

令和 2 年 6 月 8 日現在

機関番号：82109

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K05556

研究課題名（和文）階層的なモデルの比較を通じた台風強度の理解

研究課題名（英文）Understanding of tropical cyclone intensification using statistical, dynamical, and sophisticated numerical models

研究代表者

沢田 雅洋（Sawada, Masahiro）

気象庁気象研究所・台風・災害気象研究部・併任（第一研究室）

研究者番号：90466524

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,600,000円

研究成果の概要（和文）：台風強度予報における複数のモデルの強みと弱みについてまとめた。共通課題は、どのモデルも急激な強度変化をする事例は強度予報誤差が大きいことである。それぞれのモデルの特徴は、統計力学モデルは平均的な台風強度予報誤差が最も小さい、簡易力学モデルは強度予報誤差が大きい急激な発達を表現するポテンシャルを持つ、数値予報モデルは上陸時や再発達する台風強度の時間変化傾向を捉えることが分かった。大気追跡風を利用して数値予報モデルの初期値を修正し、台風の強度予報の更なる改善を試みた。この結果、台風の発達の遅れを軽減できたが、その発達の遅れは残ったままであった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究を通じて台風強度予報における複数のモデルの強みと弱みを把握することができ、それらを台風強度予報で利用する際の指針が得られた。ここで得られた成果の一部は、気象庁における台風強度予報の5日先までへの延長に貢献した。これにより台風に伴う大雨や強風などの情報をこれまでより早い段階から提供することにより、防災関係機関などの対応より効果的に支援することが可能と期待される。

研究成果の概要（英文）：We documented the strengths and weaknesses of three numerical models for tropical cyclone (TC) intensity forecast. The common issue is all models have a large error of intensity forecast of TC for the cases which experience rapid intensity changes. Each characteristics are: the statistical-dynamical model represents the smallest intensity forecast error as a statistical viewpoint, the simple axisymmetric model has a large forecast error but has a potential to reproducing the rapid intensification, and the numerical model could reproduce the temporal change of TC when it landfalls and re-intensifies. We attempted to improve TC intensity forecast by modifying the initial condition for numerical model with atmospheric motion vector (AMV) derived from satellite observation. The results demonstrated the inclusion of AMV mitigates the slow intensification bias to some degree, but there remains the slow intensification bias.

研究分野：数値気象モデル

キーワード：台風 数値モデル 自然災害

様式 C-19、F-19-1、Z-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

台風は地球上で最も激しい大気擾乱であり、多くの研究者がその強度変化をもたらす要因を調べてきたが、依然として多くの課題が残されており、地球科学における主要な問題の一つである。台風強度は中心付近の複雑な対流活動・内部コア力学(内的要因)に依存していると考えられるため、これまでに様々な物理過程を含んだ高解像度な非静力学モデルの開発に多くの資源が費やされてきた。それにもかかわらず、精緻な3次元非静力学モデルを用いた台風強度予報よりも、環境場の外的要因(背景風の鉛直シアや海面フラックスなど)の影響を重視した簡易な軸対称台風モデルや、統計力学モデルの方が、大西洋域において高い予報精度を示すことが報告されている。研究代表者らは太平洋域に最適化した軸対称台風モデルを用いて、過去5年分の全台風に対する強度予測実験を行い、気象庁が運用している精緻な全球モデルよりも強度変化傾向をよく捉えていることを示し、全球モデル、統計ガイダンス、軸対称台風モデルの3つの強度予報の平均が最も誤差が小さいことを示した。

しかし、個々の事例では、全球モデルの方が強度変化をよく再現する場合もある。これは台風強度変化が外的要因のみで決定される事例だけではなく、内的要因が重要な役割を担っている事例も存在することを示唆する。内的要因の重要なプロセスとして、非軸対称構造から軸対称構造に遷移することが挙げられる。軸対称台風モデルは台風が軸対称構造を仮定したモデルであるため、非軸対称構造が関わるプロセスを適切に扱うことができず、内的要因に基づく台風強度変化を捉えられない。3次元非静力学モデルならば、非軸対称構造から軸対称構造の遷移を表現し、内的要因による強度変化を扱うことができる。ただし、モデルに与える初期値(台風の渦構造や水蒸気の分布など)のわずかな違いに対して、台風強度が大きく異なることがあり、外的要因・内的要因それぞれが強度変化に及ぼす影響度を評価するのは容易ではない。さらに計算コストが他2つのモデルに比べて非常に大きいため、多数事例について外的要因・内的要因を特定するための感度実験するのは現実的ではない。軸対称台風モデル(と統計力学モデル)は初期値感度が小さい(無い)ため、外的要因で強度変化が起きている事例ならば、一貫して再現性が良いことが期待できる。さらに、軸対称台風モデルと統計力学モデルは計算コストが非常に小さいので、外的要因を特定するための感度実験を行い、強度変化の要因分析が可能である。

先行研究では、再解析データを用いて環境場と強度変化の関係を調べることで、あるいはモデルによる再現実験結果を観測データと比較することで、台風強度変化の理解が試みられてきた。前者の手法では、台風内部構造を調べるには再解析データの空間解像度が粗いため、内的要因による影響を切り分けることができない。後者の手法では、台風の多くは時空間的に均一な観測データの乏しい熱帯海洋上で発生・発達するので、系統的な検証・解析は困難である。

2. 研究の目的

(1) 北太平洋域における台風強度に対する外的要因・内的要因の寄与度合を評価する

過去の研究ではそれぞれのモデルについて、個別に統計的検証は行われているものがほとんどだが、本研究では、北西太平洋における過去数年の全台風を対象とし、3つの異なるモデルによる最大風速などの再現性能を評価する。3つのモデルの再現性の違いを比較することで、外的要因・内的要因の寄与度合を定量化する。

(2) モデル比較を通じた台風強度変化の物理的解釈をする

3つのモデルによる台風強度の再現実験において、3次元非静力学モデルによる再現精度の良かった事例・悪かった事例に着目して、モデル間の違いを調べる。そして、強度変化の違いが顕著になる時の力学・熱力学場の相違点を明らかにし、その物理的理由を解明する。

3. 研究の方法

(1) 軸対称台風モデル・統計力学モデルによる台風強度予報実験

計算コストの小さい簡易力学・統計力学モデルの2つのモデルを用いて、数年分の台風強度の再現実験を行うことで、台風強度変化に関する均質なデータセットを作成する。それらと比較し、外的要因・内的要因の寄与度合を統計的に評価する。また、外的要因で説明できない事例抽出を行う。

(2) 精緻な3次元非静力学モデルによる台風強度予報実験

台風強度変化について外的要因で説明できない事例に対して、内的要因を表現できる精緻な非静力学モデルによる再現実験を行う。3つのモデル特性の違いから生じる再現性の差異から、強度変化の原因を考察することを試みる。さらに、既存予報モデルの改善策を提案する。

4. 研究成果

(1) 北西太平洋域の過去3年間(2012-2014)に発生した台風に対して、軸対称台風・統計力学・数値予報モデルの3つを用いた数値実験を行った。その結果を用いて、台風強度予報における複数のモデルそれぞれの強みと弱みについてまとめた。共通する課題は、どのモデルも急激な強度変化をする事例は強度予報誤差が大きいことである。それぞれのモデルの特徴は、統計力学モデルは平均的な台風強度予報誤差が最も小さい、軸対称台風モデルは強度予報誤差が大きい急激な発達を表現するポテンシャルを持つ、数値予報モデルは地形などの影響や非軸対称構造を

表現することで上陸時や再発達する台風の強度の時間変化傾向をよく捉えることが分かった(山口他、2018)。数値予報モデルに用いられる初期値はやや低解像度の解析値であるため、実況の台風強度を反映できていない。そのため、台風の初期値化を適切に行う必要があることが示された。3つのモデル結果を組み合わせたものは、それぞれのモデル単体より再現性がよかった。統計力学モデルは主に環境場の外的要因を考慮して台風強度変化を予測するので、数日の時間スケールでは多くの事例において台風強度変化は外的要因の寄与で説明されると考えられる。しかし、24時間程度の短時間での強度変化は軸対称台風モデルで表現されることがあり、内的要因が大きく寄与していると推測された。

(2) 台風の強度予報誤差に関するデータベースを構築した。その強度予報誤差は外的要因に関連した物理量(鉛直シアや最大発達強度など)で補正することで軽減できることが示された(Ito et al. 2016)。

(3) 統計モデルや軸対称台風モデル、数値予報モデルによる台風強度予報の比較を行い、それらを単純に平均することでどの単体のモデルと比べても精度が概ねよくなることが示された(Yamaguchi et al. 2018)。追加解析の結果、それぞれの重みを変えることで更なる改善が得られた。興味深いのは、各予報時間によって最適な重みが変わることである。統計力学モデルは予報時間が短い時の重みが大きく、急発達が不得手と考えられている統計力学モデルで短期予報の重みが大きいことが意外であった。一方、数値予報モデルは予報時間が長いほど大きくなる傾向が見られた。これは数値予報モデルにおいて、初期の強度変化再現性と数値モデルの入力となる初期値の精度の両方に課題があることを示唆された。

(4) 数値予報モデルそのものの特性についてより詳細に調べるため、いくつかの数値予報モデルとの比較・検証を行った。その結果、数値予報モデルで使われる水平解像度や海洋結合が重要であることが示唆された。強い台風ほど、数値予報モデルの初期値に大きな過少バイアス(台風が弱めであること)が見られた。これは初期値に利用される解析値が台風を表現するには水平解像度が不十分であると考えられた。また、検証に使用されるベストトラックにより、検証結果が変わり得ることも示された(Ito et al. 2018)。

(5) 本研究を通して、台風強度変化をより適切に捉えるための課題の1つとして、数値予報モデルに用いられる初期値に着目した。そこで、ひまわり8号による衛星観測から得られる雲画像から作成される大気追跡風を利用して数値予報モデルの初期値を修正し(データ同化)、台風の強度予報の更なる改善を試みた。データ同化手法に用いる背景誤差共分散を高解像度化することで、台風の発達が遅れるバイアスを軽減することができた。しかし、強い台風に対して、データ同化手法の設定を変えても台風の発達が遅れるバイアスは残ったままであった。本結果の一部は、原著論文として出版された(Sawada et al. 2019)。

(6) 初期値改善の研究の更なる発展として、より高密度な大気追跡風を取り込むことで、台風の周辺場の初期値を修正し、台風強度予報などの改善が見込めるか調査した。高密度大気追跡風を同化することで台風の発達に関わる台風の内部構造が変わるが、初期の台風強度予報誤差にはあまり影響がないが、予報後半で改善が示されたことが意外であった。要因として、台風進路予報が改善することで、外的要因となる環境場の鉛直シアや海面水温の影響を適切に取り込むことができたと推察された。また、追加調査によると、高密度大気追跡風を適度に間引きして利用することで、台風強度予報を改善し得ることが分かった。しかしながら、大気追跡風を取り込むことで台風の発達の遅れをある程度軽減できることが示されるが、その発達の遅れは依然として残ったままであった。これは初期値の改善だけではなく、数値予報モデルの解像度や物理過程の改良も必要であることを示唆する。本結果の一部は、原著論文として出版された(Sawada et al. 2020)。

<引用文献>

Ito, K., 2016: Errors in tropical cyclone intensity forecast by RSMC Tokyo and statistical correction using environmental parameters. SOLA, 12, 247-252, doi:10.2151/sola.2016-049

Ito, K., M. Sawada, and M. Yamaguchi, 2018: Tropical cyclone forecasts for the Western North Pacific with high-resolution atmosphere and coupled atmosphere-ocean models. Papers in Meteorology and Geophysics. 2018, 67, 1-15, doi:10.2467/mripapers.67.15

Sawada, M., Z. Ma, A. Mehra, V. Tallapragada, R. Oyama, and K. Shimoji, 2019: Impacts of Assimilating High-Resolution Atmospheric Motion Vectors Derived from Himawari-8 on Tropical Cyclone Forecast in HWRF. Mon. Wea. Rev., 147, 3721-3740, doi:10.1175/MWR-D-18-0261.1

Sawada, M.; Z. Ma, A. Mehra, V. Tallapragada, R. Oyama, and K. Shimoji, 2020: Assimilation of Himawari-8 Rapid-Scan Atmospheric Motion Vectors on Tropical Cyclone in HWRP System. *Atmosphere*, 11, 601, doi:10.3390/atmos11060601

Yamaguchi, M., H. Owada, U. Shimada, M. Sawada, T. Iriguchi, K. D. Musgrave, and M. DeMaria, 2018: Tropical cyclone intensity prediction in the western North Pacific basin using SHIPS and JMA/GSM. *SOLA*, 14, 138-143, doi:10.2151/sola.2018-024

山口宗彦、嶋田宇大、沢田雅洋、入口武史、大和田浩美、2019: 台風予報・解析技術高度化プロジェクトチームによる 5 日先台風強度予報ガイダンスの開発, 82, doi:10.11483/mritechrepo.82

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計9件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 6件）

1. 著者名 Yamaguchi Munehiko, Owada Hiromi, Shimada Udai, Sawada Masahiro, Iriguchi Takeshi, Musgrave Kate D., DeMaria Mark	4. 巻 14
2. 論文標題 Tropical Cyclone Intensity Prediction in the Western North Pacific Basin Using SHIPS and JMA/GSM	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 138 ~ 143
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.2151/sola.2018-024	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 Shimada Udai, Owada Hiromi, Yamaguchi Munehiko, Iriguchi Takeshi, Sawada Masahiro, Aonashi Kazumasa, DeMaria Mark, Musgrave Kate D.	4. 巻 33
2. 論文標題 Further Improvements to the Statistical Hurricane Intensity Prediction Scheme Using Tropical Cyclone Rainfall and Structural Features	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Weather and Forecasting	6. 最初と最後の頁 1587 ~ 1603
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.1175/WAF-D-18-0021.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する
1. 著者名 山口宗彦、嶋田宇大、沢田雅洋、入口武史、大和田浩美	4. 巻 82
2. 論文標題 台風予報・解析技術高度化プロジェクトチームによる5日先台風強度予報ガイダンスの開発	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 気象研究所技術報告	6. 最初と最後の頁 1 ~ 60
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) https://doi.org/10.11483/mri_techrepo.82	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 伊藤耕介, 山口宗彦, 沢田雅洋	4. 巻 印刷中
2. 論文標題 高解像度大気モデル及び大気海洋結合モデルを用いた北西太平洋全域台風予測実験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 気象研究所研究報告	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 伊藤耕介, 沢田雅洋, 山口宗彦	4. 巻 -
2. 論文標題 高解像度大気モデルと結合モデルによる北西太平洋全域台風予測実験	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2017年度台風研究会報告書	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 伊藤耕介	4. 巻 -
2. 論文標題 台風強度予報誤差と急発達率の近年の増加傾向について	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 2017年度異常気象研究会報告書	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Kosuke Ito	4. 巻 12
2. 論文標題 Errors in tropical cyclone intensity forecast by RSMC Tokyo and statistical correction using environmental parameters	5. 発行年 2016年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 247-252
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.2016-049	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Sawada Masahiro, Ma Zaizhong, Mehra Avichal, Tallapragada Vijay, Oyama Ryo, Shimoji Kazuki	4. 巻 147
2. 論文標題 Impacts of Assimilating High-Resolution Atmospheric Motion Vectors Derived from Himawari-8 on Tropical Cyclone Forecast in HWRF	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Monthly Weather Review	6. 最初と最後の頁 3721 ~ 3740
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1175/MWR-D-18-0261.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Sawada Masahiro, Ma Zaizhong, Mehra Avichal, Tallapragada Vijay, Oyama Ryo, Shimoji Kazuki	4. 巻 11
2. 論文標題 Assimilation of Himawari-8 Rapid-Scan Atmospheric Motion Vectors on Tropical Cyclone in HWRf System	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Atmosphere	6. 最初と最後の頁 601
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.3390/atmos11060601	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

〔学会発表〕 計21件 (うち招待講演 4件 / うち国際学会 12件)

1. 発表者名 沢田雅洋, 小山亮, 下地和希, Zaizhong Ma, Avichal Mahra, Vijay Tallapragada
2. 発表標題 ひまわり 8 号から算出された高解像度大気追跡風の同化による台風予報へのインパクト
3. 学会等名 平成 30 年度京都大学防災研究所共同研究集会「台風研究会」
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sawada, M., R. Oyama, K. Shimoji, Z., Ma, B. Zhang, A. Mehra, and V. Tallapragada
2. 発表標題 Diagnosis of Tropical cyclone upper structure forecasted in HWRf using atmospheric motion vectors
3. 学会等名 Typhoon seminar 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sawada, M., R. Oyama, K. Shimoji, Z., Ma, B. Zhang, A. Mehra, and V. Tallapragada
2. 発表標題 Impacts of high-resolution Himawari-8 AMVs on TC forecast in HWRf
3. 学会等名 5th International Workshop on Nonhydrostatic Models (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 伊藤耕介
2. 発表標題 台風の予測精度向上に資する先端的研究の現状
3. 学会等名 第11回気象庁数値モデル研究会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 久保 昌也, 伊藤耕介
2. 発表標題 2018年台風第24号における Ocean Feedbackの影響
3. 学会等名 日本気象学会沖縄支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 知花 聖香, 伊藤耕介
2. 発表標題 航空機観測データを用いた台風強度推定手法の検証
3. 学会等名 日本気象学会沖縄支部研究発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 山口宗彦
2. 発表標題 スマート社会を支える台風予報の高度化
3. 学会等名 環境研究シンポジウム
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sawada, M. Z., Ma, B. Zhang, A. Mehra, V. Tallapragada, R. Oyama, and K. Shimoji
2. 発表標題 Impact of High-Resolution Atmospheric Motion Vectors Data Assimilation on Typhoon Forecasts in HWRF
3. 学会等名 33rd conference on Hurricane and Tropical meteorology (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sawada, M., Z. Ma, B. Zhang, A. Mehra, V. Tallapragada, R. Oyama, and K. Shimoji
2. 発表標題 Impact of High-Resolution Atmospheric Motion Vectors on Forecasts of Typhoon Meranti (2016) in HWRF
3. 学会等名 2018 AMS annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Sawada, M. Z., Ma, B. Zhang, A. Mehra, V. Tallapragada, R. Oyama, and K. Shimoji
2. 発表標題 Impact of GSI analysis on forecasts of Typhoon Meranti (2016) in HWRF
3. 学会等名 2017 AGU fall meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamaguchi, M.
2. 発表標題 The Latest Model Simulation and Observational Studies related to Tropical Cyclone in Japan
3. 学会等名 49th session of the Typhoon Committee (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamaguchi, M.
2. 発表標題 Recent Research and Development at MRI/JMA to Improve Typhoon Forecasts
3. 学会等名 the 2017 APEC Typhoon Symposium (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Yamaguchi, M., U. Shimada, T Iriguchi, M. Sawada, and H. Owada
2. 発表標題 Recent Research and Development at MRI/JMA to Improve Typhoon Forecasts
3. 学会等名 71st Intergovernmental Hurricane Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ito, K.
2. 発表標題 Tropical cyclone forecasts with a JMA-NHM-based coupled model
3. 学会等名 International Science Forum on the South China Sea (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Ito, K., M. Sawada and M. Yamaguchi
2. 発表標題 Tropical cyclone intensity forecasts in the Western North Pacific with a high-resolution coupled model
3. 学会等名 AOGS 14th annual meeting (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 瀬古弘, 國井勝, 伊藤耕介, 下地和希
2. 発表標題 ひまわり8号で観測した高頻度大気追跡風と海面水温の台風へのインパクト実験
3. 学会等名 第15回環境研究シンポジウム
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Masahiro Sawada, H. Kawai, H. Yoshimura, A. Wada, M. Nakano, R. Onishi, S. Kawahara, E. Shindo, T. Iriguchi, M. Yamaguchi, M. Sugi, T. Nasuno, W. Sasaki, H. Fuchigami, and Y. Takeuchi
2. 発表標題 Characteristics of tropical rainfall and diabatic heating in Global 7-km mesh nonhydrostatic Model Intercomparison Project for improving Typhoon forecast (TYMIP-G7)
3. 学会等名 Workshop on global precipitation systems (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤耕介, 沢田雅洋, 山口宗彦
2. 発表標題 高解像度結合モデルによる北西太平洋全域台風予測
3. 学会等名 ポスト「京」重点課題4「観測ビッグデータを活用した気象と地球環境の予測の高度化」第1回 革新的な数値天気予報と被害レベル推定に基づく高度な気象防災 成果発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 伊藤耕介
2. 発表標題 RSMC Tokyo 台風強度予報誤差データベースの構築と環境場を用いた統計的補正
3. 学会等名 台風研究会2016
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 伊藤耕介
2. 発表標題 RSMC Tokyo による台風強度の発表予報の誤差と環境場との関係
3. 学会等名 日本気象学会2016年度秋季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Munehiko Yamaguchi, Udai Shimada, Takeshi Iriguchi, Masahiro Sawada, and Hiromi Owada
2. 発表標題 Recent Research and Development at MRI/JMA to Improve Typhoon Forecasts
3. 学会等名 71st Interdepartmental Hurricane Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計1件

1. 著者名 筆保 弘徳、山田 広幸、宮本 佳明、伊藤 耕介、山口 宗彦、金田 幸恵	4. 発行年 2018年
2. 出版社 ベレ出版	5. 総ページ数 242
3. 書名 台風についてわかっていること知らないこと	

〔産業財産権〕

〔その他〕

<p>台風強度予報の5日先までへの延長について https://www.jma.go.jp/jma/press/1902/20a/20190219_typhoon5days.html</p>
--

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	伊藤 耕介 (Ito Kosuke) (10634123)	琉球大学・理学部・准教授 (18001)	
研究分担者	山口 宗彦 (Yamaguchi Munehiko) (80595405)	気象庁気象研究所・応用気象研究部・主任研究官 (82109)	