

研究課題別事後評価結果

1. 研究課題名： 衛星による高精度高分解能全球降水マップの作成

2. 研究代表者名及び主たる研究参加者名(研究機関名・職名は研究参加期間終了時点)

研究代表者

岡本 謙一 (大阪府立大学大学院工学研究科 教授)

主たる共同研究者

井口 俊夫 ((独)情報通信研究機構電磁波計測研究センター グループリーダー)

高橋 暢宏 ((独)情報通信研究機構電磁波計測研究センター 主任研究員)

岩波 越 ((独)防災科学技術研究所水・土砂防災研究部 主任研究員)

青梨 和正 (気象庁気象研究所予報研究部第1研究室 主任研究官)

高藪 縁 (東京大学気候システム研究センター 教授)

牛尾 知雄 (大阪大学大学院工学研究科 准教授)

沖 理子 (宇宙航空研究開発機構 地球観測研究センター 主任研究員)

古津 年章 (島根大学 総合理工学部 教授)

阿波加 純 (北海道東海大学 工学部 教授)

福地 一 (首都大学東京 システムデザイン学部 教授)

3. 研究内容及び成果

本研究は、高時間・高空間分解能の全球降水マップの作成を目標として、次の4つのサブグループの有機的な連携・協働のもとに進められた： A)地上レーダ観測グループ、B)降水物理モデル開発グループ、C)降水強度推定アルゴリズム開発グループ、および D)全球降水マップ作成グループ。

A グループは、高機能・高精度な地上降雨レーダ群を用いた定常観測と集中観測により降雨の三次元構造を詳細に観測し、降雨情報のデータベースを作成して、B グループの利用に供した。また、地上観測によって作成された降水マップは、Dグループが衛星搭載マイクロ波放射計データから作成したローカルな降水マップの検証用としても利用された。

B グループは、降水を特徴づける物理量である、降水タイプ分類、降水の鉛直プロファイル、雨滴粒径分布、融解層の構造、対流性降雨と層状性降雨の分類などについて、放射伝達方程式に利用可能な降水物理モデルを作成した。

C グループでは、NASA/GPROF の確率論的アプローチではなく、降水物理モデルに基づく決定論的アプローチによって、マイクロ波放射計アルゴリズムの開発を進めた。

D グループは、開発したアルゴリズムを用いて種々の衛星データから降水強度を算出し、それらを合成して全球の降水マップを作成・評価した。また、マイクロ波放射計データから作られた全球降水マップを静止気象衛星の赤外放射計データを用いて計算した雲移動ベクトルなどを用いて補間するアルゴリズムを開発し、それを用いて高時間・高空間分解能のマップを作成した。作成された全球降水マップは、DVD あるいは、インターネット経由で全世界のユーザに発信された。

以下に、主な研究成果を列記する。

- (1) 沖縄での梅雨集中レーダ観測データとその解析データをデータベース化し、データ集を作成するとともに CD-ROM 化して、研究者に公開された。
- (2) TRMM 降雨レーダ(PR)の観測データ、地上レーダ観測データを用いて降水物理モデルの新

たな開発が行われた。これらの降水物理モデルには、(a)気象庁の全球客観解析(GANAL)データを利用した0 高度情報の利用、(b)陸上6種類、海上4種類の計10種類の3ヶ月毎、緯度経度2.5度格子毎の降水タイプ分類、(c)降水タイプごと、降水強度ごとの降水プロファイルモデル、(d)雨滴粒径分布モデル、(e)融解層モデル、(f)対流性降雨、層状性降雨の分類、などが含まれている。

- (3) 降水物理モデルを放射伝達方程式に組み込むとともに、散乱アルゴリズムならびに放射アルゴリズムの改良、陸上、海上、ならびに海岸上における降雨有無の判定法の改良、降水の非一様性補正法などの改良が繰り返し行われ、マイクロ波放射計アルゴリズムの最新版が開発された。
- (4) マイクロ波放射計アルゴリズム最新版を各人工衛星搭載のマイクロ波放射計の輝度温度データに適用し、長期にわたる降水量の全球マップが作成された。複数のマイクロ波放射計による降水量を合成したプロダクトはGSMaP_MWRと名付けられ、その作成期間は、1998年1月～2006年12月の9年間である。
- (5) 赤外放射計(11 μ m)の雲画像データから計算した雲移動ベクトル情報にカルマンフィルタを加えた手法をマイクロ波放射計アルゴリズムが推定した降雨強度分布の補間に応用することにより、マイクロ波放射計と赤外放射計データの両方の長所を融合した高時間・高空間分解能の全球降水マップを作成するアルゴリズムが開発された。
- (6) このアルゴリズムを用いて、時間分解能;1時間、空間分解能;緯経度0.1°(赤道において約10km)という、従来のCMAP(時間間隔5日、緯度経度2.5°)およびGPCP-daily(NASA/GSFC)(時間間隔1日、緯度経度1°)に比べて格段に分解能の高い全球降水マップが作成された。
- (7) NOAA15, 16, 17, 18号衛星に搭載された高周波のマイクロ波サウンダー(NOAA/AMSU-B)データからNOAAが算出した降雨強度とGSMaP_MWRアルゴリズムが算出した降雨強度の統合が行われた。
- (8) 作成された各種降水マップは、TRMM降雨レーダやTRMM/TMI GPROFアルゴリズムにより作成された衛星降水マップ、地上レーダ観測データ、地上雨量計・流量計データ、レーダー・アメダス解析雨量マップなどと比較・解析し、アルゴリズム開発にフィードバックされた。

4. 事後評価結果

4-1. 外部発表(論文、口頭発表等)、特許、研究を通じての新たな知見の取得等の研究成果の状況

原著論文(国内18件、国際26件)、学会発表(招待講演:国内3件、国際15件、口頭発表:国内113件、国際81件、ポスター発表:国内79件、国際57件)、特許出願(国内1件、海外0件)、と外部発表件数は必ずしも多いとはいえないが、3巻のDVDを発行すると共に、インターネットを経由して国内外に成果を発信したことに加え、国際プロジェクト“IPWG/PEHRPP”に成果を認められて参加し、貢献するなど、国際的な存在感を示している。

以下に、研究全体を通しての評価をまとめる。

- (1) CREST研究期間5年間で、NASA/GPROFとは異なるアプローチで我が国独自のアルゴリズムを開発し、世界の他の全球降水マップを凌駕する高時間・高空間分解能の全球降水マップ、“GSMaP”の作成に成功した。これは、研究代表者の真摯で卓抜したリーダーシップのもとに4つのサブグループが有機的な相互連携を保ちながら達成された組織的研究の成果であり、CREST研究すなわち戦略的創造研究に相応しい成果として高く評価される。
- (2) 研究期間の後半では、GSMaPの実利用への試行のためにDVDやインターネットを通じて成果を国内外に発信してきたが、土木研究所と宇宙航空研究開発機構(JAXA)との共同研究「洪水予測実現のた

めの衛星降水量推定精度向上及び利用手法の検討に関する研究(発展途上国向け洪水予警報システムに衛星推定降水量を利用)」においてGSMaPアルゴリズムの利用が進められている。また、JAXAの地球観測センター(EORC)では、同アルゴリズムを用いて準リアルタイム(観測後約4時間)での高分解能の世界の雨量分布図“世界の雨分布速報”を作成し、その画像をインターネット上で公開している。このように、本研究の成果は、有用性を発揮しつつあるが、今後様々な分野で活用され、それぞれの分野の研究の進歩や問題の解決に資することが期待される。

- (3) 本研究は、熱帯降雨観測衛星 TRRM の後継として計画されている全球降水観測 GPM の降水アルゴリズム開発の基礎を成す研究と位置づけられる。本研究で指摘されている課題を解決し、GPM の開発研究へと継続・発展することが期待される。

4 - 2 . 成果の戦略目標・科学技術への貢献

高時間・高空間分解能の全球降水分布は、グローバルな気候変動や水循環変動に関する現象解明や予測に対して不可欠な情報であるとともに、特に、降水観測が乏しい途上国において洪水や水利用や農業生産等の水に係わる問題の実態把握や予測をする上で、極めて有用な基本的情報である。本研究で開発された世界最先端の全球降水マップ“GSMaP”は、すでに一部で利用が始まっているが、グローバルからリージョナルにわたる環境問題などの解明や予測に関する研究と同時に、開発途上国の水災害の予測などローカルな水問題にも広く活用が期待される。また、本研究の成果は、2013年からの運用が予定されている全球降水観測 GPM の降水アルゴリズムの開発研究に対する基盤、言い換えれば、この分野における我が国が優位性をもった国際貢献の維持と発展の基礎となるものである。

4 - 3 . その他の特記事項(受賞歴など)

(1) 受賞

2002 年 武田賞 岡本謙一 (Charles Elachi, 畚野信義と共同受賞)

「地球環境モニタリングのための人工衛星搭載マイクロ波レーダの開発」

2002 年 11 月 20 日

平成 18 年度 土木学会 水工学論文奨励賞 瀬戸心太

「TRMM/PR 降雨強度推定アルゴリズムの再検討 - 表面参照法に起因するバイアス - 」

(土木学会 水工学論文集 第 50 巻掲載論文に対して)

2007 年 3 月 6 日

平成 19 年度 科学技術分野の文部科学大臣表彰 科学技術賞(研究部門) 井口俊夫

「衛星搭載レーダを用いた降雨強度推定アルゴリズムの開発研究」

2007 年 4 月 17 日

2007 年 猿橋賞 高薮縁

「熱帯における雲分布の力学に関する観測的研究」

2007 年 5 月 26 日

- (2) 研究代表者は、「人工衛星搭載降雨レーダの研究開発」に大きな足跡を残したとして、電子情報通信学会平成 17 年度フェローに選任されている。

- (3) 研究代表者は、CGMS(世界気象衛星調整グループ:わが国は気象庁が参加)と WMO をスポンサーとし、国際的に高時間・高空間分解能全球降水マップを作成している IPWG/PEHRPP にわが国を代表して参加し、レーダー・アメダス解析雨量マップを用いて、日本周辺の

各国の高時間・高空間分解能降水マップの検証を行っている。