

特集Ⅱ

気象・環境セミナー「気候予測・再解析データ」

「気候予測データセット 2022」の概要

Overview of Climate Projection Data Set 2022

仲江川 敏之 *

1. はじめに

近年、地球温暖化に関する報告が世界各地でなされている。2024年の全球平均気温は過去最高を記録し、単年度ではあるが、パリ協定の野心的な目標である気温上昇を1.5°C未満を超える可能性が高い¹⁾。

日本では、2023年7月の記録を上回って、2024年7月の気温は、観測史上最も高温となった²⁾。また、同月下旬の北日本の大雨は地球温暖化の影響で降水量が増加した可能性があることが分かっている。このように、日々の生活でも、折に触れ地球温暖化に関する情報に接する機会が増えてきた。

気候変動に関する政府間パネル（IPCC）から第六次評価報告書³⁾が2021年から2023年にかけて公表された。自然科学的根拠をまとめたワーキンググループIでは、人間の影響が大気、海洋及び陸域を温暖化させてきたことには疑う余地がないと述べられ⁴⁾、影響・適応・脆弱性をまとめたワーキンググループIIでは、人為起源の気候変動は、極端現象の頻度と強度の増加を伴い、自然と人間にに対して、

広範囲にわたる悪影響引き起こしていると述べられている⁵⁾。このような科学的な進展には、2021年にノーベル物理学賞を受賞した眞鍋淑郎博士の先駆的な研究の数々がある⁶⁾。地球温暖化の進行が疑う余地がなくなった現在、それを緩和する施策を打つと共に、温暖化レベル毎の影響評価、それに対応する適応を、10年～数10年先を見越して、今現在から始めて行く必要がある。

この第六次評価報告書は、対象とする空間スケールが、世界から東アジア域までの広い範囲での予測が主で、日本域の予測が十分に記述されている訳ではない。文部科学省は、長きに亘り将来の気候変動研究を先導し、そのプログラムの中で開発された日本域の詳細な気候予測データ成果を基に、気象庁と協力して「日本の気候変動2025」を2025年3月に公表する予定である⁷⁾。このレポートで利用したデータは、影響評価や適応策立案に広く利活用して貰うために、整理しまどめて、「気候予測データセット2022」(DS2022)として、データ統合・解析システム(DIAS)から公開されている(<https://diasjp.net/ds2022/>)。本稿では、このデータセットの概要について述べる。

2. 地球温暖化予測

2.1 地球温暖化予測の基礎

地球温暖化予測の端緒の一つは、Manabe and Strickler (1964)⁸⁾の鉛直1次元放射対流平衡モデルである。このモデルから発展し、現在では、地球システムモデルと呼ばれている。これは、大気・海洋・陸域のみならず、地球の気候を決定する様々な物理過程と相互作用(図1)を、取り込んできたためである。これらの過程を物理方程式で記述し、離散化

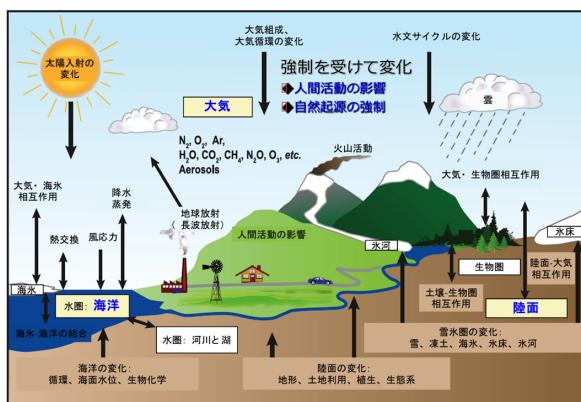


図1. 地球システムモデルに実装されている要素と物理過程、相互作用（文部科学省・気象庁（2020）⁹⁾より転載）

* 気象業務支援センター・気象研究所

して、コンピュータ言語を用いて、コンピュータで動作するプログラムが作成される。日々の天気予報モデルは、主に大気と陸面の部分から成り立っている点で地球システムモデルと異なる。また、天気予報は観測された初期値から時間発展を計算するもので、気候予測は将来の社会経済シナリオの下で実現される温室効果ガス濃度に対応する状態を計算するものである。この二つは微分方程式における初期値問題と境界値問題に相当する。

地球システムモデルの空間解像度は100～200km程度である。この解像度では、太平洋側と日本海側の気候の違いを十分に表現できないことは、想像に堅くない。また、解像度が低いと山があることによる雨への影響、いわゆる地形性降雨も表現できない。これらを表現するのが地域詳細化、即ちダウンスケーリング（図2）を行う第一の理由である。もう一つの理由は、台風や梅雨といった気象現象をある程度現実的に再現できるようにするためである。

ダウンスケーリングは大きく分けて、物理法則に則って開発された地域詳細なデータ、それとは対照的に統計的関係から開発された地域詳細なデータがあり、これらはそれぞれ、力学的ダウンスケーリング、統計的ダウンスケーリングと呼ばれている。

2.2 DS2022でのダウンスケーリング実験

DS2022では、将来の社会経済シナリオとして、主に代表的排出経路（Representative Concentration Pathway; RCP）を用いている。これは、地球温暖化予測を行う世界的なモデル開発コミュニティである第5期結合モデル国際モデル比較実験（CMIP5）で用いられている温室効果ガス濃度に相当するものであるが、濃度の代わりに、放射強制力を用いてい

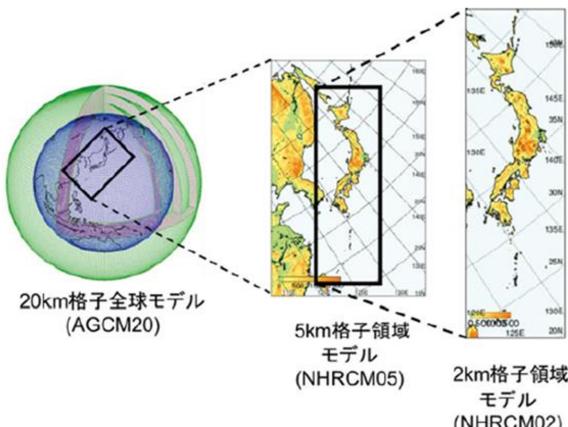


図2. 力学的ダウンスケーリングの概念図。全球大気モデル（AGCM20）を用いて、まず20km解像度で計算し、非静力学地域気候モデル（NHRCM）を用いて日本域を5km、2kmと地域詳細化していく。

る。CMIP5の結果に基づきIPCC第5次評価報告書で報告されている世界平均地上気温変化を図3に示す。

図4にDS2022で用いている力学的ダウンスケーリング実験の概要を示す。図の左がCMIP5実験を表しており、大気と海洋が互いに影響を及ぼし合いながら、将来の気候を予測する。CMIP5実験の結果を見ると、海面水温（SST）の空間パターンの再現性が必ずしも十分でないため、大気循環もその影響を受けた再現に留まっている。そこで、海面水温を計算せずに境界条件として与える実験を行った（図4中央）。過去実験については観測されたSSTを、将来については、過去に観測された空間パターンに、CMIP5実験で得られた地点毎のSST上昇量を加えることで将来SSTを用意し、境界条件とした。このことにより、現在気候の再現性が担保された予測が可能となる。

この手法で、まず、全世界を60kmまたは20kmまでダウンスケーリングし、そこから更に日本域を対象に5km、2kmまでダウンスケーリングを行っている（図4右）。但し、解像度を2倍にすると計算

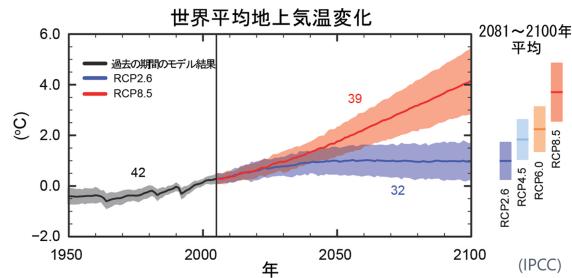


図3. 世界平均地上気温の変化。ベースは1986～2005年平均。温の変化複数の気候モデルにより計算されたもの。黒は過去の強制力に基づく再現。赤はRCP8.5シナリオ、青はRCP2.6シナリオに基づく将来予測。陰影は不確実性の幅を表す⁹⁾

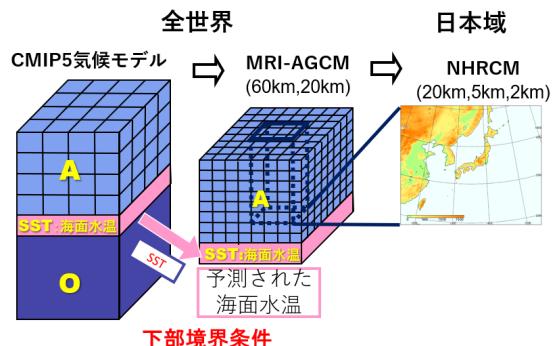


図4. DS2022で用いている力学的ダウンスケーリング実験の概要。左、中央、右は、それぞれ、地球システムモデル（気候モデル）、全球大気地球システムモデル（MRI-AGCM）、領域気候モデル（NHRCM）を表している。SSTは海面水温である。（DS2022解説書第1章資料3付録¹⁰⁾より転載）

時間はおよそ 8 倍になるので、スーパーコンピュータをもってしても、容易にダウンスケーリング実験ができる訳ではないので¹¹⁾、統計的ダウンスケーリングも広く利用されている。

3. 気候予測データセット 2022

3.1 構成

DS2022 は、文部科学省と気象庁が開催する「気候変動に関する懇談会」¹²⁾の検討を踏まえて、我が国の気候変動適応に資する予測情報として、データセットと解説書を整備することになった。

3.2 データ

先に述べた通り、DS2022 は DIAS から提供されており、16 種類のデータから構成されている。この 16 種類を 3 つに分類して表したのが図 5 である。大きく大気のデータと海洋のデータに分けることができ、大気は更に力学的ダウンスケーリングと統計的ダウンスケーリングに分けることができる。以下ではこの 3 つの概要について述べる。

3.2.1 力学的ダウンスケーリング（大気）

大気の力学的ダウンスケーリングは更に、3 つに分けることができる。一つ目はタイムスライス実験で、日本域のデータは、現在気候（1981～2000 年）と将来気候（2079～2099 年）の各 20 年ずつのデータで、空間解像度 2km までの高解像度実験を行っている。「日本の気候変動 2020」¹³⁾は、主にこのデータの②日本域 5km を「日本の気候変動 2025」では②日本域 2km の結果に基づいて報告されている。二つ目は、d4PDF シリーズで、地球温暖化対策に

資するアンサンブル気候予測データベース (database for policy decision making for future climate change; d4PDF)¹⁴⁾ と呼ばれるアンサンブルサイズが最大 100 メンバーと非常に大きいデータとなっている。このデータにより、稀に起きる大雨や高温の将来変化を定量的に推定できるほか、後に述べる不確実性も定量的に推定できる。このデータの内、⑯全国版 5km d4PDF は、DS2022 が公開された後の 2024 年に追加された最新のデータである¹⁵⁾。このデータには、台風をターゲットにしたデータも含まれている¹⁶⁾。三つ目は、連続実験で 1950 年～2100 年までの連続した 150 年間のデータである¹⁷⁾。これら力学的ダウンスケーリング（大気）を模式的に示したのが図 6 で、全て同一のシステムでデータ開発がなされている。これらのデータは、小規模スケールの気象現象を陽に表現でき、得られるデータ間の整合性がとれている点で優れているが、計算負荷が大きく、長期間、広領域の計算には年単位での時間を要する。

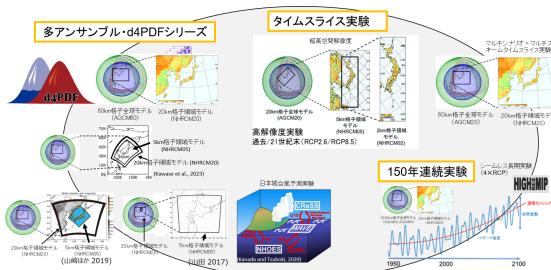


図 6. 力学的ダウンスケーリング（大気）の分類図。

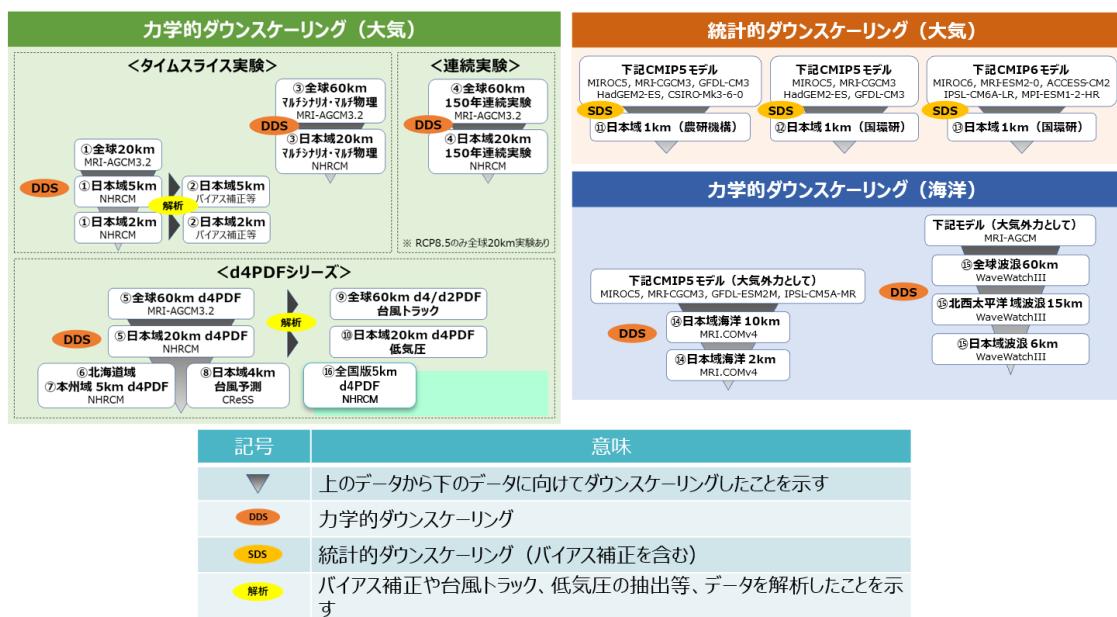


図 5. 気候予測データセット 2022 (DS2022) の分類。DS2022 解説書¹⁰⁾ 資料 2 の図に加筆。

3.2.2 統計的ダウンスケーリング（大気）

力学的ダウンスケーリングの実施に時間要するデメリットに対して、統計的ダウンスケーリングは計算負荷が小さく、複数のシナリオ、長期間、高量域を対象とすることができる点で優れている。例えば、力学的ダウンスケーリングでは、CMIP5の実験設定を用いているが、統計的ダウンスケーリングでは、IPCC AR6で主に用いられているより新しいCMIP6に基づくデータが、水平解像度1kmで収録されている。詳細については、本特集の石崎(2025)¹⁷⁾を参照されたい。

3.3 力学的ダウンスケーリング（海洋）

海洋の気候予測データは、力学的ダウンスケーリング手法によって開発されている¹⁸⁾。一つは、CMIP5の大気外力を利用して海洋モデルを駆動することでダウンスケーリングを実施したものである。空間解像度は10kmと、それにネスティングして開発した2kmのものがある。もう一方は、力学的ダウンスケーリング（大気）の全球20kmモデルによるタイムスライス実験の大気外力をを利用して波浪予測を、全球、そこからのネスティングにより北西太平洋、日本域のデータで構成されている。

以上見てきたように、16ものデータがDS2022には含まれている。その理由の一つは、ユーザーからの多様な要望に応えるために、複数のデータを整備したためである。もう一つは、予測に伴う不確実性を見積もるためにある。

3.4 解説書

解説書の目的は、予測データの利用に当たって、利用上の注意点等の情報を提供することであり、気候予測データの特徴、データセットの内容、次に述べる予測の不確実性等がまとめられている。

解説書の執筆に当たり、実際にDS2022に収録されているデータを触る研究者やコンサルタントなどの実務者方を主な読者と想定した。第1章で各データセットに関連する全般的な事項をまとめ、第2章で16のデータ毎の解説となっている。第1章が65ページ、第2章が259ページで、全324ページと、かなりのボリュームである。初めてデータを利用する場合は、第1章にまずは目を通して頂きたい。

DS2022に基づく、日本域における温暖化予測は、「日本の気候変動2020」並びに「日本の気候変動2025」に記載されているので、今世紀末の気候について概要を把握したい場合は、これらを参照されたい。政策や行動の立案・決定の基礎資料としての本編、その概要を知りたい方のための概要版、最新の

研究成果も盛り込んだ詳細版があるので、必要に応じて自身の必要とする気候予測情報を得ることができる。また、地方自治体向けの都道府県版リーフレットも用意されている。

4. 予測の不確実性

日々の天気予報でも、為替レートでも、将来の予測には不確実性が必ず存在する。気候予測の不確実性は、その要因から大きく3つに分けられる^{19), 20)}。以下では、力学的ダウンスケーリング（大気）（図6）を例にして、定量化可能なできる不確実性について述べる。

一つ目は、地球システムが本来的に持っているばらつきで、内部変動と呼ばれる。これは、初期値を変えた100程度の実験を行ったd4PDFシリーズを用いることで、内部変動による不確実性を量的に把握することができる。二つ目は、将来どんな社会経済が実現され、どのように温室効果ガス濃度／放射強制力が変化するかに依存する不確実性で、社会経済シナリオによる不確実性と呼ばれている。これは、複数の放射強制力RCPシナリオ実験を実施することで、量的に把握することができる。多寡はある、力学的ダウンスケーリング（大気）では、どのデータにも社会経済シナリオの不確実性は含まれている。最後の3つ目は、モデルによる不確実性である。気候モデルは、現在の最先端科学を持ってしても完全に気候を再現できるわけではない。モデルが変わると、将来変化の増減方向や、方向が同じでも程度が異なることがある。CMIP5/CMIP6では多くの気候変動研究を実施している機関のモデルがデータを提供しているため、モデルの不確実性を定量化することが可能である。一方、力学的ダウンスケーリング（大気）では、気象研究所の全球大気モデルのみが用いられている。この点を補うために、気候予測で重要な降水量に関わる対流性降雨のモデルスキームを変えたマルチスキーム・マルチシナリオ実験²¹⁾や、異なるCMIP5モデルのSSTの将来変化を用いたd4PDFシリーズ全球モデル実験などがある。また、台風については名古屋大学が開発したモデルCReSS¹⁵⁾でも実験を行って、モデルに起因する不確実性を量的に把握することを試みている。

5. DS2022の公開サイト

DS2022のデータは全てDIASに収録・公開されており、これらのデータと解説書を束ねたものが、DIASの協力の下、DS2022として、ポータルサイ

ト (<https://diasjp.net/ds2022/>) より公開されている。上で述べた16種類のデータと解説書の他に、よくある質問と回答集、用語集、ユーザーサポート機能（お問い合わせフォーム）が用意されている（図7a）。各データのページでは、データのメタ情報（データセット名、概要、利用されたモデル、実験構成、モデル水平解像度など）が並んでいる（図7b）。また、当該データ解説書へのリンク、データダウンロードへのリンクもある。尚、データのダウンロードの際には、DIASアカウントの作成が必要となる（<https://diasjp.net/use/account/>）。

6. DS2022 の利活用例

DS2022は研究目的に留まらず、既に様々な分野での利活用が進められている。既に挙げた、文部科学省・気象庁の「日本の気候変動2025」を始め、多くの省庁で利活用が進んでいる。主な委員会等をまとめたのが表1である。

| 実験名 | 内容 |
|-----------------|---------------------------|
| HFB_mNNN | 20世紀未実験 |
| HFB_K_KX_mNNN | 産業革命前に比べて全球平均気温が2°C上昇した条件 |
| HFB_L_K_KX_mNNN | 産業革命前に比べて全球平均気温が4°C上昇した条件 |

図7. (a) DS2022のポータルサイト (<https://diasjp.net/ds2022/>) とその概要（気候変動に関する懇談会 第6回会合資料1-1を改変²²⁾。(b) データの例（全国版d4PDFダウンスケーリングデータ）¹⁴⁾

国道交通省では、気候変動を踏まえた各種検討会、例えば、「水資源分野における気候変動への適応策のあり方検討会」などで、全国版d4PDFが用いられている。また、環境省の気候変動評価報告書や国立環境研究所で開発された、「力学的ダウンスケーリングデータ NHRCM02をベースにしたCDFDM手法による日本域バイアス補正気候シナリオ」²³⁾などにも利用されている。

図8は、DS2022が、省庁横断的にどのように利活用利用していくかを示している。文部科学省の研究プログラムでデータが開発され、文部科学省・気象庁の刊行物「日本の気候変動」で予測が公表、環境省の研究プログラムと、刊行物「気候変動影響評価報告書」に利用されていく。

民間企業には、現在、気候関連財務情報開示タスクフォース（TCFD）が推奨する項目を開示することが求められ始め、東京株式市場のプライム上場企業はコーポレートガバナンス・コードにおいて「TCFD等の国際的枠組みに基づく質と量の充実を進めるべき」と規定している。民間企業でのDS2022の利活用は黎明期で、技術力のあるコンサルタント会社が利用を始めたところであり、今後、幅広く利活用されることが期待される。

図9はデータの開発者と利用者の関係を簡略して描いたものである。この両者の間には、これまでの意見交換会やワークショップなどから、提供者からの情報やデータと、利用者のニーズとシーズの間に大きなギャップが存在していることが分かっている²⁵⁾。このギャップを埋める努力は双方から必要であるが、容易なものではない。そこを埋めていく気候変動予測や気候リスク分析を支援する企業や人材が必要であることは世界的な認識である^{26, 27)}。

7. 将来のデータセット更新に向けて

図6で述べたように、ダウ nsケーリング（大気）では、全てのデータ開発に、同一システムを利用し

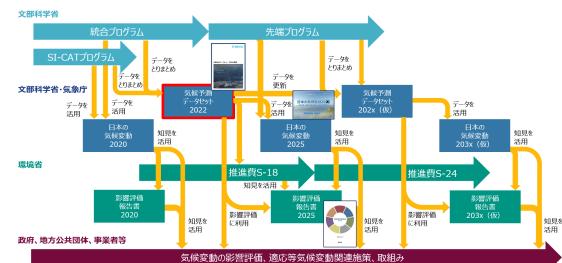


図8. 省庁横断的なDS2022の利活用利用の概念図。気候変動予測先端研究プログラム領域課題3令和5年度成果報告書²⁴⁾図2に一部加筆。

表1. データセット2022に収録されているデータ並びに生成された情報が用いられている省庁の委員会等

| 省庁 | 委員会名等 | 当該ホームページ |
|-------|--|---|
| 国土交通省 | 気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会 | https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/chisui_kentoukai/ |
| | 水資源分野における気候変動への適応策のあり方検討会 | https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_fr2_000002.html |
| | 気候変動を踏まえた砂防技術検討会 | https://www.mlit.go.jp/river/sabo/committee_kikohendo.html |
| | 気候変動を踏まえた都市浸水対策に関する検討会 | https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/sewerage/mizukokudo_sewerage_tk_000659.html |
| | 気候変動を踏まえた海岸保全のあり方検討委員会 | https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/hozon/ |
| 環境省 | 気候変動影響評価・適応小委員会 | https://www.env.go.jp/earth/earth/tekiou/page_00003.html |
| | 気候変動影響評価報告書 | https://www.env.go.jp/press/press_01913.html |
| | 気候変動による災害激甚化に関する影響評価業務 | |
| | 令和6年度気候変動適応の研究会 研究発表会・分科会 | https://adaptation-platform.nies.go.jp/archive/conference/2024/1217/index.html |
| | 令和6年度地域の気候変動適応推進に向けた意見交換会 (毎年実施) | https://adaptation-platform.nies.go.jp/archive/conference/2024/1218/index.html |
| 農林水産省 | 地球温暖化対策 農業分野における気候変動・地球温暖化対策について 漁港施設等における気候変動適応策の設計に係る手引き | https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/index.html https://www.maff.go.jp/j/seisan/kankyo/ondanka/pdf/ondanka_taisaku.pdf https://www.jfa.maff.go.jp/j/gyoko_gyozyo/g_gideline/attach/pdf/index-144.pdf |
| 金融庁 | 気候変動リスク・機会の評価等に向けたシナリオ・データ関係機関懇談会 | https://www.fsa.go.jp/singi/scenario_data/index.html |

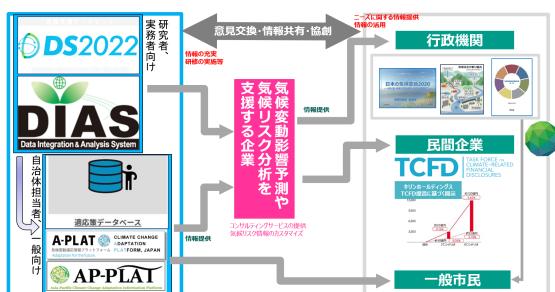


図9. データの開発者と利用者（行政、民間企業、一般市民）間の意見交換・情報共有・協創の概念図。

ている。その特徴は現実的な SST 空間分布を用いて、大気のみのモデルでダウンスケーリング実験を行うことであったが、デメリットは大気と海洋が互いに影響を及ぼす効果が考慮できていない点である。そこで、大気海洋結合モデルを用いつつ、現実に近い海面水温の空間パターンに近づける処理を行うことで、短期の大気と海洋の相互の影響を考慮するようなシステムを開発し、新たな気候予測データを開発中である。これにより、今述べた大気と海洋で互いに影響を及ぼす効果を考慮した気候予測データを開発することが可能となる。また大気と海洋の変動が首尾一貫した形で予測が可能となり、台風襲来時等に発生する洪水と高潮が同時発生するような複合災害を定量的に頻度と強度の観点から評価することができるようになる。

将来の社会経済シナリオにおいて、エアロゾル排出量も規定されており、技術進展などにより、エアロゾルは減少するシナリオとなっている。全球モデ

ルではエアロゾル排出は時間変化するものとなっているが、ダウングレーディングした将来予測データでは、時間変化を考慮するに至っていない。世界の力学的ダウングレーディング研究コミュニティでは、今後の実験では考慮しなくてはならないとしている²⁸⁾。DS2022でもこの点は注意が必要で、日射量を利用する際には、全球大気モデルの変化と地域気候モデルの変化が一致しているかどうか、確認する必要がある。将来のデータセットでは、エアロゾル排出の時間変化を取り込みみたい。

図8に示したとおり、データの開発開始から、ユーザーが利活用し、気候変動の影響評価や適応策立案までには、長い歳月を要する。今後も多くのデータ利用者からのフィードバックを得ながら、データ品質を改善していきたいと考えている。日本の太陽エネルギー分野では、まだ利活用が進んでいないのが現状である。今後、大いなる利活用の進展なされ、多くのフィードバックが寄せられ、太陽エネルギー分野で利活用できるデータを協創していきたい。

謝辞

海洋研究開発機構 (JAMSTEC) の石川洋一博士、元気象庁気象研究所の高畠出博士からは、本原稿について示唆的な意見を頂いた。DS2022は、文部科学省「気候変動予測先端研究プログラム」(JPMXD0722680734)において、DIASと協力して公開されたものである。収録されている力学的ダウ

ンスケーリングデータは、文部科学省の気候変動関連プログラムの中で、JAMSTEC/ 地球シミュレータセンターの地球シミュレーターを用いて開発されたものである。但し、マルチスキーム・マルチシナリオ実験は環境省の事業で開発された。これらのデータ開発に携わった多くの研究者とデータに対するフィードバックを寄せて頂いた利用者に感謝の意を表す。

尚、本解説の内容に関する責任は、筆者が単独で追うものです。

本研究の実施および論文作成にあたり、開示すべき利益相反はありません。

参考文献

- 1) WMO, WMO confirms 2024 as warmest year on record at about 1.55° C above pre-industrial level, (2025), (accessed Jan. 10, 2025), <https://wmo.int/news/media-centre/wmo-confirms-2024-warmest-year-record-about-155degc-above-pre-industrial-level#:~:text=WMO%20confirms%202024%20as%20warmest,C%20above%20pre%2Dindustrial%20level>
- 2) 気象庁, 2024年夏（6～8月）の特徴, (2024), (accessed Jan.1 2025), <https://www.data.jma.go.jp/cpd/longfcst/seasonal/202408/202408s.html>
- 3) IPCC, Sixth assessment report, (2021, 2022, 2023), (accessed Jan.1 2025), <https://www.ipcc.ch/>
- 4) 気象庁, IPCC 第6次評価報告書(AR6), 気象庁訳, (accessed Jan.1 2025), <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ipcc/ar6/index.html>
- 5) 環境省, 気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第6次評価報告書(AR6)サイクル, (accessed Jan.1 2025), <https://www.env.go.jp/earth/ipcc/6th/index.html>
- 6) Manabe and Broccoli, Beyond Global Warming: How Numerical Models Revealed the Secrets of Climate Change, (2020), pp.193, Princeton University Press, USA.
- 7) 文部科学省・気象庁, 「日本の気候変動2025」(2025), (accessed Mar.1 2025), <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>
- 8) Manabe, S., and R. F. Strickler. Thermal equilibrium of the atmosphere with a convective adjustment, *Journal of Atmospheric Sciences*, 21 (4), 361-385, (1964), (DOI : https://doi.org/10.1175/1520-0469_021_0361:_TEOTAW>2.0.CO;2)
- 9) 文部科学省・気象庁, 「日本の気候変動2020」(2020), (accessed Mar.1 2025), <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>
- 10) 文部科学省・気象庁, 気候予測データセット2022, データセット解説書, pp.60, (2022), (accessed Jan.1 2025), <https://diasjp.net/ds2022/manual.html>
- 11) Nakaegawa T. High-Performance Computing in Meteorology under a Context of an Era of Graphical Processing Units, *Computers*, 11 (7), 114, (2022), (DOI : <https://doi.org/10.3390/computers11070114>)
- 12) 気象庁・文部科学省, 気候変動に関する懇談会, (2022), (accessed Mar.1 2025), https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/kikohendo_kondankai/index.html
- 13) Mizuta, R., A. Murata, M. Ishii, H. Shiogama, K. Hibino, N. Mori, O. Arakawa, Y. Imada, K. Yoshida, T. Aoyagi, H. Kawase, M. Mori, Y. Okada, T. Shimura, T. Nagatomo, M. Ikeda, H. Endo, M. Nosaka, M. Arai, C. Takahashi, K. Tanaka, T. Takemi, Y. Tachikawa, K. Temur, Y. Kamae, M. Watanabe, H. Sasaki, A. Kitoh, I. Takayabu, E. Nakakita, and M. Kimoto, Over 5000 years of ensemble future climate simulations by 60 km global and 20 km regional atmospheric models. *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 98, 1383-1398, (2017), doi : 10.1175/BAMS-D-16-0099.1.
- 14) Kawase, H., M. Nosaka, S. I. Watanabe, K. Yamamoto, T. Shimura, Y. Naka, Y.-H. Wu, H. Okachi, T. Hoshino, R. Ito, S. Sugimoto, C. Suzuki, S. Fukui, T. Takemi, Y. Ishikawa, N. Mori, E. Nakakita, T. J. Yamada, A. Murata, T. Nakaegawa, I. Takayabu, Identifying Robust Changes of Extreme Precipitation in Japan From Large Ensemble 5-km-Grid Regional Experiments for 4K Warming Scenario. *J. Geophys. Res. Atmos.*, 128, (2023), (DOI : 10.1029/2023JD038513)
- 15) Kanada, S., K. Tsuboki, and I. Takayabu, Future changes of tropical cyclones in the midlatitudes

- in 4-km-mesh downscaling experiments from large-ensemble simulations. SOLA, 16, 57-63, (2020), (DOI : 10.2151/sola.2020-010.)
- 16) Mizuta, R., M. Nosaka, T. Nakaegawa, H. Endo, S. Kusunoki, A. Murata, I. Takayabu, Extreme precipitation in 150-year continuous simulations by 20-km and 60-km atmospheric general circulation models with dynamical downscaling over Japan by a 20-km regional climate model. J. Meteor. Soc. Japan, 100, 523-532, (2022) (DOI : 10.2151/jmsj.2022-026)
- 17) 石崎紀子, 気候変動適応策検討のための気候シナリオ開発と課題, Journal of Japan Solar Energy Society, 285, (2025).
- 18) Nishikawa S, T. Wakamatsu, H. Ishizaki, K. Sakamoto, Y. Tanaka, H. Tsujino, G. Yamanaka, M. Kamachi, Y. Ishikawa, Development of high-resolution future ocean regional projection datasets for coastal applications in Japan. Prog. Earth. Planet. Sci., 8, 7, (2021), (DOI: 10.1186/s40645-020-00399-z.)
- 19) 文部科学省・気象庁, 「日本の気候変動2025」コラム1将来予測の不確実性, (2025), (accessed Mar.1 2025), <https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/index.html>
- 20) Hawkins, E., and R. Sutton, The potential to narrow uncertainty in regional climate predictions. Bulletin of the American Meteorological Society, 90(8), 1095-1108, (2009), (DOI : 10.1007/s00382-010-0810-6).
- 21) Kawase, H., H. Sasaki, A. Murata, M. Nosaka, and N. N. Ishizaki, Future changes in winter precipitation around Japan projected by ensemble experiments using NHRCM. J. Meteor. Soc. Japan, 92, 571-580, (2015), (DOI : 10.2151/jmsj.2015-034)
- 22) 文部科学省, 気候変動に関する懇談会第6回会合 資料1-1, (accessed Mar.1 2025), (2022), (https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/kikohendo_kondankai/index.html)
- 23) 石崎紀子, 力学的ダウンスケーリングデータ NHRCM02をベースにしたCDFDM手法による日本域バイアス補正気候シナリオ, (2022), (accessed Jan.1 2025), (DOI : 10.17595/20220415.001)
- 24) 高藪出, 先端的気候変動予測プログラム領域課題3令和4年度成果報告書, pp. 378, (2022).
- 25) 高藪出, 花崎直太, 塩竈秀夫, 石川洋一, 江守正多, 嶋田知英, 杉崎宏哉, 高橋潔, 仲江川敏之, 中北英一, 西森基貴, 橋爪真弘, 初鹿宏壯, 松井哲哉, 山野博哉, 横木裕宗, 渡部雅浩, 気候変動の予測情報を利用者まで届けるには. 水文・水資源学会誌, 34 (6), 377-385, (2021), (DOI: 10.3178/jjshwr.34.377)
- 26) 高藪出, 花崎直太, 塩竈秀夫, 安部大介, 生駒栄司, 石川洋一, 江守正多, 大場あい, 小埜恒夫, 嶋田知英, 田浦健朗, 高橋潔, 仲江川敏之, 中北英一, 西森基貴, 初鹿宏壯, 福渡潔, 真砂佳史, 三上直之, 横木裕宗, 吉川実, 渡部雅浩, 気候変動の予測研究と適応の意思決定をつなぐ. 水文・水資源学会誌, 37 (2), 167-176, (2024), (DOI : 10.3178/jjshwr.37.1823)
- 27) Nakaegawa, T., Report on the Water cycle changes over Asia : from attribution to adaptation in the 9th GEWEX-OSC, IAMAS Newsletter, (2025), 25, 5, (accessed Mar. 1, 2025), <https://www.iamas.org/newsletters/>
- 28) Katragkou, E., Sobolowski, S. P., Teichmann, C., Solmon, F., Pavlidis, V., Rechid, D., . . . , P. Hoffmann, Jacob, D., Delivering an improved framework for the new generation of CMIP6-driven EURO-CORDEX regional climate simulations. Bulletin of the American Meteorological Society, 105 (6), E962-E974, (2024). (DOI: 10.1175/BAMS-D-23-0131.1)

抄録

本稿は、文部科学省と気象庁が公開した「気候予測データセット2022 (DS2022)」について解説したものである。DS2022は16種類のデータから構成されており、力学的および統計的ダウンスケーリング手法を用いた大気データと、力学的ダウンスケーリング手法を用いた海洋データが含まれている。気候予測には内部変動、社会経済シナリオ、モデルの違いによる不確実性が伴う。DS2022のデータは、データ統合・解析システム(DIAS)と協力し、ポータルサイト <https://diasjp.net/ds2022/> からアクセス可能である。これらのデータは多くの省庁や企業で利活用が進んでおり、将来的には大気海洋相互作用を取り込んだ新たなデータセットが開発中である。