

VI. 地球環境研究部門

1. メンバー

教授	田中 博、日下 博幸、植田宏昭（共同研究員、生命環境系）
助教	松枝 未遠
研究員	山上 晃央、池田 亮作、Doan Quang Van
学生	大学院生 26 名、学類生 7 名

2. 概要

地球環境部門における主な活動として、都市気候の研究と局地風の研究がある。都市気候の研究としては、文部科学省気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）や、環境省地域適応コンソーシアム事業、東京都環境科学研究所との共同研究に参画し、日本全国および、さいたま市、東京都の熱中症搬送者数予測モデルの開発や、暑熱適応策に資する研究を行っている。また、東南アジアの将来気候予測プロジェクト（CORDEX-SEA）に参画し、ベトナム国家大学ハノイ自然科学大学やハノイ科学技術大学の研究者らと共同で、ベトナムの三大都市圏（ハノイ、ホーチミンシティ、ダナン）の気候の将来予測実験を行っている。また、これまで本センターで開発してきた都市街区気象 LES（City-LES）の実用化に向けた改良と、Oakforest-PACS への移植のための改変を行っている。局地風の研究としては、NEDO の電力系統出力変動対応技術研究開発事業に参画し、北日本と東日本を対象とした風力急変動現象の要因解明と予測手法の開発を行っている。また、内閣府の戦略的イノベーション創造プログラムに参画し、日本各地のフェーンのマカニズムの解明を行っている。このほか、本センターの社会貢献事業として、筑波山での継続的な気象観測や、アジア諸国の研究者・技術者を対象とした地域の温暖化予測ソフトウェア「S8-SICAT ダウンスケーラ」の講習会などを実施している。また、ウェザーニューズおよび竹中工務店と共同研究を実施している。

地球環境学部門における活動のひとつとしては、北極振動と北極温暖化増幅の分析がある。大気場の主要な自然変動としての北極振動の観点からハイエイタスの原因を究明している。また、線形傾圧モデル（LBM）を用いて北極振動の特異固有解理論を発展させ、北極振動指数（AOI）の正負に伴う傾圧不安定解の構造変化を解析した。また、大気大循環のエネルギースペクトルの研究を推進している。地球規模の乱流エネルギースペクトルは、総観規模のエネルギーソースから大気境界層のエネルギーシンクへ向かうエネルギーとエンストロフィーカスケードにより、慣性小領域で波数の -3 乗則が形成されるが、傾圧不安定によるエネルギーソースの存在によりこの慣性小領域理論の仮定が成り立たない。これに代わる理論として、ロスビー波の飽和理論による乱流エネルギースペクトルの形成が新たに提唱されている。

さらに、地球環境部門における活動として、世界各国の気象庁により日々行われているアンサンブル予報データを用いた、数日から数ヶ月先までの大気現象を対象とした予測可能性研究がある。科研費・若手 B では、世界各地で起こる天候レジームとそれによりもたらされる異常気象の 1-2 週間先までの予測可能性を解析し、文科省・北極域研究推進 (ArCS) プロジェクトでは、1-2 ヶ月先までを対象とした熱帯から極域までの諸大気海洋現象の予測可能性についての解析を推進している。

3. 研究成果

【1】 天候レジームとそれに関連する異常気象の予測可能性 (学術研究助成基金助成金 若手研究 (B))

再帰的に起こり持続性のある大規模な大気の流れを「天候レジーム」と呼ぶ。天候レジームの再帰性・持続性により引き起こされる大気顕著現象 (熱波・寒波など) の予測可能性を、様々な時間スケールの現業アンサンブル予報データにより調査した。欧州冬季のレジームの予測可能性を世界各国の現業中期アンサンブル予報データ (TIGGE データ) により調査したところ、負位相の北大西洋振動 (NAO-) はその持続が長い (短い) ほど予測可能性が高い (低い) ことが分かった (投稿論文受理)。これは他のレジームには明瞭に見られない性質であり、予報開始時において NAO- が今後も持続するかどうかのシグナル (海洋などの境界条件等) を検出さえできれば、NAO- とそれにより欧州にもたらされる寒波の予測精度を事前に知り得ることを示している。

また、2017 年 12 月下旬にブロッキング現象 (北米域のレジームの 1 つ) の持続により米国・カナダで発生した寒波、および、2018 年 1 月下旬以降にユーラシア大陸からの寒気の吹き出し (アジア域のレジームの 1 つ) により日本付近で発生した寒波の予測可能性について調査した。米国・カナダの寒波は、ピークの 10-11 日程度前からであれば精度良く予測可能であったが、ピークの 12 日以上前からの予測では、ブロッキング現象が十分に発達せず、寒波の強さが過小評価されていた。日本付近の寒波については、1 月下旬の寒波は 15 日以上前から十分に予測可能であったが、2 月中旬以降の寒波は 10 日程度前からようやく予測可能となり、11 日以上前からだとむしろ温暖な天候を予測しているモデルが多かった。他の事例も含めて、今後より詳細に解析する予定である。

【2】 現業数値予報モデルにおける夏季の北極低気圧の予測可能性研究 (北極域研究推進 プロジェクト ArCS)

顕著な夏季の北極低気圧は、北極域の天候や波浪・海氷に大きく影響を及ぼすため、その正確な予測は北極海航路や北極航空路を選択する際に重要となる。2008-2016 年の夏季 (6-8 月) に発生した北極低気圧のうち、特に顕著なイベント (最盛期の中心気圧 980hPa 以下、中

心位置が 70° N 以北、上層の暖気核 (250hPa 高度の温度偏差の低気圧中心から 800km 平均) が 5K 以上) は 10 事例存在し、北極低気圧が 1 ヶ月近く持続する事例もあった (例えば、2008 年 6 月の事例、2016 年 8 月の事例など)。これらの顕著な 10 事例に対して、北極低気圧の最盛期における存在・中心気圧・中心位置が最先端の数値予報モデルでどの程度予測できていたかをアンサンブル予報データ (TIGGE、S2S) を用いて調査した (査読論文投稿)。解析の結果、最盛期における中心気圧 (図 1a)・中心位置 (図 1b) の予測において、欧州中期予報センター (ECMWF) が最も精度が高いことが分かった。その予測精度は、平均的に他機関と 1 日程度の差 (つまり、ECMWF の 4 日予報の精度が他機関の 3 日予報の精度に相当) であった。北極低気圧の最盛期の中心気圧の予測精度は (図 1a)、6.5-4.5 日前からの予測では気象庁 (JMA、日本) と英国気象局 (UKMO) が最も低く、2.5-0.5 日前からの予測では米国環境予測センター (NCEP) が最も低かった。最盛期の位置の予測では (図 1b)、6.5-2.5 日前からの予測でカナダ気象局 (CMC) が最も精度が低く、1.5-0.5 日前からの予測では ECMWF 以外の機関は同程度の精度、0.5 日予測では ECMWF と JMA が最も高い精度を示した。ECMWF は各予報時間における北極低気圧の存在率 (北極低気圧が存在していたアンサンブルメンバーの割合、図 1c) でも他機関を大きく上回っていた (つまり、他機関は存在率が低い上に、存在していても中心気圧と位置の誤差が大きい)。6.5 日前からの予測では全ての機関が 8 割以下 (ECMWF 以外は 6-7 割) の存在率であり、6.5-5.5 日前からの予測では CMC と NCEP が ECMWF に次いで存在率が高く、UKMO、JMA が最も低かった。4.5 日前からの予測では、ECMWF の存在率は 9 割を超えているものの、それ以外の機関の存在率は 8 割 5 分程度であった。3.5 日前からの予測では、NCEP の存在率が他の機関と比べて少し低いものの、ようやく全ての機関で 9 割を超えた。これらより、北極低気圧そのものの発生 (または維持) の予測の改善が現時点での数値予報モデルの一番の課題であると言える。

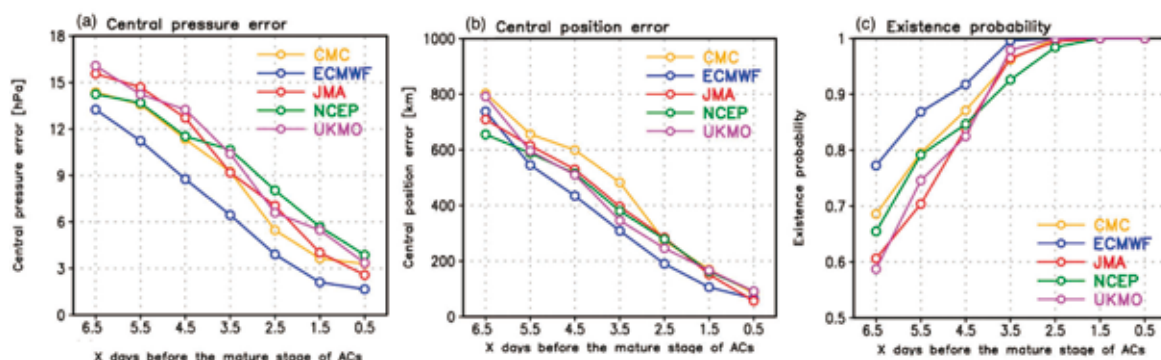


図 1 2008-2016 年夏季に発生した顕著な AC に対する (a) 中心気圧誤差、(b) 中心位置誤差、(c) 存在率の 10 事例平均。それぞれの線は異なる機関を示し (CMC (黄)、ECMWF (青)、JMA (赤)、NCEP (緑)、UKMO (紫))、横軸は最盛期までの日数を示す。解析値として ERA-Interim を用いた。

【3】 アンサンブル予報準リアルタイム表示 web サイトの管理運営（北極域研究推進プロジェクト ArCS）

季節内～季節（S2S）アンサンブル予報データを用いた準リアルタイム予報プロダクトページの管理・運営を行なった。具体的には、アンサンブル予報の仕様を変更したデータに対するコードの変更、再予報を用いたモデル気候値の作成、新規プロダクトの追加などを行なった。平成 29 年度には、北極域における地上風・降水量、海面更正気圧偏差（図 2）のプロダクトや、気象庁からリクエストのあった全球の流線関数・速度ポテンシャル（図 3）のプロダクトなどを新たに追加し、内容の充実を図った。

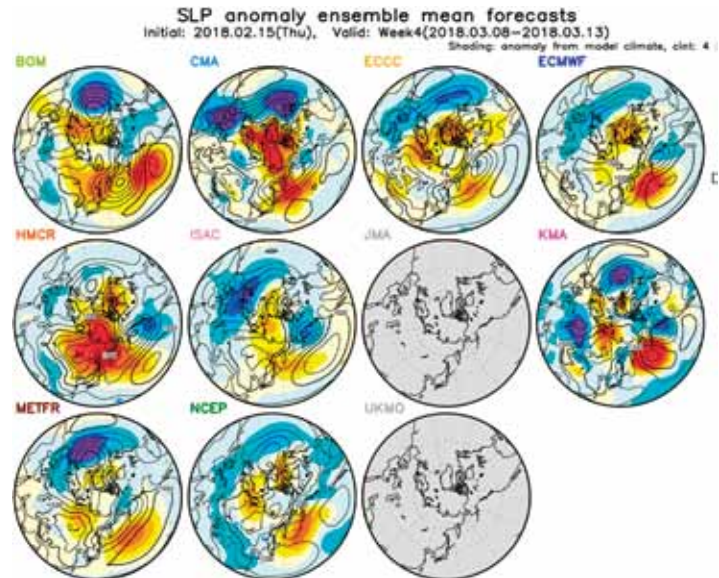


図 2 モデル気候値からの海面更正気圧偏差（アンサンブル平均）。2018 年 2 月 15 日を初期日とした 4 週目（3 月 8～13 日）の平均場。

3.1 北極低気圧の平均構造（共同研究：東京大学AORI）

北極低気圧（Arctic cyclone）とは、北極海上を長期にわたり迷走する地上の低気圧のことである。一様な北極気団の中で低気圧性循環の渦を巻く北極低気圧は、温帯低気圧のような明瞭な前線を伴わず、むしろ熱帯低気圧の渦に近いスパイラル形状を持つことが多い。ただし、台風のような暖気核はなく、中心付近は対流圏で寒気核になっている（図 3）。一方で、250 hPa 付近を中心とした圏界面の上部に一貫した暖気核が見られる。相対渦度に注目すると、地上の正の渦度が鉛直方向に延びて 250 hPa まで一様に存在することが確かめられる。低気圧中心から半径 300 km の範囲で平均した相対渦度を、低気圧の移動に沿って追跡すると、低気圧性渦度が対流圏内で盛衰を繰り返しながらも約一月間持続するケースが見られた。湿度場には雲のスパイラル構造で湿った領域もあるが、低気圧中心は乾燥している。また、鉛直流を見ると対流圏内は上昇流であり、下部成層圏には一貫した下降流がある。以上のような事例と同様の特徴が、北極低気圧には共通してみられ、温帯低気圧とは異なる低気圧であることが分かる（Tanaka et al. 2012; Aizawa and Tanaka 2016）。

図 3 は、2008 年 6 月 10 日から 26 日の期間で SLP から判別した低気圧中心を追跡し、その原点の周りで軸対称平均をしたデータから作図した温位差（左）と相対渦度（右）の構造である。図中の太線は PV から推定した対流圏界面で、中心付近での垂れ下がりが明瞭である。

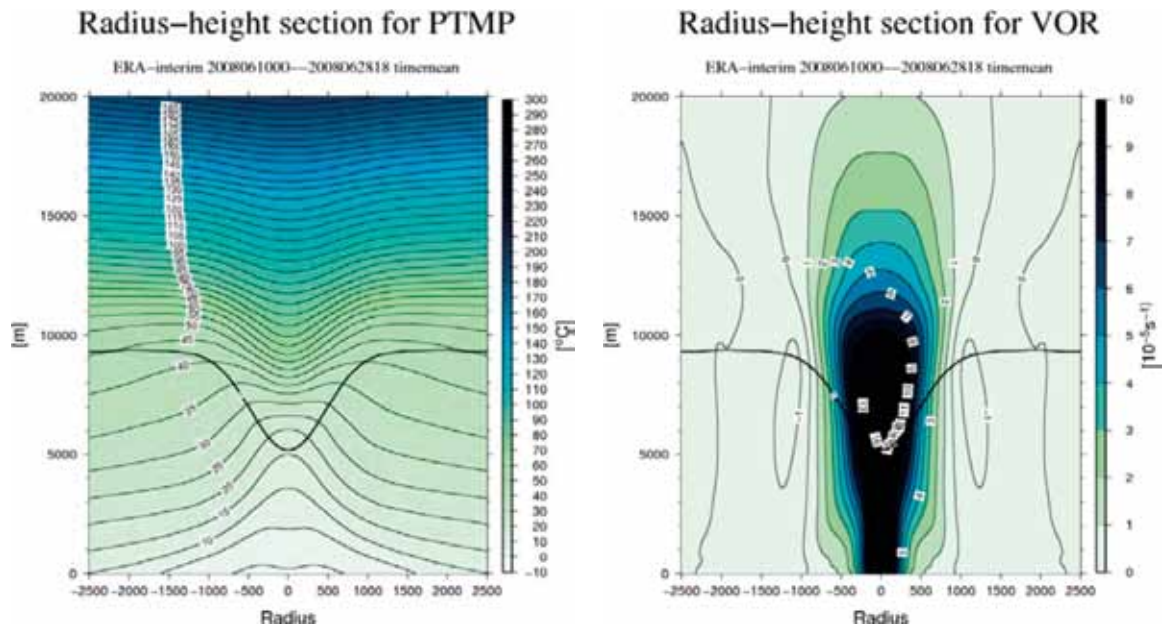


図 3 北極低気圧の鉛直構造。左は温位差、右は相対渦度、太実線は対流圏界面を示す。

温位の分布から低気圧中心の対流圏には寒気核があり、成層圏では暖気核になっている。相対渦度は地表から下部成層圏まで一貫して低気圧性の渦になっていて、圏界面付近で最も渦が強い。相対渦度が対流圏と成層圏とで結合し、順圧的構造を持つ事が北極低気圧の特徴である（佐々木 2017）。

3.2 北極低気圧の鉛直循環

図4は軸対称平均した北極低気圧に伴う鉛直運動をラグランジュ的に追跡した流跡線の分布である。赤線は上昇流、青線は下降流を示し、流跡線の始点にクロス、終点にドットが打ってある。平均流に対する流跡線なので、同一の質量の空気塊の流跡線とは異なる量である。期間平均した循環は、大気下層に収束があり、低気圧中心に上昇流が存在し、高度 10000 m で上空からの下降流と合流して発散場となり、上昇流は頭打ちとなって下降流に転じている。鉛直循環の水平半径は1000 km 以内で上昇流、その外側で下降流となっている。成層圏の暖気核の領域で下降流があり、断熱圧縮が生じている一方で、対流圏の寒気核の領域で

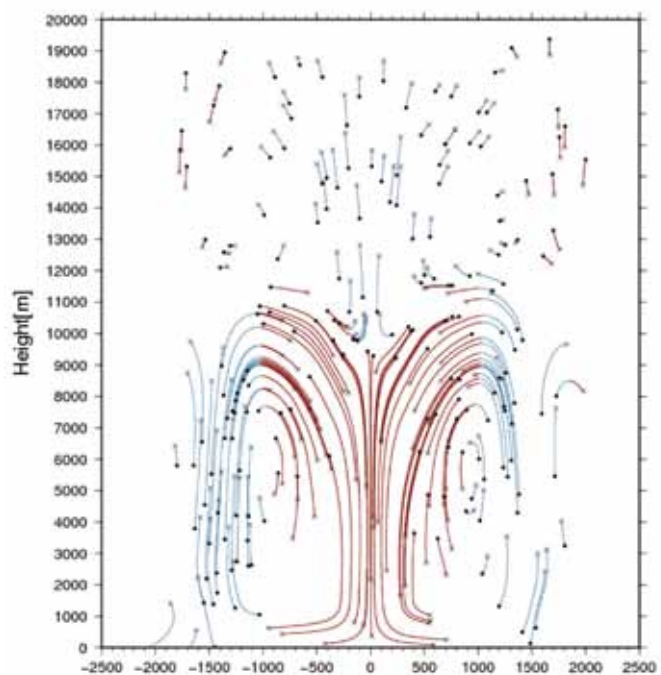


図 4 北極低気圧の鉛直循環をラグランジュ的に追跡した流跡線図。赤は上昇流域、青は下降流域を示す。

上昇気流があり、断熱膨張が生じている。強い安定成層に打ち勝って鉛直循環を維持する力学的な駆動力の説明が必要である。

3.3 北極低気圧の形成過程

図5は鉛直循環の発達初期に見られる構造の急変を示す2016年8月の事例である。左図の発達初期では鉛直循環の上昇流が下部成層圏にまで侵入しているが、この時点では温帯低気圧の構造に似て中心に暖気核があり、下部成層圏の暖気核の領域で上昇気流が発生している。この温帯低気圧的な構造が北極低気圧の構造に急変する際に、右図のように下部成層圏で下降流となり、その下降流が北極低気圧の半径1500 km 付近での下降流域に繋がっている。下部成層圏での上昇流が一気に下降流となり、断熱圧縮により下部成層圏の暖気核が形成される。この急変は、南から北上してきた温帯低気圧が北極低気圧化する際に発生している。

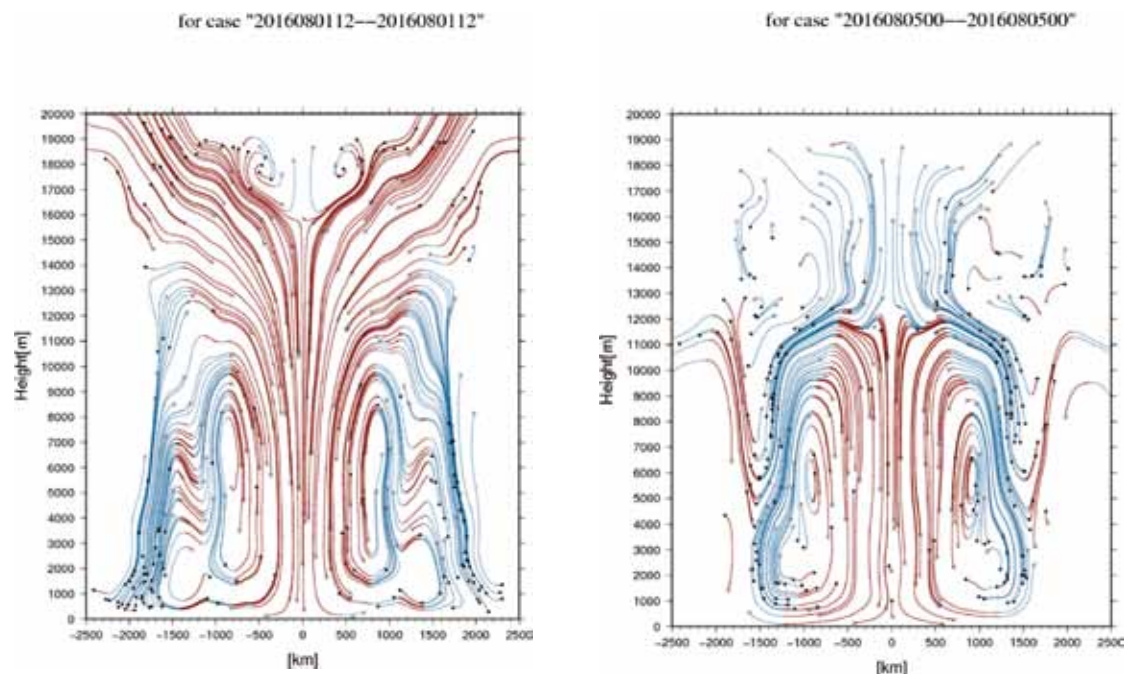


図5 北極低気圧の鉛直循環の変化。左は2016年8月1日、右は8月5日の循環で、温帯低気圧が北極低気圧化する際の変化を示す。

Yamagami et al (2017) では、北極低気圧に温帯低気圧が次々と合体することで、北極低気圧の渦が長期間維持されることが示された。ふたつの渦の合体により順圧構造の渦が強化され、下層でのエクマン収束が低気圧中心の上昇気流をもたらして、それが対流圏の寒気核を形成している。したがって、渦の合体による順圧渦度の供給が、北極低気圧の形成と維持の重要なプロセスになっている。今後はこの渦の合体に注目して、事例解析をさらに行うことが研究課題である。

【4】 フェーンの研究（内閣府 SIP プロジェクト）

本センターの教員（日下）は、内閣府 SIP プロジェクト内での「フェーンの発生実態の解明とリスク情報の創出」課題に参画している。この研究の目的は、フェーンの発生地域における過去の気象統計や領域気象モデルでの数値シミュレーション結果をもとに、フェーンの発生パターンの類型化や発生頻度等の実態を明らかにすることである。今年度は、平成 28 年度に抽出したフェーン事例について、引き続き統計解析を行った。その結果、以下のことが明らかになった。（1）富山で発生した過去 10 年間（2007-2016 年）の高温日におけるフェーン 177 事例のうち、典型的と思われるフェーンは 26 事例で、それらの発生時の天気図型は日本海低気圧＋前線型が 16 事例、日本海低気圧型が 7 事例、台風型が 3 事例であった。（2）フェーン吹走時の風速に着目したところ、典型事例では秒速 10-11m の事例が最も多かった。

統計解析に加えて、典型的なフェーンのうち、特に明瞭な低気圧型フェーン 4 事例と高気圧型 4 事例を対象に数値シミュレーションを実施した。この結果と気象レーダーデータの解析結果から、低気圧型 4 事例と高気圧型 3 事例はいわゆる力学フェーンであり、残りの高気圧型 1 事例のみが山岳風上斜面で降水をもたらす熱力学フェーンであったことが推察された。

最後に、2016 年 12 月 22 日に糸魚川に大火をもたらしたフェーンの類似 9 事例を対象に領域気象モデル WRF による予測精度を確認した。水稻被害をもたらす高 FTP 日のフェーンを精度良く予測できることが確認できた（図 6）。

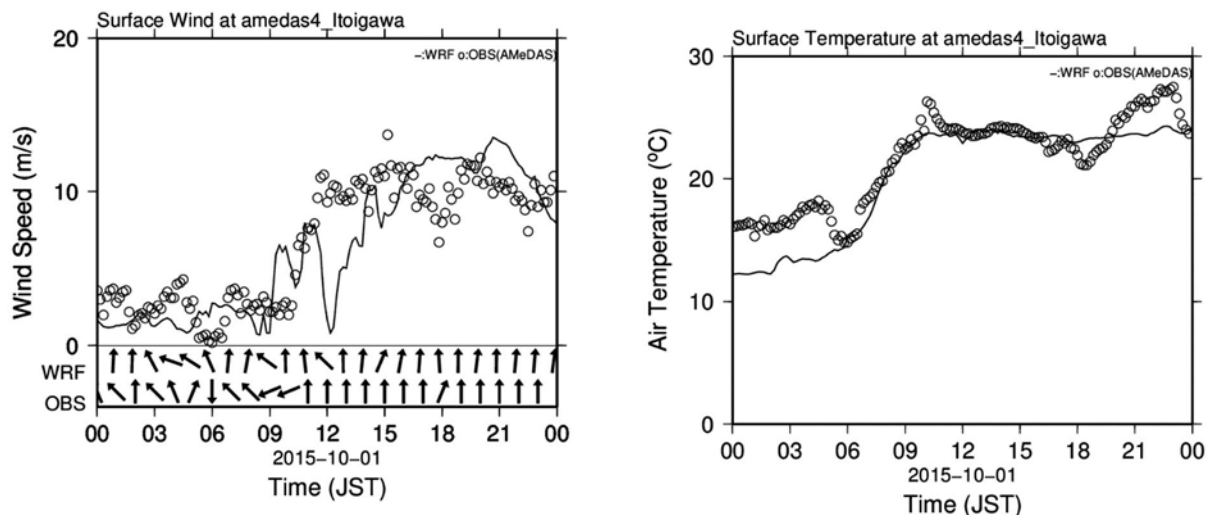


図 6 2015 年 10 月 1 日の高 FTP フェーン日の糸魚川におけるアメダス観測値と WRF 予測値。左の実線が WRF による風速、白丸がアメダス風速、上行のベクトルが WRF による風向、下行のベクトルがアメダス風向。右図の実線が WRF による気温、白丸がアメダス気温。

【5】 熱中症予測の研究（環境省 SI-CAT プロジェクト）

本センターの教員（日下）は、環境省 SI-CAT プロジェクトに参画している。本研究の目的は、自治体の温暖化適応策（特に暑さ対策）を実行した場合の将来の暑熱環境予測や、健康影響、暑さに対する適応策の効果を評価することである。今年度は、熱中症搬送者数予測モデルの改良とこのモデルを用いた熱中症搬送者数の将来予測を実施した。（1）はじめに、一般化線形モデル（リンク関数は対数関数）に基づき熱中症搬送者数予測式を提案し、この予測式で用いる説明変数として、日最高気温、日平均気温、日最高 WBGT、日平均 WBGT をそれぞれ選択した場合の精度検証を行った。その結果、日最高気温と日平均気温が同程度で、これらは日最高 WBGT や日平均 WBGT を用いた場合よりも予測精度が高いことが分かった。次に、予測期間を期間 1、2、3 の計 3 期間に分割し、それぞれの期間でパラメータフィッティングを実施した場合の予測精度の変化を検証した。期間分割した理由は、同じ気温でも、梅雨明け直後は熱中症搬送者数が多く、お盆後は少ないことが統計的に明らかであったためである。これは、暑さに対する人間の慣れや生活スタイルの適応によると考えられる。そこで、期間 2 の初日を「梅雨明け 1 週間後」に設定し、期間 3 の初日を「8 月 16 日以降で日最高気温が 3 日間連続で低下し、その合計が 2℃以上となった日」に設定した。その結果、期間分割なしモデルに比べて大幅な精度向上が認められた（図 7）。（2）次に、埼玉県で検証した熱中症搬送者数予測モデルを全国の都道府県に展開した。全国展開の際には、パラメータは都道府県毎に再設定した。実測値と比較検証した結果、全体的に精度は良好であることが分かった。（3）熱中症搬送者数予測モデルの全国展開と並行して、埼玉県における 65 歳以上の熱中症搬送者数の将来予測の事前検討を行った。その結果、1℃、1.5℃、2.0℃気温が上昇した場合、6 月～9 月までの 4 ヶ月間の埼玉県における熱中症搬送者数は、それぞれ、現在の 1.4 倍、1.7 倍、2.1 倍になると予測された。また、RCP8.5 シナリオ下では、（MIROC5 の全球気候予測結果に基づいた場合）2026-2050 年になると 2.3 倍になると予測された。

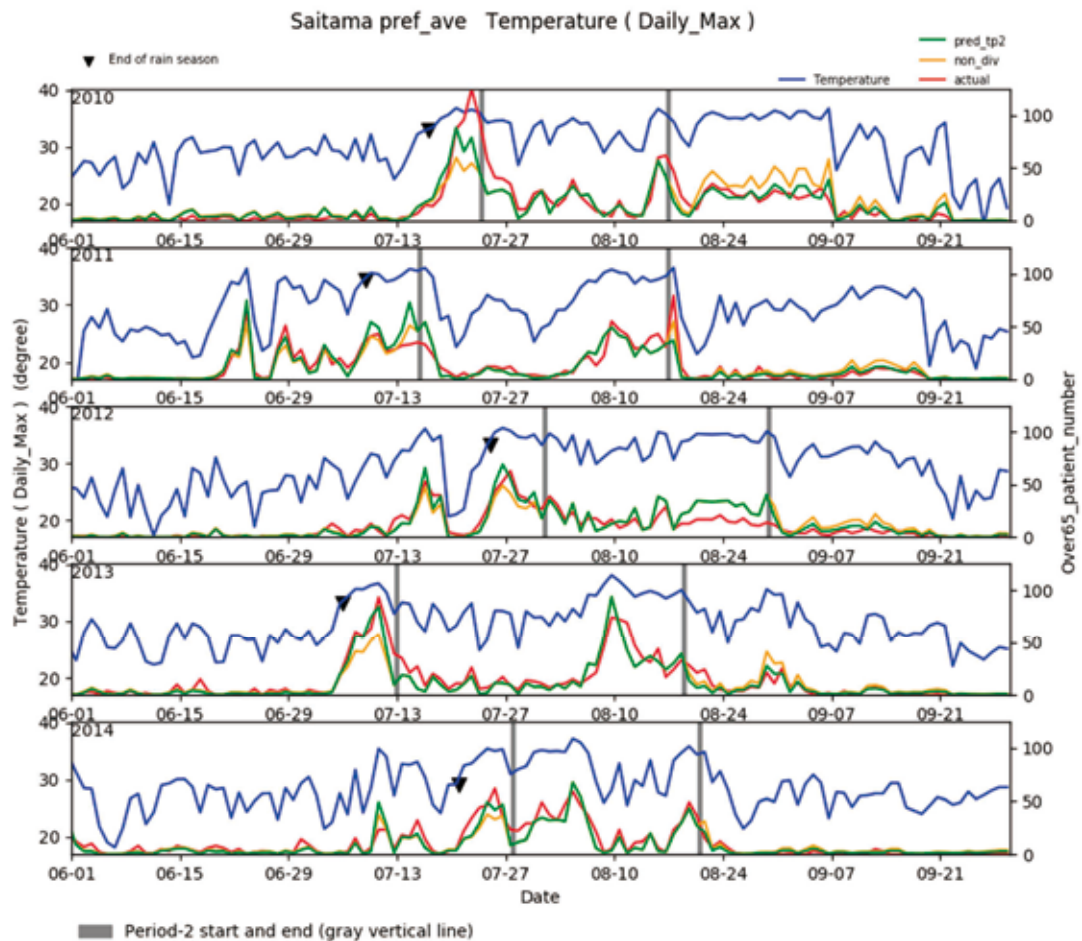


図 7 6～9 月までの日最高気温の埼玉県内平均値（青線）、埼玉県内での熱中症搬送者数の実測値（赤線）、基準モデルによって予測された埼玉県内での熱中症搬送者数（橙色線）、および、期間分割モデルによって予測された埼玉県内での熱中症搬送者数（緑色線）。青線上の黒い逆三角形は気象庁が定義した梅雨明け日を意味する。横軸は日、縦軸は気温および搬送者数。上から順に 2010 年、2011 年、2012 年、2013 年、2014 年の結果。

【6】 都市気候の研究（学際共同利用研究）

本センターの教員（日下）は、これまで文部科学省の RECCA プロジェクトや本センターの学際共同利用プロジェクトにおいて、独自の都市街区気象 LES モデル（City-LES）を開発してきた。これまでは、理想化シミュレーションを行ってきた。現在は、WRF のようなメソスケールの気象モデルとのネスティング（力学的ダウンスケーリング）による都心の詳細かつ現実的な気象シミュレーションを行っている。しかし、気象モデルと LES モデルの間には大きな違いがあり、それらが両者のネスティングをしばしば難しくする。たとえば、気象モデルは LES モデルと異なり、モデル内に乱流成分を持たないため、両者のネスティングの際には、LES の境界条件として適切な乱流成分を人工的に作成する必要がある。また、大気の状態

態が中立でない場合、境界付近で気象モデルと LES モデルの間の温度差に起因する重力波が発生するため、それを適切に制御しなければならない。今年度は、これらの問題を解決するために、はじめに、City-LES 用の新たな境界条件モジュールを開発した。次に、東京都品川区中心部を対象とした現実的な都市街区気象シミュレーションのテストを実施した（図 8、図 9）。いくつかのケースでは、WRF と City-LES のネスティングは良好に実施できたが、いくつかのケースでは、City-LES の結果に重力波の影響が残ってしまった。

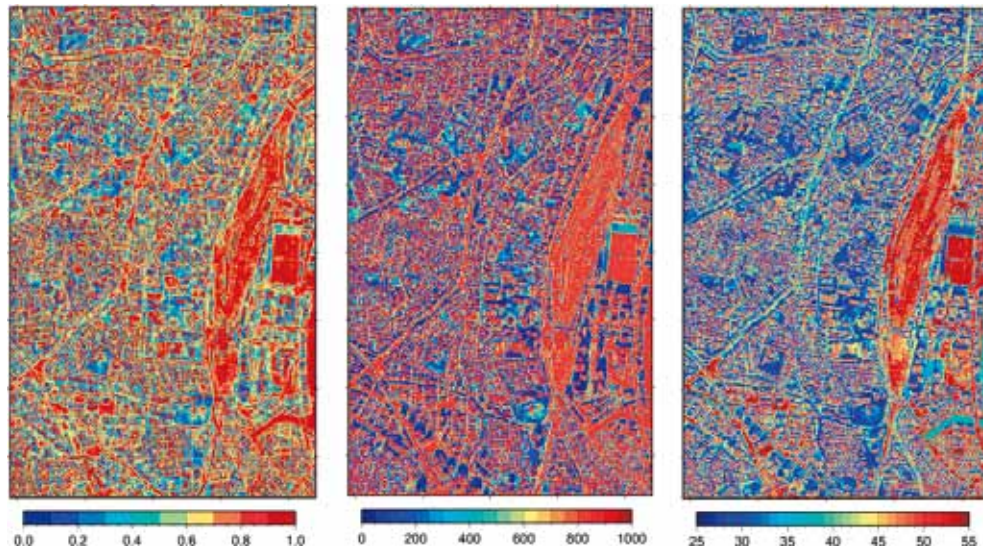


図 8 （左）City-LES で用いられた品川駅周辺の天空率、（中央）City-LES によって計算された短波放射、（右）City-LES によって計算された表面温度。

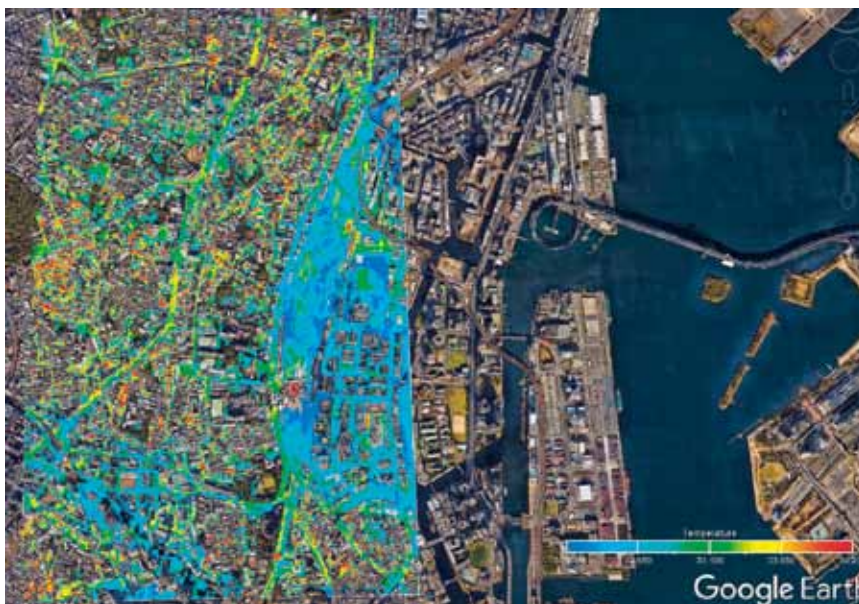


図 9 City-LES によって計算された実際の海風進入時の品川付近の気温分布。

本センターでは、都市気候計算用に改良した独自の WRF モデルを用いて、これまで様々な都市を対象とした力学的ダウンスケーリング実験を実施してきた。今年度は、ブルガリアの首都ソフィアを対象に、現在（2012 年、図 10c）、過去（1878 年、図 10b）、および人間活動以前（図 10a）の 3 時代の土地利用および人工排熱データを用いて、人間活動以前から産業革命後、現在までの土地利用変化が同地域の気候に与える影響を評価した。ここで、人間活動以前の土地利用には、潜在自然植生分布を用いた。現在気候の再現計算の結果（気温の日変化および水平分布）は、どの地点でも極めて良好であった（例えば、図 11）。

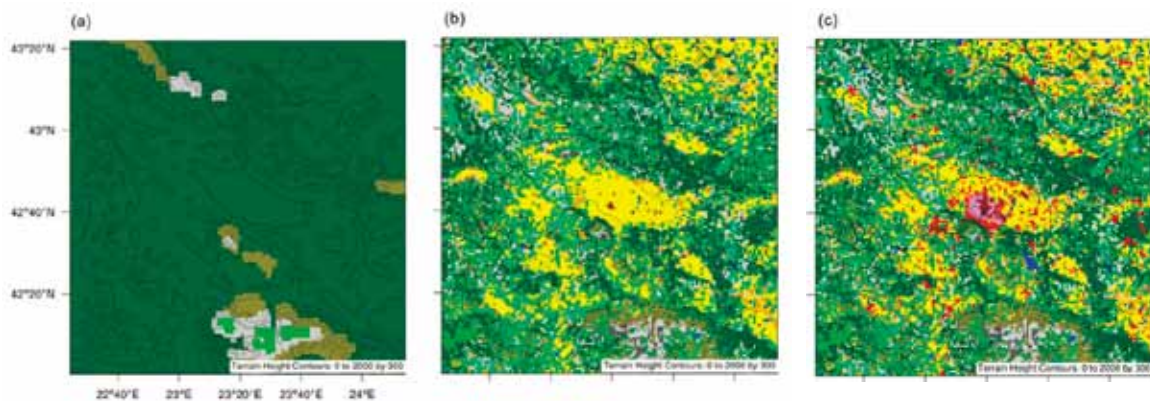


図 10 ソフィア周辺の土地利用図。左は潜在自然植生図、中央は 1878 年の土地利用図、右は 2012 年現在の土地利用図。赤色とピンク色が都市域を意味する。

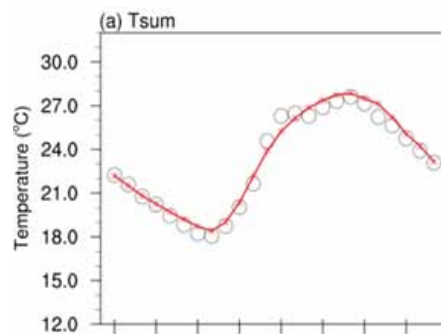


図 11 ソフィア中心部の気温。ただし、過去 3 年間（2011 年～2013 年）の 7 月平均値。白丸は観測値、赤線は WRF による計算結果。

図 12 は、土地利用変化の感度実験の結果である。実験結果からは、ソフィアの過去 100 年以上の都市化に伴う夜間の気温上昇が明瞭に認められた。この気温上昇に対して、土地利用変化の影響は最大で 2.6°C であり（寄与率は約 81%）、人工排熱の影響は 0.6°C （寄与率は約 19%）であることが分かった。また、人工排熱がほとんどなく、建物も非常にまばらな微小な都市化は、森林のキャノピー効果を抑制するため、むしろ夜間の気温をわずかに低下させることが示された。この逆効果については、興味深い。樹木と建物を直接解像でき、森林や

都市街区内の大気の流れや放射を 3 次元的に詳細に計算できる City-LES モデルなどを用いて再評価する意義があるだろう。

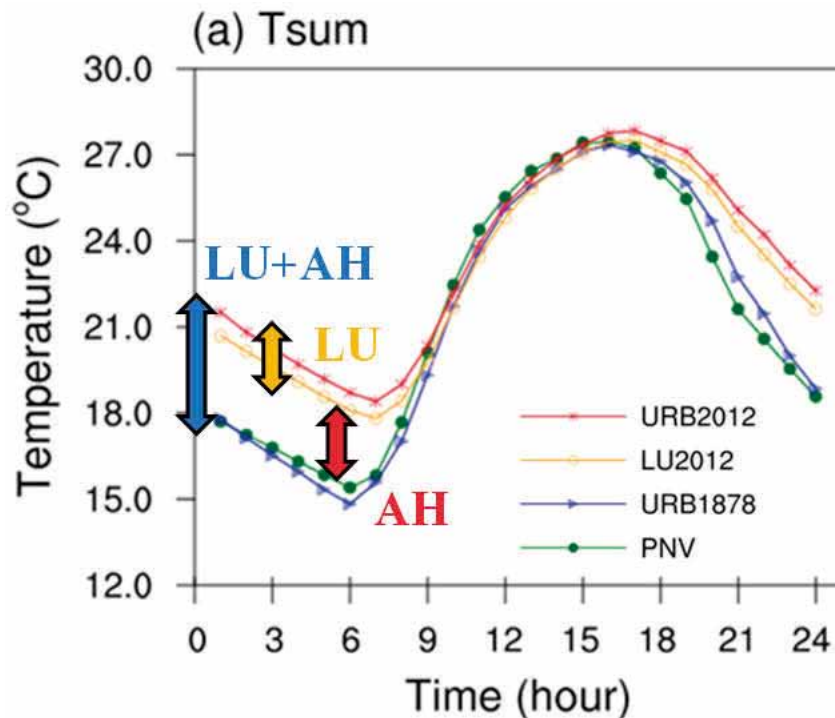


図 12 都市気候用 WRF によって計算されたソフィア中心部の 7 月の気温の日変化。赤実線は現在土地利用・人工排熱を用いた実験、黄色は現在土地利用を用いているが人工排熱は与えない実験、青色は 1878 年の現在土地利用・人工排熱を用いた実験、緑色は潜在自然植生土地利用を用いた実験の結果。

4. 教育

指導学生（田中）

D 3（地球）：小柴厚

D 1（地球）：須長智洋

M 2（地球）：佐々木剛史、大塚崇晴

M 1（地球）：栗花卓弥、遠藤あずさ、岡崎晴菜

B 4（地球）：伊藤一輝、松信匠、盛大樹

指導学生（日下）

D 3（地球）：豊田良平、加藤隆之、西暁史、リディアビタノバ

D 2（地球）：今井優真

M2（地球）：浅野裕樹、佐藤拓人、中村好江、小柳拓真、木村竜平、松日楽達哉

M2（環境）：沖和宏

M1（地球）：山田駿介、遠藤周平、根岸もも子

M1（環境）：中島彩

B4（地球）：本橋洋介、前田知夏、小林大樹、谷川友音

5. 受賞、外部資金、知的財産権等

受賞

筑波大学若手教員奨励賞、松枝未遠、顕著な業績による筑波大学研究力向上への貢献、2017 年 12 月 4 日

外部資金

- ・日本学術振興会・学術研究助成基金助成金（若手研究（B））、松枝未遠、代表、2016－2018 年度、3,510,000 円、天候レジームに関連する大気顕著現象の予測可能性
- ・文部科学省・北極域研究推進プロジェクト（ArCS）、松枝未遠、分担、2015－2019 年度、25,000,000 円（分担金）、気象・海氷・波浪予測研究と北極航路支援情報の統合
- ・科研費基盤 C、田中博、代表、2017-2019、3,400,000 円、ロスビー波の碎波と飽和による地衡風乱流理論の構築
- ・国立研究開発法人 新エネルギー産業技術総合開発機構（NEDO）・電力系統出力変動対応技術研究開発事業、日下博幸、分担、2014-2018 年度、163,421,000 円（分担金）、電力系統出力変動対応技術研究開発／風力発電予測・制御高度化
- ・内閣府・戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）、日下博幸、分担、2014-2018 年度、12,180,000 円（分担金）、フェーンの発生実態の解明とリスク情報の創出
- ・文部科学省・気候変動適応技術社会実装プログラム（SI-CAT）、日下博幸、サブ課題代表、2015-2019 年度、19,994,000 円、気候変動に関する分野別影響・適応策評価技術の開発（適応策評価のための暑熱環境と健康影響モデル開発）
- ・環境省・地域適応コンソーシアム事業、日下博幸、分担、2017-2019 年度、10,220,000 円（分担金）、熱中症リスクの評価手法の整理・構築

知的財産権

特になし

6. 研究業績

(1) 研究論文

A) 査読付き論文

1. **Matsueda, M.** and T. N. Palmer, 2018: Estimates of flow-dependent predictability of wintertime Euro-Atlantic weather regimes in medium-range forecasts. *Quart. J. Roy. Meteor. Soc.*, doi:10.1002/qj.3265.
2. Uno, F., H. Ohtake, **M. Matsueda**, and Y. Yamada, 2018: A diagnostic for advance detection of forecast busts of regional surface solar radiation using multi-center grand ensemble forecasts. *Solar Energy*, 162, 196-204. doi:10.1016/j.solener.2017.12.060.
3. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H.L. Tanaka**, 2018: Predictability of the 2012 Great Arctic Cyclone in medium-range ensemble forecasts. *Polar Science*, 15, 13-23. doi:10.1016/j.polar.2018.01.002.
4. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H. L. Tanaka**, 2017: Extreme Arctic Cyclone in August 2016, *Atmos. Sci. Lett.*, 18, 307–314. doi:10.1002/asl.757.
5. **Matsueda, M.** and H. Endo, 2017: The robustness of future changes in Northern Hemisphere blocking: a large ensemble projection with multiple sea surface temperature patterns, *Geophys. Res. Lett.*, 44, 5158–5166, doi: 10.1002/2017GL073336.
6. 鈴木パーカー明日香・**日下博幸**・渡来靖, 2018: 第3の台風カテゴリー「高温台風」の諸特性 —雨台風・風台風との比較—. *地球環境研究*, 20, 185-191.
7. Dang, T. N., **Doan, Q. V.**, **H. Kusaka**, X. T. Seposo, and Y. Honda, 2017: Green Space and Deaths Attributable to the Urban Heat Island Effect in Ho Chi Minh City. *A Publication of the American Public Health Association*, Online.
8. 富山一・田邊潔・茶谷聡・小林伸治・藤谷雄二・古山昭子・佐藤圭・伏見暁洋・近藤美則・菅田誠治・森野悠・早崎将光・小熊宏之・井出玲子・**日下博幸**・高見昭憲, 2017: 野焼き発生の時間分布調査および稲作残渣野焼きによる大気汚染物質排出量の日変動推計. *大気環境学会誌*, 52(4), 105-117.
9. Takane, Y., H. Kondo, **H. Kusaka**, J. Katagi, O. Nagafuchi, K. Nakazawa, H. Kaneyasu, and Y. Miyakami, 2017: Foehnlike wind with a traditional foehn effect plus dry-diabatic heating from the ground surface contributing to high temperatures at the end of a leeward area. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 56(7), 2067-2079.
10. **Kusaka, H.** and H. Fudeyasu, 2017: Review of Downslope Windstorms in Japan. *Wind & Structures*, 24(6), 637-656.

B) 査読無し論文

特になし

(2) 国際会議発表

A) 招待講演

1. Akasofu, S. I., and **H. L. Tanaka** 2018: On the natural component of climate change. ISAR-5: Fifth International Symposium on Arctic Research, January 15-18, 2018, Hitotsubashi Hall, Tokyo, Japan, S1-O01.
2. **Kusaka, H.**, 2018: Climate Change Downscaler Training Workshop, February 19-20, 2018, Asian Institute of Technology (AIT), Pathumthani, Thailand.

B) 一般講演

1. **Matsueda, M.**, 2018: Flow-dependent predictability of wintertime Euro-Atlantic weather regimes in medium-range forecasts. Workshop “Predicting the NAO: overconfident, underconfident, or just right?”. 20th Feb 2018, Oxford, UK.
2. **Yamagami, A.** and **M. Matsueda**, 2018: How well do operational forecasting systems predict summertime Arctic Cyclones? The 33rd International Symposium on the Okhotsk Sea & Polar Oceans 2018. 18th – 21st February, 2018, Mombetsu, Japan.
3. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H. L. Tanaka**, 2018: Medium-range forecast skill for Arctic Cyclones. Fifth International Symposium on Arctic Research, 15th – 18th January 2018, Tokyo, Japan.
4. **Matsueda, M.**, 2018: How well do medium-range ensemble forecasts simulate atmospheric blocking events? Fifth International Symposium on Arctic Research, 15th – 18th January 2018, Tokyo, Japan.
5. Subramanian A., D Lavers, **M. Matsueda**, F. Vitart, T. N. Palmer, and M. Ralph, 2018: Forecasting atmospheric rivers using an ensemble superparameterization approach. American Meteorological Society Annual Meeting. 7th – 11th January 2018, Austin, USA.
6. Subramanian A., D. Lavers, **M. Matsueda**, S. Shukla, D. Cayan, D. Waliser, and M. Ralph, 2017: Evaluating sub-seasonal skill in probabilistic forecasts of Atmospheric Rivers and associated extreme events. American Geophysical Union Fall Meeting. 11th – 15th December 2017, New Orleans, USA.
7. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H. L. Tanaka**, 2017: Predictability of Arctic Cyclones in medium-range ensemble forecasts. The Eighth Symposium on Polar Science, 4th – 8th December, 2017, Tachikawa, Japan.
8. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H. L. Tanaka**, 2017: Predictability of summertime Arctic Cyclones on medium-range timescales. NORPAN AORI-UoB Workshop on Cyclones and Air-Sea Interactions. 27th November, 2017, Kashiwa, Japan.

9. **Matsueda, M.**, and T. Nakazawa, 2017: Early warning products for severe weather events derived from operational medium-range ensemble forecasts. Conference on Predictability and Multi-Scale Prediction of High Impact Weather. 9th – 12th October, 2017, Landshut, Germany.
10. Uno, F., H. Ohtake, **M. Matsueda**, Y. Yamada, 2017: Detection of forecast busts on regional surface solar radiation using multi-center grand ensemble forecast. European Meteorological Society Annual Meeting: European Conference for Applied Meteorology and Climatology 2017. 4th – 8th September 2017, Dublin, Ireland.
11. Schiemann, R. M. –E. Demory, L. C. Shaffrey, J. Strachan, P. L. Vidale, M. S. Mizieliński, M. J. Roberts, **M. Matsueda**, M. F. Wehner, and T. Jung, 2017: The resolution sensitivity of Northern Hemisphere blocking in four 25-km atmospheric global circulation models. 5th WGNE workshop on systematic errors in weather and climate models. 19th – 23rd June, 2017, Montreal, Canada.
12. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H. L. Tanaka**, 2017: An extreme Arctic cyclone in August 2016 and its medium-range predictability. NORPAN Atmosphere-Ocean-Ice Interactions Workshop and Training. 5 – 10 June 2017, Bergen, Norway.
13. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H. L. Tanaka**, 2017: How predictable summer Arctic Cyclones in 2012 and 2016 were? JpGU-AGU Joint Meeting 2017. 20th – 25th May 2017, Makuhari, Japan.
14. Uno, F., H. Ohtake, **M. Matsueda**, Y. Yamada, 2017: Detection of forecast busts of regional surface solar radiation using ensemble spread with multi numerical weather prediction centers. JpGU-AGU Joint Meeting 2017. 20th – 25th May 2017, Makuhari, Japan.
15. **Matsueda, M.**, T. Nakazawa, and **A. Yamagami**, 2017: The TIGGE and S2S Museums - websites of ensemble forecast products -. 7th Verification Workshop. 8th – 11th May 2017, Berlin, Germany.
16. **Matsueda, M.**, and T. N. Palmer, 2017: Predictability of winter Pacific weather regimes and its connections with MJO on medium-range timescales. European Geoscience Union General Assembly 2017. 23rd – 28th April 2017, Vienna, Austria.
17. **Yamagami, A.**, **M. Matsueda**, and **H. L. Tanaka**, 2017: An extreme Arctic cyclone in August 2016 and its predictability on medium-range timescales. European Geoscience Union General Assembly 2017. 23rd – 28th April 2017, Vienna, Austria.
18. **Tanaka, H. L.**, and **K. Ito**, 2018: Multi-decadal variability in planetary albedo. Abstract, Fifth International Symposium on Arctic Research, January 15-18, 2018, Hitotsubashi Hall, Tokyo, Japan, S1-O04.

19. Kurihana, T. and H. L. Tanaka, 2018: Analysis of cloud formation process for arctic cyclone in the non-hydrostatic icosahedral grid model. Abstract, Fifth International Symposium on Arctic Research, January 15-18, 2018, Hitotsubashi Hall, Tokyo, Japan, G01-O06.
20. Yamagami, A., M. Matsueda, and H. L. Tanaka 2018: Medium-range forecast skill for Arctic cyclone. Abstract, Fifth International Symposium on Arctic Research, January 15-18, 2018, Hitotsubashi Hall, Tokyo, Japan, S02-O10.

(3) 国内学会・研究会発表

A) 招待講演

日下博幸, 2017: 領域気象モデルの発展と今後の課題—農業研究での利用可能性.
日本農業気象学会 75 周年記念大会, 2018 年 3 月 15 日, 福岡.

B) その他の発表

1. 宇野史睦, 大竹秀明, 松枝未遠, 大関崇, 山田芳則, 2017: 複数の全球アンサンブル予報を用いた MSM 日射量予測値の大外し事例の検出. 日本気象学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月 30 日-11 月 2 日, 札幌.
2. 須長智洋, 田中博, 松枝未遠, 2017: 自己組織化マップ (SOM) とアンサンブルスプレッドによる相空間の可視化. 日本気象学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月 30 日-11 月 2 日, 札幌.
3. 中野渡拓也, 猪上淳, 佐藤和敏, Laurent Bertino, Jiping Zhang, 松枝未遠, 山上晃央, 杉村剛, 矢吹裕伯, 大塚夏彦, 2017: 東シベリア海の家氷短期予測における総観スケール大気擾乱の重要性. 日本気象学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月 30 日-11 月 2 日, 札幌.
4. Tetsuo Nakazawa and Mio Matsueda, 2017: Relationship between Meteorological Variables/Dust and the Number of Meningitis Cases in Burkina Faso. 日本気象学会 2017 年春季大会, 2017 年 5 月 25-28 日, 代々木.
5. 相場祥平, 鈴木パーカー 明日香, 日下 博幸, 2017: 屋内外の温熱環境の違いが知的生産性に与える影響. 日本気象学会 2017 年度秋季大会, 2017 年 10 月 30 日-11 月 2 日, 札幌.

(4) 著書、解説記事等

- ・高谷祐平, 中澤哲夫, 松枝未遠, 2017: 季節内から季節予測プロジェクト (Sub-seasonal to Seasonal Prediction Project) , 天気, 64(6), 51-56.

- ・ 田中博，2017: 地球大気の科学. 現代地球科学入門シリーズ 3, 共立出版, 305 pp.
- ・ 日下博幸，藤部文昭（編集代表），2018：日本気候百科，丸善出版，516pp.
- ・ 日下博幸，2018：猛暑とフェーンのしくみ. 山川修治ほか（編），気候変動の事典，472pp.

7. 異分野間連携・国際連携・国際活動等

- ・ 世界気象機関（WMO） 大気科学委員会（CAS） 予測可能性・力学過程及びアンサンブル予報に関する作業部会（PDEF）委員（松枝）
- ・ アラスカ大学フェアバンクス校、国際北極圏研究センター（IARC）との大学間協定（田中）
- ・ インドネシア気候・気象・地球物理庁との共同研究、SATREPS 火山灰追跡モデル（田中）
- ・ ミズリー大学コロンビア校との共同研究、ブロッキング現象、部局間協定（田中）
- ・ ベトナム国家大学ハノイ自然科学大学（VNU/HUS）と本センターの間での協定締結（日下）
- ・ アジア工科大学（AIT）での集中講義（日下）
- ・ スリランカ国気象局での集中講義（日下）

8. シンポジウム、研究会、スクール等の開催実績

- ・ 第 5 回国際北極研究シンポジウム（ISAR-5）、主催：JCAR、共催:CCS、参加者：344 名、18 か国、海外講演者 2 名招聘、2018 年 1 月 15 日－18 日、一橋大学一橋講堂

9. 管理・運営

- ・ 学生生活支援室長・T-ACT 推進室長、副学長補佐、教育研究評議員（田中）

10. 社会貢献・国際貢献

- ・ 日本気象予報士 CPD 制度、運営委員、認定委員（田中）
- ・ 東京都環境影響評価審議会、委員（日下）
- ・ オリンピック・パラリンピック暑熱環境測定等検討委員会、委員（日下）
- ・ 熱中症予防声かけプロジェクト、実行委員（日下）
- ・ 気象庁気候問題懇談会検討部会、委員（日下）
- ・ 日本学術会議自然地理学環境防災小委員会、委員（日下）
- ・ 清真学園高等学校清真スーパーセミナー、講演（日下）

- ・茨城県高大連携事業、茨城県立緑丘高校生受け入れ（日下）
- ・筑波山神社筑波大学計算科学研究センター共同気象観測所の管理・運営（日下・振興室）

11. その他

- ・英国・オクスフォード大学物理学部長期滞在（松枝、国際テニユアトラック制度）
- ・アンサンブル予報準リアルタイム表示 web サイト（TIGGE Museum, S2S Museum）の管理・運営（松枝、山上）