



公共建設計畫經濟效益評估 及財務計畫研討會

非市場評價方法講義

楊重信

文化大學環境設計學院景觀系教授

中央研究院經濟研究所兼任研究員

cyang@econ.sinica.edu.tw

yangch@faculty.pccu.edu.tw



課程大綱

- 價值之概念 (Concept of Value)
- 價值或效益之衡量 (Measurements of Values or Benefits)
 - 消費者剩餘 (Consumer Surplus, CS)
 - 生產者剩餘 (Producer Surplus, PS)
 - 社會剩餘 (Social Surplus, SS)
 - 補償變量 (Compensating Variation, CV)
 - 對等變量 (Equivalent Variation, EV)
- 評價方法
 - 特徵價格法 (Hedonic Price Method, HPM)
 - 旅行成本法 (Travel Cost Method, TCM)
 - 條件評價法 (Contingent Valuation Method, CVM)
 - 選擇模式或聯合分析法 (Choice Modeling (CM)
/Conjoint Analysis (CJ))

價值概念(Concept of Value)

總經濟價值 TOTAL ECONOMIC VALUE

使用價值 USE VALUES

非使用價值 NON-USE VALUES

直接使用價值 DIRECT USE VALUES

Outputs

- 作物(crops)
- 林木(timber)
- 燃料木材(fuelwood)
- 遊憩(recreation)
- 觀光(tourism)

生態功能價值 ECOLOGICAL FUNCTION VALUE

Benefits

- 防洪(flood control)
- 氣候(climate)
- 光合作用(photosynthesis)
- 營養循環(nutrient cycles)
- 廢棄物同化(waste assimilation)

選擇價值 OPTION VALUES

Benefits

- 未來藥材(future drugs)
- 基因繁殖(genes for plant breeding)
- 新科技之結合(complement new technology)
- 資源折耗之替代(substitute for depleted)

存在價值 EXISTENCE VALUES

Benefits

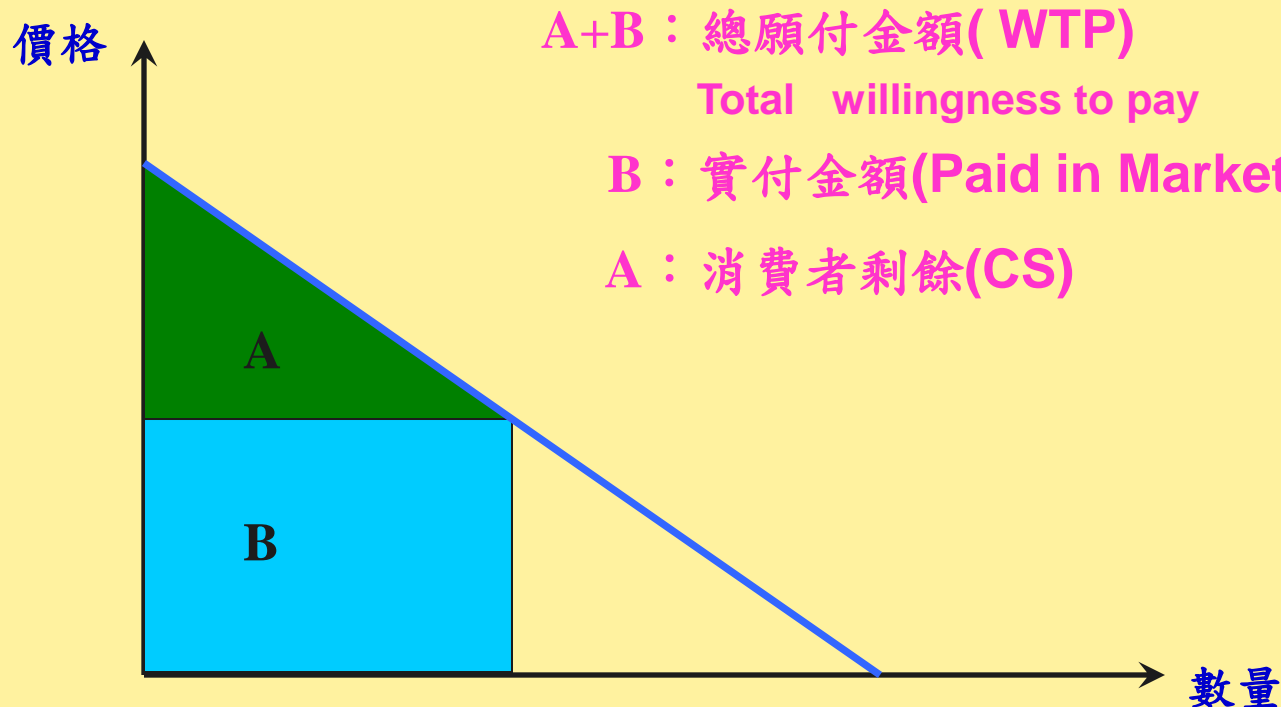
- 對資源存在感到滿足之價值(satisfaction that resource is there)

遺贈價值 BEQUEST VALUES

Benefits

- Alturlletic
- 世代公平(Between generational equity)

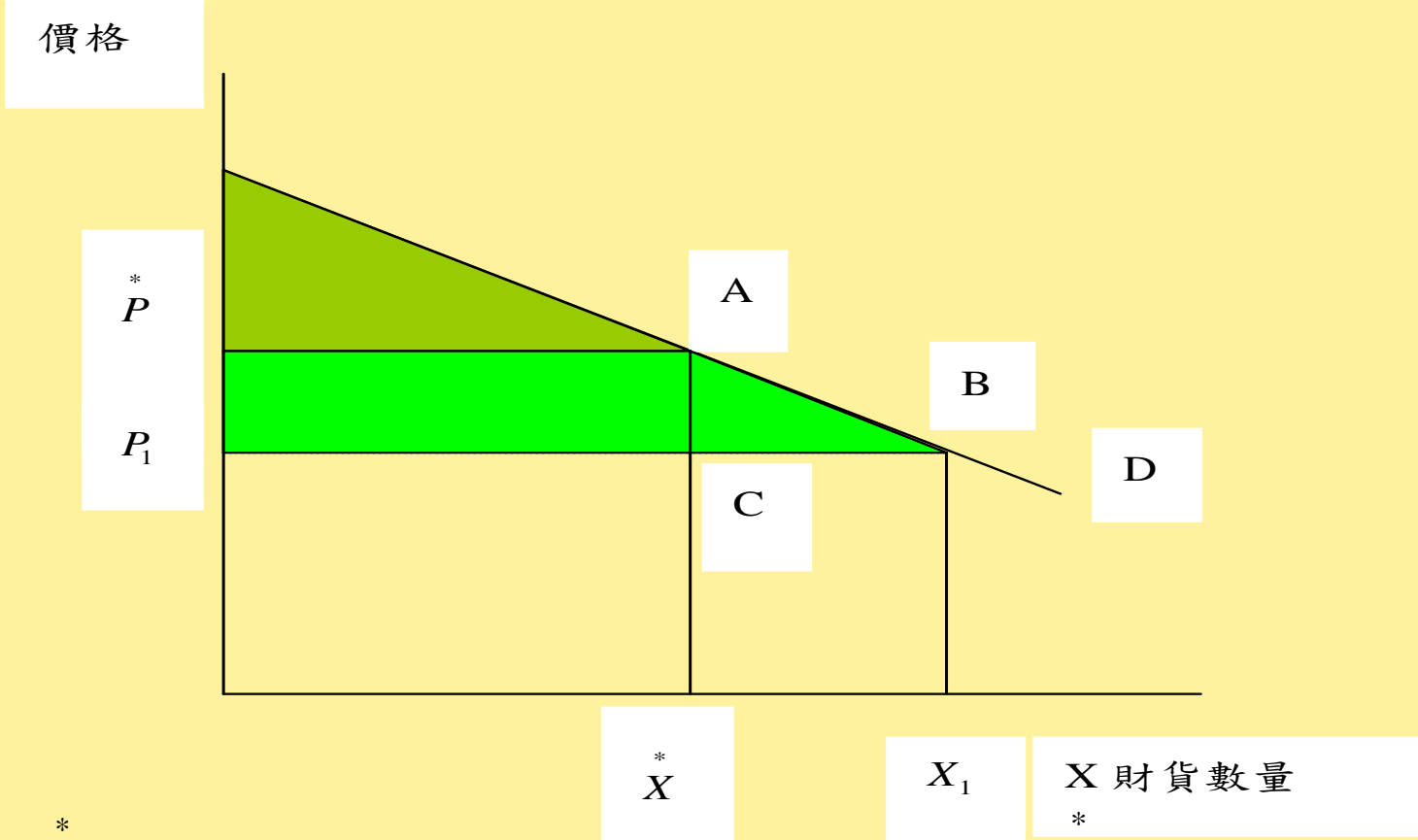
消費者剩餘(Consumer Surplus, CS)



$$WTP = \text{Market Price} + CS$$

$$CS = \text{願付金額} - \text{實付金額}$$

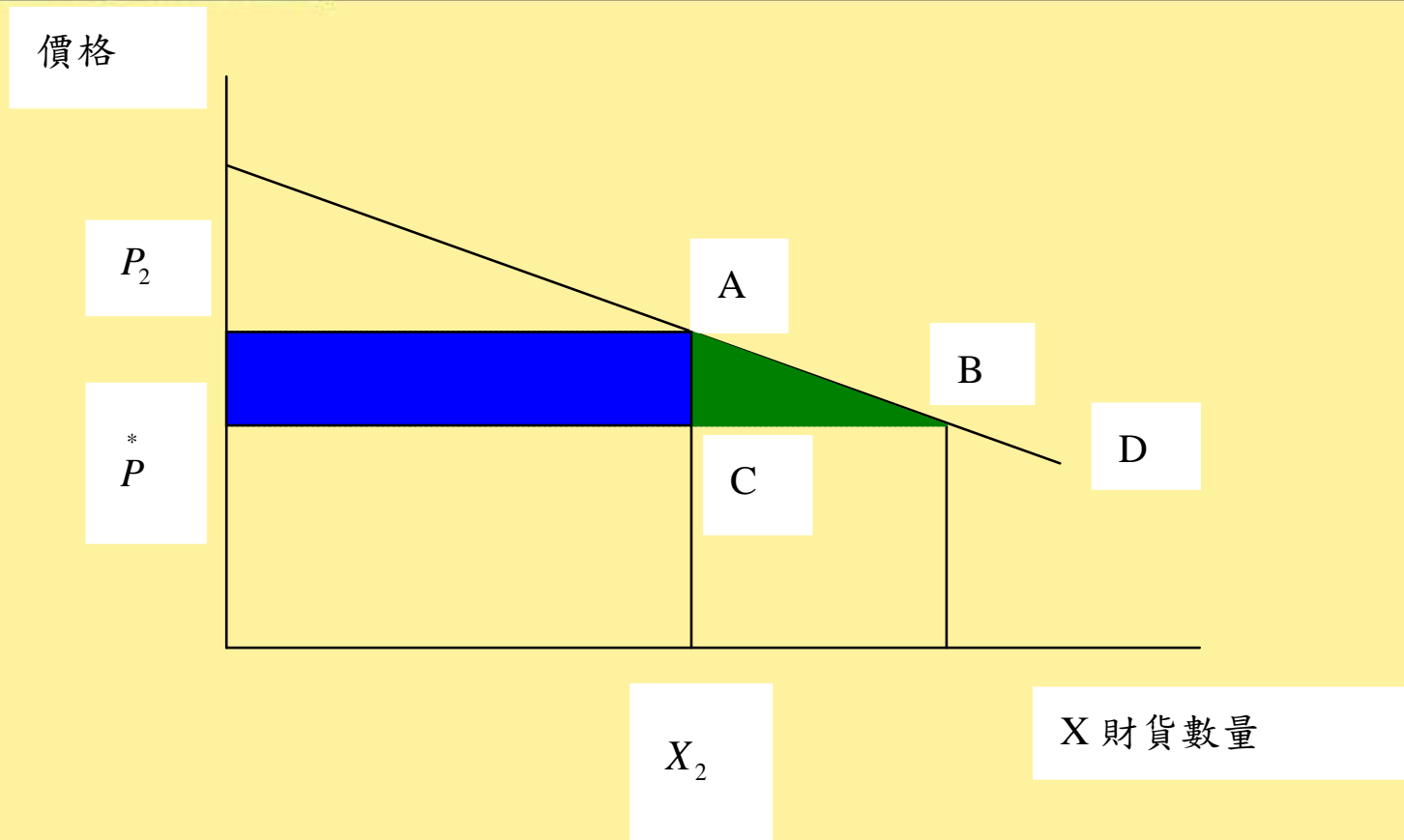
消費者剩餘之變動——價格下降情況



當價格由 P 降為 P_1 時，消費者剩餘之增量 = $PABP_1$ 。

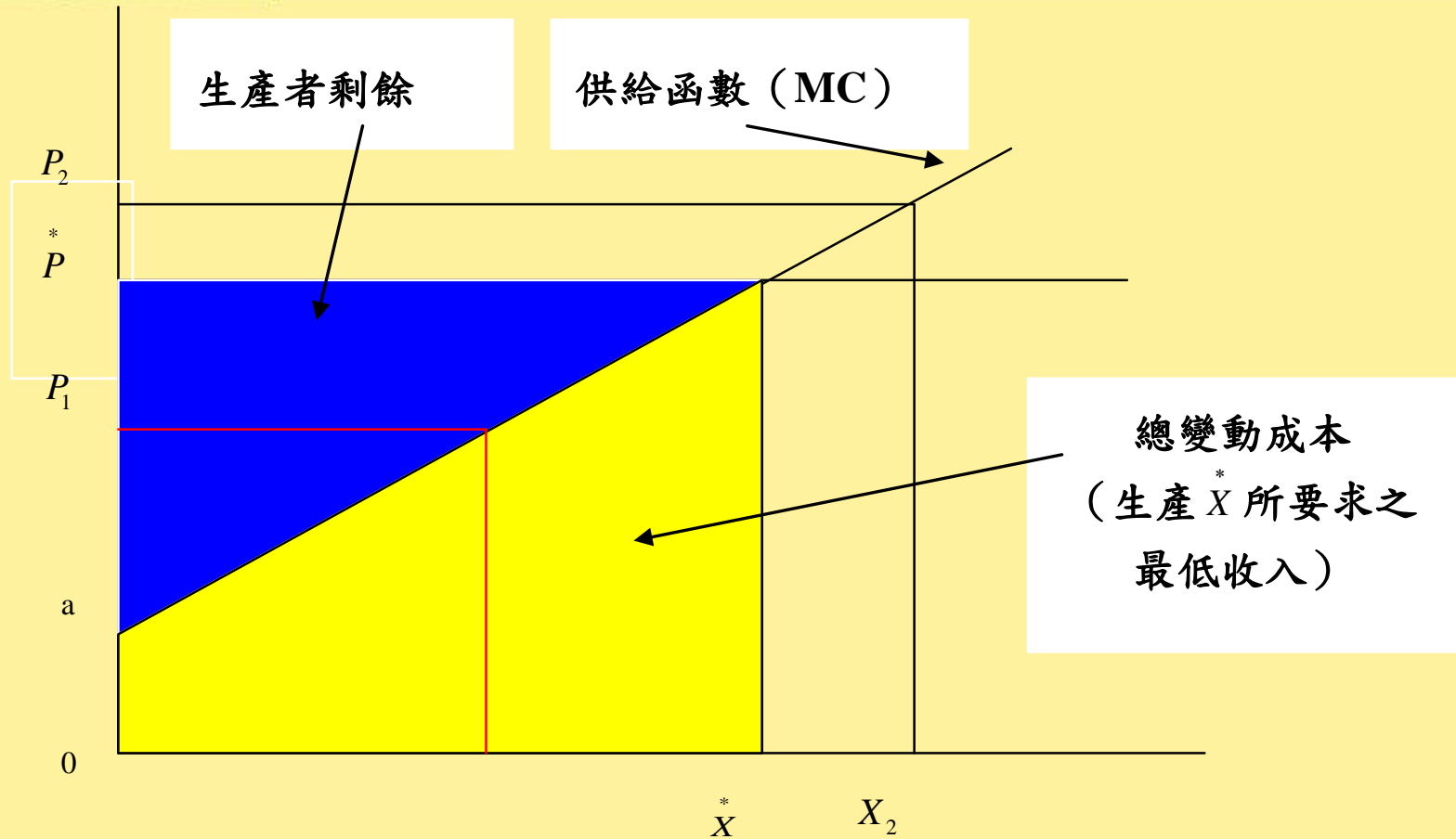
$PABP_1$ = 當政策改變使得價格由 P 降為 P_1 時，消費者之效益。

消費者剩餘之變動——價格上升情況



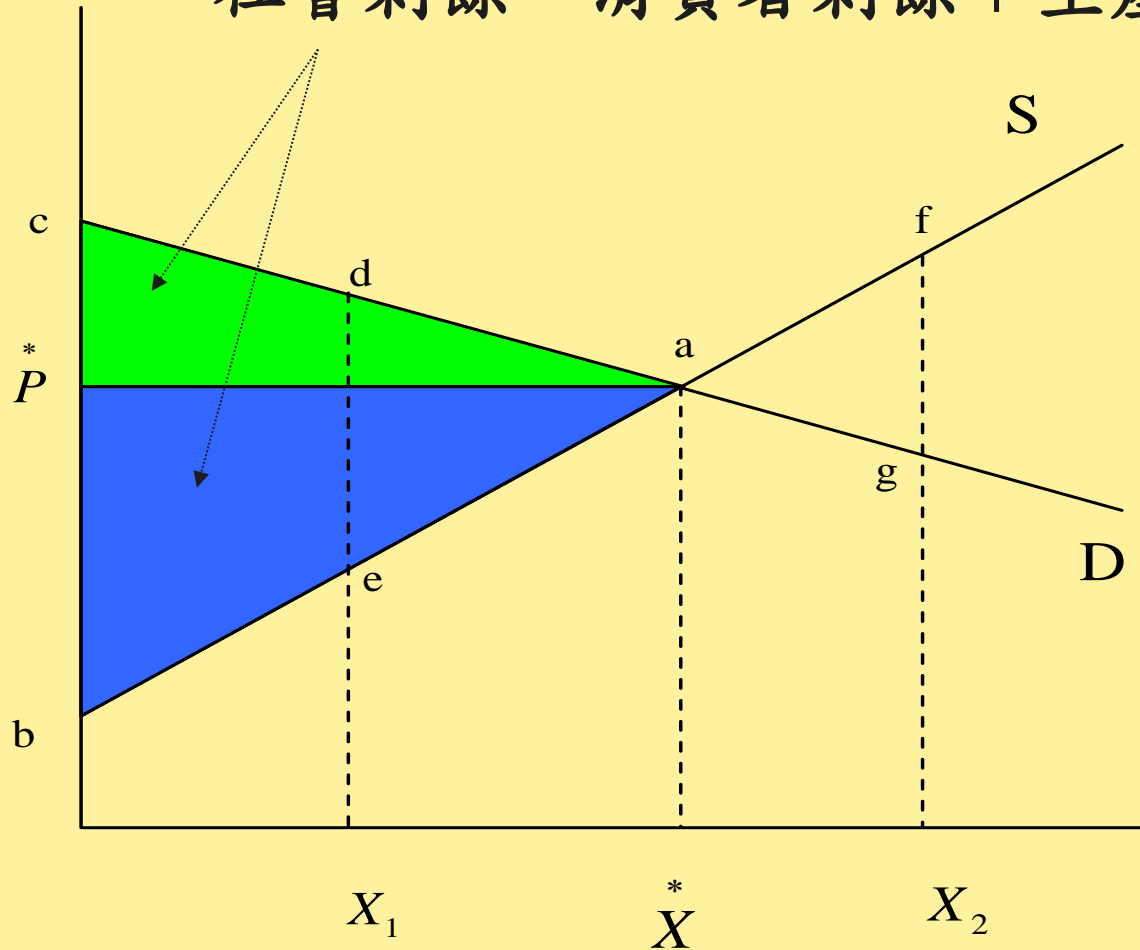
當價格因為稅收而由 P^* 增為 P_2 時，消費者剩餘之減少量 = P_2ABP^* ；其中 P_2ACP^* = 移轉支付 (transfer)， ABC = 無謂損失 (deadweight loss)。

生產者剩餘 (Producer Surplus)



社會剩餘 (Social Surplus)

社會剩餘 = 消費者剩餘 + 生產者剩餘





價值或效益之衡量 補償變量與對等變量

(Compensating Variation and Equivalent Variation, CV and EV)

$$CV = WTP$$

$$EV = WTA$$

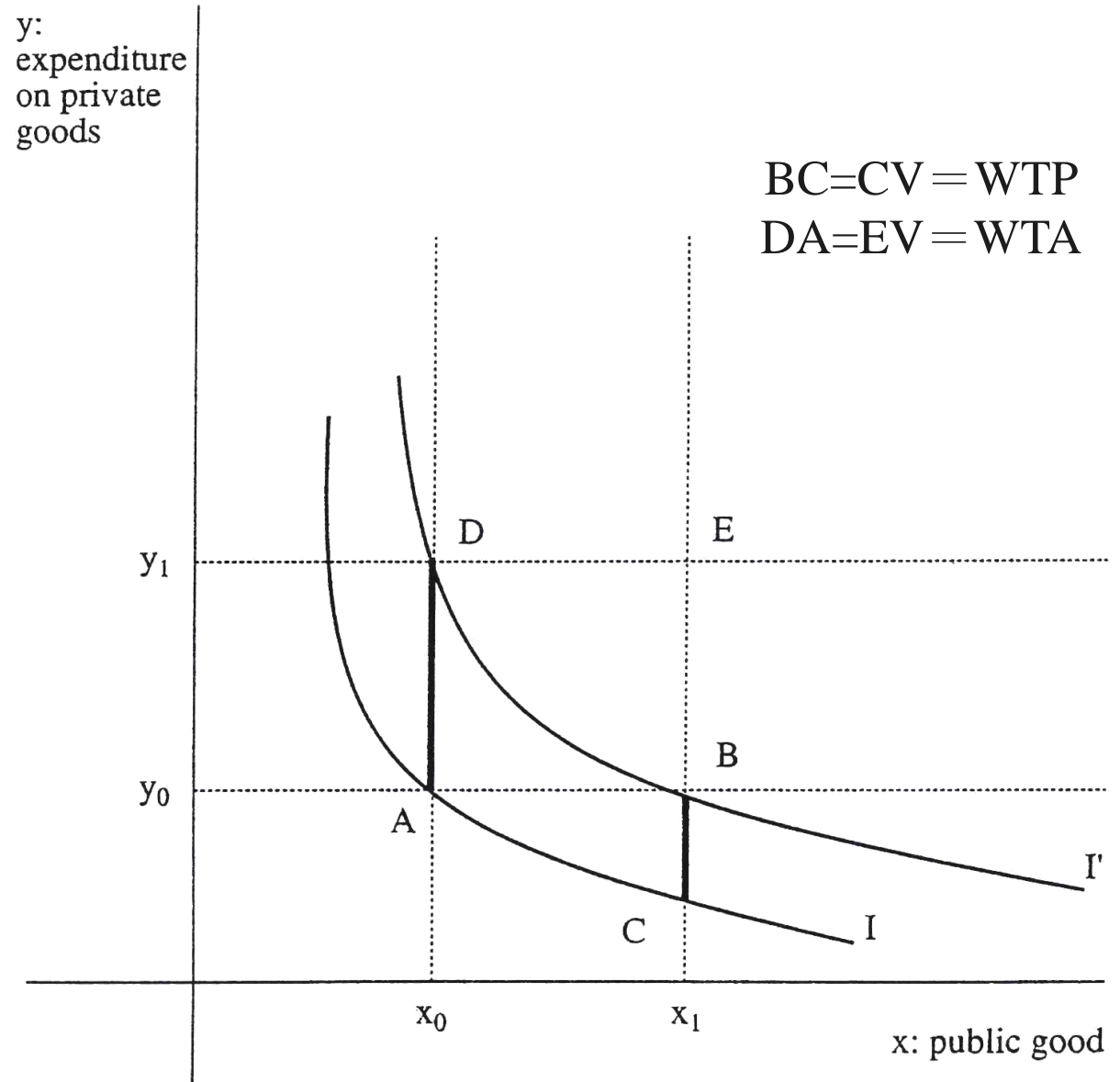
Where

WTP: 願付金額

(willingness to pay)

WTA: 願受補償金額

(willingness to accept)





補償變量與對等變量

補償變量 (CV)：為使消費者維持在環境改善前之效用水準 (U_0)，所應自其所得中扣除之金額；亦即，消費者對環境改善之最大願付金額。

對等變量 (EV)：環境惡化後，為使消費者回復到環境惡化前之效用水準 (U_1) 所需給予之額外所得亦即，消費者放棄環境改善所願意接受之最小補償金額。



資源評價方法

Resource Valuation Methods

總經濟價值
(Total Economic Value)

使用價值
(Use Value)

非使用價值
(Non-use Value)

顯示性偏好
(Revealed Preferences)
傳統及代理市場
(conventional and proxy)

敘述性偏好
(Stated Preferences)
假設市場
(hypothetical markets)

特徵價格法
(hedonic pricing)
(WTP/WTA)

旅行成本法
(travel cost model)
(WTP)

條件評價法
(contingent valuation)
(WTP/WTA)

聯合分析法
(conjoint analysis)
選擇模式
(Choice Modelling)
選擇實驗
條件排序
條件評分
配對比較
(WTP/WTA)



公共建設計畫經濟效益評估 及財務計畫研討會

非市場評價方法講義


楊重信

文化大學環境設計學院景觀系教授

中央研究院經濟研究所兼任研究員

cyang@econ.sinica.edu.tw

yangch@faculty.pccu.edu.tw



特徵價格法(Hedonic Price Method, HPM) (Lancaster, 1966; Rosen, 1974)

消費者決策：

$$\begin{aligned} \max_{z,x} \quad & U(Z, X) \\ \text{s.t.} : \quad & P(Z) + X = Y \end{aligned}$$

式中， U ：效用水準
 Z ：差異性財貨
 X ：其他財貨
 $P(Z)$ ：差異性財貨價格
 Y ：所得


消費者最大願付金額：

$$\theta(Z; u, Y) \equiv \max_{z_i, x} \{ (Y - X) \mid U(Z, X) = u \}$$

消費者之均衡：

$$\theta(Z^*; u^*, Y) = P(Z^*)$$

$$\theta_{z_i}(Z^*; u^*, Y) = P_i(Z^*)$$



特徵價格法(Hedonic Price Method, HPM)

生產者決策：

$$\underset{Z, M}{Max} \quad \pi = P(Z)M - C(M, Z; \beta)$$

式中， π ：總利潤
 M ：生產量
 β ：生產技術、原料價格…
 $C(\bullet)$ ：總成本函數

最適條件：

$$P_i(Z) = C_{z_i}(M, Z; \beta) / M$$
$$P(Z) = C_M(M, Z; \beta)$$

生產者均衡：

$$\phi(Z^*; \pi^*, \beta) = P(Z^*)$$
$$\phi_{z_i}(Z^*; \pi^*, \beta) = P_i(Z^*)$$

式中， $\phi(\bullet)$ 代表生產者在一定利潤水準下之最小願受金額
(要價，WTA)



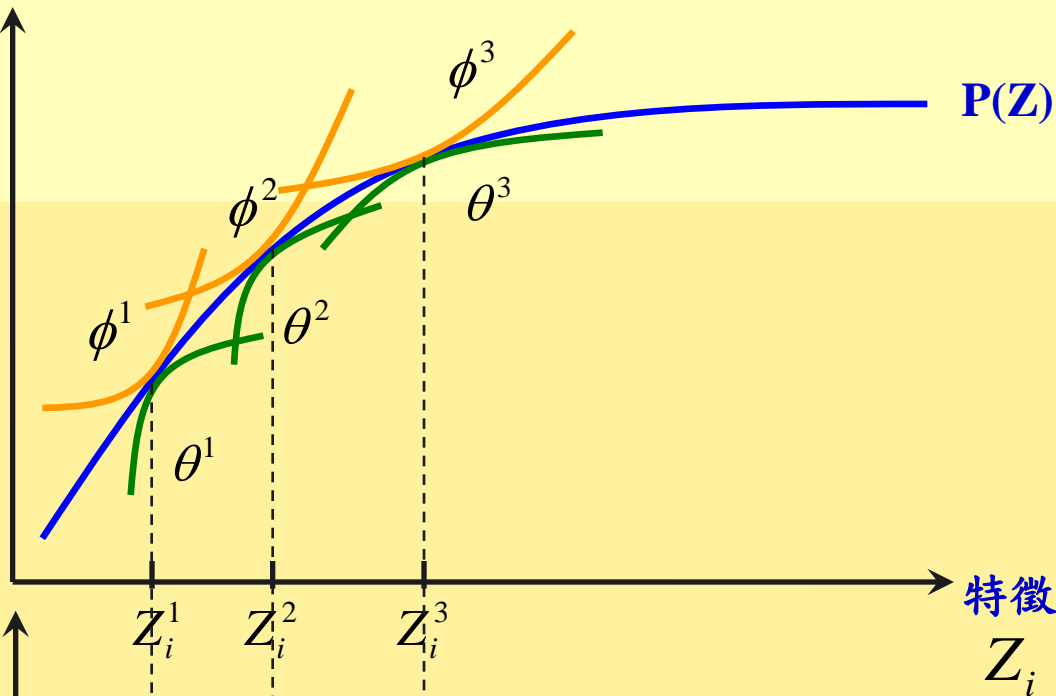
$P(Z)$

價格

市場均衡

$$\theta(Z^*; u^*, Y) = P(Z^*)$$

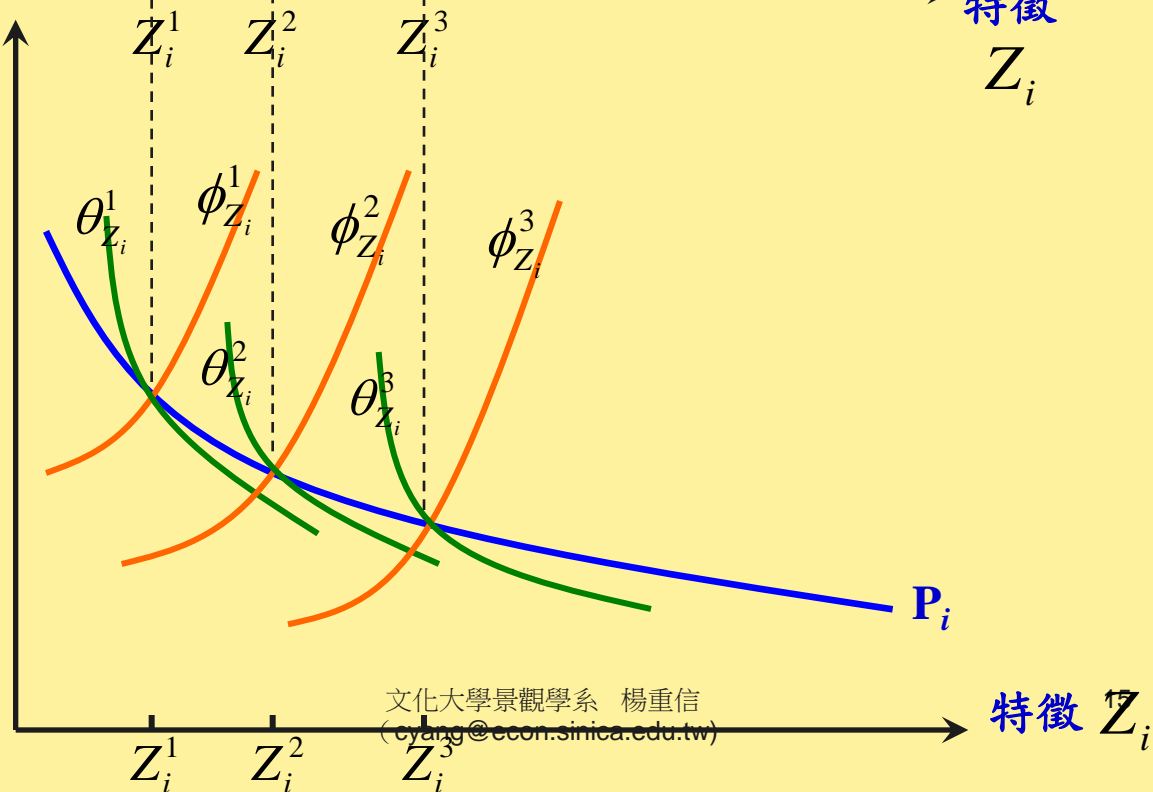
$$= \phi(Z^*; \pi^*, \beta)$$



P_i (邊際) 價格

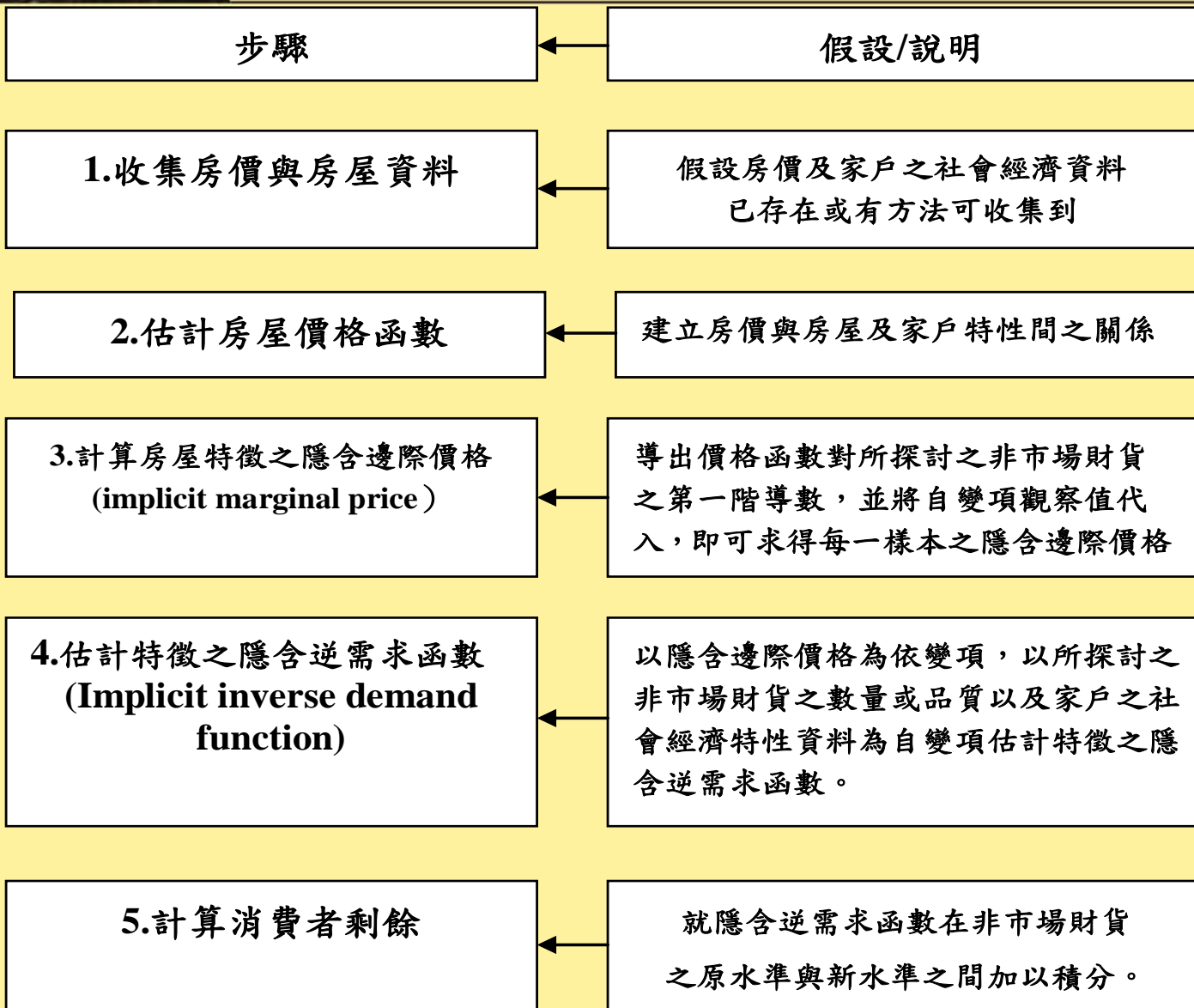
$$\theta_{z_i}(Z^*; u^*, Y) = P_i(Z^*)$$

$$= \phi_{z_i}(Z^*; \pi^*, \beta)$$



特徵價格法之操作流程

(Markandya et al., 2004, p.405)



洪災防治之效益—以基隆河整治為例


國科會防救災專案「基隆河流域洪災防治效益之評估」整合型計畫
(計畫編號：**NSC91-2625-Z-034-006**) 之部分研究成果



楊重信

中國文化大學景觀系教授

中央研究院經濟研究所兼任研究員



研究目的

- 分析淹水機率與房屋租金之關係
- 估計基隆河洪災防治之效益
- 估計基隆河整治之益本比

基隆河整體計畫分年經費

單位：億元

	前期治理				後期治理				
年期	2002	2003	2004	2005		2006	2007	2008	合計
金額	33.75	123.27	114.16	44.97	87.91	117.96	114.27	89.34	725

資料來源：<http://keelung.wra.gov.tw/upload/20040106091303033.pdf>

汐止地區降雨1小時之3D模擬

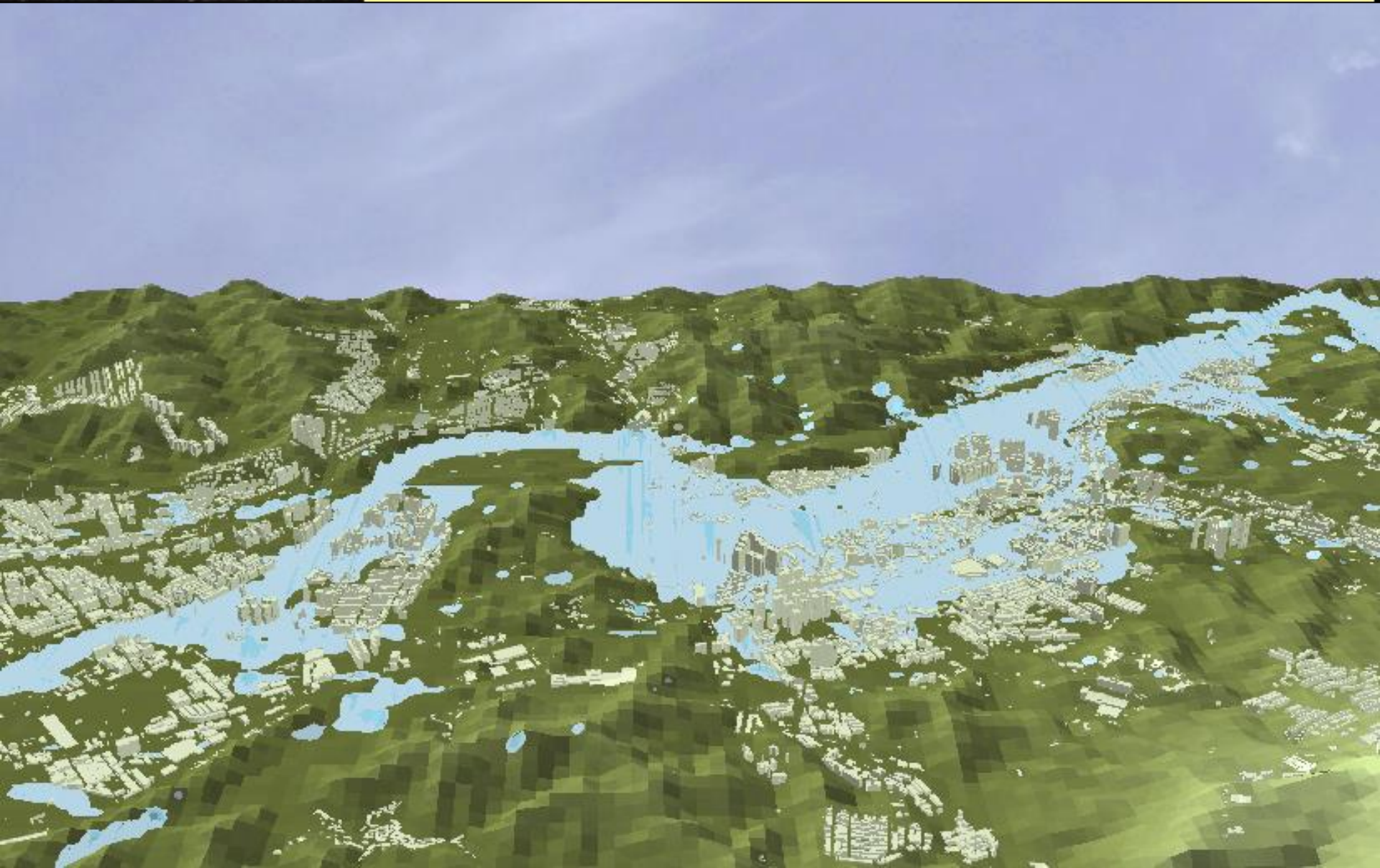


汐止地區降雨5小時之3D模擬





汐止地區降雨22小時之3D模擬



各淹水地區之平均淹水機率

地區	淹水機率 (%)	淹水面積 (m^2)	受淹人數 (人)	受淹戶數 (戶)
七堵	0.322658	5151103	9123	2765
汐止	0.328878	26081606	110625	34570
內湖	0.152824	6138115	40371	13079
士林	0.187223	15097071	162221	51689
北投	0.153095	6215575	157910	51157
南港	0.094931	4906687	35463	11527
文山	0.199846	4912762	125929	42951
松山	0.103076	4315326	112629	39103
中山	0.126299	9245417	225984	84844
大同	0.153579	3436272	134955	45390
信義	0.056818	1666750	70523	24661
大安	0.064943	1974764	64033	22311
中正	0.142874	4780543	93223	33569
萬華	0.088982	2576652	84195	29442
合計		96498643	1427184	487057



房屋與家戶資料

- 行政院主計處之1999與2000家庭收支調查資料有效樣本戶分別為1814戶及1851戶，合計為 3665戶。
- 房屋自有及配借住者計有3257戶（占88.87%）
房屋租賃者計有408戶（占11.13%）。

房屋與家戶特徵變數

房屋特徵

代號	名稱	定義	單位
YEAR	年份	樣本戶資料年份	1999=0,2000=1
OWNER	產權	房屋產權（虛擬變數）	自有及配借住 = 1, 押租 = 0
RENT	租金	實付租金、設算租金	元/年
FLOOR	樓地板面積	房屋之樓地板面積	坪/戶
PARKING	停車位	停車位數量	位/戶
TYPE123	1-3 層房屋		
TYPE45	4-5 層房屋	虛擬變數	TYPE45 = 1, 其他 = 0
TYPE6	6 層以上房屋	虛擬變數	TYPE6 = 1, 其他 = 0
USE	房屋用途	房屋之用途（虛擬變數）	專用住宅 = 1, 其他 = 0
FLOOD	洪災機率	房屋座落地區之洪災機率	%
CBD	都會中心距離	與都會中心間之距離	公里

家戶特徵

Hsize	戶量	戶內人口數	人/戶
Edu	戶長教育水準	戶長之受教育年數	年
Income	家戶所得	家戶之年所得	元/年



租金函數之設定

$$\ln Rent = b_0 + b_1 Owner + b_2 Floor + b_3 Type45 + b_4 Type6 + b_5 Parking + b_6 Use + b_7 CBD + b_8 Flood \quad (1)$$

Rent=房屋租金，

Owner=房屋權屬

Floor=樓板面積


Type45=四-五層樓房屋

Type6=六層樓以上房屋，

Use=房屋用途

CBD=離市中心之距離

Flood=洪災發生機率。



隱含邊際租金 (Implicit Marginal Rent) 與 隱含逆需求函數 (Implicit Inverse Demand Function) 之設定

- 改寫式 (1) 為：

$$Rent = e^{b_0 + b_1 Owner + b_2 Floor + b_3 Type45 + b_4 Type6 + b_5 Parking + b_6 Use + b_7 CBD + b_8 Flood} \quad (2)$$

- 微分得：

$$IRent \equiv -\frac{\partial Rent}{\partial Flood} = -b_8 e^{b_0 + b_1 Owner + b_2 Floor + b_3 Type45 + b_4 Type6 + b_5 Parking + b_6 Use + b_7 CBD + b_8 Flood} \quad (3)$$

- 設定：隱含逆需求函數

$$\ln IRent = c_0 + c_1 CBD + c_2 Flood + c_3 Hsize + c_4 Edu + c_5 Income \quad (4)$$

個體消費者剩餘之計算

(**Consur**)

$$Consur_i = - \int_{Flood_1}^{Flood_{i0}} (IRent) dFlood$$

$$= \left[\frac{1}{c_2} e^{c_0 + c_1 CBD + c_2 Flood + c_3 Hsize + c_4 Edu + c_5 Income} \right]_{Flood_1}^{Flood_{i0}}$$

$$= \frac{1}{c_2} e^{c_0 + c_1 CBD + c_2 Flood + c_3 Hsize + c_4 Edu + c_5 Income} [Flood_{i0} - Flood_1] \quad (5)$$



平均與總消費者剩餘之計算

- 平均每戶消費者剩餘

$$\overline{Consur}_j = \sum_i Consur_{ij} / n_j \quad (6)$$

式中， $Consur_{ij}$ 為 j 區 i 樣本戶之消費者剩餘， n_j 為 j 區之總樣本戶數。

- 年總消費者剩餘之計算 (TCS)

$$TCS = \sum_j \overline{Consur}_j \times N_j \quad (7)$$

式中， TCS 為每年總消費者剩餘， N_j 為 j 淹水區之總戶數。

租金函數估計結果

變項	β 估計值	標準誤	T-值	顯著性
常數)	11.866	.031	380.216	.000
權屬 (Owner)	6.926E-02	.016	4.341	.000
樓板面積 (Floor)	1.870E-02	.000	48.218	.000
四-五層房屋 (Type45)	.126	.014	8.811	.000
六層以上房屋 (Type6)	.177	.016	10.889	.000
停車位 (Parking)	6.533E-02	.013	5.040	.000
房屋用途 (Use)	-.109	.026	-4.205	.000
都會中心距離 (CBD)	-4.027E-05	.000	-49.347	.000
洪災機率 (Flood)	-.295	.059	-4.999	.000
N=3665; $R^2 = 0.621$; Adj. $R^2 = 0.620$; F=747.308; P=0.0000; CI=18.441				

隱含逆需求函數估計結果

變項	β 估計值	標準誤	T-值	顯著性
(常數)	11.029	.021		530.469
都會中心 (CBD)	-3.890E-05	.000	-.635	-56.204
洪災機率 (Flood)	-.409	.049	-.091	-8.270
戶內人口數 (Hsize)	8.914E-03	.003	.035	2.958
戶長教育水準 (Edu)	7.933E-03	.001	.080	6.742
所得 (Income)	1.057E-07	.000	.235	18.348
N=3665 ; $R^2 = 0.571$; Adj. $R^2 = 0.571$; F=975.930 ; P=0.0000 ; CI=13.591				

淹水區平均每戶消費者剩餘

地區	受淹人數 (人)	受淹戶數 (戶)	平均每戶之消費 者剩餘 (元)	總消費者剩餘 (元)
七堵	9123	2851	41764 (比照汐止)	119068223
汐止	110625	41588	41764	1736867508
內湖	40371	13107	3487	45703585
士林	162221	50379	16970	854919035
北投	157910	49814	30051	1496940588
南港	35463	11294	19958	225402264
文山	125929	42688	16970 (比照士林)	724404688
松山	112629	38440	13420	515870566
中山	225984	83389	20410	1701990337
大同	134955	43817	34372	1506056016
信義	70523	24318	3082	74959238
大安	64033	22157	3728	82593851
中正	93223	33058	34372 (比照大同)	674722045
萬華	84195	28638	3728 (比照大安)	106752842
合計	1427184	485538		9866250785

淹水區住戶之總消費者剩餘

地區	受淹人數 (人)	受淹戶數 (戶)	平均每戶之消費 者剩餘(元)	總消費者剩餘 (元)
七堵	9123	2851	41764 (比照汐止)	119068223
汐止	110625	41588	41764	1736867508
內湖	40371	13107	3487	45703585
士林	162221	50379	16970	854919035
北投	157910	49814	30051	1496940588
南港	35463	11294	19958	225402264
文山	125929	42688	16970 (比照士林)	724404688
松山	112629	38440	13420	515870566
中山	225984	83389	20410	1701990337
大同	134955	43817	34372	1506056016
信義	70523	24318	3082	74959238
大安	64033	22157	3728	82593851
中正	93223	33058	34372 (比照大同)	674722045
萬華	84195	28638	3728 (比照大安)	106752842
合計	1427184	485538		9866250785



總效益之現值之計算

總效益之現值（以 TB 表示）

$$TB = \int_0^y S e^{-rt} dt = \frac{S}{r} (1 - e^{-ry})$$

假設：

$$y = 30, S = 98.66 \text{ 億元}, r = 0.025, 0.05, 0.075, 0.10$$



基隆河整治總效益之現值

房屋餘命 (年)	年消費者剩餘 (億元)	折現率	總效益之現值 (億元)	益本比 (總成本 =98.66 億元)
30	98.66	0.025	2082.25	2.87
30	98.66	0.05	1532.92	2.12
30	98.66	0.075	1176.82	1.62
30	98.66	0.10	937.47	1.29



公共建設計畫經濟效益評估 及財務計畫研討會

非市場評價方法講義

楊重信

文化大學環境設計學院景觀系教授

中央研究院經濟研究所兼任研究員

cyang@econ.sinica.edu.tw

yangch@faculty.pccu.edu.tw



旅行成本法

Travel Cost Method (TCM)

◆旅行成本法之理論架構

Travel Cost Method (TCM)

◆分區旅遊成本法

Zonal Travel Cost Method (ZTCM)

◆個體旅遊成本法

Individual Travel Cost Method(ITCM)

◆實例操作

旅行成本法(Travel Cost Method, TCM)

$$\text{Max} \quad U(Z, V, Q) \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad Z + cV = wT_w + M \quad (2)$$

$$T_w + (T_1 + T_2)V = T \quad (3)$$

式中， $U(\bullet)$ ：效用函數

Z ：複合財貨（其價格=1）

V ：往旅遊地之次數

Q ：旅遊地之品質

c ：至旅遊地之金錢成本

w ：工資率

T_w ：工作時間

M ：其他所得

T_1 ：旅行時間

T_2 ：在旅遊地之停留時間

旅行成本需求函數之推導(Derivation of the Travel Cost Demand Function)

【假設 1】 $c = f + P_d D$

f : 門票

式中， P_d : 每單位距離旅行成本

D : 距離

【假設 2】 旅遊者可自由選擇工作時間，且工作本身不會直接影響其效用，則旅遊時間之機會成本等於工資率（Larson, 1993）。

以 P_v 代表至旅遊地之總旅行成本，則

$$P_v = c + w(T_1 + T_2) = f + P_d D + w(T_1 + T_2) \quad (4)$$

$$Z + P_v V = wT + M \quad (5)$$

將式(4)代入式(5)，預算式可寫成：

$$Z + [f + P_d D + w(T_1 + T_2)]V = wT_w + M \quad (6)$$

求解式(1)、(4)與(5) (或式(1)與式(6)) 可得旅遊成本需求函數：

$$V = V(P_v, M, Q)$$

或

$$V = V(f, P_d, D, w, T, M, Q)$$

旅遊成本法

Zonal Travel Cost Method (ZTCM)

1. 旅遊需求函數：

$$V_{ij} = f(TC_{ij}, POP_i, S_i), \quad i = 1, \dots, n$$

或

$$\frac{V_{ij}}{POP_i} = f(TC_{ij}, S_i), \quad i = 1, \dots, n$$

式中，

V_{ij} ： i 區至 j 旅遊點之旅遊人次

TC_{ij} ： i 區至 j 旅遊點之旅行成本

POP_i ： i 區之人口數

S_i ： i 區之社經特徵變數

2. 模式設定：

$$E_x : \frac{V}{P} = \beta_0 + \beta_1 TC$$

分區旅行成本法

Zonal Travel Cost Method (ZTCM)

3. 平均旅客消費者剩餘 (Average Visitor Consumer Surplus) (ACS_i)

$$ACS_i = \int_{TC_1}^{CP_1} (\beta_0 + \beta_1 TC) dTC \quad i = 1, \dots, n$$

CP = choke price, i.e. the price at which the visitor rate would fall to 0.

4. 分區之旅客消費者剩餘 (CS_i)

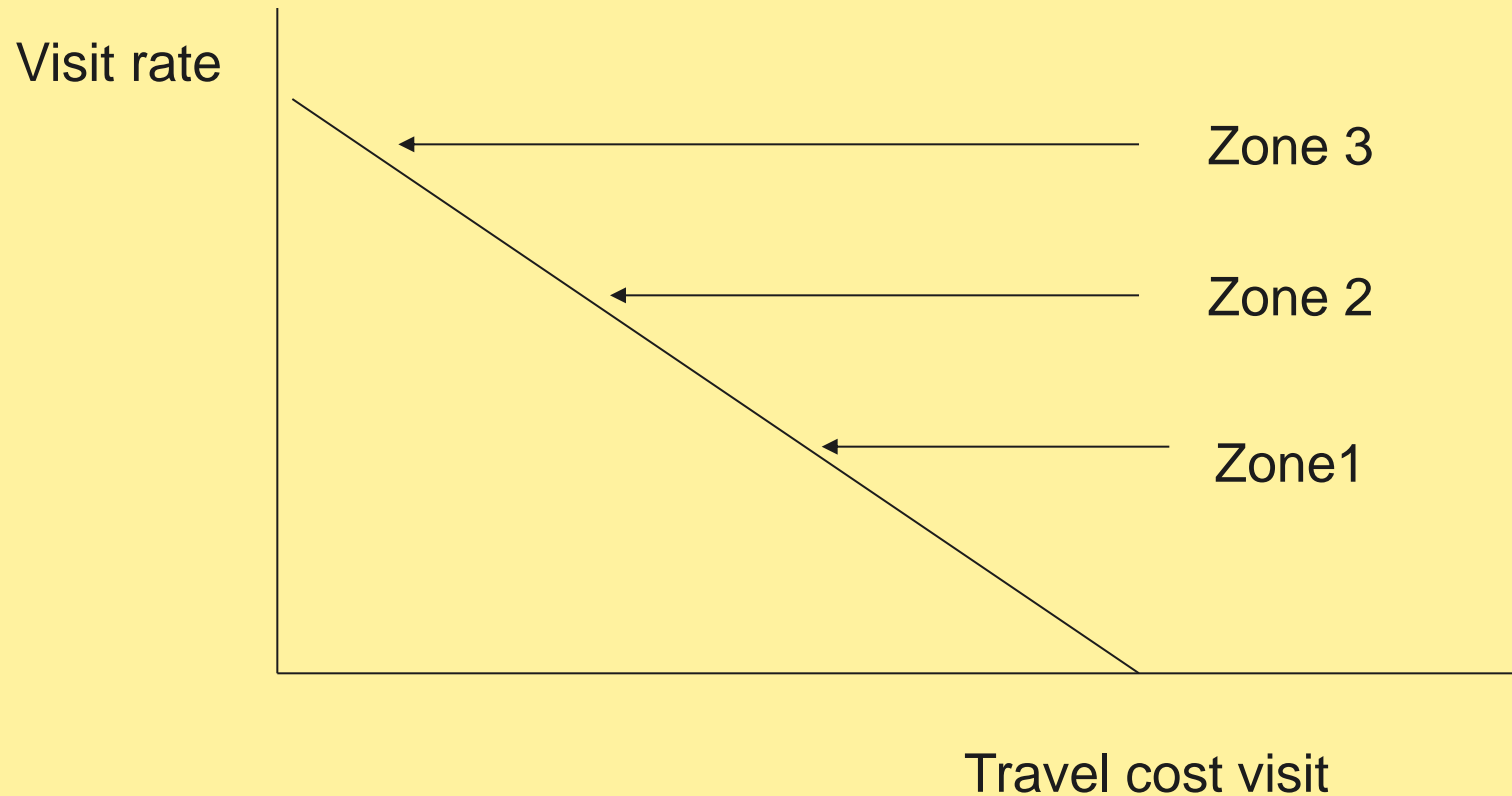
$$CS_i = ACS_i \times POP_i$$

5. 總旅客消費者剩餘 (CS)

$$CS = \sum_{i=1}^n CS_i$$

分區旅行成本

Zonal Travel Cost



Markandya, A. Et al.,2002, p. 367

個體旅行成本法

Individual Travel Cost Method (ITCM)

需求函數 (Demand Function)

$$V_i = f(TC_i, S_i), \quad i = 1, \dots, n$$

S_i : 性別、年齡、所得...

個體 i 之消費者剩餘 (Consumer Surplus)

$$CS_i = \int_{TC_i}^{J} J (TC_i, S_i) dTC$$

平均旅次消費者剩餘 (Average Individual CS per Visit)

$$ACS = \frac{\sum CS_i}{\sum V_i}$$

旅次總願付金額 (Total WTP per Visit)

$$WTP = ATC + ACS$$

ATC : 平均旅行成本



TCM之操作程序

1. 確認所欲評價之非市場財貨或服務
2. 問卷或情境之設計
3. 遊客抽樣調查
4. 建置資料庫與資料分析
5. 估計願付金額

分區旅行成本法 之操作程序

步驟	假設/說明
1. 抽樣 (p 個樣本)	隨機抽樣，但必須考量季節或假日/非假日之因素
2. 收集全年到達遊客數 (V)	可由門票銷售資料得知
3. 決定分區系統 (zonal system)	以所欲評價之地點為原點由近而遠加以分區，分區之劃分必須考慮是否有人口資料可資利用。
4. 統計來自各分區之遊客數 (p_j)，以及計算各分區遊客數所占之比率 (p_j / p)	可利用在基地上隨機抽取之樣本資料計算。
5. 計算來自各分區之遊客數 $V_j = V * (p_j / p)$	假設總遊客中來自各分區之比率與樣本之各分區遊客比率相等。
6. 收集各區之人口資料 (P_j)	可由戶籍資料取得
7. 計算各區之平均每人出遊率 $R_i = V_i / P_i$	代表各分區之平均消費者對旅遊之需求
8. 計算每一分區到旅遊點之平均每人旅行成本	可來自問卷資料或鐵路航空公司等資料
9. 估計旅遊服務之直接需求函數 ($V / P = f(C)$)	假設個體之行為與分區無關
10. 按分區計算平均每人消費者剩餘 (CS_j)	計算 CS_j 之公式視步驟 9 之函數形式而定
11. 計算各區之總消費者剩餘 (CSZ_j)	各分區平均每人消費者剩餘乘以該區之人口數
12. 計算總消費者剩餘 (TCS)	各分區消費者剩餘之加總



公共建設計畫經濟效益評估 及財務計畫研討會

非市場評價方法講義

條件評價法 Contingent Valuation Methods

楊重信

文化大學環境設計學院景觀系教授
中央研究院經濟研究所兼任研究員

(cyang@econ.sinica.edu.tw)

(yangch@faculty.pccu.edu.tw)



條件評價法

Contingent Valuation Method

- CVM 方法論
- 建立條件市場(Construct the Contingent Market)
- 獲得詢價資料(Elicit WTP/WTA)
- 估計平均願付金額/願受補償金額(Estimate Average or Median WTP/WTA)與出價函數(Bid Function)
- 總計(Aggregation)
- CVM之實例操作

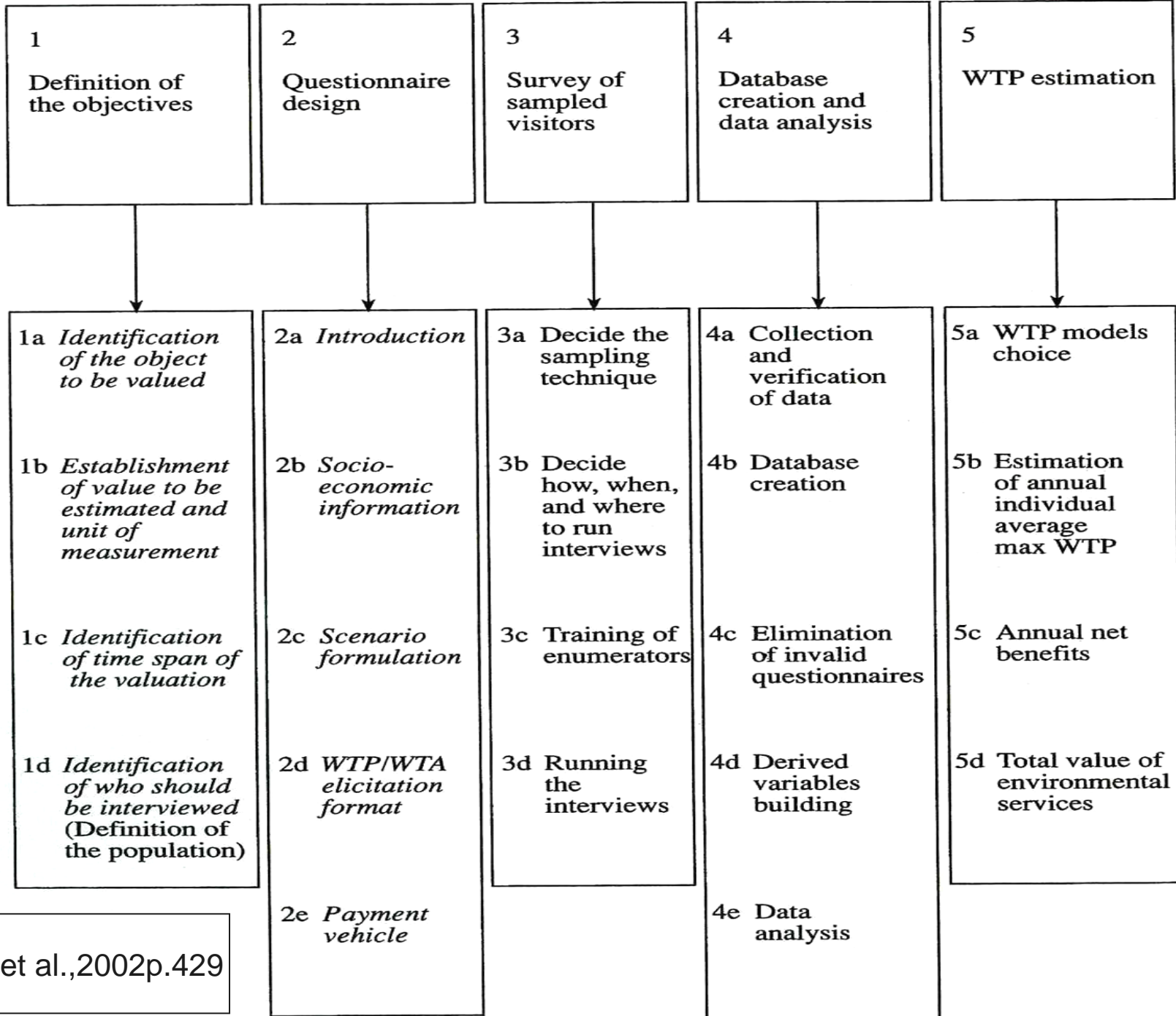


操作程序 (Procedure)

- 確認基地 (Identification of the site)
- 界定被評之財貨或勞務 (Definition of the good/service to be valued)
- 設計問卷 (Questionnaire design)
- 情境設計/假設市場 (Scenario design /hypothetical market)
- 誘價方式 (Elicitation form)
- 支付工具 (Payment vehicle)
- 調查策略 (Survey strategy)
- 統計敘述 (Statistical description)
- 願付金額之估計 (WTP estimation)
- 總計 (Aggregation)



CVM
方法論
一般架構



Markandya, A. et al., 2002 p.429



建立假設市場

1. 介紹調查之緣由及相關訊息，俾助受訪者瞭解環境資源之定義及環境資源現存之數量等。
2. 對於被調查之事物作詳盡描述，使受訪者瞭解。
3. 環境資源改善（或保存）效益之描述。
4. 為改善或保全環境資源，受訪者之支出方式為何個人或是家戶支出？支出之次數為何？
5. 提供此一環境資源之制度結構（institutional structure）如何？，也就是受訪者所付之金額會透過什麼機制運用？
6. 一種可以確實引導受訪者反應對該非市場財貨偏好之詢價方式。



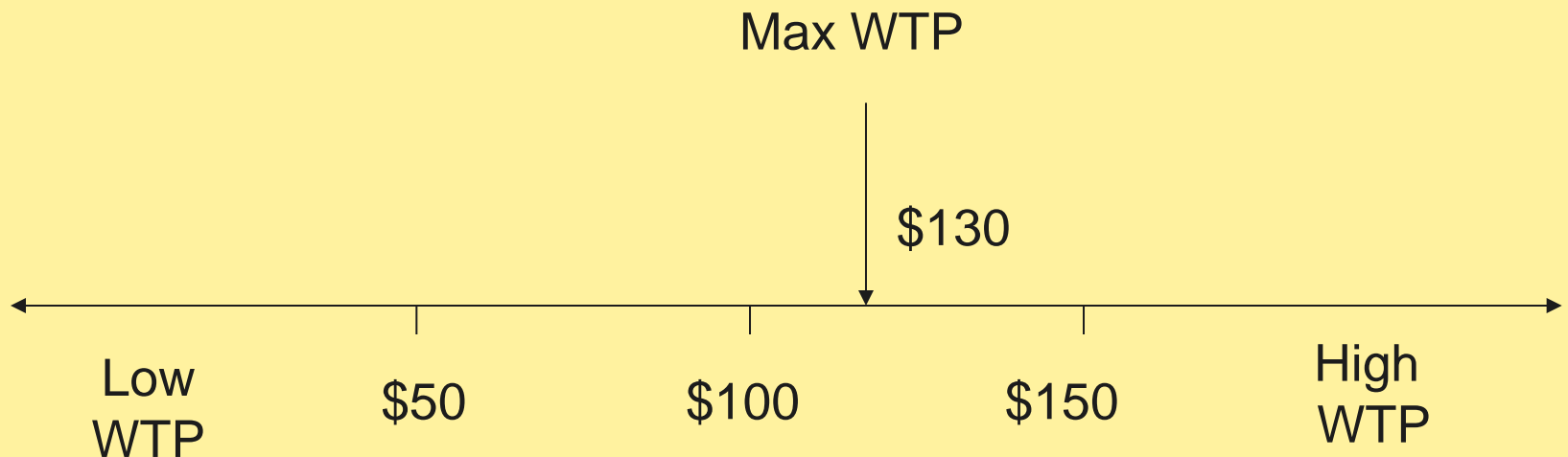
詢價方式

- ◆ 開放式詢價 (Open-ended questions)
- ◆ 二分選擇或公投法 (Dichotomous choice (referendum) questions)
- ◆ 競價 (Bidding games)

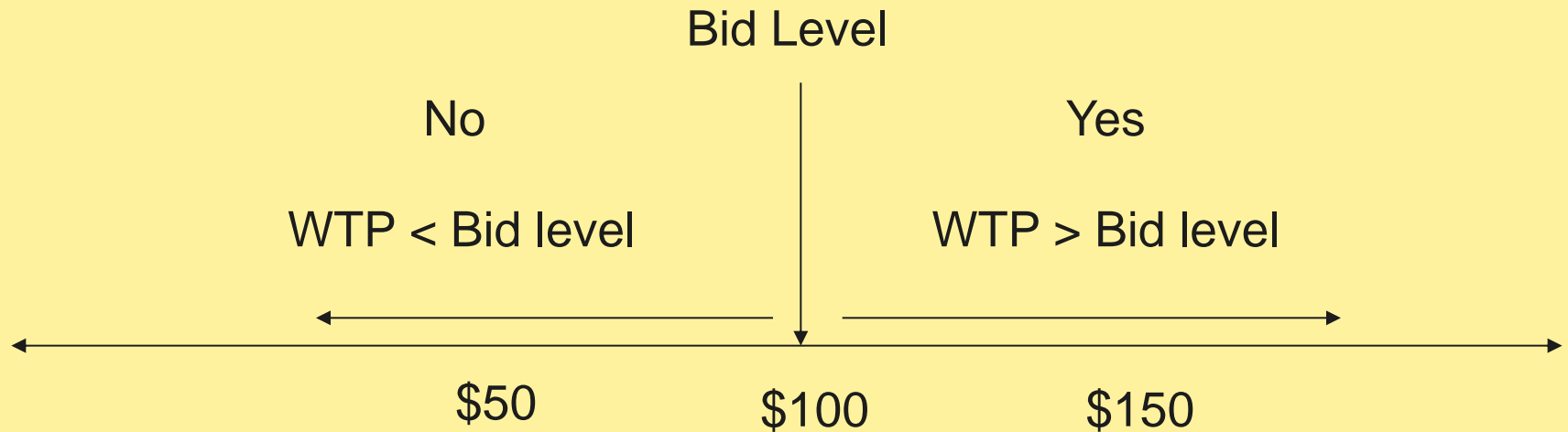
開放式詢價

Open-ended questions (continuous data)

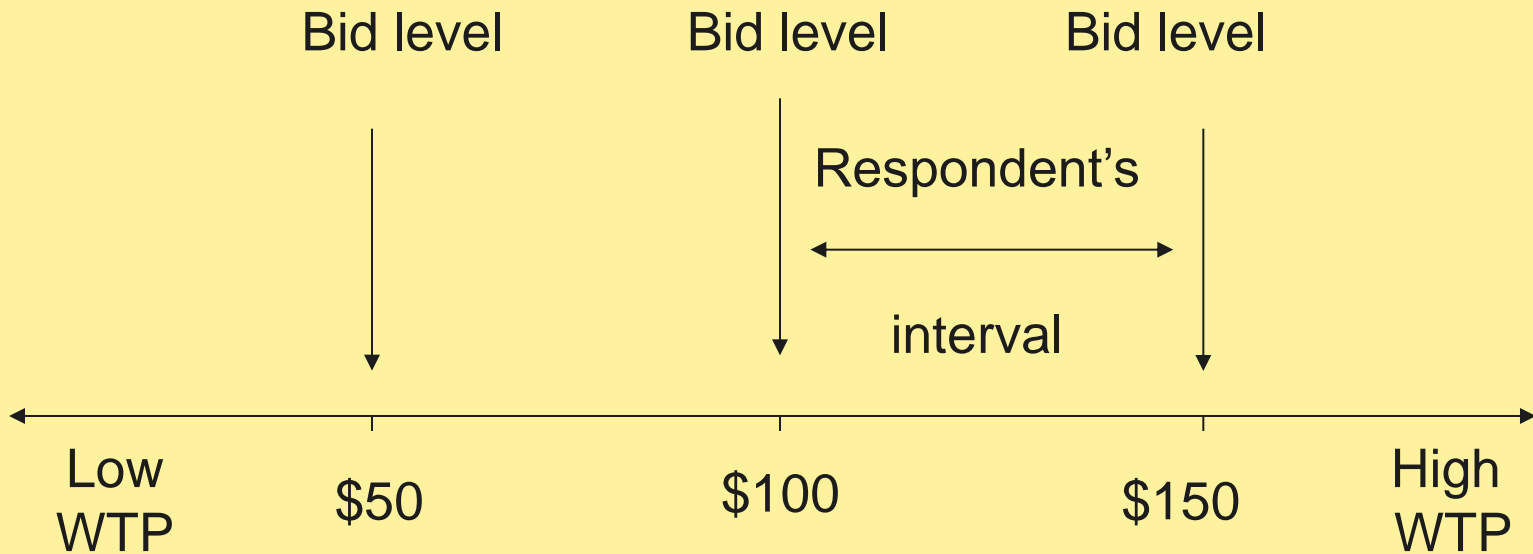
The individual is simply asked to state his/her maximum WTP or minimum WTA for a described environmental change.



二分選擇(公投式)詢價 Dichotomous choice (referendum) question (binary data)



競價 (Bidding Game--Bounded discrete choice (Interval Data))



競價

Sequential Bidding (Interval data)

