



第2章 応用編

2.4 観測データ利用法の改良

項目

- 2021年10月から2022年9月までの間に、気象庁の数値予報システムに導入した、観測データの利用に関する主な改良項目について
- 線状降水帯の予測精度向上に向けた水蒸気観測データの利用開発について

本節では、2021年10月から2022年9月までの間に気象庁の全球、メソ、局地数値予報システムに導入した、観測データの利用に関する主な改良項目と、線状降水帯の予測精度向上に向けた水蒸気観測データの利用開発について報告する。

2021年10月から2022年9月までの間に、気象庁の数値予報システムに導入した、観測データの利用に関する主な改良項目について

観測データ利用法の改良

概要

- 2021年10月から2022年9月までの間に、気象庁の数値予報システムに導入した観測データの利用に関する主な改良項目(下記赤字)について

変更日	項目	対象
2021年11月24日	Metop-C/IASI輝度温度データの利用開始(※)	全球解析
2021年11月24日	更新された二重偏波レーダー(福井、大阪、福岡、広島、名古屋、新千歳DRAW、仙台)の反射強度及びドップラー速度データの利用開始(※)	メソ解析、局地解析
2021年11月24日	Metop-C/AMSU-A、MHS輝度温度データの利用開始(※)	局地解析
2021年12月16日	Metop-C/ASCAT海上風データの利用開始(※)	メソ解析
2022年6月30日	Dual-Metop AMV利用開始、RTTOV更新	全球解析
2022年6月30日	ATMS輝度温度データ利用開始、GPM/DPRデータ利用改良、RTTOV更新	メソ解析
2022年8月9日	ATMS輝度温度データ利用開始、RTTOV更新	局地解析

(※)既に同化利用中の機器、センサーによる観測データの利用拡充のため、本項では扱わない

本節前半では、2021年10月から2022年9月までの間に気象庁の全球、メソ、局地数値予報システムに導入した、観測データの利用に関する主な改良項目(新規観測データの利用開始など)について報告する。

概要

- **全球数値予報システム(全球解析、全球モデル)【変更日:2022年6月30日】**
 - 欧州の現業極軌道衛星Metopによる大気追跡風(Dual-Metop AMV)観測データの利用開始
- **メソ数値予報システム(メソ解析、メソモデル)【変更日:2022年6月30日】**
 - 日米の国際協力ミッション全球降水観測計画主衛星(GPM-core)搭載の二周波降水レーダー(DPR)の利用手法改良
 - 米国の現業極軌道衛星Suomi-NPPおよびNOAA-20搭載マイクロ波サウンダ(ATMS)観測データの利用開始(ただし、水蒸気観測チャンネルのみ)
- **局地数値予報システム(局地解析、局地モデル)【変更日:2022年8月9日】**
 - 米国の現業極軌道衛星Suomi-NPPおよびNOAA-20搭載マイクロ波サウンダ(ATMS)観測データの利用開始(ただし、水蒸気観測チャンネルのみ)
- **全球、メソ、局地数値予報システム共通の変更**
 - 衛星輝度温度データの同化のための放射伝達モデルのRTTOV-10からRTTOV-13への更新(地表面射出率データセットの更新等)。今後RTTOV-13の新機能を利用する変更を予定。

主な改良項目の概要について示す。

改良の効果

- 全球数値予報システム(全球解析、全球モデル)
 - 高緯度域の風や下層気温場を中心にした解析場の改善
 - 北半球500hPa高度の予測精度の改善
- メソ数値予報システム(メソ解析、メソモデル)
 - 解析値や第一推定値、予測値における水蒸気場の精度の改善
 - 改良した全球数値予報システムによる外部境界値を利用することによる降水の予測精度の改善
- 局地数値予報システム(局地解析、局地モデル)
 - 解析値や第一推定値における水蒸気場の精度の改善
 - 改良した全球数値予報システムおよびメソ数値予報システムを外部境界値として利用することによる、降水の予測精度の改善

前頁の2022年6月30日、8月9日に実施した観測データ利用に関する改良により、ここに示すような効果が得られた。以下、各項目の詳細について示す。



全球・メソ・局地数値予報システムにおける 放射伝達モデルRTTOV-13の導入

これまで、全球・メソ・局地解析では、衛星輝度温度の同化にEUMETSATのNWP-SAFで開発された放射伝達モデルRTTOV-10.2を利用していた。最新のRTTOV-13を導入することにより、輝度温度の計算精度の向上が期待でき、また新たに打ち上げられた衛星のデータ利用も可能になる。

・今回の改良における変更項目

－ モジュールの更新

－ 地表面射出率データセットの更新

新しいマイクロ波地表面射出率が現在利用中のものと同程度の品質であることを確認済

・今後以下の変更項目を現業化する計画

－ 放射計算用係数の更新

－ 海面射出率モデルの更新(赤外:IREMIS、マイクロ波:FASTEM-6)

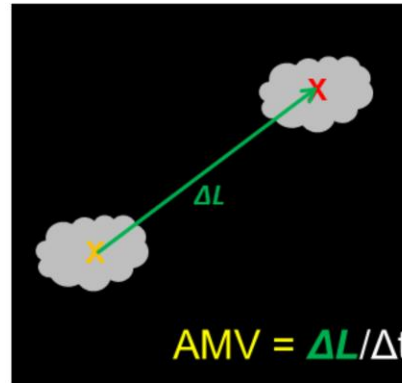
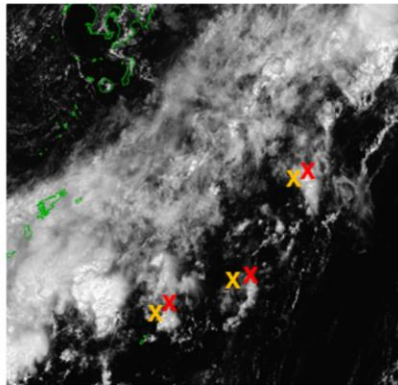
最初に、今回の全球、メソ、局地解析で共通の変更項目である放射伝達モデルRTTOV-13の導入について概要を述べる。これまで、全球・メソ・局地解析では、衛星輝度温度の同化にEUMETSATのNWP-SAFで開発された放射伝達モデルRTTOV-10.2 (Saunders et al. 2012)を利用していたが、RTTOVの最新版はRTTOV-13 (Saunders et al. 2020)となっている。RTTOV-13への更新による主な変更点としては以下の項目がある。

- ・最新の気体吸収データベースに基づく放射伝達計算用の係数(以下「係数」)の更新
- ・複数種類の雲・降水粒子とそれぞれの雲量を考慮した全天候での放射伝達計算
- ・赤外波長帯における雲域の輝度温度計算の精緻化
- ・陸域の射出率・反射率データベースの更新

最新のRTTOV-13を導入することにより、輝度温度の計算精度の向上が期待でき、新たに打ち上げられた衛星のデータ利用も可能になるため、導入に向けた開発を進めている(数値予報開発センター 2022)。今回の変更では、ライブラリのモジュールを差し替え、地表面射出率のデータセットの更新を行った。今後、係数の更新を中心とした、計算結果に大きく影響する変更項目に関する開発を進める予定である。今回の変更単独では、事前に実施した性能評価試験において、全球、メソ、局地数値予報システムそれぞれにおい、解析精度及び予測精度が想定通り中立となることを確認した(図略)。他の観測データ利用拡充と併せた実験結果については後述する。

大気追跡風 (Atmospheric Motion Vector) とは

- 時間的に連続する複数枚の衛星画像から雲や水蒸気パターンを追跡し、その移動量を求め、風ベクトルを算出するプロダクト
- データ同化により対流圏の予測精度(主に風の場合)にインパクトがある



気象庁の全球解析では、2022年6月30日に欧州の極軌道衛星Metop-B、Metop-C衛星2機の観測データから算出される大気追跡風 (AMV: Atmospheric Motion Vector) データの利用を開始した。ここでは、データの概要、利用方法およびデータを利用した実験の結果について示す。

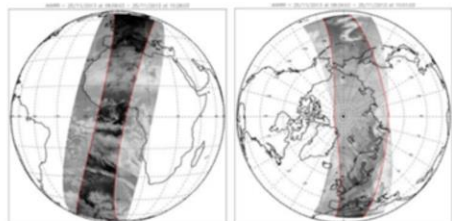
AMVは、時間的に連続する複数枚の衛星画像から雲の動きを捉え、上空の風向風速を算出する衛星プロダクトである(山下・今井 2007)。直接観測データの少ない海上などにおいて、AMVは風に関する貴重な観測データとなっている。

● 全球

全球数値予報システムにおける Dual-Metop AMVの利用開始

開発の動機:

これまで数値予報の初期値作成に利用されてきたMODISやAVHRRなどの極域AMVが近い将来運用終了となる可能性がある。これらの運用終了に備えて、データ同化に利用する極域AMVデータを拡充しておく必要がある。



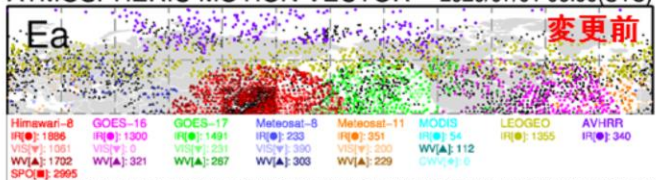
Dual Metop global coverage wind
= “Dual-Metop AMV”

Metop-B,Cの2機の画像から作成。約50分間隔の連続する2枚の画像から作成される。欧州気象衛星開発機構(EUMETSAT)の可視赤外イメージャAVHRRのAMVプロダクトの中の一つ。

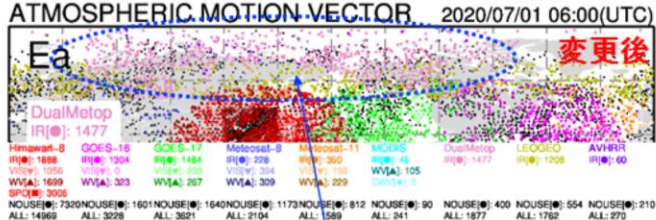
EUMETSAT, AVHRR L2 Wind product ATBD (2016), <https://www.eumetsat.int/media/44490>

大気追跡風のデータ分布例

ATMOSPHERIC MOTION VECTOR 2020/07/01 06:00(UTC)



ATMOSPHERIC MOTION VECTOR 2020/07/01 06:00(UTC)



Dual-Metop大気追跡風の利用により、極域の対流圏中層を中心に、特に速報解析(Ea)で利用データ数が大きく増加

全球解析では、熱帯・中緯度帯で静止気象衛星から算出されたAMV、極域で極軌道衛星から算出されたAMV(極域AMV)および緯度60度帯で極軌道衛星と静止気象衛星の合成画像から算出されたAMV(LEOGEO-AMV)を利用している(山下 2015)。このうち、極域AMVやLEOGEO-AMVにおいては、米国の地球観測衛星TerraおよびAqua搭載のMODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer: 中解像度画像分光放射計)センサによる観測データも利用している(山下 2011)。ただし、TerraおよびAquaの各衛星は設計寿命を大きく超えて運用されていることから、近い将来にこれらの観測データを利用したAMVが算出されなくなる可能性がある。また、NESDIS(National Environmental Satellite Data and Information Service: 米国環境衛星・資料情報局)による、極軌道衛星NOAA搭載の可視赤外イメージャAVHRR(Advanced Very High Resolution Radiometer: 改良型高分解能放射計)からのAMV算出システムも近い将来に運用を終了する予定である。これらの極域AMVの運用終了に備え、今回の改良では、欧州気象衛星開発機構(EUMETSAT)の極軌道衛星Metop搭載のAVHRRから算出されるAMVプロダクトのうち、Metop-B、Cの2機の画像から作成されるDual Metop global coverage wind(EUMETSAT 2016)(以下Dual-Metop AMV)の利用を開始した。この変更により、極域の対流圏中層を中心に、特に全球速報解析においてAMVの利用データ数が大きく増加する(右図)。

Dual-Metop AMVに対するQC

高緯度域(50° ~88° N/S)のデータのみ利用

- 低緯度では、中層から上層で東風もしくは西風のそれぞれの強風バイアスが大きな地域がみられた。
- 中・低緯度では、観測波長帯の数が多く高頻度観測ができる静止気象衛星のAMVの方が精度がよいと考えられる。
- 極域のAMVの補完が目的。

予報値チェックありQI*の閾値85以上を利用

- 観測値と第一推定値の差分(O-B)の負バイアスが大きな上層や正バイアスの大きな下層の低品質と思われるデータを中心に排除できる

300hPaより下層のデータを利用

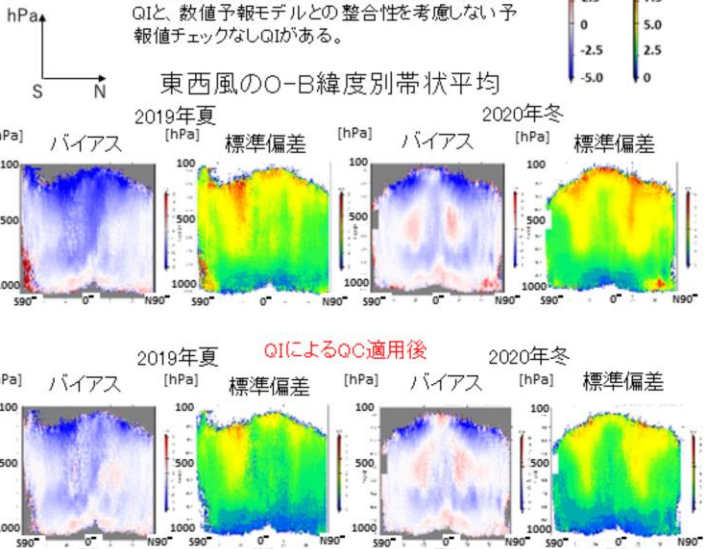
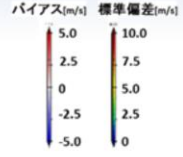
- 中高緯度の上層では、QIのみでは除ききれない第一推定値に対する西風の弱風バイアスがみられたため利用しない。

陸上では700hPaより上の高度を利用

- QIによるQCでかなり軽減できるが、陸下の下層でバイアスや分散が大きな領域がみられ、低品質と考えられるデータが残っていると考えられるため、陸上では700hPa以下の高度では利用しないこととした。

※ QI(Quality Indicator)

EUMETSATで開発された品質管理指標で(Holmlund 1998)、0~100の値をとり、値が大きいほど品質が良いことを示す。QIには数値予報モデルとの整合性を考慮に入れた予報値チェックありQIと、数値予報モデルとの整合性を考慮しない予報値チェックなしQIがある。



Dual-Metop AMVの同化利用にあたっては、全球数値予報システムを用いた予備調査におけるO-B(観測値と第一推定値の差)統計の結果等を踏まえ、以下の品質管理処理(QC)を実施することとした。

・予報値チェックありQI(Quality Indicator)(Holmlund 1998)を利用することで、O-Bの負バイアスが大きな上層や正バイアスの大きな下層などの低品質と思われるデータを排除することが期待できる結果であったため、QI閾値(85以上)によるQCを使用する。排除しきれない低品質と思われるデータについては、利用しない領域を指定する方法(ブラックリスト)で行う。

・低緯度では、中層から上層で東風や西風の強風バイアスが大きな地域がみられた。また、中・低緯度では静止気象衛星のAMVの方が精度がよいと考えられるので、高緯度域(50° ~88° N/S)に限定して利用する。

・QIによるQCを行っても中高緯度の上層では第一推定値に対する西風の弱風バイアスがみられるため、300hPaより上層は利用しない。

・陸下の下層、特に冬季の陸上でバイアスやばらつきが大きいいため、陸上では下層(700hPa以下)は利用しない。

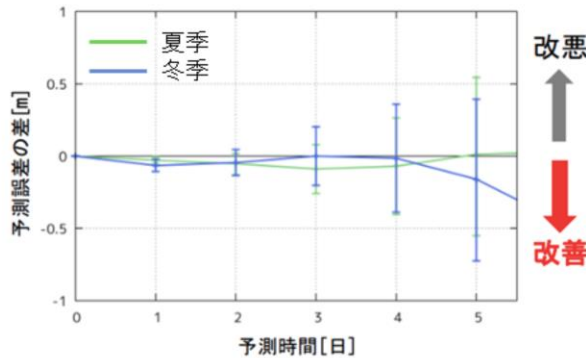
実験設定

CNTL: 2022年4月時点のルーチン相当の設定

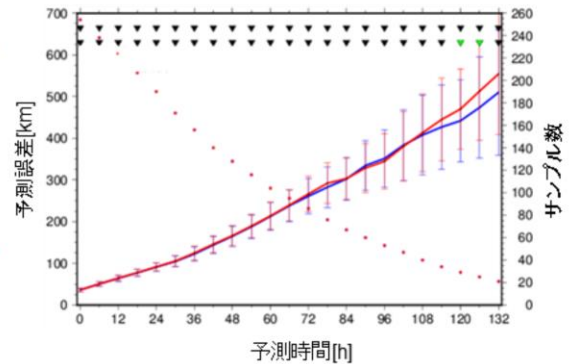
TEST: CNTL + Dual-Metop AMV、RTTOV更新

実験期間: (夏季)2020年6月20日～2020年10月11日、(冬季)2020年11月20日～2021年3月11日

北半球 対解析Z500
RMSEの変更前後の差



台風進路予測精度の変更前後の比較



対解析Z500 RMSEが、予測初期(FT24,48)で改善
(FT48ではRMSEが0.05m程度減少)

気象庁の業績指標のうち、数値予報モデルの精度向上(地球全体の大気を対象とした数値予報モデルの誤差)ではFT48で、12.8m(R2)→11.7m(R7)としている。これは、年間0.2～0.3m程度の誤差減少を想定。

今回の変更では、台風の進路や発達予測について、統計的に有意な差はほぼ見られなかった。

赤: 変更後(TEST)
青: 変更前(CNTL)



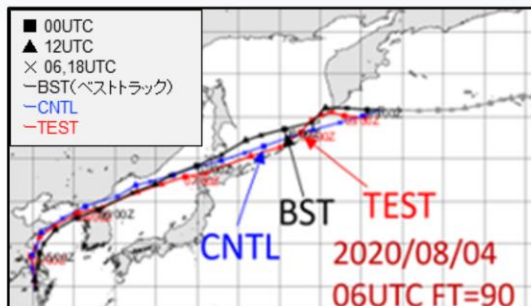
Dual-Metop AMV新規利用およびRTTOV-13への更新の効果を確認するため、2022年4月時点の現業全球数値予報システムと同等の対照実験(CNTL)と、これに変更を加えた実験(TEST)の比較を行った。実験期間は2020年6月20日から10月11日(夏季)、2020年11月30日から2021年3月11日(冬季)で、それぞれ約3ヶ月が検証対象期間である。ここでは、総観規模現象の予測精度の指標となる500hPaのジオポテンシャル高度、及び台風の進路予測の比較を示す。左図に北半球500hPaジオポテンシャル高度の予測誤差(二乗平均平方根誤差)の変更前後の差の平均を示す。夏季、冬季ともにFT=24,48で誤差の減少を示しており、特に観測データ利用のインパクトの影響が大きい予測初期において改善傾向であった。一方、台風の進路予測の検証(右図)では、変更のインパクトはほぼ中立であった。

左図: 2020年7～9月(緑色、夏季)と2020年12月～2021年2月(青色、冬季)の北半球500hPaジオポテンシャル高度予測の初期値に対する予測誤差(二乗平均平方根誤差)の変更前後の差の平均。エラーバーは95%の信頼区間を表す。単位はm。負の値は変更後で予測誤差が改善していることを示す。横軸は予測時間。単位は日。

右図: 台風中心位置予測誤差(単位はkm)の比較。実験期間中(夏季、冬季)に存在した台風に関する平均を示す。検証には気象庁のベストトラックを用いた。青は変更前、赤は変更後。横軸は予測時間(単位は時間)。赤色点はサンプル数(右軸)。エラーバーは95%の信頼区間を示し、改善が有意と確かめられた場合はグラフ上方の三角形が緑色。(上段の三角形はデータ系列の相関を考慮した場合、下段の三角形は相関を考慮しない場合)

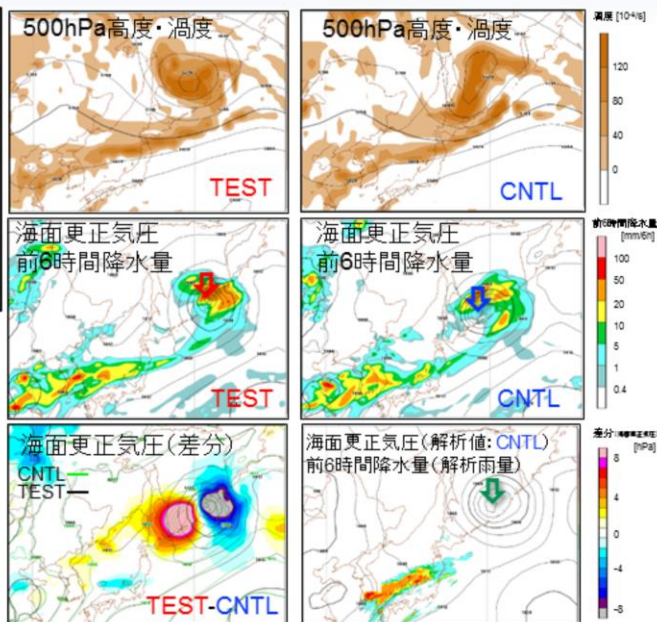
台風進路予測に改善が見られた事例

2020/08/04 06UTC初期値
FT=90



CNTL、BST、TESTそれぞれ矢印で示した位置はFT=90の擾乱の位置を示す。日本の北のトラフの予測の違いにより、北海道付近から擾乱の進行速度が速くなり現実に近い予測となった。

今回、利用開始したDual Metop AMVが北半球高緯度で利用され、初期値の精度が改善した効果

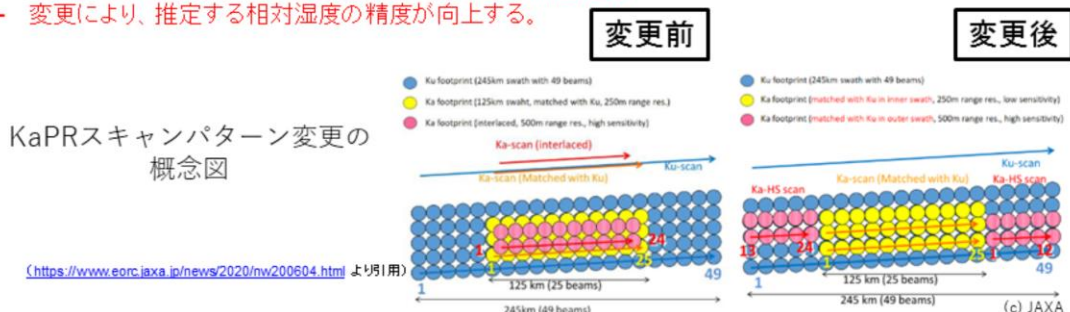


台風の進路予測について、統計的な検証ではほぼ中立であったが、ここでは進路予測に改善がみられた事例について示す。左図は、2020年8月4日06UTC初期値の2020年台風第4号の進路予測結果を示す。青線が変更なし(CNTL)、赤線が変更あり(TEST)、黒線は気象庁ベストトラック(BST)で図中の凡例の印と数字はそれぞれ台風の中心位置と日時(記載時刻はすべて00UTC)を示している。図中の矢印で示した位置はBST、CNTL、TESTそれぞれのFT=90の擾乱の位置を示す。FT=90にかけてCNTLはBSTと比較して擾乱の進行速度が遅かった一方、TESTでは速くなりBSTに近い予測結果となっている。右側の図はFT=90におけるTESTとCNTLの予測の比較結果を示す。CNTLとTESTでは日本の北にある500hPa高度のトラフの深さなどに差異が生じており、その影響で北海道付近を進む擾乱の進行速度がTESTで速くなった結果、図中の矢印で示すように擾乱の位置についてTESTの方が実況に近い予測となっていた。これは、TESTにおいてDual-Metop AMVが北半球高緯度域で同化され、初期値の精度が改善した効果によるものと考えられる。

これらの結果を受け、2022年6月30日より、全球数値予報システムにおいてDual-Metop AMVデータの利用を開始し、RTTOV-13の一部機能を導入した。

メソ数値予報システムにおける GPM/DPR の利用手法改良

- GPM主衛星(GPM-core)は降水の観測を目的に、日米(JAXAおよびNASA)を中心とした国際協力の下で進められている全球降水観測計画(GPM計画)の軸になる人工衛星。GPM-coreに搭載された二周波降水レーダー(DPR)は、降水の鉛直分布が得られるセンサー。
 - Ku帯(13.6GHz、KuPR)とKa帯(35.5GHz、KaPR)の二周波。
 - KaPRには感度の異なるKaMSとKaHS(高感度観測)がある。
- KuPRとKaHSの反射強度をメソ解析で現業利用している。(2016年3月24日から)
 - 反射強度から推定した相対湿度を疑似観測値として同化。
- 今回の改良は、JAXAによる観測方式の変更(2018年5月21日)に伴う、データ利用方法の変更
 - KaHSの観測(図の赤丸)が外側へ →品質確認して利用再開
 - KaMSとKaHSの観測領域が分かれた →KaMSの新規利用
 - 変更により、推定する相対湿度の精度が向上する。



<https://www.eorc.jaxa.jp/news/2020/mw/200604.html> より引用



気象庁のメソ解析では、2022年6月30日に国立研究開発法人宇宙航空研究開発機構(JAXA)が米国航空宇宙局(NASA)と共同で開発した全球降水観測計画(GPM)主衛星に搭載している、二周波降水レーダ(DPR)の利用方法を改良した。ここでは、データの概要、利用方法について説明する。他の改良項目を含めての実験結果については後述する。

GPM主衛星(GPM-core)は降水の観測を目的に、日米(JAXAおよびNASA)を中心とした国際協力の下で進められている全球降水観測計画(GPM計画)の軸になる人工衛星である。GPM-coreに搭載されたDPRは、Ku帯の降水レーダー(KuPR)とKa帯の降水レーダー(KaPR)で構成され、異なる周波数で同じ水物質を観測することにより、水物質の粒径分布や降水種別の高精度な推定が可能となっている。メソ解析では、2016年3月24日からKuPRとKaPRの反射強度因子から相対湿度プロファイルを推定し、その推定された相対湿度プロファイルを4次元変分法で同化している(幾田 2016)。今回の改良は、図に示すJAXAによる観測方式の変更に伴うデータ利用法の変更となる。具体的には、観測方式の変更により利用を中断していたKaHS(KaPRの高感度観測)の利用を再開し、KaMS(二周波観測)を新規に利用する。

KuPR、KaHS反射強度データの同化手法

同化手法は従来通り

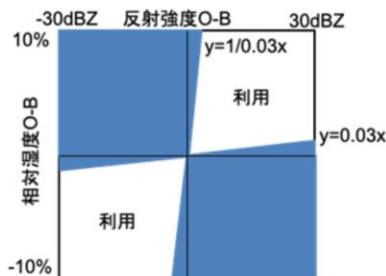
1. レーダーシミュレータで第一推定値の反射強度(Ka帯・Ku帯)を推定。
 - 雨・雪・霰のみ考慮。
 - 降雨減衰なし。 ←減衰補正された観測値を用いるため。
 - ビームパスの傾き、広がり、屈折は無視。 ←水平解像度5kmで粗いため。
2. 観測値をアウトターモデル格子で平均化。
3. バイアス補正
 - 解析ごとに気温別のバイアス(観測値-第一推定値(O-B)の平均値)を求めて引く。
4. 第一推定値の反射強度・相対湿度・気温の関係を用いて、バイアス補正済みの観測値の反射強度から相対湿度を推定。
 - カーネル密度推定を用いた最尤推定。
5. 水平15km(インナーモデルの格子間隔)、鉛直500m間隔で平均化。
6. 推定した相対湿度を品質管理後に疑似観測値として同化。
 - 観測誤差は5%。 ←経験的に設定。

今回のメソ解析におけるDPRの利用手法改良において、同化手法自体は従来通りである。

KuPR、KaHS反射強度データの品質管理

従来処理

- 反射強度は観測値・第一推定値ともに、15dBZ未満または50dBZより大きいものは利用しない。
- 0°C未満で推定された相対湿度は利用しない。
 - 固相(雪、霰)から求めた反射強度はモデルバイアスが大きいため。
- 観測値から第一推定値を引いた値(O-B)の絶対値が閾値より大きいものは利用しない。(グロスエラーチェック)
 - 反射強度: 30dBZ
 - 相対湿度: 10%
- 反射強度O-Bと相対湿度O-Bが逆符号、または差が大きいときは利用しない。(右図)



新規追加処理

- KaMSは、利用下限値を**20dBZ**に設定。(KaMSは、KaHSより観測限界値が大きい)
 - KaHSとKuPRの利用下限値は15dBZ。
- 観測値の下限値チェックを行ったあと、KaHSとKaMSは同じ観測値として一緒にアウターモデル格子の平均化を行う。(前頁の項目2)



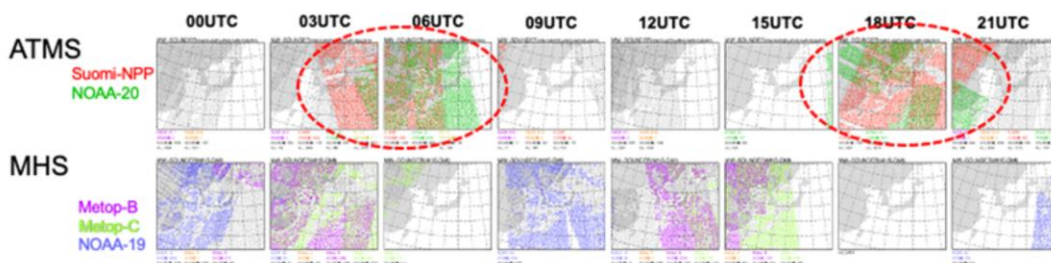
今回のメソ解析におけるDPRの利用手法改良においては、品質管理処理を変更する。まず、KaHSとKuPRの利用下限値は従来通り15dBZに設定する一方、新たに利用を開始するKaMSの下限値を20dBZに設定する。これは、KaMSの観測限界値がKaHSよりも大きいことによる(Masaki et al. 2022)。観測値の下限値チェックを行ったあと、同化処理におけるアウターモデル格子の平均化の際はKaHSとKaMSを区別せずに平均化する。また、今回の改良においては従来のバイアス補正処理における一部不具合の修正も併せて実施した。これらの改良により、GPM/DPR利用手法改良単独の性能評価試験において、データ同化に利用する相対湿度の推定精度が向上し、降水予測スコアが予測前半を中心に改善することを確認した(図略)。他の改良項目を含めての実験結果については後述する。



メソ数値予報システムにおける マイクロ波サウンダATMS観測データの利用開始 (水蒸気観測チャンネル)

• ATMS (Advanced Technology Microwave Sounder)

- マイクロ波サウンダの一種
- 米国の極軌道衛星Suomi-NPP、NOAA-20に搭載
- 酸素や水蒸気の吸収帯付近についての輝度温度を観測し、気温・水蒸気の鉛直プロファイルについての情報を得る
- マイクロ波サウンダAMSU-AとMHSと近い周波数帯で観測を行う後継機器
 - サンプルング間隔や観測幅、チャンネル数増強
- 全球解析では2017年3月29日から気温・水蒸気観測チャンネルデータの利用を開始
- メソ解析では水蒸気観測チャンネルデータの利用から
 - 気温観測チャンネルデータの利用にはバイアス補正手法等に課題(利用に向けた開発を継続)



メソ解析における解析時刻ごとのマイクロ波サウンダ(水蒸気チャンネル)の利用データ分布例(2020年6月26日)
既存利用中のマイクロ波水蒸気サウンダ(MHS)のデータの無いところにデータが入るようになる(赤色破線で示した領域)



気象庁のメソ解析では、2022年6月30日に米国の極軌道気象衛星Suomi-NPP及びNOAA-20搭載のマイクロ波サウンダ(ATMS)の輝度温度データの利用を開始した。ここでは、データの概要、利用方法について説明する。

ATMSは人工衛星搭載のマイクロ波サウンダの一種で、米国の極軌道気象衛星Suomi-NPP及びNOAA-20に搭載されている。同じくマイクロ波サウンダであるAMSU-A(気温サウンダ)及びMHS(水蒸気サウンダ)の後継センサにあたり、一つのセンサにAMSU-A、MHSとほぼ同等のチャンネルが装備されている他、いくつかのチャンネルが追加されている。気温、水蒸気の観測情報が得られるATMSの輝度温度データは、数値予報精度の維持、改善において重要な衛星データであり、全球解析では2017年3月29日から気温、水蒸気観測チャンネルのデータの利用を開始している(平原 2017; 村田 亀川 2020)。

メソ解析、局地解析においてもATMSの輝度温度データの同化利用に向けた開発を進めていたところ、事前の調査において、これらの領域モデルにおけるATMSの気温チャンネルの利用にあたってはバイアス補正手法等に課題があることが判明したため、今回は水蒸気チャンネル(ch18-22)のデータのみ同化利用することとした。また、MHSと同じく、海上・海氷・陸上・雲域で同化する一方、雨域は利用しない。図は、メソ解析におけるATMS及びMHSの輝度温度データ(水蒸気チャンネル)のデータ分布例を示す。ATMSの輝度温度データを利用することで、既に利用中のMHSのデータが無い時間、領域のデータが新たに利用可能となることがわかる。この改良により、ATMS観測データ利用開始単独の性能評価試験において、水蒸気に感度のある衛星観測に対して第一推定値の整合性が改善傾向となるなどのインパクトが見られた(図略)。(局地解析でのATMS利用開始に関しては後述)

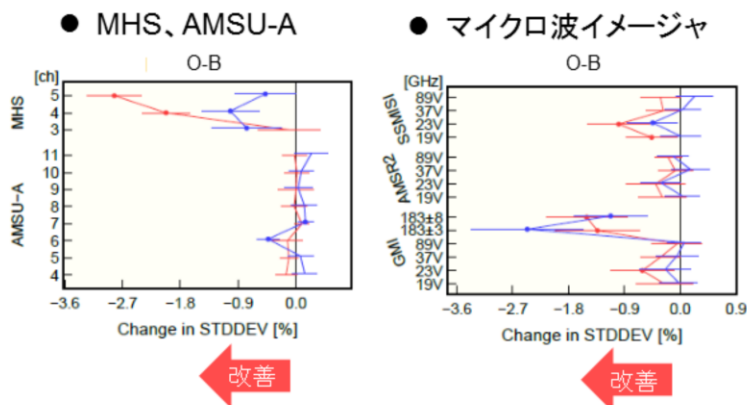
実験設定

CNTL: 2022年4月時点のルーチン相当の設定
 TEST: CNTL + GPM/DPR利用手法改良、ATMS利用開始、RTTOV更新
 (TESTの境界値は前述の全球TEST実験のデータを使用)
 実験期間: (夏季)2020年7月1日~2020年7月31日、(冬季)2021年1月1日~2021年1月31日

観測値と第一推定値の差の標準偏差の変化率[%]

—: 2020年7月
 —: 2021年1月

第一推定値の値が、
他の観測データの値に
近づいているかどうか?



観測値と第一推定値の差 (O-B) の標準偏差の減少は解析場の変化を通じた、観測データ同化の影響が現れやすい予測初期での予測値と観測値の差の標準偏差の減少(改善)を示す。

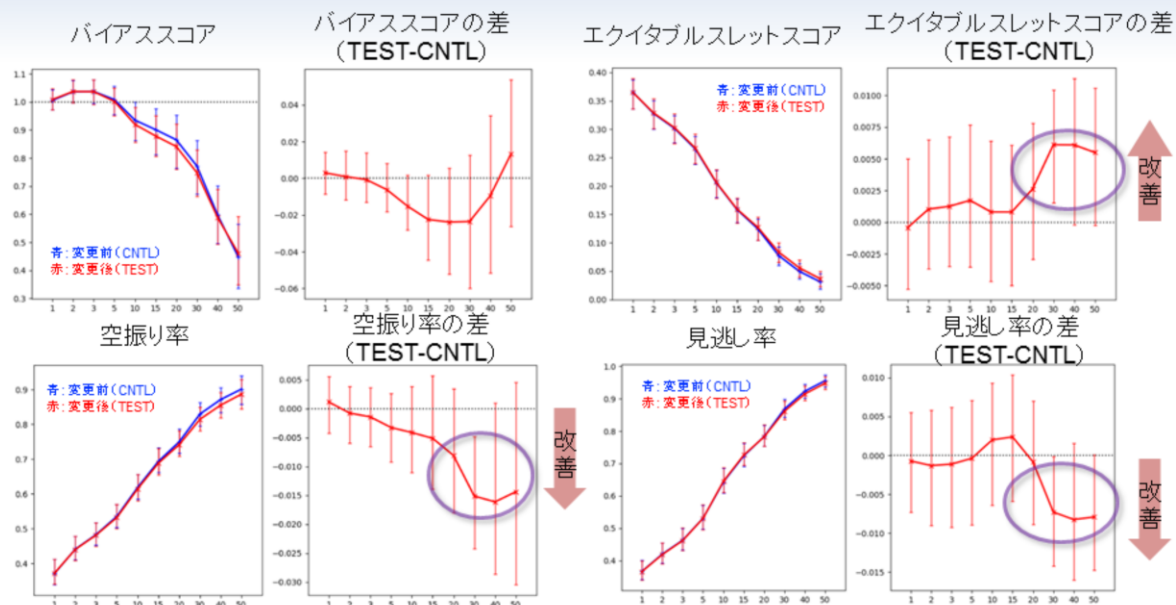
水蒸気に感度のあるチャンネルで改善
 (第一推定値における水蒸気場の表現が改善)

ここでは、前述した全球数値予報システムの改良項目 (Dual-Metop AMV新規利用およびRTTOV-13への更新) およびメソ数値予報システムの改良項目 (GPM/DPRの利用手法改良、マイクロ波サウンダATMS観測データの利用開始およびRTTOV-13への更新) がメソ数値予報システムに与える影響を評価するために実施した試験の結果を示す。2022年4月時点の現業メソ数値予報システムと同等の対照実験 (CNTL) と、これに変更を加えた実験 (TEST) を行い、TESTでは全球数値予報システムの実験 (TEST) による境界値データを使用している。実験期間は2020年7月1日から7月31日 (夏季)、2021年1月1日から2021年1月31日 (冬季) である。

ここでは、今回の改良には直接関係していないマイクロ波サウンダAMSU-A (気温に感度あり)、MHS (水蒸気に感度あり) およびマイクロ波イメージャの観測データを用いて、第一推定値への影響を示す。特に水蒸気に感度のあるチャンネル (MHSおよびGMI183±3、183±7GHz) のデータの観測値と第一推定値の差の統計で標準偏差が減少しており、第一推定値と観測値の整合性が向上していることがわかる (図)。第一推定値の精度向上は、解析予報サイクルを通じて同化される観測値の影響を受けた結果であり、解析値の精度が向上したことを示唆する。

図: TESTのCNTLに対するマイクロ波気温サウンダMHS、AMSU-Aおよびマイクロ波イメージャデータの各チャンネルにおける観測値と第一推定値の差の標準偏差。青線は夏季 (2020年7月)、赤線は冬季 (2021年1月)。標準偏差の図のエラーバーは95%信頼区間、丸い点は変化が統計的に有意であることを示す。

降水予測の精度改善(対解析雨量:夏季:前3時間降水量(20km格子平均)の閾値別検証)



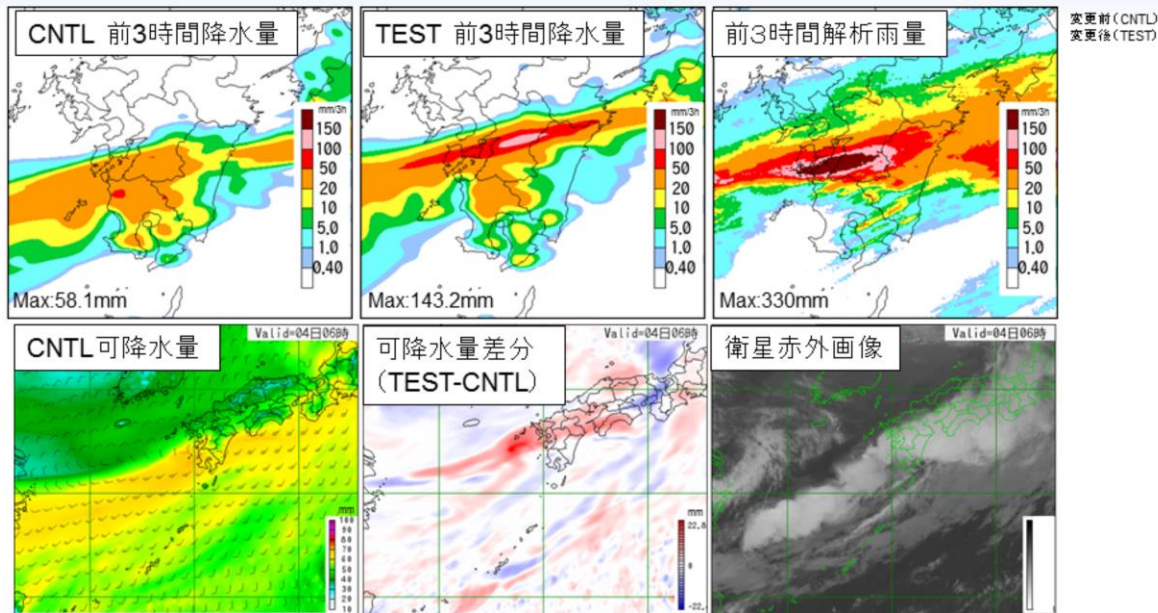
(メソ数値予報システムの改良に加え、全球数値予報システムの改良も外部境界値として取り込んだ結果)
閾値30mm/3h以上で空振り率と見逃し率が減少し、エクイタブルスレットスコアが改善傾向

ここでは、降水予測検証の結果を示す。閾値30mm/3h以上で空振りと見逃しが減少し、エクイタブルスレットスコアが改善傾向であった。

降水予測の精度改善(事例)

初期時刻: 2020年7月3日03UTC FT=18 予想対象時刻: 04日06JST

メソ数値予報システムの改良に加え、全球数値予報システムの改良も外部境界値として取り込んだ結果。



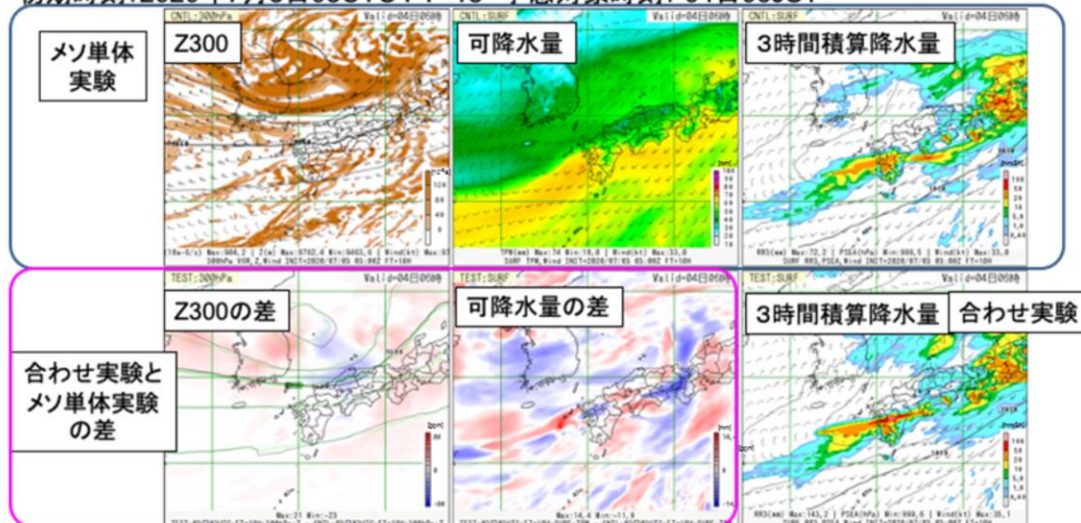
TESTでは九州西海上で可降水量が増加し、3時間で100mm以上の降水量を予測。

ここでは、実験期間中におけるメソ数値予報システムの改善事例を示す。図は、2020年7月3日03UTCを初期値とした18時間予測の事例で、CNTLとTESTの可降水量を比較するとTESTでは九州西海上で可降水量が増加しており、熊本、鹿児島 の県境付近に見られる強雨域についてTESTの降水量予測が解析雨量に近づいている。

降水予測の精度改善(事例)

全球数値予報システムの変更を合わせて評価した場合(前頁)と、メソ数値予報システムの変更単体で評価した場合を比較して、**全球境界値のメソ数値予報システムへの影響を確認**

初期時刻:2020年7月3日03UTC FT=18 予想対象時刻: 04日06JST



全球境界値の変更により、上層トラフの予測が深くなり、線状降水帯に伴う降水予測がより現実に近くなった。メソモデルのより長い時間の予測では、境界値の影響が大きい。



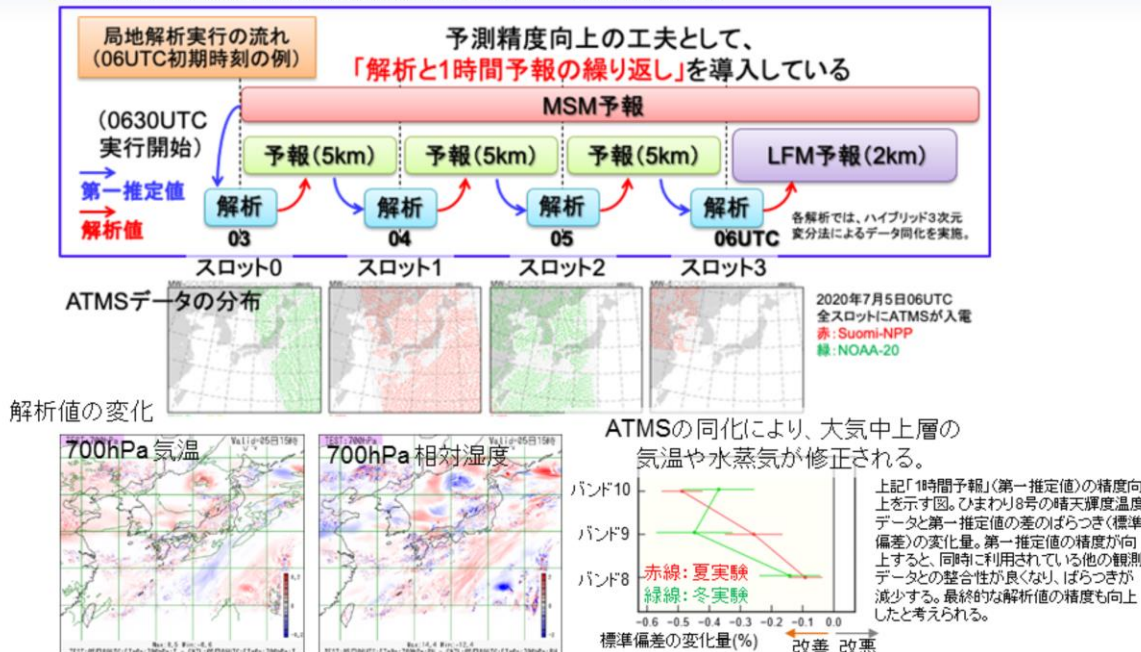
前頁で示した改善事例について、全球数値予報システムの変更を合わせて評価した場合(前頁)と、メソ数値予報システムの変更単体で評価した場合を比較して、全球モデルによる境界値のメソ数値予報システムへの影響を確認する。図は、全頁と同じく2020年7月3日03UTCを初期値とした18時間予測の事例で、上段はメソ数値予報システムの改良項目のみを導入した実験の結果を示す。下段は全球数値予報システムの変更と合わせた実験(合わせ実験)と、メソ数値予報システムの改良項目のみを導入した実験結果の差分(下段左図:300hPaジオポテンシャル高度の差分、下段中図:可降水量の差分)および合わせ実験による降水予測の結果(下段右図)を示す。一般に、メソモデルのより長い時間の予測では全球モデルによる境界値の影響が大きくなるが、合わせ実験では上層トラフの予測が深まって線状降水帯に伴う降水予測がより現実に近くなっており、境界値変更の影響が降水予測の改善に寄与していることが考えられる。

これらの結果を受け、2022年6月30日より、メソ数値予報システムにおいてGPM/DPRの利用手法改良、マイクロ波サウンダATMS観測データ(水蒸気観測チャンネル)の利用開始およびRTTOV-13への更新を導入した。

● 局地 局地数値予報システムにおける マイクロ波サウンダATMS観測データの利用開始 (水蒸気観測チャンネル)

● ATMS (Advanced Technology Microwave Sounder)

－ メソ解析と同等に、水蒸気観測チャンネルデータの利用から



気象庁の局地解析では、2022年8月9日に米国の極軌道気象衛星Suomi-NPP及びNOAA-20搭載のマイクロ波サウンダ(ATMS)の輝度温度データの利用を開始した。前述のメソ解析と同様に、局地解析でのATMSの気温チャンネルの利用にあたってはバイアス補正手法等に課題があるため、水蒸気チャンネル(ch18-22)のデータのみ同化利用することとしている。

局地解析は高頻度で速報性が求められるデータ同化システムであることから、計算負荷が小さい3次元変分法を採用している。3次元変分法の場合は、原理的に解析対象時刻の観測データしか利用できないという制約がある。そのため、局地解析では、初期値作成時刻の3時間前から、3次元変分法による解析と1時間予報の繰り返しによる解析・予報サイクルを実行し、初期値作成対象時刻の前3時間分の観測データの情報を解析値に取り込むようにしている。図に、ATMSのデータ分布例と、ATMSの輝度温度データを同化した場合の700hPaの気温、相対湿度の解析値の変化を示す。ATMSの輝度温度データを同化利用することで、大気中上層の気温や水蒸気量が修正されていることがわかる。右下の図は、局地数値予報システムにおけるATMS利用単独の性能評価試験(実験期間:夏期間(2020年7月2日～15日)、冬期間(2020年1月11日～21日)、3時間間隔実行による試験)において、今回の改良には直接関係していないひまわり8号の晴天放射輝度温度(CSR)の観測データを用いて、第一推定値への影響を示したものである。CSRは対流圏の水蒸気に感度があるデータで、観測値と第一推定値の差の統計で標準偏差が減少しており、第一推定値と観測値の整合性が向上していることがわかる。第一推定値の精度向上は、解析予報サイクルを通じて同化される観測値の影響を受けた結果であり、解析値の精度が向上したことを示唆する。

実験設定

CNTL: 2022年4月時点のルーチン相当の設定

TEST: CNTL + ATMS利用開始、RTTOV更新

(TESTの第一推定値、境界値には前述のメソTEST実験のデータを使用)

実験期間: (夏季)2020年7月2日~2020年7月8日、(冬季)2021年1月4日~2021年1月14日

降水予測の精度改善(対解析雨量:前3時間降水量(10km格子平均)の閾値別検証)

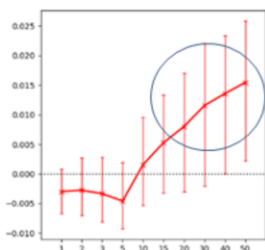
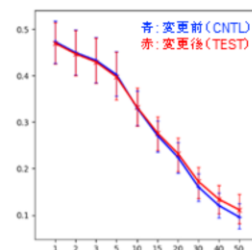
夏季

冬季

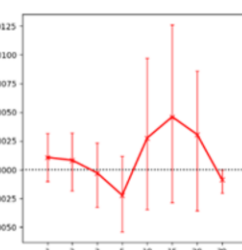
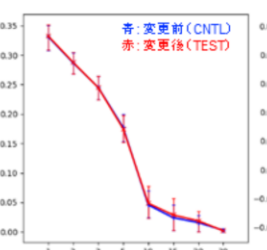
エクイタブルスレットスコア

エクイタブルスレットスコアの差
(TEST-CNTL)

エクイタブルスレットスコア

エクイタブルスレットスコアの差
(TEST-CNTL)

改善



(中立)

(局地数値予報システムの改良に加え、全球・メソ数値予報システムの改良も外部境界値等として取り込んだ結果)
夏季実験で閾値15mm/3h以上でエクイタブルスレットスコアが改善傾向



ここでは、前述した全球数値予報システムの改良項目(Dual-Metop AMV新規利用およびRTTOV-13への更新)およびメソ数値予報システムの改良項目(GPM/DPRの利用手法改良、マイクロ波サウンダATMS観測データの利用開始およびRTTOV-13への更新)の影響も含めて局地数値予報システムの改良(マイクロ波サウンダATMS観測データの利用開始およびRTTOV-13への更新)を評価するために実施した試験の結果を示す。2022年4月時点の現業局地数値予報システムと同等の対照実験(CNTL)と、これに変更を加えた実験(TEST)を行い、TESTでは前述のメソ数値予報システムの実験(TEST)による境界値データを使用している。実験期間は2020年7月1日から7月31日(夏季)、2021年1月1日から2021年1月31日(冬季)である。図は降水予測検証の結果を示す。夏季において閾値15mm/3h以上でエクイタブルスレットスコアが改善傾向であった。

● 局地

局地数値予報システムにおける観測データの利用手法改良

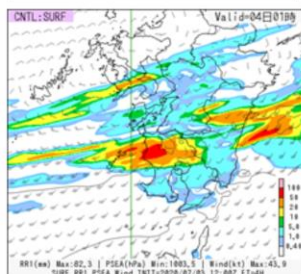
改良の効果

降水予測の精度改善(事例)

初期時刻: 2020年7月3日12UTC FT=4 予想対象時刻: 04日01JST

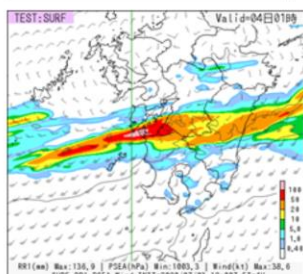
局地数値予報システムの改良に加え、全球・メソ数値予報システムの改良も外部境界値等として取り込んだ結果。

CNTL 前1時間降水量



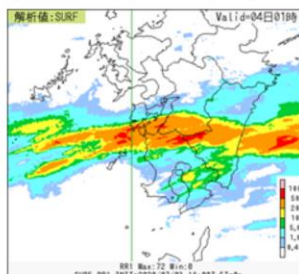
Max: 82.3mm

TEST 前1時間降水量



Max: 136.9mm

前3時間解析雨量



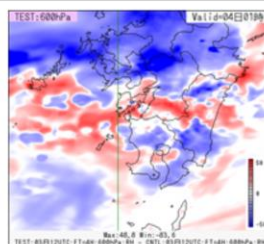
Max: 72mm

変更前 (CNTL)
変更後 (TEST)

TESTでは降水分布が実況(解析雨量)に近づいた。

600hPa相対湿度差分(TEST-CNTL)

600hPa付近の水蒸気場の予測に差異。変更後(TEST)では相対湿度の少ないところをより少なく、相対湿度の多いところをより多くするように変化している。このような変化はメソの予測値の差からもたらされている。



ここでは、実験期間中における局地数値予報システムの改善事例を示す。図は、2020年7月3日12UTCを初期値とした4時間予測の事例で、熊本、鹿児島、宮崎県付近に見られる強雨域についてTESTの降水量予測が解析雨量に近づいている。予測対象時刻の600hPa相対湿度のTEST(変更後)とCNTL(変更前)の差分を確認すると、相対湿度の少ないところをより少なく、相対湿度の多いところをより多くするように変化しており、このような変化は後述するようにメソの予測値の差からもたらされていた。

● 局地

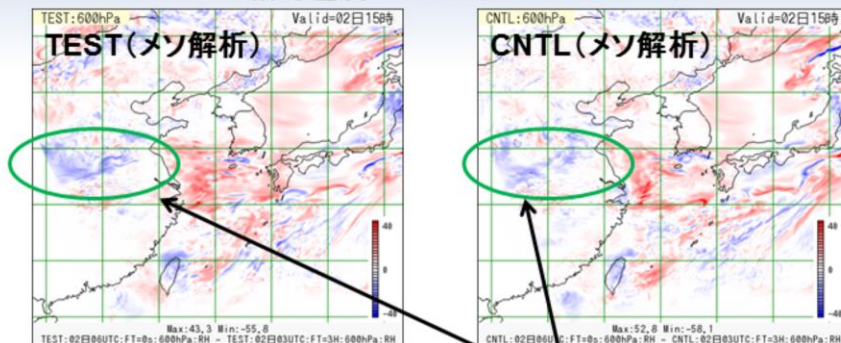
局地数値予報システムにおける観測データの利用手法改良

改良の効果

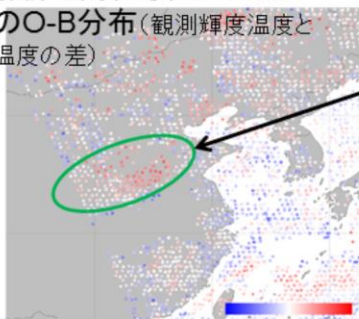
降水予測の精度改善(事例)

7月2日06UTCの600hPa相対湿度のインクリメント

前スライドの相対湿度の差異をもたらしたメソ解析の差異を遡ったもの。



06UTC解析で同化されたATMSのch20のO-B分布(観測輝度温度と計算輝度温度の差)



TESTの方が水蒸気を減らす方向の変化がわずかながら大きい。

モデルの水蒸気が観測に比べて多いという観測シグナル

メソでATMSの水蒸気チャンネルが同化されることで、上流で大気中層付近の水蒸気場が改善され、その効果が局地にも波及してきた結果として、今回の事例で降水予測が改善したと考えられる。

上流の水蒸気の解析精度が降水予測にとって重要



気象庁 Japan Meteorological Agency

令和4年度数値予報解説資料集

322

図は、局地数値予報システムの初期値、境界値で参照したメソ数値予報システムにおけるメソ解析でのインクリメントを示しており、前頁で示した600hPa相対湿度の差異の起源を遡ったものである。図中の緑色の丸で示した領域においてはTESTの方が水蒸気を減らす方向の変化がわずかに大きく、この差異が局地数値予報システムで参照するメソモデルの結果に影響していた。メソ解析のTESTでは、当該領域においてATMSの水蒸気チャンネルの輝度温度が同化されることで、第一推定値の水蒸気が観測に比べて多い状況が修正されている。大気中層付近の水蒸気場が改善された効果が局地数値予報システムにも波及し、今回の事例で降水予測が改善したと考えられる。

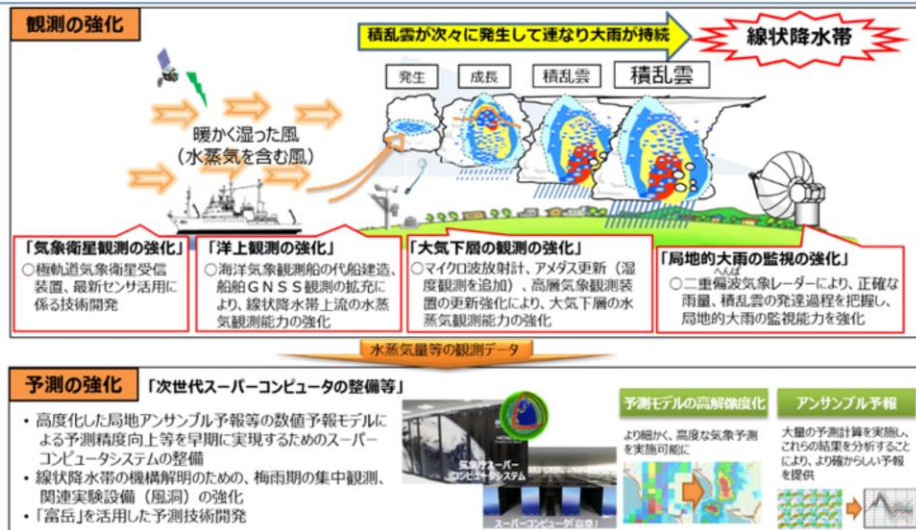
これらの結果を受け、2022年8月9日より、局地数値予報システムにおいてマイクロ波サウンダATMS観測データ(水蒸気観測チャンネル)の利用開始およびRTTOV-13への更新を導入した。

線状降水帯の予測精度向上に向けた水蒸気観測データの利用開発について

観測データ利用法の改良

線状降水帯の予測精度向上に向けた取組 (観測・予測の強化)

線状降水帯は、湿った空気の流入が持続することで次々と積乱雲が発生し、線状の降水域が数時間にわたってほぼ同じ場所に停滞することで大雨をもたらすもの。線状降水帯は、現状の観測・予測技術では、正確な予測が困難なため、水蒸気観測等の強化、気象庁スーパーコンピュータの強化や「富岳」を活用した予測技術の開発等を早急に進め、速やかに防災気象情報の高度化に反映し、住民の早期避難に資する情報を提供する。



(気象庁HPより)

https://www.jma.go.jp/jma/kishou/now/jma_suigai/jma_suigai.html

本節後半では、線状降水帯の予測精度向上に向けた水蒸気観測データの利用開発について報告する。気象庁では、線状降水帯の予測精度向上等に向けた取組の強化・加速化として、「観測の強化」、「予測の強化」、「情報の改善」に関する取り組みを進めている。このうち「観測の強化」としては、「アメダスへの湿度計導入」、「気象レーダーの更新強化」、「洋上の水蒸気等の観測の強化」、「マイクロ波放射計の整備等」、「高層気象観測の強化」、「気象衛星観測の強化」に取り組んでいる。

線状降水帯の予測精度向上の加速化に向けた観測の強化

【観測の強化】線状降水帯の予測精度向上の加速化に向けた観測の強化

本項で扱う項目

「アメダスへの湿度計導入」

- 令和3年度までに157地点に整備
- 令和4年度は西日本及び南西諸島並びに太平洋南側沿岸地域（208箇所分）に整備 機器製作中

「気象レーダーの更新強化」

- 種子島及び室戸岬の二重偏波レーダーについて、それぞれ4月に運用開始及び6月から運用開始予定
- 新潟・沖縄・松江・名瀬を二重偏波レーダーに更新（令和4～5年度） 機器製作中

「洋上の水蒸気等の観測の強化」

- 機動的な気象観測を担う海洋気象観測船「凌風丸」の整備（令和5年度末） 建造中
- 東シナ海～西日本太平洋側を運航する大型の民間船舶10隻にGNSS水蒸気観測装置を5月末から順次設置 設置調整中

「マイクロ波放射計の整備等」

- 西日本及び太平洋南側沿岸域の17箇所から順次設置し、水蒸気観測を実施 設置調整中

「高層気象観測の強化」

- つくば・福岡・鹿児島の高層気象観測を自動化し、適時に高頻度の臨時観測が可能に（令和4年度） 機器製作中

「気象衛星観測の強化」

- 極軌道気象衛星受信装置の更新・最新センサ活用に係る技術開発 実施中
（極軌道気象衛星等を通じて得られる新たなデータを数値予報へ取込むための整備・開発）

気象庁 5

（令和4年5月31日 線状降水帯予測精度向上ワーキンググループ（第4回）資料1より）
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/shingikai/kondankai/serjokousuitai_WG/part4/gaiyou.html

気象庁では、これらの線状降水帯の予測精度向上に向けて整備された水蒸気観測データを数値予報で早期に利用するための開発を進めている。ここでは、洋上の水蒸気等の観測（民間船舶GNSSデータ）、アメダス湿度計データおよびマイクロ波放射計データの利用に関する開発の進捗状況について報告する。

民間船舶GNSS可降水量データの利用

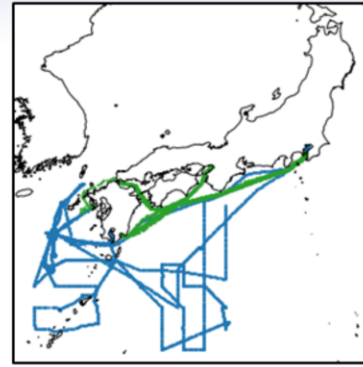
船舶GNSS可降水量

- 船舶に受信機を設置し、上空の水蒸気量(可降水量)を算出
- 2021年8月からメソ解析で利用中
 - 気象庁観測船(凌風丸、啓風丸)
 - 海上保安庁測量船
- 2022年度より、民間船舶(旅客船、貨物船)10隻の協力を得て観測体制を拡充
- 観測データの通報が開始され次第、品質確認後に順次メソ解析で利用開始
 - 2022年9月末時点で、民間船舶については4隻からの観測データの利用を開始
- 民間船舶GNSS可降水量データの品質は地上GNSSや気象庁観測船によるデータの品質と同等
- 2022年度末の局地解析での船舶GNSS可降水量の利用開始に向けて開発中

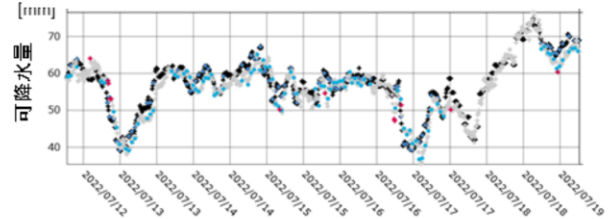
船舶GNSSデータ分布例

(2022/06/01-07/19)

青: 気象庁観測船 緑: 民間船舶



ある民間船舶のGNSS可降水量の観測値と第一推定値の時系列図



気象庁では線状降水帯の予測精度向上のための取り組みの一環として数値予報での船舶GNSS観測データ利用を進めており、2021年8月にメソ解析において気象庁観測船および海上保安庁測量船による船舶GNSS可降水量の利用を開始した(数値予報開発センター 2022)。2022年度からは民間船舶(旅客船、貨物船)10隻の協力を得て観測体制が拡充され、民間船舶からGNSS可降水量データの通報が開始され次第、データの品質確認後に順次メソ解析での利用を開始している。2022年9月末時点で4隻の民間船舶からの観測データについて利用を開始した。上図は2022年6月1日から7月19日の期間を対象とした船舶GNSSのデータ分布を示している(青: 気象庁観測船、緑: 民間船舶)。この期間の民間船舶からのGNSS可降水量データは九州、四国太平洋側海域の定期航路を中心とした領域に分布しており、気象庁観測船による観測とは異なる領域のデータが利用可能となっていることがわかる。下図はある民間船舶によるGNSS可降水量の観測値と第一推定値の時系列図で、両者の値は概ね同様の变化傾向を示している。このほか、民間船舶GNSS可降水量データの品質は地上GNSSや気象庁観測線によるデータの品質と同等であることを確認している(図略)。今後の計画として、2022年度末の局地解析での船舶GNSS可降水量の利用開始を予定しており、引き続き開発を進めている。

アメダス湿度計データの利用開発

追加されたアメダス湿度観測

令和2年度 令和3年度

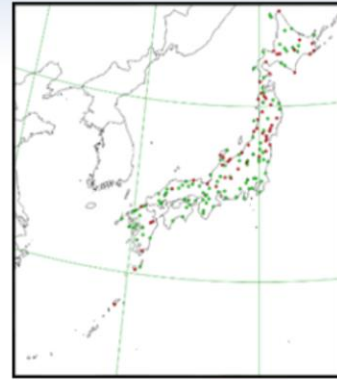
アメダス湿度計データ

- 地上水蒸気量分布の解析精度向上による大雨予測精度向上を目的に、2022年度末のメソ解析、局地解析での利用開始に向けて開発中

●現在同化利用中の要素と利用開発中の要素

		メソ解析	局地解析
気圧	SYNOP	○	○
	アメダス	-	-
気温	SYNOP	X	X
	アメダス	X	○
湿度	SYNOP	X→○	○
	アメダス	--→○	--→○
風	SYNOP	X	X
	アメダス	X	○

○:同化している
X:同化していない
-:観測していない



同化しているのは比湿
観測しているのは相対湿度

アメダスでは気圧を測定していないため、第一推定値を内外挿して推定した地上気圧を使用して比湿を求めている

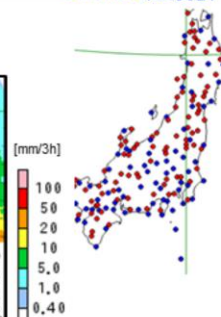
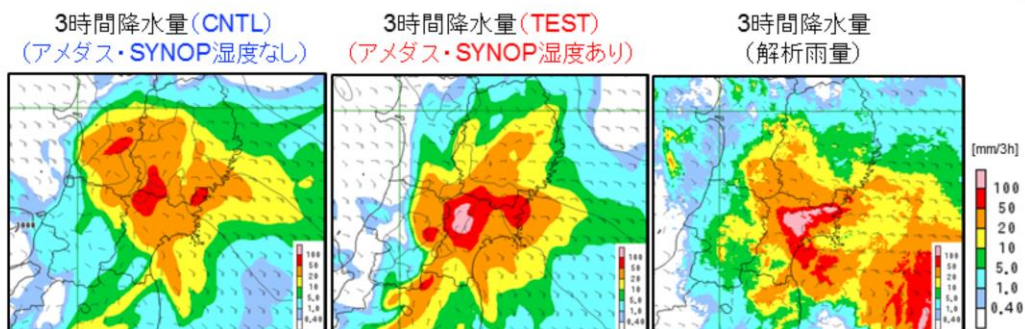
気象庁では線状降水帯の予測精度向上のための取り組みの一環として、地上水蒸気量分布の解析精度向上による大雨の予測精度向上を目的に、メソ解析、局地解析でのアメダス湿度計データの2022年度末の利用開始に向けた開発を進めている。これまで地上気象観測については、SYNOPの気圧データをメソ、局地解析で同化利用しているほか、相対湿度を局地解析で同化利用している。また、局地解析ではアメダスの気温、風データを同化利用している。令和2年度以降、アメダスへの湿度計追加が進められており、メソ、局地解析ではアメダスで観測された相対湿度を新たに同化利用する計画である。併せて、メソ解析ではSYNOPの相対湿度の同化利用も開始する。なお、具体的な同化処理においては相対湿度は比湿に換算して同化するが、アメダスでは換算に必要な気圧を観測していないため、第一推定値の地上気圧から観測地点における地上気圧を内外挿により推定した値を使用して比湿を求め、これを同化利用する。

アメダス湿度計データの利用開発 メソ解析でのアメダス湿度データの利用例

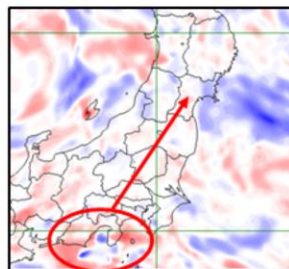
2022年7月16日 宮城県の大雨事例

初期時刻: 2022年7月15日06UTC (FT=12) 予測対象時刻: 7月16日03JST

観測点の分布
アメダス湿度計
SYNOP湿度計



- ・この事例では、「アメダス・SYNOP湿度あり」の方が「アメダス・SYNOP湿度なし」に比べて宮城県付近の降水を強め、3時間積算降水量の予測が実況に近づいた。
- ・アメダス・SYNOP湿度の追加により、初期値において静岡付近の可降水量が増加。このことが予測における宮城県付近での降水量増加につながったと考えられる。
- ・2022年度末のメソ解析、局地解析での利用開始に向けて開発中（整備済みのアメダス湿度データの追加利用、品質管理手法の高度化など）



7/15 06UTC初期値
可降水量の解析値の差
(TEST-CNTL)
[mm]
7.4
0
-7.4

ここでは、開発中のシステムによるメソ数値予報システムの改善事例を示す。図は、2022年7月15日06UTCを初期値とした12時間予測の事例で、宮城県付近に見られる強雨域についてCNTL(アメダス・SYNOP湿度なし)と比較してTEST(アメダス・SYNOP湿度あり)の降水量予測が解析雨量に近づいている。初期値のTESTとCNTLの可降水量の差分を確認すると、TESTにおいて静岡県付近の可降水量が増加していた。その領域は予測が進むに従って宮城県付近に移動しており、この可降水量の変化が宮城県付近での降水量予測改善につながったと考えられる。

今後の計画として、整備済みのアメダス湿度計データの追加利用に順次対応し、品質管理手法のさらなる高度化を図るなどして、2022年度末にメソ解析、局地解析での利用を開始する予定である。

地上設置型マイクロ波放射計の 可降水量データの利用開発

【観測の強化】マイクロ波放射計の整備、利活用について

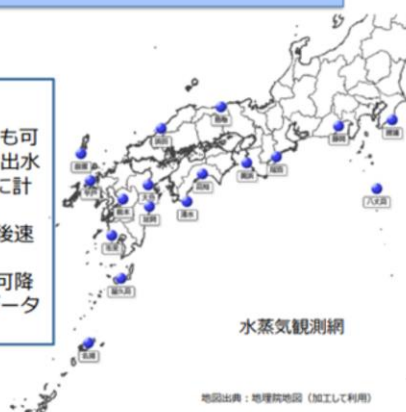
- 線状降水帯を引き起こす幅数百キロメートル規模の水蒸気の流入を捉えるため、水蒸気の高度分布を測定可能なマイクロ波放射計を西日本中心の17箇所に設置。
- 上空の風を測定しているウィンドプロファイラ観測点と併設し、水蒸気の流入を正確に捉える。
- 線状降水帯メカニズム解明に利用するとともに、可能な限り早く実況監視にも最大限活用。



マイクロ波放射計

<運用開始に向けて>

- ・ 6月末～7月初めに名瀬で運用を開始し、その他も可能な限り早めの製作・設置を進めることにより出水中に更に5台の運用開始を目指す。（年度内に計17か所設置）
- ・ 予報現業での実況監視の利用については、設置後速やかに開始する。
- ・ 数値予報での利用については、試験環境の下で可降水量のデータ同化をリアルタイムで実施し、データの品質を確認した後予報現業で参照する。



気象庁では線状降水帯の予測精度向上のための取り組みの一環として、線状降水帯を引き起こす幅数百キロメートル規模の水蒸気の流入を捉えるため、水蒸気の高度分布を測定可能な地上設置型マイクロ波放射計の整備を進めている。

地上設置型マイクロ波放射計の 可降水量データの利用開発

地上設置型マイクロ波放射計の概要

- 大気からのマイクロ波の輝度温度を測定し、気温や水蒸気の鉛直プロファイルを得るための機器(受動型)。
- 測定要素
 - 輝度温度14ch
 - 水蒸気に感度: 22.24, 23.04, 23.84, 25.44, 26.24, 27.84, 31.40 GHz
 - 気温に感度: 51.26, 52.28, 53.86, 54.94, 56.66, 57.30, 58.00 GHz
 - 輝度温度からのリトリーブ物理量
 - 気温・水蒸気の鉛直プロファイル、可降水量、LWP(鉛直積算液水量)等
 - 地上気象要素(気温、気圧、相対湿度、感雨等)
 - 赤外放射(9.6-11.5 μm)等々
- 測定間隔: 最短1秒周期
 - 気象技術開発室で10分毎に平均されたものを利用
- 特徴
 - 時間・空間(鉛直方向)的に高分解能。ただし、降水時は品質が悪化する。
- 数値予報での利用方法
 - メソ解析での可降水量データの同化利用に向け開発中
 - 「名瀬」に設置されたマイクロ波放射計のリアルタイムデータ取得を2022年7月2日から開始
 - 2022年7月15日から、マイクロ波放射計可降水量データを試験的にリアルタイムで同化し、モニターを開始



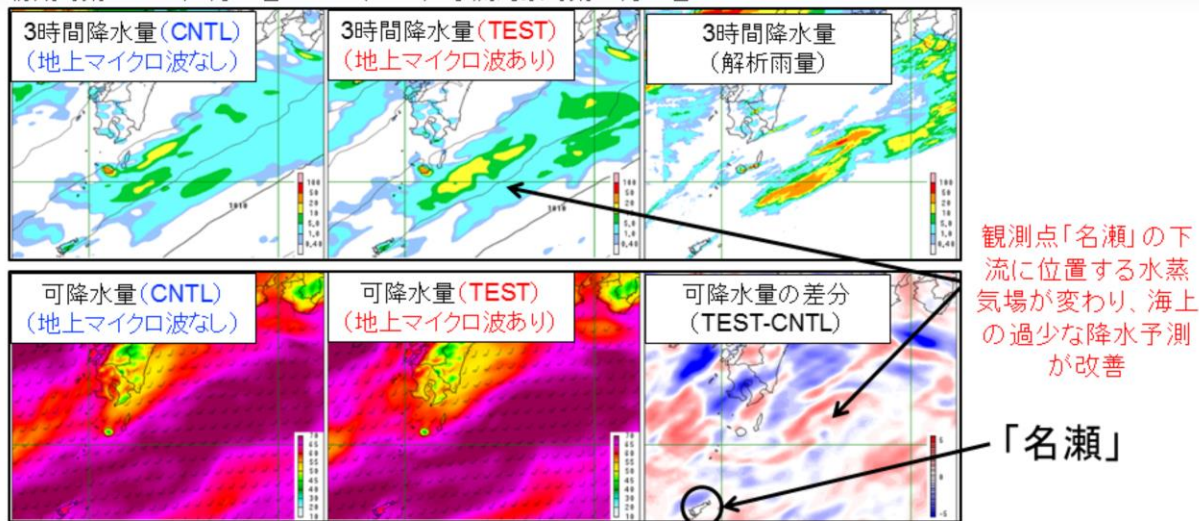
マイクロ波放射計

地上設置型マイクロ波放射計は、大気からのマイクロ波の輝度温度を測定し、気温や水蒸気の鉛直プロファイルを得るための受動型機器である。観測した輝度温度を基に、気温、水蒸気の鉛直プロファイル、可降水量などの物理量を推定値(リトリーブ値)として求めることが可能である。時間、空間的に高分解能であることが特徴であるが、測定原理上、降水時には観測データの品質が悪化することに注意が必要となる。数値予報システムにおいては、なるべく早期のデータ利用を目指し、まずメソ解析において、地上GNSS等での同化利用実績がある可降水量データの利用に向けて開発を進めている。なお、数値予報課で現在利用している地上設置型マイクロ波放射計のデータは、気象庁大気海洋部業務課気象技術開発室で処理されたデータ(10分平均した可降水量、QC情報等)を利用している。2022年7月15日から試験的にリアルタイムで同化し、予測への影響を確認しつつ同化利用に向けた開発を進めている。

地上設置型マイクロ波放射計の 可降水量データの利用開発

メソ解析での地上設置型マイクロ波放射計可降水量データの利用例

初期時刻: 2022年7月18日03UTC(FT=6) 予測対象時刻: 7月18日18JST



- 2022年度中に計17地点に観測機器が設置される予定。その後、観測網としての豪雨予測へのインパクトを評価し、メソ解析、局地解析での可降水量データ同化利用に向けた開発を進める予定。

ここでは、開発中のシステムによるメソ数値予報システムの改善事例を示す。図は、2022年7月18日03UTCを初期値とした6時間予測の事例で、名瀬の風下に位置する降水域についてCNTL(地上マイクロ波なし)と比較してTEST(地上マイクロ波あり)の降水量予測が解析雨量に近づいている。予測対象時刻のTESTとCNTLの可降水量の差分を確認すると、TESTの当該領域において可降水量が増加していた。地上マイクロ波放射計の可降水量データ同化による可降水量の変化が当該領域付近での降水量予測改善につながったと考えられる。

今後の計画として、2022年度中には計17地点に観測機器が設置される予定で、その後、観測網としての豪雨予測へのインパクトを評価し、メソ解析、局地解析での可降水量データ同化利用に向けた開発を進める予定である。

参考文献

- 数値予報開発センター, 2022: 放射伝達モデルRTTOVの更新. 令和3年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 110.
- 数値予報開発センター, 2022: メソ解析における船舶GNSS可降水量の利用. 令和3年度数値予報開発センター年報, 気象庁数値予報開発センター, 61-65.
- 平原洋一, 2017: 全球解析におけるSuomi-NPP/ATMS輝度温度データの利用開始. 平成29年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 70-72.
- 村田英彦, 亀川訓男, 2020: NOAA-20搭載ATMSおよびCrIS輝度温度データの利用開始. 令和元年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 58-60.
- 山下浩史, 今井崇人, 2007: 大気追跡風(AMV). 数値予報課報告・別冊53号, 気象庁予報部, 36-56.
- 山下浩史, 2011: 全球解析におけるMODIS極域大気追跡風の利用法の改良. 平成23年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 13-19.
- 山下浩史, 2015: 大気追跡風. 数値予報課報告・別冊61号, 気象庁予報部, 70-77.
- EUMETSAT, 2016: AVHRR L2 Wind product ATBD, 1-24.
- Masaki, T., T. Iguchi, K. Kanemaru, K. Furukawa, N. Yoshida, T. Kubota, and R. Oki, 2022: Calibration of the dual-frequency precipitation radar onboard the Global Precipitation Measurement Core Observatory. IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 60, 1-16
- Saunders, R., J. Hocking, P. Rayer, M. Matricardi, A. Geer, N. Bormann, P. Brunel, F. Karbou, and F. Aires, 2012: RTTOV-10 science and validation report. Tech. rep., EUMETSAT NWP SAF, 31 pp.
- Saunders, R, J Hocking, E Turner, S Havemann, A Geer, C Lupu, J Vidot, P Chambon, C KöpkenWatts, L Scheck, and others, 2020: RTTOV-13 science and validation report. Tech. rep., EUMETSAT NWP SAF, 106 pp.