

第五章 效益評估

本研究以改善舊有建築物耗能，使其符合綠建築日常節能指標照明系統節能效率為主，採用公共工程經費電腦估價系統(PCCES)Win 4.1 版製作預算書，估算節省經費，評估改善效益及回收年限，做為學校決策的依據，進而提供政府制定改善舊有建築物之策略。

本研究經濟效益評估分析如下：

5.1. 科二館

本大樓於 1992 年 3 月啟用至 2006 年 3 月，已運轉 14 年，以建築物 50 年生命週期論尚有 36 年之使用價值，經評估分析其經濟效益如下：

5.1.1. 投資成本：以 PCCES 系統預估改善投資預算

1. 更換三波長日光燈總預算為新台幣\$2,498,775 元。
2. 更換 T5 日光燈總預算為新台幣\$2,593,192 元。

5.1.2. 年度節省費用：

1. 更新三波長日光燈後預估每年節省新台幣\$255,098 元。
2. 更新 T5 日光燈後預估每年節省新台幣\$382,694 元。

5.1.3. 回收年限：

1. 更新三波長日光燈後預估 9.8 年回收。
2. 更新 T5 日光燈後預估 6.8 年回收。

詳如表 37，若考量因更新設備減少用電量可抑制全校用電尖峰量，可減少超約罰款、降低契約容量減少基本電費支出等，則可提前回收。

表 37：科二館照明改善後節省費用及回收年限比較表

效益	節省容量 (W)	年度使用時間 (H)	年度節約度數 (KW*H)	年度節省費用 (2 元/度)	改善預算 (PCCES)	回收年限 (年)
三波長	25551	4992	127549	\$255,098	\$2,498,775	9.8
T5	38331	4992	191347	\$382,694	\$2,593,192	6.8
註： 1. 節省容量詳表格 23。2. 使用時間=52 週*6 天*16 小時。3. 註：交大光復校區 2001~2005 年平均電費單價每度 1.96 元，本研究以 2 元計算。						

本研究評估整理

5.1.4. 節約（省電）效率：

1. 更新三波長日光燈後預估每年可省 127,549 度電，省能比為科二館原年度預估照明用電量之 25.72%、預估年度用電量之 4.98%，為年平均用電量之 5.04%。
2. 更新 T5 日光燈後預估每年可省 191347 度電，省能比為科二館原年度預估照明用電量之 38.58%、預估年度用電量之 7.48%，為年平均用電量之 7.56%。

科二館照明改善後節約效率如下表 38。

表 38：科二館照明改善後省電效率比較表

科二館用電量	度(kw-h)	三波長省電效率	T5 省電效率
年度節約度數	-	127549 度	191347 度
照明預估年度用電量	496003	25.72%	38.58%
預估年度用電量	2559338	4.98%	7.48%
年平均總用電量	2532320	5.04%	7.56%

本研究評估整理

5.1.5. 照明用電密度及照度：

科二館全棟平均照明用電密度原設計在綠建築標準（16 W/m²）內為 13.6 W/m²，如表 17，改善後更加省電為 12.5 及 9.3 W/m²如表 41、42，其效益可由本館個別之教室、研究室、實驗室之照度及照明用電密度改善前後如表 39 比較表得之。教育部為節約用電其建議照明用電密度為 15W/m²【教育部，2004.5】。

科二館原照度設計約為 500 流明（Lux）左右，如表 39。經實地量測部份實驗室其照度減少為 350 流明左右，其因除照明效率衰減外，又加上實驗室之抽氣櫃、抽氣管等管路阻隔光源之故，如表 10 及圖 14 相片。改善後照度為 600 流明左右，如表 39，符合 CNS 實驗室 500~750 流明照度標準範圍，如表 43。可證明汰換燈具除節省電費支出又可提高空間照度增加舒適性。

表 39：科二館各單元照明用電密度及照度改善前後比較表

科二館		面積 (m ²)	燈具型式	套	光束 (Lm)	總光束 (Lm)	照度 (Lux)	照明密度 (W/m ²)
改善前	教室	77.76	40w*3	10	2730	81900	674	17.0
			40W*1	3	2730	8190		
	研究室	17.28	40w*2	3	2730	16380	607	13.9
	實驗室	51.84	40w*2	8	2730	43680	539	12.3
改善後 (三波長)	教室	77.76	40w*3	10	3400	102000	840	15.9
			40W*1	3	3400	10200		
	研究室	17.28	40w*2	3	3400	20400	756	13.2
	實驗室	51.84	40w*2	8	3400	54400	672	11.7
改善後 (T5)	教室	77.76	28w*3	10	2900	87000	716	11.9
			28W*1	3	2900	8700		
	研究室	17.28	28w*2	3	2900	17400	644	9.7
	實驗室	51.84	28w*2	8	2900	46400	573	8.6

註：

1. 光束：40W=2730Lm，28W=2900Lm。查東亞照明 2005~2006 型錄，pag370、369、366。
2. 照度 $E=(F*N*U*M)/A$ ，F：光通量、N：燈具數量、U：燈具照明率 0.8、M：燈具維護率 0.8、A：面積。
3. 教室照度不含黑板燈具光束（第二列數字，如 8190）。

本研究評估整理

5.1.6. 改善後 EL 值及用電密度：

科二館改善後綠建築日常節能照明系統節能效率 EL 值由 0.72 降為 0.48 及 0.35，詳表 18 計算。單位面積照明裝置量（照明用電密度）由 13.6 W/m²降為 12.5 及 9.3W/m²，詳表 17 及表 41、42 計算。統計如表 40。

表 40：科二館照明改善後 EL 值及用電密度比較表

	照明節能效率 EL	用電密度
改善前	0.75	13.6
改善後(三波長)	0.48	12.5
改善後(T5)	0.35	9.3

本研究評估整理

表 41：科二館更新三波長照明設備後 EL 評估表

科二館更新三波長照明系統EL評估表

ΣnixWixBixCixDi表

頁數:第1頁共3頁

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類 (三波長太陽神)				
					吸頂燈 40W*1	T-BAR燈 40W*2	T-BAR燈 40W*3	吊掛燈 40W*1	筒燈 23w*1
壹層 平面圖	101	示範實驗室	77.76	1間		16			
	102	普化實驗室	89	1間		30			
	103	有機實驗室	216	1間		35			
	104	材料加工實驗室	181.44	1間		38			
	105	材料加工實驗室	172.8	1間	2	25			
	106	天平室	51.84	1間		8			
	107	準備室	51.84	1間		8			
	108	準備室	51.84	1間		9			
	109	機電室	25.92	1間		2			
	110	研究室	25.92	1間			4		
	111	研究室	155.52	1間		24			
貳層 平面圖	201	示範實驗室	77.76	1間		12			
	202	物化儀實驗室	194.4	1間		30			
	203	物化儀器室	32.83	1間		6			
	204	視聽教室	198.72	1間	24	2		5	34
	205	預備室	25.92	1間		4			
	206	教室	77.76	1間			12	3	
	207	教室	77.76	1間			12	3	
	208	教室	77.76	1間			12	3	
	209	教室	77.76	1間			12	3	
	210	圖書室	77.76	1間			12		
	211	門廳	155.52	1間				48	
	212	門廳	77.76	1間				40	
	213	空調室	17.28	1間		2			
	214	機電室	25.92	1間		2			
	215	交換機房	22	1間		2			
	216	電腦室	31.1	1間		6			
	217	電氣室	25.92	1間	4				
	218	值日室	17.28	1間	1				
參層 平面圖	301	實驗室	34.56	1間		6			
	302	研究教室	17.28	1間		3			
	303	研究教室	17.28	1間		3			
	304	研究教室	17.28	1間		3			
	305	研究教室	17.28	1間		3			
	306	研究教室	17.28	1間		3			
	307	研究教室	17.28	1間		3			
	308	研究教室	17.28	1間		3			
	309	實驗室	51.84	1間		8			
	310	實驗室	103.68	1間		16			
	311	儲藏室	77.76	1間		12			
	312	機電室	25.92	1間	2				
	313	實驗室	86.4	1間		12			
	314	研究室	17.28	1間		3			
	315	研究室	17.28	1間		3			
	316	研究室	17.28	1間		3			
	317	研究室	17.28	1間		3			
	318	研究室	57.6	1間		9			
	319	院長室	166	1間			6		

ΣnixWixBixCixDi表

樓層	房間編號	空間名稱	面積 (m ²)	數量	燈具種類 (三波長太陽神)				
					吸頂燈 40W*1	T-BAR燈 40W*2	T-BAR燈 40W*3	吊掛燈 40W*1	筒燈 23w*1
	320	實驗室	51.84	1間		8			
	321	實驗室	51.84	1間		8			
	322	實驗室	51.84	1間		8			
	323	實驗室	51.84	1間		8			
	324	電氣室	25.92	1間		6			
	325	會議室	86.4	1間	12	4		3	
肆 層 平 面 圖	401	實驗室	34.56	1間		6			
	402	研究教室	17.28	1間		3			
	403	研究教室	17.28	1間		3			
	404	研究教室	17.28	1間		3			
	405	研究教室	17.28	1間		3			
	406	研究教室	17.28	1間		3			
	407	研究教室	17.28	1間		3			
	408	研究教室	17.28	1間		3			
	409	實驗室	51.84	1間		8			
	410	實驗室	51.84	1間		8			
	411	實驗室	51.84	1間		8			
	412	實驗室	25.92	1間		4			
	413	儲藏室	77.76	1間		12			
	414	機電室	25.92	1間		2			
	415	實驗室	25.92	1間		4			
	416	實驗室	51.84	1間		8			
	417	實驗室	51.84	1間		8			
	418	實驗室	51.84	1間		8			
	419	實驗室	51.84	1間		8			
	420	實驗室	25.92	1間		4			
	421	研究教室	17.28	1間		3			
	422	研究教室	17.28	1間		3			
	423	研究教室	17.28	1間		3			
	424	研究教室	17.28	1間		3			
	425	研究教室	17.28	1間		3			
	426	研究教室	17.28	1間		3			
	427	研究教室	17.28	1間		3			
	428	研究教室	17.28	1間		3			
	429	研究教室	17.28	1間		3			
	430	會客室	17.28	1間		3			
	431	所長室	17.28	1間		3			
	432	會議室	39.74	1間		8			
	433	所辦公室	86.4	1間	2	13			
	501	實驗室	34.56	1間		6			
	502	研究教室	17.28	1間		3			
	503	研究教室	17.28	1間		3			
	504	研究教室	17.28	1間		3			
	505	研究教室	17.28	1間		3			
	506	研究教室	17.28	1間		3			
	507	研究教室	17.28	1間		3			
	508	研究教室	17.28	1間		3			
	509	實驗室	51.84	1間		8			

$\Sigma ni \times Wi \times Bi \times Ci \times Di$ 表

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類(三波長太陽神)				
					吸頂燈 40W*1	T-BAR燈 40W*2	T-BAR燈 40W*3	吊掛燈 40W*1	筒燈 23w*1
伍層 平面圖	510	實驗室	51.84	1間		8			
	511	實驗室	51.84	1間		8			
	512	實驗室	25.92	1間		4			
	513	儲藏室	77.76	1間		12			
	514	機電室	25.92	1間		2			
	515	實驗室	25.92	1間		4			
	516	實驗室	51.84	1間		8			
	517	實驗室	51.84	1間		8			
	518	實驗室	51.84	1間		8			
	519	實驗室	51.84	1間		8			
	520	實驗室	25.92	1間		4			
	521	研究教室	17.28	1間		3			
	522	研究教室	17.28	1間		3			
	523	研究教室	17.28	1間		3			
	524	研究教室	17.28	1間		3			
	525	研究教室	17.28	1間		3			
	526	研究教室	17.28	1間		3			
	527	研究教室	17.28	1間		3			
	528	研究教室	17.28	1間		3			
	529	研究教室	17.28	1間		3			
530	討論室	25.92	1間		4				
531	電氣室	25.92	1間		4				
532	備用室	65.66	1間		8				
合計/燈具總數量ni			5493.53	m ²	51	710	70	108	34
(三波長)每盞燈具之光源功Wi					38	76	112	38	23
安定器係數Bi					0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
照明控制係數Ci					1	1	1	1	1
燈具反射效率係數Di					0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
實際用電值(ni × wi × Bi × Ci × Di)					1395.36	38851.2	5644.8	2954.88	563.04
實際用電值(Σni × Wi × Bi × Ci × Di)					49409.28				
(三波長)單位面積照明裝置量(W/m ²)					12.5 W/m ²				

本研究評估

表 42：科二館更新 T5 照明設備後 EL 評估表

科二館更新T5照明系統EL評估表

ΣnixWixBixCixDi表

頁數:第1頁共3頁

樓層	房間編號	空間名稱	面積(㎡)	數量	燈具種類				
					吸頂燈 28W*1	T-BAR燈 28W*2	T-BAR燈 28W*3	吊掛燈 28W*1	筒燈 23w*1
壹層 平面圖	101	示範實驗室	77.76	1間		16			
	102	普化實驗室	89	1間		30			
	103	有機實驗室	216	1間		35			
	104	材料加工實驗室	181.44	1間		38			
	105	材料加工實驗室	172.8	1間	2	25			
	106	天平室	51.84	1間		8			
	107	準備室	51.84	1間		8			
	108	準備室	51.84	1間		9			
	109	機電室	25.92	1間		2			
	110	研究室	25.92	1間			4		
	111	研究室	155.52	1間		24			
貳層 平面圖	201	示範實驗室	77.76	1間		12			
	202	物化儀實驗室	194.4	1間		30			
	203	物化儀器室	32.83	1間		6			
	204	視聽教室	198.72	1間	24	2		5	34
	205	預備室	25.92	1間		4			
	206	教室	77.76	1間			12	3	
	207	教室	77.76	1間			12	3	
	208	教室	77.76	1間			12	3	
	209	教室	77.76	1間			12	3	
	210	圖書室	77.76	1間			12		
	211	門廳	155.52	1間				48	
	212	門廳	77.76	1間				40	
	213	空調室	17.28	1間		2			
	214	機電室	25.92	1間		2			
	215	交換機房	22	1間		2			
	216	電腦室	31.1	1間		6			
	217	電氣室	25.92	1間	4				
	218	值日室	17.28	1間	1				
參層 平面圖	301	實驗室	34.56	1間		6			
	302	研究教室	17.28	1間		3			
	303	研究教室	17.28	1間		3			
	304	研究教室	17.28	1間		3			
	305	研究教室	17.28	1間		3			
	306	研究教室	17.28	1間		3			
	307	研究教室	17.28	1間		3			
	308	研究教室	17.28	1間		3			
	309	實驗室	51.84	1間		8			
	310	實驗室	103.68	1間		16			
	311	儲藏室	77.76	1間		12			
	312	機電室	25.92	1間	2				
	313	實驗室	86.4	1間		12			
	314	研究室	17.28	1間		3			
	315	研究室	17.28	1間		3			
	316	研究室	17.28	1間		3			
	317	研究室	17.28	1間		3			
	318	研究室	57.6	1間		9			
	319	院長室	166	1間			6		

科二館更新TS照明系統EL評估表

ΣnixWixBixCixDi表

頁數:第2頁共3頁

樓層	房間編號	空間名稱	面積(㎡)	數量	燈具種類				
					吸頂燈 28W*1	T-BAR燈 28W*2	T-BAR燈 28W*3	吊掛燈 28W*1	筒燈 23w*1
	320	實驗室	51.84	1間		8			
	321	實驗室	51.84	1間		8			
	322	實驗室	51.84	1間		8			
	323	實驗室	51.84	1間		8			
	324	電氣室	25.92	1間		6			
	325	會議室	86.4	1間	12	4		3	
肆層 平面圖	401	實驗室	34.56	1間		6			
	402	研究教室	17.28	1間		3			
	403	研究教室	17.28	1間		3			
	404	研究教室	17.28	1間		3			
	405	研究教室	17.28	1間		3			
	406	研究教室	17.28	1間		3			
	407	研究教室	17.28	1間		3			
	408	研究教室	17.28	1間		3			
	409	實驗室	51.84	1間		8			
	410	實驗室	51.84	1間		8			
	411	實驗室	51.84	1間		8			
	412	實驗室	25.92	1間		4			
	413	儲藏室	77.76	1間		12			
	414	機電室	25.92	1間		2			
	415	實驗室	25.92	1間		4			
	416	實驗室	51.84	1間		8			
	417	實驗室	51.84	1間		8			
	418	實驗室	51.84	1間		8			
	419	實驗室	51.84	1間		8			
	420	實驗室	25.92	1間		4			
	421	研究教室	17.28	1間		3			
	422	研究教室	17.28	1間		3			
	423	研究教室	17.28	1間		3			
	424	研究教室	17.28	1間		3			
	425	研究教室	17.28	1間		3			
	426	研究教室	17.28	1間		3			
	427	研究教室	17.28	1間		3			
	428	研究教室	17.28	1間		3			
	429	研究教室	17.28	1間		3			
	430	會客室	17.28	1間		3			
431	所長室	17.28	1間		3				
432	會議室	39.74	1間		8				
433	所辦公室	86.4	1間	2	13				
	501	實驗室	34.56	1間		6			
	502	研究教室	17.28	1間		3			
	503	研究教室	17.28	1間		3			
	504	研究教室	17.28	1間		3			
	505	研究教室	17.28	1間		3			
	506	研究教室	17.28	1間		3			
	507	研究教室	17.28	1間		3			
	508	研究教室	17.28	1間		3			
	509	實驗室	51.84	1間		8			

$\Sigma n_i \times W_i \times B_i \times C_i \times D_i$ 表

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類				
					吸頂燈 28W*1	T-BAR燈 28W*2	T-BAR燈 28W*3	吊掛燈 28W*1	筒燈 23w*1
伍層 平面圖	510	實驗室	51.84	1間		8			
	511	實驗室	51.84	1間		8			
	512	實驗室	25.92	1間		4			
	513	儲藏室	77.76	1間		12			
	514	機電室	25.92	1間		2			
	515	實驗室	25.92	1間		4			
	516	實驗室	51.84	1間		8			
	517	實驗室	51.84	1間		8			
	518	實驗室	51.84	1間		8			
	519	實驗室	51.84	1間		8			
	520	實驗室	25.92	1間		4			
	521	研究教室	17.28	1間		3			
	522	研究教室	17.28	1間		3			
	523	研究教室	17.28	1間		3			
	524	研究教室	17.28	1間		3			
	525	研究教室	17.28	1間		3			
	526	研究教室	17.28	1間		3			
	527	研究教室	17.28	1間		3			
	528	研究教室	17.28	1間		3			
	529	研究教室	17.28	1間		3			
530	討論室	25.92	1間		4				
531	電氣室	25.92	1間	4					
532	備用室	65.66	1間		8				
合計/燈具總數量n _i			5493.53	m ²	51	710	70	108	34
(T5) 每盞燈具之光源功W _i					28	56	84	28	23
安定器係數B _i					0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
照明 控制 係數C _i					1	1	1	1	1
燈具反射效率係數D _i					0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
實際用電值(n_i × w_i × B_i × C_i × D_i)					1028.16	28627.2	4233.6	2177.28	563.04
實際用電值(Σn_i × W_i × B_i × C_i × D_i)					36629.28				
(T5) 單位面積照明裝置量 (W/m²)					9.3 W/m ²				

本研究評估

表 43：CNS 學校照度標準

CNS 學校照度標準		
照度 Lux	場所(室內)	作業
	-----	—
1500	教室，實驗室，實習工場，研究室，圖書閱覽室，書庫	<input type="radio"/> 精密製圖 <input type="radio"/> 精密實驗 <input type="radio"/> 縫紉 <input type="radio"/> 打鍵工作 <input type="radio"/> 圖書閱覽 <input type="radio"/> 精密工作 <input type="radio"/> 工藝美術製作 <input type="radio"/> 黑板書寫 <input type="radio"/> 天秤計量
1000		
750		
500		
300		
200	辦公室，教職員休息室，會議室，保健室，餐廳，廚房，配膳室	大教室， 禮堂， 儲櫃室， 休息室， 樓梯間， 走廊， 電梯走道， 廁所， 值班室， 工友室， 天橋
150	廣播室，印刷室，總機室，守衛室，室內運動場	
100		
75		
50		
30	安全梯	

備考：

1. 如屬視力、聽力不良之兒童、學生使用之教室、實驗、實習工廠時，可將照度提高上述所定基準值兩倍(其原因係因聽力不良之兒童，必告看別人口唇之動作去判斷別人所說的詞句)。
2. 有“○”記號之作業場所，可用局部照明取得該照度。

資料來源：取自 CNS

5.2. 電資大樓

本大樓於 1996 年 9 月啟用至 2006 年 3 月，已運轉近 10 年，以建築物 50 年生命週期論尚有 40 年之使用價值，經評估分析其經濟效率如下：

5.2.1 投資成本：以 PCCES 系統預估改善投資預算

1. 更換三波長日光燈總預算為新台幣\$5,318,164 元。
2. 更換 T5 日光燈總預算為新台幣\$5,711,748 元。

5.2.2 預估年度節省費用：

1. 更新三波長日光燈後預估每年節省新台幣\$997,132 元。
2. 更新 T5 日光燈後預估每年節省新台幣\$1,274,766 元。

5.2.3 回收年限：

1. 更新三波長日光燈後預估 5.3 年回收。
2. 更新 T5 日光燈後預估 4.5 年回收。

統計如表 44，同科二館之說明若考量因更新設備減少用電量可抑制全校用電尖峰量，可減少超約罰款、降低契約容量減少基本電費支出，則可提前回收。

表 44：電資大樓照明改善後節省費用及回收年限比較表

效益	節省容量 (W)	年度使用時間 (H)	年度節約度數 (kW*H)	年度節省費用(2元/度)	改善預算 (PCCES)	回收年限 (年)
三波長	99873	4992	498566	\$997,132	\$5,318,164	5.3
T5	127681	4992	637383	\$1,274,766	\$5,711,748	4.5

註：
1. 節省容量詳表 34。2. 使用時間=52 週*6 天*16 小時。3. 註：交大光復校區 2001~2005 年平均電費單價每度 1.96 元，本研究以 2 元計算。

本研究評估整理

5.2.4 節約（省電）效率：

1. 更新三波長日光燈後預估每年可省 498,566 度電，省能比為電資大樓原年度預估照明用電量之 42.87%、預估年度用電量之 11.99%，為年平均用電量之 12.69%。
2. 更新 T5 日光燈後預估每年可省 637,383 度電，省能比為電資大樓原年度預估照明用電量之 54.81%、預估年度用電量之 15.32%，為年平均用電量之 16.22%。

電資大樓照明改善後節約效率如表 45。

表 45：電資大樓照明改善後省電效率比較表

電資大樓	度(kw-h)	三波長省電效率	T5 省電效率
年度節約度數	-	498566 度	637383 度
照明預估年度用電量	1162918	42.87%	54.81%
預估年度用電量	4159353	11.99%	15.32%
年平均總用電量	3929300	12.69%	16.22%

本研究評估整理

5.2.5 照明用電密度及照度：

電資大樓全棟平均照明用電密度原設計高於綠建築標準 16 W/m² 達 19.5 W/m² 之多，如表 32，改善後降為 10.6 W/m² 及 8.1 W/m²，如表 47。原設計照度於標準範圍內，約為 500 流明左右，改善後約為 650 流明，仍於 CNS 學校照度範圍內。其效益可由本大樓個別之研究室、實驗室之照度及照明用電密度改善前後如表 46 比較表得之。

表 46：電資大樓各單元照明用電密度及照度改善前後比較表

電資大樓		面積 (m ²)	燈具型式	套	光束 (Lm)	總光束 (Lm)	照度 (Lux)	照明密度 (W/m ²)
改善前	研究室	24.5	40w*3	3	2730	24570	642	14.7
	實驗室	147	40w*3	16	2730	131040	651	15.2
			20W*4	4	1150	18400		
	實驗室	245	40w*3	28	2730	229320	683	16.0
20W*4			7	1150	32200			
改善後 (三波長)	研究室	24.5	40w*3	3	3400	30600	799	13.7
	實驗室	147	40w*3	16	3400	163200	808	14.1
			20W*4	4	1400	22400		
	實驗室	245	40w*3	28	3400	285600	848	14.9
20W*4			7	1400	39200			
改善後 (T5)	研究室	24.5	28w*3	3	2900	26100	682	10.3
	實驗室	147	28w*3	16	2900	139200	700	10.7
			14w*4	4	1350	21600		
	實驗室	245	28w*3	28	2900	243600	735	11.2
14w*4			7	1350	37800			

註：1. 光束：40W=2730Lm，28W=2900Lm，14W=1350。查東亞照明 2005~2006 型錄，pag370、369、366。
2. 照度 $E=(F*N*U*M)/A$ ，F：光通量、N：燈具數量、U：燈具照明率 0.8、M：燈具維護率 0.8、A：面積。

本研究評估整理

5.2.6 改善後 EL 值及用電密度：

電資大樓改善後綠建築日常節能照明系統節能效率 EL 值由 0.98 降為 0.53 至 0.4，詳表 32。單位面積照明裝置量（照明用電密度）由 19.5W/m² 降為 10.6W/m² 至 8.1W/m²。詳表 31 及表 48、49 計算。統計如表 47。

表 47：電資大樓照明改善後 EL 值及用電密度比較表

	照明節能效率 EL	用電密度
改善前	0.98	19.5
改善後(三波長)	0.53	10.6
改善後(T5)	0.4	8.1

本研究評估整理

5.3. 小結

本效益評估結果，照明以選用 T5 系列照明燈具比使用三波長太陽神燈具有效益，在省電效率部份科二館約可節省照明用電 38%，即每年省電 191,347 度，節省電費每年約新台幣 38 萬元，改善投資成本約新台幣 260 萬元約 6.8 年可回收；電資大樓約可節省照明用電 54%，即每年可省電 637,383 度電，節省電費約新台幣 127 萬元電費，改善投資成本約新台幣 570 萬元約 4.5 年可回收。

在個別空間照明用電密度及照度改善效益方面，本研究選取較多數空間之教室、研究室、實驗室等三間不同大小之單元分別計算其個別的照明用電密度及照度，其結果科二館三單元原用電密度為 17.0、13.9、12.3 W/m²，照度設計約為 670、600、530 流明 (Lux)，但經實地量測部份實驗室其照度已衰減為 350 流明左右，改善後照度可達 710、640、570 流明，用電密度降至 11.9、9.7、8.6W/m²，詳如表 39 比較表；電資大樓三單元原用電密度為 14.7、15.2、16.0W/m²，照度設計在 640、650、680 流明，實地量測研究室照度已衰減為 500 流明左右，改善後照度可達 680、700、735 流明，用電密度降低至 10.3、10.7、11.2W/m²，詳如表 47 比較表。以上三單元改善後用電密度皆降至綠建築標準內，照度比原設計高且符合 CNS 實驗室 500~750 流明照度標準。另本研究以「綠建築解說及評估手冊」之照明系統 EL 評估法試算科二館及電資大樓整棟照明系統改善前後之照明用電密度，其結果科二館原設計為 13.6W/m²，改善後降為 9.3W/m²，詳表 17 及表 42；電資大樓原設計為 19.5W/m²，改善後降為 8.1W/m²，詳表

31 及表 49。改善後兩棟建築物之用電密度皆能符合我國設計基準 $20\text{W}/\text{m}^2$ ，且可符合美國 $16\text{W}/\text{m}^2$ 及新加坡 $15\text{W}/\text{m}^2$ 國家標準。

本效益評估可證明改善後可節省照明用電又可提高照度，即增加閱讀舒適性又省電，且可印證教育部於「學校教室照明與節能參考手冊」中建議教室照明用電密度不高於 $15\text{W}/\text{m}^2$ 之設計原則，又可供我國照明用電密度設計基準調降參考，使建築照明系統能全面改善至節能基準，以達省電之目的。



表 48：電資大樓更新三波長照明設備後 EL 評估表

電子資訊大樓更新三波長照明系統EL評估表

EnixWixBixCixDi表

頁數：第1頁共3頁

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類 (三波長太陽神螢光燈)						
					T-BAR燈 40W*1	T-BAR燈 40W*2	T-BAR燈 40W*3	T-BAR燈 20W*4	筒燈 23w*1	筒燈 23W*1	
壹層 平面圖	101	第一會議室	245	1間			24			5	
	102	第二會議室	147	1間			15			3	
	103	第三會議室	147	1間			15			5	
	104	第四會議室	245	1間			28			11	26
	105	國際會議廳	674.1	1間	53		10	3		12	186
	106	招待廳	220.5	1間	12					63	32
貳層 平面圖	201	實驗室	245	1間			28	7			
	203	會議室(關成廳)	147	1間			16			5	
	204	副主任辦公室	75.64	1間			7	1			
	205	會議室	32.48	1間			6				
	206	技術組辦公室	75.64	1間			7	1			
	207	主任辦公室	91.88	1間			9				
	208	秘書室	16.24	1間			2				
	209	辦公室	45.29	1間			4				
	210	辦公室	61.25	1間			6				
	211	晶片系統研究中心	147	1間			16	4			
	213	智慧型無線通訊LAB	245	1間			28	7			
參層 平面圖	301	整合模擬實驗室	245	1間			28	7			
	303	晶片系統整合實驗室	147	1間			16	4			
	304	研究室	24.5	1間			3				
	305	研究室	24.5	1間			3				
	306	研究室	49	1間			6	3			
	307	研究室	24.5	1間			3				
	308	研究室	49	1間			6				
	309	電磁應用實驗室	49	1間			6				
	310	實驗室	24.5	1間			3				
	311	晶片系統實驗室	49	1間			6	3			
	312	實驗室	24.5	1間			3				
	313	實驗室	24.5	1間			3				
	314	無線晶片實驗室	147	1間			16	3			
	316	系統設計實驗室	245	1間			25	16	15		
肆層 平面圖	401	尖端光電材料實驗室	245	1間			28	7			
	403	多層微波實驗室	147	1間			13	5			
	404	實驗室	24.5	1間			3				
	405	實驗室	24.5	1間			3				
	406	實驗室	24.5	1間			3				
	407	實驗室	24.5	1間			3				
	408	實驗室	24.5	1間			3				
	409	實驗室	24.5	1間			3				
	410	材料系辦公室	49	1間				6			
	411	材料主任室	49	1間			6				
	412	實驗室	24.5	1間			3				
	413	實驗室	24.5	1間			3				
	414	實驗室	24.5	1間			3				
	415	實驗室	24.5	1間			3				
	416	腦科學研究中心	147	1間			16	4			
	418	快速電子實驗室	245	1間			28	7			
	501	光纖通訊暨感應LAB	245	1間			28	7			

EnixWixBixCixDi表

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類 (三波長太陽神螢光燈)					
					T-BAR燈 40W*1	T-BAR燈 40W*2	T-BAR燈 40W*3	T-BAR燈 20W*4	筒燈 23w*1	筒燈 23W*1
伍層 平面圖	503	微波光電實驗室	147	1間			16	4		
	504	實驗室	24.5	1間			3			
	505	實驗室	24.5	1間			3			
	506	實驗室	24.5	1間			3			
	507	實驗室	24.5	1間			3			
	508	實驗室	24.5	1間			3			
	509	實驗室	24.5	1間			3			
	510	會議室	49	1間				10		
	511	顯示所	49	1間			6			
	512	實驗室	24.5	1間			3			
	513	實驗室	24.5	1間			3			
	514	實驗室	24.5	1間			3			
	515	實驗室	24.5	1間			3			
	516	光子技術實驗室	147	1間			16	4		
	518	顯示系統與資訊儲存	245	1間			29	7		
陸層 平面圖	601	光資訊系統實驗室	245	1間			28	7		
	603	思科網路研發中心	147	1間			16	4		
	604	網路測試中心	98	1間			12	10		
	605	網路學習與應用中心	73.5	1間			12			
	606	聯合研發中心	73.5	1間			12			
	607	系統晶片應用研究	98	1間			12	3		
	608	電腦視覺研究中心	147	1間			12	8		
	610	聯合研發中心	245	1間			26	11		
	611	實驗室	24.5	1間			3			
	612	實驗室	24.5	1間			3			
	613	實驗室	24.5	1間			3			
	614	實驗室	24.5	1間			3			
	615	實驗室	24.5	1間			3			
	616	實驗室	24.5	1間			3			
	617	實驗室	24.5	1間			3			
	618	實驗室	24.5	1間			3			
	619	實驗室	24.5	1間			3			
	620	實驗室	24.5	1間			3			
	621	實驗室	24.5	1間			3			
	622	實驗室	24.5	1間			3			
623	實驗室	24.5	1間			3				
624	實驗室	24.5	1間			3				
柒層	701	高速網路實驗室	245	1間			28	7		
	703	分散式系統實驗室	147	1間			16	4		
	704	醫學影像系統實驗室	98	1間			12	3		
	705	電腦動畫與互動圖學	73.5	1間			12			
	706	自動化資訊處理	73.5	1間			9			
	707	行動計劃與寬頻網路	98	1間			12	3		
	708	智慧型系統	147	1間			16	4		
	710	實驗室	245	1間			28	7		
	711	實驗室	24.5	1間			3			
	712	實驗室	24.5	1間			3			
713	實驗室	24.5	1間			3				

$\Sigma ni \times Wi \times Bi \times Ci \times Di$ 表

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類 (三波長太陽神螢光燈)					
					T-BAR燈 40W*1	T-BAR燈 40W*2	T-BAR燈 40W*3	T-BAR燈 20W*4	筒燈 23w*1	筒燈 23W*1
平面圖	714	實驗室	24.5	1間			3			
	715	實驗室	24.5	1間			3			
	716	實驗室	24.5	1間			3			
	717	實驗室	24.5	1間			3			
	718	實驗室	24.5	1間			3			
	719	實驗室	24.5	1間			3			
	720	實驗室	24.5	1間			3			
	721	實驗室	24.5	1間			3			
	722	實驗室	24.5	1間			3			
	723	實驗室	24.5	1間			3			
	724	實驗室	24.5	1間			3			
	725	中庭	514.5	1間		154	3			
捌層平面圖	801	實驗室	245	1間			30	7		
	803	晶片系統實驗室	147	1間			16	4		
	804	顯示系統設計實驗室	98	1間			12	3		
	805	顯示電子元件實驗室	73.5	1間			12			
	806	有機電子實驗室	73.5	1間			9			
	807	整合領域實驗室	98	1間			12	3		
	808	實驗室	147	1間			16	4		
	810	智慧型無線通訊LAB	245	1間			28	7		
	811	實驗室	24.5	1間			3			
	812	實驗室	24.5	1間			3			
	813	實驗室	24.5	1間			3			
	814	實驗室	24.5	1間			3			
	815	實驗室	24.5	1間			3			
	816	實驗室	24.5	1間			3			
	817	實驗室	24.5	1間			3			
	818	實驗室	24.5	1間			3			
	819	實驗室	24.5	1間			3			
	820	實驗室	24.5	1間			3			
	821	實驗室	24.5	1間			3			
	822	實驗室	24.5	1間			3			
823	實驗室	24.5	1間			3				
824	實驗室	24.5	1間			3				
合計/燈具總數量ni			11166.5	m ²	65	154	1121	219	119	244
更新(三波長)每盞燈具之光源功Wi					38	76	112	72	23	23
安定器係數Bi					0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
照明控制係數Ci					1	1	1	1	1	1
燈具反射效率係數Di					0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
實際用電值(ni × wi × Bi × Ci × Di)					1778.4	8426.88	90397.4	11353	1970.64	4040.64
實際用電值(Σni × Wi × Bi × Ci × Di)					117966.96					
(三波長)單位面積照明裝置量(W/m ²)					10.6 W/m ²					

本研究評估

表 49：電資大樓更新 T5 照明設備後 EL 評估表

電子資訊大樓更新T5照明系統EL評估表

ΣnixWixBixCixDi表

頁數：第1頁共3頁

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類 (T5 螢光燈)					
					T-BAR燈 28W*1	T-BAR燈 28W*2	T-BAR燈 28W*3	T-BAR燈 14W*4	筒燈 23w*1	筒燈 23W*1
壹層 平面圖	101	第一會議室	245	1間			24		5	
	102	第二會議室	147	1間			15		3	
	103	第三會議室	147	1間			15		5	
	104	第四會議室	245	1間			28		11	26
	105	國際會議廳	674.1	1間	53		10	3	12	186
	106	招待廳	220.5	1間	12				63	32
貳層 平面圖	201	實驗室	245	1間			28	7		
	203	會議室(關成觀)	147	1間			16		5	
	204	副主任辦公室	75.64	1間			7	1		
	205	會議室	32.48	1間			6			
	206	技術組辦公室	75.64	1間			7	1		
	207	主任辦公室	91.88	1間			9			
	208	秘書室	16.24	1間			2			
	209	辦公室	45.29	1間			4			
	210	辦公室	61.25	1間			6			
	211	晶片系統研究中心	147	1間			16	4		
	213	智慧型無線通訊LAB	245	1間			28	7		
參層 平面圖	301	整合模擬實驗室	245	1間			28	7		
	303	晶片系統整合實驗室	147	1間			16	4		
	304	研究室	24.5	1間			3			
	305	研究室	24.5	1間			3			
	306	研究室	49	1間			6	3		
	307	研究室	24.5	1間			3			
	308	研究室	49	1間			6			
	309	電磁應用實驗室	49	1間			6			
	310	實驗室	24.5	1間			3			
	311	晶片系統實驗室	49	1間			6	3		
	312	實驗室	24.5	1間			3			
313	實驗室	24.5	1間			3				
314	無線晶片實驗室	147	1間			16	3			
316	系統設計實驗室	245	1間			25	16	15		
肆層 平面圖	401	尖端光電材料實驗室	245	1間			28	7		
	403	多層微波實驗室	147	1間			13	5		
	404	實驗室	24.5	1間			3			
	405	實驗室	24.5	1間			3			
	406	實驗室	24.5	1間			3			
	407	實驗室	24.5	1間			3			
	408	實驗室	24.5	1間			3			
	409	實驗室	24.5	1間			3			
	410	材料系辦公室	49	1間				6		
	411	材料主任室	49	1間			6			
	412	實驗室	24.5	1間			3			
	413	實驗室	24.5	1間			3			
	414	實驗室	24.5	1間			3			
	415	實驗室	24.5	1間			3			
416	腦科學研究中心	147	1間			16	4			
418	快速電子實驗室	245	1間			28	7			
501	光纖通訊暨感應LAB	245	1間			28	7			

ΣnixWixBixCixDi表

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類 (T5螢光燈)					
					T-BAR燈 28W*1	T-BAR燈 28W*2	T-BAR燈 28W*3	T-BAR燈 14W*4	筒燈 23w*1	筒燈 23W*1
伍層平面圖	503	微波光電實驗室	147	1間			16	4		
	504	實驗室	24.5	1間			3			
	505	實驗室	24.5	1間			3			
	506	實驗室	24.5	1間			3			
	507	實驗室	24.5	1間			3			
	508	實驗室	24.5	1間			3			
	509	實驗室	24.5	1間			3			
	510	會議室	49	1間				10		
	511	顯示所	49	1間			6			
	512	實驗室	24.5	1間			3			
	513	實驗室	24.5	1間			3			
	514	實驗室	24.5	1間			3			
	515	實驗室	24.5	1間			3			
	516	光子技術實驗室	147	1間			16	4		
	518	顯示系統與資訊儲存	245	1間			29	7		
陸層平面圖	601	光資訊系統實驗室	245	1間			28	7		
	603	思科網路研發中心	147	1間			16	4		
	604	網路測試中心	98	1間			12	10		
	605	網路學習與應用中心	73.5	1間			12			
	606	聯合研發中心	73.5	1間			12			
	607	系統晶片應用研究	98	1間			12	3		
	608	電腦視覺研究中心	147	1間			12	8		
	610	聯合研發中心	245	1間			26	11		
	611	實驗室	24.5	1間			3			
	612	實驗室	24.5	1間			3			
	613	實驗室	24.5	1間			3			
	614	實驗室	24.5	1間			3			
	615	實驗室	24.5	1間			3			
	616	實驗室	24.5	1間			3			
	617	實驗室	24.5	1間			3			
	618	實驗室	24.5	1間			3			
	619	實驗室	24.5	1間			3			
	620	實驗室	24.5	1間			3			
	621	實驗室	24.5	1間			3			
	622	實驗室	24.5	1間			3			
623	實驗室	24.5	1間			3				
624	實驗室	24.5	1間			3				
柒層	701	高速網路實驗室	245	1間			28	7		
	703	分散式系統實驗室	147	1間			16	4		
	704	醫學影像系統實驗室	98	1間			12	3		
	705	電腦動畫與互動圖學	73.5	1間			12			
	706	自動化資訊處理	73.5	1間			9			
	707	行動計劃與寬頻網路	98	1間			12	3		
	708	智慧型系統	147	1間			16	4		
	710	實驗室	245	1間			28	7		
	711	實驗室	24.5	1間			3			
	712	實驗室	24.5	1間			3			
	713	實驗室	24.5	1間			3			

Σni×Wi×Bi×Ci×Di表

樓層	房間編號	空間名稱	面積(m ²)	數量	燈具種類 (T5螢光燈)					
					T-BAR燈 28W*1	T-BAR燈 28W*2	T-BAR燈 28W*3	T-BAR燈 14W*4	筒燈 23w*1	筒燈 23W*1
平面圖	714	實驗室	24.5	1間			3			
	715	實驗室	24.5	1間			3			
	716	實驗室	24.5	1間			3			
	717	實驗室	24.5	1間			3			
	718	實驗室	24.5	1間			3			
	719	實驗室	24.5	1間			3			
	720	實驗室	24.5	1間			3			
	721	實驗室	24.5	1間			3			
	722	實驗室	24.5	1間			3			
	723	實驗室	24.5	1間			3			
	724	實驗室	24.5	1間			3			
	725	中庭	514.5	1間		154	3			
	捌層平面圖	801	實驗室	245	1間			30	7	
803		晶片系統實驗室	147	1間			16	4		
804		顯示系統設計實驗室	98	1間			12	3		
805		顯示電子元件實驗室	73.5	1間			12			
806		有機電子實驗室	73.5	1間			9			
807		整合領域實驗室	98	1間			12	3		
808		實驗室	147	1間			16	4		
810		智慧型無線通訊LAB	245	1間			28	7		
811		實驗室	24.5	1間			3			
812		實驗室	24.5	1間			3			
813		實驗室	24.5	1間			3			
814		實驗室	24.5	1間			3			
815		實驗室	24.5	1間			3			
816		實驗室	24.5	1間			3			
817		實驗室	24.5	1間			3			
818		實驗室	24.5	1間			3			
819		實驗室	24.5	1間			3			
820		實驗室	24.5	1間			3			
821		實驗室	24.5	1間			3			
822		實驗室	24.5	1間			3			
823	實驗室	24.5	1間			3				
824	實驗室	24.5	1間			3				
合計/燈具總數量ni			11166.5	m ²	65	154	1121	219	119	244
更新 (T5) 每盞燈具之光源功Wi					28	56	84	56	23	23
安定器係數Bi					0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
照明 控制 係數Ci					1	1	1	1	1	1
燈具反射效率係數Di					0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
實際用電值(ni × wi × Bi × Ci × Di)					1310.4	6209.28	67798.1	8830.08	1970.64	4040.64
實際用電值(Σni × Wi × Bi × Ci × Di)					90159.12					
(T5) 單位面積照明裝置量 (W/m ²)					8.1 W/m ²					

本研究評估

第六章 結 論

有關舊有建築物日常節能效率改善，總體而言以改善照明系統最簡易，因無改善外殼節能影響建築外觀及改善空調節能影響教學使用之困擾，由本研究案例可知舊有建築照明系統節能改善約有 30~50% 的省能效益。

本研究案例科二館整體之日常節能效率經評估不符合綠建築法令規定，但原設計之照明系統 $EL=0.72$ 符合綠建築照明節能效率，理論上其照明用電應無浪費之疑，惟考量該照明設備老化、效率減低及高效率之新設備上市，故仍評估試算更新燈具後之省能效率，經評估更新使用 T5 系列照明燈具比使用三波長太陽神燈具有效益，在用電部份約可節省照明用電 38%，即每年省電 191,347 度，節省電費每年約新台幣 38 萬元，改善投資成本約新台幣 260 萬元約 6.8 年可回收，以建築物 50 年生命週期論本館尚有 36 年使用期，雖照明系統原設計符合建築省能規定，長期來說仍值得以本研究手法改善之。電資大樓其照明系統節能效率 $EL=0.98$ ，經評定符合建築節能規定，但無法達到綠建築指標標準，故依綠建築規則該照明設計有浪費能源之嫌，經本研究改善效益評估，更新使用 T5 系列照明燈具及 23 瓦省電燈泡，約可節省照明用電 54%，即每年可省電 637,383 度電，每年節省電費約新台幣 127 萬元電費，改善投資成本約新台幣 570 萬元約 4.5 年可回收，由此可知，經評定照明系統節能效率 EL 值不符綠建築日常節能指標標準者，其改善效益更為可觀。

學校建築用電結構與一般住商辦公大樓略有不同，除照明、空調外，尚有動力用電（實驗設備、電腦事務機等）等三大結構。如本研究案例科二館用電量比例照明佔 19.4%、動力佔 37.2%、空調佔 40.6%、電梯 2.8%，電資大樓用電量比例照明佔 28.0%、動力佔 30.6%、空調佔 40.7%、電梯 0.7%。然照明與空调用電有法令以予規範節能工作，動力用電部分受限不同實驗有不同的儀器設備，屬特殊儀器且不普及，故對儀器來說不易有固定的節能模式，但其用電量達學校用電的第二位，高於照明用電，其節能規劃對學校建築來說是不可輕忽的課題，本研究建議初步應加強對使用者節約能源管理的宣導，以達省能省電的目的，如採購儀器時能選用環保標章產品，儀器設備安裝時應由專業人員協助規劃選用適當的用電規格，不使用時應予關閉等。

另外因照明設備新品研發上市較傳統照明設備省電且發光效率高，同時有關我國現行之照明用電密度設計基準 20 W/m^2 ，比美國國家標準（辦公室照

明規範 14 W/m^2 、學校照明規範 16 W/m^2) 及新加坡國家標準 (辦公室及學校照明規範 15 W/m^2) 還高，建議調降之，使我國法規基準更符合節約能源目的。以本研究案例為例，科二館照明用電密度可由 13.6 W/m^2 降為 9.3 W/m^2 、電資大樓照明用電密度可由 19.5 W/m^2 降為 8.1 W/m^2 ，且教室照度都可符合 CNS 國家標準，不影響照明使用。顯示我國照明用電密度設計基準有調降空間。另外本研究之改善手法，不但可符合我國現行建築節能法規之規範，而且不影響舒適之節約能源環境規畫，可提供後續其他類似建築物節能改善之參考，使舊建築照明系統能全面符合節能效益。

本研究由於人力、物力及時間有限的限制，尚有部份未竟之功，如僅以交通大學為案例其樣本數不足、學校館舍無照明系統等用電之獨立分電表未能取得詳細用電結構數據供進一步評估比較、無法即時取得經費臨床改善確定效益等，致本研究未能更深入探討提供確切的節能效益，期盼未來後續研究能填補本論文之缺憾。最終期許本文能以學校舊建築物之照明系統節能改善效率研究的成果，作為我國推動節約能源政策及推動綠建築日常節能指標之參考；並對於改善學校機關用電現況有所助益。



參考文獻

1. 楊煦照，「建築物之耗能與環境衝擊解析」，1996，成大碩士論文
2. 經濟部能源局 (<http://www.moeaboe.gov.tw>) 網頁，能源統計年資料
3. 行政院，函頒「綠建築推動方案」，2001.3
4. 成大 siraya lab (<http://www.siraya.com.tw>) 網頁
5. 林憲德，「綠建築解說與評估手冊 2005 更新版」，2005，內政部建築研究所
6. 經濟部能源局，「能源政策白皮書」，取自經濟部能源局 (<http://www.moeaboe.gov.tw/policy/EnergyWhitePaper/94/main/main.html>)
7. 楊錦雀，「公民參與我國節約能源政策之研究」，2001，銘傳碩士論文
8. 林憲德，「建築節約能源設計技術規範」，2005 年版，學校類及大型空間類建築專用，營建署
9. 財團法人中華建築中心 (<http://www.cabc.org.tw>) 綠建築標章網頁
10. 張世典，「從建築省能到綠建築」，1998.3，中華民國建築學會/會刊雜誌
11. 林憲德，「建築節能法規解說」，2003，營建署
12. 內政部建築研究所 (<http://abri.gov.tw>) 網頁
13. 蔡尤溪、李魁鵬、李文興，「建築空調與照明節能技術規範之研究」，能源資訊網/節能專家園地 (<http://emis.erl.itri.org.tw/index.asp>)
14. 臺灣電力公司
(http://www.taipower.com.tw/TaipowerWeb//upload/files/2/main_2_5_3_5.pdf)
15. 財團法人工業技術研究院能源與資源研究所，2004.12「大專院校能源使用行為及節能潛力調查分析」
16. 王振如，「大專院校生態環境基礎研究—用電耗能、綠化與保水」，2002，成大碩士論文
17. 李文興，「學校建築耗能調查與探討」，取自台灣綠色生產力基金會-節約能源中心.htm (<http://www.ecct.org.tw>) 網頁
18. 經濟部能源局，「學校節約能源技術手冊」，經濟部能源局
19. 紀杰依、陳銘雄、林盛隆等，「學校普通教室節能策略之探討」，朝陽科技大學，2004.10.08 台灣環境資源永續發展研討會

20. 經濟部能源局，「政府機關學校耗能指標指導手冊」，取自中國技術服務社-能源中心(<http://www.ctci.org.tw>)技術手冊網頁
21. 東亞照明，2005~2006 綜合型錄
22. 旭光照明，2005~2006 全產品型錄
23. 公共工程經費電腦估價系統 PCCES Win 4.1 版軟體
24. 林憲德，「綠建築設計技術彙編」，2004.10，內政部建築研究所
25. 教育部，「學校教室照明與節能參考手冊」，2004.5，教育部

