

気候データがつくる持続可能な未来について

令和3年10月
研究開発局環境エネルギー課
環境科学技術推進官 服部 正



文部科学省

MEXT

MINISTRY OF EDUCATION,
CULTURE, SPORTS,
SCIENCE AND TECHNOLOGY-JAPAN

気候科学分野でのノーベル物理学賞受賞



眞鍋 淑郎 博士

プリンストン大学客員研究員

国立研究開発法人海洋研究開発機構フェロー

- 二酸化炭素が地球表面の温度上昇を引き起こすことを説明
- 空気の運動と熱の放射収支の関係性を最初に探索した研究者
- 気候物理モデルの礎を築く



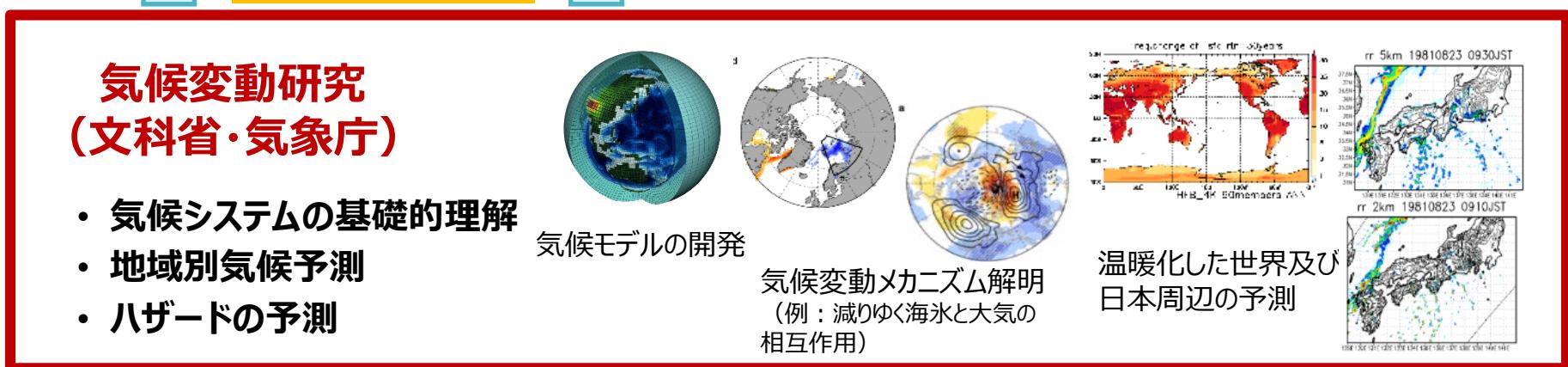
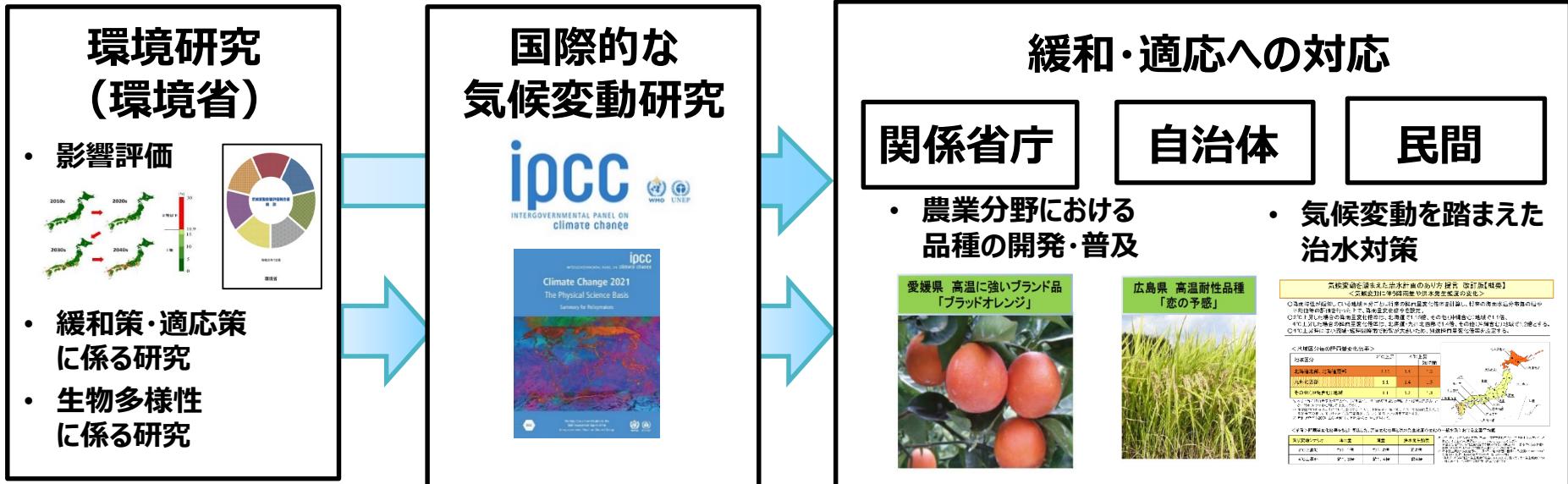
Klaus Hasselmann 博士

マックスプランク研究所教授

- 天気と気候結び付けるモデルを構築
- 自然現象や人間の活動が気候に与える影響の把握方法を開発
- 人間の活動による二酸化炭素放出が大気温度上昇の原因であることを証明

写真：ノーベル財団のSNS配信

気候変動予測における文部科学省の役割

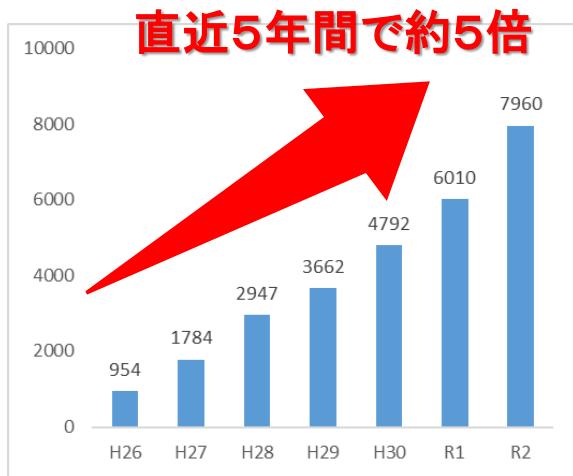


気候変動予測における文部科学省の役割



DIAS利活用の拡大

- ユーザー数が直近5年で約5倍になるなど、利用者・利用範囲が国内外で拡大

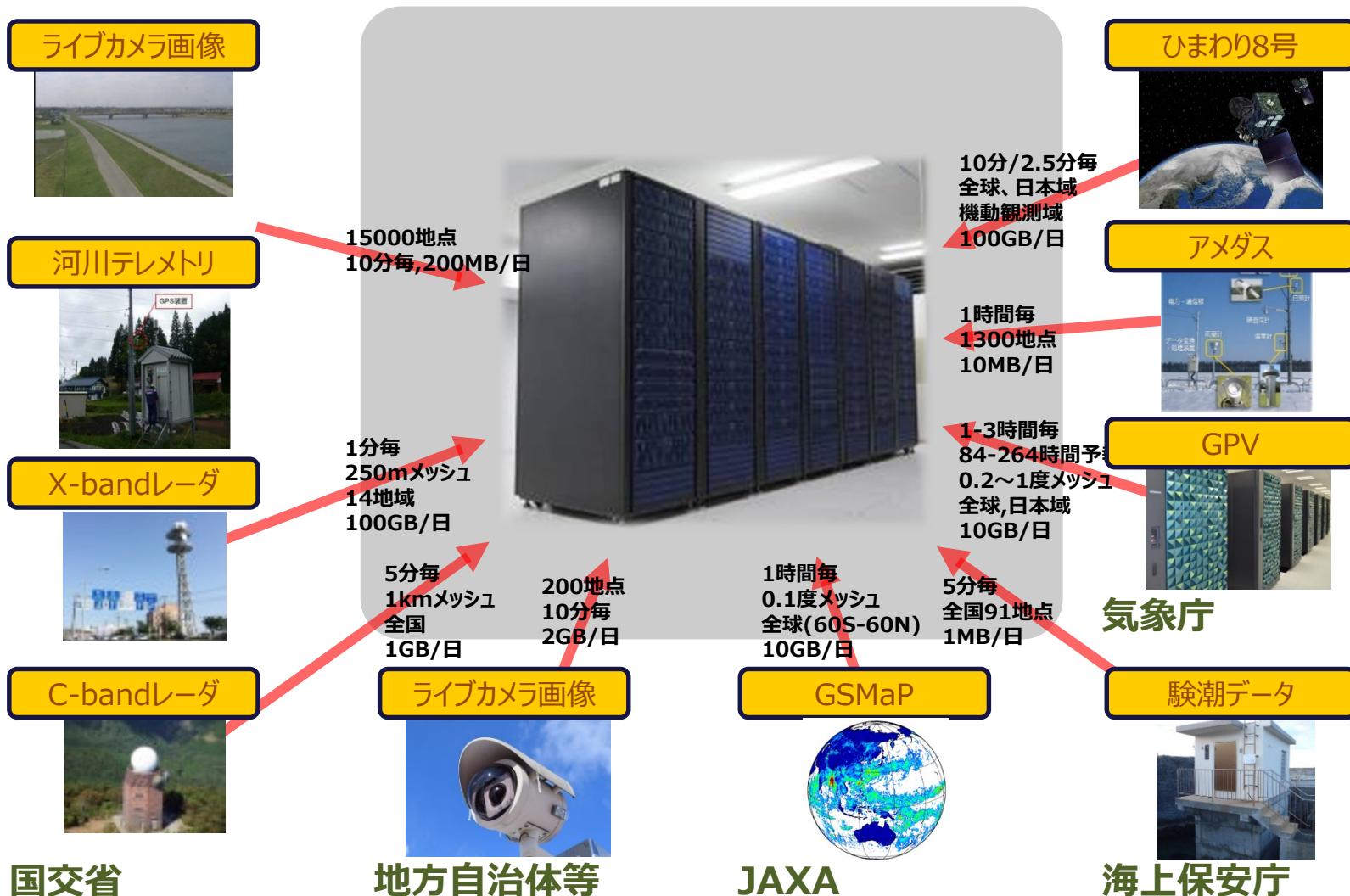


年度ごとのDIASのユーザ数の増加（人）



DIASの保管データ容量の年度ごとの増加
(2006年のデータ容量を1とした比率)

DIASにストレージしているリアルタイムデータ

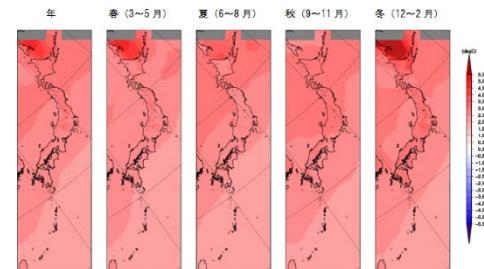
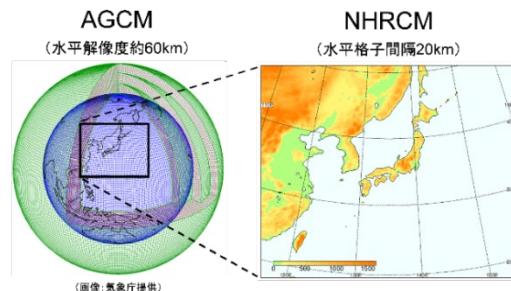
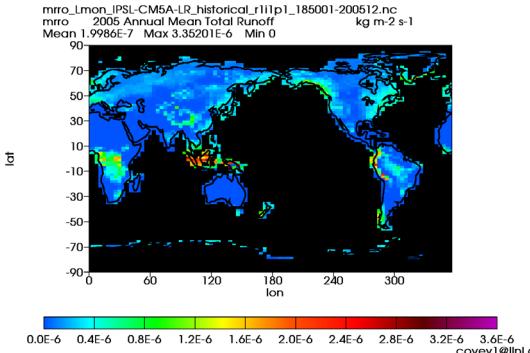


画像（イメージ）はHPより

DIASにストレージしている気候データ

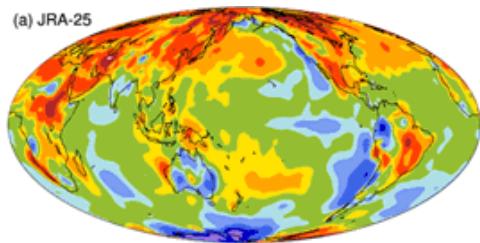
- 気象予測・気候変動予測モデルの約110データセットを投入

モデル・データセットの例



第5次結合モデル相互比較 プロジェクトデータ (CMIP5)

https://cmip.llnl.gov/cmip5/errata/mrro_Lmon_IPSL-CM5A-LR_historical_r1i1p1_2005.gif

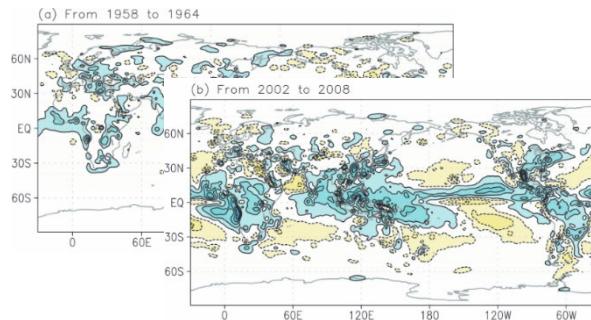


25年長期再解析 (JRA-25)

<https://jra.kishou.go.jp/JRA-25/JRA25quality.html>

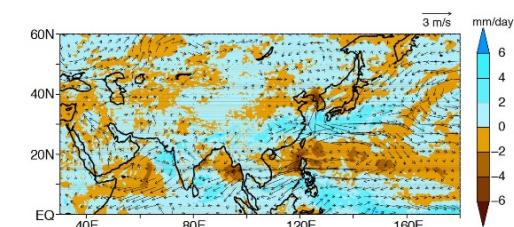
地球温暖化対策に資する アンサンブル気候予測データ ベース (d4PDF)

<http://www.mrioc-gcm.jp/~pub/d4PDF/design.html>



55年長期再解析 (JRA-55)全球大気モデル出力 (GCM20)

https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmsj/93/1/93_2015-001/_pdf-char/en



20kmメッシュ

<http://www.mri-jma.go.jp/Project/RR2002/k4-1-a-sjis.html>



- 文部科学省の研究開発プロジェクトにより、
世界初の大規模アンサンブル気候予測データセット（d2PDF/d4PDF）を開発。

- **全球平均気温が産業革命以降2°C 及び 4°C上昇した気候状態**を示したものであり、
日本及び全世界の個別地域における平均気温、降水量、積雪などのデータをみることができる。

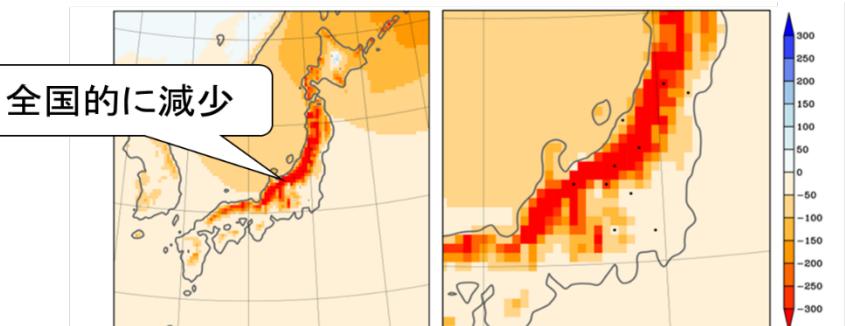
- また、未来の気候状態で多数のシミュレーション実験をしているため、
異常気象の頻度分布を予測可能とするなど、信頼性が高い。
(10年に一度、100年に一度の極端現象などを評価できる世界唯一のデータセット)

- 本データは、TCFDにおける気候変動による物理的リスク評価などに貢献することが期待できる。

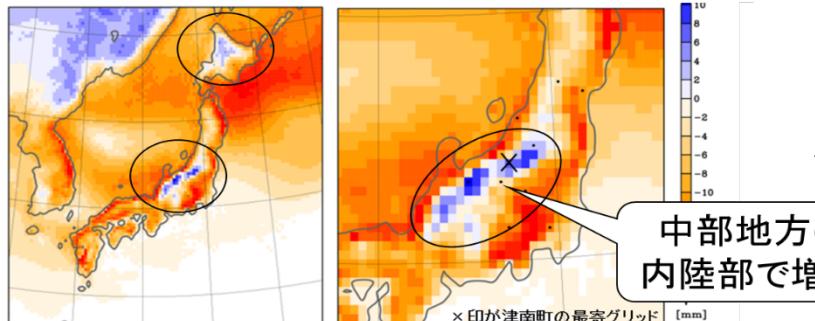
d2PDF/d4PDF

- 多数の実験例(アンサンブル)を活用することで、極端現象の将来変化を、確率的にかつ高精度に評価可能
- 日本及び全世界の**個別地域**における $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上昇及び $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ 上昇における**平均気温、降水量、積雪などの情報、10年に一度、100年に一度の降水量、気温、積雪量、台風強度（進路）**などの情報を提供
- **個別地域**において、**どのような物理リスク**（洪水、渇水、台風、高温等）があるのか、**スクリーニングに活用可能**
- 日本域：20 kmメッシュ、全球：60 kmメッシュ

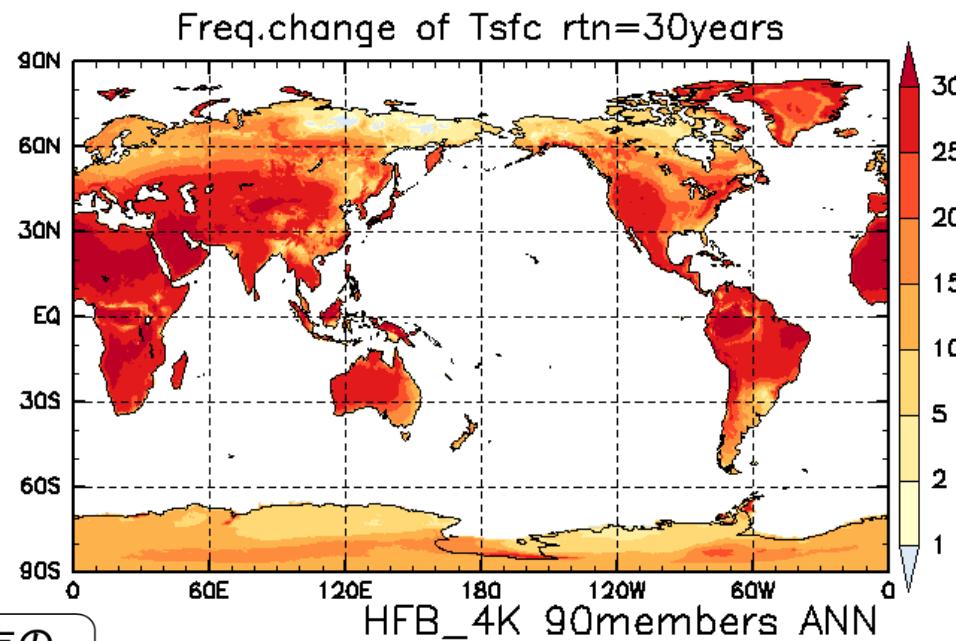
総降雪量（11月～3月）の将来変化



10年に一度の大雪（日降雪量）



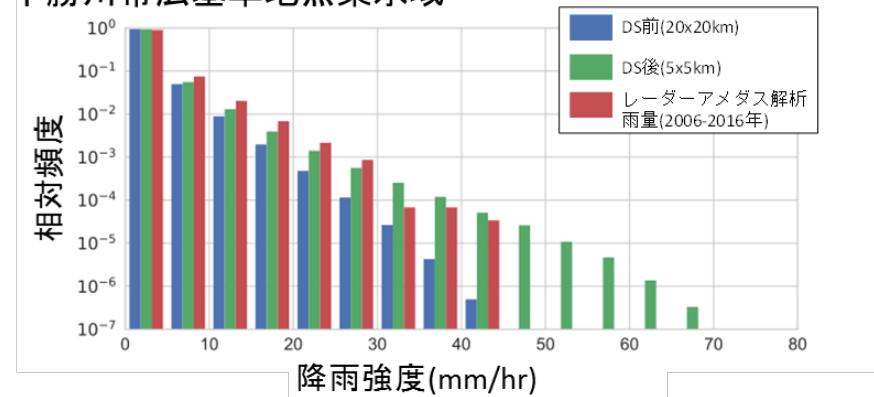
過去の30年に一回の高温が将来の30年に何回あるかの頻度分布



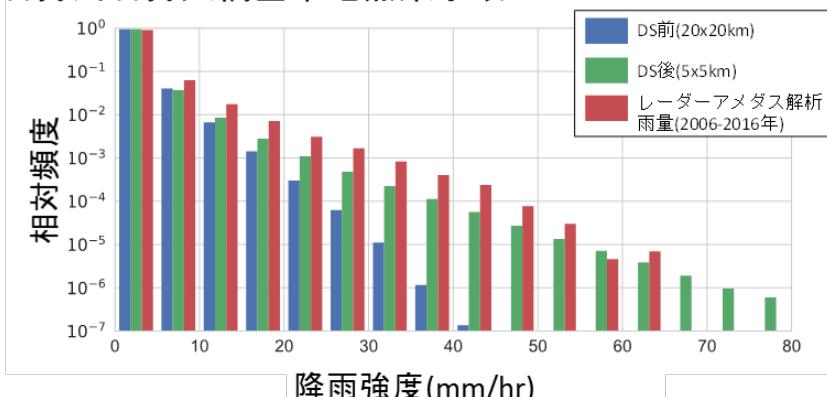
d2PDF/d4PDFの再現性

- 20kmモデルは、降雨強度が強くなるにしたがって、実際の観測よりも過小評価する傾向
- 5kmのモデルは、**観測値に近い再現が可能**

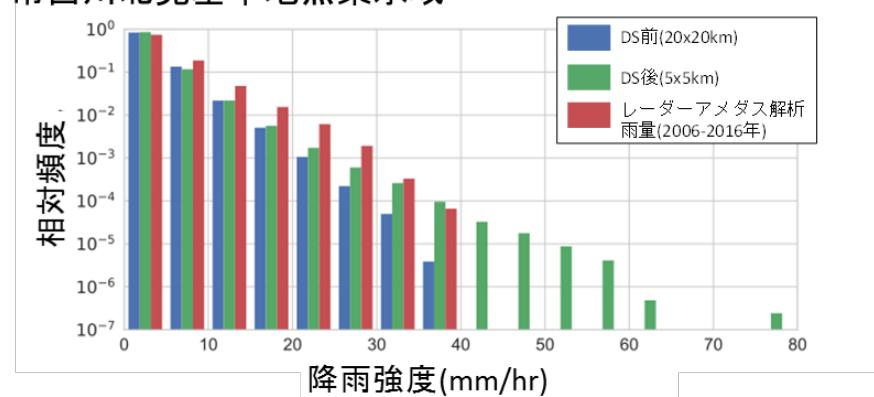
十勝川帯広基準地点集水域



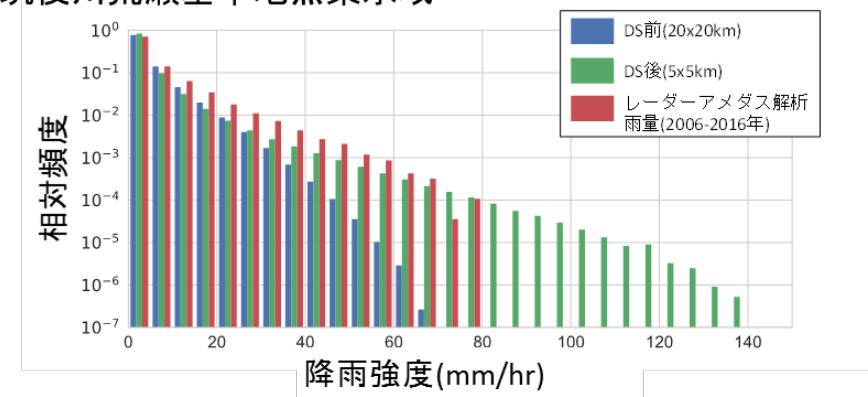
石狩川石狩大橋基準地点集水域



常呂川北見基準地点集水域



筑後川荒瀬基準地点集水域



※レーダーアメダス解析雨量は、北海道エリアでは50mm/h以上、筑後川流域では70mm/h以上の強度の降雨が計算されていない。

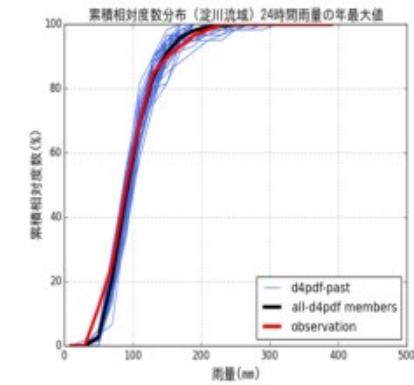
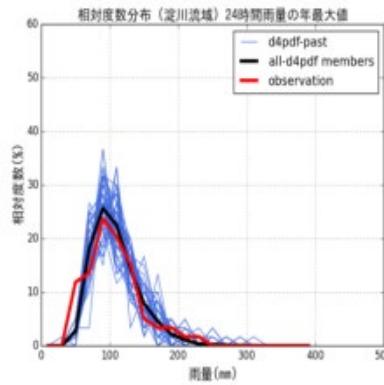
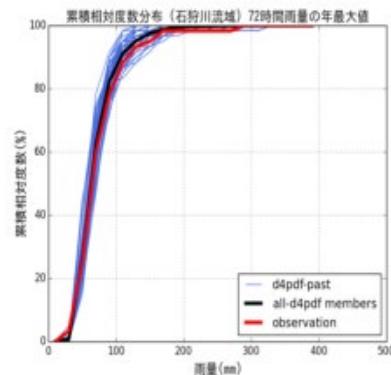
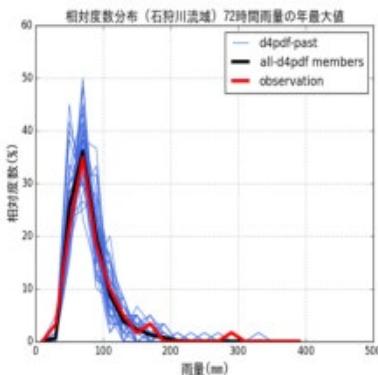
出所：国土交通省第4回気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会配布資料より引用

d2PDF/d4PDFの再現性

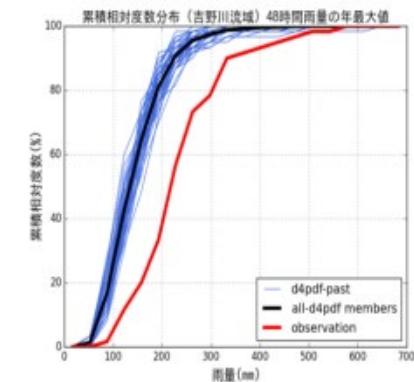
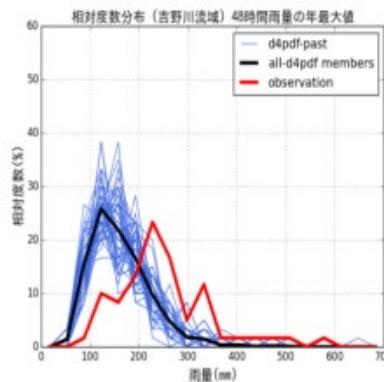
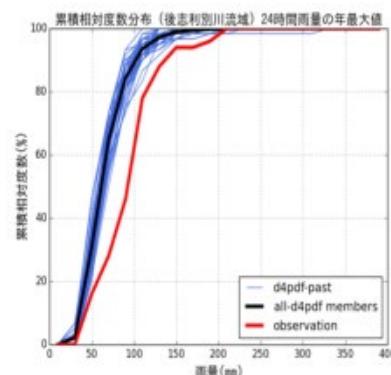
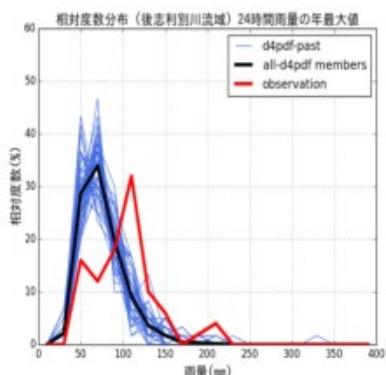
- 年最大流域平均雨量の相対度数分布図及び累積相対度数分布について、d4PDFデータによる現在気候の計算値と観測値を比較
- 概ねの再現性は確保されているが、再現性の高い流域と低い流域が存在

再現性が高い例

— d4PDF(60年分)
— d4PDF(3000年分)
— 観測値



再現性が低い例



出所：国土交通省第4回気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会配布資料より引用

d2PDF/d4PDFの利活用例

- 気候変動を考慮した治水計画の見直し
 - **予測データを用いて**過去に経験したことのない雨の降り方も考慮した上で、治水対策の検討の前提となる基本高水を設定すべきことを提示

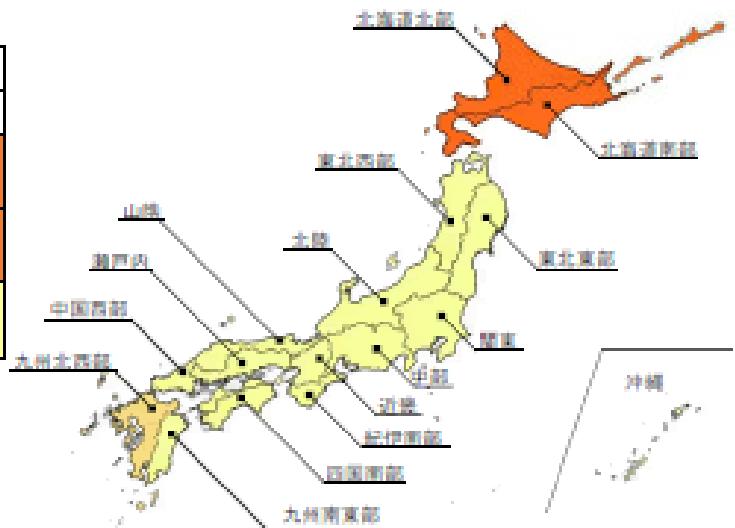
＜地域区分毎の降雨量変化倍率＞

地域区分	2°C上昇	4°C上昇	
		短時間	長時間
北海道北部、北海道南部	1.15	1.4	1.5
九州北西部	1.1	1.4	1.5
その他(沖縄含む)地域	1.1	1.2	1.3

※ 4℃上昇の降水量変化倍率のうち、短時間とは、降雨継続時間が3時間以上12時間未満のこと。3時間未満の降雨に対しては適用できない。

※ 雨域面積100km²以上について適用する。ただし、100km²未満の場合についても降雨量変化倍率が今回設定した値より大きくなる可能性があることに留意しつつ適用可能とする。

※ 年超過確率1/200以上の規模(より高頻度)の計画に適用する。



＜参考＞降雨量変化倍率をもとに算出した、流量変化倍率と洪水発生頻度の変化の一級水系における全国平均値

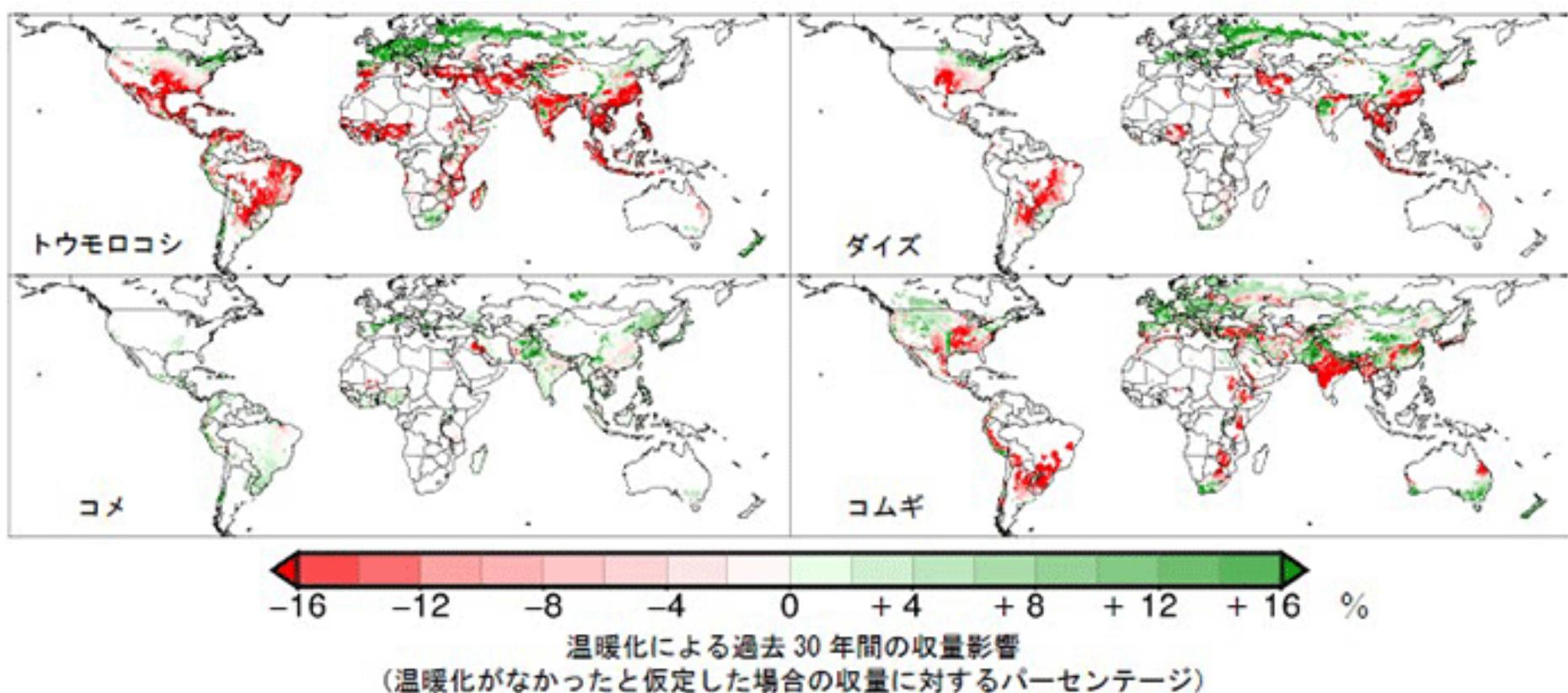
気候変動シナリオ	降雨量	流量	洪水発生頻度
2°C上昇時	約1.1倍	約1.2倍	約2倍
4°C上昇時	約1.3倍	約1.4倍	約4倍

- ※ 2°C、4°C上昇時の降水量変化確率は、産業革命以前に比べて全球平均温度がそれそれ2°C、4°C上昇した世界をシミュレーションしたモデルから算出
- ※ 降水量変化確率は、降水量変化確率を算出した際より算出した、一般水系の治水計画の目標とする規模(1/100～1/200)の降水量の変化確率の平均値
- ※ 沢水発生頻度の変化確率は、一般水系の治水計画の目標とする規模(1/100～1/200)の降雨の、現在と将来の発生頻度の変化確率の平均値
(例えば、ある降水量の発生頻度が現在は1/100として、将来ではその発生頻度が1/50となる場合には、澤水発生頻度の変化確率は2倍となる)

【概要】国土交通省 気候変動を踏まえた治水計画のあり方提言より（令和3年4月改訂）

d2PDF/d4PDFの利活用例

- d4PDFと収量モデルを用いて、「（温暖化が起きた）過去の実際の気候条件下で推定した収量」と「温暖化が起きなかつたという仮定の下で推定した過去の収量」を世界全体で比較（1981年～2010年）
- トウモロコシ、コムギ、ダイズで温暖化による収量低下を推定～被害額を424億ドルと試算

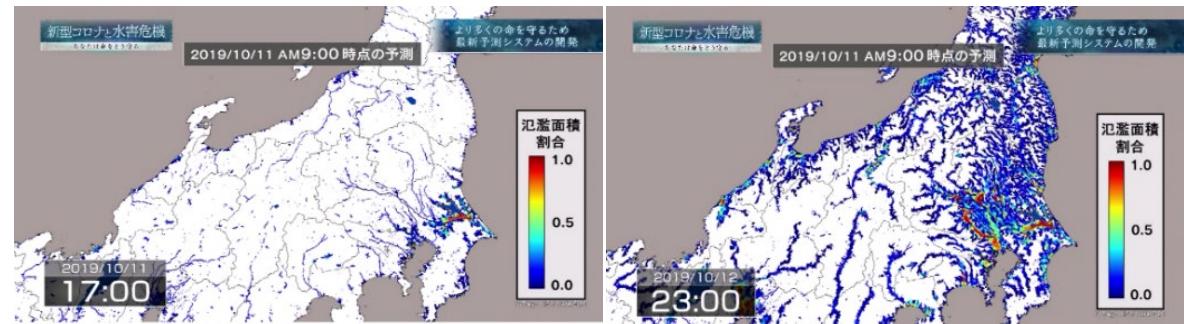
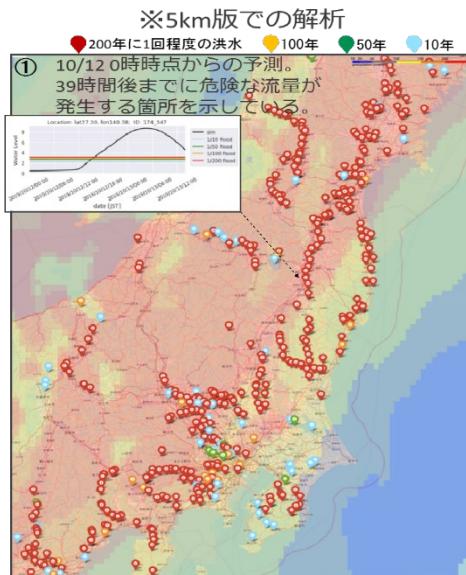


d2PDF/d4PDFの利活用例

<洪水対策>

水災害の被害軽減のための洪水予測システムの開発

- ・ 地球環境ビッグデータ（観測情報・予測情報）を蓄積・統合解析するDIAS（データ統合・解析システム）を活用し、日本全国について、解像度5km、39時間先までの洪水予測を可能とするシステムを開発。
- ・ 2019年度の台風19号においては、破堤が発生したと報告のあった142地点中129地点において、200年に1度の規模の洪水の発生を平均32.3時間前から予測。
- ・ 39時間先までの洪水予測情報をもとに、洪水可能性がある地域を特定し、事前避難等に役立てる期待。



2020年6月20日 NHKスペシャル：「コロナと豪雨“複合災害”に備える」

馬文超@東大

d2PDF/d4PDFの利活用例

<防災・エネルギー>

水災害の被害軽減、水力発電管理高効率化のための リアルタイム河川・ダム管理システム／中小河川の水位 提供システム研究開発

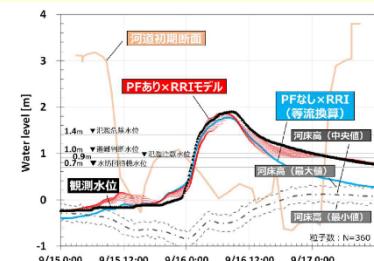
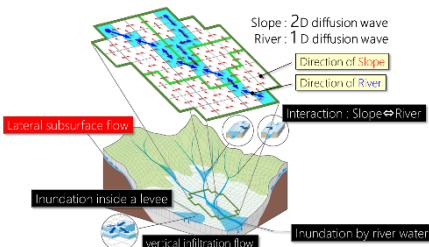
リアルタイム河川・ダム管理システム



- ダム水位・河川流量予測情報報を基に、東京電力、中部電力等と協力してダム水量を管理するシステムを構築。
- 本システムは、水力発電管理の高効率化を実現するとともに、国内外の洪水・渇水被害の軽減に貢献。

中小河川の水位提供システム

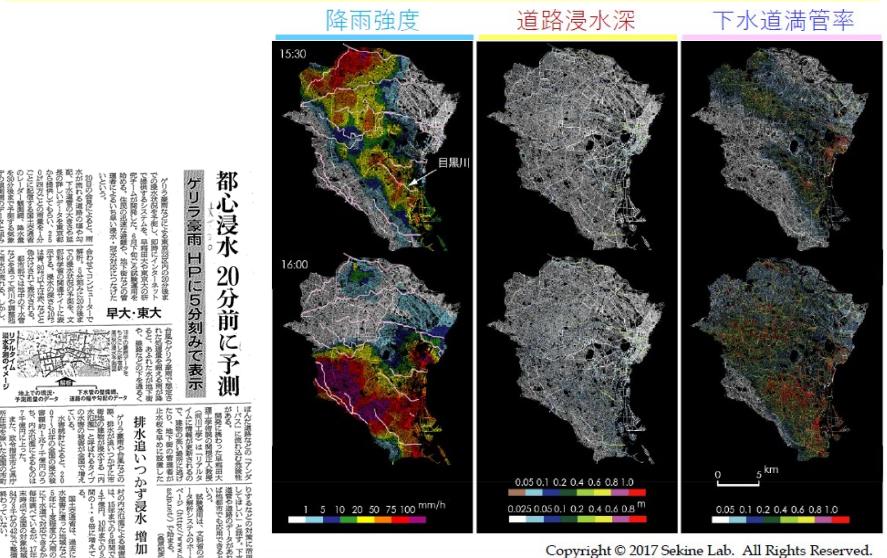
- 洪水予測の自動計算、表示システム等を開発し、中小河川の水位情報提供システムを構築中。
- 約2時間前に避難周知に必要な水位を予測することが可能となるシステムを目標。



<都市防災>

リアルタイムデータを活用した 東京都23区リアルタイム浸水予測システムの構築

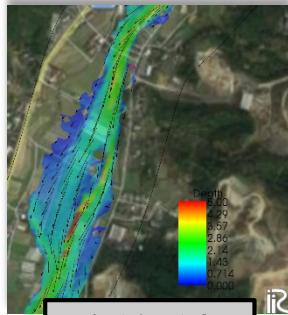
- 精緻な浸水予測手法（S-uIPS）を用いた、リアルタイム浸水予測システムをDIASに実装。
- 東京都下水道局のデータ等を用い、東京都23区の精緻なリアルタイム浸水予測を実現。自治体によるハザードマップ作成、リアルタイムでの避難情報の提供等による住民の安全確保を推進。
- 「今から20分後にどの地点でどれほど浸水あるいは冠水が生じるか」を予測し、被害を軽減するための対策をとることが可能となる技術を開発。
- 本予測情報を基に浸水しやすい地域を特定し、浸水リスクを踏まえた都市開発を行うなど、浸水による被害軽減への貢献が期待される。



2019年5月21日 朝日新聞朝刊
他主要3紙面、NHK、日テレ、テレビ朝日、TBS等

DIASを活用したアプリケーションの例

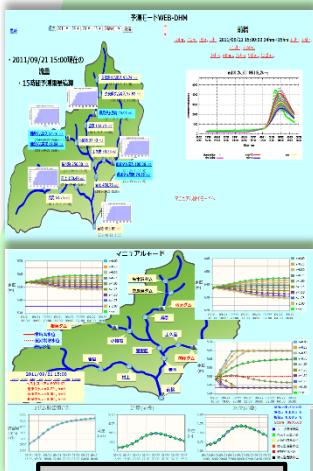
- DIASのwebサイトでは、約30のアプリケーション・システムを公開



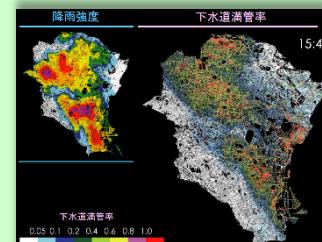
氾濫予測
九州北部氾濫地域
予測システム



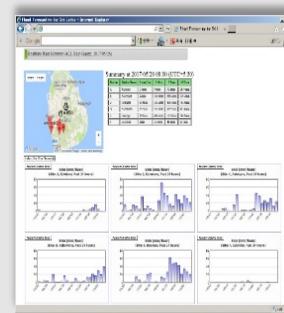
生物多様性モニタ
市民参加型生物多様性
モニタリングアプリ



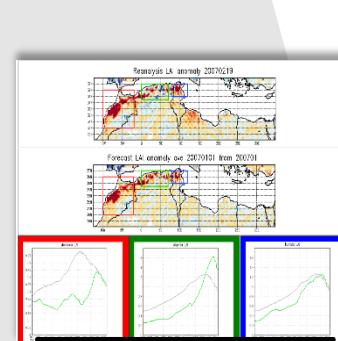
洪水時ダム制御
利根川リアルタイムダム制御シ
ミュレーション



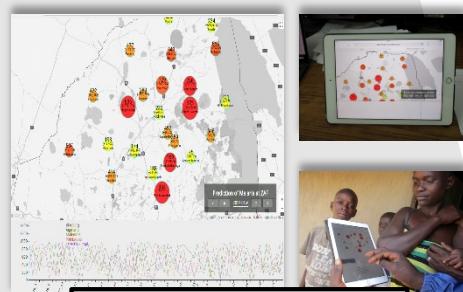
浸水予測
東京23区リアルタイム
氾濫予測警報システム



洪水予警報
リアルタイム洪水予警報
システム@スリランカ
→ミャンマー・フィリピン・インドネシ
アに展開



干ばつ予警報
リアルタイム旱魃予警報
システム@北アフリカ
→ブラジルに展開



感染症予報
マラリア早期予測・警戒予報システム
@南アフリカ
→モザンビーク・ケニアに展開予定

国内

海外

DIAS プラットフォーム

DIASの利用方法

■ DIASの利用手続き（アカウント申請）

① DIASアカウント（一般ユーザー用）

- DIASで公開しているWebベースの各アプリケーションを利用するための共通アカウント
- DIASで公開しているデータセットの多くは、DIASアカウントによりダウンロード可能

② DIAS解析環境アカウント（研究者用）

- DIAS解析サーバ等にログインするためのアカウント
- DIAS解析サーバ等を用いて、ユーザ作成プログラムを利用したデータ解析、データ提供のための転送・フォーマット変換、アプリケーションサービスの提供などが可能

※文部科学省の気候変動研究プログラム参加者からの利用受付中（今後一般ユーザーにも拡大予定）

③ 個別管理アカウント

- 試験運用中などの理由によりユーザーを限定して運用しているアプリケーションにおいて、DIASアカウントとは別に個別管理を行うためのアカウント。
- アカウント申請は、各アプリケーションの対応窓口又はDIAS事務局にお問合せください

アカウント申請の詳細はこちらのページをご覧ください ⇒ <https://diasjp.net/guide>

■ 問合せ先

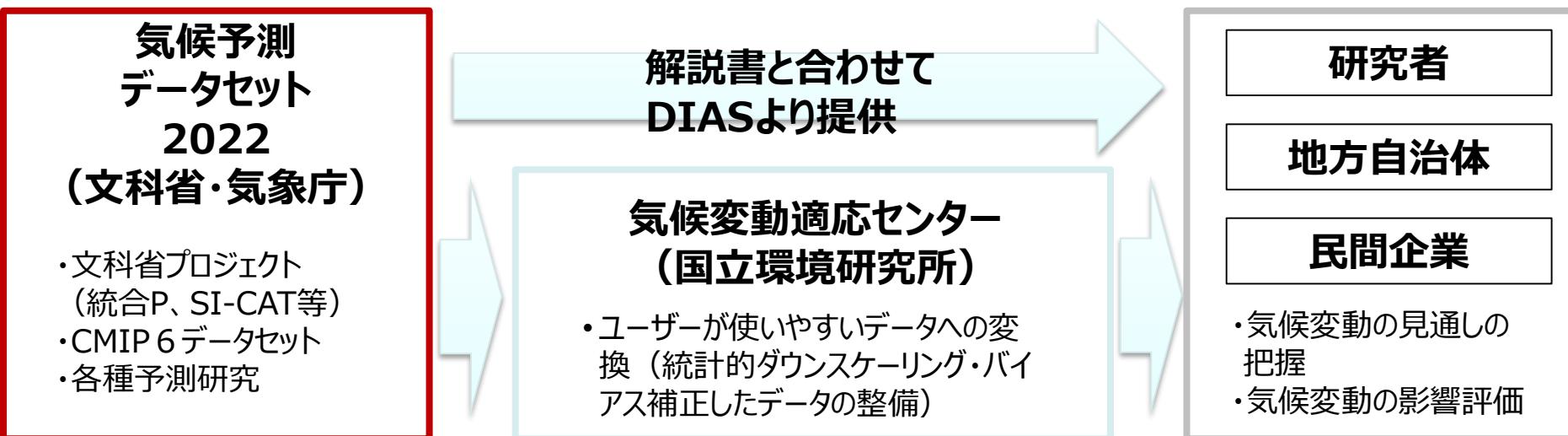
DIAS事務局：国立研究開発法人海洋研究開発機構 dias-office@diasjp.net

気候変動予測データセット2022

- 文部科学省及び気象庁が設置している、気候変動に関する有識者会議「気候変動に関する懇談会」において、「気候変動予測データセット2022」を検討中
- 文科省プロジェクト（統合P、SI-CAT※等）により創出した予測データセットを中心に、d4PDFを含む最新のデータセットとその解説書を整備する予定
※統合P：統合的気候モデル高度化研究プログラム、SI-CAT：気候変動適応技術社会実装プログラム
- 気候変動予測データセットは、地方自治体や民間企業における気候変動の影響評価やリスクマネジメント等に活用可能
- DIAS等を通じて令和4年度に公表予定

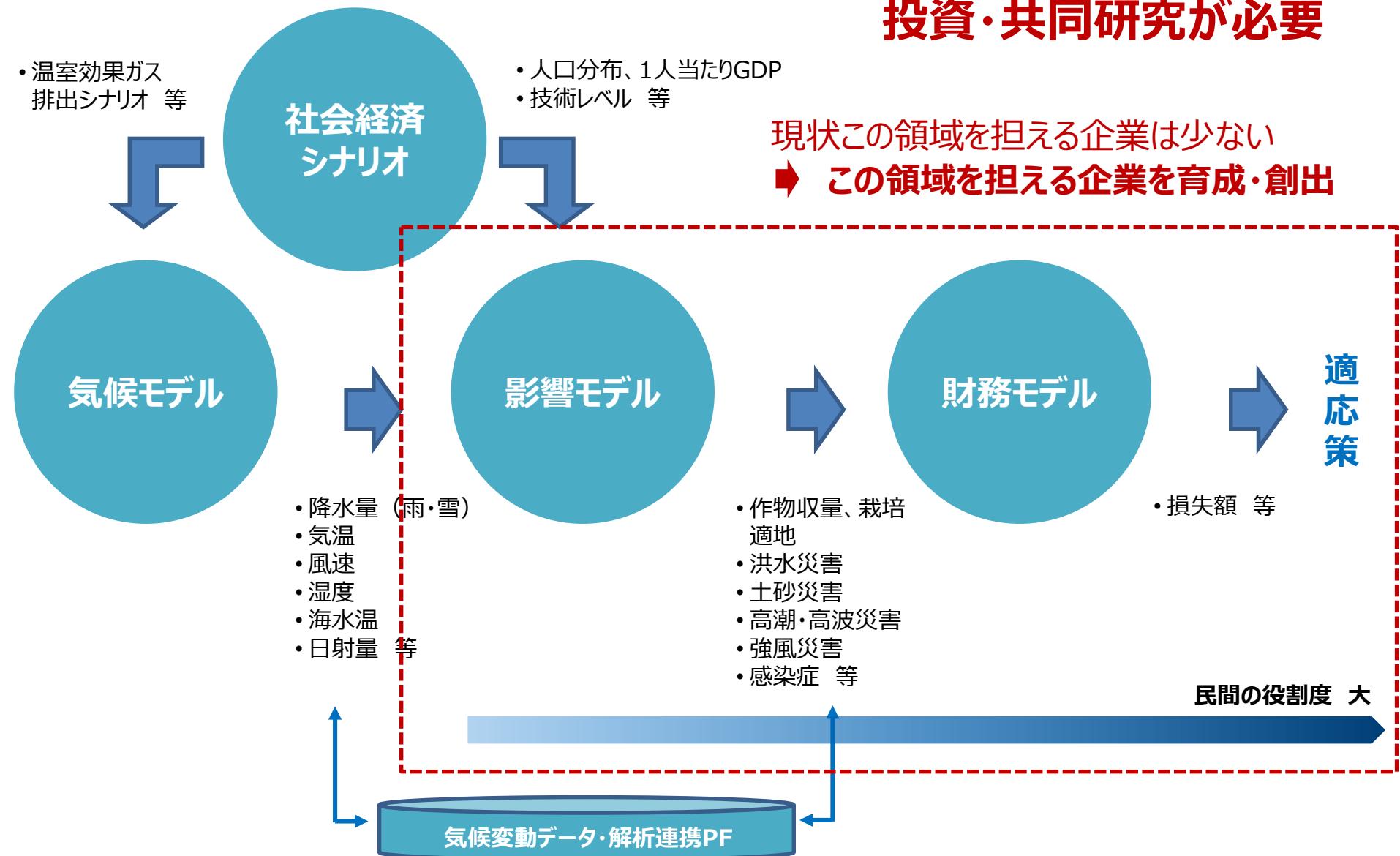
※気候変動予測データセットの検討状況は以下のサイト参照

https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/kikohendo_kondankai/index.html



気候科学の社会実装への道のり

投資・共同研究が必要



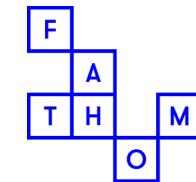
気候科学ベンチャーの勃興

- 近年、米国・欧州で気候科学ベンチャーが創設
- 数億～数百億円の資金調達、大企業による買収、日本企業も出資・提携している例もあり
- 今年9月、気候科学を専門とする**日本初のベンチャー企業**が創業

米国



欧州



日本



Gaia Vision

気候変動リスク産学官連携ネットワーク

■ 概要

- 令和3年9月に、環境省、文部科学省、国立環境研究所において、気候変動リスク情報へのニーズを把握し、ニーズに沿った情報提供等の情報基盤の充実や気候変動リスク活用の促進を図ることを目的として、「[気候変動リスク産官ネットワーク](#)」を設置

■ 參加企業

- 気候変動リスク情報（主に物理リスク）を活用し、コンサルティングサービス等を提供している企業を中心に参加企業を随時募集中（令和3年10月現在で26社が参加）
 - 参加を希望される場合は、国立環境研究所A-PLAT事務局までお気軽にご連絡ください
<https://adaptation-platform.nies.go.jp/about/contact.html>

