

既有建築物節能改善技術之研究

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 101 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)

既有建築物節能改善技術之研究

受委託者：臺灣建築學會

研究主持人：劉光盛

協同主持人：江哲銘

研究員：廖妍婷

研究助理：江逸章

內政部建築研究所委託研究報告

中華民國 101 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 & BUILDING RESEARCH INSTITUTE
MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT**

**A Research on the Technique of Energy Saving for the
Existing Buildings**

By

**Kuang Sheng Liu
Che Ming Chiang
Yen Ting Liao
Yi Chang Chiang**

December, 2012

目次

表次	.....	III
圖次	.....	V
摘要	.....	VII
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究緣起與背景	.....	1
第二節 研究計畫內容及重要性	.....	3
第三節 研究方法與步驟	.....	7
第四節 研究成果與進度	.....	11
第二章 資料蒐集及文獻分析	.....	13
第一節 國際既有建築物節能發展現況	.....	13
第二節 國際既有建築物節能技術與策略分析	...	25
第三節 臺灣既有建築物節能技術與策略彙析	...	75
第三章 既有建築物節能改善技術研究	.....	79
第一節 既有建築物節能架構與改善項目普及度 探討	.....	79
第二節 自主檢核表設計	.....	89
第三節 改善案例之成本效益計算	.....	97
第四章 結論與建議	.....	101
第一節 結論	.....	101
第二節 建議	.....	103
附錄一 期初審查意見及回應一覽表	.....	105
附錄二 期中審查意見及回應表	.....	109
附錄三 期末審查意見及回應表	.....	115
附錄四 第一次專家會議記錄	.....	121
附錄五 第二次專家會議記錄	.....	127
附錄六 自主檢核表	.....	131

附錄七 AHP 專家問卷	139
參考書目	149

表次

表 2-1	英國政府能源政策推動概況	25
表 2-2	英國各部門節約能源措施一覽表	26
表 2-3	瑞典既有建築物節能措施表	29
表 2-4	美國推動的相關政策整理表	30
表 2-5	LEED 評估體系主要服務內容.....	32
表 2-6	美國各地方綠建築政策推動彙整表	32
表 2-8	香港 HK-BEAM 評估項目	36
表 2-9	新加坡綠能推動政策措施內容一覽表	40
表 2-10	新加坡既有建築物節能措施表	43
表 2-11	政府對於既有建築物綠建築與節能改善的推動的 責任與政策表.....	48
表 2-12	2005 年綠建築計畫的推行內容.....	50
表 2-13	日本既有共同住宅改善技術表(草案)-環境省能技 術.....	52
表 2-14	「住宅履歷情報」所需具備之資訊-獨棟住宅(個 人).....	55
表 2-15	「住宅履歷情報」所需具備之資訊-公寓大廈(互享)	56
表 2-16	馬來西亞工業發展局推動的綠色相關政策整理表	59
表 2-17	韓國申請案件逐年調查	61
表 2-18	永續發展建築在韓國的相關政策	61

表 2-19	印度政府政策推動概況	64
表 2-20	GRIHA 評估體系	68
表 2-21	綠色家園評級系統	71
表 2-22	國際既有建築物節能策略比較分析表	73
表 2-23	臺灣既有建築物節能技術架構表	77
表 3-1	AHP 評估尺度意義及說明	79
表 3-2	評估因素 n 之 R. I 值對應表	83
表 3-3	AHP 問卷結果	84
表 3-4	AHP 問卷與民眾自主改善結果比較	84
表 3-5	AHP 問卷與民眾自主改善結果比較-學校類	85
表 3-6	AHP 問卷與民眾自主改善結果比較-辦公類	86
表 3-7	AHP 問卷與民眾自主改善結果比較-住宅(公寓大廈) 類	87
表 3-8	學校類自評表調查結果分析-1	90
表 3-9	學校類自評表調查結果分析-2	91
表 3-10	辦公類自評表調查結果分析-1	92
表 3-11	辦公類自評表調查結果分析-2	93
表 3-12	住宅(公寓大廈)類自評表調查結果分析-1	94
表 3-13	住宅(公寓大廈)類自評表調查結果分析-2	95
表 3-14	改善案例成本效益計算之原始數值	97

圖次

圖 1-1 本計畫研究流程圖	9
圖 2-1 CASBEE 環境性能效率 (BEE) 評價圖	13
圖 2-2 ISO 15686-7 建築生命週期性能品質維護	15
圖 2-3 建築物生命週期能耗分佈示意圖	16
圖 2-4 情報具有建築經濟價值評估示意圖	16
圖 2-5 CASBEE 建築節能改善結合生命週期與環境效率觀點 ...	18
圖 2-6 以二氧化碳削減量評比建築節能改善技術之總體效能 .	20
圖 2-7 健康室內環境改善 SOP 標準操作流程圖	24
圖 2-8 住宅履歷情報的累積與活用機制示意圖	55
圖 4-1 改善技術之成本-效益分析圖	99

摘要

關鍵字：既有建築物、節能、改善技術、環境效率、評估模型

一、 研究緣起

「節能減碳」已成全球關注議題：2009年12月的哥本哈根會議各參與國提出減碳承諾；2010年12月於墨西哥坎昆舉辦的COP16氣候會議，目標協議全球努力將升溫控制在1.5-2度以內；2010年於芬蘭舉辦之國際會議上Toshiharu IKAGA在建築生命週期觀點上提出CO₂ EMISSION實質策略；2011年11月於南非德班(Durban)舉辦的COP17氣候會議，歐盟提案啟動全新「全球共同減量協定」談判承諾，納入新興工業國，預計在2015年前完成協議、2020年生效。而面對高達九成以上的既有建築市場，日本政府將「既存建築物的活用」、「既存住宅的使用價值證明」兩大方針納入2008年至2012年「環境行動計畫2008」重要發展政策中，期望將既有建築物導入節能改善策略，以對應全球減碳目標。

據我國能源局統計資料，臺灣建築物每年在日常耗能與建材耗能所排放之二氧化碳量佔總碳排放量27%。而行政院節能減碳推動會於100年度歷次會議指示：既有建築佔全國建築總樓地板面積比例高過97%，且建築物日常使用階段耗能量占整體建築生命週期耗能達90%以上。針對建築市場上龐大的既有建築物耗能控管，實有必要積極推動「既有建築節能改善」策略與技術，以兼顧「提升能源使用效率」與「確保使用人員健康」兩大目標。

二、 研究方法與過程

本研究以臺灣既有建築物為研究對象，以「環境效率」之觀點為出發，加入既有建築改善節能技術評估與二氧化碳削減效益評估既有建築物改善策略，藉此擬議改善技術之重要性與規範。本研究主要以文獻回顧法確立評估架構，再以專家問卷法與專家諮詢法分析各節能技術之『評估議題』及『改善優先順序』，並以統計分析法彙整分析臺灣

既有建築物改善案例之節能數據，以建構臺灣地區既有建築物改善評估系統。

三、 重要發現

本研究蒐集英國、瑞典、美國、香港、新加坡、德國、日本...等國之既有建築物節能改善制度與政策發展，藉文獻分析與比對，提擬臺灣既有建築物節能改善所需具備的評估架構，並依其評估架構發展自主檢核表，以供民眾自力查核與改善，最後以實際改善案例探討投入成本-減碳效益，藉此提擬臺灣既有建築物節能改善策略機制。本研究重點結論如下：

1. 既有建築物節能改善應以不違背使用者「舒適健康」為前提。

據各先進國家策略面分析可知：既有建築物節能改善須利基於良好的環境品質，因此，本計畫提擬以「環境效率」評估思維，作為既有建築物節能策略分析之主要方法。

2. 本研究依各國既有建築物節能改善策略，歸納出：

回顧國際既有建築物節能策略可發現：各國皆提倡「因地制宜」的設計思維，並提出控制既有建築市場耗能重點為：「軀殼體保溫與隔熱」、「高效率設備機具的使用與設計」二者，而後加以制定適切的改善規範、廣納市場改善技術、分析改善成本與效益，建立一透明化的公平建築交易市場。

回歸臺灣的地理氣候與生活文化條件，若一廂情願的將國際既有建築物節能改善策略技術全數移植，勢必不可行，臺灣除可參考部分節能技術外，國內既有建築物節能改善重點應著重於：

- 〔1〕 提升建築軀殼體(屋頂、牆面、開口部)的隔熱性能；
- 〔2〕 提倡高效率設備節能改善；
- 〔3〕 發展再生能源供給；
- 〔4〕 建構健全之能源管理系統；
- 〔5〕 合宜的建築物理環境控制。

3. 本研究分析臺灣既有建築物節能改善技術之使用普及性，發覺民眾對於設備更換較具認知，但若改善技術牽涉建築規劃或設計手法之應用，在認知不足下較難以有所

作為。

4. 本研究擬議自主檢核表，並藉由民眾填寫反饋與專業者覆核之交互對照下，確立自主檢核表之普及性與適用性。
5. 依案例之「成本-效益」分析可知：影響既有建築物改善效益的因子不僅為成本，既有建築或設備機能的衰退情況、使用年限、設計手法、設備運轉時間、是否具相對應的節能配套措施...等，皆會影響既有建築節能效益。

四、 主要建議事項

建議一

立即可行建議—台灣既有建築物節能改善技術項目可供一般民眾參考或供各部會應用於相關既有建築物改善計畫中

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

本年度所擬議出之既有建築物節能改善技術可達民眾自主檢核與供公部門相關單位健全管理既有建築物節能改善。

建議未來可將合宜之改善技術加以推廣與應用於各獎勵與補助案中(如：建築節能與綠廳舍改善補助、民間建築物綠建築診斷評估...等)。

建議二

長期性建議—制定相對應之市場運作機制並積極推廣既有建築物節能改善

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

既有建築物節能改善市場之健全化運作需搭配「獎勵補助」、「技術規範」、「評估認證」等配套措施，並仰賴「產」、「官」、「學」三方之力。在執行臺灣既有建築物節能改

既有建築物節能改善技術之研究

善策略時，需同步擬定時程控管與執行效益檢討，並透過示範推廣、獎勵補助等方式，活化既有建築物改善相關市場。

建議可參考今年度研究成果，持續進行既有建築物基本型態分類、節能改善技術項目手法彙整及能源使用普查，並將其應用至綠建築評估指標-RN版、智慧建築標章、綠建材推廣...等計畫中，以兼顧市場上 97%既有建築物節能改善健全體制之建構。

ABSTRACT

Keywords : Existing Buildings(EB), energy-saving design, improvement of technology, ECO-efficiency, assessable model.

「Energy saving and Carbon reduction」has become the issue of attention over the world : The Copenhagen conference in 2009, the participation countries proposed a promise to reduce the carbon emission. In additional, the COP16 climate conference in 2010,the organization will plan to control the temperature that has gotten approximately 1.5-2 degrees Celsius. Meanwhile, the international conference in Finland, Toshiharu IKAGA proposed the practical strategy about CO2 emission with viewpoint of life cycle cost. Nevertheless, facing the over 90 percent of the existing building market, which the Japanese government will take the 「renovation of the existing buildings」and 「usable value of the existing houses」into the significant developmental policies from the environmental actions plan 2008 to 2012.At the same time the Japanese government will expect to adopt the energy-saving design strategies in existing buildings so that it would correspond to the goal of carbon reduction in the whole world.

In order to practice the living pattern of environmental and economical compatibility. Nowadays various countries all devote to issues of energy saving and carbon reduction that improve people's life quality. And because the interconnection of the construction of industry, ICT, production of building materials and cultural creativity affect directly sense of people's life. Consequently, it is important to practice the energy saving and carbon reduction and happy living . It is also one of the operational project to archive the sustainable development in various countries.

According to the Taiwan's Bureau of Energy statistical data, in terms of daily energy consumption and the energy consumption of building materials, the buildings in Taiwan account for 27% of the total CO2 emission. Furthermore, the Executive Yuan in conference of Carbon Reduction indicate that the floor area of existing buildings account for over 97% in Taiwan and the consumption of phase of operational management account for over 90% of building life cycle. However, to the vast existing buildings management in building market, the government must boost the strategy and technology in 「improvement of energy saving of existing

building」,therefore, it will be able to give consideration to 「enhancement of energy use」 and 「guaranty of users' health」

Aiming at low-carbon green buildings, the Love Taiwan 12 projects were brought up in Taiwan. Furthermore, governance guidelines, such as Green Building toward Eco-city Promotion Program as well as Energy-Saving and Carbon-Reduction Action Plan, and the conclusions of the national energy conference, Low-carbon Homeland, have been employed to develop low-carbon technologies and to thus make progress toward low-carbon green buildings and carbon-reduced eco-cities. Additionally, in 2008 the government passed the 「renewable energy development regulation」 and 「energy development law」, further, they built the energy consumption form of「high efficiency」,「high value」,「low emissions」and 「low dependence」. However, to the 97%of the building market, in recent years, the government devotes to promote and support the existing buildings improvement project so that it has promoted the quality of performance and efficiency of energy use in Taiwan. The types are subsidized as following : public and private offices, public and private schools and apartments.

Nevertheless, ISO 15686-5 has proposed: the operational phase is the longest and most consumes energy in building life cycle. So as to boost 97% of energy saving plan of existing building, promote citizens' participation and estimate improved benefits. As a result, this study intends to establish the plans as following :

1. Collecting the domestic and foreign energy saving design and improvement of technology in green building.
2. Reviewing the energy saving technology of green building is suited to Taiwan.
3. Building the self-control table and assessable route take office ,apartment and school as an example to inspect its completeness and the feasibility.

This project comes to the immediate and long-term strategies.

For immediate strategies :

Synthesizing the issues of energy saving technology of existing buildings such as use of popularization provide to citizens, designers and the administration as an example.

For long-term strategies :

Collecting the domestic and foreign energy saving design and improvement of technology in green building.

第一章 緒論

第一節 研究緣起與背景

全球二氧化碳排放量約有三分之一與建築耗能直接相關，因此，現今各國皆積極訂定建築節能減碳目標，並落實相關法令、規範，找尋各種行動策略，發展具生態、節能、減廢、健康的「綠建築」形式，以求建築物可兼顧環境面、社會面與經濟面，且對能源發展、資源永續、環境保育或產業經濟等作出貢獻。為實踐環境與經濟相容之生存模式，現今世界各國皆致力於減碳節能(降低環境負荷)、健康樂活(提升生活品質)兩方向，其中具載具功能之建築產業因與石化、ICT、建材生產、生活家居產品、文化創意……等產業相鏈結，並直接影響人類生活的五感六識，故於實踐節能低碳與幸福住居上具舉足輕重之角色，亦為各國達成永續發展重要操作項目之一。

2011 年芬蘭赫爾辛基舉辦之 World Sustainable Building Conference(SB11)大會中各國齊心宣示發展潔淨能源(Net Zero Energy)與低能耗建築(Emission Building)之決心。國際標準組織(International Organization for Standardization, ISO)在 2006 年於 ISO15686-7 中指出建築物性能會隨時間劣化，需於適當時間更新修繕以提升建築性能品質。2008 年 ISO15686-5 中進一步提出以經濟面為考量探討整體生命週期成本的推算，用最適度的投資以獲得最大效益產出。

臺灣是個能源短缺的國家，2007 年行政院決議通過推動「能源國家型科技計畫」，並於 2008 年提出「愛台十二建設」，以邁向「低碳綠建築」之里程碑為目標，更以「生態城市綠建築推動方案」及「節能減碳行動方案」等施政方針結合全國能源會議中「低碳家園」之結論積極發展低碳技術，邁向低碳綠建築及減碳生態城市；而 2009 年立法院通過「再生能源發展條例」與「能源管理法」修正案，進一步建構「高效率」、「高價值」、「低排放」及「低依賴」的能源消費與供應型態。

據統計資料顯示，臺灣每年約釋放 3 億公噸二氧化碳於大氣中，其中建築產業耗能約占總排放量的 27%，顯示建築部門為推動二氧化碳減量促進永續發展的關鍵之一。回顧臺灣既有建築占全國建築總樓地板面積比例高過 97%，且建築物日常使用階段耗能量占整體建築生命週期耗能達 90% 以上。一棟建築物於生命週期「使用管理階段」長達數十年之久，故既有建築物於使用期間導入有效之節能改善可大幅降低總體碳排放

既有建築物節能改善技術之研究

量，落實能資源永續之目標。

面對高達 97%之既有建築物市場，我國政府近年來致力推廣與補助既有建築物綠建築改善專案計畫，提升臺灣北、中、南、東地區之既有建築物的性能品質與能源使用效率，獲補助之建物類型包含公、私有辦公廳舍、各級公私立學校及公寓大廈等。而既有建築改善往往因屋齡、成本、使用行為、人員舒適度、既有設備管線...等限制下，降低了民眾自主改善意願。

故本計劃擬以既有建築物節能改善技術評估，探討低碳、健康、成本及能源消耗四大面向，並透過「環境效率觀點」整合建築生命週期中改善成本、維護成本、使用耗能及碳排放量，試建立既有建築物節能改善技術評價與自主檢核表。

第二節 研究計畫內容及重要性

壹、研究計畫內容

ISO 15686-5 指出：「營運使用階段」為建築生命週期中歷時最長且最為耗能的階段，為推動建築市場中 97%的既有建築物節能改善方針，明確擬議改善技術規範、提升民眾參與意願、評估改善後節能效益，因此本研究擬：

1. 蒐集國內外綠建築節能設計與改善政策方針；
2. 檢討適合臺灣氣候條件之綠建築節能改善技術；
3. 建構自主檢核表與改善評估機制，並代入辦公類、住宅類、學校類三類型之既有建築物改善案例，以驗證評估機制之完整度與可行性。

貳、研究之重要性

- 1.對政府部門：為對抗氣候異變、地球暖化及減少碳排，「節能減碳」為現今政府施政重心，本研究提擬 97%市佔率之既有建築物節能技術策略與效益評估方式，並彙析國際既有建築物節能策略與評估機制、探討不同用途建築類型既有建築物修繕之減碳量與減緩策略，以擴大建築部門節能減碳的範疇與效益，提供未來政府推行相關節能減碳政策參考，俾能更精確掌握既有建築物改善之實際成效。
- 2.對建築產業：導入「環境效率」觀點，並藉既有建築物節能改善效益評估模型，進行環境能耗及健康基準值確保之量化計算方式及既有建築物節能改善技術彙編，以提供建築相關產業在進行既有建築物改善設計時之參佐，以達改善後降低碳排放、節省能源消耗、確保使用者健康...等功效。
- 3.對一般民眾：提供民眾相關節能設計及健康品質自主檢核表，使民眾在進行居家改善與修繕時，可運用最佳的節能改善技術手法，降低對地球環境之負荷量並維持健康品質。

參、研究貢獻

1. 計畫成果效益

- (1) 完成並提供國內外既有建築物綠建築發展政策、改善技術之統合分析，歸納與參考建議彙整。
- (2) 完成臺灣地區既有建築物節能改善技術之使用普及性等實質面向彙析，供民眾、設計者、政府單位參考辦理，並提出民眾參與誘導策略。
- (3) 依循「環境效率」觀點，擬議臺灣既有建築物綠建築節能改善技術自主檢核表與計分基準。
- (4) 導入辦公類、住宅類、學校類既有建築物改善案例各二案，驗證既有建築物節能改善環境效率評估模型。

2. 對建築發展短中長期方面預期貢獻

(1) 短期貢獻

- a. 建立國內既有建築物綠建築改善評估要項及改善技術手法。
- b. 掌握國內辦公類、住宅類、學校類三類型既有建築物能耗問題來源，針對不同建築類型提出節能改善總體對策。
- c. 研究成果有助於擬訂臺灣既有建築物改善技術設計準則之參考，並提擬民眾、設計者、政府部門皆適用之既有建築物綠建築節能改善自主檢核表。

(2) 中期貢獻

- a. 透過既有建築物綠建築改善評估機制，建立臺灣既有建築物改善技術手法之基礎資料，檢視辦公類、住宅類、學校類三類型既有建築物改善診斷評估之基準及簡化節能效益評估流程。
- b. 綜合歸納內政部建築研究所各類「標章制度」與「政策目標」，降低既有建築物生命週期能耗與排碳量，確保國人住居健康與舒適度、營造優質之

住居環境。

(3) 長期貢獻

- a. 提升臺灣高達 97%的既有建築物生命週期，降低建築總能耗與排碳量，營造既有建築診斷、評估與修繕、維護等新興產業技術與競爭力，開闢國際既有建築物節能改善市場。

3. 經濟建設或社會發展方面預期效益

- (1) 提升國內既有建築物綠建築節能改善總體效率，達「建築節能減碳科技計畫」目標與降低「能源使用與碳排量」。
- (2) 彙整內政部建築研究所建立之既有建築物診斷案例技術與綠建材政策...等各類制度，歸納統合入既有建築物綠建築改善技術中，使改善手法可普及至政府公部門、民間相關產業與一般民眾，使國民對於既有建築物綠建築改善策略有共同衡量的設計依循與觀念教育。

4. 推廣應用計畫

藉由既有建築物節能改善手法之實際操作，落實產業應用層面。

第三節 研究方法與步驟

壹、研究方法

本研究利基於「環境效率」觀點探討建築物生命週期環境效率計算模式，透過「建築物生命週期」觀點與「臺灣建築環境效率」評估之理論架構，建置「既有建築物節能改善效率評估機制」，期可找尋影響既有建築物節能改善技術之重要因子，並整合國際間其他生命週期評估工具，在符合建築環境性能邏輯下，發展適用於臺灣本土之既有建築物節能改善技術與節能改善效率評估機制，研究方法與使用目的如下所述：

【文獻分析法】

本研究蒐集國內外既有建築物節能改善政策與技術之相關研究成果及實施方針...等進行比較分析，以初步推導適合臺灣亞熱帶地區之節能技術，並提擬適用於臺灣既有建築物改善的評估策略與方法。

【比較分析法】

針對蒐集之文獻作相對性優缺點比較分析，藉以瞭解國內外之歷時變化並比對分析其差異性，作為適用我國既有建築物節能改善技術與政策回饋。同時，針對國內現有的「綠建築專章」、「綠建築標章」、「綠建材標章」、「智慧建築標章」等規範加以比較分析，藉以瞭解國內之歷時變化並比對分析其差異性，以在不違背現有規範下擬議既有建築物改善技術規範與評估標準。

【專家問卷法】

由上述文獻分析法及比較分析法初步歸納既有建築欲改善策略與評估架構並透過專家問卷法，研擬適用國內之既有建築物改善技術與評估分析法架構內容及其權重值，並導入「環境效率」觀點推導出既有建築物節能改善評估模型。

【專家諮詢法】

邀請國內既有建築物改善計畫專家學者針對本研究所擬定之既有建築物改善技術評估架構、節能策略項目及自主檢核表...等進行討論，並提出修正及增刪之意見，回饋修正本研究方法與架構。

【統計分析法】

既有建築物節能改善技術之研究

本研究對問卷調查與既有建築物改善前後效率提升數值，進行後續之統計分析，並代入辦公類、住宅類、學校類既有建築物改善案例，以統計分析法加以探討節能效益、減碳效益與節能技術使用之差異性與相關性。

貳、研究流程

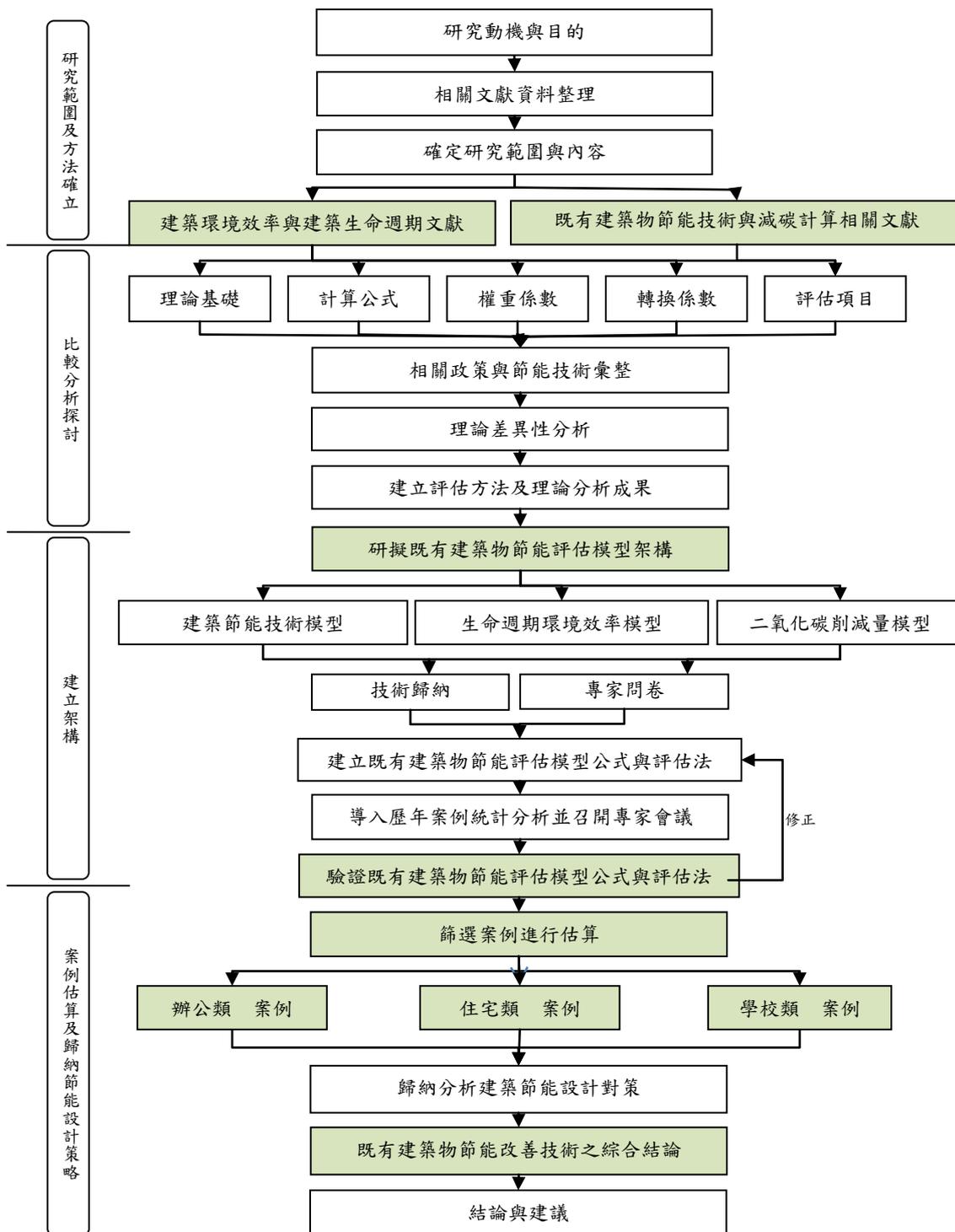


圖 1-1 本計畫研究流程圖

(資料來源：本研究整理)

第四節 研究成果與進度

月次 工作項目	第1月	第2月	第3月	第4月	第5月	第6月	第7月	第8月	第9月	第10月	第11月	備註
研擬研究範圍與研究內容	■ ▨											
彙整分析國內外既有建築物綠建築/節能建築改善制度與技術	■ ▨	■ ▨	■ ▨									
比較國內外既有建築物綠建築/節能建築改善制度與技術適用性與評估基準值等條件			■ ▨	■ ▨	■ ▨							
研擬既有建築物節能評估架構					■ ▨	■ ▨	■ ▨					
擬定、發放回收專家問卷							■ ▨	■ ▨				
建立既有建築物節能之成本分析								■ ▨	■ ▨	■ ▨		
篩選案例共六案									■ ▨	■ ▨		
數值結果統計與趨勢分析									■ ▨	■ ▨	■ ▨	
蒐集彙整相關節能設計對策					■ ▨							
提出節能設計策略							■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨	■ ▨	
專家諮詢會議			◎			●		◎	●			
期中報告					◎							
期末報告								◎				
成果報告書											◎	
預定進度 (累積數)	9%	18%	27%	36%	45%	54%	63%	72%	81%	90%	100%	

◎ ■：預期進度

● ▨：執行進度

備註：執行進度皆符合預期進度。

第二章 資料蒐集及文獻分析

第一節 國際既有建築物節能發展現況

【環境效率】

環境效率(Eco-efficiency)係根據世界企業永續發展委員會(The World Business Council for Sustainable Development, WBCSD)以及世界環境工業委員會(World Industry Council for the Environment, WICE)所發展而成的一種經營管理指標，提出時間不到十年，已成為主流概念之一。而其最基本的理念就是減少浪費和污染，在生產過程中，使用較少的能源和原料降低污染量、資源消耗量，創造最大的經濟產值的同時，也能兼顧體系的平衡。

其中，「CASBEE 建築環境綜合性能評估系統」(Comprehensive Assessment System for Building Environment Efficiency, CASBEE)開發迄今長達10年，為建築界運用環境效率建構永續建築評估指標中最为完善的評估系統，且為符合環境效率發展不斷更新，目前致力於「環境負荷可視化」(建築能耗的轉化與量化及既有建築物改善後節能效益的展現)的研究推動，亦列為日本「環境行動計畫2008」重要發展政策之一。

CASBEE(2008)以建築環境效率評估系統為理論架構，依其建築環境性能效率(BEE)區分建築物本身之環境品質(Q: Quality)與建築物外部之環境負荷(L: Load)的比值來加以評估，作為評定依據，其每個評定項目又各含有若干小項，Bee值則以環境品質為x軸與環境負荷為y軸的座標圖上表現其評價等級(圖2-1)。

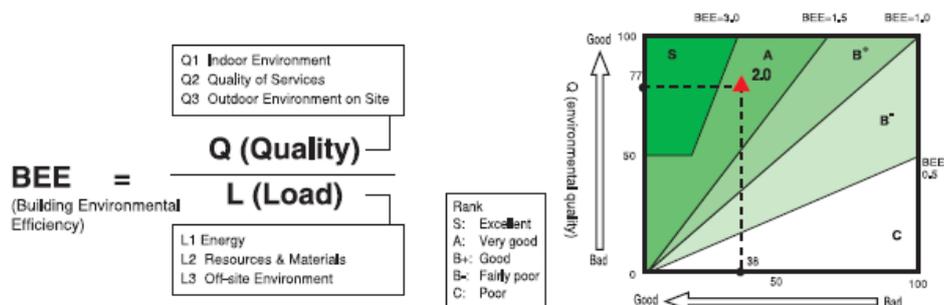


圖 2-1 CASBEE 環境性能效率 (BEE) 評價圖

(資料來源：CASBEE 官方網站)

而日本政府繼 311 東北大地震後，除加強災後都市重建外亦導入建築節能政策與環境模擬技術，發展 NZEB(nearly zero-energy buildings)政策：自 2013 年開始實施適用於住宅的環保點數制度：先對於新建住宅或既有住宅的節能給予判斷基準，並於建設/整建更新上以點數發放機制(所發放的點數可用於抵換各式商品或減免工程追加費用)，誘導業者與民眾參與建築節能改善，其中最重要的住宅節能性能基準達成率亦導入「環境效率」觀念，依住宅地域劃分、暖(冷)氣供應方式及換氣方式訂定基準初級能源消耗量，並從住宅隔熱性能及設備規格、性能計算..等可求得初級能源消耗量比率(如下式)：

$$\text{住宅基準達成率} = \frac{\text{基準一次性能源消耗量}}{\text{評估標的住宅的一次性能源消耗量}} \times 100\%$$

由上述文獻可知，建築節能政策推動需有一大眾普及可用之建築能耗基準評估模型以做為後續能耗評斷、節能改善、獎勵補助的評分標準，而建築能耗基準評估模型之計算以「環境效率」觀點出發，可有效兼顧建築使用性能的確保，在節能減碳的同時方可不罔顧使用者舒適健康的權益，故本研究以「環境效率」觀點建構既有建築物節能改善環境效率評估模型。

【既有建築物全生命週期國際規範】

國際標準組織 (International Organization for Standardization, ISO) 於 2006 年開始，針對建築建造的永續性 (Sustainability in building construction) 制訂一系列標準化規範：

ISO21929-1 提出永續建築設計觀點應同時兼顧「環境」、「經濟」、「社會」三面向；

ISO/DIS21930 提出建築物環境宣言；

ISO/TS21931-1 於環境面向考量下確立建築物環境性能評價方法的架構；

ISO15686 標準則是透過生命週期成本的概念，建置管理建築服務年限評價方法，其中：

ISO15686-7 (2006) 指出由於建築物性能會隨時間劣化，在建築物完成使用一段時間後，需於適當時間提出更新修繕以提升建築性能品質，並逐步以較少的代價進行維護與更新以常保使用性能，以延長使用期限 (圖 2-2)。

ISO15686-5 (2008) 探討整體生命週期成本的推算，是建築物求取經濟壽命的重要參考指標。可經由輸入成本、機能、維護成本、使用階段各項支出及殘值等數據，以計算生命週期各階段所花費之金額。其計算項目主要層面包括安全與耐久性、位置與外在環境、舒適性與使用性及可維護性的室內環境，其目的主要在使建築物能以經濟面作考量用最適度的投資獲得最有利的經營狀態。

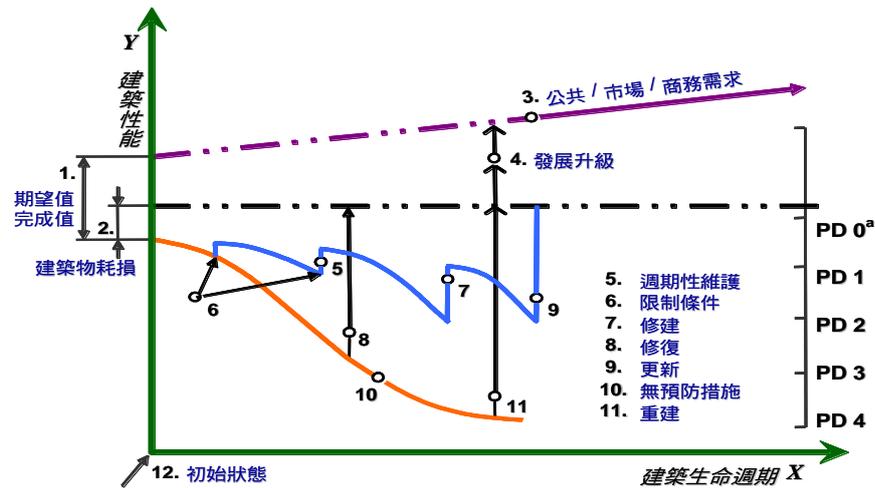


圖 2-2 ISO 15686-7 建築生命週期性能品質維護

(資料來源：ISO 15686-7，本研究整理)

而就日本財團法人經濟調查會發行的《建築物のライフサイクルコスト》(建築物的生命週期成本, 2005) 一書提及建築生命週期之四個階段(規劃設計、營建生產、營運管理、老舊拆除)中成本支出又以營運管理階段所佔成本最高。以一棟使用年限 65 年，規模 3,444 平方公尺的地上四層鋼筋混凝土辦公建築而言，規劃設計與老舊拆除的成本各佔總生命週期成本之 2%，其餘之 25% 為營建生產成本，營運管理成本則占最大宗，有 71%(圖 2-3)。

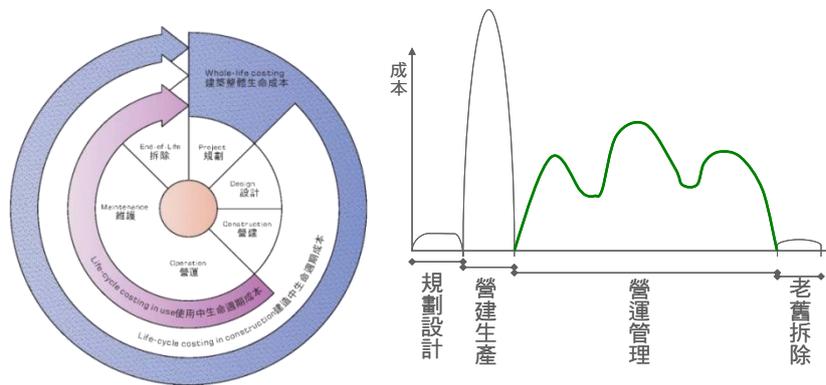


圖 2-3 建築物生命週期能耗分佈示意圖

(資料來源：ISO15686-5；《建築物のライフサイクルコスト》，本研究整理)

故 2006 年日本東京大學野城 智也教授「建築盤查 建築市場價值評比」研究提出的「情報具有建築」(圖 2-4)評比方式，將現今市場單以生命週期「經濟」價值評估建築價值的方式，改為加入「環境」價值評估，以公正顯現藉綠建築手法改善前後的既有建築價值性，其價值包涵：有形的經濟價值與無形的建築服務品質。

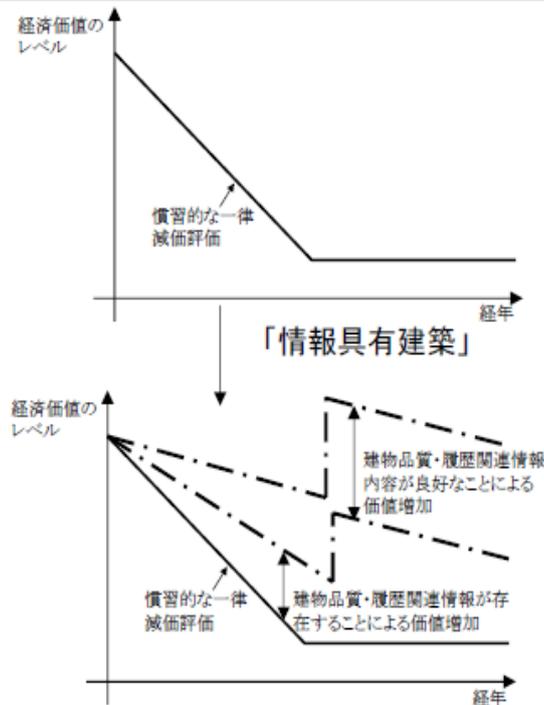


圖 2-4 情報具有建築經濟價值評估示意圖

(資料來源：野城 智也，2006)

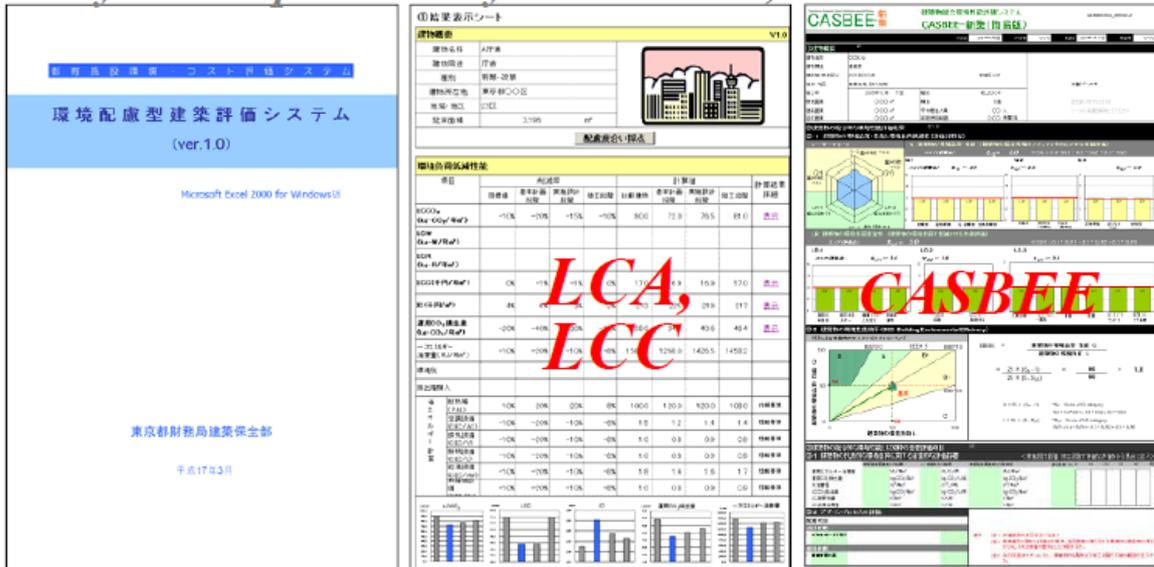
回歸建築物生命週期的特性分析可知在：

建築物營運管理階段，所占之耗能量與成本開銷為總生命週期成本中最高，建築生命週期營運管理階段，應依據有限的預算與資源條件，合理地規劃建築室內環境在使用階段的性能與負荷，進而達成符合「地球永續，人本健康」的最佳效率設計。

但長久以來，建築設計者與業主並無相關的決策參考工具，大多由經驗判斷所設計之建築室內環境是否符合健康舒適的要求、何時需要改善與更換老舊之設備，甚至因經濟條件因素、或經驗不足、無維護管理認知下，使用不合宜之建築設備，造成不健康的身心理與高能耗的能源使用等問題。又，在建築生命週期性能維護改善的決策時，決策者往往會在有限的經費下受到許多決策條件的限制，如：建築設備的耐用年限、當時的財務預算限制、初期成本與回收年限、政府是否有相配合的補助計畫...等因素，在各項決策因子取捨的同時，若無法有一兼顧「節能」與「健康」之思維策略。因此，本研究著重於建立一套兼顧健康、節能的決策機制，使建築管理者可明確依循其規範，在最佳時機點，找尋最合宜的改善、維護技術(圖 2-5)，進而達到提升建築物使用階段性能品質，延長建築總體生命週期。

LCA, LCC & CASBEE Tool for New Construction & renovation of local government buildings

Tokyo Metropolitan City Government, Mar.2005



For Offices, Schools and Hospitals

圖 2-5 CASBEE 建築節能改善結合生命週期與環境效率觀點

(資料來源：Toshiharu Ikaga, 2009)

【整合既有建築物節能政策與減碳策略】**a. 國際政策及制度**

1. 德國學者 Thomas Lutzkendorf(2011)指出：為促進永續綠建築須由公共部門單位整合出版「永續建築指南」，針對建築物生命週期中規劃，建造、維護、使用與操作...等階段提供具體技術援助，並以公部門建築的改善做為私有建築的典範；
2. 日本節能家電補助方案 Eco-Point 制度自 2009 年上路後，即有效扮演振興經濟與鼓勵採購綠色產品之角色。繼節能家電補助方案廣獲好評後，日本國土交通省更於 2010 年 3 月實施住宅版環保積分制(eco-point)，拉動國內市場內需，促進節能消費；
3. 自 2007 年起，歐盟建築能源管理 (EU Energy Performance Buildings Directive, 簡稱 EPBD)針對住房、辦公空間和公共建築，提出建築節能分級制度 (Building Energy Rating, 簡稱 BER) 供消費者參考；
4. 2005 年，香港政府擬訂一份技術報告，為各項政府興建工程、翻新工程及小型工程採用能源效益屋宇設備及可再生能源的裝置上提供技術指導。為了進一步提升能源效益，香港政府也針對特定類別的新建物及既有建築擬訂強制性的能源效益守則；
5. 自 1998 年 10 月起，香港機電工程署推行《建築物能源效益註冊計畫》，用以推廣建築物的能源效益。此計畫屬自願性質，其中訂出之「建築物能源效益守則」共五冊，包括：照明、空調、電力和升降機及電梯等裝置之效能規範。建築師與開發商可以遞交相關經工程師認證的資料，以評估是否符合該項標準。經審查符合規範的建築物，可獲頒「高效能建築物標誌」證書；
6. 綠色建築的指導方針和規劃-辦公設施規劃指南 (グリーン庁舎計画指針及び同解説-環境配慮型官庁施設計画指針) (1999)，以產業關聯法建立生命週期二氧化碳排放量資料，可綜合考慮生命週期成本與生命週期二氧化碳排放量；
7. 日本建築學會於建物的「LCA 指針 (案)」(1999) 中 AIJ-LCA 評估法是根據日本產業關連法將各種產業資料依其與該國能源消費量的相關性換算成其耗

能量、CO₂、SOX、NOX 等環境負荷數據，評估辦公類建築、百貨商場、學校類、醫院等對象；

8. 日本環境共生住宅推進協議會於「環境共生住宅 A-Z」(1998)中提出住宅 LCA 評估評估為獨立住宅、集合住宅之二氧化碳排放量及能源消耗；
9. 「地球環境時代 建築設備課題」(1995)中以設備為對象評估設備於生命週期中所產生之二氧化碳排放量，可藉由各類設備之排碳量研擬設備類相關節能對策。

【產業技術】

日本民間產業依循日本政府所訂定之相關制度由民間單位自行開發研究，建立既有建築物節能改善之估算方式：

1. 大林組於 1998 研發出 GAIA 估算系統。綜合估算二氧化碳排放量與成本。估算辦公建築、店舖、旅館及醫院等四種類型建築物。
2. 大成建設於 1998 研發估算系統，進行二氧化碳排放量估算辦公建築。
3. 日建設計於 1995 年研發出 NS-LCCO₂ 估算系統二氧化碳排放量及成本金額進行估算，評估辦公建築及學校建築。
4. 由此可知，建築節能模型的建構，可導入環境效率觀點並將 CO₂ 削減量導入一同評估其節能總效益，並可明顯區分出使用綠建築改善技術之建築物將較未導入綠建築改善之建築物的耗能量為低(圖 2-6)。

Value of Production and CO₂ Emission including Embodied CO₂ of Industrial sectors in Japan

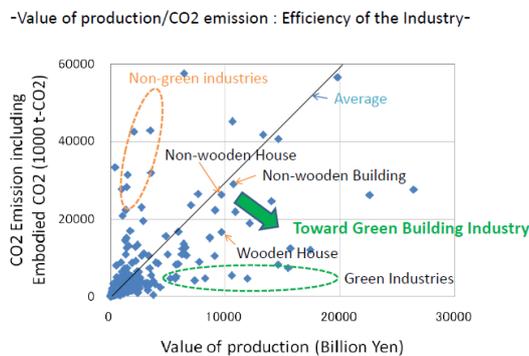


圖 2-6 以二氧化碳削減量評比建築節能改善技術之總體效能

(資料來源：Tatsuo Oka，2009)

(一) 國內相關研究彙析

【既有建築物環境效率模型建構】

1. 室內環境健康效率模型建構之研究：

近年來在臺灣環境效率已被運用於建築相關之研究上，並以此建立適切的評估系統，提供專家及使用者在評估及決策既有建築物改善時之參考。其相關評估模型如下：

本研究希望延續前期研究：

「室內環境健康效率模型建構之研究 (NSC 95-2221-E-006 -499)」及「整合生命週期之建築環境效率模型建構研究(I)(II) (NSC 96-2221-E-006-236-MY2)」兩年期計畫所提出之室內環境健康效率模型(Indoor Environment & Health Efficiency Model)(式 1)，

$$LCC\ ECO-Efficiency = \frac{LCQ(NPV) + LCQ(IEQ)}{LCC(Economic) + LCC(Tech.) + LCC(Environment)}$$

其中：

LCC ECO-Efficiency：生命週期環境效率

LCQ(NPV)：工作效率

LCQ(IEQ)：室內環境品質

LCC(Economic)：經濟成本

LCC(Tech)：技術成本

LCC(Environment)：環境成本

1. 臺灣永續建築評估機制與理論架構之建構：

本團隊蒐集分析國際上的永續建築評估系統，提出具備可調整操作以可靠程序更新資料或調整指標架構，透過一個主客觀量化的研究調查與分析檢證結果，提出臺灣永續建築評估內容之決策項目。相關研究成果，於 2007 刊登於國際「營建與建築技術領域 (SCI, Construction & Building Technology.)」期刊《Building And Environment》，Adapting aspects of GBTool 2005 - searching for suitability in Taiwan.

2. 以生命週期成本探討臺灣既有建築物環境效率模型-室內健康因子為例(建築學報第七十三期，劉光盛、江哲銘等人)：

以「環境效率」觀點為理論架構，將其評估項目以「品質」及「負荷」加以分群，運用層級分析法尋求各分群項目權重值並導入生命週期成本，以屋齡 13~24 年經室內健康環境因子評估改善之既有建築物(EB)為量化實證案例，運用「投入」之改善成本與「產出」之性能改善平衡專家問卷結果，修正臺灣專家所擬定之環境效率分群項目權重，初步建構以室內健康因子為例之臺灣既有建築物環境效率模型(TBEE)。

$$TBEE = \sum_{EB-H}^{13-24} \frac{0.116H_s + 0.208H_l + 0.130H_t + 0.437H_a + 0.108H_w}{0.617H_m + 0.383H_v} \cdot Q$$

式中：

Hs：室內音響環境改善評估值；Hl：室內照明環境改善評估值；

Ht：室內溫熱環境改善評估值；Ha：室內空氣品質改善評估值；

Hw：室內用水品質改善評估值

Hm：永續綠建材使用評估值；Hv：有害之逸散氣體管制評估值。

此研究主要為：導入生命週期成本觀點進行實證案例操作，以各實證案例項目間之影響量修正專家所擬定之各分群項目權重，以此尋求各分群項目因時制宜之效率提升參數，並建構臺灣既有建築物環境效率模型。

【既有建築物節能改善下之健康環境品質確保】

建築生命週期中營運使用階段為最長，且室內環境品質之良莠與人的生活、健康息息相關，本研究團隊長期累積既有建築物改善下確保室內健康環境品質相關研究，可與既有建築物節能改善相呼應，以兼顧「提升能源使用效率」與「確保使用人員健康度」兩大目標：

1. 整合生命週期及健康風險評估研究 (NSC 91-2621-Z-006-007, NSC 92-2621-Z-006-005,

NSC 93-2621-Z-006-004，江哲銘，2002-2004)

整合室內環境保健控制綜合指標之研究，建構使用階段健康風險直接評估工具及建築生命週期各階段健康風險間接評估工具，並以實例試操作，以追蹤建築生命週期各階段室內人員之健康風險。

2. 完整建立室內環境品質指標系統與診斷標準作業程序

以 ASM 儀器實測技術與專家學者問卷分析，透過層級分析法 (Analytical Hierarchy Process；AHP)，探討建築物室內環境品質和人體健康之相互效應；分析模式包含：室內環境因子評估、各項影響因子基準、評估因子影響權重。研究主題成果，於 1998～2007 持續發表於國際「營建與建築技術領域 (SCI, Construction & Building Technology.)」期刊《Indoor air》、《Building Research and Information》、《Building And Environment》、《Indoor And Built Environment》等學術期刊。並承接內政部營建署「2004～2011 民間綠建築設計改善及示範工作」、內政部建築研究所「2004～2007 建築物室內環境改善補助專案研究計畫」與教育部「2003-2012 永續校園局部改造計畫」輔導與成效分析...等委託研究計畫。

3. 整合建築物理環境綜合因子對人體反應影響

從整體室內物理環境角度探討永續建築基本之健康環境條件與要項，影響因子可能直接與間接造成健康危害。以既有建築物性能提升改善，配合危害分析與健康風險評估模式，以建立物理環境因子對人體健康危害評估法。

4. 健康室內環境改善標準操作流程擬議

內政部建築研究所補助之「健康室內環境診斷諮詢服務計畫」中，以主訴自體檢查問卷表了解使用者不舒適症狀及此室內空間可能發生的問題點，並藉由現場量測方式診斷室內環境品質不良的問題，而後經實測數據分析提出診斷改善對策；診斷過程中採用室內環境診斷三階段標準化流程 (圖 2-7)，並因應受診斷案例不同之現況問題，部分酌有增減檢測項目。

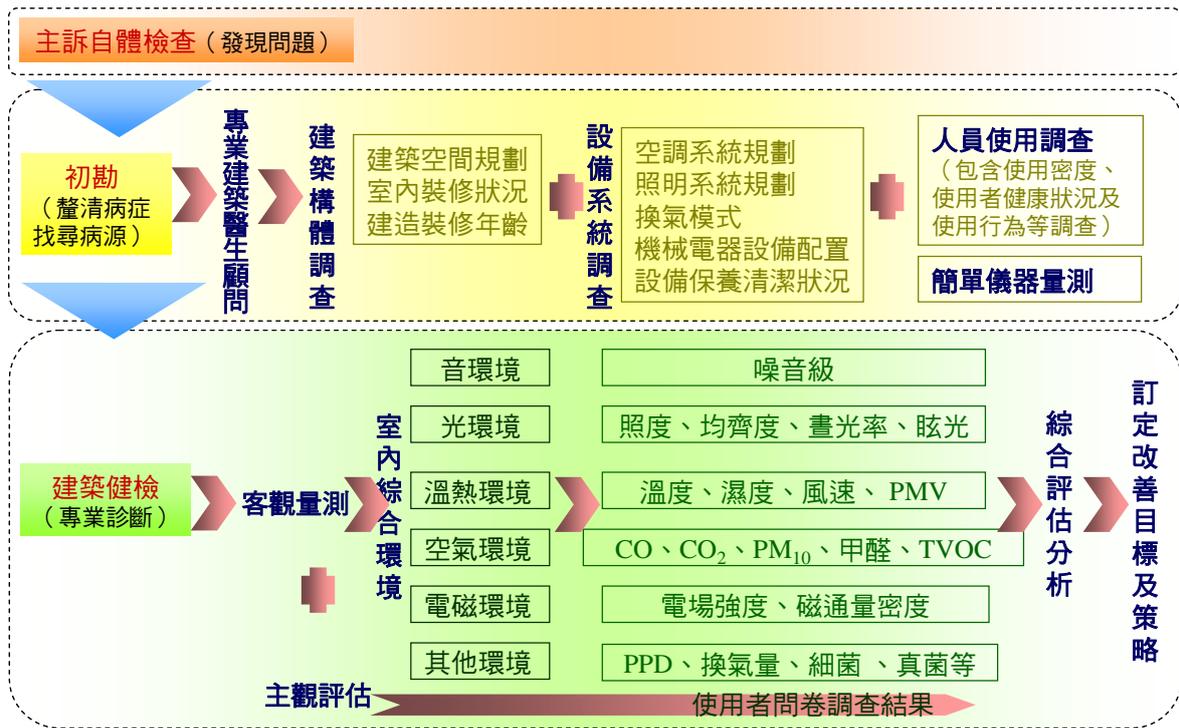


圖 2-7 健康室內環境改善 SOP 標準操作流程圖

(資料來源：內政部建築研究所，2010)

本計畫沿用歷年國內既有建築物改善評估標準流程，並依循立法院社會福利及衛生環境委員會於 2011 年 11 月通過《室內空氣品質管理法》...等「健康基準值」下，擬定既有建築物各評估之「能耗項目」：估算各案例改善前後之節能效益，其中包括可量化之綠化固碳量、節電費、節水費並換算其減碳量，計算出實質效益，在此基準下進一步建立簡易的既有建築物節能改善自主評估表，期許可提供設計規劃者、一般民眾參與既有建築物節能改善時自我檢核之用。

第二節 國際既有建築物節能技術與策略分析

既有建築節能改造相較於新建建築節能設計有更多需突破的課題，如：改造的同時亦不可阻斷營運使用行為的進行，因此，需同步協調改造單位、使用業主(產權問題)與資金補助單位。本章節藉由瞭解國際既有建築物節能技術與策略推動行策略及分年期規劃與執行方式，解析各國之上位國家政策、地方執行策略、財務規劃、評比認證機制、獎補助及配套措施等，以作為臺灣未來發展既有建築物節能技術、策略與經濟誘因的擬議。

壹、英國

英國現存既有建築每年排放 1.5 億噸二氧化碳，且由建築排放的二氧化碳占社會總排放量的 27%，為應對氣候變化行動中，英國政府要求 2050 年的二氧化碳排放比 1990 年減少 80%，故近年來積極推動能源政策，主要目標是減少二氧化碳等溫室氣體的排放，並強調再生能源的開發利用。英國政府藉由政策執行、法律訂定，以及經濟制度的激勵，帶領企業和個人採取減碳節能等行動(表 2-1)。

表 2-1 英國政府能源政策推動概況

	政策或法令	時間	內容
1.	(國際)京都議定書 (Kyoto Protocol)	1997	1. 明確規範各工業國家之溫室氣體減量責任與時程。 2. 英國承諾必須在2008至2012年間將溫室氣體降至比1990年低12.5%的水平;並將國內目標設定在2010年前將二氧化碳排放降至比1990年低20%。
2.	能源白皮書 (Energy White Paper 2003)	2003	期望未來能源發展為建構低碳經濟，主要目標為： 1. 在2050年前，將二氧化碳排放量減少60%，並維持穩定能源供應，推廣英國電力市場。 2. 到2010年前，全國有10%的電力來自再生能源，並在2020年前國內再生能源比例提高到20%。
3.	能源白皮書 (Energy White Paper 2007)	2007	政策目標： 1. 到2050年前削減二氧化碳排放量60%，並到2020年前有實際的進展。 2. 維持可靠的能源供應。 3. 促進英國及其他國家的能源競爭市場。 4. 保證每個家庭有足夠且可負擔的熱能。

	政策或法令	時間	內容
4.	「能源法」草案 (Energy Bill) (尚未立法)	2008	具體內容如下： 1. 離岸天然氣供給建設 2. 碳捕捉及儲存 3. 再生能源 4. 離岸再生能源、石油、天然氣設備的退役 5. 改進離岸石油及天然氣許可 6. 核廢料及退役資金 7. 離岸電力傳送

(資料來源：淺談英國能源政策之發展，本研究整理)

為因應上述挑戰，英國規劃以「節約能源」、「發展潔淨能源」、「穩定能源供給」為主要策略。

表 2-2 英國各部門節約能源措施一覽表

	部門	節能誘因機制	節能輔導措施
1.	商業部門	1. 參與歐盟排放交易系統。 2. 規劃對年用電量高於 600 萬度機構實施之總量管制。	推動商業建築之能源效率證明(Energy Performance Certificate)，註明建物能源效率，以及可採行節能措施，俾利使用人參考，改善建物能源效率。
2.	住宅部門	1. 規畫於 2016 年推動無碳建築之立法，要求新建物採用市場可行之最佳節能技術。 2. 推動住宅建築能源效率證明制度，建物之興建、租售、抵押行為，皆需檢附能源效率證明方可進行。	1. 規畫透過改善現存住宅能源效率，以達成平均家戶 CO2 年排放量降至 0.5 噸以下之目標。 2. 規畫於未來 10 年內全面換裝自動化電表，俾利消費者掌握其每日活動所排放 CO2 數量。
3.	運輸部門	配合歐盟提升汽車燃料能耗標準，並建議歐盟訂定汽車燃料能耗標準長期目標，建議 2012 年後汽車 CO2 排放量應小於 100 公克/公里。	推動低碳運輸計畫，以協助與汽車廠商提升汽車能源使用效率，降低 CO2 排放量排放。

	部門	節能誘因機制	節能輔導措施
4.	政府部門	1. 大型公共機構強制加入二氧化碳減量計畫。 2. 新建公共建築皆須符合永續住宅法(Code for Sustainable Homes)第三級之標準。 3. 1000 平方公尺以上公共建築必須接受能源效率驗證。 4. 2008 年起，英國政府將對政府採購商品設定能源效率標準。	

(資料來源：經濟部能源局，英國能源政策-能源白皮書(BEER)，本研究整理)

英國建築耗能的碳排放量幾乎占英國碳排放總量的一半，另外 10% 的碳排放來自建築材料的生產。因此以較低的或不變的建設成本提高建築能效，或通過既有建築節能改造提高建築能效是必要的。節能建築可以降低住戶的營運成本，降低碳排放。節能建築的設計要使用戶更願意選擇 EPS 構件，自然通風和天然採光的節能方式，創造良好的建築內環境，從而提高建築內人群的工作效率。

英國設計綠色節能建築強調採用 EPS 構件「整體系統」的設計方法，即從建築選址、建築形態、保溫隔熱、窗戶節能、系統節能與控制等方面去整體考慮建築的設計方案。重新修繕的既有建築物的節能設計應考慮要求：

1. 本土建築的形式與功能優勢，採用當地生產的可持續的建築材料，從而降低對環境的影響；
2. 當地的自然資源，滿足採暖、製冷、通風和採光的需求。

BRE 科技創新園區提供低碳建築示範教學

英國建築科學研究院 (BRE) 的科技創新園是專門用於展示低碳建築的科技園。園區內設有訪問者接待中心、資訊樞紐中心和 11 個低碳示範專案。這些示範項目及接待中心都是由英國行業領先的製造商、建築師和工程師設計建造的，它們展示了英國最新

和最先進的設計思想、施工技術及 200 多種建築產品與新技術。資訊中心提供了創新園內所有技術和產品的資料與資訊。創新園每天接待國內外許多參觀者，成為技術傳播和擴散中心，促進了參與示範專案的合作夥伴、供應商的市場開發和技術交流。

這些低碳示範建築採用了可再生的建築材料 EPS 構件，高效的節能保溫技術，如夾心高效保溫複合牆體、三玻 Low-E 窗、EPS 構件、熱回收新風系統，樓板輻射採暖製冷技術、可再生能源利用技術和中水回用、景觀綠化蓄水技術、智慧化資訊控制技術等。這些技術和系統與建築進行集成優化，實現了建築的低碳甚至零碳排放。

英國沃京（Woking）市推動既有社區低碳化改造成效

2002 年英國擬定了氣候變遷策略，沃京是英國政府中率先全面採用該策略的機構。沃京以既有的能源效率政策為基礎，但設定了一個更有雄心壯志的願景，誓言在 2050 年前要減少一半該單位及附近地方上的碳排放量。沃京區政府起初以每鐘點千瓦為單位，計算所節約的能源，目前已以噸為單位，計算二氧化碳的排放量了。

沃京地區政府的策略共有三個中心原則：

- 要求區政府及區內所有居民及商家行號負責人共同降低二氧化碳排放量
- 適應氣候變遷
- 推動永續發展

策略中每一個行動都訂有一到三年、三到五年或五到十年的時間表。由民選公職人員與區政府員工所組成的氣候變遷因應小組每年開會四次，報告工作進展。該策略在能源節約與碳排放量上已產生巨大效果。該政府在 2008 年的能源消耗已比 1990 年降低了將近三分之一，2007/08 年度二氧化碳排放量則降低了 29%。

貳、瑞典

瑞典政府(表 2-3)實施鼓勵節能住宅的優惠政策，讓許多家庭自主性將住宅依節能環保標準修繕一新。今日，瑞典有將近 1500 多家節能改造公司負責對既有建築進行重新設計、效益評估，而後由節能改造公司向銀行貸款，貸款後對房子進行改造，改造後則用節下能源所轉換的經費還貸，如此 10 年或者 7 年以後，改造成果即可完全歸業主所有。

表 2-3 瑞典既有建築物節能措施表

節能策略	內容與技術手法
了解能耗現況 (因地制宜)	<ol style="list-style-type: none"> 1. 瑞典地處北歐，冬季漫長寒冷，夏季短暫而涼爽，因此所有建築物最主要的能源消耗為「取暖」。 2. 建築供暖佔了 1/4；而在建築能耗總量中，取暖一項就佔了 87%。
設計高效率保溫、隔熱牆體	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築方位面南背北，門窗多朝南、西方向，且將門窗設計為落地門窗，以讓陽光更多地進入室內。 2. 採用深色塗料與建材。如：屋頂多用黑瓦或紅瓦，在白天較易吸收太陽熱能。 3. 在牆體建材上：使用空心磚牆及其復合牆體技術，以達建築體保溫效果。 4. 提升門窗的低傳熱性和高密封性。
選用高效率供暖設備	<ol style="list-style-type: none"> 1. 引入新式節能供暖系統-地源熱泵(通過地下土層管線將地能中的熱量取出，再使用少量電能使之升溫以供室內暖氣供暖、地板輻射供暖或提供生活熱水等)。 2. 屋內安裝溫度傳感器：使供暖系統隨時感知室內室外的溫度變化，自動調整鍋爐或熱泵的供熱效率，以免浪費能源。
室內健康與節能設計	<ol style="list-style-type: none"> 1. 室內牆面塗裝與壁紙與地板選用淡色系以反射光線，利用太陽光線降低燈具使用。 2. 使用節能燈具並於大空間中搭配多角度裝飾燈，依自然光線強弱調節燈具亮度。

(資料來源：本研究整理)

參、美國

2009 年 3 月底美國國會議員 Henry Waxman 跟 Ed Markley 共同提出一套最新的「2009 美國清潔能源與安全法」草案 (簡稱 ACES Act)，其中包含四大部分：清潔能源、能源效率、全球暖化污染之減量及清淨能源經濟的過渡。2009 年眾議院以 219-212 票正式表決通過《美國清潔能源與安全法》草案，規定美國到 2020 年將使溫室氣體排放量在 2005 年的基礎上減少 17%，到 2050 年減少 83%。

表 2-4 美國推動的相關政策整理表

政策或策略	推動單位與時間	主要內容	團體別
《美國清潔能源與安全法》草案 American Clean Energy and Security, ACES Act	美國眾議院於 6 月 26 日以 219-212 票正式表決通過尚待參議院通過	促使美國政府大力促進潔淨能源以降低對外國能源依賴，而且法案中也列了美國溫室氣體減量目標。	政府
「能源之星」計畫	美國環保署與能源部共同合作推動 1992 年	自發性「節約能源夥伴方案」之一，主要為鼓勵企業界及民眾節省能源開支，進而減少二氧化碳等溫室氣體排放。 目前已成為國際標章之一種，包括歐盟、澳洲、紐西蘭、加拿大與日本等均與美國環保署進行合作。 與建築有關的出版刊物為： 《Bring your Green to work》 《Energy Star Qualified Homes : Take A Tour Behind the Walls》	政府
報告 <u>The Clean Energy Economy</u>	美國 Pew 慈善信託基金會 (PCT) 2009 年	針對 1998 到 2007 年間的美國在潔淨能源上的綠色就業狀況進行分析，發表，發現儘管缺乏政府支持下，仍然有顯著成長。鼓勵各州政府積極推動。	非營利組織
為住宅加強能源效益提供抵稅獎勵	美國國會於 2008 年 10 月間立法延長和擴大稅務利益	1. 對住宅安裝太陽能系統提供聯邦抵稅。原來最高 2000 美元的抵稅額，提高到可以抵掉全部安裝費的 30%，沒有最高限額。加州、康州、紐約和新澤西等州還另外提供退費。 2. 住宅或企業使用小型風力發電渦輪每千瓦發電能量可抵稅 1000 美元，最高抵稅額為 4000 美元。一般流行的 1 萬瓦系統，	政府

			<p>價格約在 5 萬至 6 萬美元，不過紐約和加州都為安裝這種系統提供高達 2 萬美元退費。</p> <p>3. 利用地熱推動家庭冷暖氣系統的地熱幫浦，可以獲得最高 2000 美元的聯邦抵稅福利。</p> <p>4. 為住宅加強絕緣或更換門窗，以及安裝新的高效能鍋爐、暖氣幫浦和熱水器，有 10% 費用可以獲得聯邦抵稅，最高抵稅額 500 美元。安裝燃燒木屑或玉米等生質燃料的爐子，也可以獲得 300 美元抵稅，但應納入上述 500 美元抵稅限額。</p>	
	<u>Green Act 2009</u>	美國綠建築協會 2009	美國綠建築協會於 2009 年 6 月 16 日發表新聞稿，呼籲美國國會能通過 <u>Green Act 2009</u> ，這個法案是增進住宅與社區節省能資源並提高效率的法案。	<u>非營利組織</u>

(資料來源：本研究整理)

美國綠色建築協會¹(US Green Building Council, USGBC)在 BREEAM 評估體系的啟發下，致力研發永續建築評估體系，並於 1995 年建立 LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)，該體系用於開發高性能的永續建築，進行綠建築的評等。其項目包含培訓、專業人員認可、提供資源支持和進行建築性能的第三方認證等多項內容。

如今 LEED 已成為國際公認的綠色建築認證體系之一，它可提供建設或社區設計的第三方查核和設計策略的採用，旨在提高所有指標的性能，最重要的為：節約能源、提高用水效率、減少二氧化碳排放量、改善室內環境品質、資源管理，以及降低環境敏感性的影響。LEED 主要用於評估建築在其生命周期中的環境性能表現，於現今已成為綠建築評估方法的主流之一，建築評估類型廣泛，包含最早建構的 LEED-NC(新建建物)和 LEED-EB(既有建物)，還有 LEED-CI(商業建築的室內裝修)以及適用於學校、醫療、零售類等建築的評估機制擬定，主要服務整理如表 2-5。

¹ 綠色建築協會是由產、官、學界組成的非政府、非營利組織，成員包含了政府部門、建築師協會、建築設計公司等，其主要目的在於通過推行 LEED 認證機制，引導和改變建築市場的走向，加強市場中綠建築的競爭力，提升民眾對於綠色建築的需求。

表 2-5 LEED 評估體系主要服務內容

	服務	內容
1.	標章認證	研發永續建築評估體系，進行綠建築的評等。
2.	專業認證	通過 LEED 認證的專業人員，表現出透徹的了解綠色建築的做法和原則以及 LEED 的評分系統。
3.	提供技術指導	針對不同建築類型與不同技術，給予施作方法的教導，並出版相關手冊。
4.	舉辦 Greenbuild 博覽會	每年舉辦「綠建築國際博覽會」，提供綠建築相關專家學者交流討論之機會，並於會議結束後將最新情報於網站上分享，讓民眾可獲得國際上綠建築最新資訊，並有助於掌握國際脈動。

(資料來源：本研究整理)

2007 年 6 月 22 日「全美市長會議」公布一項調查結果顯示，美國各州積極「綠化」的多達 36 州，接受這項調查的全美 134 個城市中，8 成多使用省電燈具，7 成 5 以生質燃料或混合動力來驅動車輛，6 成 7 有官員專責避免環境影響氣候繼續惡化，6 成 4 使用太陽能、風力發電等可再生能源，6 成規定政府新大樓必須是省能的綠建築，5 成 2 獎勵搭乘大眾運輸工具以及汽車共乘者，還有 4 成立法鼓勵興建環保綠建築。「全美市長會議」敦促國會設立環保補助金，協助各城市推動環保計畫。

有關各地方如何推動當地的綠建築政策，詳見表 2-6：

表 2-6 美國各地方綠建築政策推動彙整表

市名	項次	政策與服務	內容
芝加哥市	1.	The Chicago Standard	芝加哥具體協議，所有市政建築以「綠色建築的設計」指導，設計、建造、翻修、操作和維修市政設施，提供更健康的室內環境，降低營運成本和節省能源和資源。
	2.	Chicago Center for Green Technology	進行芝加哥首次“綠色建築”的虛擬旅遊。
	3.	Chicago's Green Building Agenda 綠色建築議程	2005 年，芝加哥的綠色建築議程，目的在建立健康，智慧化與綠色的建築。
	4.	City Hall Rooftop Garden 大樓屋頂花園	了解大樓屋頂花園的環境效益與施工程序，並提供屋頂花園案例。
	5.	Ford Calumet Environmental	位於芝加哥的卡魯梅區(Calumet area)，有計劃性

市名	項次	政策與服務	內容
		Center	的創新綠色建築技術。
	6.	LEED Accredited Employees LEED 專業認證的人員	提供芝加哥市通過 LEED 專業認證的人員名單。
	7.	「家居節能環保設計計劃」	在芝加哥環境部的審查和核可之下，按照等級分給芝加哥綠家居認證，進而加速建設局環保核可的程序。參與者可獲得芝加哥綠家居商標的使用權，其建築方案也會被放到芝加哥的網站上供人瀏覽。
達拉斯市 (德州)政府	1.	地方法令	從 2003 年起，強制規定凡是面積超過一萬平方呎的新建物，便需符合 LEED 等級系統標準。
	2.	庭柏林圖書館採綠建築設計	整棟建築是以環保概念及建材設計施工，使用回收再加工的物料製成的建材，屋頂有隔熱、保溫的功能。
紐約州	1.	綠色建築法 Local Law 86/2005	根據 LEED 的標準修訂，具有較高的能源和水資源消耗標準。
	2.	高性能的建築準則 High Performance Building Guidelines	提供高性能的建築準則以及其他報告和手冊。
	3.	提供綠色規範下載	提供免費的綠色規範下載，內含設計與施工資訊。
	4.	Battery Park City Authority Green Guidelines	為住宅及商業/機構的建築物開發綠色 BPCA 準則。
	5.	財政獎勵	美國紐約州 2000 年立法通過，讓合格的綠建築所有權人可以直接減免州的所得稅，抵減稅額是開發費用的 5 ~ 7 %。 紐約州能源研究和發展管理局 (NYSERDA) 提供財政援助，以便與能源有關的項目，綠色建築稅收抵免提供稅收鼓勵業主。

(資料來源：本研究整理)

不僅如此，隨著綠建築意識的高漲，許多政府部門以及私人企業亦在辦公大樓、公司總部實施綠建築改造，期望以此方式達到示範效果，並藉此提升企業形象以及教導員工節能減碳之重要性(表 2-7)。

表 2-7 公部門與私人企業綠建築示範案例

	示範推廣案例	內容
1.	美國內政部第三大樓的 綠化環保屋頂	綠化屋頂是內政部建築翻新計畫的一部份，翻新會以六個階段來實施，每個階段翻新六個大樓的

既有建築物節能改善技術之研究

	示範推廣案例	內容
		其中一棟，計畫會於 2011 完成，花費約 1 億 7500 萬美元。
2.	「帝國大廈」	擁有帝國大廈的房地產集團打算斥資 1.2 億做環保科技，包括節能、減碳等設施，預計完工後每年省下 440 萬美元的能源支出。
3.	Google 總部大樓	<p>將總部大樓及停車場頂端鋪滿太陽能板，足夠供應 Google 公司的三成用電。</p> <p>研發可節能電表，該程式可以顯示用戶的用電量，幫忙做分析並協助用戶減少電量、邁向環保節能。</p>

(資料來源：本研究整理)

肆、香港

自 1998 年 10 月起，香港機電工程署推行《建築物能源效益註冊計畫》，用以推廣建築物的能源效益。此計畫屬自願性質，其中訂出之「建築物能源效益守則」共五冊，包括：照明、空調、電力和升降機及電梯等裝置之效能規範。建築師與開發商可以遞交相關經工程師認證的資料，以評估是否符合該項標準。經審查符合規範的建築物，可獲頒「高效能建築物標誌」證書。

2005 年，香港政府擬訂一份技術報告，為各項政府興建工程、翻新工程及小型工程採用能源效益屋宇設備及可再生能源的裝置上提供技術指導。為了進一步提升能源效益，香港政府也針特定類別的新建物及既有建築擬訂強制性的能源效益守則。

HK-BEAM 評估系統

香港的綠建築評估系統，主要參考英國(BREEAM)體系，並建構住宅技術評估系統和綠建築評估體系。香港《建築環境評估法》(Building Environmental Assessment Method, 簡稱 BEAM)，是針對建築物環境表現評估、改進、認證及標籤計畫(表 2-8)。所有建築項目，包括空氣、噪音、汙水、視覺、生態等，不論類型、規模及樓齡，均可透過 BEAM 評級過程找出改善方法，以提升建築物的環境表現。該評級方法能提供以下支援：

1. 保證新建築設計符合本地及國際認可的最佳作業守則。
2. 確證室內環境質素符合健康水平，並達到既定指標。
3. 透過更有效運用能源及其他資源，節省營運開支。
4. 進一步保障物業避免環境責任風險。
5. 建立持續改善及提升表現的清晰方向。

表 2-8 香港 HK-BEAM 評估項目

範疇	評估要項
全球環境問題和資源使用	<ol style="list-style-type: none"> 1. 整體環境問題 2. 能源採購程序 3. 能源管理程序 4. 電能消耗 5. 臭氧減少物質 6. 循環使用材料的設施
地區議題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 電力最大需求 2. 水資源保存 3. 冷卻塔細菌 4. 建築物噪音 5. 交通和步行通道 6. 服務通道及廢棄物處理通道 7. 建築物維修
室內環境議題	<ol style="list-style-type: none"> 1. 建築物設備系統運行和維護 2. 計量和檢測設備 3. 生物汙染 4. 室內空氣質量 5. 礦物纖維 6. 放射性元素

(資料來源：本研究整理)

自 2007 年 3 月開始，經能源審核良好的建築物也可以註冊。截至 2011 年 4 月，協會一共頒發了 2855 章證書，授與單位包括 1239 座建築物及 3011 個裝置。

香港綠色建築協會(HKGBC)

在 2009 年由香港四大業界團體：建造業議會 (CIC)、商界環保協會 (BEC)、香港環保建築協會 (BEAM Society) 和環保建築專業議會 (PGBC)聯合成立了香港綠色建築協會(HKGBC)，其中每個創會會員皆代表綠建築中不可或缺的部分，藉由創會成員的專業知識為基礎，引領環保建築的業界標準、最佳作業守則、教育和研究的發展，領導香港的市場轉化，共建綠色建築環境。

為因應在地亞熱帶氣候，香港綠色建築議會期望向社區、建築界及政府宣導綠色建築設計的最佳作業模式和標準，推廣綠色建築環境評估標準和認證(如香港建築環境評

估法 BEAM)，使績效評估標準更契合香港的建築環境。除此之外，更制定持續的教育及研究計畫，包括為不同行業合作進行培訓、舉行研討會及進行重點研究。

香港綠色議會成立首年，集中資源推動市場轉化邁向綠色建築。2010 年的計畫重點包括以下五個關鍵範疇：

1. 綠色建築認證及頒佈

- a. 提升香港建築環境評估法 BEAM 使之更切合 CEPA 的框架，制定專為香港獨特環境而設的評估方法，並爭取國際認可。
- b. 落實 BEAM 認可評核員計畫，開辦不同的培訓課程及提供評估認證。
- c. 更新獲取 BEAM 評核員認證的名單，以供大眾查閱。

2. 影響及建議政府推動綠色建築的發展

- a. 向政府、公眾人士及其他主要僱主建議，在新建及需要翻新的建築物實踐環保設施。
- b. 要求政府帶領市場轉化，建立一個可持續發展的建築環境。
- c. 與政府部門合作，為政府大樓進行評估，以改善建築環境。

3. 帶領社區實踐綠色建築

- a. 與環保建築專業議會舉辦綠色建築大獎計畫。
- b. 教育民眾在建築項目上節約能源，以減少能源消耗和浪費。
- c. 鼓勵大眾採用綠色建築產品，如鎢絲燈泡的代用品。
- d. 提供實踐綠色建築的相關統計數字，如碳排放、能源消耗等。

4. 於城市實踐環境保護

- a. 就規劃和建設保護環境的設施，制定務實的計畫。
- b. 以與本土社區共同創建一個生態城市為抱負。

5. 減少碳排放量

- a. 為建築物的碳排放量制定適宜本地標準(這些標準可能超出現時法例規管的最低要求)，並針對這些標準推廣示範案例。

都市重建

如同多數已發展國家，香港正面臨嚴重的市區老化問題。香港政府首先於 1988 年依據《土地發展公司條例》成立土地發展公司，目的即為辦理市區重建、改善居住環境及避免市區環境惡化。該公司屬公營機構，比起政府部門有較多自主權，執行方式多為收回土地後，與開發商合作進行市區重建。

在土地發展公司執行成效不如預期情況下，香港政府於 2001 年正式成立「市區重建局」(簡稱市建局)，專責處理市區重建計畫的法定機構。香港政府同時發表《市區重建策略》作為整體政策引導，並通過《政府收回土地之補償政策》。「市區重建局」成立宗旨如下²：

- c. 妥善規劃老舊市區，改善住屋水準及建成環境，重建為交通及基礎建設充足的開發地區。
- d. 善用建成環境中失修地區土地。
- e. 透過改善建物結構、外觀、消防安全設施，改善整體都市環境、防止市區頹敗。
- f. 保存具有歷史、文化或建築價值的建築物、地點及構築物。

市建局透過 4R 策略(重建發展 Redevelopment、樓宇修復 Rehabilitation、文物保育 Reservatuon 及舊市區活化 Revitalization)全面推行都市更新，2008 年宣布擴大保育策略，透過自願收購或修繕計畫，保存更多站前廣州式騎樓建築。2009 年起協助樓宇更新，改善大樓居住環境，並推動旺角、中環及灣仔舊區等地之街道活化。

屋頂綠化

香港政府於 2001 年起，在各市新建政府建築物工程中引入屋頂綠化設計，包括學校、火葬場、醫院、辦公大樓及社區中心等。而 2006 年起推行試驗計畫，將既有政府建築物屋頂改建成為綠化屋頂，提供都市額外的綠化空間外，亦具有隔熱效能，並有效減緩都市熱島效應。建築署在 2007 年年初完成「香港綠化屋頂應用研究」。該研究主要目標是檢討綠化屋頂的最新概念、設計和技術，並建議適合香港採用的技術指引，以促進社會大眾對綠化屋頂的了解和認識。

自 2001 年至 2011 年 3 月，建築署已為 100 座新建物及 65 座既有建築完成屋頂綠化工程，並有 14 座新建物完成垂直綠化工程。2010~2012 年，建築署持續推行屋頂綠化政策，鼓勵主持建築管理的政府部門促進屋頂綠化工程的執行，積極試驗垂直綠化的可能性，並監察工程中推行屋頂綠化和垂直綠化措施的成效。

伍、新加坡

新加坡為於馬來西亞半島南端，地處熱帶，長年受赤道低氣壓帶控制，年平均氣溫在攝氏 24 至 34 度之間，是地狹人稠的城市島國，對於空調及冷氣的需求量相當龐大。為減緩二氧化碳排放量，新加坡政府大力推廣永續發展及綠色城市相關政策，鼓勵各界採用綠色技術，以期能更有效的利用資源，包括國際公約的協定、能源的限制再利用及綠色建築的推動等。

2009 年新加坡永續發展跨部會委員會提出階段性目標，期望在 2030 年比 2005 年的能源消耗量減少 65%，並且能擁有 80%「綠化」的建築，同時達到每年節省能源開銷 15 億星元的目標。同時，為鼓勵既有建築物進行工程修繕以取得綠色標章，新加坡政府亦再提撥 1 億星元，補助相關建築費用。此外，新建案若取得白金或優質金等較高等級綠色標章，市區重建局也提供額外的建築面積以獎勵發展商興建綠建築。

自 2000 年開始，新加坡推動一系列相關政策(表 2-14)，2005 年，新加坡政府啟動提倡高科技但低耗能建築物的計畫，並鼓勵舊建築物翻新，希望到 2030 年，全國至少 80%的建築物都能成為「綠能」建築。

表 2-9 新加坡綠能推動政策內容一覽表

	政策與服務	時間	內容
5.	新加坡綠色計畫 2012	2002	空氣和氣候變化、水、廢物管理、自然保育、公共健康和國際環境的關係。
6.	綠色標籤計畫	2002	商家必須向國家環境局提交電器能源效率資料。
7.	綠色建築標章(Green Mark)	2005	考核節能、節水、環保、室內環境品質和其他綠色創新技術五大類。
8.	SS 530 標準	2006	對於建築物裝備及設施提出能源效益的管控。
9.	10%能源挑戰計畫	2008	家庭都能夠通過採取各種各樣的節能措施，削減 10%的用電量。
10.	能源效率提升計畫	2010	提供資金給製造廠和建築物推展節省能源措施。

(資料來源：本研究整理)

新加坡綠色計畫(Singapore Green Plan, 2012)

新加坡環境發展部以整體環境永續發展為前提，在 2002 年即正式發表《2012 年新加坡綠色計畫》，以因應逐年增加的氣候變化及環境挑戰，這是新加坡邁向未來永續發展的一步。由新加坡政府、私人機構和公眾，共同花費一年合作制定的《2012 年新加坡綠色計畫》(SGP2012)，為了提供國人持續性地享有充足並乾淨的土地、水源和空氣，喚起人民的環境知覺，並迎接環境中的挑戰，此綠色計畫涵蓋六大領域，包括：空氣和氣候變化(Air and Climate Change)、水(Water)、廢物管理(Waste Management)、自然保育(Nature)、公眾健康和國際環境關係(Public Health and International Environmental Relations)。其計畫原則包括：

- 〔1〕 從源頭控制環境污染；
- 〔2〕 污染者自付代價的原則；
- 〔3〕 預見可能發生的環境問題而趁早採取行動。

2008 年成立的新加坡永續發展跨部會委員會(IMCSD)也在 2009 年更新了這項計畫，期許於 2030 年國人 GDP 的能源消耗量能減少至 2005 年的 65%，且能擁有 80%「綠化」的建築。此一計畫目前已為馬來西亞、中國、泰國、印度、中東等國家廣泛參考。

綠色標籤計畫

旨在為消費者提供有關電器能源消耗方面的信息，幫助消費者了解哪些電器的能效更高。最開始是冰箱和空調，現在各種電器都能申請此標籤，消費者能夠方便地找出哪些產品更加節能。綠色的勾越多，就越節能。

綠色建築標章(Green Mark)

為呼應環境發展部的永續發展號召，由建築與工程局(Building and Construction Authority, BCA)主導的綠色標章(Green mark)於 2005 年提出，主要目標為推動新加坡的建築行業邁向一個更環保更永續的建築。其優點包括：

- 〔1〕 促進節約用水和節約能源法案。
- 〔2〕 減少對環境的潛在影響。
- 〔3〕 改善工作場所室內環境品質，促進健康和效率。
- 〔4〕 提供明確的方向持續改進。

2006年正式實行的第一版綠色建築藍圖，由政府提撥2,000萬星元（約1,667萬美元），作為建築發展商推動綠建築的獎勵金。另外投入近5,000萬星元的綠能相關研發基金，提供相關配套，如訓練課程及認證制度，協助整體產業培養綠色建築能力。其評估標準主要涵蓋五個指標群：能源效率、節水效益、環境保護、室內環境品質及其他綠色特徵與創新等方面。從多方角度對於項目進行認證，使舒適、節能、環保、高效的原則始終貫穿於整個建築與設計之中，以保證在節能和環保方面的高效能。

該國綠色標章是一個具有國際影響力的認證標準，屬自願性綠色建築評定系統 (Voluntary green building rating system)，由國家環境署 (National Environment Agency, NEA) 背書和支持，通過認證之建築將獲得 BCA 之表揚，授予白金 (Platinum)、優質金 (Gold Plus)、金 (Gold) 及認證合格 (Certified) 之不同等級認證。附帶的獎勵計畫則包括：獲金建築者，每平方公尺最高補助新加坡幣 3 元（約台幣 70 元），總額不超過 30 萬；獲白金建築者，每平方公尺最高補助 6 元，總額不超過 300 萬。標章認證加上獎勵補助，提供了新加坡落實執行綠色建築計畫的誘因。

SS 530 標準

SS 530 建築服務與設備能源效率標準。採用該標準，電費可節省三分之一。在 SS 530 標準裡，對冷氣空調設備的要求更嚴格，符合國際標準和最新科技。和以往標準相比，達到 SS 530 標準的冷氣空調設備能節省 30% 能源。

10%能源挑戰計畫

“10%能源挑戰”計畫，希望全國約 112 萬戶住家每個家庭都能夠通過採取各種各樣的節能措施，削減 10%的用電量。並可以參加政府舉辦的抽獎活動。

能源效率提升援助計畫

以提升發電、工業、交通運輸和建築物等 4 個領域的能源效率，同時採取措施，鼓勵公眾廣泛參與，以努力取得成效。撥出上百萬新元給製造廠和建築物推展節省能源措施。當局估計這些節能措施共為 17 家製造廠和 37 座大廈每年節省約 22 萬兆瓦(MW)電力，價值 1000 多萬新元；二氧化碳的排放量也減少了約 11 萬噸。

表 2-10 新加坡既有建築物節能措施表

	節能策略	評估項目	配分
1.	能源效率	建築外殼隔熱性能	5
		空調系統	32
		自然通風/機械通風	
		人工照明	13
		停車場通風	4
		公共區域通風	5
		電梯、電扶梯	2
		能源效率作法特點	12
		能源政策管理	1
		可再生能源	15
2.	用水效率	水質監測	4
		節水配件	12
		替代水源	3
		用水效率改善計畫	1
		灌溉系統	2
		冷卻塔	2
3.	永續經營與管理	樓層運行與維護	4
		使用後狀況評估	3
		廢棄物評估	7

	節能策略	評估項目	配分
		持續發展產品	8
		綠化	10
		環境保護	3
		綠色交通運輸	4
4.	室內環境品質	室內空氣品質	8
		室內空氣汙染物	2
		照明品質	5
		熱舒適性	2
		室內噪音等級	1
5.	其他環保設備	綠色特色創新	10

(資料來源：BCA Green Mark for Existing Non-Residential Buildings，本研究整理)

新加坡政府在 2007 年就開始以身作則，帶領整個新加坡從事綠色建築。2007 年，要求凡是政府部門的建築，不管大小，都必須達到最基本的要求，節能 15%。2009 年，凡是 5000 平方米以上建築必須達到白金級別，也就是必須節能 30% 以上。

政府既有建築，空調面積超過 1 萬平方米的，必須在 2020 年之前達到綠色建築標誌超金級別(既有建築)。在新開發區域的政府土地出讓條件中，加入高級別綠色建築標誌(白金和超金)要求。

對於既有建築改造，政府出臺了 1 億新元的激勵計畫。目前為止收到了 22 份建築改造申請。除了現金獎賞，政府建築能效改造融資計畫，給業主以低利息貸款，政府承擔風險，這大大降低了業主在融資改造既有建築時候融資方面的障礙。

陸、德國

德國推動綠建築發展歷程中，主要由政府扮演主導角色，透過《能源保存條例》(EnEV)及建築物能源效益證書(The energy performance certificate)之法制化及認證機制推動民間參與。

建築節能政策

德國天然資源不足，能源多依賴進口。1973 年全球石油危機，導致國內能源政策的改變。身為歐盟創始國之一，德國期望以《能源保存條例》達到 2020 年減少 20% 能源的年需求量。2002 年 7 月，德國聯邦政府將原有規範暖器系統及隔熱保溫的法令結合成為《能源保存條例》。2006 年，德國公佈 EnEv2006 新建築節能規範(2007 年實施)，將其內容擴大至暖房、冷房、電力、通風及照明之節能規範，針對各種氣候條件建築用途及經濟技術等條件，強調改善建築整體的能源消耗。主要表現於以下幾個方面³：

- 〔1〕 於建築新建、改造、銷售、租賃市場，全面推行能源證書(Energieausweis)，保證新建築及既有建築達到規範要求。
- 〔2〕 對新建住宅，應由整體設計達到保溫、隔熱、節約生活熱水等低耗能，有效強化節能。
- 〔3〕 對於非住宅、公共建築、工業建築等類型之空調、人工照明之耗能規範更為嚴格。面積超過 1000 平方米的新建築，必須全面評估建築耗能狀況，包括可再生性能源、熱泵技術應用等。
- 〔4〕 對於建築中所使用的不同種類能源進行量化細分，準確控制需求量，並促進再生能源的利用。
- 〔5〕 針對不同類別建築原始耗能進行量化限制，透過整體節能計算耗能值並推算耗能量，要求不得超出最高耗能標準。
- 〔6〕 為推廣節約能源，製訂新舊過渡時期適用的政策。
- 〔7〕 為普及推廣，節能政策兼顧專業者、消費者及管理單位需求。

³德國建築節能政策發展過程：<http://www.slmc.org.cn/fagui/2011-01-23/567.html>。

德國政府計畫逐年調高省能標準：2009 年提高 30%，至 2012 年時再提高 30%，建築物的省能評估不僅是控制能源使用量，同時也將能源供應來源納入考量。

關於能源證書(The Energy performance certificate)的規範，除新建物必須提出外，建物改造面積超過 100 平方公尺及建物買賣時皆需出示⁴。證書有效期限為 10 年，超過期限需依據實際狀況重新辦理，違者將處以最高 15,000 歐元。德國執行相關政策已有數十年經驗，每年投入大量資金作為推廣能源政策並實行住宅改造。長期看來，節能效益遠超過投入成本，除政府各部門的積極配合外，民眾支持也是成功的主要因素之一。

太陽能光電政策

依據德國政府計算，該國平均日照約 3~4 個小時，日照時間雖不長，但德國政府大力推廣獎勵政策，制定《再生能源法案》(Renewable Energy Law；REL)，該國太陽能市場蓬勃發展，2005 年已達全球市場的一半之多。

為了試驗分散的太陽光電系統實際串連置發電網絡的情況，並瞭解其對個別家庭的經濟效益，德國於 1990 年推行《千屋頂計畫》(Bund Lander 1000 Dacher Photovoltaik Programm)，是該國第一個太陽光電示範計畫。1991 年通過的《電力輸送法修正案》(Novellierung des Stromeinspeisungsgesetz) 是為《再生能源法》(Erneuerbare-Energie-Gesetz, EEG)的前身，規定電力公司需以高於平均電價 90% 的價格收購當地運用再生能源產生出的電力。

1995 年以後，德國各邦政府提出推廣計畫，初期提供對於太陽光電設備的資金補助，後來演變為低利融資補助。1999 年以後，聯邦政府整合各邦計畫，提出《十萬屋頂計畫》(100,000 Dache-Programm)，參加計畫者可以運用電力設備償還購置光電設備的成本，提供屋頂即可參與計畫的低門檻，吸引多數民眾參與該計畫。加上 2000 年的《再生能源法》中「收購價格逐年低於 5%」的規定，1999 年至 2003 年的年平均增加率高達 54.85%，超越了當時計畫設定目標。爾後的修正案中，針對不同形式的發電設備給予不同的獎勵金，有效地鼓勵新技術投入能源設備的研發。

⁴此規範排除歷史建物與未出售或出租的自住者。

2004 年《KfW 二氧化碳減量計畫》(KfW-Programm zur CO₂-Minderung)，針對自用住宅中裝自容量小於 15kW 之發電系統進行補助；而《陽光照設地方計畫》(Ihr Platz an der Sonne)補助大於 15kW 之發電系統。2005 年接續任務的《太陽光電計畫》(Solarstrom Erzeugen)與各項新措施，宣示投資太陽能產業必能持續獲利的理念。執行《十萬屋頂計畫》的同時，德國政府實施《能源稅環保新制》(ökologischen Steuerreform)，明定提高稅金比例，並依專款專用原則，90%的收入皆必須使用於支持能源再生計畫。

German Alliance for Work and the Environment 政策中，政府每年編列 3.6 億歐元(近年增至 15 億歐元)預算，提供居民低利貸款改善房屋外牆、窗戶等隔熱設施，以提升建築能源使用效率；另外德國境內住宅新建、翻修或變更所有人時，也必須提出符合能源標準的能源護照，顯示在地推動節能減碳的決心。

永續建築協會(German Sustainable Building Council, DGNB)

德國公私部門於 2007 年 7 月合作設立永續建築協會，規劃營造業與房地產部門應朝向永續發展的願景，並以建築永續營造、建築物生命周期及風險管理等因應策略，設定以下目標及任務：

永續建築標章(DGNB label)

自 1990 年代起，世界各國紛紛依各別經濟、社會、生態及法制條件，發展適合該國的永續建築評估認證，如美國 LEED、英國 BREEAM、澳洲 Green Star 等。德國永續建築協會於 2008 年 6 月完成永續建築標章的制定，經半年的試用期後，正式於 2009 年 1 月運作。

柒、日本

日本在 2001 年配合中央省等的改革，以及整合社會資本和推展交通政策等考量，把過去的北海道開發廳、國土廳、運輸省、建設省執行的國土利用「開發」保全之綜合性體系，重新合併為「國土交通省」。國土交通省分別由各部局、相關研究機構、特別機構、地方分局的「本省」和獨立營運的單位「局外」所構成⁵。日本國土交通省為因應全球暖化的危機、資源使用的浪費與生態危機等全球環境議題、實行永續發展的社會責任，持續推廣低碳社會、循環型社會與自然共生社會，並以「環境的保護、再生與創造」為首要任務，擬定「環境行動計畫 2008」。

「環境行動計畫 2008」的推行時間為 2008 年至 2012 年，主要是為了：推動國家中長期的政策發展、達成京都議定書中的目標計畫、改進國家基本建設計畫。此計畫會於每年向「國土交通省環境政策推進本部」報告執行進度，以檢討進度發展與研擬必要的補救措施。根據目前的局勢和未來的挑戰，「環境行動計畫 2008」的發展主要立基於「改善環境和社會經濟」、「利用各政策部合作提供全面化的觀點」、「鼓勵市民與公司的行動參與」、「時間與區域發展的廣泛性」四個基本觀點上，以『努力實現京都議定書的各項目標』、『因應全球暖化，建立對應的社會框架』、『領導國家朝健康，清潔的目標邁進』、『支持推廣以環境為優先考量的決策』、『對於地球環境、技術開發與國際的貢獻』五大要項為發展重點，其中白色圓圈(○)之標示項目為已推行之政策，黑色圓圈(●)則為新擬定的政策。日本政府對於既有建築物綠建築與節能改善的推動的責任與政策可歸納為表 2-9。

表 2-11 政府對於既有建築物綠建築與節能改善的推動的責任與政策表

政策	目的	主要推動方式
1-5 提升建築物節能性能	地球暖化對策	改正省工不法 (H11、H14、H17、H20)
		投資稅收改革，能源供應和需求結構，以促進節能裝修稅
		貸款、政府補貼...等
		引進領先的技術和建築節能有關的措施
		環境綜合性能評價手法 (CASBEE) 的開發與普及

⁵ 陳湘琴，日本的環境保全政策與都市計畫之初探，環境藝術期刊第三期，p. 23-36。

政策	目的	主要推動方式
		支持領先的技術發展
1-8 新能源技術的使用辦法 ○提倡政府廳舍的綠化 ●提倡使用(綠色資訊科技),減少對環境的影響	地球暖 化對策	政府採取主動行動,並向社會福利團體(扶輪社)、企業、地方政府與自願的民眾推廣,鼓勵其他組織主動參與。 目標為至2012年時將建設120個綠設施、1120千瓦的太陽能電源,以及制定10495平方米的綠色燈具。
2-1 地區型低碳城市的發展 ●延長建築物使用壽命,以「200年住宅」為目標	地球暖 化對策	住生活基本法の制定(H18.6) 建立一個認證計劃,以便進行維護修繕。 為推動「200年住宅」設立獎勵措施(固定資產稅,不動產取得稅登記許可稅...)
	循環型 社會	建立長期住宅商業模式 改善住宅歷史 創設長期住宅推進環境整備事業 發展住宅貸款
3-3 熱島措施 ○屋頂綠化的推行	地球暖 化對策	加強綠地控管制度,並利用通過認證的設施規劃造林,促進私人土地的造林綠化等等。 開發「社會・環境貢獻綠地評價システム(SEGES)」促進綠色企業實際應用發展。
	生物多 樣性	提供對屋頂綠化的相關普及技術與案例,加以推廣。 住宅、其他建築物的獎助金制度與稅賦減免提供。 在國內促進綠色建築建立的重點討論。
4-1 企業形象與生活方式的變革 ○促進環境教育 ○自主行動計畫的持續進行 ○政府行動計畫的確實執行 ●環境負荷「可視化」的推行	地球暖 化對策 生物多 樣性	環境教育、活動的舉辦與推廣。 每年度審查和核實實施自主行動計畫的後續行動執行可能性,以檢討目標的明確性和可行性,並將執行成果公布給大眾。 政府落實節能措施,改進建築保溫和空調,以及推動發展綠色建築和採用太陽能發電。 培訓員工,提供阻止的球暖化的資訊。 建築環境綜合性能評價系統(CASBEE)的開發和推廣 推廣「住宅性能表示制度」(包含住宅品質確保法、建築節能性能等)

註：●新提倡政策○舊有政策

(資料來源：本研究整理)

日本政府屋宇署(The Government Buildings Department) 為繼續推行綠建築計畫，於 2005 年擬定「防止與解決全球暖化」、「循環型社會的形成」、「維護健康的自然生態與水循環系統」、「創造良好的生活環境」、「給予相關政府部門協助與環境教育的提倡」等五大目標，為呼應「環境行動計畫 2008」中之政策，於 2008 年擬定相關新的綠建築推動計畫，如「提倡使用（綠色資訊科技），減少對環境的影響」、「200 年住宅」、「環境負荷”可視化”的推行」，並提供相關推行措施，主要內容如表 2-10 所示。

表 2-12 2005 年綠建築計畫的推行內容

項次	目標	措施	相關內容
一	防止與解決全球暖化	1. 建立「綠色政府建築準則」	建立「評估環保設施與政府建築更新計畫」準則(2005)
		2. 對現有的管理設施推廣環保評估	提出個別政府部門管理設施的綠色更新計畫。
		3. 對於政府部門綠色建築的提倡	從 2004 年起，所有新的政府部門皆是綠色建築。
		4. 促進政府部門節約能源的運作	編寫一套指標：Building Information System for Maintenance and Management Support in National Government (BIMMS-N)並編成手冊，發放給其他政府部門。
		5. 推廣政府部門使用新能源	為增加公共建築物新能源的使用，該部制定使用方法和新技術的評價方式。
二	循環型社會的形成	1. 提倡零排放的建設工作	彙編政府設施拆卸規範，強調標準化的拆卸方式，不同類型構造回收再利用的方法，同時考量修改相關法條。
		2. 有效率運用生質能	訂定相關規範。
		3. 使用環保建材	該部將促進採購和使用適宜的生態材料。
三	維護健康的自然生態與水循環系統	1. 在政府部門推廣與提供雨水、汗水回收設備	依據 2004 年修訂的「汗水回收/雨水利用系統」該部率先引入與實施相關設備系統，以自身示範推廣此項目。
四	創造良好的生活環境	1. 解決室內空氣中有害化學物質	對於新建的建築物採取室內有害物質濃度報告，並將其調查結果彙編為報告書。
		2. 綠化的促進	為了進一步促進與擴大綠化建設，該部將

項次	目標	措施	相關內容
			屋頂綠化的成果效益與優點彙編為一份報告書，其中包含定量化、定性化的調查。
五	給予相關政府部門協助與環境教育的提倡	1. 協助與支援相關政府機構	該部給予推動綠化建設的政府機構、地方機構提供必要協助，
		2. 改善環境教育	培養專家提供環境保護措施，該部也創造人員環保培訓機會，使員工更具環保意識。
		3. 政府屋宇署 (The Government Buildings Department) 帶頭實踐	該部將各項發展項目帶頭實施，以身作則推廣各項政策。

(資料來源：本研究整理)

而對於不符使用需求的既有建築物，進行大規模的調查、裝修改造，並於“建築標準法”第 86 條之 7 (昭和 25 年法律第 201 号) 中提及將提供技術諮詢等相關修正案以進行大規模的維修，以減輕地方相關單位的或限制與規定。而目前主要作為有以下三大層面：

1. 召開「既有住宅市場永續發展討論會議」

在社會永續發展、國土、基礎設施與運輸系統與期望災害人數降低之情況下，日本政府特召開專家學者委員討論會議(2012/02-05 月，共計三場會議)，針對目前高比例的既有住家與公寓大廈進行檢討與改進策略的建構，其主要檢討事項為：(1)耐用性的改進；(2)對於環境負荷與能源使用的建築性能改善；(3)提高災害預防能力與建築安全性(包含軟體)；(4)對於老齡化的生活支持與照顧。於 5 月的會議中擬議的了既有共同住宅改善技術表(草案)-環境省能技術，如表 2-11 所示。

表 2-13 日本既有共同住宅改善技術表(草案)-環境省能技術

改修/調查的類別	大分類：目的	中分類：手段		小分類：技術的名稱	
調查、診斷技術	現況診斷 (對於問題的理解)	室內環境		對居住者做現地調查與問卷	
		能源使用		居住者問卷調查	
		健康性		CASBEE 的健康調查表	
	現場和設備的性能診斷	屋頂 外牆 開口部	規範檢查		圖面等的確認
			測量		目視
			熱性能估算		表面、室內溫度測量
		設備	規範檢查		加熱回流率計算
	綜合診斷	隔熱性能			圖面等的確認
					目視
					表面、室內溫度測量
		隔熱性能、設備性能		住宅性能基準	
		能源使用量		能源使用量模擬	
		環境綜合性能		CASBEE 改修	
	維修技術	隔熱性能的提升	殼體隔熱性能的提升	屋頂隔熱性能的提升	斷熱露出防水工法
					斷熱保護防水工法
工廠預鑄之 FRP 隔熱板					
外牆隔熱性能的提升				保溫固定管線網	
				乾式密著外斷熱工法	
				乾式通風層外斷熱工法	
			濕式密著外斷熱工法		
			內斷熱工法		
			保溫襯裡 (涵蓋施工方法)		
地板隔熱的提升					板下隔熱
					版上隔熱
開口部隔熱的提升			窗扇的絕緣性的提升		外付 2 重化工法
			內付 2 重化工法		

改修/調查的類別	大分類：目的	中分類：手段		小分類：技術的名稱	
	太陽輻射屏蔽的提升	玻璃絕緣性的提升		覆蓋施工法	
				更換窗扇（切割法）	
			更新玻璃	安裝絕緣板	
				門的更換	
			玄關門(前門)絕緣提升	覆蓋施工法	
				更換前門（切割法）	
		太陽輻射屏蔽的提升	軀殼體輻射熱屏蔽的提升	屋頂太陽輻射屏蔽的提升	屋頂層日射遮蔽浮床工法
					屋頂层高反射率塗裝
					屋頂綠化
				外牆太陽輻射屏蔽的提升	牆上的百葉窗安裝
	外牆通風工程				
	外牆高反射率塗裝				
	開口部輻射熱屏蔽的提升		窗扇輻射熱屏蔽的提升	屋簷，天窗安裝等	
				綠化遮蔽	
			玻璃輻射熱屏蔽的提升	太陽能薄膜等的安裝調整	
				玻璃更新	
	通風性能提升	窗的通風性能提升		採用通風、換氣性能佳的建材	
		通風路徑的確保		橫梁與細木工的裝設	
	其他室內環境改善	裝修材料對室內環境的改善		木質裝修材的選用	
	設備機具的節能、高效率化	高效率化		高效率電梯	
高效率水泵					
高效率的加熱和冷卻設備					
高效率熱水供應設備 （潛熱回收式燃氣熱水器）					
高效率熱水供應設備 （熱泵熱水器）					
高效率照明					

改修/調查的類別	大分類：目的	中分類：手段	小分類：技術的名稱	
			高效率的通風	
		節水	節水設備與器具的使用	
		其他	採用保溫型浴槽	
	新技術	分散能源		內燃發動機
				家用燃料電池
		可再生能源		太陽能熱利用
				太陽能光電利用
		能源管理		HEMS
				BEMS (共用設備)
		其他		汽車共乘

(資料來源：本研究整理)

2. 推動「住宅履歷情報」的歷史資料累積與利用

國土交通省亦同步檢討與推動「住宅履歷情報」的歷史資料累積與利用(圖 2-8)。2007 年成立「住宅履歷情報整備檢討委員會」，廣邀設備、維護管理、住房分配...等領域學者參與，主要目標為建立共同規範與形勢標準，以提供「住宅履歷書」做為往後既有建築物檢查、更新與修繕、買賣的公開化、明朗化的房屋市場平台共同機制；2008 年，更於該委員會下成立「情報項目檢討」、「共同機制考量」、「普及意識」三部會，並與日本相關產業機構相合作，對每個主題進行深入性探討；2009 年將「情報項目檢討」、「共同機制考量」二部會統合，一同制定住宅維護管理、活化住宅市場改革模型與共同運作機制。「普及意識」部會則是提出住宅歷史訊息的累積可帶來的好處，並辦理說明會、研討會等交流會議，提升公眾意識(包含：消費者、相關企業與其他單位)。

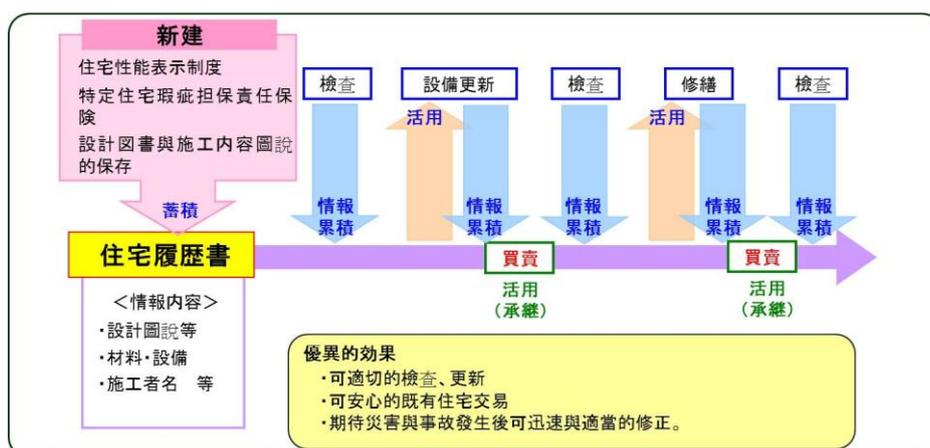


圖 2-8 住宅履歷情報的累積與活用機制示意圖

(資料來源：本研究整理)

針對「住宅履歷情報」所需具備之資訊，又可依所有權人分為獨棟住宅(個人)與公寓大樓(互享)兩類，每類中可依新建與維護管理兩階段個別提擬與要求所需具備的情報項目(表 2-12、表 2-13)。

表 2-14 「住宅履歷情報」所需具備之資訊-獨棟住宅(個人)

項目名		情報內容
新建階段	建築確認	地盤調查、建築確認、工事監理、完工查核、開發行為等的相關文件與圖說。
	住宅性能評價	設計住宅性能評價、建設住宅性能評價(新建)的相關文件與圖說。
	長期優良住宅認定	認證程序中所有的圖檔與文件。
	新建築的關係	工程進行與完成時程的文件、圖說。
維護管理階段	維護管理計畫	維修計畫...等。
	檢查、診斷	自主檢查、服務性檢測、法定檢查、住宅診斷等相關文件與圖面。
	修繕	計畫修繕與其他修繕的文件與圖面。
	翻新、改修	提升性能、規格與翻新改善的所有相關圖面與文件。
	長期優良住宅的認定、維持、保全	需義務性保存維修記錄。
	性能評估	住屋建設與性能評價(現有的文檔和繪圖)

(資料來源：本研究整理)

表 2-15 「住宅履歷情報」所需具備之資訊-公寓大廈(互享)

項目名		情報內容
新建階段	建築確認	地盤調查、建築確認、工事監理、完工查核、開發行為等的相關文件與圖說。
	長期優良住宅認定	認證程序中所有的圖檔與文件。
	新建築的關係	工程進行與完成時程的文件、圖說。
維護管理階段	維護管理計畫	長期修繕計畫。
	檢查、診斷	自主檢查、服務性檢測、法定檢查、住宅診斷等相關文件與圖面。
	修繕、改修	大規模修繕與其他修繕的文件與圖面。
	長期優良住宅的認定、維持、保全	需義務性保存維修記錄。
營運組合	公寓管理	公寓大廈管理規範。

(資料來源：本研究整理)

3. 持續檢討與修訂「既有住宅性能表示制度」

日本於平成 12 年(2000 年)4 月 1 日住宅品質確保及促進法(住宅的品質確保及促進法)，其後日本國土交通省建立了住宅性能表示制度，並協助民間成立公平迅速的評價機構及處理紛爭的公正第三人機構。現階段對於既有住宅的性能表示制度提出了解說、現況檢查評價報告書。

捌、 中國

據中國不完全統計，北方採暖地區城鎮既有居住建築就有大約 35 億平方米需要和值得節能改造。這些既有建築已建成且使用 20 年-30 年，能耗高且居住舒適度差，許多建築在採暖季室內溫度不足 10°C，同時存在結露黴變、建築物破損等現象。

有鑑於此，中國與德國政府自 2005 年至 2011 年間共同組織實施中德技術合作「中國既有建築節能改造項目」，並先後在唐山、北京、烏魯木齊和太原等城市對 28 棟約 10 萬平方米既有居住建築進行了綜合節能改造示範。

改造重點主要為：針對夏熱冬冷的地區實施改造，並提供融資模式、政策規範、標準擬議、技術產品，一方面降低用電負荷，一方面提升住居品質。既有居住建築節能改造的推動原則如下：(1)需充分考量地區氣候特點、建築現況、居民使用等特點，因地制宜的合理改造；(2)改造重點為門窗氣密隔熱為主，並可同時考量加裝遮陽、屋頂與牆面保溫等改善技術手法；(3)改造時應整合其他政策資源，將舊城更新、城區環境綜合整治、平改坡、房屋修繕維護、抗震加固等工作一併考量，以發揮最大改善效益；(4)政府引導，多方投入：藉由中央財政獎勵措施，地方財政穩棟且積極投入，引導民眾、產業界及其他社會資金自主投資；(5)重點獎勵與示範推廣：選擇積極度高、資金與配合度皆佳的縣市，優先安排節能改造，輔以示範推廣成效，以落實點線面的改造推廣。

除此之外，中國政府亦積極蒐集既有建築物的現狀調查資料、編製節能改造計畫及實施方案，及建立改造項目驗收與後續追蹤評估機制。

由本章節文獻回顧歸納統整與分析後得表 2-2.14，可供我國後續策略擬議之參考。

玖、 馬來西亞

作為一個發展中的國家，馬來西亞目前有沒有量化的「京都議定書」下的承諾。然而，連同所有其他國家，馬來西亞已經承諾的「聯合國氣候變化框架公約」下制定，執行，公佈和定期更新國家的以及在適當的情況下，區域方案的措施減緩氣候變化的人為排放量和清除匯的所有溫室氣體排放。

石油和天然氣在馬來西亞一直是主要的能量來源。然而，其天然氣儲量估計為 33 年，石油儲量另外 19 年，馬來西亞政府正在加強可再生能源 (RE) 的作用，作為第五能源發電的基礎。在馬來西亞的很多製造企業已經開始嘗試，以節省能源成本。這創造了機會的企業提供能源管理服務，以確定如何為節省能源和成本。

馬來西亞政府，在其第 8 大馬計劃 (2001-2005 年) 已宣布 RE 作為全國第五燃料在能源供應結構多元化的能量來源。目前，全國的能源供應結構中的氣體 (70%)，煤炭 (22%)，油 (2%) 和水力發電 (6%)。

在第 9 大馬計劃 (9MP) (2006-2010 年)，再加上能源效率 (EE) 的生產和利用的重點轉向重視可再生能源作為推動者，強勁的經濟增長是進一步加強，同時滿足環境目標。到 2010 年，可再生能源，預計在能源供應總量在馬來西亞，這是預計達到 3,128 PJ 貢獻 350MW。生物質，如稻殼，棕櫚油和生物廢物將在更廣泛的基礎上使用，主要用於發電，後跟太陽能。在這種情況下，太陽能發電，馬來西亞的氣候條件有利於太陽能的發展，由於日照充足，平均每天的太陽隔熱 5.5kWm²，相當於 15MJ/m²。

馬來西亞工業研究院 (The Standards and Industrial Research Institute of Malaysia ,SIRIM)⁶於 1996 年 9 月 1 日生效的組織，通過公司化計劃的標準工業研究機構，是馬來西亞政府財政部註冊成立的公司組織。一直是由馬來西亞政府委託國家組織的標準和質量，和在馬來西亞產業的推動者卓越的技術。

SIRIM 為促進綠色建築技術，幫助企業採用對環境友善技術以及實踐的方法來減少碳排放量。在環保科技(Enviromental Technology)方面發展三個研究的方向與技術：

1.環境管理技術

⁶ <http://www.sirim.my/home>

開展環境和化學品的安全性評價和分析。ecodesigns 使用空氣集成處理的技術，水和土壤化 biomediation 系統和先進的氧化工法的基礎上。

2.廢物管理

全面的解決方案減少，重複使用或回收利用生產廢料的方式，既符合環保要求和更有利可圖的企業

3.綠色標籤計劃發展

建立一個權威的，獨立的並為公眾接受的綠色標識的產品比其他同類產品更環保標籤計劃，旨在幫助消費者。綠色標籤計劃，鼓勵購買節能的“綠色”產品服務更適合循環再用，減少包裝和更持久耐用。

另外，馬來西亞工業發展局（MIDA）為鼓勵使用可再生能源，依能源使用型態也提出不同的獎勵方式，如表 2-16 所示。

表 2-16 馬來西亞工業發展局推動的綠色相關政策整理表

能源使用型態	獎勵內容
公司發電能源來自可再生能源	新興工業，10 年免徵所得稅的法定收入的 100%，或 (1)100%的投資賦稅減免，所產生的合格資本支出為 5 年的期限內。 每年津貼反對的法定收入的 100% (2)設備上用於產生能源來自可再生能源，在當地生產和銷售稅豁免本地製造的設備進口稅和銷售稅豁免。 在同組的其他公司獲得新興工業地位或投資賦稅減免以上，即使一家公司在本集團已獲得稅收優惠。
公司所使用能源來自可再生能源產生的能量並為自己所用	1. 100%的投資賦稅減免，所產生的合格資本支出為 5 年的期限內。對每課稅年法定收入的 100%的津貼。 2. 非能源發電企業導入或生成可再生能源的使用等第三方開發商或業主不給予稅收優惠政策。
導入太陽能光伏發電系統設備的公司，由第三方使用，或購買一個太陽能供暖系統設備的本地生產商	1. 使用太陽能光伏發電系統設備的進口稅和銷售稅由第三方提供給進口商包括光伏能源委員會批准的服務供應商，或從當地購買太陽能供暖系統設備製造商的銷售稅豁免。 2. 2008 年 8 月 30 日收到的申請由財政部 2010 年 12 月 31 日止的申請是有效的。
綠色建築的獎勵制度	
1. 大廈業主授予的 GBI 證書給予稅收豁免相當於 100%的資本開支獲得 GBI 證書。這項豁免是每個課稅年度抵銷法定收入的 100%。扣除現有建築物已升級	

2. 該獎勵制度生效在 2009 年 10 月 24 日至 2014 年 12 月 31 日間被第一次受到 GBI 頒發證書的建築
3. 建築和住宅地產開發商與購房者的 GBI 證書資格儀器上的房屋所有權的轉移印花稅豁免。免徵印花稅的額外費用，建設獲得 GBI 證書。此獎勵只發出一次的業主立案法。
4. 建議是有效的銷售和購買協議 (S&P) 執行 2009 年 10 月 24 日至 2014 年 12 月 31 日

(資料來源：本研究整理)

隨著全球暖化現象日益擴大，政府鼓勵各界推廣綠色概念建築，馬國通過「綠色建築指數」(GBI)，盼提昇公眾對綠色建築概念及其未來益處之覺醒，以協助政府致力朝向綠色建築目標邁進。

綠色建築指數(Green Building Index ,GBI)⁷

2009 年 3 月 1 日由馬來西亞建築師協會 (PAM) 及馬來西亞諮詢工程師協會 (ACEM) 聯合發展的專業機構。GBI 認可委員會 (GBIAP) 是負責發行的 GBI 認證。目前為馬來西亞的業界公認的綠色建築物的評價工具。

GBI 是在熱帶氣候條件下，依評分的等級了解馬來西亞大部分能源和用水效率的當前狀態。

GBI 評分分為 6 大項指標：

1. 能源效率 (EE)
2. 室內環境質量 (EQ)
3. 可持續的場地規劃與管理 (SM)
4. 材料和資源 (MR)
5. 用水效率 (WE)
6. 創新 (IN)

GBI 分為四種等級，分別為鉑金、金、銀、認證，已有 200 多件建築物申請認證。

⁷ <http://www.greenbuildingindex.org/>

壹拾、南韓

有鑑於韓國是一個小國，人口密集加上能源和資源有限的當前狀態，綠色建築是可永續發展的一個解決方案。為促進永續建築行業在韓國，韓國政府一直在努力發展和鼓勵綠色建築認證。系統評估整個建築施工過程，預計將促進綠建材的技術開發和實質競爭。

雖說韓國國內的評估體系是以 GBTool 作為基礎下去發展，但韓國國內一般人的認知還是以 LEED 較為普遍，相對會去申請的人也是以 LEED 較多。

表 2-17 韓國申請案件逐年調查

年度	2002	2003	2004	2005	2006	全部
認證結果	3	4	14	33	163	217

建築類型	集合住宅	辦公建築	複合性建築	學校	全部
認證結果	171	32	7	7	217

(資料來源：本研究整理)

政策通過狀態：

為因應 1998 年 4 月之後的氣候變化條約，在韓國政府成立一個聯合工作組。關於氣候變化條約轉向功能的 R&D，由教育部及科學技術部帶領，國土資源部及海洋運輸部門則積極爭取研究經費。韓國政府已經實施各種永續發展環境的制度和政策，通過建築友善生態的政策，如減少原料、節約能源、減少廢物和耐用性的改進。這些永續建築的相關制度和政策經過不被接受的學習經驗之後，通過評估的主題與兼容的系統，並納入修訂，制定了更有效的制度及政策。

表 2-18 永續發展建築在韓國的相關政策

	部門	節能輔導措施
1.	建築節能評價認證系統 (Building Energy Efficiency Rating Certification System)	為達良好節約能源的建築物，建築物的能源效率等級認證系統已經在新建成的多達超過 18 個單位的公寓住房的家庭，提供準確的信息，對所使用的每座建築物的能源，在促進投資向節能技術，並幫助可視化的經濟優勢。此認證系統評估建築物通風率，外部熱損失率，太陽能熱吸收率，耗熱量指標，

	部門	節能輔導措施
		<p>室內熱吸收，熱損失指數為每個單個單元，加熱負載及加熱能量的使用，和能量節省率每個單個單元，的總能量除以儲蓄率分為三類（第 1 類：33.5%或更高，2 類：23.5%~33.5%，小於 3 級：13.5%~23.5%以內），並提供長期低息貸款（能源使用合理化基金“）的樓宇效能等級 2 級或更好。</p>
2.	<p>住宅性能評價信息公開制度 (Housing Performance Rating Disclosure System)</p>	<p>2006 年自 9 月 1 日，韓國實施了住宅性能評價信息公開制度，目的是確定一個國家的住房供應作為質量，同時促進友善生態型住宅的供應量增加。該系統通過修訂房屋條例“2005 年 1 月 8 日（2006.1.9 實施），住房供應必須公開有關噪聲，結構，外部環境，生活空間環境和消防安全等五個方面的住宅性能評價，根據二十多個類別，由指定的權威機構評估，通知邀請租賃住房成為可用的。該系統使潛在的居民成為客觀明智的選擇之前，住房的質量和性能的保护消費者權利，推動住房提供可靠的施工建設，並最終作為催化劑的改進國家房屋建築施工技術和產業。</p> <p>性能等級評估規劃文件的基礎上，從第 1 級到第 5 的土地，運輸和海洋事務的部長負責通知規定的性能等級評估。通知順序描繪的選擇，審批程序，方法和詳細的考核對象，項目，評估機構開展住宅性能評估系統的實施標準。</p> <p>提出了詳細的評估類別，每個項目下的性能評估。在該條例制定的五個業績的噪聲，結構，外部環境，生活空間環境和消防安全，詳細的子類別內所載的規定。</p>
3.	<p>綠色建築認證系統 (Green Building Certification Criteria)</p>	<p>類型下的綠色建築認證體系批准的設施，包括多戶型住宅單位，寫字樓，混合使用的住宅建築，學校，零售市場及住宿設施。認證機構頒發證書的認證機構本身的名義下，經批准的設施，對已建成的建築物的規範，但預認證系統是在根據計劃的內容只為建造審批階段。以確定公平的行動之間的認證機構，認證標準，以保證他們的公平應用，由認證機構評估的結果進行評估的專家包括來自其他認證機構的認證評審委員會，專家直接屬於認證評審委員會。</p> <p>認證等級分為兩個等級，第一級和認證等級，並發放給每一個不同的標誌。</p>

(資料來源：本研究整理)

綠色建築認證系統:

1997-2000 年：早期辦公樓和住宅建築的綠色建築評估系統最先發展。

2001 年：綠色建築認證的標準（GBCC）的系統被納入韓國能源研究所（KIER）。而該系統是以 GB Tool 為建立標準。

2003 年：在韓國綠色建築評估系統擴展到包括半住宅建築，辦公建築（公共和私人），商業建築和改建的建築物。

壹拾壹、 印度

印度於快速發展下其國內的能源消耗大幅提升，現在已成為全球第 6 大能源需求國，占全球總需求量的 3.5%，為應付龐大的能源消耗問題，在 1980 年代印度政府即開始發展一系列的能源計畫(表 2-19)希望同時開發新能源與節約能源。包括「再生能源計畫」(1980)，成立「新暨再生能源部」(MNRE，1992)，建立「能源效率局」(BEE，2001)推出「節能建築規範」(ECBC，2007)以有效的利用能源，並由印度國家研究與發展部(R&D)制定了國家能源效率 R&D 計畫，包含建築節能、太陽能、固態照明(SSL)等研究。

表 2-19 印度政府政策推動概況

	計畫/部門	時間	內容
再生能源計畫	再生能源計畫	1980	<ol style="list-style-type: none"> 1. 成立”補充能源資源委員會(CASE，1981)”與”非常規能源資源部門(DNES，1982)” 2. 主要工作為各種再生能源的技術發展、轉移與試驗。 3. 主要仍投資在常規能源(石油、天然氣等)，新能源部分則較少。
	新暨再生能源部 (Ministry of New and Renewable Energy，MNRE)	1992	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由非常規能源部(MNES，1992)轉型而成。 2. 主要負責處理新能源和可再生能源有關的事項。 3. 目標是開發和配置新能源或可再生能源來補充國家的能源需求。
	國家太陽能計畫 (Jawaharlal Nehru National Solar Mission)	2009	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由氣候變遷國家行動計畫(National Action Plan on Climate Change NAPCC，2008)確立太陽能為國家使命。 2. 目標促進生態持續增長，使太陽能技術普及，並解決印度能源安全挑戰，以滿足氣候的變遷。
建築節能計畫	第11個印度國家研究與發展計畫(national research and development programs，R&D)	2007	<ol style="list-style-type: none"> 1. 國家開始發展能源效率的R&D計畫。 2. 目標為建築節能、太陽能和固態照明(SSL)。 3. 希望能開發並支持推廣高效節能產品，使其可採用在企業和家庭中。
	建築節能規範 (Energy Conservation Building Code，ECBC)	2007	<ol style="list-style-type: none"> 1. 由美國的國家機構國際開發署(USAID)協助指導。 2. 透過培訓與潛能建設項目、試驗性示範工程建設、並提供設計規範、使用手冊等來推廣。

(資料來源：本研究整理)

再生能源計畫

在 1980 年，印度政府開始發展再生能源計畫，並成立「補充能源資源委員會」，1982 年 9 月又成立了「非常規能源資源部門」，其主要工作為各種再生能源的技術發展、轉移與試驗。

印度政府為了加速再生能源的推動與發展，於 1992 年 7 月正式將「非常規能源資源部門」改設立為「非常規能源部」，以塑造再生能源朝商業化的方向發展，並促使再生能源技術得以快速推廣。希望透過私人部門參與風力、小水電與生質能的燃燒發電、以及太陽能與其他各類再生能源的工業應用。並在各大學建立技術支援中心，以確保再生能源技術的發展；並藉由補貼及技術轉移措施，將技術或設備轉至消費者。

新暨再生能源部(Ministry of New and Renewable Energy, MNRE)⁸

新暨再生能源部(MNRE)為印度政府的一個部門。由非常規能源部輾轉重新命名而成。

- Commission for Additional Sources of Energy (CASE) in 1981.
- Department of Non-Conventional Energy Sources (DNES) in 1982.
- Ministry of Non-Conventional Energy Sources (MNES) in 1992.
- Ministry of Non-Conventional Energy Sources (MNES) renamed as Ministry of New and Renewable Energy (MNRE) in 2006.

轉而處理新能源和可再生能源有關的所有事項。目標是開發配置新能源和可再生能源為補充國家的能源需求。主要研究開發風力發電、小水電、沼氣、太陽能發電、可再生能源，和保護知識財產權。

國家太陽能計畫(Jawaharlal Nehru National Solar Mission)

因應氣候的變遷，同時解決印度能源安全問題，印度政府在 2008 年 6 月 30 日推出印度國家太陽能計畫。希望能發展經濟高效節能，不再依賴非再生能源、提供足夠的動

⁸ <http://www.mnre.gov.in/>

力，並領先全世界。

希望能透過以下幾點來實現目標：

- 通過建築章程，將太陽能熱水器強制納入國家的建築規範。
- 引入有效的機制，制定有效的太陽能光熱應用的認證和評級。
- 推動透過當地的設備和電力來測量個別的裝置。
- 透過提供貸款來支持技術和製造能力的提升，實現更高的效率並降低成本。

而印度國家太陽能計畫已定下 2017 年目標：1000 兆瓦。雖然能實現的機率不大，但是若是成功了將能影響數百萬個家庭。

第 11 個印度國家研究與發展計畫(national research and development programs , R&D)

印度國家研究與發展 (R&D) 計畫主要由科學技術部 (DST) 和附屬科學和技術理事會管理。目前，在印度第 11 個五年計畫 (2007-2012 年)，國家發展了能源效率的 R&D 計畫和相關的國家能源基金 (NEF)。建築節能，太陽能和固態照明 (SSL) 是此研究的重點。國家 R&D 項目也包括商業化和市場轉化機制的工作。在國際合作方面，印度正在積極參與國際能源機構 (IEA) 實施需求管理，建築和社會系統的協議，也與歐盟、美洲、中國和其他國家做雙方合作。

目前在工業和農業之後，商業大廈位於印度第三大能源消耗。據評估，如果在設計階段採取節能措施，新建築物的節能潛力為 40% 至 50%，既有建築物節能改造後，潛在的可能性高達 20% 至 25% 的 (2009 年，印度工業聯合會)。

節能建築規範(Energy Conservation Building Code , ECBC)⁹

印度政府電力部於 2007 年 5 月推出節能建築規範(ECBC)，由美國的國家機構國際開發署(USAID)協助指導，是印度建築領域中提高能源效率的第一步。據估計，在國內強制執行此規範，加上現今建築行業的蓬勃發展，每年將能節省非常可觀的能源。ECBC

⁹ <http://eco3.org/ecbc/>

提供的設計規範：

- 〔1〕 圍護結構：包括散熱性能的牆壁，屋頂和窗戶。
- 〔2〕 照明系統：包括採光，燈具和燈具的性能要求。
- 〔3〕 HVAC 系統：包括冷水機組和空氣分配系統的節能性能。
- 〔4〕 電氣系統：包括水加熱、泵系統和太陽能熱水系統的要求。

新的建築物需符合政府建築規範或能源規範，計有建築物面積超過規定值應當一同遵守。

也有許多國際與民間的協會注意到印度在這方面的缺乏，進而協助印度政府制定認證制度、訂定標準與研究。

綜合生境評價(GRIHA)¹⁰

新暨再生能源部(MNRE)與能源與資源研究所(TERI)成立了永續生態環境的發展和研究協會(ADaRSH) 並促進綠色綜合生境評價(GRIHA)作為綠色建築與生境的設計和評估工具。

GRIHA 評級系統由 34 個標準分類(表 2-20)，建築物包括辦公室，零售場所，機構建築，酒店，醫院建築，醫療設施，住宅，多戶的高層建築，根據不同的部分，如選址和場址規劃，節約和高效利用資源，建設運行和維護，以及創新。34 項標準中八項是強制性的，四項是部分強制性的，而其餘的是可選擇性的。每個標準具有分配給它的積分。不同的積分會授予不同級別的認證（一顆星到五顆星），認證所需積分最低為 50 點。

ADARSH 團隊會先檢討強制性標準，所有的合規性文檔進行檢查和審核通過鑑定過程中概述 GRIHA。評測總結報告將被發送到評標委員會成員為 GRIHA 由著名的專家從景觀設計，照明和暖通空調設計，可再生能源，水和廢物管理，建材。評審委員會可以使用評測總結報告提交的技術團隊作為一個指導性文件。評審委員會將頒發臨時積分和評論的具體標準，如果需要的話。這份評估報告將被發送到該項目的倡議者審查，

¹⁰ http://www.grihaindia.org/index.php?option=com_content&task=view&id=13

如果需要的話可採取措施以增加得分。該報告將詳細說明評估委員會的結果以及自己的意見。該報告將提供每個標準的意見和對整個報告的一個整體評論。客戶端將在一個月的時間內重新提交必要的修改/添加的文件。重新提交的文件將只包括在評估報告中所要求的其他文件/信息。重新提交的文件將再次通過上述審批過程。評審委員會將頒發最後的得分。最後的比分將被提交給知名人士和著名的批准和授予的評級在該領域的專業人士組成的諮詢委員會。該評級將是一個為期五年的建設投產之日起有效。ADARSH 有權進行隨機審計的標準。

表 2-20 GRIHA 評估體系

類別	細項	內容
選址與場址規劃	1. 選址	加強可持續發展的棲息地
	2. 在施工期間/補償存款造林保存和保護的景觀	保留現有景觀，在建設的過程中，保護它不被降解。
	3. 水土保持 (至施工後)	保護表土，直到完成後
	4. 設計	確保可持續適應其地形，氣候和生態特徵
	5. 減少硬鋪裝現場和/或提供陰影硬盤-路面	盡量減少不透水和/或提供遮蔭在硬路面上，以盡量減少熱島效應現場
	6. 加強戶外照明系統的效率	加強戶外照明的能源效率和可再生能源的推廣使用，以減少使用傳統/化石燃料為基礎的能源資源。 符合允許的最小發光效率（每盞燈型）的可再生能源為基礎的照明系統
	7. 公用事業效率和優化現場流通效率	降低了污染負荷
	8. 為建築工人提供至少衛生安全	確保工人的健康和 safety，在施工過程中，有效的規定的基本設施
	9. 減少空氣污染	防止或盡量減少建設活動的空氣污染
建築規劃和建設	1. 降低景觀用水要求	盡量減少市政供水系統上的負載和消耗地下水資源
	2. 降低建築水的使用	高效率低流量的裝置
	3. 施工期間水資源的高效利用	施工期間盡量減少使用水
	4. 優化建築設計	以減少常規能源的需求。承諾應用太陽能的被動措施，包括採光，為了減少對傳統能源的需求為建築物中的空間的空

		調和照明系統。 計劃適當地反映氣候的響應，採取足夠的舒適範圍內，空調領域，採光，避免過度設計的照明和空調系統
5.	舒適範圍內的建築的節能性能優化	保持特定的功能要求的建築室內氣候，有利於建築使用的能源體系
6.	使用低能源得到體現和建設	體現能源工業廢料粉煤灰作為建造材料
7.	減少體積，重量和時間的建設，採取有效的技術（如預製系統，準備預拌混凝土等）	承諾更換部件的能源密集型材料與能源密集度較低的材料和/或，利用區域可用的材料，使用 low-energy/energy-efficient 技術
8.	使用低能量的材料內飾	至少在每個類別中使用的所有室內裝修和產品的總數量的 70% 應該是低能量的表面處理/材料/產品，最大限度地減少木材作為一種天然資源，或利用工業廢水的使用所列的任何一類產品
9.	可再生能源的利用	滿足能源需求至少 10% 的內部照明負載（一般照明用）或等值的可再生能源（太陽能，風能，生物質能，燃料電池等）
10.	再生能源-熱水系統	每年的能源用於加熱水的要求（應用所有的需求，像食堂熱水，洗衣機，浴室/廁所，空間加熱用的除外） 至少 50% 供應來自可再生能源
11.	廢水處理	提供設施的建築物中產生的廢水，從而具有安全處理和使用的副產物的治療
12.	水（包括雨水）的回收和再利用	利用現場廢水處理和雨水的各種應用（包括地下水補給），通常用於降低飲用水市政供水的市政供水以及污水處理系統上的負載和提高地下水位
13.	廢物管理	盡量減少廢物的產生，簡化浪費隔離，存儲和處理，促進廢物資源回收
14.	高效廢物分類	使用不同顏色的垃圾桶，用於收集不同類別的廢物，從建設，促進有效的資源回收廢物隔離
15.	在施工期間減少廢物	減少垃圾填埋場的負擔
16.	貯存和處置廢物	將其傳送到回收/處理站的防止分配獨立的空間回收的廢舊可生物降解的廢物按照“固體廢物管理和處理規則”，2000 年的 MOEF 採用資源回收系統的混合之前，已分類的廢物處理或處置。標準 25 資源回收的廢物。承諾。 廢物的回收利用，通過當地經銷商，以

		最大限度地提高資源的回收的可回收和可生物降解的廢物，以減少堆填區的負擔
	17. 使用低 VOC (揮發性有機化合物) 塗料/膠粘劑/密封劑	
	18. 最小化臭氧-消耗	以消除或控制釋放大氣中的臭氧消耗物質
	19. 確保水質	確保地下水和市政供水水質滿足規範所規定在各種應用
	20. 可接受的室內和室外的噪音	確保室外噪音水平符合中央污染控制委員會環境標準噪聲環境標準和室內機的噪音水平符合印度的國家建築規範
	21. 煙草和煙霧控制	零接觸煙草煙霧的非吸煙者吸煙客房和獨特的透氣性
	22. 提供最低限度的殘疾人士的無障礙水平	確保建築和設施的易用性和可用性
建築施工和維護	1. 驗證和維護的“綠色”性能水平/採用和	驗證和維護操作和維護。 能源審計報告編制的能源效率局、印度政府的批准。
	2. 傳播綠色實踐和理念	
革新	1. 創新點	<ol style="list-style-type: none"> 1. 環境教育 2. 綠色供應鏈的公司政策 3. 生命週期成本分析 4. 增強的可訪問性/智障。 5. 客戶機提出的任何其他標準
得分與對應的等級	50-60	一星級
	61-70	二星級
	71-80	三星級
	81-90	四星級
	91-100	五星級

(資料來源：本研究整理)

TERI 提倡綠色建築的概念，並以身作則的成立幾個綠建築中心，含古爾岡，班加羅爾和 Mukteshwar 飯店。這些棲息地是示範性的結構，體現了可持續發展、資源和能源效率的環保措施的實施。

印度綠色建築委員會(Indian Green Building Council, IGBC)¹¹

在 2001 年，印度工業聯合會由於對印度工業不斷追求更廣泛地採用生態環保/綠色建築概念，印度綠色建築委員會(IGBC)促進了整個建築的可持續發展，將對 5 個元素的性質即土，水，火（能源），空氣和天空的認識表現在以下五個關鍵領域：可持續網站開發、節約用水、能源效率、材料選擇、室內環境質量。

已授權由美國綠色建築委員會的 LEED 訂定綠色建築標準，並推出不同的評定類型標準。

IGBC 綠色家園第 2 版：這個等級系統是專為評價新的住宅建築，如個人住宅，門控社區和高層住宅公寓等。

IGBC 綠色工廠大廈：這個等級系統是專為新的和現有的廠房，如生產設施等。

IGBC 綠色經濟特區：這個等級系統是專為特別經濟區（SEZ）。該評級符合商業和工業部（煤炭工業部）的指導方針。

IGBC 綠色小鎮：專為評級鄉鎮綜合發展的評價系統。

LEED 2011 年新建築評級系統：適用於建築物的設計和操作是完全雇主或開發的範圍和控制，例如，企業辦公，制度建設等。

LEED 2011 年新建築核心與外殼評估：這個等級系統適用於整個建築物和基地建設的開發人員管制(包括 MEP/FP 系統的設計和施工)，但無法管制設計和租戶裝修，其類型發展包括：零售商場，公園等。

以綠色家園第 2 版為例(表 2-21 綠色家園評級系統)

表 2-21 綠色家園評級系統

類別	項目
選址與規劃	強制需為當地建築
	強制需控制土壤侵蝕
	基本日用設施
	自然地形或植被
	熱島效應(非屋頂)

¹¹ <http://www.igbc.in/site/igbc/abrid.jsp>

既有建築物節能改善技術之研究

	熱島效應-天台			
	停車設施(遊客)			
	不同的設計			
	基本設施的建築工人			
	綠色家園的準則-設計與入住後			
用水效率	強制需雨水收集			
	強制需衛浴節水			
	景觀設計			
	灌溉系統			
	雨水收集(屋頂及非屋頂)			
	衛浴節水			
	廢水處理和再利用			
能源效率	提高能源性能			
	現場可再生能源			
	太陽能熱水系統			
	其他節電措施			
材料	有機廢物處理			
	建築廢料處理			
	回收材料再利用			
	材料的再生含量			
	本地材料			
	快速再生建材與認證木材			
室內環境質量	增強日光照明			
	新鮮空氣通風			
	使用低 VOC 材料、塗料與黏合劑			
	排氣系統			
	建築流通			
	交叉通風			
創新科技與設計流程	銑新科技與設計過程			
	IGBC 認可的專業			
認證等級	認證	個人 38-44	集體 50-59	最佳實踐
	銀	個人 45-51	集體 60-69	傑出表現
	金	個人 52-59	集體 70-79	全國優秀
	鉑金	個人 60-75	集體 80-100	國際領導

(資料來源：本研究整理)

表 2-22 國際既有建築物節能策略比較分析表

	策略	改造重點面向						重點節能項目					配套策略與推廣					評估基準			
		因地制宜發展本土建築形式	善用自然(採光、通風)	構造體的節能構件	智慧化節能控制系統	採用當地/回收建材	可再生能源利用	水資源再利用(雨、中水)	空調		通風	採光	確保居住健康/工作效率	示範專案	研究與交流推廣	檢核執行成效/評估認證	貸款或稅務獎勵	出版刊物或技術手冊	CO2	成本分析	耗能/耗電分析
									暖房	冷房											
國家	英國	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎					◎	◎	◎	
	瑞典	◎	◎	◎	◎				◎			◎	◎			◎					
	美國	◎	◎	◎	◎		◎		◎	◎		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	新加坡	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎			◎		◎	◎	◎		◎	◎	
	德國	◎		◎	◎		◎	◎	◎			◎			◎					◎	
	日本	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	
	中國	◎		◎	◎		◎	◎	◎	◎			◎	◎	◎	◎	◎		◎	◎	
城市	英國沃京(Woking)市	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎			◎			◎		◎	
	芝加哥市		◎	◎	◎		◎		◎	◎			◎	◎		◎				◎	
	達拉斯市政府(德州)			◎					◎	◎	◎	◎			◎					◎	
	紐約州		◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎			◎		◎	◎	◎			◎	
	香港	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎			◎		◎		◎	◎	◎	◎	

(資料來源：本研究整理)

第三節 臺灣既有建築物節能技術與策略彙析

我國行政院於 1996 年成立永續發展委員會，行政院經建會亦將綠建築納入城鄉永續發展策略的執行重點，內政部營建署發表營建白皮書，全面推動綠建築政策。民國 90 年至 96 年內政部積極進行綠建築推動方案，在這六年的努力下綠建築的推動已有初步成果，2007 年內政部爰研擬第二階段「生態城市綠建築推動方案」，欲將綠建築的實施範圍擴大至社區與城市，並期望建立建築物綠建築改善診斷評估機制等策略。

國內對於既有建築物綠建築改善，多半為專案計畫的推動執行，如：獎勵民間建築物綠建築設計及改善示範工作、綠色廳舍暨學校改善、中央廳舍暨院校空調節能改善、舊有建築物節能改善工程補助、室內環境品質診斷及改善補助、永續校園推廣獎勵改造，各專案的補助目的與對象整理如下：

1. **獎勵民間建築物綠建築設計及改善示範工作：**針對領得使用執照之已立案之各級私立學校、依法成立管理委員會並向主管機關報備，適用公寓大廈管理條例之建築物、私有辦公類建築物、已立案之私立社會福利機構等 4 類，進行綠建築改善補助，補助內容廣泛包含基地環境、軀殼改善、室內環境品質改善、建築設備改善與能資源使用等。
2. **綠色廳舍暨學校改善：**針對既有公有建築物在綠化、節能、保水、水資源...等面向實施綠建築改善，並利用改善案例作為示範推廣，鼓勵民間參與既有建築物綠建築之改造。
3. **中央廳舍暨院校空調節能改善：**針對舊有中央廳舍之空調系統超量設計或主機效率老化，嚴重浪費能源之建築物進行節能改善。
4. **舊有建築物節能改善工程補助：**補助公私有舊有建築物進行立面外遮陽及屋頂隔熱改善工程，以減少建築物耗能達節約能源效果，並將改善成果作為綠建築

之示範與教育宣導。

5. **室內環境品質診斷及改善補助**：以中央機關暨所屬各單位為改善對象，並以室內音環境、光環境、溫熱環境、空氣環境、電磁環境為主要改善項目。
6. **永續校園推廣獎勵改造**：以公私立大專校院、高中（職）及國民中小學為改造對象，主要補助內容為資源與能源流循環、基地永續對應、生態循環及健康建築。
7. **經濟部 ESCO 節能服務團隊**：提供技術服務團、宣導團以及志工大隊等諮詢窗口外，並另設置「各行各業節能技術輔導團隊諮詢窗口」，提供相關產業參考。

專案的進行改善了台灣北中南東多處既有建築物，受改善建物類型包含了公部門機關廳舍、大專院校、公寓大廈、公私立中小學學校、私有辦公建築等，專案的推動雖已建立許多具代表性的改善案例。

內政部建研所已完成台灣綠建築評估體系(EEWH)系統，並於 2010 年加入既有建築物綠建築更新評估系統(EEWH-RN)，惟既有建築物更新改善與新建建築評估最大之差異在於：(1)為局部更新改造，且各案之改善前性能基準不同，難以有一通用之評估基準值；(2)既有案例各自前提因素(如：屋齡、方位座向、營運管理階段使用者需求)不同，所應置入之改善技術也會因地、因時而異；(3)改善效益常須借重實測數據或相關模擬研究，方可了解改善前後之效益展現，使得民眾於此層面之資訊取得不易。在此限制下，既有建築物改善之策略擬議、計分基準與案例評比方式，如何使民眾更易理解既有建築物節能改善重點項目，並激發其自主改善之動機...等等議題皆須審慎擬議與深入研究探討。

臺灣既有建築物節能技術與策略的擬議，需因地制宜的回歸以臺灣本土氣候與人文條件為立基，方可提出永續的經營之道。臺灣屬環亞熱帶氣候，北迴歸線將臺灣劃分為

北部屬副熱帶季風氣候，南部則屬熱帶季風氣候，冬季少雨且盛行東北季風，夏季則以西南季風為主且炎熱潮濕，除丘陵與高山外，都市密集的平原、盆地大多的冬溫夏熱。

相較於位於寒帶地區的歐美等國，臺灣冬季對於暖房需求並不高，但因太陽日射量大，夏季熱得大，因此隔熱、遮陽與通風，則為臺灣住居環境需面對的重要課題，再加上氣候上的悶熱與潮濕，臺灣室內環境還需留意黴菌、細菌等生物性因子控制，過於悶熱的環境，也影響工作效率，並增加夏日空調負荷量。回顧各國結策略與臺灣本土特徵考量下，既有建築物節能改善重點面向著重於以下五大類：

- 〔1〕 建築構造體節能改善：包含屋頂節能、牆體節能、開口部節能。
- 〔2〕 設備機具節能改善：包含電力設備節能、節水改善。
- 〔3〕 再生能源供給。
- 〔4〕 建築能源管理系統。
- 〔5〕 建築物理環境控制：包含通風、採光、隔吸音...等，會影響使用者健康與耗能行為的設計手法探討。

因各面向下的設計手法會因時代、建築物類型、案例能耗差異而有不同的對應技術與策略，故本研究暫以「目的」、「範圍」、「技術」三層級擬議既有建築物節能改善架構(表 2-23)，在此架構下的「技術」項目可於往後加以擴增並剔除節能效益較差的手法，以符時代需求。

表 2-23 臺灣既有建築物節能技術架構表

目的	範圍	技術項目(可擴充)
建築構造體節能改善	屋頂節能改善	斜屋頂
		屋頂隔熱節能改善(含防水層修復)
		屋頂面高反射率、高輻射率塗裝
		屋頂綠化
	建築牆體節能改善	外牆高反射率、高輻射率塗裝
		牆體隔熱壁材裝設
		牆體綠化
	開口部節能改善	綠化遮蔽
		外遮陽節能改善

既有建築物節能改善技術之研究

目的	範圍	技術項目(可擴充)
		隔熱門窗安裝
		隔熱節能膜
		LOW-E 玻璃安裝
設備機具節能改善	電力設備節能改善	電梯設備更換
		揚水泵設備與附屬設施更換
		公共廁所排氣風扇更新
		停車場抽排風機設備更新
		高效率熱泵熱水系統
		空調系統節能策略導入節能改善
		室內照明節能改善
	節水改善	節水設備與器具使用
	雨水、再生水利用	
再生能源供給		太陽光電使用
		太陽能熱水器
		風力發電
建築能源管理系統		BEMS(Building Energy Management System)
		HEMS(Home Energy Management Systems)
建築物理環境控制		室內空氣品質與通風檢討
		隔吸音設計
		採光設計

(資料來源：本研究整理)

本研究主要係探討臺灣既有建築物綠建築節能改善技術之普及性，並於本年度將建築類型鎖定為辦公、學校、住宅三大類，故本研究選取 93-100 年內政部營建署「獎勵民間建築物綠建築設計及改善示範工作」為基礎案例，此案係由民眾自主選取既有建築物欲改善之技術與範圍，經審查後給予部分獎助金額協助改善，計畫進行八年以來，獲獎助單位達 90 件之多。

本年度希冀以實際案例之改善技術落點分析普及度，且透過專家問卷、專家諮詢與民眾意見反饋等方式，提出民眾自主改善參與誘導策略；擬議三類型建築物自主檢核表，讓使用者藉此初步診斷環境改善需求；藉案例節電、減碳效益與改善成本，評估與分析技術手法之改善效率。

第三章 既有建築物節能改善技術研究

第一節 既有建築物節能架構與改善項目普及度探討

層級分析法(Alytic Hierarchy Process)是由美國匹茲堡大學教授 Thomas. L. Saaty 在 1971 年為美國防部從事應變計畫問題研究所發展出的一套決策分析方法，該法旨在利用層級結構，將複雜問題由高層次(High Level) 往低層次(Low Level) 逐步分解，並彙集有關決策人員及專家意見與評估後，以名目尺(Nominal Scale) 進行各準則間相對重要程度的計算；最後綜合各階層之權數，再計算總全數，以求得各方案的優勢比重值，凡該值愈大的方案，表示被採納的優先次序愈高。多年來已廣泛運用在經濟規劃以及許多社會管理科學的領域當中，主要應用在不確定的情況及具多個評估準則的決策問題，尤其適用於質化資訊的評估，最大的特色是利用層級架構將影響間之因素的複雜關係做有系統的連結，由不同的層面給予層級分解，並透過量化的判斷，覓得脈絡後加以綜合評估以提供決策者選擇適當方案的充分資訊，以減少決策錯誤的風險。

1. 評估準則權重的決定

〔1〕 成對比較矩陣評估尺度

AHP 在處理認知反應的評估得點時，採取比例尺度(Ratio Scale)的方式，此名目尺度乃由心理專家實驗而得，研究中發現人類無法同時對於 7 種以上之事物進行比較，所得之權重值乃依各種準則間成對比較的結果，評比尺度採 1-9，分為同等重要、稍重要、頗重要、極重要及絕對重要等五項並被賦予 1、3、5、7、9 的衡量值，另有四項介於五個尺度之間的衡量值為 2、4、6、8，如表 3-1。

表 3-1 AHP 評估尺度意義及說明

評估尺度	意義	說明
1	同等重要 (Equal Importance)	兩比較方案的貢獻程度具同等重要性 等強(Equal)
3	稍重要 (Weak Importance)	經驗與判斷稍微傾向喜好某一方案 稍強(Moderately)
5	頗重要 (Essential Importance)	經驗與判斷強烈傾向喜好某一方案 頗強(strongly)
7	極重要	實際顯示非常強烈傾向喜好某一方案

	(Very strong Importance)	極強(Very strong)
9	絕對重要 (Absolute Importance)	有足夠證據肯定絕對喜好某一方案 絕強(Extremely)
2, 4 6, 8	相鄰尺度之中間值 (Intermediate Values)	需要折衷值時

(資料來源：鄧振源、曾國雄)

2. 操作程序

在應用 A.H.P.處理複雜問題時，主要流程大致可區分為以下步驟。

- 〔1〕 羅列評估問題與建構層級模型(structuring of the decision problem into a hierarchical model)

由規劃群體的成員，利用腦力激盪法將複雜的決策問題加以分解，將問題由最上層的決策目標(Objective)分解成評估準則(Criteria)、次要評估準則(Sub-Criteria)及最下層的可行方案(Alternatives)，形成一個層級架構，表達出不同層次之間的主從關係，及其獨立性程度和相互關係。根據 Saaty 的定義層級架構之間彼此形成上下『隸屬』的關係，層級的多寡視問題而定，共分為三個層次，依序為複雜問題分解為最上層之問題中心；中間層為準則和最低層三個層次，每一層次中的評估因素並以不超過 7-9 為原則，如圖 3-1 所示。

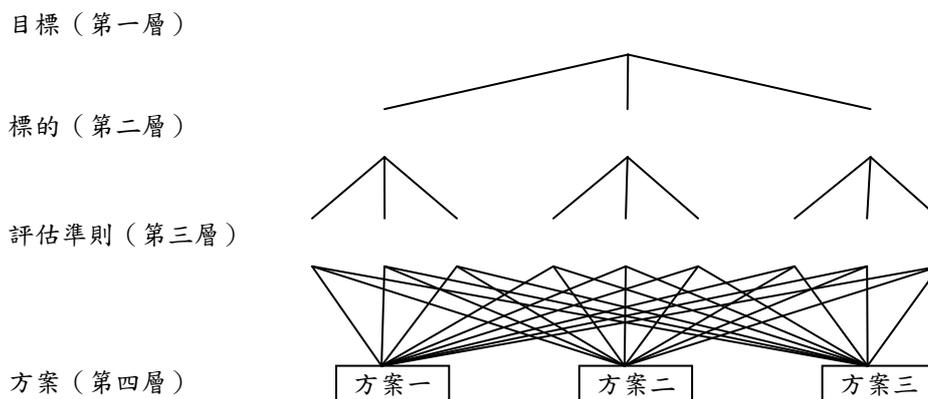


圖 3-1 層級架構示意圖

(資料來源：鄧振源、曾國雄)

〔2〕 建立成對比較與比對矩陣(making pair-wise comparisons and obtaining the judgmental matrix)

在建立比對矩陣時，當有 N 個因素時，決策者需進行兩兩因素間須比較 $N(N-1)/2$ 次的成對比較，將比較後之結果置於成對比較矩陣的上三角形部分，而下三角形部分即為上三角形的正倒數，至於對角部分則為本身之比較，故其值均為 1。如下式所示：

$$A = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ 1/a_{21} & 1 & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1/a_{n1} & 1/a_{n2} & \cdots & 1 \end{bmatrix}$$

A：成對比較矩陣，具有下列特性： $a_{ij} = 1/a_{ji}$ ， $a_{ij} > 0$ ， $a_{ii} = 1$

a_{ij} ：為兩兩要素間之比值； $i, j = 1, 2, 3, \dots, n$

〔3〕 計算最大特徵值，代表各因素間的優先程度或重要性(local priorities and consistency of comparisons)

AHP 法是利用數值分析終場用的特徵值解法，找出特徵向量獲優先向量；成對矩陣得到後，即可求取各層級要素之權重，以代表各因素之間的優先程度或重要性。

本研究以 Basak 與 Saaty 所提到之加權的幾何平均數可加強及反應評價強度，故以『幾何平均數』計算其因素權重與最大特徵值，計算說明如下：

將成偶比對矩陣之各列相乘，開 n 次方根，並將開方後的數值正規化，此時每列所示結果便代表因素之優先向量，亦為評估因素權重，如下式所示。

$$W_i = \frac{\left[\prod_1^n a_{ij} \right]^{\frac{1}{n}}}{\sum^n \left[\left(\prod_a^n a_{ij} \right)^{\frac{1}{n}} \right]}$$

將求得之優先量 W_i 和成偶比對矩陣 A 相乘，得一向量 W_i' ，其數學式，如式所示。再將 W_i' 中每一元素除以優先向量 W_i 之每一元素，最後求取算術平均數，即可得到最大特徵值 λ_{max} ，如下式所示。

$$W_i' = A \times W_i = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} W_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} W_i \\ \vdots \\ W_m \end{bmatrix}$$

$$\lambda_{max} = (1/n) \times (W_i' / W_1 + W_2' / W_2 + \dots + W_m' / W_m)$$

〔4〕 判斷一致性並賦予評估權重值(aggregation of local priorities)

若成對比較矩陣 A 為正倒值矩陣，要求決策者在成對比較時，能達到前後一貫性，這是相當困難的。因此需要進行一致性檢定，求得一致性指標(Consistency Index, C.I.)C.I 值之計算如下式所示：

A. 一致性指標(Consistency Index : C.I)：

$$C.I = \frac{\lambda_{max} - n}{n - 1}$$

不論決策者判斷的評量或針對整個層級結構的測試，Saaty 均建議 $C.I < 0.1$ ，則表示實際比對矩陣具有較佳的一致性，但因為問題的難易度可容忍至 0.15，故評比者之一性檢定未能通過時，此問卷視為無效問卷，以此來確保問卷的信度。

B. 一致性比率(Consistency Ratio : C.R)：

根據 Dak Ridge National Laboratory 與 Wharton School 進行的研究，從評估尺度 1-9 所產生的正倒值矩陣，在不同的階數下，所產生出不同 R.I 稱為一致性指標，如表 3-2

所示：

表 3-2 評估因素 n 之 R.I 值對應表

N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
R.I	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.14	1.45	1.49	1.51	1.48	1.56	1.57	1.59

(資料來源：Saaty, T.L., 1980)

而在相同階數的矩陣下，C.I 值與 R.I 值的比率，稱為一致性比率(Consistency Ratio：C.R)，同樣也可以檢定一致性，若 C.R 值<0.1，則視為一致性檢定達到可以接受之水準，C.R 值之計算如下式所示：

$$C.R = \frac{C.I}{R.I}$$

經由一致性之判斷，若整個層級的結構之一致性皆符合需求，則可計算評估決策模型或方案之優先向量 W_i (評估因素的權重值)。若有一權重決策者或調查者，則須分別計算每一決策成員的決策模型或方案之優先向量 W_i ，再利用幾何平均數計算法求取整體之優先向量 W_i ，以決定評估因素的優先次序。

本研究 AHP 層級分析法專家問卷發放對象為產、官、學各領域專家，以建築、能資源、機械設備、環境科學、室內環境控制領域，並至少擁有 3 年以上的研究年資之專家學者，以立意取樣發放專家問卷，權重分析如下。

問卷共寄發 38 份，調查方式採電子郵件或郵寄方式寄出，總共回收 32 份問卷，回收率 84%，其中經過 AHP 一致性檢定 (C.I.值) 通過之有效樣本為 30 份，問卷形式詳附錄五。

表 3-3 AHP 問卷結果

目的	範圍	學校類		辦公類		住宅類 (公寓大廈)	
建築構造體節能改善	屋頂節能改善	0.241	0.243	0.229	0.326	0.244	0.310
	建築牆體節能改善		0.294		0.253		0.306
	開口部節能改善		0.463		0.421		0.389
設備機具節能改善	電力設備節能改善	0.222	0.508	0.307	0.589	0.215	0.636
	節水改善		0.482		0.411		0.364
再生能源供給		0.143		0.063		0.118	
建築能源管理系統		0.117		0.158		0.148	
建築物理環境控制		0.276		0.243		0.275	

(資料來源：本研究整理)

AHP 為專家學者對於既有建築物節能改善技術的權重建議值，本研究進而以 93-100 年度內政部營建署「獎勵民間建築物綠建築設計及改善示範工作」改善技術範圍落點分析代表民眾自主申請之改善項目喜好度調查，投入 85 案，學校類計 54 案，公寓大廈類計 17 案，辦公類 14 案，得表 3-4。因同一案例中於同年度中獲獎助之改善項目不僅一項，故此百分比形式與 AHP 計分之表達方式(同層級分數相加為 1)有所差異。

表 3-4 AHP 問卷與民眾自主改善結果比較

目的	範圍	學校類		辦公類		住宅類 (公寓大廈)	
建築構造體節能改善	屋頂節能改善	61%	40%	71%	40%	41%	71%
	建築牆體節能改善		27%		40%		29%
	開口部節能改善		33%		20%		0%
設備機具節能改善	電力設備節能改善	93%	62%	100%	79%	100%	84%
	節水改善		38%		21%		16%

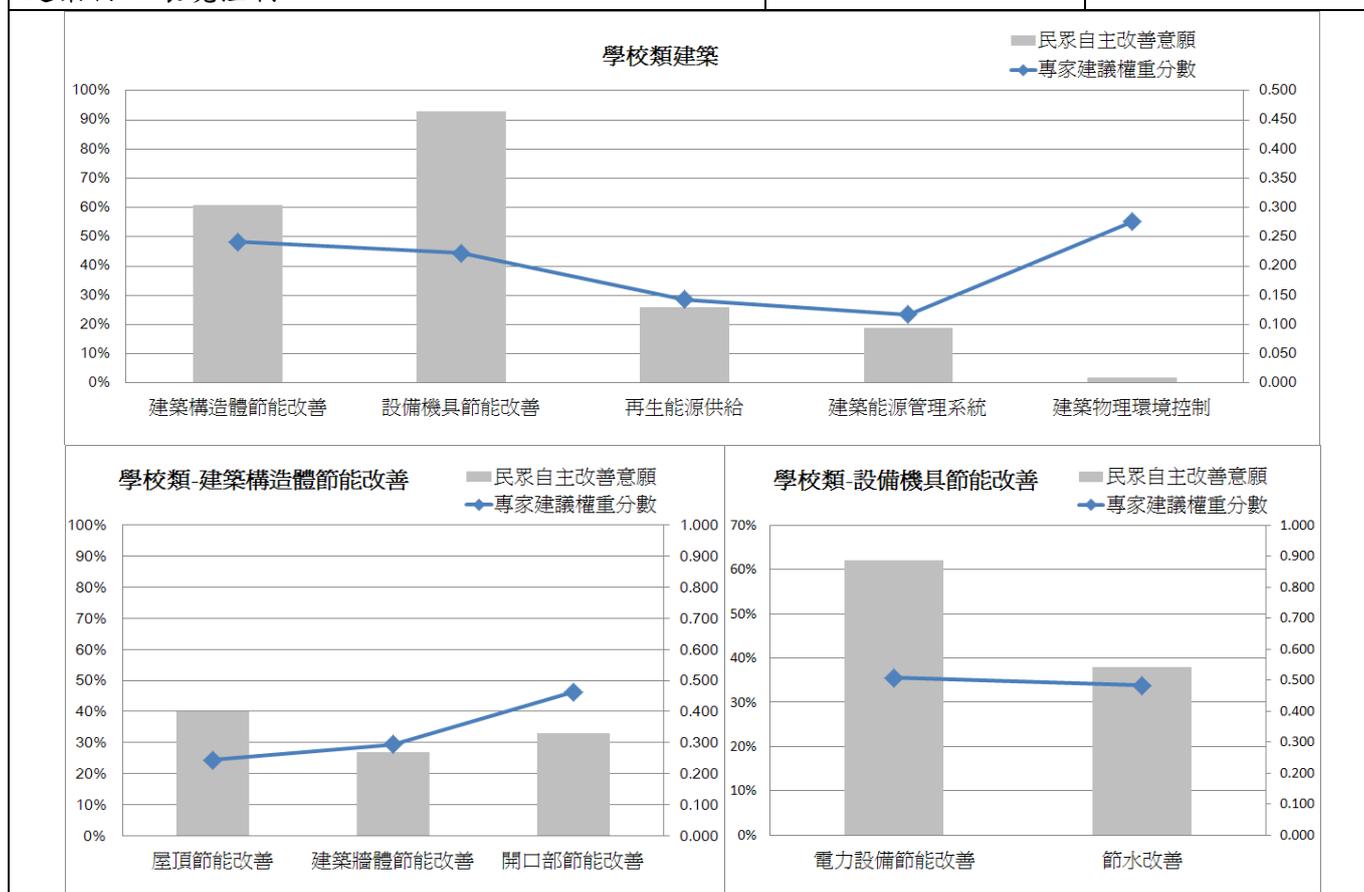
目的	範圍	學校類	辦公類	住宅類 (公寓大廈)
再生能源供給		26%	21%	24%
建築能源管理系統		19%	0%	0%
建築物理環境控制		2%	0%	0%

(資料來源：本研究整理)

將表 3-3 與表 3-4 分數皆換算為百分比形式，並加以比較所得結果如下：

表 3-5 AHP 問卷與民眾自主改善結果比較-學校類

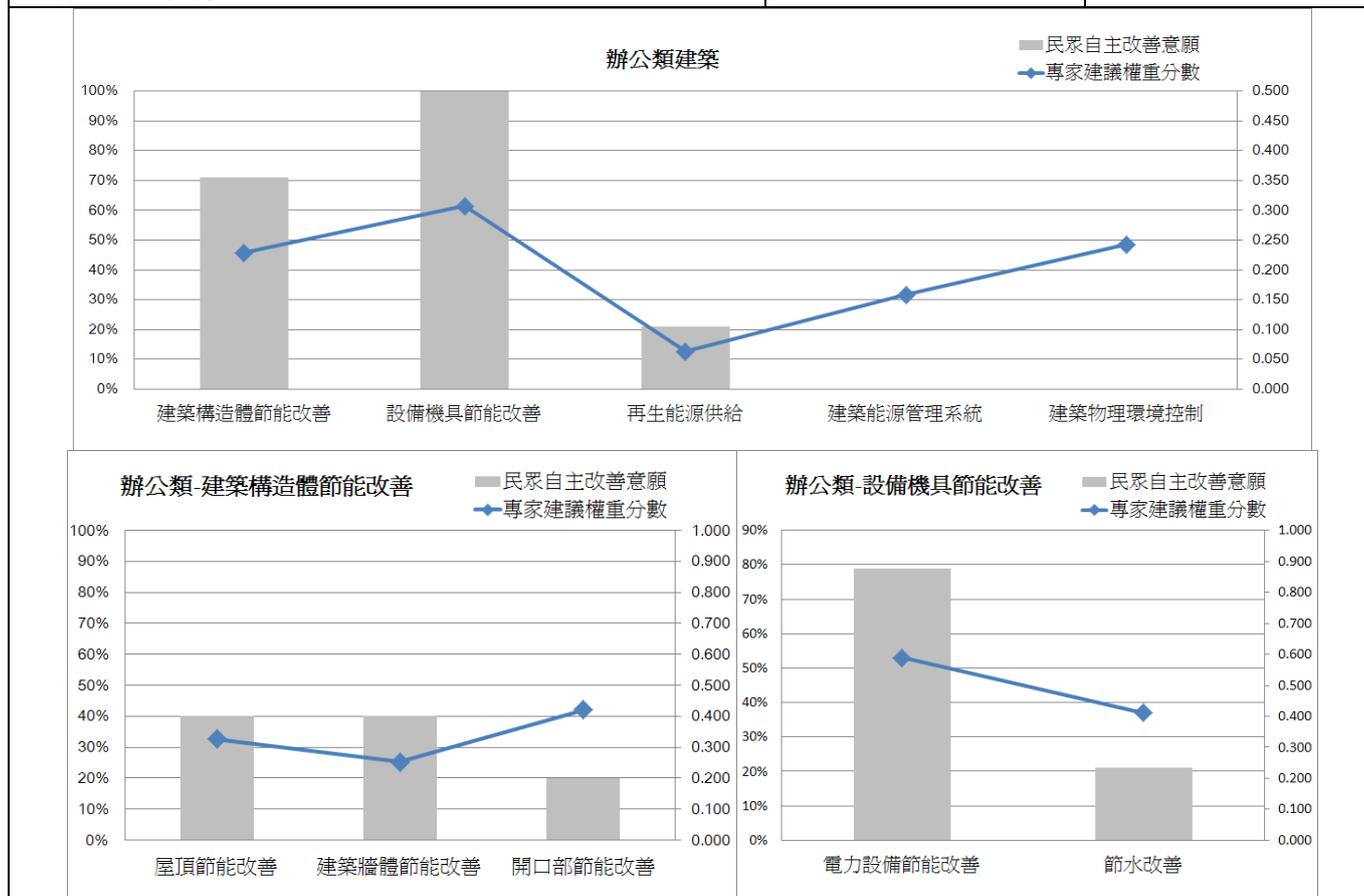
目的	範圍	學校類建築物			
		專家建議權重分數	民眾自主改善意願		
建築構造體節能改善	屋頂節能改善	0.241	0.243	61%	40%
	建築牆體節能改善		0.294		27%
	開口部節能改善		0.463		33%
設備機具節能改善	電力設備節能改善	0.222	0.508	93%	62%
	節水改善		0.482		38%
再生能源供給		0.143		26%	
建築能源管理系統		0.117		19%	
建築物理環境控制		0.276		2%	



(資料來源：本研究整理)

表 3-6 AHP 問卷與民眾自主改善結果比較-辦公類

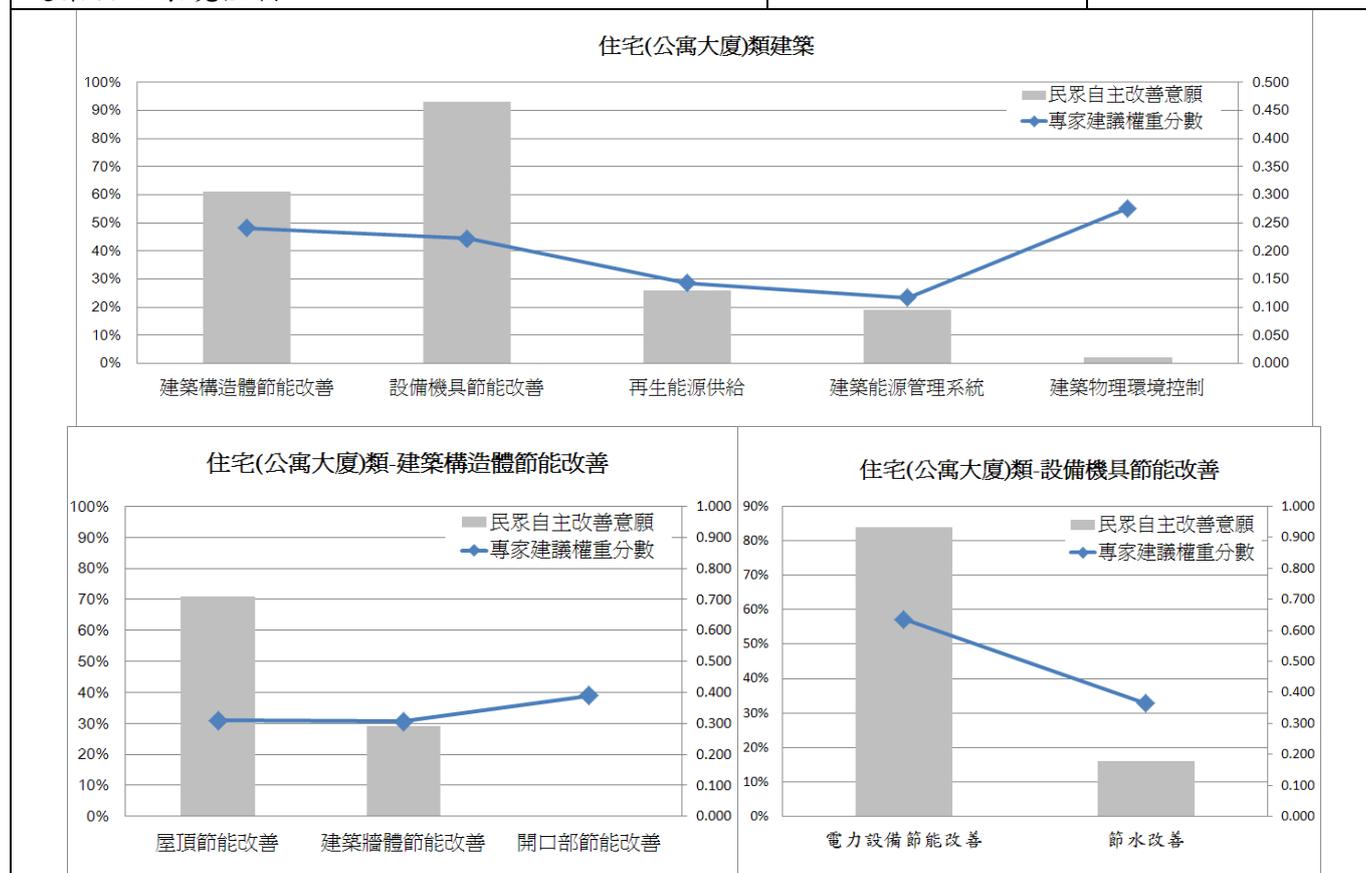
目的	範圍	辦公類建築物			
		專家建議權重分數		民眾自主改善意願	
建築構造體節能改善	屋頂節能改善	0.229	0.326	71%	40%
	建築牆體節能改善		0.253		40%
	開口部節能改善		0.421		20%
設備機具節能改善	電力設備節能改善	0.307	0.589	100%	79%
	節水改善		0.411		21%
再生能源供給		0.063		21%	
建築能源管理系統		0.158		0%	
建築物理環境控制		0.243		0%	



(資料來源：本研究整理)

表 3-7 AHP 問卷與民眾自主改善結果比較-住宅(公寓大廈)類

目的	範圍	住宅(公寓大廈)類建築物			
		專家建議權重分數		民眾自主改善意願	
建築構造體節能改善	屋頂節能改善	0.244	0.310	41%	71%
	建築牆體節能改善		0.306		29%
	開口部節能改善		0.389		0%
設備機具節能改善	電力設備節能改善	0.215	0.636	100%	84%
	節水改善		0.364		16%
再生能源供給		0.118	24%		
建築能源管理系統		0.148	0%		
建築物理環境控制		0.275	0%		



(資料來源：本研究整理)

第二節 自主檢核表設計

自主檢核表之設計目的主要為：使民眾可透過生活中問題之主述，推論出可執行之節能改造面向。雖以往的文獻皆對於檢核表有所著墨，但有鑑於民眾普遍皆不了解建築專業術語、建築圖說與圖名，以專業檢核表方式設計檢核表無法有力填寫與回饋，故本研究藉由「實地現勘」與「民眾自訴」方式，完成一般民眾皆可填寫的自主檢核表單，並依建築物類型之差異，透過實地調查、前測問卷及專家諮詢三方式，完成學校類、辦公類、住宅(公寓大廈)類三份問卷(詳附件四)。

問卷內容之擬議依循既有建築物節能改善架構，分為：建築構造體(隔熱)節能改善、設備節能改善、再生能源供給、能源管理系統、建築環境控制五大面向，其中「建築環境控制」主要為依循環境效率觀點確保室內環境品質，並由此面向之問題可再次確認問卷填寫之可信度。例如：若民眾勾選了「建築開口部(開口部：窗戶、天窗)過大，太陽直射強，室內過熱。」此選項，勢必與溫熱環境的議題中也會勾選相對應的問題點。問卷依項目範圍計分，各範圍之檢核內容一題一分，分數小計後再以百分比型式表達。如：若填表人於屋頂節能改善四題問題中勾選了兩題，其百分比計算方式為 $(2/4)*100%=50\%$ 。

本研究為探討自主檢核表的可行性，於三類型建築物各挑選二間發放問卷，並透過專業者複查方式，了解此問卷反映建築節能議題的真實性與可行性。其問卷試填結果如下，依專業者複查¹²結果可知分數於40%以上的項目可思考相對應的節能改善手法，此問卷調查亦證實本研究所擬議之自主檢核表可民眾填寫率高且可適切反應受評估的建築節能改善範圍(表 3-8、表 3-9、表 3-10、表 3-11、表 3-12、表 3-13)。

¹² 專業複查者須為其領域背景中擁有至少2年資歷之資格者。

表 3-8 學校類自評表調查結果分析-1

基本資料(必填)	1	校名：(略)																									
	2	地址：(略)																									
	3	建築名稱：(略)																									
	4	樓層數：地下 1 層、地上 8 層																									
	5	建築使用特性(可複選)： <input type="checkbox"/> 行政辦公 <input checked="" type="checkbox"/> 一般教室 <input checked="" type="checkbox"/> 專科教室 <input type="checkbox"/> 綜合活動中心 <input type="checkbox"/> 演講廳或視聽教室 <input type="checkbox"/> 電腦教室 <input type="checkbox"/> 研究室、實驗室 <input type="checkbox"/> 宿舍 <input type="checkbox"/> 其他：																									
	6	使用人數，約 1300 人。		屋齡：8 年																							
	7	填表人：(略)	10	填表日期：101.10.08																							
	8	連絡電話：(略)	11	其他(備註)：(略)																							
<table border="1" style="display: none;"> <caption>圖表數據：專業者建議施作項目</caption> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>屋頂節能改善</td><td>50%</td></tr> <tr><td>牆體節能改善</td><td>33%</td></tr> <tr><td>開口部節能改善</td><td>100%</td></tr> <tr><td>電力設備節能改善</td><td>63%</td></tr> <tr><td>節水改善</td><td>33%</td></tr> <tr><td>再生能源供給</td><td>33%</td></tr> <tr><td>能源管理系統</td><td>50%</td></tr> <tr><td>音環境</td><td>100%</td></tr> <tr><td>光環境</td><td>50%</td></tr> <tr><td>溫熱環境</td><td>25%</td></tr> <tr><td>空氣環境</td><td>25%</td></tr> </tbody> </table>				項目	百分比	屋頂節能改善	50%	牆體節能改善	33%	開口部節能改善	100%	電力設備節能改善	63%	節水改善	33%	再生能源供給	33%	能源管理系統	50%	音環境	100%	光環境	50%	溫熱環境	25%	空氣環境	25%
項目	百分比																										
屋頂節能改善	50%																										
牆體節能改善	33%																										
開口部節能改善	100%																										
電力設備節能改善	63%																										
節水改善	33%																										
再生能源供給	33%																										
能源管理系統	50%																										
音環境	100%																										
光環境	50%																										
溫熱環境	25%																										
空氣環境	25%																										
專業者建議施作項目(依優先順序排序)： 1. 外遮陽設計。 2. 屋頂隔熱性能改善。 3. 固定窗改推射窗。 4. 節能燈具更換。 5. 加強隔音。																											

(資料來源：本研究整理)

表 3-9 學校類自評表調查結果分析-2

基本資料(必填)	1	校名：(略)																							
	2	地址：(略)																							
	3	建築名稱：(略)																							
	4	樓層數：地下 0 層、地上 2 層																							
	5	建築使用特性(可複選)： <input type="checkbox"/> 行政辦公 <input type="checkbox"/> 一般教室 <input type="checkbox"/> 專科教室 <input type="checkbox"/> 綜合活動中心 <input type="checkbox"/> 演講廳或視聽教室 <input type="checkbox"/> 電腦教室 <input type="checkbox"/> 研究室、實驗室 <input type="checkbox"/> 宿舍 <input checked="" type="checkbox"/> 其他：禮堂																							
	6	學校師生與行政人員約 1200 人		屋齡：(無填寫)																					
	7	填表人：(略)	10	填表日期：101.10.05																					
	8	連絡電話：(略)	11	其他(備註)：(略)																					
<table border="1" style="display: none;"> <caption>Bar Chart Data: Energy Efficiency Improvement Percentages</caption> <thead> <tr> <th>改善項目</th> <th>改善百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>屋頂節能改善</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>牆體節能改善</td> <td>65%</td> </tr> <tr> <td>開口部節能改善</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>電力設備節能改善</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>節水改善</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>再生能源供給</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>音環境</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>光環境</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>溫熱環境</td> <td>35%</td> </tr> <tr> <td>空氣環境</td> <td>25%</td> </tr> </tbody> </table>				改善項目	改善百分比	屋頂節能改善	50%	牆體節能改善	65%	開口部節能改善	35%	電力設備節能改善	20%	節水改善	35%	再生能源供給	35%	音環境	100%	光環境	100%	溫熱環境	35%	空氣環境	25%
改善項目	改善百分比																								
屋頂節能改善	50%																								
牆體節能改善	65%																								
開口部節能改善	35%																								
電力設備節能改善	20%																								
節水改善	35%																								
再生能源供給	35%																								
音環境	100%																								
光環境	100%																								
溫熱環境	35%																								
空氣環境	25%																								
專業者建議施作項目(依優先順序排序)： 6. 節能燈具更換。 7. 雨水回收再利用。 8. 室內音環境改善(增加吸音材、空調機具噪音控制)。																									

(資料來源：本研究整理)

表 3-10 辦公類自評表調查結果分析-1

基本資料(必填)	1	建築名稱：(略)																								
	2	地址：(略)																								
	3	樓層數：地下 0 層、地上 2 層																								
	4	<input checked="" type="checkbox"/> 自有(擁有建物所有權) <input type="checkbox"/> 租賃(僅有使用權)																								
	5	使用人員(員工)：170 人		屋齡：9 年																						
	6	填表人：(略)	9	填表日期：																						
	7	連絡電話：(略)	10	其他(備註)：(略)																						
<table border="1" style="display: none;"> <caption>圖表數據：各項節能改善措施之實施百分比</caption> <thead> <tr> <th>改善項目</th> <th>實施百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>屋頂節能改善</td> <td>75%</td> </tr> <tr> <td>牆體節能改善</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>開口部節能改善</td> <td>50%</td> </tr> <tr> <td>節水改善</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td>再生能源供給</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>能源管理系統</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>音環境</td> <td>67%</td> </tr> <tr> <td>光環境</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>溫熱環境</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>空氣環境</td> <td>50%</td> </tr> </tbody> </table>				改善項目	實施百分比	屋頂節能改善	75%	牆體節能改善	50%	開口部節能改善	50%	節水改善	33%	再生能源供給	0%	能源管理系統	0%	音環境	67%	光環境	0%	溫熱環境	60%	空氣環境	50%	
改善項目	實施百分比																									
屋頂節能改善	75%																									
牆體節能改善	50%																									
開口部節能改善	50%																									
節水改善	33%																									
再生能源供給	0%																									
能源管理系統	0%																									
音環境	67%																									
光環境	0%																									
溫熱環境	60%																									
空氣環境	50%																									
專業者建議施作項目(依優先順序排序)： 1. 屋頂隔熱改善。 2. 增設抽排風機，檢討室內通風。																										

(資料來源：本研究整理)

表 3-11 辦公類自評表調查結果分析-2

基本資料 (必填)	1	建築名稱：(略)																									
	2	地址：(略)																									
	3	樓層數：地下 0 層、地上 1 層																									
	4	■自有(擁有建物所有權)		□租賃(僅有使用權)																							
	5	使用人員(員工)：15 人		屋齡：10 年																							
	6	填表人：(略)	9	填表日期：101.10.2																							
	7	連絡電話：(略)	10	其他(備註)：(略)																							
<table border="1" style="display: none;"> <caption>圖表數據：各項節能改善措施之實施百分比</caption> <thead> <tr> <th>改善項目</th> <th>實施百分比</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>屋頂節能改善</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>牆體節能改善</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>開口部節能改善</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>電力設備節能改善</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td>節水改善</td> <td>33%</td> </tr> <tr> <td>再生能源供給</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>能源管理系統</td> <td>0%</td> </tr> <tr> <td>音環境</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>光環境</td> <td>60%</td> </tr> <tr> <td>溫熱環境</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>空氣環境</td> <td>25%</td> </tr> </tbody> </table>				改善項目	實施百分比	屋頂節能改善	25%	牆體節能改善	100%	開口部節能改善	40%	電力設備節能改善	33%	節水改善	33%	再生能源供給	0%	能源管理系統	0%	音環境	100%	光環境	60%	溫熱環境	25%	空氣環境	25%
改善項目	實施百分比																										
屋頂節能改善	25%																										
牆體節能改善	100%																										
開口部節能改善	40%																										
電力設備節能改善	33%																										
節水改善	33%																										
再生能源供給	0%																										
能源管理系統	0%																										
音環境	100%																										
光環境	60%																										
溫熱環境	25%																										
空氣環境	25%																										
<p>專業者建議施作項目(依優先順序排序)：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 開口部遮陽。 2. 節能燈具更換。 3. 改善空調出風口與回風口位置(室內通風換氣路徑檢討)。 																											

(資料來源：本研究整理)

表 3-12 住宅(公寓大廈)類自評表調查結果分析-1

基本資料(必填)	1	建築名稱：(略)		
	2	地址：(略)		
	3	樓層數：地下 2 層、地上 12 層		
	4	請勾選：■有管委會且正常運作 ■有相配合的保全公司		
	5	戶數：123 戶		屋齡：18 年
	6	填表人：(略)	9	填表日期：
	7	連絡電話：(略)	10	其他(備註)：(略)

改善項目	自評百分比
屋頂節能改善	100%
牆體節能改善	68%
開口部節能改善	60%
電力設備節能改善	60%
節水改善	32%
再生能源供給	25%
能源管理系統	32%
音環境	68%
光環境	100%
溫熱環境	50%
空氣環境	50%

其他：

1. 機車道為磁磚地面，雨天易打滑。
2. 大樓立面破損，導致颱風、大雨時室內滲水。

專業者建議施作項目(依優先順序排序)：

1. 節能燈具更換。
2. 屋頂隔熱改善。

(資料來源：本研究整理)

表 3-13 住宅(公寓大廈)類自評表調查結果分析-2

基本資料 (必填)	1	建築名稱：(略)		
	2	地址：(略)		
	3	樓層數：地下 1 層、地上 7 層		
	4	請勾選：■有管委會且正常運作 ■有相配合的保全公司		
	5	戶數：110 戶		屋齡：25 年
	6	填表人：(略)	9	填表日期：101.09.30
	7	連絡電話：(略)	10	其他(備註)：(略)

改善項目	百分比
屋頂節能改善	50%
牆體節能改善	33%
開口部節能改善	33%
電力設備節能改善	70%
節水改善	33%
再生能源供給	25%
能源管理系統	33%
音環境	100%
光環境	100%
溫熱環境	25%
空氣環境	25%

其他：

- 地下室停車場角落，空氣不易流通、空氣品質差。
- 住家排煙設備，馬達運轉噪音擾人，且排煙效果差。

專業者建議施作項目(依優先順序排序)：

- 節能燈具更換。
- 電梯設備更換。

(資料來源：本研究整理)

第三節 改善案例之成本效益計算

本研究依 93-100「民間建築物綠建築設計及改善示範工作」90 件獎助案例為資料庫，分析各技術手法「成本-效益」，投入成本為該技術項目之合約發包金額(元)，效益計算則以減碳量(kg)為主，蒐集改善前後各一年內的電費、水費資料，並以比例分析法計算其成本-效益(表 3-14、圖 4-1)。

表 3-14 改善案例成本效益計算之原始數值

編碼	改善技術名稱	(I)成本(元)	(O)減碳量(kg)	I/O 值
1.	屋頂綠化	1,351,000	17,779	0.01316
2.	遮陽	2,374,035	7,393	0.00311
3.	遮陽	841,800	9,096	0.01081
4.	公共廁所排氣	1,634,424	14,054	0.00860
5.	停車場抽排風機	569,940	2,728	0.00479
6.	泳池熱泵	972,300	31,500	0.03240
7.	冷氣空調節能	1,375,004	8,874	0.00645
8.	冷氣空調節能	1,474,004	26,166	0.01775
9.	冷氣空調節能	1,197,600	144,099	0.12032
10.	冷氣空調節能	3,449,826	155,826	0.04517
11.	冷氣空調節能	3,600,000	182,852	0.05079
1.	節能燈具	5,500,000	399,480	0.07263
2.	節能燈具	1,724,996	109,681	0.06358
3.	節能燈具	209,040	7,762	0.03713
4.	節能燈具	2,056,790	27,351	0.01330
5.	節能燈具	1,500,000	73,876	0.04925
6.	節能燈具	480,174	69,780	0.14532
7.	節能燈具	2,250,750	68,407	0.03039
8.	節能燈具	2,175,105	178,369	0.08200
9.	節能燈具	200,050	5,379	0.02689
10.	節能燈具	720,000	15,860	0.02203
11.	節能燈具	472,850	20,285	0.04290
12.	節能燈具	4,100,000	22,847	0.00557

既有建築物節能改善技術之研究

編碼	改善技術名稱	(I)成本(元)	(O)減碳量(kg)	I/O 值
13.	節能燈具	1,807,435	11,842	0.00655
14.	節能燈具	1,162,778	131,960	0.11349
15.	節能燈具	1,003,916	46,612	0.04643
16.	雨水再生水	1,323,653	1,737	0.00131
17.	雨水再生水	1,045,371	695	0.00066
18.	雨水再生水	843,158	286	0.00034
19.	雨水再生水	450,800	137	0.00030
20.	雨水再生水	920,195	19,726	0.02144
21.	雨水再生水	1,933,210	573	0.00030
22.	雨水再生水	2,700,000	1,424	0.00053
23.	雨水再生水	1,703,651	449	0.00026
24.	雨水再生水	318,000	1,046	0.00329
25.	雨水再生水	4,500,001	1,719	0.00038
26.	雨水再生水	1,340,000	201	0.00015
27.	雨水再生水	190,000	478	0.00252
28.	太陽能光電	841,158	2,996	0.00356
29.	太陽能熱水器	786,937	9,843	0.01251
30.	太陽能熱水器	3,700,000	57,037	0.01542
31.	風力發電	844,500	5,233	0.00620
32.	能源監控	1,048,000	22,947	0.02190
33.	能源監控	2,000,000	17,481	0.00874
34.	能源監控	953,271	12,166	0.01276
35.	能源監控	1,680,000	17,481	0.01041
36.	能源監控	2,412,200	49,899	0.02069
37.	能源監控	1,811,297	78,334	0.04325
38.	能源監控	3,417,540	41,025	0.01200
39.	室內通風改善	2,860,000	4,837	0.00169

(資料來源：本研究整理)

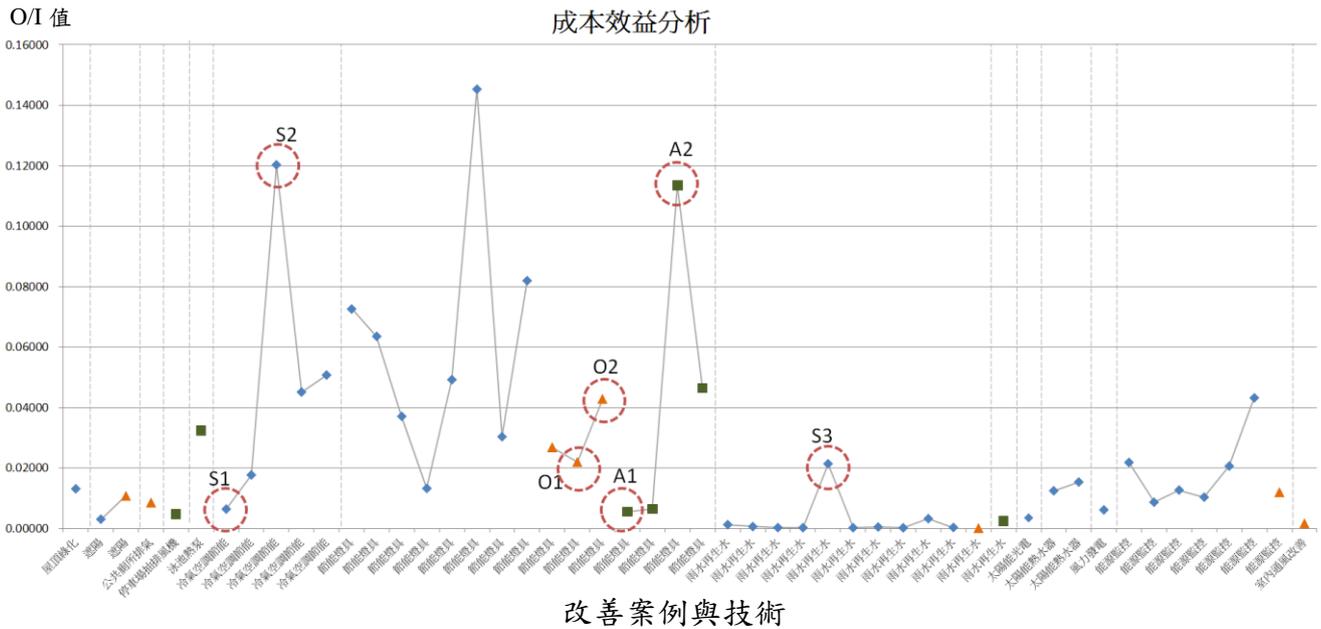


圖 4-1 改善技術之成本-效益分析圖

(資料來源：本研究整理)

因部分案例與項目無實際節能與減碳量的回饋，故本研究主要針對具實質減碳與量化數據之案例投入分析：屋頂綠化占 1 件、遮陽改善占 2 件、公共廁所排氣設備改善占 1 件、停車場抽排風機更新占 1 件、泳池熱泵占 1 件、冷氣空調節能占 5 件、節能燈具占 15 件、雨水再生水利用占 12 件、太陽能光電占 1 件、太陽能熱水器占 2 件、風力發電占 1 件、能源監控系統占 7 件，室內通風改善占 1 件，案例數共計 50 件。

由成本效益分析圖可知，若依改善技術分類，大體而言，冷氣空調節能改善與節能燈具改善具有較佳的節能效益，其次為太陽能熱水器、泳池熱泵與能源監控系統，其餘改善技術之投入成本與產出效益比皆不超過 0.25。

由 S1、S2、S3、S4、S5、O1、O2、A1、A2 之變動可知，相同的改善技術範圍下，不同案例之成本-效益變動幅度大，難以有依一致之趨勢，由案例推導可發現：

1. 「學校類冷氣空調節能改善」之比較(S1、S2):

S1 因中央空調冰水系統設置已超過 12 年，缺乏空調節能管理機制與排程計畫，當年度主要改善冰水主機的排程調控，並控制電動閥開啟的風速，集中控管教室溫度；S2 則原本即有基礎空調設備，其設計手法僅為：於夏季時依負載需求作末端恆壓控制，避免稼動率降低造成的無謂能耗損失。故兩案成本效益的差異原因在於：設備機具的使用

年限與需更新的設備範圍不同所致。

2. 「辦公類節能燈具改善」之比較(O1、O2)：

雖同為節能燈具之更新，O1 為公共空間與停車場照明更換為 T5 燈具，O2 則將大樓內部的安全指示燈、緊急照明、消防指示燈、緊急出口燈全面更換為 LED 燈具，因兩案例之燈具功率因素、照明時間長短與燈具成本數量的不同，使擁有高照明時數、低功率之 O2 改造較 O1 有相對較好的節能效益。

3. 「公寓大廈類節能燈具改善」之比較(A1、A2)：

A1 之公寓大廈原先即有公共空間照明節能計畫(公共空間主要照明限制時段關閉、副燈則由住戶需求或天候狀況<晝光利用>自行開啟)，故本年度僅為更換 T5 燈具、建築壁體改為高反射率油漆，以提高空間照度；A2 一案原之照明電力即占公共用電之 70%，所有照明設備皆老舊耗能，故藉由基本之 T5 燈具改善、LED 燈具改善即可達到相對較佳的減碳效益。

4. 「學校類雨水再生水利用」之比較(S3)：

S3 全校用水皆仰賴地下水源，惟近年地下水匱乏，因此積極回收游泳池、SPA 池排放水做為校區花木噴灌用水，體育館沖廁用水亦以中水取代原之地下水。

第四章 結論與建議

第一節 結論

本研究蒐集英國、瑞典、美國、香港、新加坡、德國、日本...等國之既有建築物節能改善制度與政策發展，藉文獻分析與比對，提擬臺灣既有建築物節能改善所需具備的評估架構，並依其評估架構發展自主檢核表，以供民眾自力查核與改善，最後以實際改善案例探討投入成本-減碳效益，藉此提擬臺灣既有建築物節能改善策略機制。本研究重點結論如下：

1. 既有建築物節能改善應以不違背使用者「舒適健康」為前提。

據各先進國家策略面分析可知：既有建築物節能改善須利基於良好的環境品質，因此，本計畫提擬以「環境效率」評估思維，作為既有建築物節能策略分析之主要方法。

2. 本研究依各國既有建築物節能改善策略，歸納出：

回顧國際既有建築物節能策略可發現：各國皆提倡「因地制宜」的設計思維，並提出控制既有建築市場耗能重點為：「軀殼體保溫與隔熱」、「高效率設備機具的使用與設計」二者，而後加以制定適切的改善規範、廣納市場改善技術、分析改善成本與效益，建立一透明化的公平建築交易市場。

各國目前既有建築物節能改善主力皆著重於「住宅」市場中，惟相較於公部門的改善方式與流程，住宅改善因牽涉私有產權、經費來源等問題，所需突破的行政面將更為複雜化。由國際案例統合建議可：回歸臺灣的地理氣候與生活文化條件，若一廂情願的將國際既有建築物節能改善策略技術全數移植，勢必不可行，臺灣除可參考部分節能技術外，國內既有建築物節能改善重點應著重於：

- 〔1〕 提升建築軀殼體(屋頂、牆面、開口部)的隔熱性能；
- 〔2〕 提倡高效率設備節能改善；
- 〔3〕 發展再生能源供給；
- 〔4〕 建構健全之能源管理系統；
- 〔5〕 合宜的建築物理環境控制。

既有建築物節能改善技術之研究

3. 本研究分析臺灣既有建築物節能改善技術之使用普及性，發覺民眾對於設備更換較具認知，但若改曬技術牽涉建築規劃或設計手法之應用，在認知不足下較難以有所作為。
4. 本研究擬議自主檢核表，並藉由民眾填寫反饋與專業者覆核之交互對照下，確立自主檢核表之普及性與適用性。
5. 依案例之「成本-效益」分析可知：影響既有建築物改善效益的因子不僅為成本，既有建築或設備機能的衰退情況、使用年限、設計手法、設備運轉時間、是否具相對應的節能配套措施...等，皆會影響既有建築節能效益。

第二節 建議

建議一

台灣既有建築物節能改善技術項目可供一般民眾參考或供各部會應用於相關既有建築物改善計畫中：立即可行建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

本年度所擬議出之既有建築物節能改善技術可達民眾自主檢核與供公部門相關單位健全管理既有建築物節能改善。

建議未來可將合宜之改善技術加以推廣與應用於各獎勵與補助案中(如：建築節能與綠廳舍改善補助、民間建築物綠建築診斷評估...等)。

建議二

制定相對應之市場運作機制並積極推廣既有建築物節能改善：長期性建議

主辦機關：內政部建築研究所

協辦機關：內政部營建署

既有建築物節能改善市場之健全化運作需搭配「獎勵補助」、「技術規範」、「評估認證」等配套措施，並仰賴「產」、「官」、「學」三方之力。在執行臺灣既有建築物節能改善策略時，需同步擬定時程控管與執行效益檢討，並透過示範推廣、獎勵補助等方式，活化既有建築物改善相關市場。

建議可參考今年度研究成果，持續進行既有建築物基本型態分類、節能改善技術項目手法彙整及能源使用普查，並將其應用至綠建築評估指標-RN版、智慧建築標章、綠建材推廣...等計畫中，以兼顧市場上97%既有建築物節能改善健全體制之建構。

附錄一 期初審查意見及回應一覽表

內政部建築研究所 101 年度
「既有建築物節能改善技術之研究」委託研究計畫案
審查意見及廠商回應一覽表

項次	審查委員意見	廠商回應
1	節能技術具有科學計算之客觀評估特質，建議執行團隊應提出相關具科學量化之評估技術方法，以確保節能評估技術研究成果之可行性。	感謝委員的建議，本團隊將著重探討既有建築物改善前後節能效率之提升比例，並蒐集改善成本、改善前後用電量、改善前後排碳量…等客觀科學量化數據，以統計學觀點進行探討，以確保節能評估技術研究成果之可行性與完整度。
2	計畫執行進度表之工作項目列出許多關於綠建築評估之工作，其與本案之節能改善技術執行，似無明顯關連，建議應予以修正。	感謝委員的建議，因本案節能建築改善之評估主要為：導入「環境效率」觀點解析。在「節能」之產出下需兼備「健康」的確保，恰符合目前國際綠建築發展趨勢，因此在資料蒐集與研究分析上，將擴大搜尋既有建築物綠建築「節能」方針與評估方式，以擴大本研究實質效益與應用層面。
3	本案提出以環境效率之評估概念進行相關節能技術評估研究，具有創新及綜觀之特色，值得肯定。	感謝委員的建議，目前於 ISO 規範與國際公認之 CASBEE 評估系統中皆已落實環境效率之評估概念，證明此方式具評估價值性，本研究將持續努力，開發臺灣本土版適用之評估系統。

4	<p>本計畫對改進目前國內建築物節能效率，具有重大貢獻，值得肯定。</p>	<p>感謝委員的建議，本研究期望可將其成果應用於臺灣 97%之既有建築物節能改善中，以提升臺灣建築市場中整體節能與減碳效益。</p>
5	<p>本案預期提出之民眾參與誘導策略方向為何，建請補充說明。</p>	<p>國際既有建築物節能政策中具許多民眾參與誘因，如：日本政府所提出的節能家電補助方案 Eco-Point 制度自 2009 年上路後，即有效扮演振興經濟與鼓勵採購綠色產品之角色；日本國土交通省於 2010 年 3 月實施住宅版環保積分制(eco-point)，拉動國內市場內需，促進節能消費；國際上許多地方政府亦具備專屬之政策基金或與地方民間團體合作推廣，以補助與輔導形式增進市民自身對於既有建築物節能改善的意願。本團隊將廣泛蒐集各國政策與配套機制，並統合歸納與分析，以提供參考。</p>
6	<p>本案規劃自主檢查表之擬訂方向、目標及預計涵蓋面向等內容，建請納入於研究計畫書補充。</p>	<p>感謝委員的建議，自主檢查表之擬訂方向、目標及預計涵蓋面向等內容將納入研究計畫書中補充說明。</p>
7	<p>本計畫資料蒐集完整，研究方法具體可行，將有助於既有建築物節能改善</p>	<p>感謝委員的建議，本團隊將持續網羅各領域專家顧問，以專家諮詢方式使總體研究成果更具應用</p>

	之推動。	價值性。
8	有關節能改善案例驗證相關量化資料、項目之選取，建議應考量其是否具有代表性，以確保評估機制之成效。	感謝委員的建議，節能改善案例驗證相關量化資料、項目之選取將以文獻回顧法以及網羅歷年政府各部會獎助之改善案，並以統計學上研究方法客觀驗證與分析其代表性，以確保評估機制之成效。
9	依照本案需求說明及服務建議書所列計畫目標，本研究將調查檢討適合台灣氣候條件的節能改善技術，對應本研究主題係以既有建築節能改善為標的，後續研究成果建議納入個別節能技術分析與探討(包含技術項目、適用對象、成本、施工執行難易度及節能成效等)，並彙整完成相關節能改善技術手冊，以利一般民眾參用。	感謝委員的建議，本案將依需求說明書所列之計畫目標達成： (1) 調查檢討適合台灣氣候條件的節能改善技術。 (2) 納入個別節能技術分析與探討(包含技術項目、適用對象、成本、施工執行難易度及節能成效等)。 (3) 彙整完成相關節能改善技術手冊，以利一般民眾參用。
10	本案建議補充目前文獻針對既有建築能源消耗的占比研究成果，如建築空調、照明、家電及其他動力用電或能源，以供後續節能改善技術應用分	感謝委員的建議，本案將於文獻回顧中補充說明臺灣既有建築能源消耗的占比研究成果，以強化總體研究成果。

	析。	
11	依評分表之評選項目，本案在「創意或自由回饋項目」的內容為何？請補充說明。	感謝委員的建議，本案落實環境效率之評估概念，並在「節能」之前提下兼備「健康」的確保，更進一步運用環境效率之運算模型，試驗證評估節能策略之價值性。日後將可為研擬如日本Eco-Point 制度之補助方案，建構實質回饋民眾參與之措施。
12	本案研究團隊長期致力於綠建築及綠建材相關研究，經驗豐富，將足以勝任本研究計畫工作，惟本所歷年在建築節能相關研究成果豐碩，建請執行單位可依其納入相關文獻中彙整呈現，並將研究重點放在預期成果第3項，有關既有建築物節能改善自主檢核表之擬訂，並將改善成本與替代方案等評估要項納入，俾供民眾改善之參考。	感謝委員的建議，本案將於文獻回顧中補充貴所歷年在建築節能相關研究成果，並將研究重點放在預期成果第3項，並將改善成本與替代方案等評估要項納入評估要項，以強化總體研究成果並供民眾實質改善之參考依據。

廠商簽章：

業務單位審查簽章：



徐嘉晴 101.1.20

附錄二 期中審查意見及回應表

內政部建築研究所 101 年度

「既有建築物節能改善技術之研究」委託研究計畫案

期中審查意見回應表

項次	審查委員意見	執行單位回應
1.	<p>中華民國全國建築師公會(陳建築師俊芳)</p> <p>1. 由於既有建築物數量龐大,有關本研究規劃之建築審核服務團,鑑於地方縣市政府人力短絀,建議宜委由相關專業公會團體執行。</p> <p>2. 有關改善措施之稅賦獎勵,建議相關草案研訂完成後,邀請稅賦主管機關研商其可行性,俾利後續推行。</p> <p>3. 改善技術若涉及室內裝修或變更使用時,應依建築相關法令辦理。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>本研究主探討「既有建築物節能改善技術」,對於相關配套策略將以文獻回顧方式羅列各國作法,供未來參考之,若日後相關建築審核服務團隊成立,本研究亦建議可委由相關專業公會團體執行。</p> <p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>本研究將持續收集各國既有建築物改善技術與策略之相關作為,並納入報告書中供參酌。</p> <p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>改善技術若涉及法令規範,確實應依循建築相關法令辦理。</p>
2.	<p>財團法人綠色基金會(陳工程師益祥)</p> <p>因空調效率會隨著使用年限而衰減,建議自主檢核表應納入設備使用年期,俾作為統計參考之依據。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>本研究於自主檢核表中已以10年為劃分,將設備檢核納入使用年期考量。</p>
3.	<p>于總經理寧(梁教授漢溪代)</p> <p>1. 研究目的宜更明確,建議調整研究架構,俾能與預期成果契合。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>研究架構與重點項目已予以調整。</p>

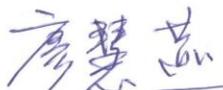
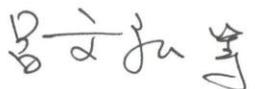
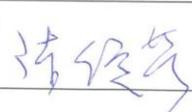
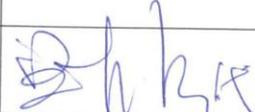
	2. 研究架構與流程建議簡化，俾能符合研究主題。	感謝委員寶貴的建議。 研究方式與架構已予以簡化。
	3. 未來挑選案例之改善項目，應就其技術方法加以區分，考量其困難度建議應儘早規劃執行。	感謝委員寶貴的建議。 改善項目已就其技術方法加以分類。
4.	王總幹事榮吉 1. 本研究針對國內外既有建築物之改善技術、分析與建議，極具參考價值。	感謝委員寶貴的建議與肯定。
	2. 本研究所提建議事項，建置既有建築物節能改善評估架構與相關制度之建立，立意良好，未來如何推動，建議研究團隊審慎規劃，俾利政策推動參考。	感謝委員寶貴的建議。 已持續研擬與建構國內外節能改善評估架構與相關制度資訊。
	3. 國內屬都會型群聚集合之建築型態，其推動應從區域及公有建築物著手，並列為優先推動之執行項目。	感謝委員寶貴的建議。 目前台灣政府之相關政策確實依此方向執行。
5.	李教授魁鵬（周教授鼎金代） 節能技術改善之內容，建議能將成本效益納入，以供使用者作為選取之參考。	感謝委員寶貴的建議。 已將初期改善成本納入研究中。
6.	陳教授啟仁 1. 本研究是否僅著眼於使用營運階段，報告所稱之生命週期，其與節能改善之建築生命階段定義是否相同，應予以釐清。	感謝委員寶貴的建議。 本研究著重探討「既有建築物節能改善技術」，因改善技術項目繁複，本年度先建構其項目架構，並代入實際改善案例，探討「成本-節能效益」之關聯性。
	2. 本研究現階段研究方向與研究主題略有差距，建議應以節能改善技術為主軸，並搭配相關成本與效益分析，方能	感謝委員寶貴的建議。 本研究已以節能改善技術為主軸，並搭配相關成本與效益分析。

	有效提升研究成果。	
	3. 各類型建築之環境效率評估模式應有其個別之特徵，建議應納入後續研究辦理。	感謝委員寶貴的建議。 本研究已將此部分納入後續研究中辦理。
7.	楊教授冠雄（張教授益誠代） 1. 建議可將國內既有低碳社區標章制度或評量指標等相容思維，納為後續相關改善策略規劃之參考。	感謝委員寶貴的建議。 本研究已參考國內低碳社區標章制度或評量指標等思維，納為研究之參考文獻。
	2. 本研究現階段執行重點內容與預期目標不一致，建議具體補充敘明既有建物節能改善技術之亮點策略與預期效益。	感謝委員寶貴的建議。 本研究已將「節能技術」作為研究重點，並搭配國內外相關策略，以供參考。
	3. 本計畫案執行團隊試圖以 Eco-efficiency 方式，進行 quantitative indicator system 設計。惟如何具體掌握 LC-Cost 及克服其 Uncertainty，建議執行團隊具體敘明與界定其範疇。	感謝委員寶貴的建議。 後續將具體敘明研究範圍，並會於報告書中將相關研究定義明確說明。
8.	主席 1. 本計畫重點為研提既有建築節能改善技術，以作為改善規劃之參考，故除技術工法外，建議應將成本分析、改善成效及技術工法之限制等評估因子納入，並依據不同建築型態予以分類，提出相關手冊或指引，俾利後續推廣。	感謝主席寶貴的建議。 本執行單位將持續將成本分析、改善成效及技術工法之限制等評估因子納入，以提供後續他案手冊或指引之參酌。

	<p>2. 本研究有關國外推動節能改善獎勵的比較分析，相當完整，請執行單位協助彙整提供相關說明資料，以供後續規劃相關政策之參考。</p>	<p>本執行單位將持續彙整國內外相關改善技術與策略，以供後續規劃相關政策之參考。</p>
--	--	--

內政部建築研究所

召開本所 101 年度委託研究案「既有建築物節能改善技術之研究」、「住宅類建築 CO2 排放量調查與推估模式分析研究」及「台灣綠建材標章納入建材碳足跡評估機制之研究」等 3 案期中審查會議簽到簿

時 間：101 年 7 月 4 日（星期三）上午 9 時 30 分			
地 點：本所簡報室（新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓）			
主 席：廖組長慧燕  記 錄：呂文弘等 			
出席人員	簽到處	代 理 人	
		職 稱	簽 到 處
行政院環境保護署	技正 李奇樺 		
經濟部能源局			
內政部營建署			
台灣電力公司			
中華民國全國建築師公會	法經安 		
中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會			
財團法人綠色基金會	工程師 陳登祥 		
美商麥肯錫亞洲股份有限公司			
于總經理寧			
王總幹事榮吉	王榮吉 		
李委員魁鵬			

文弘

[虎嘯開 1015177S] 9

既有建築物節能改善技術之研究

陳教授啟仁	陳啟仁		
袁處長紹英			
黃副院長宗煌			黃宗煌
楊教授冠雄			
顧教授洋			
呂研究員文弘	呂文弘		
姚副研究員志廷			姚志廷
徐研究員虎嘯	徐虎嘯		
臺灣建築學會	許維宏	洪鑫英	
財團法人台灣建築中心			
劉教授光盛	劉光盛		
林副執行長杰宏			林杰宏
陳教授念祖	陳念祖		
相關人員	陳怡寬	陳振成	蔡玉珊
	吳妍婷	黃志行	
	謝雨桐		

文弘

[虎嘯開 1015177S]

附錄三 期末審查意見及回應表

內政部建築研究所 101 年度

「既有建築物節能改善技術之研究」委託研究計畫案

期末審查意見回應表

項次	審查委員意見	執行單位回應
1.	<p>行政院環境保護署</p> <p>有關本計畫研訂之自主檢核表，建議可進一步與經濟部 ESCO 節能服務團隊進行意見交流，以擴大成效。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>本研究將此資訊納入報告書 P. 76 中，以提供後續研究參酌。</p>
2.	<p>中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會</p> <p>1. 有關自主檢核表之計分方式，建議應針對節能改善項目給予不同權重，以便更精確檢核。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>自主檢核表內之項目與權重係經由專家學者討論所研訂，建議日後相關計畫可透過實際案例之節能改善手法與專業者複查等機制進行修正，並給予不同權重計分，以便更精確檢核。</p>
	<p>2. 有關自主檢核表中之專業者複查，其專業者之資格與權責為何，建議應於計畫中擬訂，俾利後續執行。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>本研究建議專業複查者須為其領域背景中擁有至少 2 年資歷之資格者(P. 89)。</p>
3.	<p>中華民國全國建築師公會</p> <p>1. 自主檢核表之使用對象為何，如為集合住宅，係由住戶或管委會填寫，請補充說明。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>住宅(公寓大廈)類之自主檢核表係由管委會為填寫對象，檢核範圍為公寓大廈之公共空間，暫不含住家之私領域範疇。</p>
	<p>2. 另有關開口部節能改善，應非一般民眾可自主檢核之項目，建議應予以刪</p>	<p>感謝委員寶貴的建議。</p> <p>一般民眾可藉由：太陽是否在某一</p>

	除。	時段下直射室內，使室內溫度升高…等問題辨別開口部是否應加設遮陽隔熱設施，在問卷試填時民眾皆可理解問題內容，故建議予以保留。
4.	財團法人綠色基金會 自主檢核表可有效提供使用者做為自我評量建築節能改善之參據，惟是否所有建築類型的檢核項目均相同，建議應予以考量。	感謝委員寶貴的建議。 因不同建築類型之檢核項目會有所差異，故本年度將自主檢核表分為辦公類、住宅(公寓大廈)類與學校類(詳附錄六)。
5.	台灣電力公司會 有關提升建築外殼之隔熱性能部分，建議提出可行方案，以擴大推廣成效。	感謝委員寶貴的建議。 目前建築外殼隔熱手法眾多，惟實際應用牽涉建築類型、工法等限制，建議未來可另案討論。
6.	于總經理寧 1. 報告書字體太小，圖看不清楚；另期中會議審查意見之回覆資料缺漏，請修正。	感謝委員寶貴的建議。 已於報告書中補齊相關文件，報告書格式將依「內政部委託研究計畫作業規定」辦理。
	2. 期末報告不宜有「將」、「擬」等字眼，英文摘要中亦不宜有「Estimated Goal」等文字。	感謝委員寶貴的建議。 文字疏漏及誤繕部分，已依委員意見修正。
	3. 報告書 P. 55 有關新加坡的介紹重複，P. 72 文字「印度核與殼牌」及 P. 99 序號錯誤，請修正。	感謝委員寶貴的建議。 已依委員意見修正。
	4. 有關報告書第 3 章第 2 節之「自主檢核表設計」與第 3 節之「改善案例之成本效益計算」，應將相關計算過程完整	感謝委員寶貴的建議。 已於報告書中補齊相關計算過程與文字說明。

	呈現。	
7.	<p>王總幹事榮吉</p> <p>1. 本研究案針對既有建築物改善技術項目、節能履歷之建構已有明確之定義。</p>	感謝委員寶貴的建議與肯定。
	<p>2. 本案針對國內辦公類、學校類、住宅類既有建築物建立之節能改善效率評估模型，具有參考意義。</p>	感謝委員寶貴的建議與肯定。
	<p>3. 獎勵補助制度之方式眾多，亦具有相當之成效，未必需透過賦稅減免的手法來達成。</p>	感謝委員寶貴的建議，已於報告書中修正。
8.	<p>楊教授冠雄</p> <p>本計畫架構完整，彙整國外許多可行之綠建築發展策略，並嘗試借鏡導入我國參考。由於國外先進國家許多位於溫帶或寒帶，為使其具體節能改善策略，導入更適合我國應用，建議可參考建研所歷年出版之綠建築相關改善案例與技術彙編手冊內容，選取其中良好之節能技術策略加以運用，以獲得良好成果。</p>	<p>感謝委員寶貴的建議與肯定。</p> <p>本研究已參酌建研所歷年出版之綠建築相關改善案例與技術彙編手冊內容。</p>
9.	<p>主席</p> <p>1. 本所歷年辦理之綠廳舍、空調節能與室內環境改善案例，提供多樣之改善手法，並已將其成果集結編彙成手冊，供民眾參考，建議應將其納入研究呈現。</p>	<p>感謝主席寶貴的建議。</p> <p>本研究已將各部會相關改善計畫及貴所歷年研究成果作為參考資料並在報告書中呈現。</p>

	<p>2. 除建築外殼之節能改善外，室內照明與空調因其改善效益大，亦應納為各類建築節能之改善重點，並建議獨立列為自主檢核表之改善項目。</p>	<p>感謝主席寶貴的建議。 本年度之自主檢核表以6案例分析後確實可查核出室內照明與空調改善之重要性，建議後續可加入權重探討，以其給予更有效益之計分方式。</p>
--	---	--

內政部建築研究所

召開 101 年度委託研究「既有建築物節能改善技術之研究」、「住宅類建築 CO2 排放量調查與推估模式分析研究」及「台灣綠建材標章納入建材碳足跡評估機制之研究」等 3 案期末審查會議。

時 間：101 年 11 月 2 日(星期五)上午 9 時 30 分			
地 點：本所簡報室(新北市新店區北新路 3 段 200 號 13 樓)			
主 席：陳副所長瑞鈴		陳瑞鈴	
		紀錄：	
出席人員	簽 到 處	代 理 人	
		職 稱	簽 到 處
行政院環境保護署	李奇樺		
經濟部能源局			
內政部營建署			
中華民國冷凍空調技師公會全國聯合會	王偉棟		
中華民國全國建築師公會	李靜怡		
財團法人綠色基金會	蘇鴻昌		
台灣電力公司	李公暉		
美商麥肯錫亞洲股份有限公司台灣分公司			
于總經理寧	于 寧		
王總幹事榮吉	王榮吉		
李委員魁鵬	(請假)		

既有建築物節能改善技術之研究

陳教授啟仁			
黃副院長宗煌			
楊教授冠雄	楊冠雄		
蕭執行秘書慧娟	(請假)		
顧教授洋	(請假)		
臺灣建築學會	(請假)		
財團法人台灣建築中心	蘇宜珊		
劉教授光盛	劉光盛		
林副執行長杰宏	李訓台代		
陳教授念祖	陳念祖		
鄭主任秘書元良			
廖組長慧燕	廖慧燕		
徐研究員虎嘯	徐虎嘯		
呂研究員文弘	呂文弘		
姚約聘副研究員志廷	姚志廷		
相關人員	陳怡勳	孫妍婷	葛惟薰
	孫秉豐	陳麗任	

附錄四 第一次專家會議記錄

101 年度「既有建築物節能改善技術之研究」

第一次專家諮詢會議紀錄

一、時間：101 年 8 月 17 日(星期五)下午 2 時 正

二、地點：國立成功大學建築科技大樓

三、主席：江教授哲銘

紀錄：廖妍婷

四、出席人員：詳簽到單

五、主席致詞：(略)

六、業務單位報告：(略)

七、出(列)席人員發言要點：

張教授珩

1. 架構與自立檢核表項次似乎無法對照(並不相符)，第一版相較符合架構，第二版變得複雜很多，且有很多項目不在架構中。
2. 自立檢核表宜以一頁為原則，項目需簡單並容易計分。
3. 依據 PPT p.15 台灣本土技術要點也包括遮陽與通風，但在架構內沒有見到。

荊教授樹人

1. 國際案例的選擇多為取暖為主的國家，和台灣環境氣候相仿的部分較為不足。
2. 國外技術及策略部分，亦可將其困擾、問題、或執行困難的經驗列入分析，以作為國內相關規劃的依據。
3. 自主檢核表及自訴資料表的內容有多項不易達到實質狀況的了解，請參考原稿的意見。
4. 各案應可提出分析後、有效改善效益的建議項目，包括能資源及成本等。

陳教授念祖

1. 有關既有建築物節能技術架構，建議可從”自然採光(設計)”、”自然通風(設

計)”、“遮陽”、“隔熱”、“設備”等方面加以考量。目前架構中欠缺採光、通風、遮陽等節能手法及技術，但仍需符合既有建築之屬性。

2. 有關壁體隔熱之作法，除了外牆的隔熱，亦有內牆隔熱處理的方式，可考慮加入，建議外牆改為”牆體”。
3. 玻璃輻射熱屏障的部分建議將”太陽能薄膜...”該項改為”隔熱塗層”，玻璃更新改為”隔熱玻璃或節能玻璃”。
4. 高效率通風內之敘述建議修正，主要應是考量”節能空調”，建議小分類之技術名稱另有一個說明(含技術舉例)。
5. 建議先釐清自主檢核表之功能為何？太簡單，資訊不足、太複雜，填寫困難，可將兩版本重新核對，選擇與節能相關之項目，提出一折衷方案，或許可以對應節能技術之架構，查核完直接開藥方(技術勾選)。

賴教授啟銘

1. 技術向至檢核表(計畫書所述)、技術表向至檢核表(兩者為會場提供)那些是必須的？
可回歸計畫內容，內容包含能源或 IEQ 或兩者兼具？應予清楚定調。
(民家)向至檢核表宜以問題至訴為至、且可對焦到可行的技術手法。
2. 更新途徑就如同報告所述，包含建築軀體及設備，欲清楚得到投入(更新工作)-產出(能源效益或換算成金錢)兩者的關係，初期成本、回收年限、未來各年的產出(能源效益或換算成成本效益)各者必須清楚得之。設備更新可較清楚得之，唯在計算回收年限時，未來各年的產出(如以成本效益金錢計算)應以現值法(PV)逆算回現值，以為比較。至於軀體改善部分，則較複雜，必須將更新後的構造部位其熱性能估算或測得之，進而方能得到未來的產出(能源)，然後方能依上述計量其 O/I 效益。
3. 本計畫案例數與樣態甚多，宜以一或二種軀體改善工法(熱性能較為清楚者)配合耗能整體及 PV 法來加以進行。

邵教授文政

1. 本年度若針對住宅、辦公室及學校之既有建築節能改善技術，則請先分析其節能手法之差異性，是否可共用一套(一種)表單，或需分三種類型各別處理，再請深入研究。
2. 技術之大中小分類已趨完備，應與檢核表結合，同時簡化其難度，避免無法提供一班民眾填寫。
3. 未來若需計分與設定基準或節能等級，建議參考亞熱帶國家之相關基準，並提擬未來之規畫方向。
4. 如何評估效益？計算方式為何？

林教授沂品

1. 節能項目擬定與民眾自主檢核內容似乎未做連結，應重新建構相關聯之項目與檢核，以利未來評估與改善問題點、技術之參考。
2. 計畫所蒐集之案例多為先進國家溫寒帶區域，建議多增加氣候與緯度與環熱帶圈之國家節能之案例，以利台灣實質應用參考。
3. 大中小分類是否加入建築類別之差異性需求。
4. 自主檢核表內容若以民眾為主，在室內健康之相關文字應管換成感受其與節能之關係。如，換氣不足，可改成因節能設施造成悶熱感。
5. 節能成本估算之實用性，未來可根據某些目標導向，如節能、成本、健康等個別提出改善技術之優先順序或星等提供挑選。
6. 建築物年限與改善技術之關係是否需要評估其投入效益。

曾教授俊達

1. 由簡報資料顯示英國重視管理、瑞典重視策略、德國重視技術、日本重視情報。建議：台灣在現有建築物節能改善技術可依據情報蒐集、策略管理、技術研發、品質管理，四項來進行。
2. 建議將”既有建築物節能改善自主檢核表”修正為”既有建築物節能檢核表”。依序：a.建築基本資料表(*建物情報蒐集) b.建築物現況(*策略) c.建物居住環境(*技術構法) d.建物節能改善項目(*品質控管)。

八、執行單位回覆：

執行團隊將同步檢討各委員對於本案所給予之建議方向，並盡快彙整於期末報告中。

九、散會：下午 4 時 正

內政部建築研究所

101 年度 既有建築物節能改善技術之研究

第一次專家諮詢會議 簽到表

一、會議時間：101 年 08 月 17 日(星期五)下午 02 時 00 分

二、會議地點：國立成功大學 建築科技大樓 5 樓會議室

(台南市大學路一號)

三、會議主持人：江哲銘 教授 江哲銘

四、計畫主持人：劉光盛 教授 劉光盛

四、指導單位：

內政部建築研究所 _____

五、出席委員：(依姓氏筆畫排序)

- | | |
|------------------|------------------|
| 東方設計學院室內設計系 | 林教授沂品 <u>林沂品</u> |
| 臺北科技大學建築系 | 邵教授文政 <u>邵文政</u> |
| 嘉南藥理科技大學環境工程與科學系 | 荊教授樹人 <u>荊樹人</u> |
| 國立成功大學建築系 | 張教授珩 <u>張珩</u> |
| 東方設計學院室內設計系 | 陳教授念祖 <u>陳念祖</u> |
| 國立成功大學建築系 | 曾教授俊達 <u>曾俊達</u> |
| 國立成功大學土木系 | 賴教授啟銘 <u>賴啟銘</u> |

六、執行單位：

- | | |
|-----------|----------------|
| 國立成功大學建築系 | 廖妍婷 <u>廖妍婷</u> |
| | 江逸章 <u>江逸章</u> |

附錄五 第二次專家會議記錄

101 年度「既有建築物節能改善技術之研究」

第二次專家諮詢會議紀錄

一、時間：101 年 9 月 27 日(星期五)上午 10 時 正

二、地點：國立成功大學建築科技大樓

三、主席：江教授哲銘

紀錄：廖妍婷

四、出席人員：詳簽到單

五、主席致詞：(略)

六、業務單位報告：(略)

七、出(列)席人員發言要點：

張教授珩

1. 項目架構表中：通風節能可與其他建築設計手法整合成「建築規劃設計」(即「建築計畫」)一大項，其層次較為合理，由此可見此為台灣既有建築物節能設計較弱之部分。
2. 依建築物類別而言，各類建築物的雷達圖軸應有其差異性，可加以探討。
3. 自主檢核表中項目應檢核目前「建物狀況」再依據現況推導是否有改善需求，可以得分點評斷其需求度。

荊教授樹人

1. 既有建築物節能與基地周邊環境狀態有密切相關聯，建議可在本計畫中列入初步評估的項目，並建立評估方法與範圍。
2. 部分項目在過去施作比例偏低，可能是民眾在「認知」上的不足，包含：作法、效益、成本等資訊的不足，故建議可初步建立各種作為的成本效益評估，以作為有效應用的依據。
3. 部分永續校園的案例是否可列入資料庫中統計？

陳教授念祖

6. 評估架構中的「通風節能」一項似乎與其他項目不為同一層級，設備節能

中的空調節能亦可歸屬通風節能，容易混淆，建議針對各項分類再重新定義。

7. 簡報 p.20 中表列的主觀條件未來可再展開，歸納出幾種面向加以說明，如：技術成熟度、施工難易度、成本、效益、維護管理及其他限制...等，將來此成果可供民眾參考。
8. 成本效益分析之實質分析方式尚不清楚。
9. 部分節能設計手法現階段未考慮，是否應加入?如：採光、導光。
10. 自主檢核單建議依建築類型分類。
11. 提供民眾的自主檢核表應口語化陳述。
12. 自主檢核表可有更細緻的計分規範。

賴教授啟銘

4. 節能改善技術項目「普及性」的探討：
 - 〔1〕建物外殼高「反射率」塗裝是否係指 albedo?
 - 〔2〕太陽能薄膜是否指隔熱節能膜(截斷 NIR 之用)?
5. 公寓大廈電力設備節能改善部分：
 - 〔1〕空調部分可加入：空調設備已 10 年以上未更新、冷度不足之檢核。
 - 〔2〕可加入設備奇異噪音檢核，以注意轉功機器之老化。
 - 〔3〕可加入電費單功因數未達 98% 之檢核。
6. 成本效益分析：建議可挑選(有呈現節能效益)部分改善技術，依該項發包金額估計初期成本，並以各年節能換算為金額後，可改以現值法轉成初期(第二百零年)的尾數，據此，可算出 I-O 值。

曾教授俊達

1. 文獻分析中引用 WBCSD-VISION 2050 REPORT，宜清楚定義地區(如：歐洲、美洲、亞洲)或國家(如：美國、中國、日本、台灣...)，以避免引用數據混淆。
2. 報告書中第二章「國際綠建築發展現況」應增加台灣目前之發展現況介紹。

3. 檢核表中宜適度說明與文獻分析中的引用來源與依據為宜。
4. 檢核表宜加入標題(主題)、填表人、日期...等基本資料。
5. 建議評估項目「通風節能改善」可修正為「環境控制效益檢討」。

李教授訓谷

1. 簡報 21 頁之架構檢討中，研究團隊針對 93-100 年「既有建築物綠建築改善」案例中獲得：構造體與節能設備改善兩項之比重為最大，此為重要發現。然而，其他三項之改善效益其實是在其他部會署的計畫中，建議也一併內入討論或陳述，以進一步突顯本案主題。
2. 建議將評估項目中的「LOW-E 玻璃安裝」修改為「節能玻璃安裝」；「內牆隔熱壁材裝設」修正為「牆體隔熱壁材裝設」；「太陽能薄膜設置」修改為「薄膜式太陽能光電窗」或「隔熱膜」。
3. 自主檢核表單由申請單位填寫，是否會因申請單位之專業性不足而降低申請與推行意願？建議在報告書中增加「專業評估人員(如節能風水師)輔導自主檢核表單填寫」之可行性。
4. 請確認 HEMS 為 Health Emergency Medical Service 或是 Home Energy Management Systems。

八、執行單位回覆：

執行團隊將同步檢討各委員對於本案所給予之建議方向，並盡快彙整於期末報告中。

九、散會：下午 4 時 正

內政部建築研究所

101 年度 既有建築物節能改善技術之研究

第二次專家諮詢會議 簽到表

一、會議時間：101 年 09 月 27 日(星期四)上午 10 時 00 分

二、會議地點：國立成功大學 建築科技大樓 5 樓會議室

(台南市大學路一號)

三、會議主持人：江哲銘 教授 江哲銘

四、計畫主持人：劉光盛 教授 劉光盛

四、指導單位：

內政部建築研究所 _____

五、出席委員：(依姓氏筆畫排序)

國立成功大學機械系 李教授訓谷 李訓谷

嘉南藥理科技大學環境工程與科學系 蒯教授樹人 蒯樹人

國立成功大學建築系 張教授珩 張珩

東方設計學院室內設計系 陳教授念祖 陳念祖

國立成功大學建築系 曾教授俊達 曾俊達

國立成功大學土木工程系 賴教授啟銘 賴啟銘

六、執行單位：

國立成功大學建築系 廖妍婷 廖妍婷

江逸章 江逸章

附錄六 自主檢核表

學校類
(不同棟建築物請分表填寫)

基本資料(必填)	1	校名：			
	2	地址：			
	3	建築名稱：			
	4	樓層數：地下 層、地上 層			
	5	建築使用特性(可複選)： <input type="checkbox"/> 行政辦公 <input type="checkbox"/> 一般教室 <input type="checkbox"/> 專科教室 <input type="checkbox"/> 綜合活動中心 <input type="checkbox"/> 演講廳或視聽教室 <input type="checkbox"/> 電腦教室 <input type="checkbox"/> 研究室、實驗室 <input type="checkbox"/> 宿舍 <input type="checkbox"/> 其他：			
	6	教師人數：	人、學生數	人	屋齡：
	7	填表人：	10	填表日期：	
	8	連絡電話：	11	其他(備註)：	

目的	範圍	檢核內容	計分		專業者複查
			小計	百分比	
建築構造體(隔熱)節能改善	屋頂節能改善	<input type="checkbox"/> 屋頂已超過 10 年以上未維護管理修繕。 <input type="checkbox"/> 屋頂採平屋頂設計。 <input type="checkbox"/> 屋頂隔熱防水層破損(地面破裂、剝落)。 <input type="checkbox"/> 屋頂落水口常堵塞淤積。			
	建築牆體節能改善	<input type="checkbox"/> 建築牆面已超過 10 年以上未維護管理修繕。 <input type="checkbox"/> 建築牆體裂損，大雨滲水。 <input type="checkbox"/> 建築內牆在下午時刻明顯感受較高溫度。			
	開口部節能改善	<input type="checkbox"/> 建築物開窗處偏向於東邊或西邊。 <input type="checkbox"/> 建築開窗部無遮陽設計或是遮陽設計無效。 <input type="checkbox"/> 建築開口部(開口部：窗戶、天窗)過大，太陽直射強，室內過熱。 <input type="checkbox"/> 室內局部空間在一日特定時間中持續(長時間)受太陽直射熱影響。			
設備節能改善	電力設備節能改善	<input type="checkbox"/> 電費單功因數未到達 98%。 <input type="checkbox"/> 電費經常性超約。 <input type="checkbox"/> 電力設備無經常性維護管理計畫。 <input type="checkbox"/> 電梯設備已 10 年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 部分設備機具運轉時有噪音，設備名稱： <hr/> <input type="checkbox"/> 夏季經常性使用空調系統，且空調系統已有 5 年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 照明無全面採用節能燈具。 <input type="checkbox"/> 避難逃生指示燈與消防燈具無全面採用 LED 節能燈具。			

目的	範圍	檢核內容	計分		專業者複查
			小計	百分比	
	節水改善	<input type="checkbox"/> 用水空間無節水設計(如：節水龍頭、節水閥、大小便斗節水設計...等)。 <input type="checkbox"/> 有長期持續性用水需求(如：植栽澆灌、廁所沖水)。 <input type="checkbox"/> 目前仍以自來水使用為主，自來水使用率約占此建築物之____%。			
	再生能源供給	<input type="checkbox"/> 有長期且大量使用熱水的需求(如：宿舍區)。 <input type="checkbox"/> 有再生能源利用(太陽能光電、風力發電、太陽能熱水器)設備裝設之意願。 <input type="checkbox"/> 有再生能源利用(太陽能光電、風力發電、太陽能熱水器)設備裝設之場所。 <input type="checkbox"/> 具相對應的合作廠商。 <input type="checkbox"/> 校內有可協助或諮詢之專業人員，請列舉(單位、職稱或系所)： _____			
	能源管理系統	<input type="checkbox"/> 有能源管理監控系統設置之需求與意願。 <input type="checkbox"/> 具相對應的合作廠商。 <input type="checkbox"/> 校內有可協助或諮詢之專業人員，請列舉(單位、職稱或系所)： _____			
建築環境控制 (建築規劃)	音環境	<input type="checkbox"/> (外環境或相鄰空間)有活動時常使室內有噪音干擾。 <input type="checkbox"/> 會議室使用音環境不佳(麥克風等音響設備聲音不悅耳、多人發言時易相互干擾...等)。 <input type="checkbox"/> 公共集會場所使用時，音環境不佳(麥克風等音響設備聲音不悅耳、多人發言時易相互干擾...等)。 <input type="checkbox"/> 部分設備機具運轉時噪音擾人，設備名稱： _____			
	光環境	<input type="checkbox"/> 空間照明有局部過亮或過暗的現象。 <input type="checkbox"/> 無法依使用需求調整適當的照明方式(如：無法僅開啟欲使用的照明空間，並關閉未使用的空間照明)			
	溫熱環境	<input type="checkbox"/> 窗戶採固定窗設置，或平日皆無開啟習慣。 <input type="checkbox"/> 設計採大面玻璃。 <input type="checkbox"/> 常感覺悶熱感或濕黏感。 <input type="checkbox"/> 穿廊、走廊或其他半戶外與室內空間於特定時節易有強風吹襲。 <input type="checkbox"/> 夏季需長期使用空調系統。 <input type="checkbox"/> 壁面或牆體有白華現象。			
	空氣環境	<input type="checkbox"/> 室內常有特殊氣味，且不易散去。 勾選此題，請描述氣味來源、特性： _____			

目的	範圍	檢核內容	計分		專業者複查
			小計	百分比	
		<input type="checkbox"/> 於室內一段時間後常有身體不適感(頭痛、胸悶、眼睛乾澀、精神不濟...等)，請描述症狀： <hr/> <input type="checkbox"/> 室內窗台或桌子 1-2 天後易有灰塵堆積現象。 <input type="checkbox"/> 室內裝修材料或櫥櫃開合使用時有刺鼻味道。			

其他(不包含於上述之問題者，請分項簡述)：

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

(若欄位不足請自行增加)

辦公類

基本資料(必填)	1	建築名稱：		
	2	地址：		
	3	樓層數：地下 層、地上 層		
	4	<input type="checkbox"/> 自有(擁有建物所有權)		<input type="checkbox"/> 租賃(僅有使用權)
	5	使用人員(員工)：		屋齡：
	6	填表人：	9	填表日期：
	7	連絡電話：	10	其他(備註)：

目的	範圍	檢核內容	計分		專業者複查
			小計	百分比	
建築構造 (隔熱) 節能改善	屋頂節能改善	<input type="checkbox"/> 辦公空間無涉及屋頂使用(若勾選此項，以下4項請空白)-此題不予計分。 <input type="checkbox"/> 1.屋頂已超過10年以上未維護管理修繕。 <input type="checkbox"/> 2.屋頂採平屋頂設計。 <input type="checkbox"/> 3.屋頂隔熱防水層破損(地面破裂、剝落)。 <input type="checkbox"/> 4.屋頂落水口常堵塞淤積。			
	建築牆體 節能改善	<input type="checkbox"/> 1.建築牆面已超過10年以上未維護管理修繕。 <input type="checkbox"/> 2.建築牆體裂損，大雨滲水。 <input type="checkbox"/> 3.建築內牆在下午時刻明顯感受較高溫度。			
	開口部 節能改善	<input type="checkbox"/> 1.建築物開窗處偏向於東邊或西邊。 <input type="checkbox"/> 2.建築開窗部無遮陽設計或是遮陽設計無效。 <input type="checkbox"/> 3.建築開口部(開口部：窗戶、天窗)過大，太陽直射強，室內過熱。 <input type="checkbox"/> 4.室內局部空間在一日特定時間中持續(長時間)受太陽直射熱影響。			
設備節能 改善	電力設備 節能改善	<input type="checkbox"/> 1.電費單功因數未到達98%。 <input type="checkbox"/> 2.電費經常性超約。 <input type="checkbox"/> 3.電梯設備已10年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 4.地下停車場使用自動式鐵捲門，且經常性使用。 <input type="checkbox"/> 5.揚水泵設備已10年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 6.設備機具運轉時有噪音，設備名稱： <hr/> <input type="checkbox"/> 7.夏季經常性使用空調系統，且空調系統已有5年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 8.照明無全面採用節能燈具。 <input type="checkbox"/> 9.避難逃生指示燈與消防燈具無全面採用LED節能燈具。 <input type="checkbox"/> 10.電力設備無經常性維護管理計畫。			
	節水改善	<input type="checkbox"/> 用水空間無節水設計(如：節水龍頭、節水閥、大小便斗節水設計...等)。 <input type="checkbox"/> 有長期持續性用水需求(如：植栽澆灌、廁所沖水)。 <input type="checkbox"/> 目前皆使用自來水。			

目的	範圍	檢核內容	計分		專業者複查
			小計	百分比	
再生能源供給		<input type="checkbox"/> 有長期且大量使用熱水的需求。 <input type="checkbox"/> 有再生能源利用(太陽能光電、風力發電、太陽能熱水器)設備裝設之 意願 。 <input type="checkbox"/> 有再生能源利用(太陽能光電、風力發電、太陽能熱水器)設備裝設之 場所 。 <input type="checkbox"/> 具相對應的合作廠商。			
能源管理系統		<input type="checkbox"/> 有能源管理監控系統設置之需求與意願。 <input type="checkbox"/> 具相對應的合作廠商。			
建築環境控制 (建築規劃)	音環境	<input type="checkbox"/> (外環境或相鄰空間)常有相干擾的噪音問題。 <input type="checkbox"/> 會議室使用時音環境不佳(麥克風等音響設備聲音不悅耳、多人發言時易相互干擾...等) <input type="checkbox"/> 部分設備機具運轉時噪音擾人，設備名稱：_____			
	光環境	<input type="checkbox"/> 空間照明有局部過亮或過暗的現象。 <input type="checkbox"/> 無法依使用需求調整適當的照明方式(如：無法僅開啟欲使用的照明空間，並關閉未使用的空間照明)			
	溫熱環境	<input type="checkbox"/> 窗戶採固定窗設置，或平日皆無開啟習慣。 <input type="checkbox"/> 辦公室設計採大面玻璃。 <input type="checkbox"/> 常感覺悶熱感或濕黏感。 <input type="checkbox"/> 夏季需長期使用空調系統。 <input type="checkbox"/> 壁面或牆體有白華現象。			
	空氣環境	<input type="checkbox"/> 室內常有特殊氣味，且不易散去。 勾選此題，請描述氣味來源、特性： _____ _____ <input type="checkbox"/> 於室內一段時間後常有身體不適感(頭痛、胸悶、眼睛乾澀、精神不濟...等)，請描述症狀： _____ _____ <input type="checkbox"/> 室內窗台或桌子 1-2 天後易有灰塵堆積現象。 <input type="checkbox"/> 室內裝修材料或櫥櫃開合使用時有刺鼻味道。			

其他(不包含於上述之問題者，請分項簡述)：

1. _____
2. _____
3. _____

(若欄位不足請自行增加)

住宅(公寓大廈)類

基本資料(必填)	1	建築名稱：		
	2	地址：		
	3	樓層數：地下 層、地上 層		
	4	請勾選： <input type="checkbox"/> 有管委會且正常運作 <input type="checkbox"/> 有相配合的保全公司		
	5	戶數：		屋齡：
	6	填表人：	9	填表日期：
	7	連絡電話：	10	其他(備註)：

目的	範圍	檢核內容	計分		專業者複查
			小計	百分比	
建築構造體(隔熱)節能改善	屋頂節能改善	<input type="checkbox"/> 大樓屋頂已超過 10 年以上未維護管理修繕。 <input type="checkbox"/> 大樓屋頂採平屋頂設計。 <input type="checkbox"/> 大樓屋頂隔熱防水層破損(地面破裂、剝落)。 <input type="checkbox"/> 大樓屋頂落水口常堵塞淤積。			
	建築牆體節能改善	<input type="checkbox"/> 建築牆面已超過 10 年以上未維護管理修繕。 <input type="checkbox"/> 建築牆體裂損，大雨滲水。 <input type="checkbox"/> 建築內牆在下午時刻明顯感受較高溫度。			
	開口部節能改善	<input type="checkbox"/> 建築物開窗處偏向於東邊或西邊。 <input type="checkbox"/> 建築開窗部無遮陽設計或是遮陽設計無效。 <input type="checkbox"/> 建築開口部(開口部：窗戶、天窗)過大，太陽直射強，室內過熱。 <input type="checkbox"/> 室內局部空間在一日特定時間中持續(長時間)受太陽直射熱影響。			
設備節能改善	電力設備節能改善	<input type="checkbox"/> 電費單功因數未到達 98% <input type="checkbox"/> 大樓電費經常性超約。 <input type="checkbox"/> 大樓電梯設備已 10 年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 大樓地下停車場使用自動式鐵捲門，且經常性使用。 <input type="checkbox"/> 大樓揚水泵設備已 10 年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 設備機具運轉時有噪音，設備名稱： <hr/> <input type="checkbox"/> 大樓部分空間於夏季經常性使用空調系統，且空調系統已有 5 年以上未更新。 <input type="checkbox"/> 大樓公共區域照明無全面採用節能燈具。 <input type="checkbox"/> 大樓避難逃生指示燈與消防燈具無全面採用 LED 節能燈具。 <input type="checkbox"/> 公共區域電力設備無經常性維護管理計畫。			
	節水改善	<input type="checkbox"/> 大樓公共區域用水空間無節水設計(如：節水龍頭、節水閥、大小便斗節水設計...等)。 <input type="checkbox"/> 大樓公共空間有長期持續性公共用水需求(如：植栽澆灌、公廁沖水)。 <input type="checkbox"/> 目前大樓公共區域皆使用自來水。			

目的	範圍	檢核內容	計分		專業者複查
			小計	百分比	
再生能源供給		<input type="checkbox"/> 大樓公共區域有長期且大量使用熱水的需求。 <input type="checkbox"/> 大樓有再生能源利用(太陽能光電、風力發電、太陽能熱水器)設備裝設之 意願 。 <input type="checkbox"/> 大樓有再生能源利用(太陽能光電、風力發電、太陽能熱水器)設備裝設之 場所 。 <input type="checkbox"/> 大樓有健全的管理委員會。			
能源管理系統		<input type="checkbox"/> 大樓有能源管理監控系統設置之需求與意願。 <input type="checkbox"/> 大樓有健全的管理委員會。 <input type="checkbox"/> 具相對應的合作廠商。			
建築環境控制 (建築規劃)	音環境	<input type="checkbox"/> (外環境或相鄰空間)有活動時常使室內有噪音干擾。 <input type="checkbox"/> 公共集會場所使用時，音環境不佳(麥克風等音響設備聲音不悅耳、多人發言時易相互干擾...等)。 <input type="checkbox"/> 部分設備機具運轉時噪音擾人，設備名稱：			
	光環境	<input type="checkbox"/> 空間照明有局部過亮或過暗的現象。 <input type="checkbox"/> 無法依使用需求調整適當的照明方式(如：無法僅開啟欲使用的照明空間，並關閉未使用的空間照明)			
	溫熱環境	<input type="checkbox"/> 窗戶採固定窗設置，或平日皆無開啟習慣。 <input type="checkbox"/> 常感覺悶熱感或濕黏感。 <input type="checkbox"/> 夏季需長期使用空調系統。 <input type="checkbox"/> 壁面或牆體有白華現象。			
	空氣環境	<input type="checkbox"/> 室內常有特殊氣味，且不易散去。 勾選此題，請描述氣味來源、特性： <input type="checkbox"/> 於室內一段時間後常有身體不適感(頭痛、胸悶、眼睛乾澀、精神不濟...等)，請描述症狀： <input type="checkbox"/> 室內窗台或桌子 1-2 天後易有灰塵堆積現象。 <input type="checkbox"/> 室內裝修板材或傢俱櫥櫃開合使用時有刺鼻味道。			

其他(不包含於上述之問題者，請分項簡述)：

(若欄位不足請自行增加)

附錄七 AHP 專家問卷

既有建築物改善評估系統

AHP 層級分析法專家問卷

親愛的專家先進，您好！

本次問卷利用層級分析法就「公寓大廈住宅類」、「辦公建築類」、「學校類」三大建築類型，探討既有建築物節能改善各項目之間的重要性程度與優先順序評比，並計算各評估因子間之權重。

懇請 依實務與研究經驗，以節能減碳成效與施作效益的優劣為考量，填寫之。

再次感謝您在百忙之中撥冗指教。

順頌
時祈

國立成功大學 建築系 江哲銘 敬上

聯絡電話：(06) 275-7575 轉 54166

傳真：(06) 208-3669

聯絡地址：701 台南市大學路 1 號國立成功大學建築研究所環境控制組

聯絡人：國立成功大學建築系

博士候選人 廖妍婷(0933-531324)

本問卷架構如下：

- 壹、基本資料
- 貳、問卷填寫說明範例
- 參、問卷內容
- 肆、因子釋意與問卷填寫
- 伍、建議與指導

壹、基本資料

- 一、性別：男 女
- 二、年齡：21-30 31-40 41-50 50-60 61-70 70 以上
- 三、專長領域：(可複選，請依專長在□內填寫 1、2，1—主專長，2—次專長)
 - 都市計劃與設計 建築 土木 室內設計 生態 能源
 - 環境科學 其他：_____
- 四、從事專業或研究年資_____年(以年為單位，無條件進整數位)

填表日期：____年____月____日

貳、問卷填寫說明範例

填寫說明：

表1 AHP 的評估尺度說明

尺度	定義	說明
1	Equal Importance 同等重要	兩個因素具有同等的重要性程度。
3	Moderate Importance 稍微重要	根據經驗和判斷，認為其中一個因素較另一個稍重要。
5	Essential or strong 重要	根據經驗和判斷，傾向偏好某一因素。
7	Very/strong Importance 相當重要	實際上非常傾向偏好某一因素。
9	Extreme Importance 極為重要	有證據確定，在兩相比較下，某一因素極為重要，強烈傾向偏好某一因素。
2,4,6,8	相鄰尺度間的中間值	需要折衷值時。

範例：

在您選擇汽車時，可能的考慮因素，其中有三項是：

1. 「功能」 2. 「價格」 3. 「外觀」

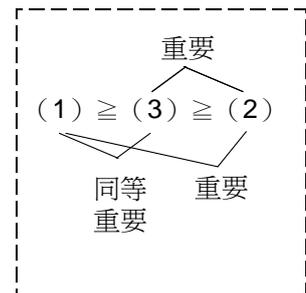
現在請您考慮一下，在您的心目中此三項因素的相對重要性為何？

(1) \geq (3) \geq (2)

左邊因素較右邊因素重要						右邊因素較左邊因素重要					
因素	強度	絕對重要	相當重要	重要	稍微重要	同等重要	稍微重要	重要	相當重要	絕對重要	強度
		9:1	7:1	5:1	3:1	1:1	1:3	1:5	1:7	1:9	因素
1. 功能				<input checked="" type="checkbox"/>							2. 價格
						<input checked="" type="checkbox"/>					3. 外觀
2. 價格								<input checked="" type="checkbox"/>			3. 外觀

說明：某君重要性排列為：(1) \geq (3) \geq (2)，且

- 某君認為汽車 1. 「功能」的重要性，相對於汽車 2. 「價格」而言，是「重要」，則在「重要(5:1)」下之空格打勾。
- 某君認為汽車 1. 「功能」的重要性，相對於汽車 3. 「外觀」而言，是「相等」，則在「相等(1:1)」下之空格打勾。
- 某君認為汽車 3. 「外觀」的重要性，相對於汽車 2. 「價格」而言，是「重要」，則在「重要(1:5)」下之空格打勾。



請從下面開始填選問卷，謝謝您。

參、問卷內容

本問卷係透過文獻回顧擬議影響台灣「既有建築物節能改善技術」之面向，其範圍包括「建築構造體節能改善」、「設備節能改善」、「再生能源供給」、「能源管理系統」、「建築環境控制」五面向（架構如下表所示）。

目的	評估範圍
建築構造體節能改善	屋頂節能改善
	牆體節能改善
	開口部節能改善
設備節能改善	電力設備節能改善
	節水改善
再生能源供給	
能源管理系統	
建築環境控制	音環境
	光環境
	溫熱環境
	空氣環境

肆、問卷填寫

對於「學校類」既有建築物節能改善，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：

() ≥ () ≥ () ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要									
評估因子	絕對重要		相當重要		重要		稍微重要		同等重要	稍微重要		重要		相當重要		絕對重要		評估因子	
	9	8	7	6	5	4	3	2		1:1	2	3	4	5	6	7	8		9
1.建築構造體節能改善																		2.設備節能改善	
																		3.再生能源供給	
																		4.能源管理系統	
																		5.建築環境控制	
2.設備節能改善																		3.再生能源供給	
																		4.設備與能資源	
																		5.建築環境控制	
3.再生能源供給																		4.能源管理系統	
																		5.建築環境控制	
4.能源管理系統																		5.建築環境控制	

對於「學校類」既有建築物節能改善中之「建築構造體節能改善」，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：

() ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要									
評估因子	絕對重要		相當重要		重要		稍微重要		同等重要	稍微重要		重要		相當重要		絕對重要		評估因子	
	9	8	7	6	5	4	3	2		1:1	2	3	4	5	6	7	8		9
1.屋頂節能改善																		2.牆體節能改善	
																		3.開口部節能改善	
2.牆體節能改善																		3.開口部節能改善	

對於「學校類」既有建築物節能改善中之「設備節能改善」，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：() ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要									
評估因子	絕對重要		相當重要		重要		稍微重要		同等重要	稍微重要		重要		相當重要		絕對重要		評估因子	
	9	8	7	6	5	4	3	2		1:1	2	3	4	5	6	7	8		9
1.電力設備節能改善																		2.節水改善	

對於「學校類」既有建築物節能改善中之「建築環境控制」，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：() ≥ () ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要										
評估因子	強度		絕對重要		相當重要		重要		稍微重要		同等重要	稍微重要		重要		相當重要		絕對重要		評估因子
	9	8	7	6	5	4	3	2	1:1	2		3	4	5	6	7	8	9		
1.音環境																				2.光環境
																				3.溫熱環境
																				4.空氣環境
2.光環境																				3.溫熱環境
																				4.空氣環境
3.溫熱環境																				4.空氣環境

對於學校類建築物的節能改善技術探討，是否還有相關建議：

對於「辦公類」既有建築物節能改善，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：() ≥ () ≥ () ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要										
評估因子	強度		絕對重要		相當重要		重要		稍微重要		同等重要	稍微重要		重要		相當重要		絕對重要		評估因子
	9	8	7	6	5	4	3	2	1:1	2		3	4	5	6	7	8	9		
1.建築構造體節能改善																				2.設備節能改善
																				3.再生能源供給
																				4.能源管理系統
																				5.建築環境控制
2.設備節能改善																				3.再生能源供給
																				4.設備與能資源
																				5.建築環境控制

對於「辦公類」既有建築物節能改善中之「**建築環境控制**」，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：() ≥ () ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要									
評估因子	絕對重要		相當重要		重要		稍微重要		同等重要	稍微重要		重要		相當重要		絕對重要		評估因子	
	9	8	7	6	5	4	3	2		1:1	2	3	4	5	6	7	8		9
1.音環境																		2.光環境	
																		3.溫熱環境	
																		4.空氣環境	
2.光環境																		3.溫熱環境	
																		4.空氣環境	
3.溫熱環境																		4.空氣環境	

對於學校類建築物的節能改善技術探討，是否還有相關建議：

既有建築物節能改善技術之研究

對於「公寓大廈類」既有建築物節能改善，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：
 () ≥ () ≥ () ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要																			
評估因子	強度									同等重要	強度									評估因子									
	絕對重要	相當重要	重要	稍微重要	2	3	4	5	6		7	8	9	絕對重要	相當重要	重要	稍微重要	2	3		4	5	6	7	8	9			
1.建築構造體節能改善										1:1																			2.設備節能改善
																												3.再生能源供給	
																												4.能源管理系統	
																												5.建築環境控制	
2.設備節能改善																												3.再生能源供給	
																												4.設備與能資源	
																												5.建築環境控制	
3.再生能源供給																												4.能源管理系統	
																												5.建築環境控制	
4.能源管理系統																												5.建築環境控制	

對於「公寓大廈類」既有建築物節能改善中之「建築構造體節能改善」，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：

() ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要																		
評估因子	強度									同等重要	強度									評估因子								
	絕對重要	相當重要	重要	稍微重要	2	3	4	5	6		7	8	9	絕對重要	相當重要	重要	稍微重要	2	3		4	5	6	7	8	9		
1.屋頂節能改善										1:1																		2.牆體節能改善
																												3.開口部節能改善
2.牆體節能改善																												3.開口部節能改善

對於「公寓大廈類」既有建築物節能改善中之「設備節能改善」，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：() ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要																		
評估因子	強度									同等重要	強度									評估因子								
	絕對重要	相當重要	重要	稍微重要	2	3	4	5	6		7	8	9	絕對重要	相當重要	重要	稍微重要	2	3		4	5	6	7	8	9		
1.電力設備節能改善										1:1																		2.節水改善

對於「公寓大廈類」既有建築物節能改善中之「**建築環境控制**」，請按改善效益推估與重要程度依序排填於下：() ≥ () ≥ () ≥ ()，並依據前述順序，比較相對之重要性：

左邊因素較右邊因素重要										右邊因素較左邊因素重要									
評估因子	絕對重要		相當重要		重要		稍微重要		同等重要	稍微重要		重要		相當重要		絕對重要		評估因子	
	9	8	7	6	5	4	3	2		2	3	4	5	6	7	8	9		
1.音環境									1:1									2.光環境	
																		3.溫熱環境	
																		4.空氣環境	
2.光環境																		3.溫熱環境	
																		4.空氣環境	
3.溫熱環境																		4.空氣環境	

伍、建議與指導

感謝您惠賜寶貴意見，若對本研究有任何建議，請於下方或空白處填寫。

本次問卷到此結束

再次感謝您在百忙之中撥冗填寫

參考書目

一 中文部分

1. 江哲銘，永續建築導論，建築情報出版社，2004
2. 江哲銘，綠建材解說與評估手冊，內政部建築研究所，2005。
3. 江哲銘、張桂鳳、廖慧燕、楊逸詠、周伯丞，設計品質指標運用於新建住宅室內環境空間性能評價之案例研究，中華民國建築學會「建築學報」第 57 期，1-23 頁，2006。
林建隆，2003，「住宅設備生命週期二氧化碳排放量評估」，成大碩論
4. 林憲德，江哲銘等，綠建築解說與評估手冊，內政部建築研究所，2007 更新版。
5. 林憲德，綠色建築與生命週期評估 LCA，2003。
6. 張桂鳳、江哲銘、周伯丞，永續建築評估工具 GBTool2005 本土適用性之研究，中華民國建築學會「建築學報」第 60 期，177-196 頁，2007。
7. 劉光盛、江哲銘、陳念祖、林紋君，以生命週期成本探討臺灣既有建築物環境效率模型-室內健康因子為例，臺灣建築學會「建築學報」第 73 期，125-141 頁，2010。
8. 鄧振源，曾國雄，層級分析法的內涵特性與應用（上），中國統計學報，27 卷，6 期，頁 5-22，6 月，1989。
9. 賴榮平，建築設備資材 CO2 排放量基本資料之建立，2002

二 英文部分

10. Arnold Tukker ,Life cycle assessment as a tool in environmental impact assessment , 《Environment Impact Assessment Review》 , Vol.20, pp.435-456,2000.
11. Asa Jonsson , Is it feasible to address indoor climate issues in LCA? 《Environment Impact Assessment Review》 , Vol.20, pp.241-259,2000.
12. Basak,I.,Saaty,T.L.,1993.Group decision making using the analytic hierarchy process, Mathematical and Computer Modelling,17,101,109.
13. C.M. Chiang, P.C. Chou, C.M. Lai, Y.Y. Li, A methodology to assess the indoor environment in care centers for senior citizens, 《Building and Environment》 , Vol.36,

pp.561-568,2001.

14. Che-Ming Chianga, Chi-Ming Laib ,A study on the comprehensive indicator of indoor environment assessment for occupants' health in Taiwan , 《 Building and Environment 》 , Vol.37, pp.387-392,2002.
15. CM Chiang, CM Lai, A Study on the Comprehensive Indicator of Indoor Environment Assessment for Occupants Health in Taiwan, 《 Building and Environment 》 ,Vol.37, No.4,pp.561-568,2002.
16. IBEC , CASBEE For New Construction , 2008.
17. K.F. Chang, C.M. Chiang, P.C. Chou, Adapting aspects of GBTool 2005 - searching for suitability in Taiwan,《 Building and Environment 》 Vol.42, No.1, pp.310-316,2007
18. Saaty , T.L.(1980).“The Analytic Hierarchy Process” , New York , McGraw-Hill.
19. Thomas Lutzendorf, 40:40 From Old Question to New Answers, From Old Answers to New Questions,SB11.
20. Thomas Lützkendorf, David P.Lorenz ,Using an integrated performance approach in building assessment tool 《 Building Research and Information 》 , Vol.34, pp.334-356,2006.
21. U.S Green Building Council,LEED For Existing Buildings : Operations and Maintenance,2008.

三 日文部分

22. グリーン庁舎計画指針及び同解説 , 建設大臣官房官廳營繕部 , 1999
23. 「地球環境時代における建築設備の課題」 , 空気調和・衛生工學會 , 1995
24. 小松幸夫、加藤裕久、吉田倬郎、野城智也 , 「が国における各種住宅の壽命分佈關に調査する報告」 , 日本建築學會計畫系論文報告 , 第 439 號 , 1992
25. 日本國土交通省 , 「マンションの建替えか修繕かを判断するためのマニュアル」 , 2008
26. 石塚義高 , 「建築經濟學 LCC」 , 2006
27. 「建物の LCA 指針 (案)」 , 日本建築學會 , 1999

28. 伊香賀俊治，建築物の LCA・LCC 同時評価ツールの国・自治体・企業での活用状況，第 1 回日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集，2005。
29. 建築環境・省エネルギー機構（IBEC），CASBEE—既存建築物の省 X 環境性能評価マニュアル，2006
30. 森川泰成，小柳秀光，サステナブル建築の現状と将来について—CASBEE を適用した新たな展開，大成建設技術センター報，第 38 号，2005
31. 井村秀文，「建設の LCA」，オーマ社，2001
32. 日本建設省，「省資源・省エネルギー型国土建設技術の開発報告書」，1994
33. 巽和夫、柏原士郎、古阪秀三，「進化する建築保全」，学芸出版社，2002

既有建築物節能改善技術之研究

出版機關：內政部建築研究所

電話：(02) 89127890

地址：新北市新店區北新路3段200號13樓

網址：<http://www.abri.gov.tw>

編者：劉光盛、江哲銘、廖妍婷、江逸章

出版年月：101年12月

版次：第1版

ISBN：978-986-03-5264-1 (平裝)