

研究課題	(A 3) 台風の進路予報・強度解析の精度向上に資する研究 副課題 1 : 全球及び領域解析・予報システムを用いた台風進路予報の精度向上に関する研究 副課題 2 : 台風の強度推定と急発達・構造変化過程の解明及び予測可能性に関する研究
研究期間	平成 26 年度～平成 30 年度 (5 年計画第 3 年度)
担当研究部	○高野功 台風研究部長 (副課題 1) [台風研究部] ○青梨和正、岡本幸三、和田章義、石橋俊之、山口宗彦、小田真祐子、(併任: 数値予報課) 雁津克彦、(客員) 金田幸恵 [予報研究部] 吉村裕正、國井勝 [環境・応用気象研究部] 新藤永樹 [気象衛星・観測システム研究部] 石元裕史、上清直隆 (副課題 2) [台風研究部] ○岡本幸三、和田章義、小山亮、入口武史、沢田雅洋、嶋田宇大、(併任: 数値予報課) 大和田浩美 [予報研究部] 川畑拓矢、國井勝
目的	台風進路予報の改善と台風強度の実況推定及びその予報可能性に焦点を当てた研究を行い、気象庁が実施する台風解析・予報業務の改善に資する。
目標	台風進路予報の精度向上のため、全球及び領域解析・予報システムの構築・改良を行い、予測精度に影響を与える要因を分析する。また、台風強度解析の精度向上のため、衛星等リモートセンシングデータを用いた強度推定手法を改良する他、特に急発達・構造変化過程を解明し、強度予報の予測可能性に関する知見を得る。 (副課題 1) 全球解析・予報システムと領域解析・予報システムを用いて、台風進路予報の精度向上に資する研究を行う。 1-a) 雲降水域での衛星データ、特に、次期ひまわりのデータを全球大気データ同化システムへ導入する。初期場の改善により台風進路予報の改善を図る。次世代につながる新しいデータ同化手法の開発に着手する。 1-b) 気候モデルで効果のあった積雲対流スキームを全球モデルに導入する。その他の物理過程についても、気候モデルで効果のあったスキームを導入する。それらにより、台風進路予報の改善を図る。 1-c) 台風進路・強度予報のため、領域非静力データ同化システムを開発する。雲降水域の衛星リモセンデータを領域非静力データ同化システムへ導入する手法を開発する。また、領域非静力・海洋波浪結合モデルを含む同化システムによって台風進路・強度予報改善に関する知見を得る。 1-d) 台風進路予報誤差が大きかった事例等について、TIGGE データや特別観測プロジェクト等のデータを用い、誤差要因とその改善方策に関する知見を得る。また、TIGGE データ等を用いて台風発生の予測可能性を研究する。 (副課題 2) 台風の強度・構造変化の予報の改善に必要な、台風強度推定の精度向上、急発達・構造変化過程の解明、及び台風強度等の予測可能性に関する研究を行う。 2-a) 衛星観測データによる既存の台風強度推定法の検証に現業ドップラーレーダーデータを活用すると共に、検証結果を元に推定手法を改良し、その精度向上を図

	る。 2-b) 台風の急発達・構造変化過程について、観測データ解析及び数値シミュレーションを用いてプロセスを解明するとともに、モデルパラメータ設定や物理過程の影響を調べることで、強度予報の精度向上に資する知見を得る。 2-c) 日本に大きな影響を与えた台風事例について、観測データ解析・数値シミュレーションにより強雨・強風構造のメカニズム解明を行う。
研究の概要	(副課題 1) 1-a) ア) 雲降水域での赤外ハイパーサウンダ輝度温度データを同化する鉛直 1 次元変分法(1DVAR)を改良する。また、台風周辺域の赤外ハイパーサウンダデータの効率的利用のため、同化手法を高度化する。これらを、全球大気データ同化システムに導入し、台風進路予報の精度向上を図る。 イ) 次期ひまわり等の赤外放射計データを同化するため、放射計算モデルや 1DVAR などの開発に着手する。 ウ) 将来的な現業全球大気データ同化システムに貢献するため、4DVAR とアンサンブルのハイブリッド法研究に着手する。 エ) 物理過程改善や新規観測データ導入のインパクト評価に利用するため、アジョイントコードが不要な全球モデル用アンサンブルカルマン smoother を開発する。 オ) 全球大気データ同化システムの診断のため、アジョイントコードを用いた観測データのインパクト評価等を実施する。並行して、観測システムシミュレーション実験(OSSE)手法を開発する。 1-b) ア) C1 課題で開発された積雲対流スキームを、現業全球モデルに組み込み、台風進路予報の精度向上を図る。 イ) C1 課題で開発された他の物理過程のうち、効果があると考えられるものを全球モデルに組み込み、台風進路予報の精度向上を図る。 1-c) ア) 北西太平洋域等で領域非静力モデルとアンサンブルを用いた変分同化スキームから成る領域解析・予報システムを開発する。 イ) 衛星搭載の赤外・マイクロ波センサー、雲降水レーダー反射強度の同化のため、領域非静力モデル出力からの前方計算法を開発する。 ウ) それらを用いて衛星リモセンデータによる台風周辺の情報を領域非静力データ同化システムに導入し、台風進路予報の精度向上を図る。 エ) 領域非静力・海洋波浪結合モデルを含む同化システムによって台風進路・強度予報改善に関する知見を得る。 1-d) ア) 台風進路予報誤差が大きかった事例等について、全球予報・解析システム、領域予報・解析システム及び TIGGE データを用いて台風の構造を比較するとともに、特別観測プロジェクト(T-PARC、YOTC)などによる観測データを用いて比較検証することにより、進路誤差の要因と改善方策に関する知見を得る。 イ) TIGGE データ等を用いて台風発生の予測可能性を研究する。 (副課題 2) 2-a) ア) 衛星データを用いた既存の台風強度推定法について、発達ステージや海域等によって分類して検証を行う。陸地に接近した台風については、現業ドップラーレーダーデータ等の観測データを用いて検証を行う。 イ) 検証結果及び 2-b の成果を用いて推定手法を改良する。

	2-b) ア) 大きな台風強度推定誤差をもたらすことが多い急発達・構造変化した事例を中心に、衛星データ（ラピッドスキャン等）や現業ドップラーレーダーなどの観測データ、それらを非静力学モデルに同化した大気解析場や非静力学モデル等による数値シミュレーションを併せた解析を行い、その変化プロセスを解明する。 イ) 非静力学大気海洋結合モデルを用いて、初期値・解像度・物理過程等を変えた感度実験を行い、台風の急発達・構造変化過程に影響する要因を抽出して、台風強度等の予測可能性に関する知見を得る。 ウ) 2-a 及び 2-b ア、イで得られた知見を用いて、台風強度予測ガイダンスを開発する。 2-c) ア) 我が国に大きな影響を与えた台風事例について、2-a、2-b で得られた知見を活用し、観測データ・客観解析データ・数値予報プロダクトを用いて構造の特徴を解析するとともに、数値シミュレーションを行い、強雨・強風の構造と発現メカニズムを解明する。原因が特定できた場合は、気象研究所ホームページ等を通じて速やかに公開する。
平成 28 年度 実施計画	(副課題 1) 1-a) 全球大気データ同化システム開発 ① ひまわり 8 号データを用いた OCA による雲の 1DVar 解析を継続して実施する。特に H27 の関東・東北豪雨事例について、ひまわり 8 号の情報の数値モデルへの同化や他衛星・測器による観測データ解析への寄与について OCA 計算を通じて検討を行う。また OCA を用いたひまわり水蒸気推定についての評価計算を実施する。OCA については衛星センター開発中の雲 2 層モデルを推定アルゴリズムに組み込み、特に雲頂高度推定の高精度化を図る。 ② アンサンブルを用いた 4DVAR の研究を、従来の 4DVAR やアンサンブルカルマンスムーザと比較しながら進める。 ③ アンサンブルカルマンスムーザの研究を、従来の 4DVAR やアンサンブルを用いた 4DVAR と比較しながら進める。 ⑤ 全球大気解析に利用する観測情報の拡充のために、観測データのインパクトや誤差共分散行列等の診断を行う。これらの診断結果を用いて、観測データの品質管理の改良や誤差相関の導入など、同化システムの改良を進める。また、将来導入される観測網の評価のために、複数の手法の OSSE の構築、比較を行う。 ⑥ 衛星搭載風ライダーの OSSE について、NICT のライダーシミュレーターの高度化と連携しながら、信号強度情報を用いたより高度な品質管理処理を開発するなどして、データのより有効な活用方法を調査する。 ⑦ 雲域でのひまわり 8 号の赤外輝度温度データを、全球大気データ同化システムで同化するため、雲散乱計算を考慮した高速放射伝達モデルを導入した解析前処理や 4DVAR を開発する。また雲の効果を考慮した品質管理手法の検討を行う。 1-b) 全球モデル物理過程改良 ① 本庁で改良中の物理過程の現業全球モデルへの導入の後に、気象研で開発を行った物理過程スキームを組み込む。 1-c) 領域大気データ同化システム開発 ① アンサンブルに基づく変分法的同化法を用いて、2014 年台風第 11 号事例等について、実際の観測データを用いて、予報解析サイクルの同化実験を行なう。実験結果の解析により、このプログラムの問題点の改良を行なう。 ② NHM-LETKF の台風強度、位置、強風半径情報のデータ同化手法を他の台風事例に応用し、そのインパクトについて調査を継続する。また、NHM-LETKF に海洋・波浪

	モデルを組み込み、海面水温変動が台風解析に与えるインパクトを引き続き調査する。 ③ マイクロ波放射計データの前方計算値の精度を上げるため、引き続き、TRMM、GPM等の観測データと、GANALの地表面気温、可降水量、海上風速などの統計的な比較を行なう。 ④ アンサンブルに基づく変分法的同化システムにおいて、衛星搭載降水レーダー同化を行うため、品質管理・データ選択手法を開発する。 1-d) TIGGE データ等を用いた予測可能性研究 ① 北上バイアスが顕著であった2014年7月31日00UTC初期値の台風第11号に注目し、TIGGE データや領域モデルによる予報結果を用いて、予報誤差の原因を解析する。 ② 2日先の台風発生予報プロダクトの利用可能性に関して、研究成果をとりまとめる。また、現業利用に向けた改良を行う。 ③ アンサンブル手法による台風強度予測の可能性を調査する。 (副課題2) 2-a) 強度推定手法の改善 ① ATMS による台風中心気圧推定の精度検証を引き続き行う。 ② ドップラーレーダーによる強度推定は条件により推定精度が異なることを利用して、それらの条件から一つの指標（推定信頼度インデックス）を構築し、推定値を適切に現業利用できるようにする。 2-b) プロセス解明・予測可能性検討 ① 上層 AMV（ひまわり8号及びMTSAT）やその他のデータを用いて、急発達台風事例の解析を行い、急発達のプロセスを調べる。ひまわり8号 AMV の特性の検証を行うとともに、上層 AMV を用いた地上最大風速診断の可能性について検討を行う。 ② 2015年台風第15号など、急発達や強風等の顕著現象を伴った台風事例について、ドップラーレーダーなどの観測データ解析と数値シミュレーションにより、その原因やプロセスについて調査する。 ③ 2013年台風第30号の発達プロセスと最大強度に対する海洋の役割に関する研究を引き続き実施するとともに、初期値アンサンブル実験を実施することにより、台風強度変化と大気海洋環境場の不確実性の関係に関する研究に着手する。2014年台風第19号の発達率・サイズに対する解像度依存性について、引き続き詳細な解析を行う。ひまわりラピッドスキャンデータの非静力学モデルへの同化による台風の強度や構造変化に対するインパクトの研究に着手する。 ④ SHIPS で計算された最大風速の予測値の精度評価を行うとともに、中心気圧の予測手法の検討を行い、現業利用のためのプロトタイプを作成する。CHIPS と GSM や本庁の統計ガイダンスなどを組み合わせたコンセンサスによる台風強度予測ガイダンスのプロトタイプを作成する。さらに、台風強度ガイダンスに有効な新しいパラメータ調査を行い、精度向上を図る研究を行う。 2-c) 顕著台風事例解析 ① 2016年の台風シーズンの顕著な台風について、必要に応じて速報解析を行い、強度や強雨・強風構造について明らかにする。
波及効果	・ 雲・降水域を含む広域での赤外、マイクロ波データ等の同化の研究結果は、現業数値予報の全球的な精度の向上に資する。 ・ 領域非静力学モデルをベースとしたデータ同化システムの開発成果は、気象庁の次世代全球非静力学モデルにおけるデータ同化手法の開発に活用できる。 ・ 衛星・レーダー・地上観測データ等の利用拡充による客観的な台風強度解析手法の高度化、台風の活動予報プロダクトの改良、強度予報ガイダンス開発に資する調査

	は、アジア・太平洋諸国の防災・減災を任務とする「アジア太平洋気象防災センター」の活動に貢献する。 ・非静力学大気波浪結合モデルを用いて、台風の急発達や構造変化に関する数値シミュレーションを行い、各種観測データと比較検証することは、現業数値予報システムによる海況予測の精度向上に資する。 ・我が国に大きな災害をもたらした台風事例について、強雨・強風の構造の実態と科学的解釈を示すことは、国や地方自治体における防災対策の立案に対して、有効な情報となる。 ・本研究課題で得られた成果は、ESCAP/WMO 台風委員会の北西太平洋台風アンサンブル予報プロジェクト（NWP-TCEFP）や WMO の顕著現象に関する地域予報実証プロジェクト（SWFDP）等の推進に寄与し、国際貢献に役立つ。
--	---