

交通政策審議会気象分科会提言（平成27年7月29日）

「『新たなステージ』に対応した
防災気象情報と観測・予測技術のあり方」
フォローアップ

交通政策審議会 第24回気象分科会

平成30年1月10日

気象庁

目次

1. 提言の概要

2. 防災気象情報の改善の取組状況

3. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況

参考. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況の詳細

目次

1. 提言の概要

2. 防災気象情報の改善の取組状況

3. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況

参考. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況の詳細

「新たなステージ」に対応した防災気象情報と観測・予測技術のあり方(提言の概要)

背景

「新たなステージに対応した防災・減災のあり方」(平成27年1月 国土交通省)

雨の降り方が変化していること等を「新たなステージ」と捉え、危機感をもって防災・減災対策に取り組むことが必要。最悪の事態も想定しつつ、今後の検討の方向性についてとりまとめ。

命を守るため、避難を促す状況情報の提供、避難勧告等の的確な発令のための市町村長への支援が必要であるとともに、大規模水害等における広域避難や救助等への備えの充実が必要。

「新たなステージ」に対応した防災気象情報と観測・予測技術のあり方

(平成27年7月29日 交通政策審議会気象分科会提言)

防災気象情報

可能性が高くなるとも、社会に大きな影響を与える現象が発生するおそれを積極的に発表危険度やその切迫度を分かりやすく提供

早急に実現可能な改善策

翌朝までの「警報級の現象になる可能性」の提供
実況情報の迅速化

メッシュ情報の充実・利活用促進

時系列で危険度を色分けした分かりやすい表示

タイムライン支援のため数日先までの「警報級の現象になる可能性」の提供

市町村等への支援や住民への普及啓発活動の継続
分かりやすい防災気象情報となるよう不断の見直し

観測・予測技術

観測・予測技術は防災気象情報の基盤

概ね10年先を見据えた取組

- ・積乱雲：
ひまわり8号の利用技術、次世代気象レーダーの導入や利用技術
- ・集中豪雨：
水蒸気の観測、メソアンサンプル予測技術
- ・台風：
強度予報の延長、進路や雨・高潮等の予測の改善

研究～実用化まで担う気象庁の総合力の発揮

国内外の関係機関との更なる連携の促進

スーパーコンピュータシステム等の業務基盤の維持・機能向上

目次

1. 提言の概要

2. 防災気象情報の改善の取組状況

3. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況

参考. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況の詳細

防災気象情報の改善の取組状況

【基本的方向性】

社会に大きな影響を与える現象について、可能性が高くなるとも発生のおそれを積極的に伝えていく。
危険度やその切迫度を認識しやすくなるよう、分かりやすく情報を提供していく。

時系列で危険度を色分けした分かりやすい表示

H29年5月
提供開始

今後予測される雨量等や危険度の推移を時系列で提供
危険度を色分け

平成××年××月×日 ××時××分 ××地方気象台発表
××市

【発表】 暴風、波浪警報 大雨、雷、濃霧注意報
【継続】 高潮注意報

××市	今後の推移 (■警報級 □注意報級)																
	7日							8日									
発表中の警報・注意報等の種別	21-24	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24	0-3	3-6	6-9	9-12	12-15	15-18	18-21	21-24
大雨 (1時間最大雨量(ミリ) (浸水害))	10	10	30	30	50	50	50	30									
暴風 (風向 風速 矢印) (メートル)	陸上 15	15	20	20	25	25	15	15		海上 20	20	25	25	30	20	20	20
波浪 (波高(メートル))	5	5	8	8	8	9	8	7	7								
高潮 (潮位(メートル))	0.7	0.7	0.8	1.0	1.8	2.0	1.8	1.2	1.2								

【現在】

注意報・警報
(文章形式)



翌朝までの「警報級の現象になる可能性」の提供 数日先までの「警報級の現象になる可能性」の提供

H29年5月
提供開始

夜間の避難等の対応を支援する観点から、可能性が高なくても、「明朝までに警報級の現象になる可能性」を夕方までに発表

台風等対応のタイムライン支援の観点から、数日先までの警報級の現象になる可能性を提供

日付		明朝まで	明日	明後日	(金)	(土)	(日)
警報級の可能性	雨	中	-	-	中	高	-
	風	中	-	-	高	高	-

実況情報の提供の迅速化

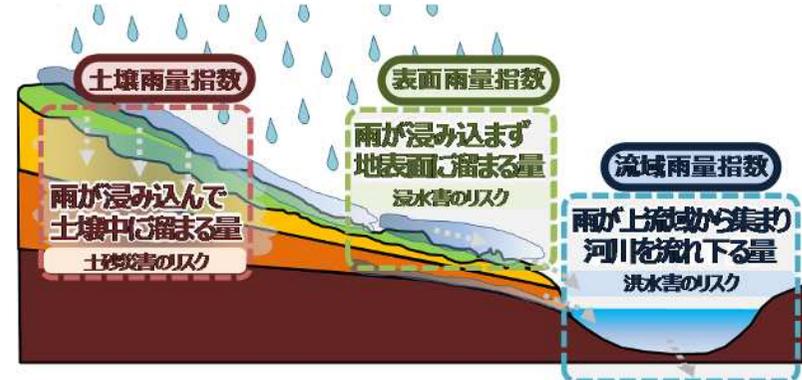
H28年9月
実施

迅速な安全確保行動を促進する観点から、記録的短時間大雨情報をこれまでより最大で30分早く発表

メッシュ情報の充実・利活用促進

災害発生の危険度の高まりを評価する技術の開発
(表面雨量指数の新規開発・流域雨量指数の精緻化)

【降雨により災害発生の危険度が高まるメカニズム】



大雨警報・洪水警報等を発表した市町村内においてどこで実際に危険度が高まっているかを確認できる危険度分布の提供

道路や河川、鉄道などの地理情報と重ね合わせて危険度分布(メッシュ情報)を提供



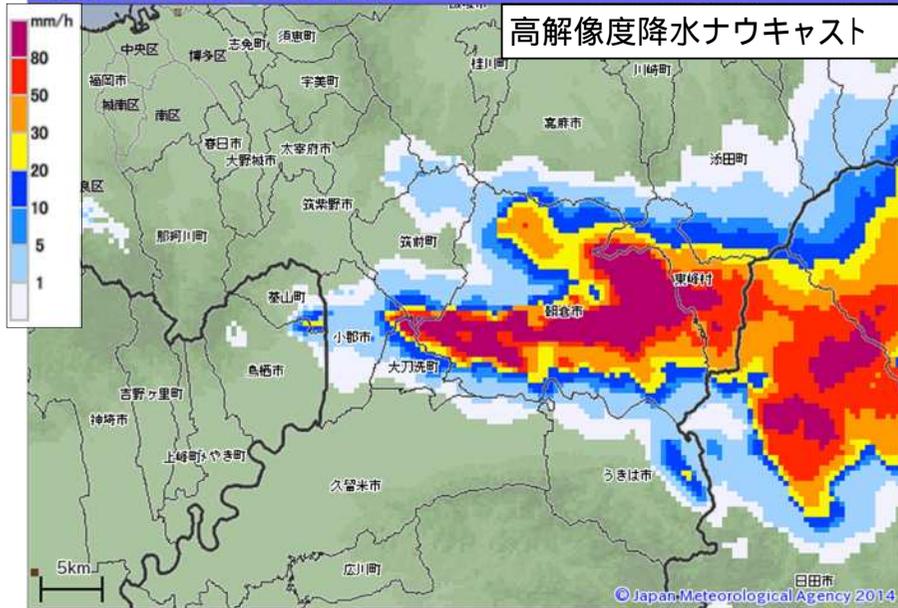
危険度分布の技術を活用した大雨特別警報の発表対象区域の改善

H29年7月
提供開始

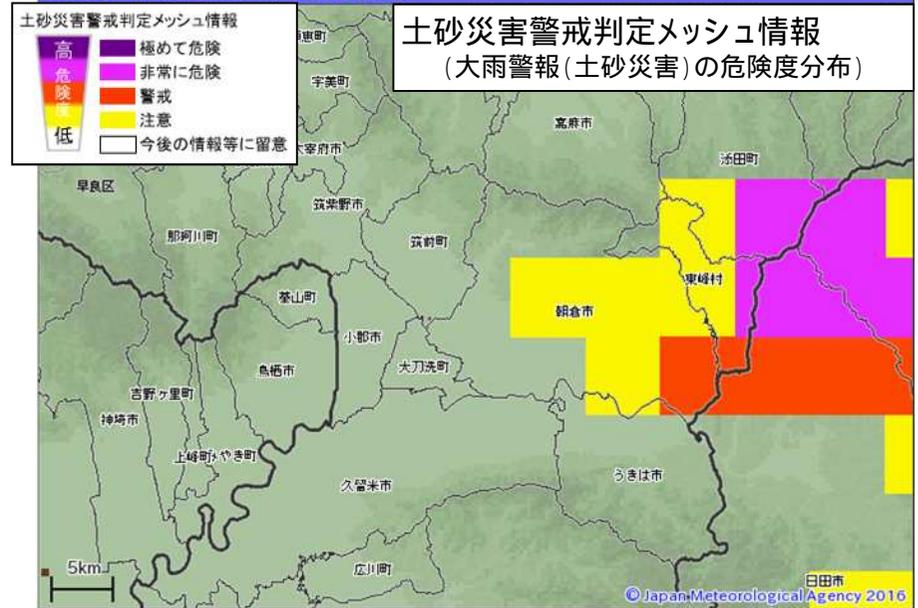
メッシュ情報に関する改善 (危険度分布)

～ 平成29年7月九州北部豪雨 (7月5日13時30分) の事例～

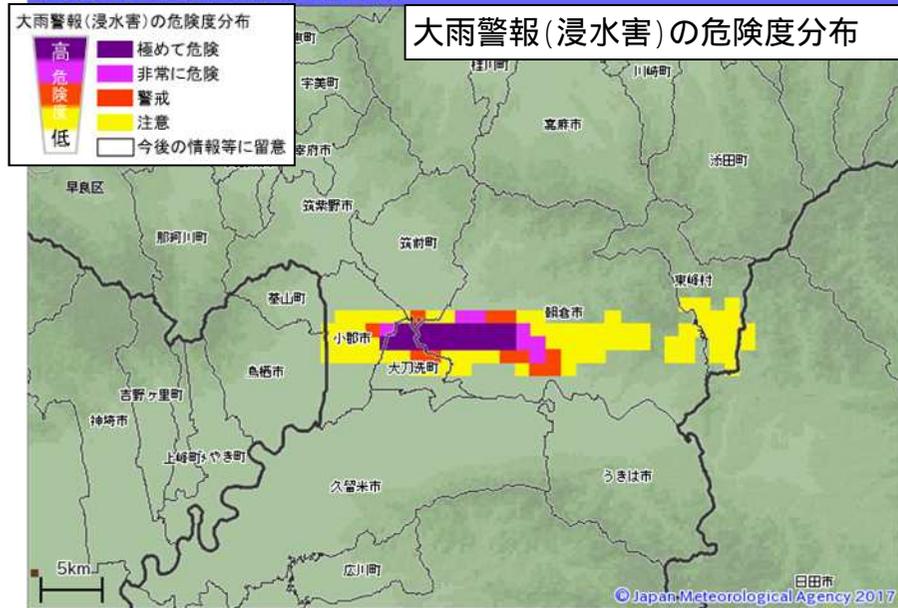
2017年07月05日13時30分



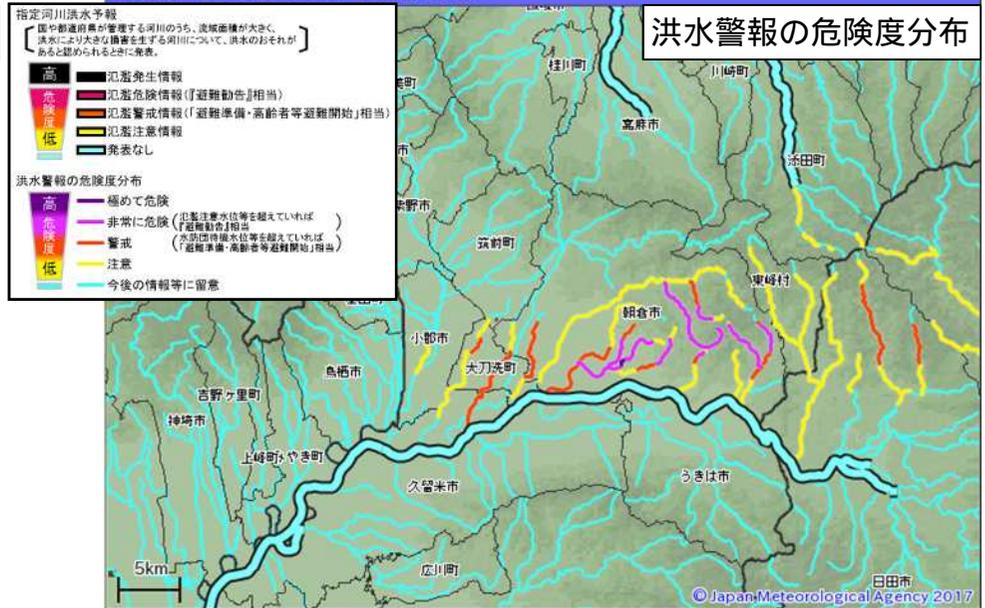
2017年07月05日13時30分



2017年07月05日13時30分



2017年07月05日13時30分



(参考) 「警報級の現象になる可能性」の検証

【翌日までの大雨の「警報級の現象になる可能性」の検証】

【高】、【中】が発表された場合に実際に大雨警報発表となった割合は、それぞれ78%、26%。

夜間～翌日早朝の大雨警報の事例について調査したところ、夕方17時の時点であらかじめ「警報級の可能性」の【中】以上が発表されていた割合は73%。

【2～5日先までの大雨の「警報級の現象になる可能性」の検証】

【高】、【中】が発表された場合に実際に大雨警報発表となった割合はそれぞれ86%、54%。

(平成29年6月～11月の全国分の事例を集計。)

翌日までの「警報級の現象になる可能性」の検証

翌日までの「警報級の可能性」の事例

	【高】	【中】
大雨警報 有	2422回	2757回
大雨警報 無	689回	7815回
実際に大雨警報発表となった割合	78%	26%

夜間～翌日早朝の大雨警報の事例

【中】以上発表なし	159回
【中】以上発表あり	421回
夕方17時の時点であらかじめ【中】以上が発表されていた割合	73%

(平成29年6月～11月の全国分の事例を集計。)

2～5日先までの「警報級の現象になる可能性」の検証

警報級の可能性【高】が発表された事例

	2日先	3日先	4日先	5日先	計
大雨警報 有	276回	166回	26回	0回	468回
大雨警報 無	43回	31回	4回	0回	78回
実際に大雨警報発表となった割合	87%	84%	87%	-	86%

警報級の可能性【中】が発表された事例

	2日先	3日先	4日先	5日先	計
大雨警報 有	447回	326回	280回	191回	1244回
大雨警報 無	470回	312回	159回	98回	1039回
実際に大雨警報発表となった割合	49%	51%	64%	66%	54%

(平成29年6月～11月の全国分の事例を集計。)

(参考) 大雨・洪水警報の危険度分布の利活用状況

「平成29年7月九州北部豪雨」の際、テレビ放送におけるリアルタイムの状況解説に、大雨・洪水警報の危険度分布が用いられた。

- NHK は大雨特別警報が福岡県内の 市町村に発表される 1 時間半以上前から、危険度分布で危険度最高レベルが表示されていることを伝えた。洪水の危険度分布は記者がリアルタイムで解説した。
- 洪水の危険度分布によって、洪水の報道は中小河川を網羅した、流域全体を対象とする面的スタイルへと変わった。危険度の高い小さな川の名前を具体的に伝え、本川と支川の相関など流域を俯瞰する解説が行われた。

画像 2 洪水危険度分布の記者解説



(注) NHK 総合・ニュース

福長秀彦 (2017), 2017年夏・防災気象情報の変革と豪雨災害～報道はどう変わったか～ 放送研究と調査, 第67巻第9号, 32-44

内閣府の「避難勧告等に関するガイドライン」では、水位上昇の見込みを判断するための情報として、流域雨量指数の予測値（洪水警報の危険度分布）が挙げられている。

一方で、内閣府の「九州北部豪雨災害を踏まえた避難に関する検討会」では、平成29年7月九州北部豪雨に際し、流域雨量指数の予測値（洪水警報の危険度分布）が提供開始直後ということもあり十分に活用できていない状況も見られた、との指摘があった。

中小河川（水位周知河川、その他河川）の洪水についての避難勧告等の発令基準に「流域雨量指数の予測値」（洪水警報の危険度分布）が活用されている市町村は一部に留まっている。

大雨・降水警報の危険度分布が防災対応に有効に活用されるよう、引き続き周知を図る。

目次

1. 提言の概要

2. 防災気象情報の改善の取組状況

3. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況

参考. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況の詳細

観測・予測技術の向上に向けた取組状況

【基本的方向性】

観測・予測技術は防災気象情報の基盤。中長期的な視点で取り組んでいくことが必要。

観測・予測技術の取組を中長期計画としてまとめ、達成度を適時、点検・見直し等を行うことが重要。

積乱雲

- 実況を伝える情報の充実、迅速化
- 局地的な大雨等の危険を知らせる情報

ひまわり8号・9号の観測データの利用技術

- ・8号(H27年7月)及び9号(H29年3月)運用開始。
- ・8号の観測データを利用し、H29年7月から雷ナウキャストの夏季日中の発雷の可能性を従前よりも早くお知らせ。
- ・8号・9号の観測データ利用技術に関する研究開発を順次進めている。例えば、高頻度観測を利用した大気追跡風の大幅増加により、事例検証では、数値予報の初期値の改善という成果が出た。



ひまわり8・9号

次世代気象レーダーの導入や利用技術

- ・全国の気象レーダーを順次更新し、平成31年度から二重偏波気象レーダーを導入していく計画。
- ・研究開発用のフェーズドアレイレーダーを平成27年7月に開局。顕著現象の観測及びメカニズム解明等、顕著現象をもたらす積乱雲、竜巻等の監視・予測につながる研究開発を順次進めている。

H31年度から順次導入予定
二重偏波気象レーダー



フェーズドアレイレーダー



集中豪雨

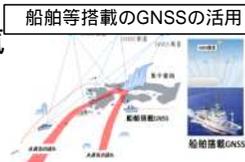
- 確度が低くても警報の可能性のあることを早い段階から周知

集中豪雨をもたらす水蒸気の監視

- ・線状降水帯等の発達・衰退の検知やそのメカニズム解明のため、水蒸気の鉛直分布のリアルタイム監視技術に関する研究開発について、連続観測の成功や機動型水蒸気ライダーの開発等、順次進めている。
- ・水蒸気の的確な監視のため、にGNSSによる水蒸気データ解析技術や水蒸気ライダーの観測技術等を研究・開発。H30年度にGNSSを船舶に搭載する研究観測を開始予定。



船舶等搭載のGNSSの活用



メソアンサンブル予測技術開発

- ・アンサンブル技術を集中豪雨等の予測に用いるメソモデル(水平格子間隔5km)に導入。現在、運用開始に向けて試験を実施中。



メソアンサンブル技術による複数予測

H31年度運用開始予定

複数の予測シナリオの想定や最悪シナリオの想定が可能に

台風

- 台風による暴風・大雨・高潮等をより早い段階で確度高く予測し、タイムラインに沿った防災活動等を支援

台風進路予報の改善

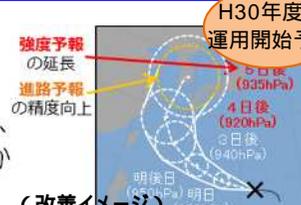
- ・数値予報モデル改良やひまわり8号等の新たな観測データの活用により、台風進路予報の予報円半径を約20~40%小さくする精度向上を実施。



H28年から提供開始

台風強度予報の5日先までの延長

- ・新たなスーパーコンピュータシステム(平成30年運用開始)を活用し、台風の強度(中心気圧、最大風速等)の予報期間を、現在の3日先から、5日先まで延長する計画。



H30年度末運用開始予定

(改善イメージ)

目次

1. 提言の概要

2. 防災気象情報の改善の取組状況

3. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況

参考. 観測・予測技術の向上に向けた取組状況の詳細

参考

「新たなステージ」に対応した観測・予測技術向上のための取組
 想定スケジュール(分科会報告書概要から抜粋)

観測・予測技術向上の
 ための取組の方向性

(想定スケジュール)

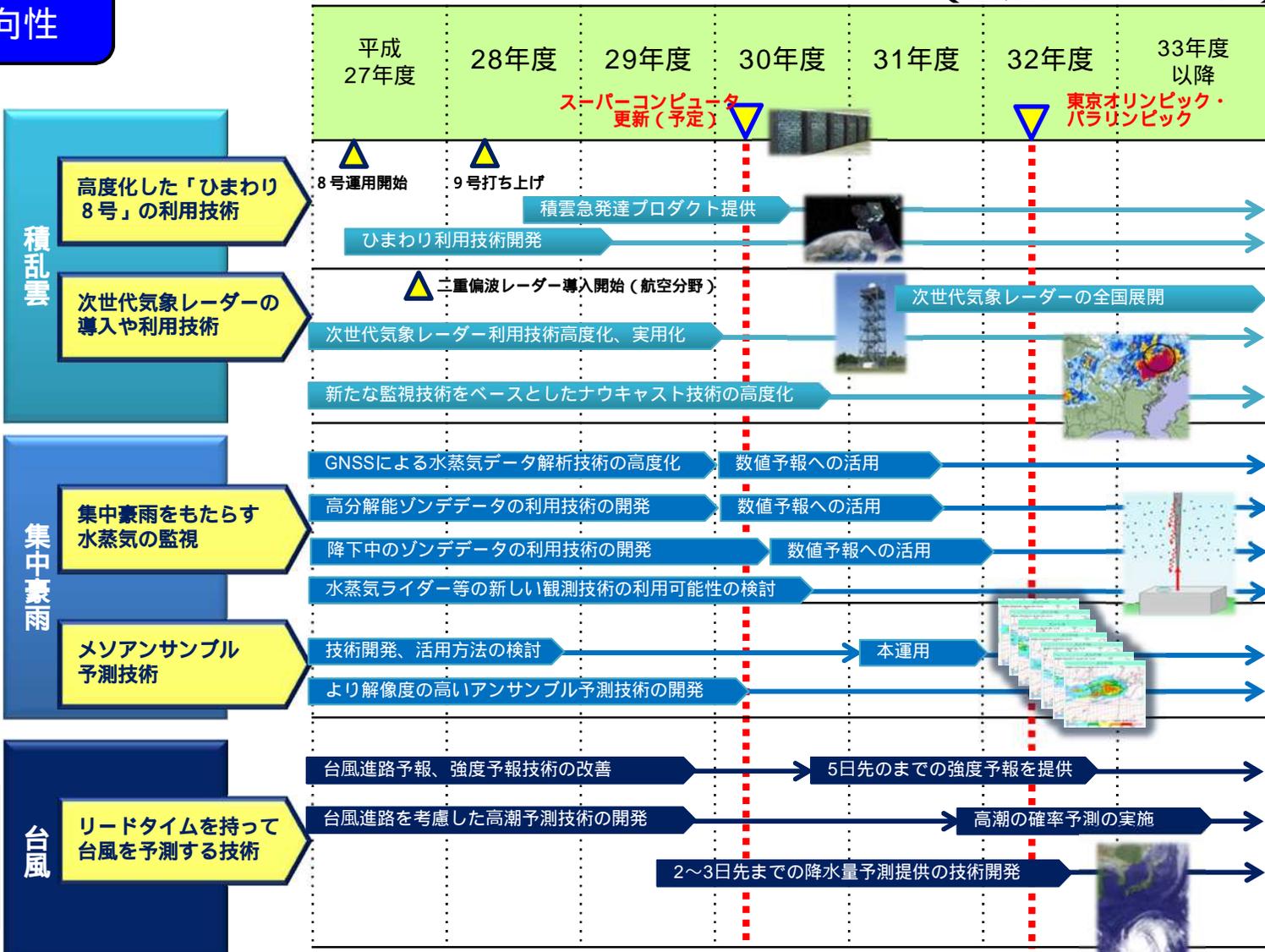
■ 実況を伝える情報の
 充実、迅速化

■ 局地的な大雨等の
 危険を知らせる情報

■ 夜間に集中豪雨が
 発生する可能性を
 夕方の方に提供

■ 確度が低くても警報
 の可能性があること
 を早い段階から周知

■ 台風による暴風・
 大雨・高潮等をより
 早い段階で確度高く
 予測し、タイムライ
 ンに沿った防災活動
 等を支援



積乱雲

ひまわり8号・9号の観測データの利用技術

高頻度化、高解像度化、多バンド化を実現したひまわり8号（H27年7月7日）及び9号（H29年3月10日）を運用開始。

高機能であるひまわり8号を活用し、積雲急発達の検出や、雲や水蒸気の追跡によるきめ細かい風の分布の把握、台風予報等の改善等に向けた技術開発を実施。

ひまわり8号・9号の運用開始

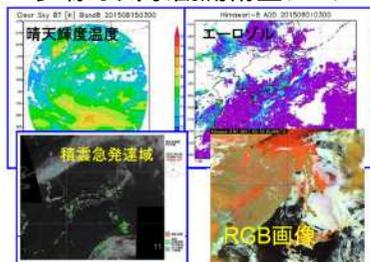
ひまわり8号・9号



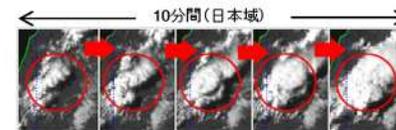
8号：平成27年7月7日運用開始
9号：平成29年3月10日待機運用開始

- 【高頻度化】
 - ・観測頻度が30分毎から10分毎へ
 - ・日本周辺は2.5分毎に観測
- 【高解像度化】
 - ・水平解像度は2倍へ
- 【多バンド化】
 - ・5バンドから16バンドへ
 - （カラー画像の作成が可能）

多様な気象観測衛星データ



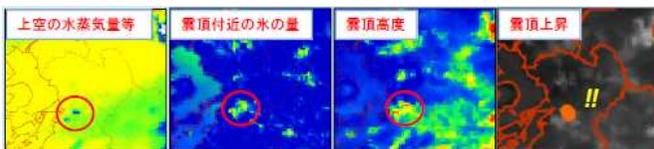
積雲急発達域の自動検出
急な天気の変化の検知
予測精度向上に寄与



ひまわり8号の観測データを用いた雷ナウキャストの改善

これまでの気象レーダーの観測データに加え、平成29年7月から、ひまわり8号の多チャンネルの観測データを組合せて利用。**夏季日中の発雷の可能性をこれまでよりも早くお知らせ**が可能に。

ひまわり8号による多様な解析データを組み合わせて利用



発雷の可能性を現行より早く【改善後】に判定



ひまわり8号・9号の観測データ利用技術に関する研究開発

大気追跡風が、ひまわり8号の高頻度観測(2.5分毎)により大幅に増加。事例検証では、**関東地方の南側の気流の収束が明確になる、数値予報の初期値の改善**という成果が出た。

高頻度観測なし

気流の収束が明確になる

高頻度観測あり

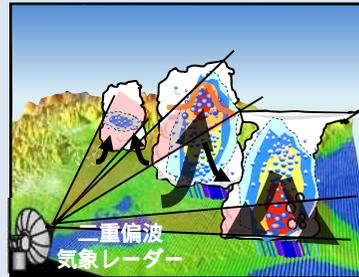
初期値の改善により、数値予報の豪雨をもたらした降水帯の位置が改善（観測に近づいた）

今後も更なる観測データ利用技術の可能性を探る

これまでのレーダーより正確な雨量に加え積乱雲の盛衰状況も監視できる新しい気象レーダーである二重偏波気象レーダーを導入する計画。また、そのデータの更に高度な利用に関する研究・開発を推進。
さらに、高時間分解能による詳細な現象解明が期待されるフェーズドアレイレーダーの研究・開発を推進。

二重偏波気象レーダー

- ・ 水平方向・垂直方向に振動する電波を同時に送受信することで、雨粒の形を精度良く観測でき、雨量の観測精度が向上
- ・ 雨の三次元分布を把握することで積乱雲の盛衰状況も推定可能



雨の三次元分布を把握することで、**正確な雨量**だけでなく、**積乱雲の盛衰過程**も把握可能

二重偏波気象レーダーの整備

全国20箇所の気象レーダーを順次更新し、**平成31年度から二重偏波気象レーダーを導入していく計画**（東京レーダーから順次更新）

- ・ 局地的な大雨などの**実況監視能力が向上**
- ・ 積乱雲の盛衰予測等による**短時間予測の高精度化**
- ・ 正確な雨量の把握による**予測精度の向上**

→ **警報・注意報など防災気象情報発表が適時的確に**

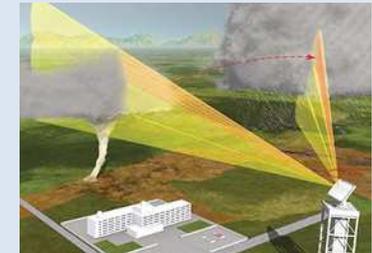
二重偏波気象レーダーの利活用に関する研究開発

偏波パラメータを用いたより高精度な降水強度推定や、降水粒子の自動判別に向けた研究を実施中

- ・ 降水減衰の補正、雨量強度高精度推定手法、アルゴリズムの開発
- ・ 凍雨等降水粒子判別手法の開発

フェーズドアレイレーダー

- ・ 平面上に配列した複数のアンテナ素子を用いて、高速に三次元走査が可能
- ・ 時間空間的に変化の大きな積乱雲の三次元分布を連続的に観測可能

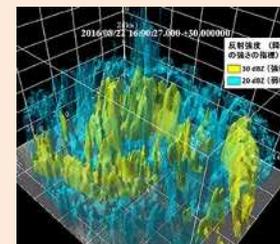


フェーズドアレイレーダーを用いた研究開発

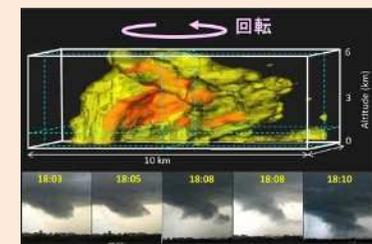
顕著現象をもたらす積乱雲、竜巻等の監視・予測につながる研究開発を実施中

- ・ 2015年7月開局：様々な運用モードにおける機能試験
- ・ 顕著現象（スーパーセル・ダウンバースト・局地的大雨・線状降水帯・台風等）の観測およびメカニズム解明
- ・ 竜巻渦等の3次元自動探知アルゴリズムの開発

今後：局地的大雨・突風の直前予測および将来の気象庁レーダーのデザイン検討のための技術・知見の獲得



台風1609号中心部の構造



スーパーセルの発達過程

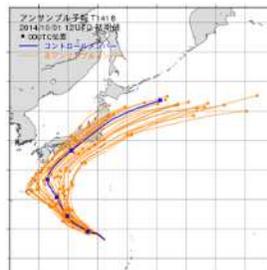
予報をはじめの初期値の不確実性や数値予報モデルの不完全性により、誤差は時間とともに増大。
このことから、単一の予測で集中豪雨が発生することを漏らさず表現することは難しい。



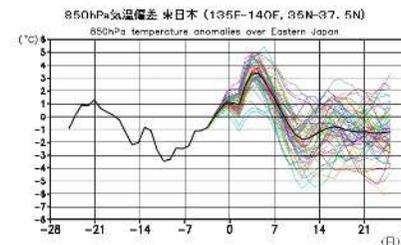
アンサンブル技術を集中豪雨等の予測に用いるメソモデル(水平格子間隔5km)を導入、平成31年度の運用開始に向け試験中。
可能性のある複数の予測シナリオの想定や最悪シナリオの想定が可能に。

アンサンブル予報

- ・わずかに異なる条件(初期値など)を用いて複数の予報を実施
- ・既に週間天気予報、台風予報や季節予報では導入済



台風進路予報の例

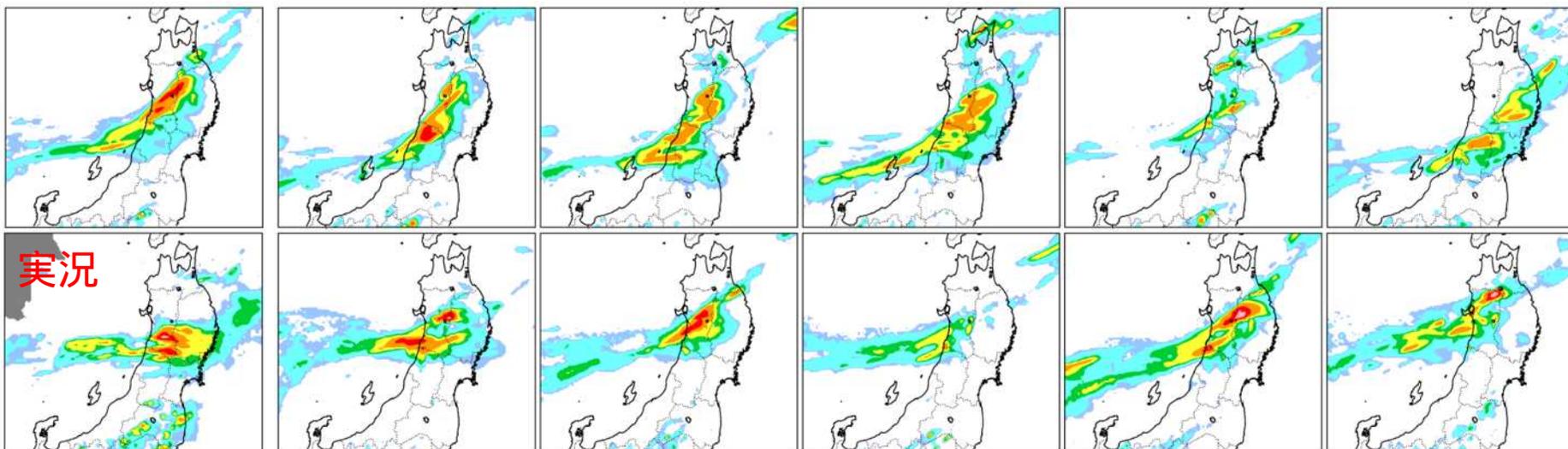


1か月予報の例

1本1本の線がそれぞれの予報に対応

<メソアンサンブル予測 試験結果例：平成29年7月22日秋田県の大雨予測>

複数の結果において、秋田県中心の大雨を予測
確度の高い予測



0.4 1 5 10 20 50 100

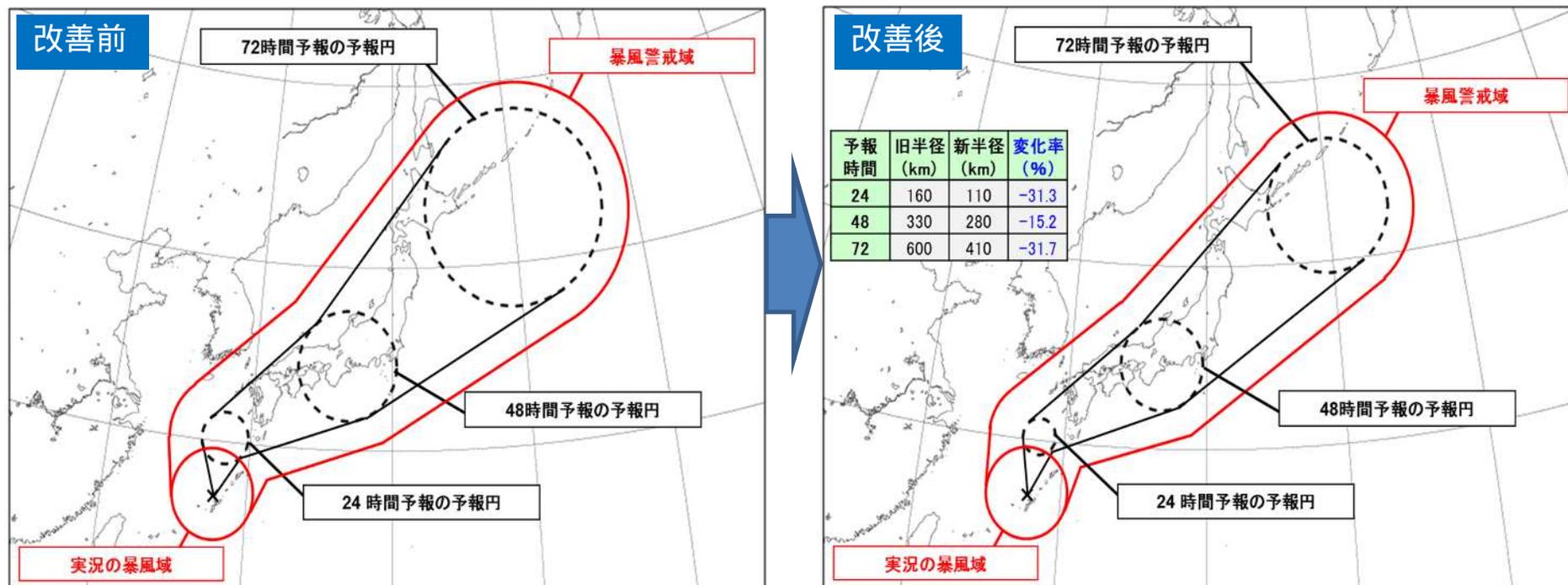
2017年7月22日午前3時初期値の3時間降水量と地上の風
(対象時刻7月22日18時)

近年の数値予報モデルの改良やひまわり8号等の新たな観測データの活用により、台風進路予報の精度が向上。

これにより、予報円(1)の半径を約20～40%小さくすることが可能に。暴風警戒域(2)についても、これまでより絞り込んだ予報が可能に。

平成28年の台風から、この改善を行った予報円及び暴風警戒域で進路予報を実施。

- 1 予報円： 台風の中心が70%の確率で入ると予想される範囲
- 2 暴風警戒域： 台風の中心が予報円内に進んだ場合に風速25メートル以上の暴風となるおそれのある範囲



台風進路予報の改善例 (平成26年台風第19号)

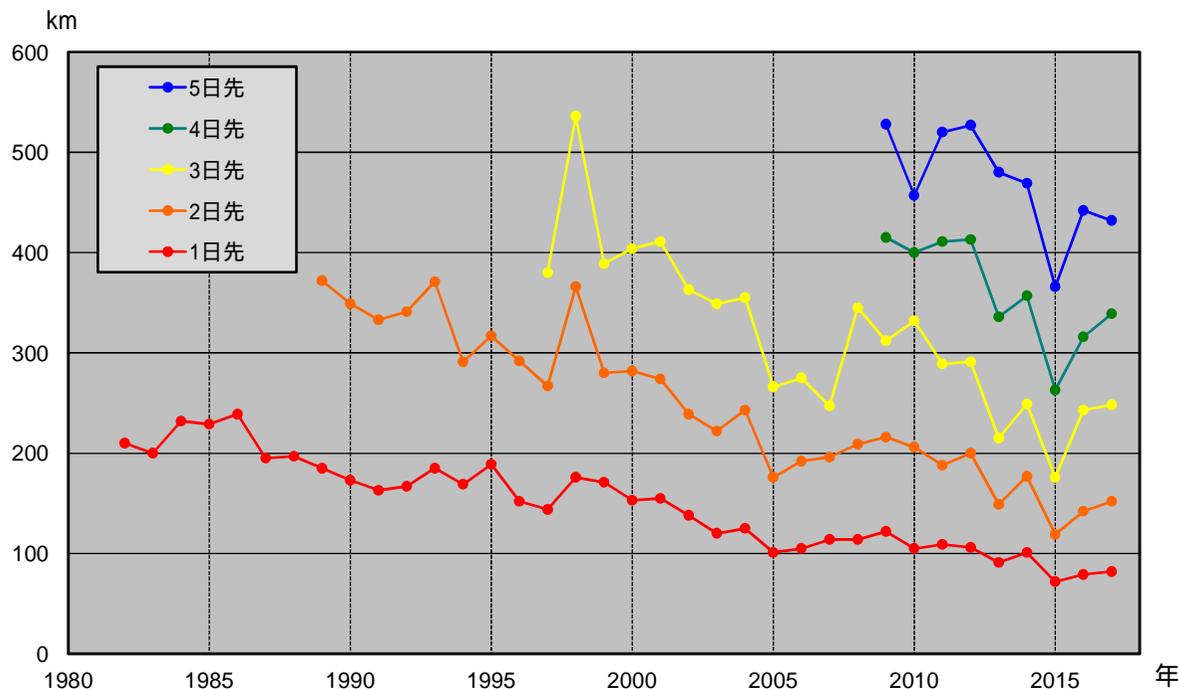
台風進路予報の精度はその年の台風の特徴に起因する年々の変動があるが、長期的に見れば向上している(下図)。

台風進路予報の改善後(平成28年台風第1号以降)、台風の中心が予報円に入った割合(年平均)は以下のとおり。

	1日先	2日先	3日先	4日先	5日先
平成28年	78%	79%	79%	78%	69%
平成29年	79%	79%	75%	67%	73%

70%前後となっており、予報円の定義に照らし、適切な進路予報ができています

【台風進路予報の精度】



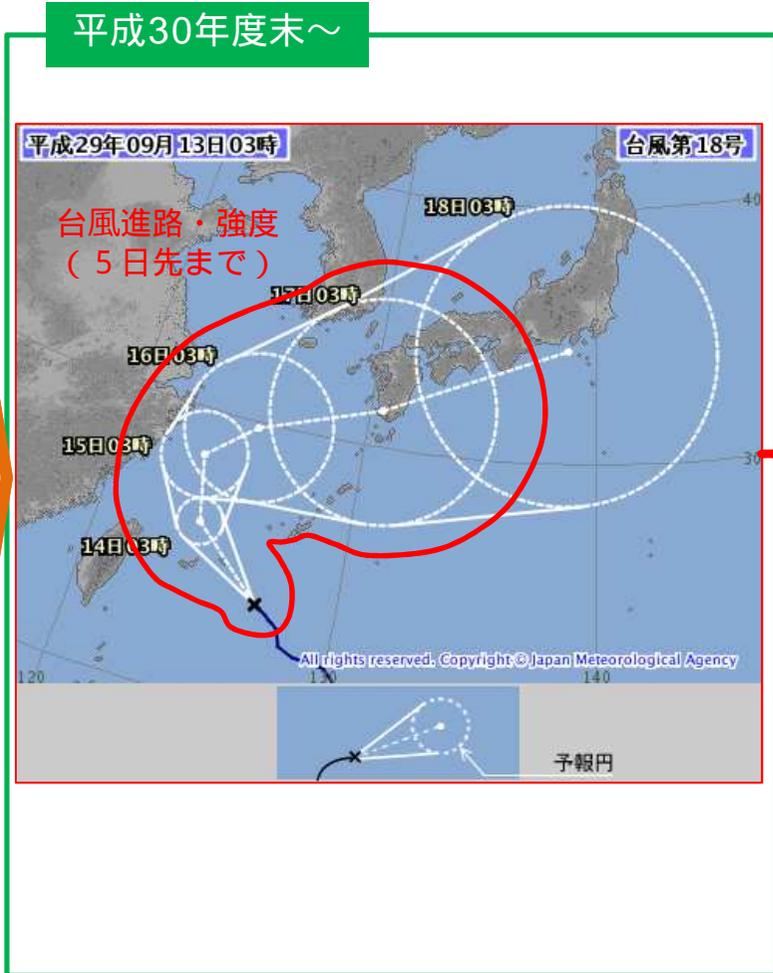
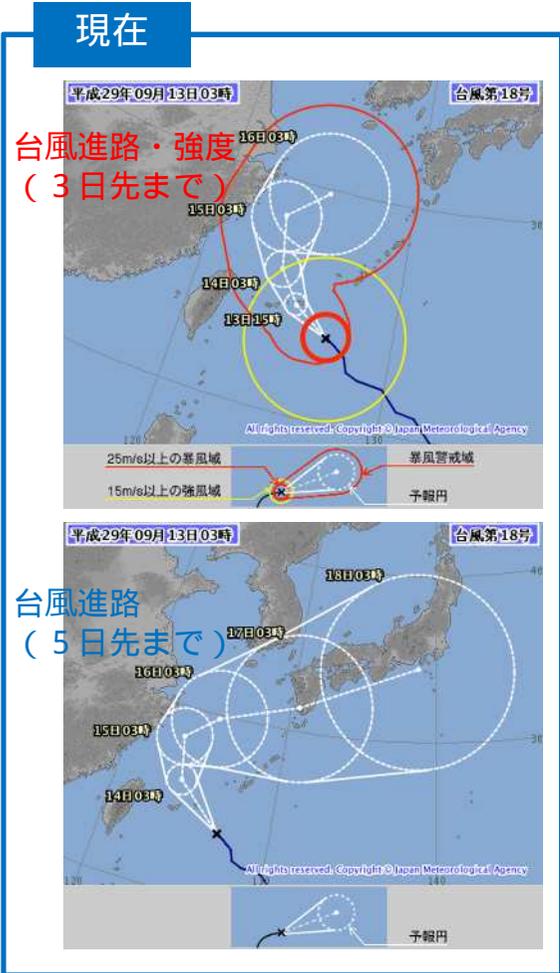
台風進路予報誤差の経年変化(12月21日現在)

赤：1日先、橙：2日先、黄：3日先、緑：4日先、青：5日先

台風 リードタイムを持って台風を予測する技術 ～ 台風強度予報の5日先までの延長(進捗状況)～

現在、台風の進路予報は5日先まで、台風の強度(中心気圧、最大風速等)の予報は3日先まで実施
新たなスーパーコンピュータシステム(平成30年運用開始)を活用し、**平成30年度末から台風強度予報を5日先まで延長する計画。**
運用開始に向け、現在試行中。

< 台風強度予報の延長(イメージ) : 平成29年台風第18号 >



台風第18号(タリム)	
平成29年9月13日04時15分 発表	
< 13日03時の実況 >	
大きさ	
強さ	強い
存在地域	宮古島の南東約200km
中心位置	北緯23度36分(23.6度) 東経126度48分(126.8度)
進行方向、速さ	西北西 20km/h(12KT)
中心気圧	965hPa
中心付近の最大風速	40m/s(75kt)
最大瞬間風速	55m/s(G: 105) KT
< 14日03時の実況 >	
～省略～	
< 15日03時の実況 >	
～省略～	
< 16日03時の実況 >	
～省略～	
< 17日03時の予報 >	
強さ	強い
存在地域	九州
中心位置	北緯31度24分(31.4度) 東経130度30分(130.5度)
進行方向、速さ	東北東 20km/h(11KT)
中心気圧	975hPa
中心付近の最大風速	30m/s(60kt)
最大瞬間風速	45m/s(85) KT
予報円の半径	480km(260NM)
< 18日03時の予報 >	
強さ	強い
存在地域	日本の南
中心位置	北緯34度18分(34.3度) 東経138度36分(138.6度)
進行方向、速さ	東北東 30km/h(17KT)
中心気圧	985hPa
中心付近の最大風速	25m/s(50kt)
最大瞬間風速	35m/s(70) KT
予報円の半径	650km(350NM)

4日先

5日先