

短期予報・週間予報 異常天候早期警戒情報について

平成29年7月26日（水）
気象ビジネス推進コンソーシアム



- 1 はじめに
- 2 数値予報について ～天気予報等の基盤～
- 3 天気予報・週間天気予報・異常天候早期警戒情報について
- 4 おわりに

1 はじめに

短期予報・週間予報・異常天候早期警戒情報とは

- 短期予報(天気予報)： 発表日から明後日までの天気・気温等の予報
- 週間天気予報： 発表日翌日から7日先までの天気・気温等の予報
- 異常天候早期警戒情報：発表日の5日先から14日先までの顕著な気温等の予報

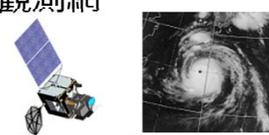
<各予報の対象期間>

	発表日	明日	明後日			5日先		7日先							14日先
天気予報				← 日ごとの予報											
週間天気予報									← 日ごとの予報						
異常天候早期警戒情報		7日間平均でみた顕著現象の予報 →													

天気予報等ができるまで

観測データ (国内外)

気象衛星観測網



高層気象観測網
ラジオゾンデ
ウィンドプロファイ
航空機



レーダー気象
観測網



地上気象観測網
各気象官署
アメダス観測



海洋気象観測網
海洋気象観測船
一般船舶



外国気象機関

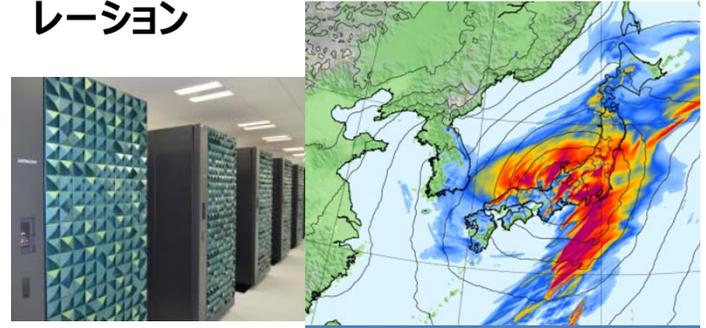


観測データ収集

解析・予測・情報作成

数値予報

スーパーコンピュータによる数値シミュレーション

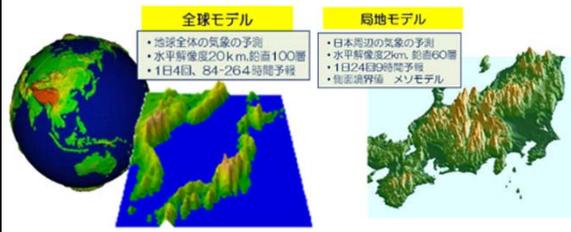


(例)雨量の予測図

データ提供

数値予報データ

全世界の気象予測データ
日本周辺の詳細な気象予測データ
(気圧、風、気温、湿度、降水量、日射量 等)



予報官



24時間体制で、担当区域の気象を監視・解析・予測し、天気予報や気象警報等の防災気象情報を発表

情報発表

天気予報 防災気象情報 等

天気予報 (天気・気温 等)
週間天気予報 (天気・気温 等)
異常天候早期警戒情報 (気温、降雪量)

その他防災気象情報等

10月7日11時 神奈川県週間天気予報

日付	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
神奈川県 西側天気予報	晴	晴時々曇	曇のち一時雨	雨時々曇	晴時々曇	晴時々曇	晴時々曇
降水確率(%)	0/0/1/0/0	10	60	70	10	10	10
信頼度			B	C	A	A	A
横浜 最高(℃)	25	25 (23~26)	23 (21~25)	22 (21~26)	21~26	23 (21~24)	23 (20~24)
最低(℃)	14	16 (15~19)	16 (17~21)	16 (16~20)	16 (15~18)	16 (15~18)	16 (14~18)
平年値	降水量の合計		最低気温		最高気温		
横浜	平年並 21 - 55mm		16.0℃		22.2℃		

2 数値予報について ～天気予報等の基盤～

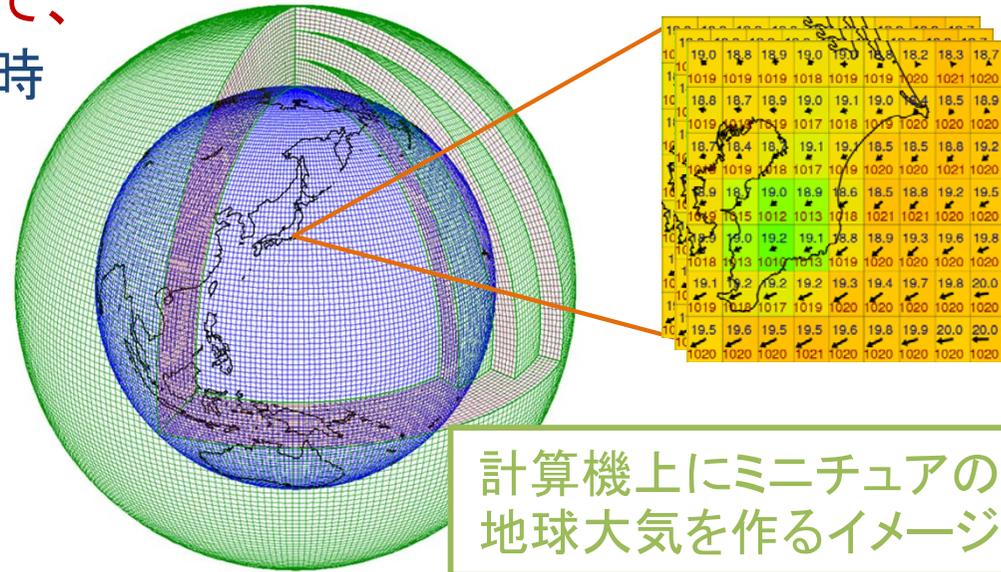
数値予報とは

- 地球大気の数値シミュレーション

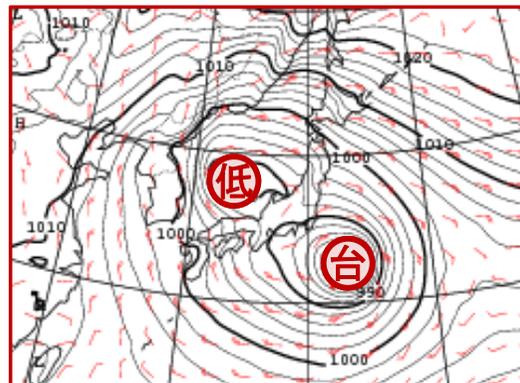
- 地球大気を細かい格子に分割し、そこにある時刻の気圧、気温、湿度、風などの気象要素の値を割り当て、
- 物理法則に基づいて、その値の時間変化を計算

- 高速な計算機(スーパーコンピュータ)が必要

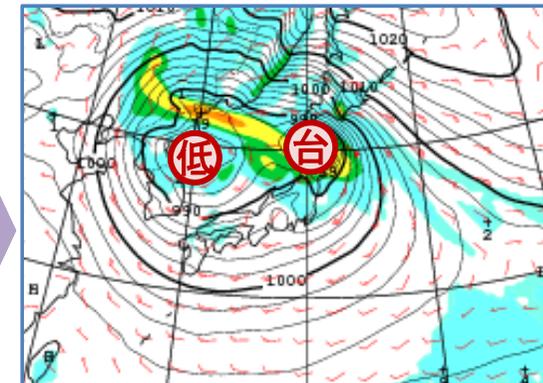
- 複雑かつ膨大な計算を決められた時間内に行う必要があるため



格子数と計算量の例
 格子数 約1億3000万
 計算量 数百兆回/24時間予報



ある時間の大気状態
 (初期値 (気圧・風))



未来 (24時間後) の大気状態
 (予報値 (気圧・風・雨))

数値予報の仕組み

様々な観測データ



気象レーダー

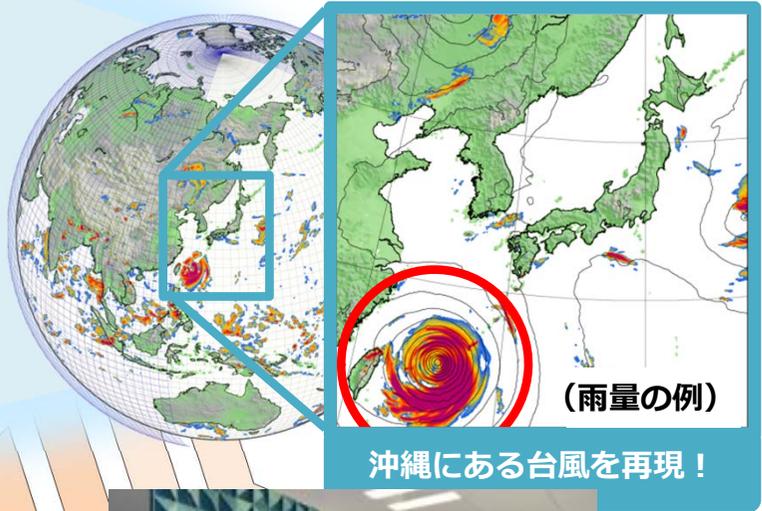


気象衛星



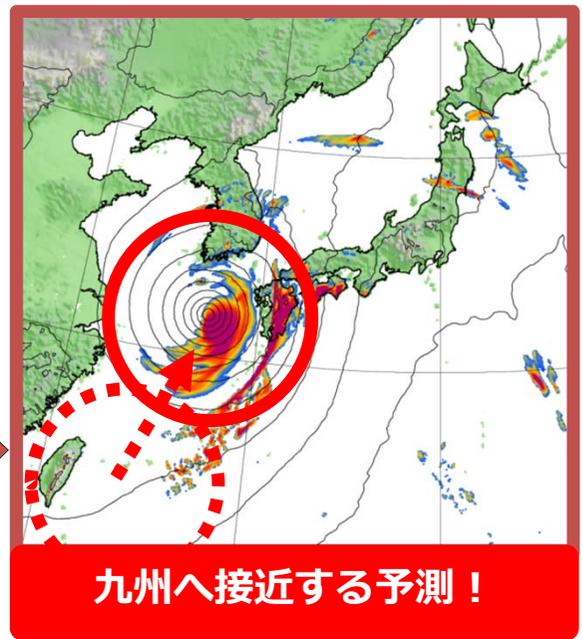
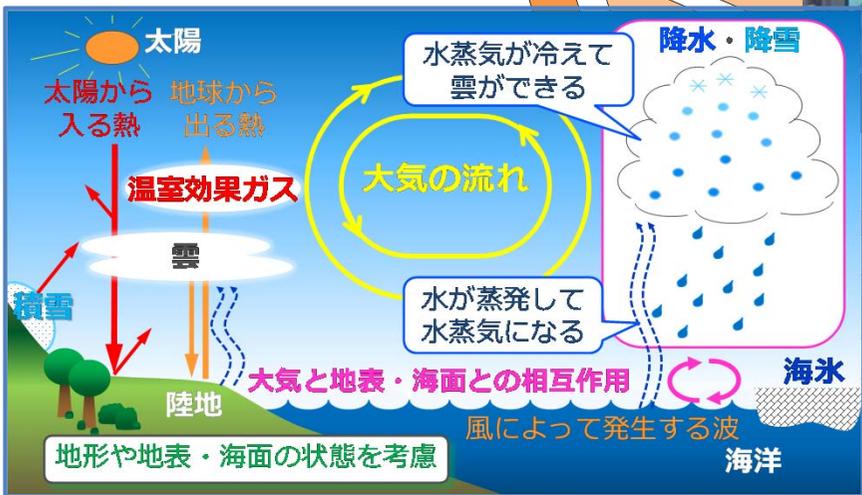
アメダス

…など



① 世界中から集めた観測データをもとに、スーパーコンピュータを用いて現在の大気状態を再現(初期値)

② 物理法則に則り、スーパーコンピュータを用いて未来の大気状態をシミュレーション

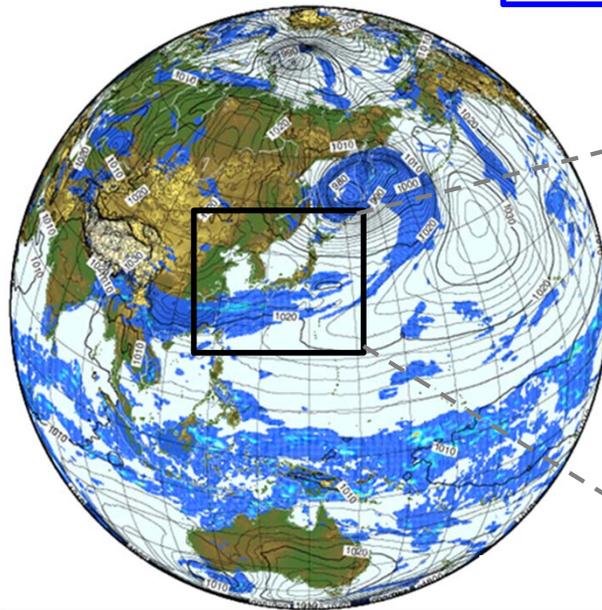


数値予報の種類 (1)

- 気象に国境は無いため、日本の気象を予測するためには、全世界の気象を予測することが必要
- 天気予報の発表作業に間に合うよう、限られた時間で計算を行うことが必要
→ **スーパーコンピュータにより、複数の数値予報の処理を実施**

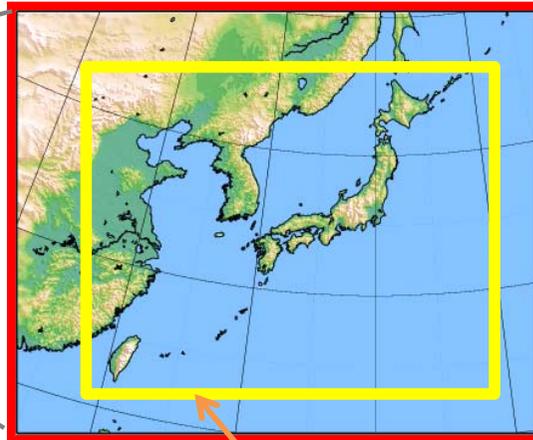
【数値予報モデル】

全球モデル



計算する主な気象要素
気圧、風、気温、湿度、降水量等

メソモデル



局地モデル

全世界の気象予測(84時間/264時間先まで)を**1日4回**実行
水平分解能 約20km

日本周辺の気象の詳細な予測(39時間先まで)を**1日8回**実行
水平分解能 5km



メソモデル地形図

日本周辺の気象の更に詳細な予測(9時間先まで)を**1日24回**実行
水平分解能 2km



局地モデル地形図

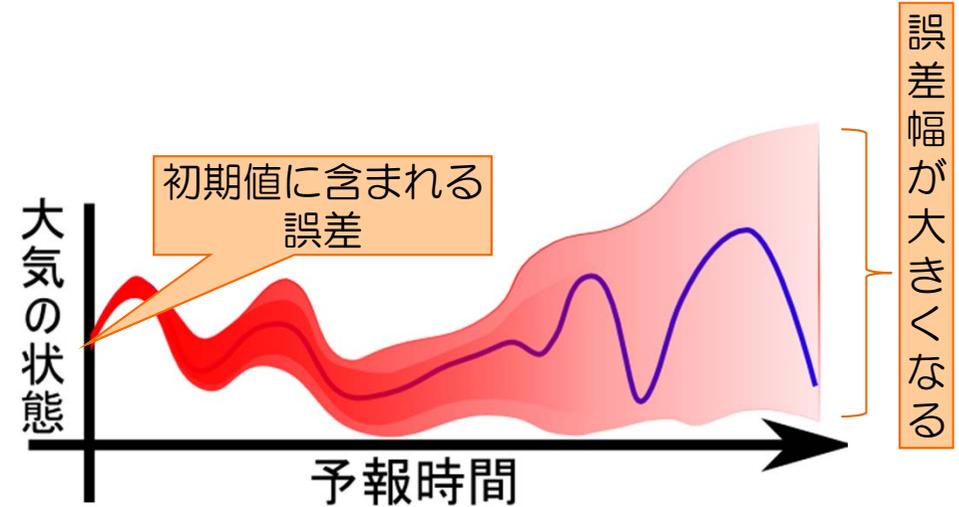
数値予報の種類 (2)

アンサンブル予報

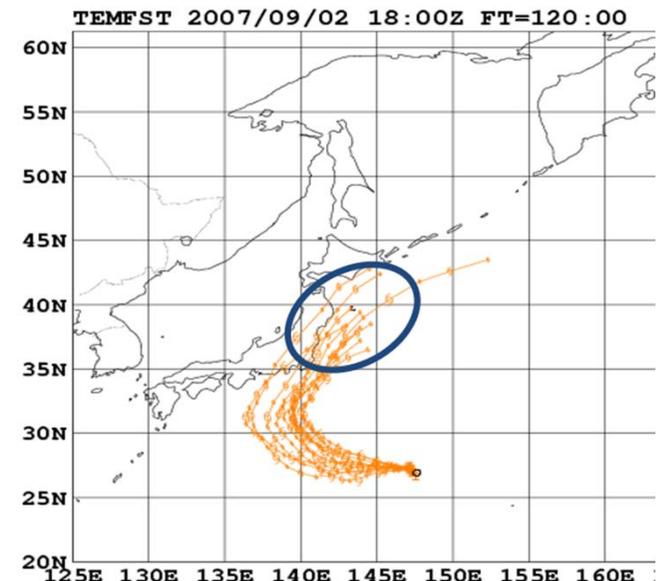
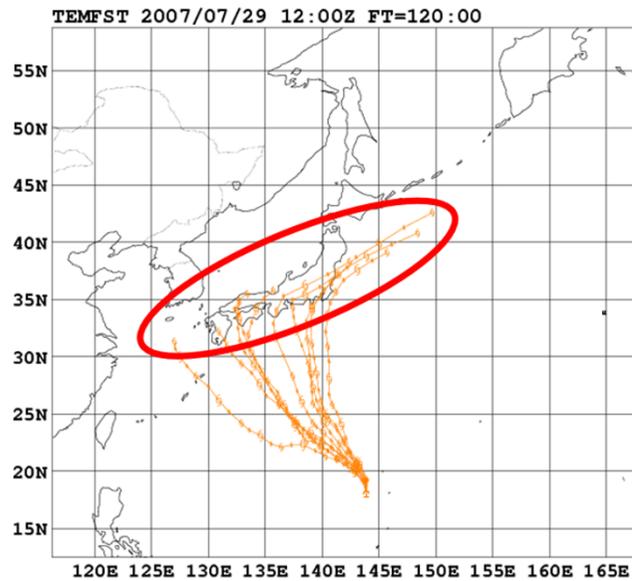
- 数値予報には原理的に**誤差**が含まれる。現在の大気状態を再現した「**初期値**」にも**誤差**が含まれている。
- この誤差はわずかでも、**予報時間が長くなる**(より先の大気状態を予測する)と**大きくなる**。



- 初期値がずれると、予測結果がどれだけばらつくか**を見ることで、予測の**信頼度**を把握できる。(右図)
- このように、**わずかに異なる初期値**を用いて複数の予測を行うことを「**アンサンブル予報**」という。



ばらつき**大**→予測信頼度 **低** ばらつき**小**→予測信頼度 **高**



台風予報や週間天気予報、異常天候早期警戒情報等の発表に活用

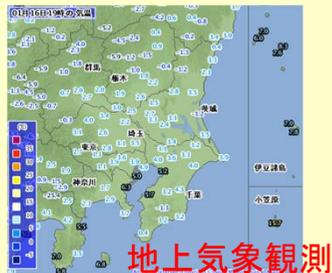
数値予報の精度向上に向けた技術開発 (1)

- 数値予報の精度を向上するためには
 - (1) 「今を知る」ための多様な観測データを適切に利用する
 - (2) 大気中の多様で複雑な現象をより正確に計算する ことが必要。

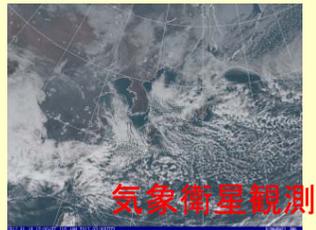
(1) 観測データ利用方法の改良

- 観測データはそれぞれ性質が異なる
 - それ自体に誤差が含まれる
- ↓
- 誤差の大きいデータを取り除いた上で、それぞれのデータの性質を踏まえて利用することが必要
 - 適切に利用しないと、数値予報の精度が低下するおそれもある

【「点」のデータ例】

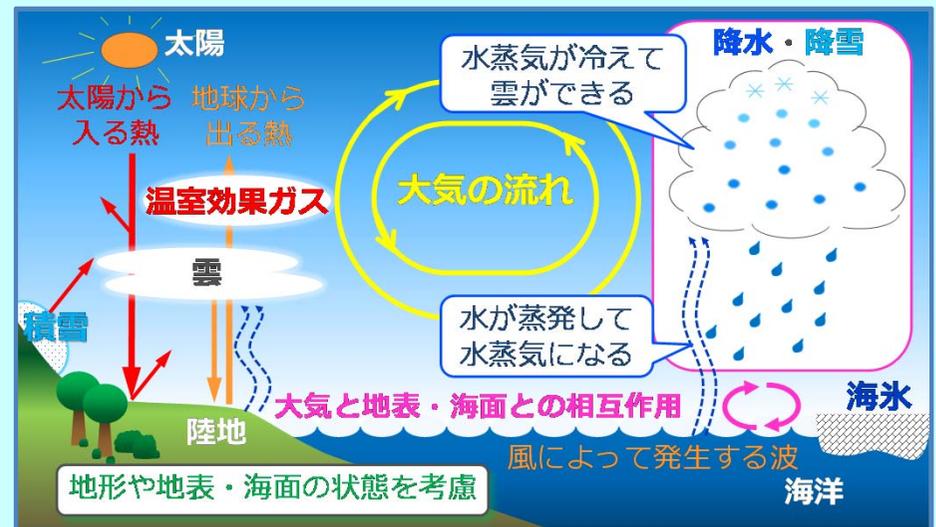


【「面」のデータ例】



(2) 多様な現象の計算手法の改良

【数値予報で計算する現象】



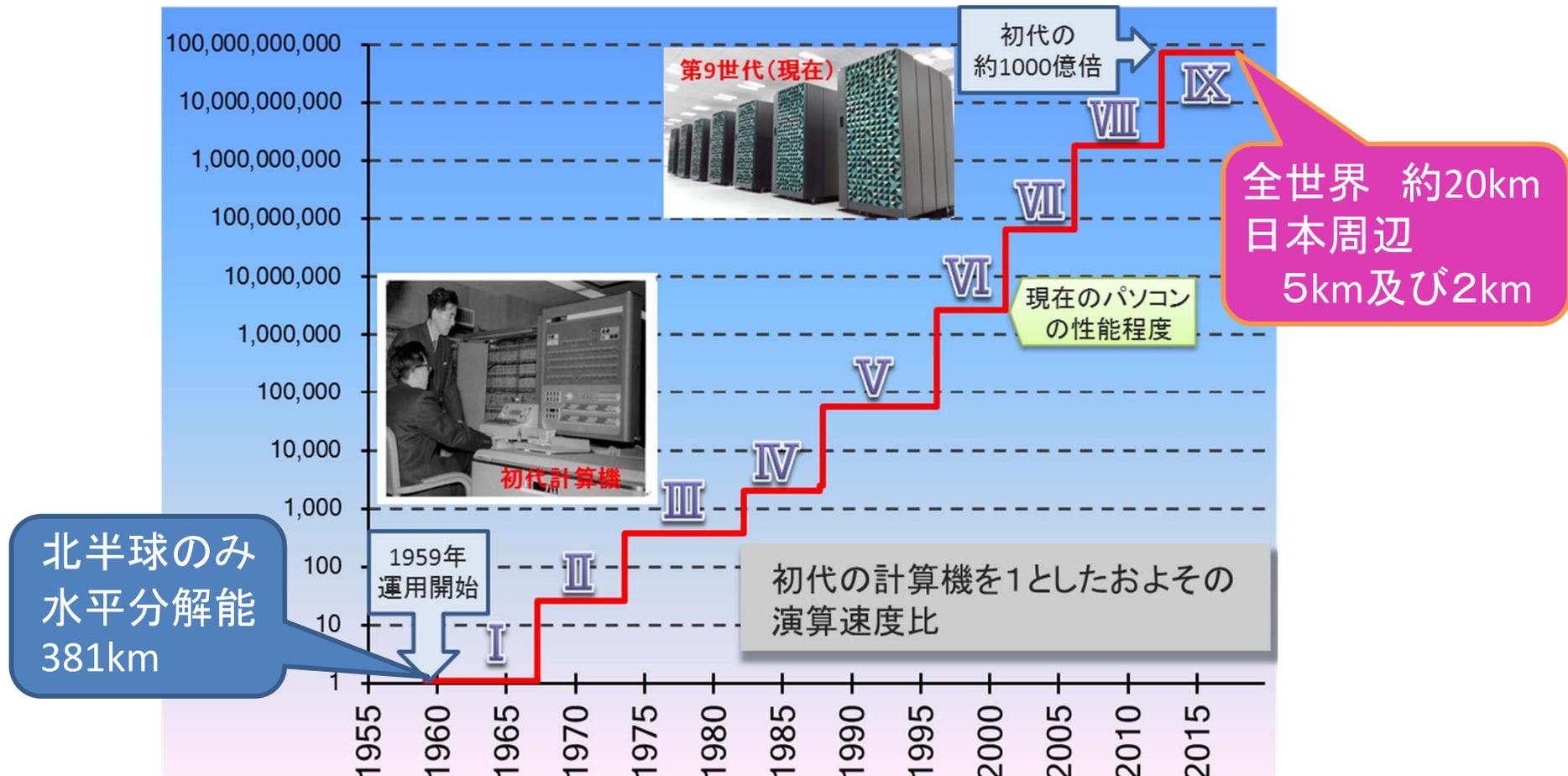
- これらの現象は相互に影響し合っている
- 一つの現象の計算を改良しても、数値予報全体の精度向上に必ずしもつながらない

日々試行錯誤しながら開発を進めている。

数値予報の精度向上に向けた技術開発（2）

- 数値予報の精度を向上するためには、よりきめ細かい（分解能が高い）計算を行うことも必要。
 → これを支えるスーパーコンピュータの維持・性能向上が不可欠

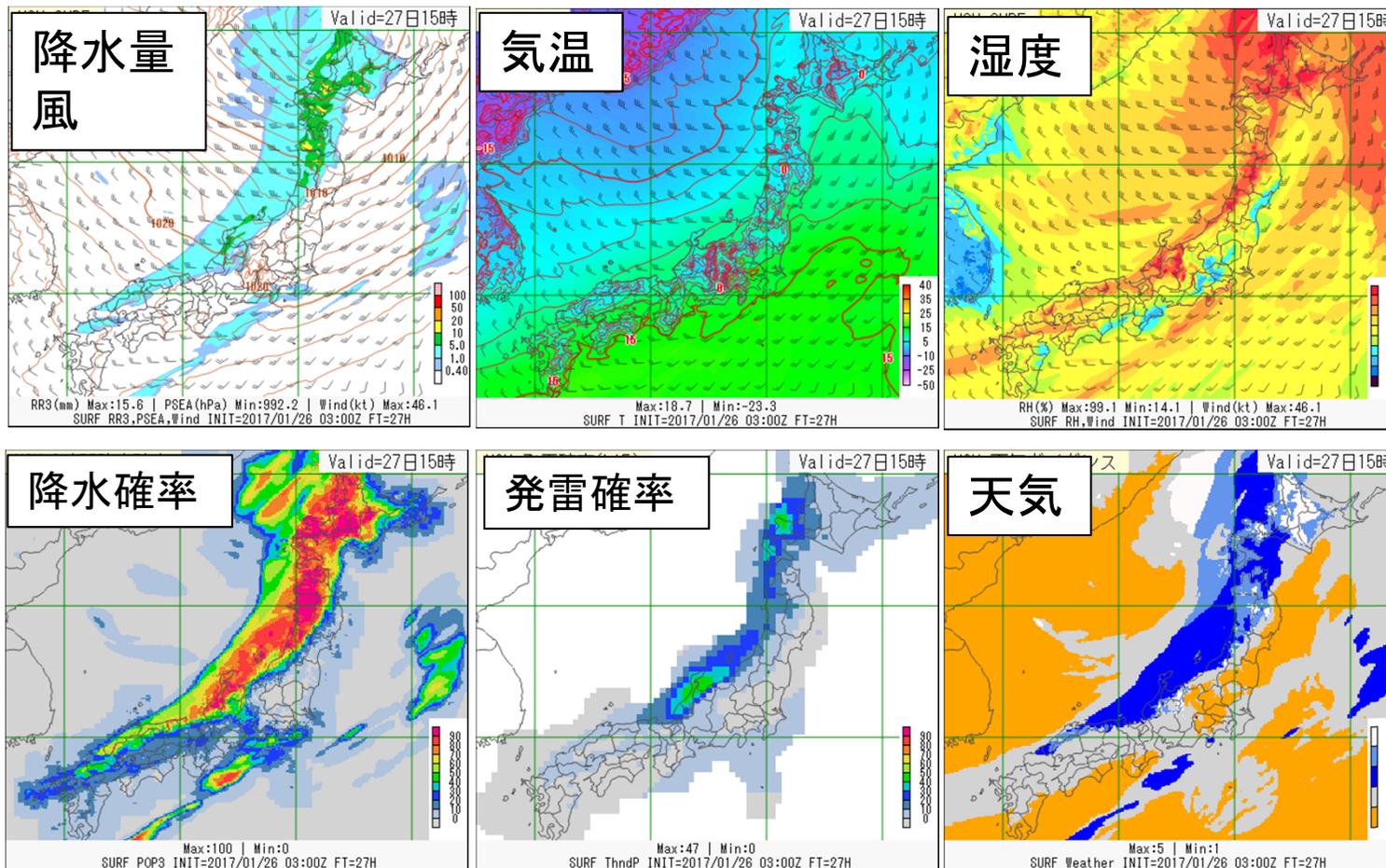
【気象庁のスーパーコンピュータの変遷】



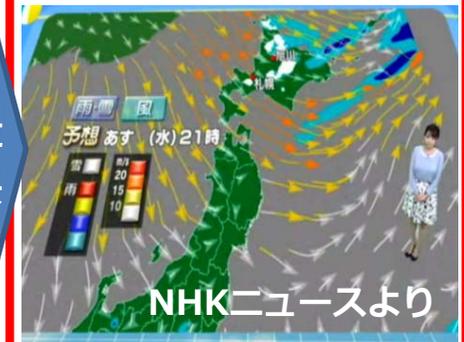
数値予報データ (例)

- 多様な気象要素をきめ細かく計算
- データは広く社会に提供され、様々な場面で利用されている

数値予報の計算結果(例)



様々な社会経済活動における利用



(例) マスメディアでの利用

提供

予業現場
(予報官)

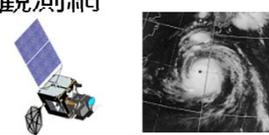


3 天気予報・週間天気予報・ 異常天候早期警戒情報について

天気予報等ができるまで

観測データ (国内外)

気象衛星観測網



高層気象観測網
ラジオゾンデ
ウィンドプロファイ
航空機



レーダー気象
観測網



地上気象観測網
各気象官署
アメダス観測



海洋気象観測網
海洋気象観測船
一般船舶



外国気象機関

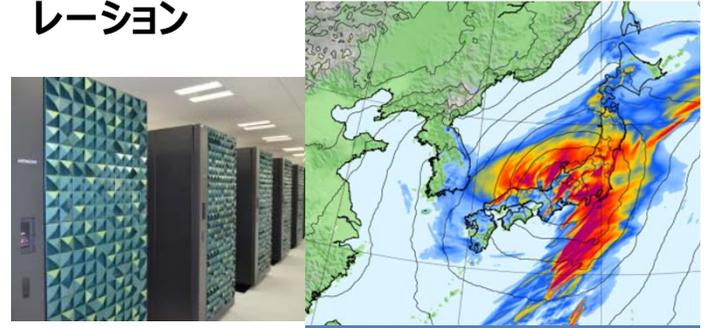


観測データ収集

解析・予測・情報作成

数値予報

スーパーコンピュータによる数値シミュレーション



(例)雨量の予測図



予報官

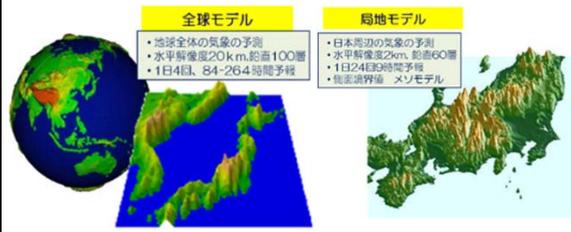


24時間体制で、担当区域の気象を監視・解析・予測し、天気予報や気象警報等の防災気象情報を発表

データ提供

数値予報データ

全世界の気象予測データ
日本周辺の詳細な気象予測データ
(気圧、風、気温、湿度、降水量、日射量 等)



情報発表

天気予報 防災気象情報 等

天気予報 (天気・気温 等)
週間天気予報 (天気・気温 等)
異常天候早期警戒情報 (気温、降雪量)

その他防災気象情報等

10月7日11時 神奈川県内の週間天気予報

日付	8日	9日	10日	11日	12日	13日	14日
神奈川県	晴	晴時々曇	曇のち一時雨	雨のち曇	晴時々曇	晴時々曇	晴時々曇
降水確率(%)	0/0/1/0/0	10	60	70	10	10	10
信頼度			B	C	A	A	A
横浜							
最高(℃)	25	25 (23~26)	23 (21~25)	22 (21~26)	21 (21~26)	23 (21~24)	23 (20~24)
最低(℃)	14	16 (15~19)	18 (17~21)	16 (16~20)	16 (15~18)	16 (15~18)	16 (14~18)
年間値	降水量の合計		最低気温		最高気温		
横浜	平年並 21 - 55mm		16.0℃		22.2℃		

天気予報の内容

- 内容 : 風、天気、波の高さ、降水確率、最高・最低気温
- 予報期間: 発表当日、明日、明後日
- 対象地域: 都府県を1～4つに分けた地域(※)
(北海道は16の地域、沖縄県は7つの地域)
- 発表時刻: 毎日5時、11時、17時

<天気予報(例)>

23日11時気象庁予報部発表の天気予報(今日23日から明後日25日まで)

東京地方		地域時系列予報へ		降水確率		気温予報	
今日23日 	南の風 23区西部では 南の風 やや強く くもり 時々 雨 波 1.5メートル 後 1 メートル	00-06 06-12 12-18 18-24	—% —% 40% 50%	東京	日中の最高 30度		
明日24日 	南の風 23区西部では 南の風 やや強く くもり 昼前まで 時々 晴れ 所 により 昼過ぎ から 雨 波 1メートル 後 1.5 メートル	00-06 06-12 12-18 18-24	20% 10% 20% 30%	東京	朝の最低 日中の最高 26度 33度		
明後日25日 	南の風 やや強く くもり 時々 晴れ 波 1メートル	週間天気予報へ					

※ 東京都については、

- ・ 東京地方
- ・ 伊豆諸島北部
- ・ 伊豆諸島南部
- ・ 小笠原諸島

に分けて発表

天気予報の精度

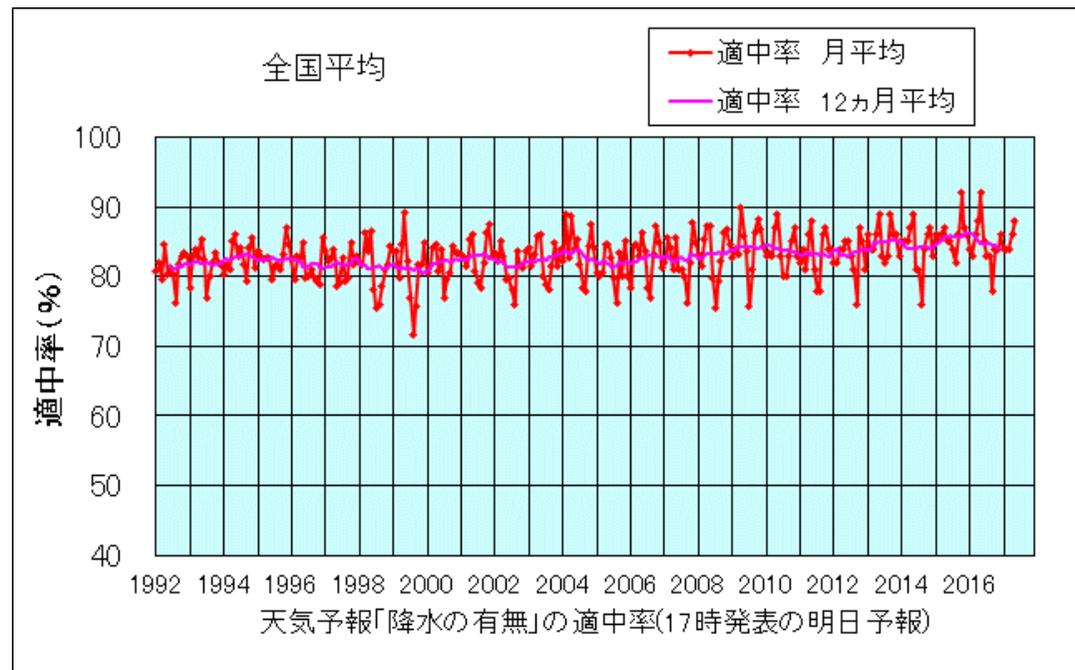
【天気(降水の有無)の精度】

- 「降水あり」と予報して実際に降水があった回数と、「降水なし」と予報して実際に降水がなかった回数の合計が、全体の予報回数に占める割合を「降水の有無の適中率」として検証
- 各月の適中率は天候の状況によって変動しているが、過去と比べて適中率は着実に向上

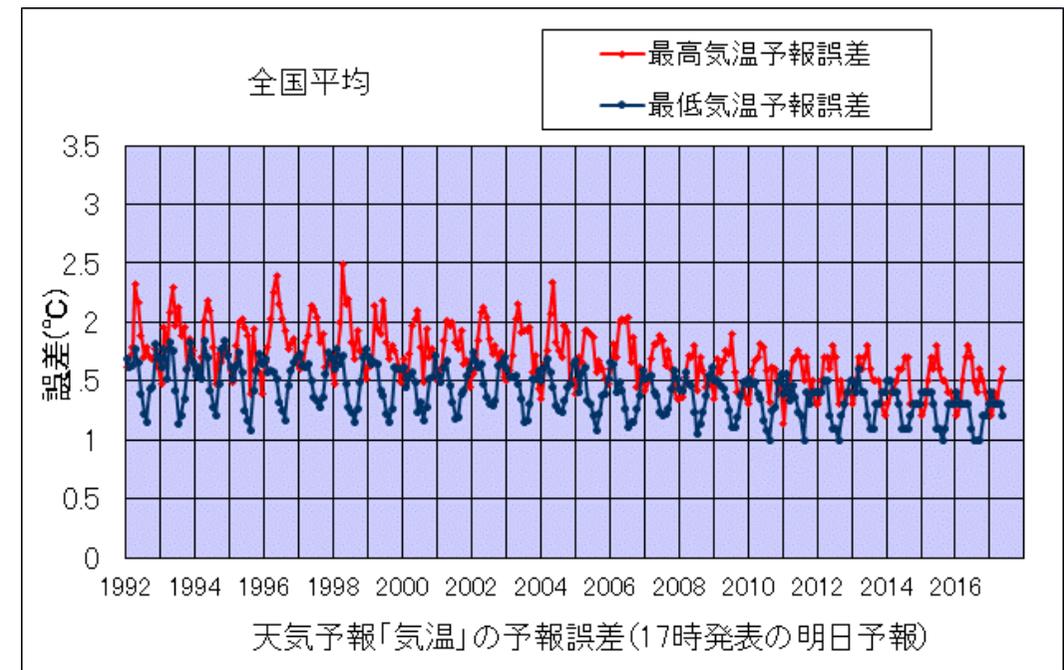
【気温の精度】

- 予報した最高・最低気温と実際に観測された気温を比較して、その誤差を検証
- 各月の誤差は天候の状況によって変動しているが、過去と比べて誤差は着実に減少

<降水の有無の適中率(全国平均)>



<最高・最低気温の予報誤差(全国平均)>



※ 5時発表の天気予報の今日・明日予報及び17時発表の天気予報の今夜・明日・明後日予報を対象に検証

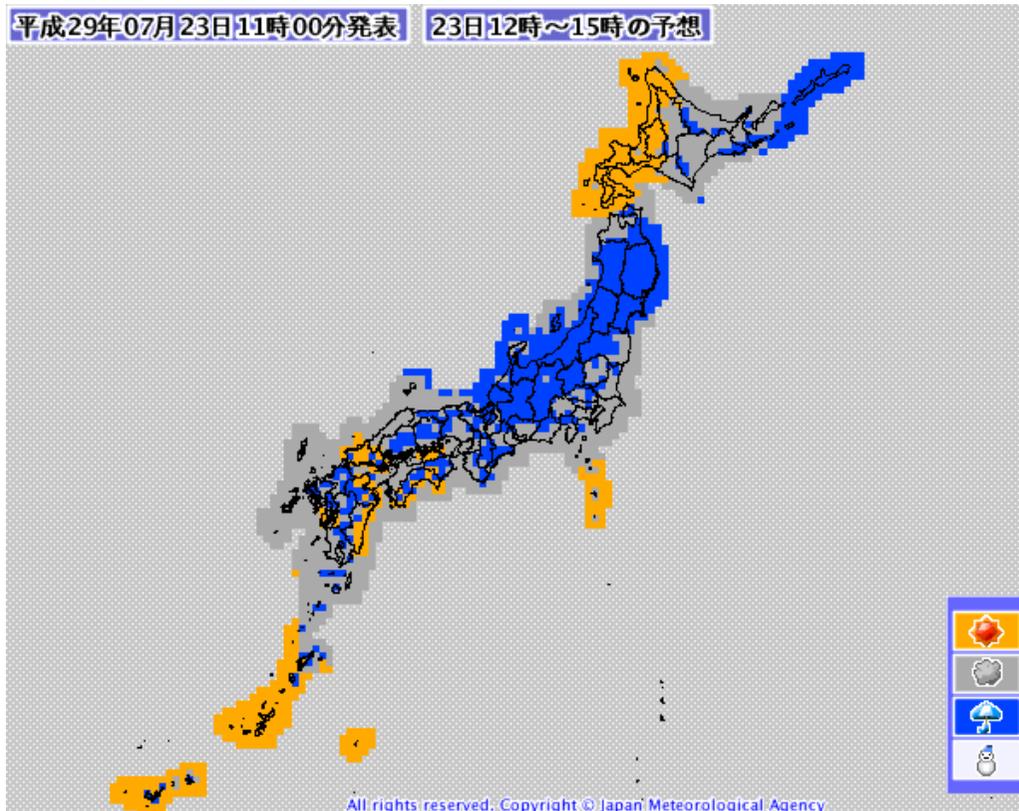
※ 5時発表の天気予報の今日の最高気温予報及び17時発表の天気予報の明日の最高・最低気温予報を対象に検証

天気予報の種類 ～天気分布予報～

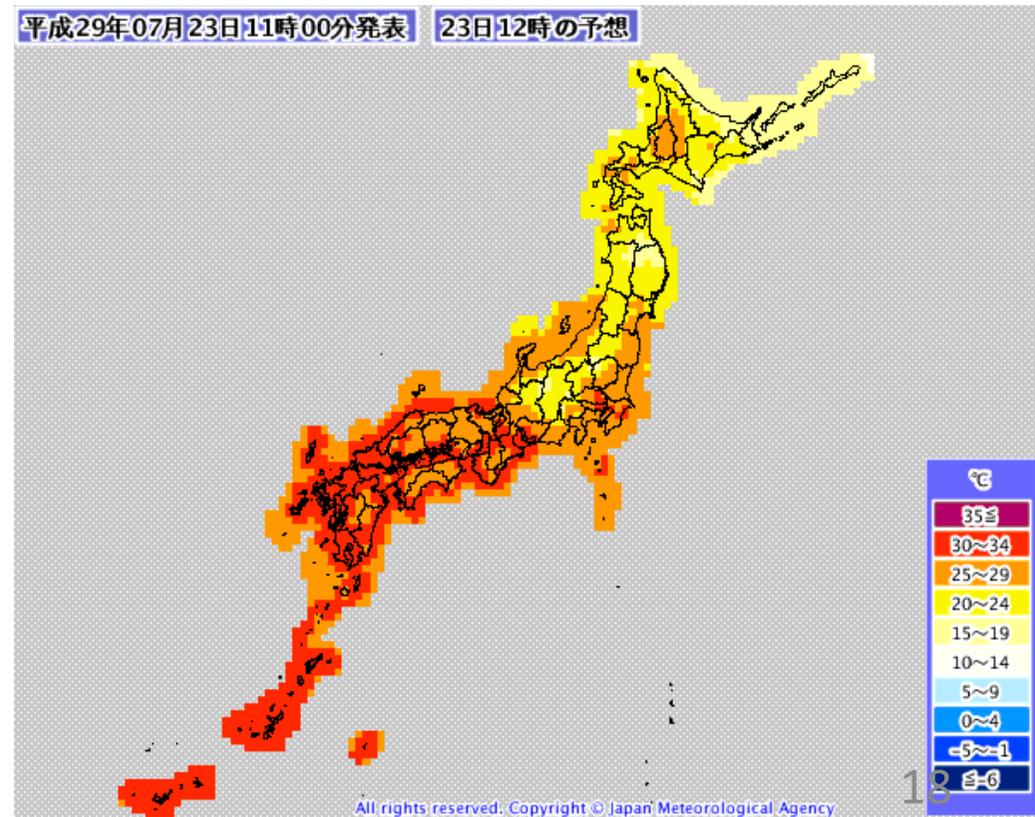
【天気分布予報】

- 内容 : 3時間ごとの天気、降水量、気温
6時間ごとの降雪量(12～3月のみ)
- 予報期間: 発表時刻の1時間後から24時間先まで(17時発表では30時間先まで)
- 対象地域: 全国を20km四方に分けて発表
- 発表時刻: 毎日5時、11時、17時

<天気の分布予報(例)>



<気温の分布予報(例)>



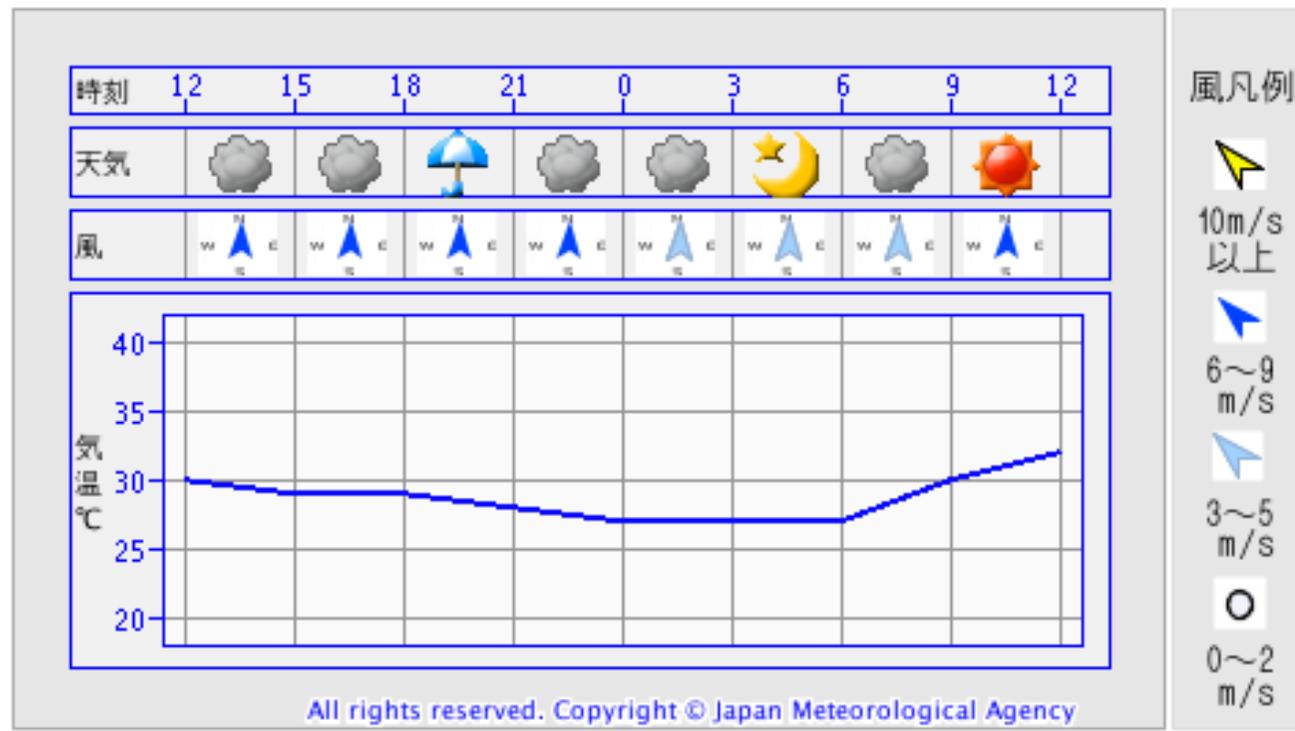
天気予報の種類 ～地域時系列予報～

【地域時系列予報】

- 内容 : 3時間ごとの天気、風向・風速、気温
- 予報期間: 発表時刻の1時間後から24時間先まで(17時発表では30時間先まで)
- 対象地域: 天気予報と同じ
- 発表時刻: 毎日5時、11時、17時

<地域時系列予報(例)>

東京地方
【気温:東京】



週間天気予報の内容

- 内容 : 天気、降水確率、最高・最低気温、予報の信頼度
- 予報期間: 発表日翌日から7日先まで
- 対象地域: 原則として都府県単位
(北海道は7つの地域、沖縄県は4つの地域)
- 発表時刻: 毎日11時、17時

<週間天気予報(例)>

7月23日11時 東京都の週間天気予報

日付	24 月	25 火	26 水	27 木	28 金	29 土	30 日	
東京地方 府県天気予報へ	曇時々晴 	曇時々晴 	曇時々晴 	曇時々晴 	曇時々晴 	曇時々晴 	曇時々晴 	
降水確率(%)	20/10/20/30	30	40	30	30	30	30	
信頼度	/	/	C	C	A	B	B	
東京	最高(°C)	33	34 (32~35)	33 (31~35)	31 (28~33)	32 (30~34)	32 (30~34)	32 (29~35)
	最低(°C)	26	27 (25~28)	26 (24~27)	26 (23~27)	25 (22~26)	25 (23~26)	25 (22~27)

※ 最低気温・最高気温の欄の括弧内は気温の予測範囲を示す。
実況の気温がこの範囲に入る確率はおおよそ80%。

【予報の信頼度】

信頼度	内容
A	確度が高い予報 <ul style="list-style-type: none"> ● 適中率が明日予報並みに高い ● 降水の有無の予報が翌日に日変わりする可能性がほとんどない
B	確度がやや高い予報 <ul style="list-style-type: none"> ● 適中率が4日先の予報と同程度 ● 降水の有無の予報が翌日に日変わりする可能性が低い
C	確度がやや低い予報 <ul style="list-style-type: none"> ● 適中率が信頼度Bよりも低いもしくは ● 降水の有無の予報が翌日に日変わりする可能性が信頼度Bよりも高い

週間天気予報の精度

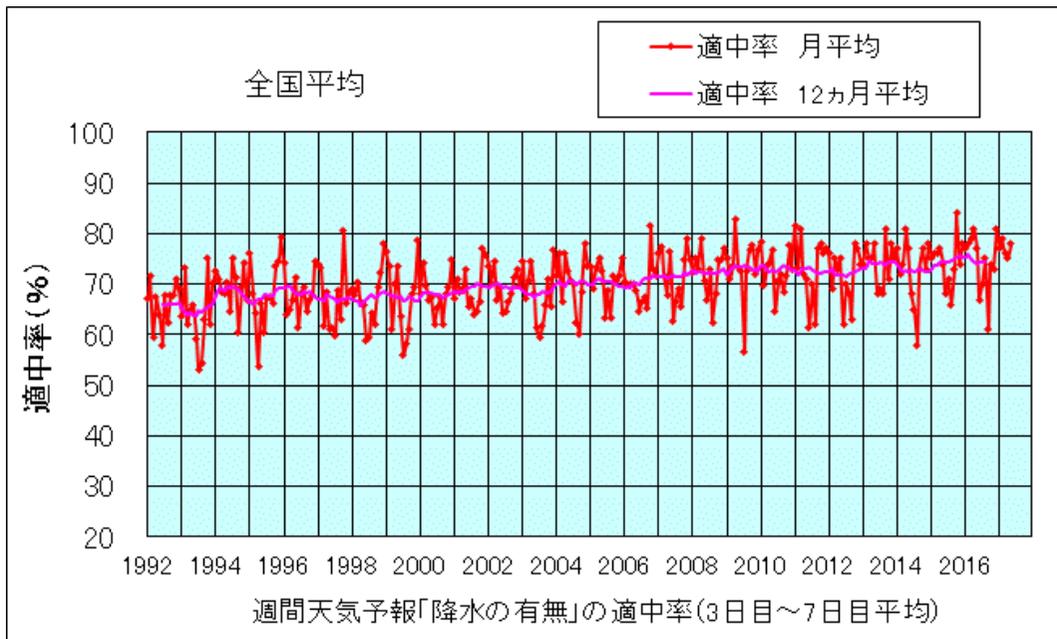
【天気(降水の有無)の精度】

- 「降水あり」と予報して実際に降水があった回数と、「降水なし」と予報して実際に降水がなかった回数の合計が、全体の予報回数に占める割合を「降水の有無の適中率」として検証
- 各月の適中率は天候の状況によって変動しているが、過去と比べて適中率は着実に向上

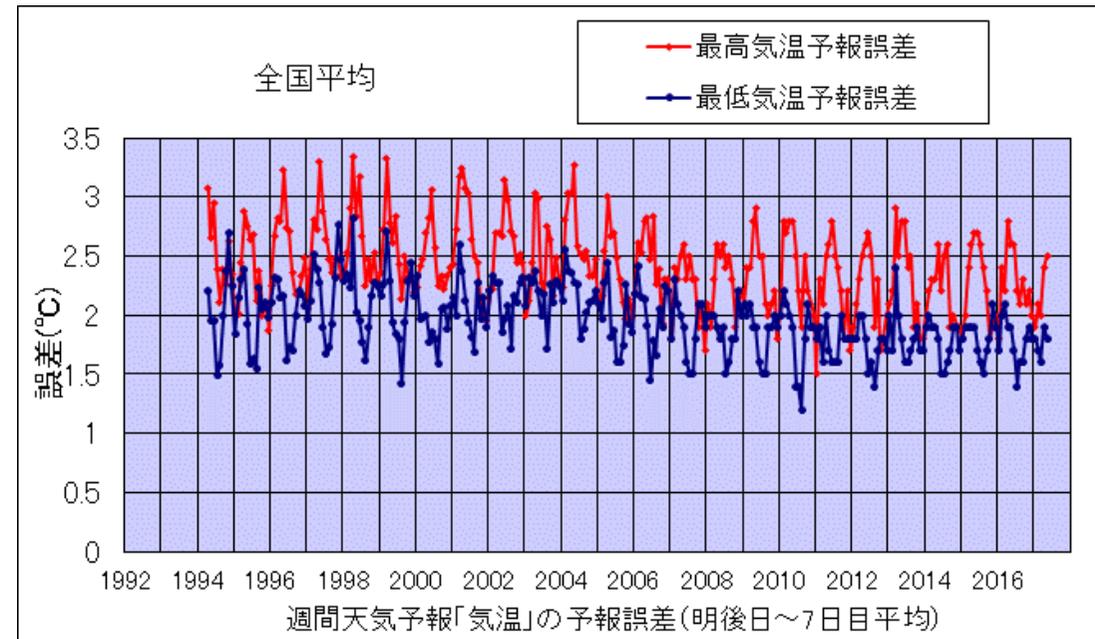
【気温の精度】

- 予報した最高・最低気温と実際に観測された気温を比較して、その誤差を検証
- 各月の誤差は天候の状況によって変動しているが、過去と比べて誤差は着実に減少

<降水の有無の適中率(全国平均)>



<最高・最低気温の予報誤差(全国平均)>



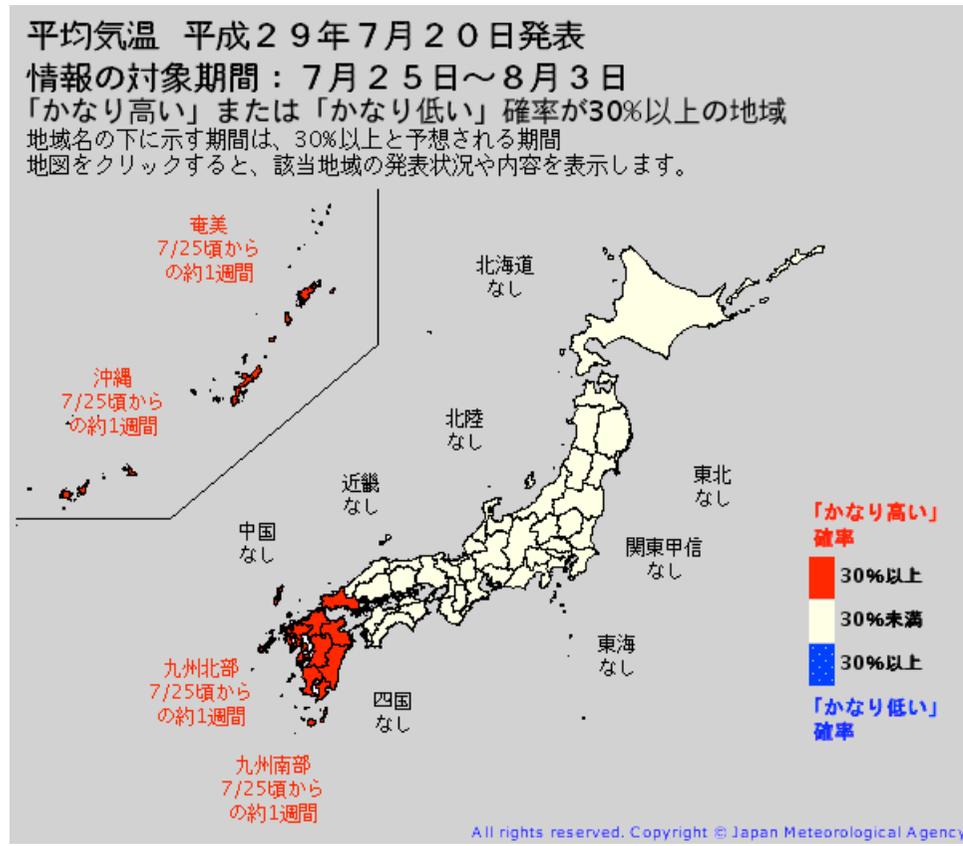
※ 11時発表の週間天気予報における3日先から7日先までの予報を対象に検証

※ 11時発表の週間天気予報における明後日から7日先までの最高・最低気温予報を対象に検証

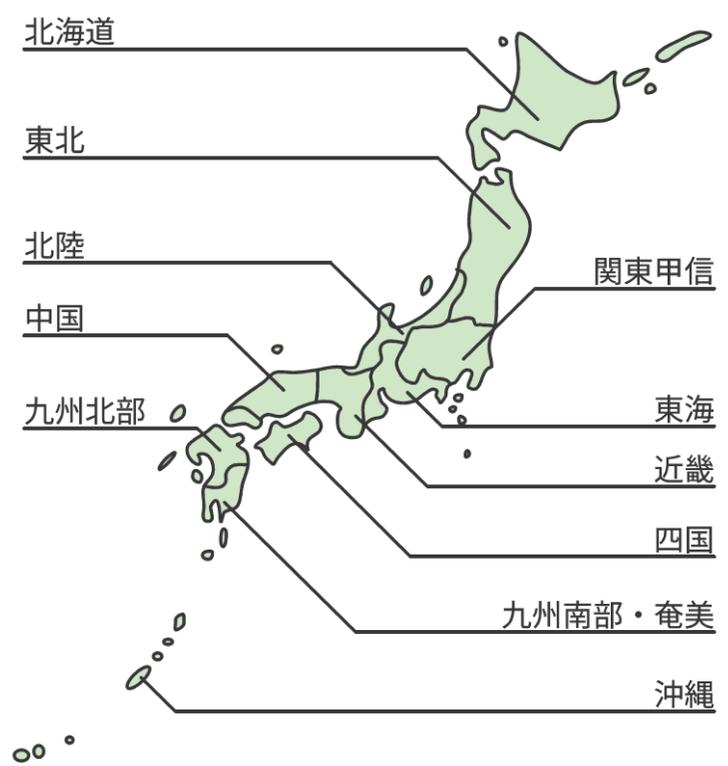
異常天候早期警戒情報の内容

- 内容 : 7日間平均気温が「かなり高い」または「かなり低い」、日本海側における7日間降雪量が「かなり多い」となる天候の可能性
→ 2週目における顕著な高温・低温及び降雪のシグナルを捉える
- 予報期間: 5日先～14日先まで
- 対象地域: 以下図を参照
- 発表時刻: 原則として毎週月・木曜日

<異常天候早期警戒情報(図)(例)>



<異常天候早期警戒情報の対象地域>



異常天候早期警戒情報の精度

気温に関する異常天候早期警戒情報の精度(2009~2016年)

- **かなり高い** の情報は、
 - 発表ありの**適中率** (現象あり/発表あり) : **約62%**
 - 現象の**捕捉率** (発表あり/現象あり) : **約46%**
- **かなり低い** の情報は、
 - 発表ありの**適中率** (現象あり/発表あり) : **約47%**
 - 現象の**捕捉率** (発表あり/現象あり) : **約35%**

7日間平均気温が「かなり高い」の精度検証結果

	現象あり	現象なし	総数
発表あり	1111	668	1779
発表なし	1306	6923	8229
総数	2417	7591	10008

7日間平均気温が「かなり低い」の精度検証結果

	現象あり	現象なし	総数
発表あり	329	364	693
発表なし	623	8692	9315
総数	952	9056	10008

左表：7日間平均の地域平均気温が「かなり高い」となった場合、現象ありとカウントする。

右表：7日間平均の地域平均気温が「かなり低い」となった場合、現象ありとカウントする。

データ期間は2009年1月~2016年12月、全国の12地域（各地方予報区、ただし九州南部・奄美地方については、九州南部と奄美地方に細分）で集計。

異常天候早期警戒情報の元データ（確率予測資料）

- 異常天候早期警戒情報の元データである確率予測資料を気象庁HPに掲載
→ 確率情報を基にした応用利用が可能

利用例：平均気温25℃を超える確率予測

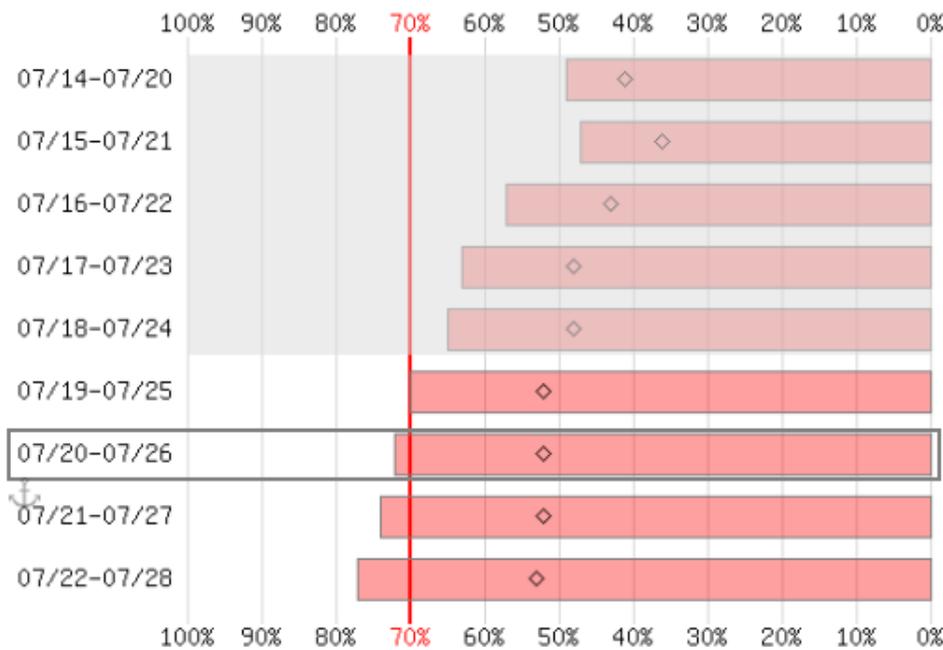
目的にあった
気温や確率に
カスタマイズできる!!

確率予測資料(異常天候早期警戒情報): 横浜

地域 地点 都道府県から選ぶ 初期値

注目する気温: 以下/超過: 注目する確率:

7日間平均気温の累積確率・確率密度分布図: 横浜 (図の見方)



25℃を超過する確率とモデル予測値(※)

平均期間	確率	モデル予測値
7/19~7/25	70%	25.8℃
7/20~7/26	72%	25.9℃
7/21~7/27	74%	26.0℃
7/22~7/28	77%	26.1℃

※モデルの予測値は、もっとも出現する可能性が高いと予測される値(アンサンブル平均による値)

(参考)当期間の平年値を超過する確率

平均期間	確率	平年値
7/19~7/25	52%	25.7℃
7/20~7/26	52%	25.8℃
7/21~7/27	52%	25.9℃
7/22~7/28	53%	26.0℃

※◇は平年の気温以下または超過する確率を意味します。
※バーは25℃を超過する確率を表します。

4 おわりに

- 気象は様々な産業に影響を及ぼす。
- 天気予報・週間天気予報・異常天候早期警戒情報は、その特性を踏まえて活用することで、多様な場面で気象リスクの回避・生産性の向上に資する情報となり得ると考えられる。
- これら予報の基盤となる数値予報データも、様々な応用の可能性がある。

<各予報の対象期間>

	発表日	明日	明後日			5日先		7日先							14日先
天気予報				← 日ごとの予報											
週間天気予報									← 日ごとの予報						
異常天候早期警戒情報		7日間平均でみた 顕著現象の予報 →													