庸介
(令和 3 年 3 月 5 日発行)

期監視計画である「全球オゾン観測システム (GO₃OS)」及び「大気バックグラウンド汚染観測網 (BAPMoN)」の統合により、1989年のWMO第41回執行理事会において制定された。GAWは、

- ・大気の化学組成や特定の物理的特性の全球的で長期の観測を維持すること。
- ・品質保証や品質管理(QA/QC)に重点を置くこと。
- ・利用者に統合的なプロダクトや適切なサービスを供給すること。

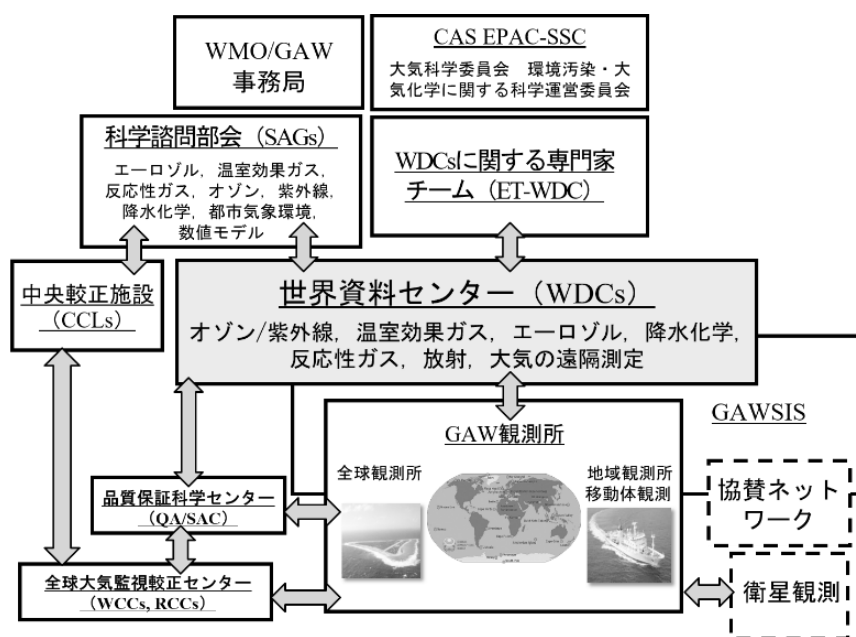
を通じて、

- ・社会への環境リスクを減らし環境条約の要求に対応すること。
- ・気候や気象、大気質を予測する能力を強化すること。
- ・環境政策の裏付けとなる科学的評価に貢献すること。

を目的・使命としている。

GAWは、「WMO大気科学委員会(CAS)」の下にある「環境汚染・大気化学に関する科学運営委員会(EPAC-SSC)」の管理のもと、GAW活動の組織・調整を行う科学諮問部会(SAGs)、GAWネットワークの観測データ品質維持を行う品質保証科学センター(QA/SAC)、較正スケール(観測基準)の維持や測器較正及び各観測所に対して研修

を行う中央較正施設(CCLs)及び全球大気監視世界・地区較正センター(WCCs, RCCs)、観測データ及びメタデータの保管を行う世界資料センター(WDCs)、WDCsや観測所メタデータ等を取りまとめるGAW観測所情報システム(GAWSIS)などの中枢組織、並びにWDCsに関する専門家チーム(ET-WDC)などで構成されている(第2.1図参照)。WMO事務局内では、大気環境研究課がGAWの運用を支援している。なお、2019年6月の第18回WMO総会においてWMO専門委員会等の抜本的な組織再編がなされ、GAWのガバナンスは、これまでのCASから、研究評議会(Research Board)と科学諮問パネル(Scientific Advisory Panel)のもとに移行しつつある。WMOの組織はインフラ部門とサービス部門の2つに大きく分かれることに伴い、GAWは要素に特有な科学的な問題は引き続き各SAGで取り扱う一方、SAGsとインフラ部門との間に専門家チーム(Expert Teams)、SAGsとサービス部門との間に運営委員会(Steering Committees)がそれぞれ橋渡し役として組織されることとなった。例えば、ET-WDCはデータ管理に関する専門家チーム(ET-ACDM)となり、あわせて新設されるネットワーク発展とQA/QCの専門家チームとともにインフラ部門との接点を構成することとなっている。



第 2.1 図 GAW 構成図

GAW の計画は約 7~8 年ごとに策定されており、現在の「GAW 実施計画」(WMO, 2017) は 2016-2023 年を対象としている。この実施計画において、データとメタデータの適切な管理と提供が GAW の活動を推進するために重要な役割を果たすと位置付けられ、WDCs の役割・取り組むべき課題について記載されている。詳しくは第 2.2 節で述べる。GAW 実施計画とは別に WMO が温室効果ガスに関連して着手している計画としては「統合全球温室効果ガス情報システム (IG³IS)」の取組がある。IG³IS では温室効果ガス観測値と数値モデルを用いた逆解析結果から、温室効果ガスの放出・吸収量を推定することを目指しており、温室効果ガス観測のさらなる高密度化や時空間的な広がりが必要となる。また、前述の組織再編に伴

い、IG³IS は GAW の成果を社会へのサービスに繋げる 3 部門のうちの一つ(残り 2 つは全球大気質予測・情報システム(GAFIS)と全球大気降下物に関する測定とモデルの融合(MMF-GTAD))として運営委員会を設置して取り組もうとしている。

2.2 世界資料センターについて

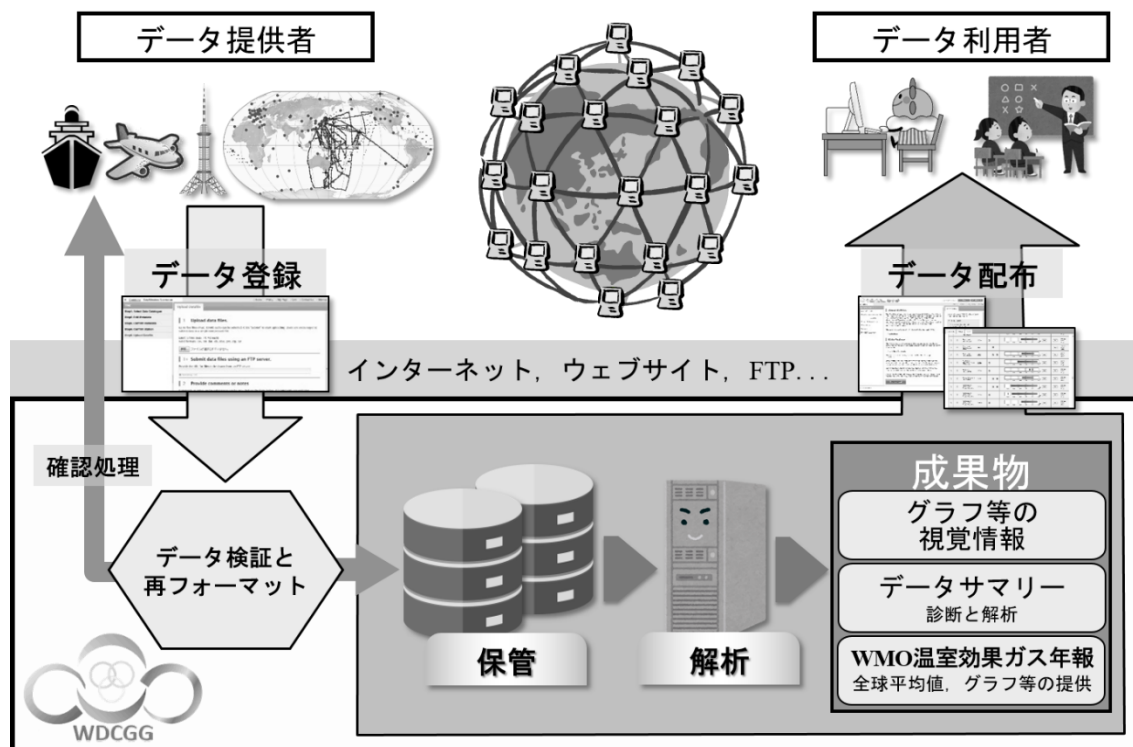
世界資料センター(WDCs)はWMO/GAW計画の下、GAW観測所及び協賛ネットワーク機関の観測データの収集・保管・配布を目的として設立されたセンターであり、取扱い要素等により現在は7センターが運用されている(第2.1表)。なお、各センター設立当時の状況や2010年までの変遷等は、須田ほか(2010)を参照されたい。

第 2.1 表 WDC 一覧

名称	取扱い要素	運営機関
世界オゾン・紫外線 資料センター (WOUDC)	オゾン(ライダー, ゾンデ, 全量, 反転) 紫外線(全量, マルチバンド, 波長別, UV インデックス)	カナダ気象局 (Meteorological Service of Canada, Environment and Climate Change Canada)
温室効果ガス 世界資料センター (WDCGG)	温室効果ガス (CO ₂ , CH ₄ , N ₂ O, CFCs, etc...) 関連ガス(CO, etc...)	日本・気象庁 (Japan Meteorological Agency)
エーロゾル 世界資料センター (WDCA)	光学的厚さ(PFR ほか) エーロゾル(光吸収, 散乱, 後方散乱, 質 量濃度, 化学成分 ほか)	ノルウェー大気研究所 (Norwegian Institute for Air Research)
降水化学 世界資料センター (WDCPC)	化学成分(降水, 降下じん)	米国海洋大気庁大気資源研究所 (National Oceanic and Atmospheric Administration Air Resources Laboratory, ARL)
反応性ガス 世界資料センター (WDCRG)	反応性ガス (NO ₂ , NO, SO ₂ , VOCs, etc...)	ノルウェー大気研究所 (Norwegian Institute for Air Research)
世界放射資料センター (WRDC)	日射・放射 (全天日射, 散乱日射, 日照時間, 放射収 支)	ロシア・中央地球物理観測所 (Voeikov Main Geophysical Observatory)
大気リモートセンシング 世界資料センター (WDC-RSAT)	衛星で観測されたデータ (ガス, エーロゾル, 雲, 太陽放射, 地表 面状態と変動 ほか)	ドイツ航空宇宙研究センター (German Aerospace Center, DLR)

WDCs 業務の例として、WDCGG における業務の概要図を第 2.2 図に示す。WDCs が収集する観測データは全世界の観測データであり、地上の観測のみならず、船舶や航空機などの移動体による

観測も含まれる。また、観測手法や測器もまちまちであり、国や地域、観測機関等によって観測精度や頻度が大きく異なるため、データ品質情報は不可欠である。



第 2.2 図 WDCGG 業務の概要

収集したデータは各センターで保管・管理され、広く一般に公表される。また、各 WDC はインターネット等を介したオリジナルデータの提供に加えて、統計的手法を用いた全球平均値や分布図等を載せたデータサマリーの公表なども行い、観測データに基づいた地球環境に関する情報発信にも努めている。

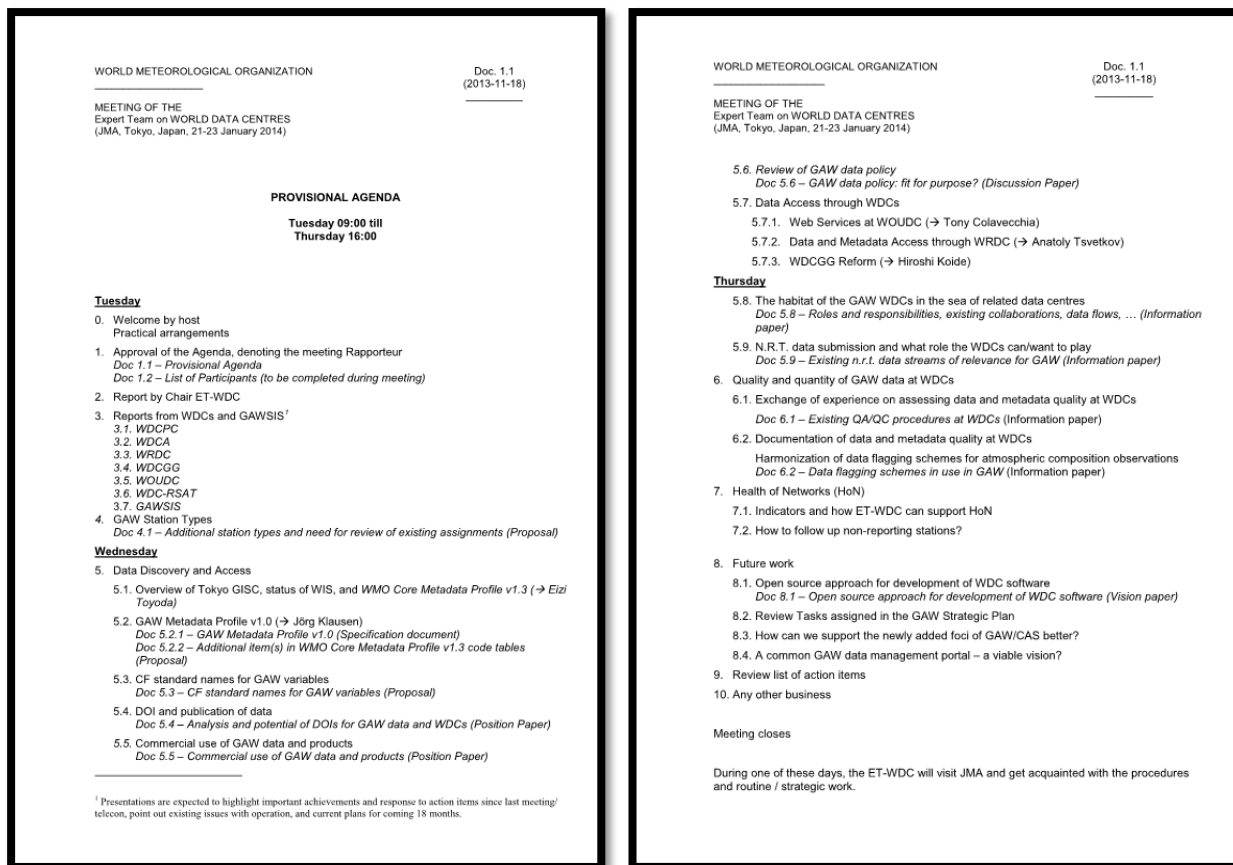
各センターで収集されるデータは、GAW 観測所の周辺環境や観測頻度、測器情報、担当者などのメタデータと、各要素の観測データそのもので構成される。近年、データの検索の利便性の向上、流通の促進を図るため、メタデータの充実・標準化が求められている。現在、GAW 観測所のメタデータは、GAW 観測所情報システム (GAWSIS) によってデータベース化され公開されている。しかしながら、各センター及び GAWSIS のメタデータ

が持つ情報・書式は統一されておらず、相互利用も限られている。そこで、各センターがもつ観測データを更に有効利用するために、メタデータ標準化・交換に関する調整が、各センターの代表者で構成する専門家チーム (ET-WDC) による会合 (ほぼ隔年開催) で行われている。また、ET-WDC では、これら GAWSIS と WDCs のメタデータの統合方針についての議論に加え、準リアルタイムでのデータ交換と、データ交換を促進するデータの機械可読性の向上、WDCs に保管されたデータに対する DOI (Digital Object Identifier: 国際標準のデジタルオブジェクト識別子) の付与等について議論されている。

ET-WDC 会合は、各センターの担当者が集まり活動や業務改善についても報告し情報交換する貴重な機会となっている。2014 年の ET-WDC 会

合は気象庁がホストして東京で開催された(第2.3図)。東京会合では、会議の内容の充実に加えて、庁内のみならずGAW計画に関係する庁外の機関からも協力を得て温室効果ガス較正室や予報等の

各種現業室の庁内施設及び気象研究所や国立環境研究所などの研究機関の見学ツアーを実施するなどして、参加者からは好評を得た。



第 2.3 図 ET-WDC 東京会合のアジェンダ

3. WDCGG が収集するデータについて

3.1 観測ガス種について

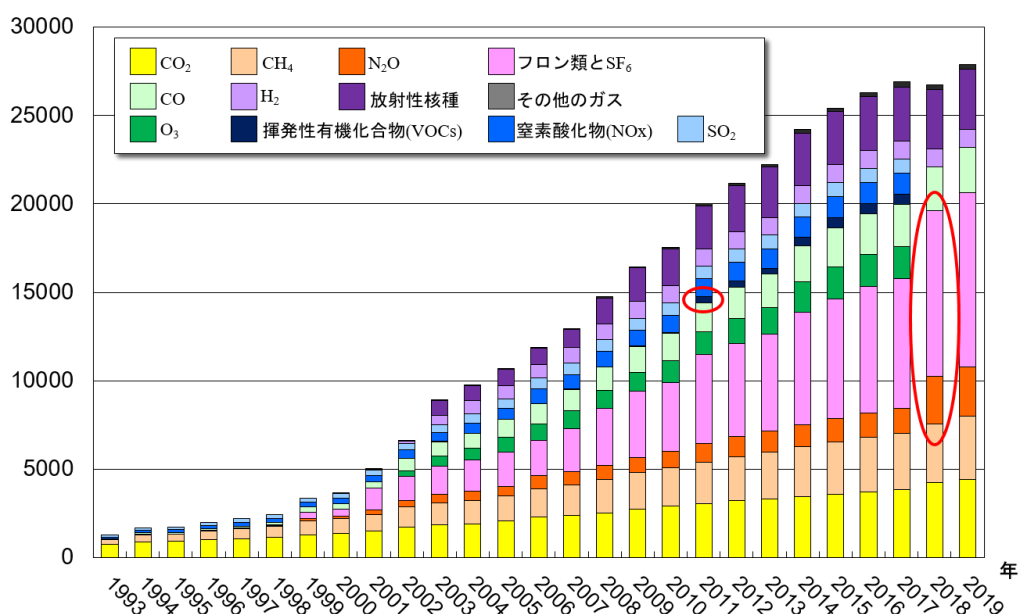
WDCGG で取り扱うガスの種類について、最近 10 年間の変遷を中心に報告する。

WDCGG では 2010 年以降、ハイドロフルオロカーボン (HFC) 類や有機フッ素化合物 (PFC) 類に新たなガス種を追加したほか、硫化カルボニル (COS)、放射性核種の ⁷Be などの取扱いを開始した。一方、第 1 章で述べたように、従来 WDCGG で取り扱っていた反応性ガス (NO_x, SO_x, VOCs 等) の大半や地上オゾンの観測データは、2016 年 1 月にノルウェー大気研究所 (NILU) が新たに設立した WDCRG に移管された。WDCRG 設立に関しては 2015 年 2 月から WMO 事務局及び反応性ガスと温室効果ガスそれぞれの科学諮問部会

(SAG-RG, SAG-GHG) と調整を図り、EPAC-SSC 及び SAG 議長合同会議で承認された。2015 年 9 月には WMO/IAEA 主催の第 18 回二酸化炭素及びその他の温室効果ガスと関連測定技術に関する会議 (GGMT-2015) 及び SAG-GHG で移管計画を説明、翌 2016 年 1 月から WDCRG の運用が開始されている。その際に、CO などの一部の反応性ガスについては、温室効果ガス観測との関連が深く、WDCGG で引き続き取り扱うことが SAG や GGMT での議論で要望され、引き続き WDCGG で取り扱うこととなった。なお WDCGG では、新ウェブサイト公開 (2018 年 8 月) に伴い、移管された反応性ガスのウェブサイト上での提供を終了している。2020 年現在で取り扱っているガス種を第 3.1 表に示す。

第 3.1 表 WDCGG で収集するガス種

二酸化炭素 (CO ₂)	CO ₂	ハイドロクロロ フルオロカーボン (HCFCs)	HCFC-141b	ハロカーボン (Halocarbons)	CCl ₄	関連ガス (Reactive Gas)	CO	
	¹³ CO ₂		HCFC-142b		CH ₃ CCl ₃		CHCl ₃	
メタン (CH ₄)	CH ₄	ハイドロ フルオロカーボン (HFCs)	HCFC-22	有機フッ素化合物 (PFCs)	PFC-116	CH ₂ Cl ₂	CH ₃ Cl	
	¹³ CH ₄		HCFC-124		PFC-218		CH ₂ I	
	CH ₃ D		HFC-125		PFC-14		CH ₃ Br	
一酸化二窒素 (N ₂ O)			HFC-23	ハロン (Halon)	PFC-318		CH ₂ Br ₂	
六フッ化硫黄 (SF ₆)			HFC-152a			CBrClF ₂		C ₂ HCl ₃
フッ化スルフルル (SO ₂ F ₂)			HFC-236fa		CBrF ₃		C ₂ Cl ₄	
三フッ化窒素 (NF ₃)			HFC-245fa	その他ガス (Other Gas)	C ₂ Br ₂ F ₄		CHBr ₃	
硫化カルボニル (COS)			HFC-227ea					H ₂
クロロ フルオロカーボン (CFCs)	CFC-11		HFC-365mfc	放射線核種 (Radionuclide)			¹⁴ CO ₂	
	CFC-12		HFC-134a					²²² Rn
	CFC-113		HFC-143a					⁷ Be
	CFC-114		HFC-32					
	CFC-115		HFC-4310mee					



第 3.1 図 WDCGG で収録したガスデータ数の推移. 赤丸で囲った 2011 年頃の揮発性有機化合物 (VOCs) の増加や, 2018 年頃の N₂O 及びフロン類と SF₆ の増加がみられる.

提出されたガスの種類別のデータ数の推移を第 3.1 図に示す. 反応性ガスの提供中止に伴う減少を除けばどのガス種も増加を続けており, 中でも 2011 年頃の揮発性有機化合物 (VOCs) の増加

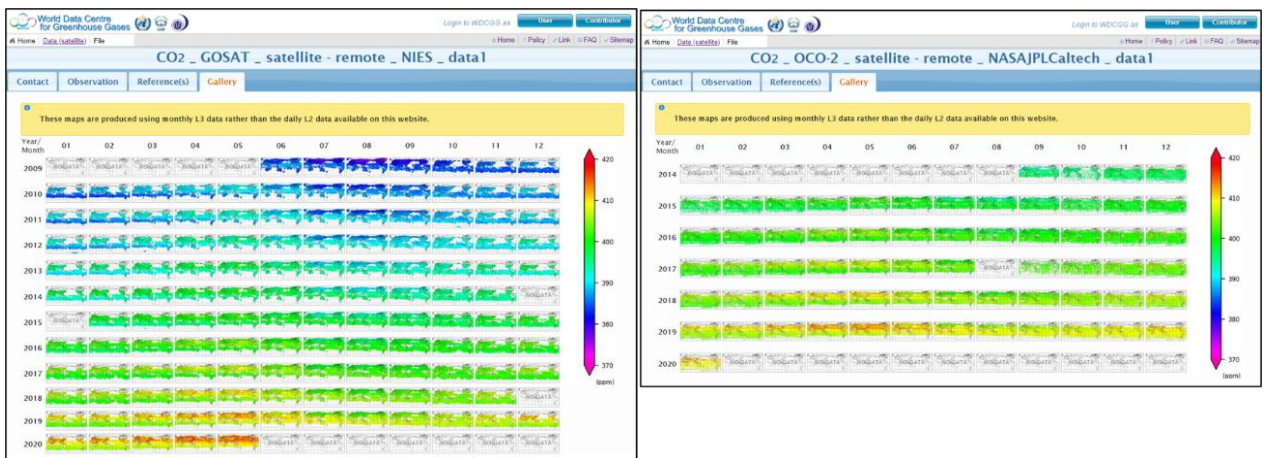
や, 2018 年頃の N₂O 及びフロン類と SF₆ の増加が目立つ. 総データ数は 2005 年に 1 万件, 2012 年に 2 万件を突破した.

3.2 観測手段・手法について

WDCGG に提出されている観測データの観測手段の増加について報告する。

直近の 10 年間では、航空機や船舶の移動体観測によるデータの提出が増加しているほか、観測用鉄塔や電波塔などを用いて複数の高度の濃度を同時に観測したデータの提出も増加している。さらに、2019 年 3 月から人工衛星により観測されたデータの取扱いも開始し、2020 年現在、温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT) と軌道上炭素観測衛星「OCO-2」の 2 つの人工衛星による

CO₂ 観測データを掲載している (第 3.2 図)。これらは、温室効果ガスの循環解明のために、従来の地上観測データに加えて、移動体やリモートセンシングによる鉛直・広域分布観測が拡大していることを反映している。また、これまでよりも研究プロジェクトによる観測のデータ公開が進んだことも WDCGG に提出される観測手段の多様化が進んだ一因であると考えられる。これらのデータを WDCGG において公開することは、近年の化学輸送モデル等への観測データ利用の拡大にも応えるものである。



第 3.2 図 WDCGG ウェブサイトにおける衛星データ掲載ページ

4. データフォーマットの変更と WDCGG ウェブサイトの全面更新について

4.1 データフォーマットの変更

WDCGG に収集されたデータは、テキスト形式のファイルにフォーマットを統一し、ウェブサイトで公開される。近年の観測手段の多様化に伴い、複数の公開データフォーマットが存在していたが、2018 年に機械可読性向上のために一つのフォーマットに統一した (第 4.1 図)。

旧フォーマットでは、測器情報等のメタデータは固定長のヘッダ部分に記述され、データ提供者による詳細な記述が困難であった。また、地上の固定観測点、航空機、船舶などデータ種別の違いや月平均、日平均、毎時平均、観測時ごとの各データに対して別々のフォーマットが存在している一方、同一測器で同時に観測されるフロン類

(CFC-11, CFC-12, CFC-113 等) は、1 つのファイル内に観測データが並列に記述されるなど、フォーマットに一貫性が欠けていた。これらは、年々増加を続ける収集ガス種や観測測器の変遷等に従来のフォーマットでは対応しきれず、フォーマットを逐次拡張したために生じた結果である。WDCGG では、以上のような状況を踏まえ、データ提供者やデータ利用者の意見も取り入れつつ、将来的にも柔軟に対応できる新フォーマットを作成した。

新しいフォーマット設定の際に主眼を置いたのは、機械可読性である。化学輸送モデル等への観測データ利用の拡大など、多数のデータファイルを計算機においてプログラムで一括処理する利用者が増え、ファイルごとに処理を変更する必要のないデータセットの提供が求められていた。

```

C01 TITLE: CO2 hourly mean data
C02 FILE NAME: ryo23hr00_tms.as.cn.co2.n1.hr2013.dat
C03 DATA FORMAT: Version 1.0
C04 TOTAL LINES: 5120
C05 HEADER LINES: 32
C06 DATA VERSION: 201307
C07 STATION NAME: RYORI
C08 STATION CATEGORY: Regional
C09 OBSERVATION CATEGORY: Air sampling observation at a stationary platform
C10 COUNTRY/TERRITORY: Japan
C11 CONTRIBUTOR: JMA
C12 LATITUDE: 39.03
C13 LONGITUDE: 141.82
C14 ALTITUDE: 260
C15 NUMBER OF SAMPLING HEIGHTS: 1
C16 SAMPLING HEIGHTS: 20
C17 CONTACT POINT: y-fukuyama@met.kishou.go.jp
C18 PARAMETER: CO2
C19 COVERING PERIOD: 2013-01-01 2013-07-31
C20 TIME INTERVAL: hourly
C21 MEASUREMENT UNIT: ppm
C22 MEASUREMENT METHOD: NDIR
C23 SAMPLING TYPE: continuous
C24 TIME ZONE: Local time UTC+9
C25 MEASUREMENT SCALE: WMO X2007 scale
...
C30 COMMENT:
C31
C32 DATE TIME DATE TIME CO2 NO SD F CS REM
2018-01-01 00:00 9999-99-99 99:99 413.65 101 0.132 -7 0 -99999999
2018-01-01 01:00 9999-99-99 99:99 413.56 105 0.088 -7 0 -99999999
...
# header_lines : 189
# Data_Set_Name : co2_ryo_surface-insitu_1_9999-9999_hourly
# Data_Set_Version : 0001-2012-1001-01-01-9999_2018-09-26-1710
# Data_Set_Pair_Use : For Scientific purposes, access to these data .....
#
# GLOBAL ATTRIBUTES
# site_gaw_id : RYO
# site_type : gaw Regional
# site_name : RYORI
# site_country/territory : Japan
# site_wmo_region : REGION II (Asia)
# site_address1 : 1-25, Takahashi-cho, Ryori
# site_address2 : Sanriku-cho, Ofunato-shi
# site_address3 : Inata 022-0211, Japan
# site_latitude : 39.0319
# site_longitude : 141.8222
# site_elevation : 260
# site_elevation_unit : m
# site_offset : 0
# site_climate_zone : Cfb
# site_climate_zone_comment : warm temperate climate, fully humid, warm summer
# dataset_creation_date : 2018-09-27
...
# VARIABLE ORDER
# site_gaw_id year month day hour minute second year month day hour minute second value value_unc nvalue latitude
RYO 2018 01 01 00 00 00 -999 -9 -9 -9 -9 413.65 0.132 101 39.0319 141.8222 280 260 20 -999 999 -7 1 3 9 1
RYO 2018 01 01 01 00 00 -999 -9 -9 -9 -9 413.56 0.088 105 39.0319 141.8222 280 260 20 -999 999 -7 1 3 9 1
...

```

第 4.1 図 新旧データフォーマット

さらに、観測データの適切な利用には、それに付随する観測手法や測器情報、較正スケール等のメタデータが必要となる。これらのメタデータがファイル内で全て参照できるように、ファイルに含まれるヘッダ情報のフォーマットを拡張し、可変長のヘッダ書式を採用した。また、以前は同じ観測時系列内でも較正スケール等の変更があった場合は別の観測として扱い、別ファイルで提供していた。しかしながら、利用者としては、長期間の時系列データを一括して取得できる方が利便性が高まる。このため、データ行内に測器や較正スケールの情報を含めることで一つのファイルとして一括して提供し、かつ、これらの変更についても把握可能とした。さらに、この機会に新しい収録項目として、WDCGG 統一フラグを追加した。従来、各データに対する品質フラグは、観測ごとにデータ提供者が独自に設定したものを収録し、メタデータに自由記述で説明を記載して利用者が参照できるようにしていたが、機械で一括処理する際にそれぞれの説明を参照しなければならないのは不便であるとの声が多かった。そこで、全てのデータに対して単一のシンプルなフラグを別途統一付加し、基本となる品質のみであればこのフラグで一括して読み取れる仕様とした。WDCGG 統一フラグは、

- 1 : Valid (background) …バックグラウンド観測データとして有効
- 2 : Valid …有効 (バックグラウンド観測以外)
- 3 : Invalid …無効

の 3 種類とした。データ提供者はこのフラグを各データに付加するか、若しくはデータ提供者独自のフラグと WDCGG 統一フラグとの対応を示す

こととしている。そのほか、年ごとに別ファイルとしていた毎時平均データを全期間で一つのファイルとして提供する仕様に変更した。これは近年のインターネット環境やパソコン等の解析処理性能の向上に伴い、一般に取り扱うファイルサイズに関する制約が薄れたためである。以上の変更により、一地点一要素の観測データに関わる全情報が一つのファイルに収められることとなり、データ利用の利便性が向上した。

なお、2019 年から新たに取扱いを開始した衛星観測データについては、地上観測データとは異なるデータフォーマットを採用している。これは、各衛星データにおいて既に確立されたデータフォーマットが存在しているためである。収集・公開する衛星観測データはオリジナルデータと同じく観測時ごとのデータ（日単位のファイル）であるが、WDCGG 独自の機能として、月単位の全球分布データに基づいた全球画像ファイルを表示している。これらは、大容量の衛星観測データをダウンロードする前にデータを概観できるように加えられたものである。これらの表示記載については、データ提供者との調整・確認作業を経た上で実施している。

さらに、ガスデータの観測時の状況に関する情報として収集・公開していた気象データについても改善を行った。これまで複数あったフォーマットをガスデータと同様に統一し、新しいフォーマットで整理しなおした。この際、データの異常値の再チェックを行い、データ提供者への確認・照会作業を行った上で 2020 年 6 月から掲載を再開している。

4.2 WDCGG ウェブサイトの全面更新

データフォーマットの変更と並行して WDCGG ウェブサイトの全面更新も行い、2018年8月に公開した(第4.2図)。

主な更新点は以下のとおりである。

4.2.1 データ提出及びメタデータ更新方法

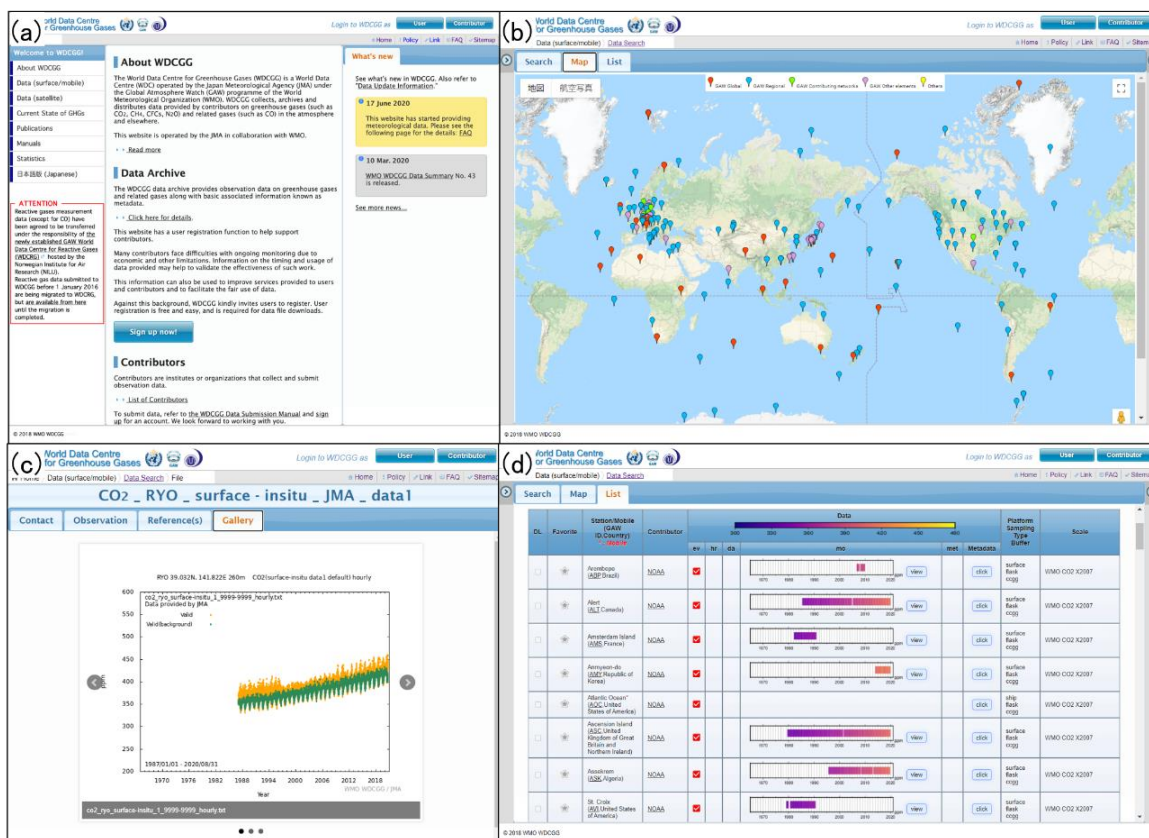
以前のウェブサイトでは、測器や担当者連絡先などのメタデータの変更はウェブサイトの該当ページで記入し、観測データは別途メールで提出する形式であったが、提出する経路が異なるため、メタデータの更新し忘れ等により観測データとの対応が不整合となることがあった。そこで、新しいウェブサイトでは、観測データをウェブサイト上にアップロードして提出し、その際にメタデータも同時に編集する方式とした。なお、メタデータの編集ページは GUI を統一、選択する項目はチェックボタンやリストを多用する方式とし、メタデータの記入漏れや誤記、表記のばらつきを防ぐ仕様となっている。また、複数のデータセット

を提出する場合、従来はそれぞれのメタデータを一つずつ編集しなければならなかったが、新しいウェブサイトでは一括編集可能とし、多くのデータを提出するデータ提供者の負担を軽減している(第4.3図)。

以上の仕様を実現し、データ提供者の提出の利便性を図るため、新ウェブサイトでは、データ提供機関ごとの ID 登録制を導入している。

4.2.2 データ利用者の登録

温室効果ガス等の観測には多大なコストがかかっている。このため、データ提供者から WDCGG に対し、観測継続の必要性を示すために、WDCGG に提出した観測データを誰がどのように利活用しているかについての情報還元を求められていた。WDCGG 掲載のデータを利用する際には、データ利用者がデータ提供者に対してデータの利用と共著等の申し出を直接行うことが条件となっているが、実際には守られていない事例が少なからずあったことも一因である。



第 4.2 図 WDCGG ウェブサイト。(a) トップページ、(b) データ検索画面：地図表示、(c) 観測データ詳細表示画面(綾里 CO₂ の例)、(d) データ検索画面：ガス種別リスト表示(CO₂ の例)



第 4.3 図 メタデータ及びデータ登録

これらの問題に対処するため、新しいウェブサイトではデータ利用者を ID 登録制とした。データ利用者は WDCGG ウェブサイトに利用用途を含めた利用者情報を登録することで、データのダウンロードが可能となる。データをダウンロードすると、そのファイル名やバージョンが利用者 ID に紐づけられた形で記録され、データ提供者へは自身が提出したデータのダウンロードされたファイル数が毎月一回通知される。更に、データ提供者の ID でログインしたウェブサイト上では、自身のデータをダウンロードした利用者の情報を閲覧することが出来る仕組みを構築した。また、これにより、WDCGG ウェブサイト全体における国別のデータ利用頻度や利用目的などの統計情報も得られるようになった。これらの情報は今後のウェブサイト改良等の参考とする予定である。

4.2.3 検索機能の強化

ウェブサイトの改良に当たってはデータ利用者の利便性向上も図っている。WDCGG ウェブサイトで公開されているデータを効率的に利用するために、観測要素やメタデータによる絞り込み、マップ上での選別などグラフィカルなデータ検索を可能とした。また、各データについてもファイルを取得する前に、色付き棒グラフや折れ線グラフ等を参照してデータの概要を見られる画面を用意した。さらに、データ取得時には選択したファイルを一括ダウンロードできるように改良した。ID 登録したデータ利用者には、よく利用するデータセットをお気に入り登録しておく機能

や、データ利用許諾の連絡に使用できるメールテンプレートを表示させる機能等を追加し、ID 登録のメリットも充実させるような工夫を施している。

5. WDCGG 活動の展望

WDCGG で収集・提供するデータは、観測ネットワークの増加、観測目的や使用する観測測器の違いによって多様化してきている。このような中 WDCGG では、SAG や ET-WDC 等の専門家からの要請・助言を受け、温室効果ガスデータの有効活用のための取組を行っている。ここでは、現在検討している事項について述べる。

5.1 データの流通促進

WDCGG は ET-WDC での議論を受け、論文等における利用したデータの引用を容易にし、データ流通の促進を図るため、掲載データへの DOI の付与を計画している。データに DOI を付与することは、研究データの公開促進の観点から世界のデータセンターでは必須となりつつある。WDCGG では、2020 年度中の DOI 付与開始を目指して必要な準備を進めている。DOI の付与が開始されればデータ流通が促進され利用状況の把握が容易となることから、データ提供者及びデータ利用者の双方にメリットがあると考えられる。

5.2 データの品質情報の拡充

WDCGG は、観測品質に関する付加情報を拡充するよう SAG や GGMT において繰り返し要請を

受けている。現在 WDCGG では、以下の 2 点について検討を行っている。

- ・データに関する不確かさの情報の収集・掲載
- ・較正スケールの WMO スケールへの変換に関する情報

データに関する不確かさ情報の収集・掲載は、異なる観測目的や測器の多様化に伴い観測データの繰り返し精度や空間代表性の品質が多様化していることが背景にある。異なる観測ネットワーク間のデータを利用する際には、各観測データにどの程度の不確かさが含まれるのかについて、より詳細な情報が必要となる。これについては、現在のフォーマットに含まれる測定時の標準偏差に加えて、「繰り返し精度、水蒸気補正の誤差や気象条件の影響等による短期的な不確かさ」、「観測基準として使用する標準ガスの（相対値としての）長期的な濃度変化等による長期的な不確かさ」、「較正スケールの絶対的な不確かさ」によるものの 3 種類に大別した情報を各データに追加することが SAG 等で検討されている。しかしながら、不確かさをどのように定義し、各機関から提出された不確かさの整合性をどのように確保するか等については課題が多く残っている。WDCGG では SAG 等の議論の動向に留意しつつデータベース改修等の準備を進めている。

較正スケールに関しては、従来から WMO スケールに変換可能なデータの提出が求められており、データ提供者は使用スケールの情報とともに WMO スケールへの変換係数の情報を提出している。しかし、これらの関係は濃度依存性や時間変化を持ち複雑であり、一般利用者が WMO スケールへ適切に変換することは困難な場合がある。このため、あらかじめ統一スケールへ変換した数値もデータフォーマットに含めることが検討されている。

5.3 一体的なデータ提供

地上・移動体観測の充実とともに衛星観測の提供も開始されたことで、データ利用者は各種のデータを組み合わせて利用する可能性が広がった。一方で多様なデータセットから利用者が必要と

するデータを個別に取得することは非効率になってきている。このため、膨大な情報の中から必要とするデータを探し出し、組み合わせて選択して取得することが容易になるよう、WDCGG のウェブサイトではより効率的で一体的なデータセットの提供が求められている。

例えば、ウェブサイトの地図上にデータの種類や範囲の情報を表示させること、濃度や観測期間等のデータの概要を確認するための画像を更に充実させてデータを選択しやすくすること、また、これらを組み合わせることで直観的な操作を可能にすることを現在検討中である。取り扱う観測データの期間も徐々に長期化しているため、特定の期間を指定しての選択を可能とすることも需要が高いと考えられる。

5.4 他機関との連携

5.4.1 GAW 観測所情報システム (GAWSIS)

GAWSIS は、GAW とその関連の観測所に関するメタデータを統合管理しているシステムで、WDCGG で取り扱う各観測所についても GAWSIS に登録され GAWID を取得した観測点であることを原則としている。緯度経度などのロケーション情報といった、他の WDCs と共通の情報に加え、近年では各観測に関する測器や観測スケジュール等の WMO のメタデータ標準に準拠した情報も収集・掲載を拡張しつつある。

現在の WDCGG では、緯度経度などのロケーション情報を GAWSIS から取得して WDCGG のデータベースに同期する処理を定期的の実施しており、これらの情報に変更がある場合には GAWSIS に対して更新を行うようにデータ提供者に案内している。これに対し GAWSIS からは、WDCs で収集した観測に関するメタデータを GAWSIS のデータベースに反映させることが要請されており、どのように実施することが最も効率的・効果的なメタデータ収集・提供につながるのか、ET-WDC を中心に検討を行っている。WDCGG では、最新のメタデータを GAWSIS に反映させることを当面の目標とし、必要な処理の作成に取り組んでいるが、メタデータ項目や登録規則の違い

等課題も多いため、ET-WDC メンバーと随時相談しながら進めている。

5.4.2 統合的炭素循環観測システム (ICOS)

ICOS は欧州の統合観測システムで、GAW 協賛ネットワークとしても登録されている観測ネットワークである。独自のポータルサイトで準リアルタイムデータや QC データを公開するなど、データサイトとしても発展を続けている。

GAW 協賛ネットワークの本来の要件としては、WDC へのデータの提出は義務付けられていないが、ICOS と WDCGG 双方でデータ交換をすることで得られる利用者拡大等のメリットから、連携を要請されている。このため、該当観測所の GAWSIS への登録や、膨大な量のデータをどのように WDCGG へ登録・更新するか等を課題として検討を進めている。

6. まとめ

WDCGG では、開設以来 30 年間、GAW を中心とした温室効果ガスの観測データの収集・公開を行ってきた。取り扱うデータは種類・量ともこの 30 年間に大きく増え、WDCGG の機能を拡張するために、2018 年にはこれまでのデータ収集・提供方式を大幅に更新し、新ウェブサイトにおける運用を開始した。最近では、研究論文等において、解析結果の追試・再現性の確保の観点から使用したデータの公開が求められる例が増えていること、データ公開が研究成果の認知向上につながることで、データ公開そのものが研究成果の一部として評価される流れとなっていること等から、研究プロジェクトにおける観測データが WDCGG に提出される例が増えてきている。これに伴い、WDCGG に求められる機能・責任も増大している。

WMO は、温室効果ガス年報 (Greenhouse Gas Bulletin) を毎年発行している。この年報は原則として気候変動に関する国際連合枠組条約 (UNFCCC) における締約国会議 (COP) の開催前に公表され、世界の温室効果ガスの状況を示す基礎的な資料となっている。WDCGG は、この年報中で報告される、大気中 CO₂、CH₄ 等の全球平

均濃度増加速度の変化等について解析を行う重要な役割を担っている。これは、提出された観測データをもとに算出したもので、データ提供者にとっても、観測の有効性と継続の必要性を示す重要な成果となっている。また、2019 年 5 月に京都市で開催された IPCC 第 49 回総会においては、「2006 年 IPCC 国別温室効果ガスインベントリガイドラインの 2019 年改良」採択・受諾がなされた。この報告書中の本編第 1 巻 (一般的ガイダンスと報告) の第 6 章では、大気観測と温室効果ガス排出推計量との比較における逆解析モデルの活用事例が紹介されているほか、データセンターとして WMO/WDCGG についても言及されている。これらは、温室効果ガス観測と WDCGG への期待の表れであり、WDCGG では今後とも関係機関と協力し、地球環境監視に重要な観測データの品質確保・データの有効利用促進と、それによるパリ協定への貢献等の国際協力を図っていきいたいと考えている。

最後に、これまで 30 年間の WDCGG 業務運営にご協力いただいた庁内・庁外の関係者に深く感謝するとともに、今後とも業務運営・改善への支援をお願いする。

7. 付録

略語一覧

BAPMoN : Background Air Pollution Monitoring Network	大気バックグラウンド汚染観測網
CAS : Commission of Atmospheric Sciences	大気科学委員会
CCL : Central Calibration Laboratory	中央較正施設
DOI : Digital Object Identifier	国際標準のデジタルオブジェクト識別子
EPAC-SSC : Open Program Area Group on Environmental Pollution and Atmospheric Chemistry Scientific Steering Committee	環境汚染・大気化学に関する科学運営委員会
ET-ACDM : Expert Team on Atmospheric Composition Data Management	大気組成のデータ管理に関する専門家チーム
ET-WDC : Expert Team on GAW World Data Centres	

- 全球大気監視世界資料センターに関する専門家チーム
- GAFIS : Global Air quality Forecast and Information Systems 全球大気質予測・情報システム
- GAW : Global Atmosphere Watch 全球大気監視
- GAWSIS : GAW Station Information System GAW 観測所情報システム
- GGMT : WMO/IAEA Meeting on Carbon Dioxide, Other Greenhouse Gases and Related Measurement Techniques 世界気象機関／国際原子力機関主催二酸化炭素及びその他の温室効果ガスと関連測定技術に関する会議
- GO₃OS : Global Ozone Observing System 全球オゾン観測システム
- GOSAT : Greenhouse gases Observing SATellite 温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」
- IAEA : International Atomic Energy Agency 国際原子力機関
- ICOS : Integrated Carbon Observation System 統合的炭素循環観測システム
- IG³IS : Integrated Global Greenhouse Gas Information System 統合全球温室効果ガス情報システム
- IGACO : Integrated Global Atmospheric Chemistry Observation 統合全球大気化学観測
- IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change 気候変動に関する政府間パネル
- MMF-GTAD : Measurement-Model Fusion for Global Total Atmospheric Deposition 全球大気降下物に関する測定とモデルの融合
- NASA : National Aeronautics and Space Administration 米国航空宇宙局
- NILU : Norwegian Institute for Air Research ノルウェー大気研究所
- OCO-2 : Orbiting Carbon Observatory-2 軌道上炭素観測衛星 2
- QA/SAC : Quality Assurance/Science Activity Centre 品質保証科学センター
- RCC : Regional Calibration Centre 地区較正センター
- SAG : Scientific Advisory Group 科学諮問部会
- UNFCCC : United Nations Framework Convention on Climate Change 気候変動に関する国際連合枠組条約
- WCC : World Calibration Centre 世界較正センター
- WDC : World Data Centre 世界資料センター
- WDCGG : World Data Centre for Greenhouse Gases 温室効果ガス世界資料センター
- WDCRG : World Data Centre for Reactive Gases 反応性ガス世界資料センター
- WMO : World Meteorological Organization 世界気象機関

参考文献

- 須田一人・木下篤哉・松本隆則・栗原幸雄・濱田啓次・田中秀和・坂井めぐみ (2010) : 温室効果ガス世界資料センター (WDCGG) 設立 20 周年. 測候時報, **76**, 207-220.
- 堤之智 (2017) : 新たな WMO/GAW 実施計画: 2016-2023 について. 天気, **64**, 607-614.
- WMO (2007) : WMO Global Atmospheric Watch (GAW) Strategic Plan : 2008-2015, GAW Report, No. 172, 104 pp.
- WMO (2017) : WMO Global Atmospheric Watch (GAW) Implementation Plan : 2016-2023, GAW Report, No. 228, 75 pp.

活動年表

WDCGG 関連の年表 (2010-2013)

年	WDCGG 及び気象庁の活動	日本の動向	世界の動向
2010			COP16 において、世界規模の排出削減を求める合意がなされた（カンクン合意）。先進国は削減目標を提示し、その進捗状況を隔年で報告する。
2011	防衛省の協力のもと、航空機による温室効果ガスの観測を北西太平洋上で開始。		COP17 において、カンクン合意実施のための一連の決定がなされ（ダーバン決定）、全ての国に適応される枠組みの法的文書を作成するための「ダーバン・プラットフォーム特別作業部会」が設置された。 京都議定書第二約束期間における削減対象ガスとして、三フッ化窒素（NF ₃ ）が新たに追加された。
2012	二酸化炭素分布情報に上空大気中の濃度分布を追加。 WDCGG 計算機システム更新。 全球解析の不確かさに関するドキュメント刊行（Technical note on uncertainty for GHG global mean mole fractions by WDCGG）。		COP18 開催（ドーハ）。 京都議定書の第一約束期間終了。京都議定書第 8 回締約国会議（CMP8）において、京都議定書の改正案が採択され、2013 年から 2020 年までを第二約束期間とした。
2013	地球温暖化予測情報第 8 巻公表。 WDCGG データサマリーに揮発性有機化合物（VOCs）を追加。	CMP8 における京都議定書の改正案を受け、「地球温暖化対策の推進に関する法律の一部を改正する法律案」が閣議決定され、2015 年以降の規制すべき温室効果ガスとして三フッ化窒素（NF ₃ ）が追加された。 カンクン合意及びダーバン決定に基づく隔年報告書（第 1 回）を UNFCCC へ提出。以降、隔年で提出。	COP19 開催（ワルシャワ）。

活動年表（つづき）

WDCGG 関連の年表（2014-2018）

年	WDCGG 及び気象庁の活動	日本の動向	世界の動向
2014	<p>全球大気監視世界資料センターに関する専門家チーム（ET-WDC）東京会合開催。</p> <p>国連気候サミット（United Nations Climate Summit）に向けた WMO 温室効果ガス年報（WMO Greenhouse Gas Bulletin）発行。</p>		<p>IPCC 第 5 次評価報告書発表。</p> <p>国連気候サミット（United Nations Climate Summit）開催。</p> <p>COP20 開催（リマ）。</p>
2015			<p>COP21 において、全ての国が温室効果ガスの削減に取り組む枠組みが採択された（パリ協定）。</p>
2016	<p>WDCGG データサマリーの冊子（No.40）及びデータ DVD（No.8）の最終号を配布。以降は全てオンライン提供となった。</p> <p>NO_x, SO_x, など反応性ガス（CO を除く）を、反応性ガス世界資料センター（WDCRG）に移管。</p>		<p>COP22 開催（マラケシュ）。</p> <p>パリ協定の発効。</p> <p>モントリオール議定書キガリ改正の採択。</p> <p>ノルウェー大気研究所（NILU）が運営する、反応性ガス世界資料センター（WDCRG）が設立された。</p>
2017	<p>地球温暖化予測情報第 9 巻公表。</p> <p>二酸化炭素分布情報格子点値の公開。</p>		<p>COP23 開催（ボン）。</p> <p>WMO/GAW 実施計画（2016 年から 2023 年）。</p>
2018	<p>WDCGG ウェブサイトを全面更新。データフォーマットの変更、データ利用者を登録制にするなどの改良を行った。</p> <p>WDCGG 計算機システム更新。</p> <p>全球解析の不確かさに関するドキュメント改訂（Technical note on uncertainty for GHG global mean mole fractions by WDCGG）。</p>	<p>温室効果ガス観測技術衛星 2 号「いぶき 2 号」（GOSAT-2）打上げ。</p>	<p>COP24 開催（カトヴィツェ）。</p> <p>IPCC 「1.5°C の温暖化」に関する特別報告書発表。</p>

活動年表（つづき）

WDCGG 関連の年表（2019-2020）

年	WDCGG 及び気象庁の活動	日本の動向	世界の動向
2019	日本の温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」(GOSAT)の観測データを WDCGG で公開開始。		<p>COP25 開催（マドリード）。</p> <p>IPCC「変化する気候下での海洋・雪氷圏」に関する特別報告書及び「気候変動と土地」に関する特別報告書を発表。</p> <p>国連気候行動サミット 2019（UN Climate Action Summit 2019）開催。2050 年までに温室効果ガスの排出を実質ゼロとする長期目標を表明。</p> <p>モントリオール議定書キガリ改正の発効。</p>
2020	<p>米国 NASA の軌道上炭素観測衛星 2（OCO-2）の観測データを WDCGG で公開開始。</p> <p>南鳥島において代替フロン（HFC）の観測開始。</p>		