

行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

性別對生活空間熱環境之生心理感知差異及設計對策 研究成果報告(精簡版)

計畫類別：個別型
計畫編號：NSC 96-2629-E-150-001-
執行期間：96年11月01日至97年10月31日
執行單位：國立虎尾科技大學休閒遊憩系

計畫主持人：林子平

計畫參與人員：大專生-兼任助理人員：姜義彬
大專生-兼任助理人員：劉鎔錚

公開資訊：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，2年後可公開查詢

中華民國 98年01月31日

性別對生活空間熱環境之生心理感知差異及設計對策

研究成果報告(精簡版)

計畫主持人:林子平

研究人員:姜義彬、劉鎔錚

摘要

空間是被性別化的科技，因為設計者無可避免地會以該空間使用者的性別假設來進行設計。在空間的環境品質方面，熱舒適性(thermal comfort)一直以來為重要的議題，然而在過去的室內舒適基準值設定上，包含 ISO 及美國空調冷凍學會 (ASHRAE) 等基準均以男性的生理條件為出發點而有所偏頗，無法切合不同性別的需求。國外研究顯示女性喜歡較高的室溫，而對於較極端的高低溫，女性的不滿意度也較男性高出許多，但也同時發現生活空間裏的空調溫度卻多為男性所控制。而在生理學研究顯示，女性體表溫度上升的速度會較男性為快、排汗開始的皮膚溫度高於男性。

為了探討位於亞熱帶區域台灣男性及女性在熱舒適性上的差異，本研究將針對「性別-空間-舒適性」的相關性及對策進行全面性之探討。將以選定的 6 位男性及 6 位女性為對象，於實驗艙內進行三個部分的調查。第一部分是物理性的「溫熱環境因子實測」，包含溫度、濕度、風速等因子的實測。第二部分是心理性的「使用者問卷填答」，針對感覺冷或熱、希望調冷或調熱、整體滿意度等進行問卷調查。第三部分是生理性的「生理回饋系統記錄」，針對呼吸、肌肉壓力、心跳、體表溫度等生理因子進行記錄。

資料分析結果將併同我國氣候的特性為基礎，建立本土化的性別/舒適度資料庫，並進而提出適當的舒適範圍基準規範，以及改善空間的對策。本研究結果，將有助於台灣對於不同性別使用的空間，提供良好的室內環境設計及調節設備設定之建議。

關鍵詞：性別、熱舒適性、熱生理、空間設計

ABSTRACT

Space is a gendered technology because space gets designed by people who have gendered assumptions. In the facet of indoor environment quality, thermal comfort is regards as an important issue although the gender difference are not represented in ISO and ASHRAE standard, which are developed according to man's physiological situation. Former studies reveal that females prefer higher room temperatures than males, less satisfied with room temperatures than males, and feel both uncomfortably cold and uncomfortably hot more often than males. However, males use thermostats in

households more often than females. In the facet of thermal physiology, the surface temperature of female is higher than male.

In order to discuss the difference of thermal comfort for both genders in hot-humid Taiwan, the research aims at “gender/space/thermal comfort” and discusses its correlation and strategy of space design. Six men and Six female are investigated in the chamber. Part one is physical environment factor measuring, including temperature, humidity, wind speed. The second part is the psychological questionnaire for the thermal sensation preference, and acceptability. The last part is physiological recording for human’s inspiration, muscle pressure, skin conduction, heartbeat and skin temperature.

The analytical result is combined with Taiwan climate to establish the local database of gender-comfort and develop the criteria of thermal comfort range and space design strategy. The result will be helpful for design and air-condition setup for different gender-related spaces.

KEYWORDS: Gender, thermal comfort, thermal physiology, space design

一、緒論

有關性別/空間的議題，Castle (2001)認為空間是被性別化的科技，因為設計者無可避免地會以該空間使用者的性別假設來進行設計。國內也有相當多的學者提出諸多重要的觀點及論述。畢恆達(2001、2004)認為，在台灣的性別平權運動中，「空間」是最容易被忽視的一環，從家庭、校園、職場、街道到社區規畫，「空間」形塑我們的性別觀念與行動方式，卻不容易被察覺。包含如家庭空間中的廚房和曬衣場，公共空間的廁所數量及位置。湯志民(1996)則針對校園中的廁所、運動設施、校園偏僻空間、潛在危險處所、更衣室、哺乳空間。何春蕙(1998)也針對校園中的性別差異與空間提出論述。

而在室內熱舒適方面，多個研究也指出男女性對熱需求的差異性。Karjalainen特別針對芬蘭的男女性的熱感受及喜好提出探討(Karjalainen 2007)。他發現男女性有極大的差異，其中女性喜歡較高的室溫，而對於較極端的高低溫，女性的不滿意度也較男性高出許多。這個研究也透過問卷結果提出了一個重要的論述，也就是女性對熱環境的要求雖然較高，但在生活空間裏的空調溫度卻多為男性所控制。

然而，美國冷凍空調學會(ASHRAE)所建議舒適範圍，其中也隱含了性別假設的前提。ASHRAE利用空氣線圖(圖 1)，以溫度、濕度等因子，以斜線區域做為夏天及冬天的建議舒適範圍。該範圍是以中年「男性」在特定衣著量及活動量為基準條件。

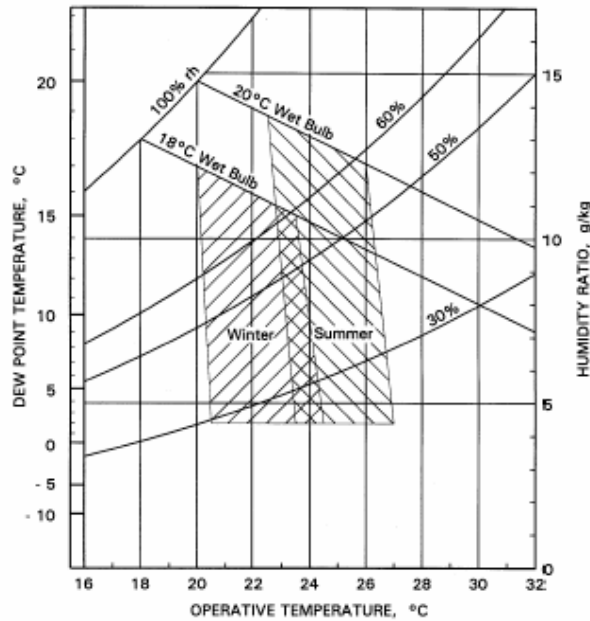


圖 1 具「性別假設」的國家標準。(ASHRAE 2004)

空間的熱舒適性對使用者的健康、工作效率均有顯著的影響。在上述以男性生理條件所架構的「舒適性範圍」基準中，顯然未能兼顧女性生理上的特質，而影響女性對於空間使用的權力。再則，基於氣候適應性(thermal adaptation)的理論(Brager and de Dear 1998)，位處不同氣候分區的人們對氣候會有不同的適應狀況(例如寒帶國家的人們比較能忍受極低的溫度)，因此，國外的研究成果未必能適用於位處亞熱帶區域的台灣人民。因此，有必要對於「性別-空間-舒適性」的議題於台灣進行較進一步的探討，唯有了解性別差異對舒適性心理感受及生理反應的差異，才能建構合理的舒適性範圍，俾使成果落實於空間設計及空調溫度設定之中。本研究為國內首次對於「性別-空間-舒適性」的相關性及對策進行全面性之探討。在調查的對象將以男性及女性各半，並於各年齡層均有適當分布；而在調查的方法上，實測將於實驗室內，以則包含物理、心理及生理三方面進行。並以我國氣候的特性為基礎，建立本土化的調查結果，解析性別-舒適性之互動與關聯，並進而改善空間的對策。

二、研究方法

1. 實驗地點

因應本研究所需，必須在一個絕對穩定的環境參數下進行，本研究與中國醫藥大學職安系合作，採用其氣候實驗艙。艙內有調整各項參數的中控室，實驗場所人工氣候室，啟動各項機器運作的空調箱機房，總面積約長 5.5 米*寬 4 米。控制人工氣候室參數的機器有加熱器、加濕器、大型冷氣、排氣風機。

2. 實驗設計

本實驗是利用直交實驗法，配合人工氣候室進行舒適度調查，了解各種參數對舒適度的影響，並擬建立預測式，設定出台灣氣候會出現狀態的基本參數。直交試驗設計方法是一種解決多因子對比試驗問題的重要數學方法，主要使用直交表進行整體實驗設計、綜合比較、統計分析。具體地說，也就是利用直交表從所有可能搭配中挑出若干必須的試驗，然後再利用統計分析方法對試驗結果進行綜合處理，選出最優因子和水平。直交表實驗設計的關鍵是選擇合適的直交表，直交表選用適當可節省人力、物力和時間(黃瑞隆，2008)。

透過直交實驗法，適當配出以下 27 種實驗參數：溫度有 23、25、28 度三種變化，相對溼度有 50%、70%、90%三種變化，風速有 0.2、0.5、0.8 三種變化(0.2 是電風扇不開、0.5 開弱、0.8 開強)，黑球與乾球溫度差(平均輻射溫度)有 0、2、4(0 是輻射燈不開、2 開三分之一、4 開三分之二)三種變化。

3. 生理回饋儀器

在生理回饋(Biofeedback Instrumentation)儀器架設的流程，生理儀器一共有 7 個 SENSOR 可以使用，我們採用五個 SENSOR 包括(末梢血液流量/心跳(Blood volume pulse)、表面肌電位 (electromyography)、皮膚導電度(Galvanic skin resistance)、指溫(Temperature)、呼吸(Respiration))。

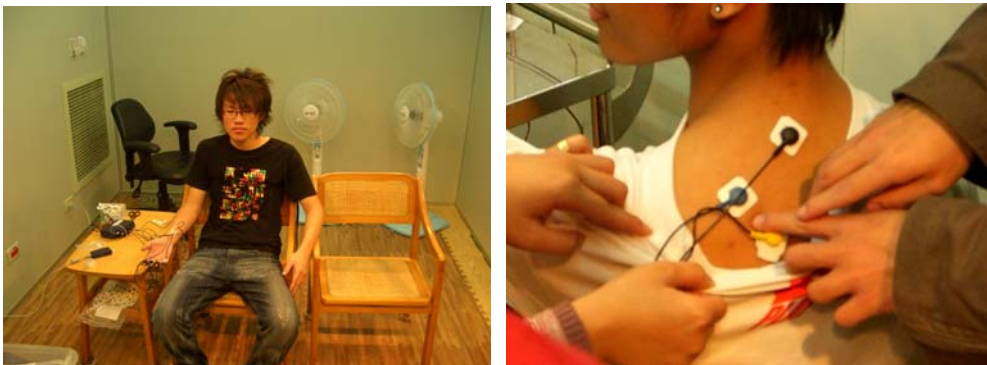


圖 2 受測者於實驗艙內狀況表面肌電位偵測器裝置圖

4. 物理環境因子量測

在人工氣候室架設 LSI 儀器，透過 LSI 精確的溫溼度與軟體介面顯示的溫溼度做校正，結果顯示溫濕度差很小，證明軟體介面顯示的溫溼度精確度很高。



圖 3 儀器架設圖

5. 實驗流程

實驗流程如表 1 所述，其時間亦附於表中。實驗進行的安裝流程分別將五個感應器(sensor)裝設在身體的左手掌、背部以及胸部上，BVP 裝設在中指，EMG 裝在背肌，GSR 裝在食指與無名指，TEMP 裝在小指頭，最後將 RESP 裝在上胸部，進行五分鐘的實驗，每換一種物理參數都有 20-25 分鐘的適應期，讓身體充分適應當前的室內環境才會進行下一個實驗量測。

表 1 實驗流程與預估花費時間

實驗流程	預估花費時間(分)
調節實驗的物理參數	10-30
受測者填寫基本資料	5
受測者適應實驗環境	20-30
正式實驗	5-10
填寫舒適度問卷	5
總計實驗時間	45-80

6. 受測者與實測日期

本研究參與的對象有虎尾科技大學及中國醫藥大學職安系總共 12 位(六男六女)做為實驗者，年齡為 20-22 歲，體型高矮胖瘦皆有，衣著的型式是短袖上衣搭配牛仔長褲，質料以輕薄舒適為主。為求準確數據，實驗者的身體狀態會做適當的調整，飲食和睡眠上會嚴格的控管。本研究的實驗天數為期 16 天，分別在 97 年 1-3 月，分成 3 組進行，實驗時間早場 7:30-12:00 跟下午場 14:00-18:00，中間空檔為中午吃飯時間與休息時間，進行實驗前，會先選好當天所要進行的參數，每天進行的環境參數 4-6 種不等，而每天進行的參數不會都是測同樣一種溫度，如 23 度有 9 種，不會一天都在測 23 度，會上午場一種溫度，下午場是另一種，這樣的安排是為了使身體對同種溫度的適應，避免產生疲勞性。

三、研究成果

1. 基本物理量及生理量資料

表 2 實驗所設定的物理參數，有二十七種環境參數和一種基準值，MRT (mean radiant temperature) 代表平均輻射溫度。Tg 代表黑球溫度。To 則是操作溫度。

表 2 物理數據表

實驗編號	實驗時間	TA	RH	V	MRT	Tg	MRT	To	To 分組
1	1/28	23	50	0.2	0	23	23.0	23.0	23-26
2	1/28	23	50	0.5	2	25	28.1	25.5	23-26
3	1/28	23	50	0.8	4	27	34.8	28.9	26-29
4	1/29	23	70	0.2	2	25	26.8	24.9	23-26
5	1/29	23	70	0.5	4	27	32.9	28.0	26-29
6	1/29	23	70	0.8	0	23	23.0	23.0	23-26
7	1/30	23	90	0.2	4	27	30.5	26.7	26-29
8	1/24	23	90	0.5	0	23	23.0	23.0	23-26
9	1/24	23	90	0.8	2	25	29.0	26.0	26-29
10	1/29	25	50	0.2	2	27	28.7	26.9	26-29
11	1/29	25	50	0.5	4	29	34.8	29.9	29-33
12	1/30	25	50	0.8	0	25	25.0	25.0	26-29
13	1/28	25	70	0.2	4	29	32.4	28.7	29-33
14	1/28	25	70	0.5	0	25	25.0	25.0	23-26
15	1/28	25	70	0.8	2	27	31.0	28.0	26-29
16	1/30	25	90	0.2	0	25	25.0	25.0	23-26
17	1/25	25	90	0.5	2	27	30.0	27.5	26-29
18	1/25	25	90	0.8	4	29	36.6	30.8	29-33
19	1/30	28	50	0.2	4	32	35.3	31.7	29-33
20	1/30	28	50	0.5	0	28	28.0	28.0	26-29
21	1/30	28	50	0.8	2	30	33.9	30.9	29-33
22	1/28	28	70	0.2	0	28	28.0	28.0	26-29
23	1/24	28	70	0.5	2	30	32.9	30.5	29-33
24	1/24	28	70	0.8	4	32	39.4	33.7	29-33
25	1/25	28	90	0.2	2	30	31.7	29.8	29-33
26	1/25	28	90	0.5	4	32	37.7	32.8	29-33
27	1/25	28	90	0.8	0	28	28.0	28.0	26-29
base	3/8	25	70	0.5	2	27	30.0	27.5	26-29

生理數據的擷取是在五分鐘的實驗中，從五分鐘中選出一個各項數據皆平穩的時間點來做為瞬間數據的採用，之後會進行樞紐分析，來判斷各項數值與何種物理環境有相關性。如表 3

表 3.生理數據表

採點時間 4 分 48 秒	瞬間	瞬間	瞬間	瞬間	瞬間	平均值	平均值	平均值
實驗編號	BVP	EMG	SC	TEMP	RESP	BVP	EMG	RESP
1	75.57	1.9	2.25	25.29	16.99	76.89	1.99	15.57
2	79.23	1.44	3.54	24.21	17.61	77.42	2.75	16.72
3	82.36	1.49	1.54	29.56	13.81	83.2	2.83	15.51
4	72.32	0.19	0.69	26.4	16.99	71.77	0.36	17.87
5	71.73	1.75	0.85	26.51	16.7	71.92	2.72	16.6
6	77.92	0.25	0.72	23.5	15.74	78.76	3.03	15.11
7	72.07	4.03	4.5	32.9	13.33	72.38	25.21	13.91
8	81.06	2.42	0.75	24.23	18.46	80.84	3.7	17
9	88.21	1.39	0.67	26.74	16.7	88.65	9.92	16.63
10	75.57	2.42	1.89	29.87	14.55	75.21	2.4	14.63
11	79.84	0.61	1.84	29.9	14.01	80.36	2.03	15.01
12	76.8	1.75	1.85	26.68	14.77	77.68	3.13	14.37
13	79.64	2.73	0.8	32.41	17.94	81.04	3.54	16.28
14	76.23	2.58	0.93	28.6	11.16	77.39	14.39	15.39
15	78.22	0.87	0.79	32.63	19.2	76.8	1.72	16.02
16	81.7	5.68	1.27	30.56	13.43	81.81	6.46	13.88
17	80.05	5.22	1.59	32.1	15.61	80.11	5.33	15.5
18	74.56	1.18	0.77	32.61	18.46	75.65	3.41	16.03
19	80.81	1.28	6.28	34.52	13.62	80.58	1.49	14.72
20	73.76	1.28	4.35	26.92	13.91	74.48	1.18	13.44
21	78.42	1.18	4.79	32.09	14.66	79.71	1.2	15.33
22	80.21	1.18	1.29	35.19	12.39	80.83	1.78	12.7
23	90.15	11.85	1.26	33.75	16.84	88.08	11.65	15.32
24	90.35	2.21	1.21	35.42	17.61	90.06	5.12	16.37
25	95.11	2.16	0.63	34.65	13.71	95.39	3.39	13.64
26	96.6	0.5	0.68	35.35	19.59	96	0.75	16.18
27	88.34	1.54	0.83	34.56	18.46	89.62	1.23	15.54
base	77.62	0.97	1.42	33.16	17.3	81.09	1.23	13.69

2. 心跳與空氣溫度之關聯

圖 4 所示，男女在不同溫度下心跳(BVP)數值，呈現正比的線性趨勢，溫度愈高，心跳數值愈高。由此可知，心跳數值會隨著室內溫度的上升而提高。

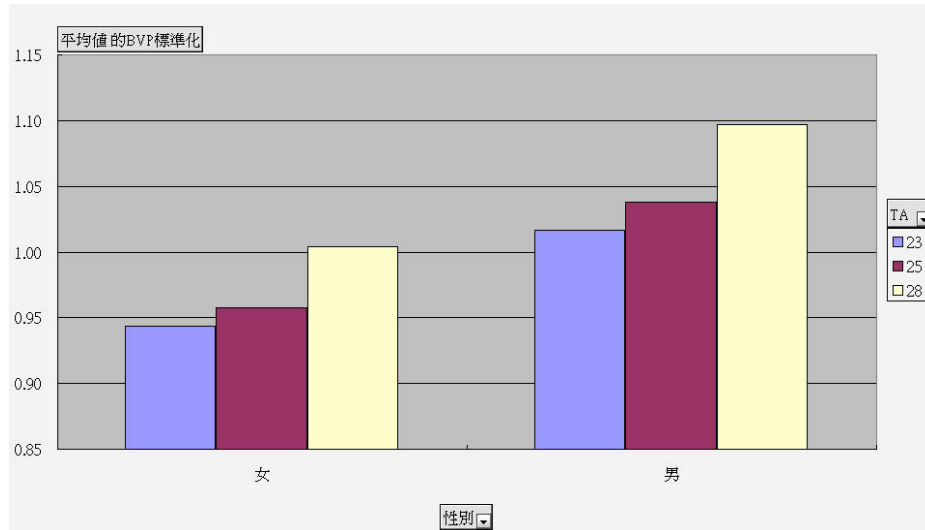


圖 4 心跳(BVP)標準化與溫度(TA)做比較的樞紐分析圖

3. 膚電導與溼度之關聯

圖 5 顯示男女在不同溼度下膚電導(SC)數值呈現反比的線性趨勢，男女在溼度 70 與 90% 時，膚電導數值幾乎呈現水平狀，溼度降到 50% 時，膚電導數值會急劇上升且與 70 和 90 有一段落差，由此可見，膚電導在溼度 50% 的環境下影響較顯著。

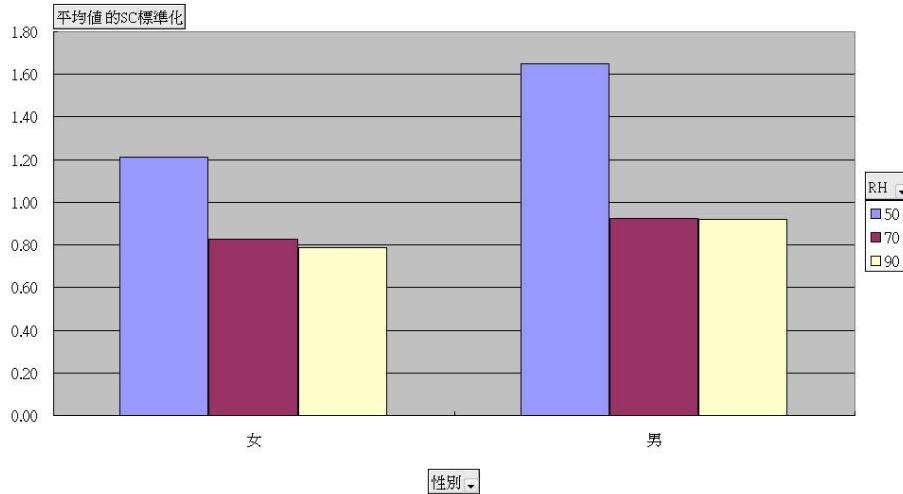


圖 5 膚電導(SC)標準化與溼度(RH)做比較的樞紐分析圖

4. 膚溫與風速之關聯

圖 6 顯示男女在不同風速下膚溫(TEMP)數值，呈現反比的線性趨勢，風速愈大，膚溫數值愈低，但男性在風速 0.5 與 0.8，膚溫數值趨近於水平，並無明顯下降。由此可知，風速的變化對女性膚溫值影響較顯著。

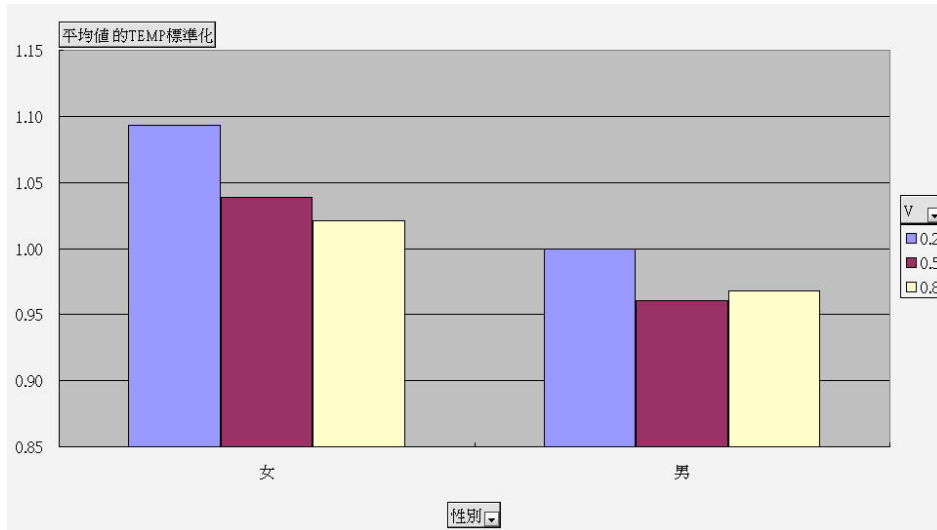


圖 6 膚溫(TEMP)標準化與風速(V)做比較的樞紐分析圖

5. LF/HF 與空氣溫度與

圖 7 顯示男女對於不同操作溫度下所感到的舒適程度。LF/HF 值愈高，代表身體感受愈不舒服；LF/HF 值愈低，則代表身體感受愈舒服(數值意義請參閱 P5)。上圖 X 軸顯示男女的數值變化，Y 軸則是每位受測者在操作溫度分組下 LF/HF-a 標準化的數值，主要是針對年輕的男女性生心理差異做探討。可知男女在溫度 25° 時，LF/HF-a 數值出現最低，顯示男女在中性(不極端)的環境最感到舒適。在 23° 與 28° 時，23° 的 LF/HF-a 數值明顯低於 28°，顯示男女對於低溫環境較能接受；而在高溫環境下，男女則是感到最不舒適。男女在 23° 與 25° 時，LF/HF-a 數值差距很小，分別是 0.12 與 0.02，顯示男女在低溫環境下，仍就感到相當舒適。但 23° 時男女的數值，分別是 1.78 及 1.19，可見得女性比男性更能接受低溫涼爽的環境。

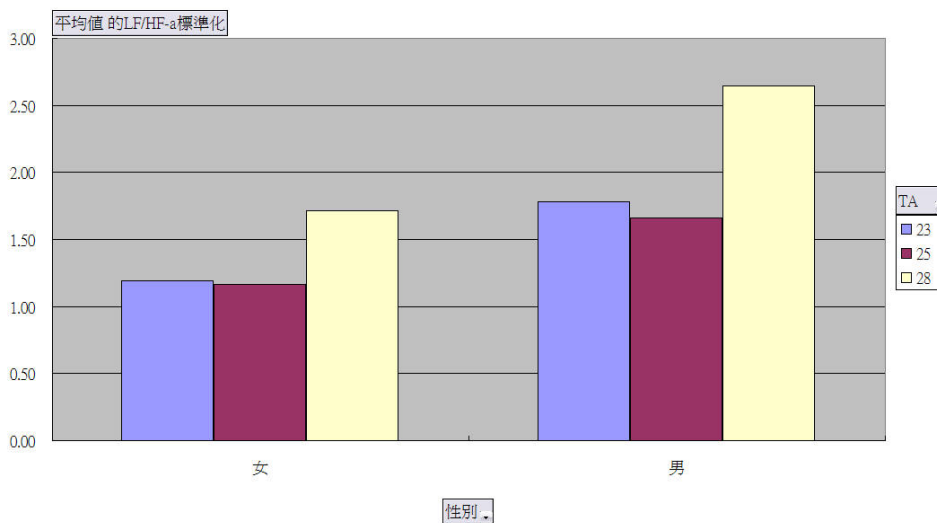


圖 7 LF/HF-a 標準化與溫度(TA)做比較的樞紐分析圖

四、結論

本研究的目的是要探討出不同環境下，年輕男女的生理反應有何變化、有何不同，並針對心理對物理環境的舒適感受，是否與生理舒適反應相互應，藉此探討綜合生理反應與心理感受，探討出年輕男女最感舒適的物理環境為何，避免不當的調節室內環境而影響人體健康。經過多次的實驗與分析後得到的核心結論如下：

1. 男女心跳(生理)隨著溫度、操作溫度的上升而提高，但男女對於溼度的反應則有差異，男性較為顯著；膚溫(生理)隨著溫度、操作溫度、輻射熱、溼度的上升而提高，但對於風速則是相反且女性影響較為顯著；膚電導(生理)則在溼度50%時影響較為顯著。
2. 男女生理最感到舒適的室溫為 25 度(中性溫度)，且心理最能接受的溫度也是 25 度，顯示生心理對於舒適溫度的感受並無明顯差異。
3. 低溫涼爽的溫度下，女性生理舒適的數值低於男性，且女性心理所接受程度也高於男性，顯示女性在低溫環境下比起男性較為感到舒適。
4. 對於室內溫度的感知，心理的舒適感受與生裡的舒適反應，(除了男性對於低溫的感受有所不同)其他彼此之間並無明顯的差異，顯示兩者是相互應的。

參考文獻

1. ASHRAE (2004) ASHRAE Standard 55-2004, Thermal environmental conditions for human occupancy. American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Inc., Atlanta
2. Brager GS, de Dear RJ (1998) Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energ Build* 27(1):83-96
3. Castle C Campus parking lots. The Gender and Technology. . http://www.ws.appstate.edu/gendertechex/vt_exhibits/2001/parkinglots.html (1 August),
4. Karjalainen S (2007) Gender differences in thermal comfort and use of thermostats in everyday thermal environments. *Build Environ* 42(4):1594-1603