

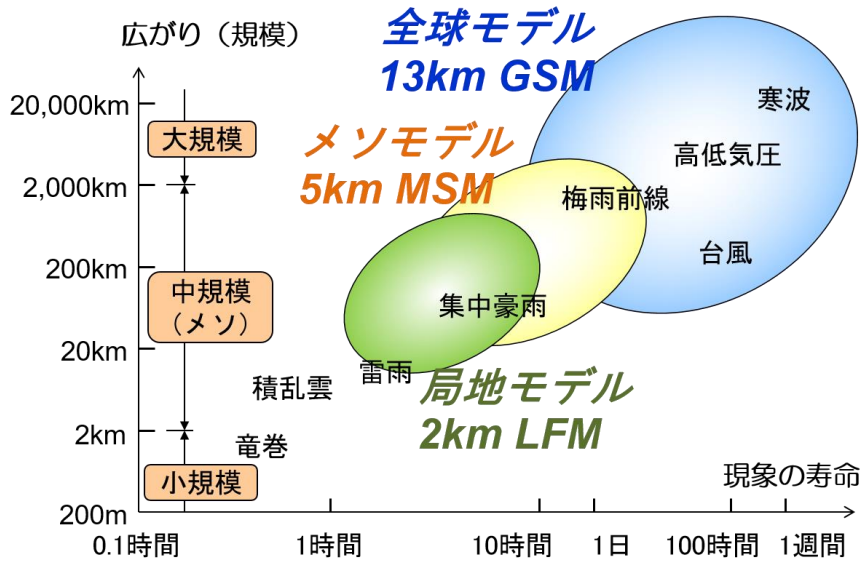


第1章 基礎編

1.7 気象庁の現業数値予報システム

主要な数値予報モデルとその適用範囲

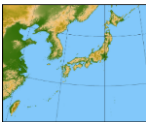

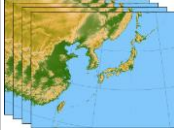


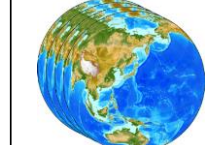
現象の広がり(規模)が大きければ(小さければ)、現象の寿命は長い(短い)ため、現象の空間スケールに応じて、予測可能な時間スケールもおおよそ決まる。予測対象の現象に合わせて数値モデルの時空間分解能を変えて運用する。



スライドには気象庁の主要な数値予報モデルが対象とする現象の空間・時間スケールと、様々な気象現象の空間・時間スケールを示している。気象現象は煙草の煙のゆらぎに見られるようなマイクロな乱流から、ブロッキング高気圧と言われるマクロな現象まで非常に広範な空間スケールにわたる。天気予報に関する気象擾乱は水平規模数10kmで2～3時間持続する雷雨、中規模(メソ)現象といわれる積乱雲の集団による集中豪雨、台風、中緯度の高・低気圧、ブロッキング高気圧などである。

数値予報モデルで予測できる現象の空間スケールは、モデルの格子間隔の大きさに依存しており、現象の空間スケールに応じて、予測可能な時間スケールもおおよそ決まる。そのため、気象庁では計算機資源を有効に活用するために、予報したい現象の時空間スケールに応じて複数の数値予報モデルを運用している。

気象に関する数値予報モデル

| | 局地モデル (LFM) | メソモデル (MSM) | メソEPS (MEPS) | 全球モデル (GSM) | 全球EPS (GEP5) | 季節EPS (JMA/MRI-CPS3) |
|---------------|---|---|---|---|--|---|
| モデル領域* |  |  |  |  |  |  |
| 水平格子間隔 | 2 km | 5 km | 5 km | 約 13 km | 約27 km (18日まで) 約40 km (それ以降) | 大気約 55 km 海洋約 25km |
| 予報期間 (初期時刻) | 18時間 (00,03,06,09,12,15,18,21UTC) 10時間(上記時刻を除く正時) | 78時間(00,12UTC) 39時間(03,06,09,15,18,21UTC) | 39時間 (00,06,12,18UTC) | 264時間(00,12UTC) 132時間(06,18UTC) | 5.5日(06,18UTC)*4 11日(00UTC) 18日(12UTC) 34日(週2回) | 7か月 (00UTC) |
| メンバー数 | 1 | 1 | 21 | 1 | 51(18日まで) 25(それ以降) | 5 |
| モデルを用いて発表する予報 | 航空気象情報 防災気象情報 降水短時間予報 | 防災気象情報 降水短時間予報 航空気象情報 分布予報 時系列予報 府県天気予報 | 防災気象情報 航空気象情報 分布予報 時系列予報 府県天気予報 | 台風予報 分布予報 時系列予報 府県天気予報 週間天気予報 航空気象情報 | 台風予報 週間天気予報 早期天候情報 2週間気温予報 1か月予報 | 3か月予報 暖候期予報 寒候期予報 エルニーニョ監視速報 |
| 初期値解析手法 | ハイブリッド 3次元変分法 | 4次元変分法 | メソモデル初期値 + SV*1の摂動 (初期値+側面) | ハイブリッド 4次元変分法 | 全球モデル初期値 + SV*1の摂動 + LETKF*2の摂動 | 大気: 全球モデル初期値 +BGM法*3の摂動 海洋: 4次元変分法 +海洋解析誤差摂動 |

*1 SV :特異ベクトル / *2 LETKF :局所アンサンブル変換カルマンフィルタ / *3 BGM 法:成長モード育成法
*4 06,18UTCの気象業務支援センター経由でのデータ提供は、台風の条件を満たす場合のみ。

※図の地形データにはNational Centers for Environmental Information作成のETOPO1を使用



気象庁が現在運用している主要な数値予報モデルの大まかな仕様を示す。

全球モデルは地球全体を予報領域とした、水平格子間隔約13 km、鉛直層数128層の数値予報モデルである。台風予報、短期予報、週間天気予報を支援している。全球モデルの予測値はメソモデルの側面境界値にも利用される。

メソモデルは防災気象情報、航空気象情報の作成支援を主な目的とする、水平格子間隔5 km、鉛直層数96層の数値予報モデルである。

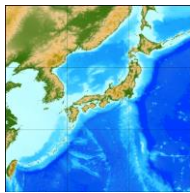
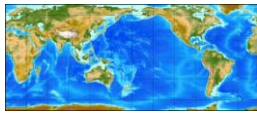
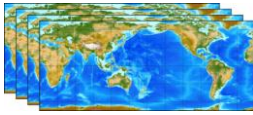
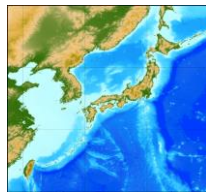
局地モデルは航空気象情報、防災気象情報の作成支援を目的とする、水平格子間隔2 km、鉛直層数76層の数値予報モデルである。メソモデルや局地モデルは、水平分解能が細かいことにより、集中豪雨や突風など局地的な激しい現象を主な予測対象としている。

また、全球モデル・メソモデルの予測不確実性に関する資料を提供し、確率情報・信頼度情報の作成作業を支援するために、全球アンサンブル予報システム・メソアンサンブル予報システムを運用している。

季節アンサンブル予報システムは、3か月予報やエルニーニョ現象、暖・寒候期予報など、長期予報を支援するための大気海洋結合モデルである。

各モデルの技術開発は共通するところが多く、協力しながら精度向上を目指す取り組みを行なっている。

海洋に関する数値予報モデル-1

| | 沿岸波浪モデル | 全球波浪モデル | 波浪アンサンブル予報システム | 日本域高潮モデル |
|----------------|---|---|--|---|
| モデル領域※ |  |  |  |  |
| 水平格子間隔 | 約 5 km | 約 27 km | 約 55 km | 約 1~16 km |
| 予報期間 (初期時刻) | 5.5日 (00,06,12,18UTC) | 5.5日 (06,18UTC) 11日 (00,12UTC) | 11日 (00,12UTC) | 78時間 (00,12UTC) 39時間 (03,06,09,15,18,21UTC) |
| メンバー数 | 1 | 1 | 51 | 台風時: 6 非台風時: 1 |
| モデルを用いて発表する予報 | 波浪警報・注意報、波浪予報、沿岸波浪実況・予想図 | 海上予報、海上分布予報における波浪予測、外洋波浪実況・予想図 | 波浪に関する早期注意情報(警報級の可能性) | 高潮警報・注意報、高潮に関する早期注意情報(警報級の可能性) |

※図の地形データにはNational Centers for Environmental Information作成のETOPO1を使用

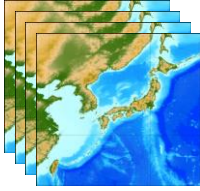
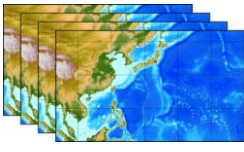

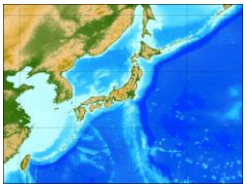
気象庁が現在運用している主要な海洋に関する数値予報モデルの大まかな仕様を示す。

「波浪モデル」は、全球モデルの海上の風の予測値を用いて、海上における波の発達・減衰やうねりの伝播などを予測する。全球波浪モデルは外洋波浪図や外洋域を航行する船舶向けの波浪情報に利用される。沿岸波浪モデルは波浪警報・注意報や日本周辺の波浪予報に利用されている。

波浪アンサンブル予報システムは、全球波浪モデルを使用して、2日先から5日先までの早期注意情報(警報級の可能性)を提供するために利用されている。波浪アンサンブルの予測結果は、WMOの荒天予測計画 (Severe Weather Forecasting Programme, SWFP) を支援するための気象庁 SWFP ウェブサイト上の波浪予測図 <<https://www.data.jma.go.jp/waveinf/wens/wave.html>> を提供する用途にも活用されている。

「高潮モデル」は、台風や発達した温帯低気圧の接近時などに、海面気圧の変化と海上の風の予測値から潮位の上昇量を予測する。日本域高潮モデルは、国内の高潮警報・注意報の発表に利用される。

海洋に関する数値予報モデル-2

| | 日本域台風時高潮確率予報システム*1 | アジア域高潮アンサンブル予報システム | 日本沿岸海況監視予測システム (MOVE-JPN) | |
|---------------|---|---|--|---|
| モデル領域※ |  |  |  |  |
| 水平格子間隔 | 約1~16 km | 約1.5~50 km | 約10 km | 約2 km |
| 予報期間 (初期時刻) | 132時間 (00,06,12,18UTC) 39時間 (03,09,15,21UTC) | 132時間 (00,06,12,18UTC) | 31日 (00UTC) | 11日 (00UTC) |
| メンバー数 | 21メンバー | 台風時: 52 非台風時: 1 | 1 | 1 |
| モデルを用いて発表する予報 | 高潮に関する早期注意情報(警報級の可能性) | 高潮情報*2 高潮に関する早期注意情報(警報級の可能性) | 海面水温・海流1か月予報、表層水温・海流の解析・予想図、海水情報 | |

*1 実行は台風時のみ
*2 アジアの気象局で利用

※図の地形データにはNational Centers for Environmental Information作成のETOPO1を使用






日本域台風時高潮確率予報システムは、台風進路に摂動を与えた日本域高潮モデルのアンサンブル予報であり、2日先から5日先までの早期注意情報(警報級の可能性)を提供するために利用されている。

アジア域高潮アンサンブル予報システムは、WMO高潮監視スキーム(Storm Surge Watch Scheme,SSWS)に基づき、台風委員会メンバー(国および地域)に高潮予測情報を提供するために利用される。

「日本沿岸海況監視予測システム(MOVE-JPN)」は、黒潮や親潮等の日本周辺の海流や海水温、海氷の状態を予測する。主に、海面水温・海流1か月予報の発表、海水情報や船舶向けの海氷予想図、水産業に利用され、他の数値予報モデルとともに、船舶の安全運航、海上の警備救難等でも利用される。水平格子間隔約2kmの予測システムにより、日本沿岸域の海流や海水温の変動を詳細に予測し、異常潮位等の沿岸の潮位変動の予測も可能となっている。

物質輸送モデル

| | 全球エアロゾルモデル | 全球化学輸送モデル | 二酸化炭素輸送モデル |
|----------------|---|---|--|
| モデル領域※ |  |  |  |
| 水平格子間隔 | 約 40 km | 約 110 km | 約 110 km |
| 予報期間 (初期時刻) | 4日 (12UTC) | 5日 (12UTC) | 解析のみ(年1回) |
| モデルを用いて発表する予報 | 黄砂情報 | 紫外線情報 | 二酸化炭素分布情報 |

※図の地形データにはNational Centers for Environmental Information作成のETOPO1を使用

気象庁では、大気中の物質の変化や移動などを数式で表した「物質輸送モデル」を用いて、地球環境や気候に影響する黄砂、紫外線、二酸化炭素などの監視と予測を行っている。気象庁が現在運用している物質輸送モデルの大まかな仕様を示す。

「全球エアロゾルモデル」は、大陸などでの黄砂の舞い上がり、風による移動、雨などによる地上への降下を考慮して、大気中の黄砂の量や分布を解析・予測し、黄砂情報の作成に利用される。

「全球化学輸送モデル」は、オゾンやその変化に関わる物質の風による移動、地上への降下、化学物質や光による反応を通じた変化などを考慮して、上空や地上付近のオゾン濃度を予測し、紫外線情報の作成に利用される。

「二酸化炭素輸送モデル」は、世界の大気中の二酸化炭素の分布状況を図示する二酸化炭素分布情報の作成に利用される。

参考文献

- 気象庁「海洋に関する数値予報モデルの種類」
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-4-2.html>
- 気象庁「気象に関する数値予報モデルの種類」
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-4.html>
- 気象庁「物質輸送モデルの種類」
<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/whitep/1-3-4-3.html>
- 気象庁 数値予報開発センター「数値予報開発センター年報」
https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/npdc/npdc_annual_report.html
- 本田有機, 坂本雅己, 藤田匡, 室井ちあし, 2018: 数値予報モデル. 平成30年度数値予報研修テキスト, 気象庁予報部, 90-105.
- National Centers for Environmental Information, ETOPO1 Global Relief Model
<https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>