

平成 25 年 4 月 3 日
気 象 庁 予 報 部

配信資料に関する技術情報（気象編）第 371 号

～図形式配信資料における相当温位の算出方式の変更について～

図形式の配信資料における相当温位の算出方式を、相当温位の定義により近い値が得られるように変更します。

なお、今回の変更に伴う配信資料のフォーマット等の変更はありません。

1 変更日時

平成 25 年 5 月 22 日 00UTC（日本時間 22 日午前 9 時）初期値の資料から

2 変更の対象

- ・日本 850hPa 相当温位・風 12・24・36・48 時間予想図（以下「FXJP854」という。）
- ・国内航空路 6、12 時間予想断面図（以下「FXJP106/112」という。）

3 変更の概要

FXJP854 及び FXJP106/112 の相当温位について、これまでは簡便な算出方式を用いて算出していましたが、今般これを本来の定義により近い値となるように精密化します。具体的には相当温位の計算式と、このために必要となる飽和水蒸気圧の計算式、及び持ち上げ凝結高度での温度の計算式を変更します。詳細は別紙の通りです。

なお、本変更は、FXJP854 及び FXJP106/112 に表示する相当温位を算出する計算式のみを変更するもので、既存の数値予報モデルの予報内容自体に変更はなく、現在配信している数値予報 GPV の値への影響はありません。

4 本変更による影響

気温が高く且つ湿度が高い場合ほど、計算される相当温位はこれまでの値と比べて大きくなります。例えば、気圧 850hPa で気温 20℃、露点温度 20℃（相対湿度 100%）の場合、これまでの算出方法では、FXJP854 では 354.6K、FXJP106/112 では 353.8K であったところが、新しい算出方法では 360.3K（それぞれ 5.7K、6.5K の増大）となります（表 1 及び表 2）。また、FXJP854、FXJP106/112 それぞれについてのおおまかな換算を表 3 及び表 4 に示します。

図 1 は日本付近の 850hPa の相当温位及び風向風速予想図（FXJP854）の変更前後の比較で、平成 24 年 6 月 15 日 00UTC 初期値による例です。円で囲ん

だ九州北部の暖湿気に着目すると、新しい算出方法では 345K 以上となるところ、これまでの算出方法では 342K であることが分かります。

また、図 2 は国内航空路 6 時間予想断面図 (FXJP106) で、平成 24 年 6 月 15 日 00UTC 初期値の例です。暖湿気の流れによる影響が大きいと考えられる南西諸島から九州付近にかけての中層・下層に着目すると、新しい算出方法では最大で 5~10K ほど大きく算出されています。12 時間予想による図 (FXJP112) は省略しますが、今回の変更では同様の影響を受けます。

表 1 FXJP854 における、気圧 850hPa の場合の相当温位 (単位 K) の新旧比較。上段が新しい算出方法による値、下段がこれまでの算出方法による値。

		気温-露点温度 (°C)				
		0	3	6	9	12
気温 (°C)	25	387.3	374.2	363.4	354.4	347.0
		378.2	367.2	358.0	350.3	343.7
	20	360.3	351.0	343.3	336.8	331.5
		354.6	346.6	339.8	334.1	329.4
	15	339.6	332.9	327.3	322.7	318.9
		335.9	330.0	325.1	321.0	317.5
	10	323.2	318.4	314.4	311.1	308.4
		320.9	316.6	313.0	310.0	307.5
	5	310.0	306.6	303.7	301.3	299.4
		308.5	305.3	302.7	300.6	298.8
	0	299.0	296.6	294.6	292.9	291.5
		298.0	295.8	293.9	292.4	291.1

表 2 FXJP106/112 における、それぞれ気圧が 925、850、700hPa の場合の相当温位 (単位 K) の新旧比較。上段が新しい算出方法による値、下段がこれまでの算出方法による値。

		925hPa 気温-露点温度 (°C)				
		0	3	6	9	12
気温 (°C)	25	371.3	359.8	350.3	342.4	335.8
		363.0	353.1	344.9	338.0	332.3
	20	347.1	338.8	332.0	326.3	321.5
		341.8	334.5	328.5	323.4	319.2
	15	328.3	322.3	317.4	313.3	309.9
		324.8	319.5	315.1	311.4	308.3
	10	313.3	309.0	305.5	302.5	300.1
		311.1	307.2	304.0	301.3	299.0
	5	301.1	298.0	295.5	293.3	291.6
		299.6	296.8	294.5	292.5	290.9
	0	290.9	288.7	286.9	285.4	284.1
		289.9	287.9	286.2	284.8	283.7

850hPa

		気温－露点温度 (°C)				
		0	3	6	9	12
気温 (°C)	25	387.3	374.2	363.4	354.4	347.0
		377.1	366.1	356.9	349.2	342.7
	20	360.3	351.0	343.3	336.8	331.5
		353.9	345.8	339.0	333.4	328.7
	15	339.6	332.9	327.3	322.7	318.9
		335.4	329.5	324.6	320.5	317.0
	10	323.2	318.4	314.4	311.1	308.4
		320.5	316.2	312.6	309.6	307.2
	5	310.0	306.6	303.7	301.3	299.4
		308.2	305.1	302.5	300.4	298.6
	0	299.0	296.6	294.6	292.9	291.5
		297.9	295.6	293.8	292.3	291.0

700hPa

		気温－露点温度 (°C)				
		0	3	6	9	12
気温 (°C)	25	429.9	412.0	397.3	385.3	375.3
		413.6	399.1	387.1	377.2	368.9
	20	394.7	382.2	371.8	363.3	356.3
		384.5	374.0	365.3	358.1	352.1
	15	368.4	359.5	352.2	346.1	341.1
		361.9	354.3	348.0	342.7	338.3
	10	348.1	341.8	336.6	332.3	328.7
		344.0	338.4	333.8	330.0	326.9
	5	332.1	327.6	323.9	320.8	318.3
		329.4	325.4	322.1	319.4	317.2
	0	319.1	315.9	313.3	311.1	309.4
		317.4	314.5	312.2	310.2	308.6

表 3 FXJP854 における、気圧 850hPa の場合の相当温位 (単位 K) の大まかな新旧の差。ここで、気温－露点温度は 0°C から 15°C 程度の範囲であるとした。表の右列の「新算出方法との差」は気温－露点温度が小さいほど大きな値になることに注意。

旧 FXJP854 での相当温位 (K)	新算出方法との差 (新-旧) (K)
350 ~ 355	3 ~ 5
345 ~ 350	3 ~ 4
340 ~ 345	2 ~ 4
335 ~ 340	2 ~ 4
325 ~ 335	2 ~ 3
315 ~ 325	1 ~ 3
315 以下	2 以下

表 4 FXJP106/112 における、それぞれ 925、850、700hPa の場合の相当温位 (単位 K) の大まかな新旧の差。表 3 と同じく、気温－露点温度は 0℃ から 15℃程度の範囲で算出。

925hPa

旧 FXJP106/112 での相当温位 (K)	新算出方法との差 (新-旧) (K)
350 ~ 355	6 ~ 7
345 ~ 350	5 ~ 6
340 ~ 345	5 ~ 6
335 ~ 340	4 ~ 5
325 ~ 335	2 ~ 4
315 ~ 325	2 ~ 3
315 以下	3 以下

850hPa

旧 FXJP106/112 での相当温位 (K)	新算出方法との差 (新-旧) (K)
350 ~ 355	5 ~ 7
345 ~ 350	5 ~ 6
340 ~ 345	4 ~ 5
335 ~ 340	3 ~ 5
325 ~ 335	2 ~ 4
315 ~ 325	2 ~ 3
315 以下	2 以下

700hPa

旧 FXJP106/112 での相当温位 (K)	新算出方法との差 (新-旧) (K)
350 ~ 355	4 ~ 6
345 ~ 350	3 ~ 5
340 ~ 345	3 ~ 4
335 ~ 340	2 ~ 4
325 ~ 335	1 ~ 3
315 ~ 325	1 ~ 2
315 以下	2 以下

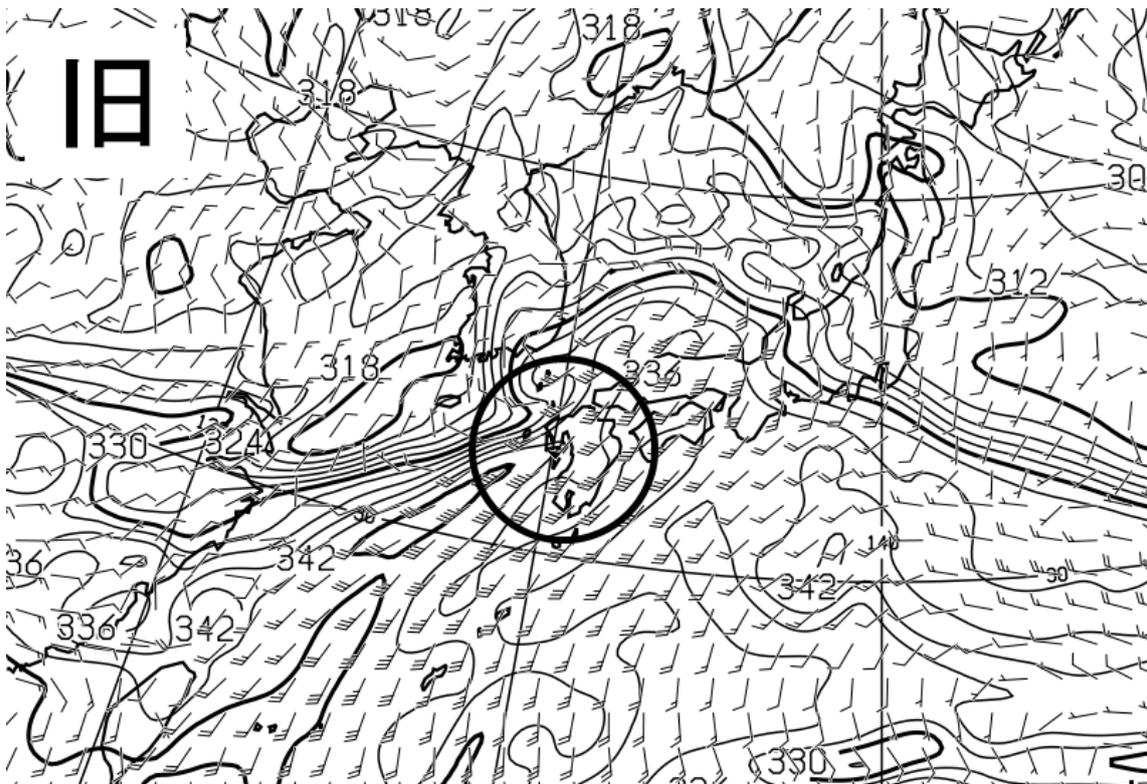
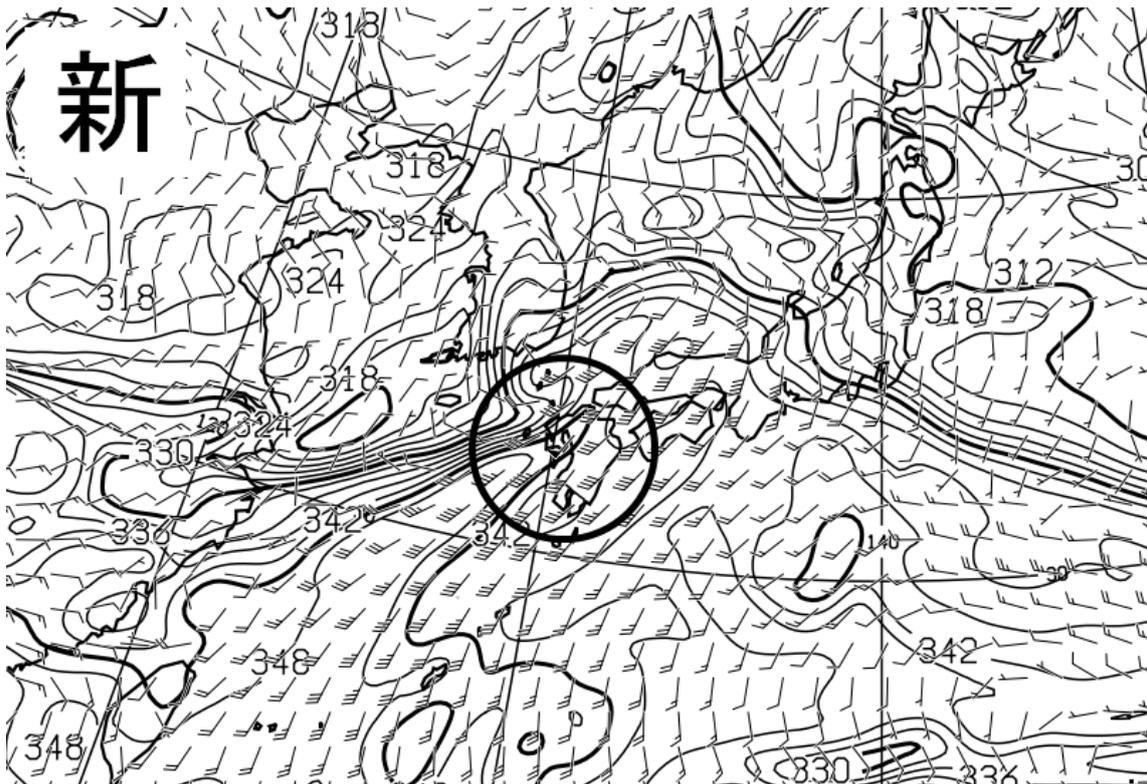


図1 FXJP854の24時間予報図の比較。上段が新しい算出方法、下段がこれまでの算出方法による図。

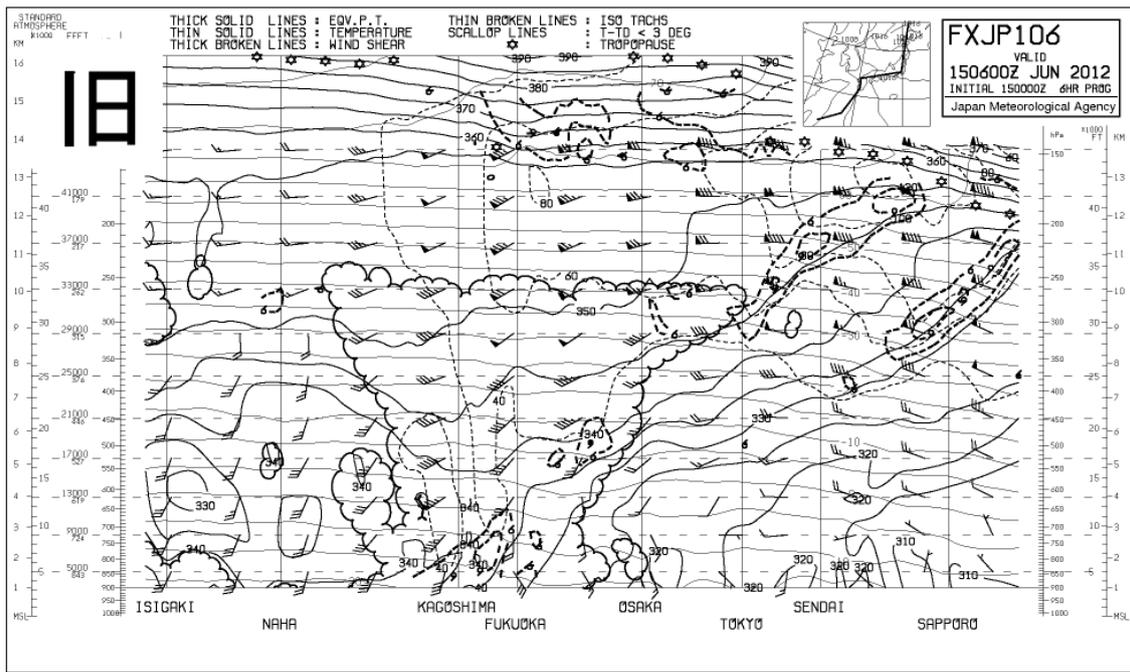
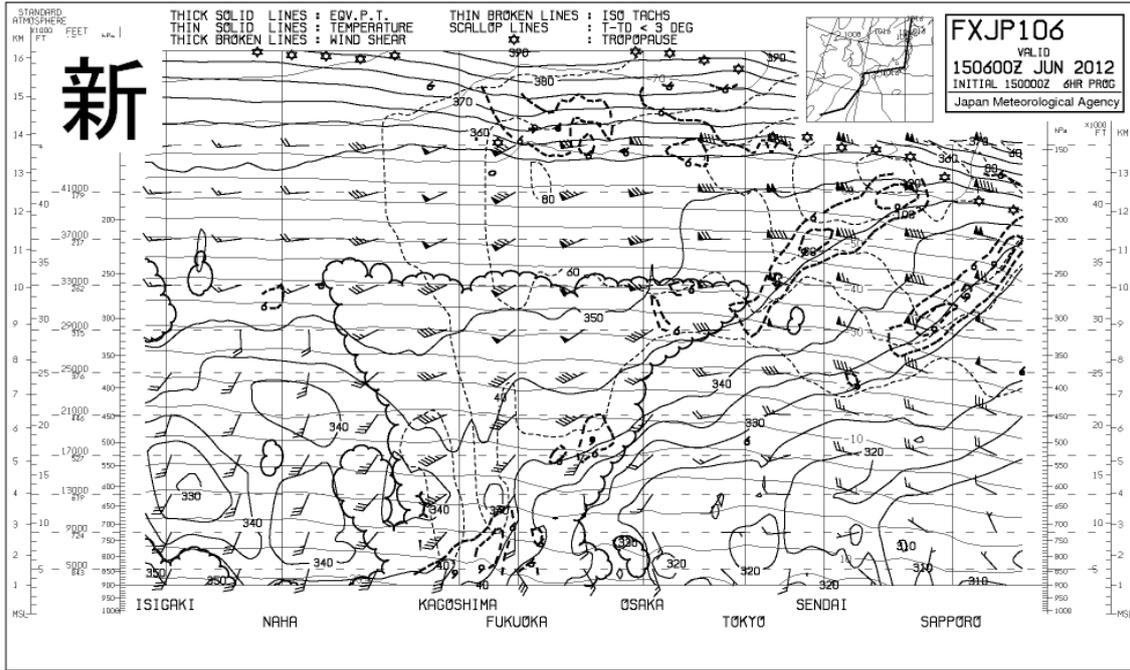


図 2 FXJP106 の比較。上段が新しい算出方法、下段がこれまでの算出方法による図。

相当温位の計算手法

新たに FXJP854 や FXJP106/112 で適用する相当温位の計算は次の式による。ここで、このために必要となる飽和水蒸気圧の計算式、及び持ち上げ凝結高度での温度の計算式も合わせて示す。

計算式に現れる変数については次の通りである。

T : 温度(K)

T_D : 露点温度(K)

P : 気圧(hPa)

e : 水蒸気圧(hPa)

x : 混合比(kg/kg)

$$\frac{R_d}{C_{pd}} = \frac{\text{乾燥空気の気体定数}}{\text{乾燥空気の定圧比熱}} = 0.2854$$

1. 相当温位 (K) の計算式

$$\theta_e = T \left(\frac{1000}{P - e} \right)^{\frac{R_d}{C_{pd}}} \left(\frac{T}{T_{LCL}} \right)^{0.28x} \exp \left(\left(\frac{3036.0}{T_{LCL}} - 1.78 \right) x (1 + 0.448x) \right)$$

2. 飽和水蒸気圧 (hPa) の計算式

$$e_s = 6.112 \exp \left(\frac{17.67(T - 273.15)}{T - 29.65} \right)$$

3. 持ち上げ凝結高度での温度 (K) の計算式

$$T_{LCL} = \frac{1}{\frac{1}{T_D - 56} + \frac{\ln(T/T_D)}{800}} + 56$$