附錄四　溫室氣體檢討及節能減碳計畫

溫室氣體檢討及節能減碳計畫

一、環境負荷評估

參考財團法人台灣建築中心對於通過綠建築標章審查之建築物，節能、省水之節約效益計算方法，取得綠建築評定之建築物，可提供節能 20%、省水 30%之使用環境，本案承諾後續將取得綠建築銀級標章，爰進行節能減碳評估分析如下。

附表 10-1　綠建築設計每年節能省水評估表

建物類別	節能		省水	
	EUI (KWh/㎡.yr)	節省效率	單位面積用水量(L/㎡.人)	節省效率
住宿類	34	0.20	10	0.30
其他類	187	0.20	10	0.30
辦公類	148	0.20	9	0.30
醫院類	235	0.20	21	0.30
百貨商場類	293	0.20	15	0.30
旅館類	170	0.20	20	0.30
大型空間	148	0.20	9	0.30
大學第一組	99	0.20	10	0.30

資料來源：1.台灣建築中心
2.政府機關及學校節約能源行動計畫，民國 105 年 11 月

參考楊謙柔(2010)藉由台灣地區建築物耗能與 CO_2 排放之普查基礎資料，所建構的營建開發行為對於地球環境衝擊負荷評估工具，藉由此工具取得本案營建行為對環境衝擊的水準值，進而以「碳中和」的觀念及本案具體生態設計與節能減碳措施，探討本計畫所採用的綠建築設計對減低環境負荷的貢獻。

(一)參考能源局104年度碳排放係數，每度電排放0.528公斤之二氧化碳

(二)參考臺北自來水事業處105年度每度水排放二氧化碳約當量，每度水排放0.072公斤之二氧化碳。

相關公式如下所示：

EAI3＝W1+W2+W3+W4+W5

TCO_2＝綠建築標章評估綠化量指標計算值

TCO_2e＝ΣFA × EUI × 0.528 × 40

TCO_2w＝ΣFA × V × 0.072 × 40

其中

EAI3：建築生命週期CO_2排放量

TCO_2e：日常節能減碳效益值

TCO_2w：節水指標減碳效益值

ΣFA：總樓地板面積

EUI：住宿類至大型空間為台灣建築中心發布之綠建築設計每年節能評估數據(KWh/㎡.yr)；大學第一組為「政府機關及學校節約能源行動計畫」之各類型機關學校用電基準值。

V：各類建築物單位面積用水量(L/㎡.人)

碳中和計算為： $CN = TCO_2 + TCO_2e + TCO_2w$

附表 10-2　環境負荷評估表

建築生命週期項目	單位基準 CO_2 排放量(kg/㎡)		小計(kg)
建材生產與運輸	RC	210.94	W1
	SRC	214.19	
	SC	181.17	
營建施工階段	7 公尺	1.65	W2 **【本計畫圖書館為8F、宿舍(含生活場館)主要為 11~12F、傳播學院為 11F、生活服務空間為 3F，每層樓以 3 公尺高度評估】**
	7~15	2.12	
	15~30	2.50	
	30~45	2.75	
	45~60	3.03	
	60~75	3.58	
	75~90	4.41	
	90 公尺	5.51	
日常使用階段	住宅	26.10	W3 **【因應計畫屬學校類別，故係數調整為 16.88，詳下說明】**
	辦公	25.20	
	百貨	55.20	
	旅館	107.50	
	醫院	65.90	
拆除解體階段	7 公尺	1.71	W4
	7~15	2.20	
	15~30	2.60	
	30~45	2.86	
	45~60	3.14	
	60~75	3.71	
	75~90	4.57	
	90 公尺	5.71	
資源回收階段	RC	0.1012	W5
	SRC	0.1395	
	SC	0.1302	

以附表 10-2 所揭示之單位基準 CO_2 排放量，其中日常使用階段並無「學校類」之 CO_2 排放係數，故本案以「辦公類」之排放係數 25.20(kg/㎡)推估之；參考附表 10-1 之「大學第一組」EUI 值為 99(KWh/㎡.yr)、「辦公類」EUI 值為 148(KWh/㎡.yr)，顯示「大學第一組」之耗能約為「辦公類」之 0.67 倍，故日常使用階段之 CO_2 排放係數，以「辦公類」排放係數之 0.67 倍估算，即為 16.88(kg/㎡)。

「大學第一組」CO_2排放係數推估如下：

(1)「大學第一組」EUI 值 / 「辦公類」EUI 值

= 99(KWh/㎡.yr) / 148(KWh/㎡.yr)

= 0.67

(2)「大學第一組」CO_2排放係數

=「辦公類」CO_2排放係數 25.20(kg/㎡) × 0.67

=16.88(kg/㎡)

W1＝96,066.21 ㎡ × 210.94 ≒ 20,264,206(kg)

W2＝28,473.8 ㎡ × 2.50 ＋ 39,330 × 2.75 ＋ 27,213 × 2.75 ＋ 1,049.41 × 2.12【註 1】 ≒ 256,404(kg)

W3＝94,814.04 ㎡ × 16.88 × 40 年 ≒ 64,863,920(kg)

W4＝28,473.8 ㎡ × 2.60 ＋ 39,330 × 2.86 ＋ 27,213 × 2.86 ＋ 1,049.41 × 2.20【註 1】 ≒ 266,654(kg)

W5＝96,066.21 ㎡ × 0.1012 ≒ 9,722(kg)

【註 1：本計畫圖書館總樓地板面積為 28,473.8m^2、宿舍(含生活場館)總樓地板面積為 39,330m^2、傳播學院總樓地板面積為 27,213m^2、生活服務空間總樓地板面積為 1,049.41m^2】

總 CO_2排放量≒85,660,906(kg)

附表 10-3　建築生命週期 CO_2 排放量表

項次		總樓地板面積（㎡）	排放係數	使用壽命	建築生命週期 CO_2 排放量(kg)
建材生產與運輸	W1	96,066.21	210.94	-	20,264,206
營建施工階段					
圖書館	-	28,473.8	2.50	-	71,185
宿舍(含生活場館)	-	39,330	2.75	-	108,158
傳播學院	-	27,213	2.75	-	74,836
生活服務空間	-	1,049.41	2.12	-	2,225
小計	W2	96,066.21	-	-	256,404
日常使用階段	W3	96,066.21	16.88	40	64,863,920
拆除解體階段					
圖書館	-	28,473.8	2.60	-	74,032
宿舍(含生活場館)	-	39,330	2.86	-	112,484
傳播學院	-	27,213	2.86	-	77,829
生活服務空間	-	1,049.41	2.20	-	2,309
小計	W4	96,066.21	-	-	266,654
資源回收階段	W5	96,066.21	0.1012	-	9,722
合計(W1+W2+W3+W4+W5)					85,660,906

二、節能減碳效益評估

本計畫綠建築設計之環境貢獻主要包括綠化量指標之 CO_2 固定量、日常節能減碳效益及節水指標減碳效益，其貢獻量分別說明如下：

本計畫圖書館區域之闊葉大喬木栽種面積為 2,150m^2，闊葉小喬木、針葉喬木、疏葉喬木栽種面積為 64m^2，灌木栽種面積為 2,890m^2，草花花圃、自然野草地、草坪栽種面積為 2,735m^2。各植栽種類固定量 Gi 及生態綠化優待係數 α 均依綠化量指估評估表公式估算，闊葉大喬木固定量 Gi＝900，闊葉小喬木、針葉喬木、疏葉喬木固定量 Gi＝600，灌木固定量 Gi＝300，草花花圃、自然野草地、草坪固定量 Gi＝20，生態綠化優待係數 α ＝1.3。

綠化量指標之 CO_2 固定量＝(Σ(Gi×Ai))×α

＝(2,150×900＋64×600＋2,890×300＋2,735×20) × 1.3

＝3,763,630

TCO_2e＝ΣFA × EUI × 0.20 × 0.528 × 40

＝96,066.21㎡ × 99 × 0.20 × 0.528 × 40

≒40,172,583(kg)

TCO_2w＝ΣFA × V × 0.30 × 0.072 × 40

＝96,066.21㎡ × 10 × 0.30 × 0.072 × 40

≒830,012(kg)

碳中和 CN＝3,763,630 ＋ 40,172,583 ＋ 830,012

＝44,766,225(kg)

附表 10-4　綠建築設計之環境貢獻表

項次		總樓地板面積(㎡)	EUI/單位面積用水	節省效率	係數	年	減碳效益(kg)
日常節能減碳效益	TCO_2e	96,066.21	99	0.2	0.528	40	40,172,583
節水指標減碳效益	TCO_2w	96,066.21	10	0.3	0.072	40	830,012
本計畫綠化量指標之 CO_2 固定量							3,763,630
合計							44,766,225
綠建築設計環境貢獻度							52.26%

故本計畫評估計算開發後溫室氣體排放增量(含施工及營運階段)，相關設計措施以碳中和之觀念，預計可減量達：

44,766,225（kg）÷ 85,660,906（kg）＝ 52.26%