今後の気象業務のあり方について
(気象観測・予報分野)

1. はじめに
2. 気象審議会第21号答申に基づく改善状況
   - 2－1　観測・予報の技術基盤の強化
   - 2－2　防災気象情報の高度化
   - 2－3　天気予報等の高度化
   - 2－4　交通を支援する気象情報の充実
3. 今後の取り組みの方向性

第4回気象分科会
平成16年5月31日

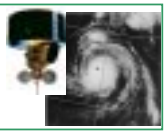
1．はじめに

- **気象観測･予報業務の概要**
- **気象審議会２１号答申**
  「２１世紀における気象業務のあり方について」

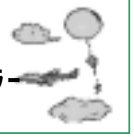
気象観測･予報業務の概要

観測データ（国内外）

宇宙からの気象観測網



高層気象観測
ラジオゾンデ
ｳｨﾝﾄﾞﾌﾟﾛﾌｧｲﾗｰ
航空機



気象レーダー

地上気象観測網
各気象官署
アメダス
部外データ

海洋気象観測網
海洋気象観測船
一般船舶

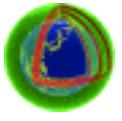
外国気象機関

データ収集

解析･予報･情報作成発表

気象資料総合処理システム

スーパーコンピュータを用いた大気状態予測（数値予報）



国内外のデータ収集・配信

各気象官署における情報の作成

情報発表

情報の種類

警報

注意報

台風予報

気象情報

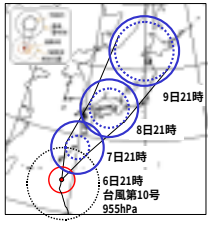
天気予報

週間天気予報

航空気象情報

船舶向け
気象情報

等



各気象官署における情報の作成･発表

気象庁本庁（全国予報中枢）
- 数値予報資料の作成
- 地球規模の大気実況監視・予測
- 日本全域に関する防災気象情報発表
- 台風、海上警報等の国際センター

支援資料

管区気象台等（地方予報中枢）
- 各地方の気象特性等を踏まえた監視・予測
- 担当域の地域防災気象情報、分布予報等発表

支援資料

地方気象台等
- 各都道府県の気象特性、災害特性等を踏まえた監視・予測
- 府県毎の注意報・警報、天気予報・時系列予報等発表

防災気象情報の伝達

気象庁（気象台）

防災気象情報の発表

警報

平成16年　5月16日07時30分　鹿児島地方気
鹿児島・日置」大雨，洪水警報」雷注意報」
出水・伊佐」大雨，洪水警報」雷注意報」
川薩・姶良」大雨，洪水警報」雷注意報」
霧島」大雨，雷，洪水注意報」
指宿・川辺」大雨，雷，洪水注意報」
（出水・伊佐、川薩・姶良、鹿児島・日置では、16
的に雷を伴い非常に激しい雨の降るおそれがあり

注意報

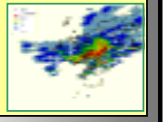
平成16年　5月16日0
薩摩地方」大雨，雷，洪
（薩摩地方では16日
れがあります。土砂災

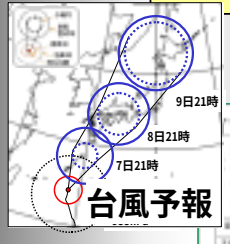
鹿児島・日置　［発表］大雨，洪
特記事項　土砂災害注意　洪
雨　16日夕方まで　ピークは
1時間最大雨量　30ミリ

各種の気象情報

大雨に関する鹿児
平成16年5月16日
鹿児島地方気象台

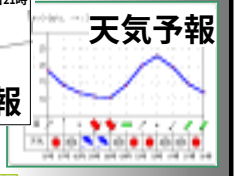
［見出し］
阿久根では05時
、宮之城町紫尾山
えいます。



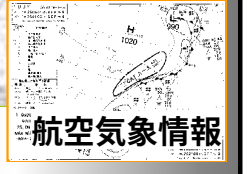


台風予報

天気予報



船舶向け
気象情報



航空気象情報

都道府県

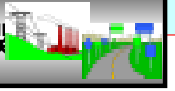
警察庁（県警）

ＮＴＴ

国土交通省機関

指定行政機関

指定公共機関



Ｎ　Ｈ　Ｋ

報　道　機　関

民間気象事業者

海上保安庁

国土交通省（航空局）

市町村

関係団体

住民

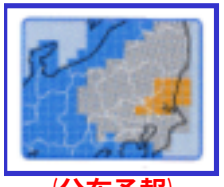
利用者

船舶

航空機

各種防災活動

民間気象事業者等との連携による気象情報の提供


（分布予報）

（台風情報）

気象庁

予報、注・警報、数値予報、量的予報、降水短時間予報、アメダスその他の観測値

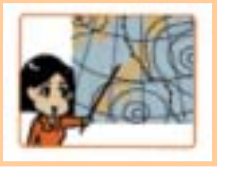
（財）気象業務支援センター

オンライン配信事業

（洗濯指数）

報道機関

テレビ・ラジオ・新聞


（わかりやすい解説）

民間気象事業者

（予報業務の許可事業者）

気象予報士

局地予報

各種情報ネットワーク

情報産業

様々な付加価値

サービス

（最適航路）

（売り上げ予測）

国民

企業等

（数値予報）

（降水短時間予報）

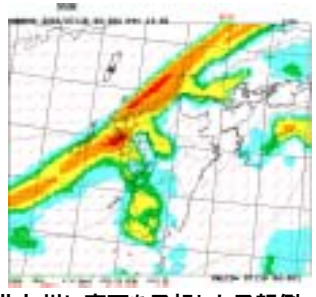
気象審議会第21号答申　21世紀における気象業務のあり方について

（気象観測・予報業務に係わる分野の課題と実現方策）

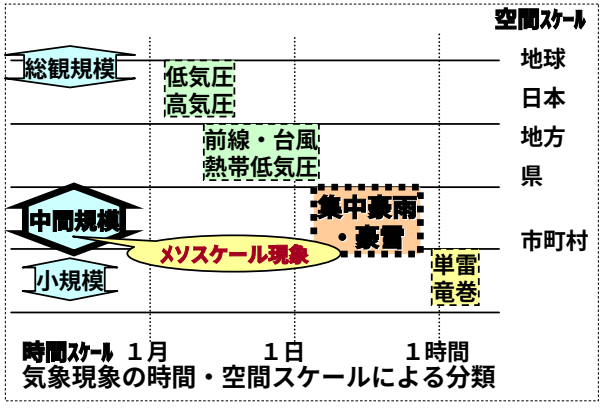
観測・予報の技術基盤の強化
～特にメソスケール現象を中心として～

気象観測網の高度化・効率化

静止気象衛星の運用
地球観測衛星データの活用
ｳｨﾝﾄﾞﾌﾟﾛﾌｧｲﾗ等高層気象観測網
レーダー・ドップラーレーダ
アメダス
ＧＰＳ（水蒸気分布）
航空機（航路上の風、気温）
部外データの活用



北九州に豪雨を予想した予報例



気象現象の時間・空間スケールによる分類

解析・予測技術の開発・実用化

初期値解析技術の改善
地形等、力学過程の精密化
降水過程等の精密化
モデル演算の高速化

使いやすい情報の作成

ユーザーのニーズの把握
防災機関等関係機関との連携

- 防災気象情報の高度化
- 天気予報等の高度化
- 交通を支援する気象情報の充実

２－１　観測･予報の技術基盤の強化

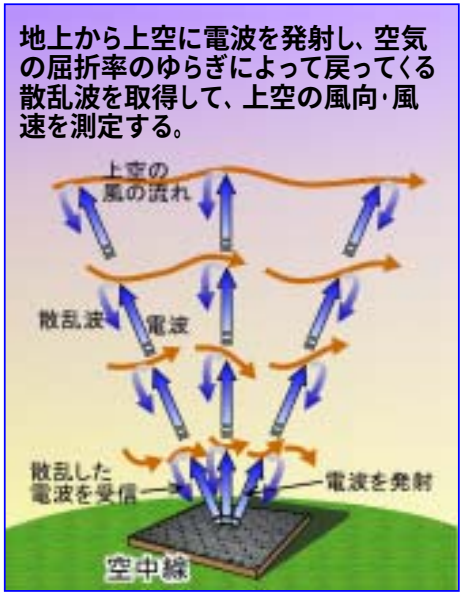
- メソ気象現象の捕捉を目的とした気象観測網の構築
- 数値予報技術の開発

ウィンドプロファイラ観測網

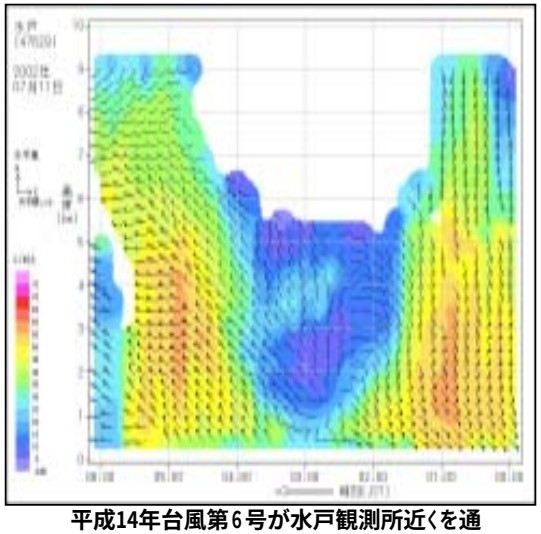
ウィンドプロファイラ

- 上空の風向･風速を連続的に観測。
- 数値予報モデルの初期値として利用され、特に降水の短時間予報の精度向上に貢献。豪雨、豪雪に対する防災気象情報の高度化に大きく寄与。
- 平成13年（2001年）4月から運用を開始。現在全国31か所で運用。

地上から上空に電波を発射し、空気の屈折率のゆらぎによって戻ってくる散乱波を取得して、上空の風向･風速を測定する。



ウィンドプロファイラによる風の観測原理の概念図



平成14年台風第6号が水戸観測所近くを通過したときの上空の風の様子

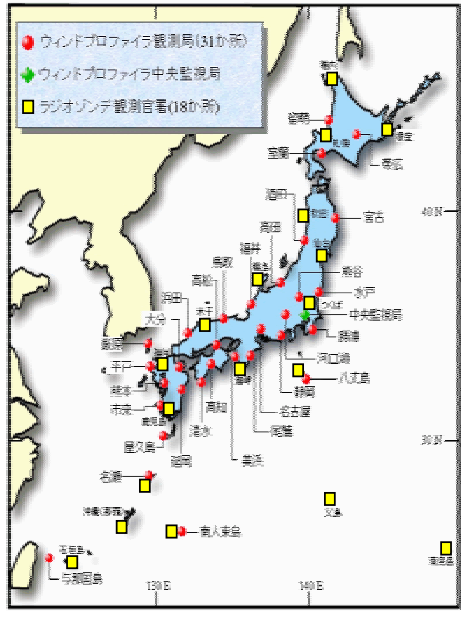
ウィンドプロファイラでは、上空の風向･風速を連続的に観測することが可能

↓

数値予報の初期値作成に活用

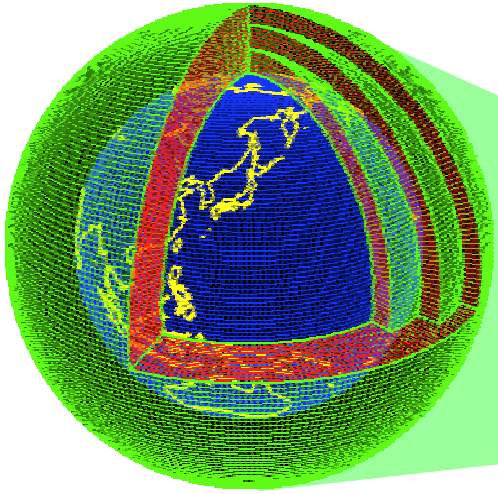
↓

特に降水の短時間予報精度の向上

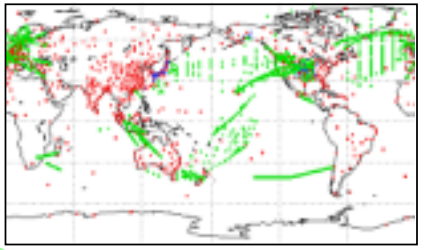


ウィンドプロファイラ及びラジオゾンデ（気球による観測）による高層気象観測網

数値予報の概要



数値予報モデル



高層気象観測の分布図
ラジオゾンデ、航空機、
ｳｨﾝﾄﾞﾌﾟﾛﾌｧｲﾗ、ドップラーレーダ

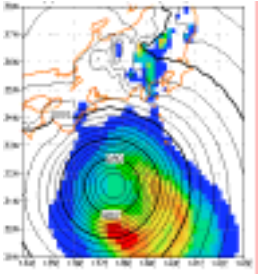
観測データの入力

スーパーコンピュータによる計算

データ同化（初期値解析）
観測データから現在の大気状態をコンピュータ上に再現

数値予報
初期値から物理法則に従って将来の大気状態を予測

予報の出力



台風とそれに伴う雨の予報の例

名　称	水平格子間隔	利用目的
全球数値予報モデル	約60km	明後日予報、週間予報等
領域数値予報モデル	約20km	明日予報等
メソ数値予報モデル	約10km	防災気象情報等

気象庁の主な数値予報モデル

メソ数値予報モデルの開発（1）

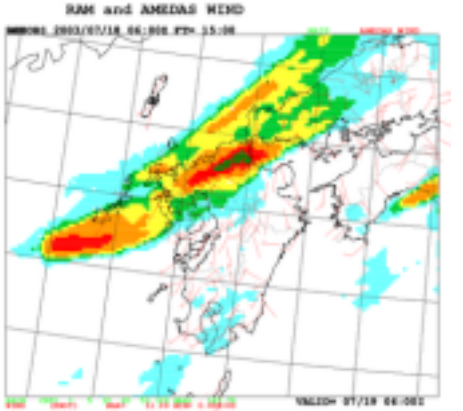
平成１３年３月　　メソ数値予報モデル運用開始

平成１３年６月
ｳｨﾝﾄﾞﾌﾟﾛﾌｧｲﾗﾃﾞｰﾀの利用開始

平成１４年３月　　初期値解析手法高度化（４次元変分法導入）

平成１５年１０月
衛星搭載マイクロ波放射計による
降水･水蒸気データの利用開始

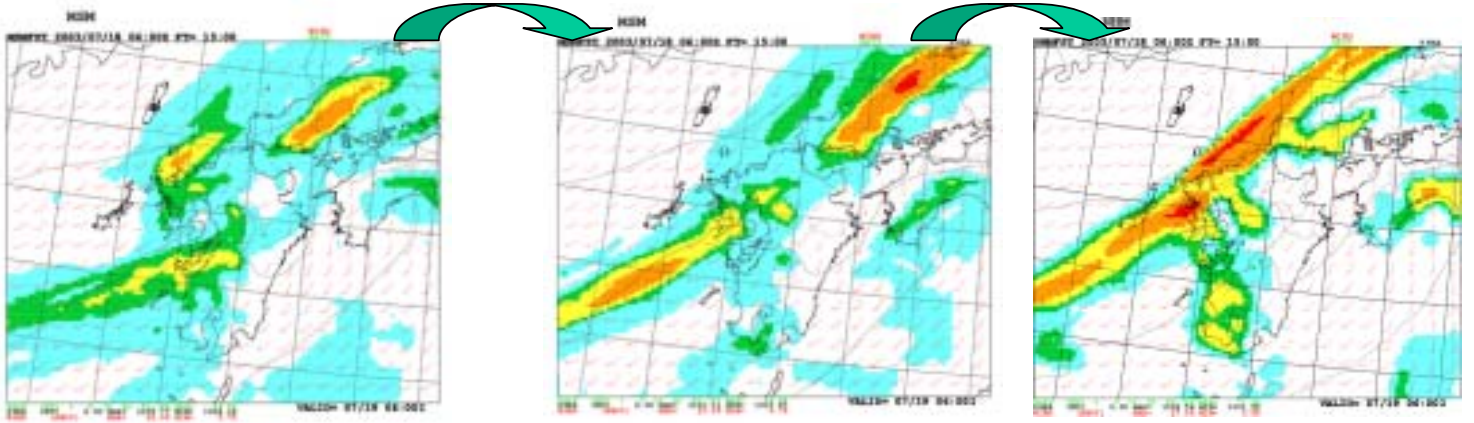
試験運用中　　モデルの精密化（非静力学モデルの導入）



実況（3時間降水量）

衛星搭載マイクロ波
放射計データの利用

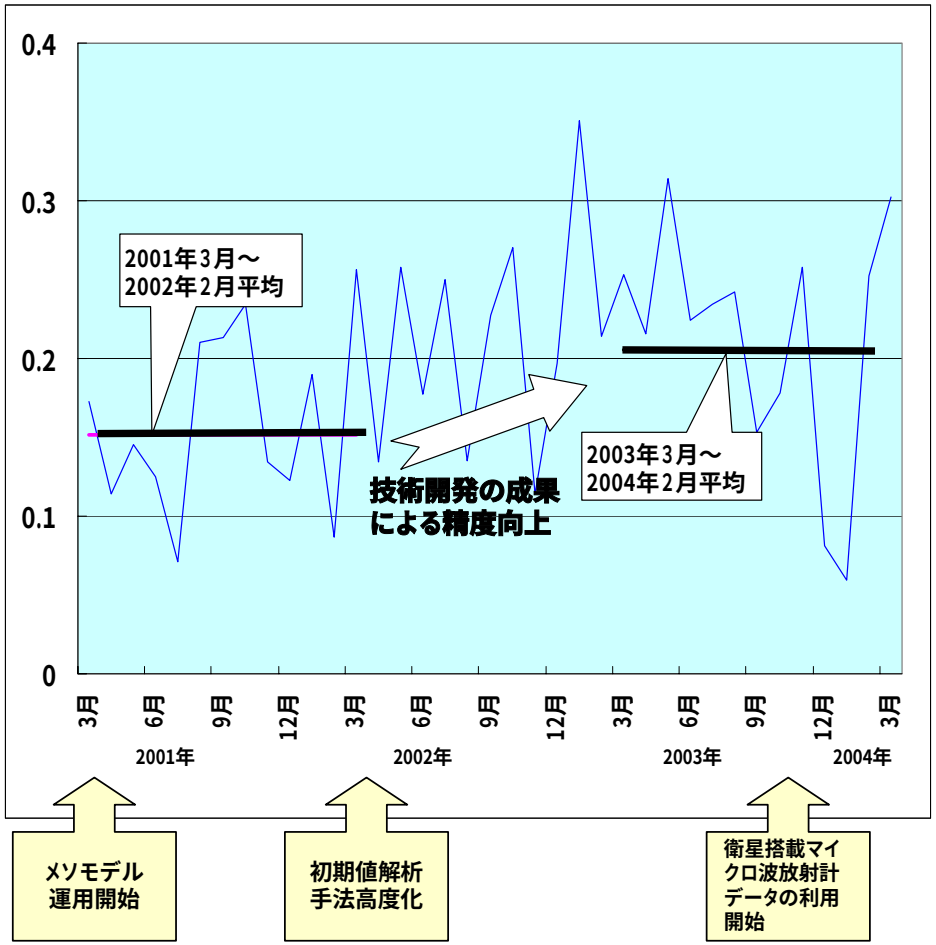
モデルの精密化等



２００３年７月１９日０６時までの３時間降水量。上は実況値、下の３つの図は７月１８日１５時を初期値とした予測

メソ数値予報モデルの開発（2）

メソ数値予報モデルによる3時間雨量（3－6時間）予報
（10ミリ/3時間）の精度指数（スレットスコア）の推移



スレットスコア

発生頻度の少ない現象についての予測精度を表す指標。値が大きいほど予測精度が高いことを示す。この例の場合には、初期値から３－６時間の３時間降水量が10ミリを超えるかどうかについての予測を評価した。

２－２　防災気象情報の高度化

- 災害対応を勘案した頻度･タイミング
- 対象地域の絞り込み
- 防災活動に直結する内容
- 国の危機管理体制･広域的な応援への対応

これからの防災気象情報

≪21号答申当時≫

現象（災害）の広がりと警報発表域に大きな隔たり

福岡地方、北九州地方に大雨警報

局地現象の発生予測時間の幅が大きい

昼過ぎにかけて所により

警報が出ても災害の程度が不明確

山崖崩れなどに厳重に警戒して下さい

ｹｲﾎｳ 1 ﾌｸｵｶ
290650
8210 03 04 14
8220 03 04 14
8230 10 14 18
平成○○年　□月２９日０６時５０分　福岡管区気象台発表
福岡地方」大雨，洪水警報」雷注意報」
北九州地方」大雨，洪水警報」雷注意報」
筑豊地方」大雨，雷，洪水注意報」
（（福岡地方、北九州地方では、昼過ぎにかけて、１時間に５０ミリ以上の激しい雨の降るおそれ））
梅雨前線が九州北部地方に停滞し、活動が活発になっている。
福岡地方、北九州地方では、昼過ぎにかけて所により激しい雨の降るおそれ。予想雨量は１時間雨量５０ミリ以上。明日朝にかけての総雨量多い所１５０ミリ。
・・・・・・・・・

文章形式：
内容解読に要時間

領域の絞込み

短時間予測拡充

発災関係の指数化

運用面改善

≪改善目標≫

対象域をより明確に

大雨警報：芦屋町、岡崎町、玄海町、宗像市、　…

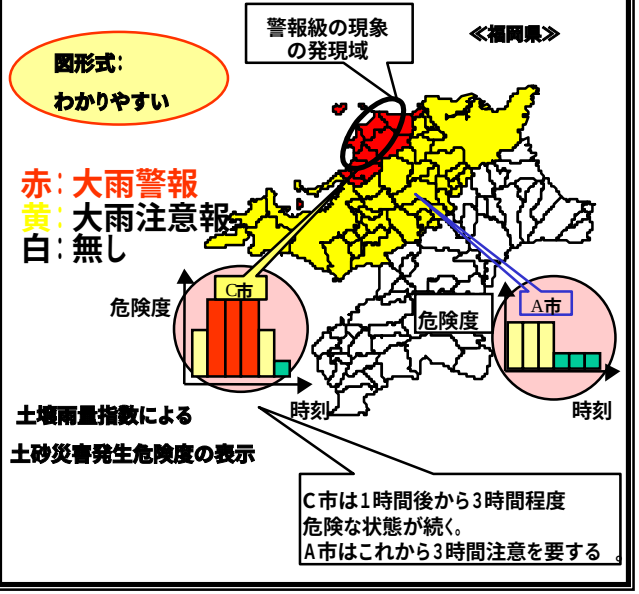
発生予測時間を明確に

C市は1時間後から3時間程度 50ミリを超える激しい雨

どの現象がどの程度か

土砂災害発生危険度は 10年に一度の値

図形式：
わかりやすい



「注意報･警報」の改善について

～平成16年３月18日（木）から注意報・警報をより分かりやすく・よりきめ細かく～

１．本文を二次細分区域ごとに記述

解除・継続を含む注意報・警報の発表状況や警戒すべき事項・予想される気象状況・量的予報事項等を簡潔に記述。予想される気象状況については、現象の開始時刻、終了時刻、ピーク時刻及び最大値等を箇条書きで記述。

２．警報の「重要変更！」について

特に警戒が必要な内容が含まれたことを「重要変更！」と明示。例えば、既に大雨警報が発表されている状況下で、過去数年で最も土砂災害の起こる可能性が高くなった場合等に、冒頭及び二次細分区域ごとに記述。

３．警報への可能性の明示

早朝や深夜に警報に切り替わる可能性が高いときには、半日以上前から「○○までに××警報に切り替える可能性がある」と特記事項に明示し、注意報に含めて発表。

４．IT 化に対応した新しい形式（XML 形式）での提供開始

デジタルテレビやインターネット等でより利用しやすくなるよう、これまでのかな漢字形式等の注意報・警報文に加えて、コンピュータでの情報処理に適したXML※形式の注意報・警報文も提供。

※XML（Extensible Markup Language）：データの属性を付加して記述することによりコンピュータでの処理を容易にした記述形式の１つ。インターネット時代のデータ交換の標準フォーマットとして多用されつつある。

注意報･警報対象地域の細分化

全国の二次細分地域の数

平成１３年３月	２２６
平成１４年３月	２９４
平成１５年３月	３５６
平成１６年３月	３６２

→ **対象地域をより明確に**

(例)

4細分区域 → 8細分区域
(平成15年3月1日)

平成15年6月4日静岡新聞朝刊より抜粋

細分化してから初めての大雨･洪水注意報が、五月三十一日の台風4号接近に伴い県内でも発令された。強い雨は沿岸部が中心だったため中、西部の山間部地域に当たる中部北、遠州北に警報は出されず、実際の雨量も警報基準に達しなかった。細分化前なら西区域も警報の対象となったが、今回は地元自治体も特別な態勢を取らずに済んだといい、細分化の効果が早速発揮された形だ。

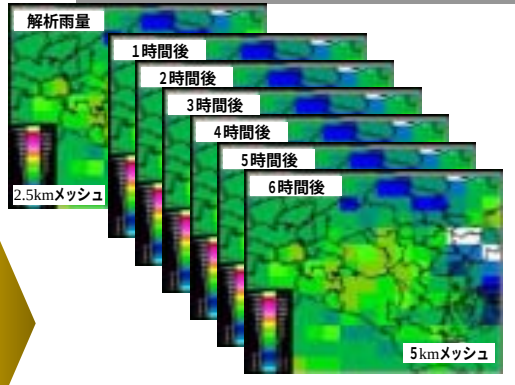
解析雨量･降水短時間予報･降水ナウキャスト

レーダー

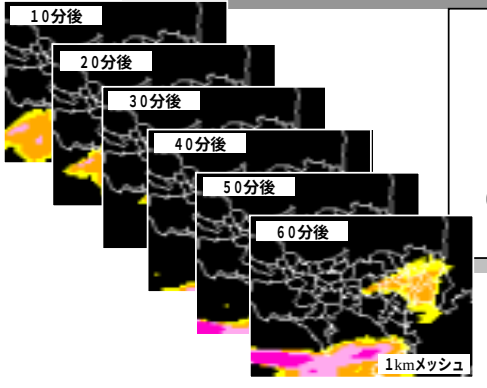
アメダス等

解析雨量･降水短時間予報には、アメダスに加えて国土交通省及び自治体の雨量計データも活用して精度を向上

解析雨量･降水短時間予報
雨量の実況値と６時間先までの予報
を３０分毎に作成



降水ナウキャスト
10分間隔で１時間後までの雨量予測



10分毎に更新

急激に発達した降水に即応
(都市部を中心とした豪雨被害を軽減)

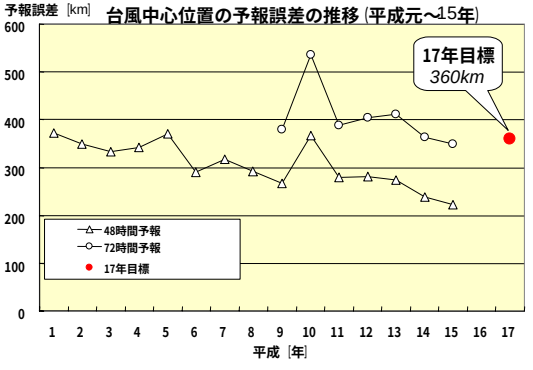
注意報･警報の発表

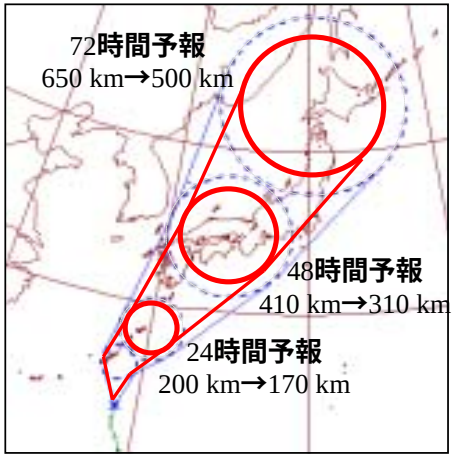
洪水･浸水･土砂災害の防止

防災体制立ち上げの迅速化
↓
住民の迅速な避難

台風情報の高度化

台風進路予報の精度向上

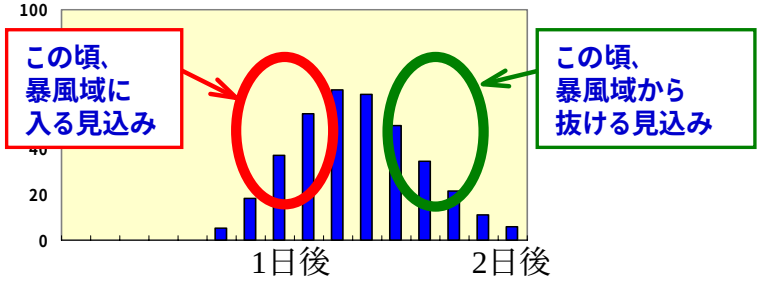




予報精度向上を踏まえ、予報円(*)を小さくする。点線はこれまでの予報円。実線は平成16年6月1日以降の予報円。

（*） 気象庁は台風の進路を予報する際、台風の中心が到達すると予想される範囲を円で示している。

3時間刻み48時間先まで、全国362の区域の暴風域に入る確率の発表開始 (平成15年6月)

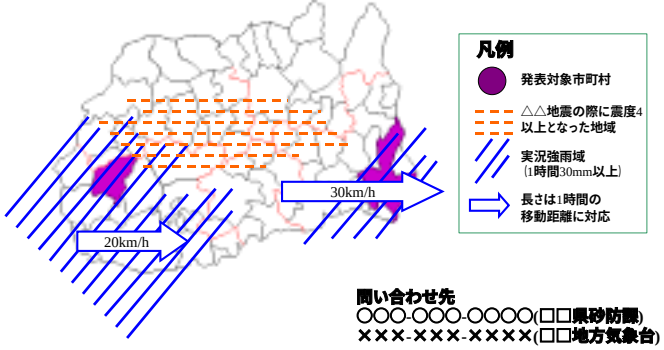


台風による暴風の影響が大きい時間帯を的確に表現

国土交通省との連携による土砂災害警戒情報の試行

□□県土砂災害警戒情報第×号　　平成△△年□月□日□時□分
△△県　△△地方気象台　共同発表

警戒対象市町村：○○市、××町
今後2時間以内に、大雨による土砂災害の危険度が非常に高くなる見込みです。
土砂災害危険箇所及びその周辺では厳重に警戒して下さい。警戒対象市町村での今後３時間以内の最大1時間雨量は多いところで60㎜です。

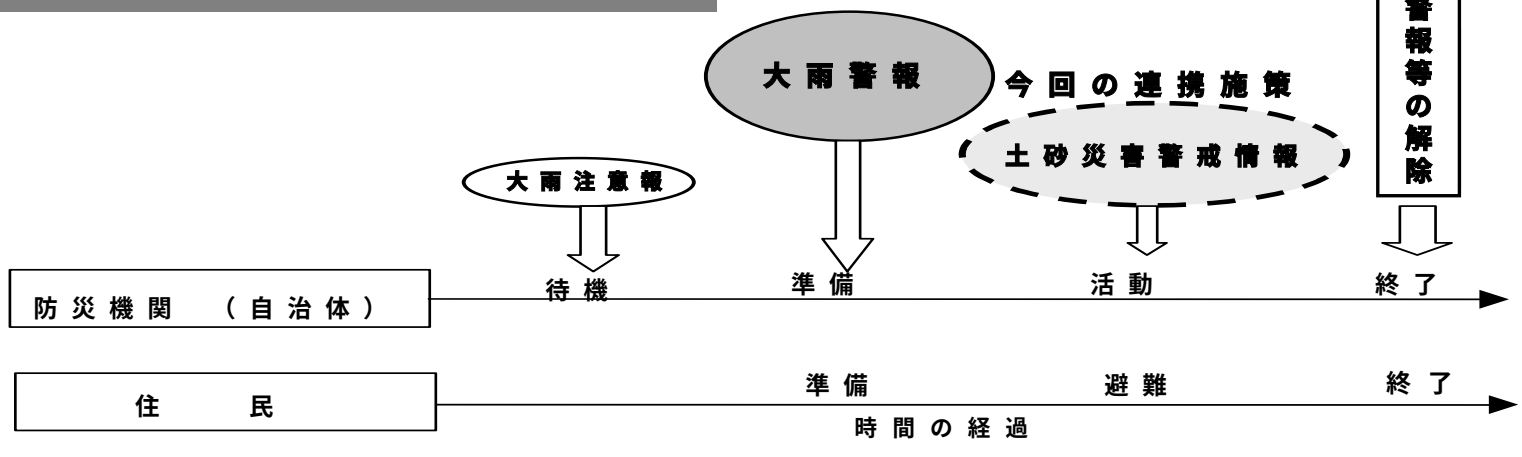


問い合わせ先
○○○-○○○-○○○○(□□県砂防課)
×××-×××-××××(□□地方気象台)

平成１４年度　・土砂災害計画情報に関する検討委員会
・モデル県（神奈川県、兵庫県、長崎県、鹿児島県）において試行
平成１５年度　・上に５県（愛知県、三重県、和歌山県、島根県、熊本県）を加え９県において試行

国土情報 河川局砂防部 ＋ 気象庁 気象情報 降雨予測 ＝ 気象庁 河川局砂防部

土砂災害警戒情報



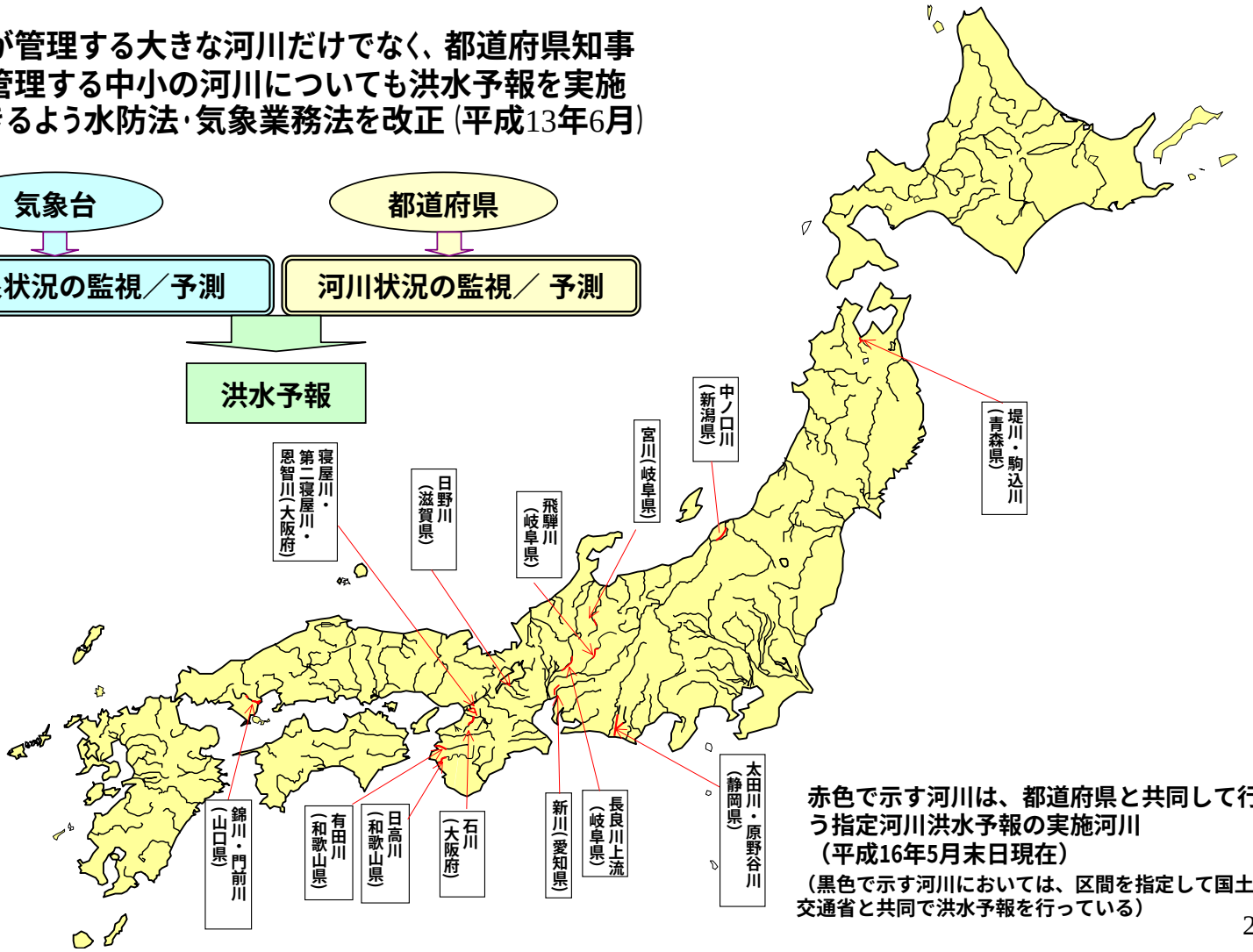
都道府県と共同で実施する洪水予報

国が管理する大きな河川だけでなく、都道府県知事が管理する中小の河川についても洪水予報を実施できるよう水防法･気象業務法を改正（平成13年6月）

気象台 → 気象状況の監視／予測

都道府県 → 河川状況の監視／予測

気象状況の監視／予測 ＋ 河川状況の監視／予測 → 洪水予報



赤色で示す河川は、都道府県と共同して行う指定河川洪水予報の実施河川
（平成16年5月末日現在）

（黒色で示す河川においては、区間を指定して国土交通省と共同で洪水予報を行っている）

効果的な火災予防対策に向けた連携

(火災気象通報の高度化のための消防庁・気象庁連携)

平成１６年度は、モデル県（岩手、栃木、山口、熊本）において試行を実施

≪現在≫

○○県火災気象通報　　平成１５年１０月２１日
○○地方気象台

○○県では、火災の発生しやすい気象状況が予想されます。

実効湿度５０％以下で、最小湿度が２５％以下になると予想されます

都道府県消防防災部局

（伝達）

市町村

火災警報の発表等

（火災予防の実施）

一般住民

消防本部

地方気象台等

図形式による
火災気象通報の提供

消防本部観測データの提供

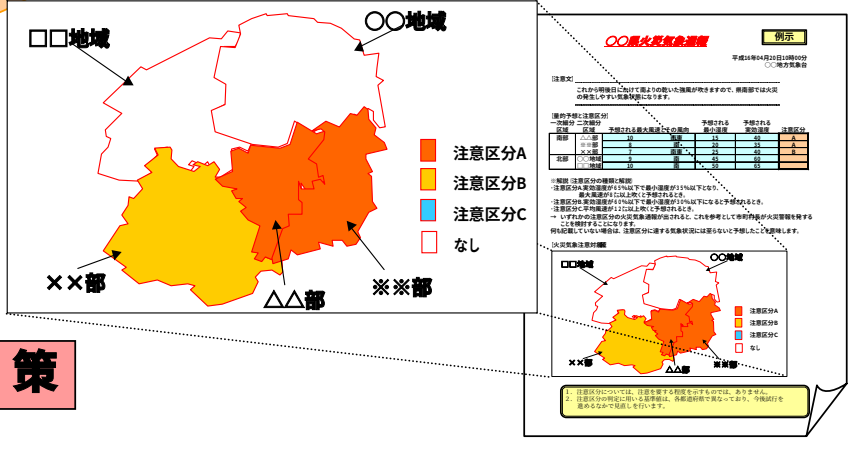
火災関連気象情報閲覧

警戒地域の絞り込み

警戒地域が一目でわかる図形式の情報提供

≪連携後≫

【火災気象注意対象区域】



消防本部・気象台の観測データ共有

効果的な火災予防対策

国や地方の防災活動への支援

都道府県の災害対策本部等

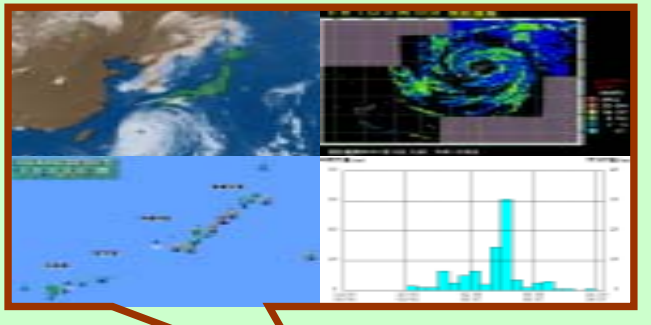
災害対策本部へ
気象台職員を
派遣し、適宜解説

随時電話等
による解説

防災気象の専門家が、
最新資料を駆使して
状況把握と予測を検討

地方気象台等

気象に関する現状と見通しは、防災体制の立ち上げ、被災者に対する支援活動、応急復旧活動等、防災活動に不可欠。



官邸危機管理センター

国土交通省防災情報提供センターの運営

国土交通省 防災情報提供センター

国土交通省の各局等が保有する防災に関する情報を集約し、わかりやすく利用しやすい情報として、インターネットを通じて広く一般の国民等に提供するために平成15年6月に開設。気象庁はセンターの運営主体となって、省内関係局等と協力しながら各種防災情報の提供に積極的に取り組んでいる。

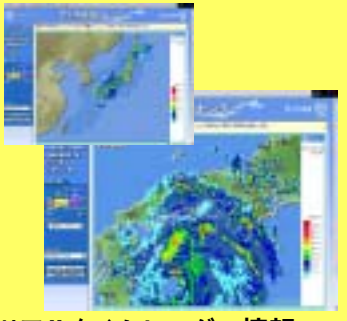
【防災情報提供センターホームページ】

こんな時・・
知りたい場所の気象や
災害の情報が欲しい！

気象庁ホームページの気象警報、台風情報、気象観測データ等へのリンク

リアルタイム情報

リアルタイム雨量情報



リアルタイムレーダー情報

過去の観測情報
(例：気象・水位・潮位データ等表示イメージ)

データの属性により任意の図形、文字等を表示

任意の地域、データ、期間について、GISの機能により各部局のデータを地図上に重ね合わせて表示

データをグラフ・表でも表示

２－３　天気予報等の高度化

- 天気予報等の充実
- 週間天気予報の充実
- 民間気象事業者に対する支援

天気予報の充実

第21号答申以降の主な改善点

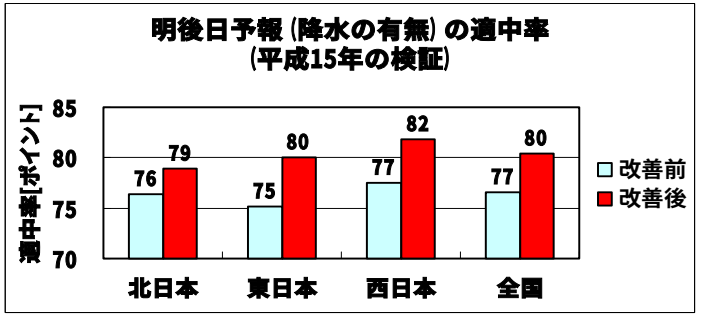
平成13年3月	**降水短時間予報を3時間予報から6時間予報に延長**
平成13年12月	**降雪量分布予報の領域拡大** 中国、近畿、東海、関東甲信地方の予報領域拡大
平成14年9月	**天気概況の冒頭に防災にかかわる事項を記述**
平成16年6月	**明後日予報の改善** 降水の適中率の向上 最高・最低気温予報の精度向上
(予定)	**予報のXML形式での提供**

天気概況に防災にかかわる事項を記述

天気概況　　平成16年5月21日11時発表
気象庁予報部

((今日、伊豆諸島北部では昼前まで、伊豆諸島南部では昼過ぎまで大しけの状態が続き、明日にかけて波・うねりの高い状態が続きますので船舶等は注意して下さい。三宅島では今日の夕方まで西の風が強い見込みです。))
台風第2号が銚子市の南東を北北東へ進んでいます。また、前線が小笠原付近から南西諸島に延びています。
・・・・・・・・

明後日予報の改善



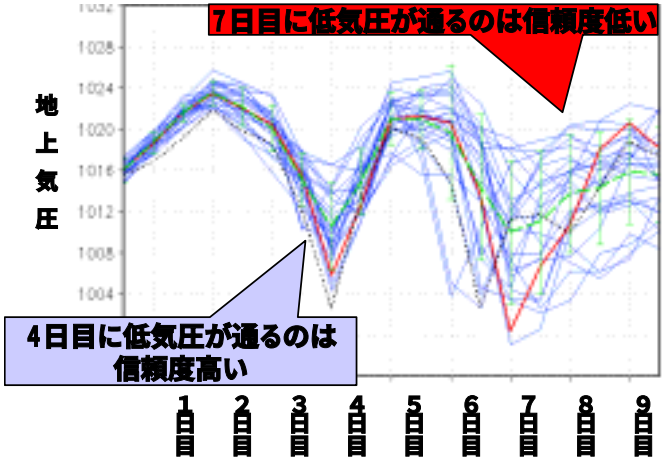
週間天気予報の充実

－日別信頼度の発表－

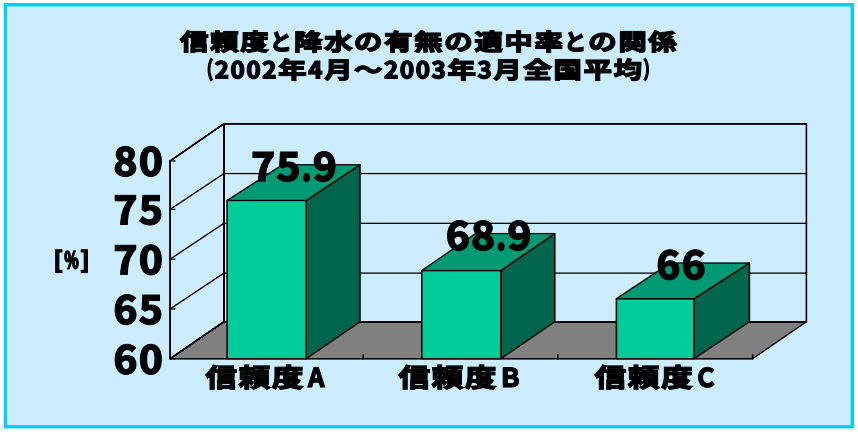
平成１３年７月３日　週間天気予報の「日別信頼度」付加開始

日付	12 水	13 木	14 金	15 土	16 日	17 月	18 火
○△地方	晴れ	くもり	晴れ時々くもり	くもり時々晴れ	くもり一時雨	晴れ時々くもり	くもり
	降水確率(%)	40	20	30	50	20	40
	日別信頼度	/	A	B	C	B	C

アンサンブル予報：僅かに違った初期値から多数の数値予報（２５個）を行い、それらから予報の信頼度などの情報を取り出す



信頼度Ａ：予報期間前半の平均的な精度と同程度
信頼度Ｂ：予報期間後半の平均的な精度と同程度
信頼度Ｃ：予報期間後半の平均的な精度よりも低い予報精度

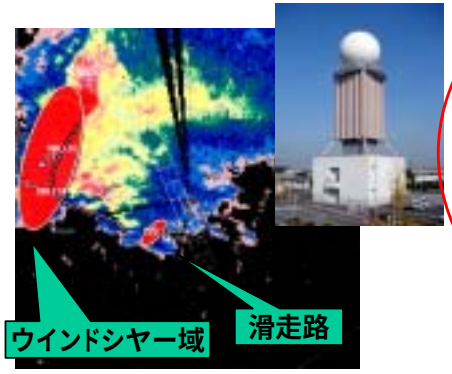


２－４　交通を支援する気象情報の充実

- 航空気象情報
- 船舶向け気象情報

飛行場悪天現象に関する実況監視強化

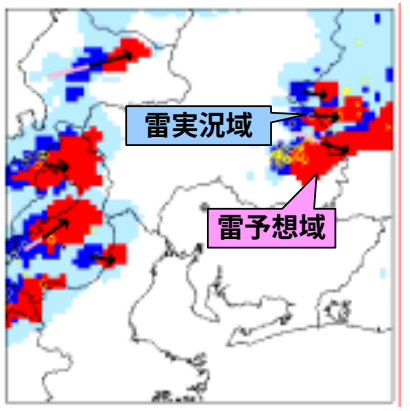
安全な離着陸の阻害要因



空港気象ドップラーレーダーの整備

⇩

ダウンバースト、ウィンドシヤー
等風の急変域の監視強化



雷ナウキャスト情報提供

⇩

空港作業員の安全確保等

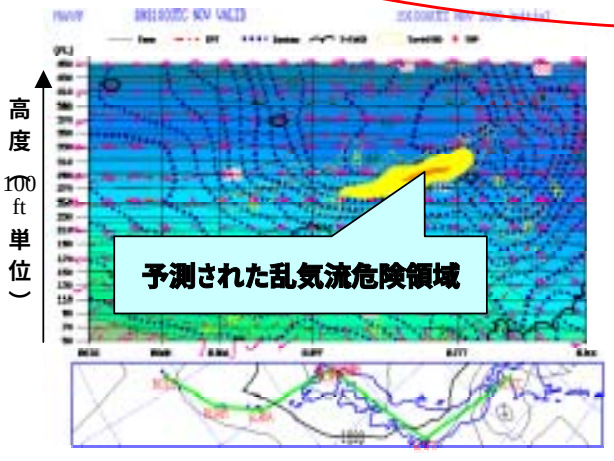
空港気象観測システム（AMOS）の整備

⇩

飛行場における視程、雲底高度等の
きめ細かい観測･通報

乱気流等の空域悪天に関する情報充実

安全な飛行の阻害要因



国内航空用悪天予想資料の
作成頻度を増強
(2回／1日 → 4回／1日)

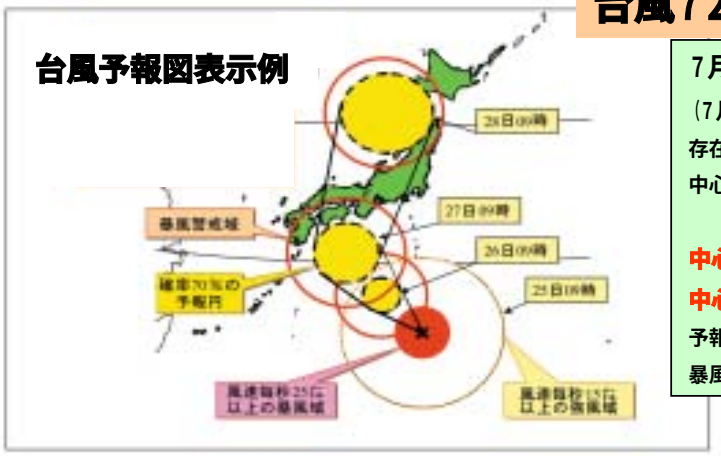
狭域火山灰拡散予測図
(国内航空向け)の提供開始

- 巡航高度付近をより詳細に計算する数値予報モデルを導入し、航空予想図の作成頻度を増強（平成12年度）。
- 国際航空向け火山灰拡散予測図に加え、国内航空向けの狭域火山灰拡散予測図の提供を開始（平成15年度）。
- 航空機からの乱気流等の報告の収集を強化し、より的確な空域予報を実施。
- 民間航空機による航空機自動観測を試験的に入手し、新たな乱気流に関する情報について開発中。

船舶の安全運航のための海上気象情報の高度化

台風７２時間予報の充実　（平成15年6月）

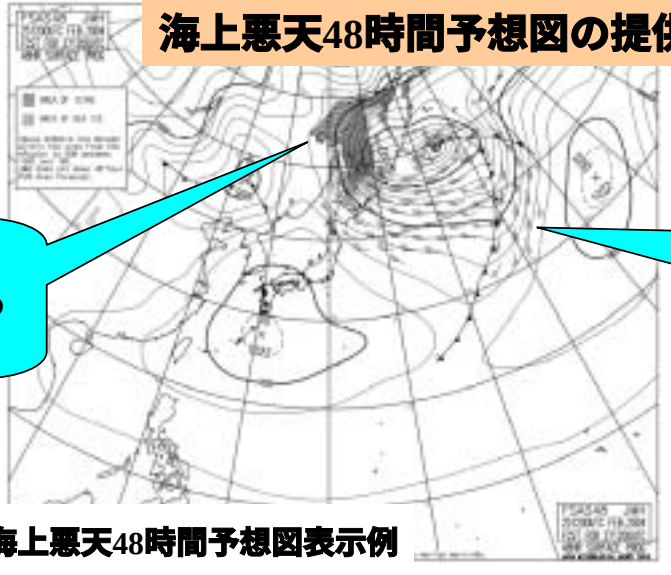
台風予報図表示例



７月２８日９時の予想
（７月２５日９時発表＜７２時間予報＞）
存在地域　××地方
中心位置　北緯○○度○○分（○○．○度）
　　東経○○○度○○分（○○○．○度）
中心気圧　９７０hPa
中心付近の最大風速　35m/s(65kt)
予報円半径　560km (300NM)
暴風警戒域　全域　700km (375NM)

台風の72時間予報に、強さ（中心気圧と最大風速）の予報を追加

海上悪天48時間予想図の提供開始（平成13年3月）



海氷域とともに、48時間先に予想される船体着氷域の表示

48時間先に予想される強風域の風向風速を矢羽根で表示

海上悪天48時間予想図表示例

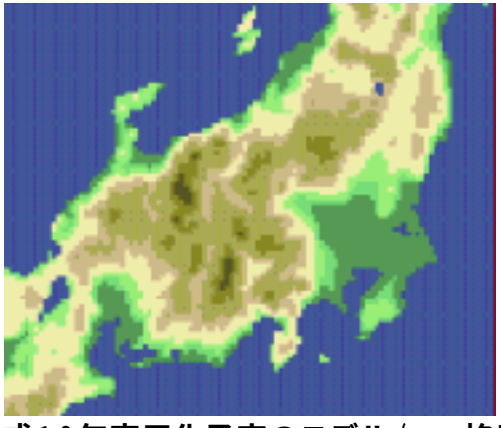
3．今後の取り組みの方向性

- 気象観測･予測技術の向上
- ユーザーのニーズに合わせた情報提供

数値予報モデル開発の方向性

- 数値予報モデルの精密化、高分解能化
- 初期値作成技術の高度化、新たな観測データ活用による初期値の改善

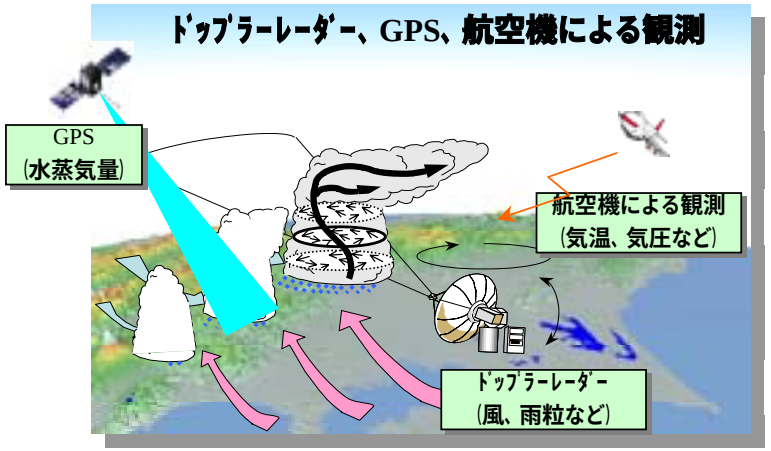
現在のモデル（20km格子）



平成１９年実用化予定のモデル（5km格子）

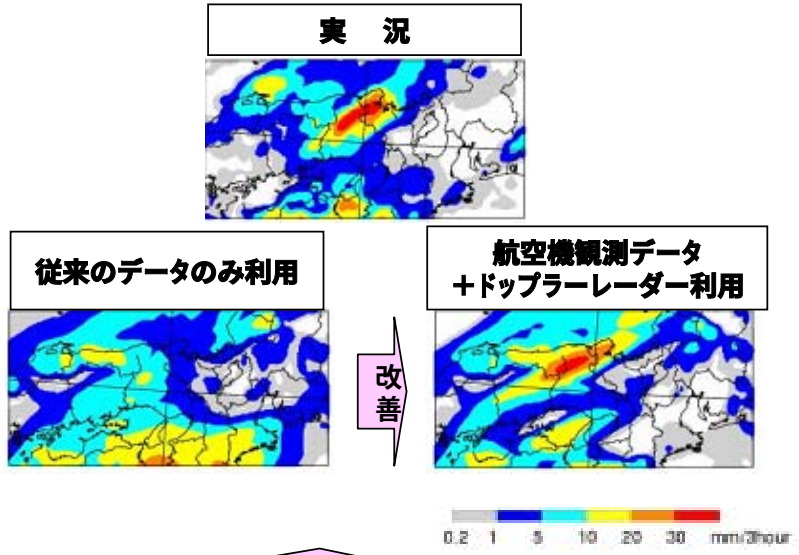
数値予報モデル（明日予報用）における
格子の大きさの違いによる地形の表現の差

新たな観測データ（衛星、ﾄﾞｯﾌﾟﾗｰﾚｰﾀﾞｰ等）の活用



メソ数値予報モデルによる予測実験例（3時間雨量予報）

2003年10月13日06時までの3時間降水量。上は実況、
下の2つの図は10月13日03時を初期値とする予測



データ同化（初期値解析）

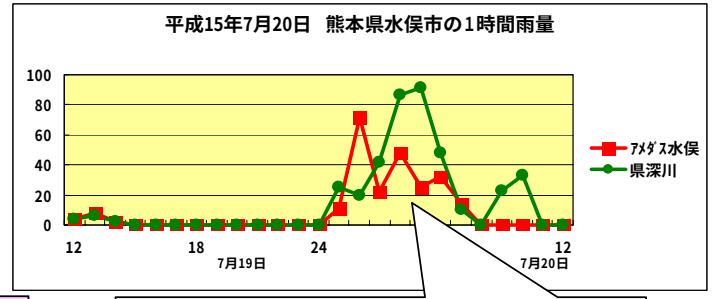
観測データ共有による監視･予報精度の向上

気象庁（アメダス）

熊本県（河川課管理）

国土交通省（河川局･道路局）

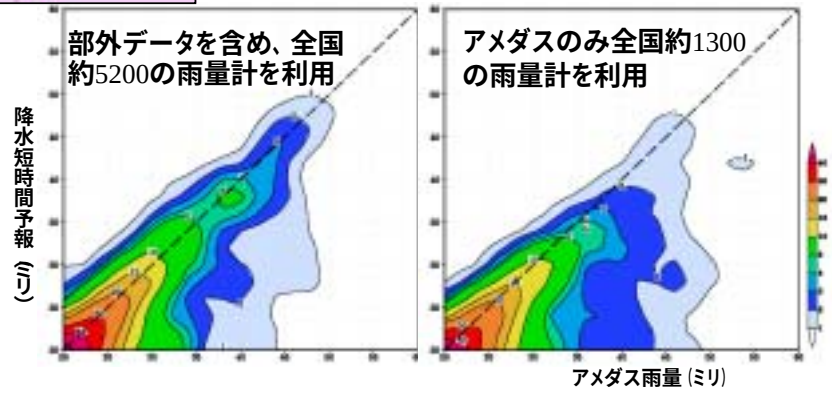
各機関が熊本県内に
管理する雨量計



きめ細かい地域毎の降水量ピークの量や
時刻が監視可能に。

降水短時間予報の改善

平成15年8月6日～10日（台風10号）の、全国のアメダス雨量に対応する降水短時間予報の1時間後の予測雨量の度数分布図。対角線上に度数分布が集まっており精度が向上している。特に強雨で顕著である。



防災気象情報のさらなる充実

これまでの取り組みをさらに前進

- 観測･予報の技術基盤の一層の強化
- 市町村レベルを目指したさらなる細分化
- 土砂災害警戒情報の本格化と指標の改善

≪改善目標≫

対象域をより明確に

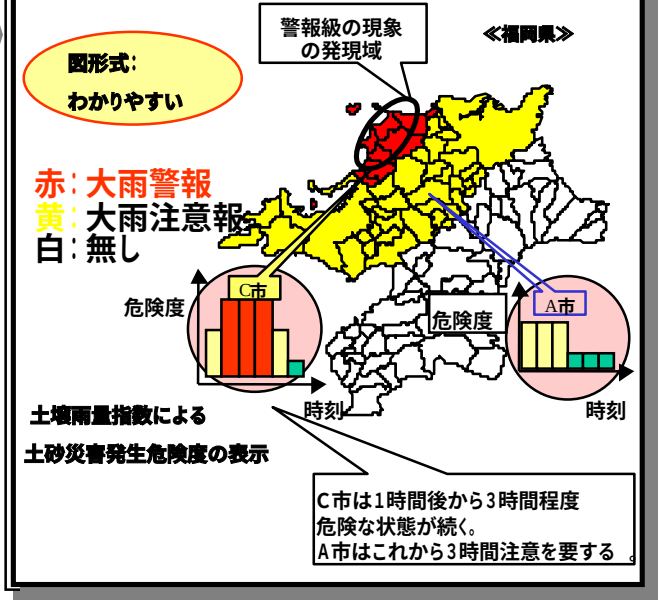
大雨警報：芦屋町、岡崎町、玄海町、宗像市、 …

発生予測時間を明確に

C市は1時間後から3時間程度 50ミリを超える激しい雨

どの現象がどの程度か

土砂災害発生危険度は 10年に一度の値



気象に関する防災情報の共有化の推進

課 題

○市町村毎の警報などきめ細かな防災気象情報の伝達（情報の峻別機能が不可欠）
○緊急時における市町村への迅速・確実な伝達（夜間・休日での伝達強化も）
○図表等を活用した詳細でわかりやすい防災気象情報の利活用の推進

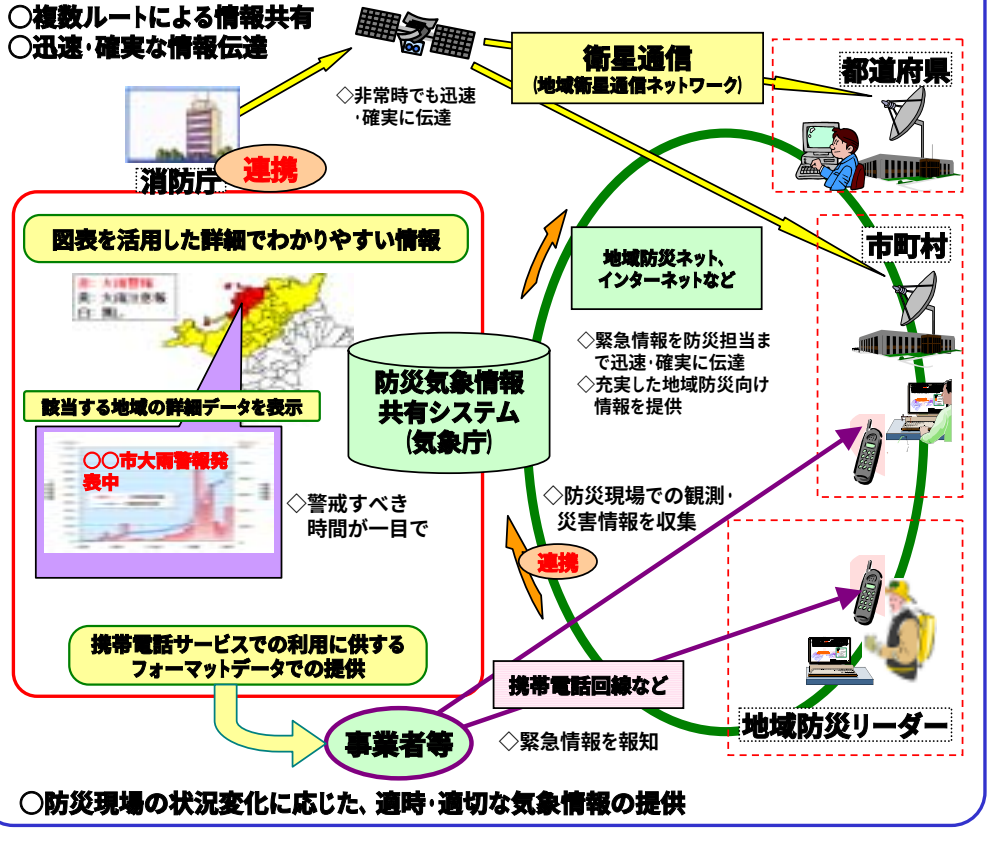
効 果

台風・集中豪雨等による気象災害の防止・軽減

○防災最前線での情報共有により、活動の早期立ち上がり、適切な防災対応判断
○自助・共助・公助のバランスのとれた、総合的な「地域防災」の確立

計 画

最新のIT・情報通信インフラを活用した防災気象情報共有システムの構築



○防災現場の状況変化に応じた、適時・適切な気象情報の提供

航空交通管理(ATM)に対応した航空気象業務

航空局　航空交通管理（ATM）センター　（仮称）

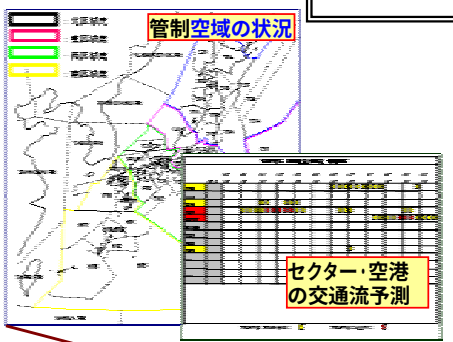
国内外の関係機関と調整しつつ
- **航空交通流管理**
- **空域管理**
- **国際航空交通管理**

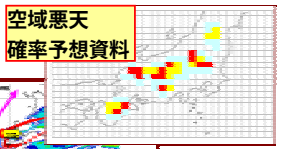
を総合的に実施

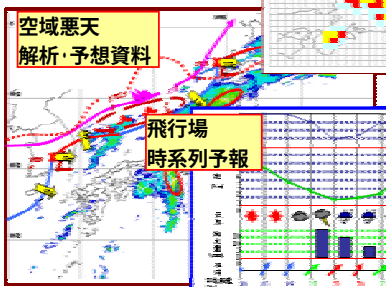
⇒ 航空交通の安全性及び運航効率向上

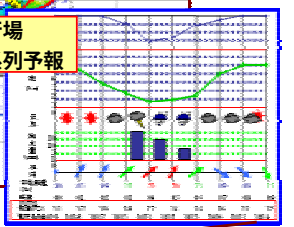
⇒ 航空交通量の増加に対応

気象状況を勘案した安全かつ効率的な交通管理の実現









最適な
飛行経路の設定

悪天の影響を勘案した
交通流制御の実施

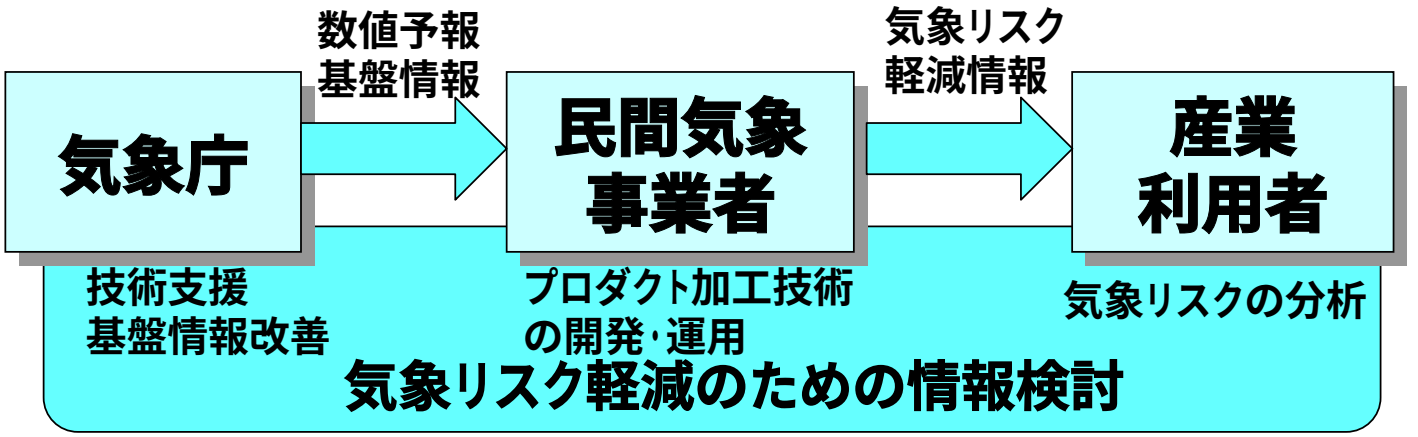
緊密な
連携

ATM管制官

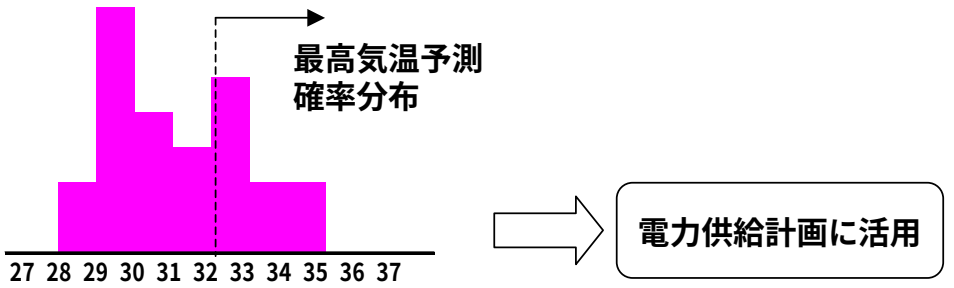
ATM予報官

適時適切な
気象情報の提供

民間気象事業者への支援の新たな試み



(例) 平成１５年夏に電力関係機関に試験的提供



アンサンブルメンバーによる度数分布(25メンバー)