

專書介紹

# 「311東日本大震災調査報告書」 紹介



摘要整理 楊詩弘 · 臺北科技大學建築系助理教授

## 前言

日本東北部於2011年3月11日發生了M9.0的大地震，伴隨著波高40公尺的大海嘯與東京電力核電廠的事故，災害發生後，日本建築學會結合了土木協會、地震協會共同做的調查，由日本總理府下「震災對策特別委員會」委員長尾島俊雄領銜出版了調查報告書。這個地震、海嘯、核災等複合型的災難不只是建築的專業，所以我們結合了非常多的學會。包含地震、都市計畫、火災、地盤工學等等。在這一系列的調查活動，預計共將出版三十幾套，從2013年大概要以三年度的期程逐次出版。

本文即針對甫出版的第一輯介紹予讀者，第一輯調查報告書名為：（圖1）

「311大地震後都市能源系統的定位與推動政策之研究(第一輯)

——邁向低碳、安全、安心的都市創造之推動檢討」



圖1 311東日本大震災  
調査報告書第一輯

日本現今面臨「第三階段的開國時期」：第一階段是明治維新，從鎖國朝向開國；第二階段則是二戰後藉由和平發展貢獻世界的開國；第三階段則是需藉由東日本大地震的教訓，邁向資訊透明化、可被國際間信賴的國家。然而此次災後政府與企業對公布資訊的龜速，讓世人與災民充分感到無法信任。縱使情報的公開是緩慢而令人不耐，但隨著時間的過去，災害的真相一一被打開，在2012年3月震災滿一周年之際，媒體的詳細報導、政府、民間、東京電力的調查報告一一出爐，同年六月由日本國會所成立的事務調查委員會出具的檢討報告當中，亦赤裸裸地呈現政府與東京電力的不負責態度。經過這次事件，除了檢證資訊公開的速度有待加強之外，憲法所保障的媒體報導權利與情報透明化，讓大眾認識到新聞自由的價值並未在日本消失。而日本社團法人都市環境能源協會針對此次複合式震災詳細調查後於2012年12月正式出版第一篇之報告書，針對災情原因、災後日本國內之能源系統的定位與未來推動政策提出相關建言。

此次(2012年12月)出版的第一輯主軸為「邁向低碳、安全、安心的都市創造之推動檢討」，文中分為兩大部分：第一部分為「311東日本大震災之概要」，詳細分析2011年3月11日當日地震、海嘯與後續所衍生之福島第一核電廠事故的主要經過、原因與災害實況。第二部分為「從大地震所學習之教訓」，內容分別就「市民

生活」、「復興組織與預算」、「地震災害的實態」、「海嘯災害的實態」、「核災的實態」、「產業受損與復原狀況」、「都市基盤受災與復原」、「自衛隊／美軍／海外支援／公益團體的活動」、「國家政策的調整」進行分析。

## 一、311東日本大震災概要

### 1. 前所未有的複合式災難

日本東北部於2011年3月11日發生了前所未有的複合式災難:M9.0的大地震，伴隨著波高40公尺的大海嘯與東京電力核電廠的事故，導致15,868人喪生、2,848人失蹤，災害亦造成343,935人的遷外避難，其中三成居民因避難而家庭分散、四成的居民失去工作、至今(2012年12月)居住於組合屋的災民尚有115,000人左右。以受災最嚴重的福島縣為例，目前約63,000人於外縣市避難，農漁業損失慘重，二千二百多萬噸的瓦礫、殘骸待處理，現況實為慘不忍睹。

身為震災對策特別委員會主委的尾島俊雄教授在地震發生後的四月親自走訪災區，號召多位學者於當年六月緊急出版「東日本大震災後的日本再生」一書，並以英文、中文、韓文等翻譯版的提出讓各國瞭解目前日本所面對的嚴峻狀況；並藉由國際論壇的召開，期望針對當地的重建、復興貢獻所需。

然而，災後歷經一年多的歲月，世人所看到的是日本復興工作的腳步緩慢，許許多多的災民因失意而身心狀況失調甚至走上絕路。尾島氏認為重建牛步的主要原因在於日本政府與國民已經失去樂觀而光明的視野，亦失去構築未來美夢的希望。另一方面，災區民眾堅忍與不屈的意志、來自海外的支援及對東北災後居民守序的肯定，也讓日本人重新喚醒對古老文化、傳統的重新珍視。

尾島氏認為從歷史經驗來看日本向來是多災

的列島，身為現代的日本人應正視故鄉土地的特殊宿命。縱然此次的地震與海嘯屬於未預期的大規模，但更應將此視為歷史的教訓而須具有更多的預防與覺悟。此次福島縣東京電力核電廠的事故所造成福島縣民的受災，屬於國家發展政策過度朝向東京「一極集中」所導致的後果，從許多海外媒體的觀點認為是東京所引起的核災。大量的外籍人士撤離日本，產品因放射線汙染而被阻絕於全球市場，以東京為首的關東地區要負全部之責任。

### 2. 引發海嘯

3月11日下午2:46分，M9.0的大地震、能量約大正時期關東大地震（1923年）的45倍，近期阪神大地震（1995年）的1450倍。震源位於牡鹿半島東南東方約130公里附近，深度約24公里，略位於太平洋板塊與北美板塊交界，屬典型的海溝型地震。主震30分後巨大的海嘯逐次沖襲岩手、宮城、福島、茨城等縣的沿海地區，造成約兩萬人在海嘯中被吞沒（圖2）。此外，在海邊首當其衝的福島縣東京電力第一核電廠，由於震災喪失冷卻機能導致日本史上未有，一發不可收拾之核災。此種二重、三重的災害與傳統的地震破壞型態大不相同，屬於複合型的環境災

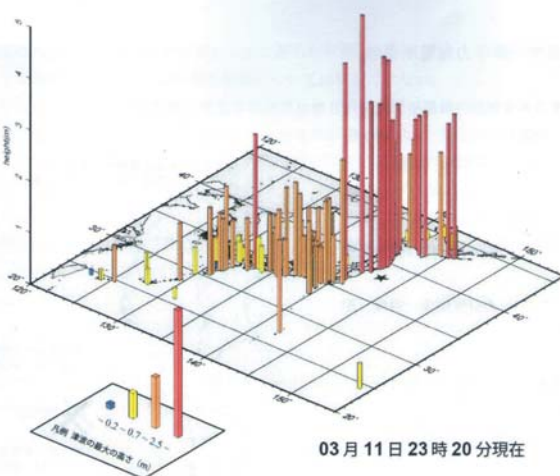


圖2 311震災海嘯浪高記錄

害，範圍深廣且長期影響未來的地方發展。海嘯所引起的浸水範圍依據日本國土地理院的推估約561km<sup>2</sup>(約東京都心部環狀鐵路山手線內面積的9倍)。而海嘯波高依據相關學術機關的推測結果，最高高度約為40.5公尺(岩手縣的釜石市至宮古市一帶)，約13層樓高。

### 3. 核電廠災害

此次東北地區震災受到影響的核電設施共計五座電廠15個機組，其中東京電力福島第一核電廠受到顯著之災害，被國際原子能總署(IAEA)列為等級七，屬於最嚴重之事故。福島第一核電廠總共有六個沸水反應爐機組，其中1-3號機組在事發前屬正常運轉，4-6號機組因定期維修處於停機狀態。3月11日發生地震時1-3號反應爐立即自動停機，且因震害而喪失外部電源的連結，但當時柴油緊急發電機立即作動而暫時確保反應爐的冷卻作業。然而隨後發生的大海嘯的灌水造成發電機、冷卻泵浦、電源盤的淹沒，除了6號

機以外，其他機組呈現全交流電源喪失，冷卻系統失去作用的狀態。而1-3號機組更因無法冷卻造成反應爐心的熔毀，接下來1、3、4號機組的氫氣爆炸，反應爐上方的結構物破損造成大量的放射性物質蔓延至大氣中。(圖3)日本為了避免悲劇重演，政府、民間、國會、東京電力等四個單位分別成立調查委員會，陸續於2012年6-7月發表報告書。然而，由於立場不同、未充分深入核災現場調查等因素，導致各單位對事故的觀點、見解尚不一致，原因的解析亦缺乏客觀的科學基礎。因此，今後，為了防止類似事件的再次發生，尾島氏認為今後日本必須負責任地持續的調查、分析，並向國際公開相關的資訊。

## 二、從大地震所學習之教訓

### 1. 市民生活

311震災對於居民生活所帶來的衝擊可說是前所未有的：105萬幢以上的建築物遭受破壞，東北三縣(岩手、宮城、福島)的災民高達150萬人以上，約2萬人的死者與35萬人的遷外避難、11萬人居住於組合屋等。上述的情形造成居民必須面對「既有生活社區瓦解」的殘酷事實，因為，許多災民不想再回到原來的土地，或是有高達四萬戶的家庭希望遷移至更高的場所。以政府的補償政策而言，目前表面上已啟動「防災集體遷移推動事業」、「漁業聚落防災機能強化事業」、「區劃整理事業」等機制，但真正的地域復興工作從現在才開始。

中國政府於汶川大地震(2008年5月，死者約10萬人)後所進行的復興工作類似日本江戶時期「天下普請」(譯註：江戶幕府大將軍命令全國各地諸侯興建各個國家重要建設)的型態，以各省地方政府認養指定災區之重建工作。然而日本政府此次卻不採傳統地方分權的做法，而是直接由中央政府發包委託民間企業進行復興事業。

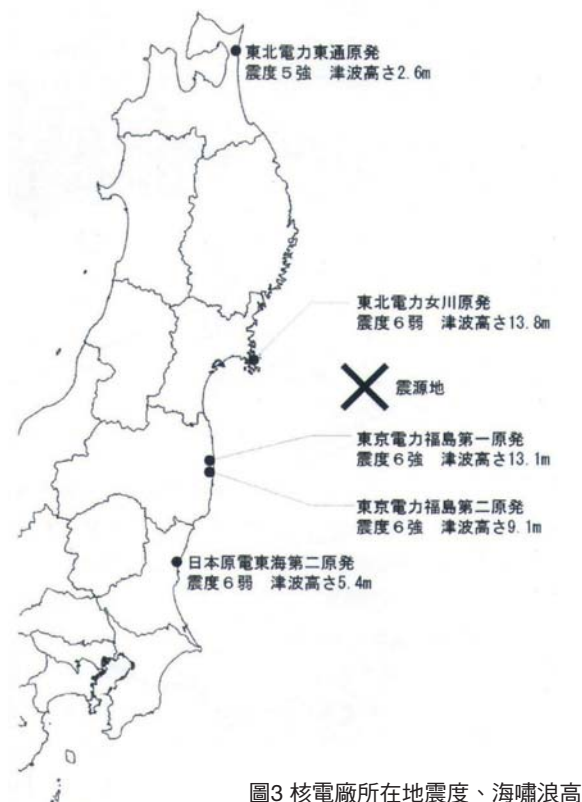


圖3 核電廠所在地震度、海嘯浪高

其主要原因在於地方政府本身因受災而無能力承接業務，以及由中央直接執行可簡化一定之行政程序。日本政府在災後立即就此次受災的62個行政區進行災害時態調查，於2011年下半年針對其中43個區域提出「震災復興計畫」，但檢視其內容並未針對住宅地遷移的具體位置（或規模）進行確定，亦未詳細表達海嘯侵襲地的土地利用計畫，因此雖名為「計畫」，但實質還停留在「構想」階段。

## 2. 復興組織與預算

日本政府於2012年設置「復興廳」以統合災後重建、住民支援、產業振興等事務。而為了具備調整各部會平行間相關業務的功能，復興廳的位階高於其他行政部會，直屬內閣管轄，並以特別預算執行。依據政府於2011年7月「東日本大地震後的復興基本方針」的推估，復舊／復興的事業規模預計於十年間需花費23兆日圓，其中前五年至少要占19兆日圓。根據上述概念，2012年初提出當年預算為12兆1025億日圓。預算中以公共事業費用所占的比例較高(約1兆5000萬日圓)，主要用於河川、海岸、道路、港灣設施的復原；新道路鋪設、水產設施興建等社會基盤層面的復興建設；以及災害廢棄物的處理等。而災區的土地的區劃整理、災民集體遷移與永久安置等費用亦編列約1兆5000萬日圓之預算。除此之外，核電廠事故所衍生放射能的除染、汙染廢棄物的處理、醫療中心的設立以3500億日圓預算執行。

## 3. 地震與海嘯所帶來的災害

此次發生於東北地方太平洋海濱的災害，由於地震與海嘯於短時間內發生，故無法判別何者造成人命財產損失較為嚴重。但依據災情報導與現地調查結果可推估災民罹難(或失蹤)的原因絕大多數是來自海嘯的侵襲。

而在建築物的地震損害方面，雖然現階段無法確實判定破壞的原因到底是來自地震抑或海嘯

之能量，但排除海嘯受災區域的建築破壞案例，可發現相較於類似規模的1995年阪神大地震，單純因地震所引起的房屋破壞案例較少。有關建築物所受到的災害依序下述：

### (1) 木構造建築

地震損害:主要現象為地盤下陷、土壤液化所造成的傾斜、倒塌；店舖併用住宅(1F店舖2F以上為住家)因1F大開口部所造成的顯著變形；外牆、內牆的局部破壞等。

海嘯損害:破壞型態與最大浸水深度直接相關。浸水深度超過二公尺的區域幾乎所有的木造房屋呈現傾倒與流失。少數殘留的房子均位於大型建物的後方(躲過海嘯的直接衝擊)、或是房屋開口方向與海岸方向平行(海嘯直接沖破門、窗等開口)。整體而言，當地的木構建築對海嘯幾乎無抵抗作用。

### (2) 鋼筋混凝土建築

地震損害:即使是依據舊建築基準法之耐震規範所設計之既有建築物，並無大規模之結構破壞，但部分建築(尤其是鄉鎮公所等公共建築)可見結構柱的剪力破壞；依據新建築耐震基準所設計之較新的建築物並無發現明顯的結構破壞，但少數經過耐震補強之建築物有損傷情形；非結構材的破壞(特別是外牆材料的損傷)則多處可見，集合住宅走道、玄關附近的非結構牆損傷較多。

海嘯損害:中低層RC建築物因自重較輕，無法承受海嘯所引起的推力、浮力與基礎的洗掘，造成傾倒、移動與流失；而船舶、車輛、房屋等漂流物所造成的結構破壞、變形等亦有所見。

### (3) 鋼骨建築

地震損害:主要現象為垂直構件的挫曲與接合部的降伏、RC柱與屋頂接續部(支承端)的混凝土剝落、屋頂面水平構件的挫曲或破斷、柱腳混凝土的龜裂、天花板或外牆的脫落(發生例多)、窗戶玻璃破裂等非結構材的損害等。

海嘯損害:多來自於柱腳、柱頭等接合部的破壞所造成的建物移動或傾倒、或是僅殘存結構體但牆面流失、亦有來自漂流物的撞擊所導致的建物破壞或變形。

#### 4.核電災害與事後處理

1、3、4號機組的氫氣爆炸所衍生的反應爐嚴重破壞，造成大量的放射性物質擴散。依據2011年5月的統計，核電廠周邊土壤所測得的劑量約車諾比核電廠的17%，廣島原爆的70倍。至於擴散至大氣中的放射性物質隨著風的移動廣布至周邊的地表，特別是因為降雨、風向等因素造成放射物質蔓延，讓較遠的關東地區也受到波及。日本政府針對而核電廠周邊十三個行政區指定為警戒區域、計畫性避難區域、緊急時避難準備區域等，影響人口約11萬人左右。之後經過一連串的事後補救、除染等處理，2011年12月，日本「原子力災害對策本部」依據以下的徵象，宣布福島第一核電廠的緊急事故告一段落：

(1)反應爐容器下方保持在攝氏37-67度，比當時下降100度左右。

(2)大氣中的放射性物質質量約0.6億貝克(Bq)，減少為事故時的1300萬分之1。而核電廠區域的放射線量為一年0.1mSv，達到年間1mSv以下的目標。

上述的政府宣布為實現災民返家的第一要件，而政府依據此時機而調整避難區域與警戒區域。首先檢討原先所劃定之「年間暴露量50 mSv以上返鄉困難區域(災民5年以上無法返鄉)」、「20-50 mSv之居住限制區域(災民返鄉需要數年時間)」、「未滿20 mSv之解除準備區域(以早期返鄉為目標)」範圍。日本政府針對20mSv以上的地區列為重點除汙染區域，以階段性的迅速縮小範圍為目標；而未達20mSv的區域則列為「汙染狀況重點調查區域」，長期目標是將年間暴露量降到1mSv以下。(圖4)

政府所實施的除汙染工程主要是將災害發生區域的土壤(含汙泥、草木、落葉等)進行清理，放入特定容器後暫時安放於現場或暫存設施1至3年，而後移至環境省於福島縣境內所設立之中途儲藏設施列管三十年左右，待確認無安全疑慮後移至外縣市處理。(圖5)

#### 6.防災基本計畫與能源供應基本計畫的修正

日本政府因複合式災害而體認國家總體戰略重新構築之必要性，特別是與震災有直接關聯的「防災基本計畫」、「能源供應基本計畫」有了重大的調整。其中在防災計畫方面，加入「海嘯災害對策編」的章節與內容做為指導要綱。此外，依據311的教訓與相關學術團隊預測結果，未來可能於日本東南方之南海海溝發生類似此次的大地震(假設為震度7)，規模將達M9.1、海嘯高度高達34公尺，震源發生區域為既往所推估面積的二倍，深入至九州、四國、關西、東海(名古屋及濃尾平原)地區的內陸。而震災、海嘯的



圖4 核電災後警戒區域管制指定場所圖示

影響範圍將擴及上述地帶，若以發生震源在東海地區為例，將造成全國約32萬人喪生、62萬人受傷、238萬棟的建物倒塌或燒毀。因此在中央防災計畫的修正下，連動至各地方政府之防災對策以防患未來可能發生之嚴重災害。

至於在能源供應基本計畫方面，此次核災的發生讓日本國內的反核運動達到前所未有的高潮，但有鑑於替代性能源之不足，電力供應的限制嚴重影響經濟之發展，政府當初所採取的方向是較為實際的「逐年減低對核電的依賴」政策。2012年6月，日本政府提出2030年的能源構成比例(見表1)，分別提出三種方案提供國民討論，其

中第一種為零核電、第二種為核電比例15%、第三種則為20-25%。

政府提供方案讓國民討論的方式，主要以全國11場的公聽會、民意調查、公共討論等方式進行，而從結果得知大多數民眾希望未來朝向零核電的方向進行。而為了反映民眾對於核電發展之反對意見，並考量立即廢核之困難性，執政黨(民主黨)在政策上以加速推動再生能源的開發、促進節能政策方案的實施，以達到2050年前期零核電的目標。(譯註:隨著2013年自民黨重新取得政權，安倍內閣能否持續前朝的政策，無法否定有變數存在)

	核電	再生能源	火力發電	汽電共生	節能 / 節電措施	CO <sub>2</sub> 排放量 (1990 相較)
方案一	0%	35%	50%	15%	節能 -20% 節電 -10%	+5%
方案二	15%	30%	40%	15%		-8%
方案三	20-25%	25-30%	35%	15%		-15%
既有計畫 (2010)	45%	20%	27%	8%	-	-27%
2010 年度	26%	11%	60%	3%	-	+25%

表1 日本2030年能源構成比例方案選擇

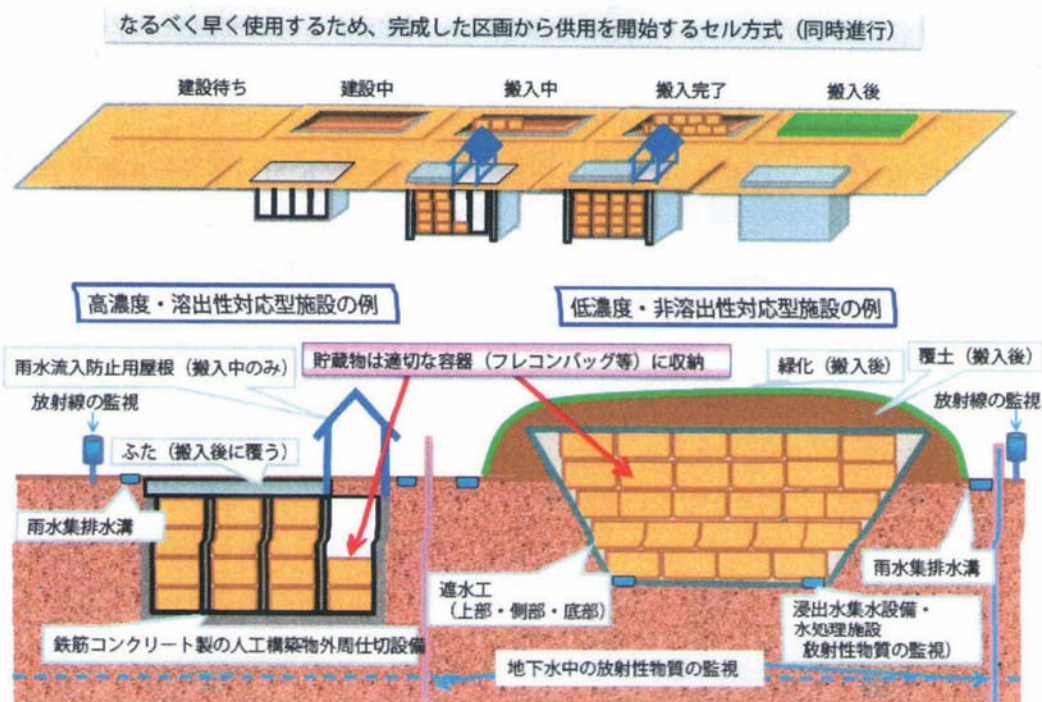


圖5 核廢料暫存設施圖示

### 結語

以上為日本社團法人都市環境能源協會在2012年12月出版報告書第一輯的摘要，預計未來將以一年一本或不定期方式後續出版詳細調查之結果。擔任主委的尾島俊雄教授認為從歷史來看，日本列島周邊屬於地球六大板塊中四塊集之地，自古地震、海嘯頻仍，故應該具備與隨時與災難共存的思維。此次的悲劇應不純粹是「天災」，而忽略歷史經驗、過度發展、無視核電風險而造成的「人災」，政府應正視此次的教訓，藉由詳細記錄災後的經過、原因，提出對策，以「資訊公開」的方式讓世界各國莫重蹈覆轍；同時在今後災難的因應上，應確保自助、互助、公助的機制在災後能順利運行：自助（on site）為民眾在災時與災後的自立求生能力、互

助(network)為民眾間或社區間協力之支援、公助(Nation)則是來自國家的緊急應變與重建能量。尾島氏亦認為在能源系統的管理上，應改變目前核電廠由九家民營企業所掌握的型態，轉由國家特別行政機關來管轄(如法國)，因為核電事故屬於高度的維安層級，並非民間企業的能力可處理。此外，有鑑於目前日本經濟發展朝向東京「一極集中」，地方淪為提供各種資源以供給首都能源(例如東京電力設置核電廠於東北的福島縣)的「殖民地」，站在風險管理與國家均衡發展的觀點非常不利，未來國土規劃應朝向大都市與地方都市共存的型態，首都機能應分散至地方，藉由各地方都市機能的充實，萬一大都市受災時不致嚴重影響全國之運作。



## 臺灣建築學會

### 會費繳費方式

- 一、至本會繳納：地址：台北市信義區基隆路二段51號13樓之2  
電話：02-27350338 傳真：02-27396917
- 二、郵政劃撥：請至任一郵局劃撥，帳號：00157611，戶名：臺灣建築學會，請註明會員編號姓名。
- 三、銀行匯款、存款：至全省各銀行辦理匯款；或至合作金庫任一分行辦理無摺存款。帳號為【合作金庫銀行三興分行活期存款1405-717-325790】，戶名：臺灣建築學會，請註明會員編號姓名，繳款後請將收執聯影本傳真至本會陳小姐收。
- 四、信用卡支付：請詳填【信用卡繳款單】（本人及他人信用卡均可適用），如以下附件，並傳真至本會陳小姐收，即完成繳款手續。

——以信用卡繳款者，請續填寫下表，傳真至本會即完成繳款手續-----

會員編號：                      會員姓名：                      連絡電話：

臺灣建築學會 信用卡繳款單						日期：      年      月      日		
卡別： <input type="checkbox"/> VISA 卡 <input type="checkbox"/> MASTER 卡 <input type="checkbox"/> 聯合信用卡 <input type="checkbox"/> JCB 卡					有效期限 發卡銀行	至____年____月 ____銀行		
卡號	_____				持卡人簽名： (與信用卡簽名同字樣)			
打勾	繳款金額							
	正會員常年會費(1年)	1,500元		正會員常年會費(2年)	2,850元		正會員常年會費(3年)	4,050元
	學生會員常年會費	450元		贊助會員會費	30,000元		團體會員會費	10,000元
共計新台幣_____萬_____仟_____佰_____拾元整								

入會網址 <http://member.architw.org.tw/>