

## A-0601 アジアの水資源への温暖化影響評価のための日降水量グリッドデータの作成

(1) ユーザーフィードバックによる降水・気温データの作成と品質向上

旧 (1) 日降水量グリッドデータの作成

大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所  
 谷田貝亜紀代・渡邊 紹裕・  
 窪田 順平・鼎 信次郎・  
 谷口 真人・安富 奈津子

<研究協力者> 大学共同利用機関法人 人間文化研究機構 総合地球環境学研究所  
 濱田 篤・川本 温子  
 野津 正人・半藤 逸樹・高島 久洋  
 米国海洋大気庁気候予報センター (NOAA/CPC) Pingping Xie  
 イスラエル国 テルアビブ大学 Pinhas Alpert

平成18～22年度累計予算額：149,699千円（うち、平成22年度予算額：30,066千円）  
 予算額は、間接経費を含む。

[要旨] 温暖化による地域の気候変化予測およびその水資源への影響評価研究が、高解像度化した気候モデルや統計的な手法によりすすめられている。その際に観測データは不可欠である。そこで本研究課題（APHRODITEプロジェクト）は、現地雨量計観測データの収集、品質管理、内挿手法の開発を行い、成果物を公開、一方で成果物を使った研究も行ってきた。気候気象・水文専門の参画者・協力者が研究を行いつつ、学際的な研究機関の利点やアジアの研究者ネットワークを生かし、データ収集し、データ提供機関やユーザーとのフィードバックを行ってきた。

最終年度公開プロダクト（APHRO\_V1003R1）及び近日公開予定最終プロダクト（APHRO\_V1101）は、アジア全域1951-2007年（57年分）の0.25度及び0.5度グリッドデータである。雨量計入力数は5000～12000地点、品質管理後の有効入力数は、一般に得られる全球気象通信網（GTS）の2.3から5.5倍程度となった。APHRO\_V0902のリファレンスを含む論文成果も複数出した。このため、モデルや衛星による推定降水の検証やモンスーン研究に標準的なデータとして用いられ始めている。

一方でアジア国から若手研究者（EFF）を招聘したり、技術者等にトレーニングセミナーを実施した。このようなキャパシティビルディングにより、相手国との関係がより良好になり、追加データ、各国の観測・品質管理情報を入手できた。また、国際的なグループとも関係を持ち、広く得られるデータの品質の問題点について米国データセンター（NCDC/NOAA）などに情報を還元した。また地球惑星科学連合2010年大会で国際セッション（降水プロダクト）を主催、世界的な降水プロダクト作成・利用の代表的研究者を招聘し意見交換した。当該課題は世界的に知られ、平成22年9月に英国で開催されたクライメート事件のリアクションとしての気温データ作成に向けての国際会議に招聘された。また、全球水エネルギー実験計画（GEWEX）代表の推薦で世界放射パネル（GRP）世界降水プロジェクト会議でも当該課題について紹介することになった。

[キーワード] 日降水量、 アジア、 山岳地域、 水資源、 品質管理

## 1. はじめに

地球温暖化による地域の気候変化予測およびその水資源への影響評価研究がすすめられている。このため高解像度化した気候モデルや統計的な手法が用いられているが、その際に観測データは不可欠である。モデルの検証はもとより、統計解析的方法で温暖化による大気循環場の変化、極端現象等降水特性の長期トレンドへの影響、地域の温暖化影響評価を行う際に、長期観測データは必須である。

しかし、既存の衛星等によるグリッドデータは、豪雨など極端現象の解析、高解像度モデルの検証、山岳地域の水資源評価という観点からは、その定量性や空間分解能は必ずしも満足出来るものではない(Yatagai et al., 2005)。そこで本研究課題は、課題代表者らが行った先行研究による、東アジア地域の地形を考慮し雨量計に基づく日降水量グリッドデータの作成手法(Xie et al., 2007)を踏まえ、更なる現地観測データの収集を行い、成果物利用者と意見交換しつつプロダクトを改良し、アジア全域で日降水量データセットを作成してきた。

当該課題（英語プロジェクト名をAsian Precipitation --Highly Resolute Observational Data Integration Towards Evaluation (APHRODITE) of Water Resources)の成果物をAPHRO\_PR\_V0902等(APHRODITEのproduct version 0902)と定義し、公開してきた。第一期(平成18~20年度)は、データ収集、作成手法の開発を中心に行い、V0804(1979-2002年)を2008年5月、V0902を(1961-2004年)2009年5月に公開した。品質管理(QC)が重要な問題と認識したため平成20年度に重点的に行った。

第二期(平成21~22年度)は、ユーザーとのフィードバックを踏まえてプロダクトを改良すること、応用範囲を増やすために気温データの作成・雨雪判別の付加を行うことを予定した。ユーザーの問い合わせ窓口(precinfo@chikyu.ac.jp)への対応、データ提供機関担当者を招聘しキャパシティビルディングを実施、地球惑星物理学連合大会(JpGU)国際セッション主催など、さまざまなフィードバックを行ってきた。これらによる情報交換により品質管理(QC)手法の継続的開発、プロダクトの更新を行ってきた。気温観測データの収集・整理も合わせて行ってきた。

課題開始当初は、プロダクトの利用先として高分解能気候モデルの降水量の検証を予定していたが、定量性に優れ、日単位で、長期、空間分解能が高いことから、モンスーン研究や予報の改善、衛星プロダクトの検証と補正にも用いられるようになった。またデータ提供機関との関係保持につながるデータポリシー遵守、キャパシティビルディング実施などの、プロジェクトの方針やアジアとのネットワークも、世界的に注目されるものとなってきた。

## 2. 研究目的

本研究の目的は、直接観測である雨量計データを基に、高精度の日降水量データセットを作成することである。その際、現地研究者との意見交換、既観測データの収集を行い、また同時に、気候モデル専門家の参画者と、データの試験的な作成段階から情報・意見交換を行い、プロダクトを改良する。この過程において、山岳降水表現手法の開発、衛星搭載および地上設置レーダデータの利用、極端現象の評価、内挿手法の開発、雨量計の捕捉率補正といった研究開発を行う。作成されたデータはプロジェクト内部でのチェックの後、商業利用以外には一般公開する。

第二期は、データ作成は継続しつつ、ユーザーフィードバック、エラー情報のデータ提供機関へのフィードバックなど、関連機関との連携強化をプロジェクトとしての研究目的とする。またプロダクトを利用した解析研究を実施・推進し、プロダクトが気候モデル検証のみならず、水文、生態、農学、社会工学分野など温暖化影響評価分野の研究者に用いられ、成果が広く環境分野の政策決定に反映されることを目指す。

### 3. 研究方法

#### (1) 日降水データ収集・作成・公開の流れ

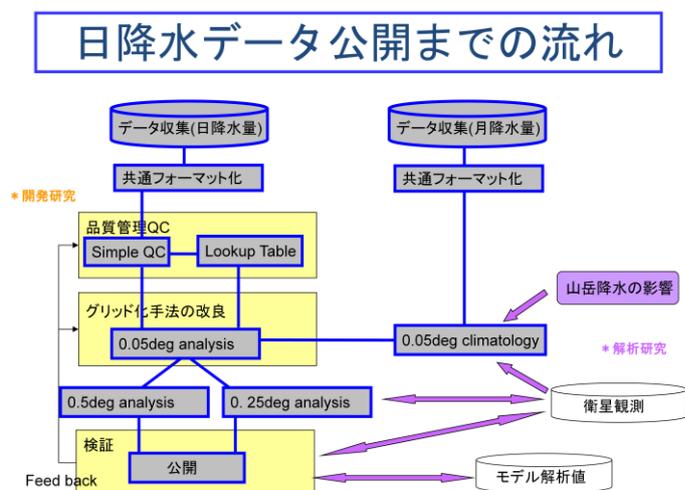


図1 日降水グリッドデータ作成の流れ図。

わたるが、ここ(3. 研究方法)では、(2)に日降水グリッドデータ作成手法を記す。内挿手法や品質管理手法は、開発項目のため4. 結果・考察に記載する。

#### (2) 日降水量データセット作成手順 (アルゴリズムYatagai et al., 2009)

- 1) 各観測点における月降水量の気候値を、月降水量・日降水量データから作成
- 2) WORLDCLIM(Hijmans et al., 2005)に対する比を計算
- 3) 2)をShepard(1968)型の内挿手法(Willmott et al.1985)で0.05度グリッドにする
- 4) 3)をフーリエ変換(366日)し最初の6成分を合成 [0.05度日降水グリッド気候値]
- 5) 日降水量観測値の、各日の気候値(4))に対する「割合」を計算
- 6) 5)の内挿を3)と同じスキームで行う
- 7) 日降水量グリッド値を4)と6)の積で作成 [0.05度日降水グリッド気候値]
- 8) 7)から0.25、0.5度グリッドに再内挿(変換)

「気候値」と「割合」に分けて内挿するのは、降水現象を定常成分(気候値)と擾乱成分(割合もしくは偏差)に分けると、地形性の降水成分は、定常成分に現れるとされるため、Xie et al. (2007)では、中国・モンゴルについてParameter Regression Independent Slope Model (PRISM, Daly et al., 1994)の月降水量気候値を使用している。しかし当該課題 (APHRODITE) では、V0902

図1に日降水データ公開までの流れを示す。日降水量の共通フォーマット化、品質管理(QC)、グリッド化手法の改良など、データ作成のメインのフローでの開発研究課題がある。

一方で、後述のように気候値によるプロダクトの改善があることから、気候値をヒマラヤや中近東の山岳地域で作成する研究、その他、中間生成物や成果グリッドデータと衛星による降水見積もり、モデル(および再解析)による降水との比較などの応用研究も行う。

広義には当該課題の研究方法はキャパシティブルディング等も含み多岐に

以降、対象地域で解析手法は同じものを適用することにしたため、ベースとする気候値は、全球で得られるWORLDCLIM(Hijmans et al., 2005)を利用することとした。

#### 4. 結果・考察

##### (1) データ収集

##### 1) 降水データ

長期間均質な雨量計観測データに基づく高時空間分解能の降水量グリッドデータの作成は、温暖化予測実験における数値モデル結果の評価、水文流出モデルのインプットの上で重要である。このため、本課題ではできるだけ多くの雨量計観測データを収集し、グリッドプロダクトに反映させてきた。参画者・協力者の紹介があり、広くアジア諸国のデータを入手できた。一般公開されたデータ以外の当該プロジェクトの直接・間接交渉により入手した長期日降水量データは、アジア域については世界最大数と推察される。

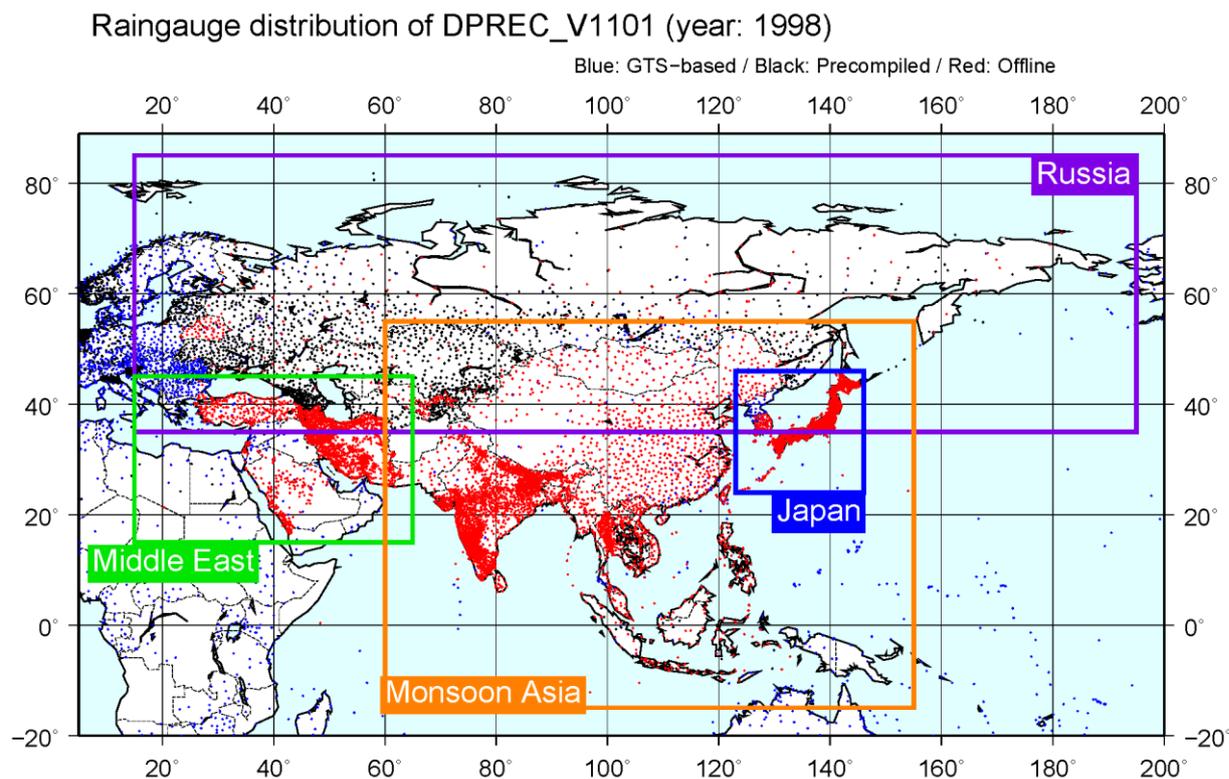


図2 地点収集状況とプロダクト範囲。最終版 (V1101) 1998年のデータ収集状況。ドットは青：GTSによるもの、黒：他機関などで編集された2か国以上含むもの、赤：APHRODITEプロジェクトや関係者のコネクションで独自に収集したもの。

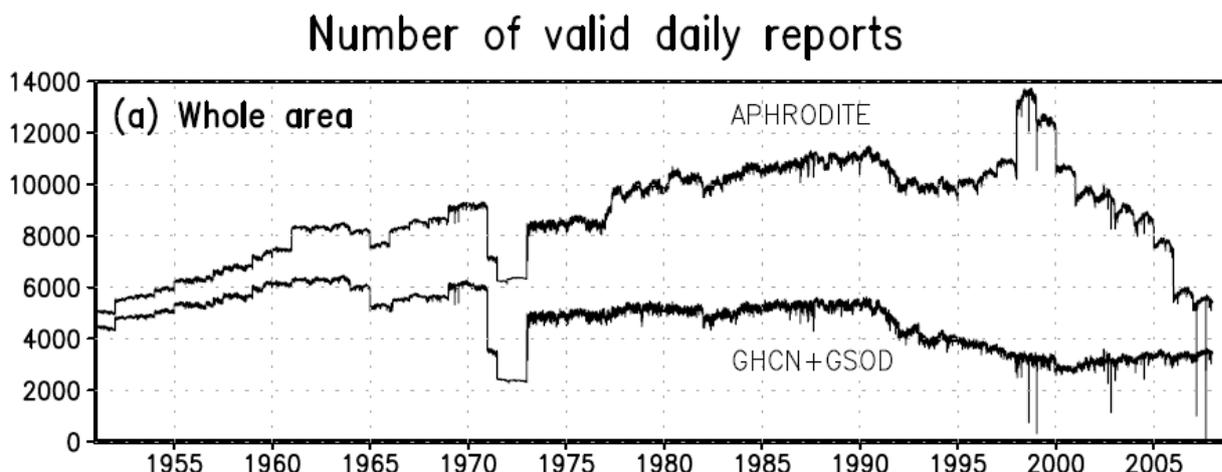


図3 APHRO\_V1003R1作成時の品質管理を通過した有効な地点数の変遷。GHCN+GSODは一般に利用可能なGTS由来のデータ。

図2に、1998年について入手した日降水量データの地点分布をドットで示す。青は米国海洋大気庁（NOAA）データセンター（National Climatic Data Center, NCDC）のサイトからダウンロード可能な、Global Summary of Day（GOSD）やGlobal Historical Climatology Network（GHCN-D）など全球気象通信網（Global Telecommunication System, GTS）由来のデータである（GHCN-Dはそれ以外を含むがアジア域はほぼGTSのものとNCARのサイトのものである）。黒は、NCDC編集の旧ソ連の降水量データセット（NCDC, 2005）や、GEWEX Asian Monsoon Experiment（GAME）-Tで収集・公開されている地点データなど、他のプロジェクト等によりGTS以外の地点を編纂、品質管理されたものである。赤が、当該課題で独自に入手（有料無料を問わない）したものや、当該課題参画者が使える立場にあり、その枠組みとの共同利用の形で使用している地点である。

研究開始当初は、1979年から2001年のデータの作成を目標としていた。しかしデータを公開しはじめると、同時期に米国気候予報センター（NCEP）やヨーロッパ中期予報センター（ECMWF）の客観解析データが公開されたこともあり、より長期データの利用の希望が寄せられた。そこで第二期（平成21、22年度）の研究期間延長が認められた際、グリッドデータ作成期間を1961年から2007年に延長することにした。結果的には地域によって十分なデータがあるため、1951年から2007年の57年分のデータをV1003R1, V1101では作成した。

現地の大学の研究者の仲介でデータを入手した際には、共同研究して共著論文を執筆することが期待されたが、直接的に気象水文機関と交渉した際には、キャパシティビルディングを要請されることが多くなってきた。平成19年度には、研究員1名がフィリピンの気象機関（PAGASA）にグリッド解析手法の指導に赴いた。その経験も踏まえ、延長時の平成21年度には、パキスタン、ネパール、バングラデシュ、マレーシア、フィリピンの各国から1名ずつ観測・予報に携わる技術者を京都に招聘し、当該課題で使用している品質管理（QC）およびグリッド解析手法についてトレーニングセミナーを実施した。その際、2007年までのデータや、各機関での品質管理手法や日界情報を入手することができた。

単にデータを購入する場合、キャパシティビルディングを実施したり共同研究して共著論文を

書くケースでも、多くの場合には、各気象水文機関で、第3者にデータを渡してはいけない、生データをWeb上に置かないでほしい、目的以外に使ってはならない、といった条件書にサインを求められたり、口頭で依頼された。そのため、グリッド化して公開するという仕事は、科学コミュニティーから見れば透明性や再現性の点で最善でなく、また（我々）作成側にも労働集約的な仕事が多いが、これだけ気候変動の地域への影響評価研究が進展している昨今、必要かつ有効な手法あるいは役回りと言えるだろう。

図3は、後述する品質管理（QC）、グリッド化解析を経た有効なデータ地点数を示す（V1003R1時のもの）。複数のデータセットに同地点同期間のもが含まれる場合があり、また、QCを経て使われなくなったデータも存在するため、入手データはこれよりはるかに多い。比較のためGTS由来のデータをあわせてプロットしたが、収集データが少ない年（1973）でGTSの約2.3倍、多い年（1998）で約5.6倍のデータを入手した。最終プロダクト（V1101）ではさらにサウジアラビア等の入力データが加わるため、有効な地点数は14,000を超える。

限られた年数分しか購入が許可されない場合などに、GEWEX/GAME特別観測がアジアで実施された1998年や、熱帯降雨観測衛星（TRMM）が観測を開始した1997年12月以降を優先的に入手したこともあり、1998年について最高地点数のデータを収集した。地点の位置情報の公開も許可されないことが多い一方で、衛星降水プロダクトやモデル推定値の検証などのため、データの信頼性を付加する必要があることから、後述するように0.25、0.5度のグリッドデータ内で雨量計がどれだけ存在したかという情報を日々付加したデータを公開している。

## 2) デジタル化協力

初年度には、インターネットで得られるスキャンされた状態のパキスタン降水量データのデジタル化を外注した。しかし、現地の気象水文機関と直接的な意思疎通がなく品質情報が得られない場合、思うように利用がすすまなかった。平成20年度にパキスタンを訪問する機会が得られ、データについて尋ねたところ、彼らがデジタル化作業を行っているところなので、その作業の人員費があれば早く処理できるとのことだったので、処理のためのマージナルコストを支払い、データを入手した。

ネパールとは元水文気象庁長官であるM. Shrestha氏や水文気象庁職員との交流が研究期間を通じて深まった。気温グリッドデータ作成にあたり、山岳国であり温暖化の影響が大きいと考えられるネパールの気温データは重要であるため、入手の可否について問い合わせた。現地では1986年以前のデータはデジタル化していないが、デジタル化作業を担う組織は紹介できるので協力できないかと打診があった。平成21年度に、ネパールのNGOに気温デジタル化作業を依頼し、デジタル化した1953～85年のデータと1986年以降のデータを提供してもらうことになった。作業はスムーズに進み、貴重なネパールの日最高／最低気温データの利用が可能になった。

### （2）品質管理システム開発

#### 1) 内部解析用共通フォーマットの策定

収集された地点観測データは、地点数や期間などのデータ量がそれぞれで大きく異なっているだけでなく、その形式も様々である。多くのデータはテキストデータとして記録されているが、そのフォーマットも統一されていない。また、Microsoft ExcelやMicrosoft Accessなど、特定の

アプリケーションで記録されているものも多い。これらのデータを品質管理・内挿プログラムで統一的に利用するため、内部解析用に新しいフォーマットを策定した。

平成19年度までは、一行/一日のテキスト形式のファイルに変換し、これを逐次読み込みする方法を用いていた。この方式は目視を行うには適しているが、行単位のデータ読み込みや文字列⇄数字変換が頻発するため演算速度を大幅に低減させてしまう欠点がある。たとえば、モンスーンアジア領域31745地点に40年分の日データがあると想定すると、約14.8テラ行(=31745地点×366日×40年)の行単位のアクセスが発生することになる。今回のようなスパイラル型の開発プロセス（註）においては、プロトタイピングと検証を繰り返す必要があるため、ファイルアクセス速度がボトルネックとなり、作業効率を著しく低減させていた。

そこで、本研究の目的に沿う形で、バイナリ形式のフォーマットを新たに定義し、収集したすべての日および月降水データをこの新フォーマットへ再変換した。そして品質管理処理やグリッド化処理は、すべてこのフォーマットのファイルを入出力する方針へ転換した。その際、国コードを規定し直した。本研究ではGHCNv2のCountry Codeを基準にしているが、GSOD、ISO3166、ESRI等のコードとも大きく矛盾しないことは確認済みである。この定義による国境マップ情報を作成することで、データ変換時のミスや位置情報の誤りなどを発見することが容易になった。たとえば、あるソースの地点の位置が全体に南部へずれていた場合があり、これはフォーマット変換時の緯度経度の桁落ちであることが判明し、すぐに修正できた。

高度に関してはgtopo30（米国地質研究所による標高データ）を利用することで、高度情報を確認するルーチンを簡素化した。この高度情報は、品質管理だけではなく、今後の雨雪判別処理のプロセスでも利用される予定である。試験的にアメダス1927地点の高度情報（空間分解能 $0.001666^\circ$ ）とその地点に対応するオリジナルのgtopo30（同 $0.008333^\circ$ ）との比較を行った結果、アメダスの場合、その空間分解能を基準として121近傍（ $11 \times 11$ グリッド $\approx 0.1^\circ$ ）内のgtopo30の最尤値高度とは、RMSE=17.6mであることが分った。この結果を踏まえると、高度情報が含まれない収集データの場合には、今後はgtopo30による置き換えを行っても差支えないと言える。

註）スパイラル型の開発プロセス：ウォータフォール型の各フェーズを渦の1サイクルとし、各サイクルで仮設→検証→次段階の計画を実施する。各サイクルでプロトタイピングも行う。メリットとしては手順を繰り返すことで、ユーザー要求や品質を確認しながら開発を進めることが出来るが、適切な計画を作成しないとユーザー要求が途切れず、いつまでたっても開発が終わらないというデメリットもある。

## 2) 品質管理プログラム開発

作成されるグリッドデータの品質は、入力データである雨量計観測値の品質にも強く依存するため、品質管理の適用が必須である。本研究で収集された生データはユーラシア全域にわたる膨大なものであり、調査すべきデータ数は単純計算で約2億個（366日×約60年×数万地点）にものぼる。本研究ではこれらの膨大な観測記録を一元的にチェックするための、客観的で自動化された品質管理プログラム群の開発を行った。内挿プログラム群との親和性、また多量のバイナリデータを扱う観点から、使用言語はFortran90を選択した。

品質管理(QC)では、図4に示す項目の実装および完全自動化を目標として作業を行った。プログラム開発はスパイラル型のプロトタイピング手法をとっているため、各項目は処理と確認作業

のやり易さを考慮して、独立したモジュールとして実装した。モジュール化を進めることで、日降水量データだけでなく月降水量や日・月気温データへの適用も容易となった。

開発当初のQCシステムは一部のプロセス間で人の手による作業を必要としていた。処理すべきデータは膨大であるため、これらの目視チェックやデータの変換・移動作業に多くの人的資源が割かれていた。また、人の手による作業は単純なミスを誘発しがちで、研究全体の流れを阻害していた。最新のQCシステムはほぼ自動化されており、基礎的な作業に費やす人的資源およびヒューマンエラーの発生が大幅に低減された。また、プログラムの高速化を進め、当初は1日程度かかっていた実行時間を数時間程度にすることができた。その結果、翌年度に予定されていた業務に前倒しで着手できるなど、業務全体の進行を早めることができた。

また、膨大な時系列データの目視チェックを効率よく行うために、信号処理用の解析ソフトウェア（OSCOPE）を導入した。これらの画像を作成するためのポストプロセスとして、MySQLへ観測値と位置情報などのメタデータを格納し、画像化までの流れをスクリプト処理する体制も整えた。この結果、気象学・気候学などの専門知識を持たない人員であっても、ある程度の品質管理を行うことが出来るようになった。

QCは観測地点の名称や地理的位置などに関する情報(メタデータ)の整合チェックと、日降水量・月降水量などの時系列データのチェックに大別できる。本研究では特に、時系列データの品質管理プログラムを重点的に開発した。この結果、日降水量などの時系列データに対し、次に示す全部で16の検証項目が実装された。

- a. 地点メタデータのチェック
  - i. 地点の経度・緯度
  - ii. 地点の高度
- b. 時系列データのチェック
  - iii. データソースに固有な異常値
  - iv. 負の降水量
  - v. 国別公式記録を超える異常に大きな値
  - vi. 通年で零である記録
  - vii. 通年で非零である記録
  - viii. 非零の同一値が連続する記録
  - ix. 月単位で複製されている記録
  - x. 外れ値
  - xi. 時空間的に孤立した異常に大きな値
  - xii. 積算値が混入した記録
  - xiii. 時間的に非均質な記録
  - xiv. 年平均が異なる異ソース同一地点
  - xv. 記録単位が誤っている記録
  - xvi. 記録日が異なる異ソース同一地点

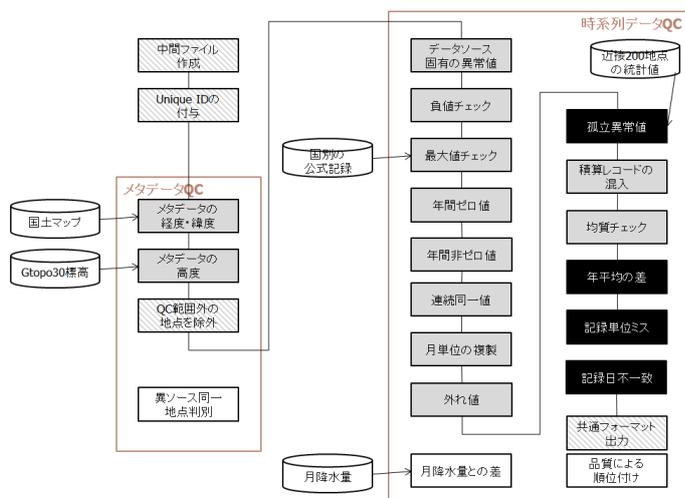


図4 本研究で開発されたQCシステムのフローチャート。日降水量データの場合を示している。円柱はデータベース、灰色は単一地点に関するQC項目、黒は近隣地点の情報を用いたQC項目、斜線は内部処理項目を表す。白口は第1期終了時点で開発中であったの項目を表す。

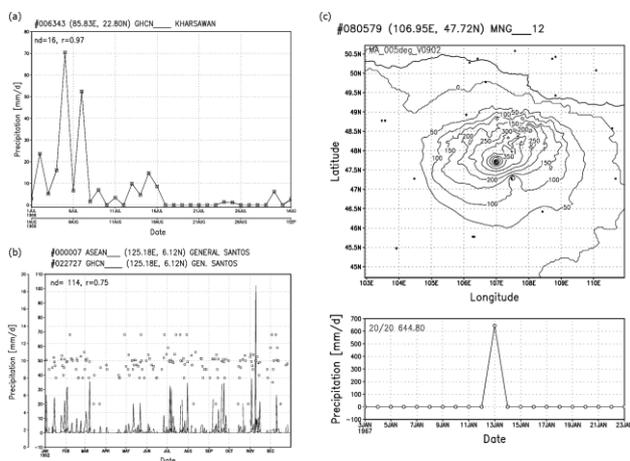


図5 本研究で開発されたQCシステムによる異常値の検出例。(a) 月単位の複製。ある地点の1966年7月(○印)および翌月(×印)の日降水量を重ねて示している。(b) 記録単位ミス。異なるデータソースから得られた同一地点について、1962年の日降水量を実線で(範囲は-10から110)、各日の両者の比を□印で示している(範囲は0から20)。(c) 時空間的に孤立した異常値。上図は前年度のグリッド降水プロダクトの空間分布で、黒点はプロダクト作成に用いた観測地点を示している。下図は検出地点の日降水量で、1月13日の値が異常値と判断されている。

に関する努力成果は、出来るだけ各国気象水文機関やデータセンターと共有したいと願っている。

特に時空間的に孤立した大きな異常値を、集中豪雨のような真の降水イベントと区別して検出する手法は、これまでにない新しい手法である。

図5に、開発されたQCシステムを1951-2010年の日降水量データに適用して検出された異常値の例を示す。図5(a)に示した月単位の複製は、QC適用期間中におよそ1100例が検出された。図5(b)は単位記録ミスの検出例である。我々が収集した地点データの多くは複数のデータソースから得られており、これらの時系列を比較することで自動的に検出することが可能となった。検出数は年単位で約6300であり、そのうち0.1[mm/day]を1[mm/day]として記録した過誤が約5900例、0.1[mm/day]を0.01[inch/day]として記録した過誤が

約400例であった。前者は広範囲に、後者は1970, 1980年代のインドに多くみられる。図5(c)は時空間的に孤立した異常値の例である。このような孤立値を集中豪雨のような真の降水イベントと区別して検出することは、実際には極めて難しい。平成21年度に開発されたQCシステムによる検出結果は概ね妥当であると思われるが、各国の気象災害データベースとの比較などによる追加検証を進めている。

なお、APHRODITEプロダクトは、衛星による降水量推定値の検証や補正に使用され始めている。基準値として用いられるためには、生データおよびグリッドデータの品質管理は欠かせることが出来ない。日単位のデータは膨大であり、サブグループ2と協力しつつ実施した我々の品質管理に

その立場から、図5の例を含み、典型的なエラー情報をYatagai et al. (2010)に報告した。

### (3) 内挿アルゴリズム開発

#### 1) 内挿手法の検討

本研究の成果である日降水量グリッドデータの作成手法には、最終的には、先述した気候値からの割合についてShepard型の内挿法を採用した。ただし、平成18年度にはサブグループ2と協力し、他の内挿手法として最適内挿法(OI)の検討を行った。また平成22年度JpGU大会の後、NOAAのTom Smith氏とOIについて意見交換をし、彼のOIプログラムの提供を受けた。最終年度のため、優先順位の点でプロダクト反映には生かせなかったが、入手した期間、地点データについては、労働集約的などころはほぼ終了しているので、今後内挿手法の工夫によるプロダクトの改良は、比較的たやすいであろう。なお、これまで5年間、サブテーマ2と常に開発の優先順位について意見交換し、生データの収集、統一フォーマットへの変換、品質管理を優先してきた。

気候値からの内挿についても、気候値の差し替えや、「割合」と「差」の内挿の結果の比較などさまざまな実験を行ってきた。重みづけの工夫は、サブグループ2の開発努力によるところが大きい。これだけの地点を山がちな地域を含むアジアで収集できたチームも少なく、また生データの公開は制限されているため、地点分布密度や内挿によるプロダクト、特に極値への影響などについて今後の研究が期待される。

#### 2) 気候値の改良

本研究課題で作成される日降水量データセットは、気候値との比を内挿する手法のため、気候値の定量性も重要である。主として平成18年度に、日降水量グリッドデータ作成のための気候値の改良を行った。Xie et al. (2004, 2007)が作成・公開したEA\_V0409では、中国は分布の密な日降水量データが得られたので、そこから月降水量、気候値を算出、中国以外は、GHCN (Global Historical Climatology Network)の月降水量データから気候値を作成した。東南アジアはGHCNに含まれるデータが少なく、気候値の改良が期待された。また、V0409では、中国・モンゴルの気候値はPRISMに合うように調整されていたが、それ以外の国地域ではPRISMがないため、地形効果を表現した気候値の整備が期待された。

そこで本研究では、月降水量の入手・利用も行った(図1)。気象庁太平洋気候情報センターから、ASEAN統合データについての情報と月降水量データを入手した。また、日本については、山岳効果を補正したメッシュ気候値が気象庁から出されており、PRISMにかわるものとして適用した。さらに、ロシアについて、Webを通じて公開されている月降水量についての情報を入手し、平成19年度以降中央アジア・ロシアのデータセット作成する準備を行った(結果的にはAPHRO\_RU\_V0804は月データと日データの入力数がかからないため月データは未使用)。

PRISM的気候値をTRMM/PRやGISにより作成する試みはFS051課題時から着手している。山岳効果を入れて補正した月降水量気候値は、中近東ではこれまで作成されていない。図6に例示したように、月降水量気候値をイラン、イスラエル、トルコの独自入手のデータをGHCNデータセットの他に用いて0.05度にグリッド化し、一方でTRMM/PR観測期間すべてのパスデータをダウンロードし、0.05度に落として、対象地域雨季(12-2月)の8-9年分の合成図(composite)を作成した。また、30秒グリッドの地形データ(gtopo30)を用い、標高・傾斜方位・斜度を0.05度で算出した。現在詳

細な比較を行っているが、例えばイランのザグロス山脈の南東斜面上の観測点では、山脈中腹(1000m前後)に降水量のピークがあり、PRISMが仮定するような単純な標高依存性ではなく、降水と地形との関係には地域性が強く、他の気象条件や地形要素を考慮する必要性が示唆された。(この成果をイランの気象庁でセミナーし、交渉を行った結果、日降水量データの入手が出来た。その代わりにTRMMの1次処理データや我々が作成する気候値や日降水量解析データを提供することになった。)

EA\_V0409をサブグループ2で解析したところ、気候値データセットにおける局所的な降水量の極小となっている場所に、強い降水が見られる場合、気候値に対する割合を内挿するアルゴリズムのため、異常に高い割合値が内挿され、結果として周囲の気候値降水量が比較的多いところに、異常に大きい降水量グリッド値が現れるというエラーが報告された。このことを受け、気候値データセットを作成時に極小値には注意するなど、アルゴリズムを改良した。

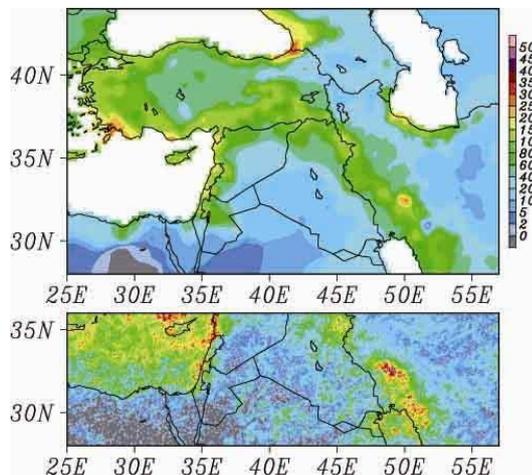


図6 上：雨量計による12月降水量気候値(1975-2004)、下：TRMM/PRの12月合成図(1998-2005)。単位mm/month

#### (4) 日降水量グリッドデータの作成

##### 1) 作成・公開された日降水量グリッドデータ

南アジア・東南アジア地域では、早い段階から当初計画をはるかに上回る量のデータの入手に成功した。これらを用いて日降水量グリッドデータを作成し、ほぼ毎年度の公開を行った。初年度である平成18年度には、先行研究(Xie et al. 2004, 2007)で作成されたグリッドデータEA\_V0409(東アジア解析)を参考に、南アジア・東南アジアデータを追加する形でShepard(1968)の手法により解析を行い、内部プロダクトを作成した(V0703)。初期プロダクトをサブグループ1,2でチェックしたところ、V0409に比べて、雨量計の密度が高くなった東南アジアやインドで降水量分布の細かい構造がよく表現されたことがわかった。しかし一方で、空間密度が非常に高い観測データを入力した場合に、細かい分布や極値のタイミングはよく表現されるものの解析値が小さくなってしまいう問題も明らかになり、アルゴリズムの改良の必要があることが分かった。このほか中近東地域についても、新たに入手したイラン、トルコ、イスラエルの日降水量データを用いて日降水量解析を行った。成果データを用いて、温暖化実験用の現在気候再現結果の検証した(Yatagai et al., 2008a)。

平成19年度には、新たに旧ソ連諸国を含む領域に対して日降水量グリッドデータV0804\_RUを作成・公開した。作成手法はXie et al. (2007)、Yatagai et al. (2008a)のデータ作成アルゴリズムと同様であるが、気候値の観測点と日々の観測点がほぼ同じであることから、月降水気候値は作成していない(月平均データへの調整も行わない)点が先行研究の手法と異なっている。まずQC済みGTSデータを用いて数年間分の日降水量データを作成し、データ作成プログラムをテスト

した後、観測データが安定して提供されている1960-1990年の31年間について、Groisman and Rankova (2001)のアルゴリズムにより補正された降水量データを用いて日降水量グリッドデータを作成した (Takashima et al., 2009)。2008年には東アジア、中近東、ロシアそれぞれの領域についても1979-2001年(地域により1980-2002)グリッドデータを作成・公開した (APHRO\_EA\_0804, APHRO\_ME\_0804, APHRO\_RU\_0804)。

平成20年度に公開したV0902プロダクトでは、V0804時は3地域で別の手法で解析していたが解析手法は統一し、期間も1961-2004年に拡張した。このためGroisman and Rankova(2001)の補正版は1990年代以降のデータがなく他地域には補正が適用されていないことから、V0902以降は用いていない。プロダクトの詳細な違いは、公開サイトに記述した。また、グリッドデータの作成方法および解析値の特性について論文にまとめた (Yatagai et al., 2009)。他に類を見ない、山岳地域のインプットデータの多い長期高解像度日降水量グリッドデータとなったため、ユーザーからの問い合わせも多数受けるようになった。

解析値の計算は最終プロダクトよりも細かい0.05度(約5kmメッシュ)で行っており、再解析データや高分解能の気候モデル(MRI20kmAGCMなど)に合わせて再グリッド化することが可能である。そこで、サブグループ2には0.05度、MRI20kmAGCMグリッドデータも合わせて提供し、モデル検証に役立てた。また、再解析客観解析データから計算される水蒸気フラックス、収束発散量と、本プロジェクトで作成される降水プロダクトを組み合わせることにより、蒸発散量を計算し、大気側の水循環の長期変化を日単位のデータに基づいて解析した。

平成21年度に公開したV1003R1プロダクトでは、これまで地点の位置・名称に関する基礎的な整合性チェックにとどまっていた品質管理(QC)プログラムを大幅に改良し、日降水観測値そのものに対する11の検証項目を実装した。これにより膨大な収集データから異常値を自動的に検出することが可能となり、グリッドデータの信頼性が大幅に向上した。また、継続的なデータ収集によって解析期間が計13年間延長され、インドネシア域も解析領域に含めることができた。平成22年度に作成し、現在公開準備中であるV1101プロダクトではQC実装項目は17に増加し、またサブグループ2によって内挿手法にもさらなる改良が施されている。

## (5) 日平均気温グリッドデータの作成と降水データへの雨雪判別情報の付加

### 1) 日平均気温グリッドデータの作成

#### a. 気温観測データの収集

研究期間中に日降水量の高解像度グリッド化がスムーズに進み、さらなる発展研究のために、温暖化を直接的に評価することが可能である気温のグリッドデータを作成することになった。降水観測データの提供を依頼する際に、気温データの提供も依頼することにより、降水データには及ばないが、各国による観測データも入手することができた。降水と同様のGTSベースのGSOD、GHCN、NCDCが収集・公開している気象観測データに加えて、中国、台湾、モンゴル、ASEAN諸国、ロシア、インド、ネパールと東～南アジアを中心にデータが集まったのでMA領域に関してグリッド化を試みた。

#### b. 気温データの品質管理(QC)

QCの手法については、降水量のグリッド化のために作成したシステムを利用した。多くは気温データにもそのまま適用できたが、以下に相違点について述べる。

- i. 負値、通年で非零の値の検出はしない—いずれも気温では取りうる値である。
- ii. 国別公式記録を超える異常値の検出はしない—標高・年較差を考慮すると、この閾値で検出できる異常値はごく一部に過ぎず、他の手法で検出可能である。
- iii. 空間的に孤立した異常値等、近接地点時系列の比較はしない—標高差があるため、差が異常であるか評価できない。近接地点で値が違っても、気温であれば平均しても大きな問題はない。
- iv. 異ソース同一地点の比較はしない—記録単位の違い(0.5℃、1℄刻み)など、ソースによってわずかな差がみられるが、グリッド化においては問題にならない。
- v. 時間方向の孤立値は、Haylock et al. (2008)を参考に、ある日の値が、解析期間(1951-2007)内各年の同じ日付の前後7日間の値の標準偏差に対して6倍よりも大きい場合に除去する。
- vi. vについては、主に欧州の中緯度の観測データに対するHaylock et al. (2008)の比較期間前後5日間、標準偏差5倍をそのまま適用すると、気温の年間・年々変動幅の小さい熱帯については起こりうる急激な変化(前日比-5℃程度)でも異常値と判定される欠点があることがわかった。日本でも冬季のフェーン現象による急激な温度上昇では前日比+10℃近くになる事例がいくつかあり、これらをなるべく異常値判定しないように、基準を変更した。

### c. 気温データの内挿

基本的には降水グリッドデータV1101を作成したシステムをそのまま用いている。降水量に関しては、気候値との比を内挿しているが、負値も0(ゼロ)も取る気温ではそのまま利用するのは適当でない。また、精度の高い気温の気候平均値を作成するには研究期間が不十分であったため、収集した気温データをそのまま内挿することを試みた。

内挿プロセスにおける標高の影響を抑えるため、すべての地点観測データに対していったん海面更正気温を計算する。観測データの地点情報には標高が欠損していることも多かったが、GTOPO30の標高値を利用しても著しく実高度と異なることはないことが本研究により確認されたため、GTOPO30の高度情報を利用して気温逡減率0.6度/100mで海面更正気温を計算して海面に標高をそろえた上で、影響半径100kmで0.05度格子に値を内挿した。内挿した値を格子点の標高に高度補正を行い、0.05度格子の初期プロダクトを作成した。図7(左)に1998年1月平均の日平均気温を0.5度格子にして示した。比較のため図7(右)に、米・デラウェア大学で作成している月平均気温データ(Willmott and Robeson, 1995, Legates and Willmott, 1990)から同じ1998年1月の日平均気温データを示した。ロシア、中国、ニューギニア島の高地などよく特徴が一致している。ヒマラヤはほとんど観測がないので、二つのデータセットの内挿手法の違いによる差が現れていると考えられる。インド亜大陸の気温がAPHRODITEのほうが高く、ネパールについては南部に高温の地域がみられる。ネパールに関しては、独自入手した観測データがあるため、APHRODITEのほうが正確であろう。気温のグリッドデータに関しても、日降水グリッドデータに対して行ったクロスバリデーションなど詳細な解析、影響半径の検討などを重ねる必要がある。また、温暖化の影響を議論するためには、気温の観測値に含まれる測器の変更や移動の影響を検出したり、都市化の影響をどう評価するかなど、降水データ以上に大きな課題が残されており、これらに対するAPHRODITEの方針を明確にした上で公開・研究利用に付されることになるだろう。

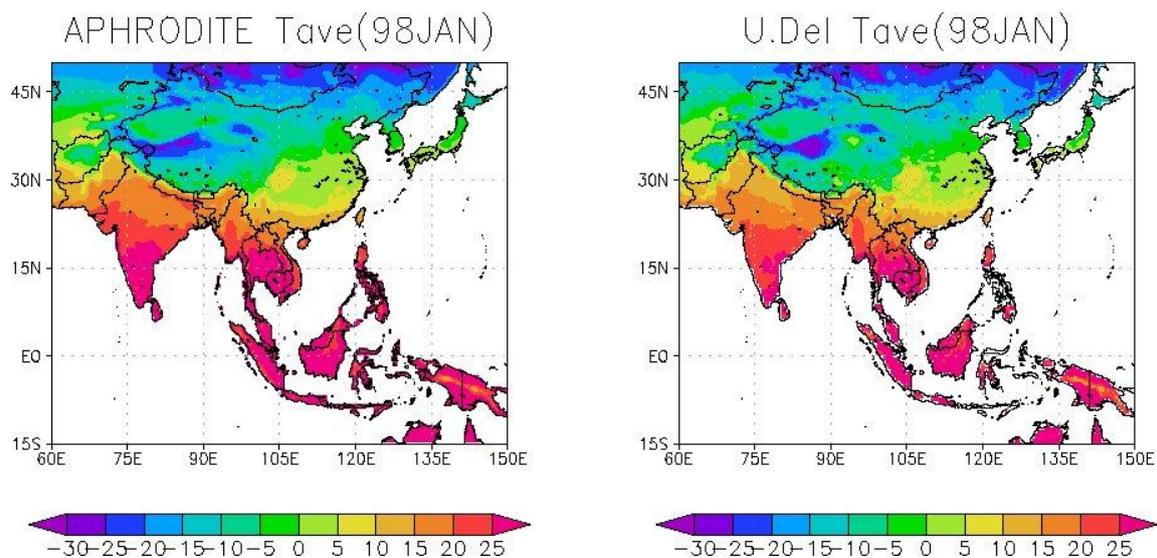


図7 1998年1月平均の日平均気温。(左)APHRODITE(右)デラウエア大学による解析。格子間隔はともに0.5度。

## 2) 雨雪判別情報の付加

降水が液体(雨)であるか、固体(雪)であるかは、水資源の管理において重要な情報である。温暖化が進むことで固体降水が減少すれば、晩冬～春に洪水が生じる、暖候期に水不足になるなど年間を通じて河川流量に影響が及ぶ。そこで、降水プロダクトに雨雪判別情報を付加することを検討した。

降水が液体か固体かという判定は、気象庁(1984)による雨雪判定表(図8)を用いて行った。判定には湿度データが必要であるが、収集した気象観測データには湿度データはほとんどなかったため、ECMWF再解析データを利用した。湿度データと整合性を取るため、気温もECMWF再解析データを用いた。気温は海面更正を行い、0.05度グリッドに内挿し、0.05度の地形高度に合わせて高度補正を行った。乾燥地域では5℃前後でも固体降水であることが湿度データを利用した雨雪判別で改めて確認できた。この手法によって雨雪判別情報を付加した降水データから固体降水を積算したところ、ヒマラヤ地方などの山岳地域で衛星観測データによる降雪被覆分布とよく対応した(図略)。

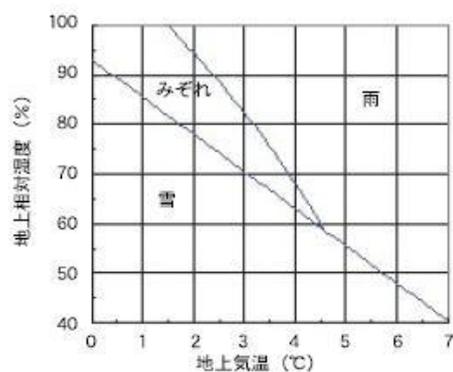


図8 気象庁(1984)による雨雪を判別する気温・湿度の関係図。

## (6) 解析研究

### 1) ヒマラヤ地域の山岳降水量の定量評価

ヒマラヤ山脈は急峻な山岳地域であり、地上降水分布のモデルによる表現が難しい地域である。広く用いられている再解析データや予報では、降雨帯の位置がずれている (Yatagai and Xie, 2006)、あるいは量的には現実とかけはなれていることがある。そのような場合、予報モデルから算出される降水分布を、現実の観測値をもとにした経験則により補正する (Krishnamurti et al., 1999, 2009)。このように、気候モデルの検証や予報の後処理に、定量性に優れた観測データはなくてはならないものである。

近年では衛星から時間・空間分解能の高い観測がなされるようになった。衛星による降水推定のうち、熱帯降雨観測衛星 (TRMM) に搭載されたレーダ (PR) は、それまでの赤外センサや受動マイクロ波観測による推定とは異なり、レーダのため陸域の降水分布を明らかにしてきた。しかし、量的には過少評価をしていることが報告されている。そこで本研究では、10年以上の観測のあるTRMM/PRにより、ヒマラヤ地域の月降水量の気候値的分布を提示し、さらに雨量計による月降水量気候値により補正式を月および標高帯ごとに定義して補正することで大規模山岳地域であるヒマラヤ周辺の降水量気候値を定義した (Yatagai et al., 2008b; Kawamoto and Yatagai, 2008; 谷田貝, 2009)。

図9に7月の例を示す。雨量計値は、当該課題で収集整理した月降水量および日降水量データのうちGTS由来のものを除外し、また10年以上の観測データがある地点についてのみ使用した。TRMM/PRは、フットプリントが約 4.2 kmで、当該課題が内挿のベースとしている0.05度で平均することは妥当であるので、2A25の1998-2007年のすべてのNear Surface Rain情報から0.05度の気候値を作成した。

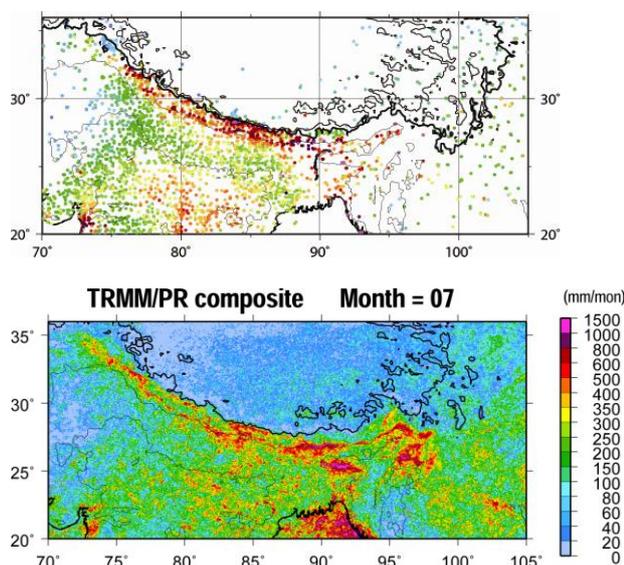


図9 7月における、(上)雨量計気候値と(下)TRMM/PR気候値。カラースケールは同じ。単位mm/月。等高線は4,800m (太実線)と250m (細実線)。上図は、さらにチベット高原を表すため3,000m (極太線)を加えている。(谷田貝, 2009)

両者を雨量計データがある0.05度グリッドボックスについて比較したところ、以下のことが分かった。

- ・夏季降水 (7-9月) についてPRは対象地域 (70-105E, 20-36N) の平均で、28% から 38% 過少評価している
- ・両者の相関は夏に高く冬に低い。
- ・標高帯ごとに各月のPR気候値と雨量計気候値を比較したところ、ほとんどの季節、標高帯でPRは過少評価の傾向が見られたが、2月の250-1000m, 3月の0-1000m, 4月の0-1500mでは、PRが過大評価を示した。

各月標高帯ごとに雨量計による補正式を求め、補正後の月気候値を作成した。この気候値をベースに日降水量のグリッド化を行い、プロダクトの定量性の違いを検討した。

## 2) 地形勾配に対する相対風向に対する降水量の依存性に関する解析

本課題の目的である精度の高い降水量グリッドデータを作成するには、高密度な水平分布をもつ雨量計データと、より洗練された内層手法が要求される。一般に山岳域では雨量計の分布が疎であるが、複雑な地形のために降水分布は複雑である。したがって、このような地域での現実的な降水量の算出に堪える内挿手法が必要である。そこで、内挿手法に反映することを目的として、地形勾配に対する相対風速・風向と降水量との関係を解析した。

日降水量および風速風向データとして気象庁アメダス再統計値を用いた。解析期間は1996-2004年の9年間である。降水量および風向風速の値が存在する全観測点・日を対象とした。またGTOP030を用いて地形勾配を計算した。まず、標高データによりアメダス観測点周辺の22.5' 四方の勾配ベクトルを計算した。この勾配ベクトルに風速ベクトルを射影したものを相対風速と定義した。なお、風速の日代表値は日最頻風向と日平均風速により定義した。

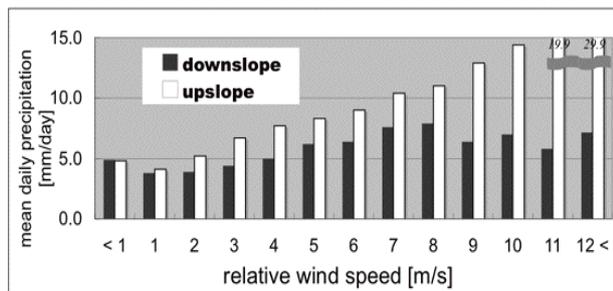


図10 地形勾配に対する相対風速（横軸）と日降水量（縦軸）との関係。降水量および風向風速データがある全てのアメダス観測点・日を対象としている。黒色が斜面を下る風、白色が斜面を上る風に対応する。

全アメダス地点を対象に、相対風向・風速に対する平均雨量を計算した。また、全アメダス地点を14領域に分類し、領域ごとに平均降水量の相対風速と月に対する分布を示した。図10に全てのアメダス地点における相対風速と平均降水量の関係を示す。平均降水量は、0-1m/sを除く全ての風速帯において、斜面を上る風向きの場合が下る風向きの場合を上回った。次に領域ごとの平均降水量を相対風速と月を軸とする断面図で示した（図略）。多くの領域・月では斜面を上る風向きの降水量がより大きくなっている。しかし、これとは逆の傾向が、東北日本海側の11-4月、北陸地方の2-4月などで見られる。

斜面を下る風向きの降水量がより大きかった領域・月での、地形とそれ以外の要因が降水量に与える影響を考える。東北日本海側および北陸地方の春先については、日本海北部を低気圧が通過する場合の寄与が現れているものと考えられる。この場合、地形の影響よりも、風上に存在する暖湿な空気塊の影響の方が大きいことが考えられる。したがって、降水量と相対風向・風速との関係を考える場合、水蒸気フラックスのように水蒸気の分布をも考慮に入れたパラメータを用いる必要がある。

地形勾配を上る風向きの日は、逆向きの風向きの日に比べて降水量が大きいことが、日本の多くの領域・月で明らかになった。しかし、領域・季節によっては地形よりも風上における水蒸気分布の方がより大きい影響を与える可能性があることが分かった。

### 3) 夏季東アジアモンスーン季の降水量の経年変化

本研究の成果物である降水プロダクトは、高解像度の日平均データで、1951年から2007年の長期間にわたるといふ大きな特徴がある。このような特徴であるため、既存のデータセットでは困難であった気候平均降水量の日

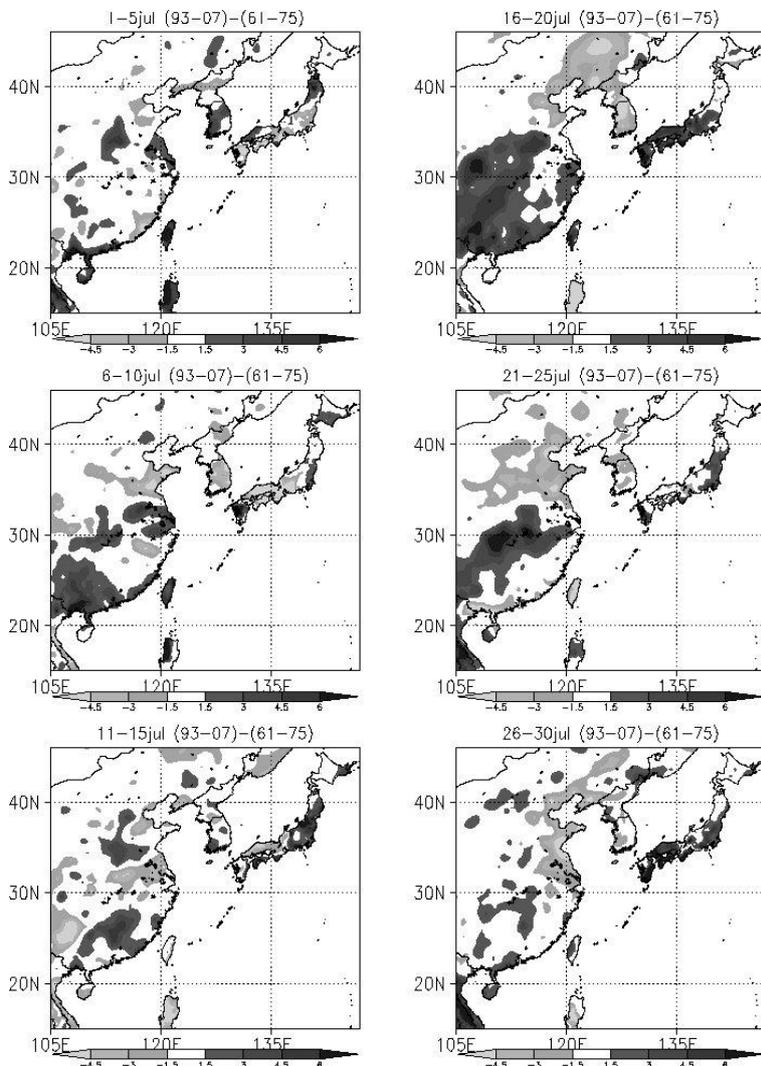


図 1.1 5日間平均した降水量(mm/日)の1993-2007年平均と1961-75年平均の差。左上が7月1-5日、右下が7月26-30日

「戻り梅雨」のような現象が見られた。また、7月下旬から8月上旬にかけては降水量がやや増加しており、モンスーンの乾季に相当する時期が不明瞭になっていることもわかった。

### 4) 予報改善への応用

数値予報の現場では、物理モデルから出力される予報結果を、経験的な方法により補正することがしばしば行われている。モデルの空間解像度が十分高くないために解像度の高い観測データに基づき補正する場合に、(統計)ダウンスケーリングと呼ばれることもある。APHRODITEプロダクトは、雨量計に基づき定量性に優れた日データセットであるため、気候モデルの検証や補正だけでなく、日単位の降水量予報にも応用されることが期待される。

変化が、日本や朝鮮半島など複雑な地形を持つ領域でも計算することが可能となった。図 1.1 は半月(5日)平均降水量の1993年-2007年の15年平均と1961-75年の15年平均の差である。長期的に見て降水量が減る期間と増加する期間があることがわかる。中国南部から九州南部にかけては7月上旬、本州四国では7月半ばの梅雨末期に降水量が増加しており、梅雨明けが遅くなる傾向があることがわかった。この傾向は日本を領域平均した時系列(図略)からも明瞭である。1993-2007年平均と1961-1975年の日降水平均分布の差は梅雨入り(降水量の急増)、梅雨明け(降水量の急減)の時期に有意であり、梅雨入りは近年九州、西日本、東日本で早まり、梅雨明けは東日本・東北・九州で遅れている。西日本については近年急激に梅雨期の降水が減少して、梅雨明けが早まる傾向にあるが、その後再び降水量が増加する

フロリダ州立大学のKrishnamurtiらは、複数のモデルの出力結果を合成することにより数値予報の誤差を最小化するための努力を続けている。

Training Phaseで観測値と各モデルの予報値との誤差を計算し、それらを最小化するように重みづけ係数配列を作成する。その係数を用いて、Forecast Phaseで予報を合成するスーパーアンサンブルを行っている。ここで、モデルの空間解像度が150~250kmであるのに対し、近年の衛星降水プロダクトは25~50kmグリッドで得られることから、ダウンスケーリングも合わせて行っている。

このProf. KrishnamurtiからAPHRODITEデータに関する問い合わせを受け、アンサンブル予報改善に関する共同研究を実施している。熱帯降雨観測衛星TRMMのマイクロ波プロダクト(3B42)やインドの雨量計による日降水量グリッドデータを用いて短期予報を改善させた(Krishnamurti et al., 2009)。単一国であれば日界の補正は簡単であるが、APHRODITEは日界補正を行わないため、日界の異なる地域での日単位の降水予報は現時点では難しい。このデータの制約の都合もあり、APHRODITEを月降水量に換算し、それを基準(教師データ)としてアジアモンスーン降水予報を行ったところ、衛星プロダクトを使うよりもさらに予報が改善した(図12, 2010年気象学会秋季大会などで発表)。この基準となる観測データに、Krishnamurtiら(PIを含む)はここで、APHRODITEプロダクトを用いて、モンスーン地域の降水量季節予報(月降水予報)の試験を行ったところ、単独でAPHRODITEプロダクトを用いた場合の誤差がきわめて小さくなった。予報スコアの点でも、APHRODITEを用いたものは最高値を示した。成果について論文執筆中である。また、CMIP5データが出揃ったところで、温暖化実験結果にフロリダ州立大学のアンサンブル手法とAPHRODITEを組み合わせて適用する準備は整えた。

各国の日々の観測データは、予報官らの主観的な予報判断に用いられていると思われるが、空間構造が細かくローカルな地形の影響をうける降水の客観的予報には、グリッド化された雨量データは有効である。APHRODITEが予報改善に役立つことは、アジア各国の気象水文機関にデータ提供や共同研究の交渉をする上でも、非常に重要なポイントとなった。上述のように、APHRODITEは日界の補正を行っていない。今後極端現象の予報改善のためには、日界補正プロダクトの作成も期待される。

## (7) ユーザーフィードバック

### 1) ユーザー管理および問い合わせへの対応

2006年5月の本課題開始時から、我々のプロダクトに関する電子メールによる問合せの記録を残している。図13に示すWebページにてAPHRO\_V0804プロダクトを公開した2008年5月以降は、問い合わせはprecinfo@chikyu.ac.jpで受けて、サブグループ2を含めた実務チーム全体が閲覧、早期回答を行ってきた。2011年3月末までに119件の問い合わせに応じている。

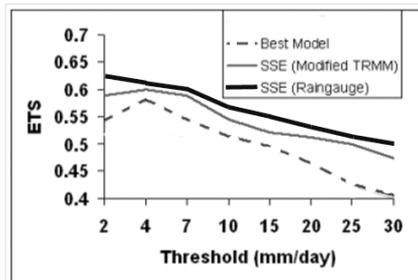


図12 アジアモンスーン地域(60-150E, 0-50N)のスーパーアンサンブル予報のスコア比較。黒実線: APHRODITEを基準にしたもの、灰実線: TRMM3B42をAPHRODITEで修正して基準にしたもの、点線: スーパーアンサンブルに用いたモデルの中で最高のスコアを出したモデルの結果。

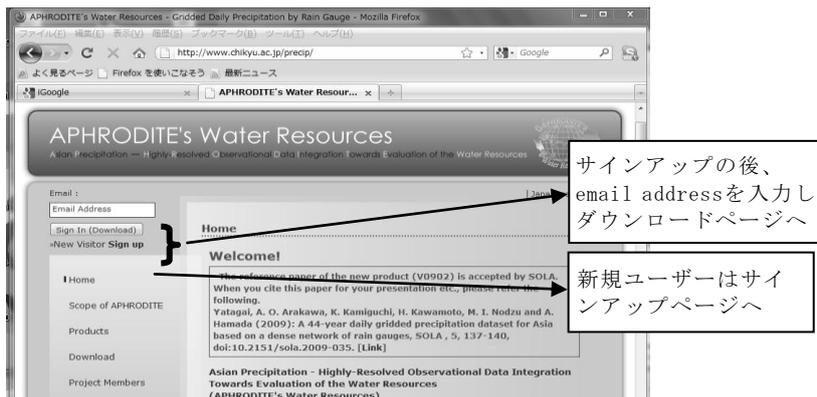


図 1 3 APHRODITE daily grid precipitation  
公開ページ (<http://www.chikyu.ac.jp/precip/>)

一方で、ダウンロードするユーザーは、第3者配布を行わない、非営利目的に使用するなどの条件に承諾（サインアップ）の後にサインインが可能にようにした。個人情報管理の点から、電子メールアドレスだけを保管し、我々からのプロダクト改訂案内などに使用している。2011年3月末日現在、サインアップユーザーは945名（図 1 4）、登録ユーザーによる

サインインは3937回であり、ホームページアクセス件数は1万回を突破している。

また、サインアップの際の条件・ポリシーを記述したページに、APHRODITEプロダクトを用いて成果論文を公表した際には連絡をお願いしている。必ずしもすべての利用者が直接連絡するわけではないが、データ利用方面の確認に役立っている。これまで、主として北ユーラシアの河川流出に関する降水・循環場の解析 (Tachibana et al., 2008; Fukutomi et al., 2011)、モンスーン降水と循環場の解析 (Bollasina and Nigam, 2011) などに用いられている。

## 2) トレーニングセミナー（キャパシティビルディング）

本研究ではWebを通じて入手可能なGTSデータ、国際研究プロジェクトによる観測データだけでなく、主にアジア諸国の気象観測機関の研究者との交流や現地訪問を通じて独自に観測データを収集してきた。それらのデータはGTSデータを質・量ともに大きく上回り、成果物の品質向上に大いに貢献している。データの提供を受けた各国にはそれぞれの国について0.05度格子のグリッドデータを提供しており、各国の降水の長期変化の把握や治水対策への貢献が期待される。

一方で、観測データの品質管理やグリッド化の手法を指導してほしいというアジア諸

国の気象機関の方からの要望もあった。平成19年度には、フィリピンにおいてデータ解析のトレーニング（キャパシティビルディング）を1週間行った。また平成21年度には、フィリピン・マレーシア・バングラデシュ・ネパール・パキスタンの5カ国から若手の技術者を招聘し、2009年9月7日から5日間にわたってトレーニングセミナーを開催した。セミナーでは本研究の成果を紹介し、参加者が持ち寄った観測データを本研究で開発したQCと内挿のプログラムに入力し、観測データの中から異常値を検出したり、グリッド化したデータを解析したりすることによって改めて気象

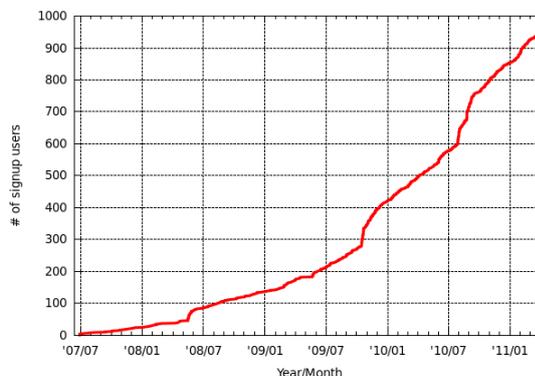


図 1 4 ホームページ開設時からのサインアップユーザー数の変遷。

観測の重要性を認識した。また、観測の時刻や手法について現場からの情報を得ることができた。セミナー終了後も参加者から観測データの提供を受ける、グリッド化システムを利用してもらうなど交流が続いている。

### 3) 日本地球惑星科学連合 (JpGU) 大会国際セッション主催

本研究は5年間にわたるプロジェクトとなり、国際的にも注目され、地球科学分野で広くデータが利用されはじめている。最終年度である2010年5月の日本地球惑星科学連合 (JpGU) 大会に国際セッション「地球科学における降水プロダクトの作成と応用」を提案したところ採択された。降水プロダクト作成、利用分野の世界のリーダー的研究者を招聘しつつ、アジアの研究者、データ利用者も集う場を用意することを念頭に、関係メーリングリストおよびAPHRODITEプロダクトユーザーにもアナウンスした。その結果24件の応募があり、口頭17件、ポスター5件、(キャンセル2件)のプログラム編成を行った。海外からの主な招聘者は、Phillip Arkin (メリーランド大学)、T.N. Krishnamurti (フロリダ州立大学)、Tobias Fuchs (旧GPCCセンター長) である。

### 4) 国際機関とのやりとり

世界降水データセンター (GPCC) との意見交換を続けている。また、生データに問題が発見されたときに提供機関や、ダウンロード元であるNOAA/NCDCの担当者にフィードバックしている。たとえば北ユーラシアのデータ整備で知られるUCAR project scientistのPavel Groismanにも彼らの成果であるロシアデータベースについてフィードバックを行った。

2009年10月にマレーシアで開催されたASEAN climate application workshopにlead lecturerとして招聘され、ASEAN climate compendium datasetの利用について、講義と実習の指導にあたった。この際に、2000-2003年にマレーシア気象庁主導でASEAN10カ国の気象データの収集整理にあたった当該プロジェクトについて理解を深めた。

GEOSS (Group on Earth Observation Systems of Systems) シンポジウムの水セッションでの招待講演 (2008年4月) でアジア各国の政策決定に関わる水文・気象機関の代表の前で本研究課題について講演したところ、強い関心を寄せられ意見交換や今後の協力の約束ができた。その後もアジア各国の気象機関との交流を続けている。その後のGEOSS会合 (京都、インドネシア) でも政策決定に関わる関係者と面会を重ね、データ入手やAPHRODITEプロダクトの紹介と提供を行った。

## 5. 本研究により得られた成果

### (1) 科学的意義

- ・ 直接観測である日雨量計データと地形の影響を加味した気候値を内挿解析することにより、既存データに比べて高解像度で高精度の長期日降水量グリッドデータの作成に成功した。
- ・ APHRODITEプロダクトは、南アジア、東南アジア、中近東の山岳地域で従来のGTSに含まれない多数のデータを取り込んだため、山岳地域の水資源、モンスーン地域の気候の水・熱循環、降水予報の精度を飛躍的に向上させた。
- ・ 雨量計に基づく直接観測データは、モデルの評価の点でも、衛星プロダクトや再解析降水予報値評価の点でも重要であることを、明らかにした。日本では、グリッド降水データの作成

公開を殆ど行っておらず、ユーザーは、データセットの特性を知らずモデルチューニング等を行っていた。本研究により、衛星観測の誤差や限界、雨量計の過疎地域やGTSに依存する地域の精度について、注意喚起を促した結果、衛星プロダクトをAPHRODITEで補正した上でダウンスケーリングや予報解析に利用する研究も見られるようになった。

- ・ 河川流量の変動の理解には流域の日単位の長期データが必須である。作成されたデータが、本研究の背景（Xie et al., 2007; FS-051）である黄河流域や中近東地域の降水・河川流量変動研究に用いられただけでなく、最近ではシベリアや東南アジアの流出過程の理解や、それへの自然変動・人為的影響評価研究に用いられ、質の高い論文が出されることに貢献した。
- ・ モンスーンには季節内振動が支配的であり、また今後は極端現象を含む、降水や水資源の地域的な変化のトレンドへの影響が、ますます世界の関心となる。その科学的議論の根拠となる、過去の日単位の観測データの精査を本研究は担い、成果を上げてきた。このため、多方面の研究に寄与し、科学的意義は高いと考える。

## （２）環境政策への貢献

- ・ IPCC(2007)のノーベル賞受賞に関連して、政策決定者の温暖化の水資源や水災害への影響についての関心が高くなった半面、2009年12月にイギリスで発生したクライメートゲート事件や、IPCCレポートのいくつかの誤りが指摘されたため、根拠に基づいた報告や予測の必要性を政策担当者や科学者が認識するに至った。このことできちんとした観測データに基づく議論を追求してきた当該課題は、イギリスやオランダのグループから注目され、上述のExeter会議に参加しAPHRODITEでの経験を分かち合っほしいと依頼された。これは、当該課題の枠組みや方向性が評価され、世界的な環境政策の決定グループに影響を与えたといえる（谷田貝ほか, 2011）。
- ・ 地球温暖化に関連して、洪水や早魃など降水の極端現象の将来変化が大きなトピックとなっている。本課題で作成する降水グリッドデータは、降水極端現象の変動解析や高解像度気候モデルの検証のため適しており、気候モデル開発者を通じて間接的にも地球環境政策に貢献する。
- ・ 2008年4月のGEOSS（Group on Earth Observation Systems of Systems）シンポジウムの水セッションでの招待講演をきっかけの、アジア各国の政策決定に関わる水文・気象機関の代表者やGEWEX関係者との意見交換が続いている。彼らへAPHRODITEプロダクトのDVDでの提供も行っており、利用されはじめている。こういったアピールにより、地域環境政策への貢献が進められている。
- ・ 本課題では、データ提供機関へのキャパシティビルディングや、EFFでイランや中国の政府機関の職員を招聘することで、対象国の地球環境政策へ貢献した。
- ・ 連携する総合地球環境学研究所研究プロジェクトの研究会合において、アジアの水資源利用・管理（政策決定）に関わる水利・農業・灌漑関係の国際機関の研究者・技術者と、本研究課題について意見交換を進め、課題の重要性と今後の共同研究の展開の必要性を議論した。

## 6. 引用文献

- Bollasina, M. and S. Nigam, 2011: Modeling of regional hydroclimate change over the Indian subcontinent: Impact of the expanding Thar Desert, *J. Climate*, (in press), (doi: 10.1175/2010JCLI3851.1)
- Daly, C., R. P. Neilson, D. L. Phillips, 1994: A statistical-topographic model for mapping climatological precipitation over mountainous terrain. *J. Appl. Meteor.*, **33**, 140–158.
- Fukutomi, Y., K. Masuda, T. Yasunari, 2011: Spatiotemporal structures of the intraseasonal oscillations of precipitation over northern Eurasia during summer, *Int. J. Climatol.*, DOI: 10.1002/joc.2293
- Groisman, P. Ya. and E. Ya. Rankova, 2001: Precipitation trends over the Russian permafrostfree zone: removing the artifacts of preprocessing, *Int. J. Climatol* **21**, 657-678.
- Haylock, M. R., N. Hofstra, A.M.G. Klein Tank, E. J. Klok, P. D. Jones and M. New, 2008: A European daily high-resolution gridded data set of surface temperature and precipitation for 1950–2006. *J. Geophys. Res.*, **113**, D20119, doi:10.1029/2008JD010201.
- Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones, and A. Jarvis, 2005: Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas, *Int. J. Climatol.*, **25**, 1965-1978.
- Kawamoto H. and A. Yatagai, 2008: Quality check of a gauge-based daily precipitation dataset: Using maximum rain rates given in the standard product 2A25 of TRMM/PR, *International Symposium Weather Radar and Hydrology*, 10-12 March 2008, Grenoble, France.
- Krishnamurti T. N., C. M. Kishtawal, T. E. LaRow, D. R. Bachiochi, Z. Zhang, C. E. Williford, S. Gadgil, S. Surendran, 1999: Improved weather and seasonal climate forecasts from multimodel superensemble. *Science*, **285**, 1548–1550.
- Krishnamurti, T. N., A. K. Mishra, A. Simon, and A. Yatagai, 2009: Use of a dense gauge network over India for improving blended TRMM products and downscaled weather models, *J. Meteor. Soc. Japan*, **87**, 395-416.
- Legates, D. R. and C. J. Willmott, 1990: Mean Seasonal and Spatial Variability Global Surface Air Temperature. *Theoretical and Applied Climatology*, **41**, 11-21.
- National Climatic Data Center (NCDC), 2005: Data documentation for dataset 9813 Daily and Sub-daily Precipitation for the Former USSR, Version 1.0, 18pp.
- Shepard, D., 1968: A two-dimensional interpolation function for irregularly spaced data: *Proc. 23<sup>rd</sup> national Conf. ACM.*, 517-524.
- Tachibana, Y., K. Oshima, and M. Ogi, 2008: Seasonal and interannual variations of Amur River discharge and their relationships to large-scale atmospheric patterns and moisture fluxes, *J. Geophys. Res.*, **113**, D16102, DOI:10.1029/2007JD009555.
- Takashima, H., A. Yatagai, H. Kawamoto, O. Arakawa and K. Kamiguchi, 2009: Hydrological balance over northern Eurasia from gauge-based high-resolution daily precipitation data, M. Taniguchi (eds), *From Headwaters to the Ocean: Hydrological Change and Watershed Management*, Talor & Francis., 37-41.
- Willmott, C. J., C. M. Rowe, and W. D. Philpot, 1985: Smallscale climate maps: a sensitivity analysis of some common assumptions associated with grid-point interpolation and contouring. *The American Cartographer*, **12**, 5-16.

- Willmott, C. J. and S. M. Robeson, 1995: Climatologically Aided Interpolation (CAI) of Terrestrial Air Temperature. *Int. J. Climatol.*, **15**,221-229.
- Xie, P., A. Yatagai, M. Chen, T. Hayasaka, Y. Fukushima and C. Liu, 2004: A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia: Current Status and Future Improvements, *Proceedings for the 6th International Study Conference on GEWEX in Asia and GAME, 3-5 December, 2004, Kyoto, Japan*.
- Xie, P., A. Yatagai, M. Chen, T. Hayasaka, Y. Fukushima, C. Liu and Y. Song, 2007: A Gauge-Based Analysis of Daily Precipitation over East Asia. *J. Hydrometeor.* **8**, 607-627.
- Yatagai, A., Xie, P., Kitoh, A., 2005: Utilization of a new gauge-based daily precipitation dataset over monsoon Asia for validation of the daily precipitation climatology simulated by the MRI/JMA 20-km-mesh AGCM, *SOLA*, **1**, 193-196, doi:10.2151/sola.2005-050.
- Yatagai, A., Xie, P., 2006: Utilization of a rain-gauge-based daily precipitation dataset over Asia for validation of precipitation derived from TRMM/PR and JRA-25. *SPIE 0604-53*.
- Yatagai, A., P. Xie and P. Alpert, 2008a: Development of a daily grid precipitation data set: Toward evaluation of global warming effects on water resources in the East Mediterranean, *Adv. in Geosci.*, **12**, 165-170.
- Yatagai, A., H. Kawamoto and P. Xie, 2008b: Products and validation of GAME re-analyses and JRA-25: Precipitation, *Extended abstract for Third WCRP International Conference on Reanalysis*, Jan. 28 - Feb. 1, 2008, Tokyo, Japan.
- Yatagai, A., O. Arakawa, K. Kamiguchi, H. Kawamoto, M. I. Nodzu, A. Hamada, 2009: A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *SOLA*, **5**, 137-140.
- Yatagai, A., K. Kamiguchi, A. Hamada, O. Arakawa, N. Yasutomi, 2010: Daily precipitation analysis of using a dense network of rain gauges and satellite estimates over South Asia: Quality control, Remote Sensing and Modeling of the Atmosphere, Oceans, and Interactions III, *Proc. of SPIE Vol. 7856*, 785604, doi:10.1117/12.869648.
- 谷田貝亜紀代,2009:ヒマラヤ周辺の降水量の定量評価—気候値の作成—, ヒマラヤ学誌, **10**, 54-63.
- 谷田貝亜紀代, 安富奈津子, 斎藤仁美, 石原幸司, 2011:ワークショップ「21世紀の挑戦に応える地上気温データセットの作成」参加報告, 天気, Vol.58, No.1, 47-53.

## 7. 国際共同研究等の状況

- ・ 本研究は、NOAA/CPC（米国の海洋大気庁気候予報センター）のXie Pingping博士と本課題代表者の間で2002年以来継続している共同研究の一環である。先行論文(Xie et al., 2007)は本研究課題（A-0601）の成果論文でもある。その後、2008年2月に東京で意見交換するなど互いの進捗や品質管理（QC）手法について意見交換を続けた。
- ・ イスラエル国テルアビブ大学教授および中近東インタラクティブデータアーカイブ（ISA-MEIDA）代表の、Pinhas Alpert教授が、課題検討調査研究（FS-051）からの研究協力者である。彼の紹介により、イスラエル気象庁の副長官と面会し、データを入手した。また彼が主催したEGUの東地中海地域の気候変動に関する会議に発表し、その論文が受理された（Yatagai, Xie and Alpert, 2008）。さらにサブテーマ2の20kmモデルによる中近東（肥沃な三日月地帯）

への温暖化影響研究でも共著論文を有する (Kitoh, Yatagai and Alpert, 2008)

- 気象庁太平洋協気候情報センターから、ASEAN統合データおよびそのプロジェクトを率いたマレーシア気象庁 (MMD) の紹介を得た。後に気象庁の推薦で、その統合データの利用を目的としたASEAN応用気候ワークショップ (2009年10月開催) で、代表者はLead Lecturerを務めた。ワークショップでグリッド化手法の有効性について説明したため、彼らも今後グリッド化プロジェクトを計画する可能性がある。その後も現在ASEANデータ管理を委ねられているMMDのTan氏との交流は続き、JpGUに招聘した。ASEAN統合データは月データは配布が許可されているが日データは当時の約束で再配布が固く禁じられている。貴重なデータセットであるが関係気象機関でもほとんど利用されていないため、その存在を国際的に周知しASEAN地域で同様の後継プロジェクトが実施されることを要請すべく、Tan氏との共著論文を執筆中である。
- メリーランド大学のProf. Philip Arkin氏からProgram for the Evaluation of High Resolution Precipitation Products (PEHRPP, 高分解能降水プロダクトの評価プログラム) の案内を受け、2007年12月にWMO (ジュネーブ) で実施された第1回同プログラム会合へ出席した。
- 平成19年度にはキャパシティビルディングの一環としてフィリピン気象天文庁の職員に対するトレーニングを実施した。また平成21年度9月には、上記のように5カ国から研究技術者を京都に招聘してトレーニングセミナーを開催した。
- フロリダ州立大学のProf. KrishnamurtiからAPHRODITEデータに関する問い合わせを受け、過去3年間毎年短期 (2, 3週間) FSUを訪問しアンサンブル予報改善に関する共同研究を実施している。2009年11月の日中韓国際気象学会で発表、JpGUに招聘、2011年アメリカ気象学会でも共同研究を発表した。インドの予報改善についての論文はすでに公表した (Krishnamurti et al., 2009)。APHRODITEデータを使うことでアジアモンスーン季節予報が大幅に改善した成果について論文執筆中である。また、CMIP5データがでそろったところで、温暖化実験結果にFSUのアンサンブル手法とAPHRODITEを組み合わせる準備は整った。
- クライメートゲートのリアクションとしてのExeter会議に招聘され、谷田貝、安富が参加した (谷田貝ほか, 2011)。その後、谷田貝は彼らの活動 (surface temperature initiative) の steering committee memberとして月一度の電話会議に参加するなど、今後の世界的な枠組みで実施させる気温データ作成の活動について、直接的に意見を言える立場となっている。
- 世界的には降水量データ作成は、GEWEXの放射パネル (GRP) 傘下のGlobal Precipitation Climate Project (GPCP) の枠組みで実施されている。2011年1月のアメリカ気象学会 (AMS) 年次大会で、GEWEX代表のKevin Trenberth氏 (NCAR) にAPHRODITEの紹介をしたところ、GRPの代表であるChris Kummerow氏 (CSU) から、2011年8月末~9月初めに東京で開催予定のGRP会合でAPHRODITE projectに関する発表を行うよう招聘を受けた。Trenberth氏からAPHRODITEが降水プロダクト作成の専門家である上記Phil Arkin氏 (Maryland大)、Xie Pingping氏 (CPC/NOAA)、Bob Adler氏 (NASA) にも紹介されたが、すでにAPHRODITEは彼らに知られていたため、PI (谷田貝) のGRP会合での発表はさらに歓迎されることとなった。
- 雨量計による月降水プロダクトを作成するドイツの世界降水気候センター (GPCC) もGPCPの活動の一つである。当該プロジェクトは2年目 (平成19年度) から当時のセンター長Fuchs氏と交流を続けており、Fuchs氏により2009年4月にWMOで開催されたGCOSの会合 (Atmospheric Observation Panel for Climate - the scientific panel supporting GCOS activities on

atmospheric observations)で、当該課題 (APHRODITE project) が紹介された。2010年からセンター長はA. Becker氏に交代したが、上述Exeter会議で氏と様々な意見交換を行うなど関係は継続している。さらに上述のGRP会合参加前後に、GPCCからの参加者がAPHRODITE関係者と打ち合わせたい旨連絡を受け、現在調整中である。

## 8. 研究成果の発表状況

### (1) 誌上発表

<論文 (査読あり)>

- 1) Yatagai, A., and P. Xie, 2006: Utilization of a rain-gauge-based daily precipitation dataset over Asia for validation of precipitation derived from TRMM/PR and JRA-25. *SPIE 0604-53*, doi:10.1117/12.723829.
- 2) Yatagai, A., 2007: Interannual Variation of Summertime Precipitation over the Qilian Mountains in Northwest China, *Bull. Glaciol. Res.*, **24**, 1-11.
- 3) Yatagai, A., N. Yamazaki and T. Kurino, 2007: The products and validation of GAME reanalysis and JRA-25 Part 1: Surface Fluxes, *Hydrol. Process.*, **21**, 2061-2073.
- 4) Xie, P., A. Yatagai, M. Chen, T. Hayasaka, Y. Fukushima, C. Liu, and S. Yang, 2007: A gauge-based analysis of daily precipitation over East Asia, *J. Hydrometeor.*, **8**, 607-627.
- 5) 谷田貝重紀代, 2007: 水循環解析—データの作成と利用, *天気*, **54**, 999-1002.
- 6) Kitoh, A., A. Yatagai and P. Alpert, 2008: First super-high-resolution model projection that the ancient “Fertile Crescent” will disappear in this century, *Hydrol. Res. Lett.*, **2**, 1-4.
- 7) Yatagai, A., P. Xie and P. Alpert, 2008: Development of a daily gridded precipitation data set for the Middle East, *Adv. in Geosci.*, **12**, 165-170.
- 8) Kitoh, A., A. Yatagai and P. Alpert, 2008: Reply to comment by Ben-Zvi and Givati on ‘First super-high-resolution model projection that the ancient “Fertile Crescent” will disappear in this century.’ *HRL*, **2**, 46.
- 9) Yatagai, A., and H. Kawamoto, 2008: Quantitative estimation of orographic precipitation over the Himalayas by using TRMM/PR and a dense network of rain gauges, *Proc. SPIE*, 7148-11, Nov. 17-21, 2008, Noumea, New Caledonia, doi:10.1117/12.811943.
- 10) Takashima, H., A. Yatagai, H. Kawamoto, O. Arakawa and K. Kamiguchi, 2009: Hydrological balance over northern Eurasia from gauge-based high-resolution daily precipitation data, M. Taniguchi (eds), *From Headwaters to the Ocean: Hydrological Change and Watershed Management*, Taylor & Francis., 37-41.
- 11) Geethalakshmi, V., A. Yatagai, K. Palanisamy and C. Umetsu, 2009: Impact of ENSO and the Indian Ocean Dipole on the Northeast Monsoon Rainfall of Tamil Nadu state in India. *Hydrol. Process.*, **23**, 633-647.

- 12) Krishnamurti, T. N., A. K. Mishra, A. Simon, A. Yatagai, 2009: Use of a dense gauge network over India for improving blended TRMM products and downscaled weather models, *J. Meteor. Soc. Japan*, **87**, 395-416.
- 13) Yatagai, A., O. Arakawa, K. Kamiguchi, H. Kawamoto, M. I. Nodzu, A. Hamada, 2009: A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, *SOLA*, **5**, 137-140.
- 14) 谷田貝亜紀代, 2009: ヒマラヤ周辺の降水量の定量評価—気候値の作成—, ヒマラヤ学誌, **10**, 53-62 (英文要旨付).
- 15) Javanmard, S., A. Yatagai, M. I. Nodzu, J. BodaghJamali, and H. Kawamoto, 2010: Comparing high-resolution gridded precipitation data with satellite rainfall estimates of TRMM 3B42 over Iran, *Adv. in Geosci*, **25**, 119-125.
- 16) Yatagai, A., K. Kamiguchi, A. Hamada, O. Arakawa, N. Yasutomi, 2010: Daily precipitation analysis of using a dense network of rain gauges and satellite estimates over South Asia: Quality control, Remote Sensing and Modeling of the Atmosphere, Oceans, and Interactions III, *Proc. of SPIE Vol. 7856*, 785604, doi:10.1117/12.869648.
- 17) Kamiguchi, K., O. Arakawa, A. Kitoh, A. Yatagai, A. Hamada, and N. Yasutomi, 2010: Development of APHRO\_JP, the first Japanese high-resolution daily precipitation product for more than 100 years, *HRL*, **4**, 60-64.
- 18) 谷田貝亜紀代, 2010: ラダーク気象観測—背景と初期データ—, ヒマラヤ学誌, **11**, 116-126.
- 19) 谷田貝亜紀代, 中村尚, 宮坂貴文, 2011: ラダーク気象観測—通年データと2010年8月洪水時の状況—, ヒマラヤ学誌, **12**, 60-72.

<査読付論文に準ずる成果発表>

該当せず

<その他誌上発表 (査読なし) >

- 1) Yatagai, A., F. Kimura, A. Kitoh and T. Watanabe, 2006: Analyses of precipitation for assessing global warming impacts on hydrological regime in Adana, Turkey, *Proc. of the International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture*, Cukurova University, April 4-8, 2006, Adana-Turky. (CDROM).
- 2) Yatagai, A., P. Xie, A. Kitoh, 2006: Validation by a new gauge-based daily grid precipitation dataset of daily precipitation climatology over monsoon Asia simulated by MRI/JMA 20-km-mesh AGCM, *Proc. for the 12<sup>th</sup> conference of mountain meteorology*, American Meteorological Society, 28 August - 1 September, 2006, Santa Fe, P1.2 (CDROM).
- 3) Yatagai, A., 2007: Development of a daily grid precipitation data in the East Mediterranean and its application for the ICCAP studies, *Final report of the ICCAP*, RIHN.

- 4) 谷田貝亜紀代, 2007: 乾燥地域の水資源への気候変動評価—日降水量グリッドデータの作成—, 第46回 気候影響・利用研究会要旨集, 特集「地球環境変動時代における環境モニタリングの役割」, p.6-7.
- 5) Tanaka, K., Y. Fujihara, T. Watanabe, T. Kojiri and S. Ikebuchi, 2006: Projection of the Impact of Climate Change on the Surface Energy and Water Balance in the Seyhan River Basin Turkey, *Ann. J. Hydraul. Engineering*, **50**, 31-36.
- 6) Nagano, T., K. Hoshikawa, S. Donma, T. Kume and T. Watanabe, 2006: Macroscopic handling of a large irrigation district by the Irrigation Management Performance Assessment Model, *Proc. of the 3rd conference of Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW)*, October 16-18, 2006, Bangkok, Thailand. (CD-ROM)
- 7) Watanabe, T., K. Hoshikawa, T. Kume, T. Nagano and R. Kanber, 2006: Assessment of climate change impacts on irrigation management using a performance assessment model, *Proc. of International Congress for Irrigation and Drainage*, Kuala Lumpur, Malaysia. (CD-ROM)
- 8) Nagano, T., S. Donma, K. Hoshikawa, T. Kume, C. Umetsu, E. Akca, S. Önder, S. Berberoglu, B. Ozekici, T. Watanabe, S. Kapur, R. Kanber, 2006: An integrated approach of assessment of an irrigation system in lower Seyhan plain, Turkey, *Proc of International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture*, Adana, Turkey. (CD-ROM)
- 9) Hoshikawa, K., T. Nagano, T. Kume and T. Watanabe, 2006: Evaluation of impact of climate changes on the Lower Seyhan Irrigation Project, Turkey, *Proc. of the 3rd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources (APHW) Conference*, October 16-18, 2006, Bangkok, Thailand. (CDROM)
- 10) Hoshikawa, K., T. Nagano, T. Kume and T. Watanabe, 2006: Development of a model for assessing the performance of irrigation management systems and evaluation of impact of climate changes on the Lower Seyhan Irrigation Project, *Proc. of International symposium on water and land management for sustainable irrigated agriculture*, April 4-8, 2006, Adana, Turkey. (CD-ROM)
- 11) Kawamoto H. and A. Yatagai, 2008: Quality check of a gauge-based daily precipitation dataset: Using maximum rain rates given in the standard product 2A25 of TRMM/PR, *Extended abstract for International Symposium Weather Radar and Hydrology*, 10-12 March 2008, Grenoble, France.
- 12) Yatagai, A., H. Kawamoto and P. Xie, 2008: Products and validation of GAME re-analyses and JRA-25: Precipitation, *Extended abstract for Third WCRP International Conference on Reanalysis*, Jan. 28 - Feb. 1, 2008, Tokyo, Japan.
- 13) Global Energy and Water Cycle Experiment News, **3**, 2009: “Gridded Precipitation Data Sets for Asia”
- 14) 谷田貝亜紀代、鬼頭昭雄、安成哲平, 2009: 高解像度の日降水量グリッドデータで温暖化予測に貢献, *Humanity & Nature Newsletter*, **19**

- 15) 谷田貝亜紀代, 濱田篤, 安富奈津子, 上口賢治, 荒川理, 2010: 雨量計によるアジアの日降水量グリッドデータの解析, 水文水資源学会要旨集, 9月7日, 法政大学, 東京.
- 16) 谷田貝亜紀代, 安富奈津子, 斎藤仁美, 石原幸司, 2011: ワークショップ「21世紀の挑戦に応える地上気温データセットの作成」参加報告, 天気, **58**, No. 1, 47-53.
- 17) 谷田貝亜紀代, 安富奈津子, 斎藤仁美, 石原幸司, 2011: エクセターワークショップ「21世紀の挑戦に応える地上気温データセットの作成」参加報告, 水文水資源学会誌, **24**, No. 1, 50-57.

(2) 口頭発表 (学会等)

- 1) Yatagai, A., F. Kimura, A. Kitoh and T. Watanabe, 2006: Analyses of precipitation for assessing global warming impacts on hydrological regime in Adana, Turkey, The International Symposium on Water and Land Management for Sustainable Irrigated Agriculture, at Cukurova University, April 4-8, 2006, Adana, Turkey.
- 2) Yatagai, A., P. Xie and A. Kitoh, 2006: Validation by a New Gauge-based Daily Grid Precipitation Dataset of Daily Precipitation Climatology over Monsoon Asia Simulated by MRI/JMA 20-km-mesh AGCM, 12th Conference on Mountain Meteorology, AMS (American Meteorological Society), 28 August-1 September 2006, Santa Fe, NM.
- 3) Yatagai, A., I. Handoh, T. Watanabe, J. Kubota, S. Kanae, A. Kitoh, K. Kamiguchi and O. Arakawa, 2007: APHRODITE's Water Resources, RIHN Symposium, 7-8 November, 2006, Kyoto, Japan.
- 4) Yatagai, A. and P. Xie, 2007: Utilization of a rain-gauge-based daily precipitation dataset over Asia for validation of precipitation derived from TRMM/PR and JRA-25, SPIE (Society of Photo-Optical Instrumentation Engineering), 14 November, 2006, Goa, India.
- 5) Yatagai, A., P. Xie and P. Alpert, 2007: Development of the daily grid precipitation dataset: Towards evaluation of the global warming effects on water resources over the East Mediterranean, EGU (European Geophysical Union) 8<sup>th</sup> Plinius conference, October, 2006, Dead Sea, Israel.
- 6) Yatagai, A., 2007: Development of a daily grid precipitation data in the East Mediterranean and its application for the ICCAP studies, ICCAP Final Workshop, 12-14 February, 2007, Adana, Turkey.
- 7) Yatagai, A., I. Handoh, H. Kawamoto, T. Watanabe, J. Kubota, S. Kanae, A. Kitoh, K. Kamiguchi and O. Arakawa, 2007: Asian Precipitation -- Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of the Water Resources (APHRODITE's Water Resources), 21st Pacific Science Congress, June 12-18, 2007, Okinawa.
- 8) Yatagai, A., P. Xie and P. Alpert, 2007: Development of a daily grid precipitation dataset over the East Mediterranean: extreme events in the analysis dataset, IUGG, 2-11 July 2007, Perugia, Italy.
- 9) Yatagai, A., A. Sugimoto and M. Nakawo, 2007: The isotopic composition of water vapor

- and the concurrent meteorological conditions around the northeast part of the Tibetan Plateau, IUGG, 2-11 July 2007, Perugia, Italy.
- 10) 谷田貝亜紀代, 2006: 雨量計に基づく日降水量データセットによるJRA25の降水変動特性の検証, 日本気象学会2006年度春季大会, 2006年5月, つくば.
  - 11) 宮崎千尋, 谷田貝亜紀代, 2006: イランの冬季降水量平年値と地形の影響, 日本気象学会2006年度春季大会, 2006年5月, つくば.
  - 12) 谷田貝亜紀代, 2006: 雨量計による陸域の降水直接観測データの解析-衛星降水データとの比較-, 第3回地球観測衛星研究連絡会, 2005年5月, つくば.
  - 13) 谷田貝亜紀代, 2006: 中国北西部キレン山脈付近の夏季降水量の経年変動傾向, 地球惑星物理学合同大会, 2006年5月, 幕張.
  - 14) 谷田貝亜紀代, 2006: アジアの陸域日降水グリッドデータ作成と公開—APHRODITE's Water Resources—, 宇宙地球系情報科学研究会・地球科学データの収集と公開に関する研究集会2006年度合同開催, 2006年11月28-29日, 京都大学.
  - 15) 谷田貝亜紀代, 2006: アジアの水資源への温暖化影響評価のための日降水量グリッドデータ作成プロジェクトについて, 気候コロキウム (招待講演), 2006年11月25日, 日本大学.
  - 16) 谷田貝亜紀代, 2007: 乾燥地域の水資源への気候変動評価—日降水量グリッドデータの作成—, 気候影響利用研究会 (招待講演), 2007年3月30日, 気象庁, 東京.
  - 17) 谷田貝亜紀代, 2007: インドの日降水量解析とグリッド化への影響評価, 日本気象学会2007年度春季大会, 2006年5月13-16日, 東京.
  - 18) Kubota, J., 2006: Global change and its impact on humans and nature, UNESCO-IHP Regional Workshop on "Assessment of Snow-Glacier and Water Resources in Asia", 28-30 November 2006, Almaty, Kazakhstan (invited).
  - 19) 鼎 信次郎, 2007: 東南アジアにおける気候情報の水管理への利用に向けた研究, 気候情報利用の高度化に関する国際ワークショップ, 2007年2月21日, 気象庁, 東京.
  - 20) Watanabe, T. 2006: Historical record archives and long-term weather forecasting for drought prediction and early warning system, WG-IADWS of ICID (国際灌漑排水委員会, 干ばつ渇水下の灌漑農業 WG 年次会合), 11 September 2006, Kuala Lumpur, Malaysia.
  - 21) 渡辺紹裕, 2006: 地球温暖化の見通しと農業への影響, —CASA 総会 シンポジウム「地球温暖化と農業・食料問題」, NPO 法人 地球環境と大気汚染を考える全国市民会議 (CASA), 2006年12月3日, 大阪産業創造館.
  - 22) Yatagai, A., H. Kawamoto, T. Watanabe, J. Kubota, S. Kanae, A. Kitoh, K. Kamiguchi and O. Arakawa, 2007: Asian Precipitation -- Highly-Resolved Observational Data Integrtrion Towards Evaluation of the Water Resources (APHRODITE's Water Resources), 21st Pacific Science Congress, June 12-18, 2007, Okinawa.
  - 23) Yatagai, A., P. Xie and P. Alpert, 2007: Development of a daily grid precipitation dataset over the East Mediterranean: extreme events in the analysis dataset, IUGG, 2-11 July 2007, Perugia, Italy.
  - 24) Yatagai, A., A. Sugimoto and M. Nakawo, 2007: The isotopic composition of water vapor and the concurrent meteorological conditions around the northeast part of the Tibetan

- Plateau, IUGG, 2-11 July 2007, Perugia, Italy. (invited)
- 25) Takashima H. and M. Shiotani, Ozone variation in the tropical tropopause layer as seen from ozonesonde data, The 2007 AGU Fall Meeting (December 10-14, 2007; San Francisco, CA, USA).
  - 26) Yatagai, A., H. Kawamoto, T. Watanabe, J. Kubota, S. Kanae, A. Kitoh, K. Kamiguchi and O. Arakawa, 2007: Asian Precipitation -- Highly-Resolved Observational Data Integrtrion Towards Evaluation of the Water Resources (APHRODITE's Water Resources), *1<sup>st</sup> Workshop of The Program to Evaluate HighResolution Precipitation Products (PEHRPP)*, 4 December, 2007 WMO, Geneva
  - 27) Yatagai, A., H. Kawamoto and P. Xie, 2008: Products and validation of GAME re-analyses and JRA-25: Precipitation, Extended abstract for Third WCRP International Conference on Reanalysis, Jan. 28 - Feb. 1, 2008, Tokyo, Japan.
  - 28) Yatagai, A. and P. Xie, 2008: Recent Variation of the Atmospheric Branch of the Hydrological Cycle over the Yellow River, Third WCRP International Conference on Reanalysis, 29 January, 2008 Tokyo, Japan
  - 29) 谷田貝亜紀代、2007: インドの日降水量解析とグリッド化への影響評価、日本気象学会2007年度春季大会、2007年5月13-16日、東京。
  - 30) 川本温子、谷田貝亜紀代、上口賢治、荒川理、鬼頭昭雄、2007: 雨量計を元としたグリッド日降水データの作成—異常値判別のためのTRMM(2A25)の利用可能性—、日本気象学会2007年度秋季大会、2007年10月14-16日、札幌。
  - 31) 川本温子、谷田貝亜紀代、高島久洋、上口賢治、荒川理、2008: 雨量計に基づいた高分解能グリッド日降水データの作成—APHROデータセット(0.25および0.5度水平分解能)—2008:, 日本気象学会2008年度春季大会、2008年5月18-21日、横浜。
  - 32) 高島久洋、谷田貝亜紀代、川本温子、荒川理、上口賢治、2008: 北ユーラシア域における雨量計ベース日降水量格子点データ作成、日本気象学会 2008 年度春季大会、2008 年 5 月 18-21 日、横浜. 気象学会
  - 33) 谷田貝亜紀代、2008: 中近東地域の降水・水循環変動の解析、日本気象学会 2008 年度春季大会、2008 年 5 月 18-21 日、横浜。
  - 34) 川本温子、谷田貝亜紀代、高島久洋、上口賢治、荒川理、2008: 雨量計に基づいた高分解能グリッド日降水データの作成—APHRO データセット(0.25 および 0.5 度水平分解能) —、日本気象学会 2008 年度春季大会、2008 年 5 月 18-21 日、横浜。
  - 35) 高島久洋、谷田貝亜紀代、川本温子、荒川理、上口賢治、2008: 北ユーラシア域における雨量計ベース日降水量格子点データ作成、日本気象学会 2008 年度春季大会、2008 年 5 月 18-21 日、横浜。
  - 36) 谷田貝亜紀代、2008: 中近東地域の降水・水循環変動の解析、日本気象学会 2008 年度春季大会、2008 年 5 月 18-21 日、横浜。
  - 37) Yatagai, A., A. Sugimoto, and M. Nakawo, 2008: Isotopic Composition of Water Vapor and Concurrent Meteorological Conditions Around the Arid Regions of China and the Tibetan Plateau, First International Conference: From Deserts to Monsoons, 1-6 June,

- 2008, Crete.
- 38) Yatagai, A., 2008: Interannual Variation in the Atmospheric Branch of the Hydrological Cycle Over the Fertile Crescent, First International Conference: From Deserts to Monsoons, 1-6 June, 2008, Crete.
  - 39) Yatagai, A., 2008: The Isotopic Composition of Water Vapor and the Concurrent Meteorological Condition over the Northern Part of the Tibetan Plateau, AMS Mountain Meteorology, 11-15 August, 2008, Vancouver.
  - 40) Takashima, H., A. Yatagai, H. Kawamoto, O. Arakawa and K. Kamiguchi, 2008: Hydrological balance over northern Eurasia from gauge-based high-resolution daily precipitation data, Hydrochange 2008 in Kyoto, 1-3 October, 2008, Kyoto.
  - 41) Yatagai, A., H. Kawamoto, M. I. Nodzu, T. Watanabe, J. Kubota, A. Kitoh, K. Kamiguchi, O. Arakawa, and S. Kanae, 2008: Asian Precipitation-Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of the Water Resources (APHRODITE's Water Resources), Conference of APHW in Beijing, 2008, 7-9 November, 2008, Beijing.
  - 42) Kawamoto, H. and A. Yatagai, 2008: Comparison of daily precipitation using gauge-based data and estimated rain rate from 2A25 of TRMM/PR within 31.5 - 36.0°N, Asia, International Symposium of IAHS-PUB and the 2nd International Symposium of China-PUB, 7-9 November, 2008, Beijing.
  - 43) Yatagai, A., 2008: A quantitative estimate of orographical precipitation over Himalayas by TRMM/PR and dense rain-gauge network, SPIE, 17-21 November, 2008, New Caledonia.
  - 44) 野津雅人、谷田貝亜紀代、2008: 地形勾配に対する相対風向と降水量の関係、日本気象学会 2008 年度秋季大会、2008 年 11 月 19-21 日、仙台。
  - 45) Yatagai, A., 2008: Interannual Variation of Summertime Precipitation around the Northern Part of the Tibetan Plateau in China, AGU 2008 Fall Meeting, 15-19 December, 2008, San Francisco.
  - 46) Yatagai, A., 2009: Quantitative estimation of orographic precipitation over the Himalayas by using TRMM/PR and a dense network of rain gauges, European Geosciences Union General Assembly 2009, 19-24 April, 2009, Vienna Austria.
  - 47) Yatagai, A., T. N. Krishnamurti, A. K. Mishra and A. Simon, 2009: Use of a dense rain-gauge network over Monsoon Asia for improving blended TRMM products and downscaled weather models. Fourth Japan-China-Korea Joint Conference on Meteorology, 26-28 May 2009, Tsukuba, Japan.
  - 48) 谷田貝亜紀代、2009: ヒマラヤ山脈周辺の降水量の定量評価、日本気象学会 2009 年度春季大会、2009 年 5 月 28-31 日、つくば。
  - 49) Yatagai, A., 2009: A Development of Quantified Precipitation Climatology over the Himalayas by using TRMM/PR and a Dense Network of Rain-Gauges, MOCA-09, the IAMAS-IAPSO-IACS 2009 Joint Assembly, July 19-29, 2009, Montréal, Canada.
  - 50) Yatagai, A., 2009: Quantitative estimation of orographic precipitation over the

- Himalayas by using TRMM/PR and a dense network of rain gauges, European Geosciences Union General Assembly 2009, 19-24 April, 2009, Vienna Austria.
- 51) Javanmard, S., A. Yatagai, H. Kawamoto, M. I. Nodzu and J. B. Jamali, 2009: Comparing high-resolution daily gridded precipitation data with satellite rainfall estimates of TRMM\_3B42 over Iran, European Geosciences Union General Assembly 2009, 19-24 Apr 2009, Vienna, Austria.
  - 52) 谷田貝亜紀代、2009: ヒマラヤ山脈周辺の降水量の定量評価、日本気象学会 2009 年度春季大会、2009 年 5 月 28-31 日、茨城県つくば市
  - 53) 濱田篤、上口賢治、荒川理、安富奈津子、谷田貝亜紀代、2009: 高密度雨量計ネットワークに基づく日降水量グリッドデータの精度評価、日本気象学会 2009 年度秋季大会、2009 年 11 月 25-27 日、福岡市
  - 54) Javanmard, S, A. Yatagai, M. I. Nodzu, H. Kawamoto, J. B. Jamali, K. Kamiguchi, and O. Arakawa, 2009: Improvement of daily gridded precipitation data using synoptic observation data over Iran, 日本気象学会 2009 年度春季大会、2009 年 5 月 28-31 日、茨城県つくば市
  - 55) Yatagai, A., 2009: A Development of Quantified Precipitation Climatology over the Himalayas by using TRMM/PR and a Dense Network of Rain-Gauges, MOCA-09, the IAMAS-IAPSO-IACS 2009 Joint Assembly, July 19-29, 2009, Montréal, Canada.
  - 56) Yatagai, A., T. N. Krishnamurti, A. K. Mishra and A. Simon, 2009: Use of a dense rain-gauge network over Monsoon Asia for improving blended TRMM products and downscaled weather models. Fourth Japan-China-Korea Joint Conference on Meteorology, 8-10 Nov, Tsukuba, Japan.
  - 57) Yasutomi, N., 2009: Time evolution of the east Asian summer monsoon analysed in highly-resolved gridded precipitation data based on observed rain gauges. Fourth Japan-China-Korea Joint Conference on Meteorology, 08-10 Nov 2009, Tsukuba, Japan.
  - 58) 安富奈津子、2009: 高解像度日降水データから得られたアジアモンスーン域における極端降水の変化傾向、極端気象現象とその気候変動による影響評価に関するシンポジウム、2009 年 11 月 5-6 日、京都府宇治市
  - 59) Yatagai, A., A. Hamada, N. Yasutomi, O. Arakawa, K. Kamiguchi and A. Kitoh, 2009: A 44-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges, 極端気象現象とその気候変動による影響評価に関するシンポジウム、2009 年 11 月 5-6 日、京都府宇治市。
  - 60) Yasutomi, N. and M. Kimoto, 2009: Principal modes of Asian summer monsoon variability: Detection and changes, 2009 American Geophysical Union Fall Meeting, 14-18 Dec 2009, San Francisco, USA.
  - 61) Yatagai, A., N. Yasutomi, A. Hamada, K. Kamiguchi and O. Arakawa, 2009: A 47-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges -APHRODITE project-. 2009 American Geophysical Union Fall Meeting, 14-18 Dec 2009, San Francisco, USA.

- 62) Yatagai, A., 2010: Assessing the changes in hydrological budget including anthropogenic effect estimated by the reanalyses and rain-gauges based precipitation data over Asia, 90th AMS Annual Meeting, 17-21 Jan 2010, Atlanta, USA.
- 63) Yatagai, A., K. Okumiya and R. Sakamoto, 2010: Meteorological observation including UV launched in Ladakh, the westernmost part of the Tibetan Plateau, 90th AMS Annual Meeting, 17-21 2010, Atlanta, USA.
- 64) Hamada, A., K. Kamiguchi, O. Arakawa, N. Yasutomi and A. Yatagai, 2010: A 57-year daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges -APHRODITE project-, EGU General Assembly 2010, 2-7 May, Vienna, Austria.
- 65) Hamada, A., N. Nishi and T. Inoue, 2010: Development of a cloud-top height estimation method by geostationary satellite split-window measurements trained with CloudSat data. European Geosciences Union General Assembly 2010, 02-07 May 2010, Vienna, Austria.
- 66) 濱田篤、上口賢治、荒川理、安富奈津子、谷田貝亜紀代、2010：雨量計観測に基いた長期高解像度日降水量グリッドデータセット APHRODITE の作成、日本気象学会 2010 年度春季大会、2010 年 05 月 23-26 日、東京都
- 67) Yasutomi, N., K. Kamiguchi, O. Arakawa, A. Hamada and A. Yatagai, 2010: Changes in the seasonal march of the East Asian summer monsoon rainfall analysed in highly resolute daily gridded data, Japan Geoscience Union Meeting 2010, 23-28 May 2010, Chiba, Japan.
- 68) Hamada, A., K. Kamiguchi, O. Arakawa, N. Yasutomi and A. Yatagai, 2010: Uncertainty analysis of daily gridded precipitation dataset based on a dense rain-gauge network, Japan Geoscience Union Meeting 2010, 23-28 May 2010, Chiba, Japan.
- 69) Yatagai, A., A. Kitoh, K. Kamiguchi, O. Arakawa, N. Yasutomi, A. Hamada, T. Watanabe, J. Kubota and M. Taniguchi, 2010: Asian Precipitation - Highly-Resolved Observational Data Integration Towards Evaluation of the water resources, Japan Geoscience Union Meeting 2010, 23-28 May 2010, Chiba, Japan.
- 70) Zhao, T., A. Yatagai and Ailikun, 2010: Evaluation of Reanalysis and TRMM products using a new gauge-based analysis of daily precipitation over China, Japan Geoscience Union Meeting 2010, 23-28 May 2010, Chiba, Japan.
- 71) Krishnamurti, T., V. Kumar, A. Mishra, A. Simon, A. Yatagai, 2010: Seasonal climate forecasts with the FSU multimodel superensemble including a downscaling component for the Japan region, Japan Geoscience Union Meeting 2010, 23-28 May 2010, Chiba, Japan.
- 72) Tan, H.-V., L.-C. Peng, A. Yatagai, 2010: The ASEAN compendium of climatic statistics dataset, Japan Geoscience Union Meeting 2010, 23-28 May 2010, Chiba, Japan.
- 73) 谷田貝亜紀代、濱田篤、安富奈津子、上口賢治、荒川理、2010：雨量計によるアジアの日降水量グリッドデータの解析、水文水資源学会大会、2010 年 9 月 7 日、法政大学、東京。
- 74) Yatagai, A., T. N. Krishnamurti, A. K. Mishra, V. Kumar, A. Simon, 2010: Use of

- APHRODITE rain-gauge with TRMM3B43 datasets within a suite of coupled atmosphere ocean models for seasonal Asian monsoon forecasts, 日本気象学会 2010 年秋季大会、2010 年 10 月 27-29 日、京都市
- 75) Mishra, A., A. Yatagai, 2010: Observation of Indian summer monsoon-2010 using multi-satellite sensor approach, 日本気象学会 2010 年秋季大会、2010 年 10 月 27-29 日、京都市
- 76) 濱田篤、上口賢治、荒川理、安富奈津子、谷田貝亜紀代、2010: アジア域における雨量計観測降水量の空間相関特性、日本気象学会 2010 年秋季大会、2010 年 10 月 27-29 日、京都市
- 77) 安富 奈津子、上口 賢治、濱田 篤、荒川 理、谷田貝 亜紀代、2010: 長期高解像度日平均降水データからみた 20 世紀初頭からの日本の梅雨季降水の長期変化、日本気象学会 2010 年秋季大会、2010 年 10 月 27-29 日、京都市
- 78) Yatagai, A., 2010: Quantitative precipitation climatology over the Himalayas by using Precipitation Radar on Tropical Rainfall Measuring Mission (TRMM) and a dense network of rain-gauges, European Meteorological Society Annual meeting/8<sup>th</sup> European Climate Application Conference, 16 September 2010, Zurich, Switzerland.
- 79) Yatagai, A., 2010: A daily precipitation analysis by using TRMM/PR and a dense network of rain-gauge over South Asia, SPIE, 13 October 2010, Incheon, Korea.
- 80) Hamada, A., N. Nishi, 2010: Development of a cloud-top height estimation method by geostationary satellite split-window measurements trained with CloudSat data, SPIE, 13 October 2010, Incheon, Korea.
- 81) Hamada, A., K. Kamiguchi, O. Arakawa, N. Yasutomi, A. Yatagai, 2010: A continental scale daily gridded precipitation dataset for Asia based on a dense network of rain gauges -APHRODITE project-, AGU 2010 Fall Meeting, San Francisco, CA, USA, 13-17 Dec 2010.

### (3) 出願特許

なし

### (4) シンポジウム、セミナーの開催（主催のもの）

1) 日本地球惑星科学連合（JpGU）大会 国際セッションA-AS004「地球科学における降水プロダクトの作成と応用」（英語タイトル：Precipitation products）主催（2010年5月27-28日、幕張メッセ、24件の応募（口頭17件、ポスター5件、キャンセル2件））

### (5) マスコミ等への公表・報道等

1) 「京都発地球研--降水量データに着目」毎日新聞京都版、2006年12月19日

- 2) 「脅威迫るセイハン」トルコ Adana Express, 2007年2月13日
- 3) 谷田貝亜紀代、2009：雪氷減少で水不足に、ネイチャー・クライシス 水が鳴らす警鐘13、日本経済新聞、2009年10月25日
- 4) 安富奈津子、2009：地球温暖化で変化も、ネイチャー・クライシス 水が鳴らす警鐘22、日本経済新聞、2009年12月27日.

(6) その他

特に記載すべき事項はない。