

# 智慧綠建築產業驅動要素 與推動政策之研究

陳慶利

財團法人台灣建築中心董事長



## 一、緣起：

依世界經濟合作與發展組織(OECD)的「永續環境建築：挑戰與政策」報告中指出，全球建築物消耗了32%的資源、12%的水以及40%的能源；此外有40%的廢棄物亦是來自於建築物，溫室氣體排放有近40%是來自於居家與商業建築，尤其中國大陸、印度、巴西及俄羅斯金磚四國崛起，東南亞諸國之快速發展均加重了人類都市化所帶來之能源消耗及溫室氣體排放之負面影響，造成全球氣候持續暖化，引發極端氣候導致水災、風災及糧食減產等問題，在未來二十年內如果人類不積極抑制溫室氣體之排放所造成之全球暖化，若平均溫度升高2°C將造成4-17億人口水資源匱乏、地球20-30%的物種絕種、300萬人因海平面上升而必須遷居、10-20億人口面臨疾病之危害。

史登博士研究報告(Stern Review)指出，氣候變化造成的經濟損失相當於全球國民生產總值(GDP)的5-20%，相反的，若採取適當行動來緩和氣候變化，僅需全球生產總值的1%，此外，每排一噸碳將造成85美元損失，但採取行動，每降一噸碳僅需25美元，由此可推論排放溫室氣體的成本是昂貴的，過去200年人類追求經濟之成長，長期忽略排放溫室氣體之成本，終造成市場機制、秩序失衡，大量生產、大量消費、大量廢棄形成惡性循環是全球暖化之直接元兇，因此，讓佔排放溫室氣體40%的建築相關活動反應排碳

成本，進而驅動各種節能減排的技術、方法及資源投入都市、建築領域，成為世界各國制定節能減排政策之重點之一，而且以智慧綠建築、環境共生建築及更大範圍的生態社區或綠色智慧城市之推動為具體項目。

綜合以上分析結果，「智慧綠建築」市場在全球蓬勃發展的主因，除了因為全球能源供應不足以及環境與氣候變遷造成嚴重問題，而「迫使」全球各國(及其居民)達成節能、減碳、環保、永續的共識外，最重要的是這些共識更成為國際公約、協定以及各個國家本身的永續、能源、建築或環保政策中的明文規範，更重要的是智慧綠建築的特點是低收入、高回報，依據相關資料統計，只須在原有基礎上增加5%，就可增加20%的回收率；在建築節能應用中，類似之人工環境下，智慧綠建築約可節能15-30%；系統化智慧綠建築建置方式，與傳統各系統獨立相比，約可節省20%的投資。

台灣有77%的人口集中居住在都市，由於都市的人為熱源多，而且大量使用易蓄熱的建築材料，致使都市的平均溫度較周邊自然區高，形成熱島效應，台北市甚至可能比郊區高達4.5°C。因此高雄、台北、台南三都會區的夏季溫度居全台之冠。又根據台電統計，夏季當氣溫超過28°C時，氣溫每升高1°C時，需增加60萬千瓦的電力供應，這三都會區住宅年用電量佔全國住宅總用電量的47%，以城市為範疇推動建築的節能減碳

措施將成為台灣最具有減碳潛力之政策。2010年行政院吳前院長揭示政府除了推動六大新興產業外，也將發展四大新興智慧型產業包括雲端運算、智慧電動車、智慧綠建築及發明專利產業化，而在推動智慧綠建築方面，將以考量落實庶民生活為前提，運用資通訊高科技軟實力的成就與節能減碳之綠建築結合，落實推展智慧綠建築產業，進而提供安全健康、便利舒適及節能環保人性化的生活環境，以達成符合庶民生活需求，促進科技產業發展之目標。

為探討我國推動「智慧綠建築」政策措施與產業發展之關聯性，將分析「綠建築」、「智慧建築」及「綠建材」三項推動計畫，各階段發展歷程之實施之推動政策與智慧綠建築個案成長情形之關連性，並從中學習歸納推動「智慧綠建築」之建議策略。

## 二、「智慧綠建築」相關計畫執行成效：

台灣從1999年起推動「綠建築標章計畫」，2003年推動「智慧建築標章計畫」，2005年推動「綠建材標章計畫」已有豐碩的成果。其中綠建築標章自2001年實施至2012年4月底止，目前已有3,363件公私有建築物取得標章或候選證書之評定，總樓地板面積約為3,993萬平方公尺；而綠建材標章2005年至2012年4月止共評定702件標章(涵蓋5586種產品)，目前以塗料類佔32.1%最多，牆壁類佔24%次之；於標章期限之有效標章計有403件(318件健康、1件生態、32件再生與52件高性能)；另外，智慧建築標章歷年申請案件截至2012年2月中為止，共計已受理申請38案，其中申請智慧建築標章計有8案，申請候選智慧建築證書共計有30案。以下分別針對其執行成效說明如下：

### 1.綠建築標章：

建築部門為因應永續發展議題所提的具體

策略，就是強調建築應與自然生態共生的設計理念，以降低建築物對環境的衝擊與破壞，歐洲稱為「永續建築」，日本稱為「環境共生建築」，美加與我國都稱為「綠建築」。

#### (1).執行成效：

截至今(2012)年4月通過評定取得標章或候選證書的3,363件公私有建築物，在未來長達40年的生命週期中，預估每年可省電約10.09億度，省水約4,483萬噸(相當於17,932座國際標準游泳池的容量)，若按每度(噸)水需耗1度電計算(含都市供水、揚水及淨水處理)，則兩者合計減少之CO<sub>2</sub>排放量約為67.9萬噸，其減碳效益約等於4.56萬公頃人造林(約等於1.68個台北市面積)所吸收的CO<sub>2</sub>量，為業主每年節省之水電費約達28.8億元。

#### (2).產業規模：

依據內政部建築研究所與野村總研為「智慧綠建築推動方案行政院核定本」所做的2010年智慧綠建築產業規模推估，因推動綠建築所增加之市場規模約為建築設計11.61億元，綠建材75.86億，太陽光電、LED照明及其他關聯設備87.12億元，共約174.60億元。

## 2.智慧建築標章：

以綠建築為基礎，導入智慧型高科技技術、材料及產品之應用，使建築物更安全健康、便利舒適、節能減碳又環保，並以達到節能減碳及帶動產業發展為主要發展方向。

#### (1).執行成效：

歷年申請案件截至101年2月中為止，共計已完成申請38案，其中申請智慧建築標章計有8案，申請候選智慧建築證書共計有30案。

#### (2).產業規模：

依據內政部建築研究所與野村總研為「智慧綠建築推動方案行政院核定本」所做的2010年智慧綠建築產業規模推估，因推動智慧建築所增加

之市場規模約為系統整合30.07億元，機電設計0.05億，工業電腦及其他智慧元件42.17億元，共約60.83億元；關聯服務產業如健康照護、安全安心、永續節能及便利舒適等約134.73億元。

### 3.綠建材標章：

綠建材係指從原料採取、產品製造到使用過程中，對地球環境負荷最小，對人類身體健康無害的建材，以建材生命週期為主軸分為健康、生態、高性能、再生四大分類，追求「人本健康、地球永續」的目標。

#### (1).執行成效：

綠建材標章截至2012年4月止共評定702件標章(涵蓋5586種產品)，針對生產地分析，以台灣占78.6%最多，另外包括美國、日本、德國、英國、瑞典、法國、荷蘭等共17個國家地區，對增加國內建材產業之產品品質與促進國內建材廠商升級助益頗大。

#### (2).產業規模：

依據內政部建築研究所與野村總研為「智慧綠建築推動方案行政院核定本」所做的2010年智慧綠建築產業規模推估約為75.86億元。

## 三、推動政策與績效之關係探討：

為了探討「綠建築」、「智慧建築」及「綠建材」三項推動計畫在推動歷程之各階段施行政策對於申請案件之消長影響，分別就歷年重要推動政策實施與通過評定案件之相對關係比較分析，試圖了解個別政策對於智慧綠建築產業之驅動力度，據以歸納成功之要素及後續推動之建議。

### 1.綠建築標章：

分析綠建築標章之推動成功經驗，推動的初期透過「綠建築評估基準」及「綠建築解說與評估手冊」的推廣，教育民眾及業界認識綠建築之意義；接續為提供業界試行場域及商機，另一方面為宣示政策決心，率先由公有建築物優先導入；待民眾已經接受綠建築概念，產業界亦有相當之經驗後，即由建築技術規則制定綠建築專章，提高產業界綠建築設計水準；緊接建立綠建築評估分級制度，除了激勵追求更高之設計標準及提供自我檢視個案優缺點外，也為後續獎勵及使用管理機制預作準備；待公有建築物導入綠建築已形成風氣，為了鼓勵民間建築物導入，提供

年度	重點工作	說明
88	● 公布「綠建築解說與評估手冊」 ● 訂定「綠建築標章推動使用作業要點」	● 於88年8月18日頒訂要點，建立「綠建築標章制度」，9月1日開始由本中心受理申請綠建築標章案件。
90	● 「綠建築推動方案」實施	● 針對中央5千萬元以上公有新建建築物全面進行綠建築設計管制，取得候選綠建築證書始能申辦建造執照。
92	● 「綠建築推動方案」第一次修訂	● 針對中央或受補助達二分之一以上，且工程造价在5千萬以上公有新建建築物應先取得候選證書，始得核發建造執照。
94	● 建築技術規則「綠建築專章」實施	● 增訂「第十七章綠建築」專章，並訂於94年1月1日施行，將綠建築標章制度法制化。
	● 修訂「綠建築解說與評估手冊(2005年更新版)」	● 增訂「綠建築分級評分法」與「綠建築創新科技優惠評估法」之內容，以因應未來訂定獎勵機制參考，並於本年度開始試辦評估。
96	● 「綠建築標章分級評估制度」實施	● 96年1月1日正式實施。
97	● 「生態城市綠建築推動方案」實施	● 公有新建建築物之總造價在新台幣5仟萬元以上者，應先取得候選綠建築證書，始得申報開工；並於取得綠建築標章後，始得辦理結算驗收。
98	● 訂定「綠建築標章申請審核認可及使用作業要點」	● 行政與技術分立，訂定規範綠建築評定相關作業程序與評定機構應備資格等相關規定。
	● 訂定「綠建築標章評定專業機構申請指定作業要點」 ● 都市更新建築容積獎勵辦法	● 綠建築標章銀級以上給予容積獎勵以10%為上限。
101	● 公佈「綠建築家族」之評估手冊	● 完成基本型(EEWH-BC)及住宿類(EEWH-RS)專用版本手冊修訂，並完成「社區類(EEWH-EC)」、「舊建築改善類(EEWH-RN)」及「廠房類(EEWH-GF)」等不同建築分類。

表1 綠建築推動大事紀要表

容積獎勵的誘因；最後將佔有數量最多的既有建築亦納入。以下分析各項重要推動政策對於推動綠建築之成效：

(1).90年「綠建築推動方案」實施：針對中央5千萬元以上公有新建建築物全面進行綠建築設計管制，取得候選綠建築證書始能申辦建造執照，由表2、圖1~4可知89、90年間，民間建築較公有建築積極投入綠建築，但91年因公有建築的強制規定，候選證書申請案件大幅成長。

(2).94年建築技術規則「綠建築專章」實施：增訂「第十七章綠建築」專章，並訂於94年1月1日施行，將綠建築標章制度法制化，由表2、圖1、3可知94年起由於業界相關設計技術成熟，民間及公有申請案均大幅成長。

(3).97年「生態城市綠建築推動方案」實施：公有新建建築物之總造價在新台幣

年度	民間綠建築標章						小計	民間綠建築候選證書						小計
	免評估	合格級	銅級	銀級	黃金級	鑽石級		免評估	合格級	銅級	銀級	黃金級	鑽石級	
89	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	4
90	2	0	0	0	0	0	2	3	0	0	0	0	0	3
91	2	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	5
92	8	0	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	0	8
93	3	0	0	0	0	0	3	22	0	0	0	0	0	22
94	6	0	0	0	0	0	6	24	0	0	0	0	0	24
95	16	0	0	0	0	1	17	22	0	0	0	0	0	22
96	11	6	0	1	0	0	18	0	29	1	2	1	0	33
97	4	11	4	2	1	0	22	1	23	2	3	0	1	30
98	4	13	7	1	0	2	27	0	14	8	2	3	3	30
99	1	5	1	3	1	2	13	0	11	7	7	2	0	27
100	3	10	5	2	4	3	27	0	15	8	18	8	4	53
101	0	7	0	2	1	0	10	0	5	3	11	4	0	23

年度	公有綠建築標章						小計	公有綠建築候選證書						小計
	免評估	合格級	銅級	銀級	黃金級	鑽石級		免評估	合格級	銅級	銀級	黃金級	鑽石級	
89	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
90	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
91	0	0	0	0	0	0	0	111	0	0	0	0	0	111
92	0	0	0	0	0	0	0	161	0	0	0	0	0	161
93	14	0	0	0	0	0	14	237	0	0	0	0	0	237
94	36	0	0	0	0	0	36	251	0	0	0	0	0	251
95	61	0	0	0	0	0	61	212	0	0	0	0	0	212
96	58	15	2	0	1	1	77	5	233	18	6	1	0	263
97	42	29	3	0	0	0	74	2	162	45	10	3	1	223
98	23	56	12	5	2	1	99	0	218	51	22	14	4	309
99	28	57	11	3	0	4	103	0	111	53	14	9	1	188
100	15	90	27	4	5	5	146	1	157	40	16	10	4	228
101	9	29	11	3	3	0	55	0	56	8	4	4	1	73

表2 截至101年4月綠建築評定案件統計

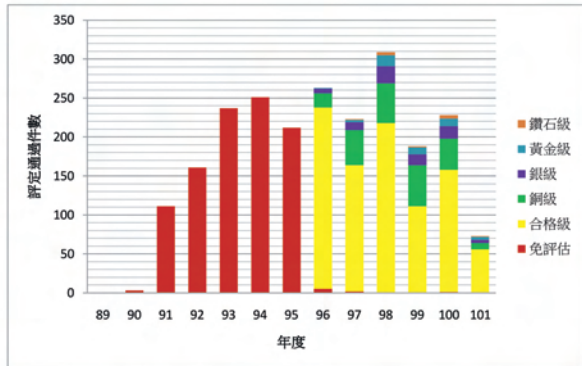


圖1 公有綠建築候選證書

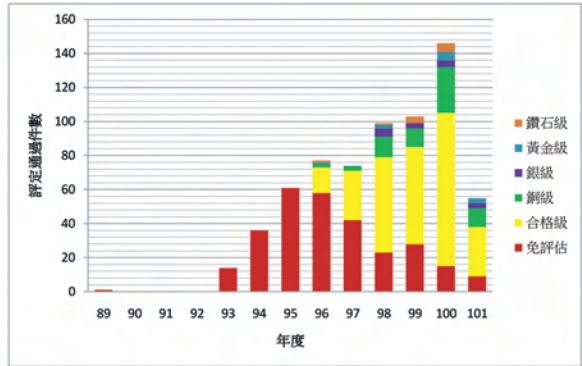


圖2 公有綠建築標章

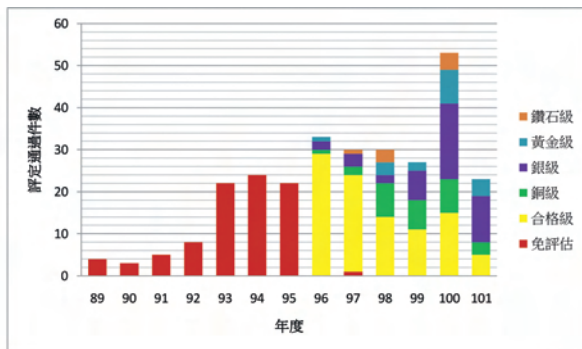


圖3 民間綠建築候選證書

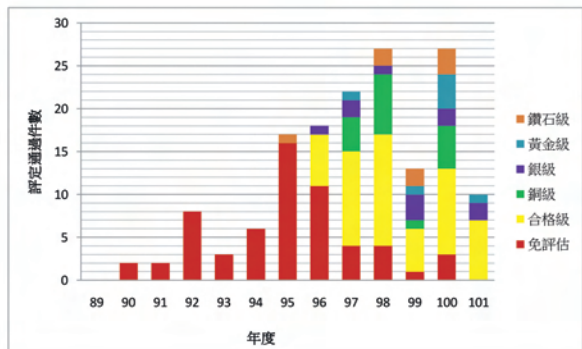


圖4 民間綠建築標章

表3 智慧建築推動大事紀要表

年度	重點工作	說明
92	<ul style="list-style-type: none"> <li>公布「智慧建築解說與評估手冊」</li> <li>成立智慧建築標章委員會</li> </ul>	智慧建築標章制度正式啟動，由台灣建築中心執行評定工作
94	<ul style="list-style-type: none"> <li>行政院產業策略會議提出SRB計畫</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>行政院產業策略會議提出「智慧化居住空間政策」，智慧建築成為智慧化居住空間的關鍵要素。</li> </ul>
97	<ul style="list-style-type: none"> <li>建置智慧化居住空間展示中心 Living 3.0</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>內政部建築研究所規劃建置「智慧化居住空間展示中心 Living 3.0」成為對民間及產業推廣智慧建築概念之平台</li> </ul>
99	<ul style="list-style-type: none"> <li>行政院核定「智慧綠建築推動方案」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>行政院核定「智慧綠建築推動方案」明訂由政府部門公有建築率先做起，以帶動風潮。</li> </ul>
101	<ul style="list-style-type: none"> <li>與綠建築同步實施分級認證機制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>實施「分級評估制度」，分為合格、銅、銀、黃金、鑽石等五等級，且第一階段「智慧建築推動方案」實行完畢。</li> </ul>
102	<ul style="list-style-type: none"> <li>公有建築物強制落實「智慧綠建築概念」</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>公有新建建築物總造價在2億元以上，應先取得候選證書始得申報開工；並取得標章後得辦理結算驗。</li> </ul>

表3 智慧建築推動大事紀要表

5千萬元以上者，應先取得候選綠建築證書，始得申報開工；並於取得綠建築標章後，始得辦理結算驗收，由表2、圖2可知97、98年公有綠建築標章申請案大幅成長，且設計水準提昇，合格級以上的案件亦大幅增加。

(4).98年都市更新建築容積獎勵辦法：綠建築標章銀級以上給予容積獎勵以10%為上限，由表2、圖4可知99年民間綠建築標章通過案件銀級以上比例增加，除民間案件增加外，整體設計水準亦提高。

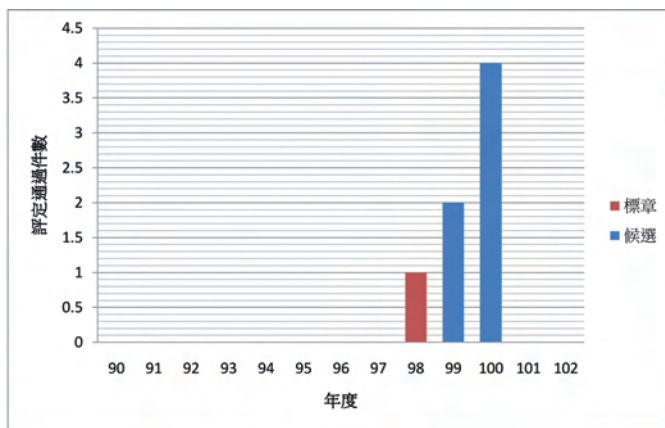


圖5 公有智慧建築

年度	民間建築		小計	公有建築		小計
	候選	標章		候選	標章	
92						
93	2		2			
94	1		1			
95	1	1	2			
96	2		2			
97	2		2			
98	1	2	3		1	1
99	3	1	4	2		2
100	12	3	15	4		4
101						

表4 智慧建築標章評定案件統計

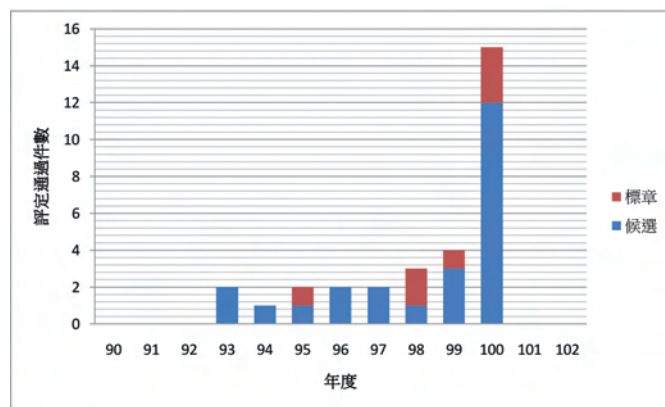


圖6 民間智慧建築

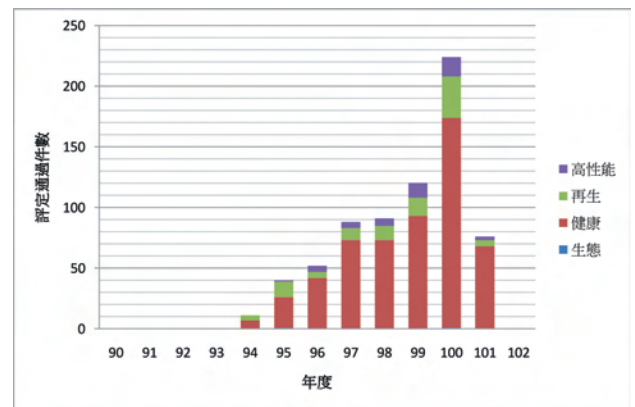


圖7 綠建材標章

年度	重點工作	說明
94	● 綠建材標章制度正式施行	● 健康、生態、再生、高性能四類綠建材全面施行
95	● 建築技術規則明定綠建材使用需達總面積 5%	● 建築技術規則明定室內裝修材料及樓地板材料應採綠建材，且使用面積需達總面積之 5% 以上
98	● 建築技術規則明定綠建材使用需達總面積 30% ● 振興經濟擴大公共建設投資計畫落實節能減碳執行方案，規定至少要有 10% 之綠色內涵採購經費	● 建築技術規則明定室內裝修材料及樓地板材料應採綠建材，且使用面積需達總面積之 5% 以上，調整為 30% 以上 ● 綠色內涵包含綠色材料，優先採用再生能源、節約能源、低污染、省能源、再生利用、可回收、綠色建材等綠色環保產品及設備。
99	● 綠建材標章納入環保署「第三類環境保護產品」並列為「綠色採購清單」	● 綠色採購範圍包含第一類（環保標章）、第二類（環保署核發證明書）及第三類（節能標章、省水標章、綠建材標章）環境保護產品

表5 綠建材推動大事紀要表

年度	評定通過綠建材				
	生態	健康	再生	高性能	小計
94		7	4		11
95	1	25	13	1	40
96		42	5	5	52
97		73	10	5	88
98		73	12	6	91
99		93	15	12	120
100	1	173	34	16	224
101		68	5	3	76

表6 綠建材評定案件統計

## 2. 智慧建築標章：

智慧建築標章之推動途徑與綠建築標章相似，但其起步較晚且預計102年才開始對公有建築強制要求，因此通過評定之案件較少。以下分析各項重要推動政策對於推動智慧建築之成效：

(1).94年「行政院產業策略會議提出SRB計畫」：提出智慧化居住空間政策，智慧建築成為智慧化居住空間的關鍵要素，由表4、圖5、6可知並未有明顯趨勢。

(2).97年建置智慧化居住空間展示中心Living 3.0：內政部建築研究所規劃建置「智慧化居住空間展示中心Living 3.0」成為對民間及產業推廣智慧建築概念之平台，由表4、圖5、6並未有明顯趨勢。

(3).99年行政院核定「智慧綠建築推動方案」：行政院核定「智慧綠建築推動方案」明訂由政府部門公有建築率先做起，以帶動風潮，由表4、圖5、6可知100年民間候選智慧建築證書申請案大幅成長，民間已接受智慧建築概念，並成為行銷之賣點，經過94年SRB會議，97年智慧化居住空間展示中心的推廣對民間消費者的教育宣導已起發酵作用。

## 3. 綠建材標章：

綠建材標章之推動，主要透過強制規範室內裝修之使用量及公共工程綠色內涵採購之機制。以下分析各項重要推動政策對於推動智慧建築之成效：

(1).95年「建築技術規則明定綠建材使用需達總面積5%」：建築技術規則明定室內裝修材料及樓地板材料應採綠建材，且使用面積需達總面積之5%以上，由表6、圖7可知95年申請案有大幅成長。

(2).98年建築技術規則明定綠建材使用需達總面積30%，振興經濟擴大公共建設投資計畫落實節能減碳執行方案，規定至少要有10%之綠色內涵採購經費：由表6、圖7可知99年政策效應顯現申請案有大幅成長。

(3).99年綠建材標章納入環保署「第三類環境保護產品」並列為「綠色採購清單」：由表6、圖7可知100年申請案大幅成長，其中健康類綠建材成長幅度最大，跨部會資源的整合推動發揮效果，民眾對綠建材之消費建立認同感。

## 四、結論與建議：

藉由前節分析「綠建築」、「智慧建築」及

「綠建材」在推動歷程之各階段施行政策與推動成效之分析，了解各項政策對於產業及民間之推力與拉力，由於排碳的成本長期被忽略，使建築領域的節能減排工作推動無法開展，觀察世界各國的推動政策無不圍繞著反應排碳成本或是提供有利的經濟性競爭環境等思維著手，以下試歸納我國的推動政策及後續推動事項：

### 1.成功關鍵因素：

(1).制定明確規範及基準：「綠建築」、「智慧建築」及「綠建材」在推動初期均經過嚴謹的研究過程制定明確量化的評估規範及標準，除提供與國家上位節能減碳政策扣合引導建築產業發展外，也使建築之設計及改善有明確依據，在制度推動之初期發揮相當之教育宣導之力量。

(2).優先由公有建築物推動，規範公部門採購綠色內涵產品：可宣示推動政策之決心，並提供業界試行場域及受保障之市場商機，對於提昇培育產業技術能力及扶植關聯產業發揮重要影響。

(3).分級評估，漸進提高標準：透過分級評估及標示制度可以激勵業界及建築物漸進提高標準，並且了解建築物之性能，規劃改善之最佳化策略，並帶動相關連技術、產業之升級，也為後續獎勵及管理機制建立基礎。

(4).提供誘因引導民間導入：鼓勵民間導入綠建築設計概念，在推廣綠智慧綠建築的初期發揮效用，基於反應排碳成本的思維，對於民間自發投資綠建築者給予優惠。

### 2.後續推動政策建議：

(1).加速民間導入「智慧綠建築」概念：依據統計資料民間申請案所佔比例約佔綠建築評定申請案之10%左右，如何在兼顧社會正義及反應排碳成本建立適當政策應是重要的工作項目，例如建築能源護照制度、住宅性能評估與標示制度結合等。

(2).既有建築物「智慧綠建築」改善：對於數量龐大（97%）且不符合「智慧綠建築」設計概念之既有建築，應建立評估基準及配套機制，透過建築使用管理、都市更新、產權交易轉換或保險機制等，使既有建築持續進行「智慧綠建築」改善。

(3).與建築法及相關配套法令配合推動：100年12月30日通過的住宅法第四章居住品質，明定中央應訂定基本居住水準，而直轄市、縣（市）主管機關應主動辦理提升住宅社區環境品質的相關計畫，「智慧綠建築」之推動可透過「住宅法」整合充分應用中央及地方政府的資源。

(4).引入民間資源：營造有利之產業發展環境，透過節能績效保障服務專案（ESCO）及都市更新等方式利用民間資源投入，一方面減輕政府負擔另一方面創造商機及就業市場，實踐綠色經濟及永續經營的理念。

### 參考文獻：

- 1.綠建築解說與評估手冊，2005，林憲德，內政部建築研究所。
- 2.亞熱帶住宅節能技術展望，2003，趙念慈，工業技術與資訊月刊第136期，新竹。
- 3.智慧綠建築產業發展之人才需求初探，2011，董正玫資深研究員，工研院產經中心，新竹。
- 4.智慧建築之意涵，2012，廖慧燕，環境控制部組長，內政部建築研究所，智慧建築與雲端科技、數位匯流應用實務研討會，新北市。
- 5.推動台灣智慧建築之拉力與推力，2012，紫軍，經濟部工業局局長，智慧建築與雲端科技、數位匯流應用實務研討會，新北市。