

日本節能新基準-建築物整體評估

徐昕煒

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

全球建築能源消費約占總能耗之 30%，因此建築節能的推行和相關法規之制訂格外重要；而日本為極度仰賴能源進口之海島國家，與我國能源發展具有相似之特性。日本建築能源法發展歷史悠久，由上位架構的節能法到細部之具體規定都相當完善。此外，日本系統端發展建築環境效率綜合評估系統，成效卓越。由強制性報告的繳交與檢視，乃至於各項指標之建立，皆可提供我國發展與制訂建築能源法規之參考與依據。本研究整理日本建築能源各項相關規定與措施，並比對我國建築技術規定，提出可借鏡之處與建議。

關鍵字：建築能效、能源法規、節能設計、節能措施

一、前言

根據國際能源總署(International Energy Agency；IEA)估計，全球建築物最終能源消費約占總最終能源消費的 32%，而在 IEA 的多數成員國中，建築物初級能源消費約占總初級能源消費的 40%，且將其定義為最具成本效益之節能部門之一，足見建築物能效提升之重要性(IEA, 2012a)；另建築法規的制訂與執行，亦可要求新建築符合能源效率規定，其約可比未考慮能效之建築節能 50% 以上；且一般建築物的生命週期約 30~50 年，因此建築物能源效率將格外重要。尤其，在建築物的能效設計上比起翻修既有建築具有低成本和低耗時之優點，其效果更為直接。根據以往的經驗，建築能源法規的執行可節省能源並同時提供舒適環境。此外，在節能設計上，大多數建築能源法規是符合成本效益的，並可在帳單上為顧客節省顯著的經費支出。

本研究整理日本建築能源法規及簡述我國相關之規定，統整整理並列舉我國可借鏡之相關措施。第二章描述日本能源背景與建物能源法之概況；第三章針對日本節能法中建築的部分做詳細的描述與解釋；第四章針對日本商用與住宅特定之建築能源法做具體指標與規定之描述；第五章為其他發展和未來之政策。最後，經由第六章簡述我國建築能源相關法規，於第七章總結日本能源法規與提出我國可借鏡之措施。

二、日本能源消費與建築能源法規概況

日本為世界主要經濟體之一。以 2011 年為例，其國內生產毛額 (Gross Domestic Product； GDP) 為 5.87 兆美元¹，是僅次於美國與中國之第三大經濟體 (IMF, 2012)；然其自然資源有限，能源自給率僅 16%。因此，其為世界最大之液化石油氣 (Liquefied Natural Gas； LNG) 進口國，第二大燃煤及第三大石油進口國。在 2011 年福島核災發生之前，日本為僅次於美國與法國之第三大核能生產國 (EIA, 2012)。

2.1 建築部門

2006 年日本約有 1,260 萬棟非住宅建築，總樓地板面積約 6.8 億平方公尺；住宅建築約 3,210 萬棟，總樓地板面積約 3.4 億平方公尺 (Ministry of Internal Affairs and Communications, 2008)。

根據國際能源總署統計，建築部門自 1999 年成為日本最大能源最終用戶。在 2005 年，建築部門消耗 116 百萬噸油當量，約占日本總最終能源消費量之 33%，比工業部門與運輸部門之占比要高 (圖 1)。在建築部門當中，商用建築之能源消費比住宅建築約多 12%。在 1995 到 2005 年之間，建築部門的能源需求之平均年成長率為 1.6%，商用建築約增加 1.4%，低於住宅建築之 1.9%。在此期間，工業部門

¹ 2012 美元貨幣價值

之能源需求平均約減少 0.5%，運輸部門增加 0.2% (IEA, 2007)。因此，針對建築物實行節能減碳一直是日本長久以來能源政策的優先措施。

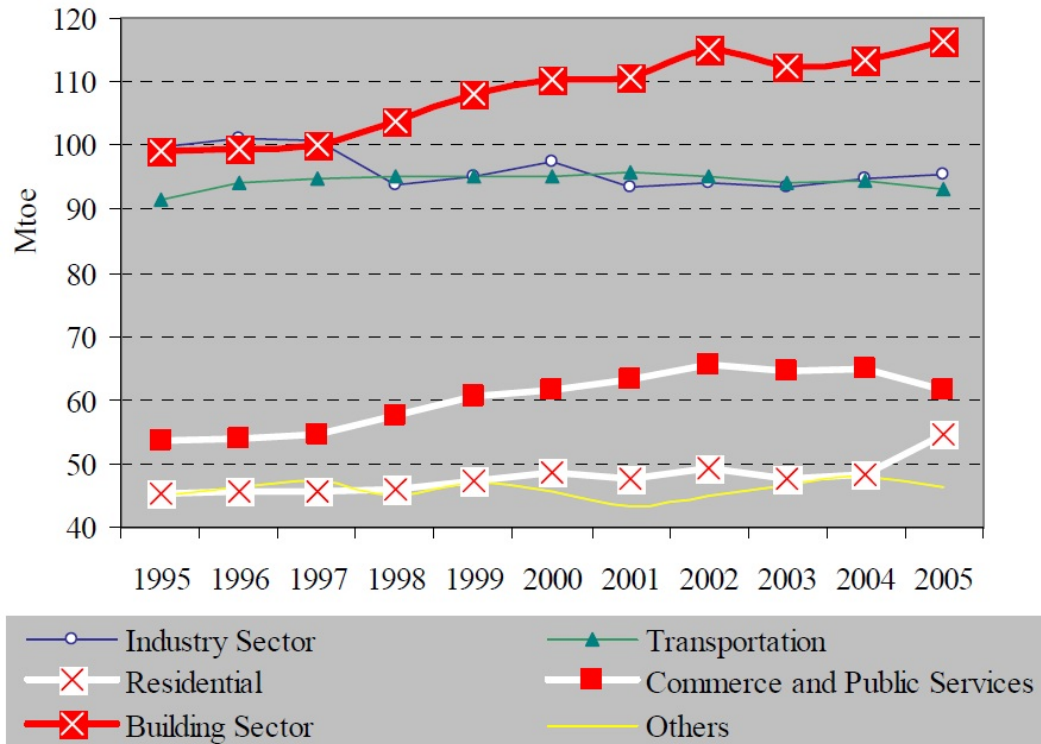


圖 1 日本各部門能源消費量, 1995-2005 (IEA, 2007)

2.2 相關法規

1973 年第一次石油危機爆發，日本當時石油占其總能源消費之 80%。自此至今，日本政府將能源效率提升當作其國家發展之優先推動項目。

1979 年由經濟產業省 (Ministry of Economy, Trade and Industry ; METI) 之前身通商產業省 (Ministry of International Trade and Industry ; MITI) 第一次發布「合理使用能源法」(Law Concerning Rational Use of Energy) 或稱「節約能源法」(Energy Conservation Law)，主要著重在工業部門之能源效率。此法為日本能源效率法規之基礎，經歷數次更新，包括 1983、1993、1998、2002、2005 及 2008 年，並預計於 2013 年做第七次修正(Evans et al, 2009)。其中關於建築

節能相關之規定始於 2002 年修定之節能法，後續修正並陸續增加相關之內容與措施(表 1)。

表 1 日本節約能源法之建築相關內容與時程

修正時間	實施時間	建築相關內容
2002 年 6 月	2002 年 6 月	(1) 要求超過 2,000 平方公尺之新建商業建築所有者，需繳交能源節約計畫予政府。
2005 年 8 月	2006 年 4 月	(1) 加強對住宅建築和營建部門之能源效率量測。 (2) 超過 2,000 平方公尺之建築物欲進行翻修時需提交能源節約計畫。
2008 年 5 月	2009 年 4 月/ 2010 年 4 月	(1) 擴大對建築物能源節約計畫要求之對象。 (2) 要求中小型建築物 (300 至 2000 平方公尺)於興建或翻新時都必須繳交能源節約計畫。 (3) 依據「住宅領跑者標準」，一年建造超過 150 棟房屋之營建公司需改善其建造物能源績效

(本研究整理)

基於節能法，日本針對商用與住宅建築制訂了一系列的能源建築標準。1979 年由通商產業省與建設省 (Ministry of Construction; MoC) 共同發布「客戶建築物能源使用合理化標準」 (Criteria for Clients in the Rationalization of Energy Use for Buildings; CCREUB)，1999 年修正發布最新版本。其中，有兩項關於住宅建築之建築能源標準：

- (1) 房屋設計與施工能源使用合理化指南 (Design and Construction Guidelines on the Rationalization of Energy Use for Houses ; DCGREUH)：由建設省於 1980 年發布，於 1992 年和 1999 年分別做修正發布。
- (2) 客戶房屋能源使用合理化標準 (Criteria for Clients on the Rationalization of Energy Use for Houses ; CCREUH)：由通商產業省與建設省於 1980 年共同訂定，於 1992 年和 1999 年分別做修正發布。

根據統計，遵循 2005 版建築物能源標準與未採用隔熱建材之房屋相比，約可減少 40% 的能源消費。符合此標準的辦公室建築可節省 75% 之能源消費 (MLIT, 2007)。

2006 年，國土交通省 (Ministry of Land, Infrastructure and Transport; MLIT) 發布「住房基本綱領」(Basic Program for Housing)，主要著重於改善 2015 年之房屋建造標準。在 21 項建造標準中，其中兩項要求為 (1) 40% 的建屋需要做到節能量測；(2) 房子使用週期須由 2003 年要求的 30 年增加至 2015 年版之 40 年期限 (IEA, 2012b)。由於日本建築物的使用期限較短，這種快速週轉的建物，創造了持續改善與提升效率的機會，同時亦顯示這類短生命週期建物，在設計時可能較不注意能源使用效率。

2.3 執行成效

日本由經產省與國交省負責執行節能法。根據法律規定，建築物或居家超過 2,000 平方公尺，有新建、擴展、變更、大修或改造之情形，須提出所謂的節能強制性報告給地方主管機關；而所有的強制性報告經由地方主管機關檢視暨核可，如果措施無法滿足要求，得公布建築物名稱。根據 2008 年修訂之節能法，自 2009 年 4 月開始，地方機關有權力對於強制性報告不符合監管之超過 2,000 平方公尺建築處以罰則。

根據國交省資料，強制性報告的提交率接近 100%。根據強制性報告顯示，於 2005 年，85% 的商業大樓在設計時滿足 1999 年能源效率要求。依據住宅品質保證法 (the Housing Quality Assurance Law) 關於住宅評估的一項調查，2006 年時，有 36% 的新住宅符合 1999 年之能源效率要求。日本對於符合能效標準的建築物不再做檢查，因此沒有資料顯示真正施工階段是否有符合標準。然而，合乎規定的比率似乎有改善的跡象。2000 年僅有 34% 的商用建築設計符合標準，而 2005 年有 85%；特別的是，2003 年以前，日本建築的強制性報告並非義務性質，家用住宅則至 2005 年後強制性報告才具有義務性 (MLIT,

2007)。此外，建築物所有者每三年需繳交維護報告給予地方主管機關。

為因應節約能源法的實施，日本建築環境與節能研究院(Institute for Building Environment and Energy Conservation; IBEC)特舉辦相關訓練研討會；研討會的議題依據建築能源法，包含建築設計、建造技術、隔熱性能及能源效率計算等。IBEC 在全日本舉辦超過 100 場次的研習會來宣導新的節能法措施，同時亦發送詳細的日本能源效率標準指導手冊。

地方政府對於建築能源法規亦提供了許多貢獻。許多城市提供不同的方法和資訊來改善建築物能源效率，部分城市將新建物之節能計畫統整後，發布給民眾瞭解。此外，為鼓勵提升建築物能源效率，部分政府允許營建者建造更高或更大的建築物，以獎勵排名前段之建築能源效率設計；亦有部分城市針對節能設計排名高之住宅建築，提供建造補貼或低利貸款等措施。

日本同時針對主要建材有詳細的測試、分級與標示之要求，如窗戶、隔熱及耐燃等建材，其測試標準和分級詳建築能源法規。

三、日本節能法之建築部分(2008 修訂版)

節能法的最近一次修正為 2008 年 5 月，於 2009 年 4 月部分實施，2010 年 4 月全部實行；其中關於建築的章節包含了所有者和營建商的建築節能責任、管轄權及建材（圖 2）。

關於建築措施之內容包括：

建築所有者之責任(Obligations of building owners)

營建商或建築所有者需採取適當的措施以達到建築能源效率，如防止暖氣流失及改善空調系統的能源效率等。

指導和建議(Guidance and advice)

主管機關於必要時得對於建物所有者，針對建築設計與建造給予指導和建議；其他如住宅一旦納入判斷標準，其決策都必須參考主管機關之建議。此外，經產省亦會針對隔熱素材的製造和其他建材提供

必要的指導與建議，以改善其建材之隔熱性質和素材品質，據此來增進整體建物之隔熱性能。國交省對住宅建築之設計和建造依據法令訂定建造指引，而營建商與建築所有者需依據此指引作決策。

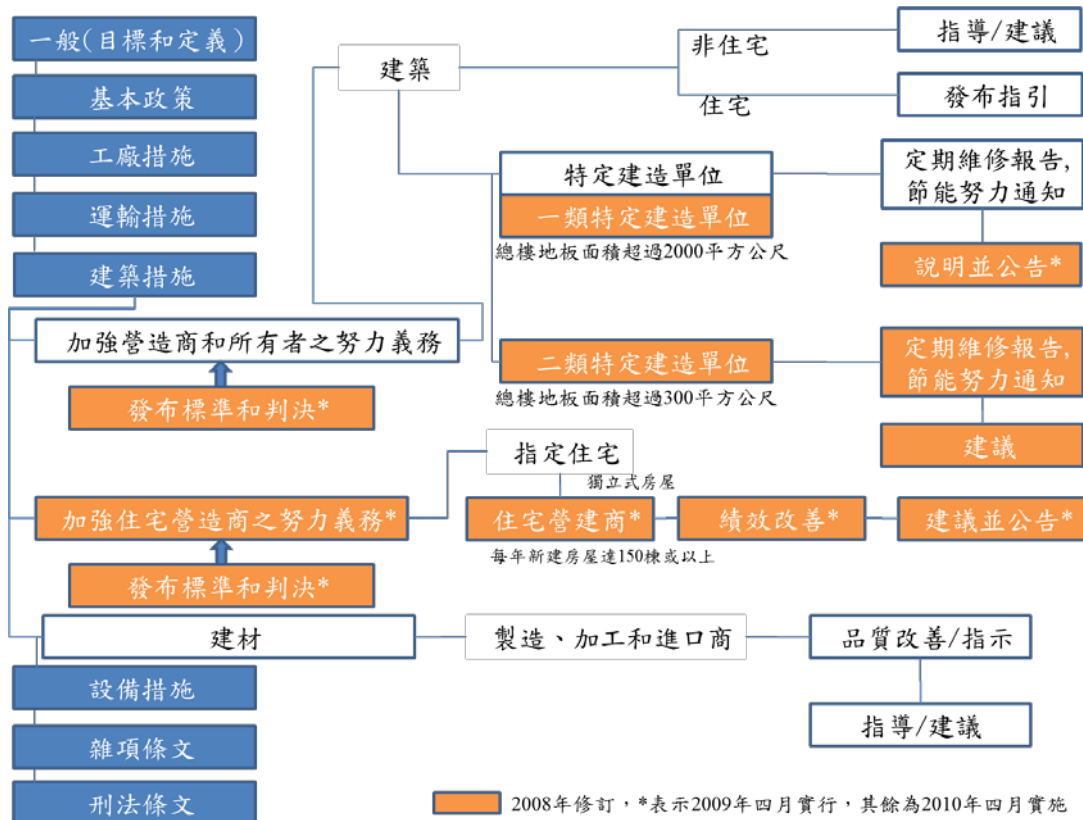


圖 2 日本節能法建築部分，2008 版

(整理自 Japan Energy Conservation Handbook 2011 之 2.4 節)

特定建物說明(Instructions for specified buildings)

為了擴大法令在建築部分的涵蓋範圍，因此 2008 年 5 月修訂節能法，建築物之非住宅用樓地板面積「超過 2000 平方公尺」被歸類在「第一類特定建築」，而「300 至 2000 平方公尺」被歸類在「第二類特定建築」。(此規定涵蓋住宅用大樓)

營建商或所有者(特定定建造單位)擬建造或大幅改建「一類特定建築」或「二類特定建築」時，有責任在建造之前向主管單位提交節能措施申請書。此外，特定建造單位在建造或改建完工之後，亦有責

任定期針對以上所申請之相關節能措施遞交建築維護報告予主管單位。

當主管機關認定「一類特定建築」之節能措施在法規下明顯不足時可指示改進；若指定建造單位不遵守指示進行改進時，主管機關可向大眾公布其名稱，或責成其遵守。相同的，當主管機關發現「二類建築」之節能措施明顯不足時可建議其改進。至於 2008 年版本新增不遵從的相關罰則，最高可罰 11,000 美元。(The Energy Conservation Center, 2011)

四、商用和住宅建築能源法

日本有三項建築能源法；一項為商用建築能源法，其他兩項為一般住宅能源法。

客戶建築物能源使用合理化標準(CCREUB, 1999)，是一份針對商用建築而訂定之能源效益要求；其範疇涵蓋建築外殼隔熱、供暖、通風、空調(HVAC)、採光、熱水系統及起重設備等。

日本針對住宅類建築或房屋之管理有兩項建築能源法規(表 2)。房屋設計與施工能源使用合理化指南(DCGREUH, 1999)，包含建築之外殼隔熱、空調及熱水系統，同時在其「如何生活」的章節中亦包括維護和營運等事項。而客戶房屋能源使用合理化標準(CCREUH, 1999)卻是一份結合建築能源法規和效益之規範，其著眼點主要在空調部分；同時依建築類型訂定性能不同之年冷暖負荷指標。

商用建築之能源法依據三種不同氣候區域做劃分：一般、冷帶及熱帶，日本大多數地區歸在一般區域。住宅建築或房屋能源法亦提供依據區域及氣候的差異所調整過之隔熱相關指標值；然而，住宅能源法中卻劃分了六個不同的氣候區，氣候區一和二分布在日本北部，通常具有較冷的冬天和熱的夏天；氣候區五和六分布在日本南部，通常具有較溫暖的冬天和熱的夏天（詳見附錄一）。

表 2 日本建築能源法架構

	商用	住宅用	
	CCREUB	DCGREUH	CCREUH
建築外殼	1. 熱由建築外殼的流失	1. 熱隔絕 2. 建築外圍結構之熱性能 3. 門窗之熱性能	1. 依據氣候區域之最大冷暖負載 2. 依據氣候區之等值餘隙面積標準 3. 冷凝控制
空調 (HVAC)	2. 冷暖氣 3. 機械通風設備	4. 通風系統計畫 5. 冷暖氣和熱水供應計畫 6. 空氣流通計畫	4. 通風量 5. 防止供熱和熱水系統造成室內空氣污染 6. 計畫性的操作冷暖氣系統 7. 通風散熱途徑
採光	4. 採光	N.A.	N.A.
熱水系統	5. 熱水供應	含在空調部分第 5 點	N.A.
其他	6. 起重系統	7. 建築維護與營運資訊 (如何生活)	N.A.

資料來源：CCREUB 1999, DCGREUH 1999 and CCREUH 1999

4.1 商用建築能源法-客戶建築物能源使用合理化標準

客戶建築物能源使用合理化標準提供商用建築之最低能源效益要求之規範。雖然部分「客戶建築物能源使用合理化標準」的規定包含特定的值與計算方法，但整體來說大部分規則相對籠統(表 3)。

客戶建築物能源使用合理化標準依據氣候區域，具有具體的建築外圍結構要求；依據選擇的特定元件之不同能源效率結果將得到不同的分數。建築外殼的總分依據建築物的位置、形狀、方位和功能制訂，每棟建築物至少須有 100 的分數。客戶建築物能源使用合理化標準同時採用了兩種量測建築能源效率的指標(詳見附錄二)：周邊年負荷 (Perimeter annual Load；PAL)用以量測建築物外殼的能源績效，能源消費係數(Coefficient of Energy Consumption；CEC)用以量測建築物裝置的能源績效。

表 3 客戶建築物能源使用合理化標準之基本架構

章節和標題	主要條款
1. 熱由建築外殼的流失	(1)外牆和房間的設置需考慮方位規劃。 (2)外牆、地板和其他建築外圍結構部分應使用高隔熱性能之建材。 (3)窗戶和植樹措施應用來限制太陽輻射熱。
2. 空調系統	(1)空調系統之設計應考慮房間空間特性及其他因素。 (2)建築物計畫中管線與其他設備之設計應考量高熱量之留存。 (3)空調系統需採用適當的控制方法與規則。 (4)需採用高效率的供熱來源。
3. 機械通風設備	(1)設計時應減少通風管道的能源流失。 (2)機械通風設備需採用適當的控制方法。 (3)通風設施應使用高效節能設備。
4. 採光	(1)應採用高效節能照明設施。 (2)照明設備應具有適當之控制。 (3)照明設備應以便於維護和管理的方式安裝。 (4)應適當決定照明設備的布置、亮度、房間的形狀和內部裝飾。
5. 熱水供應	(1)管道設計時應考量縮短管路及管線的隔熱性質。 (2)熱水供應設備應具有適當的控制。 (3)應採用高效節能的供熱系統。
7. 起重系統 (電梯)	(1)起重機具應具有適當的控制。 (2)驅動系統應具備高效節能。 (3)應適當考慮安裝時的運輸容量。

資料來源：CCREUB, 1999

4.2 住宅建築能源法(房屋)-房屋設計與施工能源使用合理化指南

房屋設計與施工能源使用合理化指南，是針對住宅建築(房屋)所規定的一系列建築能源法規。

保溫性

法規的第二節描述建材必須隔熱：外部屋頂、天花板、牆壁及地板應做到隔熱，而外棚、車庫、閣樓、屋簷、穿牆套管和陽台不強制做到保溫隔熱。

建築外殼隔熱性

第三節包含三條與建築外殼隔熱有關之法規：建築外殼設計、隔熱材料之建造和氣密層結構。

- (1) 建築外殼設計：包括建築外殼最大熱傳透率和隔熱建材的最小熱阻值。這些值依據房屋的類型、建築外殼之部位和氣候區域進行分類(詳見附錄三)。
- (2) 隔熱材料之施工：詳細描述可行之適當措施，如安裝隔熱層於牆壁和屋頂之間，或地板的隔熱結構中。其中亦包括在天花板或屋頂隔熱結構中的密封隱藏式照明，防止可能造成隔熱性能降低之濕氣凝結，減少來自熱橋的熱量流失。
- (3) 氣密層結構：詳細介紹了經由氣密層結構以達到高隔熱效能之適當施工措施。

門窗的隔熱性

門窗之最大熱傳透率(U-value)範圍由較冷區域(氣候區一和二)的2.33到較熱區域(氣候區六)的6.51(詳見附錄三)。在最冷的氣候區一和二，窗戶必須普遍性的裝設三層玻璃，或雙層玻璃和防雪窗。區域三到五則被要求裝設雙層玻璃。

最大夏季輻射熱增量係數(Solar Heat Gain Coefficients; SHGC)範圍由較冷區域(氣候區一和二)的0.52到較熱區域(氣候區六)的0.6(詳見附錄四)。窗口的方位是其中一項決定最大輻射量增量係數的因素之一。部分窗戶若因其與整體房屋樓地板面積相較比例過小，或天窗直接提供太陽光直射，則不需遵守此規則。此章節之法規同時提供了設計和施工措施之細節以改進隔熱。

通風系統計畫

廚房、浴室及其他會產生特殊空氣污染之區域應採用機械通風設備。單層房屋或公寓住宅之房間，除可經由自然通風或排放塔獲取足夠之新鮮空氣者外，應裝設機械通風系統。有兩層或三層以上的房子應裝設自然或機械通風系統。然而，在長期開啟空調或供暖系統之房子，應使用機械通風系統。法規中同時提供了通風系統設計之建議，

包含空氣預熱、自然通風開口大小和位置、機械通風系統應提供每人每房之每小時空氣量，和防止機械通風設備結露之相關措施。

冷暖氣和熱水供應計畫

建築物應具備高效節能之冷暖氣設備。以燃燒為基礎之供暖或熱水設備，應置於隔離處或戶外。供暖和熱水系統裝置在半密閉空間者，應有足夠之適當措施以防止氣體外洩。此外，冷暖氣設備應具備可供居民選擇連續供熱、局部供熱和間歇供熱。

空氣流通計畫

每一間房必須至少裝置一扇窗或門以提供居民舒適的空氣流通。同時，這些門和窗都必須採取適當的措施以防止蟲害或偷竊。

建築維護與營運資訊

日本的住宅能源法同時提供了房屋維護和營運的指導守則，內容如下：

- (1) 開放式之燃燒供熱系統應安裝防止空氣不完全燃燒之裝置。
- (2) 開放式的供熱系統應採取防止濕氣凝結的適當措施。
- (3) 當室內有大量化學物質、臭氣和蒸汽時應具備適當的通風。
- (4) 通風和冷暖氣設備之過濾器應定期清理。
- (5) 除需要供暖的季節外，室內外溫度有一段差距時，房間必須開窗以維持通風。

根據節約能源法規定，大型建築物或房子之所有者必須每三年繳交一次維護報告給地方負責機關。

4.3 住宅房屋能源法-客戶房屋能源使用合理化標準

客戶房屋能源使用合理化標準包含一系列規範和績效為基準的能源效率法規，主要著重在空調系統(表4)。它提供了最大允許年冷暖負載量(詳見附錄五)。最大允許每年冷暖負載量是建築外殼實質上的績效標準，它提供了最大的上限給予設計者；此上限在日本中央部位設定最大，其可能原因為日本中央部位同時需要冷氣與暖氣的關係。

表 4 客戶房屋能源使用合理化標準之基本架構

章節和標題	主要內容
1. 依據氣候區域之最大每年冷暖負載	提供最大每年冷暖負載，與其相關參數和計算方法。
2. 依據氣候區之等值餘隙面積標準	提供等值餘隙面積之定義，與建築外殼之空氣交換有關。
3. 冷凝控制	產權所有者應採取適當的措施防止牆壁表面水氣和濕氣之凝結。水氣之凝結可能會降低隔熱之性能和房屋之耐久性。
4. 通風量	產權所有者應對整間房子制訂一套通風計畫，在污染源附近應有局部通風，同時考慮流入與流出之路徑以獲取新鮮空氣。
5. 防止供熱和熱水系統造成室內空氣污染	裝設燃燒型供熱和熱水供應系統時，產權所有者應採取適當措施以達到室內空氣的污染最小化。
6. 計畫性的操作冷暖氣系統	當裝設冷暖氣系統時，產權所有者應考慮使用範圍及其能源效率。
7. 通風散熱途徑	通風是最有效對抗熱暑的方式，產權所有者應多加利用屋內之通風路徑。通風孔的設計應避免造成日常生活的麻煩或不方便。(噪音大或易遭竊)

資料來源：CCREUH, 1999

五、其他發展與未來政策

5.1 其他發展

1. 環境共生住宅

1993 年，建設省發布環境共生住宅和城鄉建設準則 (Environmentally Symbiotic Housing and Urban District Guidelines)。合乎準則已成為建設「示範住宅社區」獲得金融支援之先決條件。示範住宅區定義為「低衝擊」(高效節能和使用較少的自然資源)、「高接觸」(與周圍的環境和諧)和「健康」(一個健康的環境與設施)。(The Association for Environmentally Symbiotic Housing, 2012)

環境共生住宅推進協議會一直致力於全國各地推動環境共生住宅，包含私營企業、機構、市政相關房子和地方發展。

國交省補貼三分之一的成本研究、計畫和安裝環境共生相關設備，包括透水性路面、利用自然能源之設施或再生材料設施。(Hong et al, 2007)

2. 住宅品質保證法

住宅品質保證法於2000年通過，包含三個系統：(1) 住宅性能標示制度，(2) 爭端解決機制，(3) 具有保障之責任機制以預防缺陷。住宅性能標籤制度對房屋供應商、購買者或現有房屋銷售者來說是一個自願性制度，此機制並不直接要求改善建築能源效率。住宅性能包括結構穩定性、防火安全、減緩剝落、室內空氣品質、熱循環、空氣環境、燈光及視覺環境、聲覺環境和長者顧慮。其中，熱循環的評級制度是節約能源績效的一種衡量方式。此評級制度分為四個等級，根據符合現在或以前的建築能源法制訂。

等級四（最高等級）：符合1999年之標準。

等級三：符合1992年之標準。

等級二：符合1980年之標準。

等級一（最低）：無

透過提供房屋能源分級制度和其他建築比較，住宅品質保證法可為消費者提供理性選擇所需之資訊。

國交省建立住宅性能標示制度，認證私營企業和進行評估。該制度亦要求房屋在施工期間需經過多次視察檢視，以確保建築物有符合其級數之結構穩定性和消防安全。

3. 建築環境效率綜合評估系統-CABSEE

為了維護建築能源效率和環境績效，日本於2001年成立了日本綠建築局(Japan GreenBuild Council; JaGBC)/日本永續建築聯盟(Japan Sustainable Building Consortium, JSBC)，連同建築環境與節能研究院之秘書處管理。在國交省的支持下，日本永續建築聯盟於2001年推動

建築環境效率綜合評估系統(Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, CASBEE)。

建築環境效率綜合評估系統的發展是用以反應建築物之生命週期，其包含以下幾項：

- (1) 建築環境效率綜合評估系統-新建築(2003年7月完成，2006年7月修訂)
- (2) 建築環境效率綜合評估系統-新建築(簡略版)
- (3) 建築環境效率綜合評估系統-既有建築(2004年7月完成，2006年7月修訂)
- (4) 建築環境效率綜合評估系統-翻新建築(2005年7月完成)
- (5) 建築環境效率綜合評估系統-熱島現象
- (6) 建築環境效率綜合評估系統-城市發展
- (7) 建築環境效率綜合評估系統-市區和建築
- (8) 建築環境效率綜合評估系統-房屋(獨棟房屋)

建築環境效率綜合評估系統原本是一自願性計畫，但現在已用來發展和檢視強制性報告的工具。雖然日本綠建築局藉由國交省和建築環境與節能研究院管理著全國性的計畫，但地方之建築環境效率綜合評估系統由當地地方政府建立和管理。

至2009年為止，已有13個縣市基於當地的建築環境效率綜合評估系統實施永續建築回報機制；東京都政府就有其自己的永續建築回報系統。基於地方的建築環境效率評估系統，許多城鎮亦針對能效建築提供多項獎勵措施，如評級較高者可建造更多的樓層或面積。這類業者同時有資格獲得建設補貼與低利貸款資格。

5.2 2013 新節能政策

日本政府預計要求所有新建築，包括小房子，在 2020 年前要滿足新節能標準。根據國交省草案，它將規範房地產商和建築業者在新建住宅或辦公大樓時要利用隔熱材料等，將空調和照明用電量控制在

一標準以下。如果不達標準，在 2020 年後將全面禁止興建。達到標準者，將給予稅收上之優惠。

國交省於 2011 年 10 月召開建築領域相關會議，商討將節能義務化的具體對策，預計於 2013 年修改節能法。目前日本政府之建築節能標準並非義務化，若按照節能標準建設成本約增加一成，估計 2012 年符合建築節能標準之新建築約 50%~60%。考慮到各建築大小、用途和地區的不同制訂新標準，預計可為住宅節能 20%~30%。若採用太陽能發電，其發電量亦計入節電量計算。

日本於 2012 年多次節能部會會議討論了標章制度和建材等措施；除了提出建立住宅建築物與商業大樓標章制度的必要性之外，針對建材方面的規範則包含(1)既有建築的隔熱強化，強調不只有標章制度，而且還要有補助金和稅賦優惠來協助既有建築改善。(2)住宅、建築物的隔熱性能持續進步，但另一方面，也失去了有日本特色的通風式住宅；參考歐洲的指標時，也強烈建議納入日本獨立特色的指標。(3)關於建材的領跑者制度應該討論制度的細節(許雅音, 2012)。

新的節能標準將由大建築開始，逐步縮小對象至小建築。由 2015 年於樓地板面積超過 2000 平方公尺之建築開始實施，逐漸擴展至 300 到 2,000 平方公尺建築，並預計於 2017 年實施。建築物小於 300 平方公尺之建築於 2020 年前將不被法令約束。此外，考量到新法可能導致木製建築施工上的困難，日本政府亦考慮針對小於 300 平方公尺之木製建築另定節能相關措施。

5.3 淨零耗能住宅與建築

日本預計於 2020 年實行淨零耗能住宅(net-Zero-Energy Houses; ZEH)，並於 2030 年針對一般新建築實施淨零耗能住宅的目標。針對建築部分，預計於 2020 年針對公共建築實施淨零耗能建築(net-Zero-Energy Buildings; ZEB)，於 2030 年針對一般新建築實施淨零耗能的目標。2010 年底，經產省與國交省合作，經由設定強制性能效標準與制訂強制性規範、時程規劃和相關配套措施以達成建築物

淨零耗能的目標。圖 3 為日本淨零耗能住宅與建築之相關時程與配套措施。(Koichi, 2011)

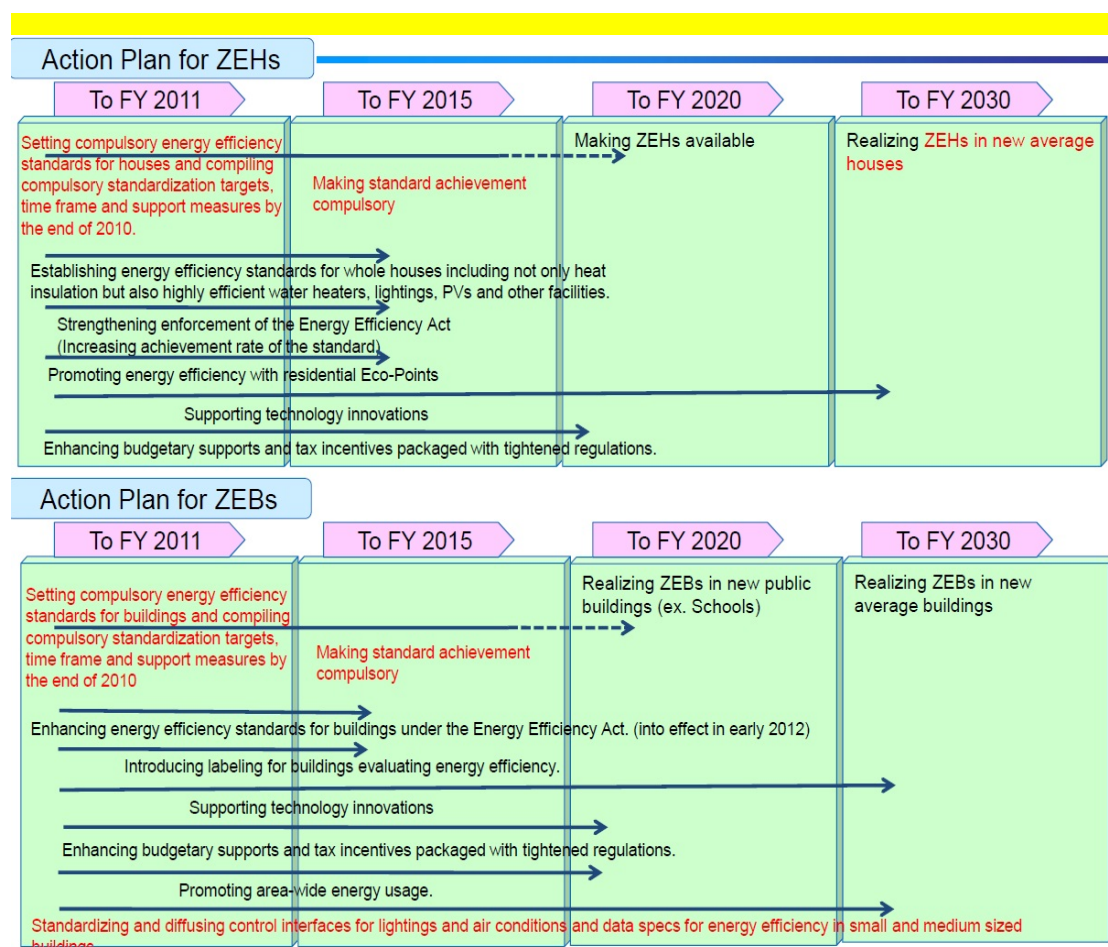


圖 3 日本淨零耗能住宅與建築時程規劃

六、我國能源相關建築技術規則概述

我國於 1995 年與 1997 年分別針對具空調系統之非住宅(辦公大樓、商用建築、旅館和醫院)與住宅建築於建築技術規則制訂能源法規。此法規為一嚴格執行之強制性國家標準，估計涵蓋 80% 以上建築，業者需證明符合此標準，否則不得建造；並於 2009 年做最後修正，除住宅型建築與非住宅空調型建築外，另有學校與大型空間類建築和其他類建築。我國建築外殼節約能源設計需以氣候區做劃分，此

點與日本類似，其劃分為北、中和南部氣候區三大類；目前，此法規僅涵蓋建築外殼耗能量(Envelope Load; ENVLOAD)或平均熱傳透率，而針對非住宅建築部分，空調與照明系統之能源績效法規亦已被提出(內政部營建署, 2012)。我國建築節能規範涵蓋內容與分類如表 5 所示。

表 5 我國建築分類與節能規範

空調劃分	建築用途	規範範圍
空調型建築	辦公類建築	建築外殼耗能量 (ENVLOAD)
	百貨商場類建築	
	旅館類建築	
	醫院類建築	
非空調型建築	住宿類建築	屋頂平均熱傳透率(Uar) 外牆平均熱傳透率(Uaw) 等價開窗率(Req)
	學校類建築 大型空間類建築	屋頂平均熱傳透率(Uar) 窗面平均日射取得率(ASWG)
	其他類建築	屋頂平均熱傳透率(Uar)

除此類強制性法規外，我國亦同時推行自願性建築能效相關計畫，如我國之建築節能標示制度，其為相當成功之綠建築認證系統；其中，綠建築中之「日常節能指標」雖非強制性規範，但以空調和照明耗電為主要評估對象，定義為夏季尖峰時期空調系統與照明系統的綜合耗電效率。

根據 建築技術規則第十七章第一節第二百九十八條第三款：

「建築物節約能源：指以建築物外殼設計達成節約能源目的之方法，其適用範圍為同一幢或連棟建築物之新建或增建部分最低地面以上樓層之總樓地板面積合計，在住宿類或學校類及大型空間類建築物超過 500 平方公尺者，在其他各類（空調型建築及其他類）建築物超過 1,000 平方公尺者。但溫室、園藝等用途或構造特殊者，經中央主

管建築機關認可之建築物，不在此限。」(建築技術規則建築設計施工編, 2012)

依據能源管理法第 17 條：

「新建建築物之設計與建造之有關節約能源標準，由建築主管機關會同中央主管機關定之。」

依據能源管理法第 26 條：

「能源用戶違反依第十七條所定之節約能源標準者，得停供其能源。」(能源管理法, 2009)

我國負責建築能源效率之政府單位為經濟部能源局、內政部營建署、內政部建築研究所和行政院環境保護署。而我國之建築能源效率法規則由能源局與建築研究所協同財團法人台灣建築中心(2007 年前為中國建築中心)、國立成功大學、國立中山大學和國立台北科技大學共同研擬制訂。

我國非住宅空調型建築能源標準相當簡化，僅包含建築外殼能源性能，且與一般檢視牆壁和屋頂隔熱水準，或窗戶之散熱和光學特性相比，僅使用一簡單多線性回歸方程-建築外殼耗能量計算周邊空間年冷卻負荷並設置外殼最大允許值。我國之空調和照明系統之最小效率允許值已被提出，但仍未法制化。另將建築能源性能分為建築外殼與空調系統之方式與日本周邊年負荷(PAL)和能源消費係數(CEC)相當類似(Huang, 2007)。

我國非空調型建築則主要使用平均熱傳透率為節能設計基準，其中各類建築皆有考慮屋頂平均熱傳透率(U_{ar})，其基準值為 1，較日本之標準設定寬鬆許多。而在住宅類建築中則有考慮外牆平均熱傳透率(U_{aw})，其基準值為 3.5。雖然，台灣於 2011 年由內政部營建署研擬「提升建築物節約能源指標管制效益草案」，針對建築外殼節能法規修訂內容草案。其中，在「外殼節能評定基準」中外牆平均熱傳透率計畫由原 3.5 修正至 2.0，但仍較日本標準寬鬆。我國在窗戶上亦無

熱傳透率之規定，僅在住宅部分規定等價開窗率(Req)，然我國位處溫暖氣候區，熱傳透率值可能無足輕重。

七、結論與建議

7.1 日本建築能源法規總結

建築能源效率是日本政府致力於提升能源效率中的重要一環。日本能源節約相關法律中大約五分之一是關於建築能源效率的部分，包括高效建材、業主、政府機構及地方政府之責任。

日本建築能源法因在施工上並無做任何檢查與核對的工作，在技術上屬於自願性質，但遵守比例似乎是比較高的。國家節能法規定建築在新建造、大修或擴建前必須提交能源節約報告。地方機關檢視所提交之報告，並給予改善建議與說明；同時日本亦採取了罰款措施，以確保大型建築和房屋之能源效率。此外，配合多元措施，例如「建築環境效率綜合評估系統」和「建築環境與節能研究院」之培訓研討會，使營建者和所有者更輕易的建造有效率的建築；地方政府亦經由放寬建築高度與大小或資金措施等激勵優惠措施鼓勵更有效率的建築設計。此外，「客戶建築物能源使用合理化標準」包含了計分制度於法規中，考慮了建築物的方位和形狀等。

法規中同時描述了營運和維護的議題。建築大樓所有者每三年需提交維護報告，而住宅建築能源法亦有單獨有關改善營運和維護的條款。日本之建築能源法在現在的亞太潔淨發展與氣候夥伴(Asia-Pacific Partnership on Clean Development and Climate, APP) 中是獨一無二的(Evans et al, 2009)。

參考文獻

1. 日本擬出建築節能新標準，2011。北極星電力網。www.cableabc.com/news/201109211000150.html, September 2011, (Accessed).
2. 建築技術規則建築設計施工編，2012。內政部營建署。w3.cpami.gov.tw/law/law/lawe-2/b-rule.htm, Updated May 11, 2012, (Accessed).
3. 能源管理法，2009。全國法規資料庫。law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?PCode=J0130002, Updated July 8, 2009, (Accessed).
4. 許雅音，2012。日本將於2013年通過節能法修正案。能源知識庫-能源主題評析。km.twenergy.org.tw/DocumentFree/, July 2, 2012.
5. Association for Environmentally Symbiotic Housing, 2012. www.kkj.or.jp/contents/english/index.html, (Accessed).
6. Comprehensive Assessment System for Building Environmental Efficiency, 2012 www.ibec.or.jp/CASBEE/english/overviewE.htm, (Accessed).
7. U.S. Energy Information Agency (EIA), 2012. Country Analysis Briefs -Japan, www.eia.gov/countries/cab.cfm?fips=JA, Updated June 4, 2012, (Accessed).
8. Energy Conservation Center, 2012a. Design and Construction Guidelines on the Rationalization of Energy Use for House, www.eccj.or.jp/law/jutaku2_e.html, (Accessed).
9. Energy Conservation Center, 2012b. Criteria for Clients on the Rationalization of Energy Use for Houses, www.eccj.or.jp/law/jutaku1_e.html, (Accessed).
10. Energy Conservation Center, 2011. Japan Energy Conservation Handbook. Energy Conservation Center, Tokyo.
11. Evans, M., Shui, B. and Takagi, T., 2009. Country Report on Building Energy Codes in Japan, U.S. Department of Energy, April 2009.
12. Hong, W., Chiang, M.S., Shapiro, R.A., Majersik, C.L., 2007. Building Energy Efficiency: Why Green Buildings Are Key to Asia's Future. Asia Business Council, Hong Kong.
13. Housing Quality Assurance Low, 2102 www8.cao.go.jp/kisei-kaikaku/oto/otodb/english/houseido/hou/lh_9999-71.html, (Accessed).
14. Huang Joe, 2007. Status of Energy Efficient Building Codes in Asia, The Deringer Group Berkeley CA USA done for the Asia Business Council Hong Kong SAR.
15. IEA, 2007. Energy Balances of OECD Countries (2007 edition). OECD, Paris.

16. IEA, 2012a. Sustainable buildings, www.iea.org/topics/sustainablebuildings/, (Accessed).
17. IEA, 2012b. Policies and Measures Databases: Energy Efficiency, www.iea.org/policiesandmeasures/energyefficiency/, August 2012, (Accessed).
18. International Monetary Fund (IMF), 2012. World Economic Outlook Databases, www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2012/01/weodata/index.aspx, July 16, 2012, (Accessed).
19. Koichi Inoue, 2011. Energy Efficiency Activities on Residences and Buildings -Cool Roof Paints- in Japan, Global Cool Cities Alliance, www.globalcoolcities.org/wp-content/uploads/2011/09/Inoue-Presentation.pdf, September 2011. (Accessed).
20. New building rules aid energy saving, 2012. The Japan Times Online. www.japantimes.co.jp/text/nb20120712a6.html, July 2012, (Accessed).
21. Ministry of Internal Affairs and Communications, 2008. Summary of Fixed Asset Tax Rolls (FY06), www.soumu.go.jp/czaisei/czaisei_seido/pdf/ichiran08_5_02.pdf, January 2009, (Accessed).
22. Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), 2007. White Paper on Land, Infrastructure, Transport and Tourism in Japan, www.mlit.go.jp/common/000033297.pdf, (Accessed).

附錄

附錄一 住宅氣候區劃分定義

區域	供熱度日數(Heating Degree Days, HDD), 採用標準測量單位(Standard Units, SI Units)
一	HDD 18°C>3,500
二	3,000 < HDD 18°C ≤ 3,500
三	2,500 < HDD 18°C ≤ 3,000
四	1,500 < HDD 18°C ≤ 2,500
五	500 < HDD 18°C ≤ 1,500
六	HDD 18°C ≤ 500

註：標準測量單位=(18.3°C-供熱季節每日平均溫度)×供熱季節天數

資料來源：DCGREUH 1999 and CCREUH 1999

附錄二 商用建築之建築外殼(PAL)與建築設備(CEC)

-PAL 與 CEC 最低能源績效

建築類型	PAL* (MJ/yr·m ²)	CEC				
		空調	通風	採光	熱水	起重
餐廳	550	2.2	1.5	1	若 0<A≤7, CEC=1.5 若 7<A≤12, CEC=1.6 若 12<A≤17, CEC=1.7 若 17<A≤22, CEC=1.8 若 22<A, CEC=1.9	-
禮堂	550	2.2	1	1		-
旅館	420	2.5	1	1		1
零售店	380	1.7	0.9	1		-
醫院或診所	340	2.5	1	1		-
學校	320	1.5	0.8	1		-
辦公室	300	1.5	1	1		1
工廠或其他	-	-	-	1		-

註：PAL*為無考量規模修正係數調整之未調整值

A=熱水供應之循環管道總長度(m)/平均每天熱水消耗量(m³)

資料來源：CCREUB, 1999

$$PAL = \frac{\text{內部周邊的年度熱負荷(百萬焦耳/年)}}{\text{每層內部環境總樓地板面積(平方公尺)}}$$

$$CEC = \frac{\text{單一建築設備之全年實際能源消費(百萬焦耳)}}{\text{相同建築設備之標準能源消費(百萬焦耳)}}$$

PAL 需依據建築物大小，乘以規模修正係數修正²，係數值如下表所示。

-規模修正係數

樓層數 (不含地下室)	平均樓地板面積(平方公尺)			
	小於 50	50 到 100	100 到 200	200 以上
1	2.4	1.68	1.32	1.2
2 樓以上	2	1.4	1.1	1

資料來源：CCREUB, 1999

² 舉例來說，一個不含地下室之兩層樓餐廳，其平均樓地板面積介於 50 到 100 平方公尺，PAL 值修正後為 770 (550*1.4=770)。

附錄三

不同氣候區之建築外殼及門窗之標準熱傳透率(U-value)與隔熱建材之最低熱阻值(R-value)

-不同氣候區之建築外殼標準熱傳透率(U-value)

房屋類型	隔熱施工	元件		不同氣候區之標準熱傳透率					
				一	二	三	四	五	六
鋼筋混凝土架構之房屋	室內保溫施工方法	屋頂或天花板		0.27	0.35	0.37	0.37	0.37	0.37
		牆壁		0.39	0.49	0.75	0.75	0.75	1.59
		地板	暴露在空氣中	0.27	0.32	0.37	0.37	0.37	-
			其他	0.38	0.46	0.53	0.53	0.53	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	0.47	0.51	0.58	0.58	0.58	-
			其他	0.67	0.73	0.83	0.83	0.83	-
	室外保溫施工方法	屋頂或天花板		0.32	0.41	0.53	0.53	0.53	0.53
		牆壁		0.49	0.58	0.86	0.86	0.86	1.76
		地板	暴露在空氣中	0.38	0.46	0.54	0.54	-	-
			其他	-	-	-	-	-	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	0.47	0.51	0.58	0.58	-	-
			其他	0.67	0.73	0.83	0.83	-	-
其他房屋		屋頂或天花板		0.17	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
		牆壁		0.35	0.53	0.53	0.53	0.53	0.53
		地板	暴露在空氣中	0.24	0.24	0.34	0.34	0.34	-
			其他	0.34	0.34	0.48	0.48	0.48	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	0.37	0.37	0.53	0.53	0.53	-
			其他	0.53	0.53	0.76	0.76	0.76	-

單位：單位： $W/^{\circ}C \cdot m^2$

資料來源：DCGREUH, 1999

-不同氣候區隔熱建材之最低熱阻值(R-value)

房屋類型	隔熱施工	元件		隔熱材料的耐熱標準					
				一	二	三	四	五	六
鋼筋混凝土結構之房屋	室內保溫施工方法	屋頂或天花板		3.6	2.7	2.5	2.5	2.5	2.5
		牆壁		2.3	1.8	1.1	1.1	1.1	0.3
		地板	暴露在空氣中	3.2	2.6	2.1	2.1	2.1	-
			其他	2.2	1.8	1.5	1.5	1.5	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	1.7	1.4	0.8	0.8	0.8	-
			其他	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	-
	室外保溫施工方法	屋頂或天花板		3	2.2	2	2	2	2
		牆壁		1.8	1.5	0.9	0.9	0.9	0.3
		地板	暴露在空氣中	2.2	1.8	1.5	1.5	.5	-
			其他	-	-	-	-	-	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	1.7	1.4	0.8	0.8	0.8	-
			其他	0.5	0.4	0.2	0.2	0.2	-
木製房屋	填充保溫施工方法	屋頂或天花板	屋頂	6.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
			天花板	5.7	4	4	4	4	4
		牆壁		3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2
		地板	暴露在空氣中	5.2	5.2	3.3	3.3	3.3	-
			其他	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	3.5	3.5	1.7	1.7	1.7	-
			其他	1.2	1.2	0.5	0.5	0.5	-
使用框架牆建構技術	填充保溫施工方法	屋頂或天花板	屋頂	6.6	4.6	4.6	4.6	4.6	4.6
			天花板	5.7	4	4	4	4	4
		牆壁		3.6	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
		地板	暴露在空氣中	4.2	4.2	3.1	3.1	3.1	-
			其他	3.1	3.1	2	2	2	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	3.5	3.5	1.7	1.7	1.7	-
			其他	1.2	1.2	0.5	0.5	0.5	-
木製房屋且使用框架牆建造技術或鋼架房屋	填充保溫施工方法	屋頂或天花板		5.7	4	4	4	4	4
		牆壁		2.9	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7
		地板	暴露在空氣中	3.8	2.5	2.5	2.5	-	-
			其他	-	-	-	-	-	-
		周邊泥土地面	暴露在空氣中	3.5	3.5	1.7	1.7	1.7	-
			其他	1.2	1.2	0.5	0.5	0.5	-

單位： $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$

資料來源：DCGREUH, 1999

-門窗在不同氣候區之最大熱傳透率(U-value)

氣候區					
一	二	三	四	五	六
2.33	3.49	4.65	4.65	6.51	6.51

單位： $\text{W}/^{\circ}\text{C}\cdot\text{m}^2$

資料來源：DCGREUH, 1999

附錄四 依據氣候區之最大夏季輻射熱增量係數

窗戶方位	氣候區					
	一	二	三	四	五	六
與正北方向 $\pm 30^{\circ}$	0.52	0.52	0.55	0.55	0.6	0.6
其他方位	0.52	0.52	0.45	0.45	0.4	0.4

資料來源：DCGREUH, 1999

附錄五 依氣候區不同之最大允許每年冷暖負載量

氣候區	一	二	三	四	五	六
最大負載量	390	390	460	460	350	290

單位： $\text{MJ}/\text{m}^3/\text{year}$

資料來源：CCREUH, 1999