

令和3年度

日本気象学会東北支部気象研究会

■

仙台管区気象台東北地方調査研究会

合同発表会質疑応答集

令和3年12月13日(月)

仙台第3合同庁舎 2階大会議室

共 催

(公社)日本気象学会東北支部

仙台管区気象台

余白

No. 1

「東北地方における地球温暖化に伴う気候変化（☆諸岡浩子、岩崎俊樹、山崎剛）」

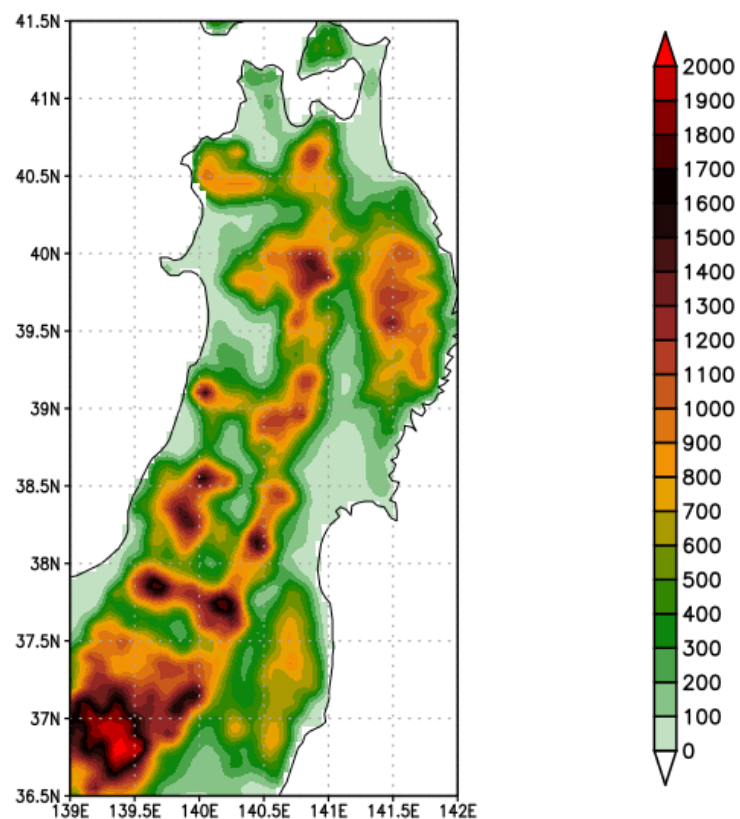
（質問）極端降水量増加の要因は何か（風？水蒸気？）。極端降水量増加をもたらす擾乱は何か。

（回答）地球温暖化に伴って気温が上昇して大気中の水蒸気が増えることで、大雨や短時間強雨が増加すると考えられる。極端降水量増加をもたらす擾乱の解析は今後の課題である。

（質問）この調査の数値シミュレーションにおける地形は、実際の地形をどのくらい反映しているか。

（回答）モデルの地形は右のとおりである。

ダウンスケーリングに用いた気象研の地域気候モデルでは、エンベロープマウンテン地形モデルが採用されており、山地地形がより強調される傾向がある。



（質問）「30年に一度」の定義で、12番目と13番目を指定した具体的な理由は何か。

（回答）現在気候、2℃上昇時、4℃上昇時のそれぞれで、年最大日降水量（年最大時間降水量）データが31年×12メンバー372年分あることになるので、再現期間30年（30年に一度）の大雨は、それぞれのデータを降順に並べて $372 / 30 = 12.4$ 番目の降水量に相当すると考えて、12番目と13番目の降水量を平均したもので代用した。

No. 2

「平年値でみた山形の気候変動（☆村山七美、藤原昭三）」

（質問）図 2 では「2020 年は 12 月の変化が-0.2 の降温」とあるが、図 3 の 12 月の真冬日の積算日数では 2020 年は増えていない。これらは「12 月は真冬日は減っているが 12 月の平均気温は下がっている」と理解して良いか。

（回答）ご指摘のとおり、12 月の平均気温の 2020 年平年値は、前平年値より-0.2℃低くなっているが、12 月の真冬日日数は減少している。12 月の平均日最高気温も調べたが、2020 年平年値は前平年値より-0.3℃低くなっていた。

真冬日日数を詳しく見ると 1984 年が 6 日と突出して多くなっており、この日数が 2010 年積算日数を多くし、結果として 2020 年積算日数は減少していた。

（質問）1960 年平年値以降の冬から春の昇温と 2000 年平年値以降の秋の昇温の原因について、気候ジャンプという過去の現象にその原因を求めているが、2020 年平年値の夏の大きな昇温についても、原因を過去に求めても良いのではと思うが如何か。

（回答）2020 年平年値の夏の昇温は過去に例が無く、1948 年頃や 1989 年頃のような気候ジャンプとの関係は確認出来ていない。今後の課題と考える。

（コメント）気象庁 HP で沿岸海面水温情報を提供している（1982 年以降）。他の海域だが有意な上昇が表れているところがある。是非確認して欲しい。

（回答）海面水温情報を詳細に確認したことが無いので、今後、活用させていただく。

No. 3

「秋田県に顕著な大雪をもたらす特徴的な機構について —JRA-55 を用いた四八豪雪の解析から—（柳澤かおり）」

（質問・コメント）秋田沖を南下した帯状雲の形成要因は何か。収束線や帯状雲の形成・維持には相対的な下層暖気が重要と考えられるので、引き続き調査をお願いします。

（回答）秋田沖を南下した帯状雲 A の形成要因を本調査では考察できていないが、①大陸から日本の東へゆっくり進む低気圧の発達に伴って形成した暖気②低気圧の発達に伴う水平収束の強化③沿海州付近の地形などの影響が考えられる。引き続き調査を行いたい。また帯状雲 A よりも停滞した帯状雲 B が多くの降雪をもたらしたことから、維持や停滞に関わる要因にも着目したい。

（コメント）本手法について観測データの豊富な事例との比較を行って手法そのものの精度を検証しても良いのではないかと思います。

（回答）秋田レーダーや県内の積雪深からは計算結果がある程度妥当であったと考えられるが、頂いたコメントの通り、どの程度の規模の現象まで再現可能か等も検証したい。

（質問）低気圧の通過→寒気流入というパターンは良く見られると思われるが、大雪になるかならないかの違いがどこにあるのか、印象とか直観的な何かがあれば教えて欲しい。

（回答）発達した低気圧・冬型の気圧配置・上層寒気といった総観場の条件は必須で、冬型の場の中でも現象ごとに重要な着目点が異なると考える。現象ごとに影響を受けやすい場所もある程度決まってくると思われる。

今回調査した帯状雲は、総観場低気圧の発達程度、上層渦位の場合が重要という印象を持った。また発達した低気圧の動きが遅いほど、1つの擾乱の影響が長引く、又は擾乱による短時間降雪の影響を複数受けやすくなることも考えられるため、総観場低気圧の発達や停滞に影響する要因（例えば上層渦位）は重要だと思われる。

複数種類のメソ擾乱を調査することで、現象ごとの着目点を整理したい。

No. 4

「6月の東シナ海域で見られる顕著な降水日周期の形成要因（☆山下堯也、岩渕弘信、岩崎俊樹）」

（質問・コメント）下層収束のピークと降水のピークが（降水が後に）ずれるのは定性的には分かるが、定量的な要因は何か。

ピークのずれ幅が降水の継続時間と相関があるとすれば、総降水量や水蒸気フラックス収束と、ずれ幅に相関があるかも知れない。

（回答）ピーク時刻のずれの大きさは、降水の継続時間を反映している可能性がある。降水量を領域平均値として考えているため、降水の継続時間を客観的に決定することは困難であるが、まずは1時間降水量と水蒸気フラックス収束の時系列を比較し、互いの時間ずれと降水の継続時間に関係性がないか定性的に探りたい。

（質問）A海域とB海域で収束時間が北側のAの方が早いのは何故か。

（回答）下層風速のピーク時刻が、A海域の方が早いからと考える。下層風速は断熱過程による上昇流に対応し、非断熱過程による上昇流や下層風収束の強化の誘起に繋がっている。下層風速の大きさと、下層風速と下層風収束のピーク時刻差は、両海域において同程度であることから、下層風収束の強化に及ぼす下層風の影響は、両海域で同じ程度である。従って、下層風速のピーク時刻が早いA海域の方が、下層収束のピーク時刻が早いと考える。A海域の方が下層風速のピーク時刻が早い理由は、そのピーク時刻の空間分布が東シナ海上で北西から南東方向に遅れる傾向を示していることから、大陸からの波動の影響が考えられそうである。ただし、その正体については今後の検討材料としたい。

No. 5

「令和3年2月15日から17日にかけての発達した低気圧の解析（山口純平）」

（質問）図3の低気圧発達への寄与について上層渦位のロスビー波伝播は寄与しているのに対して下層渦位のロスビー波伝播は寄与していない。この違いは何か。

（回答）上層渦位のロスビー波は伝播により地上低気圧に接近すると、渦位の重ね合わせの効果で発達に寄与する。一方で下層渦位のロスビー波は、本事例では低気圧そのものにほぼ対応し、発達メカニズムも全く異なるものとなる。そのため寄与の違いが生じている。

（質問）本研究の動機について教えて欲しい。爆弾低気圧の理解（一般化）に寄与するのか。

（回答）現業の解析では上層トラフと地上低気圧の位置関係等から定性的に低気圧の発達を議論するが、調査研究においては現象の理解を深めるため、さらに踏み込んだ、例えば定量的な解析を行うことが重要となると考えられる。そのための一手法を提示したいと考えたのが本研究の動機である。また、本研究で用いた手法は低気圧の多くの事例においてそのまま適用可能であると考えられる。ただ爆弾低気圧の発達に関しては先行研究が数多く存在するため、新たな知見を得られるかどうかは先行研究を調べたのちに判断する必要がある。

（質問）低気圧発達への寄与に関して、折れ線グラフ、棒グラフがあるが

- ・低気圧の発達率とはどのように評価するのか。
- ・寄与はどのように評価するのか。

（回答）低気圧の発達率は低気圧中心のジオポテンシャル高度の時間当たり低下量で評価している。一方、寄与は各メカニズムによる高度変化傾向の、低気圧中心における値で評価している。補足すると、低気圧の中心示度の低下率と低気圧中心における高度変化傾向の値は、低気圧中心の移動速度が有限な場合は一致することを示すことが出来る。本研究はこの性質を利用して低気圧の発達率について議論している。

（質問）低気圧の進む遅さについて、（一般論として）PTD から考察できることはあるか。

（回答）低気圧の移動速度は、通常、低気圧中心における気圧低下率の勾配が大きいほど大きくなる。したがって、PTD の各メカニズムによる高度低下率の勾配を取ると、各メカニズムによる低気圧移動速度への寄与を見積もることが出来、低気圧の進む遅さについても考察可能であると考えられる。

No. 6

「令和3年（2021年）8月9日～10日にかけての下北の大雨について〔NHM実験編〕（☆石鳥和幸、寺内俊平、山口純平、根来仁）」

（質問）JMA-NHMの計算設定は5km格子で十分か。

（回答）現象のスケールから不十分という認識をもっている。まずは5km格子で環境場等を確認することを目的としていた。2km格子へのダウンスケールは今回の発表に間に合わなかった。

（質問）降水の持続要因は何か。

（回答）下層で東の風が卓越する状況が継続したことや、青森県の太平洋側の海域で500m高度の水蒸気フラックス $350\text{g}/\text{m}^2/\text{s}$ を超える非常に湿った空気が流入したことが要因として考えられる。

（質問）5km_ctrl 実験で再現された日高沖から下北半島にのびる収束線と、渡島半島から下北半島にかけて解析された線状の降水帯の関係は何かあるのか。

（回答）関係性についてわからない。下北半島の大雨では、5km_ctrl で日高沖から下北半島にのびる収束線がみられたことから、風上の日高山脈が影響しているのではないかと考え感度実験をおこなった。

（質問）本調査の結果から、実況で解析された線状の降水帯について下層暖湿気を持ち上げる要因は何と言えそうか。

（回答）渡島半島から下北半島にかけて解析された線状の降水帯の津軽海峡付近では、下層で風速が弱くなっており下層収束があるのではないかと考えている。また下北半島では、東風の吹き付けによる地形性上昇流も、下層暖湿気を持ち上げる要因として考えている。

No. 7

「2021 年 8 月 9 日から 10 日にかけての青森県を中心とした大雨事例の調査（☆高野一
生、岩場遊）」

（コメント）線状降水帯監視に関連して MAUL（湿潤絶対不安定）層の存在が言われている。
降水効率が高い点からも MAUL が一定の働きをしていたのかも知れない。

（回答）コメント感謝する。今後、湿潤絶対不安定層の面的な分布にも着目して追加の解析
をしようと考えている。

（質問）“強雨時の下北半島から渡島半島の雨域は、南北ではなく東西にまとまっている”と
のまとめの詳細を説明頂きたい。

（回答）レーダーによる鉛直断面から判断すると、雨域の各降水セルについて、南北方向の
降水強度にはセル構造のようなまとまりが見られず、東西方向にセル構造のようなまとまり
があった。このことから、線状降水帯のように湧き出し点から流されたライン状エコーでは
なく、東西流の場合において出現した雨域が何らかの原因によりたまたま南北に連なってライ
ン状に見えていると考えた。本調査で着目した地峡風による鉛直流励起は、その原因になり
得ると判断している。

（質問）8 月 10 日未明から朝の大雨は、東風が吹きつける場の中で、渡島半島東部、下北
半島の山地で雨雲が発達、さらに津軽海峡の地峡風の効果も加わって全体として南北に連な
るように見える降水域が形成されたと考えるが如何か。

（回答）今のところ調査した範囲では、10 日明け方頃までは津軽海峡の地峡風の効果がみ
られるが、朝の時間帯ははっきりとは確認できていない。低気圧本体が朝の時間帯に岩手県
付近を通過していることから、9 日夜遅くとは風の場合が異なるため、地峡風以外の効果も含
めて慎重に解析する必要があると考えている。

No. 8

「2021 年 6 月 24 日の岩手県内陸南部の大雨事例解析（小林大曙）」

（質問）発達したエコーが停滞した理由に冷氣層の形成を挙げているが、もっと大きなスケールで見て前線のセンスの様なものは無かったか。

（回答）実況資料では明瞭な前線（のような）構造を確認することはできなかった。しかし、総観場では、岩手県は上空の寒気を伴った気圧の谷の前面、地上では日本のはるか東と日本海の高気圧の間の鞍部に位置しており、下層風が収束し易く、対流雲が発達し易い環境になっていた。また、追加の調査として JMA-NHM を用いて本事例の再現実験を行ったところ、線状の降水系の停滞までは再現できなかったが、北上市西部で発生した降水域が次第に東進し、北上市、奥州市、金ケ崎町の境界付近まで達する様子を再現できた。その計算結果を用いて、流跡線解析を行ったところ、北上市付近に秋田県側から流入する気塊があることが分かった。この結果から現実でも北上盆地に沿って南から流入した気塊と秋田県側から流入した気塊が北上市付近で収束し、線状の降水系の形成に寄与した可能性があり、今後、検討を進める。

（質問）NHM 実験で地形は表現されているか。

（回答）格子間隔は 5 km で設定しており、細かい地形までは再現できていないと考える。JMA-NHM による再現実験では、北上市西部で発生した降水域が東進して、北上市、奥州市、金ケ崎町の境界付近に達する様子を良く再現したものの、それらの市町の境界付近で線状の降水系が長時間停滞する様子までは再現できなかった。発表の通り、北上市付近の地形（狭窄部）による冷氣塊の南下の抑制が線状の降水系の形成と停滞に寄与したと考えており、今後、JMA-NHM の計算格子間隔を小さくして実験を行い、検証を進める予定である。

(質問) 中層乾燥域と下層暖気の弱まりはどちらが先か。

(回答) 中層への乾燥空気の流入と線状の降水系の南側の気温低下は同様の時間帯(夜のはじめ頃)に生じており、どちらが先に生じたかを判断することは難しい。

(コメント) ドップラーレーダーで地表付近の冷氣とそれに乗り上げる気塊が良く捉えられている。印象的な事例。NHM を用いたより細かい構造を調査することを期待する。

(回答) 今後、JMA-NHM の計算格子間隔を小さくして実験を行い、降水システムの細かい構造を調査する予定である。また、過去に同様の事例がないか調査を進める予定である。

No. 9

「2021 年 1 月 9 日の秋田市を中心とした大雪の解析（松島実里）」

（質問）今回の例では内陸の冷氣により沿岸で大雪になったとのことだが、通常の秋田内陸部での大雪では内陸部に冷氣蓄積は無いのか。また、この例でははじめにどのようにして内陸の冷氣が形成されたのか。

（回答）通常の秋田内陸部での大雪においても、内陸部に冷氣蓄積はある。ただ、通常は強い西風が吹き、沿岸部への流出がなく、この点が今回と内陸部の大雪との違いである。また、この冷氣は下層の強い寒気や日没後の放射冷却等の影響で形成された。

（質問）今後の研究課題として asuca を使うメリットは何か。

（回答）asuca は初期値境界値に地表面解析値を利用できる（つまり雪面を表現できる）ため、陸側に形成された冷氣層を維持し、より実況に近い局地前線が表現できると考える。

（コメント）積雪面の状態を初期値に盛り込みたいのであれば、JRA-55 を利用することで解決できるかもしれない。

（回答）今後の参考とさせていただく。

No. 10

「海上風予測における EPS 資料の利用可能性について（加茂祐一）」

（質問）海上の暴風警報や、その可能性「高」「中」を検討するにあたり、警報基準の超過確率の目安をどのように考えたか。

（回答）GEPS の 18m/s 超過確率の分布図において、赤色（概ね 75%以上）で [高]、緑色（概ね 35～60%）で [中] と考えた。

（質問）GSM、MSM、GEPS、MEPS の海上風の予想で一番精度が良いはどれか。MSM 系よりも GSM 系の方が良いのか。

（回答）海上風の実況は把握が困難で、精度の検証までは難しい。ただ、GPS 波浪計で観測している風速とモデル値を比較して、どの程度のバイアスがあるかは、いずれ調査したいと考えている。

福島県では、海上の強風・暴風は低気圧によってもたらされることが多い。MSM・MEPS では低気圧が過発達する傾向があるため、海上風も強めに予測されやすい。そのため主に GSM・GEPS で予測する。地形の影響が大きい海域（海峡や内海）は MSM・MEPS の方がよいかもしれない。

No. 11

「秋田県における解析積雪深の検証（山本美幸）」

（質問）田代周辺の解析雨量の時系列と田代観測点の降水量との比較をしているか。

解析積雪深と観測の差は、標高の影響もあると思われるが、降水量の差に起因している部分もあるのではないか。

（回答）解析雨量の統計的な調査は行っていない。田代には雨量計がないため解析雨量と実測の降水量を比較することはできないが、参考として周辺のアメダス観測点と解析雨量を比較すると、事例・地点によって解析雨量が過小・過大であり、実測値と差があった。解析雨量の誤差が解析降雪量に影響を及ぼしている可能性も考えられる。

（質問）回帰係数で降雪量は地域差が小さいが、積雪深では南部・北部で大きく違う。積雪変質モデルで融雪が上手くいっていないのではないか。

（回答）：3～4月の積雪深の誤差率が大きいことから、積雪変質モデルで融雪が正しく表現できていないことが考えられる。

（質問）乳頭で解析積雪深の精度が高い結果が得られている。このように精度の高い地点やその周辺の格子は精度の高い情報として利用できるように思えるが如何か。

（回答）：アメダス積雪計の観測点が近い点や、標高が急変しない高い山・平野では解析積雪深の精度が比較的よかった。このような地点では積雪深の分布は概ね利用できると考えられる。しかし注警報の捕捉率が低いことから、降雪量を注警報の判断に用いるのは解析積雪深の精度が良い地点でも難しいと考えられる。

（質問）アメダス空白域で比較的係数が大（小）となっているように見える。アメダス空白域の影響は考えられるか。

（回答）：アメダス観測点が近い横手、湯沢、仙北市角館、由利本荘市矢島等を確認すると

回帰係数は比較的 1 に近いので、アメダス空白域では観測値の補正が小さい影響も受けていると考えられる。時系列で確認してもアメダス観測点に近い地点の誤差は小さい。今後他の誤差の指標等も確認し、アメダス空白域の誤差について調査を行いたい。

（質問）解析積雪深の計算には自治体の積雪データは用いていないということで良いか。乳頭の誤差が非常に小さく驚いた。

一方、融雪期に誤差が大きくなるのは何故か。

（回答）：解析積雪深の計算には自治体の積雪データは用いていない。

融雪期に誤差が大きくなるのは積雪変質モデルの特徴と考えられるが、今後詳細な調査を行う必要がある。

（コメント）5 年位前に秋田県の雪データを使用して解析積雪深と降雪量を検証したデータがある。解析積雪深の精度が格段に向上していないのであれば参考になると思う。ほぼ同じ傾向が出ていたはずである。

（回答）本庁へ報告する調査では、2017 年度～2019 年度に秋田県・アメダスの実況データと解析値を比較する事例調査を行っており、本調査でも参考にした。特に 2018 年 1 月 23 日～1 月 25 日を対象とした調査では、解析積雪深は平野部では過大な所もある一方で山沿いでは概ね過小であること、降雪量は全地点過小で注警報への利用は難しいことなど本調査と同様の傾向が出ていた。

（質問）秋田県の北部は気温が低くて比較的乾いた雪が、秋田県の南部は JPCZ の影響を受けることもあって、比較的湿った重い雪の降る印象がある。雪質の差は関係ないか。雪面の沈み込み方、雪の融け方に影響する可能性がある。

（回答）ご指摘の通り雪質の差も関係していると考えられる。今後は気温データなども利用して調査を続けたい。

No. 13

「2020/2021 年の弘前市における降水の安定同位体比の特徴について（☆上野優、谷田貝 亜紀代、芳村 圭）」

（質問）冬季の積乱雲はかなり背が低いと思われるが、成層圏起源の軽い水蒸気が地表まで到達したということか。

（回答）約 700hPa 高度まで渦位や水蒸気の点で成層圏の空気が流入していることを確認した。積乱雲中で空気塊の混合の可能性はあり、成層圏起源の空気のみが原因で軽い水蒸気がもたらされたか明らかにすることは今後の課題である。

（質問）水同位体分析計による分析は毎日実施したのか。

（回答）降水観測はほぼ毎日行ったが、分析計による分析は外部の機関を利用したためサンプルをまとめて分析した。そのため 2020/2021 年の分析は二度に分けて行った。

（質問）同位体のソース領域の設定数を 2 つとしたのは、技術的な理由からかもしくは学術的な興味からか。

（回答）学術的な興味からである。使用したモデルでは領域を 2 つまで設定できるため、モデルの結果を組み合わせることで 3 領域からの水蒸気を議論した先行研究もある。そのため、設定する領域を変えて解析することを今後の課題としたい。