世界気象機関・世界天気研究計画の次期（2024-2027）実施計画について

米　山　邦　夫[*1]・山　口　宗　彦[*2]・高　薮　　縁[*3]

1．はじめに

4年に1度開催される世界気象機関（以後 WMO. 略語説明は末尾にまとめて掲載）の第19回総会が2023年5月22日から6月2日の日程でスイスにある WMO 本部近くのジュネーブ国際会議場とオンラインを併用したハイブリッド形式で開催され，そこで世界天気研究計画（WWRP）の次期（2024年1月1日～2027年12月31日）実施計画が承認された．現実施計画（2016～2023年）作成から8年振りの発表となる．ここでは，その概要紹介を行うとともに，今回本計画の作成に内側から関わる機会を得た筆者らが見た実情も報告する．

2．WWRP について

次期実施計画を紹介する前に，この意図や仕組みの変遷を理解してもらうために，現在の実施計画のポイントと WWRP の構造を簡単に振り返る．

WWRP の目的・活動を一言でいえば，天気（ここでは時間スケールが数分から季節までを対象として指す）の理解と予測技術の向上を通して社会に役立つことであり，特にそのための国際連携を主導・推進することを使命としている．比較的多くの研究者に馴染み深いであろう WMO のプログラムに世界気候研究計画（WCRP）[注1] があるが，簡単に言えばその天気版である．ジュネーブにある WMO 事務局内では WCRP と WWRP の事務局は科学イノベーション部に属し，WMO の数あるプログラムの中で「研究」を表看板に掲げる数少ないプログラムの仲間として，オフィスは隣同士に位置している．豪雨・豪雪・突風などの社会への影響が大きい荒天への対処を動機として1998年に設立され，2023年に25周年を迎えた WWRP であるが，特に注目を集めた活動として，社会的・経済的に影響の大きい現象の1日～2週間先までの予測技術向上を目的として2004年から10年に及ぶプロジェクトとして行われた“観測システム研究・予測可能性実験計画（THORPEX）”を主導したことが挙げられる．WWRP の設立経緯については松村（1997），THORPEX については余田（2007）に詳しい．また THORPEX から後述の S2S に至る WWRP の役割については，当時 WWRP の事務部門のトップを務めた中澤哲夫氏自身の回想（中澤 2016）や S2S を紹介した高谷ほか(2017)で窺い知ることができる．

現在は THORPEX の後継となる3つの10年に及ぶコアプロジェクト：極域予測プロジェクト（PPP, 2013-2022；https://www.polarprediction.net/, 2023.9.22閲覧），季節内から季節予測プロジェクト（S2S，2013-2023；http://s2sprediction.net/, 2023.9.22閲覧），顕著現象プロジェクト（HIW，2015-2024；http://www.hiweather.net/，2023.9.22閲覧）の遂行と，6つのワーキンググループ（データ同化・観測システム，ナウキャストとメソ気象，予報検証，熱帯気象，社会経済研究への応用，予測可能性・力学とアンサンブル予報），さらに1つの専門家チーム（気象制御）による研究推進が WWRP の主な活動の場となっている．全体の運営は WMO 内の部局である世界天気研究課（WWRD）が事務局を務め，外部有識者からなる科学運営委員会が組織されている．現在の WWRP の実施計画は2016年から2023年までの8年間をカバーするものとなっていることからわかるように，実施計画と主活動の実施時期が1対1で対応しているわけではない点はユニークである．それは，例えば，次期も2024-2027年を対象としているのは，今回同

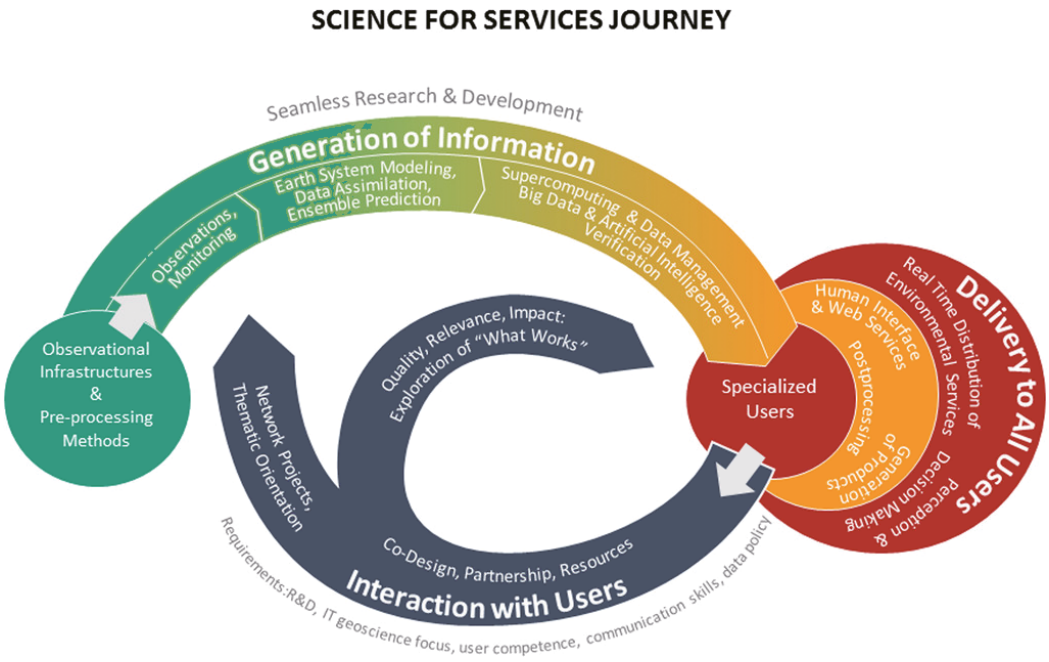
[*1]（連絡責任著者）海洋研究開発機構．
yoneyamak@jamstec.go.jp
[*2] 世界気象機関（現：気象研究所）．
[*3] 東京大学大気海洋研究所．
© 2024　日本気象学会

じタイミングで承認されたWMO自身の2024-2027年戦略計画に合わせたことが一番の理由であるが，元々，短期的に対応が求められるテーマを対象としている側面と，WCRPとWWRP共同のプロジェクトであるS2Sのように，WWRP単体で決定しているわけではない境界領域の活動を扱うことも一因である．また，現在の実施計画書そのものも前述コアプロジェクト等の内容を記したものではなく，WWRPとして取り組むべき４つのテーマ（「顕著現象」，「水」，「都市化」，「進化する技術」）を掲げ，それに対する科学的課題などを列挙した上で，個々のテーマに求められる活動領域を示したものとなっている．このため，WWRPの科学運営委員会の年次会合において行われるコアプロジェクトやワーキンググループによる報告に対して，この活動領域に沿ったものかどうかの観点で評価や議論がなされてきた．

３．WWRP 2024-2027実施計画

WWRPの次期実施計画は，WMO自身の2024-2027戦略計画を踏まえたことはもちろんであるが，国連の持続可能な開発目標（SDGs），仙台防災枠組2015-2030のほか，2022年から５年以内に早期警報システムがどの国・地域にも行き渡るようにせよとの国連事務総長からの指示[注2]なども背景に，以下の３つの目標を掲げている．1)天気スケールで社会に役立つ地球システム科学の促進，2) 変わりゆく気候下での警報の在り方の向上，3) 一般社会における活用に耐える予測不確実性の低減と定量化．そしてこの実現には第１図に示した「科学研究の推進→十分なコミュニケーションに基づく政策決定と社会への還元→社会からの評価とフィードバックによる科学のさらなる向上」という“価値の循環”アプローチが不可欠であると認識されている．さらには，最初の科学目標設定の段階で想定される利用者のニーズを取り入れること（図中Co-Designと書いてある箇所が相当する）も求められている．

それでは，具体的にはどのように実現するのか？前節で紹介したとおり，現在のWWRPはコアプロジェクト推進と天気予報技術向上に必要として挙げられた項目を専門とするいくつかのワーキンググループによる活動を主体としているが，コアプロジェクトとワーキンググループの活動は１対１の関係にあるわけ

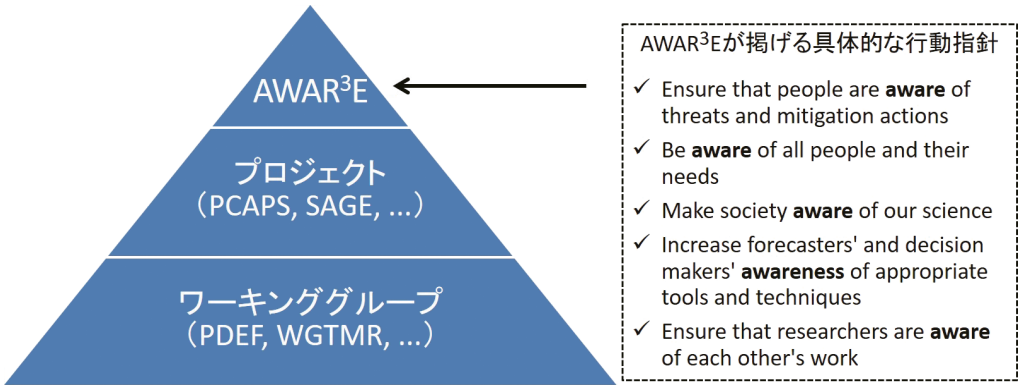


第１図　社会に役立つ科学の実現のために必要な価値の循環の模式図．左側緑部の「準備」から始まり，中央上部の観測や数値モデルを用いた「科学研究の推進」による知見の創出を経て，右側暖色部の「社会への還元」と続き，そこから中央下部の「研究へのフィードバックや新たな要求」により科学の向上や必要な情報の社会への再還元を促す流れを示している．（出典：Ruti *et al.*(2020) ©American Meteorological Society. Used with permission）

ではない．一方で，次期実施計画ではこの構造が変わる．それが第２図である．まず基本方針を一言で述べた AWAR^{3}E（“社会のリスクを減じる天気研究の促進”の英語の略でリスクに対する意識や注意，正しい認識を意図して英単語“aware”にかけており，図の右側に aware を使用した具体的な指針を示している）を掲げ，それを“プロジェクト”の実行によって成し遂げる．このプロジェクトは現行のコアプロジェクトとは異なり，現在実施中で2024年の段階でも継続されているいくつかの RDP/FDP プロジェクト[注3]と今回新規に立ち上げる６つの５年間のプロジェクトを指す．この新規のプロジェクトの運用はプロジェクトごとの運営委員会により行われるが，特徴的なのは２名の共同議長体制をとり，自然科学と社会科学から１名ずつの選出をルールとしていることである．これにより社会のニーズを企画段階から取り入れ，社会への還元を最初から明確にすることを意図している．当然，社会科学者が既に有しているネットワークの活用も見込んでいる．そしてその運営委員会にはそれぞれの専門家に加え，関連するワーキンググループからの代表も加わる．ワーキンググループ自体は現在と同じテーマで継続するが，プロジェクト遂行への提言を行う専門家集団という性格が強くなり，現行のそれぞれにテーマを持つ独立した存在ではなくなる．形としては THORPEX 当時の構造に近い．さらに WWRP 以外の WMO 傘下の関連する組織（例えば，INFCOM や SERCOM の常設委員会や専門家チーム）からも運営委員会のメンバーが選出される．WWRP としてのタスクではあるが，ターゲットの理解には分野横断や知見の共有は不可欠である．WMO 全体で組織改革が行われている中でも，独立性と連携は成果を得る観点で矛盾しない．10年規模の１つのプロジェクトではなく，５年の複数のプロジェクトになっている点は異なるが，今後の進展次第で柔軟に対応できるよう更新は可能である．この他に前述の社会科学者の取り込み以外で従来と大きく異なる点はプロジェクトの立ち上がり方である．従来は THORPEX にしても，PPP にしても WWRP において検討され，立ち上げられたプロジェクトではあるが，主導する研究者の顔が先に見えていた．しかし，次期実施計画の下に立ち上がるプロジェクトは WWRP としての意向，つまり「社会に役立つ科学の推進」がこれまで以上に色濃く反映されたもので，そこに必要なテーマを挙げ，次にその実行と主導に相応しい人材を WWRP として選任する方式をとった．

次にその新規のプロジェクトを一言ずつ紹介する．

1) 社会還元のための極域解析及び予測研究プロジェクト（PCAPS）：PPP の後継的な位置付けで，温暖化の影響が顕著な極域における海氷の振る舞いなどの研究を通し，極域地方に住む人へのサービス提供も含んだテーマである．
2) 季節内から季節予測の農業や環境への応用プロジェクト（SAGE）：これまでの S2S 研究から社会への還元により特化したテーマ．タイトル名は農業と環境となっているが，そこには水資源管理，（再生可能）エネルギーや健康など対象は広く含まれている．さらに，天気予報や季節予報に比べ一般になじみの薄



第２図　次期 WWRP の実施体制イメージ図．右側に列挙した英文は基本方針である AWAR^{3}E の具体的な行動指針を表現したもので，意訳は次の通り．“人々が脅威とそれを減らす行動を意識するよう講じよう”，“国や地域によらずすべての人を対象として必要なものに耳を傾けよう”，“社会に我々の科学を知ってもらおう”，“気象予報や政策決定に関わる人が適切な手段と技術に接しやすくしよう”，“研究者はお互いの仕事を認識し合おう”．

い季節内スケールの確率予報の理解促進も図る．

3)水文・降水プロジェクト（InPRHA）：水文に関するテーマはWMO内の別組織でも担当があるが，ここでは数分から数日の短期間に焦点を当て，洪水や浸水など降水に関係するリスクの低減を図る．

4)安心で持続可能な都市プロジェクト（正式名称未決定）：数100m規模の分解能の数値モデル予測などを通して都市化に伴うリスク回避を図る．なお，前述の3つと次のPEOPLEは2024年開始を予定しているが，本プロジェクトはHIWの後を受ける形のため2025年開始予定である．

5)市民参加志向のEW4All推進プロジェクト（PEOPLE）：これは当初，他のプロジェクトなどで得られる科学知見の普及と一般市民からのフィードバック獲得を実現するコミュニケーションの在り方に主眼を置き，ベストプラクティス（最善の方法）を提示するために設けられた．しかし，その後，扱う対象・テーマを早期警報システム構築を目指すEW4Allに特化することに変更している．

6)アフリカにおける人工衛星データを用いたナウキャスティングの向上プロジェクト（ADVANCE）：これだけはWWRPによる新規プロジェクトではなく，他のパートナーとの共同提案で，2023年度から開始予定となっている．本件に限らずWMO全体で後発開発途上国や小島嶼開発途上国に対する対策強化を推進しており，アフリカ諸国は特に傾注している地域である．

4．今後の予定

前節で新規のプロジェクトを紹介した．しかしそれはテーマを一言で述べたにすぎない．WWRPのウェブサイトで公開されている全文（https://filecloud.wmo.int/share/s/Frx4xtwqTQmxhv_qVpiyjg, 2023.9.22閲覧）をご覧になればわかるが，実は実施計画となっているが主課題と方向性を記しただけで，5年間で行う詳細計画についてはプロジェクト開始までにプロジェクトごとの運営委員会が作成することとなっている．その手順は，まず各プロジェクトの共同議長が選出され，次にその共同議長とWWRP科学運営委員会などの関係者により運営委員会メンバーの選定が行われ，メンバーが決まり次第詳細計画作成着手となっている．正直かなりタイトなスケジュールであることは否めない．その一方で，WWRPの実施計画を作成する段階で各方面の専門家に声を掛け，例えば2022年8月にはWWRPシンポジウムと称して実施計画の素案を題材に，特に新規提案プロジェクトのテーマに関する現状や問題点の整理，向かうべき方向に関する議論が行われていた．またS2Sは後継となるSAGEに向けて，S2Sから引き継ぐべきレガシーを整理するとともに，既に応用に向けて着手していたS2Sリアルタイムパイロット研究（従来3週間遅れで公開されていたS2S予報モデルデータを準リアルタイム提供することによる効果を16の応用課題で検証）を行うなど，ある程度の準備は進められていた．2024年1月の開始時点で完成し公開されている可能性は低いが，遅くとも2024年の前半には公表される見込みである．サイエンスプランが先にあり，その実現に向けて実施計画を書く手順が一般的だが，この異なる進め方などもWWRPの特徴を表している．

5．おわりに

本稿では2024年から始まる次期WWRP実施計画の概要と状況を紹介した．新規に立ち上がるプロジェクトは現在のコアプロジェクトをベースに応用にシフトした派生的なものや，水文・降水のようにWWRPとしては初めて本格的に着手するテーマもある．実施計画というよりも，そこで立案され動き出す新規のプロジェクトを通して学会員諸氏の中には関与する方もでてくるだろう．

以上は作成に何らかの立場で関与した者としての，ある意味「一種の責務」としての報告である．一方で，せっかくの機会なので個人の立場での感想を述べて本稿を終わりたい．なお，それぞれの立場での記述を尊重し，例えば文体が異なる点などは敢えてそのままとしているのでご容赦願いたい．

著者の一人は2020年春頃，WWRPの事務局から科学運営委員会のメンバーにならないか？とのメールを受け取った．オンラインでインタビューを受け，課される仕事や役割を確認して受諾した．コロナ禍という事情もあり対面式での集中審議ではなく，オンラインによる会議が以降続くのであるが，時差を考慮し1回当たりの所要時間を短くする代わりに，回数を増やした．通常1週間かけて行う年次会合は開催前にビデオ録画された報告を見ておくことで短縮を図り，さらに四半期に1度の定例会が加えられた（対面式を再開した後もこのオンライン定例会は常設になった）．委員は複数のコアプロジェクトやワーキンググループとの窓口を担当するため，それらが開催する会議にも参加するようになる．結果として当初聞いていた年間10日

程度という作業日は30日を優に超えた（ちなみにメールはすべて保存しているわけではないが，３年間で2500通を超えている）．これだけの頻度になると色々な違いに気付く．現在の委員は12名で，研究テーマ以外に地域や性別のバランスを加味して選出されている．このため着任するまで名前も知らない人が多い事情もあるが，言語の壁を取り除いたとしても会話が通じないケースに遭遇する．根本的に発想が違うことに気付くのに時間がかかった．一番は自然科学と社会科学の違いである．社会に役立つ科学を標榜し，次期実施計画ではますますそこを強化するわけであるから両者の壁をいかに取り除き共通のゴールに向かうかが鍵であるのに，いみじくもそれを決めるメンバー間でその壁を感じていたことになる．両者が歩み寄る（その手法を学ぶ）というアプローチよりも，両者の立場を知る人材を最初から育てたほうが，結果的には近道かもしれない．この点においてヨーロッパは概して進んでいる(ただしそれが正解かどうかはわからない)．また，次期実施計画を作るスタンスが引き受け時の認識とも異なった．実施計画は科学運営委員会の委員長が起草し，メンバーの意見を踏まえながら事務局が補佐して完成させていくものと理解していたが，委員長が起草するところは同じだが，事務局の直接関与が大きかった．この間，事務局も運営委員会も構成メンバーが随分入れ替わっており，個性がでるのも自然なことだろう．同時にWMO内の構造改革も行われていることから，直接的関与はWMO内におけるWWRPの立場であるとか，今後の方針に対するメッセージでもあったのだろう．そんな時，手を挙げて「わからない」と議論を止めることも意味があることを他のメンバーの行動で学んだ．今後WWRPに限らず日本から国際調整の場に出てゆく人への小さな伝言として，記しておきたい．（米山）

私は2021年10月～2023年９月の２年間，スイス・ジュネーブにあるWMO事務局に勤務し，事務局の立場からWWRPの運営・活動に携わりました．それまでは，台風を対象とした航空機最適観測の分野でTHORPEXに参加したり，WWRPの作業部会のメンバーを務めるなど，専門家としてWWRPの活動に関わっていました．WMOでの事務局の仕事の根幹は専門家の活動をサポートすることであり，WWRPの作業部会やプロジェクトの運営，ワークショップ等の開催の支援，他の部署や外部機関との調整や連携強化，予算の管理など，仕事の内容は多岐にわたりました．また，上述の通りWWRPの実施計画の改編時期であったため，既存のプロジェクトのとりまとめや新しいプロジェクトの立ち上げなど，新しい実施計画の立ち上げにも携わることとなりました．アンサンブル予報を含めた熱帯低気圧予測データの国際交換を実現するための取り組みの立ち上げ，TIGGE／S2Sデータベースの継続のための国際調整など，私の専門知識を活かせる仕事も少なからずありました．

専門家の立場では決して見ることのできない，いわばWWRPの裏側を見ることになったことで，裏方の大変さを身をもって体験することとなりました．１つのワークショップの開催を例に取っても，その裏では多大な労力と時間が費やされており，将来自分が専門家の立場に戻ったときに，そういったことを決して忘れてはならないと強く感じました．実際に中に入ってみないとわからない国際機関での仕事の難しさに直面することもあり，特に仕事のやり方や専門性の異なった人の集まりである職場環境で仕事を前進させていくことの難しさを感じました．一方で，WWRPに関係する世界中の様々な専門家と一緒に仕事ができたこと，特に私の専門分野以外の分野の仕事に携わり，その現状や課題などを第一線の研究者らと議論できたことは貴重な経験となりました．この２年間で築くことのできた人脈は私にとって掛け替えのない財産となり，今後自分が専門家，気象庁の研究官として職務に当たるうえで非常に役立つであろうと思います．WMO事務局での経験を今後の研究活動に活かすとともに，より多くの方がWWRPまたはWMOの活動に参加いただけるように啓発活動も引き続き行っていきたいと思います．最後に，WMO事務局への派遣を支援してくださった関係者の皆様，出張のたびに日本からお土産などを持ってきてくださった先輩方や同僚のみなさまに心より感謝申し上げます．（山口）

2022年からWWRPの熱帯気象研究ワーキンググループ（WGTMR）の共同議長としてイリノイ大学のZhuo Wang教授の活動をささやかながら補佐した．2022年８月にジュネーブでの対面参加で行われたWWRPの全体会議では，本件2024-2027実施計画が議論された．また国際モンスーン会議（IWM）および国際熱帯低気圧会議（IWTC）の開催はWGTMRの仕事の一環である．私自身は2022年11月に開催されたIWM-7の現業機関向けのトレーニングワークショップおよび2023年３月に開催されたIWM-7サイエンスワークショップの開催準備を手伝った．新型コロナ禍

による世界丸ごと360度でのオンライン開催の大変さ，準備進捗把握の国による違いなどを実感したが，結局組織委員会の楽天的かつ粘り強い実行力によって双方共に立派に実現されたことに感心した．（高薮）

謝　辞

WWRP の委員就任から会議参加に至るまで各種手続きには WMO に対する日本の代表機関（の長である気象庁長官）による承認と手続きが必要であり，担当である気象庁国際室の関係各位にこの場を借りて御礼申し上げます．

略語一覧

ADVANCE: Aiding Decision-making in Vulnerable Africa with Nowcasting of ConvEction
AWAR^{3}E: Advancing Weather Research to Reduce Risk to sociEties
EW4All: Early Warnings for All
FDP: Forecast Demonstration Project
HIW: High Impact Weather project
INFCOM: COMmission for observation, INFrastructure and information systems
InPRHA: Integrated prediction of PRecipitation and Hydrology for early Actions
ISC: International Science Council
IOC: Intergovernmental Oceanographic Commission
IWM: International Workshop on Monsoons
IWTC: International Workshop on Tropical Cyclones
PCAPS: Polar Coupled Analysis and Prediction for Services
PDEF: working group on Predictability, Dynamics and Ensemble Forecasting
PEOPLE: Progressing EW4All Oriented to Partnerships and Local Engagement
PPP: Polar Prediction Project
RDP: Research and Development Project
S2S: Subseasonal-to-Seasonal prediction project
SAGE: Subseasonal applications for AGriculture and Environment
SDGs：Sustainable Development Goals
SERCOM: COMmission for weather, climate, water and related environmental SERvices and applications
TC-PFP: Tropical Cyclone - Probabilistic Forecast Products
THORPEX: THe Observing system and Research and Predictability EXperiment
TIGGE：THORPEX Interactive Grand Global Ensemble
UNDRR: United Nations Office for Disaster Risk Reduction
UNESCO: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
WCRP: World Climate Research Programme
WGTMR: Working Group on Tropical Meteorology Research
WMO: World Meteorological Organization
WWRD: World Weather Research Division
WWRP: World Weather Research Programme

後　注

［注１］WCRP には WMO の他にユネスコの政府間海洋学委員会（UNESCO/IOC）と国際学術会議（ISC）が出資している点は WWRP と異なる．

［注２］この指示を受けて WMO と国連防災機関（UNDRR）が主導して Early Warnings for All イニシアティブ（略して EW4All と表記される）と呼ばれる活動を開始している．詳細は https://wmo.int/site/wmo-and-early-warnings-all-initiative（2024.2.22閲覧）を参照．

［注３］WWRP では10年規模の３つのプロジェクトをコアプロジェクトと定義しているが，その他に WWRP の掲げる顕著現象や技術開発目標に沿う比較的短期の研究開発プロジェクト（RDP）や，定量的な改善を明示できる予測応用に特化した予報実証プロジェクト（FDP）と呼ばれる形態も存在する．これらは研究者が WWRP の活動として扱うよう求める提案に基づき，採択後は運営などに WWRP のルール順守が課される．2024年のパリオリンピックに向けた予報技術向上，航空機の安全運航に係るもの，などがある．また，FDP になる前提で，WMO 主催の会合で要望がでて設立した熱帯低気圧の確率予報プロダクト（TC-PFP）プロジェクトもここには含んでいる．今回の新規プロジェクトは建付け上 RDP である．

参　考　文　献

松村崇行，1997：世界気象機関大気科学委員会（WMO/CAS）短時間短期予報研究作業部会と世界気象研究計画（WWRP）構想．天気，44，847-854.

中澤哲夫，2016：熱帯気象学及びモンスーン気象学における国際協力の推進～多くの先輩方に支えられよき同僚と後輩たちと歩んだこれまでの研究生活30余年を振り返って～―2015年度藤原賞受賞記念講演―．天気，63，461-468.

Ruti, P. M. *et al.*, 2020: Advancing research for seamless Earth system prediction. Bull. Amer. Meteor. Soc., 101, E23-E35.

高谷祐平，中澤哲夫，松枝未遠，2017：季節内から季節予測プロジェクト（Sub-seasonal to Seasonal Prediction Project）．天気，64，457-462.

余田成男，2007: THORPEX（観測システム研究・予測可能性実験計画）．天気，54，156-162.