研究課題	**（Ａ３）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 1 年度）
担当研究部	○竹内義明　台風研究部長 （副課題 1） ［台風研究部］○青梨和正、上清直隆、石橋俊之、山口宗彦、小田真祐子、 （客員）松枝未遠、山岬正紀 ［予報研究部］吉村裕正、國井勝 ［気候研究部］新藤永樹 ［気象衛星・観測システム研究部］岡本幸三、石元裕史 （副課題 2） ［台風研究部］○北畠尚子、和田章義、小山亮、嶋田宇大、櫻木智明 ［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。初期場の改善より台風進路予報の改善を図る。 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。 （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により、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スムーザー**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。 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。 (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。 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 26 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、台風周辺域の AIRS データに適用する。この出力から領域非静力データ同化システム用の入力データを作る。 ②赤外ハイパーサウンダデータの有効利用のため､バイアスや標準偏差に加え予報誤差の観測感度（FSO）等の指標に基づき地表面特性や各種パラメータ、季節の違いに対する AIRS 観測の有効性の変化を調査する。 ③気象衛星センターと協力して､次期ひまわりの水蒸気チャンネルを使った 1DVAR の開発に着手する。厚い雲域での赤外の輝度温度同化スキームを改良する。 ④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のスキームを開発する。 ⑤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スムーザーの開発に着手する。 ⑥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法の準ルーチン的なテストを行なう｡観測システムシミュレーション実験(OSSE)の 3 種類の手法の比較を行なう。OSSE による衛星搭載ライダー同化の処理の改良と実験結果の評価を行なう。 1-b）全球モデル物理過程改良 ①最新の現業全球モデルを気象研に導入し､気象研で開発を行った積雲対流スキームなどの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領域非静力モデル用のアンサンブルを用いた変分同化スキームを使った､予報解析サイクルが動くようにする。また､アンサンブルを用いた変分同化スキームのハイブリッド化に着手する。 ②衛星搭載のマイクロ波放射計輝度温度について､領域非静力モデル出力からの前方計算法を開発する。J-simulator を利用した前方計算のテストを行なう。 1-d）TIGGE データ等を用いた予測可能性研究 ①気象庁全球モデルによる台風進路予測の誤差が他の数値予報センターよりも大きい事例を特定し、TIGGE データを用いて台風の構造を比較し、誤差の原因となるような気象庁特有の誤差を調査する。

	②北西太平洋熱帯低気圧アンサンブル予報プロジェクト（NWP-TCEFP）のもと台風の発生予測プロダクトの利用可能性を調査する。 （副課題２） 1-a）強度推定手法の改善 ①マイクロ波探査計（AMSU）及びマイクロ波放射計 TRMM/TMI を使用した台風強度推定法関連システムを、MacOS 上から Linux 上に移植するとともに、強度推定値及び構造について、海域・季節毎の特徴の調査を行う。 ②TRMM/TMI による台風の強度推定手法を応用して SSM/I 及び SSMIS データを用いた台風強度推定手法の開発を行う。また AMSU の後継センサーである改良型マイクロ波探査計（ATMS）観測データの台風構造解析への利用可能性を調査するため、データ処理環境を Linux 上に構築する。 ③現業ドップラーレーダーのドップラー速度データの折り返し補正を改善し、ドップラー速度を用いた台風強度推定の精度向上を図る。またドップラーレーダーデータによる台風強度推定の得意・不得意事例を調査し、問題点を抽出する。 1-b）プロセス解明・予測可能性検討 ①MTSAT ラピッドスキャンデータを使って算出した台風内の上層風を、ゾンデ観測や気象庁メソ解析を用いて精度評価を行う。上層風の接線風速の変化と台風の発達・衰弱との関係を調査する。現行ラピッドスキャン風計算システムを、SunOS 上から Linux 上に移植し、次期ひまわりデータによる風算出環境を構築する。 ②三重眼構造となった 2012 年台風 15 号について、現業ドップラーレーダーのドップラー速度からリトリーブした風速場を利用して台風の構造解析を行い、環境場と内部構造の関係や構造変化過程について調査する。 ③気象研究所非静力学大気モデルに局所アンサンブル変換カルマンフィルターを適用した大気データ同化システムを台風研究に活用できるよう、システムを構築し、実際の台風事例に適用する。2013 年台風 30 号について、大気海洋客観解析データ及び非静力学大気波浪海洋結合モデルを用いた数値シミュレーション及び感度実験から、その発生・急発達・強度維持過程を明らかにする。 1-c）顕著台風事例解析 ①2013 年に日本に大きな影響のあった台風（18 号・24 号等）について、事例解析を行い、強雨・強風構造を明らかにする。また 2014 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う。
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を拡充し、客観的な台風強度解析手法を高度化することは、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