

# 利用訊號偵測理論探討不同風險喜好者在決策行為之差異

黃孔良<sup>1\*</sup> 王志男<sup>1</sup> 林文攀<sup>1</sup> 陳敏生<sup>2</sup> 柳永青<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 國立雲林科技大學工業管理研究所碩士生

<sup>2</sup> 國立雲林科技大學工業管理研究所副教授

<sup>3</sup> 國立雲林科技大學工業管理研究所教授

雲林縣斗六市大學路三段123 號

\* g9421720@yuntech.edu.tw

## 摘要

人類利用各種顯示器以提供機台資訊，而機器呈現的各種數據，需要人來進一步判斷與執行相關步驟，因此過於複雜的訊息呈現會使反應時間過長，導致無法瞭解及時資訊。本研究首先請受試者操作模擬工廠機台狀態的訊息顯示器，收集每位受試者對於機台狀況判讀的誤差，藉以瞭解在提供相同的訊息時，人對於環境狀況的選擇差異。接著給予受試者不同的參考值，藉由給予最高與最低的參考值，瞭解人在有參考值時，面對相同資訊時所產生的決策變化為何。

在研究結果中顯示，在第一階段分出的不同風險行為的受試者中，在本研究給予不同的參考值時，其行為都將偏向於總平均。也就是說，在給予參考值時，不同的風險行為者，都將趨於一致。

**關鍵字:** 訊號偵測理論，風險行為，參考值

## 1.緒論

工業革命，人類大量使用機器代替人工，由於機器不像人可以及時提供工作負荷等資訊，因此人類利用各種顯示器以提供機台資訊；而機器呈現的各種數據，需要人來進一步判斷與執行相關步驟，因此過於複雜的訊息呈現會使反應時間過長，導致無法瞭解及時資訊。而每個人對資訊判讀，並不完全相同。此人若基於偏差所判斷執行的結果

可能造成機台不同的運作狀況，嚴重時可造成安全之隱憂。

倘若機台在安全情況下，操作者判斷此一機台為危險，而將機台停機，會導致停機成本；相反的，若是機台危險，操作者卻判定安全，機台在不安全的情況下繼續運轉，會導致維修成本提升以及員工在不安全工作環境下工作之危險。因此，瞭解人對於不同訊息呈現時所執行的決策過程，是非常重要的一環。張曉菁[2]在多分割的監視畫面螢幕的研究中也提出，越多的訊號就容易讓監測者感到疲勞且容易出錯，所以，如何判斷訊號的正確性，是一個相當重要的議題。

本研究首先請受試者操作模擬工廠機台狀態的訊息顯示器，收集每位受試者對於機台狀況判讀的偏差，藉以瞭解在相同的訊息提供時，人對於環境狀況的選擇差異。接著給予受試者不同的參考值，藉由給予最高與最低的參考值，瞭解人在有參考值時，面對相同資訊時所產生的決策變化為何。

本研究目的在瞭解人於機台提供不同訊息時所導致之不同的行為，並探討人在給定不同參考值時，決策行為所受到的影響。藉由瞭解是否給予參考值所造成之差異的比較，提供機台在不同使用者時，所需提供參考值的依據，以期降低人為因素導致之成本。

## 2.文獻探討

信號偵測理論—SDT

信號偵測理論(signal detection theory)最初為工程師應用在雜訊背景下，測量微弱的信號。之後 Tanner & Swets 認為 SDT 與人類信號偵測能力類似。由此，信號偵測理論開始廣泛的被運用在人因工程及實驗心理學的相關研究中。

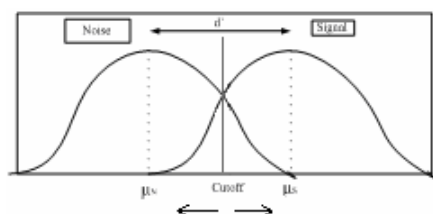
信號偵測理論中，偵測任務利用兩個不同的狀態分配所發生的訊號，由受試者判斷，藉著反應後所產生的結果，來分析受試者對訊號的敏感度。

影響受試者偵測的決定有三個因素，第一個為訊號強度，第二個為觀察者預期訊號是否出現，最後為決定後所帶來的獎懲。

表一 訊號偵測理論可能出現結果

| 環境狀態<br>決策  | 訊號(signal) | 雜訊(noise)                    |
|-------------|------------|------------------------------|
| 有訊號(signal) | 命中(Hit)    | 錯誤警報<br>(False alarm)        |
| 無訊號(noise)  | 遺漏(Miss)   | 正確的拒絕<br>(Correct rejection) |

表一為偵測任務中可能出現的四種結果，其中命中(Hit)為在刺激為信號時判斷為有訊號；正確的拒絕(Correct rejection)為在刺激為雜訊時判斷為無訊號，以上為正確判斷。錯誤警報(False alarm)為雜訊時判斷為有訊號，可能原因是雜訊刺激強度過大；遺漏(Miss)為訊號強度不顯著，因而判斷為雜訊。



圖一：SDT 訊號分布圖，其中  $d'$  表示敏感度。

$$d' = (\mu_S - \mu_N) / \sigma \quad [1-1]$$

[1-1]  $\mu_S$  為信號分配平均值， $\mu_N$  為雜訊分配平均值， $\sigma$  為分配的標準差。

若敏感度( $d'$ )越小，表示二個分配中重疊區域愈大，有愈大的機會判斷錯誤。而  $\beta$  值代表受試者的判斷閾(cutoff)，為受試者接到訊號刺激時判斷的標準，超過  $\beta$  值強度的刺激會被視為訊號。

$$\beta^* = P(x|S) / P(x|N) \\ = (CR - FA) / (HIT - MISS) * P(N) / P(S) \quad [1-2]$$

[1-2]  $P(N)$  為雜訊出現機率， $P(S)$  為信號出現機率， $x$  為隨機變數。

CR 為正確拒絕(Correct rejection)的獎勵，FA(False Alarm)為錯誤警報的懲罰，HIT 為命中(Hit)的獎勵，MISS 為疏漏(Miss)的懲罰。

表二：獎懲矩陣，A 平衡狀態；B 增加命中獎勵；C 增加正確的拒絕獎勵

|      |   | 決策線索 |    |     |    |    |     |
|------|---|------|----|-----|----|----|-----|
|      |   | 有    |    | 無   |    | 有  |     |
| 刺激線索 | 有 | +5   | -5 | +25 | -5 | +5 | -5  |
|      | 無 | -5   | +5 | -5  | +5 | -5 | +25 |
|      |   | A    |    | B   |    | C  |     |

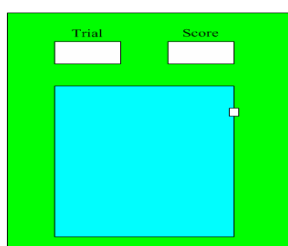
表二中，左邊表 A 為獎懲平衡的狀態，若現在改變成命中獎勵增加(上表 B)，則可以預期線索出現的反應增加，反之，則可以預期到線索出現的反應減少(上表 C)。

利用受試者反應結果，可以得知受試者對於判斷所處環境的狀況及判斷訊號的能力。延伸到工作場所中，可以表示作業員對於危險狀況的評估與反應，其中訊號可對應為危險環境，雜訊則為安全環境，而作業員反應有訊號則可以比擬為偵測危險而採取安全行為，反之則為冒險行為。

信號偵測理論應用面十分廣泛，除最早應用於雷達上，用來偵測敵機的訊號之外，尚包含資訊接收系統、醫學診斷：如 Lusted[7]利用 SDT 來判斷胸腔 X 光檢查時，X 光片中出現的白點是否為結核。而工業上為應用在檢驗與品質控管之用，如 Gramopadhye & Wilson[5]利用 SDT 探

討線段檢查實驗中，不同噪音環境對判斷閾值  $\beta$  及敏感度  $d'$  的影響；Jalihal & Nolte[6] 利用改變訊號雜訊比，來改善過濾影像的雜訊。

Barkan 等[3]利用訊號偵測理論來模擬工作環境中，工作人員對於環境狀態的察覺與反應。他建立了四種模型，藉以比較，在不同環境下意外與決策間制訂的某種關係。



圖二：Barkan 實驗介面

實驗受測者為 90 人，每名受測者接受 6 個集區，在每一個集區做 100 次的實驗，實驗為判別圖二中，白色小方塊位置屬於高或低的位置分配，起始分數為 2000 分，受試者接受報酬會與成績成正比，因此具有誘導受試者拿高分的因素存在。實驗設計為 2( 得分結構 gain,loss)\*3( 意外機率  $P=1,0.5,0.1$ ) 之受試者間設計 (Between subject)，其得分結構如表三及表四所示。

其實驗結果顯示：一、若不確定意外風險機率愈低，則受試者會有冒險行為的傾向。二、若風險固定下，受試者傾向一開始採取冒險行為，而後隨著經驗而慢慢趨向保守。三、得分結構的改變僅會在意外風險機率低時有影響，且損失的得分結構會驅使受試者傾向風險行為。

Barkan[4]又操弄了另一實驗，實驗受試者為 60 人，實驗方法同 98 年研究，結果顯示若接近意外(Near accident)的得分結構為正，會鼓勵受試者採取冒險行為。而警告機制若嚴格或標示明顯，同樣都會使受試者趨向保守的安全行為。

表三：利得結構 (Gain)

| 表三<br>利得結構 (gain) |                  | 環境狀態               |                   |
|-------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| 決策                | 安全行為<br>(signal) | 不安全(signal)        | 安全(noise)         |
|                   |                  | Hit                | False alarm       |
|                   |                  | 0                  | 0                 |
|                   | 冒險行為<br>(noise)  | Miss               | Correct rejection |
|                   |                  | P(Accident)        | -10               |
|                   |                  | 1-P(Near Accident) | 1                 |

由 Barkan 的實驗中，發現利用訊號偵測任務，除可用來表示受試者對環境的狀態分析及反應的結果外，在偵測任務中判斷閾(Cutoff)的所在位置也表示了受試者所願承擔的風險等級。

表四：損失結構(Loss)

| 表四<br>損失結構<br>( Loss ) |                  | 環境狀態               |                   |
|------------------------|------------------|--------------------|-------------------|
| 決策                     | 安全行為<br>(signal) | 不安全(signal)        | 安全(noise)         |
|                        |                  | Hit                | False alarm       |
|                        |                  | -1                 | -1                |
|                        | 冒險行為<br>(noise)  | Miss               | Correct rejection |
|                        |                  | P(Accident)        | -11               |
|                        |                  | 1-P(Near Accident) | 0                 |

以上文獻中，探討了包含經驗所帶來的學習效應 (Lusted [7]; Gramopadhye & Wilson [5]; Barkan et al,[3][4])、改變不確定風險機率、得分結構(Barkan et al,[3][4])對受試者風險行為的改變。但是，卻沒有討論到受試者分群的影響，是

否不同的風險族群會有不同的效果呢？而不同族群的受試者，對於群體意見的反應是否會有所差異，本研究利用訊號偵測任務，作為測量受試者風險行為的工具，並探討不同風險組群的反應。

### 3. 研究方法

本研究主要分成兩個階段，第一階段為前測主要是用來進行受試者的分群，根據實驗的結果將受試者分成風險喜好跟風險趨避兩群；第二階段則是利用前測之分群結果，做進一步的分析。分析不同的受試者，在給定不同的參考值是否會對本研究所進行的分群產生不同的影響。

#### 第一階段

##### 實驗目的

收集受試者的實驗資料，進行受測者之分群。

##### 操弄變項

在一個長方形中，操弄不同位置的線段。

##### 測量變項

依受試者的答題機率，計算出每個受試者的  $\beta$  值。

##### 刺激呈現方式

每次都將在兩塊區域出現一條橫線，其出現的線段可能為偏上或偏下（圖三）。

##### 作業內容

受試者僅需要判斷在圖三中的線段是分佈在哪一個區塊(上或下)。在判斷的過程中，受試者會有一個固定的得分結構，在受試者答對時，可能會得到+10 或+20 的分數；如果答錯，則可能得到-10 或-20 的分數，在實驗前會要求受試者要盡量得高分。

##### 受試者

本實驗共 40 位受試者參與，均由研究所之學生擔任受測對象，年齡在 23 到 28 歲

之間（平均值為 24.7，變異數為 2.435），慣用手均為右手。所有受試者均沒有色盲或其他眼疾，矯正後視力在 0.8 至 1.2 之間。



圖三：未加入任何參考值之實驗圖

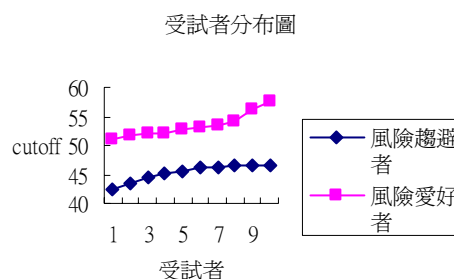
##### 實驗程序

在實驗的一開始，受試者會先做 20 次的練習，在練習過後，會先讓受試者休息 2 分鐘，再開始正式的實驗。正式的實驗受試者將會做 300 次的刺激判斷，而在實驗中每 100 次將會給受試者做 5 分鐘的休息，受試者只要做完 300 次的刺激及算完成一次完整的實驗。

##### 結果

分析結果顯示確實可以將受試者分成兩群，其兩者之間也都有顯著差異，其  $t_{(0.05,9)} = 18.965$ 、 $p = .000$ 。

風險傾向者是由所有受試者中，挑選出  $\beta$  值最高十名的平均值設定為高風險參考值。風險趨避者則是選最低的十名，其平均值為低風險之參考值。



圖四：兩群受試者的分佈圖

#### 第二階段

##### 實驗目的

利用前測的分群結果，探討不同風險行為的受試者是否會因給予不同參考值，而改變其選擇

決策。

#### ·操弄變項

每個受試者都將會做兩個不同的顯示介面，分別包含 2 種不同的參考值，風險喜好參考值及風險趨避參考值(圖五、圖六)。

#### ·測量變項

收集受試者的決策結果，計算出其  $\beta$  值。

#### ·刺激呈現方式

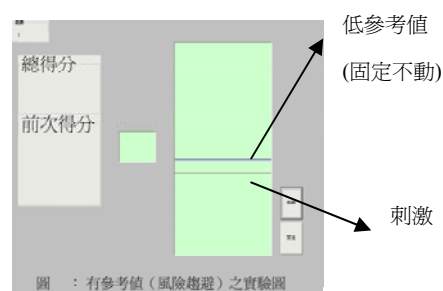
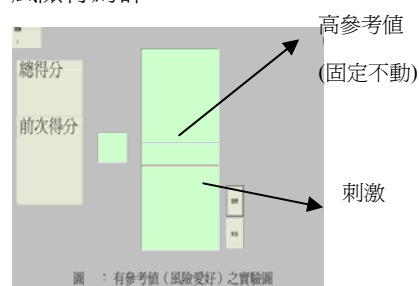
同第一階段，僅只有加入參考值做實驗操弄得變項(圖五、圖六)。

#### ·作業內容

同第一階段。

#### ·受試者

為第一階段結果所分出來的兩群不同風險行為群。



#### ·實驗程序

同第一階段。

#### ·結果

##### 風險愛好者

表五、圖七則為風險愛好者，給予低風險參考值以及高風險參考值後，檢定結果及實驗結果分析圖。利用成對 t 檢定(paired-t)結果顯示，風險愛好者在給予低風險參考值

後，與不給參考值之決策結果(cutoff)結果有顯著差異( $t_{(0.05,9)}=3.754, p=0.005$ )。而受試者在給予高風險參考值後，其決策結果與不給參考值之原始平均結果也有顯著差異( $t_{(0.05,9)}=3.124, p=0.012$ )。在給予高風險參考值及低風險參考值結果，兩者間並無顯著差異( $t_{(0.05,9)}=-.795, p=.447$ )。

表五：風險愛好與參考值之比較

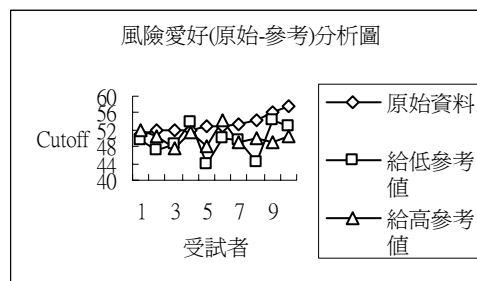
|                 | 平均數    | 標準差    | t     | 顯著性<br>(雙尾) |
|-----------------|--------|--------|-------|-------------|
| $R_{原} - R_{低}$ | 4.0488 | 3.4105 | 3.754 | .005*       |
| $R_{原} - R_{高}$ | 3.1149 | 3.1532 | 3.124 | .012*       |
| $R_{低} - R_{高}$ | -.9339 | 3.7170 | -.795 | .447        |

其中，

$R_{原}$ ：風險愛好原始平均

$R_{高}$ ：風險愛好給高參考之平均

$R_{低}$ ：風險愛好給低參考之平均

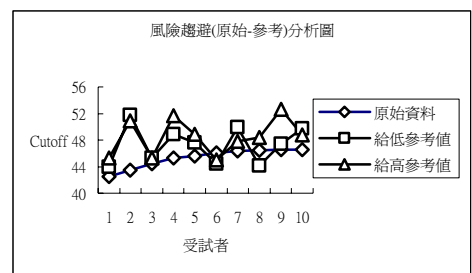


圖七：風險愛好分析圖

##### 風險趨避者

表六、圖八為風險趨避者，給予低風險參考值以及高風險參考值之檢定分析及實驗結果分析圖。利用成對 t 檢定結果顯示，風險規避者在給予低風險參考值後，決策結果與不給參考值之平均結果無顯著差異( $t_{(0.05,9)}=-2.091, p=0.066$ )。在給予高風險參考值後，其決策結果與不給參考值之原始平均結果有顯著差異( $t_{(0.05,9)}=-3.645, p=.005$ )。高風險參考值及低風險參考值之結果，兩者間並

無顯著差異( $t_{(0.05,9)}=-1.533, p=.160$ )。



圖八：風險趨避原始資料與參考值之比較圖

在本研究中，還做了風險愛好者及風險趨避者在分別給低參考值及高參考值時成對檢定，其 T 值及 p 值分別為  $R_{低}-S_{低}$ ： $t_{(0.05,9)}=1.605, p=.143$ ； $R_{高}-S_{高}$ ： $t_{(0.05,9)}=1.562, p=.153$ ，皆不顯著。

表六：風險趨避與給參考值之比較

|               | 平均數     | 標準差    | t      | 顯著性<br>(雙尾) |
|---------------|---------|--------|--------|-------------|
| $S_{原}-S_{低}$ | -1.9684 | 2.9772 | -2.091 | .066        |
| $S_{原}-S_{高}$ | -3.1060 | 2.6948 | -3.645 | .005*       |
| $S_{低}-S_{高}$ | -1.1376 | 2.3466 | -1.533 | .160        |

其中

$S_{原}$ ：風險趨避原始平均

$S_{高}$ ：風險趨避給予高參考之平均

$S_{低}$ ：風險趨避給低參考之平均

#### 4.討論

##### 參考值所造成之影響

表七為風險規避者、風險愛好者與總平均的分析比較表。利用單一樣本 T 檢定比較總平均結果顯示，不論給予的參考值為低風險參考值或是高風險參考值，其結果顯示大部分與總平均並無顯著的差異（表七），僅風險規避者給予高風險參考值有顯著，但接近不顯著。分群的效果與總平均為顯著差異。圖九、十分別為不同風險族群，給予高、低標線與參考值後結果的分析圖，圖十一則為兩群體給予參考值後的實驗結果與總平均的分析圖。

表七：給予不同參考值與原始總平均（49.29）的檢定表

|               | 檢定值=49.29 (40 人總平均) |     |             |
|---------------|---------------------|-----|-------------|
|               | t                   | 自由度 | 顯著性<br>(雙尾) |
| $S_{原}-49.29$ | -8.703              | 9   | .000*       |
| $S_{低}-49.29$ | -.976               | 9   | .354        |
| $S_{高}-49.29$ | -2.275              | 9   | .049*       |
| $R_{原}-49.29$ | 6.280               | 9   | .000*       |
| $R_{低}-49.29$ | .062                | 9   | .952        |
| $R_{高}-49.29$ | 1.555               | 9   | .154        |

其中

$S_{原}$ ：風險趨避者平均數

$S_{低}$ ：風險趨避者給低參考值

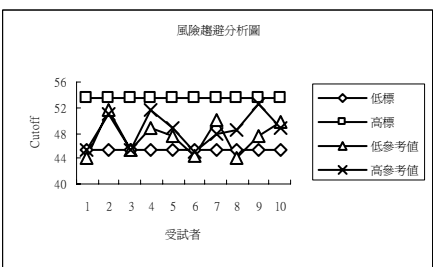
$S_{高}$ ：風險趨避者給高參考值

$R_{原}$ ：風險愛好者平均數

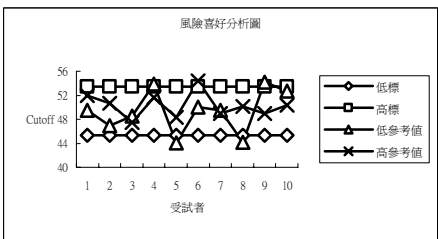
$R_{低}$ ：風險愛好者給低參考值

$R_{高}$ ：風險愛好者給高參考值

其中可以發現到給予參考值後，兩族群受試者會採取修正其 Cutoff 偏向平均值，整體而言範圍會受限在高低參考值之間。



圖九 風險趨避原始平均高低標與給予參考值後之比較



圖十 風險愛好原始平均高低標與給予參考值後之

經由比較，不同風險傾向的人給定不同參考



值時都會有傾向中間的趨勢。給予類似受試者本身的  $\beta$  值時，受試者會以參考值作為比對標準，來衡量是否為極端出現之訊號。出現在極端值以外的訊號時，會認定為極端值，所以會使  $\beta$  值有往中間移動的情況。例如風險傾向者在看到一個訊號出現在高標準以上的值時，就較易判斷該訊號為危險(相較於無參考值時)。

可以推論風險傾向者看到較高的參考值時，就較容易認定機台狀況為危險；相同於風險趨避者看到較低的參考值時，就較容易認定機台狀況為安全。

因為不論提供何種參考值，都會使人的表現一致。那麼提供參考值是一個可以降低人為選擇偏差的方法。所以建議未來設計機台或是介面時，都需要提供參考值，可以使人判定的水準較為統一，減少人對於相同情況下造成之偏差。

未來可利用更改調整參考值之判斷方式，觀察不同之參考值呈現方式，受試者對資訊之判斷是否產生差異，進而探討最適合之參考值設計方式。另一方面可再深入探討若人在有參考值時，提供不同得分結構，能否堅持自己對於環境判別能力。藉由觀察差異之狀態，可以瞭解依照參考值得分結構對人員判定的影響。而這種在不確定環境下所執行的實驗，未來可以延伸至各種具有不確定特性工作環境中，以測量人員對於資訊判斷的差異。除此之外，可對以信號偵測作業測得之不同群受試者進行人格分析，以對兩者間之關係做更進一步探討，或許可作未來危險性操作之工作人員篩選與訓練之參考。

#### 參考文獻

1. 吳玲玲，(1998) 認知心理學，台北：華泰出版
2. 張曉菁，「多分割畫面監視螢幕對監控人員訊號偵測能力與快速反應能力的

影響」，中原大學工業工程學系碩士學位論文(2002)

3. Barkan R., Zohar, D. & Erev I. (1998). Accident and Decision Making under Uncertainty: A Comparison of Four Models. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol 74, No2, May, 118-144.
4. Barkan. R. (2002) Using a signal detection safety model to simulate managerial expectations and supervisory feedback. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, Vol 89, 1005-1031.
5. Gramopadhye A.K. & Wilson, K. (1997). Noise, feedback training, and visual inspection performance. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20, 223-230.
6. Jaliha, D. & Nolte, L.W. (1994). Signal detection theory and reconstruction algorithms-performance for images in noise. *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, Vol 41, Issue 5, May, 501-504.
7. Lusted, L. B. (1971). Signal Detectability and Medical Decision-Making. *Science* 26, March, 1217-1219.

### The Effect of Different Kind of Risk-Behaviors on Decision Making Using SDT

Kung -Liang Huang <sup>1\*</sup>,

Chih-Nan Wang <sup>1</sup>,

Wen -Pan Lin <sup>1</sup>,

Min-Sheng Chen <sup>2</sup>,

Yung-Ching Liu <sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Industrial Engineering & Management, National Yunlin University of Science and Technology

<sup>2</sup> Department of Industrial Engineering

&Management, National Yunlin University of  
Science and Technology  
123 University Road, Section 3, Douliou, Yunlin  
64002,Taiwan, R.O.C.  
\* [g9421720@yuntech.edu.tw](mailto:g9421720@yuntech.edu.tw)

## **ABSTRACT**

The article is to provide an experimental evidence to demonstrate how the different kinds of risk-behavior make decision under different reference indicators. The phase I of the experiment is to divide the subjects into risky and conservative groups. Two reference indicators were manipulated in the phase II and the result showed that no matter what kind of the risk-behaviors intend to make moderate decisions. That is, people in the risky group are inclined to make conservative decisions. On the other hand, people in the conservative group intend to make riskier decision. These results suggest that the effect of reference indicators may be established for the different kind of risk-behaviors.

**Keywords:** Signal detection theory, risk behavior, consulting value.



