

2017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

2016年12月4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

## No.1

## 「地球温暖化予測情報第9巻GPVデータを用いた

## 宮城県の夏の気温の将来予測（川上 新吾）」

(質問) GCM で計算されたアンサンブル平均を活用していると思うが、初期値アンサンブルの意味についてどのように考えているか教えてください。

(回答) 地球温暖化予測情報第9巻の予測計算では、4通りの海面水温の将来変化パターン<sup>※</sup>を境界条件として全球大気モデル (MRI-AGCM3.2S) 及び地域気候モデル (NHRCM05) による計算を行っています。つまり、4つの異なるSSTの初期値から計算はしておりません。4メンバーの予測計算を行うことで、20年平均値が4つ、年々変動には80年分(20年×4メンバー)のデータを用いることができます。従って、これらのデータの相互比較などにより、予測結果のばらつき具合に基づく不確実性の幅、信頼性の評価を実現しています。

※1: 4通りの海面水温の将来変化パターンの詳細については地球温暖化予測情報第9巻の2ページを参照願います。

(質問) 気象庁では30年を気候値として使用しているが、20年を使う意味について教えてください。

(回答) 気象庁では平年値としてWMOの推奨する30年平均値を用いておりますが、IPCCの評価報告書において、20年平均値を用いて将来予測の評価を行っていることから、気象庁においても将来予測の評価に20年平均値を使用しております。

(質問) 地球温暖化予測情報第8巻と第9巻との差異として説明しているが、CO<sub>2</sub>排出シナリオが異なるので、単純な気候値比較は問題ではないか。

(回答) モデルの予測値そのものを用いたモデル間の比較や気候値との比較は不適切ですが、モデルにおける現在気候と将来気候の差を用いることにより、ある程度バイアス等の影響が除去されていることから、CO<sub>2</sub>排出シナリオの違いによる差異を定量的に比較することは可能であると考えております。

**No.2**

「アンサンブル週間葉面湿潤度予報（池田 翔）」

（質問） 4-1、4-2 図のエラーバーの読み方を追加説明してください。

（回答） 白箱が真ん中 50%メンバー、上側ひげが上位 25%メンバー、下側ひげが下位 25%メンバー、白丸は上（下）ひげ以上（以下）の外れ値。

（質問） 予報結果が高温・乾燥傾向となった理由は？

（回答） 詳細な解析は今回の発表ではできなかったため不明であるが、陸面過程等が関係している可能性がある。仙台よりも古川（水田）でその傾向が過大なのは、水田に囲まれる低温・湿潤な環境下での観測であったことが原因として考えられる。今後詳細を明らかにしたい。

No.3

「大規模アンサンブル水稲生育シミュレーションによる  
気候変動に伴うコメ生産の安定性の評価（吉田 龍平）」

(質問) 早めた時期の気温は何℃くらいでしょうか（田植えを1ヶ月早めたほうがよいという結果に対して）。

(回答) 地域によってばらついているが、早めた移植日の気温は現在の移植日の気温と同程度になっている。

(質問) 収量ヒストグラムが全体として現在より **broad** な分布を示しているが、気温分布も将来 **broad** な分布になるということか？

(回答) 気温自体は高温側にそのままシフトしており、分布の形はあまり変わらない。昇温と収量変動が線形の関係になっていないため、気温の変化と収量の変化は必ずしも一対一の対応とはなっていない。

(質問) 移植日の考察のところで、CO<sub>2</sub>の施肥効果に関わっていることを述べていたが、CO<sub>2</sub>濃度による水稲生育の影響はモデルの中でどのように評価されているのか？

(回答) CO<sub>2</sub>濃度が光合成速度とリンクしており、濃度増加による光合成の加速がバイオマスおよび収量の増加につながっている。

**No.4**

「秋田県大潟村における最近 30 年間のダイズの単収とその  
6～8 月における気象場との関係（鈴木歩乃花）」

(コメント) 大潟の 2000 年以降の収量低下は(気象だけでなく)栽培側の原因があるかも。  
分かる人にきいてもらおうとよいです。

(回答) ありがとうございます。

(質問) 秋田県のダイズ収量には長期低下傾向が見られているが、どのような理由による  
のか？

(回答) 地球温暖化の影響により、育てている品種が合わなくなっていることや、連  
作障害や、転作による影響があるのではないかと考えています。近年は、降水量が多い  
年が続いており、湿害の発生があったのではないかと考えられます。

## No.5

## 「作柄概況資料による東北地方における水稲作期の長期変化（大久保 さゆり）」

(質問) 田植え期が変わらず出穂が早まっているのは、この期間の高温化のためと考えてよいか。吉田の発表 (No.03) では今後の対応として田植えを早くすることが収量安定につながるとのことだが、田植えを早めると出穂がさらに早まり、冷害・高温リスクが高まるように思うがいかがか。

(回答) 東北地方での気温推移をみていると、田植え時期の適温に達するのがやはり5月以降で、現時点での田植えの早期化は現実的でなさそうです。

一方で、後ろの、稲が熟する気温の限界 (10 月上～中頃) は延びる傾向にありご提案と逆になりますが、作期の後ろ倒しによって出穂前後の危険期を回避することは可能そうです。

栽培作期の事情に詳しい共著者ともディスカッションしたところ

- ・関東以西あたりは、すでに前倒しが現実的
- ・東北あたりは、今のところ後ろ倒しが現実的

ということです。もちろん、高温化が進めば、東北も田植え前倒しでのリスク回避が可能になるかも知れません。

(質問) 高温リスク、低温リスクは観測値で検証することは可能か？

(回答) リスクの指標は気温だけで求めたものですので、可能です。発表では、対象期間がアメダスでは足らなかったことから17の気象官署でしかリスクを算出していませんでしたが、たとえば、全てのアメダス地点で毎年の低/高温リスクを求めると、より地域性が明確になると思いますし、挑戦したいです。

## No.6

「日本列島および地球の温暖化と海域海面水温の経年変化（今清水 雄二）」

(コメント) 人工排熱 flux が広域で平均と仮定されているが、高緯度における安定層の解消など局所的な熱収支の変化に起因するもの、海流による熱の水平輸送などがあるので、是非考察して欲しい。

(回答) 本報告では下記(3番目コメントの回答)に示すように広域(日本国域、全球(世界)域)の人工排熱 flux の平均値を推定し、また、世界(全地球)における人工熱 flux の国(大陸)別平均値の分布図(M.G. Flanner, 2009)と世界(全地球)の気温変化傾向を表した図との比較検討を行った。そのさいコメントの指摘する(と思われる)世界(全地球)の低緯度と高緯度の日射量の差違および大気の流れ、海流による熱の水平輸送に因る放射収支の緯度分布は、全球、北半球における気温変化傾向を表した図の解釈においては押さえられるべきポイントであり、考慮したい。

(コメント) 陸域と近海との温度相関が高いのは排熱量ではなく、移流によるものだと思います。

(回答) 本報告では、産業施設や交通運輸機関によるエネルギー消費がともなう排熱の一部は、工場設備や船舶の動力エンジンの冷却における大量の河川水、海水の使用により近海の海水中に排出され、潜熱輸送によって近海域の海面を經由して日本列島の大気中に放出され、顕熱輸送および赤外線放射によって日本全国域の大気に放出される排熱とともに日本列島の気温上昇に寄与すると考えている。したがって日本列島の近海域を含む気温変化と近海域の海面水温はいずれも排熱に依存している可能性があり、両者の相関係数は正確に求められないが比較的大きいのは、そのためでないかと本報告では指摘した。陸域と海域間の移流効果の影響の可能性もあるでしょう。考慮したい。

(コメント) 排熱の具体的なエネルギー分を示してください。

(回答) 様々のエネルギー消費設備の稼働においては諸設備が過熱しないようにエネルギーの多くの部分は冷却システムにより周辺環境の空気または水中に排熱として排出され、顕熱輸送、赤外線放射、潜熱輸送によって大気中に放出され、最終的に消費エネルギーの殆どは熱として放散すると考えられる。その詳細は個々の設備ごとに異なり明示されないが、地球表面上のある領域の3者合計の平均排熱フラックス $\Delta F_E$  [W/m<sup>2</sup>]は、領域に存在するエネルギー消費全設備からの年間排熱量 $\approx$ 年間エネルギー消費量 $Q$  [W]と領域の面積 $A$  [m<sup>2</sup>]により、近似的に $\Delta F_E = Q/A$ によって与えられるとすると、2010年の日本列島の排熱フラックスは小さくても約0.13 [W/m<sup>2</sup>] (近海域:排他的経済水域)、世界(地球全体)平均の排熱フラックスは0.028 [W/m<sup>2</sup>]と概算される。前者は後者より大きく、日本全国域の気温上昇率が地球温暖化率(世界の平均気温上昇率)より大きい事実を支持

する。

(質問) 放射強制力は IPCC のレポートの 1/100 になっているその理由は何でしょうか。

(回答) IPCC のレポートによれば、現在 (2005 年) の気温は 1750 年以來の CO<sub>2</sub> 大気濃度の増加による放射強制力 (約  $1.66 \pm 0.17$  [W/m<sup>2</sup>]) および他の温室効果ガス濃度増加による放射強制力のため上昇し高くなっており、CO<sub>2</sub> 大気濃度 (1750 年  $C_{1750}$ 、2005 年  $C_{2005}$ ) の増加による放射強制力の大きさは近似的に  $5.35 \ln(C_{2005}/C_{1750})$  によって表される。一方、本報告では 2010 年の年間気温上昇 (気温上昇率) を検討するため、CO<sub>2</sub> 大気濃度の 1 年間の増加による放射強制力の増加分を年間放射強制力\*として近似的に  $5.35 \ln(C_{2011}/C_{2010}) \approx 0.028$  [W/m<sup>2</sup>] と概算し、2010 年の排熱流束 (flux) と比較検討した。すなわち、IPCC のレポートによる 1750 年を基準とする 2010 年の気温上昇を与える放射強制力を  $5.35 \ln(C_{2011}/C_{1750}) \approx 1.76$  [W/m<sup>2</sup>] とすると、本報告で年間放射強制力\*として求めた 2010 年 1 年間の CO<sub>2</sub> 大気濃度の増加による放射強制力の増分  $0.028$  [W/m<sup>2</sup>] は、1750 年基準の放射強制力 (IPCC レポート) の  $1/63 \approx 1/100$  となる。

\*拙著発表予稿 (題目番号 06) p.12 下 14 行および第 2 表第 4 行第 2 列の「放射強制力」は「年間放射強制力」に訂正する。

## No.7

## 「秋田における高層気温の経年変化 その2（見城 舞）」

(質問) 成層圏下部の気温はオゾンの影響を大きく受けると思われます。このことに関連して、

①オゾン量の変化と共に、2000年以降など近年の秋田上空の成層圏下部の気温は、横ばいから上昇に転じている可能性があると思われます。(2000年以降などでは統計年数は短い) 近年の変化について何か気付いた点などあるでしょうか。

②もし、上記のとおりであれば、この調査におけるレジームシフトの検出にも影響を与える可能性があると思いますが、この点、何か考察等あればお聞かせください。

(回答) オゾン全量の数値データの推移から、札幌では1993年以降オゾン全量が増加傾向にあるように見えます。そこで1993年以降の50hPa気温と年について無相関検定を行いました。無相関であることを棄却するほどの傾向は検出できませんでした。(無理やり回帰式を出したところ、僅かながら上昇傾向にあるように見えました。) 1958年からの50hPa気温と札幌、つくばのオゾン全量について、季節毎にそれぞれ無相関検定を行うと、相関が得られました。このことから、直接の因果関係があるかはわかりませんが、少なくともオゾンと50hPa気温の長期変化は連動している可能性はあると言えそうです。したがって、レジーム・シフト検出へ影響している可能性はありそうです。

(質問) 1989年に対流圏でのレジーム・シフトが検出できましたが、この原因について何か考えられることはありますか？

(コメント) レジーム・シフトにより気温の急激な上昇が起こっているが、急激な気温上昇の元となる熱は海洋などに蓄えられていたのではないかと推察してみてもどうでしょうか？

レジーム・シフトが起きる直前の1986年秋から1987/88年冬にかけてはエルニーニョ現象が起きていて、海洋の熱が大気へと放出されたと考えられる時期と整合しているように考えられます。

(回答) レジーム・シフトの原因は複数の事象の複合で起こっているのではないかと思います。質疑の際やその後にご教示いただいたとおり、エルニーニョにより海中に蓄えられていた熱が放出されたことが一因と考えられます。しかし、エルニーニョは周期的に訪れる現象であり、1989年近辺だけでなく周期的にシフトが起こっていても良いのではないかと思います。エルニーニョやオゾン全量の変化など、漠然とたくさんの事柄が関連して起こったのではないかと思います。

## No.8

## 「札幌・東北日本海側の降雪地域分布と経年変動特性（谷田貝亜紀代）」

(質問) EOF 解析による分類を行い、札幌市内の冬季降水と全球スケールの変動との関係を考察したとあるが、石狩湾付近に発生する小擾乱による局地的な豪雪といったローカルな現象はこの分類とどういった対応関係があると考えていますか。

(回答) 札幌市内の冬季降水の地域性をまず分類しました。それに対応する気圧配置、風向も調べており当日一部報告しました。石狩湾付近に発生する小擾乱による局地豪雪という視点ではまだ調べておらず、その対応関係は本研究の対象外です。

(質問) EOF 解析の第一主成分の寄与率が大きく、第2、第3成分は小さいので、分離する有効性があるのでしょうか。

(回答) 第1主成分の寄与率は大変大きいですが、報告したように、それと対象地域の全体降水量との決定係数  $R^2 = 0.997$  の強い関係があります。ということは、それと直交する第2、第3成分を分離することは、全体の降水量変動を除いた地域性を調べる上できわめて有効な正当な方法です。

(コメント) ラニーニャやエルニーニョとの関係を考察しているが、プロセスを明確にする必要があると思います。

(回答) プロセスは発表時に示しました。エルニーニョのときは冬型が弱まります（気象庁 HP）。このため移動性の低気圧による降水がおおくなり札幌の山雪型、内陸での降雪が多くなります。ラニーニャのときは逆に海側、里での降雪が多くなります。そのプロセスについても風向き、合成降水量、気圧配置などの点から報告しました。

## No.9

## 「ひまわり 8号のスプリットウィンドウ観測データを使用した梅雨期の降水可能性域の推定について（酒井貴紘）」

(コメント) 可視画像等の比較図があるとパフォーマンスが分かり易いと思います。

(回答) コメントありがとうございます。今回取り上げた 2 事例は、いずれも夜間の事例だったので、可視画像を使用できませんでした。日中の事例について可視画像と赤外 1-2 差分画像の下層雲判別について確認してみたいと思います。

(質問) 2 事例 A,B の降水量の違う要因は？

その環境場の違いに応じたスプリットウィンドウ観測データの違いの有無は？

(回答) 降水量については、事例 A は断続的に日本海から対流雲が流入していたのに対し、事例 B は、沿岸付近で発生し、短時間で降水をもたらしたので、24 時間の総降水量となると、事例 A のほうが多くなったと思います。

他のスプリットウィンドウの使用については、現在、赤外 1-赤外 2 のみ検討しています。今後の参考にさせていただきます。また、事例 A、事例 B それぞれのスプリットウィンドウの値についてはおおよそ 1~2°C 程度で差はありませんでした。また、下層に高暖湿な空気が移流している環境場において、特に事例 B では、新たに雲が発生している領域、即ち凝結熱を新たに放出し、不安定が顕在化している場所を把握することができたと思っています。

(質問) 現業作業では、同様のデータを利用した RGB 合成画像の昼夜雲解析が簡易に利用できますが、今回の画像との比較などは、どうだったでしょうか？

(回答) RGB 合成の昼夜雲解析についても検討したいと思います。本研究では降水を将来もたらしそうな下層雲の検出を目的としているので、そのターゲットが検出できるような方法について検討していきたいです。

## No.10

## 「ひまわり 8号を用いた予報技術向上の検討（加藤 景次）」

(質問) Hydroric jump 現象ということで理解してよいでしょうか。JR の運行と関連して重要な事象で予測できることを期待したいです。

(回答) そのとおりです。なお、西風暴風は交通障害を引き起こす現象にもなることから、今後も着目点の整理など、予報技術の向上に努めます。

(質問) 宮城県における西よりの暴風事例において、暴風発現期間の気象衛星水蒸気画像の暗域に着目していますが、2016年4月15日以外の暴風発生事例ではいかがでしょうか。WV1・WV2の暗域と数値予報による上層から中層の湿度予想との対応はどうでしょうか。また、暗域の明瞭さと風の強さに関係はありましたか。

(回答) ひまわり 8号への運用開始以降、ここ数年における複数の暴風事例を調査しましたが、対象日の暗域が一番明瞭であり、且つ暴風との対応が良い事例でした。その他の暴風事例についても、暗域の程度がやや不明瞭であったりするものの、その発現や後退の様子と、風速の強弱は同様な振る舞いがみられました。このことから、衛星水蒸気画像における暗域や明域の動向が暴風の領域や風の強さを検討するうえでの着目点と考えます。なお、WV1の暗域には、これといった特徴がなかったことから、WV2・WV3での検討としています。湿度予想との対応については、原稿への記載はしていませんが、本事例では、暗域に対応する低湿度域が低層へ及んでいることがみられました。中層水蒸気画像でみられた暗域は概ね550hPaの観測ですが、メソ解析では、12時には700hPa付近まで低湿度域が及んでいる様子がみられ、沈降による乾燥域流入や下降流の強化を示唆していると考えられます。衛星水蒸気画像による実況監視での着目点に加え、予想するうえで暗域の程度を推測すべく、数値予報における検討すべき事項でもあると考えられます。また、暗域が明瞭＝(イコール)沈降が顕著なことから、対象事例日では仙台ウィンドプロファイラで下降流の強まりと風速の強まりが観測されていました。よって、暗域の程度と風の強さには関係がある可能性があります。今回、調査は行っていないため、今後の検討課題とします。

## No.11

## 「畳込みニューラルネットワークを用いた雲量計測手法（徳竹 正行）」

(質問) 学習用に作成したデータセットは、特定の時刻のデータに限っているのか、そうでないのか？

というのは、太陽の高度角によって雲の明るさなどが変わるため、学習の効果が変わるのではないかと、思われますので。

(回答) 様々な時間帯の雲領域の検出に対応すべく様々な時間帯の雲画像を学習に使用していますが、早朝や夕方等、時間帯によってはまだ精度が十分ではありません。今後はより多くの学習サンプルを収集し、雲領域の検出精度を向上する予定です。

(コメント) 太陽高度角による補正などを検討してはいかがでしょうか。

補足：雲の彩度・明るさを太陽高度角で補正する方法もありだが、学習用の説明変数に時刻・太陽高度角の情報を入れてもいいのかもしれない。

(回答) 貴重なご意見ありがとうございます。今後の研究で検討いたします。

(質問) 全ブロックについて雲・空・地上を分類分けするのにどのくらいの時間がかかりますか？

(回答) Core i7-7700K 4.2GHz, 16GB メモリ, NVIDIA GTX1080 を搭載した PC で, 28x28 ピクセルの 1 ブロックを雲, 空, 地上領域に分類するために必要な時間は約 0.2ms でした。例えば 1920x1080 ピクセルの画像だと,  $69 \times 39 = 2691$  ブロックですので, 全ブロックの分類に要する時間は約 538ms です。

(質問) 大雨の早期発見に貢献することを目的とされていますが、雲の種類や厚さによって雲の色も明暗が分かれるため、それをどう分類するのでしょうか？

(回答) ご指摘の通り雨雲かどうかを視覚情報だけで完全に見分けることは難しいですが、雨雲検出のためのひとつの情報として、検出した雲をいくつかの雲形クラスに分類することを考えています。

**No.12**

「ドローン(UAV)を用いた秋田上空における二酸化炭素の鉛直分布観測 (井上 誠)」

(質問) 気温などは同時に測ることは可能でしょうか？

小型の温度計も搭載して二酸化炭素と同時に鉛直分布を観測することは可能だと考えています。今後検討していきたいと思います。

(コメント) 気圧でも高度データ取得すると良いです。

コメントありがとうございます。気圧の計測についても今後検討したいと思います。

No.13

「岩手藪川の低温に関する一考察（舞良 弘規）」

（コメント）風速計の高さの違いは考えた方がよい。是非冬期についても観測して欲しい。

（質問）岩洞ダムの温度計の設置高度は？

（回答）地表面から 3.0m です。

（コメント）地面近くで急な鉛直温度勾配があるので、高度には気をつけてほしい。

（質問）逆川揚水所の地形は冷気が流れ出るとことはあるか。

（回答）冷気の流れは確認しておりませんが、揚水所に集まった水が丹藤川(揚水所の北)に流れているため、冷気も同様に流れ出ている可能性があります。

（コメント）冷気の流れをよく考察するとおもしろい。

（コメント）WXT520 が他の2地点より気温が顕著に低かった事例の時間変化のグラフを見ると、気温差が大きくなった時間帯は WXT520 の気温が大きく下がったのではなく、他の2地点の気温が大きく上がっている。したがって原因の解釈としては放射冷却の差ではなく、暖気移流の寄与の差にあったのではないか。くぼ地にたまった寒気の上を暖気が通過するだけだったため、WXT520 の気温が上がらなかったのではないか。真冬に低温の極値を観測したときとはタイプが異なると考えられるので、事例選択を再検討してほしい。

## No.14

## 「秋田県内積雪観測アメダスの積雪状況について（本谷 研）」

(コメント) 「代表性」は、高度・地形・人口密度などに依存するが具体的・定量的に代表性が確認されているわけではなく、評価・確認する方法も示されていません。

大都市の観測が自然状態を代表するのか。人里はなれた観測点が多くの人々が暮らす街の気象を代表するのか議論もあり複雑です。

多目的化してきている観測の代表性を兼ね備えることは難しく、気象庁が行う観測業務について、社会はどの程度の観測点の空間的密度を望み、その為にどれだけの経費を認めるのかも考慮する必要があります。

レーザー式積雪計は、掃射されているかの確認と、雪が降る前に 0 基準となる降雪板に掃射されているかを点検する必要があり、可視赤色レーザーを使用しています。また、熱感知式センサーを搭載しており、人間や動物が近づいた場合はレーザー照射を停止させる仕組みとなっています。

横手・鷹巣観測所については、気象通報所として気象庁職員が観測していましたが、無人アメダス観測所化による建物の解体や敷地の売却があり、観測露場周辺の環境が徐々に変化しています。

頂戴したご意見を参考に、今後も観測環境の維持・改善に努めたいと考えます。

(回答) 気象庁さんの観測業務としてのお考え方、光学式積雪深計の技術的な背景について丁寧にご説明いただき誠にありがとうございます。気象の研究者として、個々のアメダス観測点の周辺環境の違いがどのように観測データに表れるか非常に興味をもっており、個々の特性を理解した上で現業データをより高度に利用したいとの考えから、本研究を進展させていきたいと思っております。少々気にしておりますのは、それほど気象の専門知識のない方が特性を理解せずに観測データからミスリードな分析を行うことや、気象・気候モデルのダウンスケーリング手法の発展に伴い **truth data** として生の地点観測地などと照らし合わせてしまうことによる評価検討の誤りなどがあり得るので、空間代表性の高いプロダクト(たとえば GPV や客観解析データ)と観測点に基づくルーチンデータとの適切な使い分けなどについても広く理解が進むよう、広報と啓蒙を気象庁さんにもお願いしたいと思いますし、研究者としてそういったことにご協力できればと考えております。

(質問) アメダス積雪計の近くで積雪水量等を観測されるとき自然状態と判断する根拠はどういったものか。

(回答) 基本的に平坦で、吹き払い、吹き溜まりがなく、除雪などの影響がないことを複数回現地を見て確認しています。具体的には雪尺で積雪深をたとえば 10 点程度計測し、その観測値のばらつきが 10 点平均積雪深に対し 1 割程度(または 1 割以下)になるかを確認し、その場所の積雪状態がほぼ一様で自然状態と期待できると判断しています。

## No.15

## 「日本における日降水グリッドデータの風による捕捉損失の補正（増田 南波）」

(コメント) 「捕捉率」は観測毎のばらつきが大きく、本研究で使用した補正係数  $m$  の適用範囲は  $8\text{m/s}$  程度までであることにも注意が必要です。

正確な捕捉率補正のためには、雨量計の形式と雨量計の風除け（助炭）有無の情報を知る必要がありますが、風除けの着雪から雨量計受入口をふさぐ事例に発展する可能性が高い観測所では、風除けを設置しないこともあり、同一県内のアメダス観測所でも異なる対応をとっていることがあるので、注意していただきたいです。

本研究の「日降水グリッドデータ」は、長期かつ高解像度データとして、気候・農業・水文などの分野で非常に貴重なデータですので、特に雨量計が抱える固形降水の観測誤差について、より良い補正方法を確立していただけるようお願いしたいです。

(回答) 大宮ほか（2015）では、強風時の補正式も求められています。補正係数に大きく違いは見られないために本研究では強風時も横山ほか（2003）の補正係数を用いています。風よけの有り無し情報の収集は今後の課題です。有益な情報をありがとうございます。今後も頑張ります。

(コメント) 風速の補正に用いた粗度 ( $Z_0$ ) は小さすぎるのでは。

(回答) ご指摘ありがとうございます。対数則は粗度物体よりも低い高度では成り立ちませんので、雨量計高さの風速を対数則で求めること自体が誤りかもしれません。今後どのように雨量計の高さの風速を求めるか考察してきたいと思います。

**No.16**

「温位座標に基づく寒気流出の将来変化（菅野 湧貴）」

（質問） 将来気候で寒気の流出する時間間隔はどう変化するか

（回答） 将来気候での半球スケール寒気流出の時間間隔に統計的に有意な変化は見られませんでした。

## No.17

## 「極東地域における 2016 年 1 月の大寒波についての寒気質量解析 (山口 純平)」

(質問) 今回の事例はシベリアで形成された寒気や、その流出の強さが顕著ということであったが、流出の経路としても良く見られるものと異なっていたのか。(代表的な流出の経路が知られているのであれば、教えてほしい)

(回答) 寒気質量解析を用いて寒気流出を調査した研究によれば、東アジア(90~180°E)にて 45°N 線を横切って南下する寒気塊は、主に 2 つの経路に分けられることが分かっています。[1][2]一つ目は 45°N 線を 90~135°E で横切る寒気流出です。これは典型的にはチベット高原の北部に蓄積された寒気が南に押し流され中国内陸部を通り中国南部や日本に負の寒気質量年間偏差をもたらすものです。異常気象分析検討会[3]ではこれを「西回りの寒気流出」と呼んでいて、今回の寒波がそれに該当することを示唆しています。二つ目は 45°N 線を 135~180°E で横切る寒気流出です。こちらは北太平洋西部を中心とし、日本にも負の寒気質量年間偏差をもたらすものとなっています。

(質問) 今回は沖縄県に寒気が流れ込んだ例であったが、280K 以下の大気を寒気と定義している。沖縄に流れ込む寒気を解析するには、280K は低すぎると考える。280K で解析を行った理由は？

(回答) 特定等温位面を 280K としたのは、次の 3 つの理由からです。

- 冬季の気候学的な南方向への質量輸送は主に 280K 等温位面以下で生じている[4]
- 先行研究にて、280K を閾値としているものが多くあり、同じ閾値を用いることで先行研究と結果を比べることができる
- 温位 280K は 850hPa でおよそ-5.9 度となり、経験的な、「地上で雪になる」気温の目安である-6 度と近い値をとっているため、今回解析された寒気塊と、今回の寒波での珍しい降雪とが関連付けられる

(コメント) このソフトを使わせていただいた感謝しています。現業的には沖縄の寒気を見る時は、290-300K を用いています。

(回答) コメントありがとうございます。今後は閾値を 280K より大きくした場合について今回の事例の解析を行い、今回の閾値 280K の場合との違いを考えていきたいと思っております。

## 参考文献

[1] Shoji et al. *J. Clim.*, **27(24)**, 9337-9348 (2014)

[2] Abdillah et al. *J. Climate*, **30**, 2989-3007 (2017)

[3] 気象庁気候情報課 異常気象分析検討会 (平成 27 年度定例会) (2016)

[4] Iwasaki et al. *J. Atmos. Sci.*, **71**, 2230-2243 (2014)

No.18

「青森市における地形性降雪の影響要因（高橋 采伽）」

(質問) 水蒸気はどこからやってきていると考えますか。

(回答) 西高東低の気圧配置による北西風(季節風)が日本海の海上で水蒸気の供給を受けていると考えられます。よって水蒸気は日本海が起源と考えます。

(質問) 下層の収束を弘台レーダやほかのレーダでとらえられそうですか。

(回答) 1台のドップラーレーダーだが、捉えられる可能性はあると考えます。

(質問) 水蒸気フラックスを見る高さによって結果が変わるか？

(回答) 結果は変わります。850hPa面では収束が見られなくても975hPa面で収束が見られるパターンやその逆のパターンも見られました。今回の発表ではより関係の明瞭である気圧面の図を使いました。

(コメント) 鉛直積算水蒸気フラックスを見ると解釈がしやすい。

(回答) 参考にします。

(質問) 八甲田山系風上付近とは地名としてはどの辺りでしょうか？

(回答) 気流が収束する手前である青森市入内周辺(東経140度42分~140度51分、北緯40度36分~40度45分)を選びました。

(コメント) 周辺の他の観測点(酸ヶ湯など)のデータも見てみるとよいのではないでしょうか。

(回答) 今後検討します。

No.19

「Meso 循環と放射性物質の輸送・拡散（渡邊 明）」

（質問）森林火災の原因は何か？今後も起こりうるか？

（回答）森林火災域は帰還困難域で、人の出入りはない。森林火災が確認された時は、気圧の谷の通過で、落雷があり、降水量が前年 10 月から少なかったこともあり、落雷が発火の原因と考えている。森林火災は毎年発生しており、仮置き場の火災と併せて火災により放射能汚染が問題になっている。

（質問）海風循環によるまき上げと、地上観測点での高濃度観測と風向の関係がつかみきれなかった。もう少し状況を説明していただきたい。

（回答）地上風の風上で高濃度放射能汚染が発生している大気循環場を解析した結果、森林火災域に海陸風循環のヘッドが存在し、地上 flux も 0.4 から 2.5  $\text{N}/\text{m}^2$  と大きく、燃焼灰が飛散し、高度 500m 以上の反流で地上風の風上（海側）に輸送され、重力沈降しながら 500m 以下の海風層に沈降して、海岸域の観測地点に輸送されたと考えられる。

## No.20

## 「岩手雫石盆地の霧に関する数値シミュレーション (小川 浩輝)」

(コメント) 初期条件、境界条件をどうしたか、省略せずに説明すべきです。

(回答)

- ・ 大気初期値・境界値は、大気は気象庁 GPVMSM(5km)を計算解像度(500m)に内挿して作っている。
- ・ 地表面境界の地形は解像度に合わせて GTOPO30(全球 30 秒解像度)から補間して作っている。
- ・ 地表面境界の陸地にあたる場所は、USGS 土地利用データ(解像度 30 秒)を基に作っている。
- ・ 地表面境界の海面(今回は海は含みませんが)は、気象庁 MGDSST(全球 2.5 度解像度)を利用している。
- ・ 計算時は大気領域側面で MSM GPV の 3 時間ごとの値を用いて、風の強制を入れている。

(質問) CReSS モデルと JMA-NHM の違いについて、雲物理過程などを教えてほしい。

(回答)

- ・ 非静力学雲解像モデルという点では大きな違いはない。
- ・ NHM は雲物理に積雲対流・大規模凝結(格子点凝結)のパラメタリゼーションをオプションで使うこともできるが、CReSS はこれらのパラメタリゼーションを使っていない。
- ・ CReSS は、氷相を含む雲のバルク式によるパラメタリゼーションにより 6 つの雲微物理量を予報している。(水蒸気、雲水、雨、氷、雪、あられ)採用したバルク式は Murakami(1990), Murakami et al.(1994)に基づく
- ・ 今回の計算では、雲物微物理の予報には 2 モーメント(混合比と数密度)で計算している。
- ・ NHM と CReSS で用いているバルク式が参考にしている理論式(Murakami など)は基本的に同じ(のはず)。プログラムするにあたってのインプリメント(差分式コードに書き直すこと、計算順を決めること、など)はそれぞれのモデルで異なる。
- ・ 雲解像モデルという点では NHM も CReSS も機能的にも現象の再現性についても、同等の性能をもっているが、CReSS のほうが使い慣れているから使った。

## No.21

## 「JRA-55 を用いた羽越豪雨（1967年）の再解析（丹野 咲里）」

（コメント）今後、類似事例について判断することを考えると、前線の位置等を適切に把握したい。当時の天気図ではなく JRA-55 から解析した前線等を示していただけるととても参考になると思う。

（回答）過去の天気図と JRA-55 を比較すると概ね一致はしているが、細かい部分では齟齬が出てくるところもありそうである。JRA-55 も降水分布等をみると、必ずしも実況と一致しているとは言い切れないが、JRA-55 の解析結果を残しておくことで、今後の参考になることもあると思う。コメントいただいたとおり、解析を進めてみたい。

## No.22

「JRA-55 を用いた再現実験および解析(1990年9月20日の大雨) (田ノ下 潤一)」

(質問) Cold-Air Damming の高さ (上端) の決定法は？

(回答) モデルで再現された鉛直構造のうち、奥羽山脈東側に当たる宮城県内陸部において風向が北東成分を持っている層の上端が約 1km であり、また強い収束が見られる温位面が 298 K であったことから、298K 面を冷気層として考えました。

(質問) 冷気層の維持に降水蒸発は効くのか？

(回答) 1990年9月19日の昼ごろから降水があり比較的湿度は高い状態にあったため、強雨が発生していた時間帯での冷気層の維持には蒸発効果の寄与はあまり大きくなかったと考えております。

(質問) 沿岸の強風域が衰退した要因はなんですか

(回答) 陸地側では冷気層の中であり、北東海上から流入した冷涼な空気は地形による上昇や地表面付近での摩擦力により西成分の運動量を失っていったため、冷気層内では海上の暖気側に比べれば風が弱かったものと考えられます。

## No.23

## 「Atmospheric River が日本の豪雨に与える影響（末藤 菜保）」

(質問) 広島豪雨が Atmospheric River と関係していると話していたが、領域に分けた結果と整合するのか？

(回答) 領域を分けた広島を含む中国地方において、広島豪雨の 8 月 19, 20 日が、豪雨があり Atmospheric River が検出された日として検出されていたことは確認しています。

(質問) 北米西海岸の事例は、Atmospheric River の先端が上陸したところで豪雨となるが、日本の事例でも同様か？

(回答) 北米西海岸では Atmospheric River が沿岸の山脈に到達し、地形性の降雨となるが、日本ではそのように高い山脈は少なく、北米西海岸の事例とは同様にして豪雨が降ることは少ないです。

(質問) Atmospheric River が日本の豪雨事例と相関があることは分かったが、それは原因としてなのか、それとも、組織的に対流雲が発達したことによる結果なのか、分かれば教えてほしい。

(回答) Atmospheric River が原因か結果であるのかデータを解析して確認していませんが、原因と結果の両方が考えられます。

(質問) 日本全体を対象としたのでは、豪雨と Atmospheric River の出現の関係について、物理的解釈に限界があるため図 3 のように地域分けしたとのことだが、なぜこのような地域分けにしたのか？

(回答) 算出した 99 パーセントイル値の分布をもとに、雨量の分布が同程度の地域を 1 つの領域として 13 地域に区切りました。

## No.24

## 「2017年7月22日から23日にかけての秋田県を中心とする大雨事例の解析(高野 健志)」

(質問) 降水系が組織化し発達する条件が満たされていた中で、記録的な大雨となった要因として顕著なものはあったでしょうか。

(回答) 上空のトラフや寒気の成層不安定への寄与、あるいは下層気塊を持ち上げる前線等も顕著ではありませんでした。したがって、要素の中から顕著なもの挙げるとすると、下層の相当温位が **355K** 程と高かったことになりそうです (短時間の大雨という観点)。

その他、22日から23日にかけてメソスケールの強雨域が発生を繰り返したために、県内の広い範囲で大雨となったことも本事例の大きな特徴と言えます。このため、秋田県で降水系が組織化し発達する条件が満たされている状態が概ね24時間程の期間にわたって続いたことは、広範囲で総降水量が多くなった要因と考えられます。

(質問) 再現実験では停滞前線に沿って echo が出現しているが、実際の radar echo は東西に分布している。その差異は何でしょうか。もう少し上層の気象要素も検討する必要がありますか。

(回答) 着目したメソスケールの強雨域は、前線の位置を起点に発生した積乱雲が、環境風により東側へ流される中、バックビルディングによって東西に伸びる線状降水帯が形成されたものです。再現実験においても、環境場と共に東西に伸びるメソスケールの強雨域の特徴は再現されていました。さらに、再現実験を用いた気流の構造解析の結果も、実況の衛星雲画像や解析値の風の場合等と整合していました。

上層の気象要素も確認する必要があるとの指摘はごもっともです。発表では降水系を取り巻く実況のメソスケールの環境場を中心に上げましたが、上層も含めて降水系が線状降水帯に組織化されやすい特徴を満たしていたことを確認しています。

また、下層について **850hPa** 面ではなく **950hPa** 面を確認したことには重要な意味があります。発達した積乱雲を形成する水蒸気の起源は、多くの場合 **1000m** 以下の高度にあることが知られており、気象庁の現業では目安として **500m** 高度面の水蒸気場をよく利用します。このような下層水蒸気場を確認するため、そして、その気塊を持ち上げるメカニズムを確認するために下層は **950hPa** 面で解析を行いました。**950hPa** 面への着目は気流の構造解析で **500m** 高度の気塊が上昇していることとも整合しています。