

住宿類綠建築導入建築能效 標示應用推廣計畫

內政部建築研究所業務委託計畫

中華民國 110 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)

住宿類綠建築導入建築能效 標示應用推廣計畫

受委託單位	國立成功大學
研究主持人	林憲德教授
協同主持人	郭柏巖副教授、嚴佳茹助理教授
研究助理	王祥宇、黃詠琦、陳旻婕
研究期程	中華民國 110 年 5 月至 110 年 12 月
研究經費	新臺幣 86 萬 5,000 元

內政部建築研究所業務委託計畫

中華民國 110 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)

目次

表次	III
圖次	V
摘要	VII
第一章 緒論	1
第一節 計畫緣起及背景	1
第二章 蒐集之資料、文獻分析	3
第一節 國外有關本案之研究情況	3
第三章 計畫方法	9
第一節 ABRI 的淨零建築路徑的藍圖	9
第二節 我社會住宅面臨能效評估的挑戰與解決對策	11
第四章 計畫發現	17
第一節 建置建築能效標示功能的 EEWB-RS2022 手冊	17
第二節 住宅能效評估法 R-BERS 的理論基礎	20
第三節 R-BERS 耗能分區 2000 年 EUI 基準值	23
第四節 R-BERS 固定設備碳排基準與效率係數解析	32
第五節 R-BERS 公用機械設備碳排基準與效率係數解析	36
第六節 R-BERS 的能效標示法與分級認證	38
第七節 R-BERS 執行近零碳建築政策的信賴度分析	40

第五章 結論與建議	47
第一節 結論	47
第二節 建議	48
附錄一 歷次工作會議紀錄	49
附錄二 期中及期末意見回應表	55
附錄三 綠建築評估手冊-住宿類(草案)	65
參考資料	175

表次

表 2-1 美國 Building Energy Asset Score 評分制度可評估之建築類型 4	
表 2-2 日本住宅類與非住宅類建築 BEI 等級分布	6
表 3-1 台灣建築能效評估系統 TBERS 的系統分類.....	10
表 3-2 高層集合住宅 11 棟 885 戶公共用電結構分析	12
表 3-3 紀柏全等人(2016)整理蔣順田論文(2005)之集合住宅公共設施分 類.....	15
表 3-4 蔣順田(2005)與何信志(2011)對公共用電設備大項分類的用電比 例統計	15
表 3-5 本計畫對集合住宅公用機械設備系統的評估變數	16
表 4-1 「能效評估法」與「分項評估法」的適用對象.....	17
表 4-2 EEWH-RS 日常節能指標空間與設備之評估範疇	19
表 4-3 熱水與爐台設備之系統得分 RS4 ₅ 、RS4 ₆	20
表 4-4 住宅類耗能分區之空調、照明 2000 年耗電密度 EUI 基準.....	24
表 4-5 集合住宅基準模型之共用空間模擬參數說明	24
表 4-6 2020 年國定假日模擬空間作息情境	25
表 4-7 北中南氣候區模擬住宅間歇空調情境	25
表 4-8 住宿單元房間 EUI 基準模擬設定人員、照明、空調營運時程標	

準情境	26
表 4-9 共用空間 EUI 基準模擬設定人員、照明、空調營運時程標準情 境	29
表 4-10 本研究模擬與既有文獻公寓大廈公共空間 EUI 值	31
表 4-11 三種社區戶均公設用電量指標 kWh/戶.年	31
表 4-12 集合住宅基準模型所模擬的住宿單元與共用空間耗電構成比 例	32
表 4-13 住宅類主要固定設備效率係數 Emn 與碳排基準 YCE	33
表 4-14 住宅類建築地下通風系統年耗電基準 VEc	38
表 4-15 住宅類建築電梯年耗電基準 EEc	38
表 4-16 R-BERS 能效等級 CEI 基準值計算法與分級標示法	39
表 4-17 透天住宅減碳量設計參數設定表	41
表 4-18 透天住宅六案例碳排量與減碳率一覽表	41
表 4-19 非透天集合住宅 11 案例減碳量設計參數設定表	44
表 4-20 非透天集合住宅 11 案例碳排量與減碳率一覽表	45

圖次

圖 2-1 美國能源部 DOE 的 Building Energy Asset Score 評分制度	4
圖 2-2 美國 The Home Energy Rating System (HERS) 評分制度	5
圖 2-3 日本建築能源性能標示制度	6
圖 2-4 日本 BEI 評估公式	6
圖 2-5 綜合比較日本、英國、德國、美國、台灣之建築能效標示	7
圖 3-1 住宅類建築能效標示示意圖	11
圖 3-2 高層集合住宅總樓層數與公共用電關係	13
圖 3-3 高層集合住宅總樓層數與每戶公共電費關係	13
圖 3-4 高層集合住宅總戶數與公共用電關係	13
圖 3-5 高層集合住宅總戶數與每戶公共電費關係	14
圖 3-6 日本集合住宅能效評估的項目	16
圖 4-1 住宅與集合住宅適用住宅能效評估系統 R-BERS, 其他如宿舍、 民宿、照護機構等住宿類建築則適用建築能效評估系統 BERS ..	18
圖 4-2 EEWH-RS 綠建築評估手冊封面	21
圖 4-3 住宅空調&照明 CEI 右偏分佈與評分尺度概念模型圖	22
圖 4-4 集合住宅基準模型所模擬的全年耗電量組成比例	32
圖 4-5 透天住宅六案例碳排量	42

圖 4-6 透天住宅六案例減碳率	42
圖 4-7 空調照明、固定家電、公用機械與總碳排量	46
圖 4-8 空調照明、固定家電、公用機械與總減碳率	46

摘要

關鍵詞: 建築能效標示, EEWH-RS, 綠建築標章

一、研究緣起

2015 年《巴黎氣候協定》與 2021 年 COP26 會議，呼籲世界各國在 2030 年宣示或達成，最慢也應在 2050 年全面達到淨零排放的目標，我政府已要求各部會訂立淨零排放期程及行動方案，其中淨零建築(Net Zero Building)為賦予內政部的任務。為此，ABRI 決定在我綠建築標章制度內導入歐盟建築能效指令 EPBD 之建築能效評估及標示制度系統，以作為邁向淨零建築的策略。

二、研究方法及過程

繼 ABRI109 年”住宅綠建築能源計算基準與標示之研究”案之成果，本計畫希望進一步結合現有綠建築標章制度，建立一套以現有 EEWH-RS 之 EEV、EAC、EL、固定設備等節能指標的住宅能效評估方法。此方法是以既有綠建築標章整合住宅能效標示制度的新制度，如此可讓住宅政策在現有成功的綠建築制度下提升建築節能成效。由於在臺灣集合住宅佔有總用電約 30~35% 的高用電比，因此本計畫必須開發一個足以預測集合住宅公共用電，並結合住宅單元的固定設備耗能之新建築能效評估法，並且能發展成 EEWH-RS 手冊的日常節能 RS 得分計算法。

三、重要發現

本研究對於透天住宅採用建築外殼、空調、照明、熱水器、爐台五項能效指標來評估，對於非透天集合住宅除了前述五項指標之外，還加上電梯、揚水泵、地下室送排風機等三項公用機械之能效指標做為住宅能效評估法 R-BERS 之依據。R-BERS 採用七等級的建築能效標示，同時以標示額外 1+ 等級的近零碳建築 NZCB (Nearly Zero-Carbon Building) 作為近零碳建築政策之「建築最高能效」標示，以宣示能與聯合國的淨零排放與內政部的淨零建築政策。1+ 等級被設定為減碳率 30% 作為近零碳建築之目標，藉以呼應「溫室氣體減量及管理法」對內政部於 2025 年前發展建築能源護照之要求，同時也是落實我國淨零建築政策的第一步。

四、主要建議意見

建議一：

將本研究完成之 EEWH-RS 手冊公告徵求意見，並經修正後擇期正式公告實施：立即可行性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議二：

將本研究 R-BERS 關於集合住宅能效評估之重點，回饋給國家住宅及都市更新中心以修正相關社會住宅發包相關規範：立即可行性建議

主辦機關：財團法人台灣建築中心

協辦機關：內政部建築研究所、國家住宅及都市更新中心

本研究 R-BERS 乃是為了我國社會住宅執行淨零排放政策之目的而研擬的建築能效評估法，其中尤其是固定設備與公用機械設備之能效設計方法對社會住宅的節能減碳有明確的效益，應將本研究成果具體融入相關社會住宅發包相關規範。

建議三：

辦理 EEWH-RS 與 R-BERS 課程講習訓練：立即可行性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議四：

為實踐內政部淨零建築政策，應進行建築能效評估法制化之前期研究：立即可行性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

ABSTRACT

Keywords: Building Energy Rating System, EEWH-RS, Green Building Label

1. Background

Paris Agreement 2015 and COP26 2021 have been appealing the whole world's countries to commit or to meet by 2030, or at least to reach the Net Zero Emission goal by 2050. Under such circumstance, the Taiwan government has asked her Ministries to establish the schedule and the action plan of their own Net Zero policy, and the Net Zero Building policy is requested for the Ministry of the Interior. For this purpose, ABRI is going to introduce the EPBD' building energy rating system into the existing Green Building system to achieve the Net Zero Building policy.

2. Method and processes

Based on the result of ABRI's 2020 project of "Promotion Project for integrating the EEWH-RS Green Building System with Building Energy Rating System", this project is supposed to establish a building energy efficient rating method using the existing energy indexes of EEV、EAC、EL and fixed equipments in EEWH-RS system for residential buildings. This method is a new system integrated the existing Green Building Label system with the Building Energy-Efficient Rating System that can promote the energy conservation effect of Residential Building Policy under the existing successful Green Building System. Because the public electric consumption share a very high of 30~35%, this project has to develop a new integration rating system to predict the public electricity and the energy efficiency of housing units so as to develop a new evaluation method of RS point method in the Daily Energy Index of EEWH-RS.

3. Important finding

This project developed the Residential Building Energy Efficiency System R-BERS which applied 5 indexes of building envelope, AC, lighting, water heater, cooking stove in the energy efficiencies evaluation for house buildings, and introduced 3 indexes of elevator, water pump, exhaust fan besides the above 5 indexes in the energy efficiencies evaluation for condominium. There are 7 energy levels were applied in R-BERS and an extra NZCB (Nearly Zero-Carbon Building) presented by 1+ level was introduced to present top energy efficiency of Nearly Zero Carbon Building so as to appeal the Net Zero Emission policy of UN and the Net Zero Building policy of the Ministry of the Interior. NZCB level 1+ was set on the goal of 30% carbon reduction rate to respond the request of developing a Building Energy Passport system by 2025 from "Greenhouse Gas Reduction and Management Act" and be the first step of Net Zero

Building policy in Taiwan.

4. Main Suggestions

Suggestion A.

Announce the EEWH-RS for asking comments and modify version so as to announce effectively (immediately feasibility)

Main institution: ABRI

Sub institution:TABC

Suggestion B.

Feedback the key energy conservation policy in R-BERS to National Housing and Urban Regeneration Center so as to modified the contracting specification of Social Housing project. (immediately feasibility)

Main institution: TABC

Sub institution:ABRI, National Housing and Urban Regeneration Center

Suggestion C.

Start to open EEWH-RS and R-BERS training seminars(immediately feasibility)

Main institution: ABRI

Sub institution:TABC

Suggestion D.

Legalization for building energy-efficient rating to response the Net Zero Building policy of Ministry of the Interior (immediately feasibility)

Main institution: ABRI

Sub institution: Ministry of the Interior Construction Agency

第一章 緒論

第一節 計畫緣起及背景

1995 年我內政部營建署開始實施建築物節約能源設計法規，同時在 2013 年針對中央空調設備系統公布實施“新建建築物節約能源設計標準”，另外 1995 年起我內政部營建署啟動的建築外殼節能設計管制，以及 1999 年內政部建築研究所(以下簡稱 ABRI)推動的綠建築標章政策已為我國綠建築產業節能效率立下良好基礎。然而，這節能成效在當前能源危機日益加大情況下，同時與一些先進國建築節能政策經驗相比之下，台灣現行建築節能法規體系似乎有些不足之處。其中問題在於：現行建築技術規則只執行建築外殼節能設計管制而遺漏最大耗能關鍵因子的空調、照明等設備的節能設計管制，尤其住宅的節能法規對於住宅耗能總量 50% 之家電產品的耗能效率均尚未規範，因喪失其節能管制的敏感度，有待彌補其缺失。

另一方面，1999 年以來 ABRI 所推動的綠建築評估制度，雖已經建立基本型(EEWH-BC)、住宿類(EEWH-RS)、廠房類(EEWH-GF)、社區類(EEWH-EC)、舊建築改善類(EEWH-RN)、境外類(EEWH-OS)等六大綠建築評估系統，至今已有相當輝煌的節能成效。然而，在現有綠建築標章體系內，雖然有空調節能效率指標 EAC 與照明系統節能效率 EL 之管制，但這些指標只是分散的定性節能意涵，並無反映最終節能電量，使得節能成效與政策難以伸張。另外最大的問題在於：目前所有建築節能法規與綠建築手冊，對於住宿類建築只有對住宿單元部分之節能規範，而忽略對集合住宅公共空間之節能規定，這對政府落實社會住宅之節能政策有所欠缺，亟待彌補。

我國在自有能源短缺、備用電力不足的能源危機，且因建築耗能為住商耗能大宗的情勢下，意味著強化建築物能源效率的策略乃是當前國家最緊急的任務。目前世界公認最有效的建築節能管制法令，為歐盟採用建築能源標示制度為主的建築能源證照制度(Energy Performance certification, EPC)，是我國建築節能政策最值得借鏡之參考。鑑於建築能源證照制度成效斐然，各國乃紛紛起而效尤，目前已有三十幾個國家已採用強制型建築能效揭露與標示的做法，連澳洲、巴西、中國也已通過建築能源標示法律。2013 年日本也開始啟動建築能源標示制度(Building-Housing Energy-efficiency Labeling System, BELS)，並即將強制 300m² 以上的建築物強制標示認證建築節能效率。

有鑑於此，監察院建議 ABRI 研究發展建築能效標示制度，立法院也建議強化應將廣大舊有建築市場納入綠建築標章管理範疇。2015 年，我立法院於通過「溫室氣體減量及管理法」，宣示全國溫室氣體排放量在 2020、2050 年之前分別要降

低為 2005 年之 20、50%水準，以 5 年為一期之檢討目標。其中住商部門第一期 2016~2020 年之分攤減量目標，要求比 2005 年降低 2.5%，其做法為(1)新建建築之建築外殼設計基準值，2020 年較 2016 年提高 10%。(2)公部門建築用電效率 2020 年較 2016 年改善 5%，2025 年改善 10%，且達到公告之耗能密度指標(Energy Usage Index, EUI)規範。(3) 2025 年研議建立建築能源資料庫，發展建築能源護照。目前，內政部被賦予住宅部門溫室氣體減量之重責大任，同時內政部也負責社會住宅之推動，本計畫乃是住宅的能源護照具體的實踐，其成果將可成為內政部呼應「溫室氣體減量及管理法」的成果。

第二章 蒐集之資料、文獻分析

第一節 國外有關本案之研究情況

國際上的建築能效標示系統主要分為兩類系統：「能源單據評估法 Measured Rating」與「計算評估法 Calculated Rating」。前者採用耗能單據（如電費單資料）或能源實測資料（電力監測）來評估的方法，其評分標示因採用既有能源統計的經驗基準來執行，例如美國的 ENERGY STAR score 制度。後者採用假設情境與熱負荷計算模型來模擬評估的方法，例如歐盟推動的建築能效認證 Energy Performance Certificate (EPC)、澳洲的 Nationwide House Energy Rating Scheme (NatHERS)、美國的 Home Energy Rating System (HERS) 或 Building Energy Asset Score 法、日本的 BELS 法，皆為計算評估法之運用。

「能源單據評估法」以美國的 ENERGY STAR score 為代表，是採用評估對象建築物的 EUI 數據與美國環保署 EPA 的建築分類母體 EUI 統計值來比較評估的方法，它以數種建築變數（暖房度時 HDD、冷房度時 CDD、人員密度、營運時間等）所組成之回歸方程式預測該建築物的標準 EUI (Predicted Source EUI)，並以該建築物的實際耗電狀況 EUI 之比值做對比，以越低的節能比值換取越高的得分。此類方式需仰賴大量的建築 EUI 耗能資料庫，由美國能源資訊管理署 EIA 的商業建築耗能調查 CBECS 計畫所收集，應用於 ENERGY STAR score、LEED-EB 等舊建築物能效評估系統。

「計算評估法 Calculated Rating」以美國能源部 DOE 與 ASHRAE 共通的 Building Energy Asset Score 評分法為例，採用 Energy-Plus 軟體模擬標準化的虛擬案例 EUI 分佈，將模擬的 EUI 資料庫分為 1.0~10 分，並以每 0.5 分為一個級距，共 20 級的評分法，來評量建築能源效率，分數越高代表建築越節能，圖上也標示目前得分與節能改善後的潛力得分，如（圖 2-1）所示。Building Energy Asset Score 做為美國新建與既有的商業與住宅建築能源評估工具（表 2-1），可用來幫助業主、投資者、承租業者與同類型建築進行耗能比較，並為建築外殼、機械設備系統計算評分，並可瞭解自身建築耗能狀況、相較同類型建築的節能效率以及未來節能潛力，提供業主執行節能改善之建議，確保投資效益。

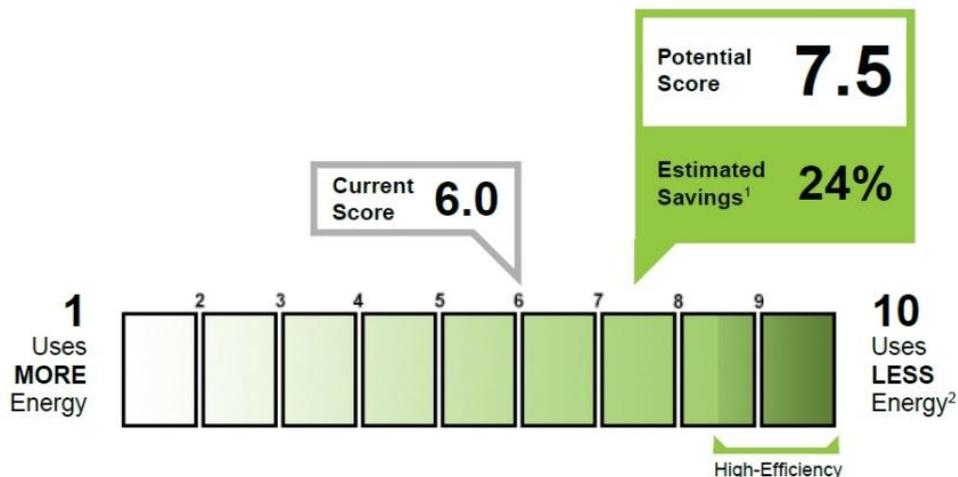


圖 2-1 美國能源部 DOE 的 Building Energy Asset Score 評分制度

(資料來源：Energy.Gov，2016)

表 2-1 美國 Building Energy Asset Score 評分制度可評估之建築類型

Office 辦公室	Library 圖書館
Retail 零售商店	Lodging 住宿
Multifamily 集合住宅	Medical office 醫護機構
Assisted living 輔助生活屋 (老人公寓)	Parking garage 室內停車場
City hall 市政府	Police station 警察局
Community center 社區中心	Post office 郵局
Courthouse 法院	Senior center 老人中心
Educational (including K-12 schools) 教育機構	Warehouse (unrefrigerated) 倉庫 (無冷藏)
House of worship 宗教場所	Mixed-use (of the above types) 複合使用 (包含上述類型)

(資料來源：本計畫整理)

除了上述的評分法，在美國也有民間團體針對住宅類建築建立另一套名為 HERS Index 的房屋能源分級系統，它是由 RESNET(The Residential Energy Services Network) 住宅能源服務網絡開發並推廣，在 2006 年推出的 HERS 指標已被美國所認可，並用於檢查和計算住宅耗能性能，至今在美國已累積 2,715,386 戶住宅採用 HERS 指標評估(2020, RESNET 網站)，並納入 2018 IECC(International Energy Consulting Company) 之中，具有實際執行與公信力之評估工具。此評估方式與歐盟執行 EPBD 方式類似，所有的住宅 HERS 評估皆需要使用經過認證的 RESNET HERS 評分工具才對房屋進行能源評級。將評估數據與「Standard New Home 標準

參考房屋」，即與實際房屋大小和形狀相同的設計模型房屋進行比較，得分高低將取決於房屋的大小、形狀和家電機械效率。若 HERS 指數得分為 70 的房屋，代表可比 RESNET 提供的標準房屋能源效率高 30%，反之 HERS 指數得分若為 130 則表示比標準房屋的能源效率低 30%，如（圖 2-2）所示。

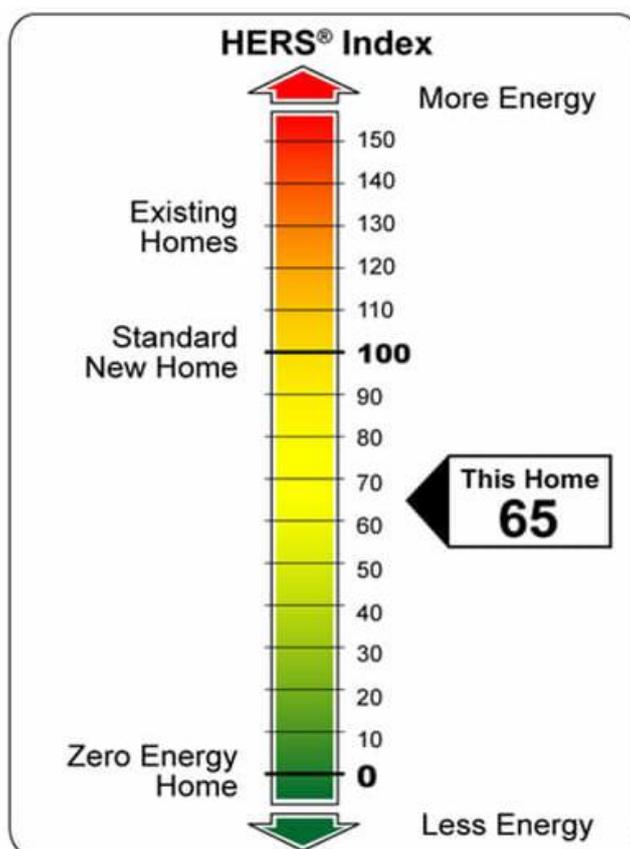


圖 2-2 美國 The Home Energy Rating System (HERS) 評分制度

(資料來源：The Residential Energy Services Network，2019)

日本自 2013 年起也開始動建築能效標示制度 BELS (Building Energy Labelling System)，將建築類型分為「非住宅、複合建築」與「住宅」兩大類，如（圖 2-3）所示。它不採用實際耗能單據來評估，而採用日本建築研究所開發的「一次能源計算法」以模擬計算值來標示建築節能性能，亦即要求針對不同熱負荷特性之空間計算建築外殼熱流，加上冷暖空調、通風換氣（包括熱交換設備）、熱水供應設備、電梯機器、照明與其他再生能源設備的耗能量，但不包括家電設備與 OA 機器等雜項電器設備的耗電量，對於「辦公自動化設備」的能源消耗則是根據建築面積所設定的標準值換算。此外，可再生能源（太陽能發電設備和熱電共生設備）的節能效果可以作為能源減少量扣除。以此方式計算出「設計一次能源消耗量」與「基準一次能源消費量模型」之比值，稱為 BEI (Building Energy Index) 如（圖 2-4）所示。日本 BELS 排除繁雜且用電難以評估的家電與 OA 設備耗電量，只取可具體掌握的冷暖空調、通風換氣、熱水、照明等設備進行評估。BEI 評比分為 5

個等級，星等越多表示建築的能源效率越佳，如（表 2-2）所示。日本住宅 2016 年 4 月 1 日以後新建的建築 BEI 需低於 1.0，2016 年 4 月 1 日以前的既有建築需低於 1.1，2019 年後的頂級住宅標準則需低於 0.85，有越來越嚴格的趨勢。

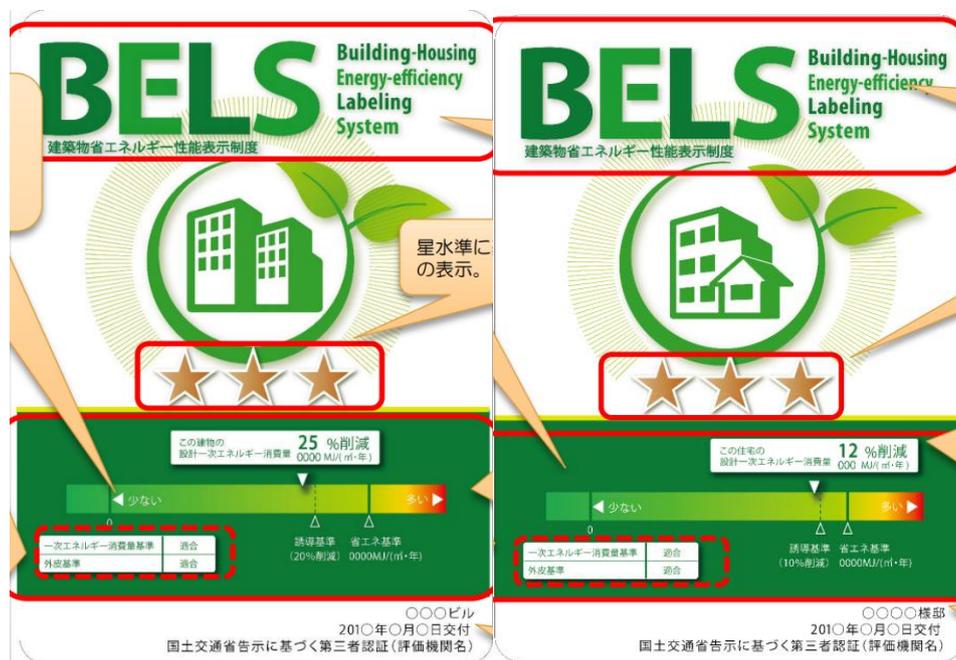


圖 2-3 日本建築能源性能標示制度

(資料來源:一般社団法人住宅性能評価表示協会，2017)

$$BEI = \frac{\text{設計一次エネルギー消費量 (家電・OA機器等分を除く)}}{\text{基準一次エネルギー消費量 (家電・OA機器等分を除く)}}$$

圖 2-4 日本 BEI 評估公式

(資料來源:一般社団法人住宅性能評価表示協会，2017)

表 2-2 日本住宅類與非住宅類建築 BEI 等級分布

星等數	住宅用途	非住宅用途 1 (辦公、學校、工廠等)	非住宅用途 2 (旅館、醫院、百貨、餐飲、集會所等)
★★★★★	0.8	0.6	0.7
★★★★	0.85	0.7	0.75
★★★ 誘導基準	0.9	0.8	0.8
★★ 省能基準	1.0	1.0	1.0
★ 既有建築基準	1.1	1.1	1.1

(資料來源：本計畫整理)

由上可知，建築能效標示制度是節能減碳的最成效的策略，它已在各先進國蔚為風潮，其中日本、英國、德國、美國與未來台灣可能執行之建築能效標示如（圖 2-5）所示。可以得知各國所規範的建築能效制度，均是以空調、照明等主要設備，與建築外殼設計好壞（冷暖房負荷）為主，各種雜項的電器設備因為無法具體掌握數量，且設備新舊規格差異太大，無法制訂客觀可評比的標準模式，因此都是透過另外的「家電能源效率標示」方式來管制，例如：台灣由經濟部能源局所制訂的「能源效率標章」，將國內各種高耗電家電設備分為五個等級進行管理，日本則是由保存能源中心訂定「日本節能標籤」分為四個等級規範。

但考量家電設備耗電量（不含空調冷氣）約佔住宅全年耗電量 50%，若完全捨棄不納入評估，則建築能效標示較無法全面呈現實際建築節能設計與節能家電的好壞，因此本計畫將以動態 EUI 理論的模擬評估法，利用現有 EEWHS-RS 評估手冊外殼 REQ、空調 EAC、照明 EL 等指標，研擬我國住宿類建築之建築能效評估法，成為同時適用新建與既有住宿類的建築能效計算標準與標示系統，如此將能全面管理住宅市場的節能效益。



圖 2-5 綜合比較日本、英國、德國、美國、台灣之建築能效標示

（資料來源：本計畫整理）

第三章 計畫方法

第一節 ABRI 的淨零建築路徑的藍圖

作為行政院淨零排放政策下的內政部行動方案，ABRI 以建築能效標示制度來規劃淨零建築路徑(Net Zero Building Roadmap)的藍圖，其策略為以 2000 年我國啟動綠建築標章為建築減排計量織起算點，以 TBERS 為評估工具，在建築管理政策上分年分階段強化實施建築能效標示，希望大部分建築物均能在 2050 年之前達成建築最高能效之「近零碳建築 NZCB(Nearly Zero-Carbon Building)」水準，並進而結合能源局之再生能源政策共同促成「淨零建築(Net Zero Building)」的目標。近零碳建築 NZCB 為 ABRI 仿上述歐盟近零能建築 NZEB 概念，提出作為我國建築能效標示制度最高能效建築的名詞。它將「近零能」改用成「近零碳」的原因，乃是呼應聯合國與我行政院所揭露的淨零排放政策所強調的「碳」排放，期待民眾對碳排有感用語。目前 ABRI 針對新建建築規劃建築減碳水準定義如下：

1. 新建綠建築 GB 基準：依據 TBERS 計算標準，節能率達 20% 以上之非住宅建築或減碳率達 10% 以上之住宅建築。
2. 新建近零碳建築 NZCB 基準：依據 TBERS 計算標準，節能率達 50% 以上之非住宅建築或減碳率達 30% 以上之住宅建築。
3. 新建淨零建築 NZB 基準：依據 TBERS 評估取得近零碳建築 NZCB 以上水準，且其採購綠能量與該案專屬基地內外設施之綠能生產量合計大於或等於該案全年消耗能源總量者。

TBERS 是為了綠建築標章與建築能效標示制度接軌工程所研發成功的台灣建築能效評估系統。TBERS 乃是建立於台灣的亞熱帶氣候、建築節能法規、綠建築評估體系的建築能效之計算、評分、診斷、標示之標準。建築能效標示制度與過去各自為政的產品節能標章或建築節能法規不同，是一改分散於建築外殼、電器產品、設備系統、能源控制等各方的局部節能管制方法，為統合既有分散型建築節能策略成為一個全系統化的建築能效標示系統。我國若能落實此 TBERS 制度，則如圖 2-2 所示，可與先進國同步，擁有建築能效標示與家電產品能效標示一體的更全面性建築產業節能策略。

TBERS 包含表 3-1 所示五類評估系統，本研究之 R-BERS (Building Energy-Efficiency Rating System for Residential Buildings)為其中次系統之一，為住宅類建築(住宅與集合住宅)專用的能效評估系統。R-BERS 為採用建築外殼與建築設備的設計能效評估，不含使用行為與營運管理的評估，因此只適用於新建住宅之設計能效評估，不適用於既有住宅之能效評估。適用 R-BERS 且經評估通過之

新建住宅類建築，可獲內政部頒發之能效證書且授予建築能效標示如圖 3-1 所示。

表 3-1 台灣建築能效評估系統 TBERS 的系統分類

主系統	次系統	評估依據	適用對象與功能	
建築能效評估系統 BERS(另見綠建築評估手冊 EEWB-BERS)	新建建築能效評估系統 BERSn	建築外殼節能設計效率 EEV、空調系統設計效率 EAC、照明節能設計效率 EL	6 類 13 組新建建築之設計能效揭露	
	既有建築能效評估系統	既有建築能效評估系統 BERSe	建物營運條件、建築圖說修正電費單資料	6 類 13 組既有建築之營運能效揭露
		機構建築能效評估系統 BERSi	以機構建築母體 EUI 統計，與建物營運條件、建築圖說修正電費單資料	辦公、旅館、百貨商場、醫院等四類建築群組機構組織對旗下既有建築之營運能效揭露
		便利商店能效評估系統 BERSc	連鎖便利商店母體 EUI 統計修正電費單資料	連鎖超商對旗下便利商店分店之營運能效揭露
住宅能效評估系統 R-BERS(本附錄)		建築外殼節能設計效率 EEV、八項固定設備系統設計效率	只適用於新建住宅	

(資料來源：本計畫整理)

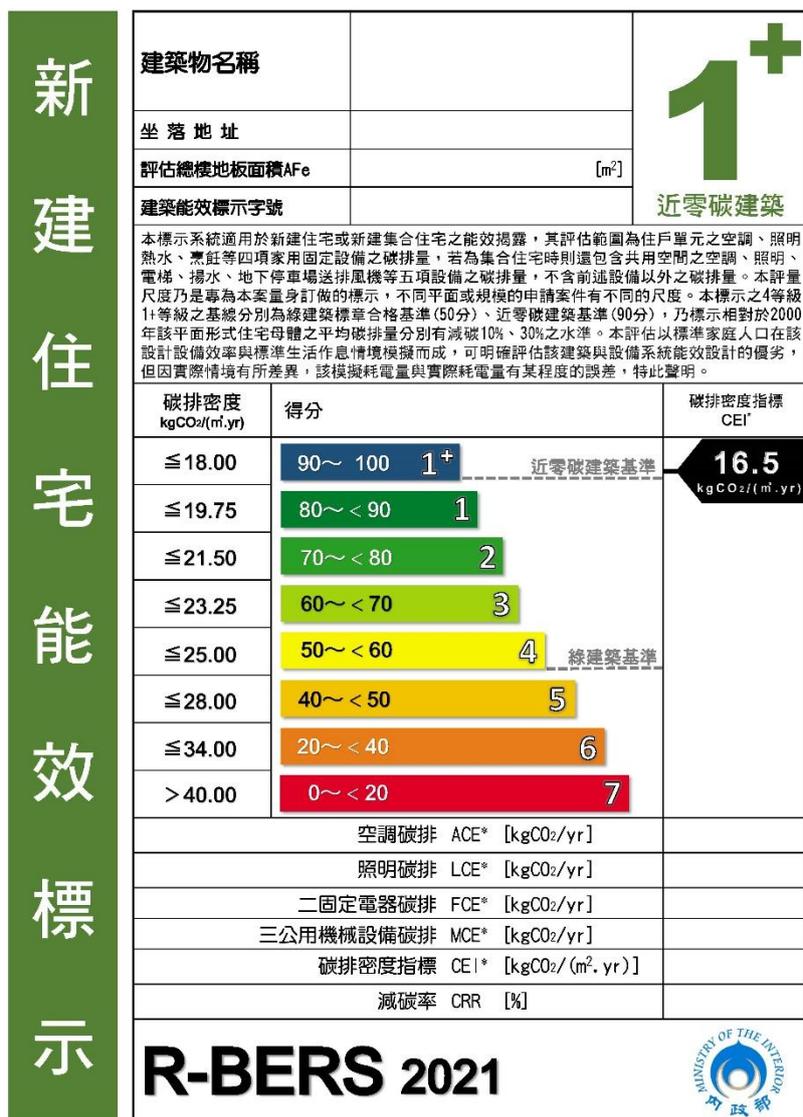


圖 3-1 住宅類建築能效標示示意圖

(資料來源：本計畫整理)

第二節 我社會住宅面臨能效評估的挑戰與解決對策

R-BERS 面臨著全球少有的艱鉅挑戰，因為它不若其他歐美國家以簡單的獨棟住宅或小規模多戶連棟住宅為能效評估對象，而是我政府要求我國的建築能效標示制度必須包括大規模的社會住宅，以落實有效的社會住宅節能減碳政策。然而，具有大量公共設施的大型集合住宅要執行高信賴度的能效評估在先天上具有很大的障礙，因為除了住戶耗能模式難以解析外，公共設施使用率偏低、公共用電行為難以預測、公共設備節能控制技術困難等都是造成集合住宅能效評估上的大難題。這難題致使大部分歐美的住宅能效評估系統很少適用於集合住宅的原因所在，例如美國的 Home Energy Score 與 HERS，以及澳洲的 NABERS 與 NatHERS 等住

宅類專用能效評估系統、只能適用於獨棟住宅或小規模多戶連棟住宅，根本排除了中高層集合住宅之適用。另一方面，由於住宅耗能密度低、數量多規模小、節能改善效益低、能源使用行為差異大等問題也造成耗能實測印證的困難，因此歐盟的 EPBD7.3 文件對住宅只要求新建住宅執行紙上計算上的 EPC 認證，並無強制對住宅強制公開揭露耗能使用資訊的能源認證 DEC 制度(DEC 制度僅實施於公眾使用建築物)。當我政府要求建築能效標示制度必須包括大規模的社會住宅時，迫使本計畫非將耗能佔比不少，但又難以精確評估的公共用電納入 R-BERS 不可，此乃本計畫之一大挑戰也。

根據蔣順田論文(2005)，調查 15 層以上高層集合住宅 11 棟 885 戶的用電調查如表 3-2 所示，由此發現高層集合住宅每戶平均公共用電為 4152kWh/戶，約佔每戶住宿單元用電的 37.85%。又根據財團法人綠色生產力基金會工程師何信志(2011)於簡報中提及公寓大廈公設 EUI 落在 5.2~170.6 kWh/m².yr 之間，平均約為 32.7 kWh/m².yr。又根據紀柏全等人(2016)分析中技社(2004)、劉心蘭(2005)、蔣順田(2005)的論文歸納出集合住宅公共設施用電約占整棟建築用電 33~38%。由上可見集合住宅的公共用電比重甚大，這是我國集合住宅能效評估不可迴避之重點。

另外，蔣順田分析高層集合住宅公共用電量、公共用電費用與樓層數、住戶數的關係圖如圖 3-2~5 所示，可得出樓層數越高，公共用電量與每戶的公共用電支出也跟著上升，但公共用電量雖然會隨著住戶數增加而上升，但因住戶分攤之故，每戶公共用電支出會隨住戶數增加而下降。亦即，公共設施用電占住戶用電比例，有隨樓層上升而增加，而隨住戶數增多而下降之趨勢。本團隊分析其原因在於：電梯、揚水、地下停車抽排風機等設備之耗電量，先天上即應隨樓層高度而增加之物理原理，因此集合住宅之能效評估對於電梯、揚水、地下停車送排風機等設備非慎重予以評估不可，此亦為本計畫的嚴厲考驗也。

表 3-2 高層集合住宅 11 棟 885 戶公共用電結構分析

案例大樓編號	戶數	公共用電 KWH/戶.年	住戶每戶平均用電量 KWH/戶.年	公共用電佔每戶用電量比例 %
NO.07	143	6,077	9789	62.08%
NO.09	42	5,947	9445	62.96%
NO.12	56	4,939	12160	40.62%
NO.14	118	1,736	4642	37.40%
NO.15	125	1,089	4242	25.67%
NO.23	80	1,495	5198	28.76%
NO.26	58	1,368	4553	30.05%
NO.28	185	4,478	15189	29.48%
NO.34	175	1,005	3657	27.48%
NO.40	78	2,197	6169	35.61%
NO.50	155	1,141	3808	29.96%
平均		2,861	7168	39.91%

(資料來源：蔣順田，2005)

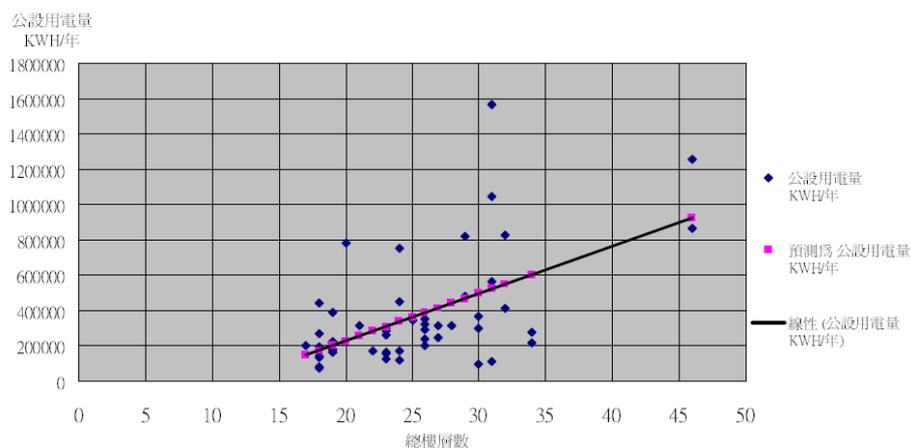


圖 3-2 高層集合住宅總樓層數與公共用電關係

(資料來源：蔣順田，2005)

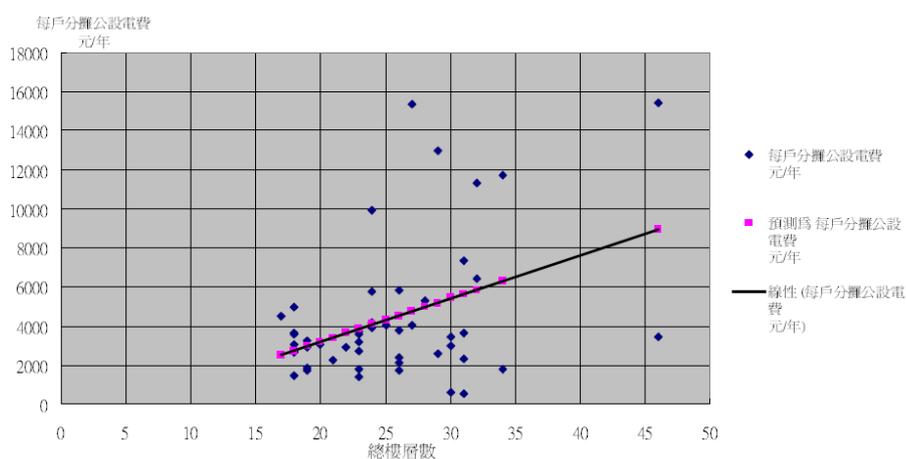


圖 3-3 高層集合住宅總樓層數與每戶公共電費關係

(資料來源：蔣順田，2005)

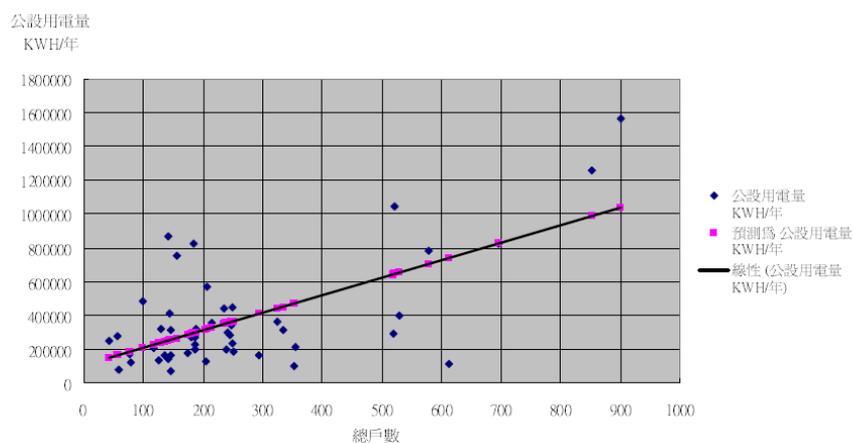


圖 3-4 高層集合住宅總戶數與公共用電關係

(資料來源：蔣順田，2005)

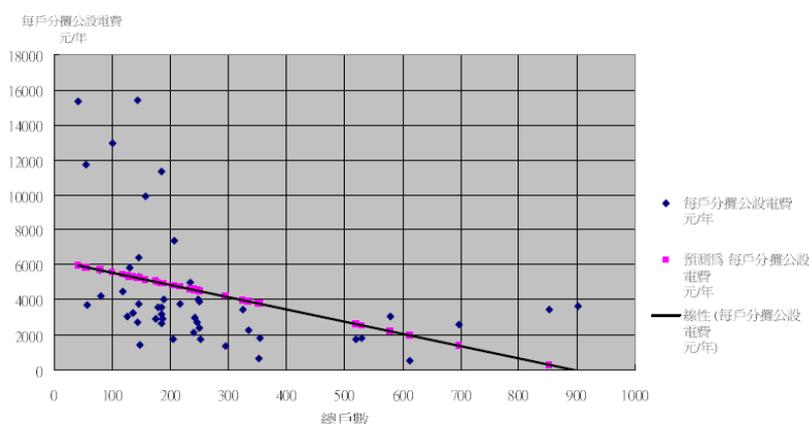


圖 3-5 高層集合住宅總戶數與每戶公共電費關係

(資料來源：蔣順田，2005)

紀柏全等人(2016)曾整理蔣順田論文的集合住宅公共用電設備分類如表 3-3 所示，此表顯示公共用電設備項目多而繁雜，難以針對重大而有系統性的設備項目執行能效評估。另外，紀柏全等人(2016)又整理根據蔣順田(2005)與何信志(2011)論文之公共用電設備大項分類的用電比例如表 3-4 所示，由此可發現除了照明耗電佔比 33~38%之外，電梯動力、給排水泵&抽排風機設備之耗電佔比各佔 27~40%與 16~29%，反而因為公共空間之空調設備少又被苛求少開冷氣而使空調耗電比重嚴重偏低。由此可知，本計畫若要實施公共用電之能效評估，除了照明耗電項目之外，勢必針對電梯、揚水、地下停車抽排風機等大耗電項目來評估。若看國外集合住宅耗電項目之評估，目前只能找到日本能源標示制度 BELS 對新建集合住宅公共用電有評估的系統，其評估項目如圖 3-6 (ZEH ロードマップフォローアップ委員会，2020)所示，其公共用電之評估除了一般的空調、照明、熱水系統之外，還評估了電梯與抽排風系統(即表中的換氣)的能效項目，這也印證本計畫即將針對電梯、揚水、地下停車送排風機三大項，執行抓大放小的評估對策之合理性。最後，本計畫決定針對集合住宅公共用電以表 3-5 所示之節能技術來評估電梯、揚水、地下停車場送排風機等三大項作為公用機械設備系統的評估變數。

表 3-3 紀柏全等人(2016)整理蔣順田論文(2005)之集合住宅公共設施分類

分類大項	細項說明
空調設備	●公共設施空調
照明設備	●公共空間照明 ●戶外景觀照明：如景觀照明、中庭照明等 ●24小時使用照明：如緊急照明、安全門燈、避難方向燈等
電梯設備	●公共電梯
揚水設備	●揚水泵(抽水馬達)
公共大用水設備	●中庭、花園(定時)噴灌設備 ●公共熱水器 ●泳池、SPA(源自拉丁語「Salus Per Aquam」，意為「水療」)等加熱設備 ●泳池過濾設備
停車場相關設備	●停車場抽排風機 ●鐵捲門
監控設備	●中央監控設備 ●防盜安全監視設備
汗廢水處理設備	●汗水泵 ●廢水泵 ●汗水處理設備，如汗水室排風機、鼓風機等
消防相關設備	●消防(中繼)泵 ●自動灑水(中繼)泵 ●泡沫泵 ●採水泵 ●消防排煙機
其他	●如廣播設備、公用對講機設備、通訊設備、電視天線擴大器、發電機充電器、管理室辦公設備、垃圾冷藏設備等

(資料來源：紀柏全等人，2016)

表 3-4 蔣順田(2005)與何信志(2011)對公共用電設備大項分類的用電比例統計

蔣順田，2005	
耗電分類	耗電占比
照明耗電	33%
水泵耗電	29%
電梯耗電	27%
其他耗電	11%
何信志，2011	
耗電分類	耗電占比
照明耗電	38%
給排水、抽排風、泳池耗電	16%
動力、電梯耗電	40%
空調耗電	6%

(資料來源：蔣順田，2005 與何信志，2011)

◆ エネルギー性能評価

		基準値 (GJ/年)	設計値 (GJ/年)	BEI	
専有部	空調	暖房	975	1,067	1.10
		冷房	226	229	1.02
	換気	175	95	0.55	
	照明	490	206	0.42	
	給湯	1,148	860	0.75	
共用部	空調	95	172	1.81	
	換気	62	29	0.47	
	照明	338	102	0.31	
	給湯	0	0	-	
	昇降機	56	56	1.00	
計		3,565	2,817	0.80	

BEI: Building Energy Index⁽¹⁾

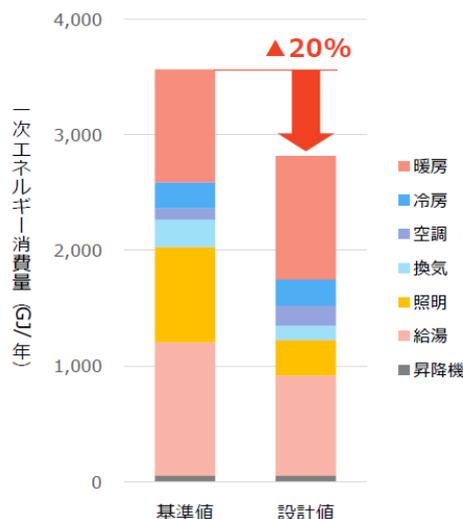


圖 3-6 日本集合住宅能效評估的項目

(資料來源：ZEH ロードマップフォローアップ委員会，2020)

表 3-5 本計畫對集合住宅公用機械設備系統的評估變數

機械設備系統大項	節能技術評估變數
電梯設備系統	電梯節能效率(變頻電梯或電能回收電梯)
揚水系統	防止超量設計(以水泵之陽程、水量設計基準評估，見附錄 2)
地下停車場送排風設備系統	以能源局的送排風機的節能標章評估

(資料來源：本計畫整理)

第四章 計畫發現

第一節 建置建築能效標示功能的 EEWH-RS2022 手冊

本計畫必須開發一個評估集合住宅公共用電之能效評估法，並建置建築能效標示功能的新版 EEWH-RS 手冊。為了綠建築標章與建築能效標示的接軌，日常節能指標被設計成「能效評估法」與「分項評估法」之雙軌系統。這兩類評估法的適用對象如下表所示，絕大部分的住宿類建築均可適用「能效評估法」，「分項評估法」只為少部份海拔800m以上地區之住宿類建築保留舊RS版的分項計點法。採「分項評估法」的住宿類建築中，住宅與集合住宅兩類建築可直接引用本手冊附錄1的住宅能效評估系統 R-BERS 來執行，其他如宿舍、民宿、照護機構等住宿類建築則必須引用 EEWH-BERS 的建築能效評估系統 BERS 來執行，如下圖 4-1 所示。

表 4-1 「能效評估法」與「分項評估法」的適用對象

	採用能效評估版本	適用建築使用分類
能效評估法	採附錄1之住宅能效評估法R-BERS	海拔800m以上地區建築使用分類為H類之住宅、集合住宅等新建建築物。
	採EEWH-BERS手冊之BERSn能效評估法	低於海拔800m地區建築使用分類為H類之宿舍、民宿、護理或長照機構、日照機構等新建建築物。
分項評估法	無	海拔800m以上地區建築使用分類為H類之新建建築物

(資料來源：本計畫整理)

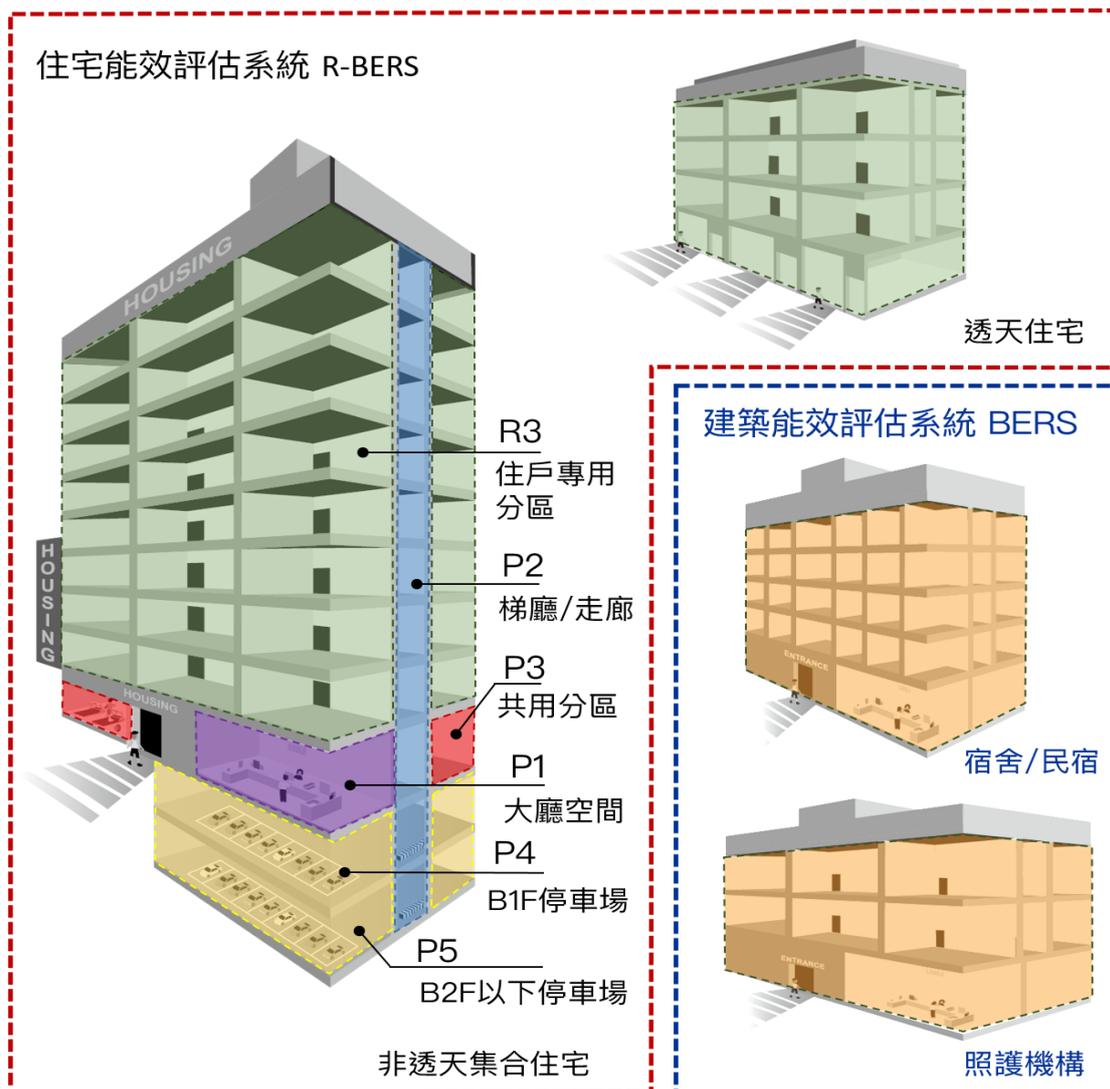


圖 4-1 住宅與集合住宅適用住宅能效評估系統 R-BERS，其他如宿舍、民宿、照護機構等住宿類建築則適用建築能效評估系統 BERS
(資料來源：本計畫整理)

新版 EEWH-RS 日常節能指標所評估之空間與設備之範疇如表 4-2 所示，不再表列範疇均不予評估。作為日常節能指標之評分依據，無論「能效評估法」或「分項評估法」二系統，均必須先計算建築外殼節能效率 EEV、空調節能效率 EAC、照明節能效率 EL 等三指標。根據建築技術規則綠建築專章之規定，所有住宿類建築均全案採同一 Req 或 SF 節能指標，因此由其換算的 EEV 指標也是全案單一指標，但因應我國社會住宅節能政策要求公共用電納入能效標示之需，新版 EEWH-RS 的日常節能指標對於非透天集合住宅(不含透天集合住宅)必須分住宿單元與共用空間兩部分來各計算兩個 EAC 與兩個 EL 指標，而透天住宅與其他住宿類建築則維持全案計算一個 EAC 與一個 EL 指標即可。若申請案屬透天住宅類，則只以地上層空間為評估對象，其地下層空間不列入評估範圍。若為非透天集合住宅之案件，必須依照表 4-2 所示空間分區範疇計算兩對 EAC 與 EL 指標，不在

該表明列之空間分區範疇，如共用之儲藏室、機械室、屋突、電梯間、游泳池、SPA&三溫暖設施等空間，則不列入評估範疇。

表 4-2 EEWHS-RS 日常節能指標空間與設備之評估範疇

	空間評估範疇		設備評估範疇	
			能效評估法	分項評估法
透天住宅	地上層住宿單元(地下層不評估)		空調、照明、熱水、爐台等四項設備	
非透天 集合住宅	住宿單元	非透天集合住宅住戶專用分區	空調、照明、熱水、爐台等四項設備	
	共用空間	P1. 非透天集合住宅大廳分區(大廳空間)	共用空間之空調、照明、電梯、揚水、地下停車場送排風機等五項公用設備	所有公用設備均不評估
		P2. 非透天集合住宅梯廳分區(梯廳與住戶連通走廊)		
		P3. 非透天集合住宅之一般共用分區(健身房、閱覽室、兒童遊戲室、KTV、會議室、視聽室、社區辦公室、活動中心等)		
		P4. 非透天集合住宅地下 1F 停車場		
P5. 非透天集合住宅地下 2F 以下停車場				
註:不在表列空間與設備項目均不納入評估範圍，但若有非住宅之住宿類空間則應依 EEWHS-BERS 手冊規定處理，若有非住宅類空間應依其他手冊規定處理。				

(資料來源：本計畫整理)

未來新版 EEWHS-RS 手冊不採「能效評估法」而採「分項評估法」的建築只剩下少部份海拔 800m 以上地區之住宿類建築，這類建築遵循舊版不評估公用設備的做法，但改以空調、照明、熱水器、爐台等四項能效係數由式 4-1~4-7 來評估日常節能指標的得分，如此可完成綠建築標章與建築能效的圓滿接軌。

$$RS4_1 = 5.0 \times (U_{awc} - U_{aw}) / (U_{awc} - U_{awmin}), \text{ 且 } 0.0 \leq RS4_1 \leq 5.0 \text{ ----- (4-1)}$$

$$RS4_2 = 5.0 \times (U_{afc} - U_{af}) / (U_{afc} - U_{afmin}), \text{ 且 } 0.0 \leq RS4_2 \leq 5.0 \text{ ----- (4-2)}$$

$$RS4_3 = 17.2 \times (0.9 - EAC), \text{ 且 } 0.0 \leq RS4_3 \leq 5.0 \text{ ----- (4-3)}$$

$$RS4_4 = 12.0 \times (0.9 - EL), \text{ 且 } 0.0 \leq RS4_4 \leq 6.0 \text{ ----- (4-4)}$$

$$RS4_5 = \text{依熱水器設備型錄由表4-3讀取系統得分} \text{----- (4-5)}$$

$$RS4_6 = \text{依爐台設備型錄由表4-3讀取系統得分} \text{----- (4-6)}$$

$$RS4 = RS4_1 + RS4_2 + RS4_3 + RS4_4 + RS4_5 + RS4_6, \text{ 且 } 0.0 \leq RS4 \leq 33.0 \text{ ----- (4-7)}$$

參數說明:

RS4₁、RS4₂: 外殼節能一、外殼節能二之系統得分(分)

RS4₃: 空調節能指標之系統得分(分)，以 EAC=0.65(一級能效)為滿分之設定，若資料不全則為 0 分

RS4₄: 照明節能指標之系統得分(分)，以 EL=0.5 為滿分之設定，若資料不全則為 0 分

RS4₅：熱水設備之系統得分(分)，取自表 4-3，多台設備時取其平均值，若資料不全則得 0 分

RS4₆：爐台設備之系統得分(分)，取自表 4-3，多台設備時取其平均值，若資料不全則得 0 分

Uaw、Uawc、Uawmin：Uaw 指標之計算值、基準值、設計極限值 (W/m².K)，依建築技術規則規定計算

Uaf、Uafc、Uafmin：Uaf 指標之計算值、基準值、設計極限值 (W/m².K)，依建築技術規則規定計算

表 4-3 熱水與爐台設備之系統得分 RS4₅、RS4₆

		一級能效	二級能效	三級能效	四級能效	五級能效
1.熱水設備 得分 RS4 ₅	1.1a 即熱式熱水器(瓦斯熱水器)	5	4	3	2	1
	1.1b 即熱式熱水器(瓦斯熱水器)+熱水管路保溫 ^{*1}	6	5	4	3	2
	1.2a 儲備型熱水器	5	4	3	2	1
	1.2b 儲備型熱水器+熱水管路保溫 ^{*1}	6	5	4	3	2
	1.3 末端蓄熱式熱水器 ^{*2}	6	5	4	3	2
	1.4 熱泵熱水器	具節能標章時為 6、無節能標章時為 5				
2.爐台設備 得分 RS4 ₆	2.1 燃氣台爐	6	4	3	2	1
	2.2 IH 電磁爐	6	4	3	2	1
*1:所有熱水管路系統有保溫披覆材達 U 值<4.1W/m ² K 時						
*2: 末端蓄熱式熱水器為將分散小型儲熱槽裝配於使用端之形式，可減少初始熱水損失，為儲備型熱水器一種。						

(資料來源：本計畫整理)

第二節 住宅能效評估法 R-BERS 的理論基礎

以上只是概述新版 EEWH-RS 手冊在日常節能指標計算法之架構，本研究已經編輯完成如圖 4-2 所示的新版 EEWH-RS 手冊，詳細內容請參照本報告附送之手冊草案，在本報告中不贅述其內容，以下只針對新版 EEWH-RS 手冊「能效評估法」所依據的 R-BERS 之解析理論與其基準數據庫的解析法概述如下：

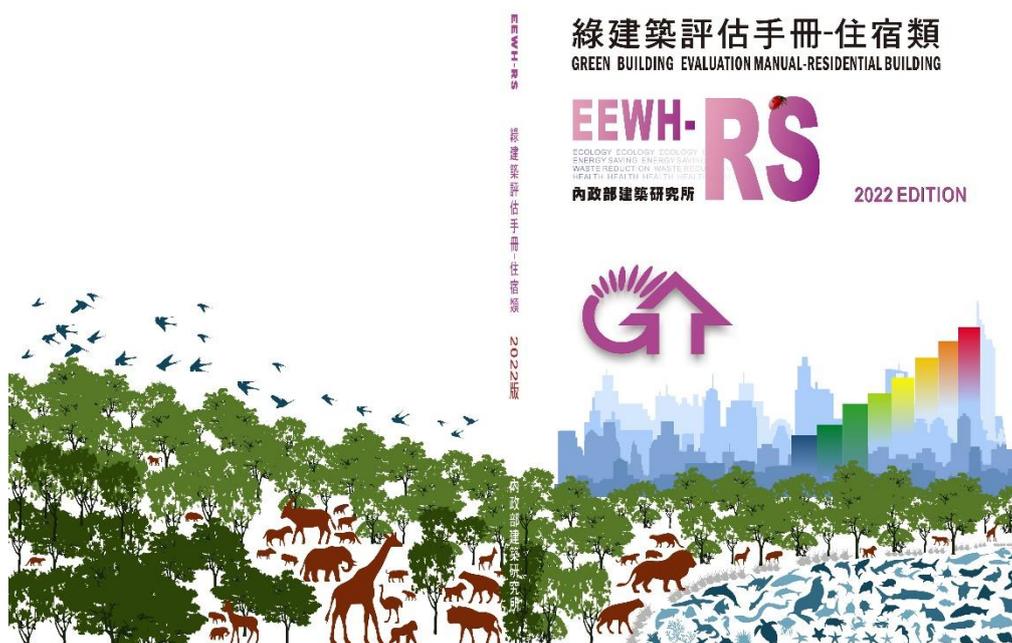


圖 4-2 EEWH-RS 綠建築評估手冊封面

(資料來源：本計畫整理)

R-BERS 是依據林憲德教授提出的動態分區法 (dynamic zone EUI method, Lin Hsien-Te et al, 2013, Lin Hsien-te & Yen Chia-ju, 2021) 與 EUI 右偏分佈法 (right-skewed EUI distribution method, 林憲德、嚴佳茹、王榮進、羅時麒, 2020, Lin Hsien-te & Yen Chia-ju, 2021) 而成立的住宅能效評估系統。

所謂的動態分區 EUI 法，乃是為了改善不同公設比、不同戶數、不同樓高度所組成的住宅建築物的耗能預測能力與評分之公平性，將全棟住宅建築拆解成數種耗能模式相近的耗能分區 (energy zone)，並建置各分區的耗能基準值，再以此耗能基準值與其建築外殼與設備效率之設計條件來預測整體建築耗能的方法。如圖 4-1 所示，例如一棟集合住宅通常可拆解成住戶空間、地下停車場以及大廳、健身房等公共空間之分區，其整體耗能量可由本手冊提供的分區耗能基準值加權計算而得，十分簡便。這多耗能分區的情形只會發生於非透天集合住宅，其他透天住宅全棟均被歸為單純的一個住宿單元分區，在計算上相對簡單。

接著，所謂的 EUI 右偏分佈法的概念如圖 4-3 所示，是假設在相同氣候條件、相同公設比、相同平面的住宅樣本母體，在建築市場上之耗能分佈均呈現一個右偏分佈 (right skewed distribution) 的特性，由此右偏分佈可定位出該住宅類建築物之節能特性與能源效率排序，再依此作為能效評分的尺度。

EUI 原為耗能密度 (Energy Use Intensity) 之意，它在非住宅 BERS 中以耗電量 (單位: kWh/(m²yr)) 為指標，但在 R-BERS 則是以碳排密度為指標，故又稱 CEI (Carbon Emission Intensity, 單位: kgCO₂/(m²yr))。R-BERS 的評分尺度是以相同平面的住宅類建築相比較的方法所建立的獨一無二的動態客製化評分尺度，不同

公設比、不同規模、不同樓高均有不同評分尺度。該尺度設有 NZCB 基準值 CEI_n 、GB 基準值 CEI_g 、中位值 CEI_m 、最大值 CEI_{max} 等四基準值。其 GB 基準值 CEI_g 被設定為相對中位值減碳 10% 之水準，NZCB 基準值 CEI_n 被設定為相對中位值減碳率 30% 之水準。圖 4-3 同時顯示 R-BERS 評分尺度之建置方法，為以建築市場之最佳節能水準、綠建築標章合格水準、最差節能水準所模擬之 CEI 最佳值 CEI_n 、綠建築基準值(以下簡稱 GB 基準值) CEI_g 、最大值 CEI_{max} ，訂為評分尺度之 90、50、0 分之評分點。此最佳值 CEI_n 被設定為近零碳建築的基準，又稱 NZCB 基準值。此評分尺度之 CEI_n 、 CEI_g 、 CEI_{max} 三基準值只要依據該案的耗能分區，由本研究建構之「R-BERS 耗能分區 2000 年 EUI 基準資料庫」(見下節)讀取數據來換算即可。

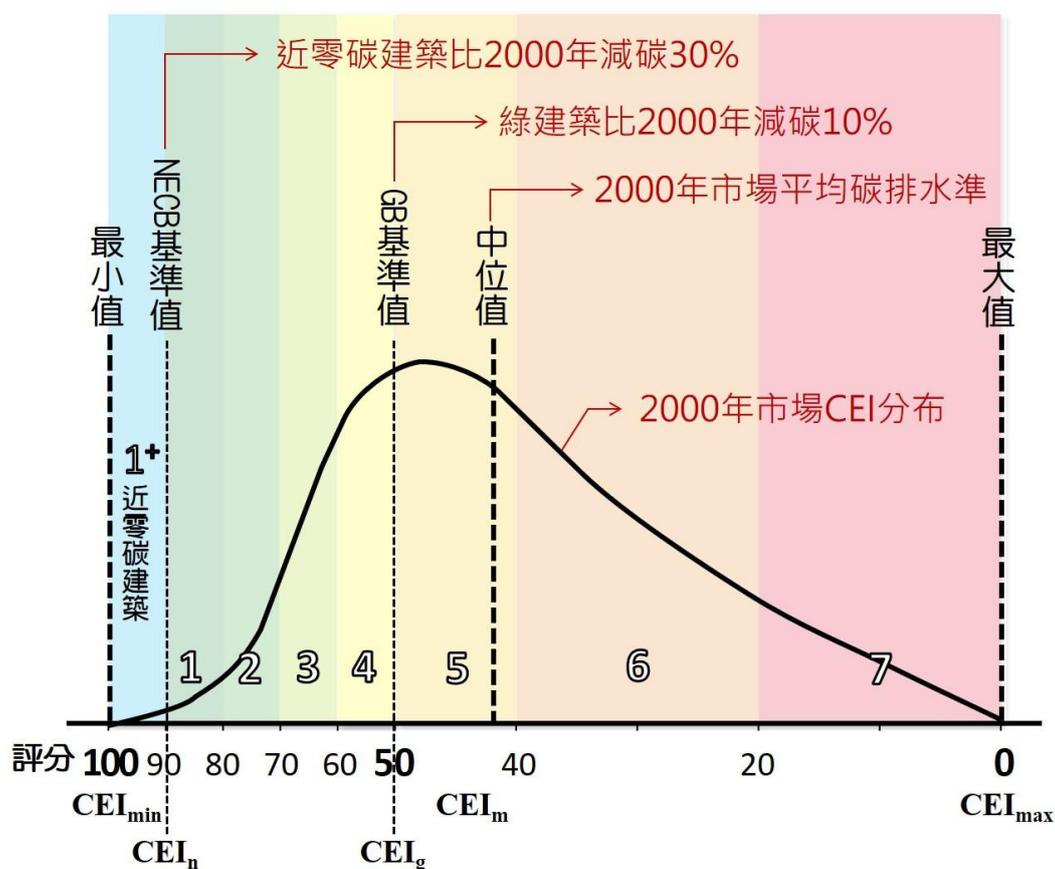


圖 4-3 住宅空調&照明 CEI 右偏分佈與評分尺度概念模型圖

(資料來源：本計畫整理)

圖 4-3 同時顯示 R-BERS 分級評分刻度，以 GB 基準值為 50 分之合格基線，由合格基線左側 CEI_n ~ CEI_g 區間被分割成 40 等分為 90~50 分之刻度，以 50~<60 分、60~<70 分、70~<80 分、80~<90、90~100 分之間距訂為 4、3、2、1、1+ 之建築能效等級，其中 90~100 分區間被定義為近零碳住宅等級，以 1+ 等級標示之。另外由合格基線右側 CEI_g ~ CEI_{max} 區間分割成 50 等分為 50~0 分之刻度，以 <50~40 分、<40~20 分、<20 分之間距訂為 5、6、7 之住宅能效等級。6、7 等級乃是市場

上能效極差的不良住宅，在評分上無須施行過細分級認證，因而給予較寬之間距。此標示法為承襲 EN 15217(2007)所建議 A~G 之七階段標示標準，而 1+ 之近零碳建築等級則為 EN 15217 所允許額外標示之等級，也是歐美最常用的近零碳建築能效標示方法。

第三節 R-BERS 耗能分區 2000 年 EUI 基準值

R-BERS 是以標準化分區耗電密度基準 EUI 來執行碳排模擬之方法，表 4-4 為本研究所建置的八類耗能分區之空調、照明 2000 年耗電密度 EUI 基準。這些 EUI 基準是採用 e-QUEST 軟體與 TMY3 標準氣象年資料，設定基準建築模型所模擬出來的耗電密度 EUI 基準，該表所列 EUI 的最大值、中位值、最小值，乃是以 2000 年住宅市場上最差、一般、最佳的節能技術條件所模擬的耗電數值。該表之解析方法十分複雜無法在此羅列，在此僅說明其大要如下：

1. 表 4-4 中有關住 R1~R3 宿單元的 EUI 基準為援用 ABRI109 年”住宅綠建築能源計算基準與標示之研究”案之成果，在此不再贅述。
2. R-BERS 所設定的集合住宅基準建築模型如表 4-5 所示，為一棟地上 18 層地下 4 層傳統 RC 構造，無商業店鋪使用的集合住宅，地下 1~4 樓皆為停車場、1 樓為社區公設與大廳空間、2~18 樓為住宅單元，總樓地板面積為 56700m²。
3. 表 4-4 根據行政院人事行政局所公告之民國 109 年政府行政機關辦公日曆表(表 4-6)，採「一般日」與「休假日」兩種作息模式設定耗能分區的使用頻率。「一般日」會減少使用社區的共用設施(如 KTV、社區娛樂室...等)而在「休假日」會提高使用率，因此共用空間的使用排程採取與住宿單元相同的假日設定方式，除了法定的週休二日(週六、週日)外，一年中的所有國定假日一併納入「休假日」設定，其餘天日則採「一般日」認定。
4. 表 4-4 依表 4-7 所示北中南氣候區之間歇空調模式，此模式根據 2016 年臺北市政府工務局新建工程處進行 181 處集合住宅的調查，以及本研究訪問物業管理公司從業人員的經驗回饋所整理出來的模式，空調開機時程：(1)北區 5 月 3 日~10 月 18 日(169 日)、(2)中區 4 月 5 日~10 月 31 日(210 日)、(3)南區 4 月 1 日~11 月 13 日(227 日)。該模式之具體設定法為根據 TMY3 氣象資料以逐月 25°C 以上時間比例 60% 以上月份作為全月開機，逐月 25°C 以上時間比例由 50% 起算，每增 1%，增三天空調日。
5. 表 4-4 中根據表 4-8~4-9 所示住宿單元與公用空間之人員、照明、空調營運時程標準情境模擬而成，其中集合住宅的共用空間在「一般日」與「休假日」的使用模式有很大的不同。

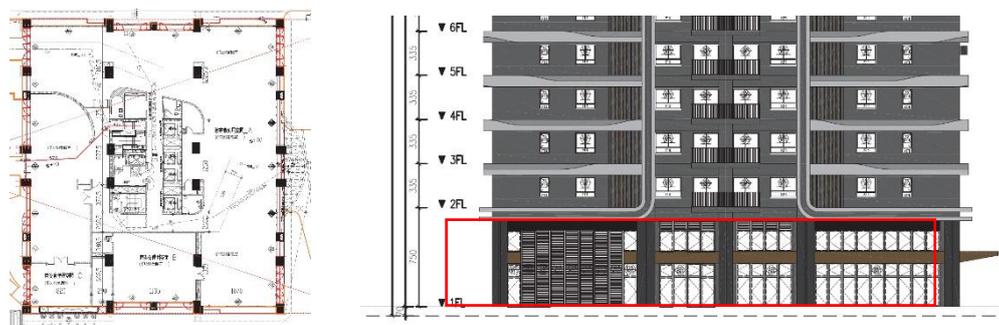
表 4-4 住宅類耗能分區之空調、照明 2000 年耗電密度 EUI 基準

	耗能分區	照明 LEUI LEUIImin LEUIIm LEUImax	間歇空調 EUI(Kwh /m ² yr)		
			北部	中部	南部
			AEUImin AEUIIm AEUImax	AEUImin AEUIIm AEUImax	AEUImin AEUIIm AEUImax
R.住宿單元	R1. 透天獨棟住宅	8.07 13.24 26.84	4.64 6.06 14.18	5.37 7.02 16.82	6.55 8.62 19.84
	R2. 透天連棟住宅		3.39 4.52 10.58	3.92 5.24 12.55	4.78 6.43 14.81
	R3. 非透天集合住宅住戶專用分區		6.9 11.51 23.04	8.25 10.22 24.38	9.97 12.35 29.7
P.共用空間 (透天住宅 類免評估)	P1. 非透天集合住宅大廳分區(大廳 空間)	12.60 25.21 42.01	9.42 14.23 21.34	10.52 15.99 24.46	13.42 20.64 28.54
	P2. 非透天集合住宅梯廳分區(梯廳 與住戶連通走廊)	4.80 9.60 16.02	0	0	0
	P3. 非透天集合住宅之一般共用分 區(健身房、閱覽室、兒童遊戲室、 KTV、會議室、視聽室、社區辦公 室、活動中心等)	7.46 14.92 24.78	13.66 20.45 29.93	15.89 23.71 35.64	20.44 31.10 42.34
	P4. 非透天集合住宅地下 1F 停車場	13.14 26.28 43.80	無空調耗能，只有送排風機單一基 準，參見表 7		
	P5. 非透天集合住宅地下 2F 以下停 車場				

(資料來源：本計畫整理)

表 4-5 集合住宅基準模型之共用空間模擬參數說明

- 此案大廳 287m²、梯廳走廊 186m²、共用分區 914m²。
- 立面開窗率為 50%。玻璃遮蔽係數(SC)：最小值、中位值為 0.6、最大值為 0.8。
- 照明 LPD[W/m²]：P1,P3 以標準值 5[W/m²]、P2 以標準值 4[W/m²]為設定，再取最小值 60%、中位值 120%、最大值 200%。
- 停車場照明密度：3[W/m²]。
- 機械設備[W/m²]：設備密度依照各空間特性設定。
- 空調設備：每共用空間裝設變頻分離式冷氣，以標準值 COP=5.0 為設定，再取最小值 120%、中位值 80%、最大值 60%。



耗能模擬 (最小值)	耗能模擬 (中位值)	耗能模擬 (最大值)
P1.大廳分區(大廳空間) 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：5×0.6=3[W/m ²] 設備密度：5[W/m ²] 空調主機 COP：5×1.2=6.0	P1.大廳分區(大廳空間) 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：5×1.2=6[W/m ²] 設備密度：5[W/m ²] 空調主機 COP：5×0.8=4.0	P1.大廳分區(大廳空間) 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：5×2.0=10[W/m ²] 設備密度：5[W/m ²] 空調主機 COP：5×0.6=3.0
P2.梯廳與住戶連通走廊 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：4×0.6=2.4[W/m ²] 設備密度：0.5[W/m ²] 空調主機 COP：無空調	P2.梯廳與住戶連通走廊 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：4×1.2=4.8[W/m ²] 設備密度：0.5[W/m ²] 空調主機 COP：無空調	P2.梯廳與住戶連通走廊 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：4×2.0=8.0[W/m ²] 設備密度：0.5[W/m ²] 空調主機 COP：無空調
P3.一般共用分區 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：5×0.6=3[W/m ²] 設備密度：8.0[W/m ²] 空調主機 COP：5×1.2=6.0	P3.一般共用分區 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：5×1.2=6[W/m ²] 設備密度：8.0[W/m ²] 空調主機 COP：5×0.8=4.0	P3.一般共用分區 人員密度：0.2[人/m ²] 照明密度：5×2.0=10[W/m ²] 設備密度：8.0[W/m ²] 空調主機 COP：5×0.6=3.0

(資料來源：本計畫整理)

表 4-6 2020 年國定假日模擬空間作息情境

假期名稱	日期	假期說明	天數
農曆春節	1/23~1/29	春節年假，除夕前一天彈性(1/23)放假一天(1/24)除夕放假一天(1/24)，春節放三天，放七天(1/23~1/29)，2/15(六)補上班	7
二二八和平紀念日	2/28~3/01	二二八和平紀念日逢週五，放三天連假(2/28~3/1)	3
兒童節、民族掃墓節	4/2~4/5	兒童節與民族掃墓節同一天，兒童節(4/3)提前一天放假一日，民族掃墓節(4/4)為週六，前一個工作日補假一天(4/2)，放四天(4/2~4/5)	4
勞動節	5/1~5/3	勞動節逢週五，放三日 5/1~5/3	3
端午節	6/25~6/28	端午節逢週四，週五(6/26)彈性放假一天，放四天連假(6/25~6/28)，6/20(六)補上班	4
中秋節	10/01~10/04	中秋節逢週四，週五(10/2)彈性放假一天，放四天連假(10/1~10/4)，9/26(六)補上班	4
國慶日	10/09~10/11	國慶日逢週六，週五補假(10/9)，放三天連假(10/9~10/11)	3

(資料來源：本計畫整理)

表 4-7 北中南氣候區模擬住宅間歇空調情境

北區	累積天數	空調狀況	空調日	非空調日
1月1日~5月2日	122	無空調	169	196
5月3日~10月18日	169	啟動空調		
10月19日~12月31日	74	無空調		

中區	累積天數	空調狀況	空調日	非空調日
1月1日~4月4日	94	無空調	210	155
4月5日~10月31日	210	啟動空調		
11月1日~12月31日	61	無空調		
南區	累積天數	空調狀況	空調日	非空調日
1月1日~3月31日	90	無空調	227	138
4月1日~11月13日	227	啟動空調		
11月14日~12月31日	48	無空調		

(資料來源：本計畫整理)

表 4-8 住宿單元房間 EUI 基準模擬設定人員、照明、空調營運時程標準情境

耗能分區	時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
客廳 (起居室)	人員逐時負 載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	50	100	100	0	0	
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	100
	照明逐時負 載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	50	100	100	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	100
	電器逐時負 載率 ELjk	上班日	15	15	15	15	15	15	10	10	15	15	15	40
		休假日	100	100	15	15	15	15	10	10	15	15	15	40
空調逐時啟 動率 ALjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	
	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	
餐廳	人員逐時負 載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	照明逐時負 載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	50	50	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	電器逐時負 載率 ELjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
空調逐時啟 動率 ALjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
廚房	人員逐時負 載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
	照明逐時負 載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	50	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
	電器逐時負 載率 ELjk	上班日	5	5	5	5	5	5	50	30	10	10	10	10
		休假日	5	5	5	5	5	5	50	30	10	10	10	50
主臥室	人員逐時負 載率 PLjk	上班日	100	100	100	100	100	100	100	50	0	0	0	0
		休假日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

耗能分區	時間		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0	0	0	
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0	0	
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		休假日	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	40
	空調逐時啟動率 ALjk	上班日	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
		休假日	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0
臥室 (書房)	人員逐時負載率 PLjk	上班日	100	100	100	100	100	100	100	50	0	0	0	0	0
		休假日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		休假日	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	40
空調逐時啟動率 ALjk	上班日	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	
	休假日	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0	0	0	
浴室	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
陽台	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
住宅樓梯間、走道	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
		休假日	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	0	0	0
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0
耗能分區	時間		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	23	
客廳 (起居室)	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	100	100	0	0	0	100	100	100	0	0	0
		休假日	0	0	100	100	0	50	0	100	100	100	100	0	0
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	100	100	0	0	0	100	100	100	0	0	0

住宿類綠建築導入建築能效標示應用推廣計畫

耗能分區	時間	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	23		
	載率 LLjk	休假日	0	0	100	100	0	50	0	100	100	100	100	0	
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	40	30	30	30	30	90	90	100	100	100	100	100	
		休假日	40	30	30	30	30	100	100	100	100	100	100	100	
	空調逐時啟動率 ALjk	上班日	0	0	100	0	0	100	0	100	100	100	100	0	0
		休假日	0	0	100	100	100	0	0	100	100	100	100	100	0
餐廳	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	100	
		休假日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	0	
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	100	
		休假日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	0	
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	空調逐時啟動率 ALjk	上班日	0	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	
		休假日	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0	0	
廚房	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	100	
		休假日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	0	
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	100	
		休假日	0	0	0	0	0	50	100	50	0	0	0	0	
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	50	10	10	10	10	100	100	25	25	25	25	25	
		休假日	50	10	10	10	10	100	100	25	25	25	25	25	
主臥室	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	
		休假日	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	
		休假日	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	15	30	30	30	30	85	85	100	100	100	100	100	
		休假日	40	30	30	30	30	85	85	100	100	100	100	100	
	空調逐時啟動率 ALjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	
		休假日	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	
臥室 (書房)	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	50	100	100	100	100	100	100	100	
		休假日	0	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	
	照明逐時負載率 LLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	
		休假日	0	0	100	100	0	0	0	0	0	100	100	100	
	電器逐時負載率 ELjk	上班日	15	30	30	30	30	85	85	100	100	100	100	100	
		休假日	40	30	30	30	30	85	85	100	100	100	100	100	
	空調逐時啟動率 ALjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	
		休假日	0	100	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	
浴室	人員逐時負載率 PLjk	上班日	0	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0		

耗能分區	時間	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	23	
		載率 PLjk	0	100	0	0	0	0	0	0	0	50	100	0
照明逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0	
	載率 LLjk	0	100	0	0	0	0	0	0	50	100	0	0	
電器逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	
	載率 ELjk	0	0	0	0	0	0	0	0	40	40	0	0	
陽台	人員逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		載率 PLjk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	照明逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
		載率 LLjk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	0	0
	電器逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
		載率 ELjk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
住宅樓梯 間、走道	人員逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		載率 PLjk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	照明逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
		載率 LLjk	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	100	100
	電器逐時負	上班日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0
		載率 ELjk	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	0	0

(資料來源：本計畫整理)

表 4-9 共用空間 EUI 基準模擬設定人員、照明、空調營運時程標準情境

耗能分區	時間	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
		P1. 非透 天集合住 宅大廳分 區(大廳 空間)	人員逐時負 載率 PLjk	一般日	0	0	0	0	0	0	0	40	70	80
休假日	0			0	0	0	0	0	0	20	50	50	20	0
照明逐時負 載率 LLjk	一般日		0	0	0	0	0	0	0	50	100	100	100	100
	休假日		0	0	0	0	0	0	0	50	100	100	100	100
電器逐時負 載率 ELjk	一般日		0	0	0	0	0	0	0	20	20	20	40	80
	休假日		0	0	0	0	0	0	0	20	20	40	40	80
空調逐時負 載率 ALjk	一般日		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	休假日		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
P2. 非透 天集合住 宅梯廳分 區(梯廳 與住戶連 通走廊)	人員逐時負 載率 PLjk	一般日	0	0	0	0	0	0	0	40	70	80	20	20
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	20	50	50	20	0
	照明逐時負 載率 LLjk	一般日	0	0	0	0	0	0	20	20	50	50	50	50
		休假日	0	0	0	0	0	0	20	20	50	50	50	50
P3. 非透 天集合住 宅之一般 共用分區	人員逐時負 載率 PLjk	一般日	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	40	
		休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	30	60	70	
	照明逐時負	一般日	0	0	0	0	0	0	0	0	50	50	50	0

耗能分區	時間		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
(健身房、閱覽室、兒童遊戲室、KTV、會議室、視聽室等)	載率 LLjk	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100	100	0	
		一般日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0
	電器逐時負載率 ELjk	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	20	50	0
		一般日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
	空調逐時負載率 ALjk	休假日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
		一般日	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100
耗能分區	時間		12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	21	23	
P1. 非透天集合住宅大廳分區(大廳空間)	人員逐時負載率 PLjk	休假日	0	0	0	0	20	70	80	80	30	0	0	0	0
		一般日	0	0	0	0	20	20	20	0	0	0	0	0	0
	照明逐時負載率 LLjk	休假日	50	50	50	50	100	100	100	100	100	0	0	0	0
		一般日	50	50	50	50	100	100	100	100	100	0	0	0	0
	電器逐時負載率 ELjk	休假日	80	40	20	20	20	50	50	50	20	0	0	0	0
		一般日	80	40	80	80	80	80	50	50	20	0	0	0	0
空調逐時負載率 ALjk	休假日	100	0	0	0	0	0	100	100	0	0	0	0	0	
	一般日	100	0	0	0	100	100	100	100	100	100	0	0	0	
P2. 非透天集合住宅梯廳分區(梯廳與住戶連通走廊)	人員逐時負載率 PLjk	休假日	0	0	0	0	20	20	20	0	0	0	0	0	
		一般日	0	0	0	0	20	20	20	0	0	0	0	0	
	照明逐時負載率 LLjk	休假日	50	50	20	20	20	20	50	50	50	0	0	0	0
		一般日	50	50	50	50	50	50	50	50	50	0	0	0	0
P3. 非透天集合住宅之一般共用分區(健身房、閱覽室、兒童遊戲室、KTV、會議室、視聽室等)	人員逐時負載率 PLjk	休假日	40	20	0	0	0	20	40	40	30	0	0	0	
		一般日	50	50	50	20	20	30	20	50	20	0	0	0	
	照明逐時負載率 LLjk	休假日	50	50	0	0	0	50	50	50	50	0	0	0	
		一般日	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0	0	0	
	電器逐時負載率 ELjk	休假日	20	50	0	0	0	50	50	50	20	0	0	0	
		一般日	50	10	10	50	50	50	50	50	20	0	0	0	
空調逐時負載率 ALjk	休假日	100	0	0	0	0	0	100	100	100	0	0	0		
	一般日	100	0	0	100	100	100	100	100	100	100	0	0		

(資料來源：本計畫整理)

接著，表 4-4 的住宅類耗能分區耗電密度 EUI 基準值，被期待能與住宅市場的耗電實況有大致不差的吻合才能證明 R-BERS 的信賴度，其中尤其以集合住宅公共用電的信賴度最被注目。本研究整理既有研究論文，得出社區公共空間的 EUI 數據如表 4-10 所示，由此可以明顯看到社區公共空間的 EUI 分佈範圍極大，從 5.2 ~ 170.6[kWh/(m².yr)] 皆有，本研究模擬的 EUI 為 37.9[kWh/(m².yr)] 尚位於合理統計資料範圍內。另外，根據「104 年度新北市政府工務局社區節電專家診斷勞務」報告提出以每戶每年平均分配的公共用電做為「用電量指標」如表 4-11 所示，當多元公設型社區在 1850[kWh/(戶.yr)] 以上就屬於「注意指標」。本案例屬多元公設型

社區，模擬共用空間之 EUI 為 2260[kWh/(戶.yr)]，雖比上述新北市 EUI 偏大，但本案每戶住宅坪數比新北市大，其相對停車場面積與公設面積自然偏大，因此每戶分擔 EUI 就偏大，再加上台中空調時間比新北市多，因此本案模擬共用空間之 EUI 比新北市統計值稍微偏大尚屬可理解之合理範圍。

另外，以本案的集合住宅基準模型所模擬的住宿單元與共用空間耗電構成比例如表 4-12、圖 4-4 所示，得出住宿單元部分總耗電佔比 67.8%，共用空間耗電佔比 32.2%，共用空間的設備耗電構成中，以照明耗電量佔最高達 33.2%、水泵 24.3%、停車場抽排風機 18.6%、電梯 10.0%。此比例與表 3-4 所示國內論文研究的耗電構成比例相當接近，也顯示本研究提出的 R-BERS 能源估算方式具一定信賴度。

表 4-10 本研究模擬與既有文獻公寓大廈公共空間 EUI 值

	社區公共空間 EUI[kWh/(m ² .yr)]	
劉心蘭，2005，「公寓大廈住宅調查研究」國立成功大學論文	17.76	此類社區平均基地面積 1947m ² ， 100 戶左右，公設比 42%
	33.19	此類社區平均基地面積 2790m ² ， 130 戶左右，公設比 38%
	44.45	此類社區平均基地面積 3474m ² ， 210 戶左右，公設比 27%
何信志，2011，「集合住宅耗能與節潛力」台灣綠色生產力基金會	5.2~170.6 平均 32.7	無說明
本研究模擬案例公設與住戶試算，2021	37.9	本社區基地面積 4250m ² ， 204 戶，公設比 33%

(資料來源：本計畫整理)

表 4-11 三種社區戶均公設用電量指標 kWh/戶.年

	良好指標	中間指標	注意指標
基本公設型社區	225	418	853
中等公設型社區	332	560	1145
多元公設型社區	750	1004	1850

(資料來源：104 年度新北市政府工務局社區節電專家診斷勞務,p46)

表 4-12 集合住宅基準模型所模擬的住宿單元與共用空間耗電構成比例

分項	細項種類	面積 [m ²]	空間或設備項目	耗電量 [kWh/yr]	細項比例	類別比例	總耗電 (比例)	EUI [kWh/(m ² .yr)]
住宿單元	私人住宅	20,417	204 戶住戶單元	968,378	100%	100%	968,378 (67.8%)	47.4
共用空間 (地下停車場、大小共用空間)	照明	12,169	停車場照明	126,249	27.4%	33.2%	460,905 (32.2%)	37.9
			大廳+公設照明	26,790	5.8%			
	水泵		水泵馬達	111,847	24.3%	24.3%		
	電梯		5 部電梯	45,865	10.0%	10.0%		
	排抽風		停車場風機	85,751	18.6%	18.6%		
	共用空間		共用空間空調	29,234	6.3%	13.9%		
			共用空間電器	35,168	7.6%			

(資料來源：本計畫整理)

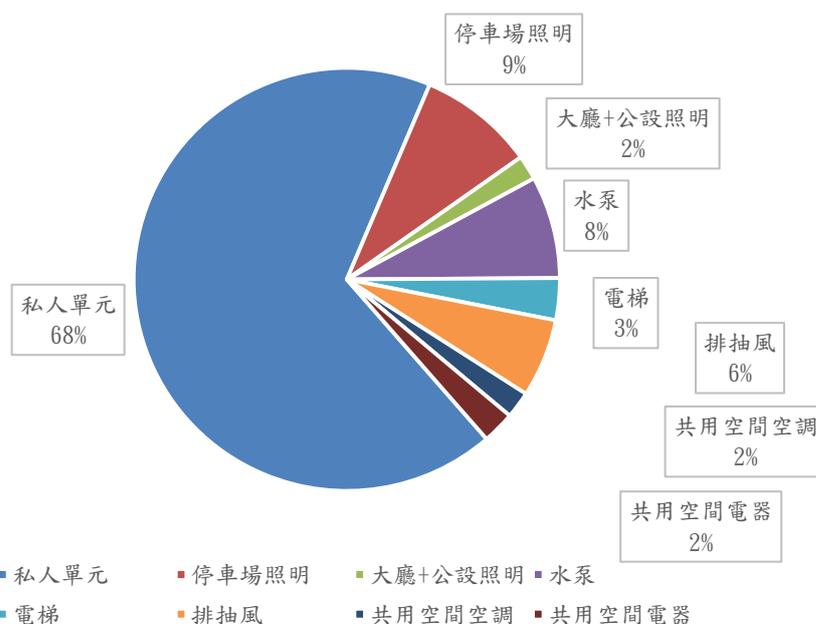


圖 4-4 集合住宅基準模型所模擬的全年耗電量組成比例

(資料來源：本計畫整理)

第四節 R-BERS 固定設備碳排基準與效率係數解析

R-BERS 必須以熱水器、爐台兩項固定設備的碳排基準與效率係數來計算固定設備碳排量 FCE*，其計算公式如下：

$$FCE^* = \frac{MP}{\text{固定家電碳排 每戶平均人數}} \times \left(\frac{YCE1 \times NF1 \times E_{1n} \times If}{\text{瓦斯熱水器設計碳排}} + \frac{YCE2 \times NF2 \times E_{2n} \times If}{\text{用電熱水器設計碳排}} \right. \\ \left. + \frac{YCE3 \times NF3 \times E_{3n}}{\text{瓦斯爐台設計碳排}} + \frac{YCE4 \times NF4 \times E_{4n}}{\text{用電爐台設計碳排}} \right) \text{-----}(4-8)$$

參數說明：

E_{1n} 、 E_{2n} ：瓦斯熱水器、用電熱水器之設計效率，取自表表 4-13，因毛胚屋申請無資料時逕令 1.0

E_{3n} 、 E_{4n} ：瓦斯爐台、用電爐台之設計效率，取自表 4-13，因毛胚屋申請無資料時逕令 1.0

FCE^* ：住宿單元之熱水、爐台兩項固定設備設計碳排(kgCO₂/yr)

If ：熱水管路保溫節能效率，所有熱水管路有保溫披覆材達 U 值 $<4.1W/m^2K$ 時 $If=0.97$ ，無則 $If=1.0$ ，但使用末端蓄熱式熱水器時，因已無管路熱損失，其 If 應設為 1.0。

MP ：每戶平均居住人數(人/戶)，另見 R-BERS 內容

$NF1$ 、 $NF2$ ：申請案使用瓦斯熱水器、用電熱水器之戶數(戶)，依實際設計資料判讀

$NF3$ 、 $NF4$ ：申請案使用瓦斯爐台、用電爐台之戶數(戶)，依實際設計資料判讀

$YCE1$ 、 $YCE2$ ：瓦斯熱水器、用電熱水器之年碳排基準(kgCO₂/(人 yr))，查表 4-13

$YCE3$ 、 $YCE4$ ：瓦斯爐台、用電爐台之年碳排基準(kgCO₂/(人 yr))，查表 4-13

β_1 ：用電碳排係數(kgCO₂/kWh)

表 4-13 住宅類主要固定設備效率係數 Emn 與碳排基準 YCE

設備類別參數 m		耗能設備效率係數 Emn^{*1}					碳排基準 $YCEm^{*4}$ (kgCO ₂ /人.yr)
		一級能效 $Em1$	二級能效 $Em2$	三級能效 $Em3$	四級能效 $Em4$	五級能效 $Em5$	
1. 瓦斯熱水器 (即熱式熱水器) ^{*3}		$E11=0.80$	$E12=0.91$	$E13=0.95$	$E14=1.0$	無此類	$61 \text{ m}^3/\text{人} \times \beta_2$
2. 用電熱水器 ^{*2}	2.1 儲備型熱水器	$E21=0.94$	$E22=0.95$	$E23=0.97$	$E24=0.98$	$E25=1.00$	$343 \text{ kWh}/\text{人} \times \beta_1$
	2.2 末端蓄熱式熱水器 ^{*2}	$E26=0.89$	$E27=0.90$	$E28=0.92$	$E29=0.93$	$E210=0.95$	
	2.3 熱泵熱水器	節能標章 $E211=0.26$ 、無標章 $E212=0.30$					
3. 燃氣爐台 ^{*3}		$E31=0.85$	$E32=0.90$	$E33=0.95$	$E34=1.00$	無此類	$99 \text{ m}^3/\text{人} \times \beta_2$
4. 用電爐台 ^{*3}		IH 電磁爐， $E41=0.78$ ，鹵素爐/電陶爐， $E42=1.0$					$367 \text{ kWh}/\text{人} \times \beta_1$

*1：以能源局公告的節能標章產品能效數據模擬而成，電能熱值以 860kcal/kWh、瓦斯熱值以 9000kcal/ m³ 計算。效率係數以該類設備最低能效為準計算而成。若為毛胚屋申請案而無資料時，逕令 $Emn=1.0$

*2：熱水器每人每日洗澡用水量 40L 計算，使用率 0.7。瓦斯與電熱式熱水器的轉換效率各為 75% 與 90%。

末端蓄熱式熱水器為將分散小型儲熱槽裝配於使用端之形式，可減少初始熱水損失，為儲備型熱水器一種。
*3：爐台以雙口爐台每日烹飪 20 分之總熱量為比較基準（使用率 0.6）。瓦斯爐、IH 電磁爐、鹵素爐的轉換效率各為 45%、90%、70%。

*4：β1:能源局公告用電碳排係數(2019 公告 0.509kgCO₂/kWh)。β2: 能源局公告都市瓦斯係數(2019 公告 2.114(kgCO₂/m³))。申請案應以能源局公告最新係數為準。

（資料來源：本計畫整理）

本報告讀者不須傷腦筋理解上述甚為複雜的公式內涵(欲知其詳者應參見正式 EEWHS-RS 版之 R-BERS 內容即可)，在此只需理解式中兩項設備之碳排基準與效率係數的重要性以及其根據緣由即可。基本上這些碳排基準與效率係數只要依實際設備型錄由表 4-13 讀取即可，以下僅交代其根據緣由如下：

1. 表 4-13 內含瓦斯熱水器與用電熱水器之碳排基準 YCE。其中瓦斯熱水器之碳排基準 YCE，以常用之 16 升數位恆溫型熱水器(熱負荷為 22kW)為基準，每分鐘瓦斯消耗量約為 458.8[kcal/min]，估計每人 1 天洗澡時間 15 分鐘，瓦斯耗用熱量=(458.8×15)×5(每分鐘熱水量)÷16(熱水器供水量)，每 1 人 1 天洗澡的瓦斯耗用熱能為 2151[kcal/日]（每年每人 2151×365=785115[kcal]），若以此數據推估每戶家庭 3 人一年洗澡瓦斯熱值為 2355345[kcal]，此數據與美國能源局所提供之線上試算服務，當瓦斯型熱水器能源轉換率在 76%時（台灣通過四級能效認證的即熱型熱水器燃燒效率平均值），在每年相同洗澡用水量的情境下，總投入熱值約為 2343561[kcal]兩者數值接近可採信（<https://bit.ly/3CeZe8U>）。同時考量熱水器並非全年滿載使用，故採使用率 7 成進行修正，每年每人的瓦斯熱值為 785115×70%=549580.5[kcal]，而天然氣每立方公尺[度]的能量為 9000[kcal/m³]，因此 549580.5[kcal]÷9000[kcal/m³]=61[m³]，做為每人每年瓦斯熱水器的比較基準值。另外，表 4-13 之電熱水器碳排基準 YCE，採「用電熱水器加熱耗電量+保溫耗電量=用電熱水器耗能基準值」，雖然用電熱水器具有較高的能源轉換效率（接近 90%），但儲備熱水需額外消耗一定電力以維持熱水水溫，除此之外儲備型熱水器的因為運作原理相同，機器能效並無明顯差異，因此經濟部能源局頒佈此類熱水器時是以每台熱水器「每年保溫耗電量」高低做為能效分級方式。本研究統計了 10 台五級能效熱水器的平均保溫耗電為 227[kWh]，假設一家 3 人平均每人分攤儲備型熱水器的保溫耗電量為 227[kWh]÷3=75.7[kWh]。再以每 1 人 1 天洗澡的熱水量同樣為 15 分鐘使用 40L 的水量，將室溫冷水 21 度升到 43 度的熱能為 40×(43-21)÷0.9=977.8[kcal/日]，則每年每人洗澡的熱能為 977.8×365=356897[kcal]，換算為耗電量 356897[kcal]÷860[kcal/kWh]=415[kWh]。將保溫耗電與加熱耗電合併計算後，

一樣採使用率 7 成進行修正，則 $(75.7+415)\times 0.7=343[\text{kWh}]$ ，做為每人每年用電熱水器的比較基準值。

2. 表 4-13 所示的瓦斯熱水器與用電熱水器之效率係數 E_{mn} 為，根據「經濟部能源局能源效率標示」與「節能標章」兩網站，篩選規格接近之設備再進行抽樣比較，可避免規格差異太大造成耗能偏差的問題。本研究共比較了「即熱型熱水器、儲備型熱水器、末端式熱水器（為裝設在浴室端假設可減少約 6m 水管 2.5L 水體所流失的熱量，每年可節省將近 5% 用電）、熱泵式熱水器」共約 150 台，依據公告的燃燒效率或保溫耗電量進行耗能換算而得。
3. 表 4-13 內含燃氣爐台與用電爐台之碳排基準 YCE 與效率係數。其中燃氣爐台之碳排基準 YCE 與效率係數根據雙口瓦斯爐 8kW 規格每戶家庭 3 人情況下每天總共烹飪時間 1 小時耗用 $494.4[\text{m}^3]$ 瓦斯，則每 1 人 1 年烹飪的瓦斯用量為 $494.4\div 3=164.8[\text{m}^3]$ ，換算為瓦斯耗用能量為 $164.8\times 9000=1483200[\text{kcal}/\text{年}]$ 。同時考量爐台並非全年滿載使用（雙口爐台同時開火使用），採用使用率 6 成進行修正，則每年每人的瓦斯熱值為 $1483200\times 0.6=889920[\text{kcal}]$ ，天然氣每立方公尺[度]的能量為 $9000[\text{kcal}/\text{m}^3]$ ，因此 $889920[\text{kcal}]\div 9000[\text{kcal}/\text{m}^3]=98.9[\text{m}^3]$ ，做為每人每年瓦斯爐台的比較基準值。另外，表 4-13 用電爐台之碳排基準 YCE，目前市面販售的用電爐台主要可分為 IH 爐（Induction Heating）與電陶爐（Halogen Stove）兩大類，IH 爐台是透過電流產生電磁波誘導鍋具材質產生熱量的原理，進而加熱食物能有效避免熱源的逸散浪費，大幅縮短烹飪時間將近 40% 左右，整體熱效能可高達 90% 以上。另一種類為鹵素爐也稱電陶爐，是透過爐具內部的鹵素燈管加熱玻璃面板，再將熱量傳遞至鍋具間接加熱，這類爐具的表面會產生高溫且效率較低約在 65~70% 之間，與 IH 爐相比耗電量明顯較多。由於用電爐台目前仍未在經濟部能源局的節能標章制度規範中，因此只能以市面上一般常見的規格進行耗能計算。為達相同烹飪熱值使用不同加熱型態的爐台（IH 爐以及鹵素爐），每年運轉後的能量做為「投入值」。根據每戶家庭 3 人 1 年所需的烹飪能量為 $1957800[\text{kcal}]$ ，以一台雙口運轉效率 70% 的 3kW 電陶爐來說，因加熱原理關係需要運轉至 612.5 小時才能達到標準烹飪能量，同時考量爐台並非全年滿載使用，採使用率 6 成進行修正，換算後 $3[\text{kW}]\times 612.5[\text{hr}]\div 3[\text{人}]\times 60\%[\text{使用率}]=367[\text{kWh}]$ ，為每人每年用電爐台的比較基準值。以相同條件下一台雙口 6.6kW 的 IH 爐，僅需運轉 216.5 小時即可達到標準烹飪能量，同時考量爐台並非全年滿載使用，採使用率 6 成進行修正，換算後 $3[\text{kW}]\times 216.5[\text{hr}]\div 3[\text{人}]\times 60\%[\text{使用率}]=286[\text{kWh}]$ ，此項設備的效率係數 $E_{41}=286\div 367=0.78$ 。

第五節 R-BERS 公用機械設備碳排基準與效率係數解析

R-BERS 必須以地下送風機、電梯、揚水泵三項公用機械設備的碳排基準與效率係數來計算公用機械設備碳排量 MCE*，其計算公式如下：

$$MCE^* = \left(\frac{VEc \times AFp \times EV}{\text{公用機械碳排}} + \frac{EEc \times Ne \times EE}{\text{停車場通風設計耗電}} + \frac{0.0183 \times Q \times PHc \times PEB}{\text{電梯設計耗電}} \right) \times \beta 1 \quad (4-9)$$

參數說明

EE：電梯效率，無單位，一般交流變壓 ACVV 電梯 1.0(基準值)，變壓變頻控制螺旋齒輪 VVVF 電梯 0.6，變壓變頻控制永磁同步馬達 VVVF 電梯 0.5，變壓變頻控制螺旋齒輪 VVVF+ 電力回生裝置電梯 0.5，變壓變頻控制永磁同步馬達 VVV F+ 電力回生裝置電梯 0.4，請附電梯型錄。

EEc：電梯之年耗電基準(kWh/(台 yr))，查表 4-15

EV：地下停車場送排風機節能率，無單位，採用節能標章風機 0.8(請附風機節能標章型錄)，採用 CO 偵測變頻風機控制系統 0.7(停車場每 400m²面積至少設置一個安裝在距地面高度 0.9~1.8m 間且連動變頻風機控制系統之 CO 感知器，請附 CO 感知器平面配置、系統規範與變頻風機控制系統圖)，無採前二項之一般通風系統 1.0。

MCE*：公用空間之地下停車場通風、電梯、揚水三機械系統之設計碳排(kcal /yr)，公式中 0.0183 為單位揚程單位揚水量的耗電密度基準值(kWh/(m³.m))，取自沈政宏(2008) 論文針對七棟集合住宅 80 個揚水泵之揚程、耗電量、流量等實測數據換算所得之揚水耗電密度之第二高值(危險率 99%之最大值)。

Ne：電梯台數[台]

PEB：申請案之揚水泵能源成本效率，無單位，依附錄 2 計算，並附自來水昇位圖與 EP 計算書。

PHc：申請案之揚程基準(m)，請依附錄 2 計算，並附自來水昇位圖與 PHc 計算書。

VEc：地下停車場通風系統之年耗電基準(kWh/yr)，查表 4-14

β1：用電碳排係數(kgCO₂/kWh)

本報告讀者不須傷腦筋理解上述甚為複雜的公式內涵(欲知其詳者應參見正式 EEWH-RS 版之 R-BERS 內容即可)，在此只需理解式中三項設備之碳排基準與效率係數的重要性以及其根據緣由即可。基本上這些碳排基準與效率係數只要依實際設備型錄由表 4-13 讀取即可，以下僅交代其根據緣由如下：

1. 地下停車場送排風機之耗電基準如表 4-14 所示，而地下停車場送排風機節能率 EV 只要依實際設計風機型錄判斷，若採用節能標章風機為 0.8(請附風機節能標章型錄)，若採用 CO 偵測變頻風機控制系統為 0.7(停車場每 400m² 面積至少設置一個安裝在距地面高度 0.9~ 1.8m 間且連動變頻風機控制系統之 CO 感知器，請附 CO 感知器平面配置、系統規範與變頻風機控制系統圖)，無採前二項之一般通風系統 1.0。
2. 電梯之耗電基準根據《日本の省エネルギー基準と計算の手引-新築・増改築の性能基準 (PAL/CEC)》計算如表 4-14 所示。電梯效率 EE 也根據《日本の省エネルギー基準と計算の手引-新築・増改築の性能基準 (PAL/CEC)》所規定之電梯效率 Ft 換算，為一般交流變壓 ACVV 電梯 1.0(基準值)，若為變壓變頻控制螺旋齒輪 VVVF 電梯 0.6，變壓變頻控制永磁同步馬達 VVVF 電梯 0.5，變壓變頻控制螺旋齒輪 VVVF+電力回生裝置電梯 0.5，變壓變頻控制永磁同步馬達 VVVF+電力回生裝置電梯 0.4，請附電梯型錄。
3. R-BERS 對於揚水泵的節能評估只要著眼於水泵的合理揚程與水量設計。R-BERS 依據經濟部《自來水用戶用水設備標準(2016)》、《台北自來水事業處自來水用戶用水設備審圖、檢驗、設計作業手冊(109 年修訂版，以下簡稱台北自來水事業處手冊)》(以下簡稱「要點一」)、《台灣自來水股份有限公司用戶用水設備申裝作業要點(2021)》(以下簡稱「要點二」)，設定自來水水塔揚水之能源成本效率 PEB 之標準計算法。揚水泵設計者必須依其自來水塔昇位圖計算揚程、水量，再提供水泵選機性能曲線算出揚水泵能源成本效率 PEB。以 PEB 指標評估揚水泵耗能的目的是在於防止揚水泵的低效率、過大功率、過大揚程設計。根據沈政宏針對 100 棟集合住宅大樓的調查研究(2018)發現: 有 51% 案件的揚水量超量設計 2 倍以上，有 78% 案件的揚程超量設計 5% 以上的現象，假如在設計階段能以 PEB 指標嚴格把關揚水泵的揚程與效率設計，可望有平均 34.8% 的節能潛力，每一住戶每年有節省電費 348~1044 元的空間。此 PEB 之計算依照新版 EEWH-RS 附錄 2「揚水泵揚程基準 PHc 與能源成本效率 PEB 計算規範」規定執行即可。

表 4-14 住宅類建築地下通風系統年耗電基準 VEc

停車場地下樓層數	年耗電基準(kWh / (m ² yr))
地下一樓以上樓層停車區	11.4
地下二樓以下樓層停車區	20.0

本數據依專業設計業者四件集合住宅送風機設計功率，以每日運轉 4.5 小時模擬而得，其中地下一層僅設置排風機，地下二樓以下樓層設置排風機與強制外氣送風機。

(資料來源：本計畫整理)

表 4-15 住宅類建築電梯年耗電基準 EEc

	額定人數 (人/台)	額定載重 (kg/台)	速度 (m/min)	耗電密度 (kWh/(台 hr))	年耗能基準 EEc (kWh/(台 yr))
透天住宅	4	320	45	1.0	3480
5F 以下宿舍或 公寓大樓	12	800	45	2.1	7308
6F 以上宿舍或 公寓大樓	15	1000	120	7.0	24360

本表數值計算邏輯引自《日本の省エネルギー基準と計算の手引-新築・増改築の性能基準 (PAL/CEC)》p347。電梯耗能密度 (kWh/(台 hr)) = 電梯荷重(kg) × 電梯額定速度(m/min) × 電梯效率 0.05 ÷ 860，年耗能基準 EEc(kcal/(台 yr)) = 電梯耗能密度 × 8760hr/yr × 使用率 0.5

(資料來源：本計畫整理)

第六節 R-BERS 的能效標示法與分級認證

以上，本報告已經把 R-BERS 之架構與解析方法說明完畢，最後依 EEWH-RS 手冊附錄 R-BERS 之規定算出申請案件之碳排密度指標 CEI* 之後，即可依下式換算其能效得分 SCORE_{EE}，並進行能效分級認證：

當 CEI* ≤ CEI_g 時

$$SCORE_{EE} = 50 + 40 \times (CEI_g - CEI^*) / (CEI_g - CEI_n) \text{ ----- (4-10)}$$

當 CEI_g < CEI* 時

$$SCORE_{EE} = 50 \times (CEI_{max} - CEI^*) / (CEI_{max} - CEI_g) \text{ ----- (4-11)}$$

參數說明：

CEI_g、CEI_{max}：該評估案評估尺度之 GB 基準值、最大值 (kgCO₂/(m².yr))

CEI_n：該評估案之近零碳建築碳排密度指標基準值 (kgCO₂/(m².yr))

CEI*：評估案之碳排密度指標 (kgCO₂/(m².yr))

SCORE_{EE}：評估案在 R-BERS 之能效得分(分)

R-BERS 的評分尺度是以 NZCB 基準值、GB 基準值 CEI_g 設為 90、50 分基線，在 CEI_n~CEI_g 區間刻劃 40 等分，以 ≥ 90 分區間作為 NZCB 之標示(以「1+」等級標示)，以 $\geq 80 \sim < 90$ 分、 $\geq 70 \sim < 80$ 分、 $\geq 60 \sim < 70$ 分、 $\geq 50 \sim < 60$ 分區間作 1~4 等級之標示，另外在右側 CEI_g~CEI_{max} 區間刻劃 50 等分，以 $< 50 \sim \geq 40$ 分、 $< 40 \sim \geq 20$ 分、 $< 20 \sim 0$ 區間作為 5~7 等級之標示，如表 4-16 所示。行政上通常以 4 級為合格基線，以 5~7 等級作為不合格等級之標示。上述計算以小數點一位數計算，得分以四捨五入整數計。於評分尺度為動態客製化之標示，繪製圖 3-1 之能效標示時，其各等級之 CEI 基準值應依下表計算法來計算並明確標示於各等級刻度左側，並將上述計算之碳排密度指標 CEI*標示於認證等級連結線右側標籤內，以明示其被認證之能效等級。住宅類建築應依透天獨棟住宅、透天連棟住宅、非透天集合住宅等三類分開計算其能效得分，若申請案為多類混合案，則應各類分開計算其能效得分，再以各樓地板面積加權計算成最終能效得分，並依此評其最終能效等級。

表 4-16 R-BERS 能效等級 CEI 基準值計算法與分級標示法

等級標示	得分標示	CEI 範圍 判斷標示符號	能效等級刻度之 CEI 標示計算法
1+	90~100	\leq	CEI _n
1	80~<90	\leq	CEI _n + (10/40) × (CEI _g - CEI _n)
2	70~<80	\leq	CEI _n + (20/40) × (CEI _g - CEI _n)
3	60~<70	\leq	CEI _n + (30/40) × (CEI _g - CEI _n)
4	50~<60	\leq	CEI _g
5	40~<50	\leq	CEI _g + (10/50) × (CEI _{max} - CEI _g)
6	20~<40	\leq	CEI _g + (30/50) × (CEI _{max} - CEI _g)
7	<20	>	EU _g + (30/50) × (CEI _{max} - CEI _g)

(資料來源：本計畫整理)

第七節 R-BERS 執行近零碳建築政策的信賴度分析

以上，本報告已經把 R-BERS 之架構與解析方法說明完畢，本研究已另附編輯完成的新版 EEWH-RS 手冊，在此不再贅述其內容。本研究最後必須以試算案例來檢驗 R-BERS 執行近零碳建築政策的信賴度分析，該檢驗必須確認 R-BERS 評估可普遍分辨住宅建築的能效等級，同時足以帶領住宅能效設計達成近零碳建築 1+等級之認證，最後能讓政府完成在 2050 年新建住宅類建築全面達成近零碳建築的目標。以下以透天住宅與集合住宅的實例來檢討 R-BERS 執行近零碳建築政策的信賴度分析。

7-1 透天住宅執行 R-BERS 近零碳建築政策的信賴度分析

首先以表 4-17 所示之 6 類透天住宅案例設計情境來檢討 R-BERS 近零碳建築政策的信賴度。此 6 類透天住宅案例設定由資料缺乏的最低毛胚屋水準至以目前市場容易取得的高級節能標章設備之最佳等級水準，此 6 案例依 R-BERS 評估後的能效得分與能效分級同列於表 4-17 中。依此可發現：案 0 的毛胚屋透天住宅假設無空調與照明之資料而以最低水準 $EAC=0.9$ 、 $EL=0.9$ 設定，其外殼 EEV 假設為綠建築 EEV 最低 0.2 水準，如此僅可取得分數 46.7 分，等級 5。此最低水準案當然難以得到合格之認證，但該得分尚接近合格門檻，該案再設置任何一項有節效率認證的設備，應可得到等級 4 的合格認證，假如案 1~2 再多用幾項節能產品，亦可得到 3、2 等級之認證，因此可證明 R-BERS 並非太嚴苛的評估系統。另外，案 3~5 為設定外殼、空調、照明、熱水器、爐台等五項設計在各項最高節能水準達成率約 90% 之條件，即使是最高節能水準達成率僅九成之三案例亦可取得近零碳建築 1+ 之認證，因此可證明 R-BERS 之近零碳建築 1+ 並非現有技術難以達成的水準，而可在帶領我國的住宅能效設計完成內政部的淨零建築目標。

再依 R-BERS 計算此六案例的碳排量與減碳率可得到表 4-18 與圖 4-5~4-6 之結果，由此可知此六案例之空調照明減碳率可達 21.7%~45.5%，固定家電減碳率為 10%~49.2%；總減碳率 15.4% 至 33.6%；其中案例 3 的固定家電採用熱泵熱水與 IH 爐，在固定家電減碳率上最為明顯，總減碳率可達近 50%。以分項設備減碳率而言，空調照明之最大減碳率可達近 44%；固定家電若採用一級能效瓦斯熱水器、燃氣爐台可達近 36%；改用熱泵熱水與 IH 爐則最高可達近 50% 減碳率。由此可知，隨著 R-BERS 能效認證等級之提升，亦即隨案例選用空調、照明、熱水器、爐台四項設備等級之提升，則碳排量逐步下降，同時減碳率也逐步提升，由此證明 R-BERS 可確實掌握住宅的碳排水準進而收到減碳的效益。最後，由這些圖表可發現：可被認證為近零碳建築 1+ 之案 3~5 確實達到總減碳率 30% 以上(其中案 4 減碳率 29.8% 為 EEV 在 CEIn 基準值與 CEI* 指標計算公式上的差異所產生的些微差異，

將之視為 30% 即可)，如此可印證 ABRI 定義住宅之近零碳建築為減碳率 30% 以上之定義。總之，以上六透天住宅能效設計案例之檢驗，可證實 R-BERS 可善盡透天住宅能效評估之功能且能確實執行內政部所賦予的近零碳建築政策。

表 4-17 透天住宅減碳量設計參數設定表

案碼	設計設定	空調 EAC	外殼 EEV	照明 EL	家電設備效率				分數	等級
					E1n	E2n	E3n	E4n		
0	毛胚屋	0.9	0.2	0.9	1	0	1	0	46.7	5
1	較好設計，無節能熱水爐檯	0.7	0.3	0.7	1	0	1	0	62.4	3
2	合理設計，採用一級節能瓦斯熱水及爐台	0.7	0.4	0.7	0.8	0	0.85	0	78.8	2
3	優良設計，採用熱泵熱水與 IH 爐	0.6	0.5	0.6	0	0.26	0	0.78	118.6	1+
4	優良設計，二級能效家電	0.6	0.6	0.5	0.91	0	0.9	0	90.8	1+
5	最佳化設計，一級能效家電	0.6	0.8	0.5	0.8	0	0.85	0	98.4	1+

(資料來源：本計畫整理)

表 4-18 透天住宅六案例碳排量與減碳率一覽表

案碼	碳排量與減碳率	空調+照明 碳排量	空調+照明 減碳率	固定家電 碳排量	固定家電 減碳率	總碳排量	總減碳率
2000 年基準		7880	0.0%	9020	0.0%	16900	0.0%
案 1(3)		6171	21.7%	8118	10.0%	14289	15.4%
案 2(2)		6144	22.0%	6745	25.2%	12889	23.7%
案 3(1+)		5223	33.7%	4586	49.2%	9810	42.0%
案 4(1+)		4530	42.5%	7337	18.7%	11867	29.8%
案 5(1+)		4476	43.2%	6745	25.2%	11221	33.6%

(資料來源：本計畫整理)

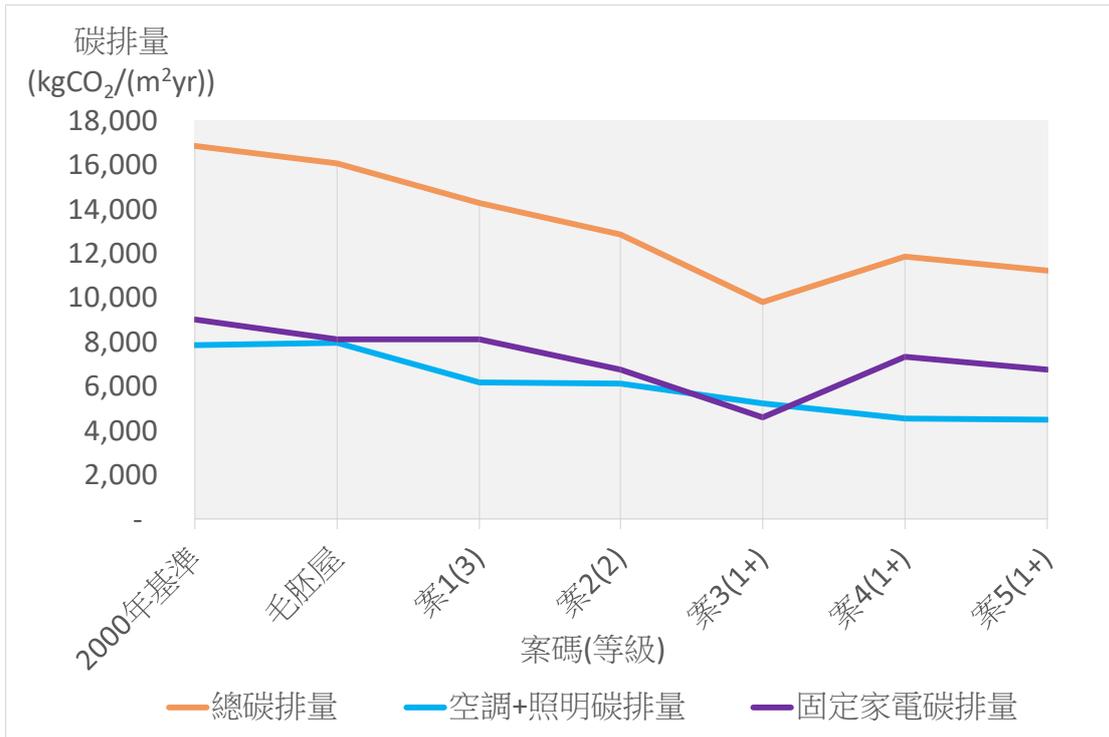


圖 4-5 透天住宅六案例碳排量

(資料來源：本計畫整理)

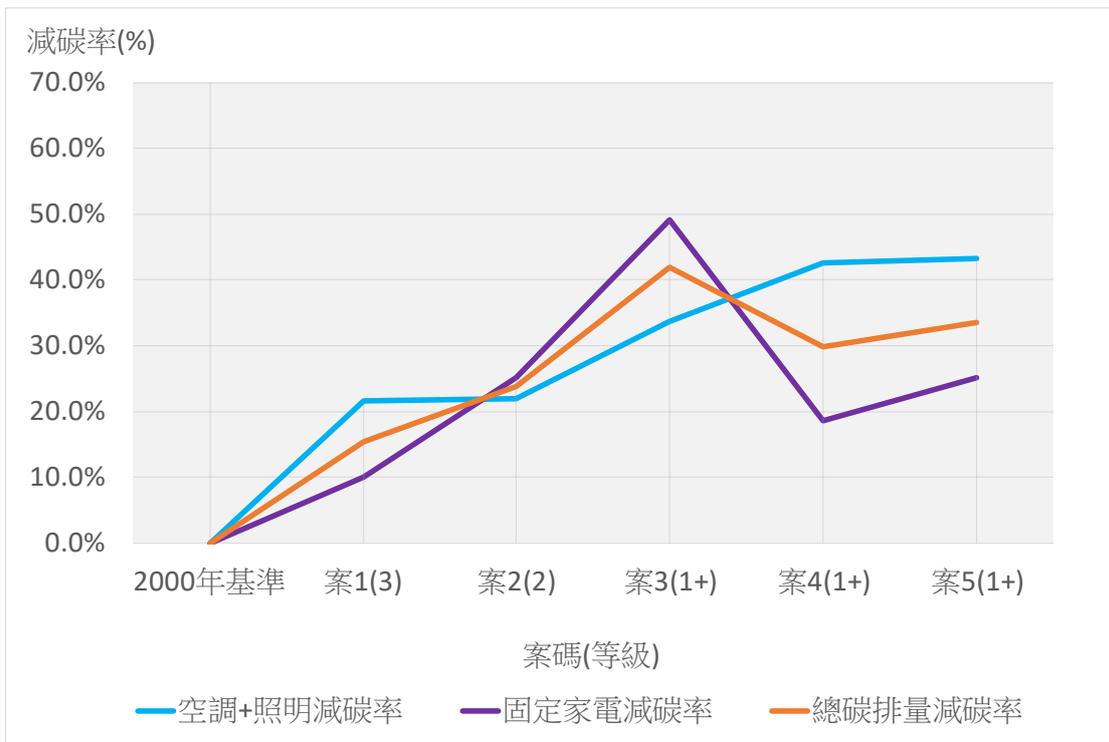


圖 4-6 透天住宅六案例減碳率

(資料來源：本計畫整理)

7-2 集合住宅執行 R-BERS 近零碳建築政策的信賴度分析

接著，以表 4-19 所示之 11 類集合住宅案例設計情境來檢討 R-BERS 近零碳建築政策的信賴度。此 11 類透天住宅案例設定由資料缺乏的最低毛胚屋水準至以目前市場容易取得的高級節能標章設備之最優化水準，此 11 案例依 R-BERS 評估後的能效得分與能效分級同列於表 4-19 中。依此可發現：案 0 的毛胚屋集合住宅假設無空調、照明、固定設備、功用機械設備之任何資料而以最低水準 $EAC=0.9$ 、 $EL=0.9$ 、 $Emn=1.0$ 、 $EV=1.0$ 、 $BEP=1.0$ 設定，其外殼 EEV 假設為綠建築 EEV 最低 0.2 水準，如此僅可取得分數 45.1 分，只能取得等級 5 認證。此最低水準案當然難以得到合格之認證，但該得分尚接近合格門檻，假如該案能稍微加強空調照明效率設計使 $EAC=0.8$ 、 $EL=0.8$ ，再設置三級能效熱水爐台，即可輕鬆，則可得到等級 4 的合格認證，假如此案設置一級能效熱水爐台，則可得到 3 等級之認證，因此可證明 R-BERS 並非太嚴苛的評估系統，一般集合住宅建案只要稍微裝設一兩項節能設備均可取得合格以上認證。另外，案 9~11 為設計空調照明效率稍高水準使 $EAC=0.6\sim 0.7$ 、 $EL=0.6\sim 0.8$ ，且設計兩項固定設備與三項公用機械設備之節能效率於各項最高節能水準約 90% 之條件下，亦即設定建築市場上可合理盡力之較高水準，即可取得近零碳建築 1+ 之認證，因此可證明 R-BERS 之近零碳建築 1+ 並非強人所難，而是現行建築市場可努力達成的水準，而可帶領我國的集合住宅能效設計達成內政部的淨零建築目標。

再依 R-BERS 計算此 11 案例的碳排量與減碳率可得到表 4-20 與圖 4-7~4-8 之結果，由此可知此 11 案例之空調照明減碳率可達 10%~43.2%，總減碳率可達 10.5% 至 37.4%。其中固定家電減碳率為 8.5%~47.3%，其中 8.5% 係採用二級能效末端熱水器與鹵素爐台(案 5)，而 47.3% 則採用熱泵熱水器與 IH 爐台(案 9)，可見熱泵熱水器與 IH 爐台是減碳極為有效的設備。另外，公用機械減碳率為 3.3%~38.0%，若使用一般電壓電梯(案 1、案 2)則減碳僅 3.3%，若採用變頻永磁電梯或變頻電力回收電梯(案 8、案 10、案 11)可大幅度提高減碳率至 36.3% 以上，變頻永磁電梯為目前很普遍的產品，在 R-BERS 評估中是能效得分最經濟實惠的項目。由圖 4-7~4-8 可知，隨著 R-BERS 能效認證等級之提升，亦即隨案例選用節能設備等級之提升，則碳排量逐步下降，同時減碳率也逐步提升，由此證明 R-BERS 可確實掌握集合住宅的碳排水準進而收到減碳的效益。最後，由這些圖表可發現：可被認證為近零碳建築 1+ 之案 9~11 確實達到總減碳率 30% 以上，如此可印證 ABRI 定義住宅之近零碳建築為減碳率 30% 以上之承諾。總之，以上 11 集合住宅能效設計案例之檢驗，可證實 R-BERS 可善盡集合住宅能效評估之功能且能確實執行內政部所賦予的近零碳建築政策。

表 4-19 非透天集合住宅 11 案例減碳量設計參數設定表

案碼	設計設定	空調	外殼	照明	瓦斯	用電熱	燃氣	用電	停車	電梯	水泵	得分	等級
		EAC1 EAC2	EEV	EL1 EL2	熱水 器 E1n	水器 E2n	爐台 E3n	爐台 E4n	場風 機 EV	EE	PEB		
0	毛胚屋	0.9	0.2	0.9	1	0	1	0	1	1	1	45.1	5
1	基準設計、三級能效熱水爐檯、無節能公用機械、一般電壓電梯	0.8	0.2	0.8	0.95	0	0.95	0	1	1	1	52.5	4
2	基準設計、一級能效熱水爐檯、無節能公用機械、一般電壓電梯	0.8	0.2	0.8	0.8	0	0.8	0	1	1	1	63.2	3
3	基準設計、一級能效熱水爐檯、節能標章風機、一般電壓電梯	0.8	0.2	0.8	0.8	0	0.8	0	0.8	1	1	67.7	3
4	基準設計、一級能效熱水爐檯、節能標章風機、變頻電梯、揚水泵節源成本效率 20%	0.8	0.2	0.8	0.8	0	0.85	0	0.8	0.6	0.8	69.4	3
5	提高空調、照明、外殼設計、二級能效末端蓄熱水器、鹵素爐、節能標章風機、變頻電梯、揚水泵節源成本效率 20%	0.7	0.4	0.7	0	0.9	0	1	0.8	0.6	0.8	70.3	2
6	提高空調、照明、外殼設計、一級能效熱水爐檯、節能標章風機、變頻電梯、揚水泵節源成本效率 20%	0.7	0.4	0.7	0.8	0	0.85	0	0.8	0.6	0.8	79.7	2
7	較好的空調、照明、外殼設計、一級能效熱水爐檯、CO 變頻節控制風機、變頻電梯、揚水泵節源成本效率 20%	0.7	0.5	0.6	0.8	0	0.85	0	0.7	0.6	0.8	88.9	1
8	較好的空調、照明、外殼設計、一級能效儲備型熱水、IH 爐、CO 變頻節控制風機、變頻永磁電梯、揚水泵節源成本效率 30%	0.7	0.5	0.6	0	0.94	0	0.78	0.7	0.5	0.7	87.8	1
9	優良的空調、照明、外殼設計、熱泵熱水器、IH 爐、節能標章風機、變頻電力回收電梯、揚水泵節源成本效率能 30%	0.7	0.6	0.6	0	0.3	0	0.78	0.8	0.5	0.7	108.8	1+
10	優良的空調、照明、外殼設計、一級能效瓦斯、IH 爐、CO 變頻節控制風機、變頻永磁電梯、揚水泵節源成本效率 30%	0.7	0.6	0.6	0.8	0	0	0.78	0.7	0.5	0.7	94.2	1+
11	最優化設計(優良設計、一級瓦斯熱水爐	0.6	0.8	0.5	0.8	0	0.85	0	0.7	0.5	0.6	101.1	1+

案碼	設計設定	空調	外殼	照明	瓦斯	用電熱	燃氣	用電	停車	電梯	水泵	得分	等級
		EAC1 EAC2	EEV	EL1 EL2	熱水 器 E1n	水器 E2n	爐台 E3n	爐台 E4n	場風 機 EV	EE	PEB		
	檯、CO 變頻控制風機、變頻永磁或電力回收電梯、揚水泵節源成本效率 40%)												

(資料來源：本計畫整理)

表 4-20 非透天集合住宅 11 案例碳排量與減碳率一覽表

案碼	碳排量與減碳率	空調 + 照明 碳排量	空調 + 照明 減碳率	固定家電 碳排量	固定家電 減碳率	公用機械 碳排量	公用機械 減碳率	總碳排量	總減碳率
2000 年基準		85671	0.0%	84184	0.0%	40767	0.0%	210623	0.0%
案 1(4)		77104	10.0%	71977	14.5%	39411	3.3%	188492	10.5%
案 2(3)		77104	10.0%	60613	28.0%	39411	3.3%	177127	15.9%
案 3(3)		77104	10.0%	60613	28.0%	34549	15.3%	172265	18.2%
案 4(3)		77104	10.0%	62957	25.2%	28265	30.7%	168325	20.1%
案 5(2)		66758	22.1%	77041	8.5%	29897	26.7%	173695	17.5%
案 6(2)		66758	22.1%	62957	25.2%	29897	26.7%	159611	24.2%
案 7(1)		59349	30.7%	62957	25.2%	27466	32.6%	149771	28.9%
案 8(1)		59349	30.7%	69399	17.6%	25955	36.3%	154704	26.5%
案 9(1+)		59034	31.1%	44370	47.3%	28387	30.4%	131791	37.4%
案 10(1+)		59034	31.1%	55747	33.8%	25955	36.3%	140736	33.2%
案 11(1+)		48688	43.2%	62957	25.2%	25261	38.0%	136906	35.0%

(資料來源：本計畫整理)

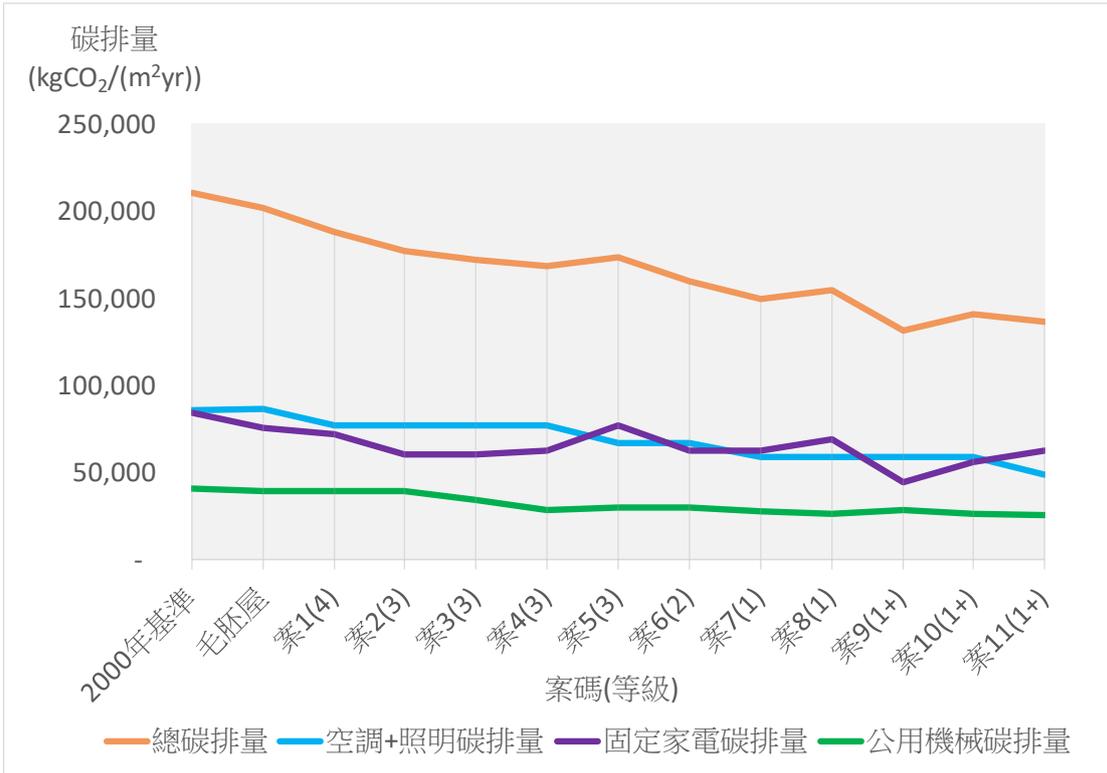


圖 4-7 空調照明、固定家電、公用機械與總碳排量

(資料來源：本計畫整理)

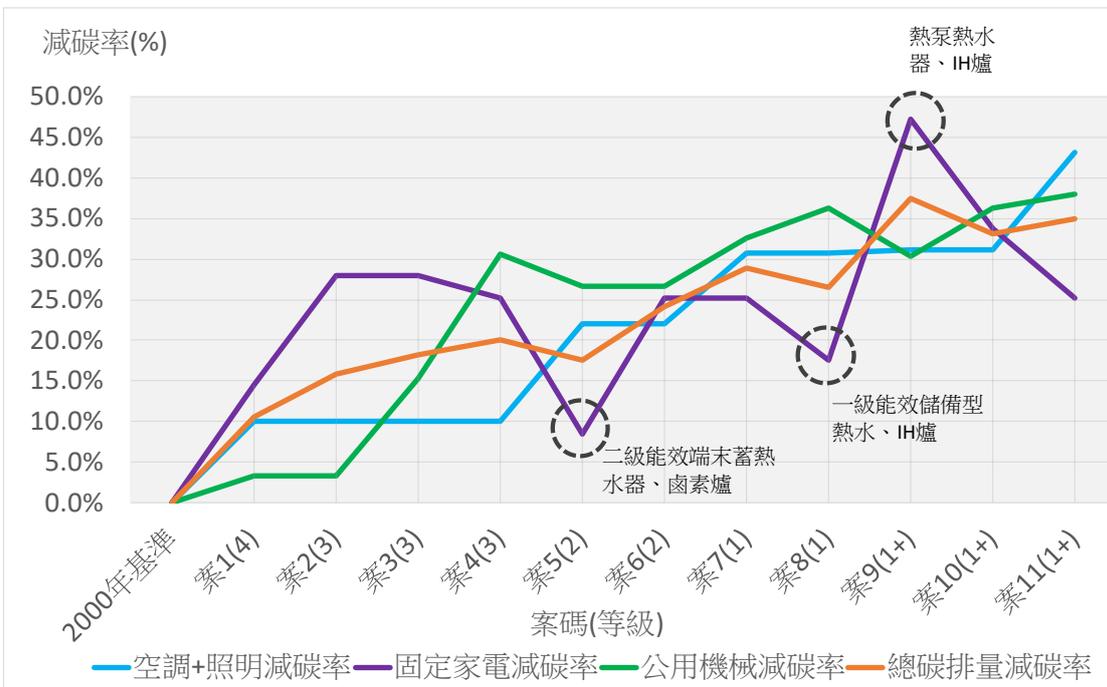


圖 4-8 空調照明、固定家電、公用機械與總減碳率

(資料來源：本計畫整理)

第五章 結論與建議

第一節 結論

為了綠建築與建築能效標示之調合目標，本計畫充分引進台灣能效評估系統的 R-BERS 於 EEWH-RS 手冊，完成了住宿類建築之綠建築標章與建築能效標示制度接軌之任務。R-BERS 同時採用近零碳建築 NZCB (Nearly Zero-Carbon Building) 作為淨零建築政策之「建築最高能效」標示，不但能與聯合國的淨零排放與內政部的淨零建築政策接軌，且能兼顧我國建管與綠建築制度的可行型。本研究以 R-BERS 對於透天住宅採用建築外殼、空調、照明、熱水器、爐台五項指標來評估，對於非透天集合住宅除了前述五項指標之外，還加上電梯、揚水泵、地下室送排風機等公用機械設備耗電之評估。另外，為了顧及在評估交屋時無安裝電器設備而無法正確評估其精確使用能源的毛胚屋住宅之窘境，本計畫採預設標準情境來評估毛胚屋的初階評估法，均能達成建築能效評估的功能。本研究最後以六個透天住宅與 11 個集合住宅之試算案例，來檢驗 R-BERS 執行近零碳建築政策的信賴度分析，確認了 R-BERS 評估可明確分辨住宅建築的能效等級，同時足以帶領住宅能效設計達成近零碳建築 1+ 等級之認證。

在本研究的努力下，ABRI 於年底已可完成 EEWH-BERS、EEWH-EB&RN、EEWH-BC、EEWH-RC 等四本具備建築能效標示功能的綠建築評估手冊，可達成綠建築標章與建築能效標示制度的無縫接軌。本計畫成果可呼應監察院對 ABRI 研究發展建築能效標示制度之建議，同時可完成「溫室氣體減量及管理法」對內政部於 2025 年前發展建築能源護照之要求。建築能效標示制度是一種更周延、更精確的耗能管制工具，可將現行綠建築的 70% 的建築能源規範能力提升至 90~100%。建築能效標示制度是國際公認最精確、最有效的國家建築能源管理工具。此次建築能效標示與綠建築標章得以巧妙結合，將是我國建築節能政策上的一大躍進。

本計畫對相關施政之具體助益如下：

1. 本計畫在 EEWH-RS 以住宅類建築減碳率 30% 作為近零碳建築政策之目標，不但可完成「溫室氣體減量及管理法」對內政部於 2025 年前發展建築能源護照之要求，同時能讓政府完成在 2050 年新建住宅類建築全面達成近零碳建築的目標，也是落實我國淨零建築政策的第一步。
2. 新版 EEWH-RS 尤其對集合住宅公用機械設備有明確的能效評估法與標示法，對我國目前推動社會住宅與民間集合住宅開發業者有立即有效的助益，可擴大住商部門的節能減碳效益。
3. 今後 EEWH-RS 已能對住宅類建築提供一種可讓民眾看清楚的有感標示，可誘

發民間輿論以帶動建築業主的節能改造行動，對我國推行近零碳建築政策有莫大的助益。

第二節 建議

最後，本研究之具體建議如下：

建議一：

將本研究完成之 EEWH-RS 手冊公告徵求意見，並經修正後擇期正式公告實施：立即可行性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議二：

將本研究 R-BERS 關於集合住宅能效評估之重點，回饋給國家住宅及都市更新中心以修正相關社會住宅發包相關規範：立即可行性建議

主辦機關：財團法人台灣建築中心

協辦機關：內政部建築研究所、國家住宅及都市更新中心

本研究 R-BERS 乃是為了我國社會住宅執行淨零排放政策之目的而研擬的建築能效評估法，其中尤其是固定設備與公用機械設備之能效設計方法對社會住宅的節能減碳有明確的效益，應將本研究成果具體融入相關社會住宅發包相關規範。

建議三：

辦理 EEWH-RS 與 R-BERS 課程講習訓練：立即可行性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：財團法人台灣建築中心

建議四：

為實踐內政部淨零建築政策，應進行建築能效評估法制化之前期研究：立即可行性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

附錄一 歷次工作會議紀錄

國立成功大學「住宿類綠建築導入建築能效標示應用推廣計畫」專家座談會

時間：2021年9月15日下午2時

地點：Teams 線上會議 <https://reurl.cc/O02LIX>

主席：林憲德教授

記錄：吳麗真

出席人員：詳會議公文

壹、議程：

一、主席報告

我國在自有能源短缺、備用電力不足的能源危機，且因建築耗能為住商耗能大宗的情勢下，意味著強化建築物能源效率的策略乃是當前國家最緊急的任務。內政部被賦予住宅部門溫室氣體減量之重責大任，同時內政部也負責社會住宅之推動，本研究計畫乃是住宅的能源護照具體的實踐，其成果將可成為內政部呼應「溫室氣體減量及管理法」的成果。

1. 揚水泵的揚程與效率設計，可望有揚水耗電 34.8% 的節能潛力，每一住戶每年有節省電費 348~1044 元的空間
2. 內政部預計 2050 年 100% 社會住宅 50% 民間住宅達到零能住宅“1+”認證
3. 請益風機能效評估法(設計業的困擾，業主的期望)
4. 請益揚水泵效評估法(設計業的困擾，業主的期望)

二、專家意見

1. 揚水泵浦是將電能轉換成機械能，將自來水泵送到屋頂水塔，其能源轉換過程大致上電動機有鐵損銅損，電動機與泵浦之間有傳動損失，自來水於管路中有摩擦損失，到達水塔時大部分能量轉換成位能，還有一部分動能，這些電能最終就是轉換成位能與熱能，因此

泵浦的泵量與節能率是比較沒有關聯的，反而泵量較大的泵浦效率是比較好的。

2. 台北自來水事業處與台灣自來水公司要求揚水泵最低泵量為 30 分鐘泵送十分之一日設計用水量，並無最大泵量的規定，揚水泵泵量的選用與水池水塔容量及一天泵浦運轉次數有關，揚水泵泵量與節能率沒有很大關聯；至於揚程主要與泵送的落差與管路長度、彎頭與閘類等摩擦損失有關，選擇合適的揚程是有其必要；一般來說先選擇合適的揚程，搭配合適的泵量再來選用合適的泵浦。
3. 因此推動建立節能標章泵浦認證，讓台灣泵浦效率提升對本國節能有直接效益。
4. 揚水泵節能率 EP 之評估公式有再研究之必要。
5. 地下停車場通風部分：一般來說不管地下幾層，排風管道間僅會規劃一層的風量，進風管道則採二分之一，不足的進風量則由車道進風，車道風速一般小於每秒六公尺，是可以接受。風機運轉時間則由上而下分層運轉並可降低契約容量，且僅上下班期間啟動以降低流動電費，其他時間則停機；另外普遍的作法是以一氧化碳探測器來連動啟動風機，惟這個方法有待研究，比如被一氧化碳探測器所啟動的次數與運轉時間是甚麼樣的情形，採用一氧化碳探測器真的恰當嗎？交通工具所排放空氣污染物中粒狀污染物之濃度對空氣品質 PM₁₀ 與 PM_{2.5} 影響是否比較嚴重？探測器應該量測一氧化碳、HC、NO_x、懸浮微粒、細懸浮微粒或濕度呢？採用那種 detector 是對空氣品質是經濟有效的？
6. 至於停車場風機節能部分，絕大部分的建築物是沒有使用節能標章的風機，如果從節能標章著手會很大的效益，達到立竿見影的效果。

三、主席結論

1. 有關揚水泵浦泵量較大的泵浦效率可能比較好與節能效率 EP 的問題，由於 R-BERS 評估水泵之目的不只在於減少流動電費同時也為了節能契約電費，合理最小功率水泵才能達成此目的，因此本研究將水泵節能效率 EP 改成能源成本效率 PEB 以示區別。
2. 自來水事業單位有規定以最小一日用水量、最大兩日用水量來設計水塔、揚程與水量，本研究只是採用最大兩日用水量作為基準而已，目的在於彰顯最大兩日用水量之相對關係。

3. 節能標章泵浦認證與否在本評估中並無納入，但高效率水泵自然會取得較好的能源成本效率 PEB 評估，亦即相當於鼓勵節能標章泵浦的功能。
4. 一氧化碳探測器來連動啟動風機以節能是目前國際間常採用的對策，該技術只是一種選項，並無強制。
5. 節能標章風機已被列為效率評估的項目。

四、散會

國立成功大學「住宿類綠建築導入建築能效標示應用推廣計畫」

第2次專家座談會

時間：2021 年 10 月 19 日下午 3 時 30 分

地點：Teams 線上會議 <https://reurl.cc/WXREre>

主席：林憲德教授

記錄：吳麗真

出席人員：詳會議公文

壹、議程：

一、主席報告

延續上次專家會議討論事項，進行修正後，這次針對以下項目，向各位委員們請益。

1. 水泵節能效率 PE 改用能源成本效率 PEB
2. 用水量設計必須遵照台北市與非台北市自來水規定辦理，PEB 結果有些微差距
3. 11 分級評估結果顯示，毛胚屋必須至少做好節能標章熱水器、爐台才能合格
4. 照明與熱水器節能設計是取得高分之關鍵
5. 採用最高等級設備 90% 應可達到近零碳 1+ 等級，不難達成內政部的淨零目標
6. 應早日修改社會住宅發包規範

二、專家意見

1. 附錄一(P.56~57)適用範圍建議調整：

R-BERS 適用對象僅限用於低於海拔八百公尺地區，且建築使用分類為 H 類中之住宅、集合住宅等二住宿類別之新建建築物。同建照若內含總面積 5% 以下之非屬住宅、集合住宅類別空間時，則該部分可被忽略而不予評估；同建照若內含大於總面積 5% 之住宅、集合住宅以外之住宿類空間時(如照護機構、護理機構)，該部分之能效評估應

另行以 EEWH-BERS 手冊之 BERS_n 來評估，若內含大於總面積 5% 之住宅、集合住宅以外之非住宿類空間時(如幼兒園、社區辦公室、里民中心、學校)，則該部分應依 EEWH-BC 手冊規定處理之。

(1)「同建照若內含總面積 5%...」，建議調整為「同一宗基地內若含非屬住宅、集合住宅類別空間，且其面積在占扣除地下層(包括防空避難室、停車空間、機電設備空間)及屋頂突出物面積後之總樓地板面積 5% 以下時，則...；若超過 5% 時...」。

(2)集合住宅以外之住宿類空間參照建築技術規則規定只有 H1 的宿舍、安養機構。照護機構、護理機構屬於 F1 照護類，節能上分屬空調型建築物辦公文教宗教照護分區檢討 Envload。建議改為(如照護機構 H1 的宿舍、護理機構安養機構)；(如幼兒園、社區辦公室、里民中心、學校)為何又用 EEWH-BC 手冊規定處理？不就是不予評估嗎？那如果是辦公或商業用途超過 5% 呢？若有修正請注意聯動 P.58 圖二。

2. 附錄一 P.76 β_1 ：用電碳排係數(kgCO₂/kWh)是否應加註「申請年份能源局公告之」，較為精準且易遵循。
3. 附錄一 P.87 平面圖空白無上色部分是否應納入公共區域檢討？
4. 若有混合用途(部分住宅，部分辦公、零售等)建築物其公共設施部分用電如電梯、給水泵、停車場排氣設備等，應如何切分？
5. 簡報 P.7 筆誤「永磁 VVVF0.5+電力回升 0.4」。「電力回升」或「電力回收」兩個名詞不之哪個比較貼切。
6. 末端蓄熱式熱水器，是否為專有名詞？或是補充名詞定義解釋。
7. 社宅採用 IH 爐應是可行，電陶爐、鹵素爐雖不挑鍋具但是效率差、安全性也差。有些鍋具再鍋底貼上金屬圈即可適用，應該還是可接受。
8. CO 偵測器適當的高度為何？因 CO 比重低於空氣，目前所提 0.9~1.8m 是否太低？位置是否再高一些。有些停車空間雙層停車樓板淨高再 3.6m 以上。
9. 「 β_1 :能源局公告用電碳排係數(2019 公告 0.509kgCO₂/kWh)」，2010 年已公告 $\beta_1=0.502$ ，手冊出版時建議取最新數據呈現。
10. TBERS 應有更好的 slogan，BERS 次系統(新建 n,既有 e,i,c)的代號若順序調整，就可稱為 BERS-nice，以利未來推廣用。

11. 「CO 偵測變頻風機控制節能 30%，每 400m² 面積至少設置一個，高度 0.9~ 1.8m 間之 CO 感知器」建議考慮室內空氣品質建議值，應設定 CO 濃度>9ppm 時，須連動啟動抽排風機制。
12. 高層建築物(50m 以上,16 層以上)若設燃氣設備須有 1 小時以上防火時效，此類集合住宅於設計階段設計電磁爐，但使用階段住戶可能會更換為瓦斯爐設備，在評估上會有些許出入。
13. R-BERS 能效評估結果的等級，與 EEWH-RS 綠建築標章評估結果的等級，雖為獨立的 2 種評估方式，同一建物分別評估時，有無可能在直覺觀感上產生很大的落差?若有可能的話，如何在未來推廣上有更客觀的說帖?

三、主席結論

1. 大部分意見均為鼓勵性意見，均遵照辦理。
2. P.87 平面圖空白無上色部分是應納入公共區域檢討。
3. 集合住宅設計通常少有與部分辦公、零售等混用情形，但若有混合用途時也是少量，為了簡化，可將電梯、給水泵、停車場排氣設備全歸集合住宅類型評估即可。
4. 0.9~1.8m 設置 CO 偵測器是澳洲的規範，但很多業者有不同高度建議，除非另有更權窩規範，建議還是依照既有規範辦理。同時增加設定 CO 濃度>9ppm 時，須連動啟動抽排風機制之規定。
5. R-BERS 以設計現況評估，高層建築物(50m 以上,16 層以上)若事後設燃氣設備由電磁爐改用瓦斯爐設備之事件無法在 R-BERS 中處理。
6. 綠建築分級與能效分級可能有些差異，但應不會等級相差太大，兩系統評分項目不同，應讓民眾廣為理解。

四、散會

附錄二 期中及期末意見回應表

國立成功大學 住宿類綠建築導入建築能效標示應用推廣計劃

期中意見回應表

委員	審查委員意見	廠商回應
周瑞法 理事長	<ol style="list-style-type: none"> 表 3-4(P.13)評估變數:揚水系統及地下停車場抽排風設備:增加設備效率應依能源局對動力與公共設備補助作業要點之動力與公共設備效率要求為基準。 表 4-2 及表 4-3 對於申請案件附屬有商店、辦公、文教等空間，應參照 BERS 手冊評估。但同一建案會有 R-BERS 及 BERS 兩個計算直，如何合併加權或分開標示，是否應加以說明。EEWH-BERS 及 EEWH-RBERS 均應說明。 	<ol style="list-style-type: none"> R-BERS 的揚水耗能評估只計算陽程與水量，不會用到設備效率。 有關 BERS 與 R-BERS 混和評估之規定，將在手冊中明確規定。
周光宙 董事長	<ol style="list-style-type: none"> 圖 4-1 中右上方 Part D:分類屬空間」，其中應為 Part D:分類屬「住宿」空間。(頁碼 16) 表 4-2 PEUI 之單位為 kcal/m²yr，但表中之數值是單位為 kW/m²yr 之 EUI 值。(頁碼 18、19) 公式 4a、4b、11a、11b 中之 PN、FN 符號，應與 5a、6a、6b、7b 所指之 NP、NF 相同，建議統一參數簡稱，避免混淆。(頁碼 21、25) 公式 9b 中之 PHc 應與公式 	<ol style="list-style-type: none"> 遵照辦理修正。 遵照辦理修正。 遵照辦理修正。 遵照辦理修正。 遵照辦理修正。 遵照辦理修正。 遵照辦理修正。

	<p>12b、13b 中之 PHc 相同，建議統一「參數說明」內容，避免混淆。(頁碼 22、25、26)</p> <p>5. 公式 8b 中 Rk、Pk、qk「參數說明」提到參考表 14，是否改為表 4-8？(頁碼 22、23、24)</p> <p>6. 公式 13b 同 12b 後半段，是否為重複計算(PE)，建議兩公式能夠整合。(頁碼 25)</p> <p>7. 本研究中出現「本所」之用詞，建議請重新釐清。(頁碼 V、1)</p>	
<p>陳瑞鈴 委員</p>	<p>1. 配合政府推動社會住宅政策需要，面對住宅耗能模式難以解析、公共用電項目多又繁雜、用電行為難以預測、及公共設備耗能難以精確評估等諸多難題，本計劃不厭其煩、抽絲剝繭、以簡馭繁，逐步釐訂完成 R-BERS 之耗能分區，作為本研究建立高信賴度社會住宅建築能效評估方法之基礎，成果斐然甚表肯定。</p> <p>2. R-BERS 評分制度，建議參照 T-BERS 各類別之等級區分標示，調整為 50~59、60~69、70~79、80~89、90~100 等，以趨一致 (p.17)。同頁第 2 點，R 類「耗」能分區，漏植一字，一併補正。</p> <p>3. 表 4-9，應為「R-BERS」能效等級...標示法，請訂正。</p> <p>4. 請補附期初審查會議修正意見回覆表。</p>	<p>1. 感謝委員肯定。</p> <p>2. 遵照辦理修正。</p> <p>3. 遵照辦理修正。</p> <p>4. 遵照辦理修正。</p>
<p>高文婷 組長</p>	<p>1. 現階段期中報告還屬於論述階段，本案主要為應用推廣計畫，期待結案時如何公開、公告周知，讓更多數的人知道，作為政府機關汰舊換新或是對於民間</p>	<p>1. 遵照辦理。</p> <p>2. 能效評估必須依照設計真實性能忠實評估，若為毛胚屋則無法真實反映能效實情，對毛胚屋一是不給予能效評估，二是</p>

	<p>提供補助之參考，為本案的重點。</p> <p>2. 未來要走向能效標示制度，要鼓勵民間走向健全 7 項設備交屋的模式，但與目前市場趨勢正好相反，因為單價 80 萬以上的房子已趨向毛胚屋，不採用建商提供的設備。</p>	<p>請其完工後以具體設備現況來評估。</p>
陳群達 組長	<p>1. 住宅類建築物之用電，尚有機械式停車(含全機械、坡道加機械位)似未納入。</p> <p>2. 爐台設備表列分列為燃氣爐台與 IH 爐台等兩項並分別標示其設備效率係數，惟建議以應以燃氣爐台作為基準換算節能效率，因部分住宅為超高層或捷運共構宅無法使用燃氣僅能用电，爰僅能以一般電磁爐與 IH 爐逕為比較，無法顯示與燃氣間耗能差異。</p>	<p>1. 機械式停車耗電比起其他項目很微小，現不予以評估。</p> <p>2. 能效評估必須依固定標準評估，現採燃氣爐台五級能效為基準，但採 IH 爐當然會有更好評估結果。</p>
張矩墉 建築師	<p>1. 報告書摘要第一段第十行 BELS 英文名稱筆誤應為 (Building-Housing Energy-efficiency Labeling System)。英文摘要一併修正。</p> <p>2. P.9 第二段第二行「高層集合住宅每戶平均用電為 4152KWh/戶，約佔每戶用電的 37.85%」，是否有筆誤？</p> <p>3. R-BERS 採用 PEUI 的單位 Kcal/m²yr，不用 Kwh/ m²yr，有無特別原因？P.18 表 4-2 單位若是 Kcal/m²yr 會不會太小？11.71Kcal/m²yr 才只有 0.0136Kwh/ m²yr？若是為了和能源局爐台、熱水器具的能效採用 Kcal 計算標示接軌，可否還是 EUI 部分先計算，完成後再 x</p>	<p>1. 遵照辦理修正。</p> <p>2. 遵照辦理修正。</p> <p>3. 仿歐美、日本之能效評估，因有液態燃料使用，必須改以一次能源指標評估，所有表格自始即採一次能源單位較為方便。</p> <p>4. 遵照辦理修正。</p>

	<p>860，再來累計爐台、熱水器，是否可行？</p> <p>4. 既有的住宿類建築不適用於 R-BERS，是否在適當章節稍微說明。</p>	
劉國隆 理事長	<p>1. 建議加入能效標章建立後資訊的平時收集。</p> <p>2. 能效分析就電梯、揚水、地下抽風系統的用電的平時資料收集能夠建立。</p> <p>3. 居家之冷氣、熱水、爐台，依能源局之標章為節能之效能百分比亦可向大眾推廣。</p>	<p>1. 將商請台灣建築中心共同處理。</p> <p>2. 將商請台灣建築中心共同處理。</p> <p>3. 遵照辦理。</p>
全國建築師公會陳俊芳建築師	<p>1. p9 內文之公共平均用電數據與 p10 表 3-1 不符。</p> <p>2. p17 之 H 類複合用途空間，建議考量一定規模以下，免另依 EEWB-BERS 檢討。</p> <p>3. p27 表 4-9 分級標示與 EEWB-BERS 不同，建議統一。</p>	<p>1. 遵照辦理修正。</p> <p>2. 遵照辦理修正。</p> <p>3. 遵照辦理修正。</p>
冷凍空調技師公會陳匯中理事	<p>1. 建築能效標示取得後的管理機制，可在用電管理，電力供應端取得的用電資訊，計算實際 EUI。作為實際建築能效標示取得後的管理機制。不只是評估在使用後三到五年在綠建築重新發證(延證)建築能效標示需要用實際耗能標示。</p>	<p>1. 既有建築的能效管理機制應請建築研究所進一步考量。</p>
能源局陳鴻文技士	<p>1. 集合住宅中設有 1 樓沿街店鋪時，空調設備或照明設備通常都是店家進駐後，才知道設備的使用規格，宜考量是要列為公共空間綜合評估，還是另外依非住宿類建築進行加權計算？</p> <p>2. 簡報 p.19，3 項固定設備節能效率表格中，冷氣設備效率係數分為一到五級能效，惟其係數數值與套用 EAC 公式分別計算出一</p>	<p>1. 此部分在手冊中有進一步詳細規定。</p> <p>2. EAC 公式之節能標章效率將修正與之相符。</p>

	到五級能效之數值略有不同，建議二者數值一致，以免造成混淆。	
營建署建管組鄭如庭	<ol style="list-style-type: none"> 1. 有關後續如何應用推廣、相關具體執行方式等，目前就報告書內容尚不明確，建議補充說明。 2. 建築能效標示制度，建議著重於既有建築物之執行方式，並累積多個代表性案場範例，以說明既有建築物推動能效標示之成效，減少未來模擬推動相關政策之阻力。 3. 有關住宿類綠建築導入建築能效標示應用推廣計畫報告書第1頁「台灣現行建築節能法規體系似乎有所不足之處。.....建築技術規則只執行建築外殼節能設計管制而遺漏最大耗能關鍵因子的空調、照明等設備的節能設計管制.....」因節能法規體系非僅涉及建築，且空調、照明等設備之主管機關為經濟部，建議修正上開文字。 4. 請問P.5 基準一次能源消費量模型是如何計算產生的？ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理修正。 2. 建築能效標示制度是適用新建建築與既有建築兩種，其適用性當然經過世平多次後實施。 3. 遵照辦理修正。 4. 將於期末報告中交代之。
羅時麒組長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 綠建築標章制度與能效標示系統要整合，未來規劃同一申請案，僅有一個綠建築標章證書，證書後方的目錄有能效標示，不會有能效標章。 2. 實施日期會通盤考量後，另行公告，鼓勵既有建築物，尤其是企業先行，新建建築會設6~12個月的緩衝期。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照所內政策辦理。 2. 遵照所內政策辦理。
所長	<ol style="list-style-type: none"> 1. 期中簡報通過。 2. 須修正補充部分，請於會後補充說明。 3. 各位委員對於研究方向的建 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理。

	議，請納為研究參考。	
--	------------	--

國立成功大學
住宿類綠建築導入建築能效標示應用推廣計劃
期末意見回應表

委員	審查委員意見	廠商回應
周理事長 瑞法	<ol style="list-style-type: none"> 1. (19 頁)表 4-2 空間評估範圍:非透天集合住宅，在一棟常有非公用空間也非住宿空間，常為商店區，此部份是否應排除不列入評估，但有人住宿，則要列入評估嗎?是否住宿是看執照用途，還是以實際狀況計算? 2. 第 36 頁:公共機械設備碳排基準，揚水泵耗電，PEB&PHc 及 EP 公式計算依附錄之計算?找不到該內容(簡報有) 3. 附錄一，第 49 頁/50 頁，應該強調減少揚程，提高水泵之水馬力效率是重要的，而不是只選合適揚程、合適泵量，應訂正，單位流量的耗電量，配合樓層高低做修正。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 住宅建築如含有商店、幼兒園等非住宅空間則應該另外依非住宿類能校評估法 BERS 評估，這規定已經在 EEWH-RS 手冊之附錄 R-BERS 中有詳細說明。 2. 公共機械設備碳排基準，揚水泵耗電，PEB&PHc 及 EP 公式計算是依 EEWH-RS 手冊之附錄 R-BERS 計算，日後參見該手冊。 3. 水泵節能必須考慮流動電費與契約電費之綜合能源效率 PEB，這在 EEWH-RS 手冊之附錄 2 中有詳細說明。
陳委員 瑞鈴	<ol style="list-style-type: none"> 1. 本案研發完成 R-BERS 住宅能效評估系統，不僅提升住宅建築能源規範能力，建立乙套周延而精確的住宅耗能管制工具，且提供予一般民眾意於分辨識別祐有感的住宅能效標示，是政府推動執行住宅節能之重大突破。 2. 電熱水器一般分為儲熱式、即熱(瞬熱)式及末端蓄熱式三種熱水器。本報告漏列即熱式熱水器相關數值(表 4-3 及表 4-13)，請補正。 3. 使用末端蓄熱式熱水器時，已無管路熱損失，其 1F 應設為若 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 即熱式熱水器相關數值將遵照指示補正 3. 使用末端蓄熱式熱水器時，已無管路熱損失，其 1F 應設為 1.0。 4. 遵照辦理

	<p>干?(P33)</p> <p>4. 熱水爐台若係指熱水器與爐具，請分別敘明(分屬不同設備項目)如表 4-19 第 3.3.4.6.7.11 案皆為一級能效熱水爐台。燃氣爐台 E3n 參數卻不相同。同理表 4-17 及 P.43 之用辭亦請一併修正。</p>	
高組長文婷	<p>1. 有關報告中此次提出"電梯、風機、水泵"之超量設計或不節能設計，未來如欲導正，應從設備管理源頭著手，方能收到績效。</p> <p>2. 建築法規法制作業應著重在總體設計之結果控制，而非將個別設備的能效規定入法，未來修法態度應本於此意。</p>	<p>1. 同意未來法制化在技術規則不應規定個別設備效率，而是仿照 ENVLOAD 法規並無規定建材與設備一樣，只規定能效等級標示，而應以能效等級評估之技術規範來引導設計，設備與材料有自由選擇空間，只要達到最終性能要求即可。</p> <p>2. 回覆意見與 1.相同</p>
陳組長群達	<p>報告中提到熱水系統、爐台需最低限度安裝，建議比照候選綠建築，以型錄數據概算。</p>	<p>現行系統是以型錄標示之能源效率固定值處理的。</p>
張建築師矩墉	<p>1. P11 第二段第二行每戶平均用電 4152 度/戶，約占每戶用電的 37.85%是否指公設用電?建議寫清楚。</p> <p>2. 照護類用途在現行節能技術規範屬於空調建築物-辦公文教宗教照護分區，不應列入 R-BERS 中檢討。P17 是否將其排除。</p> <p>3. 適用範圍的章節對於混合用途建築物如何評估，應再說明清楚，如部份將 BERSn 部份採 R-BERS 時，公共設施要如何拆分等。</p> <p>4. CO 偵測器的裝設高度查證結果為何?有一說是天花板高度 30cm 以內。</p> <p>5. 應該要鼓勵設備廠商發展空條與熱泵整合的設備，應可更加有效。</p>	<p>1. 是指公設用電沒錯，將寫清楚。</p> <p>2. 照護類用途不屬住宅建築範疇，應另外依非住宿類能校評估法 BERS 評估，這規定已經在 EEWH-RS 手冊之附錄 R-BERS 中有詳細說明。</p> <p>3. 混合用途建築物必須依住宅 R-BERS 或非住宅類 BERS 系統分開處理，這規定已經在 EEWH-RS 手冊之附錄 R-BERS 中有詳細說明。</p> <p>4. 本研究 CO 偵測器的裝設高度是新加坡的規定，應該是在人體呼吸高度附近</p>

		<p>較合適。</p> <p>5. 因冷熱同時使用時間不同，現行住宅設備的熱泵並無與空調整合的情形。</p>
黃教授瑞隆	<ol style="list-style-type: none"> 1. 研究團隊成果符合預期 2. 關於水泵耗電計算問題，宜請多考慮設備變大後，可能會縮短揚水時間，目前的計算方式，有可能高估節能效率，建請考慮。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 本系統水泵節能並非單純考量揚水耗電，而是考慮流動電費與契約電費之綜合能源效率 PEB，這在 EEWH-RS 手冊之附錄 2 中有詳細說明。
劉理事長國隆	<p>建議在住宅類(大樓類)之建築物能夠對電梯、揚水泵浦、地下室排風馬達設立獨立電子電表，為能效標示的定期分析其成果。</p>	<p>需要獨立電表之處繁多，牽涉能源管理之需要，應在綠建築標章系統內整體考量。</p>
全國建築師公會施建築師正之	<ol style="list-style-type: none"> 1. 肯定報告成果與內容。 2. 新加坡 e-submission 中 BIM 操作 (Code of Practice for BIM)住宅類中有 HS(House hold shelter)設計供參考(解決救災、降低營建管線...)但國內有法規容積計入問題。 3. 建議住宅能效評估可考量納入被動式設計，尤其可針對國家投入甚多資源之社會住宅做起。 4. 建議思考如何讓民眾有參與感，例如經由互相比較住宅能效，再藉由市場機制選擇節能住宅。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 謝謝提供資料參考。 3. 被動設計因素是在外殼節能指標 ENVLOAD、Req 中反映。 4. 本系統分級與減碳數據即是提供民眾有感的比較值，希望民眾有參與感。
全國建築師公會張建築師文瑞	<ol style="list-style-type: none"> 1. 預期成果所列五項，均已逐樣完成。 2. 建築能效標示實施的歐洲國家特別是奧地利，證實有助於房價及房租的提升，此時抑制房價或房租是社會上年輕族群的心聲，不宜宣揚作為能效標示的立基。 3. 建議日後作為推廣教材時，可以 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 感謝委員肯定。 2. 房價及房租的提升只是據實報告，不會廣宣傳。 3. 英文縮寫專業術語一覽表在 EEWH-RS 手冊之附錄 R-BERS 中有詳細說明。

	增加英文縮寫專業術語一覽表， 供大眾檢索。	
--	--------------------------	--

附錄三 綠建築評估手冊-住宿類(草案)

參考資料

I. 中文文獻

1. 林素琴、李浩銓，2013，我國住宅部門用電量以及電力分配之研究，建築學報 86 期，p.1~9
2. 林素琴，2017，我國住宅部門電力使用研究，工業技術研究院產業經濟與趨勢研究中心
3. 林憲德、郭柏巖、嚴佳茹，2020。建築類綠建築能源計算基準與標示之研究，內政部建築研究所委託研究計畫
4. 林憲德、嚴佳茹、王榮進、羅時麒，2020，既有旅館建築能效評估與標示方法之研究，臺灣建築學會「建築學報」第 114 期增刊
5. 郭柏巖，2005，住宅耗電實測解析與評估系統之研究，成功大學，建築研究所博士論文
6. 經濟部能源局，2018，非生產性質行業能源查核年報，台灣綠色生產力基金會
7. 鄭元良、林憲德，2019。既有建築綠建築評估手冊之研究，內政部建築研究所協同研究計畫
8. 紀柏全、蘇梓靖、杜威達、冀樹勇、沈哲緯，2016，新北市公寓大廈社區公共設施節能狀況探討，台灣能源期刊，第三卷、第四期， pp447~460
9. 何信志，2011，集合住宅耗能與節能潛力(簡報)，臺灣綠色生產力基金會簡報
10. 蔣順田，2005，高層集合住宅大樓公共設備節能綜效之研究－以臺灣南部地區為例，國立成功大學碩士論文。
11. 中技社，2004，家庭節約能源手冊，經濟部能源局。
12. 劉心蘭，2005，公寓大廈住宅用電調查研究，國立成功大學建築系碩士論文。

II. 英文文獻

1. ASHRAE (2009). ASHRAE Building Energy Labeling Program, Implementation Report June 2009 Implementation Committee, 2009
2. BEng D. H. (2011). Asset Ratings and Operational Ratings - The relationship between different energy certificate types for UK buildings, Thesis of Master Degree, University of Cambridge
3. BPIE (2014). Energy Performance Certificates Across the EU, Buildings Performance Institute Europe
4. Cohen, R., Bordass, W. and Field, J. (2006). EPLabel: a graduated response procedure for producing a building energy certificate based on an operational rating.

- Paper presented at The 4th International Conference on Improving Energy Efficiency in Commercial Building (IEECB'06), Frankfurt, Germany
5. Cohen R. & Therburg I. & Bordass W. & Field J. (2020). Implementation of EPBD Article 7.3 in Germany and the UK: Comparison of Methodologies and Procedures.
 6. Deru, M., Field, K., Studer, D., Benne, K., Griffith, B., Torcellini, P., Liu, B., Halverson, M., Winiarski, D., Rosenberg, M., Yazdanian, M., Huang, J., Crawley, D. (2011). U.S. Department of Energy Commercial Reference Building Models of the National Building Stock, Technical Report, NREL/TP-5500-46861
 7. EIA (2006). Commercial Buildings Energy Consumption Survey. Washington, DC: U.S. Department of Energy, Energy Information Administration.
 8. EN 15203 (2006). Energy performance of buildings – assessment of energy use and definition of energy ratings.
 9. EN 15603 (2007). Energy performance of buildings – assessment of energy use and definition of energy ratings.
 10. EN 15217 (2005). Energy performance of buildings – Methods for expressing energy performance and for energy certification of buildings.
 11. Environmental Commissioner of Ontario (2016). Conservation: Let's Get Serious: Annual Energy Conservation Progress Report – 2015/2016, Canada
 12. EPA (2012) EPA ENERGY STAR Portfolio Manager “Benchmarking and Energy Savings” Data Trends
 13. EPA (2015). Energy Use in Hotels, ENERGY STAR Portfolio Manager, Data Trends
 14. EPA (2018). ENERGY STAR Score for Hotels in the United States, Technical Reference
 15. European Commission (DG Energy) (2013). Energy performance certificates in buildings and their impact on transaction prices and rents in selected EU countries, Final Report
 16. Gao X., Malkawi A., Yi Y. K., Chan T. C. (2013). New Method for Predicting Mixed-Use Building Energy: the Use of Simulation to Develop Statistical Models, Proceedings of BS2013: 13th Conference of International Building Performance Simulation Association, Chambéry, France
 17. Groezinger J., Boermans T., John A., Seehusen J., Wehringer F., Scherberich M. (2014) Overview of Member States information on NZEBs--Working version of the progress report - final report
 18. Implementing the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) – Featuring Country Reports– Part A, 2016, Co-funded under the Intelligent Energy – Europe Programme of the European Union under the contract IEE/CA/10/002

19. IPEEC (2014). Building Energy Rating Schemes-Assessing Issues and Impacts, Building Energy Efficiency Task group, the International Partnership for Energy Efficiency Cooperation
20. ISO 16346 (2013) Energy performance of buildings — Assessment of overall energy performance, International Organization for Standardization
21. Kaskhedikar A.P. (2013). Tree-Based Regression Methodology for Customizing Building Energy Benchmarks to Individual Commercial Buildings, Master Degree's Thesis, Arizona State University
22. Karpman M. (2017). Comparative Analysis of ASHRAE Building EQ As-Designed, Building Energy Asset Score, and ASHRAE 90.1 Performance Rating Method, Building simulation, San Fransico
23. Kneifel J. D. (2012). Prototype Commercial Buildings for Energy and Sustainability Assessment: Design Specification, Life-Cycle Costing and Carbon Assessment, NIST Technical Note 1732, U.S. Department of Commerce National Institute of Standards and Technology
24. Lin, H.T., Su T.C., Ho M.C., (2013). Dynamic Energy-Use Intensity Index for Green Building Evaluation Systems in Taiwan, DISASTER ADVANCES 6(3) 1-10, Jul 2013 (SCI)
25. Lin Hsien-te & Yen Chia-ju (2021) Hotel energy rating system using dynamic zone EUI method in Taiwan, Energy & Buildings, Volume 244(SCI)
26. Nikolaou T., Kolokotsa D. & Stavrakakis G. (2011) Review on methodologies for energy benchmarking, rating and classification of buildings, Advances in Building EnergyResearch, 5:1, 53-70, DOI: 10.1080/17512549.2011.582340
27. Pérez-Lombard L., Ortiz J., González R., Maestre I.R. (2009). A review of benchmarking, rating and labeling concepts within the framework of building energy certification schemes, Energy and Buildings, Volume 41, Issue 3, pp 272-278
28. Roulet C.A. and Anderson B. (2006). CEN Standards for Implementing the European Directive on Energy Performance of Buildings, PLEA2006 - The 23rd Conference on Passive and Low Energy Architecture, Geneva, Switzerland, 6-8 September 2006
29. Seattle Office of Sustainability & Environment (2013). Seattle Building Benchmarking Analysis Report
30. Sharp T. (1996). Energy benchmarking in commercial office buildings. In: Proceedings of the ACEEE 1996 Summer Study on Energy Efficiency in Buildings (pp.4321-4329), California, United States.
31. Stein, J. R. and Meier, A. (2000) 'Accuracy of home energy rating systems', Energy, vol 25, no 4, pp339-354

32. Torcellini P. & Deru M. & Griffith B. & Benne K. & Halverson M. & Winiarski D. & Crawley D. (2008). DOE Commercial Building Benchmark Models. Energy Efficiency in Buildings Pacific Grove, California August 17-22, 2008
33. US Department of Energy (2016). State and Local Resources for a Clean Energy Future
34. Wang N., Goel S., Makhmalbaf A. & Long N. (2016a). Development of building energy asset rating using stock modelling in the USA, Journal of Building Performance Simulation
35. Wang N., Makhmalbaf A., Srivastava V., Hathaway J.E., (2016b). Simulation-based coefficients for adjusting climate impact on energy consumption of commercial buildings, Building Simulation
36. Williamson T. & Soebarto V. & Bennetts H. & Radford A. (2006). House/home energy rating schemes/systems (HERS). PLEA 2006 - 23rd International Conference on Passive and Low Energy Architecture, Conference Proceedings.

III. 日文文獻

1. 一般社団法人住宅性能評価・表示協会，2017年2月，建築物省エネ法に基づく省エネ性能の表示制度について
2. 空気調和・衛生工学会，1977，《給排水・衛生設備の実務の知識(改訂2版)》，オーム社出版
3. 日本国土技術政策総合研究所 (2013)一次エネルギー消費量算定プログラム解説(非住宅建築物編)，日本国土交通省
4. ZEB ロードマップフォローアップ委員会 1, 2018, ZEB 設計ガイドライン(老人ホーム・福祉ホーム編)
5. ZEB ロードマップフォローアップ委員会 2, 2018, ZEB 設計ガイドライン(病院編)
6. ZEB ロードマップフォローアップ委員会 3, 2018, ZEB 設計ガイドライン(小規模事務所編)
7. ZEB ロードマップフォローアップ委員会 4, 2018, ZEB 設計ガイドライン(中規模事務所編)
8. ZEB ロードマップフォローアップ委員会 5, 2018, ZEB 設計ガイドライン(学校編)
9. ZEB ロードマップフォローアップ委員会 6, 2018, ZEB 設計ガイドライン(ホテル編)
10. ZEB ロードマップフォローアップ委員会 7, 2018, ZEB 設計ガイドライン(スーパーマーケット ホームセンター編)
11. ZEH ロードマップフォローアップ委員会, 2020, 集合住宅における ZEH 設計ガイドライン(スーパーマーケット ホームセンター編)