

データに関する新たな課題

[第18回世界気象会議決議事項55 データに関する新たな課題](#)

[第18回世界気象会議決議事項56 データポリシー及び慣行](#)

[第18回世界気象会議決議事項55・56 附属書データに関する新たな課題の再検討の要約](#)

- [1. 全球的に考える](#)
- [2. 地方的に行動する](#)
- [3. 手を差し伸べる](#)

[WMO-No. 1239 データに関する新たな課題についてのWMOガイドライン](#)

- [1. はじめに](#)
- [2. データに係る難題に対する加盟国・地域の認識](#)
- [3. 技術及び社会のトレンド](#)

[3.1 データ技術](#)

- [3.1.1 ビッグデータ](#)
- [3.1.2 機械学習](#)
- [3.1.3 クラウドコンピューティング](#)
- [3.1.4 機械対機械の相互作用](#)
- [3.1.5 高性能コンピューティング](#)
- [3.1.6 ソーシャルメディア](#)

[3.2 社会的・人口動態的環境](#)

[4. データに関する新たな課題](#)

- [4.1 データの量](#)
- [4.2 データ源の多様性](#)
- [4.3 ビッグデータ解析](#)
- [4.4 オープンデータ](#)
- [4.5 商業的なデータ及びサービス](#)
- [4.6 影響についての情報](#)
- [4.7 ソーシャルメディア\(入力と出力\)](#)

[5. 主要な考察](#)

- [5.1 社会基盤及びネットワーク](#)
- [5.2 量、速度及び多様性](#)
- [5.3 供給連鎖](#)
- [5.4 破壊的イノベーション](#)
- [5.5 データ共有](#)

5.6 イノベーション

5.7 インテリジェントサービス

5.8 人々

6. 知見及び勧告事項

6.1 全球的に考える:WMO及び世界気象監視プログラムの基盤的な役割の強化

6.2 地方的に行動する:加盟国・地域、データ及び人々の力の活用

6.3 手を差し伸べる:データ、科学、技術及び協力関係における新たな機会の包括

7. 結論

8. 参考文献

注意

This work was originally published by the World Meteorological Organization, Geneva, and is translated by permission.

Copyright © 2019. World Meteorological Organization.

Translation by the Sueji Niiyama copyright © 2020

For copyright reasons this edition is not available outside Japan.

The presentation of material therein does not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the WMO concerning the legal status of any country, area or territory or of its authorities, or concerning the delimitation of its borders.

The responsibility for opinions expressed in signed articles, publications, studies and other contributions rests solely with their authors, and their publication does not constitute an endorsement by the WMO of the opinion expressed in them.

Reference to names of firms and commercial products and process does not imply their endorsement by the WMO, and any failure to mention a firm, commercial product or process is not a sign of disapproval.

This publication is a translation undertaken by Sueji Niiyama with permission from WMO, the publisher of the original text in English. WMO does not guarantee the accuracy of the translation for which Sueji Niiyama takes sole responsibility.

本書の原出版者は、ジュネーブの世界気象機関であり、本書は、その許諾により翻訳されたものである。

Copyright © 2019. World Meteorological Organization.

Translation by the Sueji Niiyama copyright © 2020

著作権上の理由により、この版は日本国外では利用できない。

本書における資料の提示は、いずれかの国、地域若しくは領域又はこれらの当局の法的地位について、あるいはその境界の区分について、WMOとしての何らかの意見の表明を意味するものではない。

署名記事、出版物、研究その他の寄稿において表明された意見の責任は、ひとえにそれらの著者にあり、これらを出版することは、これらにおいて表明された意見に対するWMOの支持を構成するものではない。

企業名又は商業的プロダクト若しくは商業プロセスの名称への言及は、これらに対するWMOの支持を意味するものではなく、また、企業並びに商業的プロダクト及び商業的工程に言及しないことは、これらに賛成しないことを意味しない。

この出版物は、英語原典の出版者であるWMOの許諾の下で新山末爾が行った翻訳である。WMOは、ひとえに新山末爾が責任を負うものであるこの翻訳の品質を保証するものではない。

第18回世界気象会議決議事項55 データに関する新たな課題

世界気象会議は、

次のものを想起し、

- (1) 執行理事会に対して、加盟国・地域が急速に変化するデータ及びデータ技術の世界を渡っていくにあたっての見通し及び指針を与えるための、データ及びその利用に関する新たな課題の再検討を指導することを要望した第17回世界気象会議決議事項65
- (2) 基礎システム委員会に対して、他の専門委員会と調整して、加盟国・地域のための指針となる文書の作成の基礎として、ビッグデータ、クラウド起源のデータ、ソーシャルメディア及び将来登場するであろうデータ源に関係する困難及びリスク、機会並びに便益の、また、加盟国・地域に対するその潜在的な影響の再検討を指導することを要望した第68回執行理事会決定事項41

[Cg-18/INF. 6.2\(1\)](#)として全文が、また、要約として[決議事項56附属書1](#)が示された、CBSの主導によるデータに関する新たな課題の再検討についての報告（以下「本件報告書」という。）が、専門委員会委員長及び地区協会総裁によるレビューを経て完成したことに感謝を以て注目し、

次のことを認識し、

- (1) WMOの各プログラムに貢献する全ての利害関係者及び個人を含むWMOコミュニティが、次のことのために協働する必要性
 - (a) リスクの解決及び機会の活用のために、データに関する新たな課題に係る困難の処理に、よりよく備えること。
 - (b) 社会の便益のために、データ及びデータに関連する技術への投資によって情報を得、これにアクセスし、またここから最大の価値を引き出す能力において後れをとる国がないよう保証すること。
- (2) 次のことに関連して、世界気象監視(WWW)の大いなる成功がWMOの根源的な強みを示していること。
 - (a) 公益に係るその権限並びにデータの供給に係る政策及び諸原則
 - (b) 全球的な科学に係るその固有の能力
 - (c) 中核的な観測及びデータ交換に係るその社会基盤、諸基準、品質管理及び規則に基づく慣行
 - (d) 専門家の知識に対するアクセス
 - (e) 全ての加盟国・地域が不可欠のデータ及びモデル化プロダクトにアクセスできること及び後れをとる加盟国・地域がないことを保証するために重要な、その全球的な階段状に連続した(cascading)構造
- (3) データに対する遵法性を旨とする手法、殊に基準、技術規則及びデータ共有体制に対するものが、WMO固有の強みであり、これが加盟国・地域の集団的な能力に直接に貢献していること。

さらに次のことを認識し、

- (1) デジタル時代の破壊的イノベーションは、すでにWMO及びその加盟国・地域に変化、難題及び機会をもたらしてきており、殊にデータの応用、データの分析による洞察、データサイエンス及びデータ技術、データ駆動型の科学、協力関係の機会並びに利用者の期待において、これが続いていくであろうこと。
- (2) 革新的で新しい技術及びデータに関連する能力への投資の力を利用することは、戦略及び予算に沿った、かつ、より大きな影響及び価値をもたらすことを指向する方法で、気象・水文サービス供給者が、

より効率的かつ効果的にその利用者に奉仕し、よりよく意思決定に情報を提供し、また大きな価値を得ることができることを保証するものとなる。

- (3) 新たなデータ技術が、我々に、(伝統的な利害関係者集団よりも)多様なプレイヤーとの相互作用を要求するであろうこと。
- (4) データ、新たなデータ技術及びイノベーションに対するWMOコミュニティ全体としての戦略的な重要性、また、より広範な参加者(個人、組織、部門)コミュニティへの積極的な関与の価値
- (5) 殊に構成組織の再編及び2020-23年のWMO戦略計画に照らして、最も広範なコミュニティにわたるデータに関する新たな課題と関連して経験、機会、成果、計画及び希望の共有の促進における主導的な役割をとるために、WMOの力を結集することによって実現可能となる機会

「データ時代」の難題及び機会を反映させるために、WIGOS、WIS2.0及びシームレスGDPFSを通じて、WWWの発展に対するその関与を強化し、

執行理事会に対して、本件報告書の勧告事項を考慮することを、また、データに関する新たな課題の評価の継続並びに加盟国・地域及び全体としての気象事業についてその実施を継続することを要望し、

各専門委員会の委員長に対しては次のことを要望し、

- (1) 次世代のWWWの諸システムが、WMO及びその加盟国・地域が直面する、進化しながらますます破壊的イノベーションの下にあるデータパラダイムの目的に適合するものであることを保証するにあたって、本件報告書の勧告事項を考慮すること。
- (2) 法令遵守の障害となるものを明らかにすること等、データに対する遵法性を旨とする手法を監視及び評価するための適切な実用的手段の開発及び関連する能力開発活動を、優先事項とすること。
- (3) 先導的取組による協調的な活動、WIS2.0に準拠した先行プロジェクト活動への関与等、データに関する新たな課題及びその影響の分析を継続するための適切な横断的補助機関を設置し、また、この課題についてのWMOの指針をさらに確立すること。
- (4) データに関する新たな課題についての進行形の評価の一環として、政府の保有によらない非伝統的なデータ源へのアクセスの拡大を可能にするために、商業的情報源のデータ、クラウドを情報源とするデータ及びソーシャルメディアのデータの共有を促進する新たな手法を検討し、また、WMOコミュニティ内のいっそうの交互作用を促進すること。

地区協会総裁に対して、本件報告書の活用を促進し、また、関連する地区の視点及び専門性を提供することによって、将来におけるデータに係る課題の研究に寄与することを要望し、

事務局長に対して、次のことを要望し、

- (1) Cg-18/INF. 6.2(4)に記述されたところにより、協働についての革新的なモードの確立へのありうべき経路等、気象データの取得及び交換のためのシステムの進化及び持続可能性の模索を目的として、可能であれば2020年に、遅くとも2021年初めに、官学民各部門からの広範な利害関係者の参加を以て全球的な「WMOデータ会議」を招集し、また、データに関する新たな課題との関係においてWMOによる進行中の評価及び関連する行動に情報を提供すること。
- (2) 「WMOデータ会議」を招集するために必要な業務資源を確保すること。
- (3) 「データに関する新たな課題についてのWMOガイドライン」として、本件報告書を全てのWMO公用語に翻訳して公刊するよう取り計らうこと。

加盟国・地域に対して、専門委員会及び官学民各部門にわたる利害関係者と協働して、全体の利益のためのイノベーション及び技術に係る新たな機会・アプリケーションを利用する可能性を探求するために、協調的な先導的取組に参加することを推奨する。

第18回世界気象会議決議事項56 データポリシー及び慣行

世界気象会議は、

次のものを想起し、

- (1) 商業気象活動における指針及び協力関係を含む、気象に係るもの及びこれに関連するデータ及びプロダクトの交換に関するWMOの政策及び慣行についての第12回世界気象会議決議事項40
- (2) 水文に係るデータ及びプロダクトの交換に関するWMOの政策及び慣行についての第13回世界気象会議決議事項25
- (3) 気候サービスのための世界的枠組の実施を支援するための気候に係るデータ及びプロダクトの国際交換に関するWMOの政策についての第17回世界気象会議決議事項60
- (4) 執行理事会に対して、加盟国・地域が急速に変化するデータ及びデータ技術の世界を渡っていくにあたっての見通し及び指針を与えるために、データ及びその利用に関する新たな課題の再検討を指導することを要望した第17回世界気象会議決議事項65

[Cg-18/INF. 6.2\(1\)](#)として全文が、また、要約として[決議事項56附属書1](#)が示された、CBSの主導によるデータに関する新たな課題の再検討についての報告(以下「本件報告書」という。)が、専門委員会委員長及び地区協会総裁によるレビューを経て完成したことに感謝を以て注目し、

本件報告書が次のことを強調していることに注目し、

- (1) 気象及び水文に係るデータが、すでに、大規模で、不均質で、動的かつ多次元的で、また、本質的に地理空間的かつ多重時間的なものであり、管理にあたってとりわけ複雑な類型のデータであること。
- (2) WMOの全球的なコミュニティが、科学、基準及びデータ交換というその強力な基礎を以て、データに関係する規制の基盤及び進化する技術構造によって、加盟国・地域にとって極めて重要な連合体となっていること。
- (3) 能力開発をニーズ及び加盟国・地域間の全球的な階段状に連続したWMOの協力関係に沿ったものとすることによって支えられた、データ、専門性及びノウハウの持続的かつ開放的な共有が、あらゆるレベルにおいて、また、後れをとる加盟国・地域がないようにするという原則において、高品質なサービスの成果を提供するための要であること。

次のことを認識し、

- (1) 「データの眺望」において観測成果及び観測プラットフォーム、プロダクト並びにサービスの多様性の拡大を以て生じつつある変化が、官学民各部門にわたって観測成果の提供に携わるアクターの多様性並びにデータの取得及び共有のためのビジネスモデルの多様性ととも、データの持続的な利用可能性及びアクセス可能性に依存していること。
- (2) 全球NWPの持続的な運用が全ての加盟国・地域からの所定のデータへのアクセスに依存していること、また、データの空白がこれらのモデルの性能及びこれになされつつある改善に影響を与えること。
- (3) 最近20年間において、全球NWPのための不可欠のデータ源として衛星ベースの観測成果の利用可能性及びこれへの依存が指数関数的に増大していることは、地球システムの特性把握、理解及びモデル化の改善並びに予報スキルの向上における重要な要素であるが、リモートセンシングによる観測成果の共有の重要性及びこれに対する要求事項において、WMOの既存のデータポリシーが明確さを欠いていること。

(4) 上記の諸要因が、観測及びデータ共有への投資についての加盟国・地域の決定に対し、WMOのデータポリシー及び関連する実施指針の見直しをさらに必要とするような影響を与えていること。

執行理事会に対し、次のことを要望する。

- (1) 第12回世界気象会議決議事項40、第13回世界気象会議決議事項25及び第17回世界気象会議決議事項60に示されたWMOのデータポリシー及び慣行についての再検討のためのプロセスを構築すること。
- (2) 本件報告書の結果を、明らかにされた欠陥に対する、データ及びプロダクトの無償かつ無制約の国際交換という原則を維持する是正措置の提案とともに次回の世界気象会議に報告し、また、CBSの主導によるデータに関する新たな課題についての再検討において示された、観測データについての現在の及び新たに生じたパラダイム等の新しい要求事項及び機会について考えること。

第18回世界気象会議決議事項55・56附属書

データに関する新たな課題の再検討の要約

[本報告書の全文は、[Cg-18/INF. 6.2\(1\)](#)に掲載されている]

CBSの主導によるデータに関する新たな課題の再検討は、WMO総裁の要請によって専門委員会が編纂した資料等の広範な資料素材及び専門家を、また、世界気象会議、執行理事会、CBSその他の専門委員会並びにWIGOS、WIS、GDPFS及びPWSDに関連する業務主体において進行中の議論を活用している。本件報告書は、データの量及び多様性の急速な増大に対する準備の程度、「ビッグデータ」の分析、モノのインターネット(IoT)等の新しいデータ技術及びデータ及びサービスの提供において活発な新しいプレイヤーの潜在力に対する認識の高まり、データ源及びプレイヤーの多様性の拡大に伴うデータ共有の手法の変化、そして、民間部門によるイノベーションの能力及び迅速さが高いことのグローバル気象事業全体の運営に対する影響に関連する、加盟国・地域から提起された広範な懸案を反映している。

世界気象会議に還元されるべき議論及びありうべき助言の構成は、WWWの不可欠な役割の強化によってWMO及びその加盟国・地域の「約束された中核部分」を強化する必要性、「どの加盟国・地域も後れをとることがなく」かつ「どの加盟国・地域も単独のものとしなす」という目標、特に官学民各部門間における関与・包摂・提携の必要性、データによる機会を創出及び活用する必要性、現に進行中だが潜在的には変化しつつある人々の重要な役割を認識する一方で伝統的な経路に挑戦する必要性といったように、進化から革命へと移行している。

これらの機会に適応し、採用し、また対応するために不可欠なツール及び機会を加盟国・地域に備えさせることについては、また、グローバルなコミュニティにおける標準化、調整及び社会に対する奉仕の促進を重視するブランドとしてWMOを動かすことについては、WMOによるデータ及び技術への対応を通じて、殊にWIGOS、WIS/WIS2.0、GDPFS/S-GDPFS(WWW2.0の先駆けとなったもの)及びサービス供給戦略(SDS)によってすでに提供されている優れた業務の活用重点が置かれている。本件報告書は、データ量の増大及び技術の複雑化という難題に対応する備えが他よりも優れている加盟国・地域がいくつかあることを認識して、能力を平準化し、意思決定を導き、また全ての加盟国・地域からのデータの真価を引き出すための実務的な措置を求めるものである。

本件報告書の結論は、データがそれ自体を目的とするものではなく、目的に向かう手段であるという重要な留意事項へと集約されるものである。利用者との関わりにおける、また、社会的なニーズに応えるサービス及び関連する成果の確立及び導入におけるその知的な利用によってのみ、データは、長期的には歴史的な気候についての洞察及びその影響の管理のために、中期的には水資源・天然資源の効果的な管理及び事前の災害対策のために、あるいは短期的には差し迫った顕著気象現象及び災害の警告及びこれへの対応の支援のために必要とされる、その完全な価値をもたらす。本件報告書は、次のことを軸とする具体的な行動を挙げた対応の枠組を示している。

1. 全球的に考える

- (a) その権限及び規制の枠組、その固有の全球的な科学上の能力、その全球的な観測・データ共有に係る政策・社会基盤並びにその全ての加盟国・地域にわたる能力構築への責任ある関与によって象徴されるWMOの基盤的な役割及び強みに立脚し、また、WMO及びその加盟国・地域が経験している進化するがますます破壊的イノベーションの下にあるデータパラダイムについて目的適合的である次世代のWWWシステム(WWW 2.0)の実施に責任を以て関与すること。
- (b) より広範な参加者のコミュニティへの積極的な関与及びこれとの協力によって、官民両部門及び学術界を包摂して、また、気象データ及び関連するデータの無償かつ開放的な共有の基礎となっている諸

原則、政策及び決議事項の見直しにおける協働によって、データ及びデータ共有に対する戦略的な姿勢の重要性並びに全球気象事業全体におけるWMOの主導的な役割及び糾合力を強化すること。

- (c) 気象、気候及び水に係るデータ及びサービスに関連する国の権限及び政策を定義することに関するもの等、データ及びサプライチェーンに関する新たな決定について、指針となる資料及びWMOの階段状に連続したプロセスによって加盟国・地域を支援すること。
- (d) データに係る新たな難題、リスク及び機会に対する配慮を以て、WMOの各種プログラム並びに専門委員会及び地区協会の業務の仕組を調整すること。

2. 地方的に行動する

- (a) 国内のデータ及びサービス供給に係るサプライチェーンにわたる選択に情報を与えるために、また、データからの最高の価値並びに国内及び地区のコミュニティにとっての最良の成果を引き出すために、加盟国・地域、データ及び人々の力を活用すること。
- (b) 観測の覆域を拡大するために、ネットワークの設計及びサービスのターゲティングにおいて協働するために、また、気象及び水文に係る国内の社会基盤に対する持続的な投資を唱導するものとしてその意見を活用するために、NMHS以外のデータ供給者との協力関係を構築すること。
- (c) 加盟国・地域がより効果的なデータの利用及びデータに係る社会基盤の管理によって多様性、包摂及び協働を重視して利用者に価値を置いた便益及び持続可能な成果を独自に提供することができるようにするよう、現行の及び新たな技能についての要求事項を明らかにすることを通じて、長期的に人々及び能力に投資すること。
- (d) 供給者と利用者コミュニティとの生産的な双方向のつながりを確立するために、また、データのクラウドソーシングを促進するために、デジタルコミュニケーション及びソーシャルメディアを強化すること。

3. 手を差し伸べる

- (a) 経験の共有並びに全球気象事業にわたるパートナーとの試行及び/又は協調的な先導的取組への参加によるもの等、データ、科学技術及び協力関係における新たな機会を取り入れ、また、イノベーション及びデータに係る破壊的イノベーションの力を利用すること。
- (b) 優先的なニーズ及び戦略に沿って新しいアイデアを特定及び試験するために、予算及び能力の観点から、機関レベルにおいてイノベーションの枠組を実施すること。
- (c) 影響ベース (impact-based) のサービスの考え方を統合サービスの手法にまで拡張することによる等して、影響力の強いサービスがどのようなものになるのかについて再考すること。ここでは、利用者に直接的に情報及び便益をもたらす、背景との関連性が強く行動につながるサービスを確立するために、公的資金によるデータは、無償でアクセス可能なものであり、分野ベースの情報源からのデータと統合される。

データ及びデータ技術における新たなトレンドは、WMOコミュニティ全体、個々のWMO加盟国・地域及び広範な全球気象事業に、科学技術の新たな地平に係る難題及び機会を提示している。これらは、効率的、効果的かつ関連性のあるサービス及びその提供がどのようなものとなりうるのか、新しく革新的な方法における協働によって将来の我々がどのようにしてより良い地位を占めるのか、また、データによって及びデータからどのように社会に真の価値がもたらされるのかについて、再考を迫るものである。

データに関する新たな課題についてのWMOガイドライン ([WMO-No. 1239](#))

1. はじめに

データは、WMO及びその加盟国・地域にとって、実に不可欠なものであり、測定結果の記録及び送信から、最新鋭の各種モデルの入力及び出力、利用者に情報を届けるために利用される諸経路、利用者がどのように・いつ・どこで・なぜデータ及びサービスを利用するのかを記述するための解析にまでいたる、あらゆるものの原動力となっている。ただし、データは目的を達成するための手段であり、それ自体が目的ではない。その真の価値は、社会のニーズを満足させるために一短期的には顕著気象現象への対応を支援するために、中期的には気象ハザードに対する強靱性(resilience)に係る計画策定及び事前準備を促進するために、また、長期的には歴史的な気候についての考察及び影響の評価のために一どれだけ効果的に利用されるのかにある。

こうしたデータに関する新たな課題についてのWMOガイドラインは、データ及びデータ技術の世界における急速な変化の中で加盟国・地域が方向を定めるにあたっての透明性及び指針を提供するという、また、特にデータ及びその利用におけるトレンド及び新たな課題について一定の考察を提供するという、第17回世界気象会議においてなされた要望(WMO, 2015a)の結果である。本ガイドラインは、データの技術的側面について述べざるをえないとはいえ、データに関する新たな課題が、全球、地区及び/又は国内の各レベルにおいて、WMOのシステム、WMO加盟国・地域が提供するシステム及びサービス並びに加盟国・地域が集団的に又は個別的に正しく対応する方法に及ぼす(よきにつけ悪しきにつけ)影響に注目している。本ガイドラインは、基礎システム委員会(CBS)の主導によるレビューの報告書(WMO, 2019a)を直接の基礎としている。

開発途上国たる加盟国・地域がほとんどのことについて最大の課題に直面しており、データはそのひとつにすぎないと認識されているが、WMOコミュニティの強みは、全球的な連結性がその性質に深く組み込まれていることにある。データは、WMOの(その前は国際気象機関の)、殊に世界気象監視(WWW)プログラムの確立の中核にある。データによって呈された課題の多くに対する答えがこの中核に立ち戻ることであることは、驚くべきことではないはずである。本ガイドラインは、この結論を導き、また、全球的に考える・地方的に行動する・手を差し伸べるという3つのテーマの下に主要な知見及び提案される行動を記述するものである。

2. データに係る難題に対する加盟国・地域の認識

本ガイドラインは、第17回世界気象会議におけるデータについての高レベルの議論を起源とするものである。この課題を与えられた際に参加者の心中の最前面にあった諸課題は、次のもの等の面についての懸案を反映したものであった。

- (a) 加盟国・地域のほとんどが、データ量の爆発的な増大及び新たなデータ源のいっそうの多様性に対する備えができていなかった。
- (b) データ解析がさらに詳細な検討及び利用を必要とする新しい技術であるという認識及び期待が増大している。
- (c) 国家気象水文機関(NMHS)及び公共部門のパートナーが伝統的に貢献してきた領域におけるデータ及びサービスの供給において、民間部門がいっそう活動的になっている。
- (d) 民間部門による観測及びサービスの成長が、データの開放的な共有に対する潜在的な難題となっている。
- (e) イノベーションにおける民間部門の高い能力及び迅速さによって、WMOコミュニティ及びNMHS、殊に後発開発途上国(LDC)及び小島嶼開発途上国(SIDS)の機関を置き去りにする、破壊的イノベーションに係る技術が導入されつつある。
- (f) 加盟国・地域が、全球的な公益において、また、国内レベルでも権威ある(又は公式な)発表者であり続けること等、WMO条約に定められたその中核的な任務を果たし続けられることを保証するために、官学民各部門が参加する「全球気象事業」という新しい領域において、部門間の協働のための有効な方法が見出されるべきであると認識されている。

これらの懸案は、いくつかの難題、殊に次の2つが混合したものであった。

- (a) データ、殊にその多様性、量及び速度の増大に対処し、またこれに投資するという難題
- (b) データに関してのみならず、WMO—殊に公共部門の気象・水文サービスの将来における役割—にさらに広範に影響するものであることから、官民契約及び官民協力

さらに最近(殊に2017年の第69回WMO執行理事会(EC-69)において)、第12回世界気象会議決議事項40(WMO, 1995)に従った無償かつ開放的なデータ共有に対する市販データの潜在的な影響を、また、これに関連して全球数値気象予測(NWP)に対するその影響を巡って、加盟国・地域の懸念は増大した。

技術の変化の速さ及びサービスに対する各事業部門からの需要の急増は、全ての加盟国・地域、殊にLDC及びSIDSにとっての難題である。しかし、上で述べた懸案及び難題の解決並びに新たな機会の活用は、官民両部門及び学术界にわたる協働のための有益な方法を見出すことによって恩恵を受けるであろう。第70回執行理事会において採択された官民契約(PPE)に関するWMOの政策枠組(WMO, 2018)は、これらの課題を取り扱い、また、全球気象事業における各部門の新たな役割及びこれらの相互依存を強調している。これは、今や間違いなく、加盟国・地域が無償のデータ共有による利益を得続けることを、また、これが地方、地区及び全球の各レベルにおいて「権威ある発表者」であり続けつつその公共サービスに係る任務を果たし続けられることを保証するために不可欠な過程である。

3. 技術及び社会のトレンド

有益、効率的かつ関連性のある気象・水文サービスの提供において、データの量、多様性及び速度の増大によって提起された難題及び機会をよりよく理解してこれを解決するためには、加盟国・地域が行うデータに関連した選択の指針となる2つの重要な原動力の源一技術及び人々による影響を考慮することが適切である。

3.1 データ技術

情報通信技術(ICT)は、間違いなく、21世紀における生産性の向上及びイノベーションの主要な原動力である。ICTサービスの採用及び効果的な利用は、自然災害の検知、対処及びそこから復旧の方法にとどまらず、いっそう多様な領域にわたってイノベーションを促進してきた。

近年、技術は、ますますサービスベースの手法に対応するものへと移行しており、これをさらに迅速かつ利用者のニーズ及び期待に応えるものにしていく。これは今や、さらに真の「利用者中心の」手法に対応するために、いっそう先の段階へと進もうとしており、ここでは、利用者並びにそのニーズ及び行動が、データによるソリューションの設計に不可欠なものである。システム及びサービスの開発並びに関連する社会基盤への投資に関する意思決定をするにあたって、加盟国・地域は、このパラダイムの変動を考慮に入れる必要がある。

クラウドコンピューティング、Webサービス、データ解析等の技術は、業務の効率、情報共有及びサービスの提供を改善したり、発見、アクセス性、費用等といった供給者と利用者の両者にとっての障壁を著しく低くして利用者がデータを活用できるようにしたりするであろう、新たな業務の概念を提示している。ただし、新しいデータ技術による効率性及び生産性の向上は、供給及び需要に対する一定の許容範囲に従ったものとなる。例えば、多くの新しい「ビッグデータ」の情報源の場合、供給及び需要は、社会経済的な及び環境に係る諸要素に影響される。

3.1.1 ビッグデータ

「ビッグデータ」(あるいは「非構造化データ」)は、広く使われている用語であり、通常は、頻繁に(速度: velocity)生成及び/又は移転される大量のデータ(量: volume)を取り扱うための新たな技術的ソリューションをいい、ここでは、データの性質は非常に多様で(多様性: variety)、その信頼性は情報源に大きく依存する(正確性: veracity)。これらの要素をまとめて、しばしば「ビッグデータの4つのV」と称し、¹これらは特に、多面的なデータからその根底にある関係性が往々にして複雑かつほとんど理解されていないような考察を導き出すことを狙いとするデータ解析に関係している。

これをWMO加盟国・地域の世界へと翻訳するにあたって重要な5つ目の「V」が、何らかのデータ、ビッグデータあるいは単なる大量のデータが機関及び利用者に対するサービスにどう利益をもたらすのか、すなわちその価値(value)である。加盟国・地域が「より多く、より良質な」というスローガンに引き込まれる前に、真の要求事項と潜在的な機会とのバランスをとって、意思決定が目的適合性についての熟慮によって導かれるよう保証することが重要である。

3.1.2 機械学習

データの量及び複雑さの増大は、入力(特に衛星からのもの)と処理/後処理された出力との両方についてみられるものであり、データから価値を引き出すための自動化されたシステムの利用につれて進行し続けるであろう。データ爆発とこれに関連する解析の急増は、機械学習技術の展開につながる。こうした技術の利用は、加盟国・地域がその業務にこれらを取り入れる方法を理解し始めるにつれて、多くの様々な領域においてその重要性を増すであろうと予想されている。ただし、複雑な各種の大気過程及び環境におけ

これらの相互作用についての詳細な理解に非常に大きく依存する物理気象モデル等のアプリケーションは、後処理されたその出力の解釈とは異なり、機械学習にとって有望なものではなさそうである。

3.1.3 クラウドコンピューティング

クラウドコンピューティング技術は、すでに成熟したものであり、関連するサービスは、部内にハードウェアを置くソリューションに対して、財政的に競争力のあるものとなりつつある。クラウドコンピューティングの成熟度及び柔軟性は、様々なニーズを満足させる各レイヤのサービスによって示されている。

(a) サービスとしての社会基盤: ネットワークのハードウェア及びオペレーティングシステムの供給

(b) サービスとしてのプラットフォーム: SQLデータベース、Webサーバ等、これによって利用者が自身のアプリケーションを構築することができる標準的な市販のソフトウェア及びサービスの供給

(c) サービスとしてのソフトウェア (SaaS): 最終利用者が接するアプリケーションの供給

クラウドコンピューティングは、必然的に「データを利用者のところへ連れて行く」のではなく、「利用者のアプリケーションをデータのところへ連れて行く」考え方を可能にするものである。さらに、クラウドコンピューティング技術は、非常に多様なデータ源を集計したり組み合わせたりするためのプラットフォームを提供する。この技術は、スケーラビリティを提供するものでもあり、このことは、利用者がそれを利用するときのみ支払いをすることを、また、需要が多いときには急な拡大ができることを意味する。利用者は、どの領域に(様々な国に又は大陸にさえ)そのサービスを展開するかについて完全な支配権を保つことができ、以てその最終利用者と緊密であることができる。

多くの状況において、データの処理、保存及び交換に部内の資源の代わりにクラウドサービスを利用することが、組織にとって、また利用者に対するサービス及びデータの提供にとって、費用対効果が著しく高いことがある。各機関は、マルチクラウド環境(別個の事業者による官民の各種クラウド)を利用し始め、また、しだいに真のハイブリッドクラウド環境へと移行して、ニーズ及びこれに関連するデータの量及び遅延幅(レイテンシ)に対する要求事項に応じて、官民いずれであれ複数のクラウド環境間でシームレスに負荷を切り替えることができるようになるであろう。

WMO情報システム(WIS)2.0は、WISの進化形である。これは、気候サービスのための世界的枠組、災害リスクの軽減、国連持続可能な開発目標等の全球的課題への対応を、また、費用の節減及びNMHSの諸活動の促進をより重視して設計されてきた。この目的のために、WIS2.0は、データ供給者がそのデータ・プロダクト・サービスを管理・公表・共有したり利用者にデータ・情報・知識への切れ目のないアクセスを提供したりする方法を、クラウド技術を利用して改善する。WIS2.0に係る諸標準は、第18回世界気象会議決議事項57(WMO, 2019a)において承認された実施方針に従って、今後数年間のうちに確立されようとしている。

WIS2.0は、ビッグデータを処理して最小限の技術的社会基盤によっても簡便にダウンロード及び利用できるほどの小さな成果物又はプロダクトを生成するためのクラウドベースのサービスを提供するものとなる。WIS中枢の中には、SaaSサービスを提供して、性能の低い電算・通信資源しか持たない利用者であっても高価なICT社会基盤を維持管理する必要なしにビッグデータセットに対する複雑な処理を実施できるようにするものもある。最小限の電算設備及び社会基盤を以て機械学習技術をも用いたり多種多様な即時的・歴史的データセットへのアクセスを有したりして、アルゴリズムを実施し、共有し、また改良することができるようになる。これは、すぐに使える一連のツール及び社会基盤についての最低限の要件を満足させる施設へのアクセスを技術的能力が低い国に提供することによって、能力格差を縮小させるために利用することもできる。

クラウドコンピューティング社会基盤について想定されている開発は、データ及び情報が全球気象事業全体において作成され、消費され、また利用される方法を潜在的に変えるものとなる。サービスとしてのソフト

ウェアを供給するクラウドサービスは、アルゴリズムの交換を、また、方法論及びアイデアの集積として作用しうる協働プラットフォーム内のデータの交換を支援するものとなりうる。これらは、その実施によって直接的に共有することができるものであり、例えば、気象学者、水文学者及び気候学者による機械学習アルゴリズムへのアクセスを可能にする。こうした施設は、技術的能力が低い国の科学技術の専門家が費用をかけずにアクセスすることができるものとなり、既存の格差の縮小に貢献する。

3.1.4 機械対機械の相互作用

アプリケーションプログラミングインターフェイス(API)及びWebサービスは、今や機械対機械の相互作用についての一般的なソリューションとなっている。各機関は、標準的なインターフェイスを提供することによって、また、公式の標準又は事実上の標準(de facto standard)を用いたデータ交換を可能にすることによって、機械同士の通信を促進するソリューションを実装しなければならない。Open Geospatial Consortiumは、こうした相互作用を促進するためのいくつかの標準を確立してきた。これらのソリューションとともに、利用者によるデータとの相互作用を可能にする軽量なインターフェイスが開発されなければならない。こうした相互作用について、利用者が認証を受けるよう要求されることが多いことから、加盟国・地域は、研究ネットワークであるGÉANT(eduGAIN)又はGoogle、Facebook等の民間の主体が提供している、検証済みのサードパーティによる認証サービスを受け入れる必要がある。

3.1.5 高性能コンピューティング

進化する高性能コンピューティング(HPC)というソリューションは、ストレージ及び高性能なデータの維持管理をますます圧迫するが、これらがもたらす難題は、データに関する課題そのものよりも、これらのシステムのほとんどを作るための生産環境に適応する必要性に関係するであろう。

3.1.6 ソーシャルメディア

通知、メッセージ及び警告の提供は、ソーシャルメディア媒体を通じてありふれたものとなってきている。ツイッター等のサービスは、産業標準であるメッセージ伝送プロトコルを用いて構築されており、即時的に情報を共有する何百万もの利用者に同時に対応するために迅速にスケールする。こうした技術は、共通的な産業上の慣習に基づいて即時的に気象データを共有する新しい機会を提示する。ただし、こうした即時的な情報共有は、誤報又は非公式の警告・警報の発表の可能性に、あるいは権威ある発表者の地位が低下する可能性に関連するリスクをもたらす。

WIS2.0は、全球通信システムを通じた業務上のデータ交換にオープンなメッセージ伝送プロトコル(Advanced Message Queuing Protocol等)を用いて、WMO加盟国・地域が、ソーシャルメディアと同様の方法によって通知を提供したり警告・警報の発表の際に必要とされる権威としての側面を維持したりする簡易なアプリケーションを開発できるようにする。

3.2 社会的・人口動態的環境

気象コミュニティが全球的に協力するという本来的な要請を理解してこれを共有している一方で、地方的に行動してサービスを提供するという補完的な要請がある。したがって、全球的なデータと地方的な情報とを橋渡しするものを構築する必要がある。ソーシャルネットワーク、アプリケーションその他の非常に潤沢な手段を通じて個人データを定量化及び選別する能力の向上によって、気象・水文サービスの供給者は、ますます多種多様なアクター及び利用者に、かつてないほど細分化されたレベルで手を伸ばすことができるようになり、また、そうなることによって、全球的なものとの間隙を埋められるようになる。さらに、こうした双方向のネットワークによって、サービスの供給者は、その奉仕するコミュニティにおけるニーズをよりよく理解してこれに応えることができるようになる。

データの量、多様性及び複雑さが増大するにつれて、サービスを開発及び提供する者及びこれを利用する者の技能及び知識も、この変動に追いついていく必要がある。いっそうの迅速さに向かう人口動態の変

動の増大があり、また、全球的な関与及び協働の増大によるさらなるイノベーションの可能性がある。

ソーシャルメディア世代は、提供されるサービスの個別化(personalization)という点で、より高い期待を抱いている。サービスは、ほぼ瞬時の、地理的位置及びおそらくは文脈にまで関連したものである必要がある。この新しい世代は、以前の世代よりも著しく多様な技能を有しており職歴の方向性を変える意欲が高いことに加えて、情報に対する意識もよりいっそう高い。仕事と社会生活との分離も、ますます曖昧になってきている。こうした手法の変化によって、気象・水文サービスの供給者が人を雇い、維持し、また成長させる方法は、再考を求められている。殊に法律に定められた任務を有する公共部門の組織にとって、長期的な職歴を通じて確立される高い水準の技能及び責任ある関与の価値を維持すること、また、これらと現代のテクノロジー産業において顕著な迅速さ及びイノベーションとを結合させることが重要である。公的部門のサービス供給者は、その固有の価値の明確化を模索するにつれて、ますます、その最も価値ある資産がそのモデルではなくそれを作成・解釈・適用する人々であることを学ぶであろう。

多くの予報タスクのバランスは、自動化へと向かっていくこととなり、また、気象及び利用者を深く理解している者の役割は、事象を解釈して伝達することへと移行していくこととなる。これにつれて、気象学・水文学を職業とする者の訓練、資格及び適格性に対する新たな要求事項は、変化する必要がある。気象学者は、モデルをいっそう信頼することを当然に奨励されてきたが、不可欠の人間的な技能は、おそらくその逆を正確に行う必要がある場合を認識することである。これを行うための経験、知識及び専門性は、個人及び業務コミュニティの中にあり—全てを知っている者はいない—、以て予報担当者及び利用者の集合的な専門性による知恵が最もよく利用される協働的な知識共有環境は、気象学・水文学の知識の利用についてのクラウドベースのモデルとほぼ同じように奨励される必要がある。これらの技能は、お互い及び利用者に耳を傾け、これらと対話し、またこれらを理解する能力とともにある。

観測・データ収集システムのいっそうの自動化は、気象観測者等、いくつかの古典的な職業の必要性を本質的に変えるものでもある。自動化によっていっそう高頻度かつアクセスしやすい地上及び高層大気データが供給されるようになる一方で、人の適格性に係る各種要件のうち気象観測者の基本的な技能及び知識基盤を維持することが重要である。これは、観測成果の解釈(雲の特徴のさらなる詳細等)について、また、観測システムの点検及び品質保証の役割について、必須の技能の継続を保証するものとなる。

¹ IBMは、これを<http://www.ibmbigdatahub.com/infographic/four-vs-big-data>のように表現している。

4. データに関する新たな課題

気象・水文データは、すでにその管理にあたって最も複雑な種類のデータとなっている。これは、大量で、不均質で、動的で、多次元で、本質的に地理空間的であり、かつ時間間隔が多様なものである。観測されあるいはモデル化されたデータは、世界的に政治的境界を越えて、海洋、氷上、陸上、また水路に、さらに境界層から成層圏以上までの大気にわたって統合及び標準化されている。このデータは、安全に係る重要な目的に用いられており、また、主要な社会経済活動にとって不可欠のものである。これらは、いつでも・即時に、多様なフォーマット・プロトコル・標準によってアクセスできるものであることを、また、重要な経済的・政治的意思決定が依存する確実かつ長期的な気候記録の基盤であることを求められている。データの複雑さゆえに、これに対して示される需要、意思決定のためのその重要な利用可能性にいたるまで、これらの検討事項の全てが、将来においてさらに拡大していくであろう。

本章では、データに関する新たな課題について高レベルの概要を示す。この課題は、データ及びデータ源の量及び多様性の増大、データ解析を通じた洞察の獲得及びこれら全てに対応するために必要な代替的アーキテクチャを追跡して、おおよそ測定からサービスの提供までの生産連鎖を辿ることによって示され、サービスの提供における新たなモードの強化にあたってのデータの役割につながる。

4.1 データの量

衛星、レーダー及び数値モデルは、かつてないほど大量に情報を生成する。さらに、基礎となる科学の発展が、いっそう高い頻度の及び全球規模のあらゆる種類のデータの交換に対する需要を増大させている。NMHSが伝統的に利用してきた情報に加えて、かつて考慮されていなかった官民双方の情報源からの情報の利用が増大している。同時に、ソーシャルネットワーク、クラウドソーシングによる間接的な情報といったその他の情報源が利用できるようになっており、データの量及び管理について新たな難題をもたらしている。

地球観測システム及び数値予測システムが生成するデータの量は、電気通信ネットワークの性能を上回る勢いで増え続けている。この情報の流れの増大は、処理・配信・保存について大きな難題を提起している。よって、最終利用者に送られる、量を増し続けるデータの管理及び共有は、なおさら困難なこととなる。利用者は、これに代えて、転送されるデータの量を減らすために、そのニーズを満足させるサブセットを選択したり、データに近いところで照会(クエリ)又はアルゴリズムを実行したりすることを望むこともできる。これを「利用者をデータのところへ連れて行く」と称する。ただし、サービスの中には、なおも基礎となるデータを適時に利用者に提供する—「データを利用者のところへ連れて行く」—ことが重要なものもある。

全球モデルのデータ量の増大率の適当な指標として、オーストラリア気象局が実行している現行世代の全球モデル(APS2 G2+GE2)は、アンサンブルを含めて1日あたりの量が4TBであり、開発中の次世代全球モデル(APS3)では、これが約5倍の規模になるとみられており、その次の世代(APS4)について提案されている設定では、10倍大きな40TB級になると予想されている。

4.2 データ源の多様性

NMHSは、その公式な国内的サービス供給者としての能力において、即時的なサービスの提供及び長期的な気候記録のために、伝統的にそれ自身の観測網を運用及び維持管理している。こうした機関は、一般的に、気象・水文観測に関するWMOの諸規則・諸標準の遵守を約束し、また、WISを通じて国際交換される中核的なデータを供給している。ただし、これらはいっそう、篤志観測網、第三者による在来型のデータ、新しいセンサ、クラウドソースのデータといった他のデータ源をも取り扱うようになってきている。これらにはそれぞれ、NMHSの公共的な職務及び責務に関して長所及び短所がある。

篤志観測網のデータは、多くが測定方法を教示されて検定済の測定機器を用いる市民科学者によるものであろう、組織化された観測網によって収集されたものである。そのデータは、通常は非公式のものであるが、品質管理がなされていることがあり、また、潜在的には公式な観測所によるものより品質が高いこともある。こうした観測網は、長年にわたって様々な形態で存在してきたが、そのデータは、インターネットの利用によってよりいっそう入手性の高いものとなってきている。これらは、階層化された手法の一環として、NMHSが測定を行っていない場所についてのデータを補充又は補完するために用いられることがある。その利点の一つは、比較的低コストであることであり、また、篤志観測網との協力は、NMHSにとって積極的な普及啓発活動及びよい広報活動を意味する。

第三者による在来型のデータは、学术界、他の政府機関(国防、農業等)、協働機関、地方政府、産業界の又は商業的な運用者等の多くの情報源からもたらさる。この観測は、特に観測施設が適切な資格を有する技術者によって設置されたものではないときには、露出、メタデータ及び品質について、WMOの諸標準を遵守していないことがある。NMHSには、収集されたデータについての検証指標を設定して諸標準の実施における権威ある発言者であり続け、又はこれを補助的な低階層のデータであるとの注意を以て考慮する機会がある。ときとして、これらのデータの供給者は、観測成果から派生する情報の利用及び配布を制限することがある。目的適合的な手法をとるのであれば、これらのデータは、NMHSのものよりも費用対効果が高く、ひいてはさらなる機会をもたらすことがある。

新しく、しばしば低コストのデジタルセンサからのデータは、NMHSにとっていっそう利用しやすいものとなっている。ほんの数例を挙げると、これらには、温度、塵埃、ひょう、大気汚染物質等を計測するものが含まれることがある。年々継続的に変化する技術によって、低コストのセンサの利用可能性は、既存のセンサ事業者の競争相手であると考えうるものとなっている。センサにおける技術的進歩のよい面としては、コストが低減されたり簡単に利用できる技術が利用者にとって魅力的なものとなったりすることとともに、測定精度の改善及び空間的配置の向上があるだろう。証明及び検証がない限り、これらのデータを従来の情報源へと同化するという難題が、また、これらの信頼性に対する疑問が常にあるが、こうしたデータは、階層化されたネットワークにおいて一定の地位を占めている。

クラウドソースのデータは、有償にせよ無償にせよ、通常はインターネットに接続されたスマートフォンその他の機器を通じて、多くの人々から収集することができる。一般的に、その観測は、接続された機器の二次的な機能であり、観測成果は日和見的に取得されたものである。この種のデータの潜在的な量及び多様性は増大しており、中には道路・交通管理等の特定の目的に深く関係しているものもあり、また、全てが正確なわけではない。突発型洪水あるいは山火事に巻き込まれて事態の進展に応じた報告としてツイートする人からといったように、事象を契機として(event-driven)取得されるデータもある。他には、住宅に置かれた気象観測機による観測網によるもの等、整然としたものもある。さらに他には、「センサWeb」又はモノのインターネットの一部としてよく組織化されたものもあり、これには、農業アプリケーション、都市環境保健サービス等、特化したサービスの提供と緊密に関連したものもある。これらのいずれも即時的な観測成果を供給することができ、また、これらが例えば予報の即時的な作成において又は現象の検証において使用されるという目的に適合しているか否かを判断するのは、NMHSである。こうした観測成果は、しばしばメタデータを伴っていないことがある。クラウドの出現によって、クラウドソースのデータは、いっそう容易に保存及び配布されることになり、また、統計の技法によって検証される。情報源及び制限についての完全な知識において適切に利用されれば、この種のデータが、NMHSに、他の方法によって実現できであろうものよりも大きなデータベースへのアクセスを与える可能性がある。観測施設がOSCAR(観測システム機能解析評価ツール)上に見られないものであるときは、適切なWMO統合全球観測システム(WIGOS)観測施設識別子の付与のためのプロセスが提供される必要がある。

4.3 ビッグデータ解析

「ビッグデータ」の語の初期の用法は、伝統的なデータ処理アプリケーションによってはそれを充分に取り扱えないほど大量かつ複雑なデータをいうものであった。今やこの語は、予想の解析若しくは利用者の行動の解析又はその他新しいデータ解析の手法に関連して適用されることが多くなり、特定の規模のデータセットを指すことはほとんどなくなった。この用語は、基礎となっている変数間の関係がよくわかっていないシステムを記述するために用いられることもある。

ビッグデータに適用される解析(データ中の又は多様なデータベースにわたる発見、解釈及び意味のあるパターンの伝達)の利用は、気象コミュニティに利益と陥穽とをもたらす。解析は、潤沢なデータを理解するための全く新しい方法を示し、これは、モデル、在来型の又はクラウドソースの観測成果、影響、利用者の行動に関する情報及びサービスの品質についての即時的なフィードバックによって明らかにされる。これらのそれぞれにおいて、また、これら全ての組合せにおいてパターンが見出され、これは、サービスが個々の利用者及びそのニーズに合わせて積極的に調製されうるようにして、考察を改善できるようにしたり気象サービスの関連性及び影響に対する先鋭な重点化を可能にしたりする。

データ及び解析へのアクセスの増大は、大小の、また官民の気象サービス提供者間の競争の場を公平なものにし、また、伝統的な気象分野の外からの競争に途を拓く。こうした開放性によって、データからより多くの価値及び潜在的な社会経済的便益が生み出されるであろうとはいえ、既存の供給者は、これを脅威と感ずるであろう。ただし、データ及びデータを巡る考察は、所有権、知的財産権、正確性及び権威を巡る闘争の問題に帰するであろう。

解析における「ブラックボックス」の手法が、物理学ベースの地球システムモデルによるほうがより適切に表現されるであろうもの等、データ中のより複雑な兆しを理解及び解釈する能力を、これと関連する進行中のプロセスについてのニュアンス・解釈・理解とともに喪失させてしまうという、一定のリスクがある。ビッグデータ解析は、高品質な7日間予報を作成することはできないであろうが、入力された膨大な数の観測成果から不正確なデータを分離するためのパターン認識を用いて物理学ベースのモデルの性能を改善するために利用されれば、有効なものとなりうる。さらに、解析は、特定の利用パターンに適合したダウンスケーリング及び派生プロダクトの作成について、後処理のための素晴らしいツールとなりうる。

データ解析の有効利用について書かれた論文は多いが、重要なメッセージは、データによる考察をサービスの開発及び提供に係るワークフローに後付けするのではなくこれを組み込むための、業務プロセスの見直しの価値である。

4.4 オープンデータ

公的資金によって作成されたデータを一般の人々が無制約に利用するためのオープンデータとして公開することが、政府内から、利用者から、また民間部門からと、多方面から求められている。これは、デジタル経済におけるイノベーションを可能にするものであると考えられている。歴史的に、加盟国・地域が第12回世界気象会議決議事項40(WMO, 1995)、第13回世界気象会議決議事項25(WMO, 1999)及び第17回世界気象会議決議事項60(WMO, 2015a)に定められたところによって、WMOのデータポリシーに責任を持って関与させられている一方で、各国内の政策は、公的資金に由来するデータを閉鎖的なままとするものから、全般的な無償のアクセスを提供するものまで、大きく異なっている。

NMHSの中には、政府が公的資金に由来するデータを無償で又は提供に係る費用のみを以て開放的に供用する立法をしていることから、データの販売によって生じる収益が失われることを懸念するものもある。ただし、気象データ及び関連するデータと、土地利用あるいは人口についてのデータのようにやはり開放的に利用できる補助的なデータとを組み合わせることによって、NMHSの影響ベースの予報及びサービスの実施は、大いに助けられることになる。さらに、ランドサットのデータの開放についての米国の経験によれ

ば、データの開放的な提供は、経済にとって、データの販売による収益よりも大きな正味の価値を生み出すことが実証されている。

大量かつ複雑なデータを、発見及びアクセスされやすいような、また、Webサービス、API等の現代的なアクセスの仕組みを実装できるような方法で組織化するにあたっては、大きな難題がある。将来の戦略がWebサービスの提供を含むものであることから、WIS2.0の実施は、助けとなりうる。例えば、不正確なデータ及び/又は不適切に(すなわち目的適合的ではない方法で)用いられたデータによって損失や損害が生じた場合における法律上の紛争の可能性から供給者を守る方法等、オープンライセンスの採用及び適用の方法についての指針が必要となるであろう。

第三者からデータサービスを調達する気象・水文サービス供給者は、オープンデータについての検討において、知的財産権(IPR)等を考慮に入れる必要もある。

4.5 商業的なデータ及びサービス

NMHS及びその他の政府機関は、歴史的に、全球的な観測及び公益に係る国内的な気象・水・気候サービスの提供について、その基盤を提供してきた。民間気象部門は、ここ数十年間で著しい成長を経てきており、これは、現地・直接(in situ)の及び宇宙ベースの多様な新しい技術へと、また、商業的な観測、デジタルメディアを介した複数国向けサービスの提供といったサービスの提供へと結実している。技術開発及び「事業者間(BtoB)」サービス等のサービスに対する需要の増大が、この成長の原動力となってきた。商業的なビジネスモデルには、技術及びサービスの開発における迅速さが必要であり、また、大規模なプレイヤーは、大規模な資本、電算資源及び世界的なメディアの提供範囲を有している。

一般的に、民間部門がイノベーション、殊に現代的で潜在的に破壊的イノベーションに係る技術を利用する能力は、多くの公共部門の組織よりもかなり高く、これがメディア向けの天気領域における優位性をもたらしている。その結果、多くのNMHSが民間気象部門を、その関連性及び国の政府からの資金供給による支援に対する脅威であると認識しており、ひいては、社会に対する安全に関係する中核的なサービスの品質を低下させる高いリスク及び公益に対する脅威であると考えている。その一方で、民間部門の認識は、NMHSが法又は規則による規制によって特権的な地位を与えられており、イノベーション及び高品質なサービスをより効率的な方法で提供する機会がこうした規制によって阻害されている国もあるというものである。官民両部門間の相互作用の性質は、国内の政治的・経済的背景に依存しており、協力から直接的な競争までの差異がある。潜在的に生じうるリスクの、また、既存の気象事業の多くを動かしている協働的な手法に挑戦するものとなりうるリスクの一つが、全球的な気象・水文に係るデータ及びサービスの市場の大きな部分を支配するのに十分なほど大きく、かつ、WMOの文脈の外で活動することを選択する民間部門の単一のプレイヤーに係るものである。

観測については、多くの国の公的機関が、観測システムに係る社会基盤の維持にあたって継続的な費用の逼迫に直面しており、国内の一定のニーズを満足させるための費用対効果の高い選択肢としての民間部門からのデータの調達を含めて、殊に短期的に、持続可能なデータ供給のためのビジネスモデルの実装を模索している機関もある。他の事例においては、民間部門が所有する観測網からのデータが調達のために入手可能であるときには、公的な所有の下で新しくかつ/又は特化した技術を確立することが、単純に費用対効果の高いものではないこともある。こうした複合的なソリューションのための重要な検討事項としては、商業的供給者から得られるデータの品質、トレーサビリティ、持続可能性等がある。商業的なデータの共有には制約が課せられることがあり、商業部門を運営しているNMHSが多いことも踏まえると、実行可能な商業的ビジネスモデルを維持しつつ公益を支援するために観測成果の共有を促進するという原則の確立について検討することには、メリットがある。データ空間におけるプレイヤーの多様性の増大は、観測データ及び処理されたデータの無償かつ阻害されない国際交換について、全球気象事業のあらゆる活

動を可能にする重要なものとしての、加盟国による約束を必要とするWMOの関連するデータポリシーの諸要素を再検討することが時宜に適切であることを示している。

民間部門の大規模な運営者の能力及び迅速さは、これとパートナーとなることによってビッグデータ解析、人工知能、デジタルサービス等の分野における民間部門の主導性を活用することを通じた、公共部門にとっての機会をもたらしている。その見返りとして、WMOは、ほとんどのNMHSが供給するサービスの基礎である、科学の強力な基盤、データ交換及び全球的な諸標準を提供する。これらは、民間部門から提供されるサービスの開発に情報及び影響を与えたり、公共の便益のためにこれらのサービスの品質を保証したりすることができる。このことは、民間部門が提供するサービスが国境を越えるものであるとき、特に権威ある警報の発表について明確さを示すために、殊に価値あるものとなるであろう。

(官民各部門の)商業的な運営者は、自ら観測成果を作り出すこともあるが、多くは、NMHS、附属機関及び国際コミュニティ、特に宇宙機関が作成した公的資金に由来する観測成果、モデル出力その他のデータに依存している。よって、WMOの主導によるこの全球的な社会基盤及び提携関係の持続可能性もまた、民間部門にとって重要なものであり、このことは、特に国内レベルにおける強力な支持意見となりうる。

4.6 影響についての情報

影響ベースの予報・警報というパラダイムは、WMO Guidelines on Multi-hazard Impact-based Forecast and Warning Systems (WMO, 2015b)において認識されたところによるものであり、利用者にとってのサービスの関連性及び価値の向上に対するこの手法の価値並びにこうしたサービスが利用者の意思決定に対して持ちうる肯定的な影響を加盟国・地域が称賛したことから、急速に牽引力を得てきている。

影響に関係する情報は、気象・水文サービス供給者が暴露及び脆弱性についての検討をよりよく理解するのを助け、差し迫った顕著気象についてのメッセージをより効果的に伝達する助けとなり、また、気象・水文ハザードの影響からの防護及びその緩和にあたって公衆の行動を動機付ける助けとなる。影響に関する情報は、ソーシャルメディアその他のオンラインの情報源から無償で収集することができるが、多様なフォーマット、情報の正確性、知的財産権の帰属先、プライバシー等の課題によって、即時的な解析及び予報におけるこうした情報の有用性が制約されることがある。顕著気象の影響についての情報は、警報メッセージの基礎として、またこれを補強するものとして「その発生に応じて」即時的に収集され、アーカイブされ、また利用されるものであるが、一定水準の編集についての意思決定を、また、確認、正確性及びリスクにまつわる課題の検討を必要とする。

利用者によって収集されたデータを活用する事後の研究は、気象現象(顕著気象だけでなく熱波・寒波、干ばつ等の持続的な悪い気象条件も)の効果及び影響についてのよりよい理解を生み出す助けとなり、将来の事象についてのいっそう重点的な情報、予報及び警報へとつながりうる。あるいは、社会科学の専門性を活用した歴史的な気象現象の情報が、気象現象とその社会的・経済的な影響との関係についてのよりよい理解を確立するために利用されることがある。

利用者が自身の意思決定という文脈において気象・水文の予報を解釈及び応用できるようにする「統合された」影響ベースのサービスと呼ばれるものを提供するためには、利用者側において、あるいはサービス提供者側において、利用者ベースのデータと気象・水文データとを統合することが要求される。これは、事業者間提供モデルの一形態を示している。例えば、雷雨喘息についての対象者をよく絞り込んだサービスの供給は、人口動態、健康への影響及び環境/大気質の監視データを統合することによって強化されるものである。いっそう多様な情報源からの観測成果を統合するにあたって確立されるサービス供給者の技能が、利用者に係る多様なデータセットへのインターフェイスの構築を助けることが証明されるであろう。

影響ベースのサービスによって最良の成果を達成するためには、多様な情報源の全てについてその特徴を深く理解することが、また、理想的には、これらを相互運用可能なように翻訳する能力が求められる。気

象・水文データは、往々にして、これとともに用いられることがある他の種類のデータよりも、特に時間的・空間的な特徴(現象の時刻、持続時間、検証観測の時刻及び分布、予報の対象となる時間帯及び地域等)という点で複雑である。相互運用可能なデータモデルの確立、例えば、単一の基準に準拠するワークフローによる、気象データ並びに地理空間、社会及び/又は土木についてのデータからなる共通/共有レイヤの利用は、影響ベースのサービスの利用者にとっての関連性、効用及び価値を高めるであろう。

影響に関係する情報を事後の研究に利用することは、影響に関係する情報をその予報・警報サービスへと取り込むプロセスをまだ開始していない気象・水文サービス供給者が最初に行うべきこととして推奨される。

4.7 ソーシャルメディア(入力と出力)

ソーシャルメディアプロバイダは、通常、Webベースの双方向性プラットフォームを利用している。こうしたプラットフォームの存在感の広範な拡大並びに全球的に展開するインターネット及びWebサービスの能力が、データの収集及び気象警報の流布を支援するために、また、気象・水文サービス供給者との積極的な関わりの機会を促進するためにこうしたツールを用いる素晴らしい機会を拓いてきた。

クラウドソーシング又はソーシャルメディアのフィードからのマイニング(採掘)によって収集された情報へのアクセスは、間違いなく、最も即時的に重要な便益であり、雨、雪、霧その他の発生についての最新の気象情報を、洪水、雪崩、強風等の気象による公共の安全に対する影響についての情報とともに、トレッキング、グライダー、セーリングといった特定の活動に対する影響とも併せて提供するものである。これらは全て、位置情報を付加された画像・映像によって裏付けられうるものであり、現地で実際に何が起っているのかを示す。これは、情報の検証を確実なものとする適切な処理を以て、警報の更新又は発表のために、また、注目すべき地域及び警報の強度をきめ細かく調整するために用いることができる。

ソーシャルメディアを通じた観測成果及びサービスの流布は、利用者との即時的かつ直接的な接続を、また、場所及び利害に係る活動に応じて情報を調製する可能性を実現させる。データ及びサービスの利用をいっそう広く行き渡させることによって、サービスは、データ解析と組み合わせて、最大の影響及び価値を保証するために、さらに調整されたものとする事ができる。

ソーシャルメディアは、サービスの有用性についてのフィードバック並びに業績及び事例に係る課題についての対話を通じて、サービス供給者を振興したりそのイメージを改善したりするための強力なツールとなりうる。

5. 主要な考察

本章は、前各章におけるトレンド及び課題についての議論による考察を示し、また、次章に示す行動及び勧告事項の基礎となる。

5.1 社会基盤及びネットワーク

全球の気候の特性を把握するために並びに時間及び場所をまたいだその変化を理解するために必要なスケールを以て地区・国内の両レベルで並行して測定及び監視を行うという長期的な約束は、観測に係る社会基盤及びこれに関連する品質・データ管理システム及び専門性に対する持続的な投資に依存している。歴史的に、WMO及びその加盟国・地域における制度の構造が、特に(しかし固有にはではなく)NMHSを通じて、この長期的な約束のための基幹を提供してきた。目的を持って地方化された短期の及び/又は極端な気象に関連する変わりやすい要求事項を満足させるために補足される全球的な及び国内の社会基盤並びにこれらが供給する共有のデータも、NWPに不可欠の入力を提供している。(NMHS以外の)非常に多様な供給者による観測成果も、NMHSとの協力関係によって、観測網の覆域を拡大する助けとなりうる。民間部門、学術界等、その他の気象事業の参加者は、宇宙ベースの多額の投資計画等、様々な程度に観測への投資を続けるであろう。

ただし、実務的な気象サービスのニーズに包括的に対応するために、最終的にはWMOの後援の下でその加盟国・地域からの公的資金の投入によって供給される基本的な社会基盤及びデータに全てのアクターが依存することに言及しておくことは、おそらく公正である。WMOの官民契約に関する政策は、全球及び国内のレベルにおけるいっそう能動的かつ調整された部門間の契約を目標としており、これによって、民間部門は、その財務目標をなおも達成しつつ、社会のより大きな総便益のための社会資本への投資及びデータ共有ポリシーを潜在的に指向するように動機付けられるであろう。民間部門の利害関係者は、測定及びデータに係る社会基盤への政府による投資の継続及び強化について、国内レベルの強力な提唱者にもなりうる。加盟国・地域は、積極的な協力関係のために必要な規則の枠組及び仕組を作ることによって、また、WIGOSへの参加を勧誘したりOSCAR及びWISへのアクセスを促進したりといった実用的な手段によって、この協働を支援することができる。

5.2 量、速度及び多様性

ビッグデータが一般的な用語となるよりもはるか前、世界の気象学は、例えば次のことに関係する地位を占め、また、これらに係る難題を解決するために働いていた。

- 大量の衛星データ、高分解能のNWP及び全球モデリング
- 地球システムの特徴を記述するために必要な変量、測定手法及び物理学的・生物地球化学的・熱力学的プロセスの著しい多様性
- 上記のような観測成果及び諸過程の特性が記述される時間・空間スケールの多様性
- 即時的なデータを評価及び同化する一方で、長期的な気候データのアーカイブ化と再解析との間でデータ管理の「均衡をとる活動」
- 顕著気象現象のナウキャストから完全に連結した各種全球数値モデルの作動にまでいたる不可欠の諸機能を実施するために要求される、情報の高速な収集、伝送及び処理のための時間制限

新たなデータ源が登場するにつれて、その出処、信頼性及び価値に係る諸課題は、どのデータが利用者からの一連のニーズを満足させるにあたって目的適格的かつ費用対効果の高いものであるかを判断するにあたっての最前線に置かれる。

これらの難題は継続していくが、データ技術が進化するにつれて、特にHPCの性能がかつてなく急速に向上して代替となる技術戦略が実行できるようになるにつれて、重点は、モデルのアーキテクチャ及びコードの最適化並びにデータの同化及び流布における新たな手法へと移っていくこととなる。データに関する問題の様相は変化していき、これを解決するための取組は、きわめて協働的なものとなるであろうが、より広範なWMOコミュニティに奉仕する少数のグローバルセンターに属するものとなっていく。

5.3 供給連鎖

データは、気象-水-気候に関する供給連鎖 (supply chain) を駆動し、NMHSは、伝統的に、利用者のニーズに応えるネットワーク及びサービスの形成から、データの取得及び処理、サービスの開発及び提供にいたるまで、まさにこの価値連鎖 (value chain) 全体の供給者として機能してきた。新たなデータ技術の導入が加速していることから、NMHSその他の官民両部門の組織内では、いくつかの部内的な既存の慣行が、持続可能でなかったり生産的でなかったりしている。協力関係、契約及び/又は提携は、供給連鎖全体への投資の最適化及び/又はこれを持続させる方法として、ますます魅力的なものとなっている。殊に長期的に、気候品質級の監視のために、あるいは災害についての明確な警報及び対応を保証するという公式な権威ある発表者の重要性のために、諸標準に基づく責任ある関与が要求されることに注目すると、費用、価値、能力及び主権は、こうした選択を推進するにあたっての重要な要素となる。

個々の気象・水文サービス供給者は、それらが必要とする供給連鎖のどの部分が、それら又はそれらの政府が他のNMHS、他の公共部門の機関、民間部門等のパートナーを通じて調達するものではなく、部内のものであり続ける必要があるのかを選択することとなる。WMOのグローバルコミュニティは、供給連鎖全体における役割及び責任を評価するにあたって、規則に基づく運用及びWWWプログラムの基本的要素によって、専門性及びノウハウの開放的な共有によって、能力開発をニーズに準拠させることによって、また、階段状に連続するNWPモデルの例におけるように、強力な加盟国・地域 (例えば、全球作成センターを運用するもの) が能力の低い加盟国・地域を支援することによって、加盟国・地域のための非常に重要な連合体を提供している。

供給連鎖の「尖った一端」とは、データ及びサービスを意思決定に取り入れることによって顧客価値が提供される場所であり、これは、進化し、また、経済的価値及び安全の面で著しい成長の可能性をみせている。モバイル技術によっていっそう効果的に社会に奉仕する潜在力は、すでに最先端のものとなっている。さらに多くの産業が、その意思決定過程に気象情報を統合してその事業の気象に対する脆弱性を緩和することによって効率性を達成できるものであることから、事業者間におけるサービスの提供は、もう一つの奥深いトレンドである。こうした脆弱性は、地球全体で何兆ドルにもなりうる。

5.4 破壊的イノベーション

「破壊的イノベーション (disruption)」は、一般的に、古いアプリケーション、手法及び課程をにわかに時代遅れにしうるような、急進的な又は段階的な技術上の変化に与えられる名前である。すでに、インターネット、固定及びモバイルのブロードバンド、クラウドサービス等の現在のデジタル技術は、加盟国・地域及びその気象・水文サービス供給者がデータを収集し、考察を導き出し、サービスを提供する方法を、また、利用者がデータ及びサービスにアクセスし、これを適用し及びこれに対応する方法を変化させてきている。

モノのインターネット、ビッグデータ解析、機械学習、自律システム等の新たなデータ技術は、経済のあらゆる領域及びあらゆる産業部門にわたって、破壊的イノベーションの水準を引き上げるものとなる。自動化及びこれに関連する生産性の向上は、破壊的イノベーションについてのよい事例の一部である。展望すると、デジタルに係る破壊的イノベーションによる加盟国・地域にとって最大の影響は、サービス環境、利用者のニーズ及び能力の変化に対する準備及び対応の方法、そして利用者にとって最良の成果及び経験を提供

する方法についてのものである。これは、将来におけるサービスの改善を推進する最良の科学をもたらすために、どのように・誰との協働を形成するかにも影響する。

5.5 データ共有

データの全球的共有は、WMO及びその基幹的な事業であるWWWの創設のための基本的な基礎であった。WWWプログラムの各構成要素は、WMO及びNMHSを構築する不可欠の部分であり、その固有の価値に対する認識は、サービス提供戦略(SDS)によって補足されて、WIGOS、WIS/WIS2.0及びシームレス全球データ処理・予報システム(GDPFS)によって、これらの近代化、再発明及び拡張の原動力となっている。

WMOは、全球的な同期及び相互運用性を保証するための諸基準、諸規則及び慣行を確立することによって、データの国際交換を可能にしてきた。観測についての定時、気象についてのコード、統一的な校正手順及びデータの品質管理に対する要求事項は、加盟国・地域が遵守すべきWMO技術規則として公布されてきた。さらに、WMOの各専門委員会は、国際的な及び国内的な開発支援機関との協力によって、強力な能力開発プログラムを整備してきた。この取組の全てが、固有の諸システムによるシステムに結実してきており、WMOは、その「社会基盤における全球主義」ゆえに、よい事例とされてきた。

人手及び機械によるデータの共有及び交換は、発見しやすさに依存しており、ひいては、適切な相互運用可能な諸標準と整合した発見のためのメタデータの適用に依存している。WMOメタデータが、また、データ及びシステムの発見、アクセス、取得及び応用がデジタル時代において目的適合的であることを保証することが、WIS2.0の検討事項となる。

WMOにおけるデータ共有は、最近20年間にわたって、WMOの第12回世界気象会議決議事項40、第13回世界気象会議決議事項25及び第17回世界気象会議決議事項60(WMO, 1995, 1999, 2015a)において具体的に定められてきた。データについてのこうした無償かつ開放的という手法は、WMOに固有の国際的な特徴であり、他の多くの世界的機関の羨望的である。多くの商業的運営者も、全球的なデータ共有体制の上に構築された能力に依存している。

殊に、第12回世界気象会議決議事項40(WMO, 1995)は、「必須のデータ及びプロダクト」の概念を「生命及び財産の保護並びに国民の福祉のためのサービスの提供にとって必要なもの」と定めたことによって、他にはない重要性を有している。データ及びサービスに対するニーズの急速な発展は、技術による計り知れない新たな機会を伴って、データにおける新たなトレンド、特に衛星データの機能及び重要性並びに全球的かつ階段状に連続するNWPの意義の(NWPへの入力への供給及びNWPからの便益の引出しにあたっての)増大に後れを取らないために、第12回世界気象会議決議事項40附属書1に定められた「必須」データの目録の見直しをいっそう求めるものとなっている。現在のサービスに対する需要の変遷及び技術の急速な変化という観点から、多数の利害関係者を有する環境におけるデータの共有及び交換に対する新しいニーズ及びこれらに係る現実を反映するために、WMOのデータポリシー(第12回世界気象会議決議事項40、第13回世界気象会議決議事項25及び第17回世界気象会議決議事項60)に対するアジャイルアプローチ(訳注:各部分の迅速な作成と即応的な改訂とを以て随時に全体の完成度を高めていく手法)が、官学民各部門による参加を以て適用されなければならない。

5.6 イノベーション

データ並びにこれが収集、解析、処理、適用、利用、統合、供給、提供及び検証される方法は、気象事業の原動力に活力を与える。これらは、否応なしにWMOのあらゆる加盟国・地域を結びつけるものであり、加盟国・地域がその業務を行うために不可欠のものである。これらは、観測から、なされた技術上の選択、実施された協力関係、提供されたサービス、利用者との相互作用及び契約まで、その変化及びイノベーションの重要な原動力にもなってきた。

観測成果もサービスも、意思決定—生命及び財産を守り、生産性及び持続可能性を向上させ、また、その他の社会的・経済的成果に影響するためのもの—をなすために利用されるのであれば固有の価値を有しないことから、相互作用及び契約は、多くの点で最も重要である。

より大きな影響及び価値を提供することを目標として持続的かつ破壊的なイノベーションの積極的な原動力となることによって、また、洗練された評価及びイノベーションの採用によって、気象・水文サービス供給者は、より効率的かつ効果的にその利用者に奉仕し、よりよい意思決定に情報を与え、またより大きな価値を生むことができる。

測定についての諸標準から、データ共有、科学、技術開発までのあらゆるものにわたって、全球的な協働は、WMOに固有のものである。より伝統的な閉鎖的手法ではなく、協働を通じてイノベーションの機会を探るためのさらなる開放性を示す「オープンイノベーション」²の考え方は、これをさらに一歩進めるものである。これは、新しいデータの採用、データを適用する新しい方法及び利用者にとって価値の高い成果への変換を加速するための突破点となる研究開発を取り入れて統合するための途を開くものとなるだろう。

5.7 インテリジェントサービス

消費者の人口構成及び期待の変化は、ソーシャルメディア、ビッグデータ解析及び場所を選ばない(ユビキタス)アクセス性に裏打ちされて、伝統的な予報サービスの提供よりも文脈に応じた情報及び考察をというトレンドの原動力となっている。こうしたインテリジェントサービスの程界には、提供される情報が利用者の位置、活動、選好等に直接的に及び相互作用的に対応する「スマートサービス」、部門及び文脈に関連した決定を積極的に支援するために気象・水文データ及び気象・水文プロダクトと利用者/部門のデータ(保健、エネルギー、緊急事態等)とを統合することができる「統合サービス」等がある。広範な既存の及び新たなデータ技術は、これらの変化を強化し、真正の影響ベースのサービスの形態に本質的な影響を及ぼし、また、統合サービスの手法の原動力となるものである。

5.8 人々

技術、自動化及び破壊的イノベーションが重視されているとはいえ、人々は、次のことによって、まさに価値連鎖全体において、科学及びサービスの提供の不可分の一部であり続けている。

- (a) 技術の維持及び運用並びにデータの収集及び品質保証
- (b) 理解、洞察及びシステム開発のための、科学の基礎の確立
- (c) 利用者その他の利害関係者集団との情報交換及び契約における卓越性の基礎となる社会的な知識の提供
- (d) サービスの提供の不可欠の要素としての、利用者契約及び翻訳的サービスについての専門知識の提供

労働慣行の変化につれて、気象事業に係る人々は、様々な方法(及び様々な場所)で働くことになる。ただし、予見可能な将来においては、既存の及び進化する技能・能力による固有の便益が存在し続ける。デジタル革命においては、産業革命と同様に、気象・水文サービス供給者の従業者中のある部分における生産性の大きな向上及び低下並びに他の部分における成長がみられるであろう。多様性及び包摂的な手法は、機会と代表性における平等の保証並びに生産性及びイノベーションの向上にとって、非常に重要なものであり続けるだろう。

新しいデータ技術は、伝統的な利害関係者集団よりも多様なプレイヤー(人々・組織・部門)との相互作用を求めるものである。NMHSの長期的な任務は、また、技能を有する職能者及び基盤となる研究への

NMHSによる持続的な投資は、NMHSがボランティアを含む広範なWMOコミュニティにわたって技能、科学及びシステムを強化する能力とともに、NMHSをその他多くの組織とは異なるものとする。

2 例えば、<https://www.openinnovation.eu/open-innovation/>を参照。

6. 知見及び勧告事項

課題の分析及び考察をまとめると、本ガイドラインの主な知見及び勧告事項は、全球的に考え、地方的に行動し、手を差し伸べるという3つのテーマの下に示される。

6.1 全球的に考える：WMO及び世界気象監視プログラムの基盤的な役割の強化

データに関する新たな課題の分析は、その公益に係る任務及びこれに関連するデータ共有に関する政策・諸原則、全球的な科学に係る固有の能力、観測・データ交換に係る中核的な社会基盤・諸標準・品質管理・規制された慣行、また専門知識へのアクセスに関して、WMOの基盤的な役割及び強みを強化する。大いに成功したWWWプログラムは、これら全ての典型であり、現在、これは「データ時代」の難題及び機会を反映させるための刷新及び再設計—事実上のWWW2.0—の途上にある。

WMOコミュニティは、次のもの等の明確で全球的な先導的取組を通じて、データに関する新たな課題という難題に取り組むために、よりよく備えることができる。

- (a) 次のことによって、データ及び主導性の役割に対する戦略的手法の重要性を強化し、また、官民両部門及び学術界を包括してさらに広範な参加者のコミュニティと積極的に関わることによって気象事業全体におけるWMOの力量を集約すること。
 - (i) 民間部門の諸組織及び関連する代表的主体との、調整された、WMOの主導による対話
 - (ii) 諸原則に基づく、全球気象事業におけるパートナーとなるための手法の確立
 - (iii) 地区における連携の構築において、また、国内及び地方/部門固有のレベルにおいてどのようにこの諸原則を用いるかについての、加盟国・地域に対する明確な指針
- (b) WMO及びその加盟国・地域が次のことを通じて経験している、進化しながらますます破壊的イノベーションの下にあるデータパラダイムについて、いっそう目的適合的な次世代のWWWシステム(WWW2.0)に向けてすでになされている約束を反映させること。
 - (i) WIGOS、WIS2.0及びシームレスGDPFSのさらなる開発及び完全実施へと高い優先度が重点化されていること。
 - (ii) その発展段階及び能力の如何に関わらず、全ての加盟国・地域が利益を得られるようにしてどの加盟国・地域も置き去りにしないことを保証する、全球的なシステム及び階段状に連続したプロセスが制度化されていること。
 - (iii) WMO固有の強みである諸標準、技術規則及びデータ共有に対する遵法性を基礎とした手法が強化され、また、遵法性を監視及び評価するための適切で実用的な測定基準が実施されていること。
- (c) 全ての加盟国・地域、殊にLDC及びSIDSが次のものを有することを保証するための実務的な工程をとること。
 - (i) 量及び複雑さが増大したデータにアクセスしてこれを管理することに関連する難題を解決するための適切な能力
 - (ii) データ技術及びアプリケーションに投資し及び/又はこれらを連携させることについての情報に基づく選択をなすための指針
 - (iii) そのコミュニティに対するサービス供給にあたってデータの有効活用から便益を引き出す機会。全球的な気候監視及び全球モデルには、全球的なデータが必要であり、WMOは、この面においてどの加盟国・地域も置き去りにしないことを保証する約束をしている。

- (d) 第12回世界気象会議決議事項40附属書1(また、必要に応じて第13回世界気象会議決議事項25及び第17回世界気象会議決議事項60)の定めるところによる必須データの定義を、これが現代的かつ進化する観測データのパラダイムにおいて目的適格的であることが保証されるように、殊に全球(及びその他の)NWPへの不可欠の入力としての衛星データの量、多様性及び加盟国・地域にとっての著しい重要性の増大を適切に反映するように見直すこと。社会に最もよく奉仕して官民両部門の任務及び目標を支援するような成果を保証するためには、全球気象事業の参加者全ての関与が重要である。
- (e) 気象・水文データを受け取った者によるその利用及び理解について、社会科学に基づく研究を支援すること。また、社会に対する最大の価値が官民の情報源からのデータ、プロダクト及びサービスによって強化されることを保証するにあたって加盟国・地域を支援するために、この件についての知識がWMOコミュニティを通じて広範に広められることを保証すること。
- (f) データ及び供給連鎖に関する新たな課題を特に重視して、気象・気候・水サービスについての国の任務をWMO条約に従って定義する際に考慮すべき検討事項について、加盟国・地域に対する指針を再検討及び刷新すること。
- (g) データ並びに関連する社会基盤システム及び支援を含む全ての事項について、執行理事会が主導する構成体の再編を通じて、また、事務局を効率性・有効性について洗練させるための事務局長の取組を通じて、この課題を熟考すること。殊に、データに関連して、技術に関する作業部会及び実施一支援プロセスを含めて、WMOの各プログラムと専門委員会及び地区協会の責務との調整に注意を払うこと。

6.2 地方的に行動する:加盟国・地域、データ及び人々の力の活用

加盟国・地域がその国内的な任務を定義及び提供するにあたっての全体的な戦略枠組、規則及び指針はWMOが定めるものである一方で、業務に係る不可欠の社会基盤を設計及び提供し、サービスを提供し、また、地区の及び全球的な個別の要求事項(例えば航空、海事及び全球気候観測システム(GCOS)を支援するためのもの)を満足させることを約束する責務は、国内レベルにある。これは、どの/どのようにデータが取得、管理及び利用されるのか、どのデータ技術に投資するのか、また、どのような提携を構築するのかについて、実務的な意思決定が行われるところである。本ガイドラインは、これらの課題について詳細な方向性又は指針を示すことができないが、加盟国・地域がその選択を行うにあたってWMOの主導による全球的な提携が助けとなりうる程度を、また、加盟国・地域がデータから最大の価値及びその国内のコミュニティのための最良の成果を引き出すためにその人々及びパートナーの力を利用する方法を強調している。WMO及びその加盟国・地域のためのありうべき関連する先導的取組には、次のもの等がある。

- (a) これらが国内的な任務と矛盾しないのはどのようなときか、これらがNMHSの資源(財政、人々等)の最も価値の高い利用につながるか否か、これらが利用者のための成果という点でデータ及びデータ技術から最大の価値を引き出せるようにするのか否か、また、二国間、多国間、契約及び/又は協力関係による体制を通じた提携及び支援を模索する機会が何であるのかを明らかにするために、国内のデータ及びサービスの提供に係る供給連鎖を検証すること。
- (b) 観測の覆域を拡大するために、NMHS以外の多様なデータ供給者にも接触を図ること。WIGOS委員会間調整グループが作成した、データに係る協力関係についてのWIGOSの指針(WMO, 2019b)は、加盟国・地域が協力関係の機会を特定・確立・構築したりデータの供給についての商業的な協定に関するもの等の選択に情報を与えたりするために有益であろう。
- (c) 各利用者コミュニティとのつながりを構築するために、これらからのサービスに対する要求事項をよりよく理解するために、また、これらのニーズに合わせてサービスを調製するために、デジタル通信及びソーシャルメディアに係る能力を強化すること。

(d) 次のことによって、人々及び主要な能力への長期的な投資を行うこと。

(i) データのより効果的な利用及びデータに係る社会基盤の管理を通じて、利用者に価値を置いた便益及び持続可能な成果を独自に提供するために、加盟国・地域の備え、特に全球大気監視、全球雪氷圏監視、WHO水文観測システム、世界気候研究プログラム、GCOS等のWMOの主要なプログラムに貢献するNMHSその他の機関の備えを向上させる主要な技能セットを特定すること。

(ii) 電算機科学、データサイエンス、機械学習等、新たな技能に対する要求事項の増加を展望し、また、部内的な投資又は協力関係を通じてこれらを取得することの長所を検討すること。

(iii) 公平な機会を創出し、生産性及びイノベーションを改善し、また、従業者を利用者コミュニティによりよく適応させるために、採用、チーム編成及び後継者についての計画における重要な約束として、多様性及び包摂を取り入れること。

(iv) WMOと協働して、上記の便益を活用したり最大の価値を提供したりするために、人々に投資する方法を探ること。

(e) ネットワークの設計及びサービスのターゲティングについて協働するために、また、国内の気象・水文に係る社会基盤への持続的な投資を唱導するものとしてその声を活用するために、国内又は地区において、パートナーであれ社会基盤としての公共部門のデータを利用する代替的供給者であれ、民間部門の諸機関と協働すること。

6.3 手を差し伸べる：データ、科学、技術及び協力関係における新たな機会の包括

デジタル時代の破壊的イノベーションは、すでに気象事業に変化、難題及び機会をもたらしており、殊にデータの応用、データ解析による洞察、データに係る科学技術、データ駆動型の科学、協力関係の機会及び利用者の期待に関連して、これらをもたらす続けていく。革新的で新しい技術の力を戦略及び予算に沿った方法で利用することによって、それを行うことができる者には著しい優位性をもたらされるであろう。データを原動力とする破壊的イノベーションに関連して、WMO及びその加盟国・地域がこれによりよく備えて未来を受け入れたり機会を探ったりするために検討しうる手段としては、次のもの等がある。

(a) 専門委員会の主導性の下で、また、民間部門のパートナーとの協働によって、次のことを探るための協調的な先導的取組に投資すること。

(i) モノのインターネット、ソーシャルメディア、クラウドソーシング、新しいデータ解析等の技術に係る新たに生じた機会及び全球気象事業の参加者全ての利益となるアプリケーションを利用する可能性

(ii) 長期的な成功及び現にある全球気象事業の有効性又は民間部門の商業的な可能性を損なうことのない、データ供給についての諸原則の確立

(b) WMO/CBSが関係するプロジェクトの枠組を活用し、試行プロジェクトを確立し、NMHS・学术界・研究機関・民間部門にわたるパートナーと関わり、また、機械学習、モノのインターネット等の新たな技術の利用及び応用並びにナウキャスト、迅速対応型の環境管理等の特定のサービスの提供の確立における経験を共有すること。具体的な先導的取組は、相互作用的で文脈に影響されやすいサービスの設計及び提供においてデータ解析の利用によって最大の価値を得る方法を探るためのものとなるだろう。特に国内レベルにおける経験の共有の増大は、他者を「破壊的イノベーションに対する備えができていよう」ようにする助けとなる。

(c) 見込みのあるアイデアのさらなる開発及び採用を合理化したりそうでないものの早期の却下又は方向転換を促進したりするための、試行及び「失敗するために早い」手法を利用した、組織(NMHSその他のデータ/サービス供給者)レベル及び/又はパートナーとの連携における、優先度の高いニーズ及び戦

略に適合した新しいアイデアを特定及び試験したり、潜在的なイノベーション(及び「オープンイノベーション」)の機会を評価したりするイノベーションの枠組の実施

- (d) 影響ベースのサービスの考え方を、統合サービスの手法へと発展させる。ここでは、公共部門の資金に由来するデータへのアクセスは無償であり、このデータは、利用者に直接的に情報を与えたり利益をもたらしたりするような、文脈との関連が強く行動につながるサービスを開発するために、部門ベースの情報源からの情報と統合される。例としては、熱波に対する事前対策及び対応を改善するための保健部門のデータ及び人口動態のデータとの統合、地方的なサービスの個別性を高めるための水文学的データと場所に特化したデータ(地理、建設、排水、景観、計画策定等)との統合といったものがあるだろう。

7. 結論

データに関する新たな課題についての本ガイドラインは、WMO総裁の要請を受けた専門委員会によって、また、世界気象会議、執行理事会及び基礎システム委員会並びにWIGOS、WIS、GDPFS及び公共気象サービスの提供に係る作業体における進行中の議論によって取りまとめられた資料等、情報源となる広範な資料及び専門家を典拠としたものである。WWWプログラムの不可欠な役割、「どの加盟国・地域も置き去りにしない」及び「どの加盟国・地域も孤立させない」という希望、殊に官民両部門間において関与し・包摂的であり・提携関係を構築する必要性、データによる機会を創出してこれを活用する必要性、そして現在は重要だが変化する可能性のある人々の役割を認識しつつ伝統的な経路を再検討する必要性を補強することによってWMO及びその加盟国・地域の「約束された中核部分」を強化する必要性を含めて、世界気象会議へと還元するためのありうべき助言についての議論及び構想は、進化から革命まで大きく揺れ動いた。

これらの機会に適応し、採用し、また対応するための不可欠のツール及び助言を加盟国・地域に与えることについて、また、社会への奉仕における標準化・調整・全球コミュニティの促進に重点を置いたブランドとしてWMOを動員することについて、WMOによるデータ及び技術への対応、殊にWIGOS、WIS/WIS2.0、GDPFS/シームレスGDPFS(これらは、まとめてWWW2.0と称される)及びSDSを通じてすでに示されてきた素晴らしい業績の活用が強調されてきた。

これらの指針は、データが目的のための手段であってそれ自体としては目的ではないという、重要な注意事項に収斂していた。データがその価値を完全に発揮するのは、利用者との関わりにおける、また、社会のニーズを満足させるサービス及び関連する実績の確立及び採用におけるその賢明な利用によるのみであり、これは、長期的には歴史的な気候についての洞察及びその影響の管理のために、中期的には水資源・天然資源の効果的な管理及び事前の災害対策のために、あるいは短期的には差し迫った顕著気象現象及び災害の警告及びこれへの対応の支援のために必要とされる。本ガイドラインは、全球的に考え、地方的に行動し、手を差し伸べることを中心とする行動をとりあげて、対応の枠組を示してきた。

データ及びデータ技術における新たなトレンドは、WMOコミュニティ全体、個々のWMO加盟国・地域及び広範な全球気象事業に、科学技術の新たな地平に係る難題及び機会を提示している。この難題とは、効率的、効果的かつ関連性のあるサービス及びその提供がどのようなものとなりうるのかを、新しく革新的な方法で協働することによって将来においてどれだけ良い地位を占められるのかを、また、データによって及びデータからどのようにして進化がもたらされるのかを再考することである。

8. 参考文献

World Meteorological Organization, 1995: World Meteorological Congress, Abridged Final Report of the Twelfth Session ([WMO-No. 827](#)). Geneva.

—, 1999: World Meteorological Congress, Abridged Final Report of the Thirteenth Session ([WMO-No. 902](#)). Geneva.

—, 2015a: World Meteorological Congress, Abridged Final Report of the Seventeenth Session ([WMO-No. 1157](#)). Geneva.

—, 2015b: WMO Guidelines on Multi-hazard Impact-based Forecast and Warning Services ([WMO-No. 1150](#)). Geneva.

—, 2017: Executive Council, Abridged Final Report of the Sixty-ninth Session ([WMO-No. 1196](#)). Geneva.

—, 2018: Executive Council, Abridged Final Report of the Seventieth Session ([WMO-No. 1218](#)). Geneva.

—, 2019a: World Meteorological Congress, Abridged Final Report of the Eighteenth Session ([WMO-No. 1236](#)). Geneva.

—, 2019b: Guide to the WMO Integrated Global Observing System ([WMO-No. 1165](#)). Geneva.