



羽田空港

WEATHER TOPICS



定期号

通巻 第 26 号

2012 年 (平成 24 年)

11 月 30 日

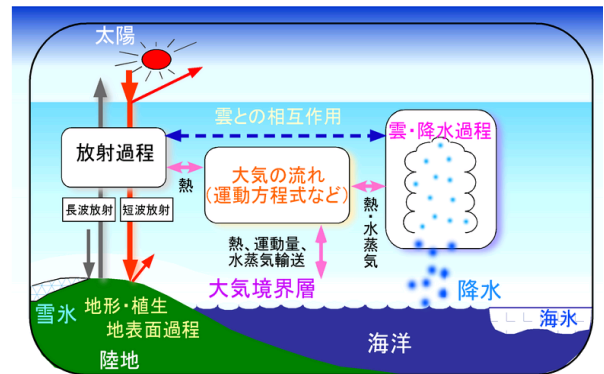
発行

東京航空地方気象台

数値予報

1. 数値予報とは

風はニュートンの運動方程式に従って吹いています。大気の大気熱エネルギーや水蒸気は風によって運ばれます。また、水蒸気が凝結して水滴になったり、太陽からの光が熱に変わる現象などは、すべて数式で表すことができます。それらを組み合わせることにより将来の大気の状態を計算で求めることが可能です。このような計算による気象予測のことを数値シミュレーション (数値予報) と呼んでいます。



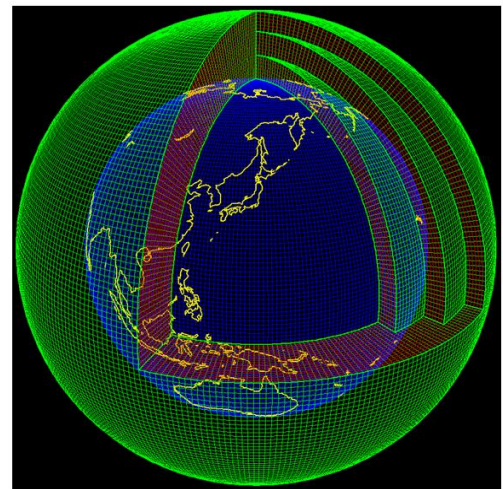
第1図 数値予報の概念図

2. 数値予報の概念

大気の状態を網目状の格子点に分割し、すべての格子点に風、気温、気圧などの初期条件を与え、物理学の方程式により計算して将来の大気の状態を予測します。地球全体を対象とする数値予報では、膨大な計算を必要とするため、計算能力の高いコンピュータが必要となります。

第2図は全球数値予報で用いている格子点の模式図です。

気象庁は昭和34年にわが国の官公庁として初めて科学計算用の大型コンピュータを導入し、数値予報業務を開始しました。その後、数値予報モデルの進歩とコンピュータ技術革新によって、今日では、数値予報は予報業務の根幹となっています。



第2図 格子点の模式図

3. 数値予報の手順

(1) 品質管理

将来の大気の状態を予想するためには現在の大気の状態を正確に把握することが必要です。世界中の気象機関が行う地上観測や高層観測、航空機や船舶などの観測、衛星を利用したリモートセンシングによる観測など、たくさんの観測データを集め、そのデータが正しい観測値かどうか検査します。

(2) 客観解析

様々な場所・時間で観測された観測値と、直前に行った予報結果を、数値予報で利用し

やすいように格子点上に規則正しく並べて、「初期値」を作成し予報モデルに与えます。

(3) 数値予報

大気現象の計算を行うためのプログラムを「数値予報モデル」といいます。客観解析で作成された「初期値」をもとに、地球の大気現象を支配する物理法則をできるだけ忠実に計算することにより、将来の大気の状態を求めます。

数値予報モデルには、太陽や地球からの放射、地形、陸面の状態など大気運動に影響する物理効果が考慮されています。

4. 静力学モデルと非静力学モデル

静力学モデルとは、温帯低気圧や移動性高気圧など大規模なスケールの現象を予報対象としたモデルです。静力学モデルでは、水平方向の代表的スケール（1000km のオーダー）に対して鉛直方向のスケールが（10km のオーダー）と非常に小さいため、鉛直方向の加速度（積乱雲中の上昇気流など）を計算に加えず、重力加速度で近似しています。しかし、モデルの格子間隔が 10km 以下と小さくなると積乱雲などの小さな現象が無視できなくなるため、鉛直方向の加速度を直接扱うことのできる、非静力学モデルが導入されました。

5. 予報モデルの特徴

気象庁では、予報する目的に応じて幾つかの数値予報モデルを運用しています。

第 1 表 航空気象予報で利用する主な数値予報モデルの種類

予報モデルの種類	主な利用目的	解像度	予報期間	モデル
局地 (LFM)	航空気象情報、防災気象情報	2km	9 時間	非静力学
メソ (MSM)	防災気象情報	5km	33 時間	非静力学
全球 (GSM)	分布予報、時系列予報、府県予報 台風予報、週間予報	20km	9 日間	静力学
台風アンサンブル予報	台風予報	60km	5 日間	静力学

(1) 全球モデル (GSM : Global Spectral Model 静力学モデル)

地球全体を予報領域とした数値予報モデルで、水平解像度 20km、鉛直 60 層の格子点に分割し、格子点毎に 216 時間（9 日先）までの大気の状態を計算します。短期予報、週間天気予報、台風予報などに利用されています。

(2) メソモデル (MSM : Meso-Scale Model 非静力学モデル)

防災気象情報、飛行場予報を支援する目的に開発された数値予報モデルで、水平解像度 5km、鉛直 50 層の格子点に分割したモデルです。GSM に比べ格子点が 16 倍になり、膨大な計算量が必要となるため予報範囲を日本領域に限定して計算を行います。

メソスケールの現象を精度よく予測し、ある程度の水平スケールをもつ大雨を表現できるなど、全球モデルにはない特徴を持っています。

(3) 台風アンサンブル予報

台風進路予報を支援するための数値予報モデルです。

アンサンブル予報とは、少しずつ異なった初期値により計算した複数の予報結果（アンサンブルメンバー）を平均して予報を行うもので、それぞれの予報誤差を軽減することができます。アンサンブルメンバー間のばらつきが小さいほど、平均した予報結果の精度が高いといえます。

(4) 局地モデル (LFM : Local Forecast Model 非静力学モデル)

新たに開発された数値予報モデル LFM は、水平解像度を 2km に上げ、飛行場予報等の高度化を目的としたモデルです。メソモデル (MSM : 水平解像度 5km) よりも高い水平解像度を持つことで、詳細な地形を表現できるようになり、さらにこれまでの数値予報で

は用いられなかったアメダスによる地上気温と風のデータを利用することによって、雷や短時間に強い雨をもたらすような積乱雲等、MSM の解像度では表現できなかった局地的な気象現象を予測に反映できるようになりました。

LFM で作成したプロダクト(次項参照)を平成 24 年 8 月 30 日から航空気象情報提供システム (MetAir) で配信を開始しました。

6. 局地モデルの図情報の例

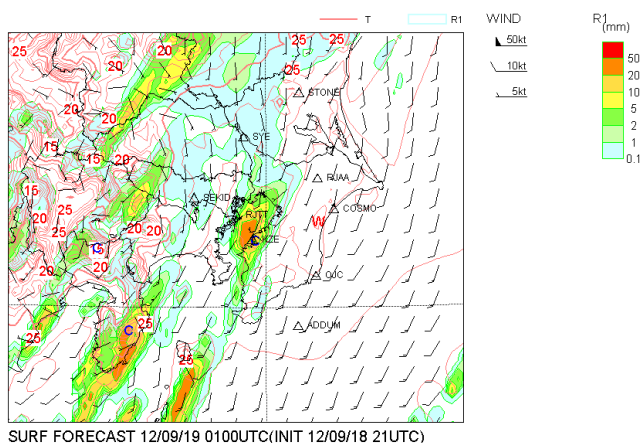
(1) 羽田空港を中心とした関東地方の 300km 四方(第 3 図)と約 50km 四方の 2 領域について、それぞれ地上から 2,000ft 毎に 20,000ft までの高度に対応する 11 フライトレベルにおいて、地上では気温・水平風・前 1 時間降水量、上空では気温・水平風・湿数を描画しています。

(2) 第 4 図は鉛直断面図です。それぞれの領域内で、羽田空港を中心として滑走路に平行な直線 A、B の断面図を描画します。

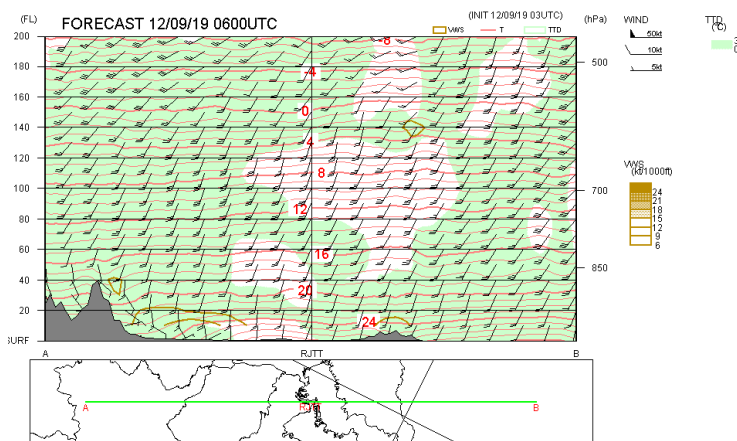
要素は、気温・水平風・湿数に加え、航空機運航の支障となる晴天乱気流の主要因の一つである鉛直シアーの大きい領域も表示します。

(3) 第 5 図は羽田空港の地上から 20,000ft までの 6 フライトレベルにおける水平風・気温・露点温度の地点時系列を表示します。

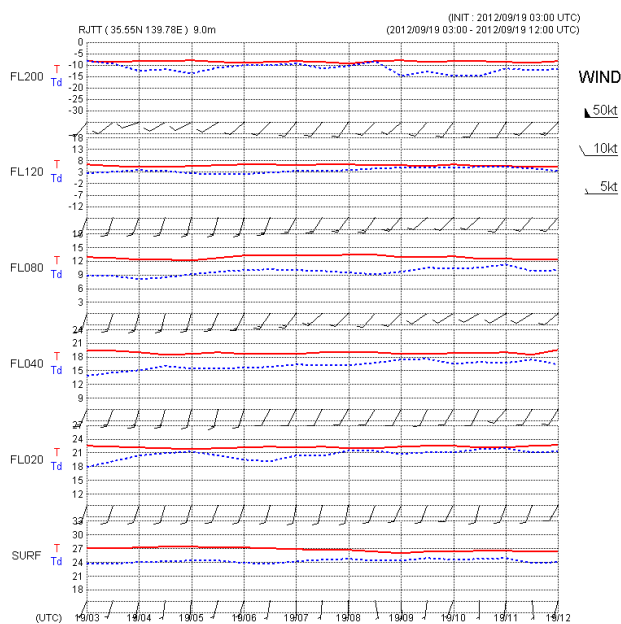
これらの図情報は、3 時間後から 9 時間後までの予想で、3 時間毎に作成されます。



第 3 図 LFM (予想平面図)



第 4 図 LFM (予想断面図)



第 5 図 LFM (時系列予想図)

(東京航空地方気象台予報課)

発行 東京航空地方気象台
〒144-0041
東京都大田区
羽田空港 3-3-1

航空気象観測月表

官署名 東京航空地方気象台

地点略号 RJTT

2012 年 10 月

日/要素	平均気圧		気温			相対湿度		最大風速		最大瞬間風速		降水量			降雪の深さの合計 cm	積雪の深さ 09h cm	大気現象	
	飛行場 現地 ×0.1hPa	海面 ×0.1hPa	平均 ×0.1℃	最高 ×0.1℃	最低 ×0.1℃	平均 %	最小 %	風向 36 方位	風速 kt	風向 36 方位	風速 kt	合計 ×0.1mm	最大 1時間 ×0.1mm	最大 10分間 ×0.1mm				
1	10051	10062	264	300	241	65	52	200	33	210	47	-	-	-			☁	
2	10109	10120	230	250	212	80	72	50	17	60	19	0	0	0			☁	
3	10073	10084	206	220	188	84	75	20	22	10	29	90	40	10			☁☁☁	
4	10013	10024	220	257	186	75	54	350	24	340	32	185	145	90			☁☁☁☁	
5	10131	10141	228	263	200	81	59	100	18	110	21	0	0	0			☁☁☁	
6	10157	10168	230	257	210	84	69	140	13	140	16	0	5	0			☁☁☁	
7	10149	10160	189	219	173	80	65	350	22	360	27	120	50	25			☁●☁☁	
8	10184	10195	195	216	178	68	54	60	19	60	23	-	-	-				
9	10159	10171	190	219	168	67	60	50	21	50	25	-	-	-				
10	10152	10164	190	217	164	68	53	10	17	360	23	5	5	5			●☁☁	
11	10092	10103	202	233	174	77	59	70	17	330	21	0	0	0			●	
12	10105	10116	204	231	174	58	40	20	24	20	27	0	0	0			☁	
13	10143	10154	204	246	168	42	29	340	17	350	22	-	-	-				
14	10170	10181	178	193	162	69	48	360	14	350	18	75	75	45			●☁☁	
15	10161	10172	201	230	167	70	56	70	16	60	18	0	0	0			●	
16	10216	10228	184	207	151	60	44	60	14	60	17	-	-	-				
17	10135	10146	174	208	151	76	54	330	12	320	15	260	145	50			●☁☁	
18	10076	10087	181	203	145	86	80	20	23	50	27	190	65	15			☁●☁☁	
19	10139	10150	164	197	131	67	46	360	23	10	30	130	45	10			☁	
20	10206	10217	181	212	143	60	41	190	16	190	22	-	-	-				
21	10200	10211	189	235	136	60	31	140	9	210	13	-	-	-				
22	10190	10201	198	234	158	65	55	190	21	190	29	0	0	0			☁	
23	10042	10053	202	245	143	76	64	190	28	190	37	90	50	30			☁☁☁	
24	10139	10150	167	201	140	43	31	340	22	340	29	-	-	-				
25	10205	10217	167	186	146	58	50	20	12	20	15	0	0	0			●☁	
26	10217	10229	180	213	136	64	48	340	15	70	17	-	-	-				
27	10253	10264	179	201	164	63	43	60	19	60	23	0	0	0			●	
28	10189	10200	157	168	142	78	62	360	12	360	14	165	115	40			●☁☁	
29	10097	10108	178	220	150	61	33	340	27	340	34	150	100	25			☁☁☁	
30	10082	10094	155	172	125	57	46	350	16	340	22	-	-	-				
31	10097	10108	149	175	120	66	50	20	14	20	17	0	0	0			☁	
上旬	10118	10129	214	242	192	75						400						
中旬	10144	10155	187	216	157	67						655						
下旬	10156	10167	175	205	142	63						405						
月	10140	10151	192	220	163	68						1460						
極値				300	120		29	200	33	210	47	260	145	90				
起日				1	31		13		1		1	17	17	4				

気温 日数 °C							最大風速階級別日数 kt				日降水量階級別日数 mm							降雪の深さの日合計階級別日数 cm						
日最低 <0.0	日平均 <0.0	日最高 <0.0	日最低 >=25.0	日平均 >=25.0	日最高 >=25.0	日最高 >=30.0	>=20	>=30	>=40	>=50	>=0.0	>=1.0	>=5.0	>=10.0	>=30.0	>=50.0	>=70.0	>=100.0	>=0	>=5	>=10	>=20	>=50	>=100
0	0	0	0	1	5	1	12	1	0	0	21	10	10	7	0	0	0	>=0	>=5	>=10	>=20	>=50	>=100	

日最深積雪階級別日数 cm							視程継続時間 分				RVR継続時間 分				最低雲高継続時間 分				大気現象出現日数					
>=0	>=5	>=10	>=20	>=50	>=100	>=200	m <5000	m <3200	m <1600	m <1600	m <800	m <600	m <400	m <200	m <100	ft <1500	ft <1000	ft <500	ft <300	ft <200	ft <100	雷	霧	雪
>=0	>=5	>=10	>=20	>=50	>=100	>=200	1122	441	49	59	0	0	0	0	0	2030	747	136	0	0	0	3	0	0

特記事項 注) 6日の最大1時間降水量は 0.5mm、起時は23:30から 7日00:30です。