

# 綠建築照明節能指標合理性之研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



PG10612-0060

# 綠建築照明節能指標合理性之研究

研究主持人：徐虎嘯 副研究員

研究期程：中華民國 106 年 2 月至 106 年 12 月

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 106 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)



ARCHITECTURE AND BUILDING RESEARCH INSTITUTE  
MINISTRY OF THE INTERIOR  
RESEARCH PROJECT REPORT

# A Study on the Rationality of Green Building Energy-Saving Lighting Indicators

BY

HSU HU HSIAO

December, 2017



## 目次

表次.....	III
圖次.....	V
摘要.....	IX
第一章 緒論.....	1
第一節 研究緣起與目的 .....	1
第二節 研究方法 .....	6
第二章 臺灣綠建築評估系統介紹.....	7
第一節 發展背景 .....	7
第二節 評估架構 .....	11
第三節 案例分析 .....	22
第三章 綠建築照明案例版本差異性分析.....	39
第一節 大型空間類案例評估手冊版本 差異分析 .....	39
第二節 學校類案例評估手冊版本差異分析 ..	43
第三節 辦公類案例評估手冊版本差異分析 ..	47
第四節 醫院類案例評估手冊版本差異分析 ..	51
第四章 綠建築案例照明功率密度.....	55
第一節 辦公類案例現場照度量測分析 .....	63
第二節 教室類案例現場照度量測分析 .....	68
第三節 綠建築照明節能設計之探討 .....	73
第五章 結論與建議.....	77
第一節 結論 .....	78
第二節 建議 .....	85

附錄一	期中會議紀錄與處理情形.....	89
附錄二	期末會議紀錄與處理情形.....	93
參考書目	.....	96

## 表次

表 2-1	臺灣綠建築評估系統 EEWH.....	9
表 2-2	臺灣綠建築評估手冊版本內容比較 .....	12
表 2-3	綠建築評估手冊版本之指標得分權重比較.....	13
表 2-4	綠建築評估手冊版本之外殼節能指標得分權重 比較.....	14
表 2-5	綠建築評估手冊版本之指標配分上限比較.....	14
表 2-6	綠建築評估手冊版本之指標計算常數比較.....	15
表 2-7	綠建築評估手冊版本之指標群權重配分比較..	15
表 2-8	綠建築評估手冊版本之分級得分範圍比較.....	16
表 2-9	綠建築評估手冊之各種光源效率比較 .....	18
表 2-10	綠建築評估手冊之安定器效率係數 .....	18
表 2-11	綠建築評估手冊之照明控制係數 .....	19
表 2-12	綠建築評估手冊之燈具效率係數 .....	19
表 2-13	綠建築評估手冊之主要作業空間照明功率 密度基準.....	19
表 2-14	綠建築評估手冊之安定器效率係數 .....	20
表 2-15	綠建築評估手冊之燈具效率係數 .....	20
表 2-16	2012 年版評估手冊北區案例之照明相關係數 統計表.....	23
表 2-17	2012 年版評估手冊中區案例之照明相關係數 統計表.....	25
表 2-18	2012 年版評估手冊南區案例之照明相關係數 統計表.....	28
表 2-19	2015 年版評估手冊北區案例之照明相關係數	

統計表.....	31
表 2-20 2015 年版評估手冊中區案例之照明相關係數 統計表.....	34
表 2-21 2015 年版評估手冊南區案例之照明相關係數 統計表.....	36
表 3-1 大型空間類案例統計表 .....	40
表 3-2 學校類案例統計表 .....	43
表 3-3 辦公類案例統計表 .....	47
表 3-4 醫院類案例統計表 .....	51
表 4-1 CNS12112 作業空間照度一覽表 .....	56
表 4-2 美國 ASHRAE 90.1 與我國 EEWH2015 年版 照明密度比較表.....	57
表 4-3 EEWH 綠建築評估系統主要作業空間照明 功率密度基準 (UPDcj) .....	60
表 4-4 辦公類現場照度案例統計表 .....	63
表 4-5 教室類現場照度案例統計表 .....	68

## 圖次

圖 1-1	歷年綠建築標章暨候選綠建築證書通過件數 統計圖.....	4
圖 2-1	全球綠建築評估系統現況圖 .....	9
圖 2-2	我國綠建築分級評估系統圖 .....	16
圖 2-3	2012 年版評估手冊北區案例之 IER 得分 機率分布圖.....	23
圖 2-4	2012 年版評估手冊北區案例之 IDR 得分 機率分布圖.....	24
圖 2-5	2012 年版評估手冊北區案例之 EL 得分 機率分布圖.....	24
圖 2-6	2012 年版評估手冊北區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分 機率分布圖.....	25
圖 2-7	2012 年版評估手冊中區案例之 IER 得分 機率分布圖.....	26
圖 2-8	2012 年版評估手冊中區案例之 IDR 得分 機率分布圖.....	26
圖 2-9	2012 年版評估手冊中區案例之 EL 得分 機率分布圖.....	27
圖 2-10	2012 年版評估手冊中區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分 機率分布圖.....	27
圖 2-11	2012 年版評估手冊南區案例之 IER 得分 關係圖.....	28
圖 2-12	2012 年版評估手冊南區案例之 IDR 得分	

機率分布圖.....	29
圖 2-13 2012 年版評估手冊南區案例之 EL 得分	
機率分布圖.....	29
圖 2-14 2012 年版評估手冊南區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分	
機率分布圖.....	30
圖 2-15 2015 年版評估手冊北區案例之 IER 得分	
機率分布圖.....	31
圖 2-16 2015 年版評估手冊北區案例之 IDR 得分	
機率分布圖.....	32
圖 2-17 2015 年版評估手冊北區案例之 EL 得分	
機率分布圖.....	32
圖 2-18 2015 年版評估手冊北區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分	
機率分布圖.....	33
圖 2-19 2015 年版評估手冊中區案例之 IER 得分	
機率分布圖.....	34
圖 2-20 2015 年版評估手冊中區案例之 IDR 得分	
機率分布圖.....	35
圖 2-21 2015 年版評估手冊中區案例之 EL 得分	
機率分布圖.....	35
圖 2-22 2015 年版評估手冊中區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分	
機率分布圖.....	36
圖 2-23 2015 年版評估手冊南區案例之 IER 得分	
關係圖.....	37
圖 2-24 2015 年版評估手冊南區案例之 IDR 得分	

機率分布圖.....	37
圖 2-25 2015 年版評估手冊南區案例之 EL 得分 機率分布圖.....	38
圖 2-26 2015 年版評估手冊南區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分 機率分布圖.....	38
圖 3-1 大型空間類案例之 IER 得分關係圖 .....	40
圖 3-2 大型空間類案例之 IDR 得分關係圖 .....	41
圖 3-3 大型空間類案例之 EL 得分關係圖 .....	41
圖 3-4 大型空間類案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分關係圖 .....	42
圖 3-5 學校類案例之 IER 得分關係圖 .....	44
圖 3-6 學校類案例之 IDR 得分關係圖 .....	44
圖 3-7 學校類案例之 EL 得分關係圖 .....	45
圖 3-8 學校類案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分關係圖 .....	45
圖 3-9 辦公類案例之 IER 得分關係圖 .....	48
圖 3-10 辦公類案例之 IDR 得分關係圖 .....	48
圖 3-11 辦公類案例之 EL 得分關係圖 .....	49
圖 3-12 辦公類案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分關係圖 .....	49
圖 3-13 醫院類案例之 IER 得分關係圖 .....	51
圖 3-14 醫院類案例之 IDR 得分關係圖 .....	52
圖 3-15 醫院類案例之 EL 得分關係圖 .....	53
圖 3-16 醫院類案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分關係圖 .....	53
圖 4-1 現場照度量測示意圖 .....	61
圖 4-2 辦公類案例之照度關係圖 .....	64
圖 4-3 辦公類案例之照明功率密度關係圖 .....	65

圖 4-4	辦公類案例之平均照度與照明功率密度 關係圖 .....	65
圖 4-5	辦公類案例之平均照度與空間面積關係圖 .....	66
圖 4-6	教室類案例之照度關係圖 .....	69
圖 4-7	教室類案例之照明功率密度關係圖 .....	69
圖 4-8	教室類案例之平均照度與照明功率密度 關係圖 .....	71
圖 4-9	教室類案例之平均照度與空間面積關係圖 .....	71
圖 5-1	2012 年版評估手冊分區案例之 IER 得分統計 分布圖 .....	78
圖 5-2	2012 年版評估手冊分區案例之 IDR 得分統計 分布圖 .....	79
圖 5-3	2012 年版評估手冊分區案例之 EL 得分統計 分布圖 .....	79
圖 5-4	2012 年版評估手冊分區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分統計 分布圖 .....	80
圖 5-5	2015 年版評估手冊分區案例之 IER 得分統計 分布圖 .....	81
圖 5-6	2015 年版評估手冊分區案例之 IDR 得分統計 分布圖 .....	81
圖 5-7	2015 年版評估手冊分區案例之 EL 得分統計 分布圖 .....	82
圖 5-8	2015 年版評估手冊分區案例之 RS4 <sub>3</sub> 得分統計 分布圖 .....	82

## 摘 要

關鍵詞：綠建築、照明節能、照明功率密度

### 一、研究緣起

因應氣候變遷及溫室效應造成之全球暖化問題，20 世紀後期全球開始重視「環境永續發展」議題，與環境共生共榮的「綠建築」或稱「環境共生建築」逐漸成為世界的建築發展主流。世界各國皆積極倡導環境保護，發展節能減碳的綠建築，期降低對環境的衝擊，為全球建築發展的重點。希望在確保舒適健康的環境下，儘量降低對環境的衝擊，減少資源、能源耗用及製造較少廢棄物。雖然各國有不同的名稱及定義，而其內涵亦隨著能源、資源及環境條件不同有所調整，但整體而言，各國對建築開發行為的訴求，都具有減少環境負荷，達到與環境共生共榮共利的共識，因此綠建築評估系統必須依據氣候條件、國情等的不同，而有所調整，並不是一體適用的。

相較於世界各國，臺灣的環境挑戰更為嚴峻，依據中央氣象局統計資料顯示，臺灣在過去 100 年的平均溫度較過去上升約 1~1.34 度，相較於全球的 0.7 度高出許多，且國內的能源 99% 以上皆依賴進口，加上都市化人口集中的熱島現象等，凡此皆迫使臺灣必須及早因應環境惡化之問題。有鑑於此，內政部建築研究所於 1999 年針對臺灣亞熱帶高溫高濕氣候特性，建立涵蓋生態 (Ecology)、節能 (Energy Saving)、減廢 (Waste Reduction)、健康 (Health) 4 大範疇，兼具節能環保與生態永續之綠建築標章評估 (EEWH) 系統，不僅為全世界第 4 個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是第 1 個針對熱帶及亞熱帶高溫、高濕氣候獨立發展綠建築評估的國家。

為提升國內綠建築技術，期使綠建築評估制度更為完備，內政

部建築研究所參酌美、日、英等國家之綠建築評估制度，將原有一體適用的綠建築評估通用版本，擴大其範圍修訂為基本型（EEWH-BC）、住宿類（EEWH-RS）、廠房類（EEWH-GF）、舊建築改善類（EEWH-RN）及社區類（EEWH-EC）等5類綠建築評估手冊，並自2013年1月1日開始施行。綠建築標章制度推動初期，因屬自願性質，申請之案件數相當有限，為擴大綠建築政策之成效，行政院於2001年3月核定實施「綠建築推動方案」，針對公部門新建建築物全面進行綠建築設計管制，由政府公部門帶頭做起，以形成綠建築產業之市場機制及環境。為使綠建築廣續茁壯發展，行政院於2008年1月核定「生態城市綠建築推動方案」，延續第1階段推動方案成果，並因應全球暖化及都市熱島效應之影響，將「生態社區」及「永續都市」列入我國第2階段推行綠建築政策之重點。行政院並於2010年12月核定「智慧綠建築推動方案」及於2016年核定「永續智慧城市－智慧綠建築與社區推動方案」實施，除延續綠建築良好的推動成果，同時整合智慧化技術系統，以擴大綠建築成為永續智慧綠色產業之政策，期望在節能減碳的目標前提下，帶動新一波的產業創新與發展

## 二、研究方法及過程

為逐步提昇國內綠建築執行成效，並與國際綠建築接軌，激發民間企業競相提升綠建築設計水準，自2007年起正式施行「綠建築分級評估制度」，將綠建築等級依序分為合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級等五級，而該分級評估制度除與國際趨勢同步，也是提升綠建築水準的有效策略，透過分級評估鼓勵建築師追求較佳等級，設計更優良的綠建築，以提升企業的形象與榮耀，並有效提升國內綠建築設計技術水準。綠建築標章之評定審查作業已自2010年1月1日起，改以指定評定專業機構方式辦理，將技術評定與核發標章之行政認可作業分階段處理，以擴大評定審查服務成效，有效落實

政府節能減碳政策。在建築師與營建業界的支持配合下，至2015年12月底評定通過之綠建築及候選綠建築已有5,531件，不但數量逐年增加，且民間件數比例更由早期2002年的6%（7案）至2014年已達到36%（204案），而這部分的比例在2015年更高達到40%（266案）。

由於取得綠建築標章或候選綠建築證書之建築物於使用階段將可有效達到節電、節水及降低二氧化碳排放等的成效。因此為擴大綠建築之實踐，提升整體都市環境品質，並達成節能減碳、永續城市之目標，內政部已於「都市更新建築容積獎勵辦法」第8條增列綠建築規劃設計為獎勵容積項目之一，針對取得「銀級」以上綠建築標章之建築物，給予6~10%容積獎勵，其目的係引導都市更新案採高於法規規定之綠建築指標進行規劃設計，以獎勵建築師、建商及使用者，設計、興建符合綠建築標章之建築物。

為充分瞭解國內綠建築分級制度的實際現況，105年度自辦研究計畫業針對截至104年底評定通過取得綠建築分級「合格級」以上之984個綠建築標章案例為研究對象，並依其使用2005年版、2007年版、2009年版及2012年基本型版評估手冊版本，就其通過等級、通過指標數與適用評估手冊版本等進行其關聯性分析探討。研究發現，申請的指標項目、指標數量與綠建築標章的等級具有一定的關聯性，且發現「照明節能」這項分項指標的案例得分有隨著版本的變更逐漸提升的趨勢。

由於現行最新的2015年版綠建築評估手冊，已修訂照明節能計算，刪除照明光源效率比 $r_i$ ，以改善光源效率與燈具功率兩變數重覆評估之矛盾，而近年綠建築標章通過案例中也發現，以往照明燈具超量設計，在綠建築節能觀念導入後已逐漸改變朝向合理化設計邁進，同時發現在相關法令制度規範要求下，取得高等級綠建築標章的案例逐漸提升，其中照明節能評分取得滿分的案例也增多，其是否為新一代照明光源的蓬勃發展致使國內照明設計水準提升，亦

或是照明光源設計不足，值得進一步探討。

### 三、重要發現

由於 2015 年版的綠建築評估手冊內，照明系統節能效率 EL 的計算方式中做了重大變革，為了改善光源效率與燈具功率兩變數重覆評估之矛盾，將原先的照明光源效率比  $ri$  刪除，但依據本研究針對 2012 年版評估手冊的 149 件及 2015 年版評估手冊的 19 件有效案例進行分析，並依其北、中、南分區方式，分別進行燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS43 等 4 部分的分析統計，整體而言，案例的照明節能系統得分離散程度 2012 年版以南區最大，2015 年版則為北區最大。此外本研究也透過對這 2012 年版及 2015 年版案例，挑選大型空間類、學校類、辦公類及醫院類等 4 類型建築物，各 1~3 件案例分別改以 2015 年版本及 2012 年版本的計算方式，重新檢討，研究結果發現，2015 年版的照明系統得分較 2012 年版嚴格，此外當以 2012 年版評估手冊進行照明設計時，其燈具效率係數 IER 值大於 1.0 的耗能設計，改以 2015 年版方式計算時，其照明設計卻呈現較佳結果的不合理現象。

另為瞭解國家標準 CNS12112 採照度要求的方式來管控空間的照明設計，其與綠建築藉由照明功率密度 UPD 的管控方式兩者間的差異。本研究也透過案例現場量測分別完成辦公類案例 14 件及教室類案例 12 件的現場照度量測分析比對。經比對結果顯示，現場平均照度符合 CNS12112 國家標準之比例偏低，辦公類案例僅有 5 件符合，通過比例為 35.7%；而教室類案例則僅有 3 件符合，其通過比例更低僅有 25%。顯見國內照明設計普遍出現照度不足的現象，值得進一步關注。

另在設計照明功率 UPD 與綠建築規範的照明功率密度 UPD<sub>c</sub> 比對部分，由本研究現場辦公類案例 14 件及教室類案例 12 件的設

計照明功率 UPD 值與綠建築規範 UPDc 值的分析比對發現，多數案例的 UPD 值僅為綠建築規範基準值的一半。在辦公類案例部分有 11 件案例的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPDc，甚至有 5 件案例，其設計照明功率 UPD 值僅為綠建築規範 UPDc 值的一半。而教室類案例部分則有高達 10 件案例的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPDc，而設計照明功率 UPD 值為綠建築規範 UPDc 值一半的案例則較辦公類案例為低，僅有 2 件案例。此外由現場案例燈具比對分析，LED 燈具似乎不是造成照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPDc 的主因。

#### 四、主要建議事項

依據上述研究成果，本研究提出具體建議如下：

立即可行之建議－綠建築評估手冊的主要作業空間照明功率密度基準 UPDc<sub>j</sub> 應進一步探討其合理性

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人成大研究發展基金會

為能兼顧節能及照明品質，照明設計須考慮照明型式、照度值、光源、室內面積及照明器具等因子。全球為積極推動建築物照明用電管制，首先由美國訂定 ASHRAE 90.1 照明節能規範，針對相異照明空間採用照明功率密度 LPD (Lighting Power Density, 簡稱 LPD) 值來評估其照明節能，此作法係從環境空間的角度訂定照明用電標準，促使以更低的空間耗電量提供相同空間照明需求，降低照明用電密度意味著促進大眾採用高效率照明產品、系統，及注重照明設計規劃與應用節能技術，達到減低用電量，但仍能滿足空間照明的需求，並降低無謂的照明浪費，並為因應照明器具與技術的提升，該項規範每 3 年修正 1 次，並依前述彙整近 3 年版本發現，其標準

有逐年降低的趨勢。國際上除美國外，日本、英國、澳洲、新加坡、香港等先進國家也大致以前述美國 ASHRAE 90.1 規範系統為基本架構，建立其國家的照明用電密度管制基準。

我國綠建築評估手冊，也同樣參照美國 ASHRAE 90.1 所訂的照明功率密度規範標準，於主要作業空間照明功率係數 IDR 中透過主要作業空間照明功率密度基準 UPDcj 來管控空間照明設計品質，然為避免推動初期窒礙難行，其基準值相較於美國 ASHRAE 90.1 的基準寬鬆，希望透過制度的推動逐步帶領國內照明設計市場走向正軌，同時也透過手冊的改版更新進行相關規範的修正。然由彙整近 3 年版本的綠建築評估手冊可以發現，我國評估手冊所規範的照明功率密度基準，除因應實務需求於不同版本中增加空間類別外，其整體照明功率密度之基準值規定反而放寬。此一趨勢與國際因應新式照明器具的發光效率提升以及設計提升其管制基準為逐年降低的走勢不同，似有進一步研修我國照明管制基準之必要。

立即可行之建議－綠建築評估手冊應訂立最低主要作業空間照明功率密度基準

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人成大研究發展基金會

依據綠建築評估手冊的規定，綠建築的照明節能效率 EL 之計算，係透過室內燈具效率係數 IER 與主要作業空間照明功率係數 IDR 這 2 個關鍵係數，提供設計者以健康照明為前提之總耗能量管制法，以同時達成兼顧健康視覺環境與照明氣氛之照明需求。而室內燈具效率係數 IER，主要係透過安定器、燈具效率及照明控制等項目管制，要求設計者藉由高發光效率光源及高效率燈具之選擇，來提升照明設計水準，至主要作業空間照明功率係數 IDR 則是透過

作業空間之照明總功率管控，以防止照明過大設計。

因此如在設計時其所選用的燈具器具效率不佳時，這時似乎可以透過降低作業空間的照明功率方式來達成綠建築的照明規範。而這由前述現場案例之照度量測研究分析可以得到證實。由本次量測的 26 件辦公類及教室類案例中，共計 16 件案例的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPDc，如更進一步比對發現有 7 件案例的設計照明功率 UPD 值僅為綠建築規範 UPDc 值的一半。這或許是目前設計均以照明功率密度基準 UPDc 作為設計的上限，但因無設計下限的規範，在為求獲取較高綠建築照明得分，因此出現許多偏低設計的案例。

我國綠建築評估手冊的主要作業空間照明功率密度基準 UPDcj，雖也參照美國 ASHRAE 90.1 的照明功率密度規範標準所訂立，然考量國內過往照明超量設計現況，為避免推動初期窒礙難行，並希望透過制度的推動逐步帶領國內照明設計市場走向正軌，故其基準值相較於美國 ASHRAE 90.1 的基準寬鬆。而這目標也的確伴隨綠建築推動逐步的落實，成為目前國內照明設計習用的設計依據。為避免犧牲作業空間照明功率以獲取高分的不合理照明設計發生，建議應訂立最低主要作業空間照明功率密度基準，並初步建議可參酌美國 ASHRAE 90.1 的基準研訂。未來在計算照明效率時，應同步檢視各照明空間之設計照明密度是否低於此最低主要作業空間照明功率密度基準，以達最低照明設計水準。

## ABSTRACT

Keywords: Green Building, Rating System, Green Building Evaluation System

To help mitigate global warming resulting from the greenhouse effect, Taiwan formulated a Green Building Label in 1999 to certify buildings which meet scientific standards for ecology, energy saving, waste reduction and health. Its criteria are tailored to the nation's hot and humid tropical and subtropical climates. Taiwan is the fourth nation in the world to establish a green building evaluation system (EEWH) based on scientific appraisals. With steady support from its public construction policy, it has become one of the most effective countries in promoting green building.

In addition, for further extending the scope of the EEWH system originally applied into all building types, the Architecture and Building Research Institute (ABRI) started to review and refine evaluation contents to establish a suitable system family capable of coping with various building types. The five individual systems and their corresponding evaluation manual revisions, including Basic (EEWH-BC) for general green building practices, Residential Building (EEWH-RS), Factory (EEWH-GF), Renovation (EEWH-RN) for existing buildings, and Community (EEWH-EC). Thus, Taiwan has entered an epoch of classified green building evaluation for multiple building types since the EEWH evaluation system family was officially launched on Jan. 1, 2013.

The green building design techniques and requirements,

extracted from the EEWH system, officially involved have now been incorporated into the Regulations of Urban Renewal Incentives on Floor Area allows the incentives on a maximum 10% extra development floor area for an EEWH silver-rated green building. In addition to the laws in the building sector, the Environmental Impact Assessment (EIA) Act charged administered by the Environmental Protection Agency (EPA), Executive Yuan, contains a series of regulations related to green buildings.

A green building rating system was launched in 2007 for enhancing green building design quality and motivating builders/owners to pursue better performance and innovative techniques. The rating system defines five classes of green building design, including Certified, Bronze, Silver, Gold, and Diamond. Following the international development trend of green building certification, it has also proven to be an effective strategy to encourage better green building design in Taiwan.

The purpose of this study is to research the relationships between the green building rating system and the evaluation manual versions, green building evaluation indicators, building type and building size. Based on this study, the numbers and items of green building evaluation indicators and the evaluation manual versions are related . The relation seems not noticeable for building size. The information can be also an advice to improve for lack of green building evaluation manual versions, except that this work can be a frame of reference when the government sets up the relevant polices.



## 第一章 緒論

### 第一節 研究緣起與目的

#### 一、研究緣起

近 50 年來，人類對於大自然的破壞已大到全球的規模，引發嚴重的環境生態問題，包括氣候異常、海平面上升、臭氧層破壞、能源耗竭及糧食危機等，甚至直接威脅人類的健康與生存；此外，持續增加的人口，預估 2050 年將達到 98 億，加上人口結構惡化，高齡人口急遽增加，生產力降低及照顧需求增加等，如何降低建築開發對環境的衝擊、減少能源消耗、減少溫室氣體排放量，並利用新科技設備因應高齡社會，提升人類福祉，為全球當前各國皆須面對的迫切課題。

因應氣候變遷及溫室效應造成之全球暖化問題，20 世紀後期全球開始重視「環境永續發展」議題，與環境共生共榮的「綠建築」或稱「環境共生建築」逐漸成為世界的建築發展主流。世界各國，包括聯合國的環境規劃署 (UNEP)、世界經濟論壇 (WEF) 及美國、歐盟、日本等國際組織及國家，皆積極倡導環境保護，發展節能減碳的綠建築，期降低對環境的衝擊，為全球建築發展的重點。希望在確保舒適健康的環境下，儘量降低對環境的衝擊，減少資源、能源耗用及製造較少廢棄物。雖然各國有不同的名稱及定義，而其內涵亦隨著能源、資源及環境條件不同有所調整，但整體而言，各國對建築開發行為的訴求，都具有減少環境負荷，達到與環境共生共榮共利的共識，因此綠建築評估系統必須依據氣候條件、國情等的不同，而有所調整，並不是一體適用的。

相較於世界各國，臺灣的環境挑戰更為嚴峻，依據中央氣象局統計資料顯示，臺灣在過去 100 年的平均溫度較過去上升約 1~1.34 度，相較於全球的 0.7 度高出許多，且國內的能源 99% 以上皆依賴

進口，加上都市化人口集中的熱島現象等，凡此皆迫使臺灣必須及早因應環境惡化之問題。有鑑於此，內政部建築研究所於88年針對臺灣亞熱帶高溫高濕氣候特性，建立涵蓋生態（Ecology）、節能（Energy Saving）、減廢（Waste Reduction）、健康（Health）4大範疇，兼具節能環保與生態永續之綠建築標章評估（EEWH）系統，不僅為全世界第4個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是第1個針對熱帶及亞熱帶高溫、高濕氣候獨立發展綠建築評估的國家。

為提升國內綠建築技術，期使綠建築評估制度更為完備，內政部建築研究所參酌美、日、英等國家之綠建築評估制度，將原有一體適用的綠建築評估通用版本，擴大其範圍修訂為5種版本，針對新建的建築物，將使用型態較為不同的廠房類與住宿類建築獨立訂定評估手冊，評估手冊分為住宿類（EEWH-RS）、廠房類（EEWH-GF）及基本型（EEWH-BC）等3類綠建築評估手冊；另為鼓勵舊建築物進行改善，特別以其改善前後之性能比較作為評估依據，訂定舊建築改善類（EEWH-RN）；同時為使綠建築涵括範圍可擴大由點到面，形成更完整的區域，亦訂定社區類評估手冊（EEWH-EC），使我國正式邁入綠建築分類評估時代。前述評估手冊為辦理綠建築標章暨候選綠建築證書之評定基準，雖已自102年1月1日全面實施，然為因應日新月異之綠建築科技技術進步，考量國內建築產業需要、及公會與相關專家學者建議，同時為避免評估手冊更新頻率過於頻繁，內政部建築研究所依既定3年辦理版本更新規劃，完成此5類評估手冊2015年版本之修訂，並自104年1月1日開始施行。

綠建築標章制度推動初期，因屬自願性質，申請之案件數相當有限，為擴大綠建築政策之成效，行政院於90年3月核定實施「綠建築推動方案」，針對公部門新建建築物全面進行綠建築設計管制，由政府公部門帶頭做起，以形成綠建築產業之市場機制及環境。為

使綠建築廣續茁壯發展，行政院於 97 年 1 月核定「生態城市綠建築推動方案」，延續第 1 階段推動方案成果，並因應全球暖化及都市熱島效應之影響，將「生態社區」及「永續都市」列入我國第 2 階段推行綠建築政策之重點。行政院並於 99 年 12 月核定「智慧綠建築推動方案」及於 105 年核定「永續智慧城市－智慧綠建築與社區推動方案」實施，除延續綠建築良好的推動成果，同時整合智慧化技術系統，以擴大綠建築成為永續智慧綠色產業之政策，期藉由臺灣既有綠建築優勢，在維護環境永續發展及改善人民生活前提下，導入智慧化 ICT 系統及設備於建築物中，使建築物具備主動感知之智慧化功能，進行智慧型創新技術、產品、系統及服務之研發，以達成智慧生活產業化之目標，並進一步規劃以城市、智慧臺灣為中長期發展目標，運用智慧創新技術，建立對城市治理及其他智慧應用領域，從主動即時偵測覺知變異、進而進行資訊分析反應城市動態形勢，而後能整合做出調適療癒之智慧決定與回應能力，提供政府與業界未來在自然與社會環境變遷之挑戰下，具備更符合民眾需求之公共服務與治理能力，以更有效回應如醫療照護、交通、教育、永續環境等各項課題，建構優質居住環境，同時提升產業競爭力及促進產業產值，期望在節能減碳的目標前提下，帶動新一波的產業創新與發展。

## 二、研究目的

為逐步提昇國內綠建築執行成效，並與國際綠建築接軌，激發民間企業競相提升綠建築設計水準，自 2007 年起正式施行「綠建築分級評估制度」，將綠建築等級依序分為合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級等五級，而該分級評估制度除與國際趨勢同步，也是提升綠建築水準的有效策略，透過分級評估鼓勵建築師追求較佳等級，設計更優良的綠建築，以提升企業的形象與榮耀，並有效提升國內綠建築設計技術水準。綠建築標章之評定審查作業已自 99 年 1

月 1 日起，改以指定評定專業機構方式辦理，將技術評定與核發標章之行政認可作業分階段處理，以擴大評定審查服務成效，有效落實政府節能減碳政策。在建築師與營建業界的支持配合下，至 105 年 12 月底評定通過之綠建築及候選綠建築已有 6,218 件（詳圖 1-1），不但數量逐年增加，且民間件數比例更由早期 91 年的 6%（7 案）逐年提升，至 103 年已達到 36%（204 案），而這部分的比例在 104 年已突破 40%（266 案），105 年更創新高達到 42%（286 案）。這些獲得標章之建築物於使用階段可節省大量水電，累計每年約可省電 15.5 億度、省水 7,323 萬噸（相當於 29,292 座國際標準游泳池的容量），其減少之 CO<sub>2</sub> 排放量約為 8.74 億公斤，這個量約等於 5.87 萬公頃人造林（約等於 2.2 個臺北市面積）所吸收的 CO<sub>2</sub> 量，每年節省之水電費估計約達 61.6 億元。前述節水節電效益，係以最低值推估，其實在通過綠建築評定的建築中，有許多建築設計的節電節水效益遠高於預期，此外若進一步將綠建築降低都市熱島效應等的無形生態效應及綠建築帶動國內相關產業之效益加入，其對我國建築環境的改善與產業帶動的貢獻，更遠超過可見的具體經濟效益。

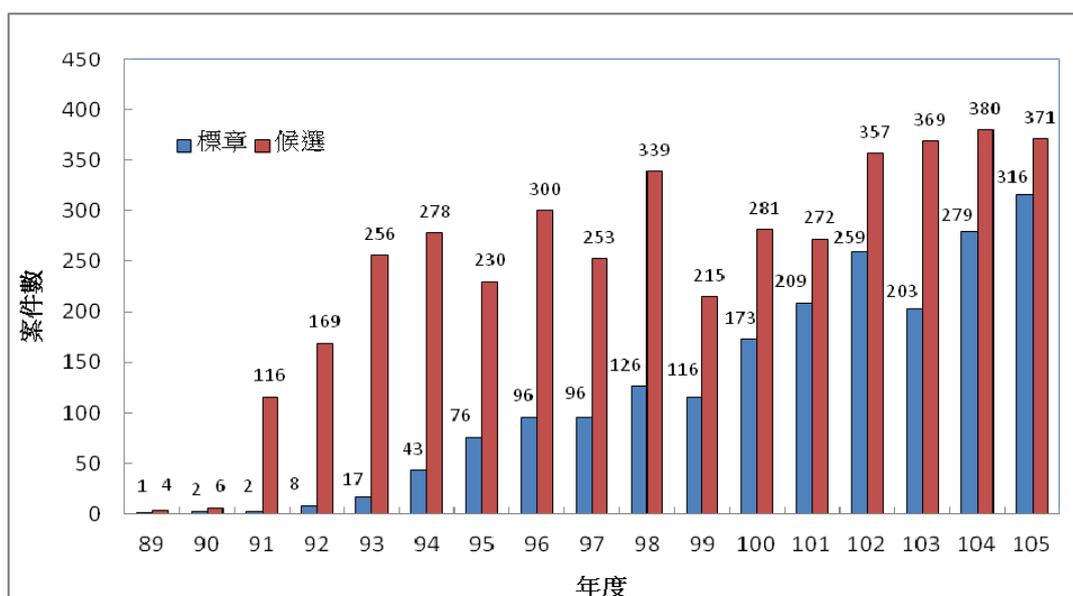


圖 1-1 歷年綠建築標章暨候選綠建築證書通過件數統計圖

由於取得綠建築標章或候選綠建築證書之建築物於使用階段將可有效達到節電、節水及降低二氧化碳排放等的成效。因此為擴大綠建築之實踐，提升整體都市環境品質，並達成節能減碳、永續城市之目標，內政部已於「都市更新建築容積獎勵辦法」第8條增列綠建築規劃設計為獎勵容積項目之一，針對取得「銀級」以上綠建築標章之建築物，給予6~10%容積獎勵，其目的係引導都市更新案採高於法規規定之綠建築指標進行規劃設計，以獎勵建築師、建商及使用者，設計、興建符合綠建築標章之建築物。

此外，近年來各級政府亦為進一步提升相關節能減碳成效，紛紛於相關政策中，如：環境影響評估、都市設計審議及自治條例等相關規定，將綠建築標章納入管制，然因這些管制均涉及開發許可或相關獎勵誘因，因此其綠建築之等級要求至少需達「銀級」以上。經統計，相關措施推動實施以來，顯示高等級數量及比例確有逐年提升之趨勢。然而要取得「銀級」獎勵門檻至少需取得幾項指標？除必要門檻指標外，哪些指標是設計者常用的指標項目？另外不同評估手冊版本、建築區位、建築型態與建築規模，在指標的選取與分級等級的差異為何，長久以來一直是在進行綠建築相關宣導推廣時許多建築設計從業人員所關切，惟國內尚未有相關研究資料可供參考。

為充分瞭解國內綠建築分級制度的實際現況，105年度自辦研究計畫業針對截至104年底評定通過取得綠建築分級「合格級」以上之984個綠建築標章案例為研究對象，並依其使用2005年版、2007年版、2009年版及2012年基本型版評估手冊版本，就其通過等級、通過指標數與適用評估手冊版本等進行其關聯性分析探討。研究發現，申請的指標項目、指標數量與綠建築標章的等級具有一定的關聯性，且發現「照明節能」這項分項指標的案例得分有隨著版本的變更逐漸提升的趨勢。

由於現行最新的2015年版綠建築評估手冊，已修訂照明節能計算，刪除照明光源效率比 $\eta$ ，以改善光源效率與燈具功率兩變數重覆評估之矛盾，而近年綠建築標章通過案例中也發現，以往照明燈具超量設計，在綠建築節能觀念導入後已逐漸改變朝向合理化設計邁進，同時發現在相關法令制度規範要求下，取得高等級綠建築標章的案例逐漸提升，其中照明節能評分取得滿分的案例也增多，其是否為新一代照明光源的蓬勃發展致使國內照明設計水準提升，亦或是照明光源設計不足，值得進一步探討。

## 第二節 研究方法

為能有效落實綠建築政策，並充分瞭解國內現行綠建築標章通過案例的照明設計水準，同時分析 2015 年版本修訂照明節能計算的影響，本研究選擇截至 105 年底止，採 2012 年版及 2015 年版綠建築評估手冊（基本型）評定通過綠建築標章之照明節能案例約 180 件案例，進行照明節能案例之照明光源及設計手法分析探討，以供未來本所綠建築評估手冊修訂之參考。

## 第二章 臺灣綠建築評估系統介紹

### 第一節 發展背景

基於生活與生存的需要，人們有計畫、有目的地利用和改造自然環境而創造出高度建築密集的人工化都市環境，在都市建立時，無法避免的改變了自然環境的性質和狀況，如地貌、水文、氣候等，而這種改變的影響非常深遠。由於都市化及土地使用密集化，人工設施不透水化大量增加且又缺少綠化，自然土壤涵養功能大幅減弱，建築物空調使用加速排熱，進而發生都市溫暖化、都市型水患、都市生態系統丕變等問題。而建築部門為因應永續發展議題所提的具體策略即是發展「綠建築」，「綠建築」乃是基於永續發展之目標，在建築部門中對節能及環保的呼應與具體作為，其實綠建築的發展最早可追溯到 1970 年代的兩次石油危機，所造成能源匱乏的全球性恐慌，於是，各國開始紛紛致力於節約能源的研究發展，建築節能技術亦為重要研發項目之一，嗣後又因上述所提及的各項嚴峻的環境衝擊，而在節能的基礎上，陸續擴展涵括更多的環境保護課題，逐漸有了今天綠建築的風貌。從英國於 1990 年率先針對新建辦公建築物提出 BREEAM 評估法後，世界各先進國家，本著其土地、氣候、資源、能源、經濟及環境議題等考量，不停地進行研究發展，在此發展脈絡下，「綠建築」在各國有不同的名稱，定義及內涵也略有差異。以鄰近的日本為例，其綠建築最早之發展稱環境共生住宅 (Environmental Symbiotic Housing)，其內涵包括「地球環境的保全」、「周邊環境的親和」、及「健康快適的居住環境」等三個層次，而綠建築在歐洲國家稱為「生態建築」(Ecological Building)或「永續建築」(Sustainable Building)，主要強調生態平衡、保育、物種多樣化、資源回收再利用、再生能源及節能等永續發展課題。而在美國、加拿大等國，即稱綠建築(Green Building)，主要講求能源效率

的提升與節能、資源與材料妥善利用、室內環境品質及符合環境容受力等。由此可知，雖然「綠建築」的內涵，具有隨著各國能源資源及環境條件不同而調整的特性，但整體而言，各國對建築開發行為的訴求，也都具有減少環境負荷，達到與環境共生共榮共利的共識。因此，由上述綠建築的涵義得知，綠建築設計概念，即在強調由地球環保的角度出發，以全面化、系統化的環保設計作為訴求的永續建築設計理念，從積極面觀點，「綠建築」可定義為：「以人類的健康舒適為基礎，追求與地球環境共生共榮，及人類生活環境永續發展的建築設計」。

臺灣綠建築的發展，研究與政策二者密不可分，合作無間，研究成果落實於政策施行，政策需要亦回饋至研究發展課題內容，是為最大特色。回溯臺灣綠建築發展之肇始，係以 84 年首次將「建築節約能源設計」納入建築技術規則為濫觴，86 年 7 月內政部建築研究所奉核定辦理第一階段「綠建築與居住環境科技」四年中程計畫(87 至 100 年)，於 87 年遂整理累積多年之研究成果，以臺灣亞熱帶氣候為基礎，充分掌握國內建築物耗能、耗水、排廢、環保之特性，研訂完成「綠建築評估系統」，並提出了可量化之評估基準。在現今全世界約有 26 套的綠建築評估系統中（如圖 2-1），我國為僅次於英國、美國及加拿大之後，第四個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統。至於標章制度係自 88 年 9 月開始實施，則為僅次於美國 LEED 標章制度，全世界第二個實施的系統，整個制度在設計上包括了針對完工建築物頒發之「綠建築標章」、以及針對規劃設計完成以書圖評定方式通過的「候選綠建築證書」兩項，主要是希望藉由候選證書的評定，提供事先評估並調整不適當設計的機會，減少建築物完成後無法修改或必須耗費更大成本改正的狀況，是一個獨步全球的設計，也成為後續綠建築政策推動的重要工具，而取得綠建築評定之



圖 2-1 全球綠建築評估系統現況圖

建築物，原則可保證未來大約 40 年的使用階段，提供使用者省電 20%、省水 30% 省資源且舒適健康的居住環境。原本的評估系統有「綠化量」、「基地保水」、「水資源」、「日常節能」、「CO<sub>2</sub> 減量」、「廢棄物減量」、及「污水垃圾改善」等 7 項指標，而在 92 年為因應世界發展趨勢與潮流，參酌實施經驗與各界建議，在原來的 7 個指標之外，又修訂增加「生物多樣性」及「室內環境」兩項指標，並將

表 2-1 臺灣綠建築評估系統 EEW H

大指標群	指標內容	
	指標名稱	評估要項
生態	1. 生物多樣性指標	生態綠網、小生物棲地、植物多樣化、土壤生態
	2. 綠化量指標	綠化量、CO <sub>2</sub> 固定量
	3. 基地保水指標	保水、儲留滲透、軟性防洪
節能	4. 日常節能指標 (必要)	外殼、空調、照明節能
減廢	5. CO <sub>2</sub> 減量指標	建材 CO <sub>2</sub> 排放量
	6. 廢棄物減量指標	土方平衡、廢棄物減量
健康	7. 室內環境指標	隔音、採光、通風、建材
	8. 水資源指標 (必要)	節水器具、雨水、中水再利用
	9. 污水垃圾改善指標	雨水污水分流、垃圾分類、堆肥

這 9 大指標，區分為生態(Ecology)、節能(Energy Saving)、減廢(Waste Reduction)及健康(Health)4 大指標群，便組成現今我們所謂的「綠建築 9 大評估指標系統 (EEWH)」(如表 2-1)。

由於原評估為分項評估，且各分項之間並無綜合評估機制，及無優劣評價之別，為提昇國內綠建築水準，並與國際綠建築接軌，激發民間企業競相提升綠建築設計水準，於 94 年又增訂完成「綠建築分級評估制度」並於 96 年正式實施，而該分級評估制度除與國際趨勢同步，也是提升綠建築水準的有效策略，同時我國的「綠建築」可重新定義為「生態、節能、減廢、健康的建築物」，其評估指標與基準亦由過去的單一建築基地評估，擴充修正為適應大區域開發之評估方式，使其邁向「綠色社區」與「生態都市」的時代。

由表 2-1 內容可以發現，我國的綠建築評估系統係由各指標評估項目和效益計算公式所組成的綠建築效益評估系統，經由各指標的效益評估公式計算後，綠建築申請案例會得到各指標的設計值，並將此設計值與各指標的基準值進行相比，通過基準值檢驗之指標才算合格，方才進入評分系統的得分計算，同時藉由其得分給予對應等級之判定。

## 第二節 評估架構

臺灣的綠建築評估系統（EEWH）於 88 年開始實施，並自 94 年開始推動指標評分和案例分級制度。EEWH 綠建築評估系統的整體架構是依「生態」、「節能」、「減廢」及「健康」4 大範疇所建立，然而隨著時代的需求，EEWH 的評估指標架構也有所不同（如表 2-2 所示），自 88 年的 7 大指標至 92 年以後的 9 大指標，其評估項目亦有差異。「生物多樣性指標」為 92 年納入綠建築評估系統，其評估項目包含：「生態綠網」、「小生物棲地」、「植物多樣性」和「土壤生態」等 4 項，並於 96 年新增「照明光害」及於 98 年增加「生物移動障礙」等評估項目。而「綠化量指標」則是在 98 年自原有的「生態複層」、「喬木」、「灌木」、「多年生蔓藤」、「草花花圃、自然野草地、草坪」等 5 個項目，另將「老樹保留」項目增加納入成為 6 個評估項目。此外在「基地保水指標」部份則是自「常用保水設計」陸續新增「特殊保水設計」和「其它保水設計」；另在「日常節能指標」部分則維持「建築外殼」、「空調系統」與「照明節能」等 3 個評估項目，並未有所調整。但在「CO<sub>2</sub>減量指標」部分，於 94 年起自原有的「形狀係數」、「輕量化係數」、「非金屬建材使用率」另增加「耐久化係數」，並於 2015 年版又新增了「是否為舊建築物再利用案」之評估項目；至「廢棄物減量指標」則同樣維持「工程不平衡土方比例」、「施工廢棄物比例」、「拆除廢棄物比例」與「施工空氣污染比例」等 4 個項目。「室內環境指標」則係與「生物多樣性指標」同時於 92 年納入 9 大指標中，其評估項目含有：「音環境」、「光環境」、「通風換氣」和「室內建材裝修」，至「水資源指標」及「污水垃圾改善指標」則分別維持「省水設備」、「自來水替代率」與「污水」、「垃圾」2 項評估項目。

由上述比較可以明顯瞭解，各版本評分系統的架構都相同，均為 4 大指標群及 9 大指標，且其評分項目則可分成「生物多樣性」、

表 2-2 臺灣綠建築評估手冊版本內容比較

指標		1999	2003	2005	2007	2009/2015
生物多樣性指標	生態綠網		◎	◎	◎	◎
	小生物棲地		◎	◎	◎	◎
	植物多樣性		◎	◎	◎	◎
	土壤生態		◎	◎	◎	◎
	照明光害				◎	◎
	生物移動障礙					◎
綠化量指標	生態複層	◎	◎	◎	◎	◎
	喬木	◎	◎	◎	◎	◎
	灌木	◎	◎	◎	◎	◎
	多年生蔓藤	◎	◎	◎	◎	◎
	草花花園、自然野草地、草坪	◎	◎	◎	◎	◎
	老樹保留				◎	◎
基地保水指標	常用保水設計	◎	◎	◎	◎	◎
	特殊保水設計		◎	◎	◎	◎
	其他保水設計				◎	◎
日常節能指標	建築外殼	◎	◎	◎	◎	◎
	空調系統	◎	◎	◎	◎	◎
	照明節能	◎	◎	◎	◎	◎
CO <sub>2</sub> 減量指標	是否為舊建築物再利用案					◎
	形狀係數	◎	◎	◎	◎	◎
	輕量化係數	◎	◎	◎	◎	◎
	非金屬建材使用率	◎	◎	◎	◎	◎
	耐久化係數			◎	◎	◎
廢棄物減量指標	工程不平衡土方比例	◎	◎	◎	◎	◎
	施工廢棄物比例	◎	◎	◎	◎	◎
	拆除廢棄物比例	◎	◎	◎	◎	◎
	施工空氣污染比例	◎	◎	◎	◎	◎
室內環境指標	音環境		◎	◎	◎	◎
	光環境		◎	◎	◎	◎
	通風換氣		◎	◎	◎	◎
	室內建材裝修		◎	◎	◎	◎
水資源指標	省水設備	◎	◎	◎	◎	◎
	自來水替代率	◎	◎	◎	◎	◎
污水垃圾改善指標	污水	◎	◎	◎	◎	◎
	垃圾	◎	◎	◎	◎	◎

資料來源：林子平教授，2015。

「綠化量」、「基地保水」、「外殼節能」、「空調節能」、「照明節能」、「CO<sub>2</sub>減量」、「廢棄物減量」、「室內環境」、「水資源」及「污水垃

圾改善」等11個評分指標（如表2-2），並自2005年版之綠建築評估手冊開始推動綠建築分級評估，而各指標的計分法乃建立於各指標得分為對數常態分佈之假設，亦即以基準合格值為平均值，各指標最高得分為四倍標準差之對數常態分佈，故所有得分均可依原有設計值與基準值之變距 $R_i$ ，以高於平均值的對數常態分佈概率，來換算分級評估之得分 $RS_i$ ，其得分可表示為

$$RS_i = a \times R_i + c \quad \text{且} \quad 0 \leq RS_i \leq b \quad (2-1)$$

其中

$i$ : 為 11 項評分指標參數。

$R_i$ : 為各指標的得分變距。

$a$ : 為合格變距  $R_i$  之得分權重，詳表 2-3 及 2-4 所示。

$b$ : 為各指標的配分上限，詳表 2-5 所示。

$c$ : 為各指標計算的常數，詳表 2-6 所示。

表 2-3 綠建築評估手冊版本之指標得分權重比較

指標名稱 $R_i$	2005	2007	2009	2012	2015
生物多樣性	9.51	9.51	18.75	18.75	18.75
綠化量	4.29	4.29	6.81	6.81	6.81
基地保水	1.41	1.41	4.68	4	4
外殼節能	d	d	d	d	d
空調節能	13.99	13.99	14.69	18.6	18.6
照明節能	8.77	8.77	7	10.5	9
CO <sub>2</sub> 減量	20.11	20.11	19.4	19.4	19.4
廢棄物減量	15.77	15.77	13.13	13.13	13.13
室內環境	20.66	20.66	17.5	18.67	18.67
水資源	2	2	1.5	2.5	2.5
污水垃圾改善	4.29	4.29	4.29	5.15	5.15

表 2-4 綠建築評估手冊版本之外殼節能指標得分權重比較

建築類別 d	2005	2007	2009	2012	2015
辦公類	29.76	29.76	22.2	29.3	29.3
百貨類	29.76	29.76	22.2	19.3	19.3
醫院類	11.11	11.11	11.11	32.0	32.0
旅館類	11.11	11.11	11.11	29.3	29.3
住宿類	8.93	8.93	6.52	15.0	15.0
學校類	18.94	18.94	16.67	29.3	29.3
大型空間類	18.94	18.94	16.67	29.3	29.3
其他類	9.65	9.65	16.9	14.7	14.7

表 2-5 綠建築評估手冊版本之指標配分上限比較

指標名稱 Ri	2005	2007	2009	2012	2015
生物多樣性	9	9	9	9	9
綠化量	9	9	9	9	9
基地保水	9	9	9	9	9
外殼節能	12	12	12	14	14
空調節能	10	10	10	12	12
照明節能	6	6	6	6	6
CO <sub>2</sub> 減量	9	9	9	8	8
廢棄物減量	9	9	9	8	8
室內環境	12	12	12	12	12
水資源	9	9	9	8	8
污水垃圾改善	6	6	6	5	5

表 2-6 綠建築評估手冊版本之指標計算常數比較

指標名稱 Ri	2005	2007	2009	2012	2015
生物多樣性	2	2	1.5	1.5	1.5
綠化量	2	2	1.5	1.5	1.5
基地保水	2	2	1.5	1.5	1.5
外殼節能	2	2	1.5	1.5	1.5
空調節能	2	2	1.5	1.5	1.5
照明節能	2	2	1.5	1.5	1.5
CO <sub>2</sub> 減量	2	2	1.5	1.5	1.5
廢棄物減量	2	2	1.5	1.5	1.5
室內環境	2	2	1.5	1.5	1.5
水資源	2	2	1.5	1.5	1.5
污水垃圾改善	2	2	1.5	1.5	1.5

而分級評估系統對於各指標之加權評分，係參酌國際其他評估系統分級權重與我國國情，並經由國內專家問卷採取（1）效法國際系統以「節能」與「室內環境」2 指標為最重要之主軸、（2）以建築設計影響權重、（3）以營建成本影響權重、（4）免評估項目排除於權重計算之外以及（5）所有建築類型採單一權重配分等 5 原則訂定各指標之權重比例。至相關評估手冊版本指標群的權重配分詳如表 2-7 所示。

由於我國的綠建築評估系統（EEWH）其分級具有「低得分容易、高得分難」之特性，因此其分級獎勵界線是透過「對數常態分佈」所訂定（如圖 2-2）。亦即以對數常態分佈圖之概率比例劃定 5

表 2-7 綠建築評估手冊版本之指標群權重配分比較

指標群	2005	2007	2009	2012	2015
生態	27	27	27	27	27
節能	28	28	28	32	32
減廢	18	18	18	16	16
健康	27	27	27	25	25
小計	100	100	100	100	100

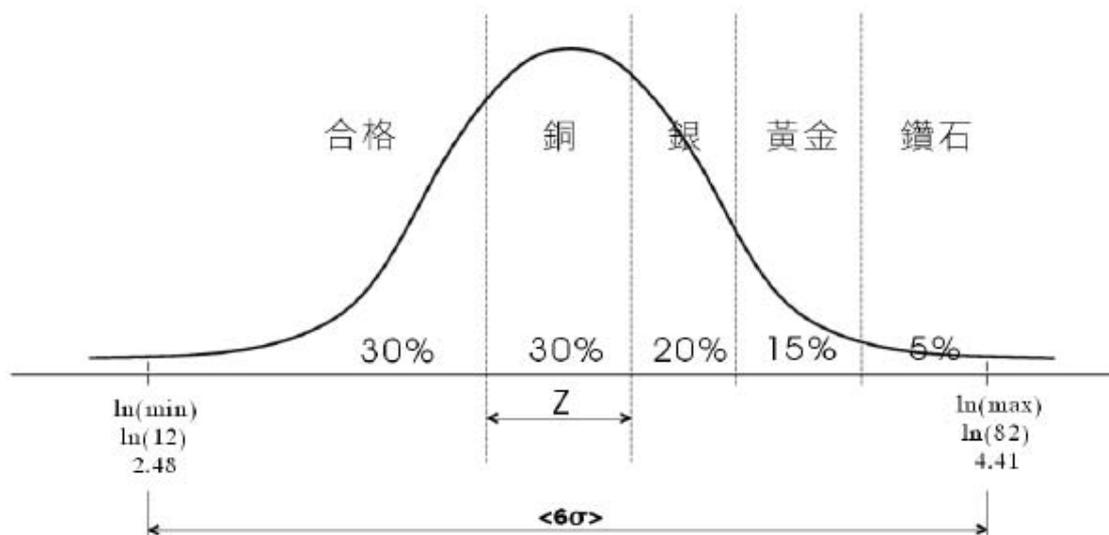


圖 2-2 我國綠建築分級評估系統圖

個概率區間為分級獎勵標準，並將得分概率 95% 以上訂為「鑽石級」、80%~95% 為「黃金級」、60%~80% 為「銀級」、30%~60% 為「銅級」以及 30% 以下訂為「合格級」，相關評估手冊版本之分級得分範圍詳如表 2-8 所示。

表 2-8 綠建築評估手冊版本之分級得分範圍比較

手冊版本	鑽石級	黃金級	銀級	銅級	合格級
2005	$53 \leq \sum RSi$	$42 \leq \sum RSi < 53$	$34 \leq \sum RSi < 42$	$26 \leq \sum RSi < 34$	$12 \leq \sum RSi < 26$
2007	$53 \leq \sum RSi$	$42 \leq \sum RSi < 53$	$34 \leq \sum RSi < 42$	$26 \leq \sum RSi < 34$	$12 \leq \sum RSi < 26$
2009	$53 \leq \sum RSi$	$42 \leq \sum RSi < 53$	$34 \leq \sum RSi < 42$	$26 \leq \sum RSi < 34$	$12 \leq \sum RSi < 26$
2012	$64 \leq \sum RSi$	$53 \leq \sum RSi < 64$	$45 \leq \sum RSi < 53$	$37 \leq \sum RSi < 45$	$20 \leq \sum RSi < 37$
2015	$64 \leq \sum RSi$	$53 \leq \sum RSi < 64$	$45 \leq \sum RSi < 53$	$37 \leq \sum RSi < 45$	$20 \leq \sum RSi < 37$

而 105 年度自辦研究計畫中發現，綠建築標章的等級與申請的指標項目及指標數量具有一定的關聯性，研究也進一步發現，「照明節能」這項分項指標的案例得分有隨著版本的變更逐漸提升的趨勢。依據綠建築評估手冊的規定，「照明節能」這項分項指標的計算方式，在 2012 年版以前的評估手冊其室內照明系統節能效率 EL 可表示成

$$EL=IER \times IDR \times (1.0-\beta_1-\beta_2-\beta_4) \leq ELc \quad (2-2)$$

$$IER = (\sum n_i \times w_i \times B_i \times C_i \times D_i) / (\sum n_i \times w_i \times r_i) \quad (2-3)$$

$$IDR = (\sum sw_j) / (\sum UPDc_j \times A_j) \quad (2-4)$$

其中

EL：室內照明系統節能效率，無單位。

ELc：室內照明系統節能效率基準，無單位。

IER：所有室內燈具效率係數，無單位。

IDR：主要作業空間照明功率係數，無單位。

$n_i$ ：某*i*類燈具數量。

$w_i$ ：某*i*類燈具之功率（W）。

$r_i$ ：某*i*類光源之效率比，詳表2-9。

$B_i$ ：安定器係數，詳表2-10。

$C_i$ ：照明控制係數，詳表2-11。

$D_i$ ：燈具效率係數，詳表2-12。

$\beta_1$ ：20.0×再生能源節能比例Rr。

$\beta_2$ ：建築能源管理系統效率。

$\beta_4$ ：如光導管、光纖集光裝置等其他特殊採光照明節能優待係數，由申請者提出計算值，經認定後採用之。

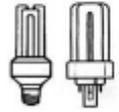
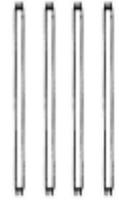
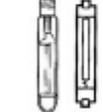
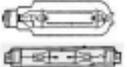
$sw_j$ ：主要作業空間之照明總功率（W）。

$A_j$ ：主要作業空間樓地板面積（ $m^2$ ）。

UPDc<sub>j</sub>：主要作業空間照明功率密度基準（W/ $m^2$ ），詳表 2-13。

上述室內照明系統節能效率 EL 的計算方式，在 2015 年版綠建築評估手冊中做了重大變革，為了改善光源效率與燈具功率兩變數重覆評估之矛盾，已將原先的照明光源效率比  $r_i$  刪除，故修正其 IER 的計算為

表 2-9 綠建築評估手冊之各種光源效率比較

光源種類		效率 (lm/W)	效率 比ri	光源圖示	光源種類	效率 (lm/W)	效率 比ri	光源圖示		
白熱燈系	白熾燈泡	7.6-21	0.20		鹵素燈泡	18-20	0.28			
LED燈系	LED燈泡	20-80	以實驗數據認定之							
螢光燈系	附玻璃罩緊湊型螢光燈	30-50	0.65		30W以上大型PL螢光燈管	70-90	1.33			
	螺旋式緊湊型螢光燈	55-60	0.9		小型PL型螢光燈管	55-70	1.0			
	長度未達100cm者	一般型	50-69	1.0		長度達100cm以上者	一般型	70-84	1.2	
		三波長、T5型 或冷陰極管	56-80	1.2			三波長、T5型 或冷陰極管	85-90	1.4	
		節能標章燈管	81~	1.35			節能標章燈管	90~	1.5	
高強度放電燈系 (HID)	水銀燈泡	32-55	0.64		高壓鈉氣燈泡	90-120	1.66			
	複金屬燈泡、氙氣燈	70-90	1.35		低壓鈉氣燈泡	100-140	2.00			

本表只為本手冊參考值，光源效率比例以60lm/W為1.0計算，若有特殊照明效率者可提出實驗規格說明，即可採用之

資料來源：綠建築評估手冊基本型，2012。

表 2-10 綠建築評估手冊之安定器效率係數

燈具種類	安定器效率係數	備註
電子安定器	0.8	應附擬採用規格或功能圖說
高功率安定器	0.9	應附擬採用規格或功能圖說
普通安定器	1.0	

資料來源：綠建築評估手冊基本型，2012。

表 2-11 綠建築評估手冊之照明控制係數

照明設備控制種類	照明控制係數	備註
最佳營運模式自動開關控制系統（照明之BEMS）	0.75	應附擬採用規格或功能圖說
晝光感知控制自動點滅控制功能	0.80	應附擬採用規格或功能圖說
採用低背景照度輔助以作業面檯燈照明的設計	0.85	應附擬採用規格或功能圖說
具有自動調光控制、紅外線控制照明點滅等功能	0.90	應附擬採用規格或功能圖說
具良好之分區開關控制或自動點滅控制功能	0.95	應附分區開關控制圖或規格或功能圖說
無自動控制功能	1.0	

資料來源：綠建築評估手冊基本型，2012。

表 2-12 綠建築評估手冊之燈具效率係數

燈具種類	燈具效率係數	備註
附防眩光隔柵或燈罩，且具高反射塗裝反射板之燈具	0.9	應附擬採用規格或功能圖說
具一般反射板或裸露光源之燈具	1.0	
無玻璃罩筒狀嵌燈、外加玻璃罩、壓克力罩或裝飾燈罩的燈具	1.1	
外加玻璃罩之筒狀嵌燈、嵌入天花板內間接反射照明設計的燈具	1.2	

資料來源：綠建築評估手冊基本型，2012。

表 2-13 綠建築評估手冊之主要作業空間照明功率密度基準

空間型態	UPDcj (W/m <sup>2</sup> )	空間型態	UPDcj (W/m <sup>2</sup> )
辦公室、行政空間、會議室、視聽室	15	辦公、百貨、商場、藝文、展覽等商業大廳、中庭天井	20 (註2)
教室、階梯教室	15	旅館、住宿類、醫療、宗教類、工廠、車站、航站、交通運輸設施等大廳、中庭天井	15 (註2)
實驗室、研究室(學校、機關)	12		
各式餐廳、宴會廳、喜宴場	20 (註2)	藝文展覽空間、表演舞台區、講演台區	25 (註2)
酒吧、俱樂部	12		
閱覽室、書庫	15	健身房、舞蹈室、室內球場、運動區、	20 (註2)
旅館客房、醫院病房	12		
住宅、療養院住房	10	觀眾/座位區(會議中心、禮堂、教堂)	13
宿舍單元	8	觀眾/座位區(航站、車站、運輸站)	10
休息室/休閒室/會客室	10		
醫院醫療、門診、加護病房、護理站	20	觀眾/座位區(體育館、運動競技場、電影院)	5
門廳/梯廳	10(註2)		
工廠實驗室、研究室	22	精密製造區(精密機械，電子零件製造，印刷工廠及細之視力作業區如：裝配，檢查，試驗，篩選，設計，製圖等空間)	25
工廠作業區	20 (註2)		
自動化設備區	16		

註1：基準值包括屋頂牆面、立柱燈之固定式一般照明，但不包括活動式檯燈、局部投光、櫃檯櫥窗之照明  
 註2：該數據以樓高1~2F為主（7m以下），樓高3F以上每增一層樓高（3.5m）可增加20%  
 註3：不在表列空間不予評估

資料來源：綠建築評估手冊基本型，2012。

$$IER = (\sum n_i \times w_i \times B_i \times C_i \times D_i) / (\sum n_i \times w_i) \quad (2-5)$$

其中照明控制係數  $C_i$  維持表 2-11 所列，採與原 2012 年版相同數值，至安定器係數  $B_i$  及燈具效率係數  $D_i$ ，則參酌目前照明技術，配合本次照明光源效率比  $r_i$  刪除，其數值修正如表 2-14 及表 2-15，至

表 2-14 綠建築評估手冊之安定器效率係數

燈具種類	安定器效率係數	備註
電子安定器	0.9	應附擬採用規格或功能圖說
高功率安定器	1.0	應附擬採用規格或功能圖說
普通安定器	1.1	

資料來源：綠建築評估手冊基本型，2015。

表 2-15 綠建築評估手冊之燈具效率係數

燈具種類	燈具效率係數	備註
附防眩光鏡面隔柵，且具高反射鏡面塗裝反射板之燈具	0.8	應附擬採用規格或功能圖說
附防眩光隔柵，或具高反射塗裝反射板之燈具	0.9	應附擬採用規格或功能圖說
具一般反射板或裸露光源之燈具	1.0	
無玻璃罩筒狀嵌燈、外加玻璃罩、壓克力罩或裝飾燈罩的燈具	1.1	
外加玻璃罩之筒狀嵌燈、嵌入天花板內間接反射照明設計的燈具	1.2	

資料來源：綠建築評估手冊基本型，2015。

EL 及 IER 則維持與 2012 年版的計算方式相同。此外，2012 年版與 2015 年版 2 版本評估手冊在照明節能部分的配分，依表 2-5 可知其並未改變均為 6 分為上限，但其照明基準  $EL_c$  及系統得分  $RS4_3$  部分的計算方式，2 版本則不盡相同，2012 年版的  $EL_c=0.7$ ，而在 2015 年版的  $EL_c=0.8$ ，至  $RS4_3$  的計算則分別表示為

$$2012 \text{ 年版} \quad RS4_3 = 10.5 \times (0.70 - EL) / 0.70 + 1.5, 0.0 \leq RS4_3 \leq 6.0 \quad (2-6)$$

$$2015 \text{ 年版} \quad RS4_3 = 9.0 \times (0.80 - EL) / 0.80 + 1.5, 0.0 \leq RS4_3 \leq 6.0 \quad (2-7)$$

依據國際照明委員會（CIE）的定義，所謂的燈具效率(又稱燈具光輸出比)是用來評估燈具之能源效率的一項重要標準，其值是將裝有光源的燈具所發出之光通量除以所裝光源本身所發出光通量所得之商值，因此燈具效率代表的應為燈具的設計性能，其應與光源本身的性能無涉。因此在 2015 年版綠建築評估手冊中，當時刪除室內燈具效率係數 IER 計算式中的照明光源效率比  $r_i$ ，其係為了改善光源效率與燈具功率兩變數重覆評估之矛盾說法，似乎有所衝突。

### 第三節 案例分析

由於 2015 年版的綠建築評估手冊內，照明系統節能效率 EL 的計算方式中做了重大變革，依據前面的討論中可以明顯看出，此版本在燈具效率係數 IER、安定器效率係數 Bi、燈具效率係數 Di 以及照明節能指標系統得分 RS4<sub>3</sub> 等計算參數，均與 2012 年版本的綠建築評估手冊有所差異。此外在先前 105 年針對近年綠建築標章通過案例的研究中也發現，以往建築照明燈具超量設計的情況，在綠建築節能觀念導入後已逐漸改變朝向合理化設計邁進，同時發現在相關法令制度規範要求下，取得高等級綠建築標章的案例逐漸提升，其中照明節能評分取得滿分的案例也增多，為進一步瞭解此一得分增加的現象，係為新一代照明光源的蓬勃發展致使國內照明設計水準提升，亦或是照明光源設計不足所造成，尤其是 2015 年評估手冊在照明設計上刪除照明光源效率比  $r_i$  的影響，本研究選擇截至 105 年底止，採 2012 年版及 2015 年版綠建築評估手冊（基本型）評定通過綠建築標章之照明節能案例約 180 件案例，進行照明節能案例之照明光源及設計手法關聯性分析。

首先在 2012 年版評估手冊部分，此版本的案例共計有 165 件，並依其北、中、南分區方式統計，分別為北區有 52 件、中區有 37 件及南區有 76 件。依據綠建築評估手冊的規定，照明節能評估僅針對照明水準具共同標準的供公眾使用空間為限，現階段將儲藏室、停車場、倉庫、茶水間及廁所等非居室空間以及半戶外走廊暫免評估，而在計算時係採該指標  $EL=EL_c=0.7$ ，故無 IER 及 IDR 的數值，因此在統計時須予以排除。如此此版本的有效案例應為 149 件，分別為北區有 51 件、中區有 35 件及南區有 63 件。首先針對北區 51 件案例其燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等 4 部分的分析統計，並將其設計案例的平均值、最大值、最小值及標準差等統計值彙整如表 2-16

所示。另為瞭解案例的分布情況，本研究透過標準常態分配(standard normal distribution)，將案例標準化之機率分布結果分別繪製於如圖 2-3~圖 2-6。由圖 2-3 中可以發現 IER 的案例分布，以集中於平均值的發生機率最高，約有 60% 的案例的設計值是低於平均值，值得注意的是約有 4% 的案例發生在超過 3~4 倍標準差的範圍內。

圖 2-4 為北區案例的 IDR 分布，其趨勢與 IER 不同，整體而言以集中於平均值與大於 1 個標準差這 2 部分的發生機率最高，約占了整體案件的 60% 發生機率，而低於平均值的案例約佔了 50%，若加計大於 1 個標準差這部分的案例其比例約佔了 86%。而這部分的變異相對於 IER 來看較小，案例最多僅出現在 2 倍標準差的範圍內。

表 2-16 2012 年版評估手冊北區案例之照明相關係數統計表

係數名稱	平均值	最大值	最小值	標準差
燈具效率係數 IER	0.70	1.36	0.50	0.18
主要作業空間照明功率係數 IDR	0.68	1.11	0.17	0.23
照明系統節能效率 EL	0.45	0.68	0.21	0.13
系統得分 RS4 <sub>3</sub>	4.78	6.00	1.73	1.34

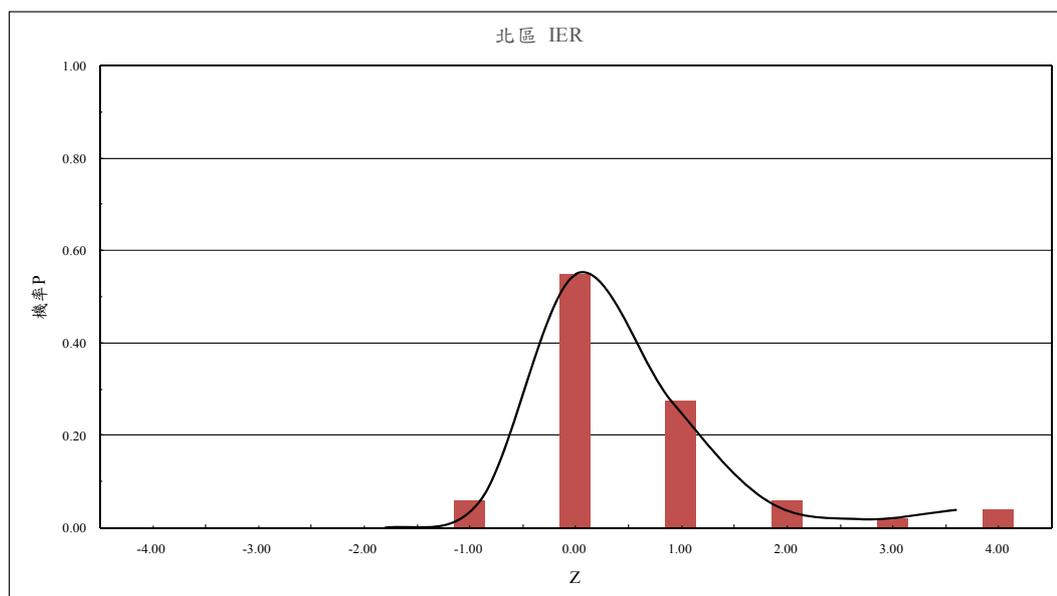


圖 2-3 2012 年版評估手冊北區案例之 IER 得分機率分布圖

圖 2-5 則為北區案例的設計照明系統節能效率 EL 的得分機率分布，整體而言這部分的案例分布較為集中，案例集中分布於小於 1 倍標準差到大於 2 倍標準差的範圍內，其中以大於 1 倍標準差案例發生機率最高，約佔了此區案件數的 37%，而高於平均值案例的占比機率也不低，約佔北區案例的 53%。

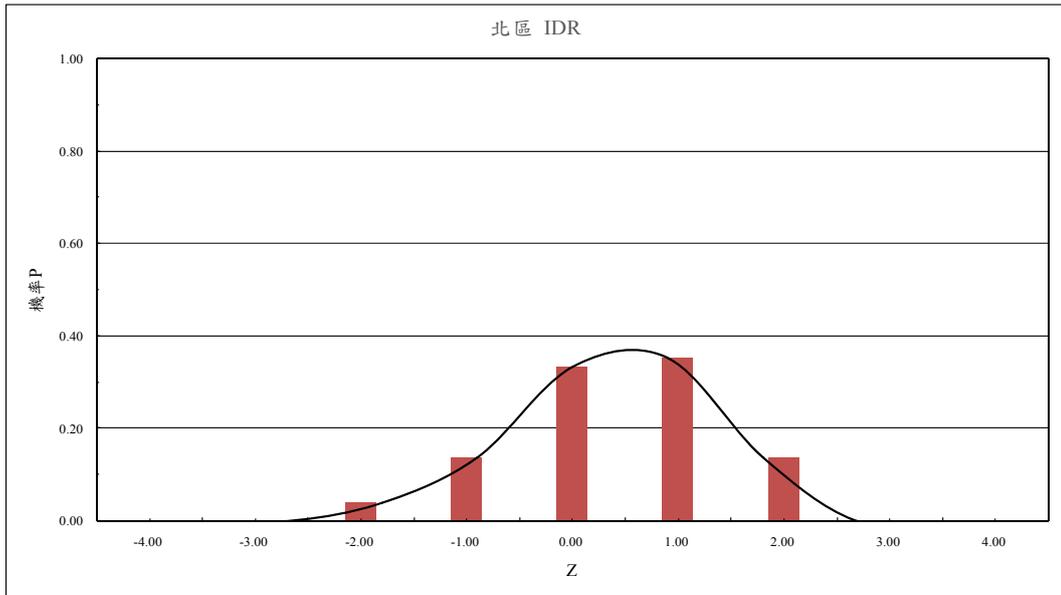


圖 2-4 2012 年版評估手冊北區案例之 IDR 得分機率分布圖

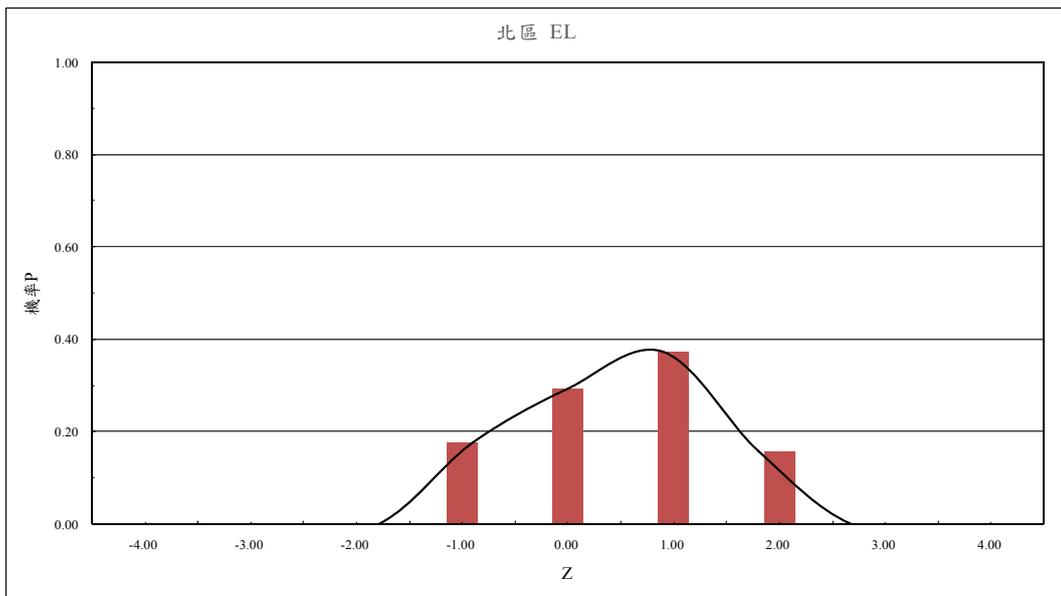


圖 2-5 2012 年版評估手冊北區案例之 EL 得分機率分布圖

另在系統得分 RS4<sub>3</sub> 部分的得分機率分布結果如圖 2-6 所示，其整體而言有高達 55% 的案例發生於大於 1 倍標準差的範圍內，而案例集中於平均值與大於 1 個標準差這 2 部分的發生機率，約占了整體案件的 84% 發生機率，顯見其整體案例的得分情況還算集中。

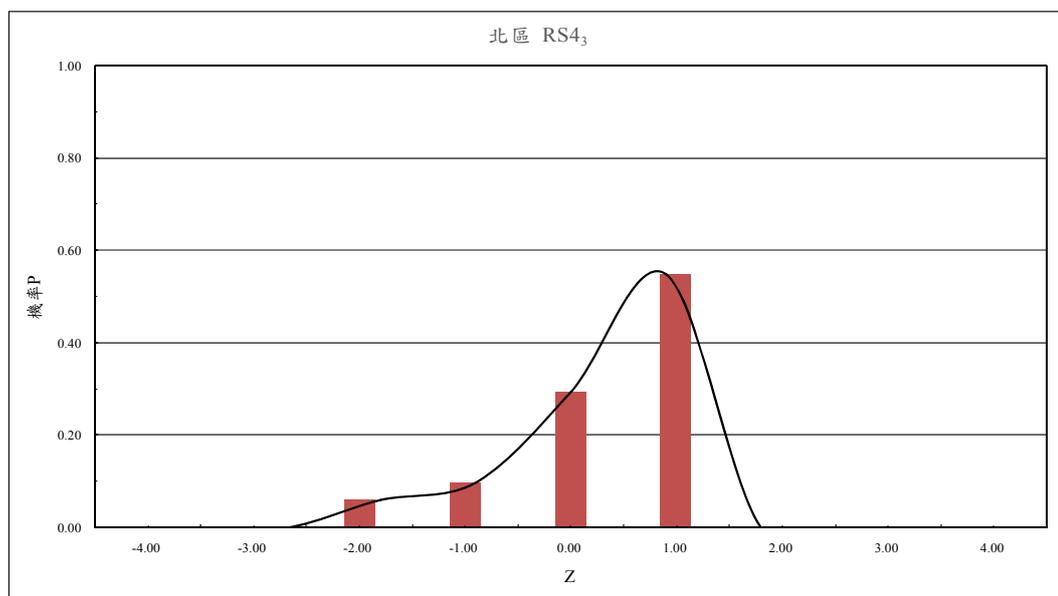


圖 2-6 2012 年版評估手冊北區案例之 RS4<sub>3</sub> 得分機率分布圖

接著為中區 35 件案例之燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等 4 部分其設計案例的平均值、最大值、最小值及標準差等統計值彙整如表 2-17 所示，並透過標準常態分配將案例標準化之機率分布結果分別繪製於如圖 2-7~圖 2-10。

由圖 2-7 中可以發現 IER 的案例分布與北區不同，呈現出於平均值與大於 1 個標準差這 2 部分的發生機率最高，約占了這區整體

表 2-17 2012 年版評估手冊中區案例之照明相關係數統計表

係數名稱	平均值	最大值	最小值	標準差
燈具效率係數 IER	0.66	1.12	0.45	0.13
主要作業空間照明功率係數 IDR	0.58	0.83	0.14	0.20
照明系統節能效率 EL	0.47	0.84	0.22	0.18
系統得分 RS4 <sub>3</sub>	5.48	6.00	3.76	0.72

案件的 77% 發生機率，而低於平均值的案例約佔了 54% 的發生機率。此外約有將近 3% 的案例發生在超過 4 倍標準差的範圍內。

圖 2-8 為中區案例的 IDR 分布，就其整體趨勢而言，案例多集中於平均值至大於 2 個標準差這個區間內，其發生機率約佔了整體案件的 86%，而低於平均值的案例並不多，其發生機率約僅有 1% 左右。

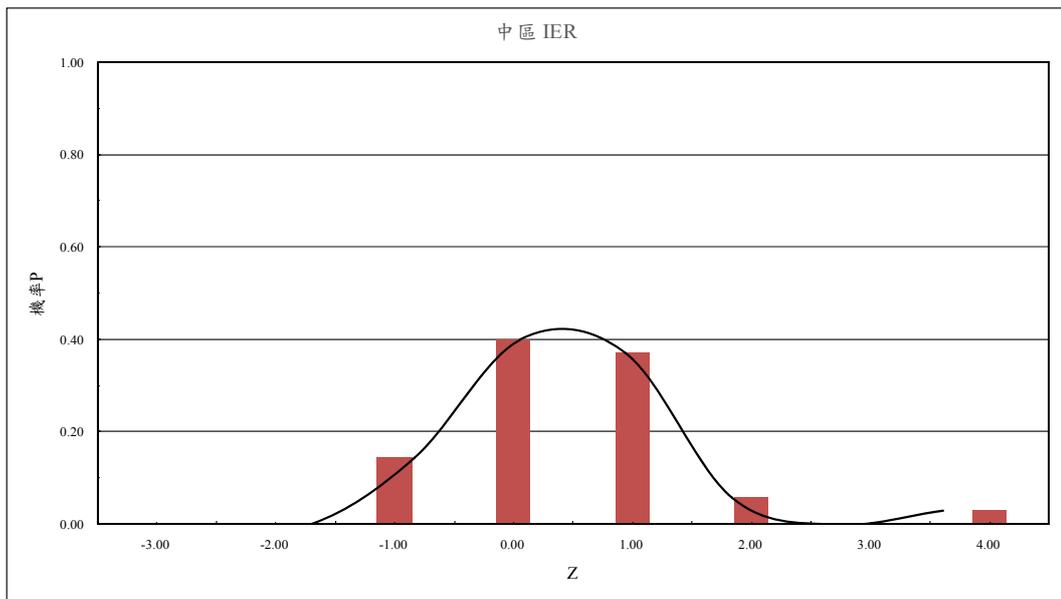


圖 2-7 2012 年版評估手冊中區案例之 IER 得分機率分布圖

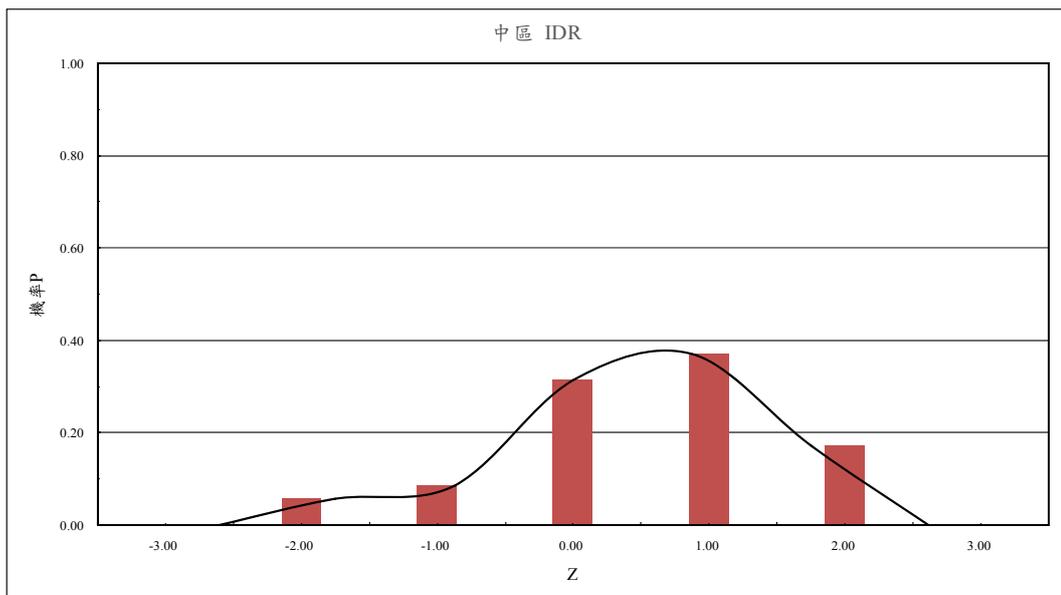


圖 2-8 2012 年版評估手冊中區案例之 IDR 得分機率分布圖

圖 2-9 則為中區案例的設計照明系統節能效率 EL 的得分機率分布圖，就其案例之分布狀況來看，從小於 1 倍標準差到大於 2 倍標準差這個區間內的案例發生就占了整體案件的 94% 左右。另在系統得分 RS4<sub>3</sub> 部分的分布結果如圖 2-10 所示，其有高達將近 66% 的案例發生在大於 1 倍標準差的範圍內，而此區案例在小於 1 倍標準差到

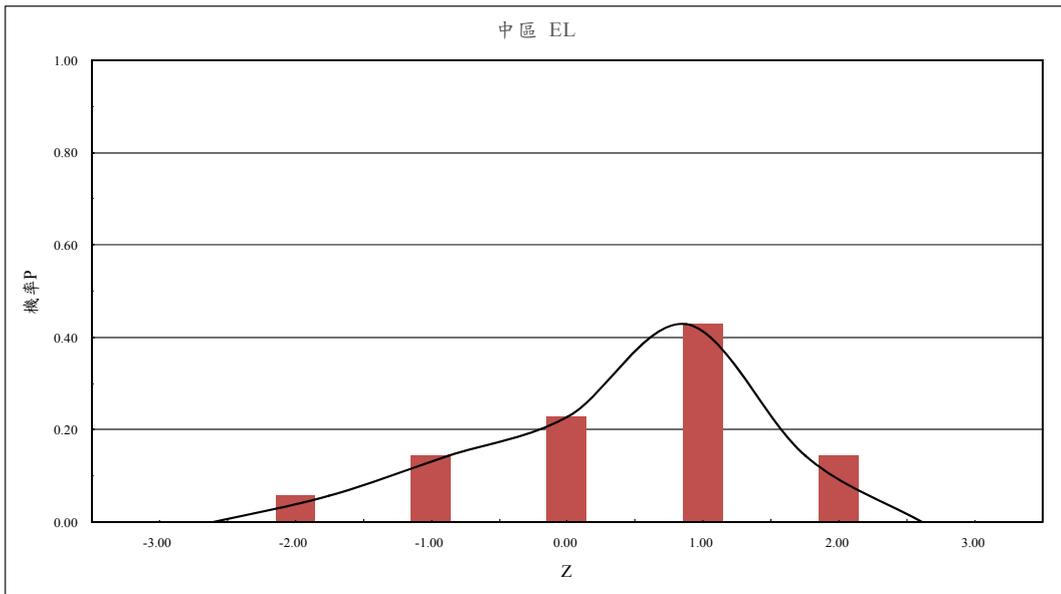


圖 2-9 2012 年版評估手冊中區案例之 EL 得分機率分布圖

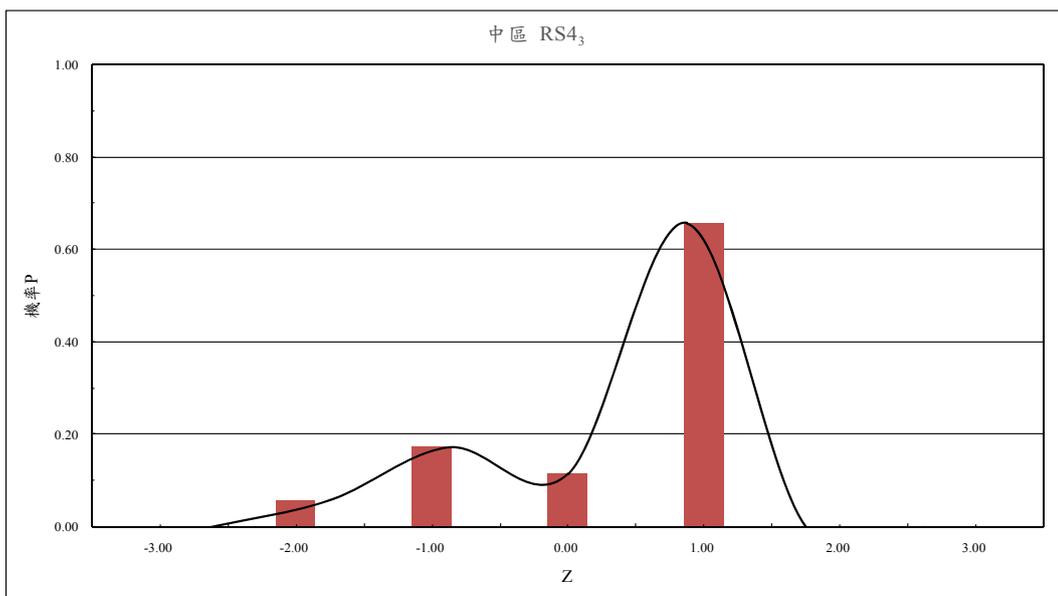


圖 2-10 2012 年版評估手冊中區案例之 RS4<sub>3</sub> 得分機率分布圖

大於 1 個標準差這個區間的發生機率合計約占了整體案件的 93%，顯見其整體案例的得分情況多集中於這個區間。

最後是南區 63 件案例的燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等 4 部分的分析統計。表 2-18 為其設計案例的平均值、最大值、最小值及標準差等統計值彙整分析結果，並進一步透過標準常態分配，將案例標準化之機率分布結果繪製於圖 2-11~圖 2-14 所示。由圖 2-11 中可以發現南區 IER 部分的案例分布，與北區案例的趨勢相似，以集中於平均值的發生機率最高，其機率高達 71%，若加計大於 2 倍標準差的案例，其發生機率合計約占了整體案件的 94%，但值得注意的是

表 2-18 2012 年版評估手冊南區案例之照明相關係數統計表

係數名稱	平均值	最大值	最小值	標準差
燈具效率係數 IER	0.67	1.57	0.47	0.22
主要作業空間照明功率係數 IDR	0.60	1.05	0.06	0.23
照明系統節能效率 EL	0.36	0.69	-0.68	0.19
系統得分 RS4 <sub>3</sub>	5.37	6.00	1.67	1.07

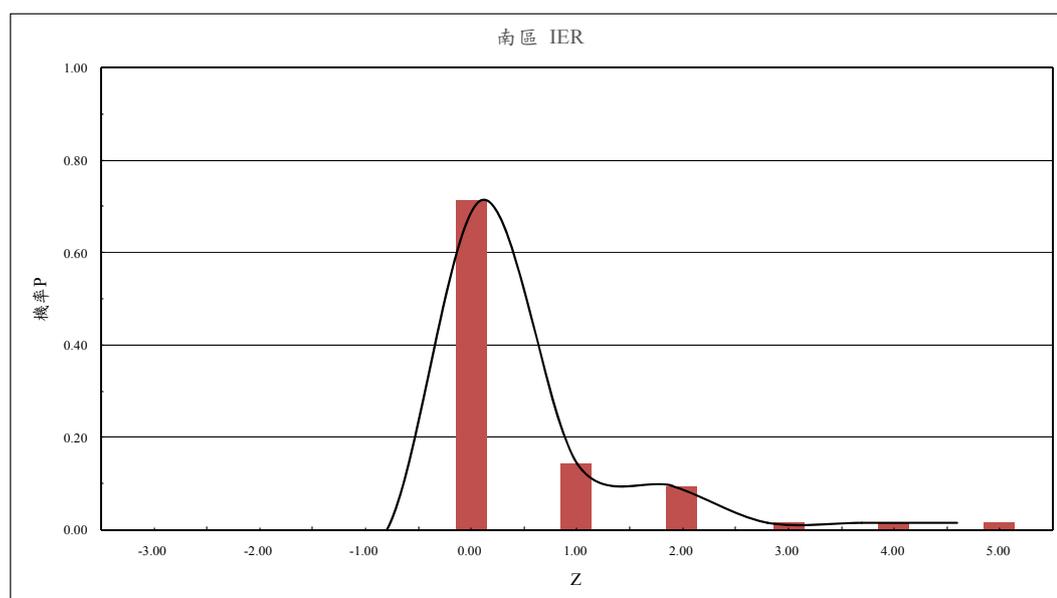


圖 2-11 2012 年版評估手冊南區案例之 IER 得分機率分布圖

仍約有少數約佔 5% 的案例發生在超過 3~5 倍標準差的範圍內。

圖 2-12 則為南區案例的 IDR 得分機率分布圖，這部分的案例集中發生在小於 1 倍標準差到大於 2 個標準差這個區間範圍內，其發生機率約占了整體案件的 95%，剩餘的案件則發生在小於 2 倍標準差的部分，其發生機率約在 5% 左右。

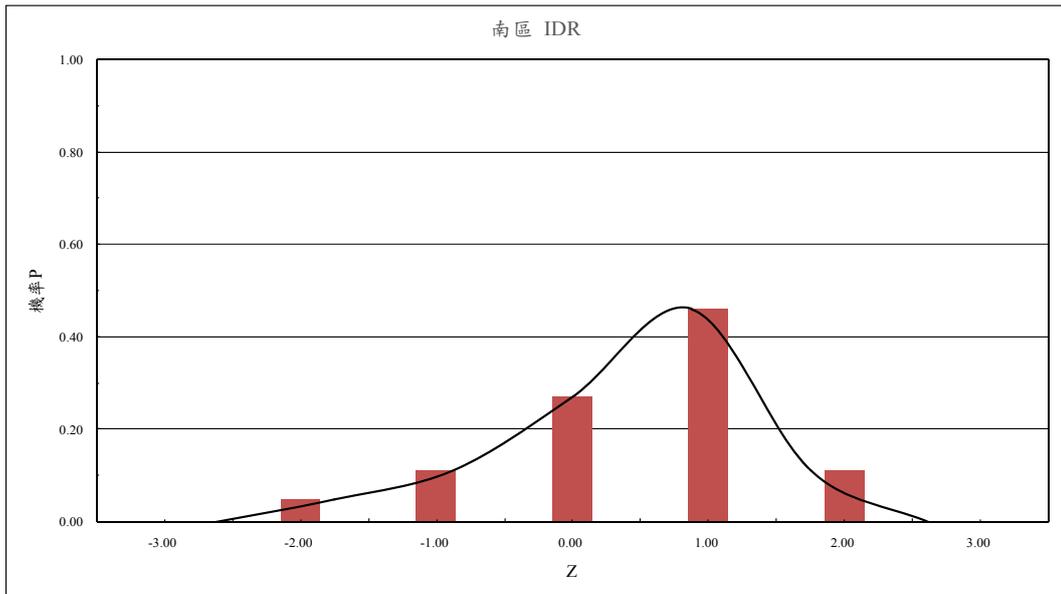


圖 2-12 2012 年版評估手冊南區案例之 IDR 得分機率分布圖

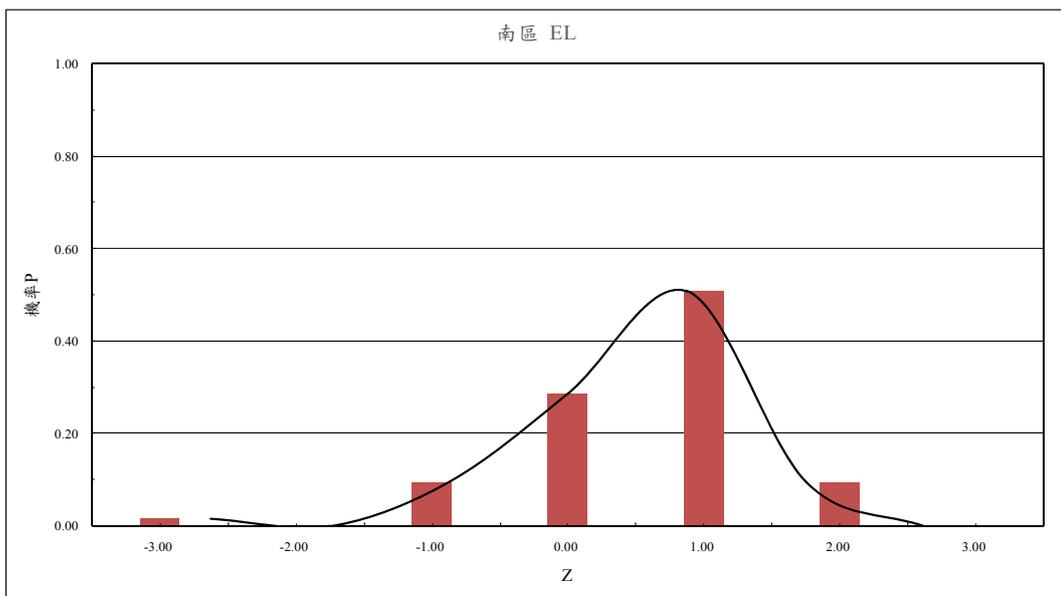


圖 2-13 2012 年版評估手冊南區案例之 EL 得分機率分布圖

圖 2-13 則為南區案例的設計照明系統節能效率 EL 的得分機率分布圖，就其案例之分布狀況來看，約有 78% 左右的案例是集中在平均值到大於 1 倍標準差這個區間範圍內。且本區有 1 案因其設計採用大量的再生能源，故其  $\beta_1$  係數值為 2.0，致使 EL 值出現負值的情況，而這也反映出現在小於 3 倍標準差的部分。

最後在系統得分  $RS4_3$  部分的結果如圖 2-14 所示，其與前面北、中區案例的趨勢相似，皆有相當高比率的案件出現在大於 1 倍標準差的範圍內，以南區而言其發生機率高達 65% 在，若加計平均值部分的案例比率，2 者合計發生機率約佔總體案件數的 87%，但仍有將近 12% 的案例發生在小於 1~3 倍標準差的區間範圍內。

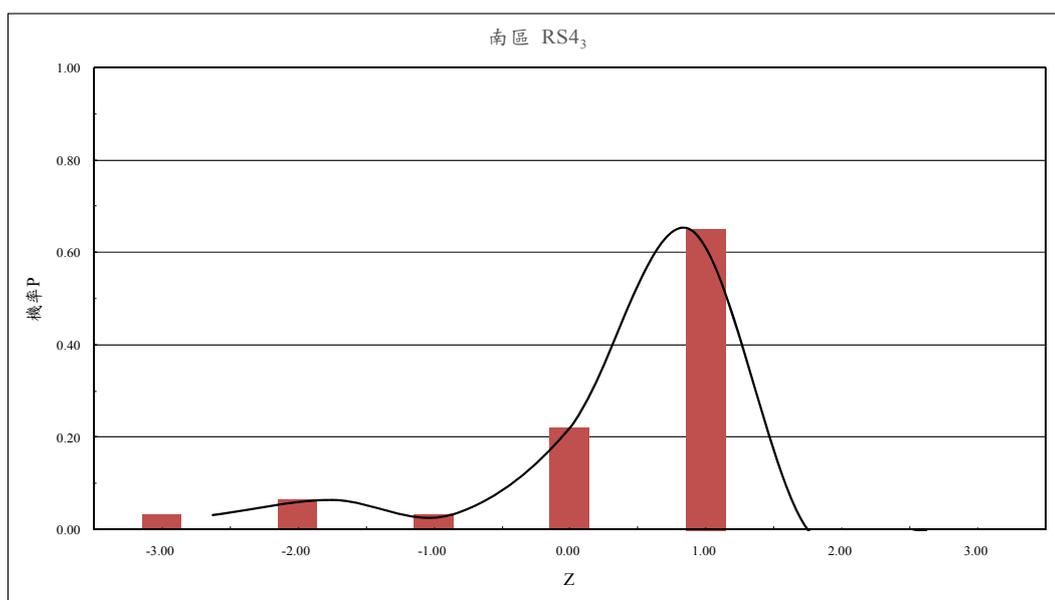


圖 2-14 2012 年版評估手冊南區案例之  $RS4_3$  得分機率分布圖

接著針對 2015 年版評估手冊的案例進行分析，由於此版本自 104 年 7 月 1 日方才開始實施，因此截至 105 年底取得此版本的綠建築標章案例並不多，共計僅有 20 件，分別為北區有 12 件、中區有 3 件及南區有 5 件。同樣依據綠建築評估手冊的規定，排除南區有 1 件案例，因屬儲藏室、停車場、倉庫、茶水間及廁所等非居室空間，得免評估照明節能評估，並在計算時係採該指標

EL=ELc=0.8，至無 IER 及 IDR 的數值。故此版本的有效案例則為 19 件，分別為北區有 12 件、中區有 3 件及南區有 4 件。同樣先針對北區 12 件案例其燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等 4 部分的分析統計，並將其設計案例的平均值、最大值、最小值及標準差等統計值彙整如表 2-19 所示。此外也透過標準常態分配 (standard normal distribution)，將案例標準化之機率分布結果分別繪製於如圖 2-15~圖 2-18，以利瞭解案例之變化趨勢。由圖 2-15 中可以發現 IER 的案例分布，其中約有 42% 的案例是集中發生在平均值的範圍內，而在小於 1 倍標準差到大於 1 倍標準差這個區間範圍內的案例則合計約有 92%，其餘約 8% 的案例發生在超過 3 倍標準差的範圍。

表 2-19 2015 年版評估手冊北區案例之照明相關係數統計表

係數名稱	平均值	最大值	最小值	標準差
燈具效率係數 IER	1.00	1.32	0.82	0.15
主要作業空間照明功率係數 IDR	0.63	0.83	0.35	0.18
照明系統節能效率 EL	0.62	0.78	0.33	0.15
系統得分 RS4 <sub>3</sub>	3.51	6.00	1.73	1.54

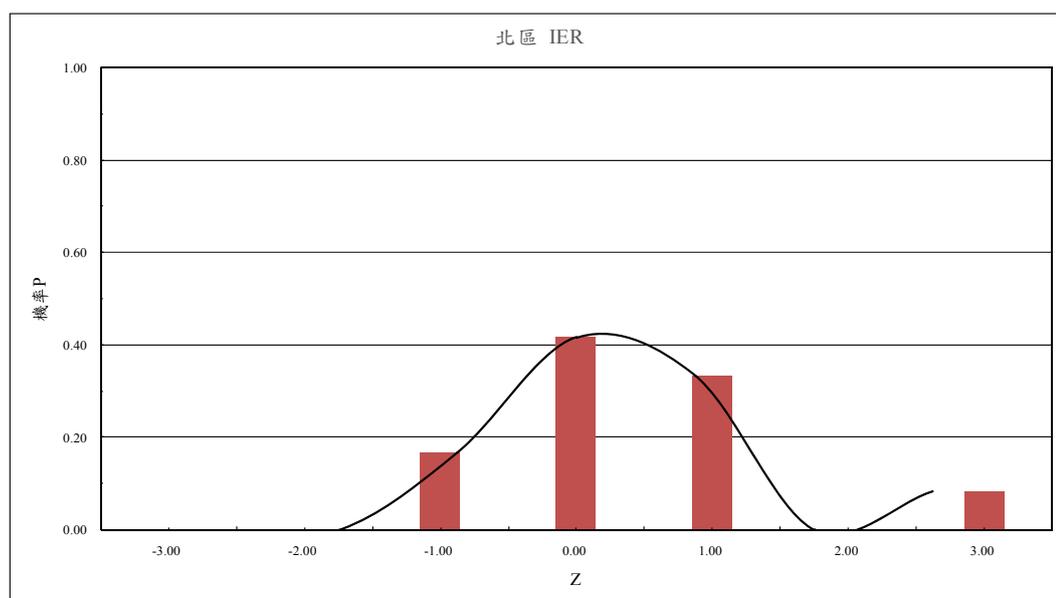


圖 2-15 2015 年版評估手冊北區案例之 IER 得分機率分布圖

圖 2-16 為北區案例的 IDR 分布，其整體趨勢以集中於平均值與大於 1 個標準差這 2 部分的發生機率最高，約占了整體案件的 66% 發生機率，而大於平均值的案例則佔了整體案件數的 57%。此外這部分的變異相對於 IER 來看較小，案例最多僅出現在 2 倍標準差的範圍內。

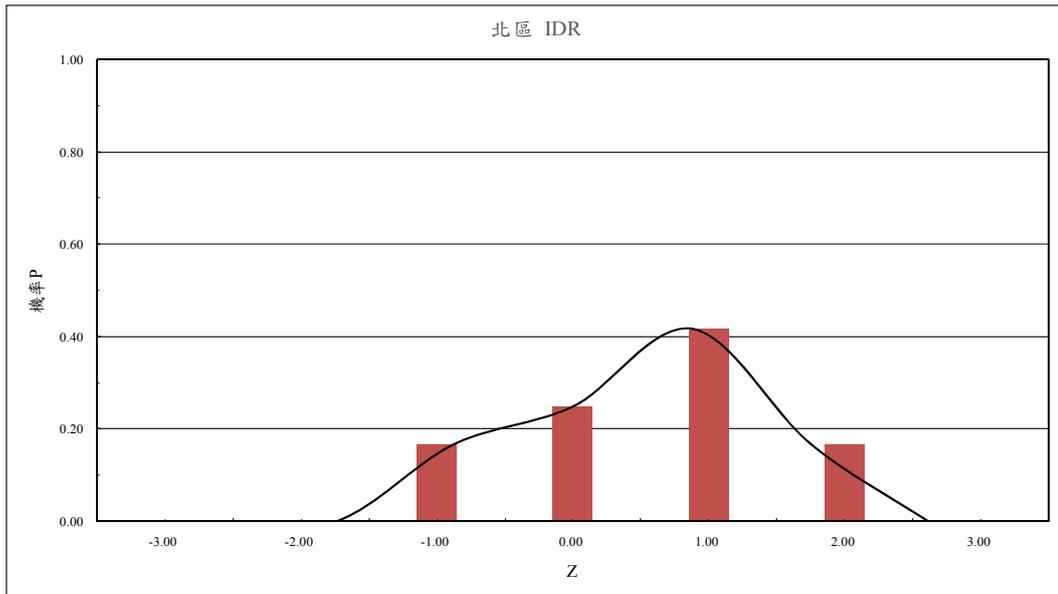


圖 2-16 2015 年版評估手冊北區案例之 IDR 得分機率分布圖

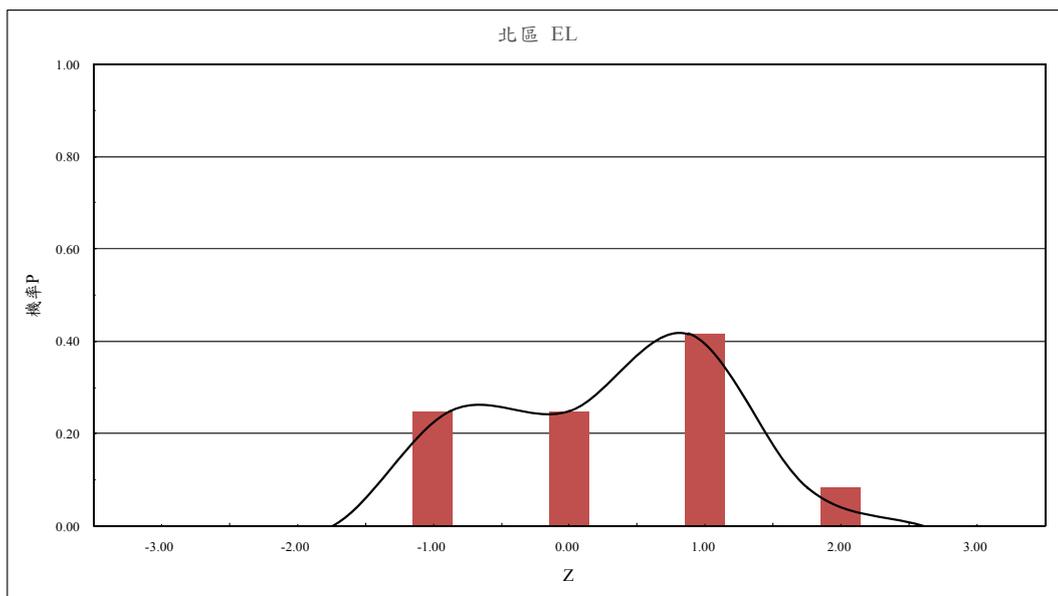


圖 2-17 2015 年版評估手冊北區案例之 EL 得分機率分布圖

圖 2-17 則為北區案例的設計照明系統節能效率 EL 的得分機率分布，整體而言這部分的案例也是呈現集中分布的形式，案例集中分布於小於 1 倍標準差到大於 2 倍標準差的範圍內，其中有 50% 的案例發生在小於 1 倍標準差到平均值這個範圍區間內，而發生機率最高的部分則是在大於 1 倍標準差的區間範圍，約佔了此區案件數的 42%。另在系統得分 RS4<sub>3</sub> 部分的得分機率分布結果如圖 2-18 所示，其整體而言有高達 50% 的案例發生於大於 1~2 倍標準差的範圍區間內，而此部分案例集中於平均值至大於 2 個標準差這部分的區間，其發生機率約佔了整體案件的 83%，顯見其整體案例的得分情況還算集中。

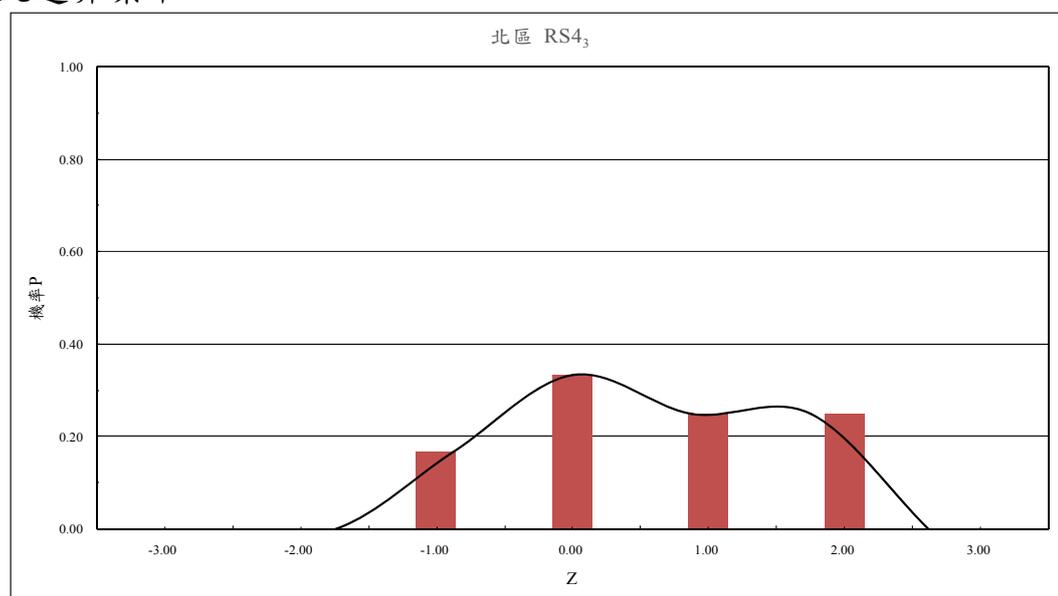


圖 2-18 2015 年版評估手冊北區案例之 RS4<sub>3</sub> 得分機率分布圖

接著為中區案例的分析，由於此區案例樣本數明顯偏低僅有 3 件，故在統計分析上的代表性略顯不足，惟為力求研究的一致性，以下仍針對此 3 件案例之燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等 4 部分其設計案例的平均值、最大值、最小值及標準差等統計值彙整如表 2-20 所示，並透過標準常態分配將案例標準化之機率分布結果分別繪製於如圖 2-19~圖 2-22。

表 2-20 2015 年版評估手冊中區案例之照明相關係數統計表

係數名稱	平均值	最大值	最小值	標準差
燈具效率係數 IER	0.79	0.87	0.72	0.08
主要作業空間照明功率係數 IDR	0.58	0.69	0.45	0.12
照明系統節能效率 EL	0.45	0.53	0.39	0.07
系統得分 RS4 <sub>3</sub>	5.42	6.00	4.52	0.78

由圖 2-19 中可以發現此區 IER 的 3 件案例分布，呈現出發生機率集中在平均值與大於 2 個標準差這 2 部分，分別占了整體案件的 67% 與 33% 發生機率。

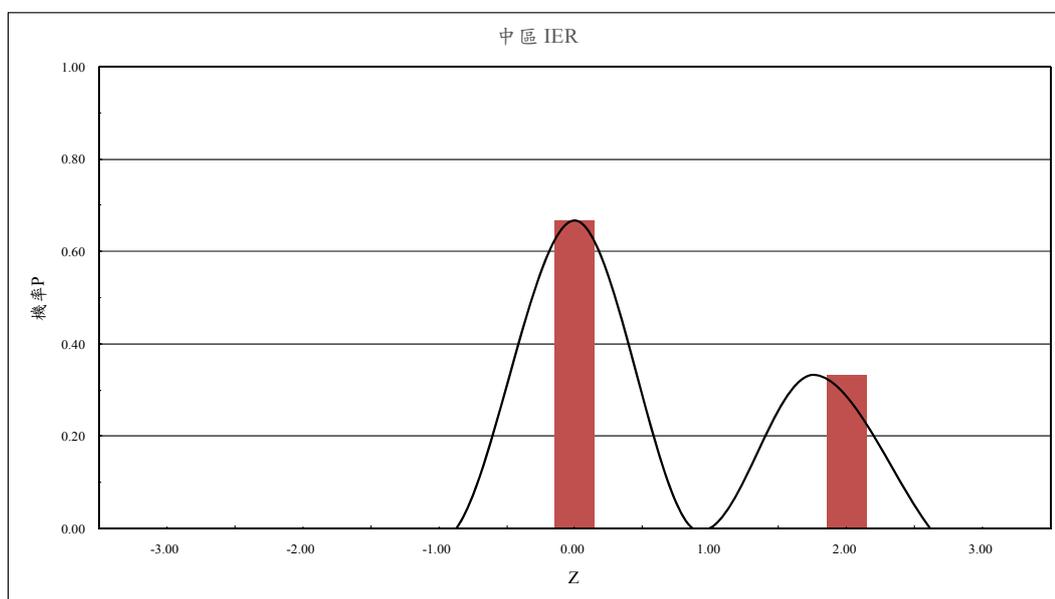


圖 2-19 2015 年版評估手冊中區案例之 IER 得分機率分布圖

圖 2-20 則為此中區 3 件案例的 IDR 分布，其分布趨勢與 IER 類似，3 件案例的發生機率集中在小於 1 倍標準差與大於 1 倍標準差這 2 部分，分別占了整體案件發生機率的 33% 與 67%。圖 2-21 則為中區案例的設計照明系統節能效率 EL 的得分機率分布圖，就其案例之分布狀況來看，其趨勢與前面相似，3 件案例分別集中在從平均值與大於 2 倍標準差這 2 個區間範圍內，其發生機率分別為 67% 與 33%。

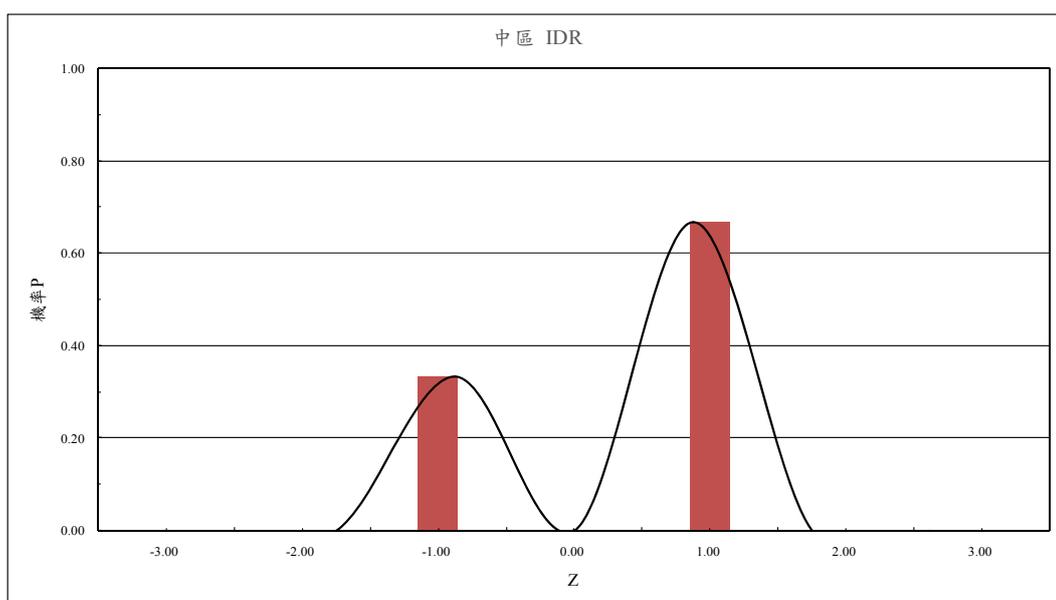


圖 2-20 2015 年版評估手冊中區案例之 IDR 得分機率分布圖

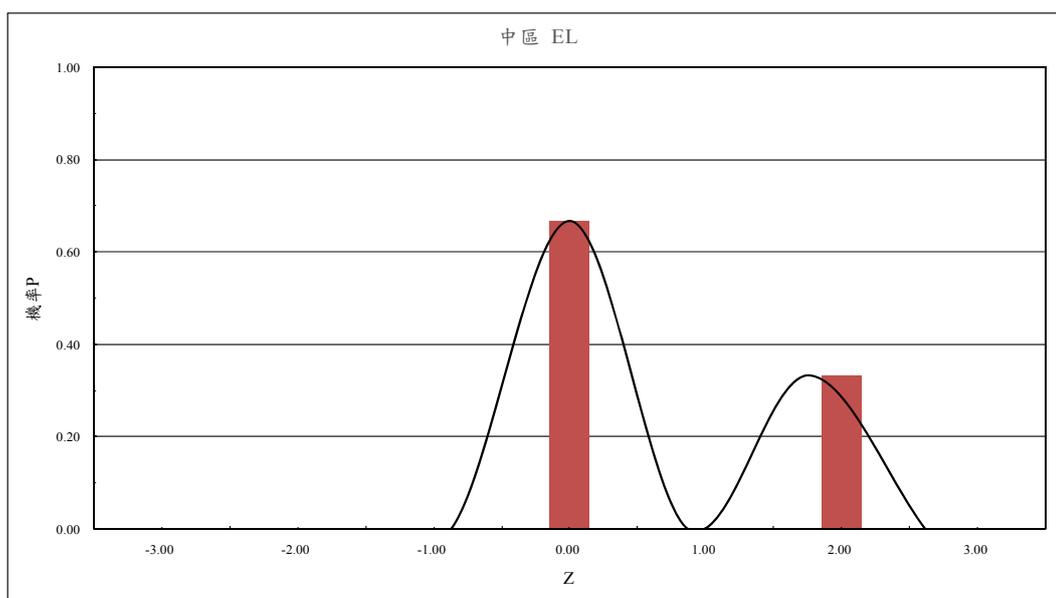


圖 2-21 2015 年版評估手冊中區案例之 EL 得分機率分布圖

而圖 2-22 則是有關系統得分  $RS4_3$  部分的結果，其 3 件案例的分布情況仍呈現集中於 2 部分的區間範圍內，分別為小於 1 倍標準差及大於 1 倍標準差這 2 個部分，而其案例的發生機率分別是 33% 與 67%。

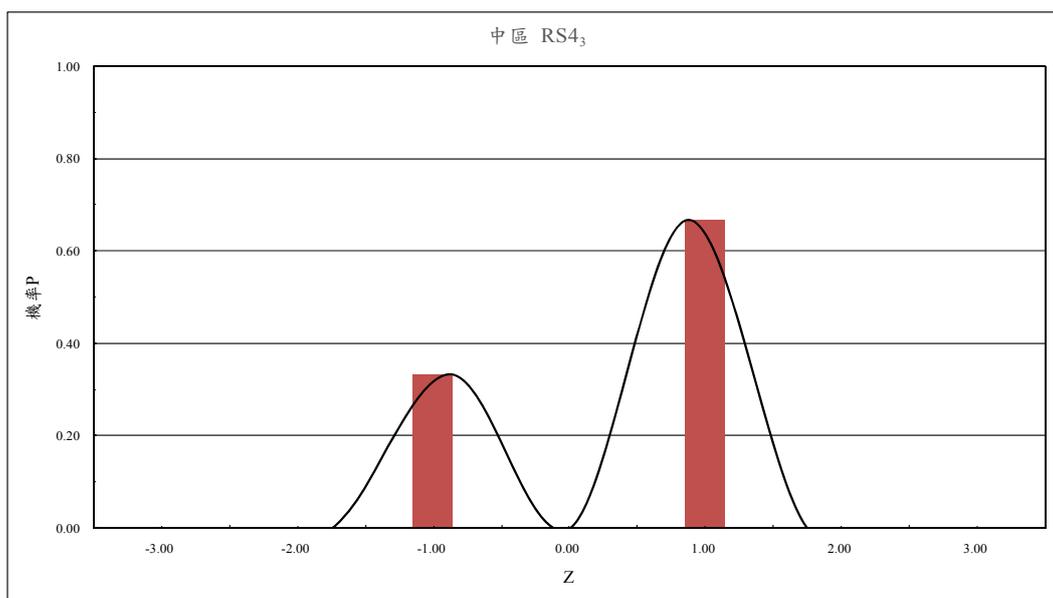


圖 2-22 2015 年版評估手冊中區案例之 RS4<sub>3</sub> 得分機率分布圖

最後是南區的案例分析，由於此區與中區相似，其案例樣本數僅有 4 件也是明顯偏低，故其在統計分析的代表性上也會有所不足，然為力求研究的一致性，仍針對此 4 件案例進行燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等 4 部分之設計案例的平均值、最大值、最小值及標準差等統計值彙整如表 2-21 所示，此外透過標準常態分配將案例標準化之機率分布結果分別繪製於如圖 2-23~圖 2-26 所示。

由圖 2-23 中可以發現此區 IER 的 4 件案例分布，基本上也是呈現出發生機率集中在 2 個部分，分別為在平均值部分之發生機率為 75%，另一個則是出現在大於 2 個標準差這個範圍，其發生機率為 25%。

表 2-21 2015 年版評估手冊南區案例之照明相關係數統計表

係數名稱	平均值	最大值	最小值	標準差
燈具效率係數 IER	0.83	0.97	0.75	0.10
主要作業空間照明功率係數 IDR	0.76	0.92	0.65	0.11
照明系統節能效率 EL	0.63	0.75	0.49	0.12
系統得分 RS4 <sub>3</sub>	3.46	5.02	2.11	1.37

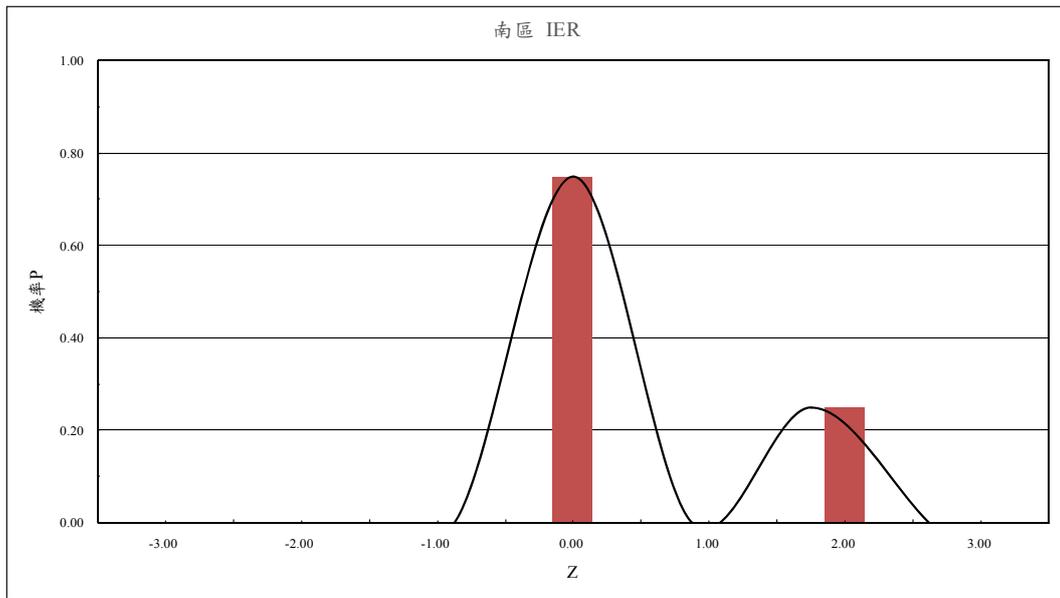


圖 2-23 2015 年版評估手冊南區案例之 IER 得分機率分布圖

圖 2-24 則為南區 4 件案例的 IDR 分布，其分布趨勢基本上與 IER 相似，4 件案例的發生機率集中在平均值與大於 2 倍標準差這 2 個範圍區間內，並分別占了整體案件發生機率的 75% 與 25%。圖 2-25 則為南區案例的設計照明系統節能效率 EL 的得分機率分布圖，就其案例之分布狀況來看，其趨勢與前面明顯不同相似，4 件

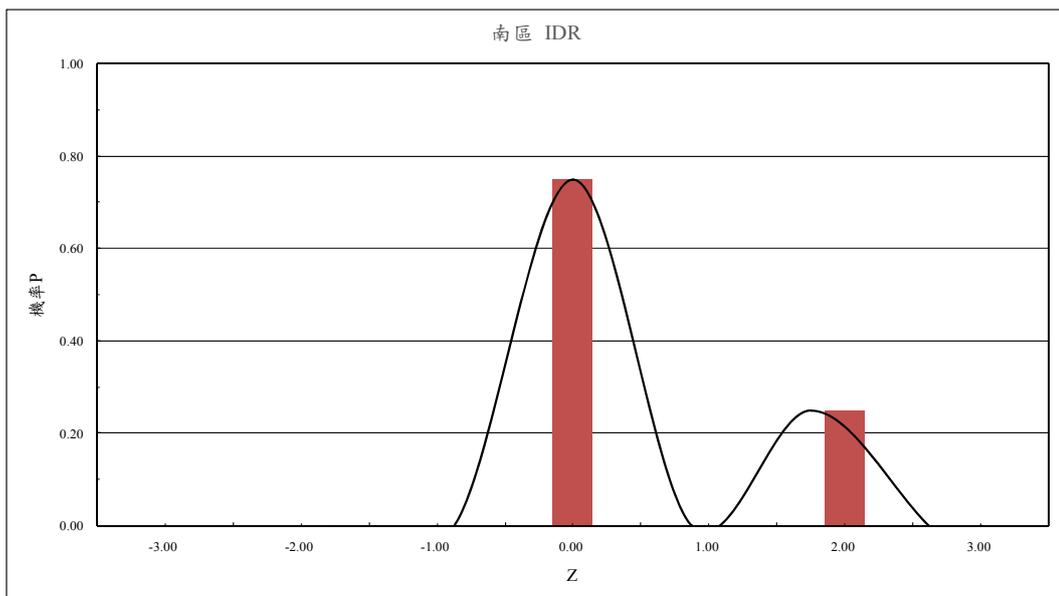


圖 2-24 2015 年版評估手冊南區案例之 IDR 得分機率分布圖

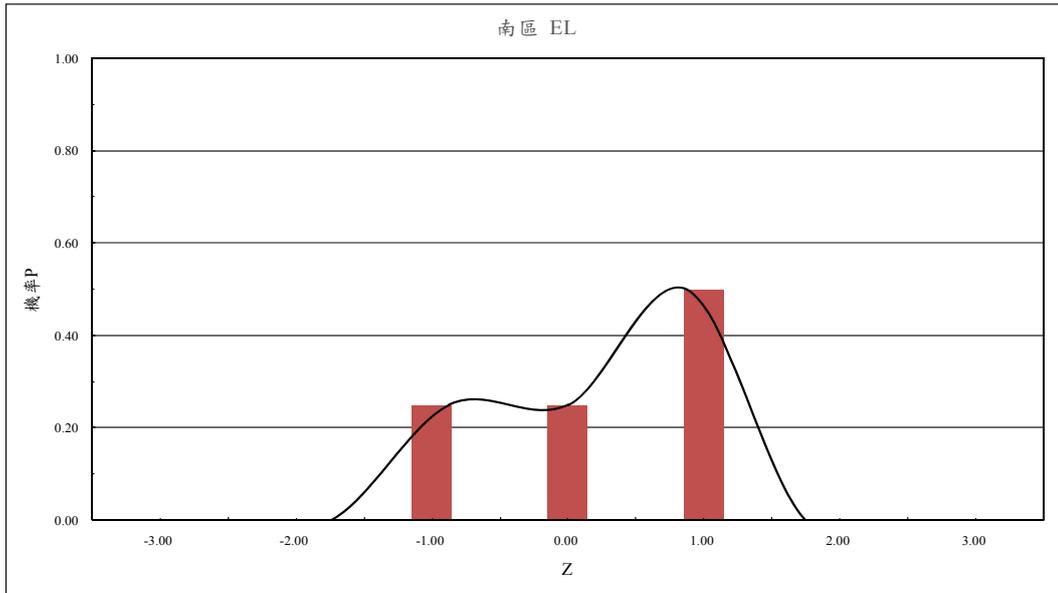


圖 2-25 2015 年版評估手冊南區案例之 EL 得分機率分布圖

案例集中在 3 個區間範圍內，分別是在小於 1 倍標準差、平均值與大於 1 倍標準差這 3 個部分，而其發生機率則分別為 25%、25% 與 50%。最後是在系統得分 RS4<sub>3</sub> 部分的結果如圖 2-26 所示，其趨勢與 EL 的分布方式相似，4 件案例集中分布在平均值、大於 1 倍標準差與大於 2 倍標準差這 3 個部分，而其發生機率分別為 50%、25% 與 25%。

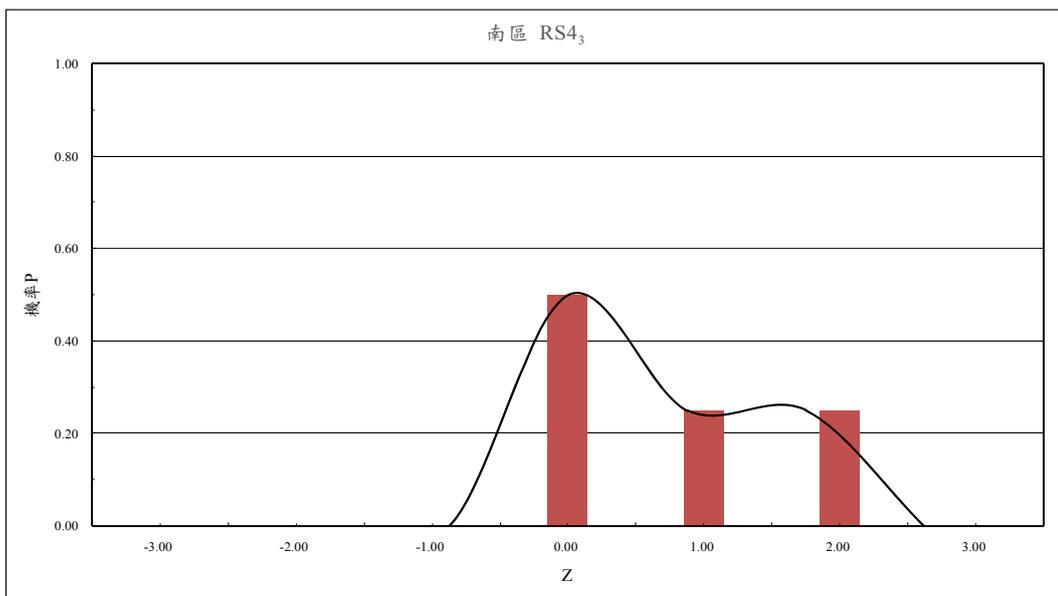


圖 2-26 2015 年版評估手冊南區案例之 RS4<sub>3</sub> 得分機率分布圖

### 第三章 綠建築照明案例版本差異性分析

為了進一步瞭解 2015 年版的綠建築評估手冊照明系統節能效率 EL 計算方式改變之影響，本研究由前面 2012 年版及 2015 年版評估手冊共計 169 件有效案例，針對大型空間類、學校類、辦公類及醫院類等 4 類型建築物，依其北、中、南之分區，各挑選部分案例分別改以 2015 年版本及 2012 年版本的計算方式，重新檢討其照明節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub>，以實際瞭解其差異性。

#### 第一節 大型空間類案例評估手冊版本差異分析

首先在大型空間類建築部分，本研究在北、中、南 3 分區共計挑選 15 件案例，其中 2012 年版的案例有 9 件，2015 年版的案例有 6 件，並將其照明設計之所有室內燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等指標，分別重新改以 2015 年版本及 2012 年版本的方式計算，其 2 版本的計算結果彙整如表 3-1 並將其點繪於圖 3-1~圖 3-4 所示。由統計彙整結果可以發現，由於 2 版本手冊的照明計算方式變動，致使 IER、IDR、EL 及 RS4<sub>3</sub> 等係數值也出現差異。首先在所有室內燈具效率係數 IER 的部分，由表 3-1 及圖 3-1 我們可以發現，由於在 2015 年版評估手冊已將照明光源效率比  $r_i$  刪除，再加上安定器係數  $B_i$  及燈具效率係數  $D_i$  配合調高，因此可以發現 2015 年版評估手冊所計算出的 IER 值會比 2012 年評估手冊來得高，但整體變化趨勢仍維持相同。

而在主要作業空間照明功率係數 IDR 部分，由於 2 評估手冊版本所採用的計算方式完全相同，因此由表 3-1 及圖 3-2 可以看到這部分 2 版本所計算出來的結果是完全相同。另在照明節能效率 EL 的計算，由於 2015 年版本的 IER 計算值比 2012 年評估手冊來得高，因此 EL 計算數值的變化趨勢，由表 3-1 及圖 3-3 可以看到，整體

表 3-1 大型空間類案例統計表

案例編號	分區	2012 年版				2015 年版			
		IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>	IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>
1	北	0.72	0.95	0.68	1.74	0.91	0.95	0.87	0.72
2	北	0.73	0.73	0.53	4.01	0.97	0.73	0.71	2.53
3	北	0.76	0.83	0.63	2.54	0.95	0.83	0.79	1.63
4	北	0.76	0.63	0.48	4.78	0.90	0.63	0.57	4.12
5	北	0.57	0.55	0.31	6.00	0.82	0.55	0.45	5.42
6	北	0.71	0.78	0.55	3.71	0.97	0.78	0.76	1.99
7	中	0.76	0.17	0.13	6.00	0.92	0.17	0.15	6.00
8	中	0.51	0.47	0.24	6.00	0.85	0.47	0.40	6.00
9	中	0.58	0.79	0.46	5.12	0.94	0.79	0.74	2.17
10	中	0.60	0.45	0.27	6.00	0.87	0.45	0.39	6.00
11	南	1.43	0.48	0.69	1.70	1.11	0.48	0.53	4.52
12	南	0.68	0.56	0.38	6.00	0.85	0.56	0.48	5.12
13	南	0.66	0.69	0.46	5.16	0.86	0.69	0.59	3.87
14	南	0.75	0.73	0.55	3.78	0.97	0.73	0.71	2.54
15	南	0.60	0.92	0.37	6.00	0.75	0.65	0.49	5.02

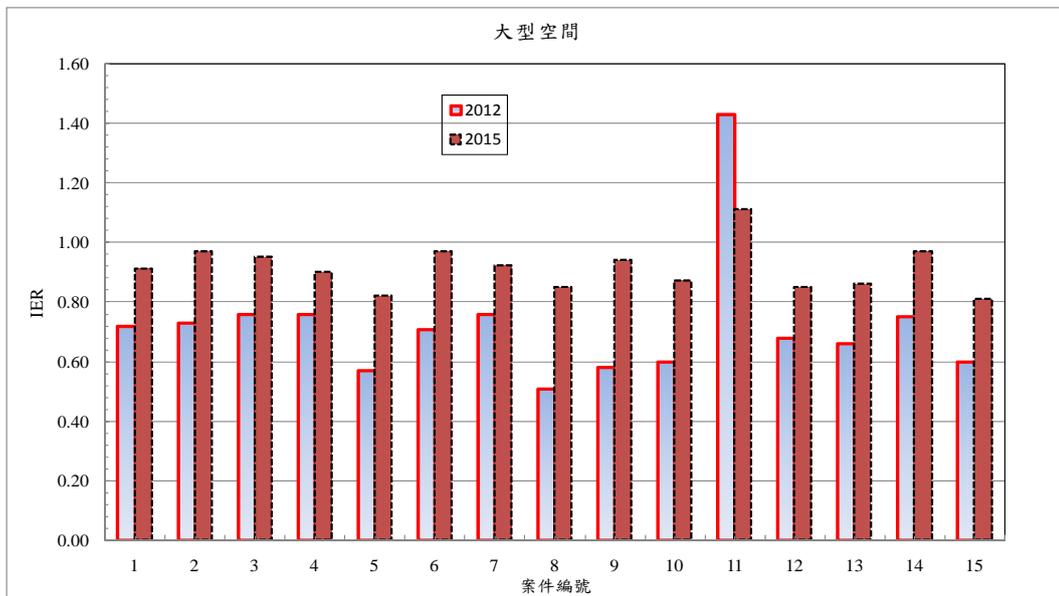


圖 3-1 大型空間類案例之 IER 得分關係圖

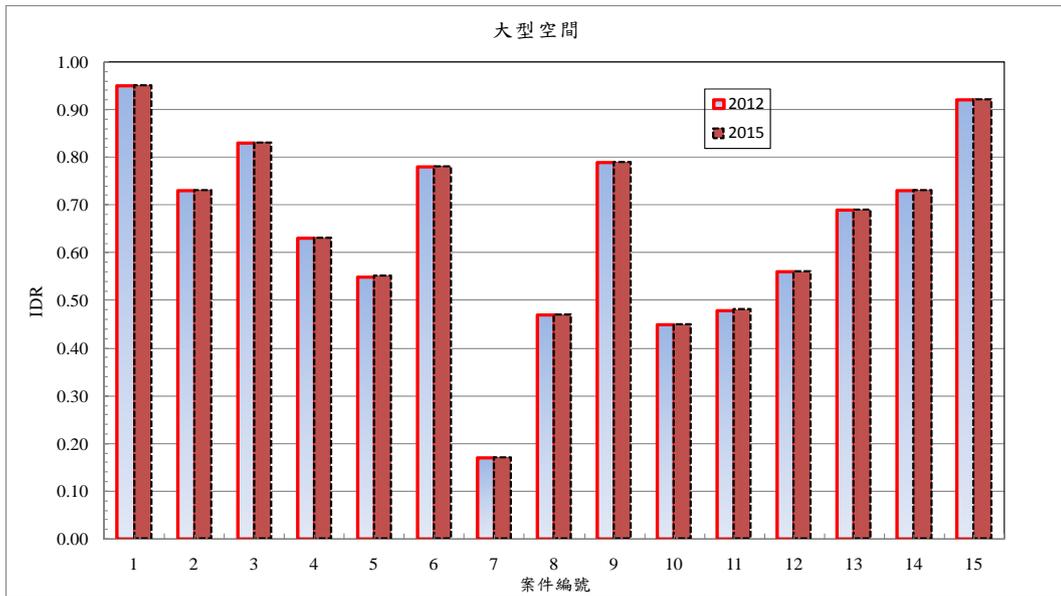


圖 3-2 大型空間類案例之 IDR 得分關係圖

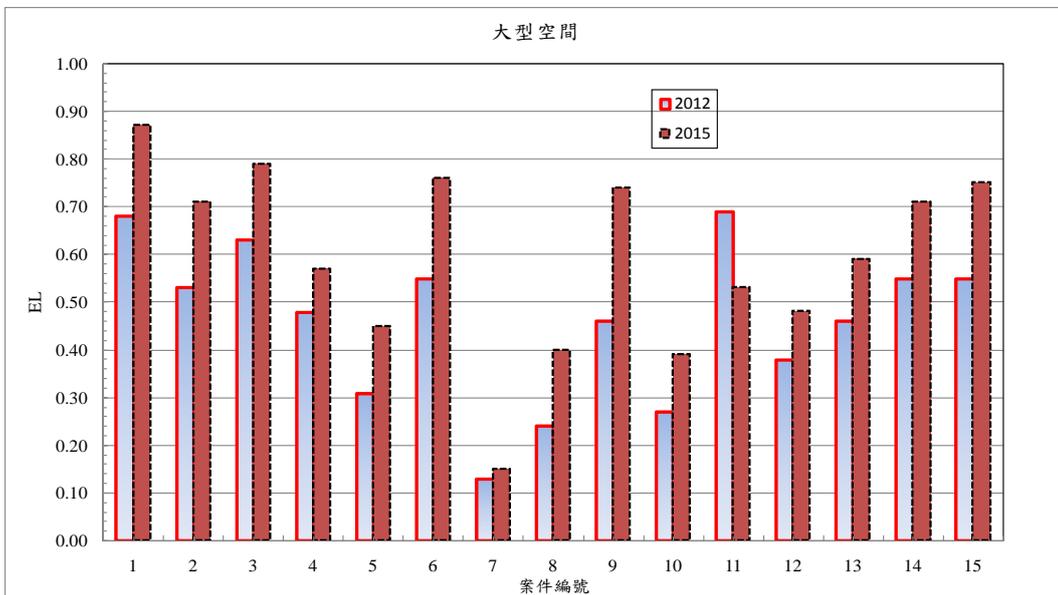


圖 3-3 大型空間類案例之 EL 得分關係圖

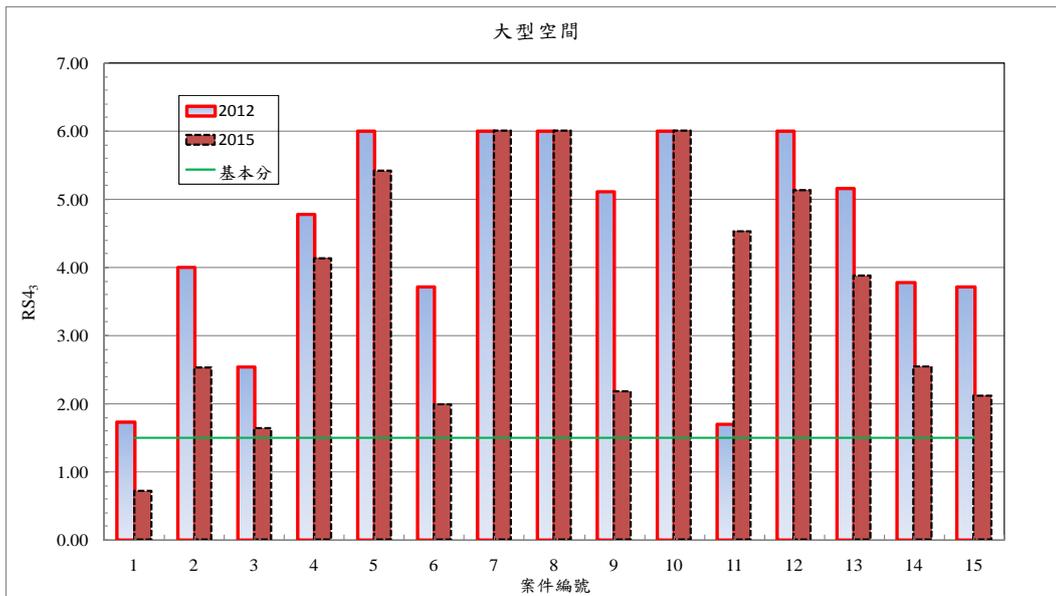


圖 3-4 大型空間類案例之 RS4<sub>3</sub> 得分關係圖

而言係呈現 2015 年版的計算值大於 2012 年版的計算值，但我們於上述的比對中發現，案例 11 採用 2012 年版計算時其 IER 計算值大於 1.0，但改以 2015 年版的方式計算時卻出現其 EL 值比 2012 年版的 EL 計算值來得小。

而這樣的改變在圖 3-4 檢討 2 版本的系統得分 RS4<sub>3</sub> 時則呈現了重大的影響，整體來看 2015 年版的 RS4<sub>3</sub> 計算值會比 2012 年版的值來得小，且由圖中可以發現，案例 1 改以 2015 年版的方式計算時，其值為  $0.72 < 1.5$  的基本分標準，代表其照明設計為不及格；此外在案例 11 部分，由於 EL 值變小將其帶入 RS4<sub>3</sub> 系統得分時其數值反而變大，這意味著如果照明設計在 2012 年版係屬相對耗能的設計時，改以 2015 年版評估手冊檢討時，其照明設計卻呈現較佳的結果。

## 第二節 學校類案例評估手冊版本差異分析

接著在學校類建築部分，依循大型空間類的方式分別在北、中、南 3 分區共計挑選 11 件案例，其中 2012 年版的案例有 9 件，2015 年版的案例有 2 件，並將其照明設計之所有室內燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等指標，分別重新改以 2015 年版本及 2012 年版本的方式計算，並將此 2 版本的計算結果彙整如表 3-2 及點繪於圖 3-5~圖 3-8。

首先在所有室內燈具效率係數 IER 的部分，由表 3-2 及圖 3-5 的 2 版本計算數值比對中發現，整體而言由於 2015 年版評估手冊刪除了照明光源效率比  $r_i$ ，但在安定器係數  $B_i$  及燈具效率係數  $D_i$  這 2 部分配合調高，因此可以發現 2015 年版評估手冊所計算出的 IER 值與前面大型空間類的案例相同，其值會比 2012 年評估手冊來得高，但整體變化趨勢仍維持相同。

另外在主要作業空間照明功率係數 IDR 部分，由於 2 評估手冊版本所採用的計算方式完全相同，因此由表 3-2 及圖 3-6 可以看到這部分 2 版本所計算出來的結果，除了案例 9 可能是小數點進位的

表 3-2 學校類案例統計表

案例編號	分區	2012 年版				2015 年版			
		IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>	IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>
1	北	0.50	0.71	0.36	6.00	0.77	0.71	0.55	4.36
2	北	0.64	0.59	0.38	6.00	0.87	0.59	0.51	4.72
3	北	0.55	1.11	0.61	2.84	0.86	1.11	0.95	-0.17
4	北	0.63	0.83	0.52	4.14	0.82	0.83	0.68	2.84
5	中	0.68	0.57	0.39	6.00	0.84	0.57	0.47	5.15
6	中	0.60	0.75	0.45	5.25	0.81	0.75	0.61	3.65
7	中	0.52	0.64	0.33	6.00	0.81	0.64	0.53	4.60
8	南	0.54	0.70	0.38	6.00	0.83	0.70	0.58	3.99
9	南	0.55	0.53	0.29	6.00	0.83	0.56	0.46	5.34
10	南	0.51	0.73	0.37	6.00	0.78	0.73	0.57	4.08
11	南	0.49	0.73	0.36	6.00	0.77	0.73	0.56	4.17

影響有些許的差異外，基本上 2 者是完全一致的。

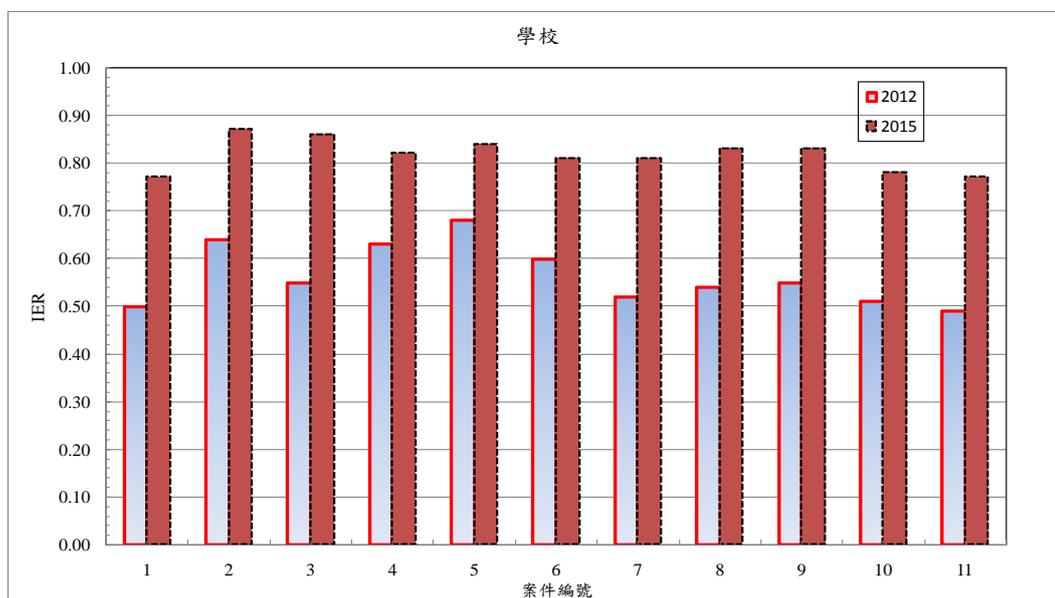


圖 3-5 學校類案例之 IER 得分關係圖

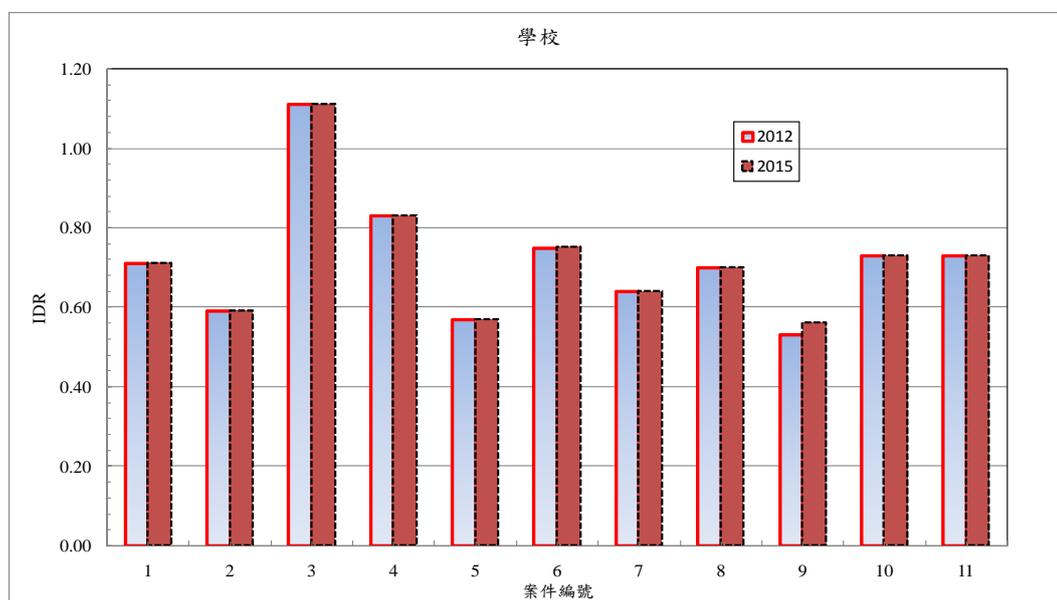


圖 3-6 學校類案例之 IDR 得分關係圖

此外在照明節效率 EL 的計算部分，由表 3-2 及圖 3-7 可以發現，同樣因 2015 年版本的 IER 計算值比 2012 年評估手冊來得高，因此 EL 的計算數值變化趨勢，整體而言仍係呈現 2015 年版的計算值大於 2012 年版的計算值。

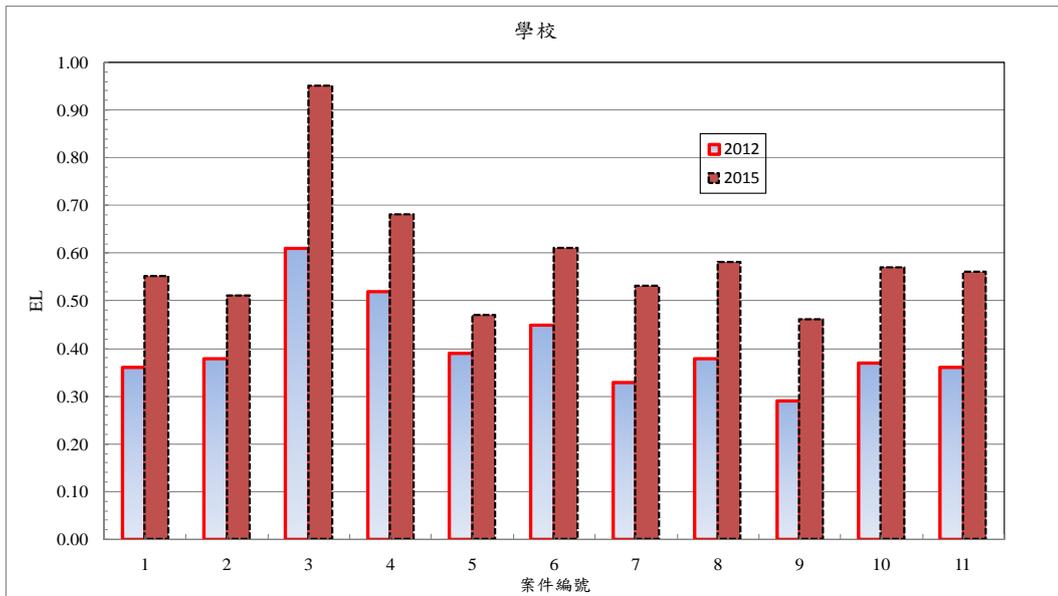


圖 3-7 學校類案例之 EL 得分關係圖

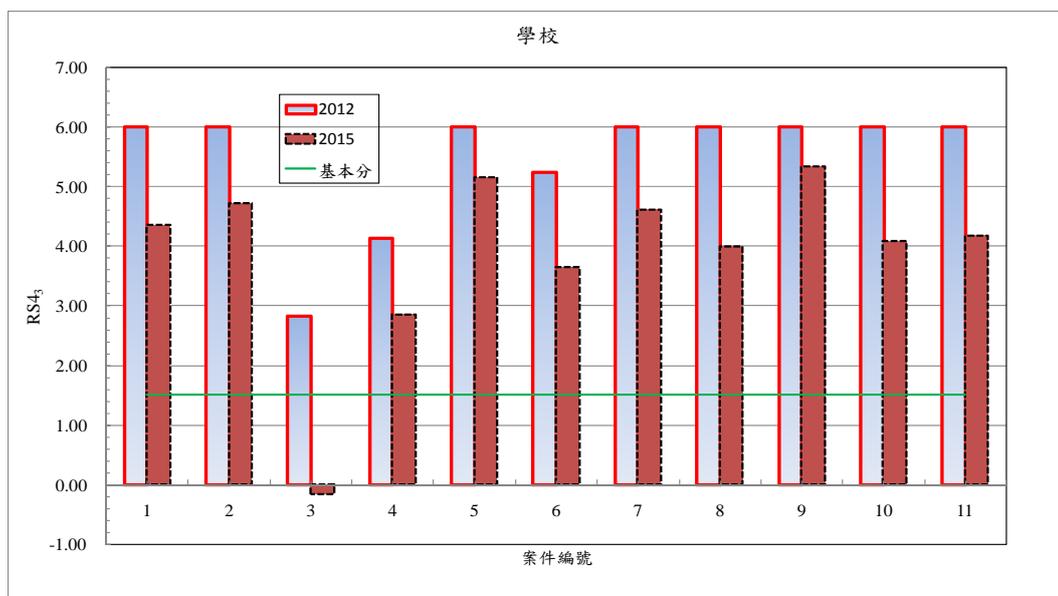


圖 3-8 學校類案例之 RS4<sub>3</sub> 得分關係圖

至於在系統得分  $RS4_3$  的變化，由表 3-2 及圖 3-8 中我們發現，2 版本的走勢基本上是完全相同的，且整體來看其與大型空間類的結果相同，2015 年版的  $RS4_3$  計算值會比 2012 年版的值來得小，且由圖中可以發現，案例 3 改以 2015 年版的方式計算時，其值會呈現出小於 1.5 的基本分標準，甚至因為 IER 在 2015 年版評估手冊刪除了照明光源效率比  $ri$ ，但在安定器係數  $Bi$  及燈具效率係數  $Di$  這 2 部分配合調高，致使 2015 年版評估手冊所計算出的 IER 值大於 2012 年評估手冊，而產生其 EL 值變成 0.95 遠大於合格基準  $ELc=0.8$  的要求，出現  $RS4_3$  變為 -0.17 照明設計不及格的情況。

### 第三節 辦公類案例評估手冊版本差異分析

而在辦公類建築部分，依循前面 2 類的方式，同樣在北、中、南 3 分區共計挑選 12 件案例，其中 2012 年版的案例有 9 件，2015 年版的案例有 3 件，並將其照明設計之所有室內燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等指標，分別重新改以 2015 年版本及 2012 年版本的方式進行分析，同時亦將此 2 版本的計算結果彙整如表 3-3，並點繪於圖 3-9~圖 3-12。

首先在所有室內燈具效率係數 IER 的部分，由表 3-3 及圖 3-9 中可以發現，整體而言由於 2015 年版評估手冊刪除了照明光源效率比  $r_i$ ，但在安定器係數  $B_i$  及燈具效率係數  $D_i$  這 2 部分配合調高，因此可以發現 2015 年版評估手冊所計算出的 IER 值與前面 2 類的案例相同，均呈現出 2015 年版的計算值大於 2012 年評估手冊計算值的變化趨勢。

另外在主要作業空間照明功率係數 IDR 部分，由於 2012 年與

表 3-3 辦公類案例統計表

案例編號	分區	2012 年版				2015 年版			
		IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>	IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>
1	北	0.65	0.63	0.41	5.86	0.92	0.62	0.57	4.06
2	北	0.58	0.90	0.52	4.17	0.84	0.90	0.76	1.91
3	北	0.59	0.84	0.50	4.57	0.90	0.84	0.75	2.02
4	北	0.69	0.83	0.58	3.37	0.91	0.83	0.76	2.00
5	北	0.74	0.66	0.49	4.69	1.15	0.66	0.76	1.96
6	中	0.59	0.19	0.11	6.00	1.06	0.19	0.21	6.00
7	中	0.65	0.78	0.51	4.40	0.91	0.78	0.71	2.54
8	中	0.84	0.42	0.35	6.00	0.94	0.42	0.39	6.00
9	南	0.71	0.63	0.45	5.29	1.10	0.63	0.70	2.65
10	南	0.60	0.70	0.42	5.72	0.82	0.70	0.57	4.06
11	南	0.60	0.56	0.34	6.00	0.81	0.56	0.45	5.42
12	南	0.57	0.65	0.37	6.00	0.75	0.65	0.49	5.02

2015 年 2 評估手冊版本所採用的計算方式完全相同，因此由表 3-3 及圖 3-10 可以看到這部分 2 版本所計算出來的結果，基本上是完全一致的。

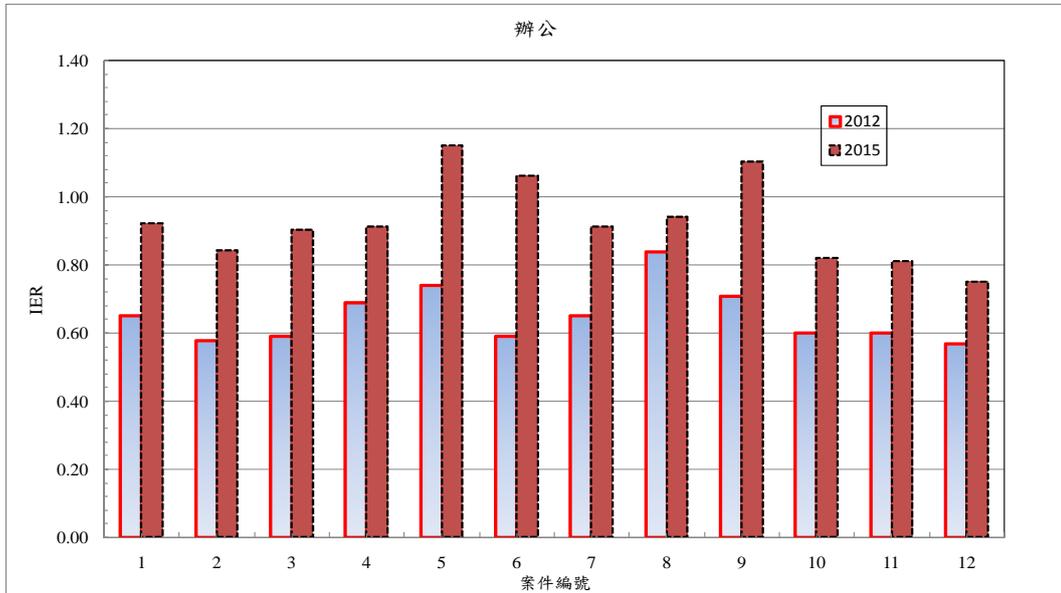


圖 3-9 辦公類案例之 IER 得分關係圖

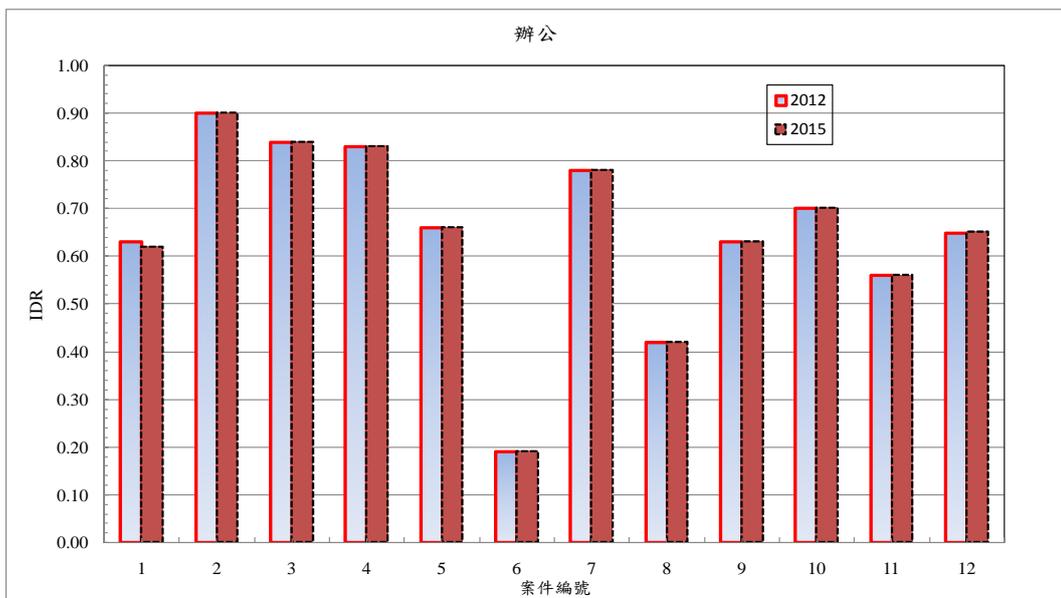


圖 3-10 辦公類案例之 IDR 得分關係圖

此外在照明節效率 EL 的計算部分，由表 3-3 及圖 3-11 可以發現，同樣因 2015 年版本的 IER 計算值比 2012 年評估手冊來得高，因此 EL 的計算數值變化趨勢，整體而言所呈現的結果與前面幾類的分析結果一致，均為 2015 年版的計算值大於 2012 年版的計算值。

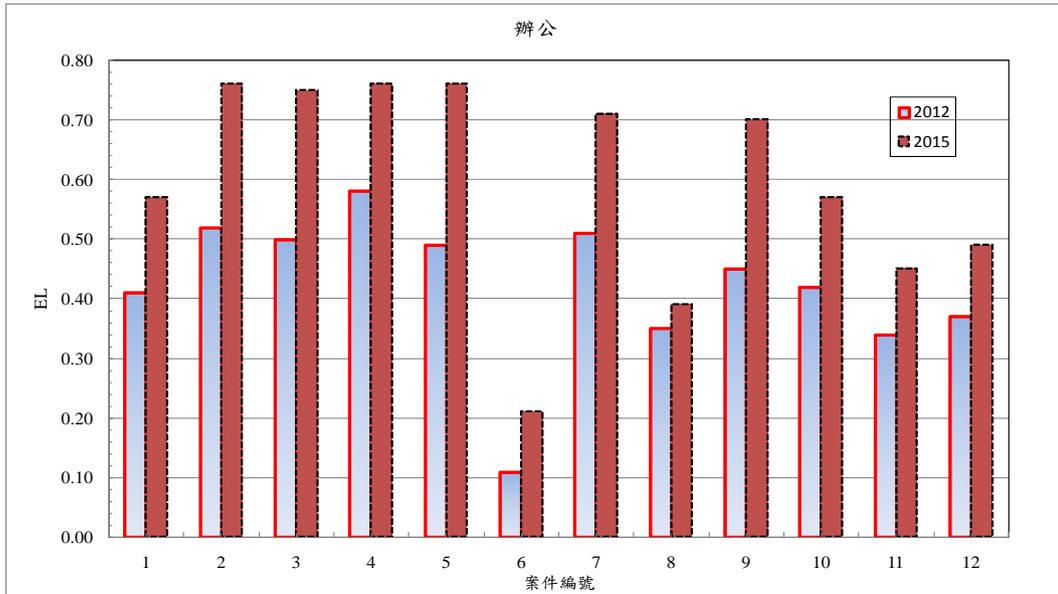


圖 3-11 辦公類案例之 EL 得分關係圖

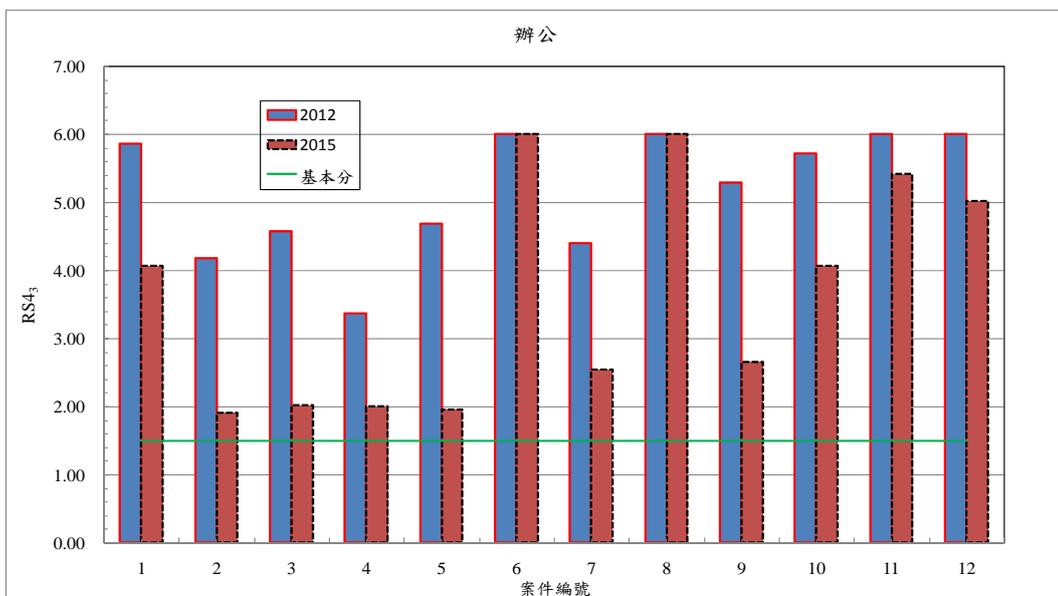


圖 3-12 辦公類案例之 RS4<sub>3</sub> 得分關係圖

最後在系統得分  $RS4_3$  的分析比對部分，由表 3-3 及圖 3-12 中我們發現，2 版本的走勢基本上是完全相同的，且整體來看其與前面 2 類的結果相同，均呈現 2015 年版的  $RS4_3$  計算值會比 2012 年版的值來得小，但此類案例並無出現前面 2 類因案例改以 2015 年版的方式計算時，其值會呈現出小於 1.5 的基本分標準的情況。

### 第四節 醫院類案例評估手冊版本差異分析

最後是在醫院類建築部分的比對分析，由於此類建築案例的數量相較前面 3 類建築案例為少，再加上其建築規模較大，致使照明燈具的配置數量也相對較多，故在比對分析上原則可供挑選的案例數量有限，經篩選 2015 年版 3 分區均無此類型的案例，至 2012 年版部分，其南區無相關案例可供挑選評估，本研究也僅於北區及中區各挑選 1 件案例，針對其照明設計之所有室內燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等指標，重新改以 2015 年版本的方式進行分析比對，並將其計算結果彙整如表 3-4 及點繪於圖 3-13~圖 3-16。

表 3-4 醫院類案例統計表

案例編號	分區	2012 年版				2015 年版			
		IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>	IER	IDR	EL	RS4 <sub>3</sub>
1	北	0.64	0.70	0.45	4.71	0.87	0.70	0.61	3.61
2	中	0.75	0.42	0.32	5.49	0.99	0.42	0.42	5.80

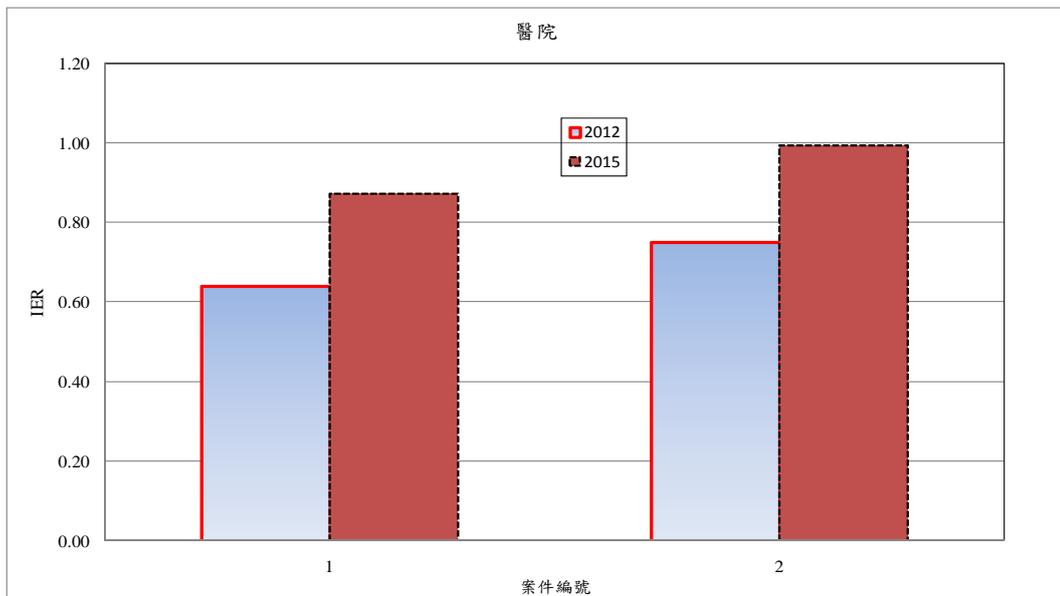


圖 3-13 醫院類案例之 IER 得分關係圖

首先在所有室內燈具效率係數 IER 的部分，由表 3-4 及圖 3-13 中可以發現，整體而言由於 2015 年版評估手冊刪除了照明光源效率比  $r_i$ ，以及在安定器係數  $B_i$  及燈具效率係數  $D_i$  這 2 部分配合調高，因此可以發現 2015 年版評估手冊所計算出的 IER 值與前面 3 類的案例相同，均呈現出 2015 年版的計算值大於 2012 年評估手冊計算值的變化趨勢。

另外在主要作業空間照明功率係數 IDR 部分，同樣因為 2012 年與 2015 年 2 評估手冊版本所採用的計算方式完全相同，因此由表 3-4 及圖 3-14 可以看到這部分 2 版本所計算出來的結果，與前面 3 類結果相同，基本上 2 版本的計算結果是完全一致的並無差異。

此外在照明節能效率 EL 的計算部分，由表 3-4 及圖 3-15 也發現到，同樣由於 2015 年版本的 IER 計算結果比 2012 年評估手冊來得高，因此 EL 的計算數值變化趨勢，整體而言所呈現的結果與前面 3 類的結果一致，均為 2015 年版的計算值大於 2012 年版的計算值。

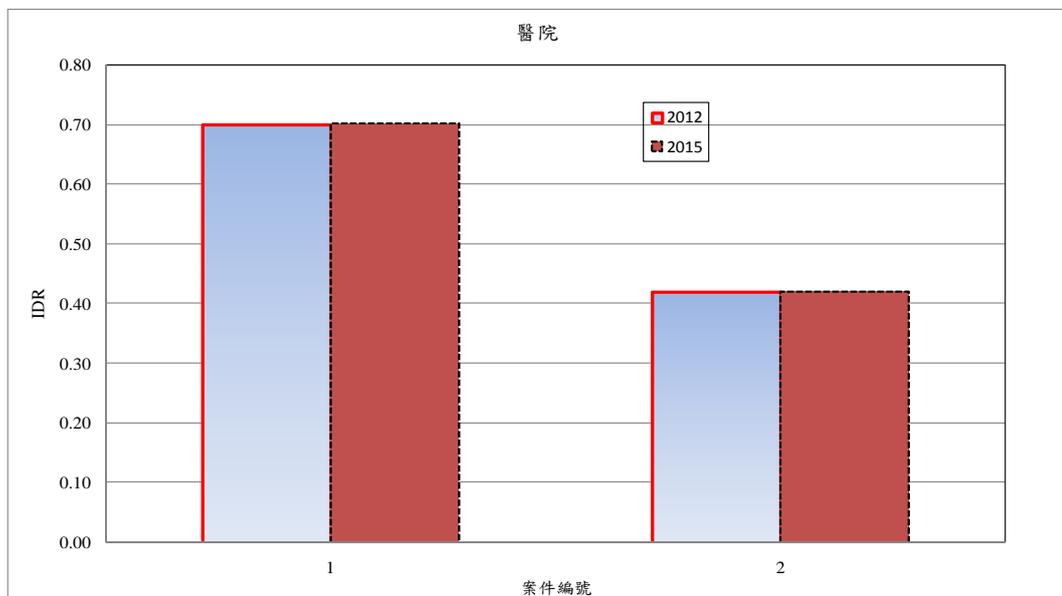


圖 3-14 醫院類案例之 IDR 得分關係圖

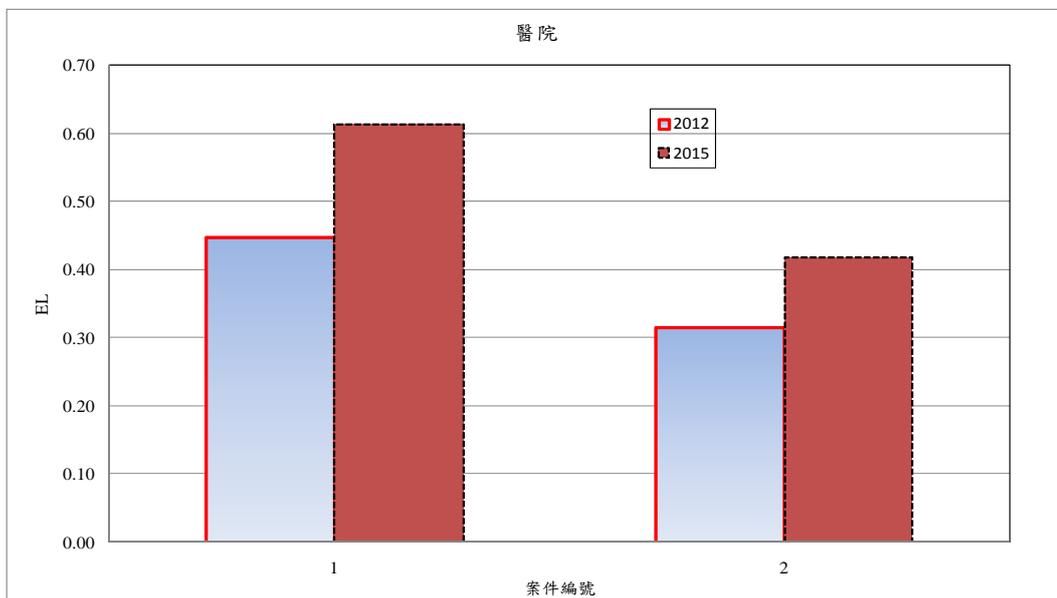


圖 3-15 醫院類案例之 EL 得分關係圖

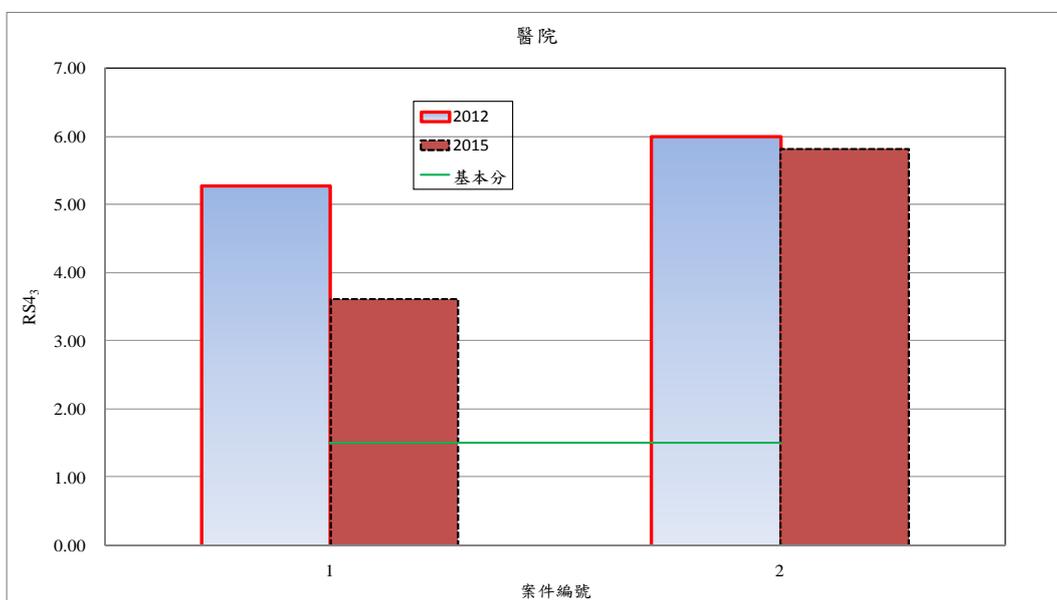


圖 3-16 醫院類案例之 RS4<sub>3</sub> 得分關係圖

最後在系統得分 RS4<sub>3</sub> 的分析比對部分，同樣由表 3-4 及圖 3-16 中可以發現，此 2 版本的變化趨勢基本上是完全相同的，且整體來看其與前面 3 類的結果相同，呈現出 2015 年版的 RS4<sub>3</sub> 計算值會比 2012 年版的值來得小，且此類案例也無出現前面因案例改以 2015 年版的方式計算時，其值會小於基本分 1.5 標準的情況。

## 第四章 綠建築案例照明功率密度

依據前面章節的檢討瞭解，由於綠建築評估手冊版本之照明系統節能效率 EL 計算方式改變，的確會造成照明節能系統得分的差異。然而不論何種評估手冊版本，照明系統節能效率 EL 之計算，設計者是以健康照明為前提之總耗能量管制法，藉由室內燈具效率係數 IER 與主要作業空間照明功率係數 IDR 這 2 個關鍵係數，透過高發光效率光源及高效率燈具的選擇，並藉由採用安定器與照明控制等方式，同時依據 CNS 國家照度標準及防止過大設計來達成兼顧健康視覺環境與照明氣氛之照明需求。

依據中華民國國家標準 CNS12112「室內工作場所照明」所訂之照明設計準則，光環境係指：「工作場所良好之照明設施可提供良好的作業可見度，亦為方便及舒適地進行作業之不可缺少的必要條件。為利照明於質和量上達到環境之需求，其應滿足視覺舒適度、視覺效能及視覺安全性。為滿足上述需求應注意影響光環境之參數包含：輝度分佈、照度、眩光、光之方向性、光線和表面之顏色特性、閃爍、自然光及維護」。因此 CNS 國家標準為達上述照明設計需求，針對不同作業環境訂立有基本照度的需求規定（如表 4-1），以提供使用者一個舒適、安全且有效的照明環境。

為能兼顧節能及照明品質，照明設計須考慮照明型式、照度值、光源、室內面積及照明器具等因子。全球為積極推動建築物照明用電管制，首先由美國 ANSI/ASHRAE/IESNA 共同訂定 Standard 90.1-1989 照明節能規範，並在 Energy Efficient Design of New Buildings Except Low-Rise Residential Buildings Section 9.3.1.2 針對相異照明空間採用照明功率密度 LPD（Lighting Power Density，簡稱 LPD）值來評估其照明節能，此作法係從環境空間的角度訂定照明用電標準，促使以更低的空間耗電量提供相同空間照明需求，降低照明用電密度意味著促進大眾採用高效率照明產品、系統，及注

表 4-1 CNS12112 作業空間照度一覽表

-17-

CNS 12112, Z 1044

表 5 室內區域、作業空間和活動種類照度、眩光限制及平均演色指數一覽表(續)

室內、作業或活動種類	$\overline{E_m}$ (lux)	$UGR_L$	$R_a$	備註
(7) 烘乾室	100	28	60	
(8) 自動織物印刷	500	25	80	
(9) 挑選、整修	1,000	19	80	
(10) 顏色檢查、織物控制	1,000	16	90	$T_{cp}$ 至少 4,000 K
(11) 織補	1,500	19	90	$T_{cp}$ 至少 4,000 K
(12) 製帽	500	22	80	
<b>20. 車輛製造</b>				
(1) 車體組立作業	500	22	80	
(2) 塗裝、噴塗、拋光	750	22	80	
(3) 塗裝：潤色、檢驗	1,000	16	90	$T_{cp}$ 至少 4,000 K
(4) 車內裝飾製作(手工)	1,000	19	80	
(5) 成品檢查	1,000	19	80	
<b>21. 木業家具製造</b>				
(1) 自動處理，如：烘乾夾板製造	50	28	40	
(2) 蒸氣容	150	28	40	
(3) 鋸木架	300	25	60	防止頻閃效應
(4) 在家具工作台之作業、膠合、組裝	300	25	80	
(5) 磨光、塗裝、細木工	750	22	80	
(6) 木工機械工作，如：旋轉、刻槽、修整、凹凸車、開槽、切割、鋸、齒	500	19	80	防止頻閃效應
(7) 膠合板木材選擇、模型、鑲嵌	750	22	90	$T_{cp}$ 至少 4,000 K
(8) 品質管制	1,000	19	90	$T_{cp}$ 至少 4,000 K
<b>22. 辦公室</b>				
(1) 文件處理、影印、計算等	300	19	80	
(2) 書寫、打字、閱讀、資訊處理	500	19	80	螢幕顯示器參照 4.10
(3) 工程製圖	750	16	80	
(4) CAD 工作站	500	19	80	螢幕顯示器參照 4.10
(5) 討論、會議室	500	19	80	必須能控制光
(6) 接待檯台	300	22	80	

重照明設計規劃與應用節能技術，達到減低用電量，但仍能滿足空間照明的需求，並降低無謂的照明浪費，此法係採建築物室內空間使用類型與面積來逐一檢視，並非全區加總，該項規範每 3 年修正 1 次，已成為美國各州之節能標準，目前最新版為 ANSI/ASHAE/IESNA 90.1-2016 (如表 4-2)。目前國際上除美國外，日本、英國、

澳洲、新加坡、香港等先進國家也大致以前述美國 ASHRAE 90.1 規範系統為基本架構，建立其國家的照明用電密度管制基準。

表 4-2 美國 ASHRAE 90.1 與我國 EEWH2015 年版照明密度比較表

ASHRAE 90.1 空間分類	ASHRAE 90.1 2010 LPD 值 (W/m <sup>2</sup> )	ASHRAE 90.1 2013 LPD 值 (W/m <sup>2</sup> )	ASHRAE 90.1 2016 LPD 值 (W/m <sup>2</sup> )	台灣 EEWH 2015 綠建築評估系統主要作業空間分類	台灣 EEWH 2015 照明功率密度基準 (UPD <sub>cj</sub> ) (W/m <sup>2</sup> )
Convention Center 會議中心	11.6	10.9	8.2	觀眾/座位區(會議中心、禮堂、教堂)	13
Religious Building 宗教建築	11.3	10.8	10.1		
Court House 法院	11.3	10.9	9.7		
Dining: Bar Lounge/Leisure 酒吧	10.7	10.7	9.7	酒吧、俱樂部	12
Dining: Cafeteria/Fast Food (歐式自助餐/速食)	9.7	10.9	8.5	各式餐廳、宴會廳、喜宴場	20
Dining: Family 家庭式餐廳	9.6	10.2	8.4		
Dormitory 宿舍	6.6	6.1	6.6	宿舍單元	10
Healthcare-Clinic 診所	9.4	9.7	8.8	醫院醫療、門診、加護病房、護理站	15
Hospital 醫院	13	11.3	11.3		
Hotel 旅館	10.8	9.4	8.1	旅館客房、醫院病房	10
Motel 汽車旅館	9.5	9.4	8.1		
Library 圖書館	12.7	12.8	8.4	閱覽室、書庫	15
Manufacturing Facility 生產工廠	11.9	12.6	9.7	工廠實驗室、研究室	22
Workshop 工場，講習會場	12.9	12.8	9.7	工廠作業區	20
				自動化設備區	16
Motion Picture Theater 電影院	8.9	8.2	8.9	電影院(前廳、售票大廳)	20
				電影院(放映廳)	10
				觀眾/座位區(體育館、運動競技場、電影院)	5
Multi-Family 公寓	6.5	5.5	7.3	住宅、療養院住房	10

綠建築照明節能指標合理性之研究

Office 辦公室	9.7	8.8	8.5	辦公室、行政空間、會議室、視聽室	15
Museum 博物館	11.4	11	11.4	藝文展覽空間、表演舞台區、講演台區	25
Performing Arts Theater 劇院 藝術表演廳	15	15	12.7		
School/University 學校/大學	10.7	9.4	8.7	教室、階梯教室	15
Gymnasium 健身房	10.8	10.1	7.3	健身房、舞蹈室、室內球場、運動區	20
Sports Arena 運動區	8.4	9.8	9.4		
Exercise Center 運動中心	9.5	9	7	觀眾/座位區(體育館、運動競技場、電影院)	5
Transportation 運輸設施的大廳	8.3	7.5	6.6	辦公、百貨、商場、藝文、展覽、等商業大廳、中庭天井、梯廳	20
				旅館、住宿類、醫療、宗教類、工廠、車站、航站、交通運輸設施等大廳、中庭天井、梯廳	15
				觀眾/座位區(航站、車站、運輸站)	10
Warehouse 倉庫, 儲藏室	7.1	7.1	5.2	專用倉庫(含一般倉庫、冷凍冷藏倉庫)	7
Automotive Facility 汽車維修站	8.8	8.6	7.6	無對應空間類型	
Court House 法院	11.3	10.9	9.7		
Fire station 消防隊	7.6	7.2	5.7		
Parking Garage 停車場	2.7	2.3	1.6		
Penitentiary 監獄,收容所	10.4	8.7	8.1		
Police Station 警察局	10.3	9.4	8.6		
Post Office 郵局	9.4	9.4	7.2		
Retail 賣場	15.1	13.6	11.4		

Town Hall 市政廳	9.9	9.6	8.6	
無對應空間類型	電腦電信機房	7		
	實驗室、研究室 (學校、機關)	12		
	休息室/休閒室/會 客室	10		
	中央廚房、洗衣房	10		
	精密設備製造區 (精密機械、電子 零件製造、印刷工 廠及細緻視力作 業區如：佩裝、設 計、製圖等空間)	25		
娛樂空間(電子遊 樂場、KTV、網 咖、撞球、舞廳、 卡拉 ok 等，含附 屬空間、營業專用 SPA&三溫暖、溫 泉澡堂等)	12			

資料來源：參照工業技術研究院/綠能與環境研究所資料修訂，2017。

至我國綠建築評估手冊，也同樣參照美國 ASHRAE 90.1 所訂的照明功率密度規範標準，於主要作業空間照明功率係數 IDR 中透過主要作業空間照明功率密度基準 UPDcj 來管控空間照明設計品質（如表 4-3）。惟名詞定義略有差異，美國是用照明功率密度 LPD（Lighting Power Density，簡稱 LPD）值，其定義為

$$LPD (W/m^2) = \frac{\text{照明器具耗電量 (W)}}{\text{空間面積 (m}^2\text{)}} \quad (4-1)$$

而我國 EEWH 綠建築評估手冊則是採用 UPD 一詞，其為單位面積照明用電密度值（Light Unit Power Density，簡稱 UPD），定義為

$$UPD (W/m^2) = \frac{\text{照明區域內的耗電量 (W)}}{\text{照明區域面積 (m}^2\text{)}} \quad (4-2)$$

表 4-3 EEWB 綠建築評估系統主要作業空間照明功率密度基準 (UPDcj)

空間型態	2015 年版 (W/m <sup>2</sup> )	2012 年版 (W/m <sup>2</sup> )	2009 年版 (W/m <sup>2</sup> )
觀眾/座位區(會議中心、禮堂、教堂)	13	13	7.5
酒吧、俱樂部	12	12	-
各式餐廳、宴會廳、喜宴場	20	20	14
宿舍單元	10	8	-
醫院醫療、門診、加護病房、護理站	15	20	-
旅館客房、醫院病房	10	12	-
閱覽室、書庫*	15	15	12.9、18.3*
工廠實驗室、研究室	22	22	15.1
工廠作業區	20	20	-
自動化設備區	16	16	-
電影院(前廳、售票大廳)	20	-	11.8
電影院(放映廳)	10	-	-
觀眾/座位區(體育館、運動競技場、電影院 <sup>#</sup> )	5	5	4.3、12.9 <sup>#</sup>
住宅、療養院住房	10	10	-
辦公室、行政空間、會議室、視聽室	15	15	11.8
藝文展覽空間、表演舞台區、講演台區	25	25	-
教室、階梯教室	15	15	15.1
實驗室、研究室(學校、機關)	12	12	-
健身房、舞蹈室、室內球場、運動區	20	20	-
辦公、百貨、商場、藝文、展覽、等商業大廳、中庭天井、梯廳	20	20	35.5
旅館、住宿類、醫療、宗教類、工廠、車站、航站、交通運輸設施等大廳、中庭天井、梯廳	15	15	11.8、9.7、6.5
觀眾/座位區(航站、車站、運輸站)	10	10	5.4
專用倉庫(含一般倉庫、冷凍冷藏倉庫)	7	-	-

由於綠建築係採個別空間方式檢討其照明設計，因此由上述定義來看，兩者代表的意涵應為相同。

由表 4-2 彙整 2010 年、2013 年及 2016 年近 3 年版本的美國 ASHRAE 90.1 從所訂的照明功率密度規範標準，可以發現整體而言

該標準係逐年降低。但反觀我國 EEWB 綠建築評估手冊所訂的主要作業空間照明功率密度基準 UPD<sub>cj</sub>，由表 4-3 同樣彙整 2009 年版、2012 年版及 2015 年版等近年版本的綠建築評估手冊標準，發現 2012 年版與 2015 年版的規定完全一致並未有所修訂，但從 2009 年版改版至 2012 年版時，除規範的空間類別增加外，其整體照明功率密度之規定反而放寬。

然而透過空間照明功率密度 UPD 進行的綠建築照明設計案例，其實際的空間照度水準如何，可否達到中華民國國家標準 CNS12112「室內工作場所照明」所訂之照明設計水準。為能瞭解此一課題，本研究透過前往綠建築標章實際現勘的時機，於北、南各挑選辦公與學校 2 大類建築的部分案例，並於每件案例中挑選 2 個具代表性之空間單元，並以選取 4 個量測點的方式，進行現地照度

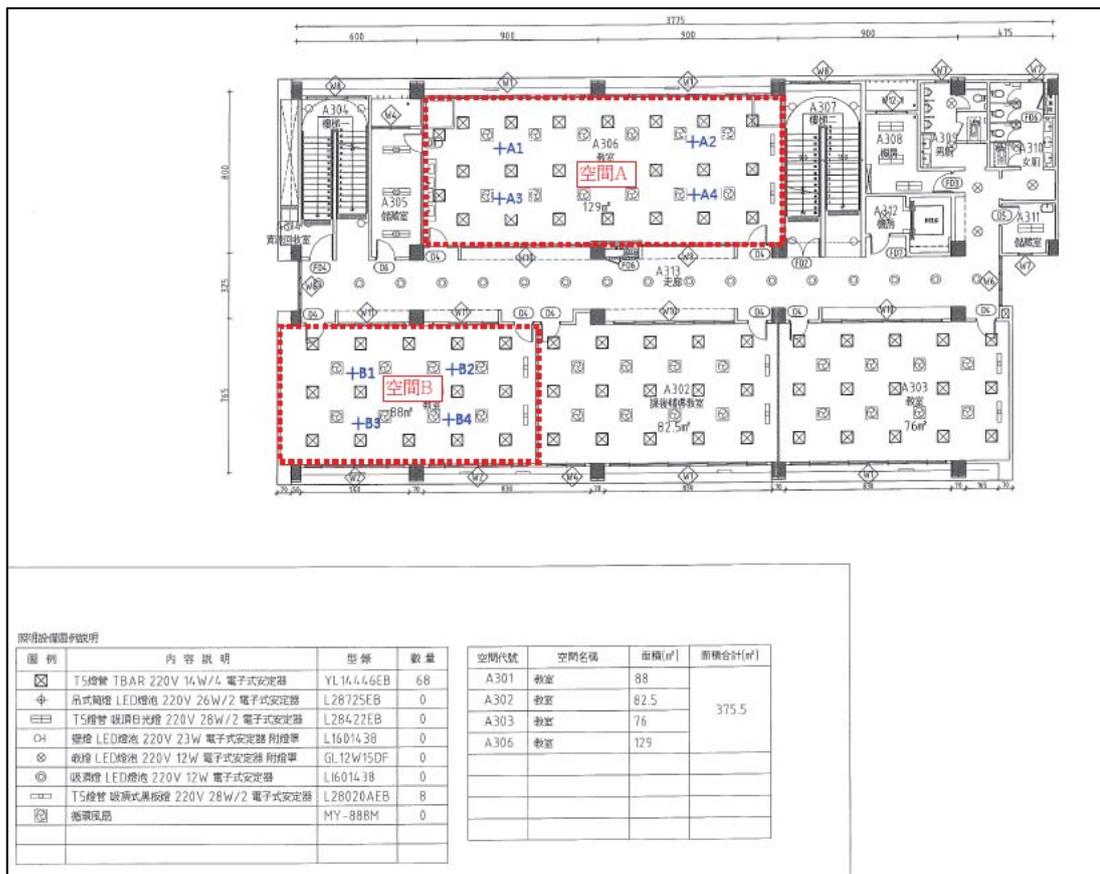


圖 4-1 現場照度量測示意圖

量測（如圖 4-1）。至量測點之選取，採空間平均分布的方式處理，測試點需離牆 1 公尺以上且照度計高度置於水平面 85 公分（室內有桌面時可置於桌面上），以比對目前綠建築評估手冊所訂的照明功率密度基準 UPDcj 與 CNS12112 規範的照度標準兩者的關連性，以供本所後續綠建築評估手冊的修訂參考。

## 第一節 辦公類案例現場照度量測分析

首先在辦公類案例照度量測部分，本研究在北及南 2 分區共計挑選 14 件案例進行現地照度量測作業，其中北區的案例有 3 件，南區的案例則計有 11 件，並依照前述量測規劃，於空間測點採平均分布的方式，同時選取 4 個量測點進行現地照度量測，然後取算術平均值作為該空間的平均照度。此外也將各量測空間的面積、設計的 UPD、綠建築規範的 UPDc 以及空間採用的燈具型式等資料彙整如表 4-4 並將其點繪於圖 4-2~圖 4-5 所示。

首先在照度量測部分，辦公類建築依 CNS12112 規範的照度標準其平均照度為 500Lux，為瞭解本次 14 件案例的實測照度與 CNS 規範的差異，圖 4-2 為本研究以個案空間的平均照度當成該空間的實際照度並與 CNS 規範的 500Lux 平均照度所進行的比對結果。由圖 4-2 中可以發現 14 件案例僅有 5 件案例的現場照度可以符合 CNS

表 4-4 辦公類現場照度案例統計表

案例編號	分區	空間測點照度(Lux)				平均照度(Lux)	UPD(W/m <sup>2</sup> )	UPDc(W/m <sup>2</sup> )	面積(m <sup>2</sup> )	燈具型式
		1	2	3	4					
1	北	182	217	251	245	223.75	3.23	15	173.25	LED
2	北	344	346	330	340	340.00	6.74	15	99.74	LED
3	北	509	500	510	492	502.75	11.78	11.80	71.28	T5
4	南	160	490	530	520	425.00	12.89	15	123.8	T5
5	南	470	500	490	530	497.50	16.52	15	30.50	T5
6	南	430	680	850	1450	852.50	7.66	15	110	T5
7	南	250	360	340	340	322.5	6.09	15	138	LED
8	南	510	760	740	750	690.00	11.38	15	172.19	T5
9	南	760	340	640	740	620.00	9.78	15	85.90	T5
10	南	400	420	330	370	380.00	14.34	11.8	97.60	T5
11	南	710	690	910	780	772.50	13.39	11.8	200.74	T5
12	南	320	440	400	420	395.00	8.24	15	166.17	T5
13	南	360	640	290	500	447.50	5.05	15	61.2	T5
14	南	530	220	710	270	432.50	8.81	15	140.9	LED

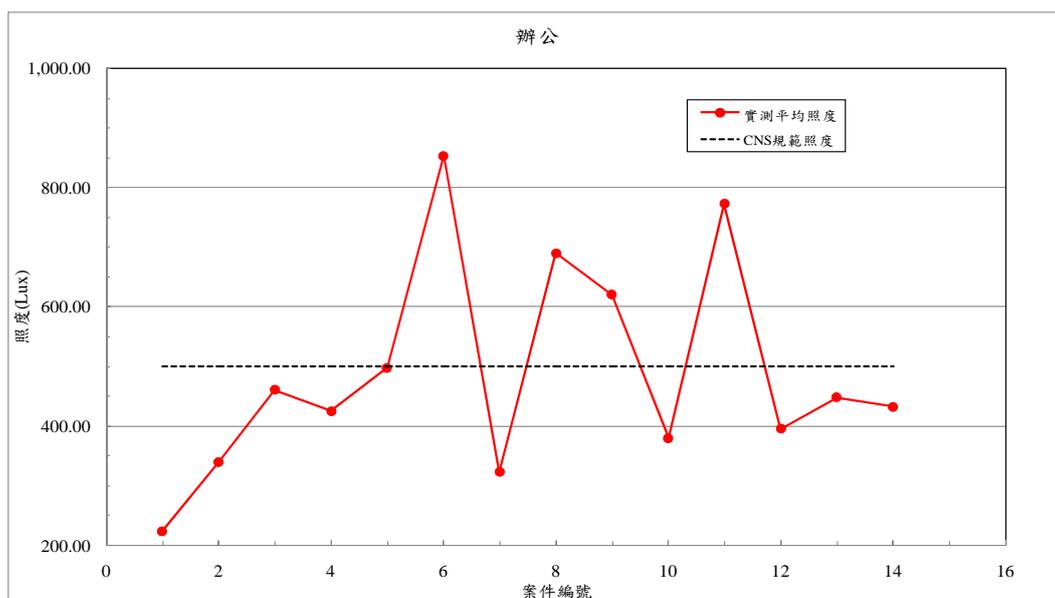


圖 4-2 辦公類案例之照度關係圖

要求的平均照度需達 500Lux 的規定。此外，由表 4-4 也可以發現個案在現場的 4 個量測點所測得的照度值，其均存有一定的差異量，甚至有部分測點的差異量高達超過 3 倍之多，顯示空間照度的均勻度似應納入設計考量。

圖 4-3 為此 14 件案例的設計照明功率密度 UPD 與綠建築規範照明功率密度基準 UPDc 的關係分布。由於本次量測的此類案例其適用的評估手冊版本計有 2009 年版、2012 年版及 2015 年版等 3 版本，其中 2012 年版及 2015 年版的照明功率密度基準 UPDc 值均為  $15\text{W}/\text{m}^2$ ，但 2009 年版規範的數值較低僅為  $11.8\text{W}/\text{m}^2$ 。由圖中可以發現此 14 件案例的量測結果，計有 11 件的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPDc，或許是為了取得較佳的得分，此 11 件案例中有 45.5% (5 件) 的案例其設計照明功率 UPD 值僅為綠建築規範 UPDc 值的一半，如進一步與表 4-2 美國 ASHRAE 90.1 的標準相比，本研究以該標準中相對寬鬆的 2010 年版所規範的  $9.7\text{W}/\text{m}^2$  標準來看，本次量測的 14 件案例仍有高達

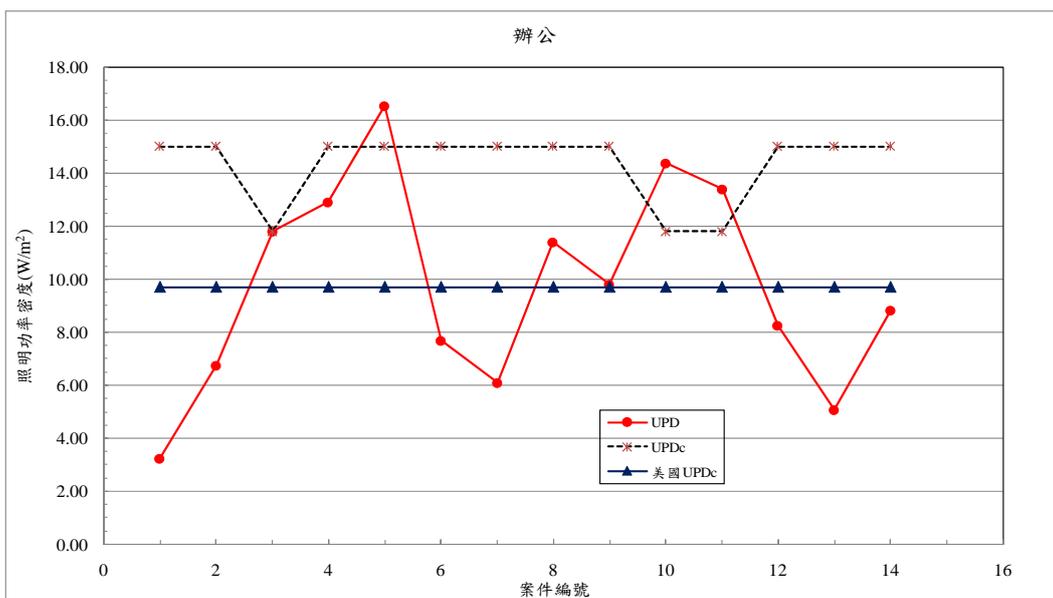


圖 4-3 辦公類案例之照明功率密度關係圖

50%的 7 件案例設計值低於該標準，顯示兩者存有一定的差異，似有進一步討論的空間。

由於綠建築評估手冊採照明功率密度方式檢討照明設計，但國家標準 CNS12112 是採用照度方式規範，為瞭解兩者的關連性，本研究嘗試將現場量測之平均照度與其設計照明功率密度 UPD 兩者關係繪製於圖 4-4。由圖中可以發現，整體而言現場的實測平均照

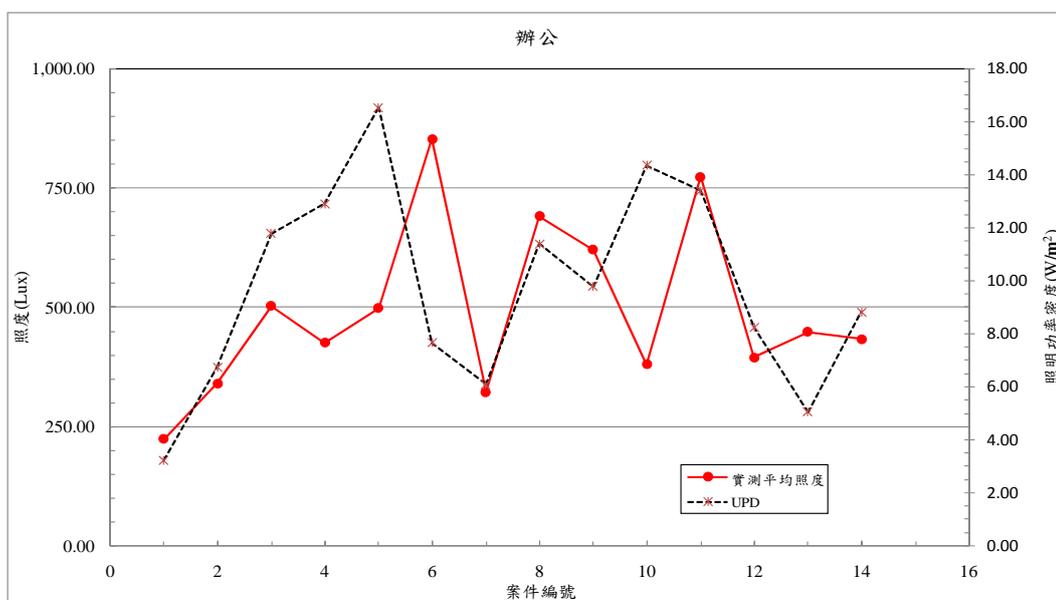


圖 4-4 辦公類案例之平均照度與照明功率密度關係圖

度與設計照明功率密度 UPD 兩者的趨勢大致相同，亦即平均照度高時其 UPD 也會較高，但仍有部分案例如案例 5、案例 6、案例 10 及案例 13 等 4 個案例則呈現出平均照度偏高或是設計照明功率 UPD 偏低的情況。

最後為瞭解空間大小與照度的關連性，本研究將此次量測的 14 個案例空間大小與其實測的平均照度點繪於圖 4-5。由圖中可以發現兩者的關連性並不顯著，亦即空間面積大者其平均照度未必會較高。

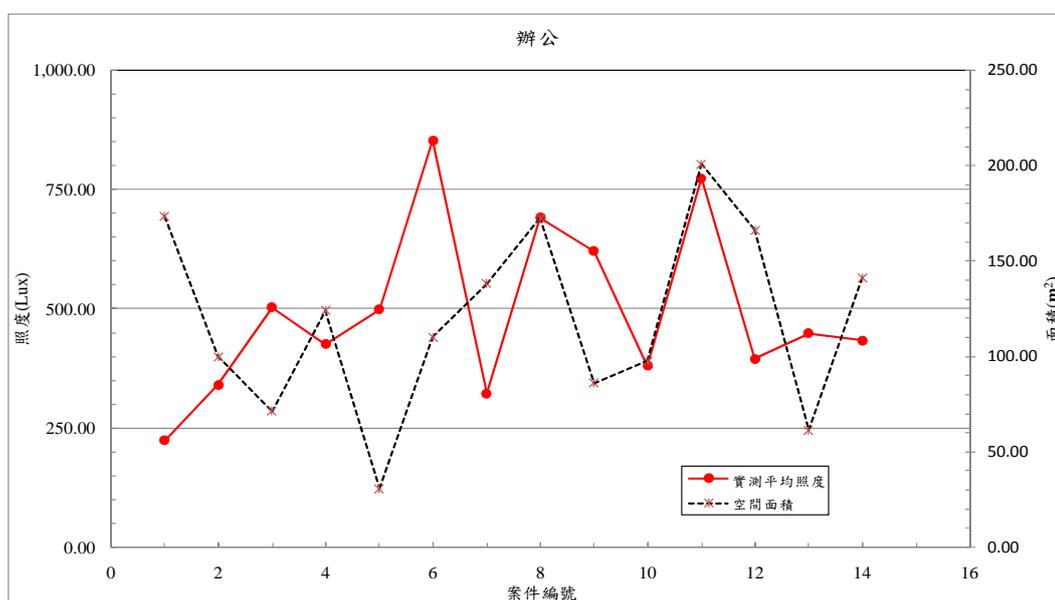


圖 4-5 辦公類案例之平均照度與空間面積關係圖

近年來由於新式光源 LED 燈具的大量興起，LED 光源製造成本持續降低，且效率和亮度不斷提高，配合 LED 所具有的壽命長、安全性高、發光效率高（低功率）、色彩豐富、驅動與調控彈性高、體積小、環保等特點，使得 LED 在一般照明市場應用得以大幅度擴張，帶動其市場需求成長。因此本研究也透過本次現場量測時，針對此 14 件案例所使用的燈具型式進行統計調查，並將其結果彙整於表 4-4。本次 14 件案例在設計上，其燈具仍以 T5 螢光燈具為主要大宗，但仍有部分案例，如案例 1、案例 2、案例 7 及案例 14 等 4

個案例採用 LED 的燈具設計，經比對其平均照度值部分，發現此 4 件案例的照度值均未達國家標準 CNS12112 所規範的辦公類建築需達 500Lux 平均照度的標準。另在比對綠建築照明功率密度基準 UPDc 的規範部分，同樣地此 4 件案例的設計照明功率 UPD 值，也均呈現出其設計值小於綠建築照明功率密度 UPDc 的基準值，甚至發現案例 1 的設計值僅有規範數值的 22%，而其平均照度也只有國家標準 CNS12112 所規範數值的一半。

## 第二節 教室類案例現場照度量測分析

接著在教室類案例照度量測部分，同樣地本研究在北及南 2 分區共計也挑選出 12 件案例進行現地照度量測作業，其中北區的案例有 3 件，南區的案例則計有 9 件，並依照與辦公類相同的量測方式，於空間平均分布選取 4 個量測點進行現地照度量測，並取算術平均值作為該空間的平均照度。此外也將各量測空間的面積、設計的 UPD、綠建築規範的 UPDc 以及空間採用的燈具型式等資料彙整如表 4-5 並將其點繪於圖 4-6~圖 4-9 所示。由於學校除了一般學生上課用的教室外，也有部分教室空間的規劃是作為研究空間使用，本次的 12 件案例中也特別挑選了 1 個研究室案例（案例 8）進行量測比對。

首先在照度量測部分，教室類建築因有 1 個研究室案例，而研究室因使用性質類似圖書館的閱讀區，其 CNS12112 規範的平均照度標準與教室相同均為 500Lux。同樣為瞭解本次 12 件案例的實測照度與 CNS 規範的差異，圖 4-6 為以本研究個案空間的平均照度當

表 4-5 教室類現場照度案例統計表

案例編號	分區	空間測點照度(Lux)				平均照度(Lux)	UPD (W/m <sup>2</sup> )	UPDc (W/m <sup>2</sup> )	面積 (m <sup>2</sup> )	燈具型式
		1	2	3	4					
1	北	473	408	447	512	460.00	7.39	15.10	45.44	T5
2	北	292	483	450	359	396.00	10.05	15	91.97	T5
3	北	357	497	255	427	384.00	10.89	15	95.09	T5
4	南	380	380	460	460	420.00	9.72	15.1	60.50	T5
5	南	810	690	660	460	655.00	10.97	15.1	68.90	T5
6	南	530	220	710	270	432.50	7.06	15	89.10	T5
7	南	1400	970	1670	1440	1370	16.73	15	295.93	T5
8	南	430	160	270	220	270	15.61	12	85.06	T5
9	南	520	270	340	410	385	10.81	15	88	T5
10	南	520	340	290	530	420	10.85	15	129	T5
11	南	520	470	500	490	495	11.7	15	67	T5
12	南	750	650	510	600	627.5	10.75	15	99	T5

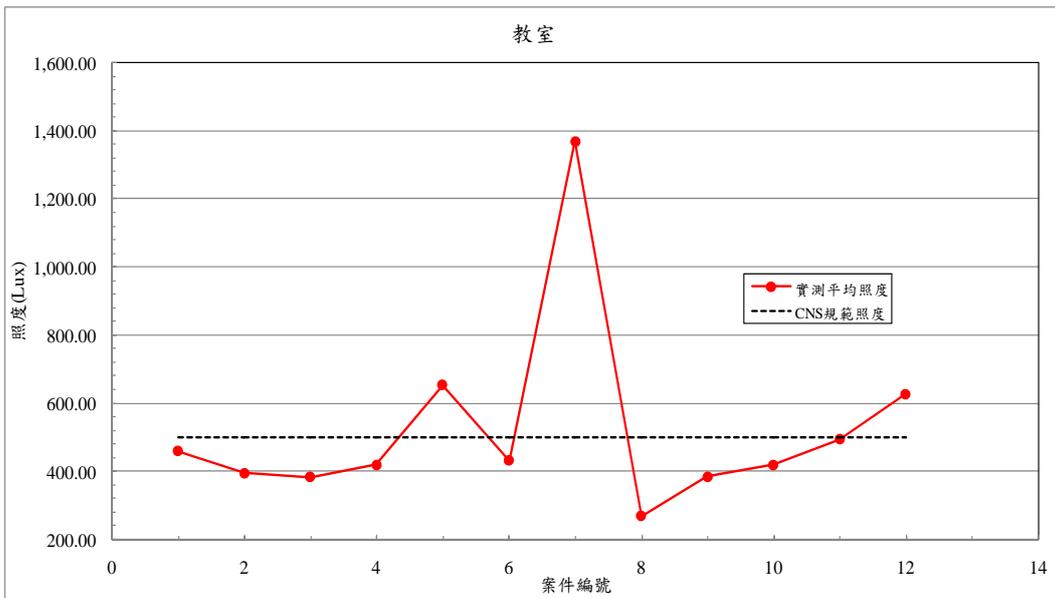


圖 4-6 教室類案例之照度關係圖

成該空間的實際照度並與 CNS 規範的 500Lux 平均照度所進行的比對結果。由圖 4-6 中可以發現 12 件案例僅有 3 件案例的現場照度可以符合 CNS 要求的平均照度需達 500Lux 的規定。另由表 4-5 也同樣發現，部分個案在現場的 4 個量測點所測得的照度值，其與辦公類案例相同均存有一定的差異量，惟其最高差異量相較辦公類案例

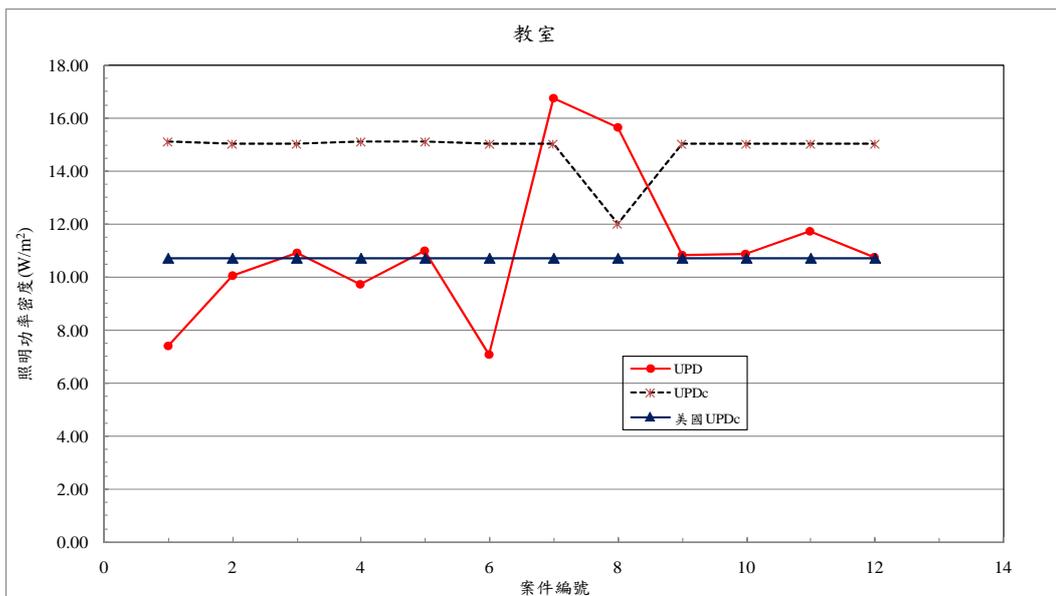


圖 4-7 教室類案例之照明功率密度關係圖

低一些約僅有 2 倍左右。此外由表中量測數值也發現到，案例 7 現場量測的平均照度高達 1370Lux，這也明顯高出 CNS 的規範值約 2.7 倍，更加凸顯空間照度的均勻度應納入設計考量的必要性。

圖 4-7 為此 12 件案例的設計照明功率密度 UPD 與綠建築規範照明功率密度基準 UPDc 的關係分布。由於本次量測的 12 件案例中一般學生上課用的教室計有 11 件，其適用的評估手冊版本有 2009 年版、2012 年版及 2015 年版等 3 種版本，其照明功率密度基準 UPDc 值在 2012 年版及 2015 年版均為  $15\text{W}/\text{m}^2$ ，但 2009 年版規範的數值則為  $15.1\text{W}/\text{m}^2$ 。此外案例中還有 1 個 2012 年版本的研究室案例(案例 8)，其照明功率密度基準 UPDc 值為  $12\text{W}/\text{m}^2$ 。由圖中可以發現此 12 件案例的量測結果，計有 10 件的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPDc，其中也僅有 2 件案例的設計照明功率 UPD 值為綠建築規範 UPDc 值的一半，如進一步與表 4-2 美國 ASHRAE 90.1 的標準相比，由於美國 ASHRAE 無研究室的標準，因此本研究全部採用一般教室的規範標準，並以相對寬鬆的 2010 年版  $10.7\text{W}/\text{m}^2$  標準來比對，本次量測的 12 件案例仍有 4 件案例設計值低於該標準，顯示兩者仍存有相當的差異。

由於綠建築評估手冊與國家標準 CNS12112 分別採用照明功率密度以及照度方式進行照明設計檢討，本研究同樣嘗試將現場量測之平均照度與其設計照明功率密度 UPD 兩者關係繪製於圖 4-8，以利瞭解兩者的關連性。由圖中可以發現，整體而言現場的實測平均照度與設計照明功率密度 UPD 兩者的趨勢大致相同，亦即平均照度高時其 UPD 也會較高，但仍有部分案例如案例 2、案例 3、案例 8、案例 9 及案例 12 等 5 個案例與辦公類建築的趨勢相同，則呈現出平均照度偏高或是設計照明功率 UPD 偏低的情況。

本研究亦將此次量測的 12 個案例空間大小與其實測的平均照度點繪於圖 4-9。由圖中可以發現空間大小與照度兩者的關連性似

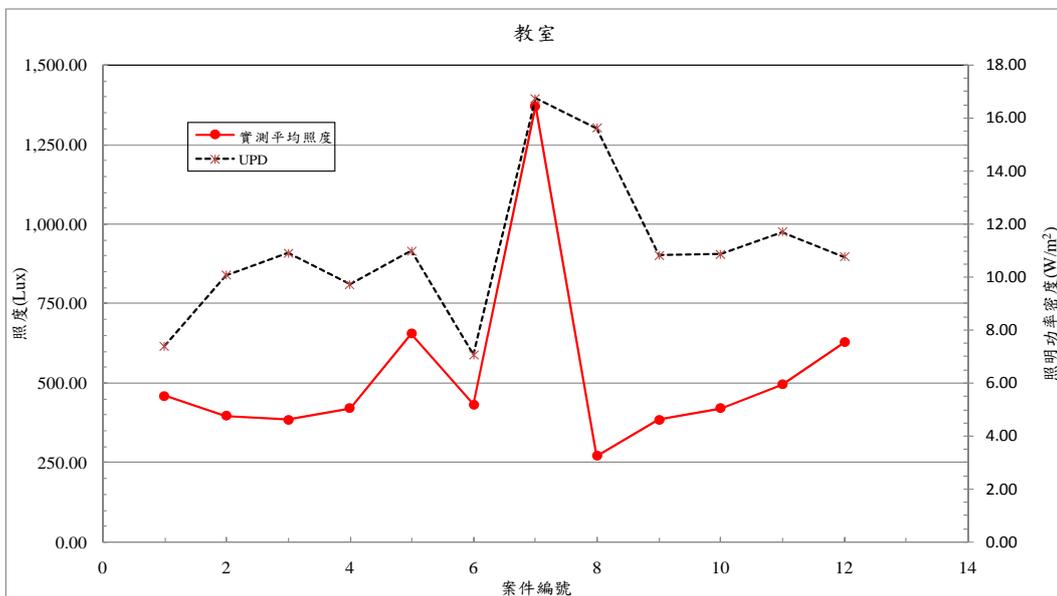


圖 4-8 教室類案例之平均照度與照明功率密度關係圖

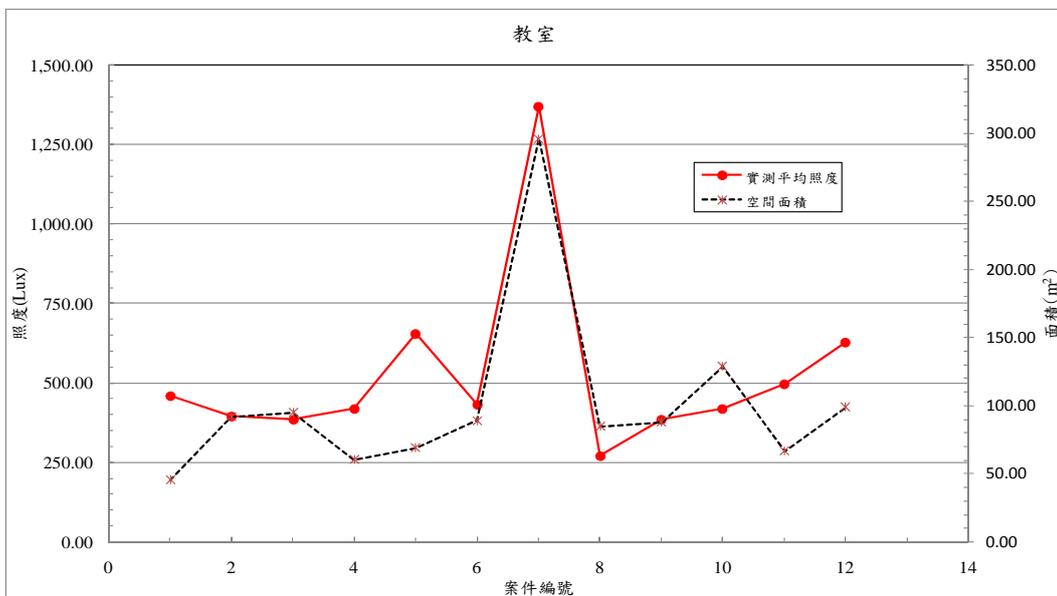


圖 4-9 教室類案例之平均照度與空間面積關係圖

乎並不顯著，亦即空間面積大者其平均照度未必會較高。

最後研究亦透過現場量測針對此 12 件案例所使用的燈具型式進行統計調查，並將其結果彙整於表 4-5。經統計發現，本次學校類的 12 件案例在照明設計上，其燈具全數採用 T5 螢光燈具，並無辦公類案例採用 LED 燈具設計的情況。然而在圖 4-6 比對其平均照度值時可以發現，有高達 75%（9 件）案例的照度值未達國家標準 CNS12112 所規範的教室類建築需達 500Lux 平均照度的標準，顯見攸關國家未來主人翁視力保健的教室照明，其設計上普遍出現照度不足的現象，值得進一步關注。

### 第三節 綠建築照明節能設計之探討

照明需求是人類生活不可或缺的重要電力負載，也幾乎是文明生活水準的重要指標之一，長期以來照明用電更是國家競爭力及進化的象徵。近年來全球能源價格攀高，在替代能源尚未普及下，節能是減緩問題的唯一途徑，更是永續發展必要的工作。照明設計與應用伴隨著科技發展，今日照明不僅是一盞燈，而是一整個系統，是生活的必需品，也成為現代建築的必要設備伴隨著科技發展所帶來蓬勃的經貿活動及生活水準的提高，更提升了整體照明用電的需求。目前世界各主要工業國的照明用電比例都在 10% 至 20% 之間，僅次於工業動力馬達、冷氣空調後之重要電力負載。

照明系統乃建築物的必要設備，而所謂照明系統是包含了照明設計、照明器具及照明管理。照明節能工作中，僅提升照明設備的效率是不足的，照明系統必須以更積極的方式來管理照明設備，來達成更大的整體效率提升。隨著國民所得逐年增加，人民生活水準不斷提高，電器用具的普及化，使得用電量持續攀升，而照明器具的耗電量為一般家庭中所有用電器具之冠。在現代家庭的生活中，照明器具已不再如以往僅純粹「照明」為目的，其間包含著裝飾、生活情趣、個人品味等生活品質與個人性格的表現，故耗電也相對地提高。因此在節能減碳之訴求下，以「亮」為優先訴求的傳統照明系統，已經進化到優質照明光環境的規劃設計並兼顧節能環保導向的先進照明思維，從整體系統整合的概念，除了滿足光的基本需求，優先考慮光對人心理、生理影響及光污染問題效應，由舒適光環境之營造兼顧合理的照明能源使用效率，因此舉凡光源類型、燈具外型與調控系統已然成為評估照明性能的重要參數。

為兼顧照明品質與節能要求，在綠建築的照明節能效率 EL 之計算中，提供設計者以健康照明為前提之總耗能量管制法，透過室內燈具效率係數 IER 與主要作業空間照明功率係數 IDR 這 2 個關鍵

係數，選擇高發光效率光源及高效率燈具，並藉由採用安定器與照明控制等方式，來防止過大設計同時達成兼顧健康視覺環境與照明氣氛之照明需求。然而依據 CNS 國家標準規定，為達照明設計需求，提供使用者一個舒適、安全且有效的照明環境，國家標準 CNS12112 已針對不同作業環境訂立有基本照度的需求規定。此外國際上為積極推動建築物照明用電管制，在能同時兼顧節能及照明品質的條件下，照明設計須考慮照明型式、照度值、光源、室內面積及照明器具等因子，最具代表也是多數國家參考的就是由美國 ANSI/ASHRAE/IESNA 共同訂定 Standard 90.1-1989 照明節能規範，透過照明功率密度 LPD 值來評估其照明節能，同時採 3 年修訂 1 次以及逐步調降標準的方式（詳表 4-2），來提升照明節能的設計水準。而我國的綠建築評估手冊雖也參照美國這項 ASHRAE 90.1 的照明標準訂立我國的主要作業空間照明功率密度基準 UPD<sub>cj</sub> 來進行空間照明設計品質的管控，然由表 4-3 彙整 2009 年版、2012 年版及 2015 年版等近年版本的標準發現，除規範的空間類別增加外，其整體照明功率密度之規定反而為逐漸放寬，此與美國 ASHRAE 90.1 的趨勢明顯不同。

由於現行國家標準 CNS12112 係採照度要求的方式來管控空間的照明設計，因此須在照明設計完成後透過現場照度量測及調校的方式確保照度能達規範要求，除增加相當多的設計工作量外，也勢必提升綠建築推廣的阻礙。為此綠建築的照明設計藉由照明功率密度 UPD 的管控方式，提供設計者一個較為便捷的照明設計準則，並訂立主要作業空間照明功率密度基準 UPD<sub>cj</sub> 以規範照明超量設計。由於國內長久存有設計者為能獲取合理設計費，因此過往在照明設計的確存有透過超量照明設計裝設較多照明燈具設備的方式，變相成為設計者設計酬金的作法。而這樣的不合理設計型態，透過上述綠建築照明功率的規範，已有顯著改善。由前面表 4-2 及表 4-3 的

比對也發現，綠建築評估手冊當時在訂立照明功率基準時，為避免推動初期窒礙難行，其基準值相較於美國 ASHRAE 90.1 的基準寬鬆，希望透過制度的推動逐步帶領國內照明設計市場走向正軌。而這目標也的確伴隨綠建築推動逐步的落實，成為目前國內照明設計習用的設計依據。而由過往通過綠建築標章案例中也發現，在相關法令制度規範要求下，部分案例的照明節能評分取得高分的比例似有增多的趨勢。

由於國家標準與綠建築採用不同的基準進行照明規範，為瞭解兩者的差異，本研究也透過案例現場量測分別完成辦公類案例 14 件及教室類案例 12 件的現場照度量測分析比對。經比對發現，本次挑選的量測案例其平均照度符合國家標準 CNS12112 的比例均偏低，辦公類案例僅有 5 件符合，通過比例為 35.7%；而教室類案例則僅有 3 件符合，其通過比例更低僅有 25%。進一步比對其設計照明功率 UPD 與綠建築規範的照明功率密度 UPDc 部分，辦公類 5 件符合案例中有 4 件的設計照明功率 UPD 低於綠建築規範的 UPDc；另在教室類 3 件符合案例中則有 2 件。至光源選取的部分，辦公類的這 4 件與教室類的 2 件案例則全數採用 T5 燈具。



## 第五章 結論與建議

由於取得綠建築標章或候選綠建築證書之建築物於使用階段將可有效達到節電、節水及降低二氧化碳排放等的成效，近年來各級政府為擴大綠建築之實踐，提升整體都市環境品質，並達成節能減碳、永續城市之目標，紛紛於相關政策中，如：環境影響評估、都市設計審議及自治條例等相關規定，將綠建築標章納入管制，然因這些管制均涉及開發許可或相關獎勵誘因，因此其綠建築之等級要求至少需達「銀級」以上。然經相關數據顯示，這些措施推動實施以來，取得高等級綠建築標章的數量及比例確有逐年提升之趨勢，但為取得高等級的要求如「銀級」獎勵門檻，至少需取得幾項指標，以及哪些指標是設計者常使用的指標項目，另針對不同評估手冊版本、建築區位、建築型態與建築規模，在指標的選取與分級等級的差異為何，長久以來一直是在進行綠建築相關宣導推廣時許多建築設計從業人員所關切，惟國內尚未有相關研究資料可供參考。

為充分瞭解國內綠建築分級制度的實際現況，105 年度自辦研究計畫業針對截至 104 年底評定通過取得綠建築分級「合格級」以上之 984 個綠建築標章案例為研究對象，並依其使用 2005 年版、2007 年版、2009 年版及 2012 年基本型版評估手冊版本，就其通過等級、通過指標數與適用評估手冊版本等進行其關聯性分析探討。研究發現，申請的指標項目、指標數量與綠建築標章的等級具有一定的關聯性，且發現「照明節能」這項分項指標的案例得分有隨著版本的變更逐漸提升的趨勢。

由於現行最新的 2015 年版綠建築評估手冊，已修訂照明節能計算，刪除照明光源效率比  $r_i$ ，以改善光源效率與燈具功率兩變數重覆評估之矛盾，而近年綠建築標章通過案例中也發現，以往照明燈具超量設計，在綠建築節能觀念導入後已逐漸改變朝向合理化設計邁進，同時發現在相關法令制度規範要求下，取得高等級綠建築標

章的案例逐漸提升，其中照明節能評分取得滿分的案例也增多。為能有效落實綠建築政策，並充分瞭解國內現行綠建築標章通過案例的照明設計水準，同時分析 2015 年版本修訂照明節能計算的影響，本研究選擇截至 105 年底止，採 2012 年版及 2015 年版綠建築評估手冊(基本型)評定通過綠建築標章之照明節能案例約 180 件案例，進行照明節能案例之照明光源及設計手法分析探討，同時透過現地照度量測以進行照度水準的探討，獲致成果與建議說明如後。

## 第一節 結論

### 一、案例的照明節能系統得分離散程度 2012 年版以南區最大，2015 年版則為北區最大

由第二章彙整收集完成的 2012 年版評估手冊的 149 件有效案例資料，依其北、中、南分區方式進行案例之燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分 RS4<sub>3</sub> 等 4 部分的分析統計，並將 3 分區設計案例的平均值、最大值及最小值結果繪製於如圖 5-1~圖 5-4，並透過最大值與最小值的差

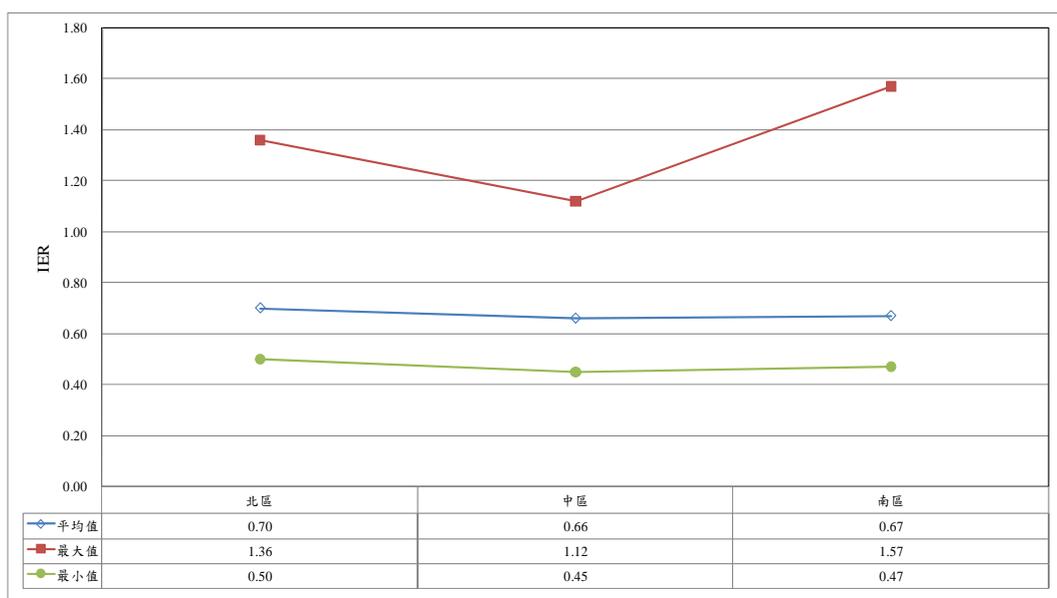


圖 5-1 2012 年版評估手冊分區案例之 IER 得分統計分布圖

異及平均值，進行資料組距的變動性以及資料離散程度判定依據。

由圖 5-1 我們可以發現，就燈具效率係數 IER 的統計結果而言，其資料組距的變動性以及資料的離散程度 2 部分，均是以南區為最大，中區為最小。至於主要作業空間照明功率係數 IDR 部分，由圖 5-2 可以發現，在資料組距的變動性仍呈現出南區為最大，中區為最小，但在資料的離散程度部分，則是以中區為最大，北區與南區

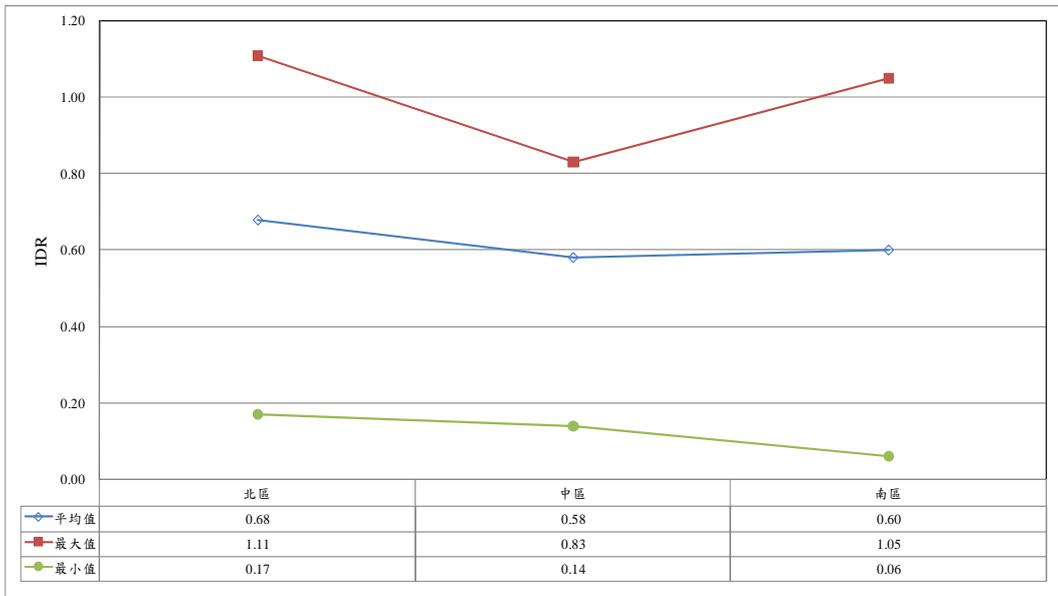


圖 5-2 2012 年版評估手冊分區案例之 IDR 得分統計分布圖

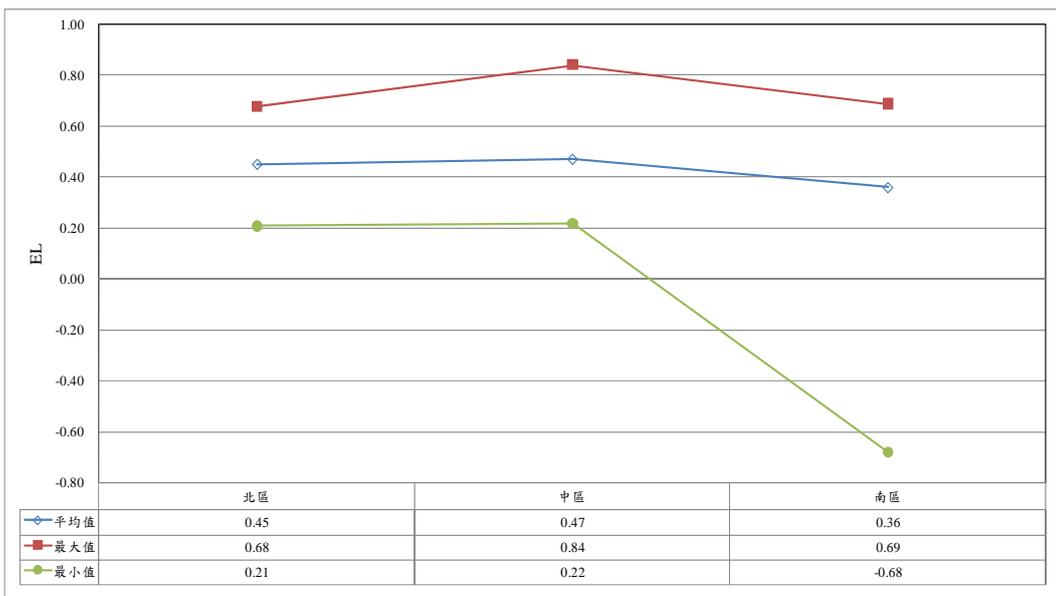


圖 5-3 2012 年版評估手冊分區案例之 EL 得分統計分布圖

則呈現出相似的變化趨勢。

另在照明系統節能效率 EL 部分，由圖 5-3 可以發現，在資料組距的變動性仍呈現出南區為最大，但最小的部分是出現在北區，至於資料的離散程度部分，則是呈現出南區為最大，北區為最小的變化趨勢。最後在系統得分  $RS4_3$  部分，由圖 5-4 可以發現，在資料組距的變動性仍是以南區變動最大，而中區為變動最小，至於資料的離散程度部分，也是以南區為最大，中區為最小的趨勢呈現。

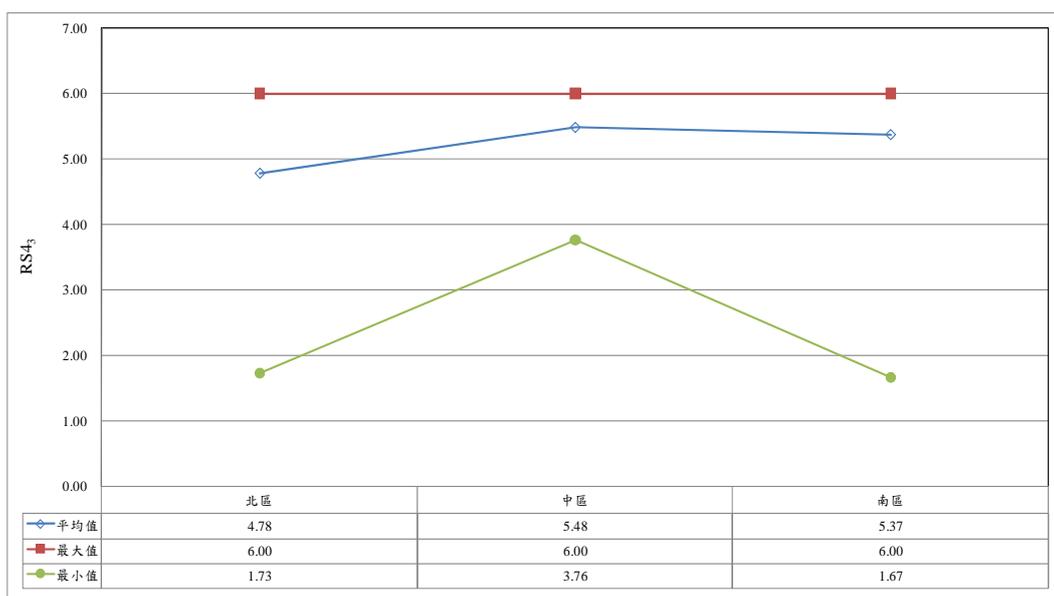


圖 5-4 2012 年版評估手冊分區案例之  $RS4_3$  得分統計分布圖

至在 2015 年版評估手冊的案例部分，由第二章彙整收集完成的 19 件有效案例資料，同樣依其北、中、南分區方式進行案例之燈具效率係數 IER、主要作業空間照明功率係數 IDR、照明系統節能效率 EL 及系統得分  $RS4_3$  等 4 部分的分析統計，並將 3 分區設計案例的平均值、最大值及最小值結果繪製於如圖 5-5~圖 5-8，並同樣透過最大值與最小值的差異及平均值，進行資料組距的變動性以及資料離散程度判定依據。

圖 5-5 為燈具效率係數 IER 的統計結果，由圖中可以發現在資料組距變動性以及資料離散程度這 2 部分，則是以北區為最大，中

區為最小。至於主要作業空間照明功率係數 IDR 部分，由圖 5-6 可以發現，在資料組距的變動性仍呈現出北區為最大，中區為最小，至在資料的離散程度部分，則也是以南區為最大，中區為最小的趨勢。

另在照明系統節能效率 EL 部分，由圖 5-7 可以發現，在資料組距的變動性仍呈現出北區為最大，中區為最小，至於資料的離散程

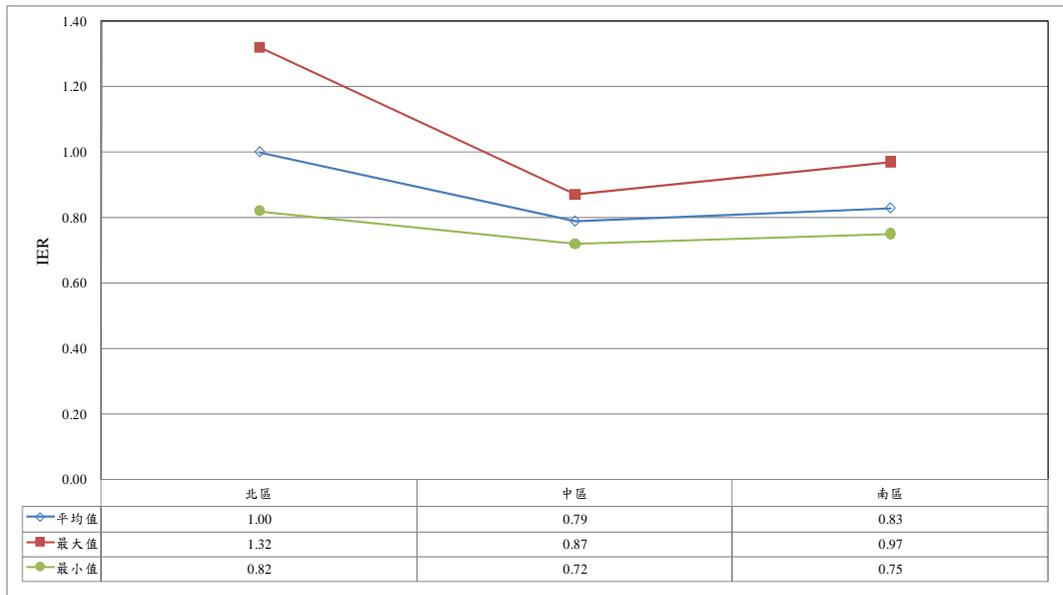


圖 5-5 2015 年版評估手冊分區案例之 IER 得分統計分布圖

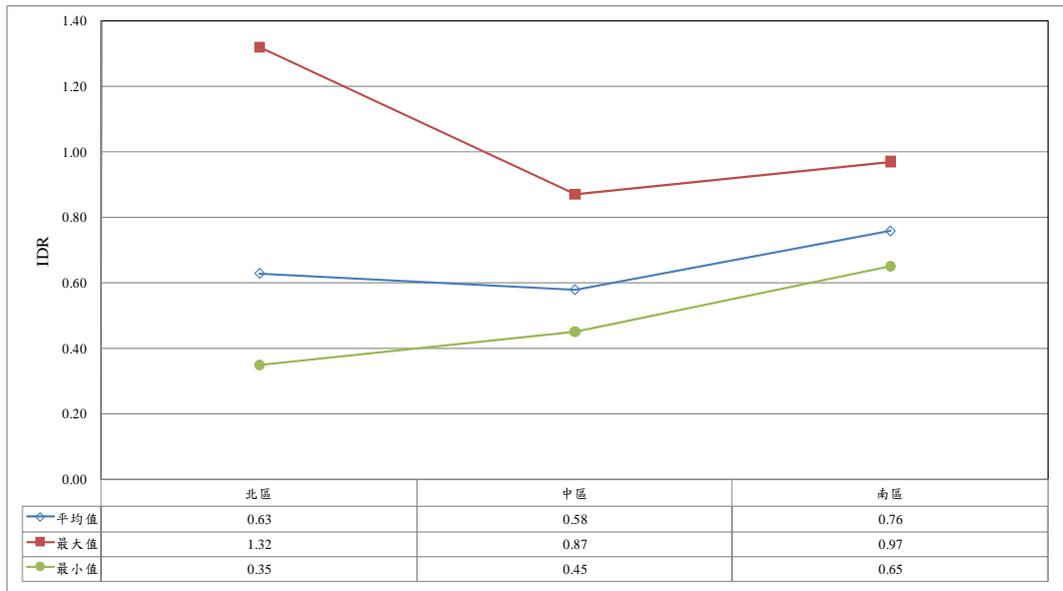


圖 5-6 2015 年版評估手冊分區案例之 IDR 得分統計分布圖

度部分，則也是呈現出北區為最大，中區與南區則呈現出相似的變化趨勢。最後在系統得分 RS4<sub>3</sub> 部分，由圖 5-8 可以發現，在資料組距的變動性仍是以北區變動最大，而中區為變動最小，至於資料的離散程度部分，則也是以北區為最大，而中區與南區則呈現出相似的變化趨勢。

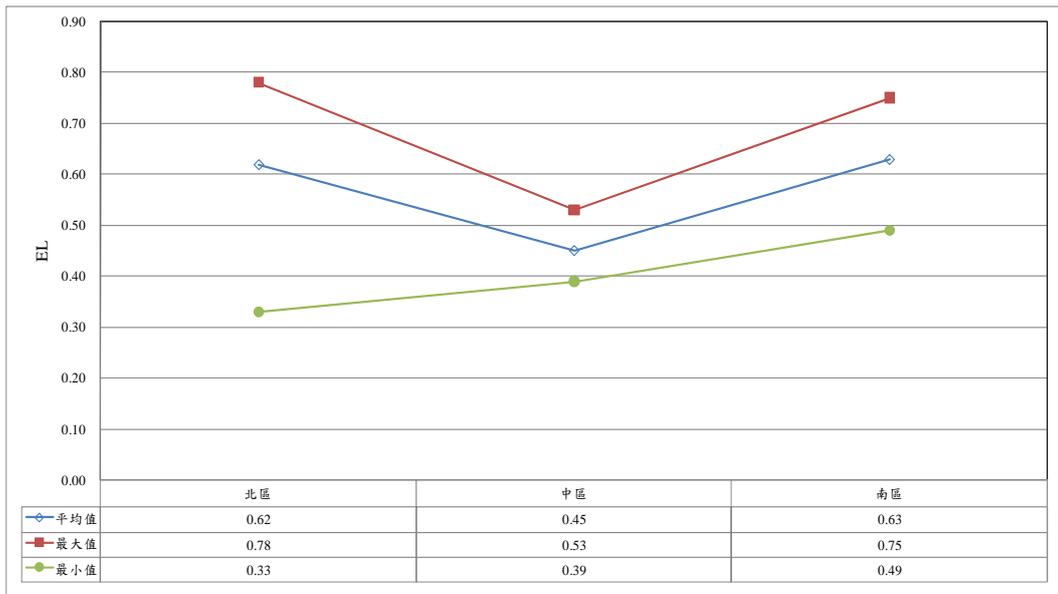


圖 5-7 2015 年版評估手冊分區案例之 EL 得分統計分布圖

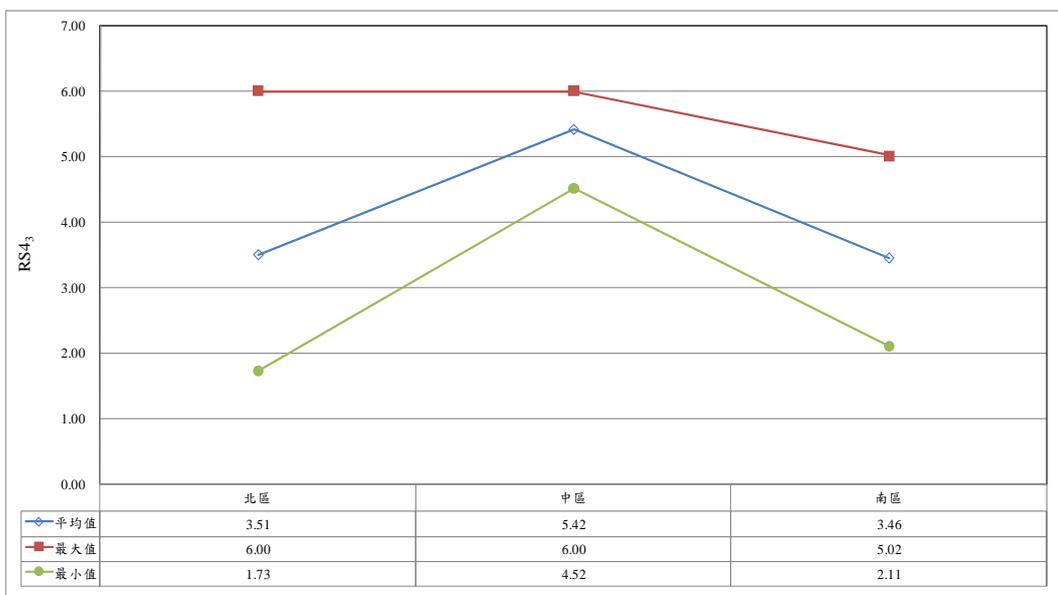


圖 5-8 2015 年版評估手冊分區案例之 RS4<sub>3</sub> 得分統計分布圖

## 二、2015 年版的照明系統得分較 2012 年版嚴格

為了進一步瞭解 2015 年版的綠建築評估手冊照明系統節能效率 EL 計算方式改變之影響，本研究以 2012 年版及 2015 年版的案例，分別於北、中、南分區，針對大型空間類、學校類、辦公類及醫院類等 4 類型建築物，各挑選部分案例分別改以 2015 年版本及 2012 年版本的計算方式，重新檢討其照明節能效率 EL 及系統得分  $RS4_3$ ，以實際瞭解其差異性。

經由前面的案例檢討發現，整體而言，由於 2015 年評估手冊在照明設計上刪除照明光源效率比  $r_i$ ，致使 2015 年版計算出的燈具效率係數 IER 值會比 2012 年的值來得高，而在主要作業空間照明功率係數 IDR 部分，由於 2 評估手冊版本所採用的計算方式完全相同，致使照明系統節能效率 EL 的計算值也是呈現 2015 年版的計算值會比 2012 年的值來得高，但換算成系統得分  $RS4_3$  時，依照 (2-6) 及 (2-7) 式計算會變成 2012 年的值大於 2015 年版，甚至有部分案例會出現連該指標的合格基準 1.5 分的基本分都無法達到的情況，這顯示 2015 年版評估手冊的照明設計標準較高，如需及格會取得較佳的分數，在設計時需採更高的設計標準。

## 三、燈具效率係數 IER 值大於 1.0 的耗能設計，可在 2015 年版取得高分

依照 (2-3) 式燈具效率係數 IER 值，在 2012 年版評估手冊由於照明光源效率比  $r_i$  保留在分母，因此當若設計採用效率差的光源時，其 IER 值會變大，但這樣的效應則因 2015 年版評估手冊 IER 的計算刪除了照明光源效率比  $r_i$  而無法呈現，再加上主要作業空間照明功率係數 IDR，於 2 評估手冊版本採用相同的計算方式，而照明系統節能效率 EL 的計算依照 (2-2) 式為兩者的乘積值，因此發現當在 2012 年版的 IER 值大於 1.0 時，改以 2015 年版的方式計算

其值反而變小，進而造成 EL 值也降低，最後帶入 RS4<sub>3</sub> 系統得分時其數質反而變大，這意味著如果照明設計在 2012 年版係屬相對耗能的設計時，改以 2015 年版評估手冊檢討時，其照明設計卻呈現較佳結果的不合理現象。

#### 四、現場平均照度符合 CNS 國家標準之比例偏低

依照本研究現場辦公類案例 14 件及教室類案例 12 件的現場照度量測分析比對發現，量測案例之平均照度符合國家標準 CNS12112 的比例均偏低，辦公類案例僅有 5 件符合，通過比例為 35.7%；而教室類案例則僅有 3 件符合，其通過比例更低僅有 25%。顯見國內照明設計普遍出現照度不足的現象，值得進一步關注。

#### 五、多數案例的 UPD 值僅為綠建築規範基準值的一半

由本研究現場辦公類案例 14 件及教室類案例 12 件的設計照明功率 UPD 值與綠建築規範 UPD<sub>c</sub> 值的分析比對發現，辦公類案例有 11 件案例的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPD<sub>c</sub>，甚至有 5 件案例，其設計照明功率 UPD 值僅為綠建築規範 UPD<sub>c</sub> 值的一半；而教室類案例則有高達 10 件案例的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPD<sub>c</sub>，而設計照明功率 UPD 值為綠建築規範 UPD<sub>c</sub> 值一半的案例則較辦公類案例為低，僅有 2 件案例。

#### 六、LED 燈具不是造成 UPD 值低的主因

由於新式光源 LED 燈具的大量興起，加上製造成本持續降低，且效率和亮度不斷提高，同時因壽命長、安全性高、發光效率高（低功率）、色彩豐富、驅動與調控彈性高、體積小、環保等特點，使得 LED 在照明市場應用得以大幅度擴張。由本次研究現場量測案例比對發現，設計照明功率 UPD 值低於綠建築規範 UPD<sub>c</sub> 值的燈具，

分析比對發現，辦公類案例 11 件現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPD<sub>c</sub>，僅有 4 件案例採用 LED 燈具；而教室類案例 10 件現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPD<sub>c</sub>，其全為 T5 燈具。

## 第二節 建議

由於 2015 年版的綠建築評估手冊內，照明系統節能效率 EL 的計算方式中做了重大變革，為了改善光源效率與燈具功率兩變數重覆評估之矛盾，將原先的照明光源效率比  $r_i$  刪除，但依據本研究針對 2012 年版評估手冊的 149 件及 2015 年版評估手冊的 19 件有效案例進行分析，並依其北、中、南分區方式，挑選大型空間類、學校類、辦公類及醫院類等 4 類型建築物，各 1~3 件案例分別改以 2015 年版本及 2012 年版本的計算方式，重新檢討，研究結果發現，2015 年版的照明系統得分較 2012 年版嚴格，此外當以 2012 年版評估手冊進行照明設計時，其燈具效率係數 IER 值大於 1.0 的耗能設計，改以 2015 年版方式計算時，其照明設計卻呈現較佳結果的不合理現象。

由於國際上在推動建築物照明用電管制時，為能同時兼顧節能及照明品質的條件下，多採用照明功率密度 UPD 值來評估其照明節能，而我國的綠建築評估手冊係也參照這項照明規範來訂立我國主要作業空間照明功率密度基準 UPD<sub>cj</sub> 來進行空間照明設計品質的管控。然而我國現行的國家標準 CNS12112 則係採照度要求的方式來管控空間的照明設計，因此須在照明設計完成後透過現場照度量測及調校的方式確保照度能達規範要求。為瞭解兩者的差異，本研究也透過案例現場量測完成綠建築評估手冊所訂的照明功率密度基準 UPD<sub>cj</sub> 與 CNS12112 規範的照度標準兩者的關連性現場照度量測分析比對，研究結果顯示，現場平均照度符合 CNS 國家標準之比例偏

低，甚至多數案例的 UPD 值僅為綠建築規範基準值的一半，顯見國內照明設計普遍出現照度不足的現象，值得進一步關注。以下針對本次研究彙整分析發現的問題提出相關建議如下，以供後續研究及綠建築評估手冊修訂之參考。

#### 建議一

綠建築評估手冊的主要作業空間照明功率密度基準 UPD<sub>cj</sub> 應進一步探討其合理性：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人成大研究發展基金會

為能兼顧節能及照明品質，照明設計須考慮照明型式、照度值、光源、室內面積及照明器具等因子。全球為積極推動建築物照明用電管制，首先由美國訂定 ASHRAE 90.1 照明節能規範，針對相異照明空間採用照明功率密度 LPD (Lighting Power Density, 簡稱 LPD) 值來評估其照明節能，此作法係從環境空間的角度訂定照明用電標準，促使以更低的空間耗電量提供相同空間照明需求，降低照明用電密度意味著促進大眾採用高效率照明產品、系統，及注重照明設計規劃與應用節能技術，達到減低用電量，但仍能滿足空間照明的需求，並降低無謂的照明浪費，並為因應照明器具與技術的提升，該項規範每 3 年修正 1 次，並依前述彙整近 3 年版本發現，其標準有逐年降低的趨勢。國際上除美國外，日本、英國、澳洲、新加坡、香港等先進國家也大致以前述美國 ASHRAE 90.1 規範系統為基本架構，建立其國家的照明用電密度管制基準。

我國綠建築評估手冊，也同樣參照美國 ASHRAE 90.1 所訂的照明功率密度規範標準，於主要作業空間照明功率係數 IDR 中透過主要作業空間照明功率密度基準 UPD<sub>cj</sub> 來管控空間照明設計品質，然為避免推動初期窒礙難行，其基準值相較於美國 ASHRAE 90.1 的基

準寬鬆，希望透過制度的推動逐步帶領國內照明設計市場走向正軌，同時也透過手冊的改版更新進行相關規範的修正。然由彙整近 3 年版本的綠建築評估手冊可以發現，我國評估手冊所規範的照明功率密度基準，除因應實務需求於不同版本中增加空間類別外，其整體照明功率密度之基準值規定反而放寬。此一趨勢與國際因應新式照明器具的發光效率提升以及設計提升其管制基準為逐年降低的走勢不同，似有進一步研修我國照明管制基準之必要。

## 建議二

綠建築評估手冊應訂立最低主要作業空間照明功率密度基準：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人成大研究發展基金會

依據綠建築評估手冊的規定，綠建築的照明節能效率 EL 之計算，係透過室內燈具效率係數 IER 與主要作業空間照明功率係數 IDR 這 2 個關鍵係數，提供設計者以健康照明為前提之總耗能量管制法，以同時達成兼顧健康視覺環境與照明氣氛之照明需求。而室內燈具效率係數 IER，主要係透過安定器、燈具效率及照明控制等項目管制，要求設計者藉由高發光效率光源及高效率燈具之選擇，來提升照明設計水準，至主要作業空間照明功率係數 IDR 則是透過作業空間之照明總功率管控，以防止照明過大設計。

因此如在設計時其所選用的燈具器具效率不佳時，這時似乎可以透過降低作業空間的照明功率方式來達成綠建築的照明規範。而這由前述現場案例之照度量測研究分析可以得到證實。由本次量測的 26 件辦公類及教室類案例中，共計 16 件案例的現場照明功率密度 UPD 設計值小於綠建築規範的照明功率密度基準 UPDc，如更進

一步比對發現有 7 件案例的設計照明功率 UPD 值僅為綠建築規範 UPDc 值的一半。這或許是目前設計均以照明功率密度基準 UPDc 作為設計的上限，但因無設計下限的規範，在為求獲取較高綠建築照明得分，因此出現許多偏低設計的案例。

我國綠建築評估手冊的主要作業空間照明功率密度基準 UPDcj，雖也參照美國 ASHRAE 90.1 的照明功率密度規範標準所訂立，然考量國內過往照明超量設計現況，為避免推動初期窒礙難行，並希望透過制度的推動逐步帶領國內照明設計市場走向正軌，故其基準值相較於美國 ASHRAE 90.1 的基準寬鬆。而這目標也的確伴隨綠建築推動逐步的落實，成為目前國內照明設計習用的設計依據。為避免犧牲作業空間照明功率以獲取高分的不合理照明設計發生，建議應訂立最低主要作業空間照明功率密度基準，並初步建議可參酌美國 ASHRAE 90.1 的基準研訂。未來在計算照明效率時，應同步檢視各照明空間之設計照明密度是否低於此最低主要作業空間照明功率密度基準，以達最低照明設計水準。

## 附錄一 期中會議記錄及處理情形

時間：106 年 8 月 10 日（星期四）上午 9 時 30 分

地點：本所簡報室

主持人：羅組長時麒

出席人員：略

<p>梁教授漢溪</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 所有室內燈具效率係數 IER 過於偏重燈具之選擇，而照明控制係數 Ci 似乎才是節能設計的重點。另建議與主要作業空間照明功率係數 IDR 有關的用電照明功率密度及燈具數量，應可一併納入檢討。</li> <li>2. 建議後續可朝向提高照明節能配分，並調整室內照明系統節能效率 EL 計算式，以強化節能設計，而非僅是燈具與數量的選取。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指正，依據第四章案例現場量測結果顯示，照明功率與照度兩者存有關連性，因此燈具數量不足致使 UPD 及 IDR 數值低的現象，已於第五章提出相關建議。</li> <li>2. 謝謝委員指正，將納入後續研究及制度研議辦理。</li> </ol>
<p>黃教授瑞隆</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究蒐集資料豐富，進度掌控佳，符合預期成果。</li> <li>2. 評估手冊中關於照明密度基準，是以空間型態來區分。建議可多增加以建築類別來區分照明密度基準，以免一些空間未列入手冊的空間型態，至無法評估計算其主要作業空間照明功率係數 IDR。</li> <li>3. 照明功率密度基準 UPD 的基準值，評估手冊以多年未見調整，但隨著燈具技術的提升，UPD 的基準值或有調整的機會，建議可比較國際各國最新的規定，研提修正參考。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員肯定。</li> <li>2. 謝謝委員指正，已彙整 2015 年版 EEWH 照明密度基準與國際上常用的美國 ASHRAE 90.1 照明密度比較表，請參閱第四章。</li> <li>3. 謝謝委員指正，已於第四章彙整「美國 ASHRAE 90.1 與我國 EEWH2015 年版照明密度比較表」，以供後續研究及制度研議辦理。</li> </ol>

<p>廖教授朝軒</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究的題目選定，合乎目前政府政策所需，而且能利用過去通過的案例，透過大數據來檢視目前指標的合適性，這是個非常正確的方向。</li> <li>2. 本研究分析架構完整，且分析內容及產出，具參考價值。</li> <li>3. 報告書中第 13 頁表 2-3，以及第 15 頁提到分級獎勵界線是透過「對數常態分佈」所訂定與第 21 頁最後一句，請予以檢討修正。</li> <li>4. 報告書第二章相關案例檢討之分析圖，建議可透過分布函數的方式呈現，較能說明其實際分布情況。</li> <li>5. 依報告研究顯示，南部地區案例之照明節能系統得分離散程度較高，應可進一步探討其原因。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員肯定。</li> <li>2. 謝謝委員肯定。</li> <li>3. 謝謝委員指正，已依委員意見修正。</li> <li>4. 謝謝委員指正，已依委員意見修正。</li> <li>5. 謝謝委員指正，由於照明得分涉及燈具性能，現階段資訊尚無法進行比對，將規劃納入後續研究辦理。</li> </ol>
<p>中華民國全國建築師公會（江建築師星仁）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 報告書第 1 頁提到「近年來」，建議修正為「近 50 年來」，較符合現況。</li> <li>2. 簡報提到 SBTool 綠建築評估系統是哪一個國家?請補充說明。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指正，已依委員意見修正。</li> <li>2. 簡報提及 SBTool 綠建築評估系統，為國際永續建築環境促進會（iiSBE）依據原加拿大 GBTool 演繹而成，目前已被歐洲多數國家採用。</li> </ol>
<p>台灣區照明燈具輸出業同業公會（陳專員宗麟）</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 有關室內照明功率密度 UPD 建議應納入綠建築現勘查核項目。此外國家標準 CNS12112 已有新的室內照明照度規範，可納入研究參考。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指正，依本研究現場量測結果顯示，照明功率與照度兩者存有關連性，因此燈具數量不足致使 UPD 偏低的現象</li> </ol>

<p>2. 目前有許多既有建築物透過室內燈具更新方式來達成節能減碳之目標，但常見其採購規格僅要求節電量而忽略了照明品質，本研究結果將可提供作為規範定例之參考。</p>	<p>，本研究已於第五章提出相關建議規範。</p> <p>2. 謝謝委員肯定。</p>
<p>財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所 (蘇研究員梓靖)</p> <p>1. 有關 2015 年版評估手冊，刪除照明光源效率比 <math>\eta</math>，應屬合理調整。</p> <p>2. 有關近年綠建築照明獲得高分案例增多，可能是 LED 光源技術成熟與普及化所致，建議應可考量研議修訂照明功率密度基準 UPD 的基準值。</p> <p>3. 報告書中檢討案件中有部分案例的 EL 值小於 0.2，建議應進一步探討其合理性。</p> <p>4. 有關現行的綠建築標章現勘機制，建議應</p>	<p>1. 謝謝委員指正，依國際照明委員會 (CIE) 的定義，所謂的燈具效率(又稱燈具光輸出比)是用來評估燈具之能源效率的一項重要標準，其值是將裝有光源的燈具所發出之光通量除以所裝光源本身所發出光通量所得之商值，因此燈具效率代表的應為燈具的設計性能，其應與光源本身的性能無涉。</p> <p>2. 謝謝委員指正，已參照委員提供資料於第四章彙整「美國 ASHRAE 90.1 與我國 EEW2015 年版照明密度比較表」，以供後續研究及制度研議辦理。</p> <p>3. 謝謝委員指正，由於 EL 照明得分涉及燈具性能等眾多因素，現階段資訊尚無法進行比對，將規劃納入後續研究辦理。</p> <p>4. 謝謝委員指正，依本研究現場</p>

<p>將室內照度列為抽查項目，以把關照明品質。</p> <p>5. 「光源效率」與「燈具效率」兩者雖不同，惟是否要將「燈具效率」再納入檢討，請再予以評估。此外，能源局已公告「智慧照明技術規範」，建議可納入研究參考。</p>	<p>量測結果顯示，照明功率的確照度存有關連性，由於採照度要求的方式來管控空間的照明設計，因此須在照明設計完成後透過現場照度量測及調校的方式確保照度能達規範要求，除增加相當多的設計工作量外，也勢必提升綠建築推廣的阻礙，因此初步建議透過管控現場UPD的方式來把關照明設計。</p> <p>5. 謝謝委員指正，將規劃納入後續研究進一步評估。</p>
<p>主席</p> <p>1. 本所已著手進行 2018 年版評估手冊之修訂，相關研究發現應可納入手冊修訂參考。此外，照明節能評估在 2015 年版手冊之修訂，是否達成既定目標，亦可納入研究評估。</p> <p>2. 有關國際上照明功率密度基準 UPD 的基準值改變，建議納入研究評估參考。</p>	<p>1. 謝謝委員指正，研究成果將提供本所 2018 年版評估手冊修訂參考。</p> <p>2. 謝謝委員指正，已於第四章彙整「美國 ASHRAE 90.1 與我國 EEWH2015 年版照明密度比較表」，以供後續研究及制度研議辦理。</p>

## 附錄二 期末會議記錄及處理情形

時間：106 年 11 月 29 日（星期三）上午 9 時 30 分

地點：本所簡報室

主持人：羅組長時麒

出席人員：略

<p>江教授哲銘</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本研究已完成 2012 年版評估案 149 件及 2015 年版評估案 19 件之照明節能案例彙整，並依其分析結果擬定修訂主要空間照明功率密度基準，以及訂立最低照明功率密度基準之建議，研究成果符合預期。</li> <li>2. 本研究結果與建議，將有助於綠建築標章照明設計更趨合理，並有利於節能與工作效率提升。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員肯定。</li> <li>2. 謝謝委員肯定。</li> </ol>
<p>周理事長瑞法</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 期末報告書第 19 頁之表 2-13，其註 2 提及樓高 3F 以上每增加 3.5m 可增加照明功率基準值 20%，但如果燈具高度低時，如採用桌燈這類的活動式燈具，其照明計算時可否給予優惠。</li> <li>2. 有關現場照度量測報告，建議應納入綠建築標章的申請文件。至量測方法可依其空間用途採取不同的量測基準。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指正，該表註 1 已說明基準值以固定式照明為主，活動式檯燈等暫不列入。此外，註 2 所規範的空間均為活動場所故應無裝設活動式燈具的需求。</li> <li>2. 謝謝委員指正，由於現場量測報告須在照明設計完成後，透過現場照度量測及調校的方式，以確保照度能達規範要求。為利綠建築推廣，將於後續相關研究中，研定相關量測基準，再行納入綠建築標章申請實施。</li> </ol>

<p>周教授鼎金</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 研究成果符合原規劃內容，成效良好具參考價值。</li><li>2. 由於光源效率與燈具效率為 2 種不同的定義與內涵，因此有關 2015 年版評估公式所代表的精神，建議應合理評估。</li><li>3. 建築評估採用之 UPDc 為相對值之概念，若定義為用電功率密度限值，則建議參照國外標準調降之。</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 謝謝委員肯定。</li><li>2. 謝謝委員指正，將納入後續研究規劃辦理。</li><li>3. 謝謝委員指正，將納入後續研究規劃辦理。</li></ol>
<p>梁教授漢溪</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 有關 2015 年版評估手冊計算之 IER 值及 EL 值較高，可能是其基準值改為 0.8 的影響。至若考量照度時，照明光源效率 <math>\eta</math> 似乎應納入考量。</li><li>2. 本研究成果是否反映於 2018 年評估手冊修正參考？另 2018 年版將刪除安定器係數 <math>B_i</math>，似乎會使 IER 值變得更高，請補充說明。</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 謝謝委員指正，依據國際照明委員會的定義，燈具效率是用來評估燈具之能源效率的一項重要標準，其值是將裝有光源的燈具所發出之光通量除以所裝光源本身所發出光通量所得之商值，因此燈具效率代表的應為燈具的設計性能，其應與光源本身的性能無涉。</li><li>2. 謝謝委員指正，由於本研究僅為初步成果，為求審慎應進一步研究評估確立後方據以實施，故將暫不納入 2018 年版評估手冊。</li></ol>
<p>廖教授朝軒</p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. 本計畫透過大數據分析來檢視照明設計值之合理性，這是相當重要的工作。</li><li>2. 期末報告書第 40 頁圖 3-1~圖 3-4 及其他類型案例關係圖，應不能用直線連結，建議改以長條圖方式呈現。</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. 謝謝委員肯定。</li><li>2. 謝謝委員指正，已依委員意見修正，請參閱第三章。</li></ol>

<p>3. 依研究結果顯示，UPD 似與照度有關，建議應可進一步建立 UPD 與照度之關連性分析。</p>	<p>3. 謝委員指正，將規劃納入後續研究辦理。</p>
<p>蔡教授尤溪</p>	
<p>1. 本計畫已完成預期成果，符合原訂目標。 2. 光源或燈具照度衰減至 70% 即為光源壽命，故新裝光源應略高於 CNS 照度標準。 3. 美國 ASHRAE 以建築用途計算 LPD，而非以空間別計算。另建議未來評估手冊版本應朝簡易計算法研修。</p>	<p>1. 謝謝委員肯定。 2. 謝謝委員指正。 3. 謝謝委員指正，將規劃納入後續研究辦理。</p>
<p>中華民國全國建築師公會（謝建築師國璋）</p>	
<p>1. 研究成果若要納入評估手冊，建議應經邀集各界討論達成共識，方能據以落實。 2. 有關照度測試的差異，是否係因使用用途不同所造成，建議應可進一步分析。</p>	<p>1. 謝謝委員指正，後續如有納入手冊需要將依委員建議辦理。 2. 謝謝委員指正，將規劃納入後續研究辦理。</p>
<p>台灣區照明燈具輸出業同業公會（陳專員宗麟）</p>	
<p>1. 期末執行成果，符合預期成果需求。</p>	<p>1. 謝謝委員肯定。</p>
<p>財團法人工業技術研究院綠能與環境研究所 （蘇研究員梓靖）</p>	
<p>1. 取消照明光源效率比 <math>\eta_i</math> 以後，雖然計算合理，但無法確定照明功率下降是因為減品質（照度不足）而達低功率，建議仍須思考如何確保低功率是因為高效率而非低品質所造成。 2. 若未來欲訂立 UPD 下限宜配合光源效率而有不同，如採高效光源下限低，低效光源則下限高（或直接禁用低效光源）；或</p>	<p>1. 謝謝委員指正，將規劃納入後續研究辦理。 2. 謝謝委員指正，將規劃納入後續研究辦理。</p>

<p>可考量若設計欲達 UPD 下限，則光源應達特定值以上的方式訂定。</p> <p>主席</p> <p>1. 有關照明品質與節能同等重要，研究成果是否已納入 2018 年版評估手冊草案，請與本所精進計畫主持人進一步確認。</p>	<p>1. 謝謝委員指正，由於 2018 年版評估手冊即將實施，且本研究僅為初步成果，尚須進一步研究評估確立，故經與本所精進計畫主持人討論後將暫不納入新版評估手冊。</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------

## 參考書目

1. 張芸翠，台灣綠建築評估系統評分合理性之研究，國立成功大學建築研究所碩士論文，民國 101 年 7 月。
2. 綠建築評估手冊－基本型（2012 年版），內政部建築研究所，民國 101 年 4 月。
3. CNS12112，室內工作場所照明，經濟部標準檢驗局，民國 101 年 1 月。
4. 綠建築評估手冊－基本型（2015 年版），內政部建築研究所，民國 103 年 8 月。
5. 蔡介峰，固定式山型及中東型 LED 燈具照明效率及品質研究，內政部建築研究所自行研究成果報告，民國 104 年 12 月。