

TOPIC

三陸沿岸の冬季強風の高解像度シミュレーション

伊藤純至（東北大学）・名越利幸（岩手大学）

1. はじめに

三陸沿岸域では、冬季は季節風により西寄りの風が卓越する。東京大学大気海洋研究所の沿岸研究国際センター（図1、岩手県大槌町赤浜）において、連続した気象観測が行われている[1]。大槌湾の突堤に設置された風速計の観測を解析したところ、昼過ぎに地上風速が強化する傾向がみられている（図2）。風向は概ね北西である（図3）。このような傾向は、岩手県内のアメダスの観測において共通してみられる風の特徴である。

益子（2019）により日本全国の気象官署の観測値を用いた、突風の発生数の統計調査が行われている[2]。この調査によれば、三陸（大船渡・宮古）において、降水を伴わない突風発生数は全国でもっとも多い（降水を伴う場合は、太平洋沿岸において台風に伴い生じるケースが多い）。また、突風の風向が、大船渡は北西、宮古は南西にほぼ固定されている点も、三陸以外の地域ではあまりみられない特徴である。

このような特徴的な強風もしくは突風の出現には三陸海岸や北上山地の複雑な地形の影響が考えられる。このために現実的な地形を導入可能な、解像度を極端に高めたシミュレーションを行う。2018/19シーズンにおいて大槌湾突堤で風速が強く、降水も無かった（図3）、2019年2月1日の強風の再現を試みた。

2. 手法

気象庁非静力学モデル(JMA-NHM)[3]によって、三陸沿岸の強風の再現を試みた。気象庁メソ解析値（水平解像度5km、3時間毎、モデル面）を初期値・境界値とした水平解像度1kmの低解像度ランを行う。2月1日午前0時（日本時間）から24時間積分した。格子数は1000×1000×60とする。さらに水平解像度を高め、100mとした高解像度ランを行う。格子数は低解像度ランと同程度（1000×1200×60）としている。そのため、計算領域は北上山地や三陸沖のみしかカバーできない（図4）。この計算は2月1日の午前3時に開始し、21時間積分する。高解像度ランの10分毎の結果を境界値として利用する。

3. 地表風速の再現

低解像度ランと高解像度ランそれぞれの計算結果において、三陸沿岸の地上風速に着目する。15時の地上風速の分

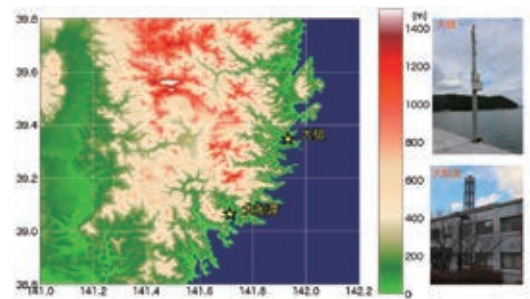


図1 三陸沿岸の詳細地形と風の観測（大槌・大船渡）

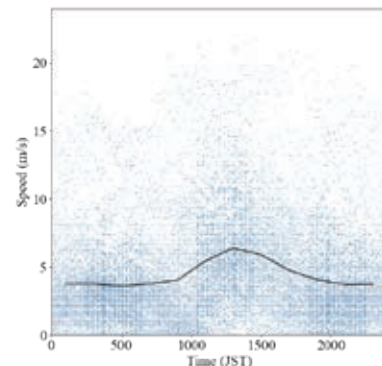


図2 大槌突堤にける地上風速の日変化。2018年12月から2019年3月の各日の10秒毎の観測結果を時間帯ごとにコンポジットした。実線は移動平均を示す

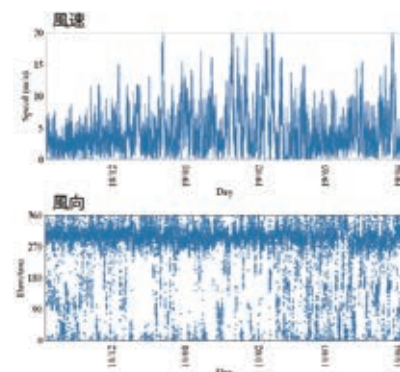


図3 2018/19シーズンを通した大槌湾突堤の風速・風向の観測値の時系列

布を計算結果を図5に示す。昼過ぎになると、三陸沿岸域の地上風速は全体的に大きくなる。標高の高い北上山地や海上において10m/sを超える強い地上風速が出現している。しかし、低解像度ランでは三陸沿岸は高地や海上と比較し、相対的に弱風域になっている。高解像度ランにおいても大槌周辺では強い地上風は生じていない。沿岸域に着目すると、大船渡において局地的に強い地上風が出現している。

大船渡（観測所に最も近いグリッド点、図1）における、解像度毎の地上風速の時系列（図6）を比較する。午前中は解像度による大船渡の地上風速の違いはあまりない。午後になると、高解像度ランのみ15m/sを越す強風が間欠的に出現するようになる。また風向は解像度に関わらず、昼過ぎはほぼ北西で揃っている。

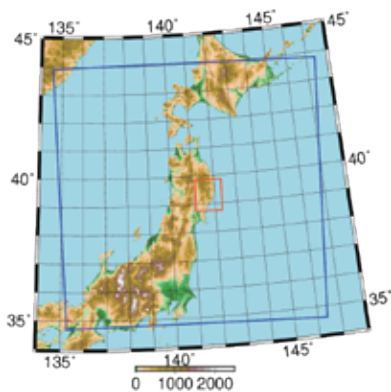


図4 計算領域（青線が水平解像度1kmの低解像度ラン、赤線が水平解像度100mの高解像度ランを示す）。シェードは標高（m）

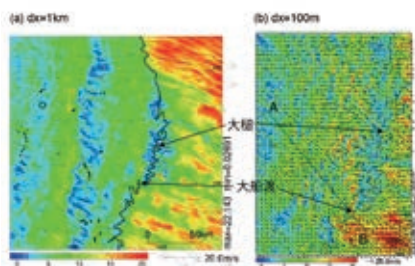


図5 (a)低解像度ランと(b)高解像度ランの地上風速の水平分布。(b)の灰実線に沿う鉛直断面を図7に示した

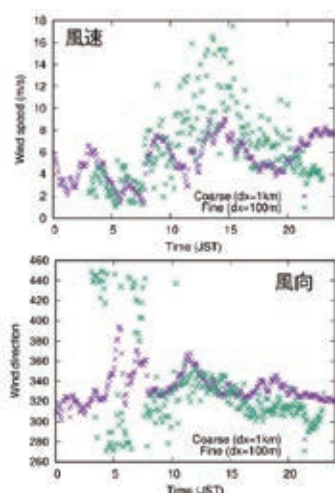


図6 大船渡における風速・風向の時系列。紫が低解像度ラン、緑が高解像度ランを表す

低解像度ランの計算結果において、卓越風向におおよそ沿い、大船渡を横切る大気下層の鉛直断面内の午前・午後それぞれの温位を示す（図7）。北上山地では、午後是对流混合層が発達している。等温位線の高度変化の振幅は増大しており、上空の強い乱流混合を示唆する。また等温位線が北上山地に沿い降下しており、上空の大きな運動量が、北上山地の風下の大船渡にもたらされている。

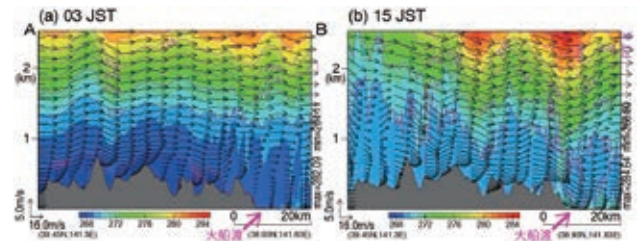


図7 大船渡を横切る（図5の灰実線）鉛直断面の温位（シェード）と風速ベクトル。高解像度ランの(a)3時と(b)15時の結果

4. まとめ

高解像度のシミュレーションによって、統計調査 [2] で突風数が多い大船渡の局地風を再現できた。一般的に、解像度を高めると風速変動は増大するが、風速自体は必ずしも大きくならない。冬季の別の日の事例では、大船渡の地上風速には、解像度による系統的な違いはみられなかった。ここで取り上げた2019年2月1日の事例に関しては、地上風速の明確な増大がみられており、北上山地の複雑地形の導入、もしくは対流混合層の解像により、より現実的な地上風の再現が可能になったと考えられる。北上山地の地形に起因するおろし風と、日中の対流混合の両者が、三陸の強い地上風の出現に寄与していることがわかった。

謝辞

本研究の遂行のため、東京大学大気海洋研究所の沿岸研究国際センターの外来研究員制度（受入：田中潔准教授）の支援を受けました。また気象庁メソ解析値は気象庁と（社）日本気象学会の研究協力の枠組みである気象研究コンソーシアムを通じて提供されました。

参考文献

- [1] 大槌湾海洋環境モニタリングリアルタイム中継
http://www.icrc.aori.u-tokyo.ac.jp/member/ktanaka/contents_j/kankyo-monitor/index_kankyo.html
- [2] Wataru MASHIKO, A Statistical Study of Wind Gusts in Japan Using Surface Observations, J. Meteorol. Soc. Jpn., 97, 39-54, 2019
- [3] Kazuo SAITO, Jun-ichi ISHIDA, Kohei ARANAMI, Tabito HARA, Tomonori SEGAWA, Masami NARITA, Yuuki HONDA, Nonhydrostatic Atmospheric Models and Operational Development at JMA, J. Meteorol. Soc. Jpn., 2007, 85B, 271-304, 2007.

2020年度 日本気象学会東北支部 気象研究会

日本気象学会東北支部事務局

2020年度東北支部気象研究会を12月7日（月）に仙台第3合同庁舎2階大会議室において開催しました。本研究会は、2015年度からは仙台管区気象台との共催で、東北6県の気象台等の職員による調査研究会との合同研究会として実施しています。東北地方の大学及び研究機関等から9題の参加があり、当日は気象台職員による9題とあわせた、計18題の発表がありました。

今年度はコロナ禍による自粛ムードの中、本研究会も一時開催が危ぶまれましたが、受付での検温、会場への入場者数の制限やパーティションの設置などのコロナ対策を施して、なんとか開催に漕ぎつけました。また、入場制限へのフォローアップとして、会場で聴講できなかった学会員のために、研究会の様子をビデオカメラで撮影し、これをZoom、YouTubeでライブ配信しました。

今後とも支部活動による気象学発展への寄与と社会貢献を目指して、研究会の取組を継続して行きます。学会員のみなさんの積極的な参加を期待します。ご意見・ご要望などございましたらお気軽に事務局までお願いいたします。

なお、昨年度から学会員のうち、予めエントリーした人を対象に、優れた研究発表を行った発表者を日本気象学会東北支部発表賞として表彰しています。研究会参加者の投票結果により選出された今年度の受賞者および発表タイトルは以下のとおりです。

○池田 翔（山形地方気象台）

「気象庁非静力学モデルデータの農業利用に関する研究
—陸面過程を用いた凍霜害の予測を目指して—」

○小原 涼太（東北大学大学院理学研究科）

「2019年10月25日のCADに伴う千葉県の大雨の地形・境界層スキームに対する感度」

予稿及び質疑は以下ホームページに掲載しており、多くの興味深い調査・研究が掲載されていますので、是非ご参照下さい。
URL:<http://tohoku.metsoc.jp/workshop/workshop.html>
(日本気象学会東北支部研究会ホームページ)

ここでは誌面の都合上、支部研究会に発表応募のあった演題、および気象台職員の調査研究のうち支部発表賞候補にエントリーした演題について、著者と要旨（発表者に○）を掲載します。

線状降水帯の高解像度理想実験

○伊藤 純至（東北大学大学院理学研究科）、津口 裕茂（気象庁）、林 修吾（気象研究所）、新野 宏（東大AORI）

海陸分布のみを与えた理想実験において、水平解像度100mとしたラージ・エディ・シミュレーションを行い、線状降水帯をもたらすバックビルディングの停滞する積乱雲群からなる降水システムを再現し、メカニズムや解像度依存性を調べた。

2019年10月25日のCADに伴う千葉県の大雨の地形・境界層スキームに対する感度

○小原 涼太、岩崎 俊樹、山崎 剛（東北大学大学院理学研究科）、鈴木 健斗（気象庁）

2019年10月25日の千葉県の大雨事例ではCold-Air Damming (CAD)が発生し、その南東縁の局地前線付近で大雨となったが、10月24日のMSMの予想では局地前線と強雨域が実際よりも内陸側に予想されていた。本研究では、局地前線と強雨域の地形・境界層スキームの違いに対する感度を調べた。その結果、地形と境界層スキームの違いはCADの寒気の張り出しに違いを生じることによって強雨域の違いをもたらすことが確かめられた。

2014年12月16日に発生した晴天乱気流事例のWRF-LESによる解析

○吉村 僚一（東北大学工学研究科）、鈴木 健斗（気象庁）、焼野 藍子、大林 茂（東北大学流体科学研究所）、菊地 亮太（京都大学産官学連携本部）、伊藤 純至（東北大学大学院理学研究科）

晴天乱気流による航空事故防止の為にJAXA等の研究機関が実証実験を含む技術開発を行っている。実機を用いた飛行試験に加え、数値計算による乱気流の再現は仮想的な飛行試験を可能とし、開発の効率化が期待される。本研究では2014/12/16に北関東上空で発生した晴天乱気流事例についてWRF-LESによる解析を行い、乱気流の再現を行うとともにその発生原因の調査を行った。

機械学習を用いたひろだい白神レーダによる冬季降雪量推定

○谷田貝 亜紀代、今井 雅、前田 未央（弘前大学大学院理工学研究科）

弘前大学X-band気象レーダ（ひろだい白神レーダー）による5冬季の4仰角の反射強度とドップラー速度（入力層）を、APHRO_JP時別降水量（出力層）に対して学習させた。1,341,372組の同時時間、同0.05度格子にそろえたデータで学習（中間層2層、ノード64）した結果、平均誤差3mm/hを超え有効な学習に至らなかった。これに地理情報（緯度経度）を加え10要素を入力した結果平均誤差1.3mm/hに改善された。弘前周辺の降雪量の短時間予測のため学習を引き続き行う。

北西太平洋におけるTropical Cycloneに伴う降水分布の解析

○白川 彩乃、坂下 悠乃、谷田貝 亜紀代（弘前大学大学院理工

学研究科)

日本域はレーダーアメダス解析雨量、それ以外の陸海域にはGPM IMERGを使用し2015～2018年の7～10月に北西太平洋で発生した熱帯低気圧(TC)の降水分布を1時間解像度で台風強度別に解析した。続いてTCの降水日変化を評価しHIMAWARI-8の赤外画像輝度温度の日変化と比較した結果、輝度温度の日変化はほとんどみられず、より発達した積乱雲と夕方の強い降水との関連性は証明できなかった。引き続き日変化要因や、海域、TC発生環境との対応を調査する。

MJOに伴う海大陸西側における対流雲の変動

○佐藤 拓実、岩淵 弘信(東北大学大学院理学研究科)

海大陸におけるMJOに伴う雲降水系の変動や機構についての理解には未だ多くの不確実性がある。これをより理解するために、異なる雲の種類とその進化を解析し、大気不安定性など影響を調べるのが重要である。

本研究では海大陸西側のMJOに伴う対流雲の変動について調査する。ひまわり8号のデータを用い3つのMJOイベントの解析を行った結果、MJO抑制期において対流雲は大きさが減少する一方、個数が増加するという結果が得られた。

陸面過程モデルを用いた凍霜害の推定

○岩波 彦彦、山崎 剛(東北大学大学院理学研究科)

凍霜害は果樹をはじめとする農作物の収量や品質に大きな影響を与える気象災害である。この研究では、2013年から2018年の長野県を対象として、陸面過程モデルにより霜の発生推定について評価した。その結果霜の発生を過大評価する傾向が見られたが、発生状況を概ね再現できる可能性が示された。また、モデルへの気温、相対湿度などの入力値に予報誤差程度の不確実性がある場合の霜の発生推定に及ぼす影響を調べた。

秋田県大潟村におけるダイズの生育と土壌水分・気象との関係

○伊勢 貴之、井上 誠、木口 倫、佐藤 孝、保田 謙太郎(秋田県立大学)

秋田県大潟村の圃場において、播種期から盛夏期にかけての土壌および気象データを用いてダイズの生育と気象との関係を調べた。土壌に水分を加えた「水分調整区」と水分を加えない「水分未調整区」を用意し、各区の土壌含水率、砕土率、ダイズの発芽率の関係を解析した結果、土壌含水率と砕土率には顕著な負の相関がみられた。

講演では、砕土率と発芽率との関係や大潟村の気象とダイズの生育との関連についても報告する。

気象庁非静力学モデルデータの農業利用に関する研究

—陸面過程を用いた凍霜害の予測を目指して—

○池田 翔(山形地方気象台)

気象庁の決定論的な数値予報データを陸面過程モデルに入力

して気象台の露場における降霜(水蒸気の昇華凝結)を物理的に計算した。本調査より、陸面変数である「葉面の氷」と「葉面温度」は凍霜害予測の指標となり得ることがわかった。実際の圃場へ適用するためには、農作物の降霜や葉面温度の観測データを用いた検証が今後必要である。また、霜の要因となる葉面温度の低下は植物の放射冷却に強く依存するため、メソアンサンプル予報を用いた不確実性の低減が今後必要である。

宮城県、東北地方における地球温暖化に伴う気候変化

○山崎 剛、諸岡 浩子、岩崎 俊樹(東北大学大学院理学研究科)

気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)によって作成された水平解像度5kmの現在気候、2℃上昇、4℃上昇それぞれ延べ372年分のシミュレーションにより、宮城県をはじめとする東北地方の気候変化を評価した。宮城県内のアメダスで現在気候シミュレーションの再現性を調べたところ、季節により系統的なバイアスが存在するが、おおむね観測を再現していた。将来の気温変化の分布では冬の内陸盆地・平野で昇温が顕著となった。



質問は専用ブースから



2020年度 日本気象学会東北支部 気象講演会開催

日本気象学会東北支部事務局

2020年度日本気象学会東北支部気象講演会が令和2年12月12日にオンラインで開催されました。この気象講演会は、一般市民を対象に気象学に関する知識の普及・啓発とともに自然災害による被害の軽減に資することを目的として、毎年東北地方各県のいずれかで開催しています。今年度はほぼ5年ぶりに宮城県での開催が決まっておりましたが（前回は2016年2月）、コロナ禍の影響により東北支部としては初のオンライン開催となり、仙台管区気象台の台長室にマイク、モニター、カメラ、アクリル板（感染症対策）などにより簡易スタジオをこしらえて配信を行いました（写真3）。

今回の講演会のテーマは「東北地方の気象災害 ～現状とその背景～」で、近年の東北地方の気象災害を概観すると共に、地球温暖化と日本、地域の自然災害がどのように関係しているのかについて講演していただきました。これによって自然災害に対する理解を深め、被害の軽減などについて考えるきっかけになることを意図したものです。

講演会では、はじめに東北支部の気象講演会担当理事、東北大学大学院理学研究科の山崎剛教授より開会の挨拶があり、本講演会の趣旨と東北支部初のオンライン講演会であることの説明、および共催いただいた各機関・団体への感謝の旨が述べられました（写真3上）。

次に、2部構成の講演1として仙台管区気象台気象防災部の岩井弘樹次長から「近年の東北地方の気象災害」と題して講演いただきました（写真1）。気象台職員として多くの気象災害に対応してきた経験をもとに、東北地方に初めて特別警報が発表された「平成27年9月関東・東北豪雨」から、山形県の最上川に氾濫をもたらせた「令和2年7月豪雨」までの6つの気象災害について、それぞれの気象状況や被害について紹介いただきました。そして、ご自身の経験なども交えてそれぞれの発生要因や気象状況の多様性について解説いただきました。

後半の講演2は東北大学大学院理学研究科の早坂忠裕教授に、「地球温暖化と日本の気候」とのタイトルで講演いただきました（写真2）。よりグローバルな視点から日本、世界での気象災害・異常気象の状況、気候変動の実態および近未来の気候予測について、IPCC（気候変動に関する政府間パネル）のレポートや最新の研究事例をもとに専門以外の人にも分かるように丁寧に解説いただきました。また、そうした状況は人為的な要因による気候変動（地球温暖化）が起こっていることと整合的であることや、自然災害のリスクを伴うということ、これらを科学的に正しく理解して、リスクと向き合う必要があることなどを説明いただきました。

最後に東北支部支部長の仙台管区気象台小泉耕台長より閉会の挨拶があり、今回の講演会にあたり技術的支援や広報などでご協力いただいた日本気象学会九州支部、日本気象予報士会東北支部、防災士会みやぎ、東北地方環境事務所の方々への感謝の言葉により、約2時間の講演会を締めくくりました（写真3下）。

今回の講演会では東北地方に限らず、北海道から沖縄まで全国各地から約180名の方々の参加があり、事後に実施したアンケートにも60名の方々に協力いただきました（図1、2）。また、アンケートの自由記述欄には「ひとつひとつの事例についての解説が参考になった。特に、雨の降りかたと災害の関係（浸水害・土砂災害）について強調されていた点が印象に残った。」「地球温暖化は、人間活動と直接のかかわりが大いにあることを知り、地球を守る大切さがわかりました。気温や海水温の上昇やその原因なども具体的に頂けてよかったで

す。」「ともすれば「温暖化」や「極端現象」の一言で片付けられてしまう問題について、現業と研究の両方の視点から全体を俯瞰できたことは大きな収穫だった。」など多くの好意的なコメントをいただきました。

今回の講演会は、東北支部HPで動画を公開しています。未見の方は是非ご視聴ください。

<http://tohoku.metsoc.jp/lecture/lecture.html>



写真1



写真2

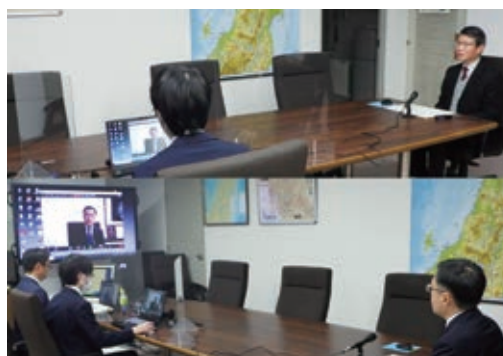


写真3

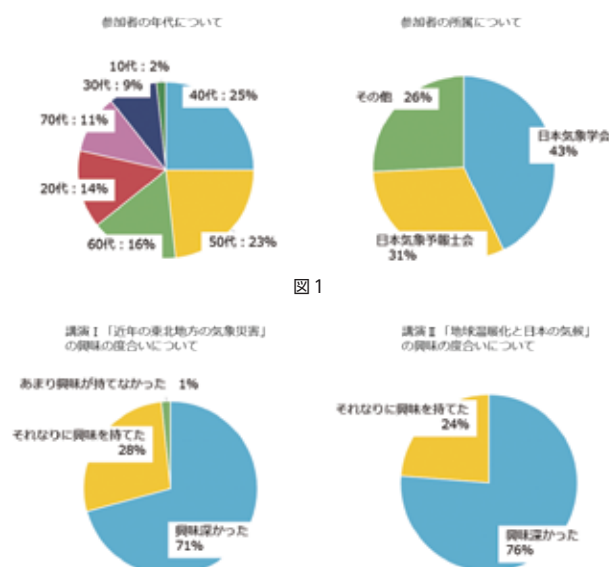


図2

2020年度日本気象学会東北支部臨時理事会

日時：2020年12月16日（水）～同月23日（水）（書面開催による）

議題1. 2020年度日本気象学会東北支部発表賞

●事務局案のとおり承認した。

2020年度日本気象学会東北支部発表賞は、支部発表賞候補者推薦委員会からの推薦により、以下の2名とする。

- ・池田翔（山形地方気象台）
「気象庁非静力学モデルデータの農業利用に関する研究 一陸面過程を用いた凍霜害の予測を目指して一」
- ・小原涼太（東北大学大学院理学研究科）
「2019年10月25日のCADに伴う千葉県の大雨の地形・境界層スキームに対する感度」

お知らせ

事務局からのお知らせ

●支部だよりのホームページ掲載とメールでのお知らせについて

気象学会東北支部では、支部だより発行の際に、各会員に発送するとともに支部ホームページ（<http://tohoku.metsoc.jp/letters/letter.html>）に掲載しておりました。

支部だより第85号以降は、これまでと同様に各会員に発送し、支部ホームページに掲載するとともに、気象学会に登録いただいた電子メールアドレスにも支部メーリングリストを使用して、内容のタイトルを記した発行のお知らせをお送りしていますので、ご了解のほどお願いします。

●個人会員の電子メールアドレス登録のお願い

気象学会では、登録のあった電子メールアドレスを積極的に活用し、学会活動の推進を図っております。

東北支部では今後、支部だより発行、支部からのご案内を電子メールで配信してまいりますので、まだ登録されていない会員の方は、会員氏名・番号、電子メールアドレスをご登録いただくようお願いします。

登録は、住所変更届と同様に、気象学会本部ページの「入会案内」ページ（トップページ上の「入会・変更」をクリック）において「会員登録情報の変更」の画面に入り（<https://www.metsoc.jp/membership-2/update>）、必要事項を記入・確認の上、送信ボタンを押して完了です。

ご不明な点がありましたら事務局へお尋ねください。

日本気象学会東北支部事務局

〒983-0842 仙台市宮城野区五輪1-3-15 仙台第3合同庁舎（仙台管区気象台気象防災部防災調査課内） 測上
TEL：022-297-8162 FAX：022-297-5615 メール：tohoku-admin@tohoku.metsoc.jp

編集後記

伊藤先生・名越先生による三陸の突風のご研究の紹介、私もとても勉強になりました。コロナ対策に万全を期しての研究会・講演会の開催については、発表や講演をされた参加者・先生方のご協力もさることながら、準備にあたられた事務局、関係者の皆様のご尽力に心より感謝したいと思います。（S. S.）