

## AHP與修正後AHP以方案排序為基礎的比較

賴世剛<sup>1</sup> 方溪泉<sup>2</sup>

論文接受日期：86年8月20日

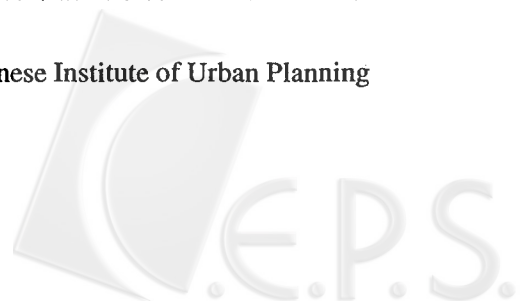
### 摘 要

本文介紹一結合分析階層程序法(AHP)及多屬性效用理論(MAUT)之修正後的分析階層程序法(AHP')。本文並說明AHP與MAUT之間尺度化的轉換。藉由專家學者問卷使用三種評估方式：直覺判斷、AHP、及AHP'，本文比較AHP與AHP'表現決策者偏好的效果。在問卷中控制使用AHP及AHP'的順序且使用該二法前後均採用直覺判斷的設計。該問卷比較係以第二高速公路沿線高架橋下土地使用方案評估為一逼真案例。即使大多數受訪者認為AHP較AHP'為佳，但分析結果發現在表現決策者偏好能力方面，AHP'較AHP為佳。此比較係以方案優劣排序為依據，而非以偏好結構為比較標準。

關鍵詞：分析階層程序法、多屬性效用理論、偏好、尺度化方法

1. 國立中興大學地政系教授兼地政研究中心主任。
2. 正崙工程顧問有限公司都市規劃師。

中華民國都市計劃學會 民國八十六年



## A COMPARISON BETWEEN AHP AND MODIFIED AHP BASED ON RANKINGS AMONG ALTERNATIVES

**Shih-Kung Lai**

*Professor and Director Department of Land Economics and Administration  
Center for Land Management and Technology National Chung Hsing University.*

**Shi-Chuen Fang**

*Planner  
Chen Wei Consultants*

### ABSTRACT

The paper introduces a modified version of Analytic Hierarchy Process(AHP), or AHP', as combination of AHP and multiattribute utility theory (MAUT). The transformation of scaling between AHP and MAUT is demonstrated in terms of matrix algebra. A comparison between the effectiveness of AHP and AHP' in expressing decision makers' preferences was made by sampling among planning practitioners applying AHP and AHP'. The order of applying AHP and AHP' was controlled and the holistic judgments were made in the beginning and the end of the questionnaire.

A realistic planning problem of evaluating alternative land uses under an overpass of the Second Highway was designed for conducting the survey. AHP' performed better than AHP in terms of expressing decision makers' preferences though most respondents preferred AHP to AHP'. The comparison was based on decision makers' rankings among alternatives, rather than on preference structures.

**Keywords:** Analytic Hierarchy Process, Multiattribute Utility Theory, Preferences, Scaling Methods.

### 一、前 言

分析階層程序法(Analytic Hierarchy Process, 簡稱AHP)因其計算使用容易, 所以頗受使用者的好評。國內運用的例子亦頗多, 但對AHP本身存在的一些問題探討較少, 例如如何增加成對比較的一致性, 採用九個等級較不客觀, 屬性相對重要性的定義比較模糊, 以及方案的增減造成排序逆轉等問題等(Genest及Zhang, 1996; Harker及Vargas, 1987)。這些問題有些已被部分解決。尤其Saaty提出AHP的公理基礎(1986), 且Lai也證明出AHP與多屬性效用理論(Multiattribute Utility Theory, 簡稱MAUT)之間的關係(1995)。Lai同時提出結合AHP與MAUT的AHP'法。該法嘗試以MAUT的問答方式結合AHP的成對比較矩陣, 進行屬性間及屬性中偏好判

斷，以求取屬性權重與屬性價值。並根據加法決策規則評估方案的優劣。AHP在實驗室中曾與其他方法進行比較(Lai及Hopkins, 1995)。根據該項研究顯示，在實證操作上，雖然AHP不是最有效的方法，但若問卷加以適當改良，因其在理論與問題的意義均較AHP為佳，應有發展的潛力。與AHP類似的方法亦有人提出(如Schoner等之linking pins法, 1993; 1997)，但Lai已根據量測理論(measurement theory)提出AHP'的理論基礎(1995)。而本文再以矩陣代數加以說明之。本文先介紹AHP'的理論基礎，並以一假設的實例(高速公路高架橋下土地使用方案評估)，從事問卷設計以及實際操作，以觀察AHP'在實際上操作的難易以及使用效用。研究結果顯示，雖然大多數受訪者認為AHP較AHP'為佳，但分析結果發現在表現決策者偏好能力方面，AHP'其實較AHP為佳。此比較係以方案優劣排序為依據，而非以偏好結構為比較標準。

## 二、理論探討

Saaty雖然提出了AHP的公理基礎(1986)，但該公理基礎並非完全，因為它著重在證明特徵向量法為最適當的權重估計方式，而並未指出其基本衡量尺度(或成對比較矩陣中的數據)所代表的意義。也因此文獻上引起許多對AHP理論的爭議(例如Dyer, 1990a; Harker及Vargas, 1990及Dyer, 1990b)。針對AHP的基本尺度，Lai提出了以偏好為基礎的解釋(1995)，且證明出，若以偏好來解釋成對比較矩陣內數據的意義，AHP與MAUT的判斷可以互相轉換。Lai同時亦提出一修正後的AHP法，稱為AHP'，以更清楚界定AHP法中衡量尺度的定義(1995)。本節就矩陣運算的方式說明AHP及MAUT間的關係，並介紹AHP'的程序。

### (一) MAUT與AHP間判斷值的轉換

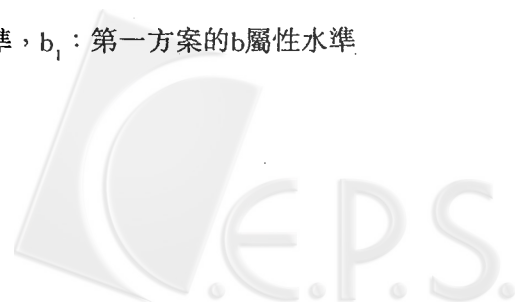
AHP方法主要是在求得某一階層之屬性對上一階層屬性之貢獻。根據Saaty之作法是以九個等級對兩方案做比較，決策者以Saaty尺度比較兩兩屬性並建立成對矩陣。如以兩個屬性 $a$ 及 $b$ 為例：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & \frac{a}{b} \\ \frac{b}{a} & 1 \end{bmatrix}$$

其中 $a/b$ 是使用Saaty尺度下屬性 $a$ 對屬性 $b$ 之相對重要性。假若有兩個方案 $(a_1, b_1)$ 與 $(a_2, b_2)$ 其針對兩種屬性之對偶矩陣可分別表示如下：

$$A_1 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{a_1}{a_2} \\ \frac{a_2}{a_1} & 1 \end{bmatrix} \quad \text{且} \quad A_2 = \begin{bmatrix} 1 & \frac{b_1}{b_2} \\ \frac{b_2}{b_1} & 1 \end{bmatrix},$$

其中， $a_1$ ：第一方案的 $a$ 屬性水準， $a_2$ ：第二方案的 $a$ 屬性水準， $b_1$ ：第一方案的 $b$ 屬性水準及 $b_2$ ：第二方案的 $b$ 屬性水準。



為便於說明AHP及MAUT間衡量尺度如何轉換，假設有m個方案及n個屬性，若每個方案i其屬性j之原始衡量尺度值為 $X_{ij}$ ，則所有方案其不同屬性值可以下列效果矩陣(effectiveness matrix)X表示之：

$$X = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \dots & X_{1n} \\ X_{21} & X_{22} & \dots & X_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ X_{m1} & X_{m2} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix}$$

若AHP以價值函數表示則如(i)。因其函數為多維之價值函數，故其操作之步驟應先求出屬性權重，再針對各個屬性建構方案成對矩陣，以特徵向量之計算求出正規化的價值函數。假設有n個屬性，則

$$Z_i^h(\tilde{X}) = \sum_{j=1}^n w_j^h v_j^h(X_{ij}) \dots \dots \dots (1)$$

其中， $Z_i^h$ ：方案i之AHP多維價值函數， $\tilde{X}$ ：為方案i之屬性向量， $(x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})$ ， $X_{ij}$ ：方案i之j屬性之屬性水準， $v_j^h$ ：屬性j單維正規化價值函數，及 $w_j^h$ ：屬性j之權重。

AHP之屬性正規化價值函數值是從問卷回答中取得，而問卷設計之缺點乃存在於對問題的闡述並不明確且易造成問題的混淆(Watson and Freeling, 1983及Dyer, 1990a)。例如以購車為例，在衡量安全性與舒適性的相對重要性時，若沒有明確的衡量尺度，其結果所代表的意義是值得懷疑的。但如果將AHP中成對矩陣的數據解釋成MAUT中的偏好比率判斷，則AHP問卷問題便具有明確的意義。本文先以此定義推導AHP與MAUT之關係後，再說明AHP問卷設計的方式。

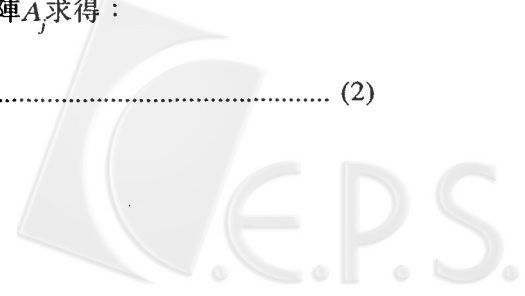
假設現有m個方案，以n個屬性評估之，如矩陣X所示。如果對所有的方案i，k及r而言， $C_{kr} = C_{ki} C_{ir}$ 那成對矩陣為完全一致。其中 $C_{kr}$ 表示為成對矩陣中第k列第r行的元素。各方案之j屬性的成對矩陣如下所示。

$$A_j = \begin{bmatrix} 1 & \frac{V_j^i(X_{1j})}{V_j^i(X_{2j})} & \dots & \frac{V_j^i(X_{1j})}{V_j^i(X_{mj})} \\ \frac{V_j^i(X_{2j})}{V_j^i(X_{1j})} & 1 & \dots & \frac{V_j^i(X_{2j})}{V_j^i(X_{mj})} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \frac{V_j^i(X_{mj})}{V_j^i(X_{1j})} & \frac{V_j^i(X_{mj})}{V_j^i(X_{2j})} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

其中， $V_j^i(\tilde{X}) = [V_j^i(X_{i1}), V_j^i(X_{i2}), \dots, V_j^i(X_{in})]$ 為方案i之MAUT單維價值函數向量，而 $V_j^i(X_{ij})$ 為方案i屬性j之MAUT尺度之價值函數值。

在對偶矩陣為一致的情況下，根據AHP的定義，可由矩陣 $A_j$ 求得：

$$v_j^h(X_{ij}) = V_j^i(X_{ij}) / \sum_{i=1}^m V_j^i(X_{ij}) \dots \dots \dots (2)$$



其中， $V_j^h(X_{ij})$ 為由AHP方法求得之方案*i*屬性*j*之價值函數值。

$$\text{令 } 1 / \sum_{i=1}^m V_j^t(X_{ij}) = K_j, \text{ 則 } V_j^h(X_{ij}) = K_j V_j^t(X_{ij}) \dots\dots\dots (3)$$

亦即，AHP尺度中的價值函數為MAUT尺度中價值函數乘上一比率常數，而該比率函數隨著屬性不同而不同。至於權重部分的轉換，若AHP有關權重之成對矩陣如下：

$$W = \begin{bmatrix} 1 & \frac{w_1^h}{w_2^h} & \dots & \frac{w_1^h}{w_n^h} \\ \frac{w_2^h}{w_1^h} & 1 & \dots & \frac{w_2^h}{w_n^h} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ \frac{w_n^h}{w_1^h} & \frac{w_n^h}{w_2^h} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

其中， $w_j^h$ 為AHP尺度中*j*屬性的權重。將(3)帶入(1)式，可得(4)如下：

$$Z_i^h(\tilde{X}) = \sum_{j=1}^n w_j^h k_j V_j^t(X_{ij}) \dots\dots\dots (4)$$

然而，不論在AHP或MAUT尺度中，權重隱含屬性間的交換值。在偏好穩定的假設下，屬性間交換值在某一特定的尺度下應維持不變。因此，再對(4)中之 $V_j^t$ 偏微分，那單一尺度之價值函數 $V_j^t(X_{ij})$ 所屬權重應與MAUT中的權重相同。因此可得MAUT與AHP間的權重關係如(5)所示。

$$w_j^h = (1/k_j) w_j^t = \sum_{i=1}^m w_j^t V_j^t(X_{ij}), \dots\dots\dots (5)$$

其中， $w_j^t$ 為MAUT尺度中*j*屬性的權重

因為 $V_j^t(X_{ij})$ 介於0與1之間，而 $V_j^t(X_{ij})$ 與 $V_j^h(X_{ij})$ 存在一比率關係如(3)，可根據 $V_j^h$ 的最大值將 $V_j^h$ 轉換成 $V_j^t$ ，使得 $V_j^h$ 的最大值為1。即

$$V_j^t(X_{ij}) = V_j^h(X_{ij}) / V_j^{h*} \dots\dots\dots (6)$$

其中， $V_j^{h*}$ 是 $V_j^h(X_{1j})$ ， $V_j^h(X_{2j})$ ，……，及 $V_j^h(X_{mj})$ 中之最大值。而屬性之權重部份之轉換則如(7)。

$$w_j^t = w_j^h k_j \dots\dots\dots (7)$$

配合(5)及(6)可將(7)簡化如(8)：

$$w_j^t = w_j^h / \sum_{k=1}^m V_j^t(X_{kj}) = w_j^h V_j^{h*} / \sum_{k=1}^m V_j^h(X_{kj}),$$



$$\begin{aligned} \text{而 } \sum_{k=1}^m v_j^h(X_{kj}) = 1 \text{ 且 } \sum_{j=1}^n w_j^t = 1, \\ w_j^t = w_j^h v_j^{h*} / \sum_{j=1}^n w_j^h v_j^{h*} \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

由AHP計算後之單維價值函數值及權重轉換成MAUT之單維價值函數值及權重後，不但其方案得分間之排序順序相同，且其相對價值應與AHP之結果相同，兩者之差異僅是數據不同。但值得注意的是由AHP計算而得屬性權重及價值受到所考慮的方案影響。

## (二)修正後之分析階層程序法(AHP')

AHP'結合了AHP與MAUT的優點。其問題設計以及準則範圍的決定是以MAUT的方法處理，而計算評估過程則依照AHP的型式處理，最後再將AHP的屬性單維價值函數值轉換成MAUT的屬性單維價值函數值。並乘上所得之MAUT屬性權重，加總而得方案的評分。其理論說明如下。

由前節得知，因AHP與MAUT是可相互轉換的，所以可先由MAUT問卷方法決定屬性間偏好比較，再據此建構成對矩陣。例如以購車為例，比較兩種屬性1(安全性)和2(舒適性)所建立的屬性間成對矩陣，是根據決策者的回答，再根據(5)之定義求得成對矩陣內之比率，可表示如(9)(其意義是屬性1所有方案值乘以該屬性之權重之和與屬性2所有方案值乘以該屬性權重之和之比率)。根據(5)，此亦即AHP權重之比率。

$$R_{12} = \frac{\sum_{i=1}^m w_1^t v_1^t(X_{i1})}{\sum_{i=1}^m w_2^t v_2^t(X_{i2})} = \frac{w_1^h}{w_2^h} \dots\dots\dots (9)$$

其中， $R_{12}$ ：屬性間的成對矩陣第一列第二行的元素， $v_j^t$ ：屬性j之MAUT的價值函數， $w_j^t$ ：屬性j之MAUT的權重， $X_{ij}$ ：方案i屬性j的屬性水準，及  $w_j^h$ ：屬性j之AHP的權重。

上述是屬性間的比較，若是屬性中的比較則可以方案1與方案2的j屬性為例，根據決策者的回答，再根據屬性值的成對矩陣，計算兩者的比率如(10)所示。其意義是方案1與方案2之j屬性值的比率，經過特徵向量法的正規化後，即為AHP屬性單維價值函數值的比率。

$$r_{12} = \frac{v_j^t(X_{1j})}{v_j^t(X_{2j})} \dots\dots\dots (10)$$

其中， $r_{12}$ ：在屬性j下方案1與方案2的偏好比率， $v_j^t$ ：屬性j之MAUT的價值函數，及  $X_{ij}$ ：方案i屬性j的屬性水準。

上述(10)是較簡單的方程式，決策者可能在作該項判斷時不致遭遇問題。但顯然(9)的回答較困難，因為決策者不僅需決定每一個屬性水準的偏好判斷，也要評估這些屬性間經過加總的偏好比率。這個問題可以偏好差異判斷的比較而予以簡化之。若有兩個屬性 $a_1$ 與 $a_2$ 之間存在 $[a_{1,2}$

$a_{1b}] > [a_{2w}, a_{2b}]$ 的關係，亦即 $a_{1w}$ 與 $a_{1b}$ 之偏好判斷差異較 $a_{2w}$ 與 $a_{2b}$ 之偏好差異判斷為大，其中 $a_{1w}$ 、 $a_{2w}$ 與 $a_{1b}$ 、 $a_{2b}$ 分別為屬性1及屬性2最差及最好的屬性水準，則在MAUT上存在有不等式如下：

$$w_1^t V_1^t(a_{1b}) - w_1^t V_1^t(a_{1w}) > w_2^t V_2^t(a_{2b}) - w_2^t V_2^t(a_{2w}) \dots\dots\dots (11)$$

其中， $w_j^t$ ：屬性j之MAUT的權重， $V_j^t$ ：屬性j之MAUT的效用值， $a_{jb}$ ：屬性j的最佳水準，及 $a_{jw}$ ：屬性j的最差水準。

由於屬性最佳水準及最差水準其MAUT值之差為1，(11)式中左右兩邊的比值事實上即為MAUT尺度中屬性1及屬性2的權重比值，即：

$$r^{12} = \frac{w_1^t [V_1^t(a_{1b}) - V_1^t(a_{1w})]}{w_2^t [V_2^t(a_{2b}) - V_2^t(a_{2w})]} = \frac{w_1^t}{w_2^t} \dots\dots\dots (12)$$

根據(12)若是對屬性間做「最差水準變化到最佳水準的偏好」的比較，並據此建立成對矩陣且導出正規化的特徵向量，正也是MAUT的權重。

(12)式為MAUT尺度中的權重，而(10)正規化結果為AHP尺度中的單維價值函數值，因兩者尺度不同因此須將(10)所求得之值，利用(6)轉換成相同之MAUT的尺度(例如，令 $V_j^{tr}$ 為1，而其餘值依一定比率轉換之)。最後將所有權重與單維價值函數值相乘並加總，以判斷各方案之優劣。

### 三、實證研究

AHP'目前僅發展到三層級的階層系統。AHP'在實驗室中與AHP和MAUT的使用效果比較過，結果顯示AHP'其表達決策者偏好的效果不比另外兩個方法(即AHP及MAUT)為佳(Lai及Hopkins, 1995)。究其原因，可能是AHP'要求決策者進行偏好的比率判斷，而比率判斷比起MAUT對等判斷為困難(賴世剛及辜永奇，即將發表)。此外，AHP'不像AHP有一比較尺度(即Saaty所建議的9個整數的尺度)，使得決策者容易具以作出合適的比率判斷。但AHP'是否在真實的規劃例子中(即在實驗室以外)顯現同樣的效用？則是本實證研究的主要探討目的。本實證研究所採用的個案為第二高速公路之沿線高架橋下土地使用的決策問題。以下分別說明評估準則的選取、替選方案的設計、問卷設計，問卷調查過程，以及結果分析。

#### (一) 建立高架道路下土地使用評估準則

高架道路使用目的是為了解決日漸嚴重之交通問題，而以道路立體化之設計，增加道路面積及停車空間。張錦河對臺北市建國南北高架道路多目標使用提出了課題，包括如交通紊亂、都市景觀不佳、使用型態及區位不當及使用者安全等問題(1986)。其原因是未開放讓其他的使用方案競爭，且缺乏方案評估的作業及管理規範。然未來高架道路愈來愈多，橋下土地之使用也會相對增加，而國內目前對高架橋下土地多目標使用並未建立使用管理規範，故實應增加方案



評估作業及經營管理規範。本文便以此高架橋下土地使用為例，針對AHP'作實證比較。

基於此，本文參考專家學者之意見，綜合性的分析，整理出高速公路高架橋下土地多目標使用應考慮之準則項目，以作為實證研究之標準。但目前AHP'理論部份只發展至三個階層，所以基於方法之限制，本研究除了目標及方案之外，只建立一個階層以評估方案之優劣，分別說明如下。

#### 第一階層：高架橋下土地使用滿意程度

將來高架橋下土地開發應在諸方案中選擇較適者，故滿意程度為本研究之第一階層，其代表最廣義的目標含意。

#### 第二階層：評估土地使用滿意程度所依據之準則

此階層主要是列出能表達決策者評估方案有關的屬性並能表達之滿意程度的意義。未來方案評估準則應包含交通衝擊影響、都市景觀、公共安全、土地使用型態及租金等五項。以下則對上述五項準則加以說明。其中前四項由於資料的限制及量化方法的不易求取，採用直接給分的方式。

### 1. 交通衝擊影響

目前國內一些高架橋下多目標使用之後常因停車等問題而造成當地交通不順暢。交通衝擊影響應包括了停車及車流量兩方面，故選用停車場之提供量及交通車流量作為評估的要素，該屬性分數最佳為100分，最差為0分。

### 2. 都市景觀

目前國內之高架橋下土地多目標使用後，並未建立新形象，卻反而因髒亂及招牌等因素加重了景觀之破壞；反觀國外卻有相當出色的設計。故未來都市景觀應是方案評估的一項重要因素，該屬性分數最佳為100分，最差為0分。

### 3. 公共安全

由於高架橋下土地往往是與一般道路平面相交，因此使用者欲使用此設施必須有方便及安全的動線，此外亦應考慮設施防災之功能，以保障使用者及高架道路結構的安全。此項屬性因屬綜合性評估，其最佳狀況為100分，最差為0分。

### 4. 土地使用型態

在方案評估之前應先說明當地附近之土地使用狀況，並與方案的使用做一相容性分析，此屬性之評估標準可依專家或決策者對相容性做一評估，相容性最高為100分，相容最差為0分。

### 5. 租金計算

未來因各方案不同使用勢必會造成不同之租金計算方式，因此，必須經由租金與成本之間做一比例上的分析，並以支付一比例的金額作為評估方案之標準。





## (二) 方案

基於上述之評估準則，本文將以國道新建工程局委託中央營建技術顧問研究社，所完成的「北部第二高速公路新店碧潭橋下多目標供作商場使用可行性研究」報告設計逼真(即近似真實)的方案(1992)。

根據預測分析，民國85年碧潭橋附近交通狀況(註一)，北新路交通流量為3129(p.c.u./hr.)， $V/C=0.65$ ，服務水準為C級；中興路交通流量為4693(p.c.u./hr.)， $V/C=0.94$ ，服務水準為E級；北直路交通流量為822(p.c.u./hr.)， $V/C=1.63$ ，服務水準為E級。根據該項研究報告，民國90年大眾捷運系統完成通車後，北新路之交通流量將降低為2173(p.c.u./hr.)， $V/C=0.45$ ，服務水準B級；中興路降為3260(p.c.u./hr.)， $V/C=0.65$ ，服務水準C級；北宜路降為5434(p.c.u./hr.)， $V/C=1.13$ ，服務水準F級。目前碧潭橋附近之建物多為3~4層透天厝，屋齡在20至30年之間，商住混和情況嚴重，新店捷運聯合開發車站位於假想基地之西側，而碧潭橋下供多目標使用基地西南側的碧潭正是臺北都會重要的遊憩據點之一，其開發功能應需具有補償、帶動、解決交通以及塑造新的都市風格。以下是四個假想方案的基本內容。所有方案均假設由私人提出開發構想，其不同之處在於開發種類及強度。

### 1. 甲案

本案開發作為商場使用，其規模是約為14公尺高，地上四層地下一層，地下層每層面積為698m<sup>2</sup>；地上除第一層為716m<sup>2</sup>(留設3.5公尺寬的騎樓)外，二至三層為1092m<sup>2</sup>；地下層供作停車場使用，地上四層則作為商場使用；開發之後尖峰流量將增加72(p.c.u./hr.)(註二)，停車場需求為28格(註三)；建物與高架橋間距0.5至1公尺，頂樓規劃作為空中花園，並以爬藤植物綠化牆面；本基地之動線平面交叉方式處理，行人需穿越車道至本商場進行活動。

### 2. 乙案

本案開發作為商場使用，其規模是約為12公尺高，地上三層地下一層，地下層面積為698m<sup>2</sup>，地上除第一層為716m<sup>2</sup>(留設3.5公尺寬的騎樓)外，二至三層為1092m<sup>2</sup>；地下層及地上三層作為商場使用，頂樓作停車場使用，開發之後尖峰交通流量將增加67(p.c.u./hr.)，停車場需求為25格；建物與高架橋間距二至三公公尺，並以爬藤植物綠化牆面；本基地之動線採立體交叉方式處理，行人可經由地下人行道至本商場進行活動。

### 3. 丙案

本案開發作為停車場使用，其規模是約為12公尺高，地上四層，地上除第一層為716m<sup>2</sup>外，二至四層為1092m<sup>2</sup>；開發後可提供166格停車位；尖峰交通流量將增加120(p.c.u./hr.)(註四)；建

註一：國道新建工程局(1992)，p. 111。

註二：零售商業地區尖峰小時之旅次產生率為1.87(p.c.u./hr.)。

註三：零售商業地區尖峰小時之停車需求數為0.71輛/100旅次產生。

註四：假設每一出口處每分鐘有一輛汽車出入，停車場兩處出口。



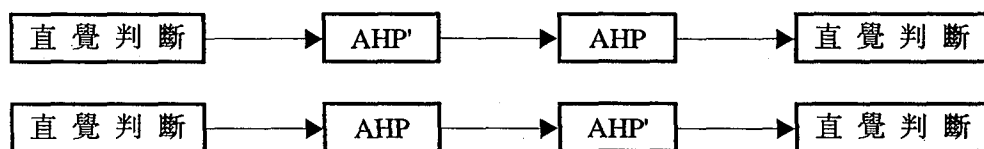
物與高架橋間距三至四公尺，並以爬藤植物綠化牆面；本基地之動線採立體交叉方式處理，停車後行人由地下道至其他基地進行活動。

#### 4. 丁案

本方案開發作為停車場與加油站使用，其規模是約為13公尺高，地上四層，地上除第一層為716m<sup>2</sup>供作加油站使用，二至四層為1092m<sup>2</sup>開發後可提供36格停車位；尖峰交通流量將增加180(p.c.u./hr.)(註五)；建物與高架橋間距二至三公尺，並以爬藤植物綠化牆面；本基地之動線採平面交叉方式處理，停車後行人須穿越馬路至其他基地進行活動。

### (三) 問卷設計及測試

為使決策者對方案更深入的了解及便於比較起見，在問卷設計上，除將各方案的內容作綜合敘述外，同時就五個屬性整理出各方案開發前後的評估，並進行測試以決定評分或屬性水準的上、下限。經由測試後而得之上、下限作參考範圍，再進行正式問卷調查。評估設計如圖一，判斷方式有直覺判斷、AHP及AHP'三種方式。直覺判斷指的是決策根據方案資料，直接將其優劣加以排序。而此問卷之作答順序有兩種方式。AHP及AHP'順序的安排目的是排除學習效果，而直覺判斷的目的則在測試決策者是否在使用AHP及AHP'時，對問題的認知有所改變。



圖一 判斷方式順序圖

在測試方面，本研究利用上述五個屬性完成問卷，請專家學者協助作答，以決定屬性水準範圍。總共發出42份問卷，回收32份，經統計分析方式(以平均值加減三倍標準差，超出此範圍者不計，以避免極端的影響，佔有效問卷份數之99.75%的結果)。下限者取最小值，上限者取其最大值，得出各屬性之範圍值如下：

1. 交通衝擊影響之下限為55分，上限為90分。
2. 都市景觀之下限為60分，上限為90分。
3. 公共安全之下限為60分，上限為95分。
4. 土使用型態相容性之下限為60分，上限為95分。
5. 租金計算佔成本比例最低為7%，最高不超過35%。

在完成屬性範圍值後，本應進行偏好獨立性檢定，由於偏好獨立性的檢定在非實驗室的情

註五：假設二線加油車道，每車道每二分鐘加滿一輛車。

況下耗費決策者大量的時間，實際上不易實施，因此並未進行問卷檢定其偏好獨立性，而假設屬性之間偏好是互相獨立的。

完成了評估準則的評分範圍後，受測者就各準則對方案進行評分之工作。經問卷回收統計(取平均值)後各方案各準則之分數如下表一所示。值得注意的是乙案在各屬性皆較丁案為佳，但是問卷設計中並未告知受訪者此項事實。因此，優勢方案(dominant alternatives)的存在應不致於

表一 屬性範圍及各方案屬性值綜理表

屬性範圍及其 屬性值	交通衝擊影響	都市景觀	公共安全	土地使用相容性	租金計算
方案	55-90分	60-90分	60-95分	60-95分	211-3548萬
甲案	74分	81分	79分	78分	811萬元
乙案	78分	80分	74分	78分	770萬元
丙案	79分	69分	78分	76分	240萬元
丁案	78分	64分	71分	74分	597萬元

影響分析結果。原則上，此類方案在實際評估前應予以檢核。

#### (四) 結果分析

正式問卷調查，共發出44份問卷，回收25份問卷，其中AHP先回答者佔11份，AHP'先回答者佔14份。問卷調查之主要目的有三：

1. 直覺判斷是在整體的情況下看待問題，而多屬性決策方法是將問題分解後再進行判斷，因此可藉由問卷進行多屬性決策與直覺判斷方式之結果的比較。
2. 由於問卷作答方式是用多個方法評估同一方案，為避免因學習效果造成判斷上的誤差，因此將AHP與AHP'應用順序在問卷設計中刻意安排。本研究可利用第一次直覺判斷與第二直覺判斷之結果比較學習過程是否對決策產生影響。
3. 由於此部份問卷之方案及屬性數量皆不多，在經過學習過程後假設第二次直覺較能表示決策者真實的意見，因此以第二次直覺判斷之結果與AHP及AHP'之結果做一比較。根據這個假設，便可比較AHP及AHP'使用的有效性，亦即何者較易表達決策者的直覺判斷。

##### 1. 一致性檢定

###### AHP先回答

問卷結果統計發現，AHP先回答且其通過一致性檢定只有6份佔54.55% 而AHP'通過一致性檢定有8份佔72.73%，所有一致性檢定值中AHP'比AHP低的有9份佔81.82%，相對的AHP比AHP'低只佔18.18%，顯示AHP'問卷中C.R.  $\leq 0.1$ (通過一致性檢定)的份數較AHP多，且其中AHP'判斷的C.R.值平均值(0.076)較AHP(0.120)低，表示AHP'之間卷在回答時較一致；然再就AHP與AHP'的C.R.值做t檢定，經統計計算結果顯著水準為0.461 > 0.05，表示此兩種方法的C.R.值沒有

顯著差異。

### AHP'先回答

AHP'先回答且其通過一致性檢定只有10份佔71.43%，而AHP通過一致性檢定亦有10份佔71.43%，而一致性檢定值(C.R.)AHP'比AHP低的有9份佔64.29%，相對的AHP比AHP'低只佔35.71%，顯示在此部份的結果AHP有效問卷數較AHP'相同，但C.R.平均值AHP'較AHP略高(平均值分別為0.152與0.147)；然再就AHP與AHP'的C.R.值做t檢定，經統計計算結果顯著水準 $0.354 > 0.05$ ，表示此兩種方法的C.R.值並無顯著差異。

將上述所有之C.R.值做綜合比較，先經變異數齊一性檢定後顯著水準 $0.33 > 0.05$ ，表示兩母體變異數無差異，再經t檢定混合AHP及AHP' C.R.平均值差異後，其顯著水準 $0.908 > 0.005$ 表示平均數(AHP平均值為0.135，AHP'平均值為0.118)並無顯著差異，表示此兩種方法的結果就一致性表現而言，無顯著差異；然對先作答方式方法通過一致性檢定中發現，先回答者通過一致性的比率傾向較後回答者為低。很可能由於學習效果造成決策者在後回答的方法上，其判斷較趨一致所造成。

## 2. 排序檢定

再就方案排序檢定部分，將因問卷作答順序分兩部分進行第一次直覺判斷對AHP、第一次直覺判斷對AHP'、第一次直覺判斷對第二次直覺判斷、AHP對AHP'、AHP對第二次直覺判斷，及AHP'對第二次直覺判斷的相關檢定。問卷作答方式如圖一所式；其結果顯示在表二及表三。

根據Spearman相關係數檢定(Healey, 1943)，當AHP先回答時，AHP與AHP'之結果只有36.4%的相關(參見表二)，AHP與第一次直覺判斷相關程度很低，而AHP'之結果與第一次直覺判斷相關的程度較高；第一次與第二次直覺回答之結果有明顯的相關，而AHP與第二次直覺結果有明顯的相關。當AHP'先回答時，AHP與AHP'結果有28.6%的相關(參見表三)，第一次直覺判斷與AHP'的結果經分析後並無相關；就與第二次直覺結果的相關程度而言，AHP'較AHP為高；最後可發現決策者不論經AHP與AHP'方法後第一次與第二次直覺判斷的結果不同，由此可說明當決策者回答評估準則之比較及方案評比之後其對方案之優劣直覺上產生了變化。若以第一次使用為準，AHP'與第二次直覺判斷相關比率均較AHP為高(分別為64.3%及45.5%)。

由以上兩個說明可以發現第二次直覺判斷與先應用之方法相關性較高，而第一次直覺判斷又與第二次應用之方法有某種程度的相關，表示此評估過程中每完成一種判斷方式後都將會對下一個方法造成某些影響；受訪者在回答了AHP或AHP'之後對方案在直覺上產生了變化，表示此兩種方法就某程度而言能影響受訪者對方案的偏好表示，但偏好結構却只有少許之相關(因為兩種方法結果排序只有32%的相關程度)；表二及表三可以說明直覺判斷具有某些程度的穩定性(其排序結果有52%的相關)。

最後根據一致性檢定(C.R.)及排序相關比較後，AHP' C.R.值的平均值較低，AHP'與第二次直覺判斷相關性(48%)較AHP(32%)高(就兩種問卷綜合計算)，就此兩種檢定結果而言，AHP'是優於AHP。但根據問卷中一項題目有關方法有效且容易程度，共有13人回答，其中8人認為AHP方法簡單且有效，其中2人認為直覺判斷較佳，僅有3人認為AHP'較佳。

表二 AHP先回答各排序相關結果表

回答方式	拒絕Ho*	接受Ho	回答方式
第一次直覺	1	10	AHP
第一次直覺	3	8	AHP'
第一次直覺	8	3	第二次直覺
AHP	4	7	AHP'
AHP	5	6	第二次直覺
AHP'	3	8	第二次直覺

註：Ho表兩組排序無相關

表三 AHP'先回答各排序相關結果表

回答方式	拒絕Ho*	接受Ho	回答方式
第一次直覺	0	14	AHP'
第一次直覺	4	10	AHP
第一次直覺	5	9	第二次直覺
AHP'	4	10	AHP
AHP'	9	5	第二次直覺
AHP	3	11	第二次直覺

註：Ho表兩組排序無相關

#### 四、結論

本文說明了AHP'的邏輯及其在逼真的案例中使用的效用。結果顯示雖然使用者在直覺上認為AHP較簡易使用，但AHP'在統計上而言卻較AHP為佳。此結果與Lai及Hopkins在實驗中所得到的結果相反(1995)。造成此種反常現象的原因有許多，如問題的設計、調查對象、是否有報酬、以及問卷填答的指引等。但其中主要原因可能有二：

- (一) 決策環境不同；一為實驗室，另一為逼真的規劃案例；
- (二) 本文沒有以完整的偏好結構而僅以方案排序作為評估標準。研究結果說明了AHP'實際操作的可行性及有效性(即能表示決策者對方案的偏好排序)，同時也顯示決策者對方法效用的認同並不見得表示該法即為好的決策方法。



## 參考文獻

1. 賴世剛，辜永奇，即將發表「等價與比率偏好強度判斷之實驗比較」，管理與系統。
2. 張錦河，(1986)，「都市高架道路下空間使用之研究—以建國南北高架橋道路為例」，淡江大學建築研究所碩士論文。
3. 國道新建工程局，(1992)，北部第二高速公路新店碧潭橋下多目標供作商場使用可行性研究。
4. Dyer, J. S.(1990a), Remarks on the Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 36: 249-258.
5. Dyer, J. S.(1990b), A Clarification of "Remarks on the Analytic Hierarchy Process", *Management Science*, 36: 274-275.
6. Genest, C. and S. S. Zhang (1996), A Graphical Analysis of Ratio-scaled Paired Comparison Data, *Management Science*, 43(3): 335-349.
7. Harker, P. T. and L. G. Vargas (1987), The Theory of Ratio Scale Estimation: Saaty's Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 33: 1383-1403.
8. Harker, P. T. and L. G. Vargas(1990), Reply to "Remarks on the Analytic Hierarchy Process", *Management Science*, 36: 269-273.
9. Healey, J. F. (1993), *Statistics: A Tool for Social Research*, Wadsworth, Belmont, California.
10. Keeney R. L. , and H. Raiffa (1976), *Decisions with Multiple Objectives*,: John Wiley, New York.
11. Lai, S. K. (1995), A Preference-based Interpretation of AHP, *Omega*, 23(4): 453-462.
12. Lai, S. K. and L. D. Hopkins (1995), Can Decesion Makers Express Preferences Using MUT and AHP? An Experiment, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 22: 21-34.
13. Saaty, T. L. (1980), *The Analytic Hierarchy Process*, NewYork: McGraw-Hill.
14. Saaty, T. L. (1986), Axiomatic Foundation of Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 32: 841-855.
15. Schoner, B., E.U. Choo, and Wedley (1997), A Comment on "Rank Disagreement: A Comparison of Multi-Criteria Methodologies", *Multi-Criteria Decision Analysis*, 6(4);197-200.
16. Schoner, B., W. C. Wedley, and E.U. Choo (1993), A Unified Approach to AHP with Linking Pins, *European Journal of Operational Research*, 64: 384-392.
17. Watson. R., A. N. S. Freeling (1982), Assessing Attribute Weights, *Omega*, 10: 582-583.

