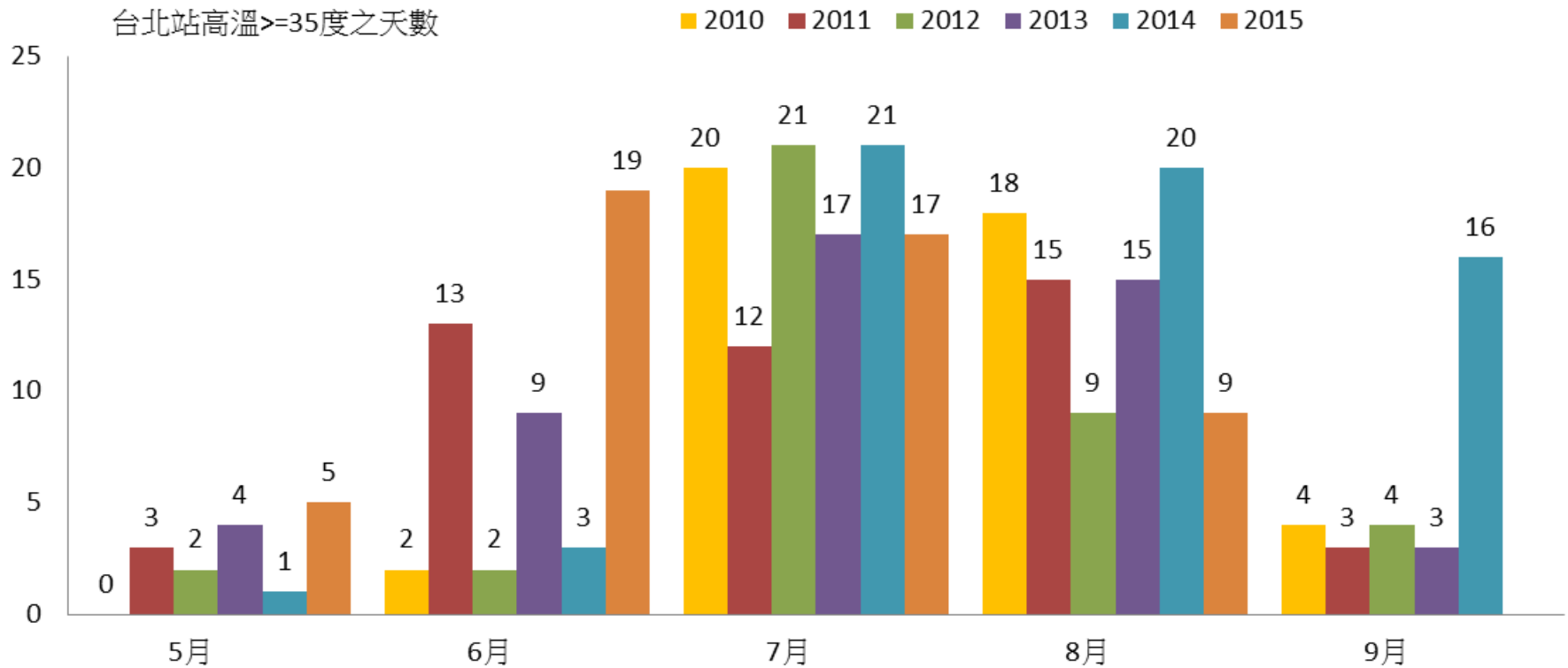


# 臺灣體感溫度初步分析

講者：許玉金

單位：中央氣象局 預報中心

# 夏季好熱



# 體感溫度？

- 溫度指數
- 人體感受上的溫度
- 大氣條件(氣溫、濕度、風速、輻射量)
- 環境條件(室內外、遮蔽物)
- 人體適應性(年齡、性別、衣著、狀態)

# 溫度指數

- Heat Index(熱指數) -  $T$ 、 $RH$

$$42.379 + 2.04901523 * T + 10.14333127 * RH - 0.22475541 * T * RH - 0.00683783 * T * T - 0.05481717 * RH * RH + 0.00122874 * T * T * RH + 0.00085282 * T * RH * RH - 0.00000199 * T * T * RH * RH$$

- Humidex (溫濕指數) -  $T$ 、 $Td$

$$T + (3.39556) \exp[19.8336 - 5417.75 / (Td + 273.15)] - 5.5556$$

- Wind Chill (風寒指數) -  $T$ 、 $V$

$$35.74 + 0.6215 * T - 35.75 * V^{0.16} + 0.3965 * T * V^{0.16}$$

- Wet Bulb Globe Temperature (綜合溫度熱指數) -  $T$ 、 $Td$ 、 $Q$ 、 $V$

$$0.7T_w + 0.2T_g + 0.1T \quad ; \quad T_w = T - (T - T_d) * (0.12 + 0.008 * T) \quad , \quad T_g = T - 0.017 * Q - 0.208V$$

- Apparent Temperature(體感溫度) -  $T$ 、 $RH$ 、 $V$

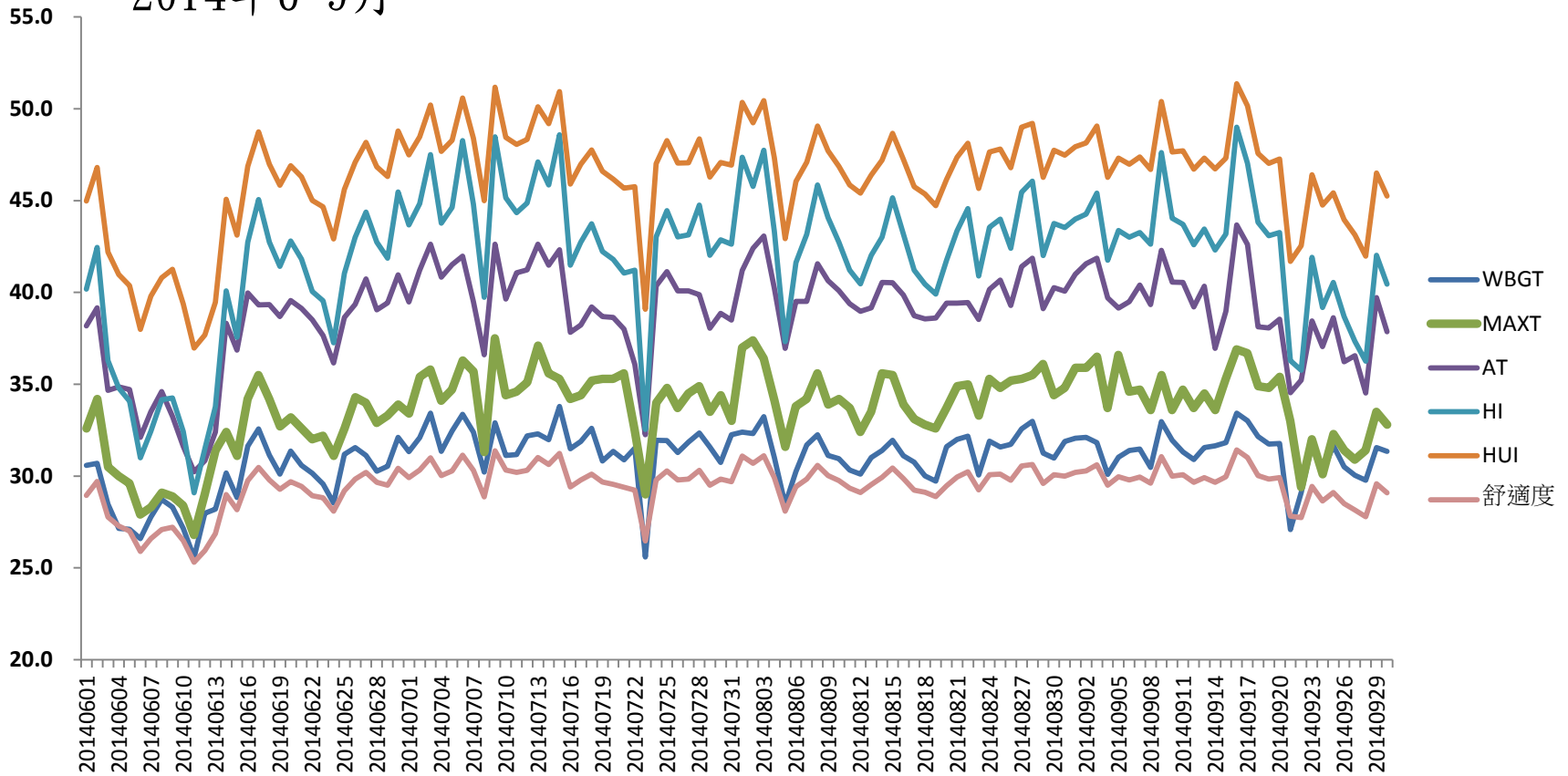
$$T + 0.33 * e^{-0.7 * V} - 4$$
$$e(\text{水氣壓}) = RH / 100 * 6.105 * \exp(17.27 * T / (237.7 + T))$$

- 舒適度 -  $T$ 、 $Td$

$$T - 0.55 * (1 - \exp((17.269 * T_d) / (T_d + 237.3) - (17.269 * T) / (T + 237.3))) * (T - 14)$$
$$= T - 0.55 * (1 - RH / 100) * (T - 14)$$

# 各指數分析結果

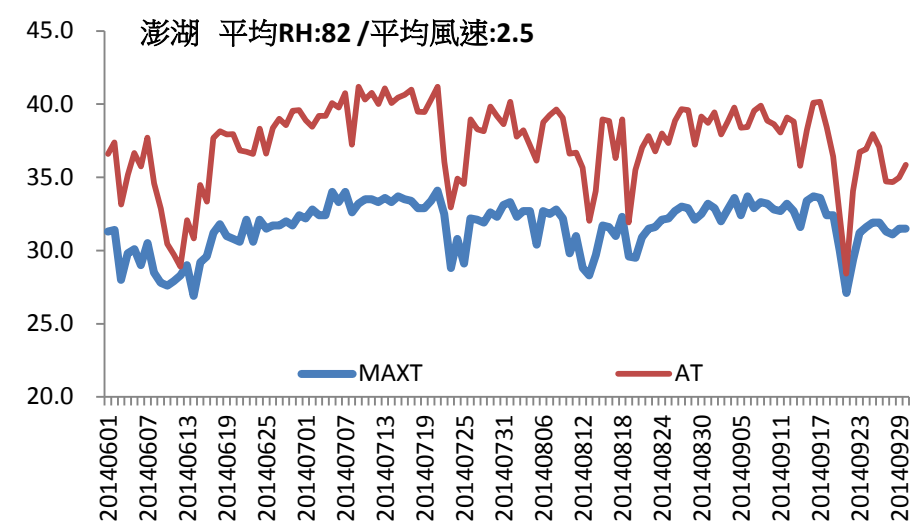
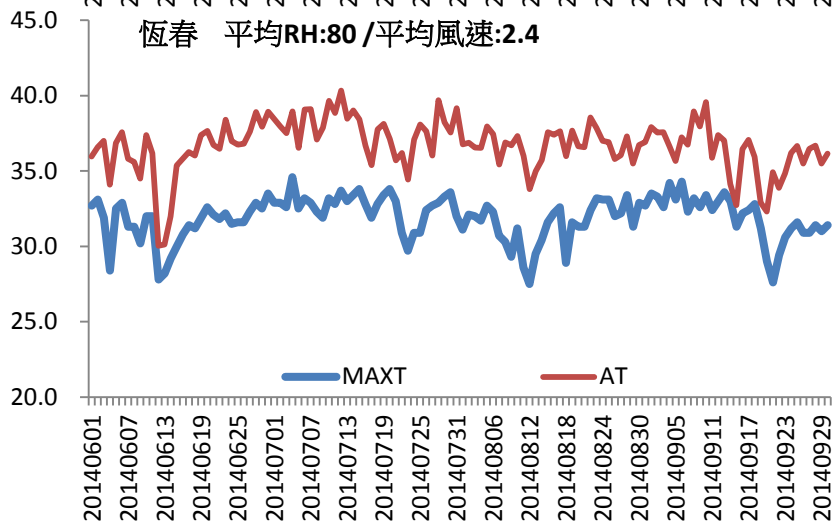
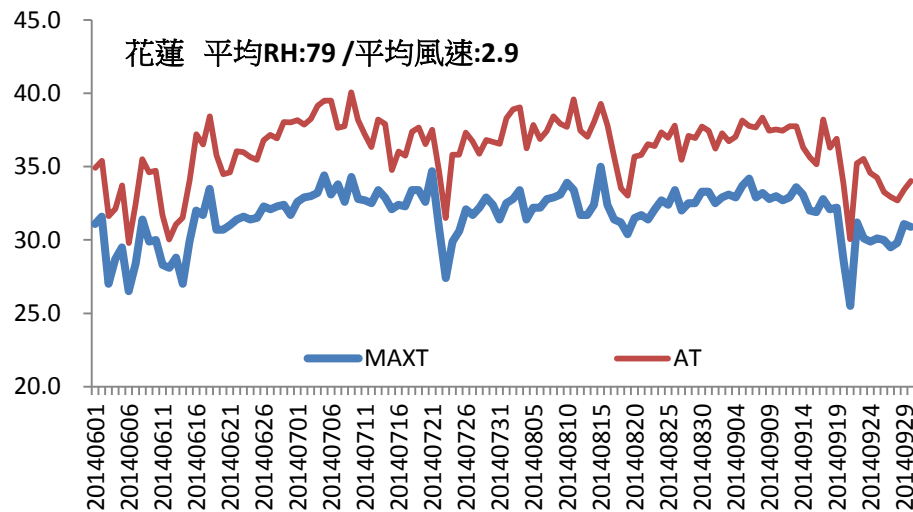
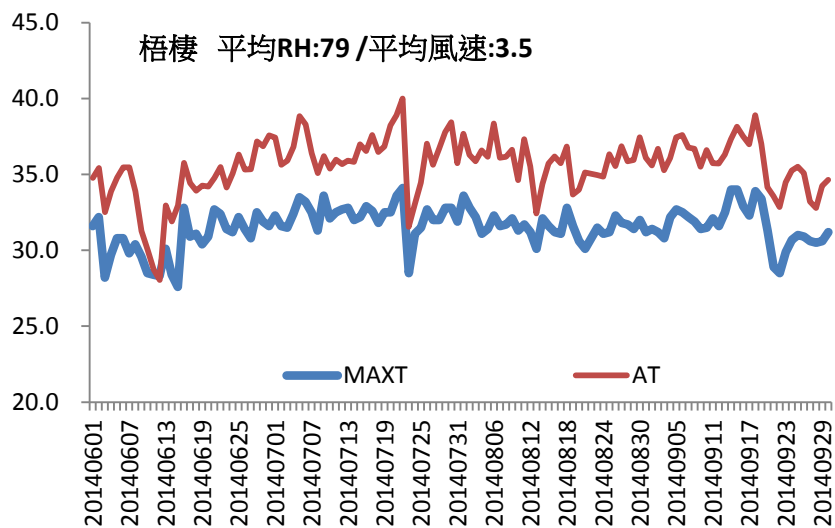
以台北站暖季為例：  
2014年6-9月



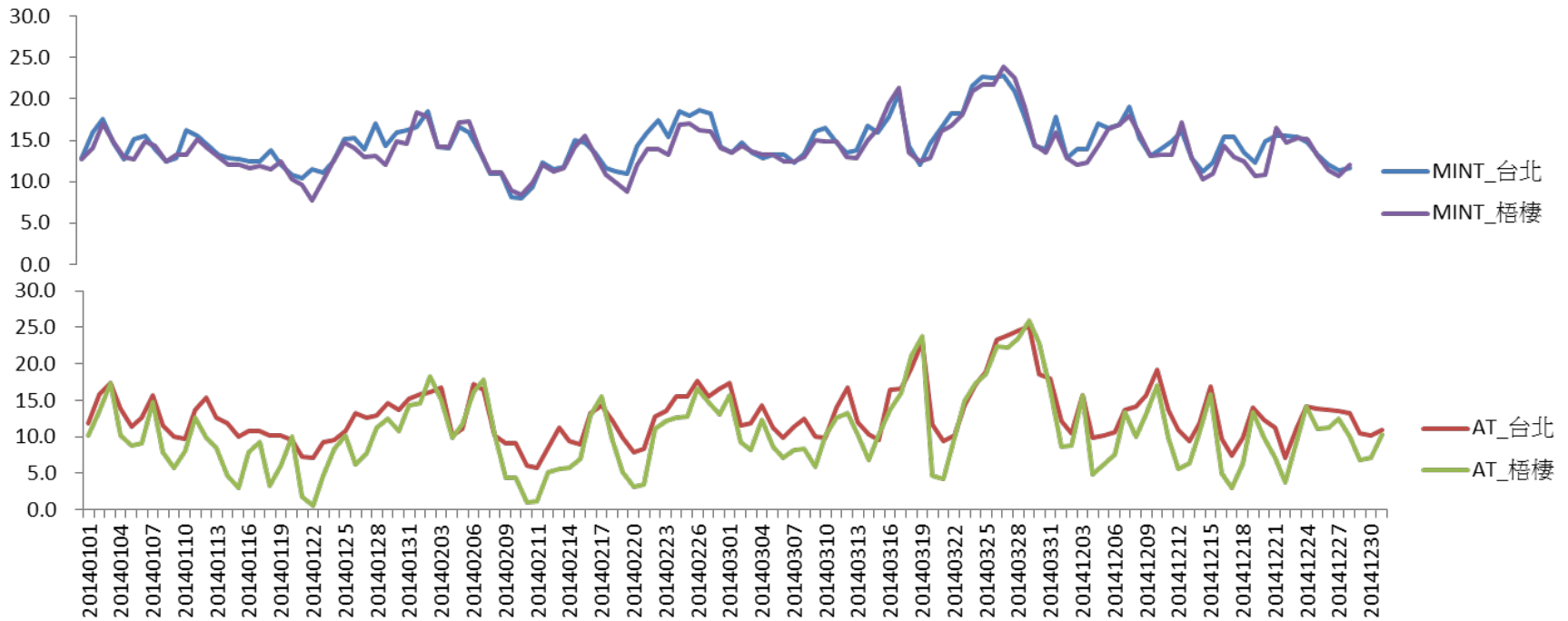
Humidex > Heat index > Apparent temperature > MAXT > WBGT > 舒適度

# Apparent Temperature = $T + 0.33 * e - 0.7 * V - 4$

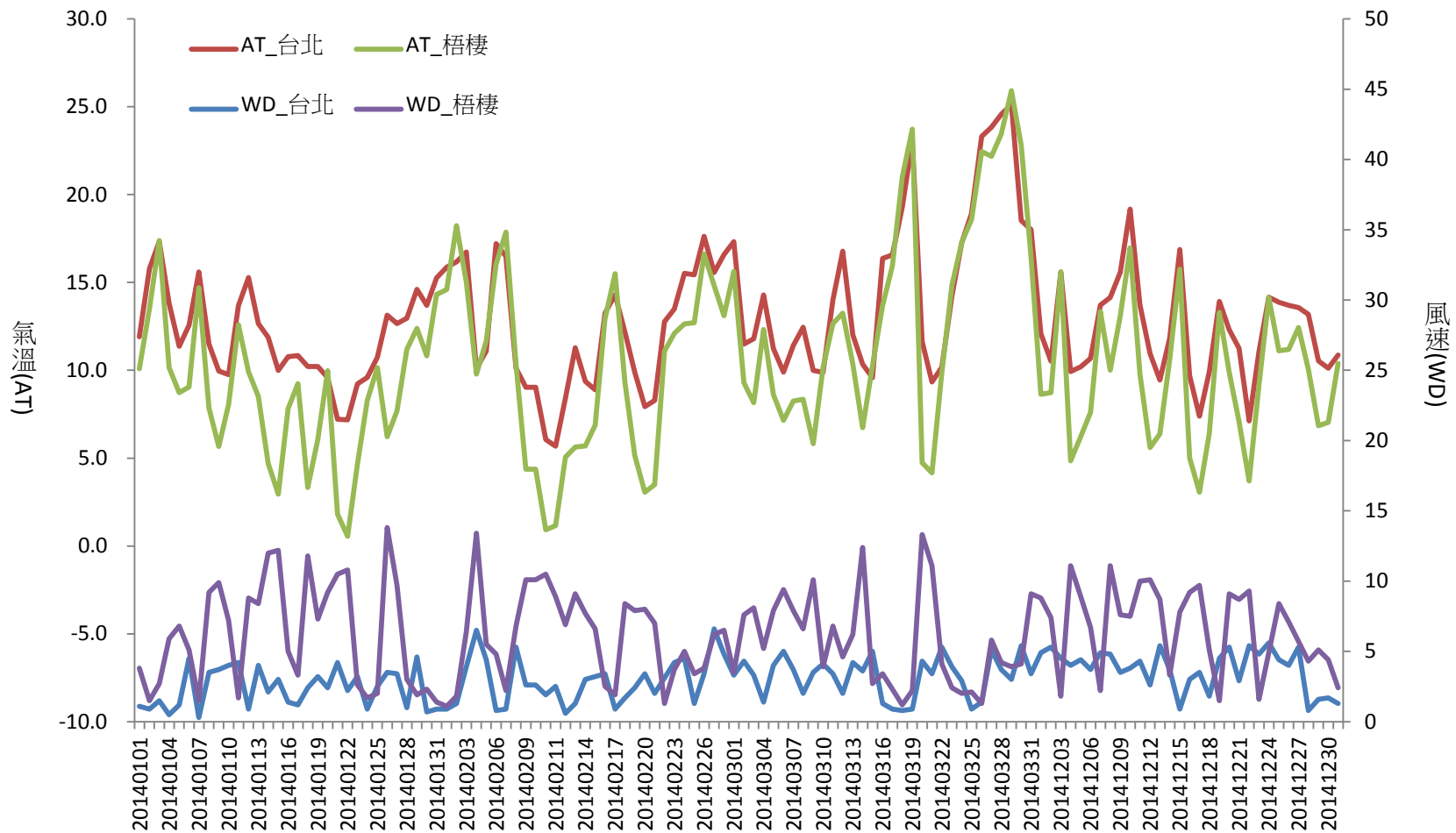
## $e(\text{水氣壓}) = RH/100 * 6.105 * \exp(17.27 * T / (237.7 + T))$



# 以台北站、梧棲站冷季日最低溫為例 2014年1-3、12月



- 日最低溫反映在台北、梧棲站的差異不大，Apparent Temperature 差異明顯
- 梧棲站之Apparent Temperature明顯低於台北站

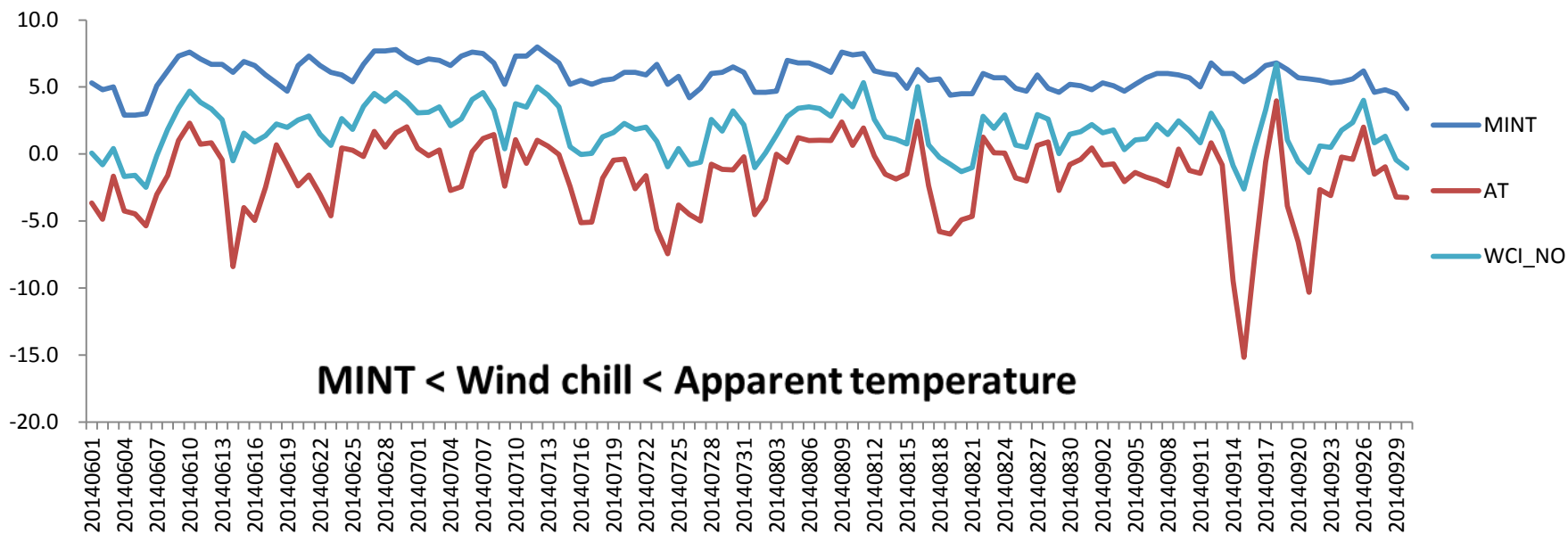


- 冷季風速對Apparent Temperature的降溫有明顯的作用

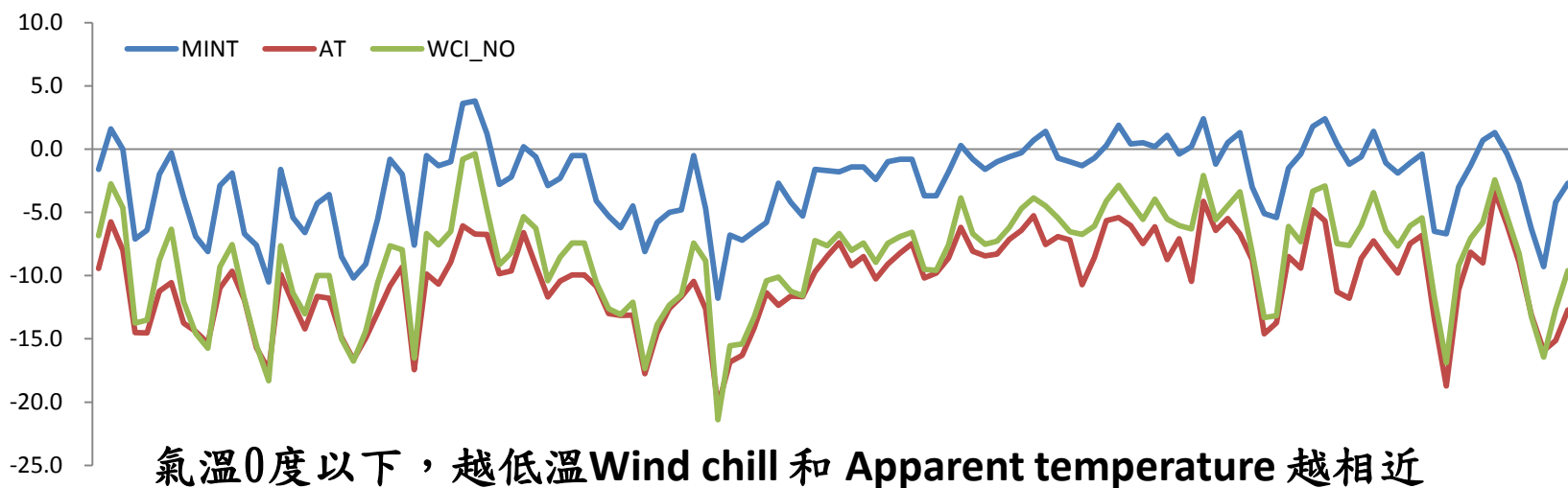


# 山區特徵(玉山)

## 6-9月 暖季日低溫



## 1-3、12月 冷季日低溫

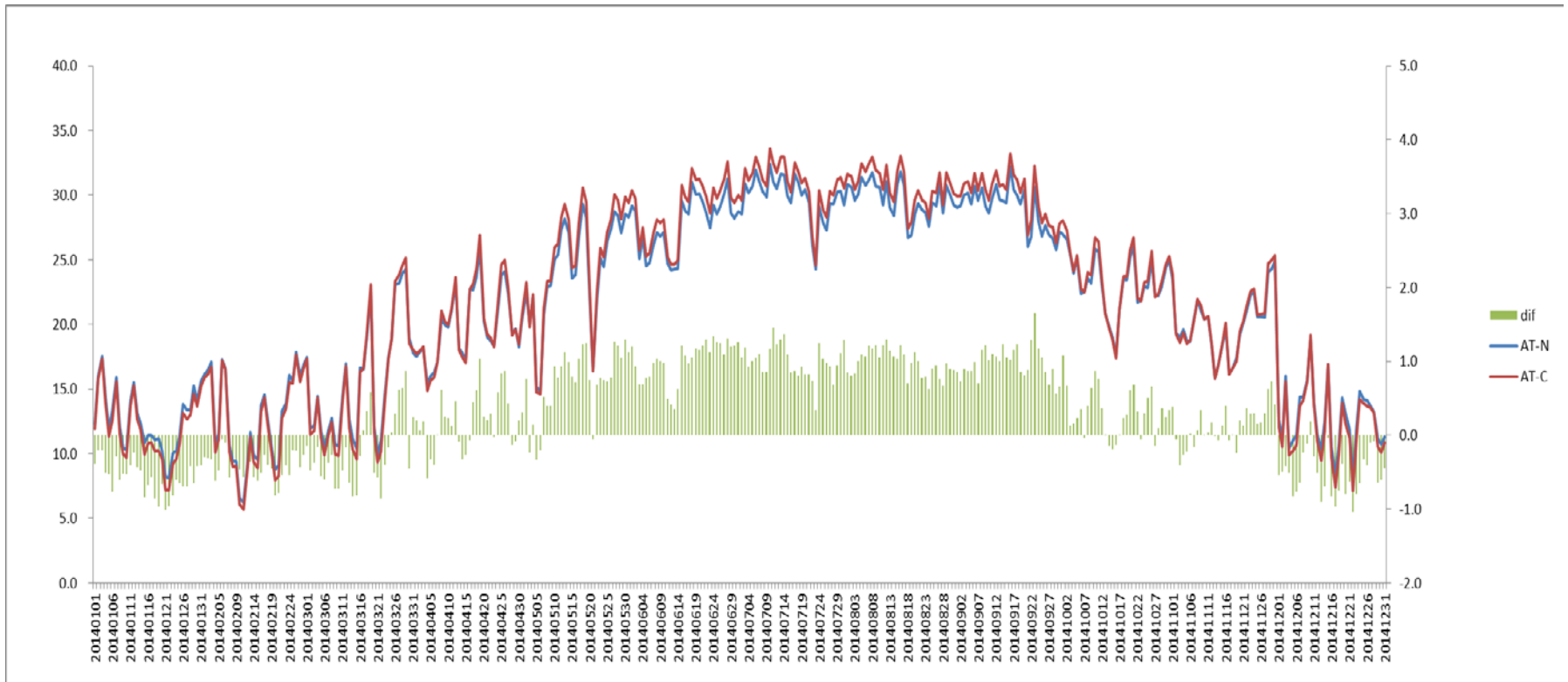


# 初步結論

- 以 Apparent Temperature 作為本局體感溫度發布的依據較為適合
- WBGT 為各國勞動部所規範的作為指標，但有偏低於氣溫的特性，廣泛使用於全體民眾會有混淆資訊之虞
- 若發布體感溫度資訊，可提高民眾對熱與冷更深刻的印象
- 體感溫度未來希望可改善現有舒適度指數描述的不足。

# 屬於台灣的體感溫度?

- $AT = 1.04 * T + 0.20 * e^{-0.65 * V} - 2.7$  (NOAA)      *by Robert G. Steadman 1984*
- $AT = 1.00 * T + 0.33 * e^{-0.70 * V} - 4.0$  (Australia)      *by Robert G. Steadman 1994*



Australia : 夏季較暖、冷較較冷

# 體感溫度警示門檻值？

- 目前本局做法是針對高溫達35度以上發布即時訊息提醒民眾以2014年台北氣象站暖季6-9月為例：

	maxT	AT
高溫前10%溫度	~36 °C	41.9 °C
高溫前30%溫度	~35 °C	40.3 °C

高於35度以上的氣溫約占30%，高於36度以上的氣溫約占10%，其對應的體感溫度約42度及40度，後續作為？

# Apparent temperature table (fixed RH=70%)

		氣溫																				
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
風速 (m/s)	0	-3	-1	0	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	14	15	16	17	19	20	21
	2	-4	-3	-2	-1	0	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	14	15	16	17	19	20
	4	-5	-4	-3	-2	-1	0	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	15	16	17	19
	6	-7	-6	-5	-3	-2	-1	0	1	2	3	5	6	7	8	9	11	12	13	15	16	17
	8	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-1	0	1	2	3	4	6	7	8	9	11	12	13	14	16
	10	-10	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-2	-1	1	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13	14
	12	-11	-10	-9	-8	-7	-5	-4	-3	-2	-1	0	2	3	4	5	7	8	9	10	12	13
	14	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-4	-3	-2	-1	0	1	3	4	5	6	8	9	10	12
	16	-14	-13	-12	-10	-9	-8	-7	-6	-5	-4	-2	-1	0	1	2	4	5	6	8	9	10
	18	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-8	-7	-6	-5	-4	-3	-1	0	1	2	4	5	6	7	9
	20	-17	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-9	-8	-6	-5	-4	-3	-2	0	1	2	3	5	6	7
	22	-18	-17	-16	-15	-14	-12	-11	-10	-9	-8	-7	-5	-4	-3	-2	0	1	2	3	5	6
	24	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-11	-10	-9	-8	-7	-6	-4	-3	-2	-1	1	2	3	5
	26	-21	-20	-19	-17	-16	-15	-14	-13	-12	-11	-9	-8	-7	-6	-5	-3	-2	-1	1	2	3
	28	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-15	-14	-13	-12	-11	-10	-8	-7	-6	-5	-3	-2	-1	0	2
	30	-24	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-16	-15	-13	-12	-11	-10	-9	-7	-6	-5	-4	-2	-1	0
	32	-25	-24	-23	-22	-21	-19	-18	-17	-16	-15	-14	-12	-11	-10	-9	-7	-6	-5	-4	-2	-1
	34	-26	-25	-24	-23	-22	-21	-20	-18	-17	-16	-15	-14	-13	-11	-10	-9	-8	-6	-5	-4	-2
	36	-28	-27	-26	-24	-23	-22	-21	-20	-19	-18	-16	-15	-14	-13	-12	-10	-9	-8	-6	-5	-4
	38	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-22	-21	-20	-19	-18	-17	-15	-14	-13	-12	-10	-9	-8	-7	-5
40	-31	-29	-28	-27	-26	-25	-24	-23	-22	-20	-19	-18	-17	-16	-14	-13	-12	-11	-9	-8	-7	

## Apparent temperature table (fixed V=2.5m/s)

		氣溫																				
		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
相對 溼度 (%)	30	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28	30	31	32	33	35	36	37	39	40	42
	35	17	18	19	20	22	23	24	25	27	28	29	30	32	33	34	36	37	38	40	41	43
	40	17	19	20	21	22	23	25	26	27	29	30	31	33	34	35	37	38	40	41	42	44
	45	18	19	20	21	23	24	25	27	28	29	31	32	33	35	36	38	39	41	42	44	45
	50	18	19	21	22	23	24	26	27	28	30	31	33	34	36	37	38	40	42	43	45	46
	55	18	20	21	22	24	25	26	28	29	30	32	33	35	36	38	39	41	43	44	46	48
	60	19	20	21	23	24	26	27	28	30	31	33	34	36	37	39	40	42	44	45	47	49
	65	19	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	35	36	38	40	41	43	45	46	48	50
	70	20	21	22	24	25	27	28	29	31	32	34	36	37	39	40	42	44	46	47	49	51
	75	20	21	23	24	26	27	29	30	32	33	35	36	38	40	41	43	45	47	49	50	52
	80	20	22	23	25	26	28	29	31	32	34	35	37	39	40	42	44	46	48	50	52	54
	85	21	22	24	25	27	28	30	31	33	34	36	38	40	41	43	45	47	49	51	53	55
90	21	23	24	26	27	29	30	32	33	35	37	39	40	42	44	46	48	50	52	54	56	
95	22	23	25	26	28	29	31	32	34	36	38	39	41	43	45	47	49	51	53	55	57	
100	22	23	25	26	28	30	31	33	35	36	38	40	42	44	46	48	50	52	54	56	58	

# 舒適度 table

		20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
	30	18	18	19	20	20	21	21	22	23	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29	29	30	30	
	35	18	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	27	28	29	29	30	31	35	
	40	18	19	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30	31	31	40	
相	45	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	31	32	45	相
對	50	18	19	20	21	21	22	23	23	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32	33	50	對
溼	55	19	19	20	21	22	22	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	55	溼
度	60	19	19	20	21	22	23	23	24	25	26	26	27	28	29	30	30	31	32	33	34	34	60	度
(%)	65	19	20	20	21	22	23	24	24	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	65	(%)
	70	19	20	21	22	22	23	24	25	26	27	27	28	29	30	31	32	32	33	34	35	36	70	
	75	19	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	30	31	32	33	34	35	36	36	75	
	80	19	20	21	22	23	24	25	26	26	27	28	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	80	
	85	20	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	31	32	33	34	35	36	37	38	85	
	90	20	21	22	23	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	90	
	95	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	32	33	34	35	36	37	38	39	95	
	100	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	100	

# 舒適度table

		5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
	30	8	9	10	10	11	12	12	13	13	14	15	15	16	16	17	18	30	
	35	8	9	10	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	17	17	18	35	
	40	8	9	9	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	17	17	18	40	
	45	8	8	9	10	11	11	12	13	13	14	15	15	16	17	17	18	45	
相	50	7	8	9	10	10	11	12	13	13	14	15	15	16	17	18	18	50	相
對	55	7	8	9	9	10	11	12	12	13	14	15	16	16	17	18	19	55	對
溼	60	7	8	9	9	10	11	12	12	13	14	15	16	16	17	18	19	60	溼
度	65	7	8	8	9	10	11	12	12	13	14	15	16	16	17	18	19	65	度
(%)	70	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17	17	18	19	70	(%)
	75	6	7	8	9	10	11	11	12	13	14	15	16	17	17	18	19	75	
	80	6	7	8	9	10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	18	19	80	
	85	6	7	8	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	85	
	90	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	90	
	95	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	95	
	100	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	100	



# 舒適度描述 VS 體感溫度描述

舒適度分類	舒適度值	體感溫度建議值
非常寒冷	$\leq 10$	$\leq 7$
寒冷	11~15	8~13
稍寒冷	16~19	14-20
舒適	20~26	21-32
悶熱	27~30	33-40
易中暑	31以上	41以上