

# 既有建築節能技術與改善實務介紹 - 永續、生活、綠建築

陳廷育 博士

國立勤益科技大學 景觀系 助理教授  
綠色生活科技整合研究中心



# 世界第一：漢堡市的藻能建築



- ❁ 建築團隊從易北河（Elbe river）中分離出了藻類，並陪養在長方形的大片透明薄板之間。
- ❁ 自動調控系統穩定著薄版之間水溶液的養分和二氧化碳，提供藻類生存的環境。在藻類密集成長時—尤其是在夏天—可以提供建築物更多的陰影遮蔽，藉此幫助室內降溫（也具有隔絕噪音的功能。）

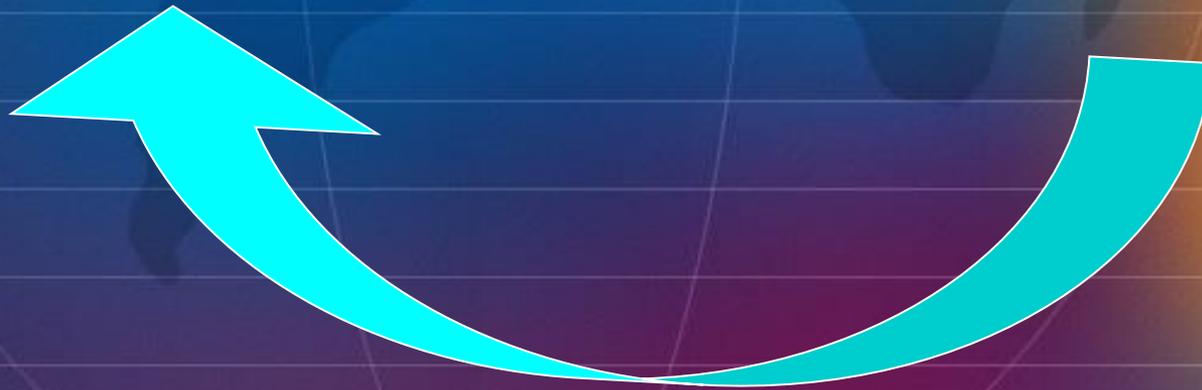


❁ 培養槽內溫度升高的水溶液，會被輸送到建築物下方的高鹽水槽中儲存並留作他用。當藻類的生長達到一定密度時，部分藻類會被回收到建築物內部的裝置，並將這些藻類轉化成生質天然氣，於冬天時用來驅動暖氣系統。因此，這棟建築利用了太陽熱能和天然氣熱能來調控室內溫度，完全不需依賴石化能源。

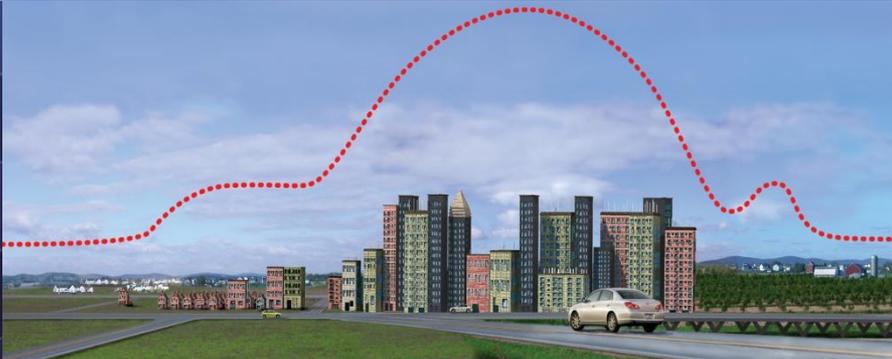
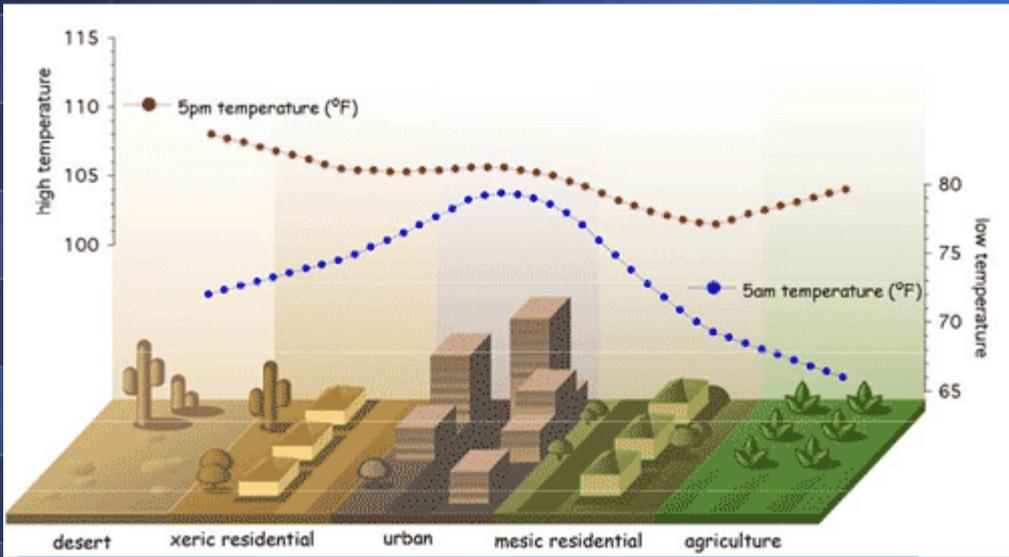


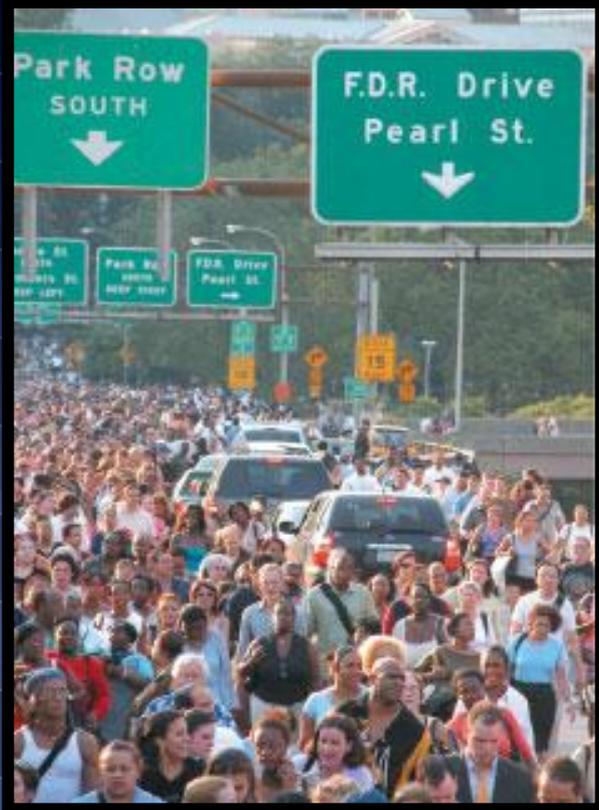
# 生態學的思維

## 事事息息相關的系統觀



# 氣候變遷與能源問題





● 二零零三年八月十四日大停電期間，紐約人只得步行。沒有了電力，現代城市陷入癱瘓。



世界夜晚太空照片：經濟發達地區燈火通明。能源是經濟的支柱。



能源危機





# 生活居住型態思考——

——終止戰爭，與自然和諧共生



新世紀的環境價值由此產生——

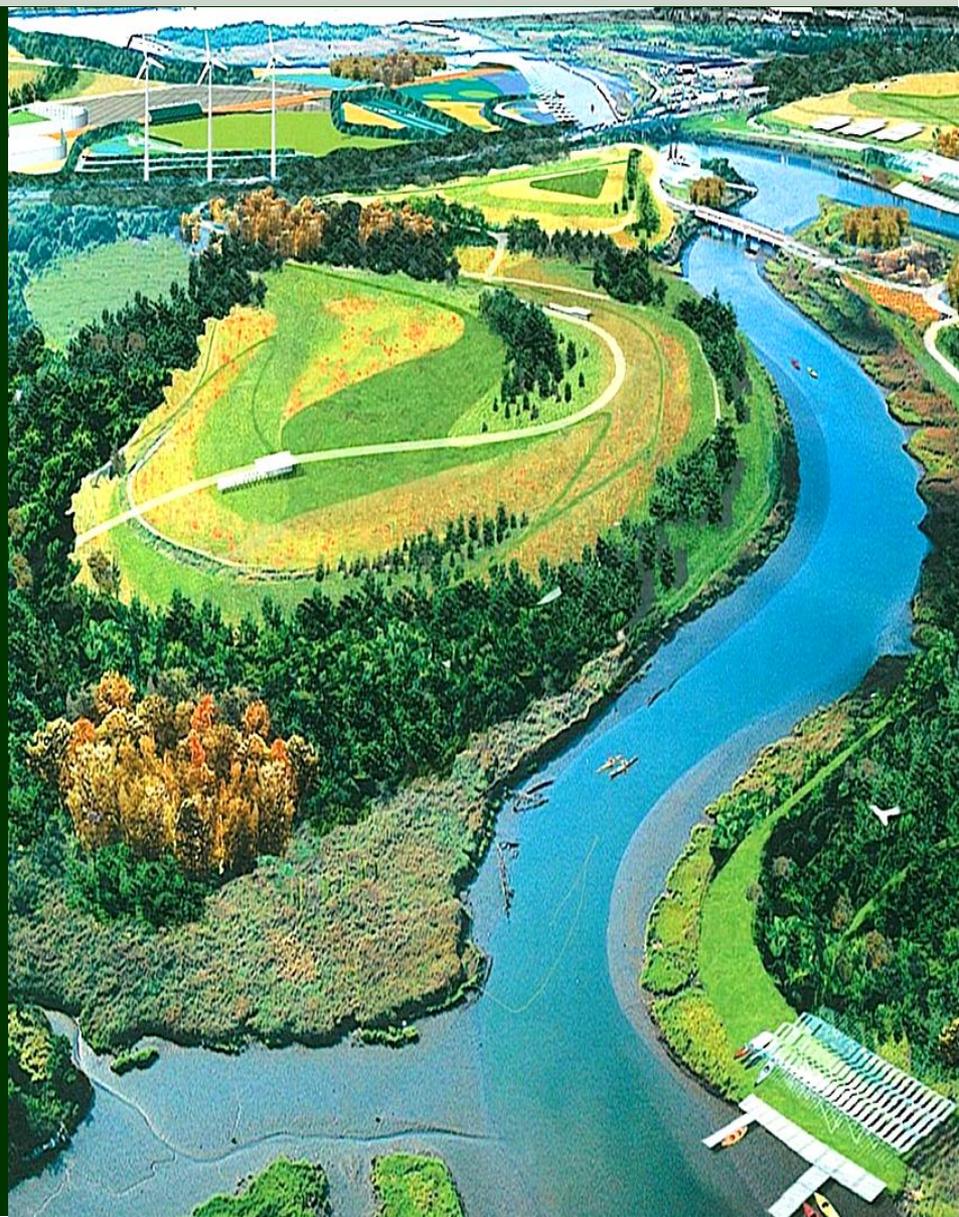
# 新世紀的環境價值——

自我導向 → 生態導向

戰勝自然 → 師法自然

——環境共生

與自然和諧共存 ☆



# 綠色發展趨勢——

# 走向綠色經濟為全球趨勢



## ■ 聯合國環境規劃署 (UNEP)

### ■ 綠色經濟倡議 (Green Economy Initiative)

- 21世紀的最佳投資標：潔淨能源與科技、農村能源、降低溫室氣體排放、生態系基礎建設及永續城市

## ■ 2008 諾貝爾經濟獎得主克魯曼：

- 強有力的氣候變遷政策，可以在當下的經濟困境中給我們幫助
- 致力減少溫室氣體排放能產生和大型科技創新一樣的經濟效果：使企業在過度飽和的環境下，仍有投資於新設備和廠房的理由



# 面對全球暖化與氣候變遷 -

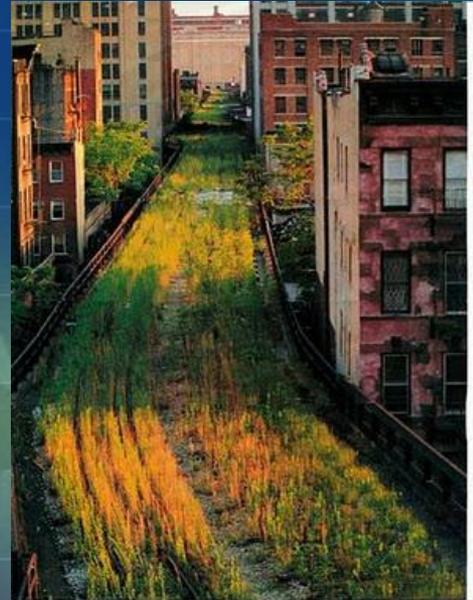
## 全球暖化既是環境問題也是經濟問題

- 2009年底召開的COP15完成之「哥本哈根協議」(Copenhagen Accord)中，與會各國獲得應控制全球溫度上升不超過 $2^{\circ}\text{C}$ 的初步共識。要求附件一國家應提出2020年的量化減量目標，非附件一國家則需提出國家適當減緩行動(National Appropriate Mitigation Actions, NAMAs)，故溫室氣體減量已成為世界各國共同面對的課題。
- 世界各國因而進行能源佈局、發展綠色產業、投入綠色新政、創造綠色GDP；並積極發展綠色科技與低碳產品，以帶動綠色成長，俾能成功邁向低碳經濟、低碳社會，達到永續發展之終極目標。
- 目前國際專業投資機構已將節能減碳納入企業風險評估的重點。並將綠色(能)產業與綠色創新納入投資的重點標的。

舒適生活的建立——

# The High Line

*New York City*



# The High Line *New York City*



# The High Line

*New York City*



# The High Line

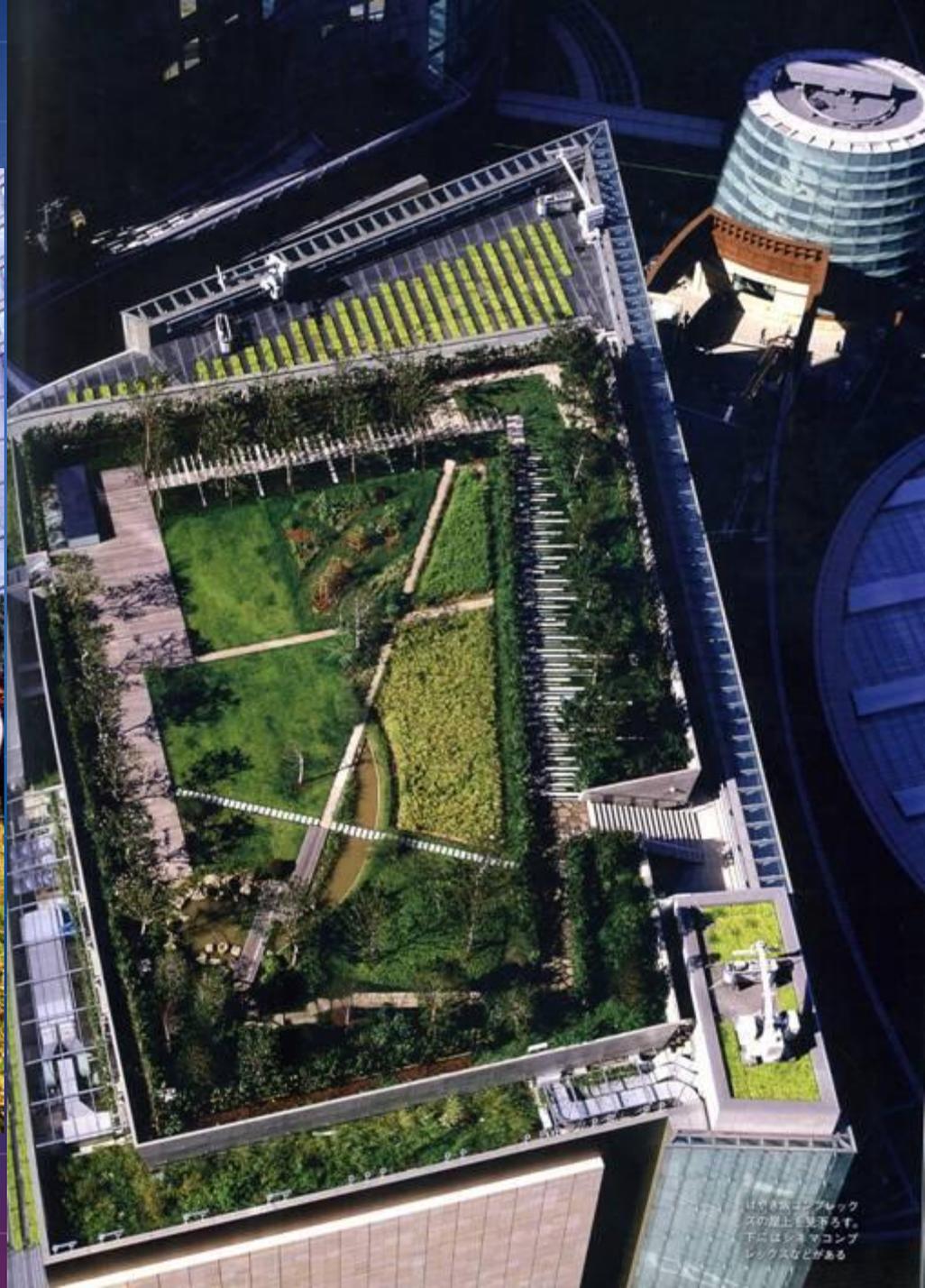
*New York City*

以前販售肉品與乳製品區，已轉變為時尚的城市代名詞

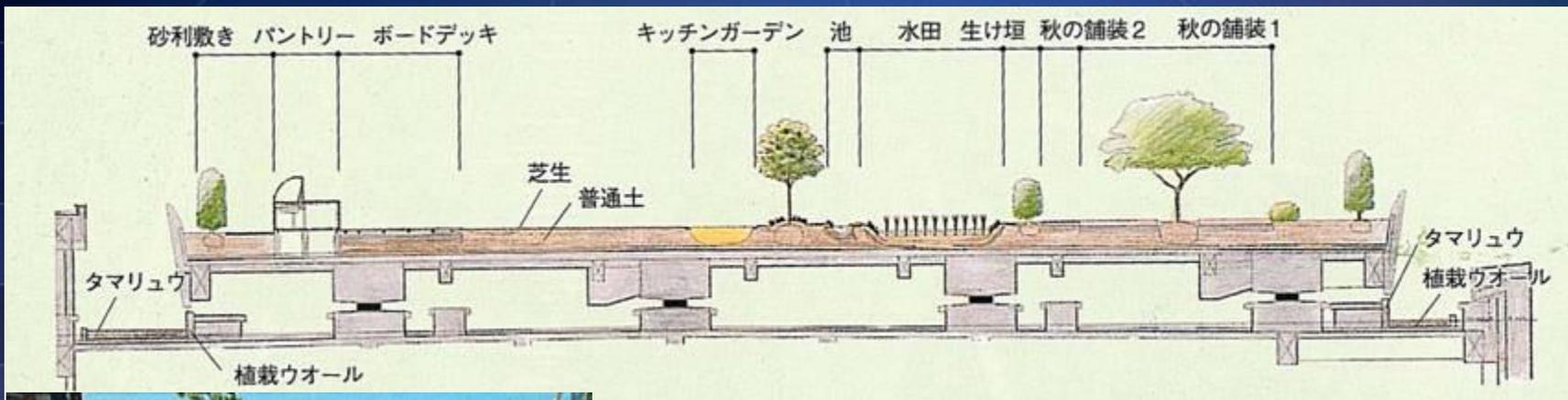




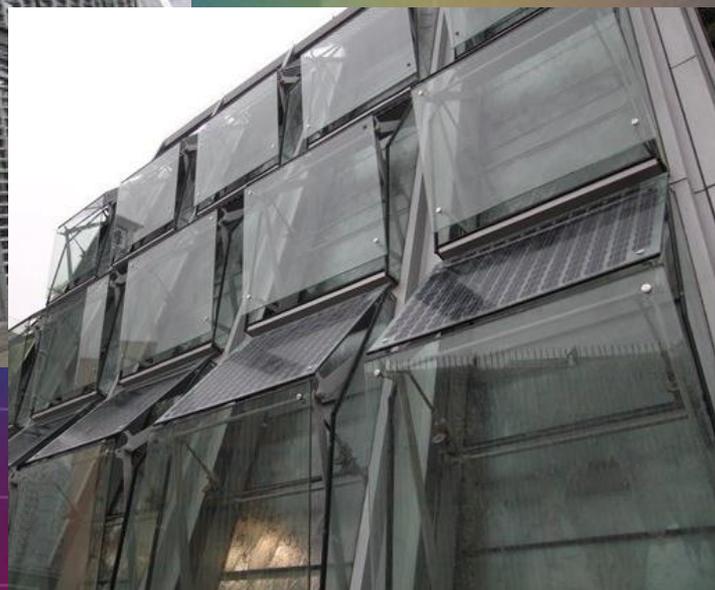
# 都心的水田 東京都港区



ロイヤルパークビルディング  
の屋上を見学する。  
下にはシネマコンプレックス  
などがある



# 都心的水田 東京都港区





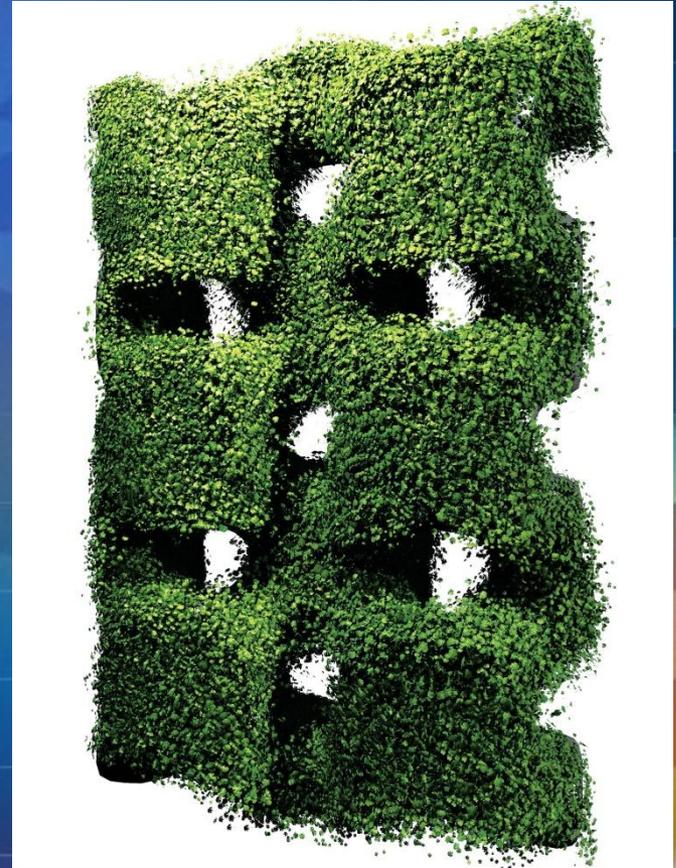




The system can be populated with foliage plants like ferns, or with crawling plants such as ivy or moss



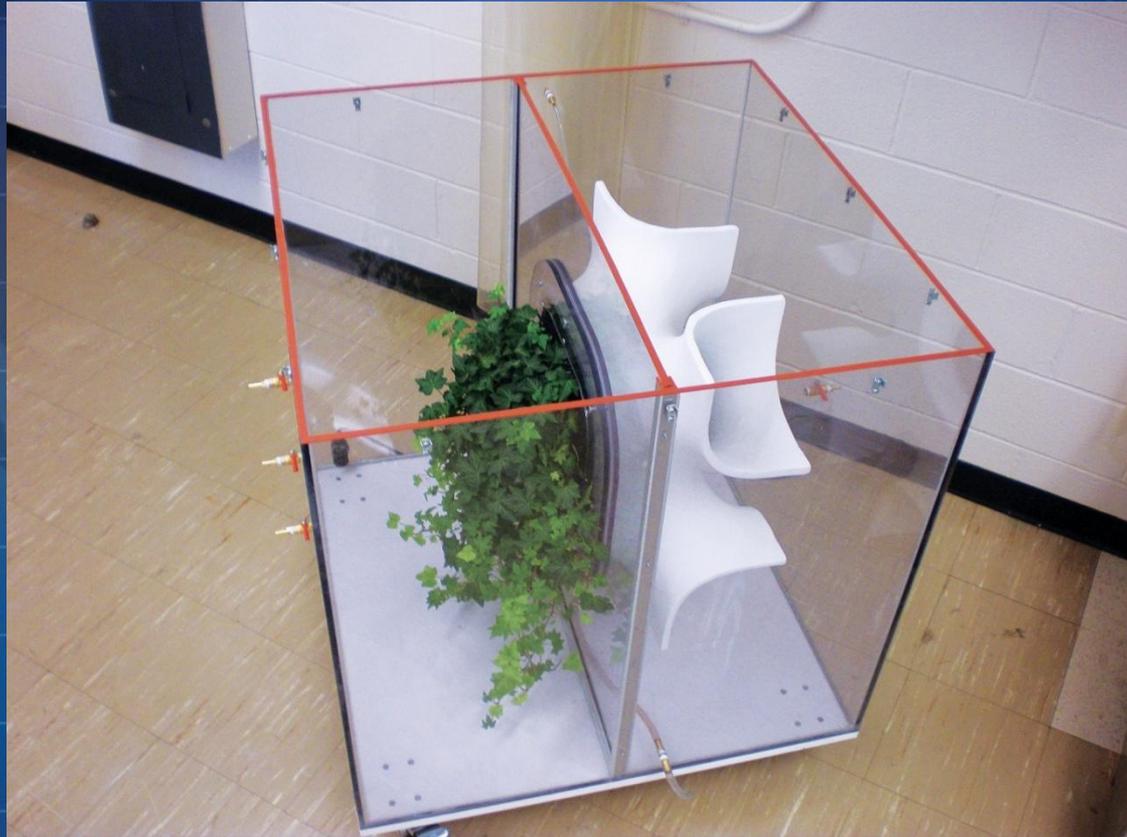
Populated with ferns(蕨類)



Populated with ivy(黃金葛)



# 植物降低空氣中二氧化碳



**A**ssembled modules are placed in a testing chamber to measure the air-cleaning power of different plant species and the overall effectiveness of the system.

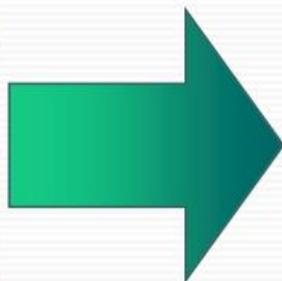


# 節能與建築——

## 2.2 臺灣的綠建築定義

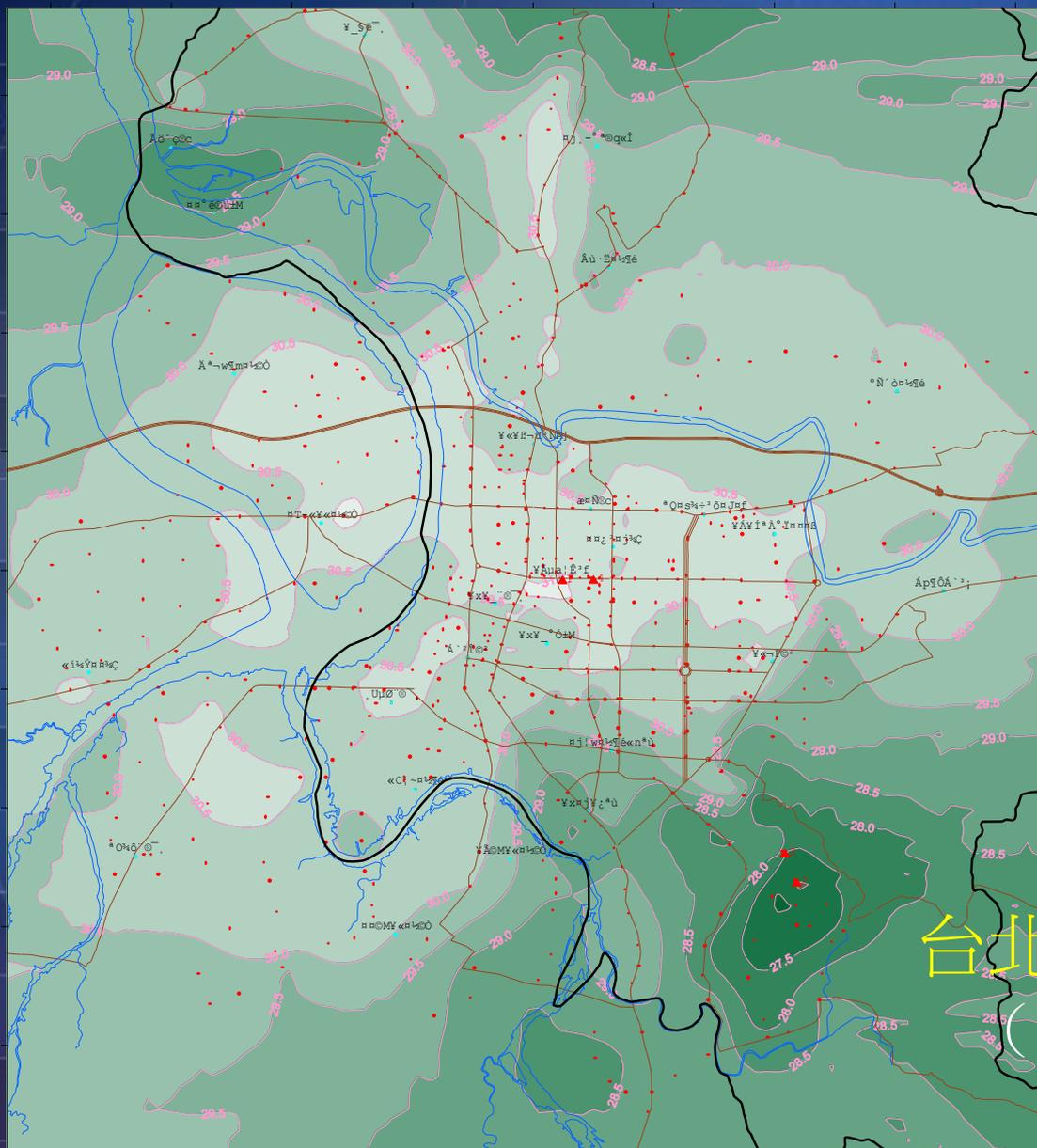
— 必須充分掌握國內亞熱帶高溫高濕型氣候條件及本土環境議題的需求。

— 是在建築生命週期中，消耗較少資源、使用較少能源、產生較少廢棄物，兼顧**健康舒適**的建築物。  
— 就是**生態、節能、減廢、健康**的建築物。



從體無完膚的玻璃盒子到亞熱帶綠建築風土美學

# 夏季氣溫上升1°C，空調耗電增加6%



台北的都市熱島現象  
(最大溫差4.5 °C)



# 日常節能指標



# 節能評估

## ■ 建築外殼節能評估

1. ENVLOAD之強化20%；大型空調空間之適用辦公類基準。
2. 開窗率40%以下。
3. 開口部外遮陽設計。
4. 方位因素影響空調耗電12%。
5. 屋頂隔熱性能



# 正確的外殼設計可達到50~60%的 節能效果



# 減少建築外殼不當設計浪費能源



難以居住的住宅



難以居住的住宅

# 節能法規適用之建築類型

建築技術規則第十七章「綠建築基準」第二百九十八條第三款

## ■ 先判斷建築物適用之法令規範條文

### ■ 以下各類建築若地面層以上總樓地板面積（不含屋頂突出物）

- 超過1000m<sup>2</sup>以上均要依照技術規則規定
- 住宿類、學校類、大型空間類
- 以及其他各類建築（辦公類、旅館餐飲類、醫院類、百貨類）

### ■ 符合下列情形之一者可以免適用節能法規

- 機房、作業廠房、非營業用倉庫
- 地面層以上樓層（不含屋突物）之樓地板面積在500m<sup>2</sup>以下之農舍
- 經地方主管建築機關認可之農業或研究用溫室、園藝設施、構造特殊
- 之建築物



# 受節能管制的建築物都應遵守的規定 (308條之一)

- A. 屋頂平均熱傳透率應低於 $0.8[W/m^2.k]$
- B. 對水平透光開窗的日射遮蔽要求
  - 若僅需依「建築技術規則」送審
    - 則只要針對室內空間的天窗來審查（1/2以上外牆之空間視為室內空間）
  - 若送審「綠建築評估」時
    - 對涼亭、地下通道出入口、月台候車亭、球場看台、表演台等大量聚集
    - 人員活動之半戶外空間的所有屋頂天窗部位進行規範
    - 但非聚集人員活動的半戶外空間：遮雨棚、陽台、屋簷、通廊可免檢討



# 節能評估

## ■ 空調系統節能評估

管制中央空調型建築物，防止主機超量設計、鼓勵高效率主機、獎勵空調節能設計。

1. 空調分區規劃
2. 熱負荷計算
3. 選擇高效率主機
4. 節能設計手法。



# 節能評估

## ■ 照明系統節能評估

30W/m<sup>2</sup>為上限，高效率燈具之使用、局部輔助照明

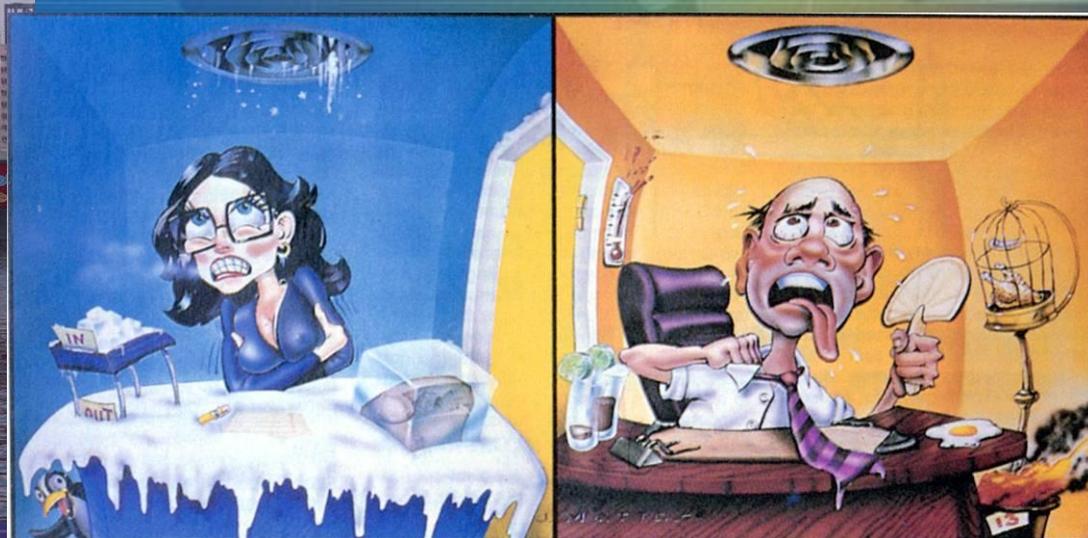
1. 高效率燈具
2. 省電燈泡之誤解。
3. 自然採光設計。
4. 局部加強照明。



# 空調節能是為了 舒適效率



玻璃大樓是能源殺手



# 帷幕玻璃無法應付個別空調



# 外遮陽是 熱濕氣候的建築風格



# 坐在室內的感受？





# 蓋冰屋 雪地求暖

【陳祈嘉／綜合報導】冰屋 (igloo) 是北極地區愛斯基摩人冬季的臨時住所，主要是在遷移或因狩獵無法返家時，才會就地取材，利用積雪砌成冰屋。

圓頂造型的冰屋是愛斯基摩人獨特的建築文化，冰屋的大小視居住人數而定，基本上以所有人都可平躺睡覺為原則。有經驗的愛斯基摩人最快只要一小時，就可蓋好一座供三、四人住的冰屋。而冰屋之所以可保暖，主要因冰雪是極佳的絕緣材料，能保留住屋內人體、火爐或油燈散發的熱氣，不讓熱氣逸散到屋外。

人從出入口進出冰屋，出入口的地道深度應低於屋內活動場所，利用冷空氣下沉、熱空氣上升原理，當屋外冷空氣吹入時，會聚集在地道中，不會影響屋內溫度。

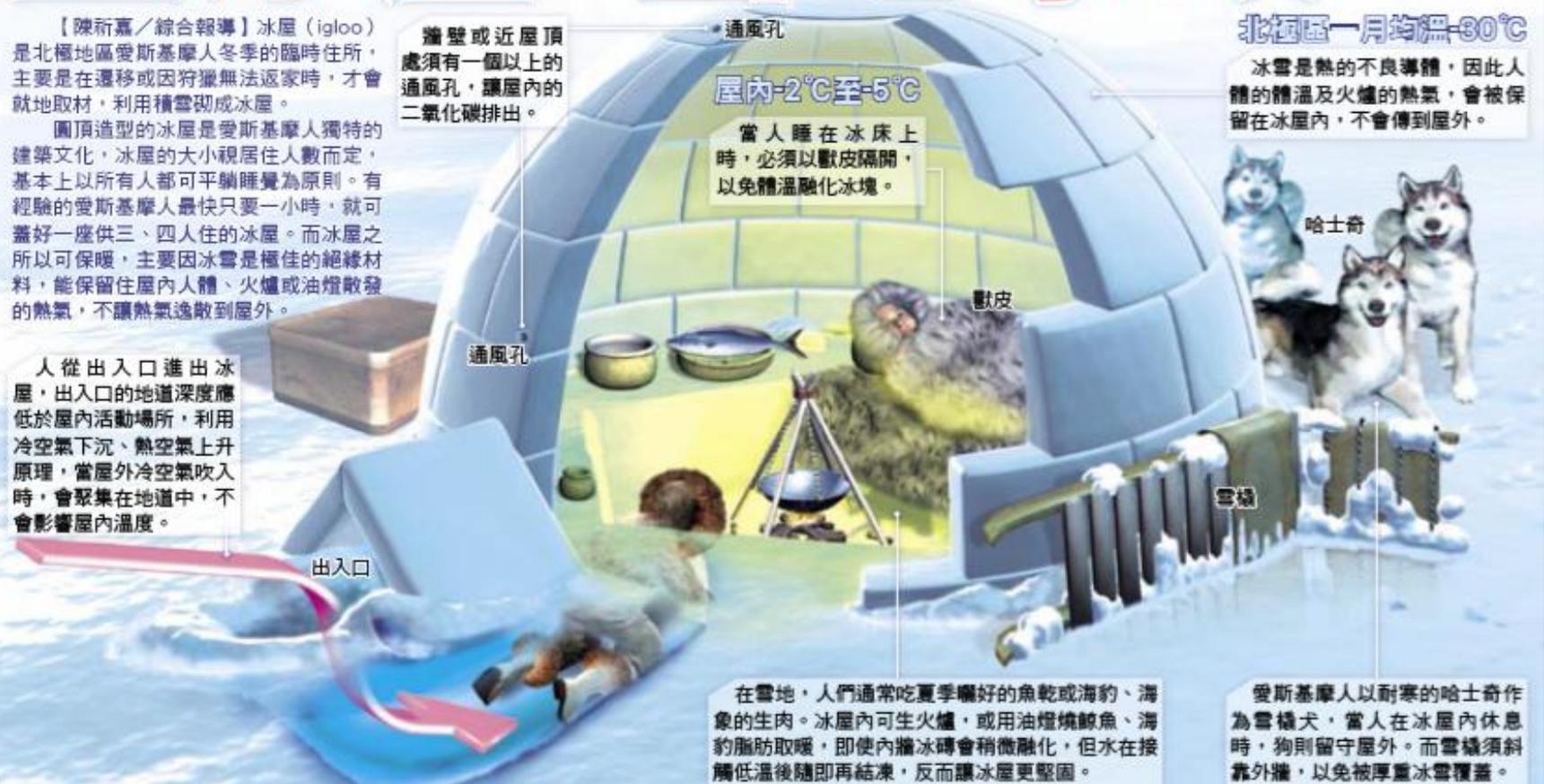
牆壁或近屋頂處須有一個以上的通風孔，讓屋內的二氧化碳排出。

屋內-2°C至-5°C

當人睡在冰床上時，必須以獸皮隔開，以免體溫融化冰塊。

北極區一月均溫-30°C

冰雪是熱的不良導體，因此人體的體溫及火爐的熱氣，會被保留在冰屋內，不會傳到屋外。



在雪地，人們通常吃夏季曬好的魚乾或海豹、海象的生肉。冰屋內可生火爐，或用油燈燒鯨魚、海豹脂肪取暖，即使內牆冰磚會稍微融化，但水在接觸低溫後隨即再結凍，反而讓冰屋更堅固。

愛斯基摩人以耐寒的哈士奇作為雪橇犬，當人在冰屋內休息時，狗則留守屋外。而雪橇須斜靠外牆，以免被厚重冰雪覆蓋。

# 耗電密度相差2.6倍的圖書館



電密度28.75 kWh/ (m<sup>2</sup>.月)



電密度11.08 kWh/ (m<sup>2</sup>.月)



# 茄萣情人碼頭

開口率高、忽視遮陽



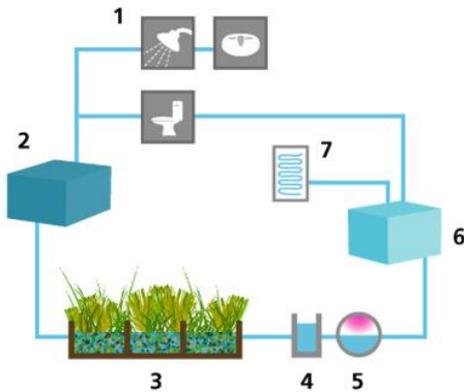
# 永續建築設計案例介紹——

# 綜合評估概念



## THE LIVING MACHINE SYSTEM

1. Office building: toilet, sink & shower
2. Primary & equalization tanks
3. Tidal flow wetland
4. Polishing vertical flow wetland
5. UV sterilization disinfection
6. Clean effluent tank
7. HVAC office cooling tower



## WATER EFFICIENCY

- A. 8<sup>th</sup> floor landscape deck with adaptive plants and micromist irrigation
- B. Low-flow fixtures
- C. Eco-roof with adaptive plants and micromist irrigation
- D. Living Machine System

## ENERGY EFFICIENCY

- E. Reflective membrane roof
- F. High performance glazing
- G. Radiant heating & cooling ceiling
- H. 200 wells provide ground source heating & cooling with auxiliary cooling tower for peak periods (augmented by the Living Machine)

波特蘭港(Port of Portland)為著名高科技綠建築之一，於建設之初，即表明要利用建設與設計的方式，藉由天然資源及自然水資源的使用，讓所建設的商業大樓對環境衝擊降到最低。不僅保護水質，而且還減少用水量，以幫助保護這自然資源。



# 綜合評估概念

- 施行的方式包括，使用非飲用的水進行澆灌，此滴灌系統**至少減少57%的灌溉水量**。兩個工業園區中，皆安裝使用**即時氣象監測**，藉由數據來判斷是否需使用澆水灌溉控制系統，達到雨水資源最大應用，此努力方式已經減少了**30%的灌溉用水使用**。



# 綜合評估概念

- 波特蘭港(Port of Portland)建築大樓設計包括**節能窗與適當外遮陽設施**，**10000平方英尺的生態屋頂**，並以超過兩百條管路**地冷/熱使用**，減少空調依賴，節省能源、水和金錢。與同樣規模大小的標準建築相比**少75%的水和能耗降低36%**。



# 用水綜合評估概念

波特蘭港(Port of Portland)建築大樓室內看起來像一個大型的花園空間，但它實際上是一個室內濕地(Constructed Wetland System)運作。

稱為生活機能(Living Machine)系統，此系統主要進行處理建築的浴廁及冷卻塔所排出的生活廢水。



# 自給自足的永續建築概念

- 美國城市與建築設計公司所設計幾乎100%的自給自足的永續建築，利用特殊設計之屋頂方式增加太陽光線反射面，提升太陽能板的執行效率。於建築周圍選擇三口井施行地熱資源應用，於冬夏季保溫及冷卻牆體，在熱交換方式之下節省空調負荷，提升市內舒適度。屋頂的特殊構造利於雨水收集，雨水用於景觀植栽澆灌，於庭院前設置噴水方式，增加儲存水流動，減少微生物孳生。室內中水回收則主要用於洗衣及浴廁沖排作用，減少水資源過度使用。



# 自給自足的永續建築概念



영국에서 가장 유명한 생태마을 베드제드



햇볕이 잘 들지 않는 북향의 옥상 정원.



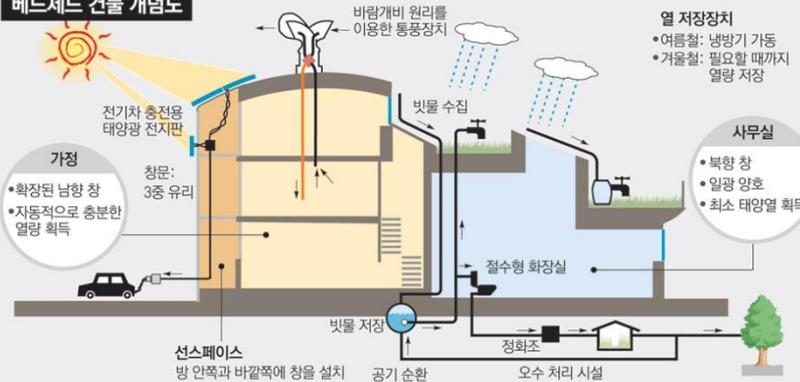
안쪽과 바깥쪽으로 이중의 창이 설치되어 온기를 보존하는 거실.



건물 바깥쪽 벽돌과 안쪽 사이 30cm 공간에 석재를 채운 방은 벽.

英國倫敦南方貝丁頓生態社區，原為荒蕪頹敗的污水廠遺址，在政府及研究單位的大力改造下，發展出象徵未來低碳社會的生態社區。此零耗能生態社區，充分利用自然環境條件，誘導式建築設計展現在太陽能相關系統。

## 베드제드 건물 개념도



# 自給自足的永續建築概念

- 貝丁頓社區重要施行策略主要在於**永續環境設計**，包括**藉由沼氣、陽光、空氣及水的永續環境設計理念**，構成系統性、可再生的節能低碳建築群，完成社區內的熱與電能的需求自給夢想。
- BedZED的住戶比起一般英國家庭，可省下**超過60%的能源消耗**。就連水也用得更省，一般英國人平均一人一天要用上150公升的水，而BedZED居民**只要90公升，省下40%**。之所以用水省很大，是因為設有雨水回收裝置，雨水沿著管線進到儲水缸中，然後可用來沖馬桶、灌溉園圃。



# Bed ZED—陽光

- 為了讓生態社區能夠真正符合零耗能的理念，除了發電則幾乎完全靠廢舊木材燃燒的在地汽電共生站，所有的房屋都是朝南。屋頂的流線型設計，是為了夠取得最豐足的陽光。家家戶戶都裝上太陽能光電板，家中的熱水和電車充電都來自暖暖的陽光。



# Bed ZED — 空氣

- BedZED善用設計，**沒有使用任何天然氣中央暖氣系統**。所有房屋都採用高質量的絕緣材料，每座房屋有**將近三百厘米厚的牆壁**，**保證吸收的熱量在五天內不會消散**；窗戶的玻璃有三層，盡可能多地吸收熱量，而屋頂花園的植物，不僅有助於防止冬天室內的熱量散失，夏天開花時，整個生態村就成了一個美麗的大花園。



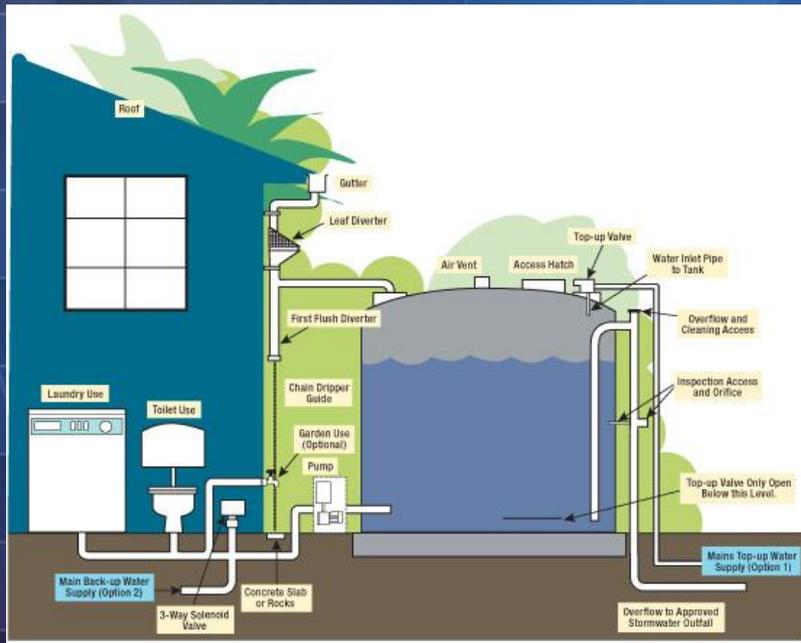
# Bed ZED — 水

- ❁ 水資源也妥善規劃利用。除了家戶都有雨水收集設備，每次降雨結束時，生態村的大儲水池裡便蓄滿了雨水。而在進入儲水池之前，雨水還要經過自動淨化過濾器的過濾，居民就可以用這種簡單過濾的雨水，直接清洗衛浴、灌溉樹木以及公園水景，而社區的廢水也經過社區的生態濕地和溫室等的淨化作用，才排入鄰近的河川之中。



# 雨水再用與基地保水觀念

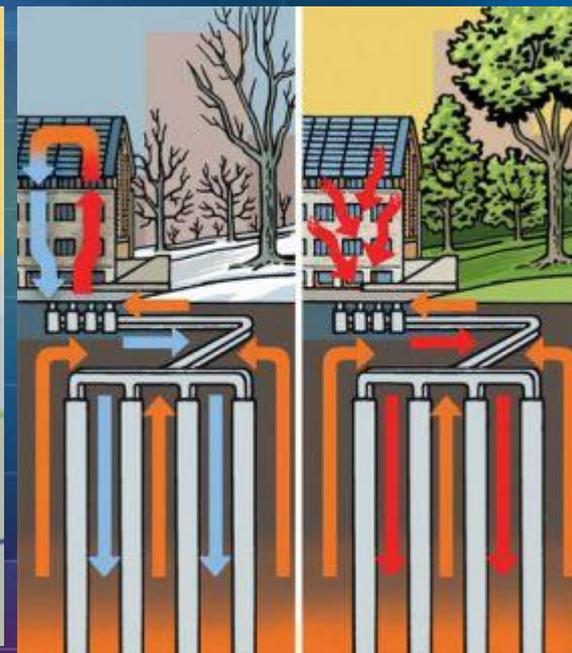
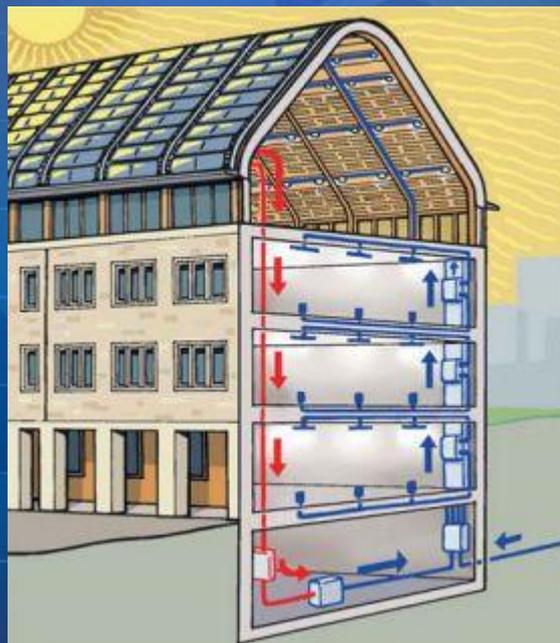
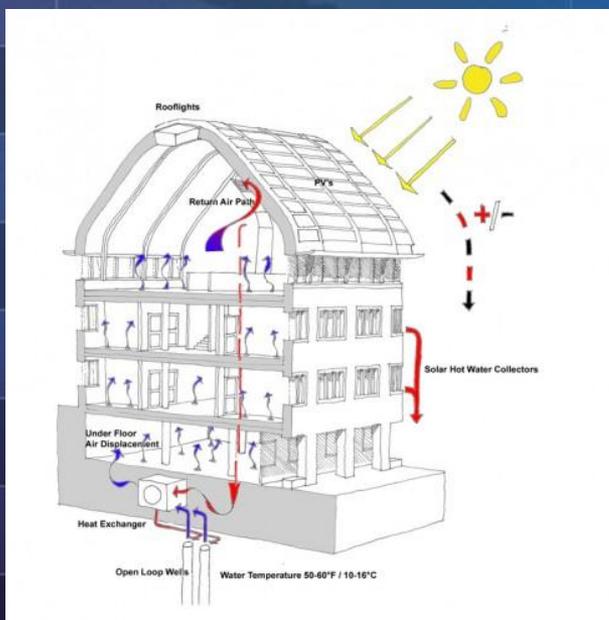
- 目前已出現許多概念，包括利用綠屋頂的方式，使雨水由屋頂流下時，經由植物作用，自然淨化降低懸浮微粒與空氣中的化學污染物質，再經儲存槽收集後應用。
- 或者利用將雨水經由引流進入草地及濕地。



# 善用自然資源

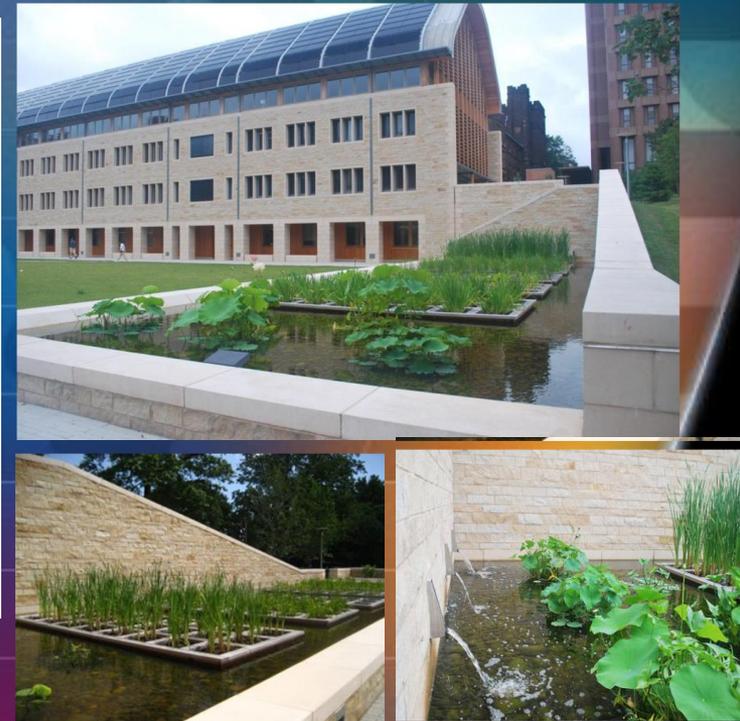
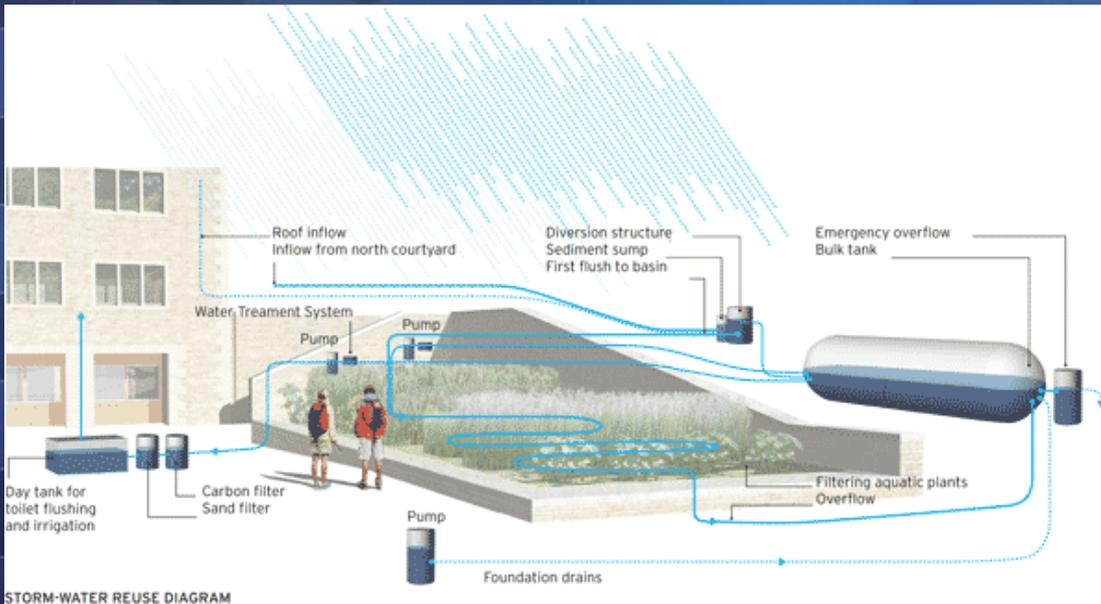


克朗廳為耶魯大學低碳建築計畫，其主要特性包括節能(利用地熱資源)、提升牆體及屋頂的絕熱性能、增加照明及空調效率等等，其中雨水再利用及污水淨化也是此設計的強調項目之一。



# 廢水零排放概念

- 此系統並利用水生植物來進一步淨化，同時也為整個空間提供**舒適與親水區域**。水經由過濾和濕地淨化後，用於建物的沖廁及景觀澆灌，此系統配合節水管道之裝置，預計**每年節省50萬加侖的水**。



# 結論

- 「如果這個世界的每一個人都居住在普通房屋內，過現在我們過的生活方式，那麼我們需要三個像地球那麼大的星球，才能維持我們基本的生存需要。但是我們只有一個地球」。
- 創造一個全新的生活方式，設計一個高生活品質、低耗能、零碳排放、再生能源、零廢棄物、生物多樣性的未來。



**Thank you!**

