

令和 3 年 6 月 7 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(B)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16H04052

研究課題名（和文）中間圏・下部熱圏における大循環形成過程と大気微量成分変動

研究課題名（英文）Formation mechanisms of general circulations and minor constituent changes in the mesosphere and the lower thermosphere

研究代表者

廣岡 俊彦（Hirooka, Toshihiko）

九州大学・理学研究院・教授

研究者番号：90253393

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 13,200,000円

研究成果の概要（和文）：2018年2月に生じた極渦分裂型大規模成層圏突然昇温に伴う、下部熱圏までの領域の変動について詳細な解析を行った。その結果、過去の事例と比べると、上部成層圏への大気波動の伝播が相対的に弱く、温度場や東西風場の変動が緩やかであることがわかった。また、様々な大気科学研究に広く使われている6種類の再解析データについて、再解析間の類似点・相違点を調査した。再解析間の相違は、東西風に関しては赤道域成層圏から中間圏にかけて大きい、温度場は赤道域で小さく、極域で極大となることが判明した。

研究成果の学術的意義や社会的意義
成層圏突然昇温現象は、冬季成層圏極域の気温が急激に昇温する現象であるが、その影響は地表付近やさらに高層の大気にも及ぶと考えられており、本研究で行った詳細な解析により、その影響の一端が明らかとなった。また、再解析データは、各国の気象庁で作成され、精度と信頼度の高い全球気象データとして大気科学研究に広く使われているが、本研究により、再解析データ間で無視できない違いがあることが明らかとなり、このような相違が、気候変動の将来予測など、これまで行われている研究に大きな影響を与える可能性がある。

研究成果の概要（英文）：Observational features of atmospheric fields up to the lower thermosphere during a vortex-split type major sudden stratospheric warming event in February 2018 were analyzed to show that the warming was relatively modest, although the upward propagation peak of planetary waves was comparable to that during a major warming event in January 2009. Furthermore, the representation of dynamical fields in the stratosphere and lower mesosphere was compared within six major global atmospheric reanalysis datasets and with recent satellite observations. It was found that the difference in the zonal wind field displayed a prominent equatorial maximum that increased with height, while that in the temperature field reached a minimum near the Equator and was largest in the polar regions.

研究分野：大気物理学・中層大気科学

キーワード：気象学 中間圏 下部熱圏 大気大循環 大気波動

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我々の生活圏である対流圏の上には成層圏(高度 10km ~ 50km)、中間圏(50km ~ 90km)さらにその上には熱圏が広がる。下部熱圏中の 120km 付近の一樣圏界面(ホモポーズ)までの大気は力学的結合が強く、ほぼ一体の領域として扱うことができる。しかし、多くの研究で使用されている再解析データは、60km 付近までの大気領域に限られ、それより上の高度領域は、使用可能な観測データの制約のため断片的描像しか得られていなかった。近年、約 120km 付近の高度域までをカバーする精度の高い衛星観測データが得られるようになり、我々の先行研究を始めとした力学的な解析が始められ、従来考えられてきたものとは異なる描像が得られ始めている。

成層圏冬季には、太陽が当たらない寒冷な極夜域を中心に低気圧性の極渦が形成され、周囲に強い偏西風の極夜ジェットが作られる。対流圏で励起されたプラネタリー波が西風極夜ジェット中を上方に伝播し、アリューシャン列島上空に高気圧を形成し、極渦が変形している特徴が見られる。一方、中間圏高度では、極渦が北極付近に形成されているが、プラネタリー波が到達できず極渦の変形が弱い。また、強い偏西風帯は北緯 30 度付近に存在し、それより高緯度では等高線間隔が広く、偏西風も弱い。これらのことは、成層圏と中間圏とで支配する力学過程に大きな違いがあることを示唆するものである。

近年、成層圏突然昇温生起の影響が、熱圏中の 500km 付近にまで及んでいるという報告がある。一方で、それに至る中間圏・下部熱圏領域ではどのような変動が生じているのかはよくわかっていない。Iida 他(2014)は、衛星観測データを用いた 2009 年 1 月の成層圏突然昇温の解析に基づき、この領域の新たな子午面循環像を示した。しかしながら、他の事例において同様の循環像が得られるかどうかは明らかとはなっていない。また、鉛直運動成分を観測から直接示すのは難しく、水蒸気などの大気中の微量成分の輸送を解析することと、数値シミュレーションを併用することで、より正確な描像を得ることができる。このように中間圏・下部熱圏領域の大気大循環を明らかにすることが、その上の熱圏における変動メカニズム解明の第一歩となる。

また、IPCC 等で行われている対流圏の気候の将来予測に関し、正確なシミュレーションのためには、大気が力学的に上下結合していることから、成層圏のみならず少なくとも中間圏までの大気領域を扱う必要が認識され、第 6 期大気海洋結合モデル相互比較計画(CMIP6)においては、モデル上限を 80km まで延ばしてシミュレーションを行うこととなっている。上限を 120km まで延ばさないこと理由は、中間圏・下部熱圏の力学過程が未解明で、この領域を含む高い高度までを扱える気候モデルが数少ないためである。従って中間圏および下部熱圏の力学過程を解明し、その成果を取り込んだ気候モデル開発を推し進める必要がある。

2. 研究の目的

上記の背景を受けて、本研究課題では、中間圏・下部熱圏における大循環形成の力学過程に関わる以下の項目を研究対象とする。すなわち、(1)中間圏・下部熱圏の大気大循環構造と時間変動の解明、(2)上記に関わる大気微量成分の特徴と時間変動、(3)中間圏・下部熱圏で主要となる力学過程の解明、特に、冬季中間圏における不安定波の出現条件と波動の構造変化、およびそれらと突然昇温生起との関係の解明、の 3 つである。これらに対し、約 10 年間蓄積されている精度の高い衛星データに加え、再解析データを併用して徹底的に調べ、観測的特徴とそれに関わる力学過程を抽出し、大気大循環モデルを用いた様々な数値実験を通して多角的に検証することで、中間圏・下部熱圏大気で重要となる力学過程と、それによる大気大循環の形成、および時間変動の描像を系統的に明らかにする。

3. 研究の方法

中間圏・下部熱圏領域の大気大循環の形成には、プラネタリー波、重力波、ケルビン波、大気潮汐波など様々な大気波動が関与していると考えられる。これらの波動の大半は、対流圏・成層圏起源であり、途中の大気と相互作用をしながら中間圏・下部熱圏領域に至るものと思われる。同時に、中間圏内部で生成された不安定波も存在する。Iida 他(2014)が推定したような大循環形成に対するこれら大気波動の寄与を見積もるには、成層圏に加え、中間圏や下部熱圏における定量的解析が不可欠となる。そのためには、温度や風の場などの力学量だけでなく微量成分の混合比について、まず衛星観測データや長期再解析データに基づく各種波動の活動度の解析を行う必要がある。その結果を、大気大循環モデルによる数値シミュレーションにより検証する。

上記の研究を遂行するために、本研究では以下の研究体制で臨む。態勢を強化するための 2 名の海外共同研究者を加える。Andrews は中層大気科学や地球流体力学の世界的な権威であり、これまで 15 年以上にわたり代表者の廣岡と研究成果の議論等を重ねてきた。Hannachi は大気大循環や大気波動に関する理論的扱いにおいて世界的に著名な研究者で、2013 年より廣岡と別途共同研究を行っている。従って、両者と綿密な協力を得ながら、研究を確実に遂行できる。

研究代表者：

廣岡(九大)：本研究計画の企画立案および実施の責任者、研究統括、大規模現象の解析

研究分担者：

江口(九大)：衛星観測データを用いた大気微量成分の解析

渡辺(海洋研究開発機構)：大気大循環モデル(JAGUAR)による数値実験と解析(微量成分輸送)

河谷(海洋研究開発機構)：同上数値実験と解析(中小規模波動、重力波、モデル解像度依存性)

岩尾(熊本高専)：衛星観測データ・再解析データを用いた大規模現象・重力波の解析

海外共同研究者

D. G. Andrews(Oxford 大)：理論背景、研究遂行の全般的なアドバイザー

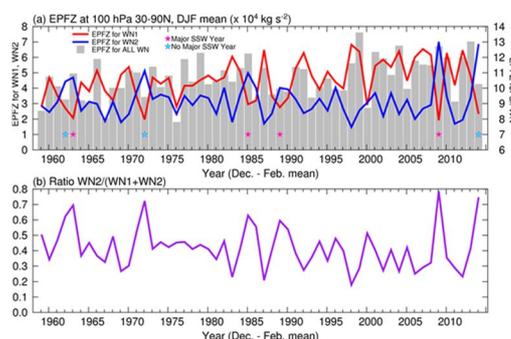
A. Hannachi(Stockholm 大)：再解析データを用いた力学的上下結合の解析・理論的扱い

4. 研究成果

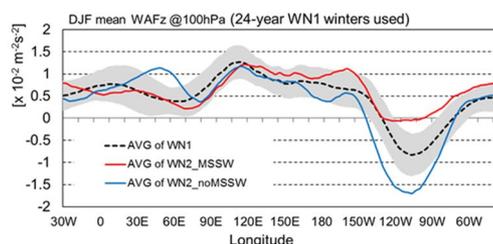
本研究課題で得られた主要な成果は以下の4つにまとめられ、それぞれの概要を述べる。

(1) プラネタリー波の増幅と成層圏突然昇温

2013/14年北半球冬季(2013/14冬)は、成層圏大規模突然昇温こそ発生しなかったものの、東西波数2(WN2)の惑星規模波動の鉛直伝播が頻繁にみられ、成層圏において継続的にWN2が卓越する特異な年であった。そこで、気象庁55年長期再解析(JRA-55)を用いて惑星規模波動の年々変動を調べ、2013/14冬の特徴と比較することで、この年の惑星規模波動の鉛直伝播特性を明らかにすることを目的に研究を行った。その結果、2013/14冬は、2008/09冬と並んで、波動の上方伝播の指標であるエリアッセン-パーム(EP)フラックスの鉛直成分における東西波数2(WN2)の卓越度が1958/59冬以降で顕著であったこと(第1図)、波束の鉛直伝播の経度分布を調査した結果、ロシア西部(60°E付近)における上方伝播と北米大陸(120°W付近)における下方伝播がいずれも顕著であったことを示した。更に2013/14冬の特徴として、ロシア西部から上方伝播した波束によるアリューシャン高気圧の勢力拡大と維持がみられたこと、発達したアリューシャン高気圧は東西波数3(WN3)以上の波動成分の位相の傾きに影響し、カナダ北部での顕著な下方伝播が見られたことを示し、このことが、大規模突然昇温(SSW)が発生しなかったことに関与したと考察した。加えてWN2卓越冬で且つSSW発生冬とSSW非発生冬とでは、対流圏から成層圏に伝播する波束の経度分布が異なることを示した(第2図)。



第1図 DJF平均EPフラックス鉛直成分の年々変動(Harada and Hirooka, 2017)。(a)赤線はWN1、青線はWN2、灰色棒は全波数をそれぞれ表している。(b)WN1とWN2の合計に対するWN2の比。星印は比が0.6以上の冬を示している(1961/62冬、1962/63冬、1971/72冬、1984/85冬、1988/89冬、2008/09冬、および2013/14冬)。



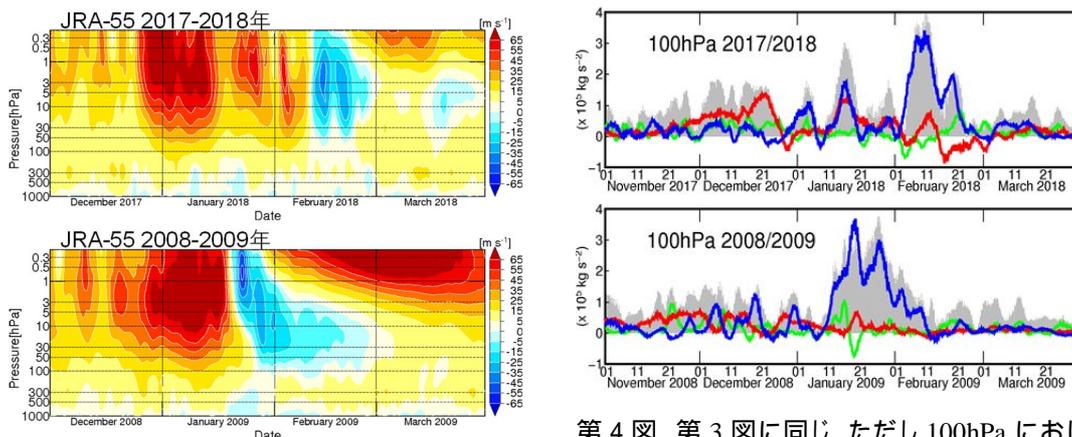
第2図 100hPa、30~90°N帯で領域平均した、波動の上方伝播の経度分布を表すPlumbの波活動度フラックス鉛直成分の経度分布図(Harada and Hirooka, 2017)。ただし、赤線はWN2卓越冬でSSW発生冬、青線はWN2卓越冬でSSW非発生冬、黒点線はWN1卓越冬の平均をそれぞれ表す。灰色陰影はWN1卓越冬の標準偏差の範囲を表す。単位は $10^{-2} \times \text{m}^2 \text{s}^{-2}$ 。

(2) 2018年2月に生じた極渦分裂型大規模成層圏突然昇温

2018年2月に極渦分裂型の成層圏大規模突然昇温(SSW18)が発生し、極渦の分裂が観測された。極渦の分裂が発生したのは2009年1月後半に発生した大規模突然昇温(SSW09)以来、実に9年ぶりのことである。そこで本研究では、Aura衛星搭載の測器MLSデータと気象庁55年長期再解析(JRA-55)を用いて突然昇温発生期間における対流圏から中間圏にわたる循環場を解析し、過去の極渦分裂型事例との比較を行った(Harada 他, 2019)。

まず温度場については、SSW18が発生した2018年2月の昇温は、SSW09が発生した2009年1月と比べて緩慢な傾向が見られた。またSSW09では成層圏界面の一時的な消失、高高度での圏界面の生成・降下が明瞭に見られるが、SSW18ではいずれも不明瞭となっていた。一方、東西風についてみてみると(第3図)、SSW18では(第3図上段)、突然昇温発生直前に上部成層圏において西風がかなり弱まっており、出現した東風域は2018年2月末まで持続している。また、明瞭な2つの東風の極大が見られている。一方、SSW09では突然昇温発生直前まで西風が強く、突然昇温発生と同時に急速に減速している。SSW18、SSW09のどちらも明瞭な極渦の分裂が観測された事例ではあるが、気温や東西風の経過はかなり異なっていることがわかる。

次に対流圏界面付近の惑星規模波動の鉛直伝播の経過を、100hPa の EP フラックス鉛直成分により見てみると（第 4 図） SSW18 では（第 4 図上段） 2018 年 2 月 10 日頃に上方伝播のピークが見られ、その値は 2009 年 1 月のピーク（第 4 図下段）に匹敵する値であることがわかる。一方、同様に上部成層圏における値を調べると、2018 年 2 月は 2009 年 1 月の半分程度であった（図省略）。つまり SSW18 は対流圏から MSSW09 に匹敵する惑星規模波動の上方伝播があったが、上部成層圏に到達するまでに惑星規模波動は、何らかの要因により SSW09 より多く減衰したと考えられる。



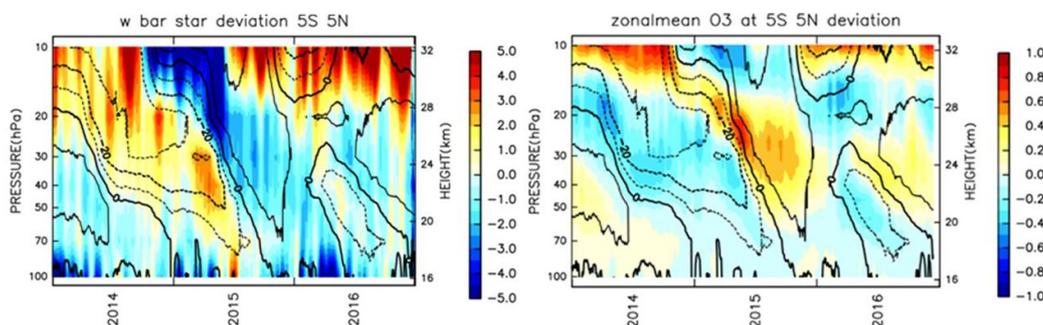
第 3 図 65°N における 2017/18 年冬季(上)と 2008/09 年冬季(下)の帯状平均東西風の高度時間分布(Harada 他, 2019)。

第 4 図 第 3 図に同じ、ただし 100hPa における EP フラックス鉛直成分(30-90N 平均)の時系列図。赤線、青線および緑線は、それぞれ WN1、WN2 および WN3 に対応し、灰色は全波数を考慮した EP フラックスの鉛直成分。

(3) 赤道域準二年周期振動の崩壊現象

赤道域準二年周期振動 (QBO) は、赤道域下部成層圏 (高度約 16km ~ 30km) において東西風が約 28 か月周期で交互に下方に伝播する現象であり、1950 年代後半に発見された。QBO は、赤道域対流圏で励起された東進、西進する重力波やケルビン波が交互に上方に伝播することにより駆動され、東西風の交替が上方から下方へと下降する。発見以来、交替の下降は規則的に生じていたが、2016 年初頭にそのような規則性が崩れ、QBO 崩壊と呼ばれている。そこで本研究では、2016 年の QBO 崩壊に伴う力学場と微量大気成分の変動について詳細な解析を行った。

用いたデータは、力学場がアメリカ航空宇宙局(NASA)作成の MERRA-2 再解析データ、微量成分場が Aura 衛星搭載の測器 MLS による観測値である。第 5 図に、微量成分を輸送する残差平均子午面循環の鉛直流 \bar{w}^* (左) とオゾン (O_3) の体積混合比 (右) について、気候値からの偏差の変動を示す。各図の等値線は帯状平均東西風を示し、QBO 東風領域では上昇流、西風領域では下降流が見られ、また、オゾンは前者の領域では減少、後者の領域では増加している。オゾンは 30km より上で、太陽紫外線による光化学反応により生成されて極大を取り、それより下では保存的に輸送されるため、下降流域ではオゾンの多い空気が輸送されるため増加、上昇流域ではオゾンの少ない空気が輸送されるため減少すると考えられる。2016 年の QBO 崩壊に伴う変動に注目すると、崩壊に伴い鉛直流に変動が見られ、オゾン場にも対応する変動が明瞭に見られる。塩化水素 (HCl)、一酸化二窒素 (N_2O)、水蒸気 (H_2O) についても調べ、変動の特徴を明らかにした。



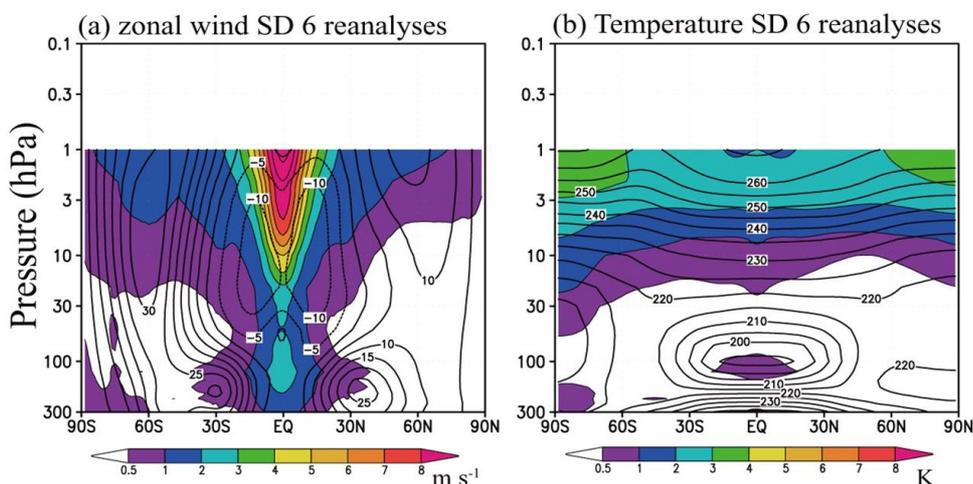
第 5 図 南緯 5°から北緯 5°で平均した、残差平均子午面循環の鉛直流 \bar{w}^* の気候値からの偏差図(左; 単位は $\times 10^{-4} \text{ms}^{-1}$)と O_3 帯状平均混合比(右; 単位 ppmv)。期間は 2014 年から 2016 年まで。等値線で帯状平均東西風を示している。西風が実線。等値線間隔は 10ms^{-1} 。加藤他 (2018) による。

さらに、中間圏・下部熱圏を含む高解像度の大気大循環モデルを用いて、QBO 崩壊の再現実験とメカニズムの解明に取り組み、この崩壊が、40hPa 付近の薄い層に中緯度から伝播してきたロスビー波によりもたらされたものであることを明らかにした (Watanabe 他, 2018; 図は省略)。

(4) 再解析データの相互比較

温度場や風の場合などの力学場に関する研究では、再解析データがしばしば用いられる。再解析とは、様々な観測データを、天気予報や気候予測などに用いる数値モデルに同化して作成する、精度と信頼度の高い全球気象データで、世界各国の気象機関が独立して作成している。再解析データは、力学場の解析に加え、数値予報、将来気候の予測や様々な大気大循環の数値実験の初期値として広く用いられている。そこで、本研究では主要な 6 つの再解析データを用いて、その相互比較を行った。

第 6 図に、6 種類の再解析データ間の標準偏差の高度・緯度断面図を示す。この図から、温度場も東西風場も、再解析間の相違が高度とともに大きくなっていることがわかる。また、温度場は緯度方向の相違が比較的小さく、極域で極大を示すのに対し、東西風場では赤道付近で非常に大きな違いが見られる。このことは、同化される衛星データがほぼ同一であるにも拘わらず、上部成層圏より上では、再解析データ間に大きな相違が生じることを示唆している。特に、東西風場においては標準偏差の大きさが東西風の絶対値の数割に及んでいる。



第 6 図 带状平均した(a)年平均温度場と(b)年平均東西風場に対する、6 つの再解析データ間の標準偏差の緯度高度断面図(陰影; トーンバー参照)。実線の等値線は(a)は温度場、(b)は東西風の分布を表す。等値線間隔はそれぞれ 5K、5ms⁻¹。Kawatani 他(2020)による。

さらに本研究では、赤道域の成層圏界面付近から下部中間圏に見られる東西風の半年周期振動(SAO)についても比較し、再解析間で大きな違いがあることを明らかにした (図は省略)。

これまでの力学的研究においては、単独の再解析データに基づくものが大半で、再解析間データの大きな相違の存在は想定外のことであり、影響が深刻である。例えば、数値予報は初期値に鋭敏で、大きな初期値依存性を持つ。また、冬季成層圏中高緯度に生じ、対流圏の天候にも大きな影響を与えると考えられる成層圏突然昇温現象の生起には、赤道域成層圏から下部中間圏にかけての東西風構造が重要といわれており、第 6 図のような赤道域東西風の相違が影響を与える可能性がある。今後の研究で、このような相違がもたらす影響を明らかにする必要がある。

なお、本研究課題では、衛星データと再解析データを用い、成層圏・中間圏・下部熱圏領域における、北半球冬季の循環場とプラネタリー波の関係についても調査を行った。本課題終了後も継続して研究を行い、新しい結果を得ることができた (Iwao and Hirooka, 2021) ことを付記する。

参考文献

- Harada, Y., and T. Hirooka: *J. Geophys. Res. Atmospheres*, **122**, doi: 10.1002/2017JD027053, 2017.
 Harada, Y., et al.: *J. Geophys. Res. Atmospheres*, **124**, doi: 10.1029/2018JD030162, 2019.
 Iida, C., et al.: *J. Geophys. Res. Atmospheres*, **119**, doi:10.1002/2013JD021252, 2014.
 Iwao, K., and T. Hirooka: *J. Geophys. Res. Atmospheres*, **126**, doi: 10.1029/2020JD034195, 2021.
 Kawatani, K., et al.: *Atmos. Chem. Phys.*, **20**, doi: 10.5194/acp-20-9115-2020, 2020.
 Watanabe, S., et al.: *Geophys. Res. Lett.*, **45**, doi: 10.1002/2017GL076406, 2018.
 加藤諒一, 他: 平成 29 年度「異常気象と長期変動」研究集会報告, 京都大学防災研究所, 64-67, 2018.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計24件（うち査読付論文 14件 / うち国際共著 6件 / うちオープンアクセス 23件）

1. 著者名 Y. Harada, K. Sato, T. Kinoshita, R. Yasui, T. Hirooka, H. Naoe	4. 巻 124
2. 論文標題 Diagnostics of a WN2-type major sudden stratospheric warming event in February 2018 using a new three-dimensional wave activity flux	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 6120-6142
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2018JD030162	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 A. Shimpo, K. Takemura, S. Wakamatsu, H. Togawa, Y. Mochizuki, M. Takekawa, S. Tanaka, K. Yamashita, S. Maeda, R. Kurora, H. Murai, N. Kitabatake, H. Tsuguti, H. Mukougawa, T. Iwasaki, R. Kawamura, M. Kimoto, I. Takayabu, Y. N. Takayabu, Y. Tanimoto, T. Hirooka, Y. Masumoto, M. Watanabe, K. Tsuboki, H. Nakamura	4. 巻 15A
2. 論文標題 Primary factors behind the heavy rain event of July 2018 and the subsequent heat wave in Japan	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 SOLA	6. 最初と最後の頁 13-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/sola.15A-003	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 T. Wang, Q. Zhang, A. Hannachi, Y. Lin, T. Hirooka	4. 巻 71:1
2. 論文標題 On the dynamics of the spring seasonal transition in the two hemispheric high-latitude stratosphere	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Tellus A: Dynamic Meteorology and Oceanography	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1080/16000870.2019.1634949	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 A. Hannachi, T. Hirooka, Y. Matsuyama	4. 巻 169
2. 論文標題 The cold 2018/19 winter over North America and stratospheric link	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Polarfront	6. 最初と最後の頁 9-13
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 T. Wang, Q. Zhang, A. Hannachi, T. Hirooka, M. Hegglin	4. 巻 146
2. 論文標題 Tropical water vapour in the lower stratosphere in ERA5 and its relationship to tropical/extratropical dynamical processes	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society	6. 最初と最後の頁 1-18
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/qj.3801	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 江口菜穂, 那須野智江, 小寺邦彦	4. 巻 -
2. 論文標題 台風の発達過程への成層圏力学場の影響	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」研究集会報告	6. 最初と最後の頁 84-87
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松山裕矢, 廣岡俊彦	4. 巻 -
2. 論文標題 成層圏におけるプラネタリー波束の下方伝播について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」研究集会報告	6. 最初と最後の頁 103-106
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 劉光宇, 廣岡俊彦, 江口菜穂	4. 巻 -
2. 論文標題 南極域オゾンホールと力学場の関係 ~ 2017年と2019年の事例の比較	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第41回日本気象学会九州支部発表会2019年度講演要旨集	6. 最初と最後の頁 29-29
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松山裕矢, 廣岡俊彦	4. 巻 -
2. 論文標題 成層圏におけるプラネタリー波の下方伝播について	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第41回日本気象学会九州支部発表会2019年度講演要旨集	6. 最初と最後の頁 31-32
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 本田淳一, 廣岡俊彦	4. 巻 -
2. 論文標題 2019年の南半球での成層圏突然昇温の特徴とオゾンホール	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 第41回日本気象学会九州支部発表会2019年度講演要旨集	6. 最初と最後の頁 33-34
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 H. Akiyoshi, M. Kadowaki, H. Nakamura, T. Sugita, T. Hirooka, Y. Harada, A. Mizuno	4. 巻 123
2. 論文標題 Analysis of the ozone reduction event over the southern tip of South America in November 2009	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 12523-12542
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1029/2017JD028096	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 W. Iqbal, A. Hannachi, T. Hirooka, L. Chafik, Y. Harada	4. 巻 97
2. 論文標題 Troposphere-stratosphere dynamical coupling in regard to the North Atlantic eddy-driven jet variability	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Journal of the Meteorological Society Japan	6. 最初と最後の頁 657-671
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.2151/jmsj.2019-037	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 原田やよい, 佐藤薫, 木下武也, 安井良輔, 廣岡俊彦, 直江寛明	4. 巻 -
2. 論文標題 新しい13次元波活動度フラックスを用いた2018年2月北半球大規模突然昇温の解析結果	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 平成30年度「異常気象と長期変動」研究集会報告	6. 最初と最後の頁 120-126
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松山裕矢, 廣岡俊彦	4. 巻 -
2. 論文標題 プラネタリー波の成層圏における反射について	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 平成30年度「異常気象と長期変動」研究集会報告	6. 最初と最後の頁 127-130
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 松山裕矢, 廣岡俊彦	4. 巻 -
2. 論文標題 成層圏におけるプラネタリー波束の下方伝播についての統計的解析	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 第40回日本気象学会九州支部発表会2018年度講演要旨集	6. 最初と最後の頁 26-27
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Y. Harada, T. Hirooka	4. 巻 122
2. 論文標題 Extraordinary features of the planetary wave propagation during the boreal winter 2013/2014 and the zonal wave number two predominance	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Journal of Geophysical Research: Atmospheres	6. 最初と最後の頁 11,374-11,387
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017JD027053	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 S. Watanabe, K. Hamilton, S. Osprey, Y. Kawtani, E. Nishimoto	4. 巻 45
2. 論文標題 First successful hindcasts of the 2016 disruption of the stratospheric quasi-biennial oscillation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Geophysical Research Letters	6. 最初と最後の頁 1,602-1,610
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/2017GL076406	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 柴崎和夫, 中島英彰, 杉田考史, 大山博史, 荻野慎也, 金谷有剛, 須藤健悟, 秋吉英治, 出牛 真, 中野辰美, 水野 亮, 長濱智生, 山下陽介, 塩谷雅人, 辻 健太郎, 廣岡俊彦	4. 巻 64
2. 論文標題 国際オゾンシンポジウム2016報告	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 430-441
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 廣岡俊彦, 伊藤耕介, 小守信正, 山口春季, 江口菜穂, 野口峻佑, 竹村和人, 釜江陽一, 榎本剛	4. 巻 65
2. 論文標題 「様々な結合過程がもたらす異常気象の実態とそのメカニズム」に関する研究集会の報告	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 194-199
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 加藤諒一, 廣岡俊彦, 江口菜穂	4. 巻 -
2. 論文標題 2016年のQB0異常に伴う力学場と大気微量成分の変動	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 平成29年度「異常気象と長期変動」研究集会報告	6. 最初と最後の頁 64-67
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 オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 原田やよい, 廣岡俊彦	4. 巻 -
2. 論文標題 北半球冬季対流圏上層における東西波数2増幅事例の時間発展とその成層圏循環への影響	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 平成29年度「異常気象と長期変動」研究集会報告	6. 最初と最後の頁 87-94
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 渡辺真吾・河谷芳雄	4. 巻 65
2. 論文標題 重力波解像モデルを用いた中層大気大循環の研究 - 2017年度日本気象学会賞受賞記念講演	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 385-408
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 K. Kodera, N. Eguchi, H. Mukougawa, T. Nasuno, T. Hirooka	4. 巻 17
2. 論文標題 Stratospheric tropical warming event and its impact on the polar and tropical troposphere	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Atmospheric Chemistry and Physics	6. 最初と最後の頁 615-625
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.5194/acp-17-615-2017	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 柴崎和夫, 中島英彰, 杉田考史, 大山博史, 荻野慎也, 金谷有剛, 須藤健悟, 秋吉英治, 出牛 真, 中野辰美, 水野 亮, 長濱智生, 山下陽介, 塩谷雅人, 辻 健太郎, 廣岡俊彦	4. 巻 64
2. 論文標題 国際オゾンシンポジウム2016報告	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 天気	6. 最初と最後の頁 430-441
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 オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計81件（うち招待講演 6件 / うち国際学会 44件）

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 成層圏におけるプラネタリー波束下方伝播の統計的解析
3. 学会等名 日本気象学会2019年度春季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Wang, Q. Zhang, A. Hannachi, T. Hirooka, M. I. Hegglin
2. 発表標題 Tropical water vapor in the lower stratosphere and its relationship to tropical/extratropical processes
3. 学会等名 EC-Earth meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 原田やよい, 佐藤薫, 木下武也, 安井良輔, 廣岡俊彦, 直江寛明
2. 発表標題 新しい3次元波活動度フラックスを用いた2018年2月北半球大規模突然昇温の解析結果
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会 (招待講演)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 成層圏から対流圏へのプラネタリー波束の下方伝播について
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 秋吉英治, 門脇正尚, 中村東奈, 杉田考史, 原田やよい, 廣岡俊彦, 水野亮
2. 発表標題 2009年11月の南米南端におけるオゾン量低下イベントに関する解析
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Kodera, N. Eguchi, R. Ueyama, B. M. Funatsu, C. Cloud
2. 発表標題 Influence of tropical lower stratospheric cooling on extreme deep convective activity and tropical cyclones
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2019年大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 T. Hirooka, Y. Matsuyama
2. 発表標題 Downward propagation of planetary wave packets from the stratosphere to the troposphere during Northern Hemisphere winter
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Kodera, N. Eguchi, R. Ueyama, B. M. Funatsu, C. Cloud
2. 発表標題 Influence of tropical lower stratospheric cooling on extreme deep convective activity and tropical cyclones
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 16th Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Matsuyama, T. Hirooka
2. 発表標題 Downward propagation of planetary wave packets from the stratosphere to the troposphere during the Northern Hemisphere winter
3. 学会等名 European Meteorological Society (EMS) Annual Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Iwao, T. Hirooka
2. 発表標題 Interactions between planetary waves and mean circulations in the middle atmosphere during the Northern Hemisphere winter
3. 学会等名 European Meteorological Society (EMS) Annual Meeting 2019 (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Y. Matsuyama, T. Hirooka
2. 発表標題 Downward propagation of planetary wave packets to the troposphere during the Northern Hemisphere winter
3. 学会等名 DynVarMIP/CMIP6 and SPARC DynVar & SNAP Workshop (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 成層圏におけるプラネタリー波束下方伝播の統計的解析(II)
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 劉光宇, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 南極域におけるオゾン全量変動と力学場の関係について
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 小寺邦彦, 江口菜穂
2. 発表標題 赤道台風Vameiに対する対流圏界面気温の役割
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 成層圏におけるプラネタリー波束の下方伝播について
3. 学会等名 「異常気象の発現メカニズムと大規模大気海洋変動の複合過程」研究集会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 K. Kodera, N. Eguchi, R. Ueyama, B. M. Funatsu, C. Cloud
2. 発表標題 Role of extreme deep convection on recent decadal tropical change
3. 学会等名 2019 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2019年

1 . 発表者名 N. Eguchi, T. Nasuno, K. Kodera
2 . 発表標題 Influence of stratospheric dynamics on deep convection and equatorial waves
3 . 学会等名 2019 AGU Fall Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 T. Hirooka, K. Iwao
2 . 発表標題 Relationship between traveling and stationary planetary waves in the Northern Hemisphere winter middle atmosphere
3 . 学会等名 2019 AGU Fall Meeting (国際学会)
4 . 発表年 2019年

1 . 発表者名 Y. Kawatani, T. Hirooka, K. Hamilton, A. K. Smith, M. Fujiwara
2 . 発表標題 Representation of the semiannual oscillation in global atmospheric reanalyses
3 . 学会等名 WCRP/SPARC SATIO-TCS Joint Workshop (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1 . 発表者名 Y. Matsuyama, T. Hirooka
2 . 発表標題 Downward propagation of planetary wave packets to the troposphere during the Northern Hemisphere winter
3 . 学会等名 WCRP/SPARC SATIO-TCS Joint Workshop (国際学会)
4 . 発表年 2020年

1. 発表者名 K. Iwao, T. Hirooka
2. 発表標題 Climatology of traveling and stationary planetary waves in the Northern Hemisphere winter middle atmosphere
3. 学会等名 WCRP/SPARC SATIO-TCS Joint Workshop (国際学会)
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 劉光宇, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 南極域オゾンホールと力学場の関係 ~ 2017年と2019年の事例の比較
3. 学会等名 第41回日本気象学会九州支部発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 成層圏におけるプラネタリー波の下方伝播について
3. 学会等名 第41回日本気象学会九州支部発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 本田淳一, 廣岡俊彦
2. 発表標題 2019年の南半球での成層圏突然昇温の特徴とオゾンホール
3. 学会等名 第41回日本気象学会九州支部発表会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Y. Kawatani, T. Hirooka, K. Hamilton, A. K. Smith, M. Fujiwara
2. 発表標題 Representation of the equatorial stratopause semiannual oscillation in global atmospheric reanalyses
3. 学会等名 2019年度PANSY研究集会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 加藤諒一, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 2016年のQB0異常に伴う力学場と大気微量成分の変動()
3. 学会等名 日本気象学会2018年度春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 劉光宇, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 南極域におけるオゾン変動と力学場の関係
3. 学会等名 日本気象学会2018年度春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 プラネタリー波の成層圏における反射について
3. 学会等名 日本気象学会2018年度春季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田やよい, 廣岡俊彦
2. 発表標題 北半球冬季対流圏上層における東西波数2増幅事例の時間発展とその成層圏循環への影響
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 佐藤薫, 中島駿, 安井良輔, 富川喜弘, 渡辺真吾, 廣岡俊彦
2. 発表標題 2018年2月に発生した過去最大級の北極成層圏突然昇温について
3. 学会等名 日本地球惑星科学連合2018年大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Hirooka, K. Iwao
2. 発表標題 Structure and behavior of planetary waves and mean flows associated with sudden stratospheric warmings
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 G. Liu, T. Hirooka, N. Eguchi
2. 発表標題 Relationships between Antarctic ozone hole and dynamical fields
3. 学会等名 Asia Oceania Geosciences Society 15th Annual Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Hirooka, K. Iwao
2. 発表標題 Climatological features of planetary waves in the middle atmosphere during the Northern Hemisphere winter
3. 学会等名 7th IAGA/ICMA/SCOSTEP Workshop on Vertical Coupling in the Atmosphere-Ionosphere System (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Hirooka, Y. Kawatani
2. 発表標題 Intercomparison of dynamical fields in the middle atmosphere revealed in global reanalyses
3. 学会等名 European Meteorological Society (EMS) Annual Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 K. Iwao, T. Hirooka
2. 発表標題 Climatological structure and behavior of planetary waves and mean flows in the middle atmosphere during the Northern Hemisphere winter
3. 学会等名 European Meteorological Society (EMS) Annual Meeting 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Hirooka, Y. Kawatani
2. 発表標題 Intercomparison of dynamical fields in the middle atmosphere revealed in global reanalyses
3. 学会等名 SPARC General Assembly 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1 . 発表者名 G. Liu, T. Hirooka, N. Eguchi
2 . 発表標題 Relationships between Antarctic ozone hole and dynamical fields
3 . 学会等名 SPARC General Assembly 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 K. Iwao, T. Hirooka
2 . 発表標題 Climatological features of planetary waves in the middle atmosphere during the Northern Hemisphere winter
3 . 学会等名 SPARC General Assembly 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 Y. Harada, K. Sato, T. Kinoshita, R. Yasui, T. Hirooka, H. Naoe
2 . 発表標題 Diagnostics of a WN2-type major sudden stratospheric warming event in February 2018 using a new three-dimensional wave activity flux
3 . 学会等名 SPARC General Assembly 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1 . 発表者名 H. Akiyoshi, M. Kadowaki, H. Nakamura, T. Sugita, T. Hirooka, Y. Harada, A. Mizuno
2 . 発表標題 Dynamical analysis in the Southern Hemisphere associated with a three-week total ozone reduction over Rio Gallegos in Argentina in November 2009
3 . 学会等名 SPARC General Assembly 2018 (国際学会)
4 . 発表年 2018年

1. 発表者名 劉光宇, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 南極域におけるオゾン変動と力学場の関係
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 プラネタリー波の成層圏における反射について(II)
3. 学会等名 日本気象学会2019年度秋季大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 原田やよい, 佐藤薫, 木下武也, 安井良輔, 廣岡俊彦, 直江寛明
2. 発表標題 新しい13次元波活動度フラックスを用いた2018年2月北半球大規模突然昇温の解析結果
3. 学会等名 「季節予測システムの進展と異常気象の要因分析」に関する研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 プラネタリー波の成層圏における反射について
3. 学会等名 「季節予測システムの進展と異常気象の要因分析」に関する研究集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 G. Liu, T. Hirooka, N. Eguchi
2. 発表標題 Small Antarctic ozone hole in 2012 and 2017 and the relationship to dynamical fields
3. 学会等名 9th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 T. Hirooka, G. Liu, N. Eguchi
2. 発表標題 Small Antarctic ozone hole in 2012 and 2017 and the relationship to dynamical fields
3. 学会等名 2018 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 松山裕矢, 廣岡俊彦
2. 発表標題 成層圏におけるプラネタリー波束の下方伝播についての統計的解析
3. 学会等名 第40回日本気象学会九州支部発表会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 W. Iqbal, A. Hannachi, T. Hirooka
2. 発表標題 Major sudden stratospheric warming events and the north Atlantic eddy driven jet for 1958-2014 winters
3. 学会等名 EGU General Assembly 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Hirooka, R. Kato, N. Eguchi
2. 発表標題 Dynamical and minor constituent changes related to the anomalous QBO appearance in 2016
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Akiyoshi, M. Kadowaki, H. Nakamura, T. Sugita, Y. Harada, T. Hirooka, A. Mizuno
2. 発表標題 A three-week total ozone reduction over Rio Gallegos in Argentina in November 2009 and its relation to blocking in the troposphere
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 N. Eguchi, K. Kodera, T. Hirooka
2. 発表標題 Impacts of mesospheric westerly-jet instability on the middle and lower atmosphere
3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤諒一, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 2016年のQBO異常に伴う力学場と大気微量成分の変動.
3. 学会等名 日本気象学会2017年度春季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 H. Akiyoshi, M. Kadowaki, H. Nakamura, T. Sugita, Y. Harada, T. Hirooka, A. Mizuno
2. 発表標題 A three-week total ozone reduction over Rio Gallegos in Argentina in November 2009 and its relation to planetary wave activity in the stratosphere and blocking in the troposphere
3. 学会等名 The fifth Chemistry-Climate Model Initiative (CCMI) Science Workshop (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 河谷芳雄
2. 発表標題 再解析間比較に基づく赤道域中層大気の東西風観測の重要性
3. 学会等名 SMILES-2サイエンスワークショップ
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 K. Iwao, T. Hirooka
2. 発表標題 Climatological structure of planetary waves and mean flows in the Northern Hemisphere middle atmosphere during winter
3. 学会等名 2017 Joint IAPSO-IAMAS-IAGA Assembly (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Hirooka, R. Kato, N. Eguchi
2. 発表標題 Dynamical Features and Minor Constituent Changes Related to the Anomalous QBO Phase Transition in 2016
3. 学会等名 2017 Joint IAPSO-IAMAS-IAGA Assembly (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 岩尾航希, 廣岡俊彦
2. 発表標題 衛星データに見られる成層圏突然昇温と成層圏・中間圏・下部熱圏の大気循環
3. 学会等名 MTI研究集会(招待講演)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Hirooka, R. Kato, N. Eguchi
2. 発表標題 Minor constituent changes related to the anomalous QBO phase transition in 2016
3. 学会等名 Joint SPARC Dynamics & Observations Workshop(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Y. Harada, T. Hirooka
2. 発表標題 Time evolution of wave amplification events of the upper-tropospheric zonal wavenumber two and its influence on the stratospheric circulation during the boreal winter
3. 学会等名 SPARC Reanalysis Intercomparison Project (S-RIP) 2017 Workshop(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Hirooka, Y. Kawatani
2. 発表標題 Climatology and variability of the semiannual oscillation and the related tropical circulation
3. 学会等名 SPARC Reanalysis Intercomparison Project (S-RIP) 2017 Workshop(国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 秋吉英治, 門脇正尚, 中村東奈, 杉田考史, 原田やよい, 廣岡俊彦, 水野亮
2. 発表標題 南米におけるオゾン全量低下と南極渦の移動、プラネタリー波、およびブロッキングとの関係について
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 劉光宇, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 南極域におけるオゾン変動と力学場の関係
3. 学会等名 日本気象学会2017年度秋季大会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 加藤諒一, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 2016年のQB0異常に伴う力学場と大気微量成分の変動
3. 学会等名 「様々な結合過程がもたらす異常気象の実態とそのメカニズム」に関する研究集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原田やよい, 廣岡俊彦
2. 発表標題 北半球冬季対流圏上層における東西波数2増幅事例の時間発展とその成層圏循環への影響
3. 学会等名 「様々な結合過程がもたらす異常気象の実態とそのメカニズム」に関する研究集会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 T. Hirooka, Y. Kawatani
2. 発表標題 Climatology and variability of the semiannual oscillation and the related tropical circulation
3. 学会等名 8th Symposium on Polar Science (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 原田やよい, 廣岡俊彦
2. 発表標題 JRA-55を用いた北半球冬季の惑星規模波動の伝播特性解析(第3報) ~ 2013/14年北半球冬季に見られた東西波数2の卓越に着目して ~
3. 学会等名 日本気象学会2016年度春季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 半田太郎, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 衛星データから見たオゾン量の経年変動と力学場の関係()
3. 学会等名 日本気象学会2016年度春季大会
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Y. Harada, T. Hirooka
2. 発表標題 Predominance of zonal wavenumber 2 in the boreal winter 2013/2014
3. 学会等名 SPARC DynVar Workshop & S-RIP Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1 . 発表者名 T. Hirooka, R. Kato, E. Ishida, Y. Harada, N. Eguchi
2 . 発表標題 Dynamical features and the relation to the polar stratospheric cloud formation in the winter 2015/2016
3 . 学会等名 Quadrennial Ozone Symposium 2016 (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 H. Akiyoshi, M. Kadowaki, H. Nakamura, T. Sugita, T. Hirooka, A. Mizuno
2 . 発表標題 Contribution of planetary waves to the three-week total ozone reduction over Rio Gallegos. Argentina, in November 2009
3 . 学会等名 Quadrennial Ozone Symposium 2016 (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 T. Hirooka, T. Ohata, N. Eguchi
2 . 発表標題 Modulation of the semiannual oscillation induced by sudden stratospheric warming events
3 . 学会等名 International Symposium on the Whole Atmosphere (ISWA) (招待講演) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1 . 発表者名 N. Eguchi, K. Kodera, T. Hirooka
2 . 発表標題 Sudden tropical stratospheric warming by subtropical jet variation in the middle atmosphere
3 . 学会等名 International Symposium on the Whole Atmosphere (ISWA) (国際学会)
4 . 発表年 2016年

1. 発表者名 T. Hirooka, T. Ohata, N. Eguchi, Y. Kawatani
2. 発表標題 Climatology and interannual variability of the equatorial semiannual oscillation
3. 学会等名 SPARC Data Assimilation (DA) Workshop and SPARC Reanalysis Intercomparison Project (S-RIP) Workshop (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 S. Watanabe, Y. Kawatani, K. Hamilton, S. Osprey
2. 発表標題 SPARC QBOi experiments and its extension to the QBO 2015/2016
3. 学会等名 SPARC QBO Workshop (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 原田やよい, 廣岡俊彦
2. 発表標題 JRA-55を用いた北半球冬季の惑星規模波動の伝播特性解析(第5報) ~ 2013/14年北半球冬季に見られた東西波数2の卓越に着目して ~
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 岩尾航希, 廣岡俊彦
2. 発表標題 冬季中層大気における西風分布とプラネタリー波
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 劉光宇, 廣岡俊彦, 江口菜穂
2. 発表標題 南極域におけるオゾン変動と力学場の関係
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 W. Iqbal, A. Hannachi, T. Hirooka
2. 発表標題 Stratospheric wave activity and the eddy-driven jet for 1958-2014 winters
3. 学会等名 2016 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 T. Hirooka, K. Iwao
2. 発表標題 Circulation changes in the mesosphere and the lower thermosphere associated with sudden stratospheric warmings
3. 学会等名 2016 AGU Fall Meeting (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 松村 直季, 廣岡 俊彦
2. 発表標題 近年のオゾンホール変動の特徴と力学場の関係
3. 学会等名 第38回日本気象学会九州支部発表会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 徳安 愛, 廣岡 俊彦, 江口 菜穂
2. 発表標題 オゾンホールの鉛直構造とその年々変動について
3. 学会等名 第38回日本気象学会九州支部発表会
4. 発表年 2017年

〔図書〕 計2件

1. 著者名 廣岡俊彦	4. 発行年 2019年
2. 出版社 倍風館	5. 総ページ数 287
3. 書名 「新しい地球惑星科学」	

1. 著者名 廣岡俊彦	4. 発行年 2016年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 411
3. 書名 低温と環境の科学事典, 河村公隆他編, 1-6 成層圏突然昇温	

〔産業財産権〕

〔その他〕

九州大学研究者情報 廣岡俊彦 http://hyoka.ofc.kyushu-u.ac.jp/search/details/K000733/index.html

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	河谷 芳雄 (Kawatani Yoshio) (00392960)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・統合的気候変動予測研究分野・主任研究員 (82706)	
研究分担者	渡辺 真吾 (Watanabe Shingo) (50371745)	国立研究開発法人海洋研究開発機構・シームレス環境予測研究分野・分野長 (82706)	
研究分担者	江口 菜穂 (Eguchi Nawo) (50378907)	九州大学・応用力学研究所・助教 (17102)	
研究分担者	岩尾 航希 (Iwao Koki) (80396944)	熊本高等専門学校・共通教育科(八代キャンパス)・准教授 (57403)	

	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
研究協力者	アンドリュース デイビッド (Andrews David)		
研究協力者	ハナチ アブデル (Hannachi Abdel)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------

スウェーデン	ストックホルム大学			
英国	オックスフォード大学			