

## トピックス

### 台風の進路予報は進歩している？

天気予報で報じられる気象庁の台風の進路予報について、皆さんも関心高くご覧になっていると思います。「予報はよくあたる」「あてにならない」など様々な印象があるのではないのでしょうか。

精度の高い台風の進路予報によって、市民や事業者は台風に対して効果的な備えができます。防災・減災の観点から重要な情報であるため、気象庁や気象学者を中心として予測精度向上に向けた研究が進められています。今回は、気象庁の台風予測手法や予測精度向上の取組みをご紹介します。

#### 1. 台風の予報円が小さくなった？

2023年6月に、気象庁から「台風進路予報円の大きさ及び暴風警戒域<sup>1</sup>を現在よりも絞り込んで発表」するとのニュースリリース<sup>2</sup>がありました(図1)。皆さんも天気予報でご覧になっている「予報円」とは、台風の大きさを示すものではなく、予報の誤差を考慮して、時間経過ごとに台風の中心が70%の確率で入ると予想される範囲を円で示したものです。

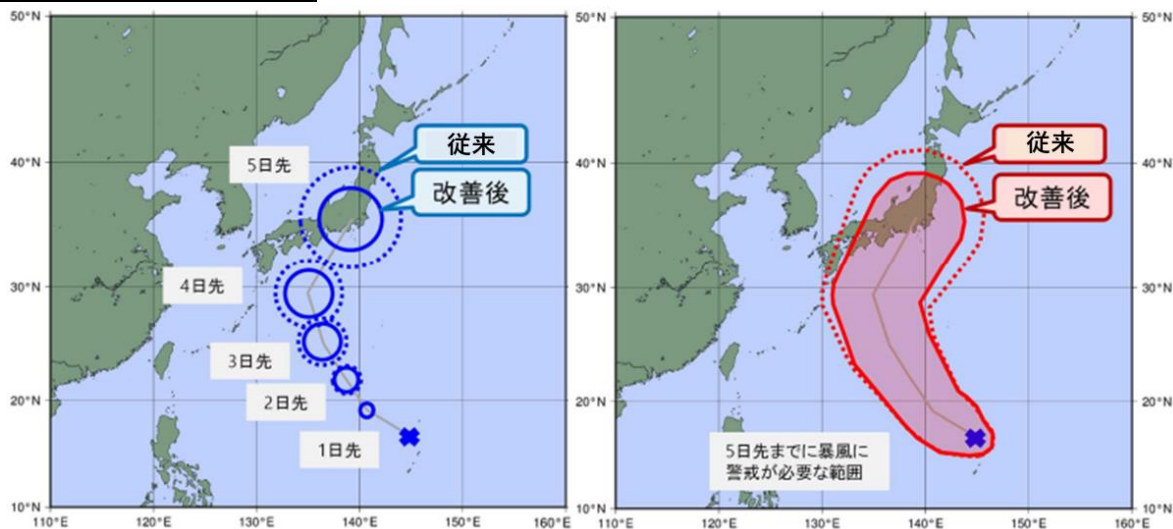


図1 予報円・暴風警戒域の改善イメージ(令和元年東日本台風の例)

(左)予報円、(右)暴風警戒域(出典:気象庁 報道発表 2023年6月26日 ※研究所にて一部文言を修正)

今回の変更は、予測精度の向上によるものであり、特に3日先以降の予報円が大きく改善し、5日先の予報円の半径は従来対比で最大40%小さくなるということです。

予報円が40%小さくなるスケール感を示すために、中心位置が関西地方にある仮定の予報円を例にあげます(図2)。従来であれば九州地方から関東地方まで予報円に含まれていましたが、改善後では中国・四国地方～東海・北陸地方に絞られることになり、より精度が高くなっていることが分かります。

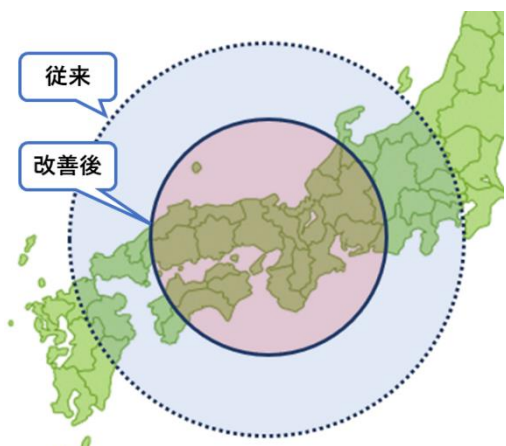


図2 半径が40%縮小した予報円

<sup>1</sup> 台風の中心が予報円内に進んだ場合に風速25m/s以上の暴風となるおそれのある範囲

<sup>2</sup> 気象庁:報道発表「台風進路予報円及び暴風警戒域をより絞り込んで発表します」(2023年6月26日)

## 2. 台風の進路はどうやって予測しているのか？

### (1) 仮想の地球を再現

気象庁では、ある時点の大気状態から未来の大気状態を予測する「数値予報モデル」というシミュレーションモデルを用いて台風の進路を予測しています(図3)。

具体的には、コンピュータの中に仮想の地球を作り、それを細かい格子に切り分け、各格子に観測データをもとにした気温、湿度、風速等の気象条件(物理量)を与えて、現在の大気状態(初期値)を再現します。そして、熱力学や流体力学などの物理法則に基づいて、次の時刻における各格子の大気状態を計算します。次の時点の状態の予測ができたなら、その予測結果をもとに、更に次の時刻の状態を計算します。これを何回も繰り返すことにより、1時間先、1日先、5日先と未来の大気状態を予測していきます。

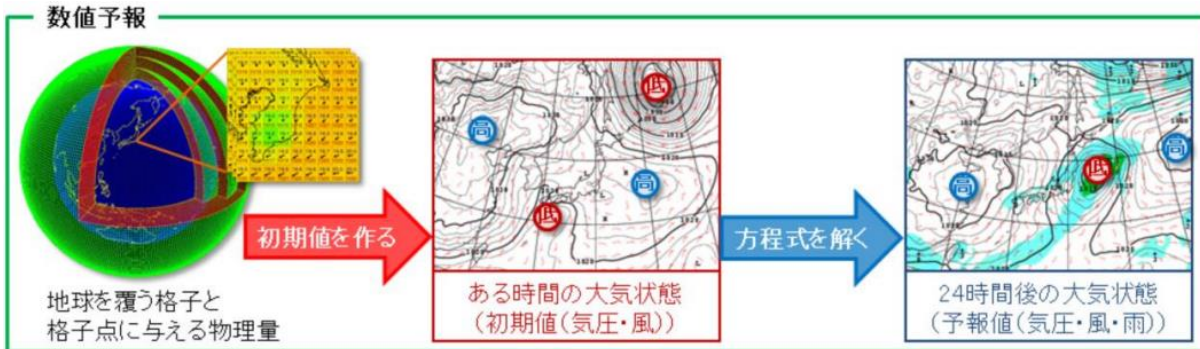


図3 「数値予報」の計算過程 (出典:気象庁 令和4年度数値予報解説資料集)

### (2) スーパーコンピュータによる膨大な計算が必要

気象庁の数値予報モデルの一つである「全球モデル」は、緯度・経度はそれぞれ13km毎、鉛直(垂直)方向に128個の格子に分割しており、格子の数は10億個以上となります。その全ての格子について、複数の変数を一定の時間単位毎に計算するため、全体の計算量は膨大になります。

このため、一般的なコンピュータでは処理ができず、スーパーコンピュータ(スパコン)を用いた計算が必要となります。また、格子の細分化など、シミュレーションを精緻化しようとする、それに伴って計算量が増大するため、台風の予測技術は常に最新のスパコンの性能に影響を受けます。

### (3) 完全な予測シミュレーションは困難

数値予報モデルは、地球を格子単位に切り分け、一定の時間単位毎に計算しているため、大気現象を完全に再現することは難しく、少なからず計算結果には誤差が生じます。また、数値予報モデルに与える初期値のベースとなる観測データにも誤差が含まれます。数時間先の予測への影響は限定的ですが、3日先、5日先と未来に向けて大気状態の計算が進むにつれて、計算結果の誤差は拡大してしまいます。

そこで、この事象を逆手にとって、敢えて僅かなズレを与えた複数の初期値を用意して計算し、複数の予測結果のバラつきや平均を統計学的手法を用いて評価することで、単独の予測結果よりも精緻な予測結果を導き出す「アンサンブル予報」と呼ばれる手法が用いられています(図4)。

この複数の予測結果のバラつきが大きい場合は、予報円が大きくなり、似たような結果となる場合は、予報円が小さくなります。

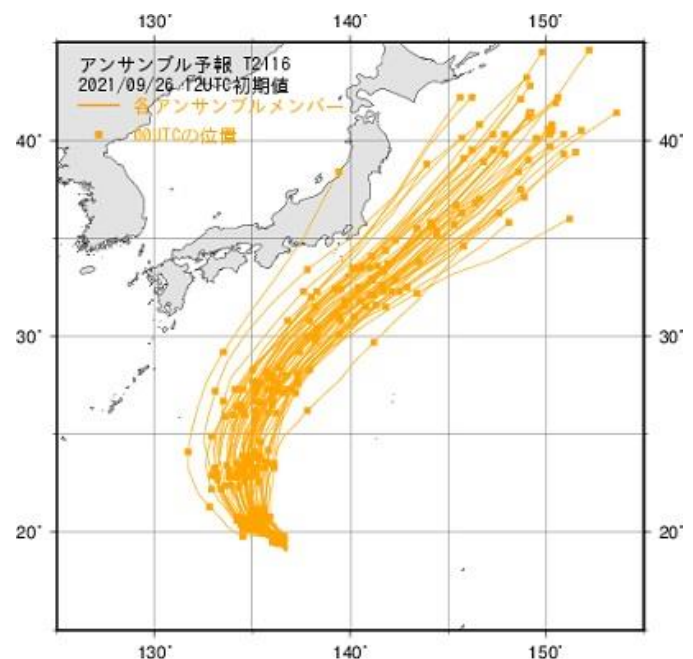


図4 アンサンブル予報の例 (出典:気象庁 HP)

### 3. 台風の進路予報の精度は向上しているのか？

気象庁では、数値予報モデルの改良を断続的に進めています。台風進路予報の年平均誤差<sup>3</sup>の推移をみると、縮小する傾向にあり、20年前と比較すると直近では予報誤差が半分程度になっていることが分かります(図5)。

これは、モデルの物理過程の改良や観測データの拡充、スパコンの性能向上等によるものです。直近では2023年3月に、「全球モデル」の緯度・経度の格子幅が20kmから13kmに細分化され、大幅に解像度が上がりました<sup>4</sup>。このような改良を通じて予測精度が向上し、冒頭で紹介した予報円の縮小にもつながっています。

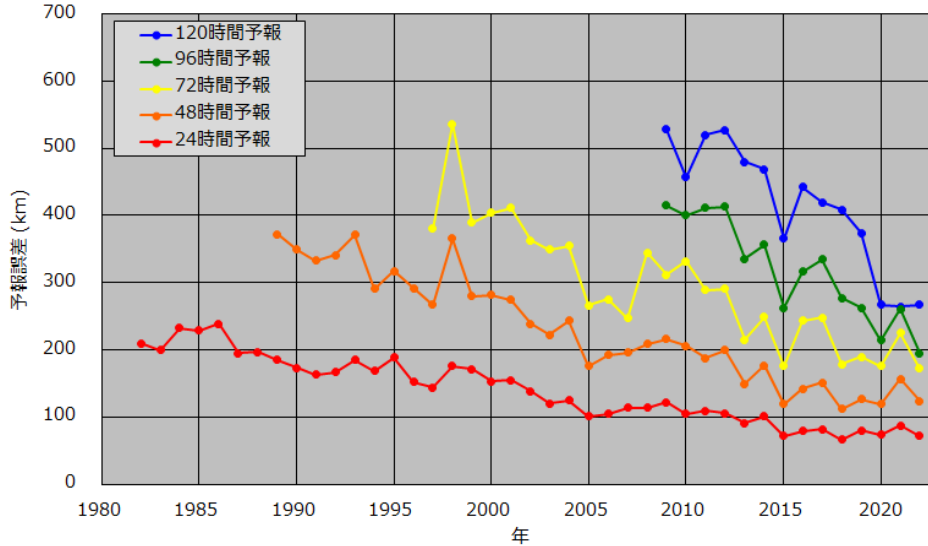


図5 台風進路予報(中心位置の予報)の年平均誤差 (出典:気象庁 HP)

### 4. 予報の更なる高度化に向けて

台風の予報には、「進路」の予測と「強さ」の予測が必要です。「進路」については、台風周辺の風によって決まる部分が多く、比較的モデルによって予測しやすいこともあり、予測精度に顕著な改善が見られています。一方で、中心気圧や最大風速といった台風の「強度」については、台風の中心部で起こる現象に依存しており、そのメカニズムが物理的に複雑であることや観測が難しいことから、進路に比べて予測精度の改善が進んでいない状況にあります。

当研究所の共同研究先である名古屋大学の坪木教授は、航空機から台風の中心気圧や風速等を直接観測することで、高精度なデータを取得し、強度予測の改善を目指す研究に従来から継続して取り組まれています<sup>5</sup>。

台風の予報の更なる高度化が実現すれば、私たちはより確実な情報をもとに台風の接近に備えた準備ができます。今後も予測精度の向上が期待されます。

<sup>3</sup> 台風が発生してから消滅するまでの台風の中心位置(予報円の中心)の24、48、72、96、120時間予報(3、9、15、21時発表)について、実際の中心位置との距離(誤差)を求め、1年分を平均して年平均誤差を算出したもの

<sup>4</sup> 気象庁:報道発表「降水予測の精度を改善します～数値予報モデルの改良～」(2023年3月7日)

<sup>5</sup> 東京海上研究所:SENSOR37号「台風観測の最前線～30年ぶりの航空機観測の実施～」(2017年11月24日)