

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書  
(出國類別：考察)

**INDEX 國際設計大獎頒獎典禮  
及歐洲低碳永續城市考察**

服務機關： 行政院環境保護署  
姓名職稱： 謝燕儒 主任祕書  
                  許仁澤 簡任技正兼副執行祕書  
派赴國家： 丹麥及瑞典  
出國期間： 104 年 08 月 21 日至 08 月 29 日  
報告日期： 104 年 11 月 20 日



## 摘要

丹麥(Denmark)及瑞典(Sweden)於發展低碳永續有完整政策及規劃，積極整合各部門減碳措施及科技應用於城市建構中，民眾並配合落實實踐減碳生活。由於規劃低碳永續措施各級政府需制訂明確政策支持外，尚需有經驗豐富規劃團隊、適當經費投入及營運計畫，方可完整呈現低碳永續建構成效。

本次考察實際參訪低碳城市及規劃工程顧問公司，以了解低碳永續家園規劃概念及考量因素、低碳建構成效與配套措施。

此外，環保署與丹麥 INDEX:Design to Improve Life®合作推廣環境教育，共同辦理以改善人類生命與環境設計大賽，並推薦國內得獎作品參加雙年度 INDEX:AWARD 世界設計大獎；環保署謝燕儒主任秘書代表署長受邀參加 2015 INDEX:AWARD 頒獎典禮活動，分享得獎者榮耀及觀摩國際行銷手法。

# 目 錄

|                        |    |
|------------------------|----|
| 壹、前言.....              | 1  |
| 貳、考察人員及行程.....         | 2  |
| 參、考察內容.....            | 4  |
| 一、馬爾摩(MALMÖ)生態城.....   | 4  |
| 二、STATE OF GREEN.....  | 12 |
| 三、奧胡斯(ÅRHUS)市政府.....   | 26 |
| 四、薩姆索(SAMSØ)島.....     | 31 |
| 五、BALSLEV 顧問公司.....    | 38 |
| 六、INDEX 永續創意發展研討.....  | 42 |
| 七、RAMBØLL 顧問公司.....    | 46 |
| 八、丹麥環境部.....           | 49 |
| 九、INDEX 2015 頒獎典禮..... | 52 |
| 肆、心得與建議.....           | 55 |

## 附件

附件一、STATE OF GREEN TAIWAN 簡報

附件二、CLIMATE-ADAPTATION-PLAN-2014

附件三、SAMSØ -RENEWABLE-ENERGY-ISLAND

附件四、BALSLEV 簡報

附件五、RAMBØLL-COST EFFECTIVE ENERGY SOLUTIONS IN CITIES 簡報

附件六、2015INDEX 得獎作品(陳俊智教授提供)

附件七、交流名單

# 表 目 錄

|                  |   |
|------------------|---|
| 表 1、出國人員及機關..... | 2 |
| 表 2、考察行程及議題..... | 3 |

# 圖目錄

|   |    |
|---|----|
| 圖 1、馬爾摩市區公車、船舶及火車公共運輸系統 .....                             | 5  |
| 圖 2、馬爾摩市綠色交通 .....  | 5  |
| 圖 3、馬爾摩市區生質氣(BIOGAS)公車.....                               | 6  |
| 圖 4、ENERCON 風機工廠.....                                     | 6  |
| 圖 5、馬爾摩 LILLGRUND 離岸風機.....                               | 7  |
| 圖 6、馬爾摩西港區社區住宅生活空間、水環境及濱海景觀 .....                         | 8  |
| 圖 7、馬爾摩 TURNING TORSO 地標.....                             | 9  |
| 圖 8、馬爾摩太陽能熱、電系統.....                                      | 10 |
| 圖 9、馬爾摩社區生態系統營造.....                                      | 10 |
| 圖 10、馬爾摩社區濱海地區及自行車使用規劃 .....                              | 11 |
| 圖 11、馬爾摩西港生態區新社區興建計畫.....                                 | 11 |
| 圖 12、HANNE ROULUND 經理簡介 STATE OF GREEN 角色及丹麥低碳永續規劃.....   | 12 |
| 圖 13、HANNE ROULUND 經理介紹綠色政策模型和交流規劃經驗.....                 | 13 |
| 圖 14、丹麥綠色政策架構 .....                                       | 13 |
| 圖 15、2014 年丹麥再生能源消費比例 .....                               | 14 |
| 圖 16、羅北拉公園(RABALDER PARKEN) .....                         | 15 |
| 圖 17、哥本哈根公共港口浴場開放供民眾遊憩 .....                              | 16 |
| 圖 18、風機及光電板.....  | 16 |
| 圖 19、哥本哈根中央車站自然採光.....                                    | 17 |
| 圖 20、低碳永續建築(8 字樓) .....                                   | 18 |
| 圖 21、公共運輸系統(一) .....                                      | 18 |
| 圖 22、公共運輸系統(二) .....                                      | 19 |
| 圖 23、電動車充電系統.....   | 19 |
| 圖 24、大哥本哈根手指交通規劃(GREATER COPENHAGEN' S FINGER PLAN) ..... | 20 |
| 圖 25、哥本哈根市中央車站自行車停車設施.....                                | 21 |
| 圖 26、哥本哈根市區自行車道 (一) .....                                 | 21 |
| 圖 27、哥本哈根市區自行車道 (二) .....                                 | 22 |

|   |    |
|---|----|
| 圖 28、哥本哈根市區自行車道（三）.....   | 22 |
| 圖 29、哥本哈根市區自行車道和公車道.....  | 23 |
| 圖 30、哥本哈根市公共電動自行車道租賃系統(一).....                                  | 23 |
| 圖 31、哥本哈根市公共電動自行車道租賃系統(二).....                                  | 24 |
| 圖 32、各種功能自行車.....   | 24 |
| 圖 33、各行業民眾以自行車為交通、通勤工具.....                                     | 25 |
| 圖 34、自行車流量計數顯示器.....  | 25 |
| 圖 35、奧胡斯市政廳.....  | 26 |
| 圖 36、奧胡斯市濱海永續社區.....  | 27 |
| 圖 37、1999 ~2009 年丹麥風力發電國際營收.....                                | 28 |
| 圖 38、奧胡斯市新防洪水閘及蓄水站建設工程(一).....                                  | 28 |
| 圖 39、奧胡斯市新防洪水閘及蓄水站建設工程(二).....                                  | 29 |
| 圖 40、開發單位人員向謝燕儒主任秘書及申煥武組長說明市民農園規劃.....                          | 30 |
| 圖 41、市民農園實景.....  | 30 |
| 圖 42、JESPER ROUG KRISTENSEN 經理介紹 SAMSØ ENERGY ACADEMY 低碳措施..... | 31 |
| 圖 43、SAMSØ ENERGY ACADEMY.....                                  | 32 |
| 圖 44、生質能-麥桿.....  | 33 |
| 圖 45、麥桿生質能熱能廠.....  | 33 |
| 圖 46、木屑生質能熱能廠.....  | 34 |
| 圖 47、太陽光熱板.....   | 34 |
| 圖 48、生質柴油作物-油菜.....   | 35 |
| 圖 49、大型風力發電機組.....  | 36 |
| 圖 50、電動車.....   | 36 |
| 圖 51、低碳措施.....  | 37 |
| 圖 52、低碳生態旅遊.....  | 37 |
| 圖 53、民眾參與低碳營造.....  | 38 |
| 圖 54、與 BALSLEV 顧問公司交流低碳永續專案.....                                | 39 |
| 圖 55、NORDHAVN 規劃計畫.....   | 40 |
| 圖 56、NORDHAVN 未來親水空間規劃想像圖.....                                  | 41 |

|   |    |
|---|----|
| 圖 57、INDEX KIGGE MAI HVID 執行長率相關幹部與謝燕儒主任秘書座談.....     | 42 |
| 圖 58、教育羅盤(DSIGN COMPASS).....                         | 43 |
| 圖 59、謝燕儒主任秘書與陳俊智教授團隊與 INDEX 相關幹部與座談.....              | 44 |
| 圖 60、INDRX 總部會議室外交流.....                              | 45 |
| 圖 61、謝燕儒主任秘書與 INDRX KIGGE MAI HVID 執行長及相關幹部合影.....    | 45 |
| 圖 62、SØREN HVILSHØJ 全球行銷總監與相關人員說明 RAMBØLL 營運主軸.....   | 46 |
| 圖 63、臺北 T-PARK 設計規劃圖.....                             | 47 |
| 圖 64、哥本哈根防洪策略.....                                    | 48 |
| 圖 65、與 RAMBØLL 工程公司交流.....                            | 49 |
| 圖 66、謝燕儒主任秘書與駐丹麥臺北代表處徐儷文代表與丹麥環境部會談.....               | 50 |
| 圖 67、環境部 KATRINE RAFN 處長與外交部 MIKKEL HALL 副處長共同會談..... | 51 |
| 圖 68、2015 INDEX:AWARD 頒獎典禮(一).....                    | 52 |
| 圖 69、問題解決思考議題.....                                    | 53 |
| 圖 70、2015 INDEX:AWARD 頒獎典禮(二).....                    | 54 |



## 壹、前言

歐洲國家為全球推動低碳永續先驅國家，也由於北歐國家更容易感受到氣候變遷造成之影響，因此丹麥與瑞典是早期優先落實低碳永續家園建構的國家，也是各國競相學習的成功典範。各國於營造建構低碳永續家園建構時，也同時將綠色經濟納入規劃，透過整體完善都市發展規劃，考量在地環境資源及特色，應用低碳科技及設施，配合民眾日常生活實踐，將低碳永續成效發揮至極致。

我國自 99 年起配合國家政策，由行政院環境保護署(下稱環保署)主政推動低碳永續家園建構業務，由小規模低碳永續示範社區逐步擴大推動到示範城市及低碳島，未來更期望於全臺灣各地推展；而丹麥首都哥本哈根(Copenhagen)、薩姆索(Samsø)島及瑞典馬爾摩(Malmö)市推動低碳永續成果深獲得世界各國肯定，希望藉此機會考察丹麥地方政府配合中央政府之策略，並實際拜訪相關顧問公司規劃，以了解低碳永續整合規劃應考量因素及思維。

此外，丹麥皇室所贊助之 INDEX:Design to Improve Life®已與環保署交流多年，共同推動環境教育推廣外，並合作鼓勵民眾參與 INDEX: Award 競賽。今年適逢兩年一度頒獎典禮，由謝燕儒主任秘書代表環保署參加盛會，觀摩體驗國際級「設計界諾貝爾獎」行銷方式。

## 貳、考察人員及行程

考察由行政院環境保護署謝燕儒主任秘書代表署長受邀出席 INDEX 雙年設計大獎頒獎典禮，並考察低碳永續城市規劃成效，由環保署主政單位陪同；而為加強與丹麥環境教育交流與合作，由外交部駐丹麥臺北代表處及丹麥商務辦事處協助並提供相關資源。考察團員列於表 1。

表 1、出國人員及機關

| 機關(構)名稱  | 職稱             | 姓名  |
|----------|----------------|-----|
| 行政院環境保護署 | 主任秘書           | 謝燕儒 |
| 行政院環境保護署 | 簡任技正兼<br>副執行秘書 | 許仁澤 |
| 丹麥商務辦事處  | 資深商務顧問         | 許乃文 |

考察期間為 104 年 8 月 21 日至 8 月 29 日，共計 9 日，內容包含拜會丹麥中央及地方政府部門、與低碳永續建構相關顧問公司及 I N D E X 主管座談、低碳案例實地參訪等，行程如表 2。

表 2、考察行程及議題

| 日期                   | 行程                              | 參訪議題   |
|----------------------|---------------------------------|--|
| 8/21、8/22<br>(星期五、六) | 啟程：臺北～哥本哈根～馬爾摩                  | -  |
| 8/23<br>(星期日)        | 參訪馬爾摩(Malmö)生態城                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 綠色運輸系統</li> <li>● 風力發電</li> <li>● 低碳永續社區規劃</li> <li>● 低碳永續城市</li> </ul> |
| 8/24<br>(星期一)        | 拜會 State of Green               | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 丹麥低碳政策執行成效與未來發展目標</li> </ul>  |
|                      | 拜會奧胡斯(Århus)市政府-地方低碳願景與運作       | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 全球風能資本中心</li> <li>● 防洪與蓄水計畫</li> <li>● 城市花園計畫</li> </ul>                |
| 8/25<br>(星期二)        | 參訪薩姆索(Samsø)島                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 永續低碳能源措施</li> <li>● 低碳島營運管理</li> </ul>                                  |
| 8/26<br>(星期三)        | 拜會 BALSLEV 顧問公司-Nordhavn 低碳城市開發 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 綠色交通</li> <li>● 親水空間</li> <li>● 區域能源整合</li> </ul>                       |
|                      | INDEX 永續創意發展研討                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 臺丹永續與環境教育推廣研討交流</li> </ul>  |
| 8/27<br>(星期四)        | 拜會 Rambøll 顧問公司-環境議題解決方案:理論與實例  | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 水資源管理</li> <li>● 臺北 T-Park 計畫</li> <li>● 哥本哈根豪雨整治規劃</li> </ul>          |
|                      | 拜會丹麥環境部                         | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 臺丹環境教育及低碳永續發展交流合作</li> </ul>  |
|                      | INDEX 2015 頒獎典禮                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>● 永續創意設計實踐</li> </ul>   |
| 8/28、8/29<br>(星期五、六) | 回程：哥本哈根～臺北                      | -  |

## 參、考察內容

### 一、馬爾摩(Malmö)生態城

馬爾摩市為瑞典第三大城，位於瑞典西南端，為斯堪地那維亞半島最早進入工業化時代的城市之一，且為海運造船營運重鎮。一九八〇年代因國際航運沒落及亞洲臺灣、韓國拆船及造船業競爭，造成近 6,000 名靠港維生工人失業。由於當時馬爾摩市政府領先全球倡議零碳建築概念，積極將港區分期改造為低碳、環保生態城，近三十年來已有相當成效，成為國際上競相學習觀摩目標，並創造遠超過失業人口的就業機會。

此次行程重點在於深入考察馬爾摩市中心與西港生態區，以住宿飯店免費提供自行車做為交通工具，親身體驗低碳生活及零碳建築建設成果。主要項目包括：

#### (一)綠色運輸

優遊慢活為居民生活特色，基礎建設提供適合民眾行走空間，再結合便利的自行車、公車交通運輸主軸，使得於馬爾摩市內移動並無阻礙，甚至串聯與其他城市和鄰國相通火車系統，對外亦是暢行無阻。(圖 1)

馬爾摩市民眾騎乘自行車比例約 30%，規劃完善且與人行道明顯區隔並契合(圖 2)，除設有無障礙行車空間外，並在公車站旁設有自行車停車空間以方便民眾轉乘公車。

馬爾摩之市內公車主要以生質氣(Biogas)為燃料，歐洲許多城市也有此種公車系統，市內有 200 台公車動力來自生物沼氣和壓縮天然氣的混合，這些生質氣是由有機廢棄物和污泥轉化生產而成，未來規劃將有更多生質氣公車加入營運。(圖 3)

為減少交通擁塞及減低碳排量，馬爾摩市政府鼓勵市民減少駕駛自有小客車，向市民宣揚的觀念是：「5 公里以下，開車是可恥」。因此，在西港 Hyllie 社區內，建築設計蓄意將停車場空間壓縮，降低民眾購買自駕客車意願，而以車輛租賃共享系統取代。由多人共同擁有汽車概念推廣，會員需用車時候以手機或電腦線上訂車，依據車型種類與使用時間長度付費，透過此系統已能有效減少汽車流量，不僅解決交通壅塞問題，更得以落實節能減碳。



圖 1、馬爾摩市區公車、船舶及火車公共運輸系統



圖 2、馬爾摩市綠色交通

(1 車旁設置自行車停車場；2 公車站牌旁自行車專用道；3 自行車道與人行道緊鄰；4 謝燕儒主任秘書體驗自行車系統規劃)





圖 3、馬爾摩市區生質氣(Biogas)公車

## (二)風力發電

由於北歐穩定豐富風力資源，馬爾摩市設定於 2030 年前達到 100% 使用再生能源目標，其中主要來自於風力發電。馬爾摩市為順利達成目標，積極吸引風力發電相關產業投資，已有數家具規模風機製造商進駐設廠，如德商 ENERCON(圖 4)、Siemens 與丹麥商 Vestas，顯示已對風力發電廠商產生群聚效應，進而在低碳經濟上發展出獨特產業磁吸效果，並帶動該市綠色經濟發展及就業機會。



圖 4、ENERCON 風機工廠

(1 德商 ENERCON 風機工廠  
； 2/3/4/5 風機塔柱)



此外，從哥本哈根前往馬爾摩經過兩國 Öresund 跨海大橋時，亦可見位於 Lillgrund 區的離岸風機群(圖 5)，目前該風力發電已足夠供應 60,000 戶住家電力，未來瑞典政府欲加設大規模風力發電機，並評估設立小型風機發電系統可行性。



圖 5、馬爾摩 Lillgrund 離岸風機

(<http://www.constantinealexander.net/2014/11/wind-turbine-risks-to-seabirds-new-tool-maps-birds-sensitivity-to-offshore-farms.html>)

### (三)永續都市規劃

馬爾摩市西港區是永續發展城市規劃的國際典範，完善的城市規劃及先天優良所在海濱環境，使其成為馬爾摩市最具吸引力低碳永續社區，區內的建築由不同建築師依照市政府訂定能耗規範，採取各種建築節能、低碳工法，並將水環境、綠地及生態永續環境營造納入規劃，最終使用區內自產再生電力，朝向淨零碳建築發展。(圖 6)

Turning Torso 為全世界知名地標(圖 7)，本身為一棟節能低碳建築，使用百分之百再生能源，電力全部來自風電和生質能，熱能則由廢棄物處理再利用系統提供。西港區目前開發率約 50%，開發地段主要集中於東端與西端，內部有多個社區由不同設計團隊與建商分期建造，有些社區建案目前仍處於籌備或建造階段。

Bo01 區是瑞典第一個擁有碳中和再生能源系統社區，其低碳永續措施成果包含環保節能科技的建築(如：安裝太陽能光電板、太陽能熱水系統、

屋頂小型風機)、親水環境、自行車、在地再生能源供給網、廢棄物管理系統、雨水收集系統、綠化及生物多樣性(圖 8、9、10)。



圖 6、馬爾摩西港區社區住宅生活空間、水環境及濱海景觀

Fullriggaren 區則擁有密度最高的被動式低耗能住宅，有機廢棄物回收厭氧處理生產生質沼氣、再生能源設施，並創立社區車輛共享租賃系統。目前在西港區最大開發案位於 Kappseglaren 區計畫，雖還在建造階段，但已擁有完全碳中和、被動的產電複合體、智能住宅與智能節能系統。(圖 11)



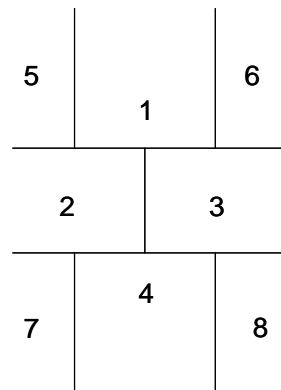


圖 7、馬爾摩 Turning Torso 地標

(1、2、3、4Turning Torso 周邊建築；5、6、7、8 不同視角 Turning Torso)



圖 8、馬爾摩太陽能熱、電系統  
 (1 設於建築物牆面太陽能光熱板；2、3 屋頂太陽能光電板)



圖 9、馬爾摩社區生態系統營造





圖 10、馬爾摩社區濱海地區及自行車使用規劃



圖 11、馬爾摩西港生態區新社區興建計畫

## 二、State of Green

State of Green 是一個公私部門合作創立非營利組織，由丹麥政府、丹麥工業協會、丹麥能源協會、丹麥農業與食品委員會、丹麥風能產業協會所共同組成，丹麥王儲殿下(H.R.H. Crown Prince Frederik)亦是 State of Green 的贊助人，擔任國家環境及能源政策主要智庫角色。

State of Green 總部 House of Green 位於哥本哈根市政府旁大樓，透過該組織企業發展經理 Hanne Roulund 介紹(圖 12、13)，了解丹麥綠色發展政策架構演進、執行成效與未來目標(圖 14)。



圖 12、Hanne Roulund 經理簡介 State of Green 角色及丹麥低碳永續規劃

哥本哈根 2013 年被評選為歐盟綠色首都，市政府因應氣候變遷調適計畫於 2015 年時，二氧化碳排放量較 2005 年減少 20%，2025 年達到碳中和城市，第一個目標提早 4 年於 2011 年達到。同時，丹麥政府認為綠色成長不僅達成減碳目標，更創造出綠色經濟與就業。

低碳永續城市透過創新減碳技術，進行整體空間規劃與環境管理，於減碳管理下創造綠色經濟。建構時考慮幾個要件：完整規劃以創造低碳投資營運環境，需有明確政策、策略；訂定明確減碳目標，利於規劃執行分階段、分年減碳計畫；具體低碳措施，包括完善交通運輸網絡、多元能源供應系統、再生能源導入、資源回收提升、生態綠化營造、低碳建築應用

及低碳生活營造，並搭配獎勵或懲處措施；民間與企業支持，擴大全民參與意願；民間與官方合作推動運作組織；驗證評估成效與檢討管考機制。



圖 13、Hanne Roulund 經理介紹綠色政策模型和交流規劃經驗

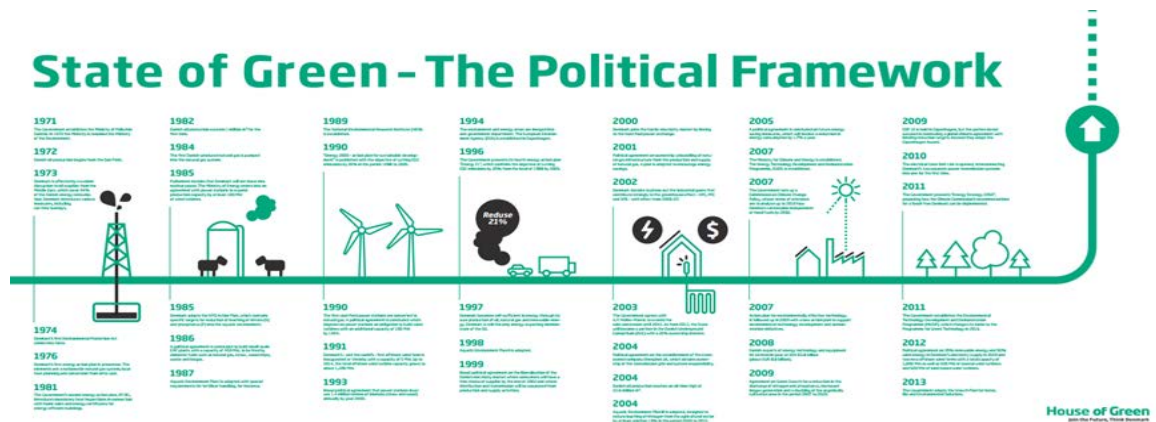


圖 14、丹麥綠色政策架構



Hanne 說明丹麥低碳永續主要規劃項目如下：

### (一)能源消費

丹麥的能源消費在 1974 年前仰賴石油，其占全國能源消耗的 94%，其中 99% 石油進口則來自中東國家。而在 1973 年石油危機時，石油供給遭到阻斷，丹麥開始思考石油問題，並擔憂化石燃料所帶來的環境污染問題。在此危機之推波助瀾下，丹麥 1974 年通過第一個環境法令-“Environmental Protection Act”，執行多項節能措施，開創丹麥綠色永續能源之路。

1980 年以來，丹麥經濟表現成長已達 70%，但能源消費量卻得以持平、二氧化碳排放量逐年降低、水消耗量亦減少 40%，此成就除歸功於節能、省水及再生能源技術引進應用外，徵收能源稅以及調漲水費亦為主要驅動力。

2014 年丹麥的能源消費組成中，再生能源占 27%，其中超過一半的比例來自於生質能，其次為風力，占 20%(圖 15)。

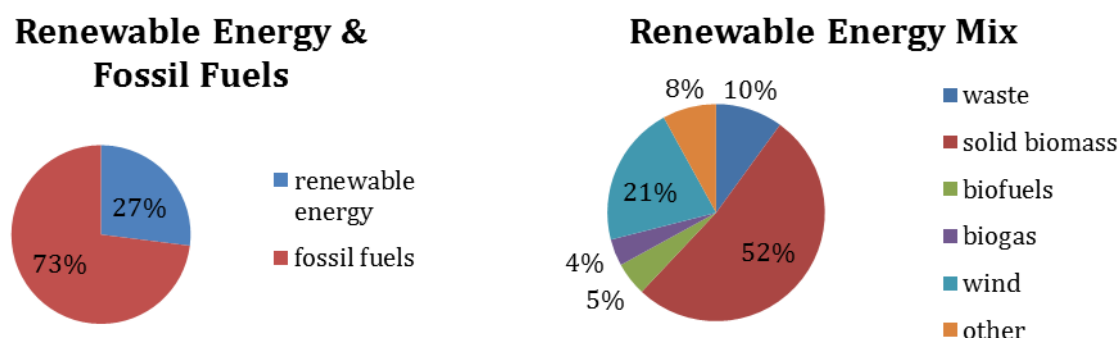


圖 15、2014 年丹麥再生能源消費比例

(資料來源：Statistics Denmark, The Danish Energy Agency)

### (二)區域供熱/供冷系統

區域供熱/供冷系統可完整利用所有的能源，提高能源使用效率，並彈性整合電力與熱能/冷能系統，具有經濟成本效益。丹麥的區域供熱/供冷系統皆為城市所擁有，不以營利為目的，並在特定的指定區域內強制執行。

任何能源都可以被利用於產熱或製冷，如風力和太陽能產電所剩餘的電能均可以轉換利用，當風力和其他再生能源所產出熱能不足時，熱電廠

將自動產電並儲存剩餘的熱能於蓄熱槽備用，此整合電能與熱能/冷能系統有助於解決再生能源電熱儲存量不足的潛在危機。

丹麥區域供熱/供冷系統不斷致力於創新進步並提升技術，不僅專注於大規模的解決方案，發展分散型供熱/供冷能源系統也已相當成熟。

### (三)整合式水資源管理

自 1980 年代，丹麥全國耗水量下降 40%，主要措施如下：(1)減少運送水管漏水問題、(2)強制使用水錶、(3)加強節約用水宣導活動、(4)日常、工業、農業用水與廢水排放之徵稅。丹麥每度水費約 91 元～200 元新臺幣，是臺灣的 10～20 倍，由完善政策工具及配套措施，直接驅使民眾節省水資源，並鼓勵研究創新省水方法。

丹麥以整合方案執行城市防洪工程，不僅符合成本效益，對於城市規劃也具有附加價值，如透過整合人工渠道、湖泊與調節蓄水池以擴大降雨排水容量；當無降雨時，這些設施也可作為休閒遊憩親水區域，或是綠色廊道有利於城市降溫。著名案例於丹麥羅斯基勒市(Roskilde)的羅北拉公園(Rabalder Parken)，此設計將滑板公園與防洪排水渠道結合(圖 16)。



圖 16、羅北拉公園(Rabalder Parken)

(圖片來源：<http://inhabitat.com/>)

在污水整治成功案例上，以哥本哈根港為例，該港也曾受到嚴重的工業污染，但後來透過完善的雨水分流設備、污水處理系統、淨水計畫，解

決此問題，並創造市區藍色遊憩空間，開放公共海港浴場，其水質清澈潔淨，故民眾可以直接於海港中游泳嬉戲(圖 17)。



圖 17、哥本哈根公共港口浴場開放供民眾遊憩

(圖片來源：<http://stateofgreen.com/cn>)

#### (四)智慧城市(Smart City)

全球約有 70% 二氧化碳排放量來自城市人口，現今許多城市正面臨能源枯竭、環境與氣候變遷所帶來的挑戰。因此藉由發展「智慧城市」走向綠色永續目標，可有效降低溫室氣體排放對環境衝擊。

丹麥的城市永續規劃以全面性的角度關懷環境議題，並期許個人與企業合作攜手並進。全國最大的兩個城市-哥本哈根與奧胡斯(Århus)，雙雙設定積極減碳目標，分別期望於 2025 年和 2030 年前成為碳中和城市，其相關配套的智能城市、再生能源(圖 18)設計可做為丹麥全國的榜樣。



圖 18、風機及光電板

(1、2 風力發電機；3、4 風力及光電組合發電)



智能城市需確保城市維持經濟成長同時變得更加環保、更加宜居。歐洲智能城市(European Smart Cities)定義智慧城市六個面向：(1)智能經濟(Smart Economy)：高生產、創造與轉型能力；(2)智能移動(Smart Mobility)：健全資通訊電子(ICT)、公共建設(圖 19、20)與永續運輸系統(圖 21、22、23)；(3)智能環境：永續資源管理、污染防治與環境保護運動；(4)智慧公民：多樣性、創造力、公眾參與；(5)智慧生活：文化建設、住宅品質、健康安全；(6)智慧政府：政治策略與前景、決策透明化與公眾意見參與。



圖 19、哥本哈根中央車站自然採光



圖 20、低碳永續建築(8 字樓)

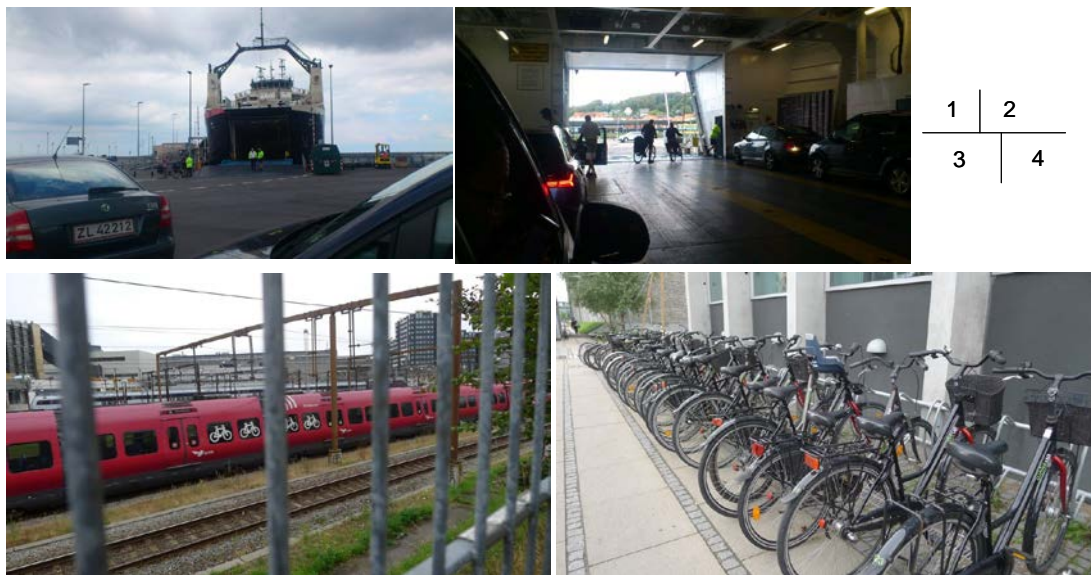


圖 21、公共運輸系統(一)

(1 船舶運輸；2 船舶結合自行車；3 火車結合自行車；4 飯店自行車租賃)



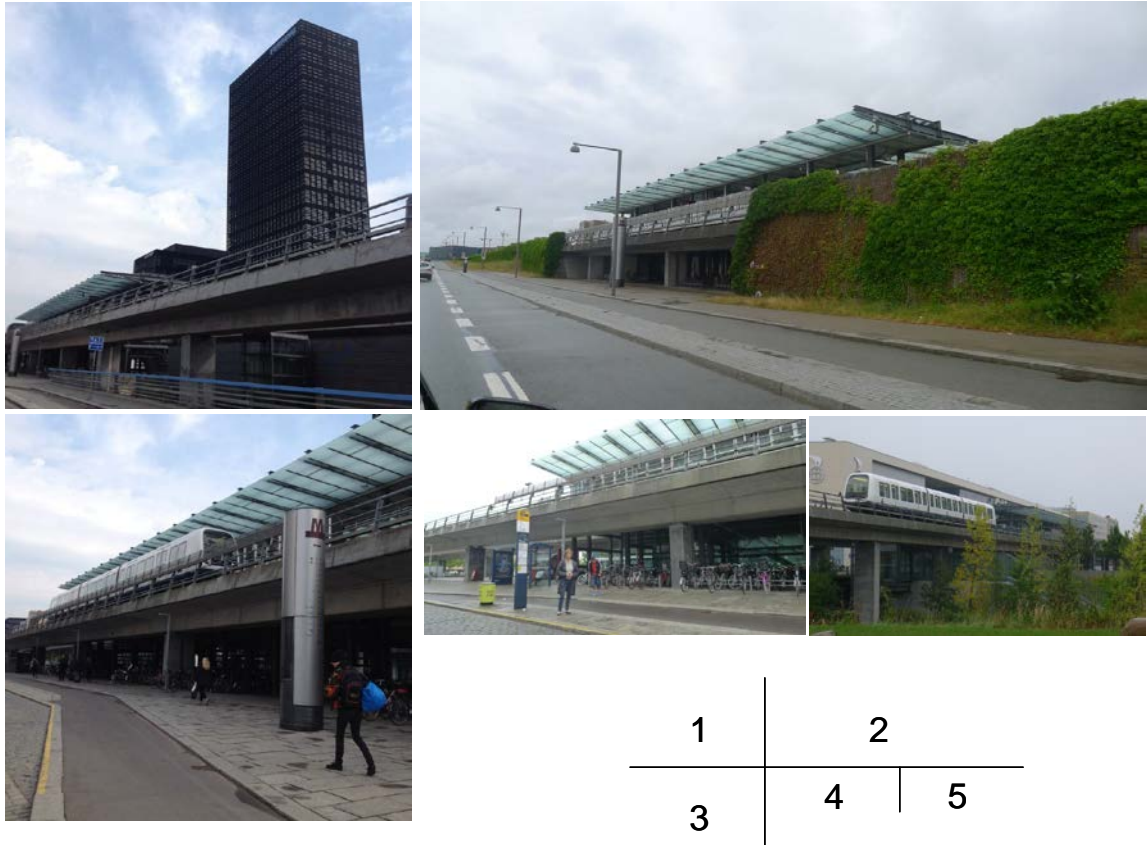


圖 22、公共運輸系統(二)

(1、5 捷運結合周邊開發；2 捷運結合景觀；3、4 捷運結合結合自行車)



圖 23、電動車充電系統

#### (五)綠色運輸

丹麥約有 20% 碳排放量來自交通運輸部門(每年 13 百萬噸二氧化碳當量)，此方面主要面臨的挑戰問題在於人口的成長、交通阻塞、公民健康、氣候、當地環境。哥本哈根交通主幹道設計是由市中心為出發點，向西伸出五指的手掌形狀，故稱為「大哥本哈根手指都市規劃」(Greater Copenhagen's Finger Plan)，未來規劃方向除希望讓各手指之間的連接更加

便捷通暢外，也朝向環保目標，考慮與自行車道連接各手指，各手指之間亦在保留營造綠色區域，使其延伸至中心城區內(圖 24)。



圖 24、大哥本哈根手指交通規劃(Greater Copenhagen's Finger Plan)

(圖片來源：<http://www.iiinstitute.nl/referencecases/rc-copenhagen-finger-plan>)

哥本哈根被譽為世界單車首都，超過 40% 以上人口以自行車通勤，整個城市的自行車道總長約 370 公里，所有主要道路均設有自行車道，約 2 公尺寬且為雙向車道；城市內亦有電動公共自行車租賃系統。

城市中自行車道諸多友善設計，一般道路和港口區皆設有自行車專用陸橋橫越，讓自行車騎士就算在交通壅塞期間仍可保持一定行車速度，不致增加通勤時間，故能提高民眾騎乘自行車意願。(圖 25、26、27、28、29、30、31、32、33、34)





圖 25、哥本哈根市中央車站自行車停車設施



圖 26、哥本哈根市區自行車道（一）





圖 27、哥本哈根市區自行車道（二）



圖 28、哥本哈根市區自行車道（三）



圖 29、哥本哈根市區自行車道和公車道

(1、2 自行車路權優先遊覽車；3、4、5 公車路權優先自行車)



圖 30、哥本哈根市公共電動自行車道租賃系統(一)

(1、2 公共電動自行車租賃站；3、4 租賃公共電動自行車面板)





圖 31、哥本哈根市公共電動自行車道租賃系統(二)



圖 32、各種功能自行車





圖 33、各行業民眾以自行車為交通、通勤工具



圖 34、自行車流量計數顯示器

### (六)未來目標

丹麥於 2012 年通過新丹麥能源協議(New Danish Energy Agreement)，目標要在 2025 年前達到交通與能源部門 100%的再生能源使用、2050 年前減少 50%的既存建築物能源消耗；2020 年前再生能源使用占比大於 35%、50%的電力來自風能、能源消耗減少 7.5%以上以及 34%的溫室氣體排放減量。

### 三、奧胡斯(Århus)市政府

奧胡斯市位於日德蘭半島沿岸，為丹麥第二大城和主要港口，近幾年市政府極力配合中央政府減碳政策，積極降低各門二氧化碳排放量，並創造綠色成長。

市政府優先執行創新的示範計畫來確保本土的氣候解決方案，並希望得以行銷國外，吸引國際投資，期望於 2030 年前達成碳中和的目標。

奧胡斯市政府策略計畫規劃處 Niels-Peter Mohr 總監和環境與能源部門 Mogens Bjørn Nielsen 總監說明市政建設整體規劃，而為促使民眾支持相關建設與政策，強調與民眾說明政策及溝通重要性，除赴市政府(圖 35)拜會，並實際走訪奧胡斯港口了解奧胡斯市濱海社區永續發展重點(圖 36)。

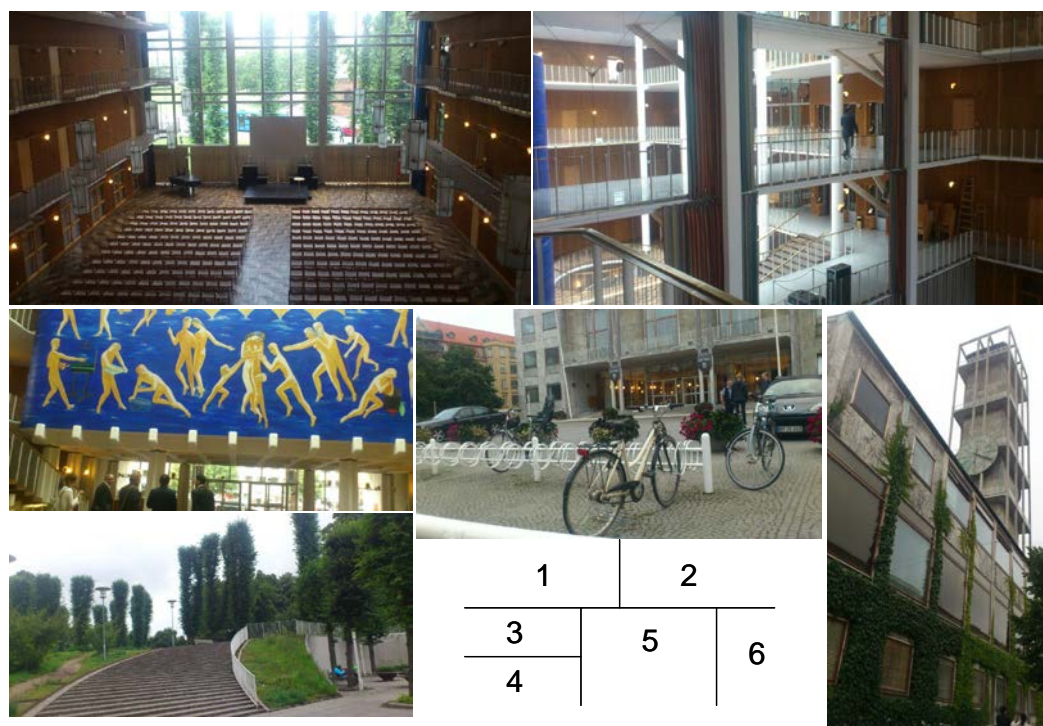


圖 35、奧胡斯市政廳

(1、2、3 市政廳內部；4 市政廳外綠化；5 自行車停車處；6 市政廳外鐘樓)





圖 36、奧胡斯市濱海永續社區

#### (一)全球風能資本中心

風能已成為丹麥國際貿易主要的出口項目，其收益逐年穩定增長(圖 37)，而這些風力發電業主要聚集於丹麥中部地區，丹麥之風力發電營收有 87%產自此區，係為全世界最密度最大的的風能群集，並附帶強大的協同效應引領其他潔淨能源產業前進。

在此區，風能發展享有各層級的政策支持，而製造商、供應商、學界和政府機構之間亦有長期密切的合作。其中，大奧胡斯地區在全球風能市場更占有關鍵地位，被譽為「全球風能資本中心」。

丹麥二分之一以上的風力渦輪機製造商以此地起家，亦有許多跨國製造企業(如 Vestas)將總部與研發中心設於此，此城內的供應商與分包商足以涵蓋整個供應鏈。

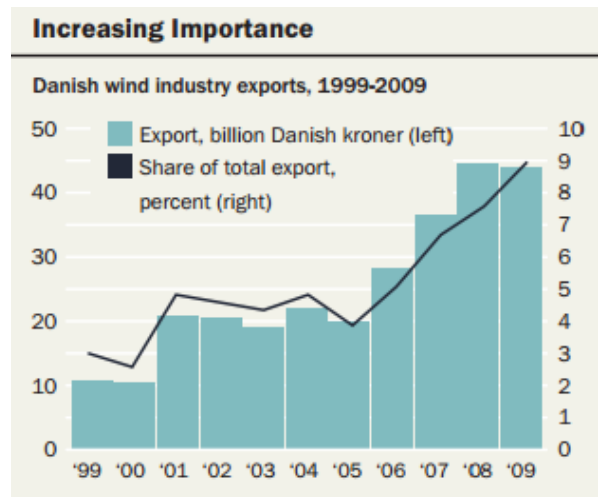


圖 37、1999 ~2009 年丹麥風力發電國際營收  
(資料來源：Danish Wind Industry Association)

## (二)防洪與蓄水計畫

「為水創建時間和空間」(Creating time and space for water)為奧胡斯市政府治理水資源的核心理念，由於市中心坐落於地勢較低山谷中，當暴雨來襲即有洪水氾濫風險，再加上氣候變遷海平面上升潛在危機，奧胡斯市政府思考調適策略。奧胡斯河出海口設計建造兩道門新水閘與蓄水站，可因應比正常水位高 2.5 公尺洪水，而蓄水站係作為廣大的滯洪空間，可在極端暴雨時容納水量並儲存供未來使用。(圖 38、39)

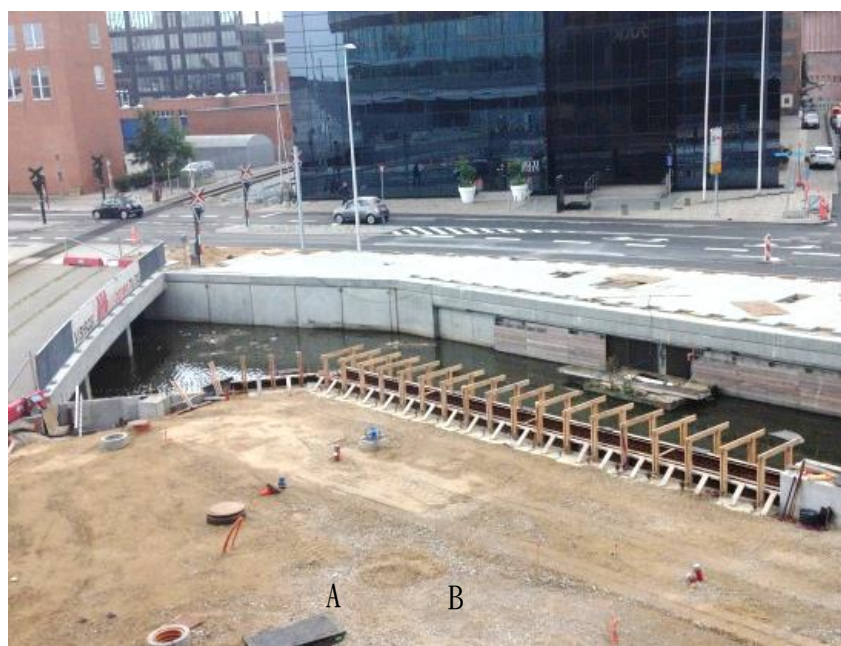


圖 38、奧胡斯市新防水閘及蓄水站建設工程(一)



圖 39、奧胡斯市新防水閘及蓄水站建設工程(二)

### (三)市民農園計畫

Ø-Haven 位於奧胡斯港口的燈塔區，憑藉著 Foreningen 4 號碼頭協會、當地政府、地主與公民的支持，在濱海地區建立一個貨櫃及棧板組成的市民農園(圖 40、41)，以木箱為單位供市民免費報名認養，栽種花草與蔬菜，另設有灌溉水池和農園廚房供民眾現場烹煮食材，並要求民眾使用有機肥料及禁止噴灑農藥。

計畫所在區域除推廣城市綠化，也提供民眾休閒調養身心遊憩場所。此計畫推動初期並未引起當地民眾太多關注，但目前已造成熱烈響應，2014 年已募集 150 名城市農民，而有 450 人列於候補名單等候中。

2015 年 Ø-Haven 將擴大計畫再提供 250 個園丁名額，並預計試營運溫室栽培，希望此地附近住宅的區民也可加入此計畫，負責營運生態堆肥系統以供所有城市農夫使用。





圖 40、開發單位人員向謝燕儒主任秘書及申煥武組長說明市民農園規劃



圖 41、市民農園實景

(1 市民農園現場；2 營運規定公告；3、5 立體農園；4、6 農園實景)

此計畫種植蔬果實際經濟收益並不高，但因民眾於種植農作過程中互相學習耕作技術及知識，增進居民間情感交流，使社區意識更加提升、團結，對於朝向低碳永續營造更具凝聚力。

#### 四、薩姆索(Samsø)島

Samsø 是全世界第一個 100% 使用再生能源島嶼，再生能源型態包括風力、光電、光熱、生質能(麥桿及木屑分散式熱能系統)、生質燃料等，於 2003 年提早達成 2008 年前成為「永續能源島」目標，因此吸引各國政府無數官員及環保專家前往低碳營造聖地考察。

與 1998 年相比，島上風力發電量遠遠超過原先化石燃料發電量，淨二氧化碳排放量達 -142%。島上為推廣低碳教育及建設低碳措施，成立 Samsø Energy Academy 作為低碳教育、研究與導覽中心，向外來大眾展說此島的再生能源使用與節能計畫。

Samsø Energy Academy 企業會計經理 Jesper Roug Kristensen 介紹整體低用永續規劃策略與計畫及帶領實地參訪，深入了解 Samsø 能源島低碳能源的發展措施重點。(圖 42)



圖 42、Jesper Roug Kristensen 經理介紹 Samsø Energy Academy 低碳措施



Samsø Energy Academy 的建築本身就是一棟節能綠建築，刻意架高因應未來潛在的海平面上升危機，採用太陽能發電、強調自然採光與對流、收集雨水作為馬桶沖水使用，另也考慮未來氣候變遷海平面上升的潛在威脅(圖 43)。



圖 43、Samsø Energy Academy

(1 學院架高設計；2 太陽光電板；3 屋頂光電板；4、5 自然採光)

#### (一)熱能系統

Samsø 島在不同地點設置分散型熱能系統，共設有 4 個熱能廠，大多使用當地生產的生質能作為燃料來源，將麥桿(圖 44、45)、木屑(圖 46)、苜蓿和牧草等農作物收成後殘留的莖稈，收集後送往高效能加熱爐中焚燒，作為冬天家用熱水供應系統。此外另外亦建造一座太陽光熱熱水廠(圖 47)，供應住家熱水。

焚燒灰燼撤回農地重覆利用，作為種植農作物的肥料及土壤改良劑。





圖 44、生質能-麥桿

(1 分散式熱能廠麥桿倉庫；2、3 堆置農田中麥桿)



圖 45、麥桿生質能熱能廠

(1 麥桿熱能廠；2 麥桿加料輸送帶；3、4 謝燕儒主任秘書參訪能源設備)



圖 46、木屑生質能熱能廠



圖 47、太陽光熱板

然而，這些地區熱能系統和熱水供應廠並無法深入到 Samsø 島的每一戶住家，故在這些供應系統外的住戶大多設有自家生質能供熱、熱水系統與裝置太陽能光電板發電。

## (二)生質燃料

種植油菜(Rape，圖 48)榨取生質柴油供柴油引擎、農耕牽引機及渡輪使用，經壓榨後殘渣副產品也可作為動物飼料，降低進口飼料的需求。





圖 48、生質柴油作物-油菜

### (三)風力及太陽光電

□以風能為電力為主要能源基礎，在島上裝設大型風力發電機組，也廣用半導體薄膜型太陽能電池，並將風力發電機生產電力和陸地電網連接，多餘電力賣給電廠。(圖 49)

2000 年完成設置 11 座 1MW 陸上風力發電機，每 1MW 設置成本約為 80 萬歐元，高度為 77 公尺，目前已營運 14 年。未來將考慮以 6MW 的機組取代，故僅需安裝 2~3 台即超過先前的發電量，但現階段還必須評估新設機組裝設地點、舊機組棄置及裝置成本問題。

另 2003 年完成設置 10 座 2.3MW 的離岸風力發電機，主要目的是中和交通運輸所產生的二氧化碳排放；每 1MW 設置成本約為 140 萬歐元，高度為 82.4 公尺，單機發電容量 1 年約 800 萬度，足夠丹麥 2,000 個家庭使用。

風力機組投資建設方式，除部分由政府出資外，其他多數是私人所投資，亦有政府及民間共同投資營運模式，主要由當地農場經營者投資或是農民團體合資，或由許多小股東組成的當地企業所投資興建。

目前正在評估第三期風力發電機組設置可行性。





圖 49、大型風力發電機組

(四) 低碳運輸

除生質柴油車輛外，也逐步汰換汽油車為電動車，電力來源則由裝設太陽光電遮陽棚提供(圖 50)。另研發設立氫氣工廠，以製造氫氣作為汽車的取代燃料。



圖 50、電動車

(1、2 停車棚屋頂裝置太陽能光電板發電；  
3、4 電動車及太陽能光電充電設備)

|   |   |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 3 | 4 |

### (五)旅遊發展及教育推廣

再生能源計畫及完整性低碳措施規劃引領改變島上居民生活習慣，除促進經濟發展、改善生活品質外，又可保持生態與環境潔淨。再生能源島計畫吸引更多遊客或國外團體參訪及學習，透過實際推動經驗分享，以及提供相關低碳永續課程，分享交流開發經驗，同時促進該島觀光產業的發展，提昇收入。(圖 51、52)

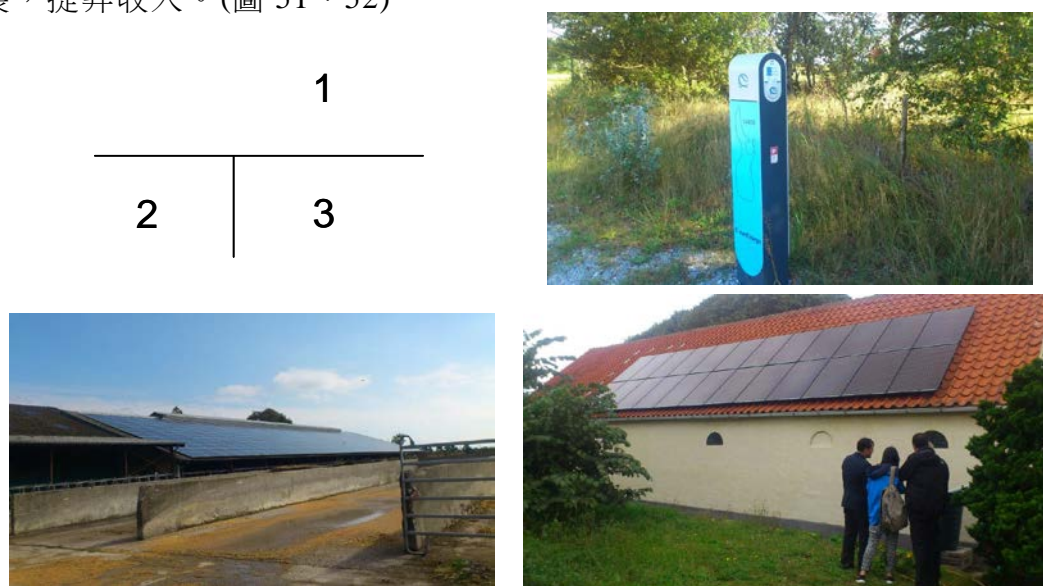


圖 51、低碳措施

(1 電動車充電柱；2、3 農舍及住家屋頂裝置太陽光電板)



圖 52、低碳生態旅遊

(1 學生低碳生態旅遊；2 自行車租賃；3 自行車專用道)



居民儘量以有機肥料栽種農作物，避免使用化學肥料，並不使用農藥，與當地餐廳合作推廣食用在地食材，因此也促進當地有機作物栽種產業發展，降低食物運送產生碳排放量。(圖 53)



圖 53、民眾參與低碳營造

- (1 餐廳推動食用在地食材；2 住家節能設備；  
3 資源回收推廣；4 栽種有機蔬果；5 簡易雨水回收設備)

## 五、BALSLEV 顧問公司

BALSLEV 為丹麥工程顧問公司，協助公私部門整合應用各種低碳措施及技術，規劃建構低碳永續城市/社區，目前正協助哥本哈根市政府推動 Nordhavn 興建開發計畫，並由 Bo Memhave 執行總監率相關人員共同說明。(圖 54)

Nordhavn 位於哥本哈根東北側 Øresund 海岸的港口區，占地約 2 平方公里，此新開發住宅區計畫目標主要有兩項：一是為協助哥本哈根在 2025 年前達到碳中和城市目標；二是希望哥本哈根城內人口可以留住市中心，不外流到郊區或其他城市。



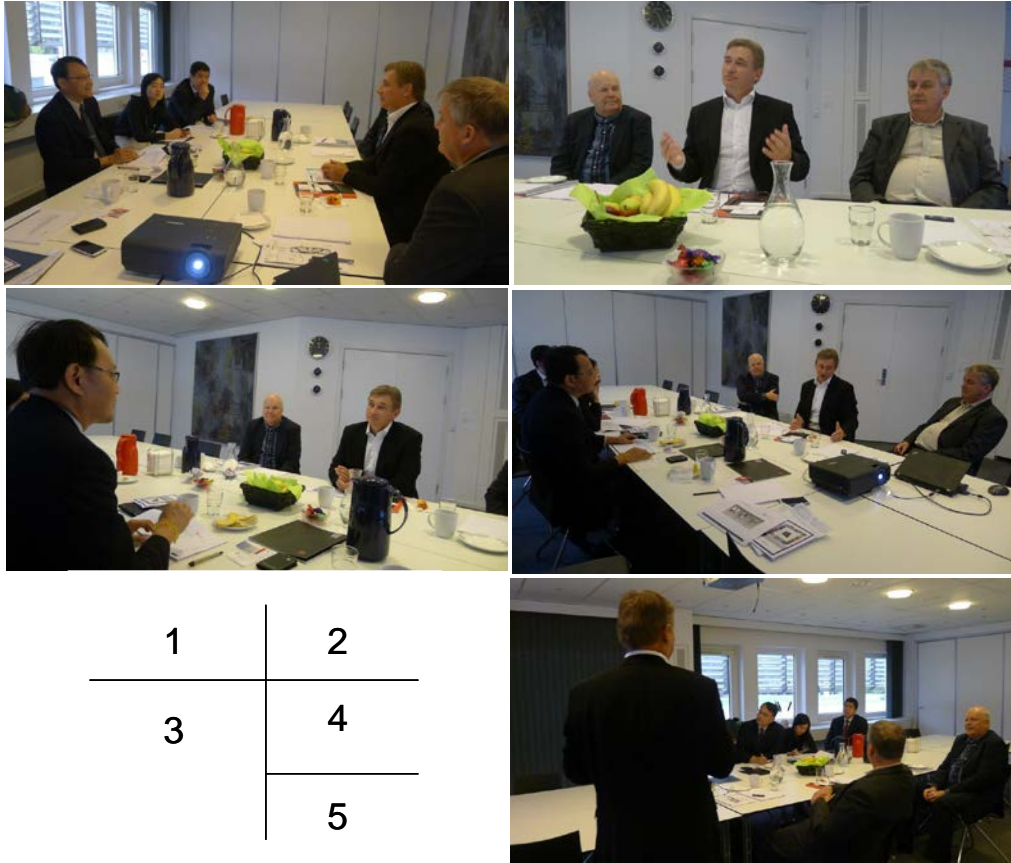


圖 54、與 BALSLEV 顧問公司交流低碳永續專案

(1、3 謝燕儒主任秘書說明臺灣低碳永續推動現況；4、5、6 Bo Memhave 執行總監及 Søren Rønsberg 電子工程師說明 Nordhavn 開發計畫)

在 EUDP(The Energy Technological Development and Demonstration Programme)贊助下，Nordhavn 將從以往傳統的工業港區轉型為現代化濱海永續城市住宅區與商業區，核心理念是將 Nordhavn 轉型成未來永續城鎮(The Sustainable City of the Future)，屆時將可容納 40,000 位居民，並開創同等人口數工作職缺。

BALSLEV 工程顧問公司為此計畫顧問團隊聯盟的一員，由 Bo Memhave 執行總監、Søren Rønsberg 電子工程師、Benny Andersen 行銷總監共同說明此開發計畫。

(一)規劃願景

此計畫所提出的永續不僅單指環境責任，更兼顧文化、社會、交通等面向，設定(1)An environmentally friendly city、(2)A vibrant city、(3)A city for everyone、(4)A city by the water、(5)A dynamic city、(6)A city with green traffic 六大目標，以確保每個永續面向都可以被整合。

基於這六大目標，Nordhavn 提出六個主題計畫：「島和運河」、「身份認同與文化痕跡」、「五分鐘城」、「藍色和綠色城市」、「CO<sub>2</sub> 友好城市」、「智能電網」，來確保實現未來永續城願景。(圖 55)



圖 55、Nordhavn 規劃計畫

(圖片來源：<http://biancamoura.com/biancamoura/projects/urban-regeneration/>)

## (二)綠色交通

此城市區的綠色交通系統將包含地鐵、超級腳踏車道與人行道；同時，為符合「五分鐘城市」的主題理念，在此區附近的居民和員工將藉由規劃完善短距離銜接設計，而縮短交通往返時間。

此外，區內的公共建設規劃可誘使居民多騎乘腳踏車或是步行，而降低自行購車意願，僅規劃少數車輛停車空間、增加腳踏車服務站。

## (三)城市綠化

建造綠屋頂與綠牆面，並以收集的雨水作為灌溉用水。

## (四)親水空間

Nordhavn 將提供居民新的親水途徑，海港與鄰里之間的運河具有休閒遊憩功能(圖 56)，提供居民良好空氣品質的戲水空間。住宅、咖啡館和商店將直接與水環境連接，海港水岸濱線、碼頭區都將開放公眾使用。



圖 56、Nordhavn 未來親水空間規劃想像圖

(圖片來源：<http://www.nordhavnen.dk/english.aspx>)

#### (五)能源整合

此城市區能源整合包括水平和垂直面向，前者整合當地能源系統，應用過剩能源；後者垂直整合各個能源部門，並結合能源轉換系統。計畫將建置發展智能資料管理系統，將各個建築、公共設施、能源轉換系統的資料皆集中管理，提供一個智能、迅速、簡易方式來彙整當地資料，並結合智能建設讓使用者得以掌握能源系統，針對其變化狀況做調度因應。

整合一區域之能源系統，若有一處有能源剩餘，此部分可被別處運用，因此可妥善利用全區所有能源。然而，目前依丹麥政府規定，躉售剩餘能源課徵稅金龐大，此政策可能會導致整合能源窒礙難行。



## 六、INDEX 永續創意發展研討

INDEX:Design to Improve Life®為丹麥(Denmark)皇室主導的非營利組織，由丹麥政府環境部、兒童教育部、高等教育暨創新部及商務暨發展部等共同指導，並提供營運資源，歐盟(EU , European Union)亦為贊助來源之一。

創立理念為「以設計改善人類的生命」，一切出發均以人為中心，並將啟發(Inspire)、教育(Educate)和涉入(Engage)三面向納為發展基礎，主要藉由大規模展覽與論壇、教育典範和教材、雙年度國際設計大獎等國際性活動，影響世界朝正面改變。

此次拜會 INDEX 總部，Kigge Mai Hvid 執行長與 Mette Sindet Hansen、Lotte Stenlev 相關部門主管等完整解說推行環境教育理念及作法，充分交流臺丹在環境教育上的作法與經驗。(圖 57、59、60、61)



圖 57、INDEX Kigge Mai Hvid 執行長率相關幹部與謝燕儒主任秘書座談

此外，INDEX 人員更進一步解說 INDEX 發展之教育羅盤(Design Compass、圖 58)的應用，分享將此創新教育模式應用經驗，整個創意過程充分地發揮跨領域優勢與思考周延性，配合規律的設計程序引導下，實際親自動手操作過程，有效讓創意想法逐漸地具體化，可引發學習者的企圖與學習動力。此一教育方式引入能協助產業與教育領域的創新推動，對於未來臺灣環境教育創新相當有幫助。

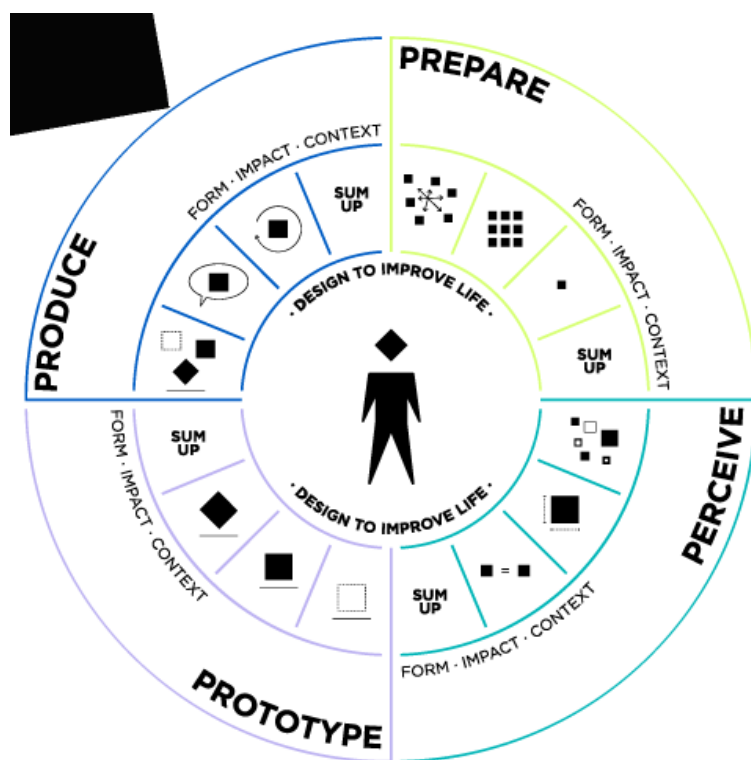


圖 58、教育羅盤(Design Compass)

INDEX: Design to Improve Life® 設計出結合設計思考 (Design Thinking)、環境(Environment)、永續(Sustainability)、經濟(Economics)與社會(Society) 等問題的創意解決模式，發展依使用者經驗、實作導向為出發點的教材，以現實生活中與人類永續發展相關問題與挑戰為命題，優先考慮受到其負面影響的人，並設定「能實際應用並量產的解決方案」目標，引導各年齡層學生、教師、教授、設計師和政府官員等學員，循環練習「準備(Prepare)、理解認知(Perceive)、原型發展(Prototype)與具體製造化(Produce)」四個環節。

INDEX: Design to Improve Life®藉由舉辦展覽、論壇、教育工作坊和設計獎項，兼採從上到下(Top-down)和從下到上(Bottom-up)溝通方式，啟發政府、企業和民眾，提倡以設計思考和實務操作來改善世界各種問題、改善人類生命，關注議題則涵括氣候變遷、永續發展、能源議題、糧食危機、老齡化、重大疾病等領域。

讓學習者在面對問題與挑戰下，藉由「發散」與「收斂」的創意方法與技術應用，思索問題所對應設計屬性(Form)、對生活的影響/衝擊(Impact)與文化內涵 (Context)的改善可能性。其可創造效益為：(1)認識與確認問題所在、(2)透過團隊合作習得專案管理、(3)提早與業界跨領域專家學習、(4)提升整體執行力等。

教育羅盤目前已累積超過 10 年運行經驗，也於北歐其他國家執行，且亦曾於韓國、新加坡推廣，103 年 5 月更在臺灣辦理示範教學。透過 INDEX: Design to Improve Life®認證的教育課程，於學員動手實作過程中充分了解問題所在，激發創造「從零到一」效益，並善用跨領域專家經驗，創造兼具美感與實用解決方案。



圖 59、謝燕儒主任秘書與陳俊智教授團隊與 INDEX 相關幹部與座談





圖 61

合影

## 七、Rambøll 顧問公司

1945 年 Rambøll 工程設計顧問公司由兩位教授於丹麥哥本哈根成立，為一非營利性組織，每年提供一定比例利潤作為員工教育及在職訓練經費。由於兩位教授分別為素食主義及愛好和平主義者，因此該公司仍秉持創立者精神，不承攬屠宰業及武器製造商業務。

該公司於全球環境工程顧問業中居於領先地位，其中水資源管理及處理技術更是傲視群雄，哥本哈根官方的永續城市規劃即委由該公司負責。Rambøll 公司最近更併購美國 ENVIRON 公司，成為世界數一數二工程顧問公司，在建築，交通規劃、城市設計、水資源管理、環境與健康、能源等方面議題提供專業諮詢。

拜會行程由全球行銷總監 Søren Hvilshøj 介紹 Rambøll 團隊，並提出近年該公司推動幾項計畫、案例(圖 62、65)：



圖 62、Søren Hvilshøj 全球行銷總監與相關人員說明 Rambøll 營運主軸  
(一)旗津自來水管偵漏合作計畫

Rambøll 顧問公司世界級頂尖水資源工程團隊跨越各種水處理及管理技術，包含水資源供給、廢污水處理、排水工程等。

Rambøll 團隊於 2014 年與臺灣自來水公司合作，協助於高雄旗津區檢查偵漏自來水管，當時旗津區無收益水量比率高於 50%，甚至在春節期間

爆管。該團隊檢視旗津當歷史洩漏資料，設立水平衡與水力模型、測量站，實地訓練臺灣自來水員工學習檢漏技術，經過探測共找到 13 個洩漏點，並迅速修復 1 個洩漏點，使得無收益水量比例下降 2%。該計畫最重要的成果係為旗津區建立水資源運輸管線管理總體計畫(Master Plan)，使得未來得以據以規劃詳細改善計畫，提升營運績效。

## (二)Telecom Park, Taipei

Rambøll 係遠東集團臺北 Telecom Park (下稱 T-Park)工程設計顧問團隊成員之一，T-Park 的設計理念係將科技、生態及民眾生活空建一併納入規劃，全區面積為 24 公頃，其中約 60%為產業使用，40%作為公共設施使用，其規劃設計圖如圖 63。

產業區除將提供 40 萬平方公尺研發辦公室外，也提供住宅及商業展售空間，劃設大片綠地公園。主要設計理念有三大重點:(1)生態環境：整合綠地、水景、公共藝術空間，創造良好的生活和工作場所；(2)高科技：優化區內電信資通訊功能，提升科技與生活互動，增進電信業的研發，促進技術和商業交流，激發人類洞見力與創造力；(3)品質生活：提供精緻適合活動地景，並希望進一步達成區內生活功能自給自足，整合產業、創新、醫療保健、商業四大功能。

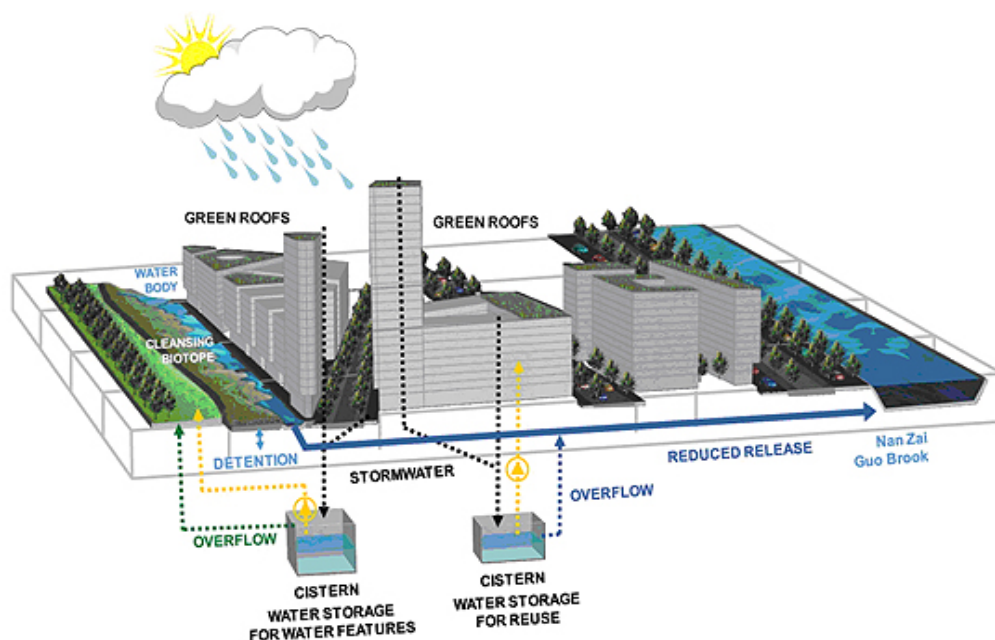


圖 63、臺北 T-Park 設計規劃圖

(圖片來源：<http://www.tpark.com.tw/en/>)



### (三)豪雨治理

2011 年 6 月哥本哈根遭遇大水患，造成公私財產損失約 10 億歐元。使得哥本哈根政府立即嚴肅面對此問題並思考調適方式，目前已設計許多因應策略，最具代表性的是建造“Cloudburst Street”（圖 64-1）：創建綠地並於下方挖設 V 型槽，在豪雨來此低槽可臨時容納雨水量，而植被可減緩雨水逕流，不僅具有防洪功能，綠化亦可提升城市景觀，無降雨時可為遊憩場所。

然而，並非每個街道都有足夠空間可興建 Cloudburst Street 設施，但考量哥本哈根市區內擁有完善自行車道網絡，也由於自行車道已布局全城，且自行車重量輕對於道路設施磨損程度低，故利用自行車道下方空間開創高容量雨水溝(稱為 The Copenhagenize Current，圖 64-2、3)。降水時，加速街道排水，將水導離高風險洪氾區域。

另哥本哈根與菲特列斯貝(Frederiksberg)正在商議疏通 Saint Jørgen's Lake(聖耶爾湖)，使得周邊地區雨水可以被導入此湖儲存，完工後將如圖 64-4。

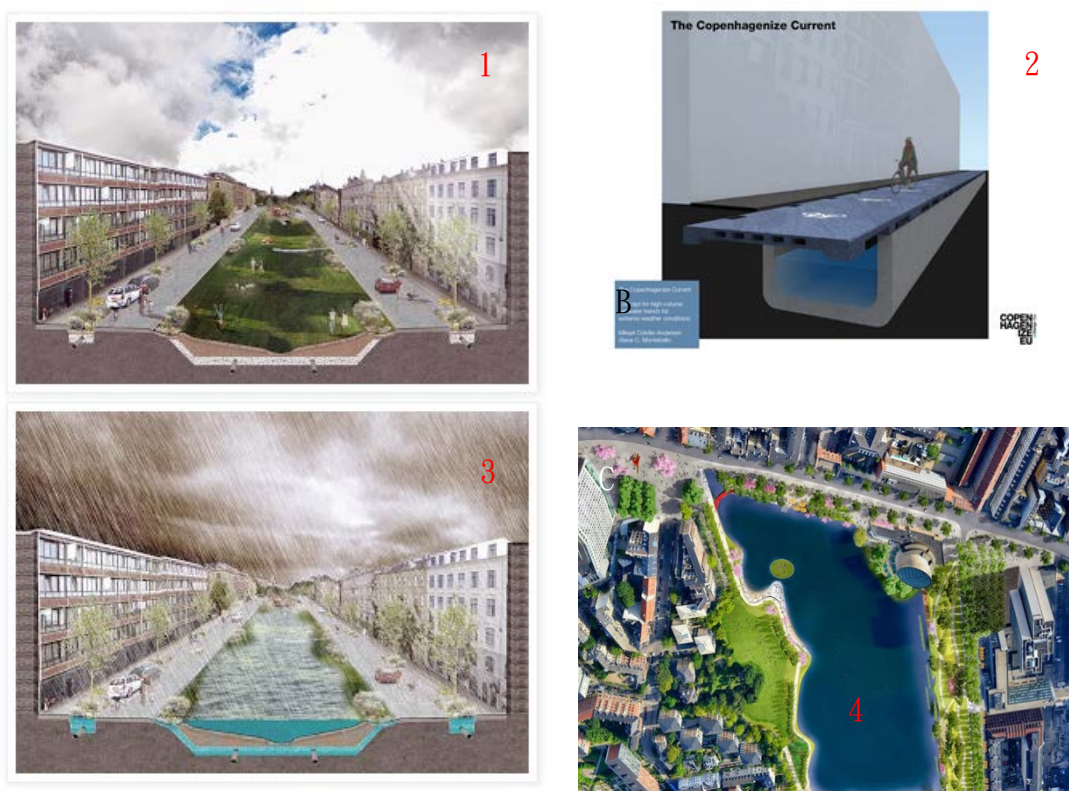


圖 64、哥本哈根防洪策略



圖 65、與 Rambøll 工程公司交流

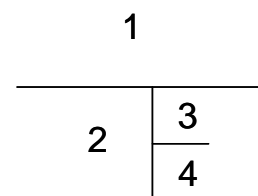
#### 八、丹麥環境部

丹麥是全世界少數優先設立環境部 (Danish Ministry of the Environment) 的國家之一，主要負責全國環境保護和政策規劃工作。謝燕儒主任秘書與駐丹麥臺北代表處徐儷文代表共同參訪丹麥環境部，與自然處 (Nature Agency) Katrine Rafn 處長及外交部行銷推廣處 Mikkel Hall 副處長共同會談環境永續規劃政策、環境教育推動經驗，並研商加強臺灣與丹麥於環境議題與環境教育合作交流構想(圖 66、67)。

謝主任秘書說明國內「環境教育法」規定公務人員每年參加 4 小時以上環境教育之規定，並設有專款專用基金運作，丹方對此規定深表讚賞，期望未來有機會加強合作推廣。此外，謝主任秘書也分享個人自行車通勤經驗，稱羨丹麥市政規劃優先考量自行車使用者權益，妥善建設完整自行車運輸系統及建立相關使用制度，值得國內進一步學習。



圖 66、謝燕儒主任秘書與駐丹麥臺北代表處徐儷文代表與丹麥環境部會談  
 (1 臺丹雙方會談人員；2 謝燕儒主任秘書  
 說明雙方合作推廣環境教育重要性；  
 3、4 徐儷文代表補充說明環境合作議題)



因應氣候變遷調適方面，丹麥環境部成立專責氣候變遷調適辦公室，統合規劃各行政部門資源和事務，共同面對氣候變遷潛在威脅。其中在防洪治水層面，由於丹麥主要使用地下水，而治理方式則是規劃將降水儲存在表面水體，如河川、湖泊、人工蓄水庫；建置電腦控制排水系統在暴雨時會自動開啟承接降水，同時配合地下水地圖資訊，監測地下水以掌握地下水儲存量。



由於哥本哈根原為工業重鎮、國際航運樞紐及海軍基地，因而造成港區嚴重污染，多年來丹麥政府投入相當多經費進行港口整治，有完整技術與經驗可與國際進行交流。

在廢棄物處理方面，丹麥除興建焚化爐處理設施外，致力於廢棄物中回收可運用的能資源，如丹麥的養豬業發達，而將這些丹麥養豬場的排泄物集中回收，不僅可做為肥料，更是沼氣發電的來源。

丹麥政府面對環境的思維是直接並積極正視問題與未來潛在危機，將危機轉換成機會，規劃符合在地條件、需求的方法去尋求解決問題，並將計畫付諸實行，以長期效益來看投資的利益，不操作短線利益而讓計畫產生阻礙，建設可長可久的永續建設。



圖 67、環境部 Katrine Rafn 處長與外交部 Mikkel Hall 副處長共同會談  
(2 Katrine Rafn、Mikkel Hall 及許乃文資深商務顧問；3 Katrine Rafn 處長  
說明丹麥環境保護及氣候變遷因應策略；4 Mikkel Hall 副處長分享經驗)

## 九、INDEX 2015 頒獎典禮

此次主辦單位主動邀請環保署參加 2015 INDEX:AWARD 頒獎典禮活動，環保署由謝燕儒主任秘書代表署長出席。(圖 68、70)

INDEX: Design to Improve Life®自 2000 年起開始舉辦雙年度 INDEX:AWARD 世界設計大獎，目前是世界上獎金最高、規模最大設計獎。活動獎勵參賽者創造改善人類生命與環境的產品與流程，並巡迴世界展出歷年得獎作品，以持續廣泛地影響各地政府、學校與民眾；積極與企業合作將得獎作品商業化，創造環保及綠色經濟，消弭貧窮及疾病。

因此，INDEX:AWARD 設立對應天使基金，協助得獎者學習募資、提供投資人管道投資、輔導將得獎作品走向商品化，解決方案才可真正應用解決問題。

同時，為使參賽者於設計時即導入政府相關政策思維，各層級政府機關亦參與 INDEX:AWARD 世界設計大獎評審團，配合接受國際媒體如 BCC 和 CNN 專訪，由創新、設計、永續發展層面進行國際交流。



圖 68、2015 INDEX:AWARD 頒獎典禮(一)  
(1 INDRX Kigge Mai Hvid 執行長致詞；2、3 謝燕儒主任秘書  
與丹麥人員交流；4 丹麥政府部長出席典禮致詞)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 |
|   | 3 |   |

今年(2015)臺灣也有學校及團體參與，以臺灣在地思維將氣候條件、環境影響與人的需求，規劃呈現未來低碳永續環境的願景想像。因國內也

與主辦單位合作辦理臺灣地區競賽，並提送國內得獎作品參與國際競賽，雖未獲得大獎，但為鼓勵參賽者，排定國內環境關懷跨領域設計競賽前三名得獎者，一併出席 8 月 27 日於丹麥 Helsingor 頒獎典禮。

INDEX:AWARD 競賽類別包括身體、家庭、工作、玩樂及社區五個範疇中，選出可改善生活的得獎設計，思考議題則包括教育(Education)環境與氣候調適(Environment & Climate Adaptation)、居住(Habitation)、交通(Mobility)、授權(Empowerment)、食物(Food)、健康(Health)、金錢與新價值觀(Money and New Value Perception)、能源(Energy)、政府(Government)、生活型態(Lifestyle)及水資源(Water)等主要領域。(如圖 69)

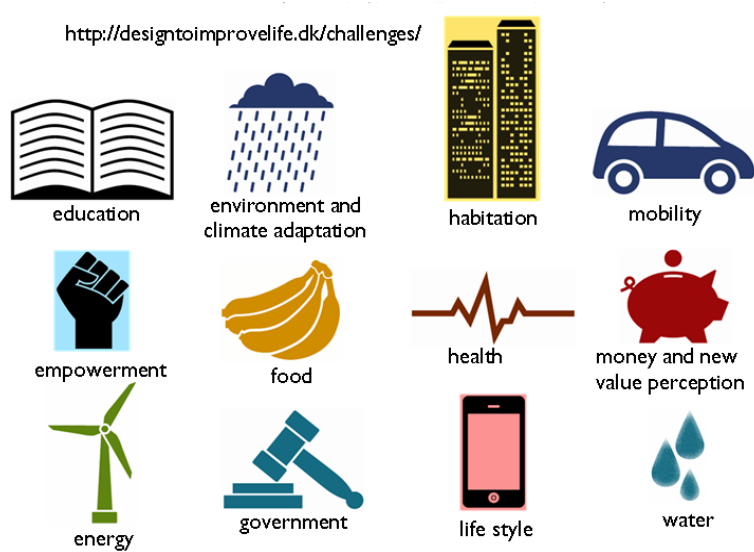


圖 69、問題解決思考議題

各項評選議題如下：

- (一)教育：學習與知識分享，讓現在與未來世代互相了解並改善生命。
- (二)環境與氣候調適：創造可永續發展解決方案，宏觀遠見使用地球資源。
- (三)居住環境：於世界各地不同環境特性創造合宜生活空間。
- (四)交通行動：創造全球性、地區性可永續運送人類與物資交通載具。
- (五)授權：秉持鼓勵、尊重、合作的創業精神，讓社會弱勢享有美好生活平台。
- (六)食物：提供完善物資生產、流通及消費體系。
- (七)健康：改善環境以預防、治療疾病，提高生活品質。
- (八)金錢與新價值觀：妥善規劃財富、福利與金融機會的分配，讓互相關聯的世界體現新衡量價值方式。



(九)能源：提供負責、有效率、可持續發展能源基礎建設，包括不在電力供應網內區域(離網社區)。

(十)政府：以民主方式帶領社會，承認公民需求並以務實行動滿足。

(十一)生活型態：營造愉悅、滿足、心靈平和的生活方式。

(十二)水資源：有效管理地球上寶貴水資源，提供安全用水環境。

參加 INDEX:AWARD 世界設計大獎頒獎典禮是此行重要活動，主辦單位邀請丹麥皇室之王妃出席，可見對活動之重視。由於設計大獎每兩年辦理一次，經由完整宣傳及行銷計畫，不斷於電子及新聞媒體報導曝光，典禮更設計成一場緊湊、精采絕倫表演，使競賽效益發揮到極致，讓獲獎者倍感榮耀；更因提供高額獎金鼓勵參賽者，吸引全球越來越多人才參與盛會。



圖 70、2015 INDEX:AWARD 頒獎典禮(二)

|   |   |   |
|---|---|---|
| 1 | 2 |   |
| 3 | 4 | 5 |

(1 頒獎典禮現場; 2 丹麥王妃與得獎人合影【<http://designtoimprovelife.dk/>】; 3 2015 INDEX:AWARD 頒獎典禮手冊; 4 陳俊智教授與臺灣參賽者【陳俊智教授提供】; 5 頒獎典禮會場)

#### 肆、心得與建議

- 一、丹麥農畜業為其國內主要產業，水資源尤其珍貴，加上全國 96% 以上使用地下水，因此水資源保護更形重要，其對於水資源處理技術、應用、管理、營運為全球先驅。基於協助國內顧問公司及相關廠商，外交部設立商務部門協助對外推廣，並提供 HVO(High Value Opportunity) 經費，促成國內顧問公司、業者與外國合作，進一步行銷水資源管理營運產業。臺灣自來水公司前與丹麥水資源顧問公司已合作解決高雄旗津自來水漏水問題，並有明顯成效，將促使雙方加強持續推動合作計畫，建置完善自來水營運管理技術及制度。
- 二、國內水污染防治政策刻正規劃推動養豬畜牧業糞尿回灌農田政策，其相關法令、技術、配套措施及衍生環境議題等均需進一步探討，丹麥對於此措施已發展多年並建置完整產業因應，可進一步商討合作事宜。
- 三、丹麥地方政府於中央政府制定政策後即全力配合落實執行，各項政策及公共工程均非急就章推動，工程施作嚴謹且高品質，避免造成民怨。另對於重大市政建設規劃均需與民眾詳細說明、深入溝通及徵詢意見，尊重民眾參與公共政策及工程之權利，此項作法值得國內推動公共政策時參考。
- 四、丹麥於解決環境問題及推動重大公共政策時，即提出整體解決問題思維，於規劃評估階段即需將所有問題及解決方案一併納入採行，不是只解決部分問題而造成更多困擾，使得原先美意大打折扣。此舉與國內常為討好少數特定對象或回應部分民意，於短時間內急於推動執行相關措施，造成更多負面評價作法明顯不同，值得施政與規劃者深思學習。
- 五、我國是全世界少數通過環境教育法國家之一，且設有相關基金得以持續運作，但環境教育意涵廣泛，但如何於生活中落實擴展，以解決環境相關議題，改善提升人類生活品質，則需有完善教育宣傳規劃及系統。相較丹麥及歐洲國家環境教育發展歷程及體系，我國應該還有進步空間。由於我國與 INDEX 已有幾年合作推廣環境教育經驗及基礎，深知其操作要件及關鍵所在，應可建立雙方長期合作機制，擴大結合教育體系、環境教育設施場所及相關社區終身學習機制，以符合整體性、終身教育、科技整合、主動參與解決問題、城市與鄉間平衡、永續發展、國際合作等環境教育原則。

六、INDEX：AWARD 設計大獎每兩年辦理一次，且為達到真正解決人類生活問題，活動規劃一系列行銷宣傳計畫，經由嚴謹評審後選出各領域可改善人類生活問題之作品，甚至積極成立相關基金協助得獎作品轉化為商業化產品，引介廠商投資生產，創造環保、綠色經濟。此舉吸引全球人才積極參與競賽，也使設計大賽水準更加提升，達到雙贏效果。國內應可考量加強輔導民眾參與，提升國內設計水準。