



第1章 基礎編

1.9.2 ガイダンスの留意点

全般的なガイダンスの留意点は1.6節、ガイダンスの作成方法は1.8節にまとめている

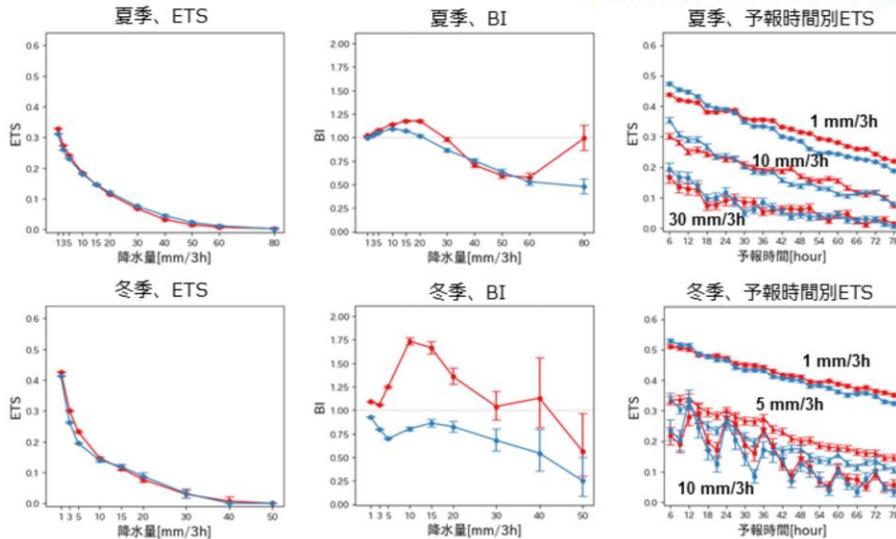
。

本項では、各ガイダンスの留意点を述べるが、詳細は適宜、数値予報課報告・別冊第64号第4章、石川(2018)、高田(2018)を参照。

降水ガイダンスの留意点

MRR3は夏について雨量の多いところや、予報時間初めでMSMガイダンスの方がGSMガイダンスよりも精度が良い。ただし、夏の1 mm/3h、冬の1, 5 mm/3hでは予報時間後半でGSMガイダンスの方が精度が良いことに注意。

青: MSMガイダンス、赤: GSMガイダンス



3時間平均降水量ガイダンス (MRR3) は、統計検証結果から夏季について降水量の多い閾値(大雨)ほど、予報時間初めでMSMガイダンスの方がGSMガイダンスよりも精度が良い。ただし、夏の1 mm/3hや、冬の1, 5 mm/3hでは予報時間後半でGSMガイダンスの方が精度が良いことに注意が必要である。

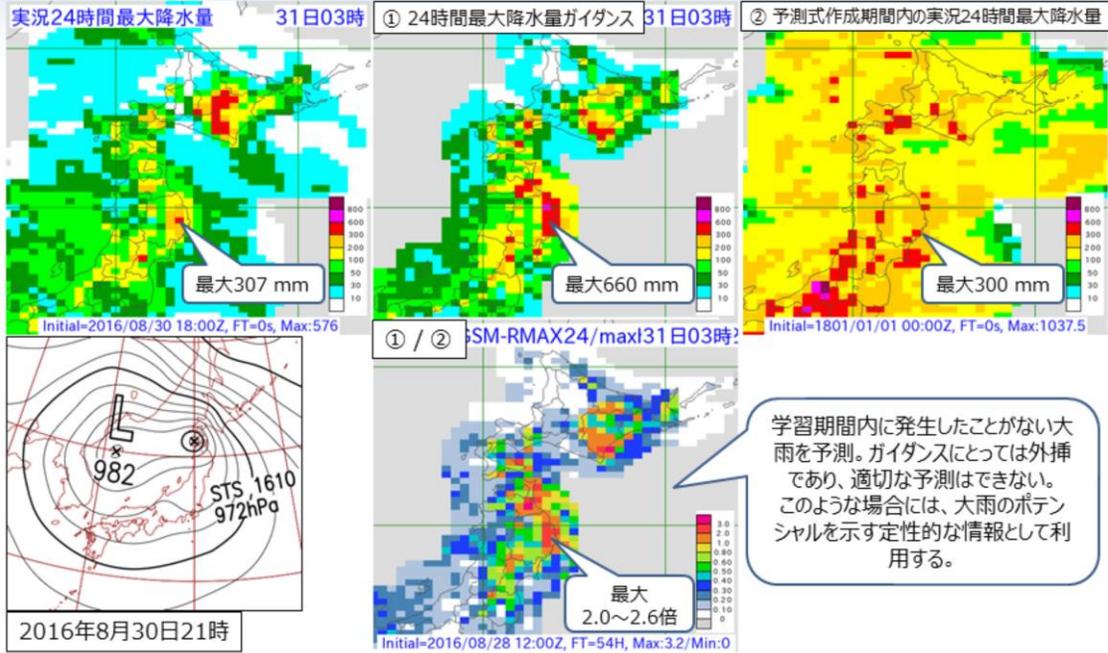
1時間最大降水量ガイダンス (RMAX31) や3時間最大降水量ガイダンス (RMAX33) についても同様に、夏季はGSMガイダンスよりもMSMガイダンスの方が精度が高い。ただし、夏季の短時間強雨で一律にMSMガイダンスの方が良いわけではなく、気象場によってその傾向が異なる。

また、GSMやMSMは不安定性降水の予測が苦手なため、ガイダンスの予測も精度が低くなることに留意。

図は、例として、上段は夏季(2021年6月~8月)、下段は冬季(2021年12月~2021年2月)のMRR3のGSMとMSMの比較検証結果を示したものである。左からエクイタブルスコア (ETS)、バイアススコア (BI)、予報時間別ETSである。

降水ガイダンスの留意点

RMAX24は、極値を大幅に超える場合には定性的な利用としていただきたい。



24時間最大降水量ガイダンス (RMAX24) は、台風をはじめとした顕著な大雨が予測される場合に、やや現実離れた降水量を予測することを確認している。このような場合には、ガイダンスの予測をそのまま利用せず、大雨のポテンシャルを示す定性的な情報として取り扱う必要がある。

図は、2016年8月に岩手県に上陸した台風第10号の事例を示す。上図左から2016年8月31日3時を対象とした実況24時間最大降水量、①8月28日21時初期値の8月31日3時を対象としたGSM24時間最大降水量ガイダンス (RMAX24)、②予測式作成期間内の実況24時間最大降水量示している。下図は左から2016年8月30日21時の地上天気図、①/②の比を示している。学習期間内に発生したことがない大雨を予測(岩手県で①/②の比図で最大2~2.6倍の降水量を予測)したが、実際は半分以下の降水量だった。

2020年9月に九州の西海上を北上した台風第10号の事例でも同様な事象が発生した。そのため、改めて確認した結果、台風に関する利用上の注意点について、以下のとおりまとめる。各モデル、それぞれの降水ガイダンスすべてに共通する。

●GSMガイダンス

常時、数値予報モデル (GSM) の降水量予測を上方修正する統計関係になっているため、台風事例で説明変数の値が大きくなれば、上方修正が強まり、MSMガイダンスよりも予測頻度の過大傾向が強まることを認識していただきたい。ただし、数値予報モデルの降水量予測は、過少傾向であるため、そのままでは利用できない。

●MSMガイダンス

大雨が想定される台風事例では、MSMガイダンスは過大に補正する傾向があるため、MSMやメソアンサンブル予報システムの降水量予測をあわせて利用することを推奨する。

2023年現在のRMAX24の予測式作成期間は以下の通り。

●GSMガイダンス: 2013年9月~2016年12月

●MSMガイダンス: 2019年7月~2021年12月

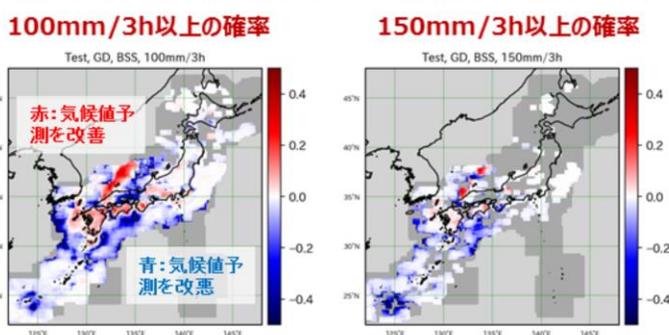
大雨発生確率ガイダンスの留意点

- 100 mm/3h以上の確率は東日本、西日本、九州地方を中心に気候値予測を改善しており、これらの地域では予測スキルがあり定量的な利用が想定できる。
- 100 mm/3h以上の確率は予測スキルがある一方で、150 mm/3h以上の予測は難しいため、定性的な利用を推奨。

MSM大雨発生確率のブライアスキルスコア (BSS)

検証期間: 2019, 2020, 2021年の6~8月、予報時間はFT=3~39

薄灰色: 予測対象領域外、濃灰色: 予測対象領域内だが解析雨量の範囲外または、気候値=0%の格子



大雨発生確率ガイダンスは、100 mm/3h以上の確率で東日本、西日本、九州地方を中心に気候値予測を改善しており、これらの地域では予測スキルがあり定量的な利用が想定できる。ただし、予測式は、陸上のデータを中心に作成しているため、海上の予測に関しては気候値予測より改善は難しくなっている。

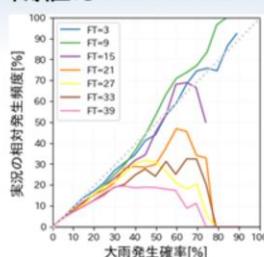
閾値が100 mm/3h以上の確率は予測スキルがあるが、150 mm/3h以上の大雨は予測が難しくなっているため、150 mm/3h以上の確率を利用する際は定性的な利用を推奨する。

図は、例として、MSM大雨発生確率のブライアスキルスコア (BSS) を閾値毎に示したものである。検証期間は、2019年、2020年、2021年の6月から8月までの計9か月で(交差検証)、赤は気候値予測を改善している領域で、青は気候値予測を改悪している領域である。海上では大雨の予測が難しくなっているものの、陸上中心に気候値予測の改善が見られることがわかる。

大雨発生確率ガイダンスの留意点

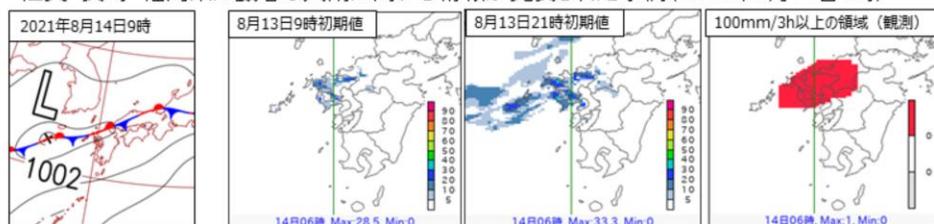
- 予報時間が先になるほど精度が低下する。半日程度先までは予測精度が保てているものの、それ以降では大雨発生確率が高いほど実況と比べて予測頻度が過大である。

閾値は100 mm/3h



- MEPS大雨発生確率ガイダンスは大雨の可能性を捕捉する際や、高確率予測位置のバラつきの変化から大雨の可能性のある地域を絞り込むときに有効である。

MEPS大雨発生確率ガイダンス(100 mm/3h確率50%以上のメンバー割合)の予測例
佐賀・長崎・福岡県に顕著な大雨に関する情報が発表された事例(2021年8月14日6時)



大雨発生確率ガイダンスの予測精度は予報時間が進むほど低下する。半日程度先までは予測精度が保てているものの、それ以降では大雨発生確率が高いほど実況と比べて予測頻度が過大である。図は、例としてMSM大雨発生確率ガイダンスと実況の相対発生頻度を比べた信頼度曲線を示したものである。検証期間は、2019年、2020年、2021年の6月から8月までの計9か月で(交差検証)、予報時間は3時間から39時間までである。閾値は100 mm/3hで全国を対象とした検証である。

MEPSガイダンスは大雨の可能性を捕捉する際や、全メンバーの高確率予測位置のバラつきの変化を参考に大雨の可能性のある地域を絞り込む際に有効である。下の図は、2021年8月に佐賀・長崎・福岡県で顕著な大雨に関する情報が発表された事例の予測である。左から2021年8月14日9時の地上天気図、8月14日6時を対象とした8月13日9時初期値のMEPS大雨発生確率ガイダンスで100 mm/3h以上の確率が50%以上となっているメンバーの割合、8月14日6時を対象とした8月13日21時初期値のMEPS大雨発生確率ガイダンスで100 mm/3h以上の確率が50%以上となっているメンバーの割合、100 mm/3h以上の降水量が観測された領域を示している。新しい予測になるにつれて、100 mm/3h以上の降水が観測された領域付近で100 mm/3h確率50%以上を予測するメンバーが増えてきていることがわかる。

気温ガイダンスの留意点

- GSMが放射冷却による気温低下を予測した場合、内陸部を中心にガイダンスの予測も低くなる。
 - MSM気温ガイダンスでは気温を低下させすぎることには少ないので、MSMガイダンスもあわせて利用する。
- モデルで予測が難しい現象はガイダンス予測にも留意。
 - 予測が難しい現象：放射冷却や冷気層、海風やフェーン
 - 下層の薄い冷気層の表現はモデルで正確な予測は難しい。
 - 海風が入るタイミング、フェーンなどの希な現象の予測もGSM/MSMとも不十分。
 - モデルが外れやすいパターンを判別しワークシート等を利用して対応するなどの検討が必要。

気温ガイダンスについては、基本的にMSMガイダンスの利用を推奨するが、モデルの予測する気象場の妥当性を判断して、適切なガイダンスを選択していただきたい。

GSMが放射冷却による気温低下を予測した場合には、内陸部を中心にガイダンスの予測も低くなる。その場合は、放射冷却の予測が妥当かどうか判断して利用する必要がある。なお、MSM気温ガイダンスでは気温を低下させすぎることには少ないので、MSMガイダンスも合わせて利用することが考えられる。

また、GSMやMSMなどのモデルの予測が難しい現象はガイダンスの予測も大きく外すことがある。例えば、放射冷却や冷気層、海風やフェーンなどが上げられる。

このように、モデルやガイダンスでも予測が難しい場合は、そのパターンを判別して、ワークシート等を利用して対応する必要がある。

視程ガイダンス(格子形式)の留意点

- 作成手法
 - 雲水量、相対湿度、降水量などを利用して診断的に視程を予測
- 統計検証
 - 悪視程になるほど予測頻度が過小となり、予測精度が低下する傾向
 - 海上では陸域に比べると悪視程の予測精度の低下は小さい
- 利用上の留意点
 - 数値予報モデルの結果が直接的に予測に反映されるため、シャープな予測が可能だが、モデルの雲水量などの予測が過小な場合は悪視程を全く予測しないこともある
 - 数値予報モデルの変更に伴い予測特性が変化する場合がある。ある程度影響は小さくなるように調整は行うが、それでも精度が低下することも
 - 2019年度末にMSMの改良により、全般にETS改善。無降水時のバイアスコア(BI)がやや過大に変わっている点に留意。

視程ガイダンス(格子形式)は、悪視程になるほど予測頻度が過小となり、予測精度が低下する傾向がある。また、海上では陸域に比べて悪視程の予測精度の低下は小さい。なお、悪視程になるほど予測頻度が過小な場合、悪視程を全く予測しない場合は、メソアンサンブル視程ガイダンス(格子形式)を参照することで、捕捉できる場合がある。

数値予報モデルの結果が直接的に予測に反映されるため、シャープな予測が可能だが、モデルの雲水量などの予測が過小な場合は悪視程を全く予測しないこともある。数値予報モデルの結果が直接的に効くことから、数値予報モデルの変更に伴い、予測特性が変化する場合がある。なお、2019年度末のMSMの改良があり、全般に予測精度が改善した。無降水時のバイアスコア(BI)がやや過大傾向となった。

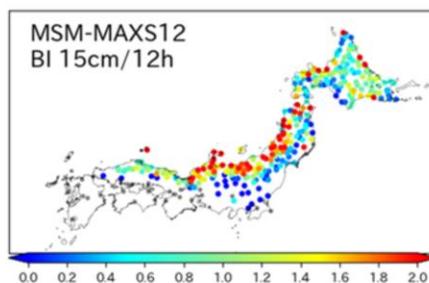
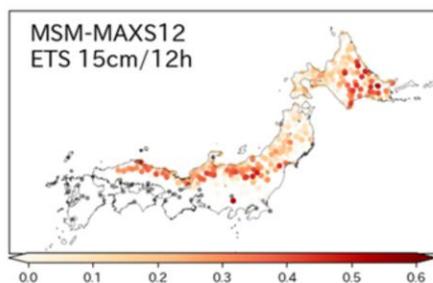
海上予警報に利用する場合は精度が高いMSM視程ガイダンス(格子形式)を主に利用し、MSM視程ガイダンス(格子形式)の予報領域外についてはGSM視程ガイダンス(格子形式)を利用するのが良い。ただし、2021年6月22日のGSM視程ガイダンス(格子形式)の改良により、GSMがMSMより適切な予測頻度となり、GSMとMSMの精度の差は小さくなったので、MSM予報領域内でもGSMの予測を参考にできる。改良の詳細は、令和3年度数値予報解説資料集第2.7節「ガイダンスの改良」を参照。

※平成30年度数値予報研修テキスト以前や数値予報課報告・別冊第64号では、「視程ガイダンス(格子形式)」については、「視程分布予想」と表現していることに留意する必要がある。

降雪ガイダンスの留意点

- 統計検証でGSMガイダンスとMSMガイダンスの間で予測精度には大きな差がない。
- 東北地方と北陸地方の日本海側で予測頻度が過大となっている。
- モデルの降水や気温の予測精度が降雪量予測に影響するため、実況を踏まえてより適切な降水・気温の予測を行っているモデルを選択した上で、降雪ガイダンスを利用していただきたい。

MSM12時間降雪量ガイダンス(MAXS12)の予測精度



検証期間：2016[17,18]年12月～翌2月(3か年)
検証地点の予測：周囲4格子の線形内挿により算出

降雪ガイダンスは、統計検証でGSMガイダンスとMSMガイダンスの間で予測精度には大きな差がない。一方で、東北地方と北陸地方の日本海側で予測頻度が過大である。これは、ガイダンスが新積雪の沈降を考慮していないことが原因である。防災上の観点では降った雪の総量が重要であることから、今後も考慮する予定はない。

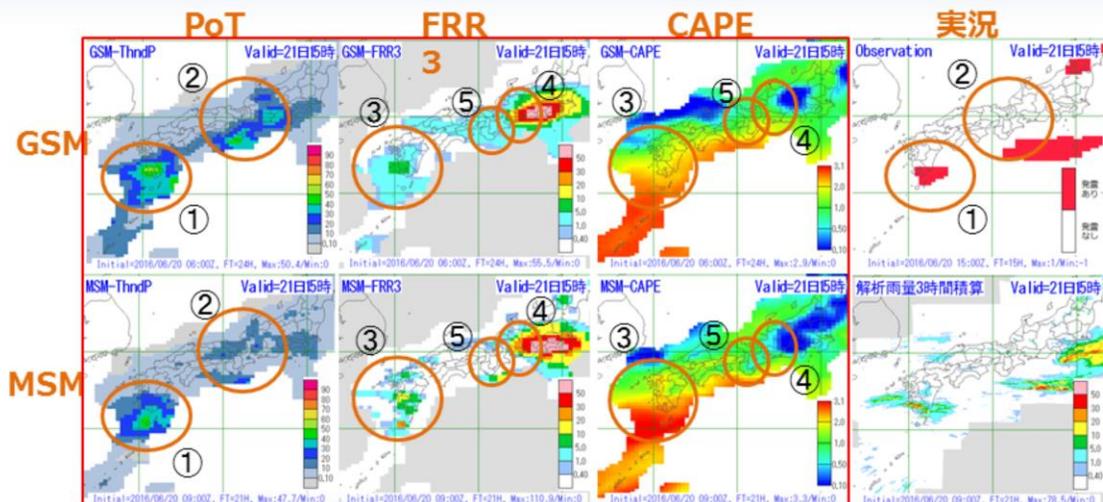
事例検証などの結果からモデルの降水や気温の予測精度が降雪量予測に影響するため、実況を踏まえてより適切な降水・気温の予測を行っているモデルを選択した上で、降雪ガイダンスを利用することを推奨する。

図は例として2016年～2018年の12月～翌年2月までを検証期間とするMSMガイダンスの地点別特性(15 cm/12時間に対するエクイタブルスレットスコア (ETS) とバイアスコア (BI))を示している。

発雷確率ガイダンス(PoT)の留意点

～2016年6月21日06UTCを対象とした事例から～

- PoTはモデルで降水が予測されており、大気の安定度が低い場合に高確率となる。



- ①九州南部の発雷は両ガイダンスとも予測できている
- ②東海地方や紀伊半島ではGSM-PoTが高めの予測。
- ③九州南部では、両モデルとも降水を予測しており、かつ、大気安定度も低いため、両ガイダンスとも高めのPoTを予測。
- ④東海地方では、両モデルとも降水を予測。大気安定度はGSMの方が低いため、GSM-PoTが高めの予測。
- ⑤紀伊半島では、MSMはGSMに比べて大気安定度が高く、降水も予測されていないためPoTも低い。



発雷確率ガイダンス (PoT) が高確率を予測している場合やGSM-PoTとMSM-PoTの予測値の差が大きい場合など、その予測の妥当性を判断する必要がある場合には、モデルの降水および大気安定度の妥当性を考慮することが有効である。

また、メソアンサンブル予報システム (MEPS) から作成したガイダンス (MEPSガイダンス) のアンサンブル最大を参考にすることで、より確度の高い判断をすることができる。

例えば、GSMガイダンスで20%以上、MSMガイダンスで20%未満の予測事例の時にMEPSアンサンブル最大で25%以上が予測されていれば、GSMガイダンスの予測を採用した方が予測精度が高い (アンサンブル最大の閾値を50%以上とするとMSMガイダンスに比べて改善率が最も高い)。

発雷確率ガイダンスの留意点

- 統計検証
 - 概ね1年を通して、MSM-PoTの方がGSM-PoTに比べて予測精度が良い。ただし高確率の予測頻度が過小であることに留意。
- 利用上の留意点
 - PoTは、説明変数のモデル降水量、CAPE、SSIの値に大きく左右される。
 - GSMとMSMの予測値が大きく異なり、両ガイダンスの妥当性を判断する必要があるときは、降水予測の有無、大気安定度を確認することが有効。
 - 希少な事例や春先の寒気南下時には予測が難しいことに留意。
 - 予報時間が先の予測では、高確率を予測しにくくすることで信頼度を維持している。
 - モデルの予測傾向が変わらない場合でも、予報時間が短くなるにつれ高確率に変わっていく場合があることに留意が必要。

GSM-PoT及びMSM-PoTの予測精度については、概ね1年を通して、MSM-PoTの方がGSM-PoTに比べて高い。季節別では、春季～秋季はMSMのPoTの方が高く、冬季はGSMのPoTの方が高い。ただし、MSM-PoTは予測頻度が過小の傾向があるため、低めの確率値となることに注意して利用する必要がある。特に、春から秋の北海道～東北部ではこの傾向が強いことに留意。

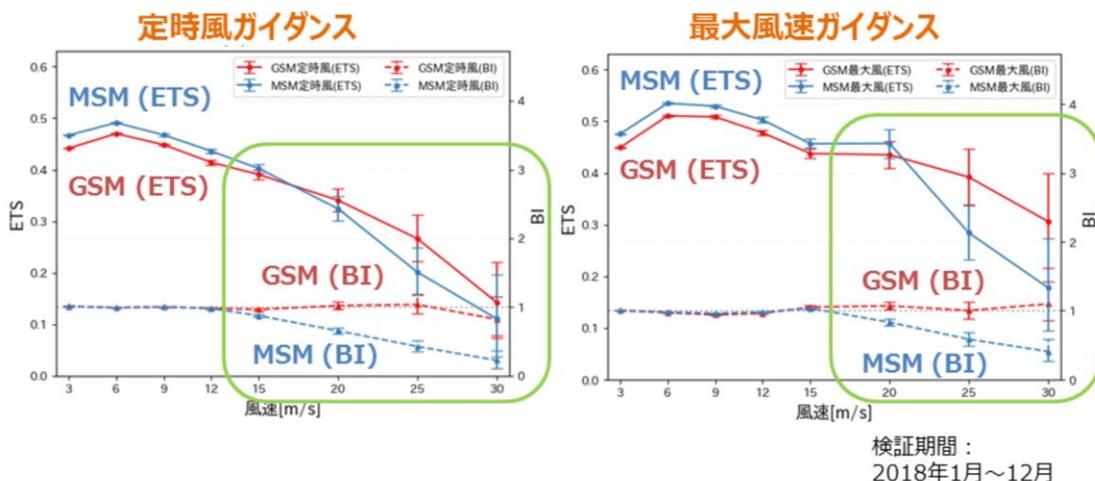
PoTの予測値が説明変数のFRR3、CAPE、SSIの値に大きく左右される。GSM-PoTとMSM-PoTの予測値が大きく異なり両ガイダンスの妥当性を判断する必要があるようなときには、各モデルの降水予測の有無及び大気安定度の予測を確認することが有効である。

PoTは予測手法に統計手法を用いているため、希少事例、季節外れの事例(春先の寒気南下時)については予測が難しいことに留意。

PoTは予報時間が先の予測では、高確率を予測しにくくすることで信頼度を維持している。モデルの予測傾向が変わらない場合でも、予報時間が短くなるにつれ高確率に変わっていく場合があるので留意が必要である。

風ガイダンスの留意点

頻度バイアス補正の閾値の上限値である13 m/s (定時風ガイダンス)、15 m/s (最大風速ガイダンス)までは適切な予測頻度を保っているが、上限値を超えると適切に予測できない場合がある(MSMガイダンス)。上限値を大きくすると、事例が少なくなり学習が不十分となる可能性があるため、調整は難しい。



風ガイダンスは、MSMガイダンスの方がGSMガイダンスに比べて、精度が良い。ただし、頻度バイアス補正の閾値の影響を受けやすいという特徴がある。頻度バイアス補正を用いている定時風ガイダンスは閾値の上限値である13 m/s、最大風速ガイダンスは15 m/sまでは適切な予測頻度を保っているが、その上限値を超えるような強風は、適切に補正できない場合があり、過大又は過小となる可能性がある。MSMの定時風ガイダンスの場合はこの影響により結果的に過小となっている。そのような場合は、GSMガイダンスも参考にした方が良い。

また、GSMやMSMのモデルの地上風向で層別化しているため、台風や前線の位置ずれなどにより、モデルの一般風の風向が外れた場合や、一般風に対して通常と異なる風が吹く場合には適切な予測にならないことに注意する必要がある。

図は検証期間を2018年1月~12月とする定時風ガイダンス(左図)と最大風速ガイダンス(右図)の風速の閾値別のGSMとMSMのエクイタブルスレットスコア(ETS)とバイアススコア(BI)を示している。

天気ガイダンスの留意点

- 雪の場合は、天気ガイダンスでは天気予報の降水の付加基準(雨は1.0 mm/3h、雪は0.5 mm/3時間)を閾値にしているため、弱い雪を含む雪域を狭く予測する場合があります。弱い雪を予測する際には、3時間降雪量ガイダンスの利用を推奨。

雪の場合は、天気ガイダンスでは天気予報の降水の付加基準(雨は1.0 mm/3h、雪は0.5 mm/3h)を閾値にしているため、弱い雪を含む雪域を狭く予測する場合があります。弱い雪を予測する際には、3時間降雪量ガイダンスの利用を推奨する。

最小湿度ガイダンスの留意点

- 最小湿度ガイダンスは、MSMガイダンスの方がGSMガイダンスよりも精度が高いため、MSMガイダンスの利用を推奨する。

最小湿度ガイダンスについては、統計的にMSMガイダンスの方がGSMガイダンスよりも精度が高いため、MSMガイダンスの利用を推奨する。

ただし、GSMとMSM予測の妥当性を判断しながら両者をあわせて利用する必要がある。また、GSM・MSMガイダンス共に内陸で精度が低い傾向があること、夏の東日本以南と冬の関東で最小湿度を高く予測し、乾燥が弱めとなる傾向があることに留意。

メソアンサンブル予報システムに基づくガイダンス (MEPSガイダンス)

- 摂動ラン(わずかなばらつきを与えた20メンバー)
 - すべてのガイダンスに共通で、摂動ランはコントロールラン(摂動を与えないメンバー、MSMと同等)に比べて予測精度が低いので、単独での利用は推奨しない。
- アンサンブル平均
 - 気温や風ガイダンスはコントロールランに比べて、予測精度が改善するため、利用を推奨する。
 - 降水および降雪ガイダンスは平均処理によって摂動ランの表現する降水の分布やピークが平滑化されるため、強雨の分布やピークを捉えるのには適さない。

メソアンサンブル予報システム (MEPS) に基づくガイダンス (MEPSガイダンス) は2020年3月に運用を開始した。MEPSの各アンサンブルメンバー(コントロールラン+摂動ラン20メンバー)を入力とするガイダンスであり、基本的にはMSMガイダンスの予測式をそのまま適用して作成する。コントロールランは摂動を与えないメンバーでMSMガイダンスと同等だが、摂動ランはMSMガイダンスと比較して予測精度は低いため単独の利用は推奨しない。ただし、発雷確率ガイダンスでは閾値50%以上を発雷の判断基準とした場合に空振りが増えるものの、摂動ランはコントロールランよりも多くの発雷を捕捉できるといったように、MEPSガイダンスを利用することで顕著な現象を捕捉できる可能性がある。

MEPSガイダンスにおけるアンサンブルメンバーの予測結果を概観するための統計量としてアンサンブル平均、アンサンブル最大、超過確率がある。アンサンブル平均(全アンサンブルメンバーの平均値)について、気温・風ガイダンスはコントロールランより予測精度が良く、利用を推奨する。ただし、降水および降雪ガイダンスでは、平均処理によって各メンバーの表現する降水の分布やピークが平滑化されるため、強雨の分布やピークを捉えるのには適さない。

詳しくは、令和元年度数値予報研修テキスト第2章を参照。

メソアンサンブル予報システムに基づくガイダンス (MEPSガイダンス)

- アンサンブル最大
 - 降水や降雪、発雷確率ガイダンスでは、コントロールランと比較して捕捉率が高く、顕著現象のポテンシャルを把握する上で有効な資料の一つとなる。
- 超過確率
 - 摂動ランのばらつきが大きい場合、降水および降雪ガイダンスの超過確率は低い値となるため、アンサンブル最大を併せて利用することを推奨する。

アンサンブル最大(全アンサンブルメンバーの最大値)は、降水や降雪、発雷確率ガイダンスで予測頻度が過大な傾向はあるものの、コントロールランと比較して捕捉率が高く顕著現象のポテンシャルを把握する上で有効である。

超過確率(特定の閾値以上となったメンバーの割合)は、顕著現象のポテンシャルを把握する資料として有効であるが、摂動ランのばらつきが大きい場合には降水および降雪ガイダンスで低い値になってしまうため、アンサンブル最大と併せて利用することを推奨する。ばらつきが大きい現象の例として、不安定降水などが挙げられる。

詳しくは、令和元年度数値予報研修テキスト第2章を参照。

参考文献

- 石川宜広, 2018: ガイダンス利用上の留意点. 平成30年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 124-125.
- 高田伸一, 2018: ガイダンスの数値予報の誤差の補正. 数値予報課報告・別冊第64号, 気象庁予報部, 4-7.