

研究課題	(A2) 顕著現象監視予測技術の高度化に関する研究 副課題1：診断的予測技術に関する研究 副課題2：監視・予測技術改善のための研究・開発 副課題3：次世代観測システム構築に向けた研究
研究期間	平成26年度～平成30年度（5年計画第4年度）
担当研究部	○鈴木修 気象衛星・観測システム研究部長 （副課題1） [予報研究部] ○清野直子、益子渉、津口裕茂、荒木健太郎、（併任：予報課）廣川康隆 （副課題2） [気象衛星・観測システム研究部] ○楠研一、小司禎教、足立アホロ、南雲信宏、猪上華子、足立透、吉田智 [予報研究部] 山田芳則、林修吾、益子渉 [火山研究部] 佐藤英一 [台風研究部] 入口武史 （副課題3） [気象衛星・観測システム研究部] ○小司禎教、石元裕史、永井智広、楠研一、上清直隆、足立アホロ、酒井哲、太田芳文、南雲信宏、猪上華子、足立透、吉田智、（併任：計画課）山内洋、（併任：観測課）梶原佑介 [予報研究部] 瀬古弘、林修吾 [台風研究部] 岡本幸三 [火山研究部] 佐藤英一 （客員）真野裕三、増田一彦、石原正仁、小林隆久、内野修、新井健一郎、石津尚喜、藤原忠誠、小野村史穂
目的	局地的大雨・集中豪雨や竜巻等の突風など甚大な災害に直結する顕著現象の監視予測技術の高度化により、国民の安心・安全への貢献を目指す。また、次世代の気象監視予測をになう観測システム構築に資する技術を開発する。
目標	現業観測や数値予報資料に基づく統計的研究および新しい観測測器による研究観測を総合的に活用し、顕著現象について、数時間程度の短時間の監視・予測技術の開発・向上を目指すとともに、降水の高分解能観測・水蒸気観測の開発およびひまわり8、9号による観測の利用等を元に、顕著現象の短時間の監視・予測に有効な観測システム構築に資する研究・開発を行う。 （副課題1）診断的予測技術に関する研究 数値予報や客観解析資料、さらに高解像度非静力学モデルを活用して豪雨発生および終焉要因について統計的に調査し、気象庁予報担当者の予報現業での診断的予測技術向上に資する知見・手法を得る。 （副課題2）監視・予測技術改善のための研究・開発 二重偏波レーダー、GPS視線方向遅延量、高密度観測網等を用いて、顕著現象をもたらす積乱雲等のじょう乱の発生・発達にとり重要な要素である水蒸気・雨水・固体粒子といった水に関する高精度観測を行い、現象の時空間分布・発生機構の解明を行うとともに、顕著現象の検出・直前予測・短時間予報の改善に資する観測データ処理アルゴリズムを開発する。 （副課題3）次世代観測システム構築に向けた研究 フェーズドアレイレーダー・3次元雷センサ・水蒸気観測用ラマンライダー・衛星ラピッドスキャン等を用いて、激しい降水をもたらす積乱雲の微細構造を観測するための手法の開発、数値予報精度向上に資する水蒸気分布観測等最新技術の導入、および次期静止気象衛星観測の活用等様々な新しい観測技術の特性を把握するとともに、OSSEなどの技術を用いて、それらの監視・予報精度向上への有効性について客観的に評価する技術を開発し、次世代観測システム構築に資する知見を得る。

研究の概要

(副課題1) 診断的予測技術に関する研究

客観解析データを用いた豪雨の発生および終焉要因の調査、および豪雨の主要因として提案されている500m高度データの評価を行う。また、水平解像度1kmの非静力学モデルを用いて、複数の過去の豪雨事例の再現実験を行うことで、豪雨の発生要因を統計的に調査する。これらを通じて、過去の集中豪雨の発生および終焉要因を統計的に調査し、その結果をデータベース化し、気象庁の予報担当者が利用できるWebシステムを構築する。本課題は、課題A1の顕著現象の実態把握・機構解明で得られた知見を継承しつつ、本課題で得た統計的な知見をフィードバックするなど密接な関わりを持つ。

(副課題2) 監視・予測技術改善のための研究・開発

以下の課題を行う。実行にあたっては、サブ課題3で並行して得られる成果を有効に活用する。

- ① 高速スキャンレーダーを用いて観測される局地的大雨の降水コアの落下の様相やメソサイクロンの3次元的な発達過程から、局地的大雨や竜巻の発達メカニズムを解析し、竜巻・局地的大雨の探知・直前予測に関するアルゴリズムを開発する。
- ② 2重偏波レーダーから推測される固形降水粒子分布と雷センサによる発雷との関連性について解析し、雷観測データを用いた顕著現象予測のためのアルゴリズムの開発を行うとともに、竜巻等突風および局地的大雨と発雷との関連性を解析し、雷放電をこれらの前兆現象としての視点で予測に活用する可能性を調査する。
- ③ ドップラーライダー・レーダー・次期静止気象衛星ひまわり8、9号等のデータを解析することにより積乱雲発生・発達過程に焦点をあてて解析する。さらに水蒸気データ等を用いた発生・発達のポテンシャルとあわせることにより、積乱雲の発生・発達の監視・予測技術を開発する。
- ④ ドップラーライダーによる晴天気流の動態を解析して航空機に危険な風の解析を行うとともに、2重偏波レーダーとの比較を行い、2重偏波レーダーによる晴天ガストフロント検出の可能性を考察する。いずれも観測部と協力して行う。
- ⑤ 副課題3-③の成果を用い、a)降水コアの落下を仮定した大雨の予測、b)竜巻飛散物や降水粒子判別の事例解析、c)飛散物による竜巻監視や、あられ、雹の検出を用いた雷の予測、d)下層水蒸気の分布と対流性降水との関連調査、の研究を行う。
- ⑥ 副課題3-⑤の成果を用い、視線遅延量を利用した積乱雲の発達を監視・予測する技術の開発を行う。また、豪雨をもたらす海上からの水蒸気流入の推定技術について調査する。

(副課題3) 次世代観測システム構築に向けた研究

以下の課題を行う。ここでの成果は、適宜サブ課題2の研究に有効活用される。

- ① フェーズドアレイレーダーの技術開発を行い、その観測で得られるビッグデータ処理システムの整備を行うとともに、各種データ補正・3次元解析・表示コンテンツ制作など観測基盤ツールを製作する。さらに地表面クラッタ低減機能やオーバーサンプリングによる高解像度機能の評価等を行う。
- ② 雷放電の3次元標定アルゴリズムの開発と改良、および品質管理手法の確立を行う。
- ③ 固体素子二重偏波レーダーによる降水強度の高精度推定、竜巻飛散物および降水粒子の判別、下層水蒸気分布の観測手法の開発等を行う。
- ④ 大気中の水蒸気分布を観測するための、小型・軽量、かつ取り扱いが容易なライダーに関する検討・開発などを行う。
- ⑤ GPSに加え、Glonass等複数の衛星測位システムを利用し、積雪深、土壌水分量、海上の水蒸気量、及び水蒸気3次元構造の解析アルゴリズム開発等を行う。
- ⑥ 衛星・地上観測の放射伝達計算に必要な非球形粒子の標準的な形状モデルを独自開発して、衛星・地上観測シミュレータモデルの高度化、共通化を図る。
- ⑦ 衛星搭載赤外・マイクロ波放射計やレーダー等の観測について、同化の高度化に向けた研究・開発を行う。特に雲・降水域での利用や、主成分スコア等を用いたハイパーサウンダ利用の高度化に向けた研究・開発を行う。
- ⑧ 実況監視および数値予報への新規観測データの有効性を評価するための同化実験および観測システムシミュレーション実験を行い、新しい観測システムの監視予測への有効性を評価する手法を開発する。(A1と連携する。A1では、新規観測データのモデルへの同化手法について検討し、A2では、新規観測測器の有効性を評価

	する。)
平成 29 年度 実施計画	<p>(副課題 1)</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 引き続き、気象庁の予報業務研修での講義や各官署に出向き指導・教育することにより、予警報業務の課題やニーズを把握する。 ② 線状降水帯発生条件を高度化するために、線状降水帯の走向を決定する要因について調査する。 ③ 水平解像度 1km の非静力学モデルを用いて、複数の過去の豪雨事例の再現実験を行うことで、豪雨の発生・終焉要因を統計的に調査する。 ④ 引き続き、豪雨や大雪発生時の大気環境場の統計解析を行う。 <p>(副課題 2) 監視・予測技術改善のための研究・開発</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 積乱雲の内部構造を観測し、竜巻等突風、局地的大雨および台風環境下における激しい風雨の解析を行う。高速スキャンレーダーによる竜巻等突風および局地的大雨の探知・予測アルゴリズム開発の一環として、フェーズドアレイレーダーおよび可搬型ドップラーレーダーにより、庄内平野に新規に設置される XRAIN 型レーダーと連携することを含め、竜巻渦の 3 次元探知アルゴリズムの動作試験及び改良を行うとともに、降水コア検出の開発を進める。 ② 雷詳細観測を行い、雷放電・発雷機構の解析をする。さらに雷放電と関連の深い、アラレや上昇気流と雷活動・電荷構造の関連についてフェーズドアレイレーダーや二重偏波レーダーを用いて解析を行う。 ④ ドップラーライダーと二重偏波レーダーとを組合せた晴天ガストフロント検出アルゴリズムの概念モデルを作成する。 ⑤ 副課題 3 ③の成果を用い、固体素子二重偏波レーダーによる関東地方の顕著現象の観測を行うとともに、顕著現象の解析を行う。 ⑥ 副課題 3 ⑤の成果を用い、局地的な水蒸気の非一様の度合い、水蒸気のスケールハイトや下層水蒸気量と、豪雨や突風等の顕著気象との関係を調査する。 <p>(副課題 3) 次世代観測システム構築に向けた研究</p> <ol style="list-style-type: none"> ① 可搬型ドップラーレーダーについて、セクタースキャンによる高速化と可搬性を生かした顕著現象の詳細観測を実施し、竜巻の高解像度観測機能を評価する。フェーズドアレイレーダーについて、ビッグデータ運用パラメータに依存した現象の解像度やノイズ特性等の調査と気象場に応じたデータ品質の検証によって、現業での利活用を見据えた機能評価を実施するとともに、解析・図化アルゴリズムの改善を行う。 ② 雷放電路 3 次元可視化機動ネットワークシステムの標定精度向上のためのアルゴリズム開発を行う。 ③ 二重偏波情報を用いた減衰補正手法の開発、豪雨や竜巻等の顕著現象の解析手法の開発、粒子判別アルゴリズムの開発、地形クラッターの位相を用いた下層水蒸気分布の推定アルゴリズムの開発、を引き続き行う。 ④ 機動観測用水蒸気ラマンライダーを用いた機動観測を行うとともに、水蒸気ライダーの開発・改良を行い、数値モデルの検証やデータ同化実験等、予測への効果を調査する。⑤引き続き、リアルタイムで視線水蒸気量を解析する手法、海上での準リアルタイム水蒸気解析手法、水蒸気 3 次元情報の抽出に関する手法の開発を行う。 ⑥ ひまわり 8 号データを用いた OCA 雲解析について、導入した雲 2 層アルゴリズム改良による雲推定精度の向上を図る。OCA また新規の火山灰事例に対し OCA 解析を利用した水・氷雲混入の判定を試みる。 <ul style="list-style-type: none"> ・赤外サウンダを用いた火山灰物質推定については、リトリーバル手法の改良と AIRS・IASI のサウンダデータ両サウンダデータを用いた解析事例の整備を行い、また推定した光学定数から作成した LUT の VOLCAT への組み込みを試みて VOLCAT リトリーバル結果への影響を調べる。 ・内部混合エアロゾル粒子の可視・近赤外散乱データベース、凝集体氷粒子の広域マイクロ波散乱データベースの構築を継続して行なう。 ・X線 μ-CT データを使った積雪粒子モデルの改良を継続して実施する。⑦ ひまわり 8 号の赤外輝度温度データの雲域での輝度温度同化に向けて、引き続きモデルとの

	<p>比較を進める。この結果を元に、A1、A3 課題と連携して、同化前処理（観測誤差設定、品質処理）の開発・改良を行い、同化実験により効果を確認する。</p> <p>⑧ 昨年度開始した観測システムシミュレーション実験についてのアルゴリズムを引き続き実験環境の整備を行うとともに、可搬型観測装置などから得られるデータを想定した同化手法の開発に着手する。</p> <p>⑨ 気象衛星ひまわり 8 号の観測バンドに対応したアジョイント放射モデルの開発と高度化を進める。また、アジョイント放射モデルを使った感度解析を行い、ひまわり 8 号の観測バンドがもつ情報を定量的に調査する。</p>
波及効果	<p>顕著現象監視予測技術を向上させ、防災気象情報を高度化することは、気象災害の軽減に不可欠で、そのために気象庁技術開発推進本部の豪雨監視・予測技術開発部会、竜巻等突風情報改善プロジェクトチームと連携して研究開発をすすめる。また、気象庁の予報担当者への支援、次世代気象庁観測システム構築のための知見、国際貢献など幅広い波及効果が見込まれる。</p>