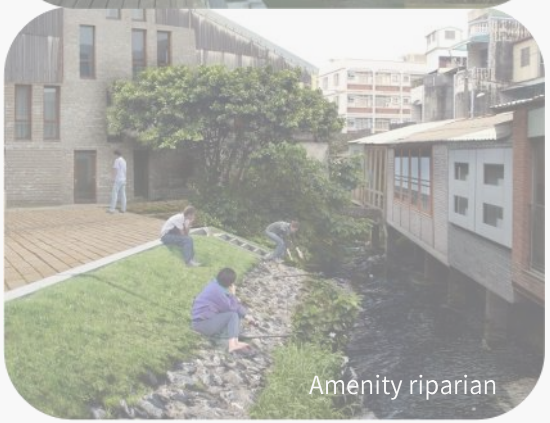
生態智慧節能建築與新校園運動

教育部營繕人員講習

曾梓峰 教授/主任
國立高雄大學建築系/城鄉永續發展中心
2021/12/22



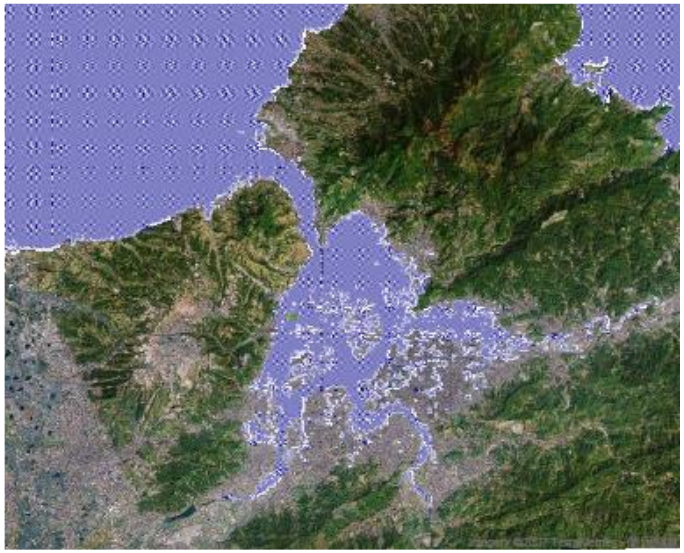
為什麼要談「永續」、「生態」？

20世紀都市發展衝擊與問題

- 對「現代化」文明的反思與反動
- 自然科學以及技術與材料的邏輯支配了社會需求的邏輯
- 能源危機反應了自然資源有限的現實
- 人類使用的營建材料被發現是地球環境的破壞源
- 傳統工程技術與邏輯導致高度污染問題，成為環境發展重大課題與挑戰
- 環境氣候變遷、土石流、生態浩劫、疾病……大自然反撲
- 風災、921震災、水災…營建技術無法人定勝天
- 傳統思維邏輯無法支撐社會生活想像的變遷
- 地方文化差異性對於自然科學與技術一致性的反撲

永續發展來自人類文明發展危機的反省和因應

氣　候　變　遷

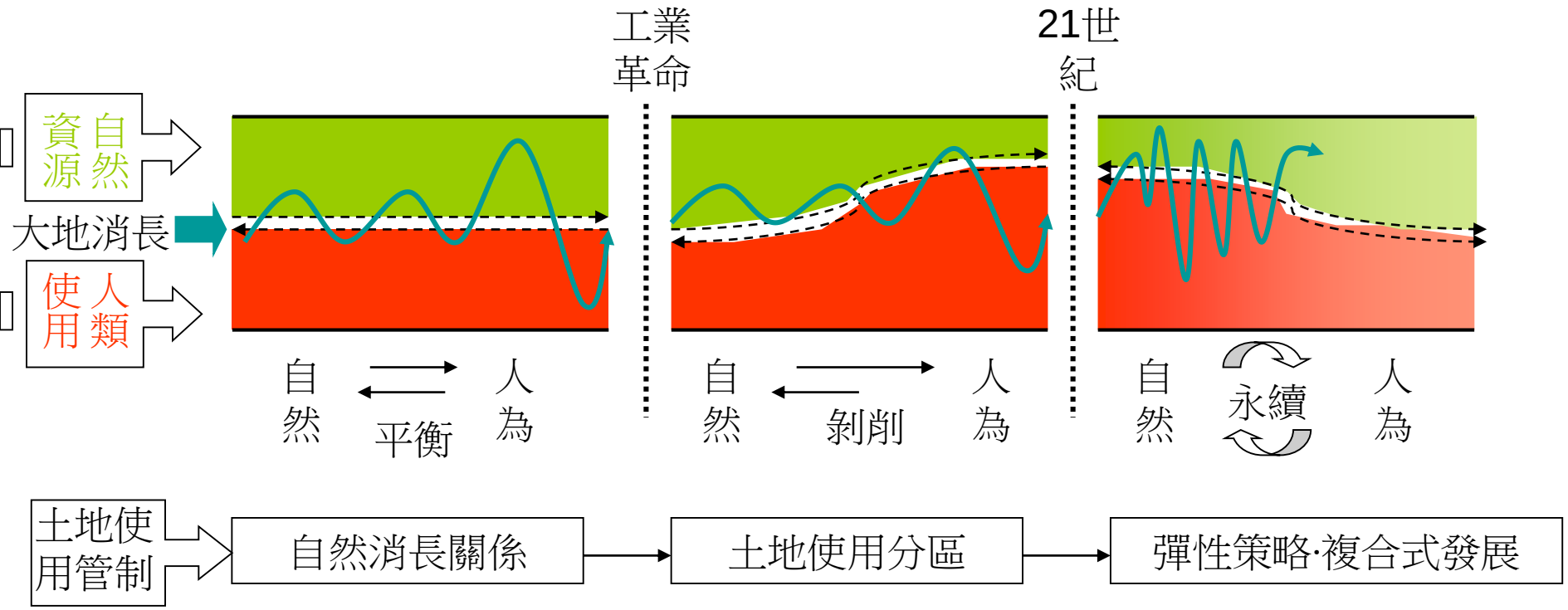


海　平　面　上　升

城 市 無 止 境 的 擴 張

『永續』

人與自然關係對話—反省與超越



關鍵在於生活方式的改變

即將面臨挑戰

全球2020年碳稅徵收
2013 年禁用冷媒
雨林區禁伐
減碳50%
海平面升高
地球溫度上升
……

<人與自然都要兼顧>
環境要保護
森林要保護
濕地要保護
防災
防洪
防暖化蔓延
……

限制

舒適環境
安全環境
土地要發展
健康環境
便利生活
房地產獲利
……

需求

?

需要一套同時兼顧人類與自然的發展模式
生活模式、土地使用行為及模式要改變

減碳、生態、節能 = 智慧生活

- 人類對世界「想像方式」的改變：20世紀 vs. 21世紀
- 邏輯典範的變動：自然科學與技術的發展在於支持人類生活永續發展的最佳化
- 打破人定勝天迷思，尋求生態環境的保護以及人與自然關係的最適化
- 人類生活方式、社會價值與行為舉止模式之改變與調整
- 社會制度與經驗的改造
- 過去偏差與污染結果的矯正與排除
- 最少材料、最少人工、最少污染、最大回收
- 環境破壞因素的排除：二氧化碳減量、過敏原…
- 突破科學技術專業分工的迷思、強調整合協調、簡單原則
- 永續的學校校園是一種追求「未來校園」的探索過程

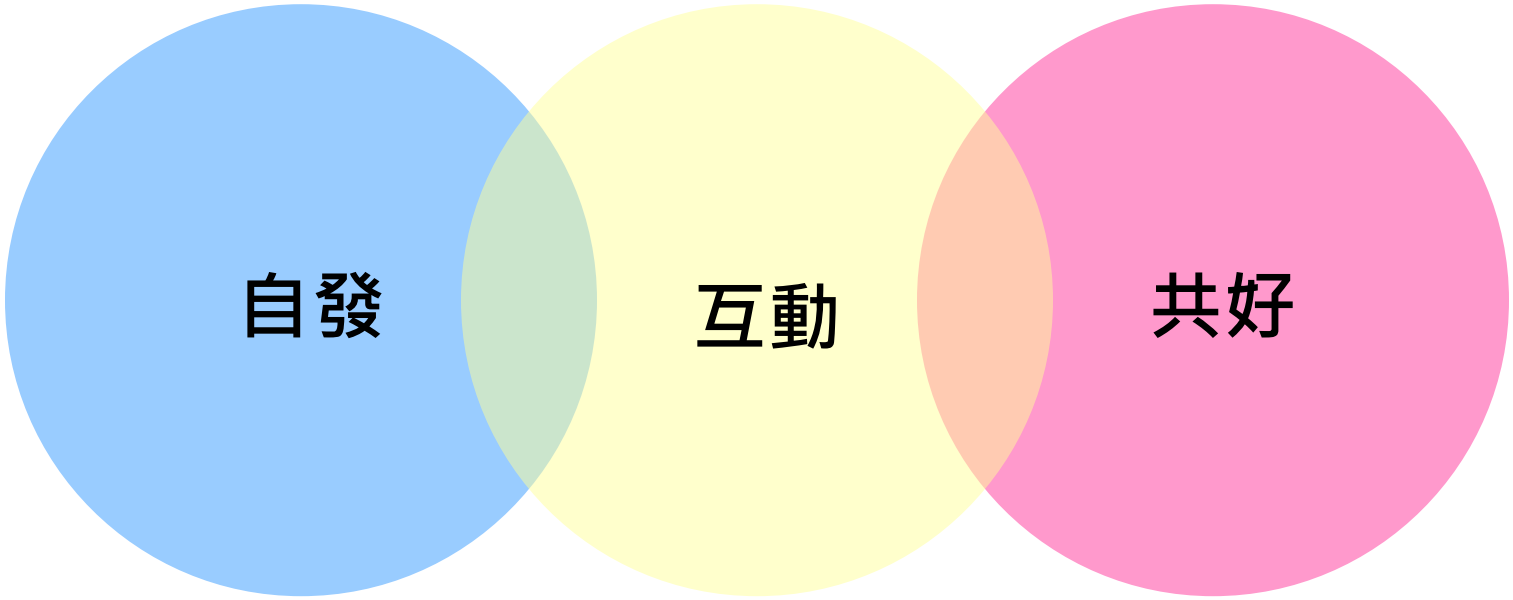
「生態、智慧、節能」

學校建築是不是應該有一些新的想法

「生活方式 + 生活空間」

「未來世代的核心素養」
「打造未來世代學習空間」

未來世代的核心素養



自我認識　興趣動機　整合視野　應用語言　運用工具

社群合作　全球在地化　社會責任　地球公民

未來世代的核心素養
(專業之外)

自主行動(自發)
1.自我的認識
2.興趣與動機
3.整合的視野
4.語言的運用
5.工具的運用

溝通互動(互動)
1.社群與合作
2.全球在地化

社會參與(共好)
1.對社會責任
2.對地球責任

1. 自在學習:
   引起學習動機、學習自主權，建立學習成就感、在玩樂中學習(開放性學習、隱藏的角落、人性空間)
2. 差異學習:
   適性化、選擇化、地域特色化、多元文化
3. 生活學習:
   學校即社會、教育即生活、在生活中教育學生，讓學生從生活中
4. 場域學習:
   遊戲探索學習、動手學習(空間即為大教具－遊戲探索學習、體驗學習、Maker實做學習)
5. 彈性學習:
   (多元模式、分組簇群、內部整合、外部共構、校園空間行事曆)
6. 流動學習:
   (跨場域的主題性流動學習、跨校交流、社區環境探索、資源流能源流、空氣流域學習、生態場域流動學習)

教育與校園規劃視野

- 讓學校教育貼近生活面、回到人類與大自然共生共存的關係上
- 讓孩童從（校園）生活中學習尊重生命、關懷人群、體會體驗與自然生態關係
- 學習—從遊戲中學習、同儕間學習、生活中學習
- 「人本教育」（基礎教育）→九年一貫（制度）→班群教室（空間規劃）→校園我的家→校園社區化・社區校園化→打開學校圍牆
- 「創意教育」（大學教育）：創客空間

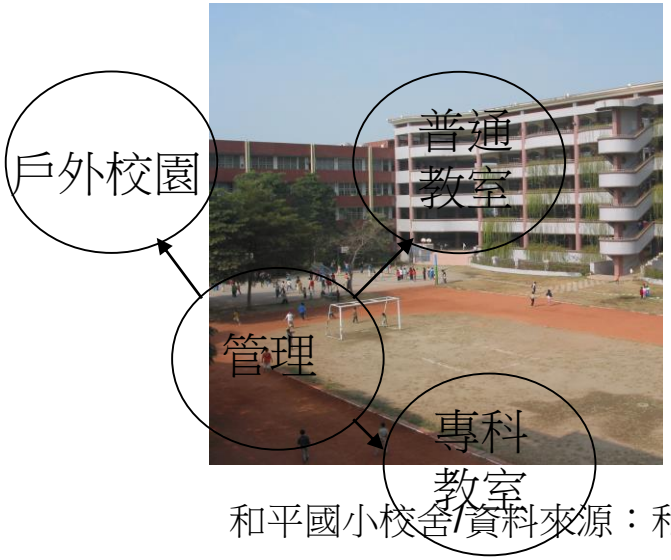
結構性的變動

治校理念 | 學習概念 | 教學空間 | 校園空間

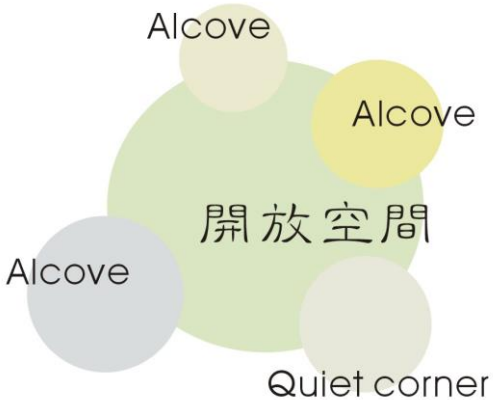
學習空間

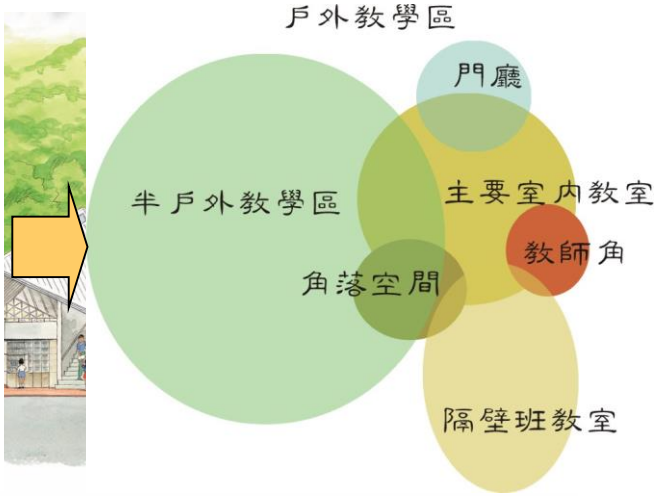
早期 → 管理 → 被動式學習 → 分科教室：普通、專科 → 封閉型校園

現階段 → 創造特色 → 情境式學習 自發性學習 → 班群教室 學習角落 → 開放式校園 -學習延伸·彈性學習空間-



和平國小校舍/資料來源：和平國小





資料來源：翁崇雄建築師事務所

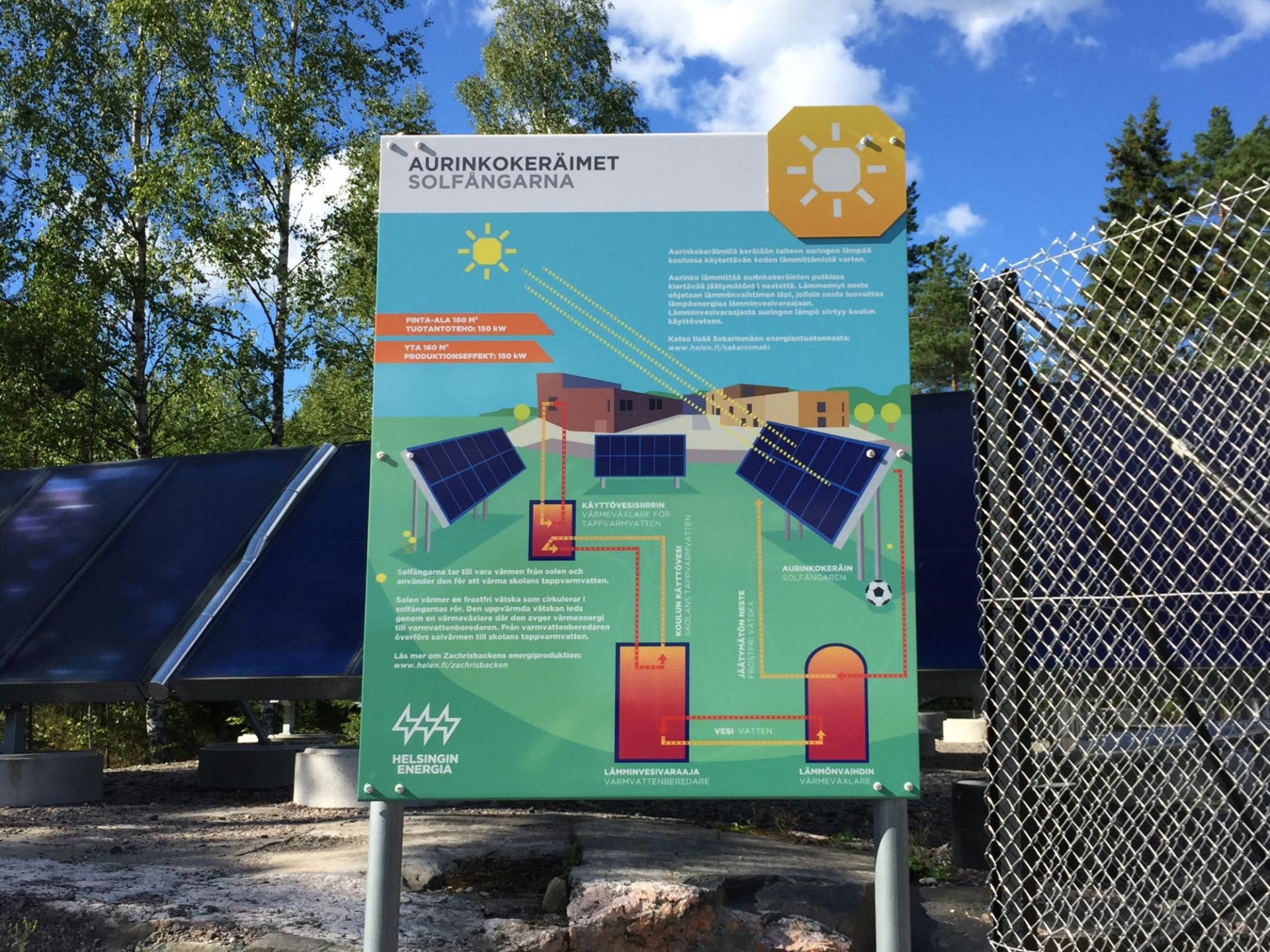
西寶國小/資料來源：大藏建築師事務所

SAKARINMÄKI - ZACHRISBACKEN

A Päiväkoti
B Sakarinmäen koulu
C Östersundom skola
D Liikunta, musiikki / Seurakunta
E Keittiö, tekninen työ, hallinto
G Kenttien huolto
H, I, J Väliaikaiset koulutilat

A Daghem
B Sakarinmäen koulu
C Östersundom skola
D Gymnastik, musik / Församlingen
E Kök, tekniskt arbete, administration
G Planunderhåll
H, I, J Tillfälliga skollokaler

A0


AURINKOKERÄIMET
SOLFÅNGARNA
Aurinkokeräimillä kerätään talteen auringon lämpöä koulussa käytettävän veden lämmittämistä varten.
Aurinko lämmittää aurinkokeräinten putkissa kiertävää jäätymätöntä nestettä. Lämmennyt neste ohjataan lämmönvaihtimen läpi, jolloin neste luovuttaa lämpöenergiaa lämminvesivaraajaan. Lämminvesivaraajasta auringon lämpö siirtyy koulun käyttöveteen.
Katso lisää Sakarinmäen energiantuotannosta:
www.helen.fi/sakarinmaki
PINTA-ALA 160 M²
TUOTANTOTEHO: 150 kW
YTA 160 M²
PRODUKTIONSEFFEKT: 150 kW
KÄYTTÖVESISIIRRIN
VÄRMEVÄXLARE FÖR TAPPVARMVATTEN
KOULUN KÄYTTÖVESI
SKOLANS TAPPVARMVATTEN
AURINKOKERÄIN
SOLFÅNGAREN
JÄÄTYMÄTÖN NESTE
FROSTFRI VÄTSKA
Solfångarna tar till vara värmen från solen och använder den för att värma skolans tappvarmvatten.
Solen värmer en frostfri vätska som cirkulerar i solfångarnas rör. Den uppvärmda vätskan leds genom en värmeväxlare där den avger värmeenergi till varmvattenberedaren. Från varmvattenberedaren överförs solvärmen till skolans tappvarmvatten.
Läs mer om Zachrisbackens energiproduktion:
www.helen.fi/zachrisbacken
VESI VATTEN
HELSINGIN ENERGIA
LÄMMINVESIVARAAJA
VARMVATTENBEREDARE
LÄMMÖNVAIHDIN
VÄRMEVÄXLARE

MAALÄMPÖKAIVOT
JORDVÄRMEBRUNNARNA
MAALÄMPÖKAIVOJA ON 21 KAPPALETTA
TUOTANTOTEHO: 280 kW
JORDVÄRMEBRUNNARNA ÄR 21 STYCKEN
PRODUKTIONSEFFEKT: 280 kW
LÄMPÖPUMPPU
VÄRMEPUMP
Maalämpökaivo on noin 300 metrin syvyyteen porattu reikä, jonka sisällä on putkisto. Putkissa kiertävä bioetanoli kerää lämpöenergiaa reikää ympäröivästä maaperästä koulun lämmittämiseen.
Bioetanolin lämpötila on liian matala, jotta sitä voitaisiin käyttää suoraan lämmitykseen. Lämpö siirretäänkin koulun lämmitysjärjestelmään lämpöpumpulla. Samalla bioetanoli jäähtyy voimakkaasti ja se ohjataan takaisin lämpökaivoon, jossa se taas lämpenee ja kiertää takaisin lämpöpumpulle.
Katso lisää Sakarinmäen energiantuotannosta:
www.helen.fi/sakarinmaki
Jordvärmebrunnarna är cirka 300 meter djupa borrhål med rör inuti. I rören cirkulerar bioetanol, som samlar upp värmeenergi ur marken kring brunnen och använder den för att värma skolan.
Bioetanolens temperatur är för låg för att direkt kunna användas för uppvärmning. Därför överförs värmen till skolans värmesystem med en värmepump. Samtidigt kyls bioetanolen kraftigt ned och leds tillbaka till brunnen, där den igen värms upp och cirkulerar tillbaka till värmepumpen.
Läs mer om Zachrisbackens energiproduktion:
www.helen.fi/zachrisbacken
HELSINGIN ENERGIA
MAALÄMPÖKAIVO
JORDVÄRMEBRUNNA
300 M
EIFFEL 324 M

蒙特梭利教學

自我教育的天賦及相信智能可以改變

自發性的學習、自我成長

日常生活教育、感官教育、語文教育、數學教育、文化教育。

【 以兒童為中心 】

【 不「教」的教育 】

【 把握兒童的敏感期 】

【 教師扮演協助、啟導的角色 】

【 重智慧和品格的養成 】

【 尊重兒童的成長步調 】

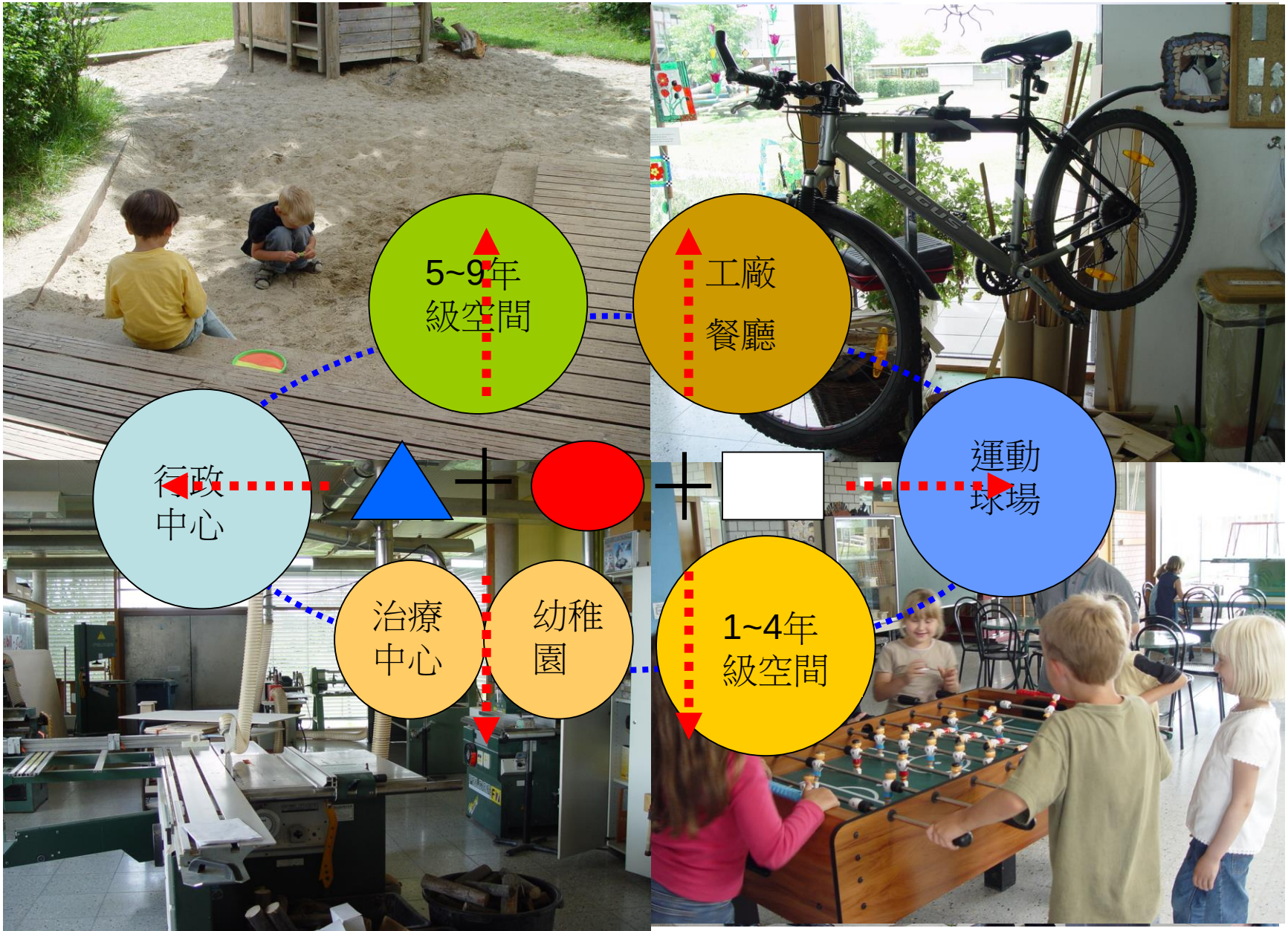
【 混齡教學 】

【 豐富的教材與教具 】

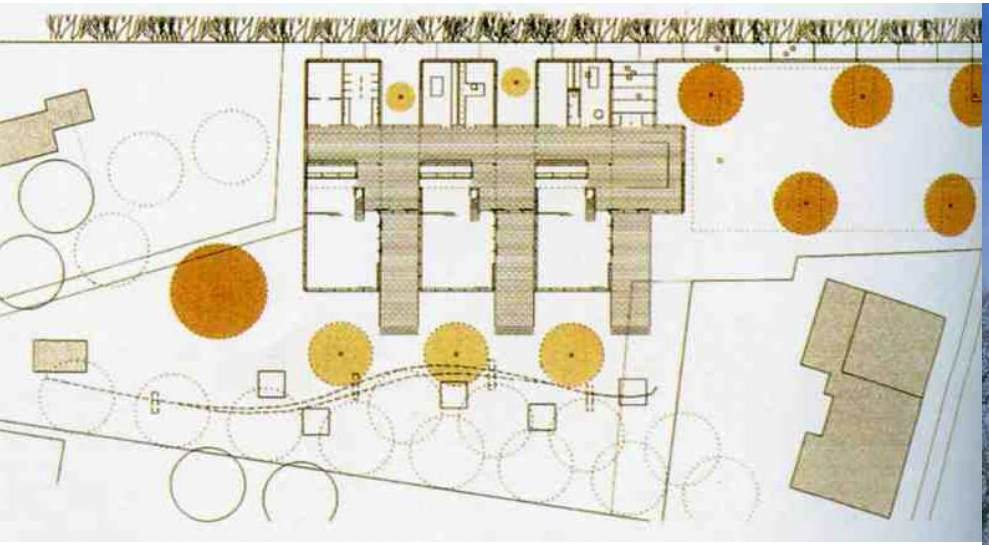
【 摒除獎懲制度 】

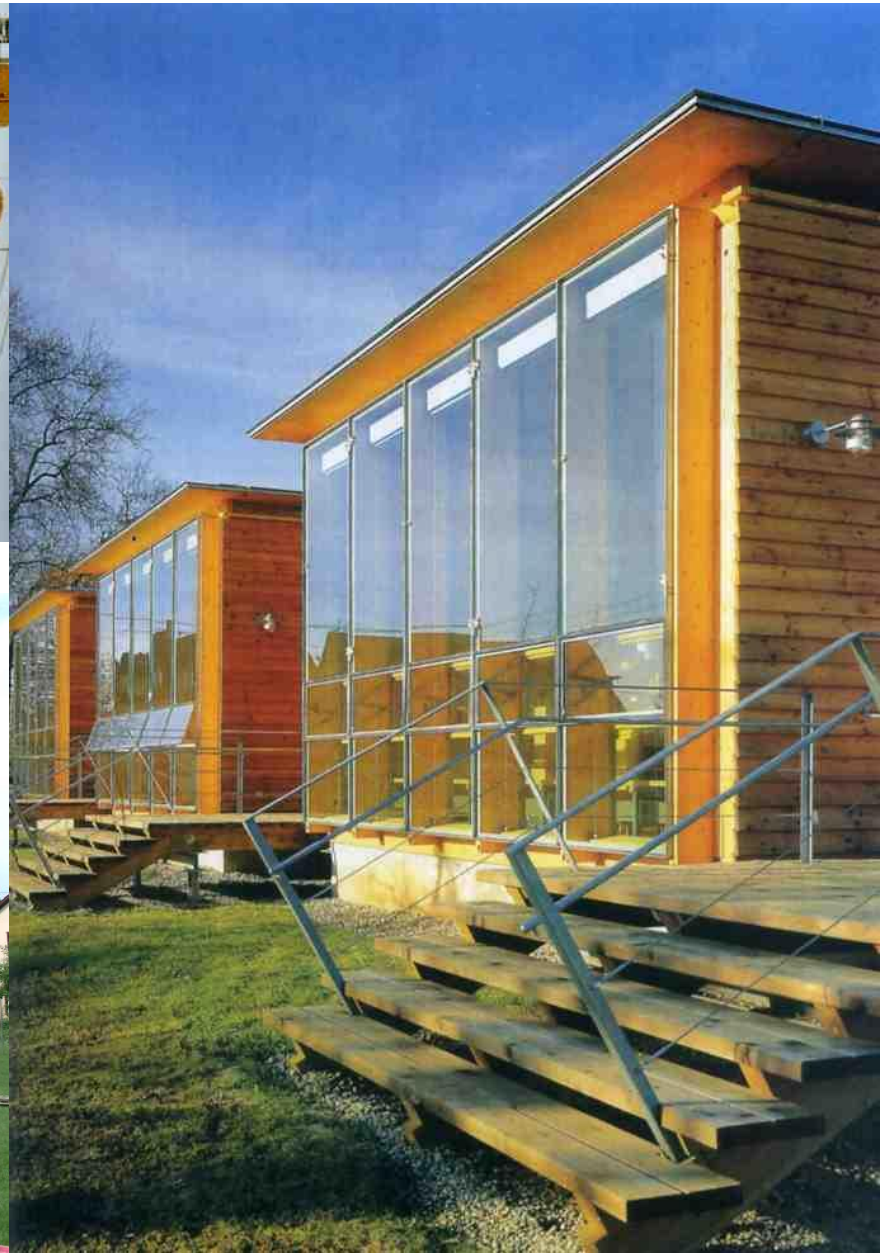
【 教學成果常以爆發的力量呈現 】

- 蒙特梭利教育機構,德國,1996

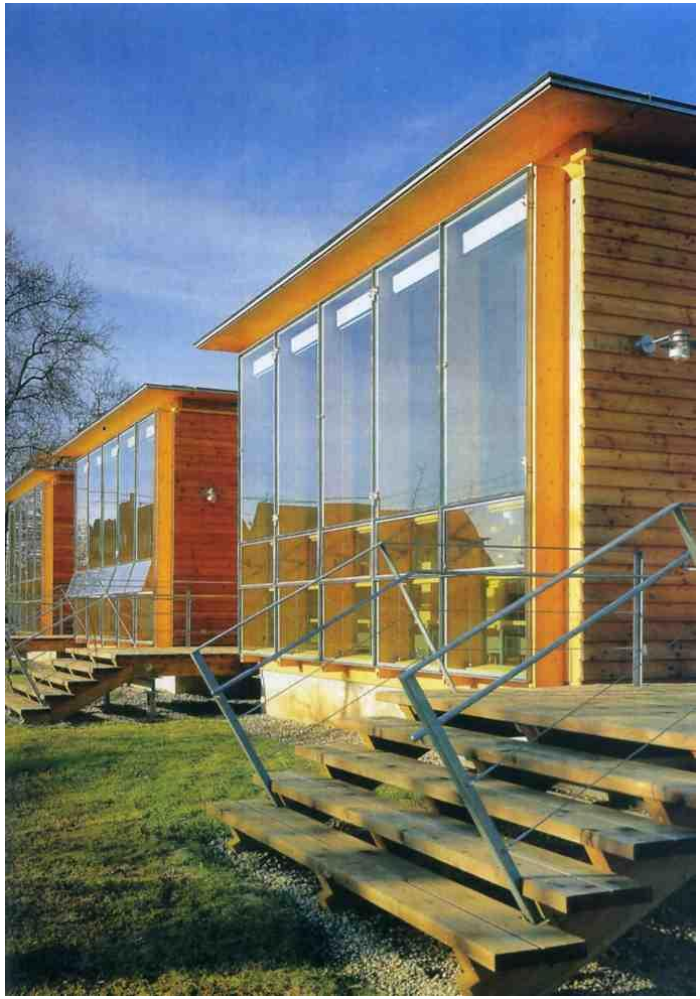


- PLIEZHAUSEN生態幼稚園,德國





在 1978 年，Baden－Wuettemberg 是第一德國代表綠黨選舉眾議員而進入國會。自從那時以後，**提供一個經濟性和環境良好居住環境，給年輕家庭有機會選擇這樣的環境**。



環境的特徵

生態取向的自然環境特徵

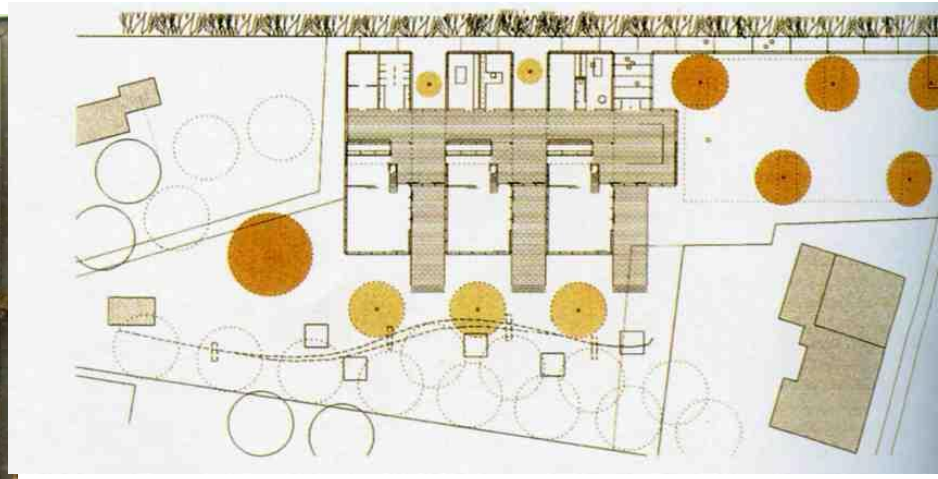
- 在北方上的形成的熱緩衝區域；
- 主動及被動太陽能的系統；
- 上升溫暖氣流絕緣；
- 南方的牆壁上使用雙層玻璃牆；
- 使用安全和回收材料和自然持久的木材；
- 雨水回收系統；
- 綠色的屋頂。

材質與結構

- 用堅硬的（赤松）設計製造壁面板配件；
- 使有雙層玻璃和集成材框架；
- 夾板內包覆松樹薄片木；
- 地板使用油布覆蓋；
- 遮陽簾和雲杉舖面；
- 廣泛的使用 ZinCo Floradrain 60 綠色屋頂系統。

基地涵構

Pliezhausen 幼稚園是座落在具教育群體空間和運動設施環境上，它靠近較低矮的住宅而且經由藤架花園、停車場。

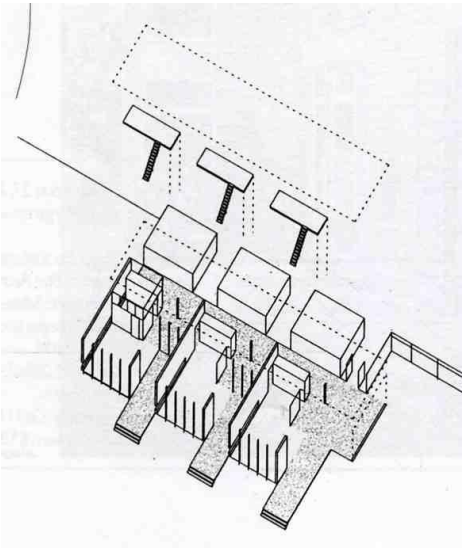


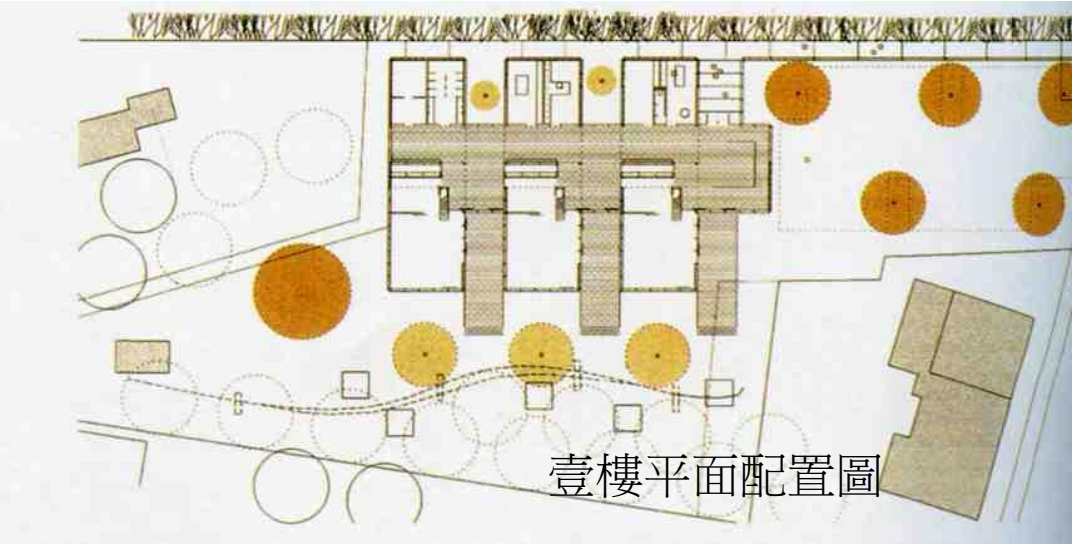
幼稚園入口

機能與型式

建築物是被三個獨立的單元組成，中間在此形成教室及服務空間，每個教室單元寬廣，所有的活動都在這高度3.5公尺的空間裡　南方牆面從地板至天花板的玻璃窗戶面向著果園。空間內以一個山毛櫸樓梯連接教室區域和走廊的上方夾層，上方形成一個安靜的遊戲區域，夾層下方，保留比較小的低度使用工作空間在每間教室旁邊，都可以沿著松木舖面的樓梯平台到果園。

在北面空氣對流的區域隔開教室單元空間、辦公室、工作場所、餐廳服務空間，教室後面的三個較低的空間放置盥洗室和儲藏室公共的空間被設計一些功；並在教室旁邊的較小區域可當作寄物間使用。





壹樓平面配置圖

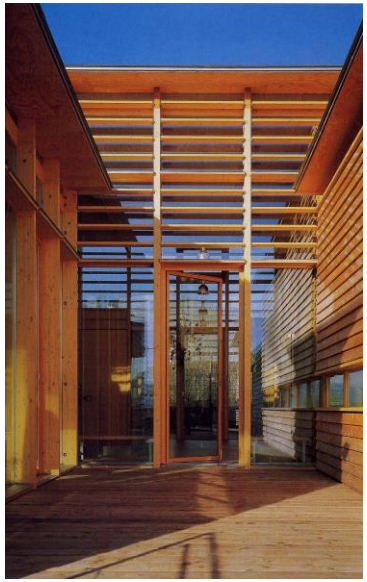
結構原則

・這案子以**經濟的和周遭環境的結合的設計**。結構的構造豎立在12.5 m之間的反復格子基礎上。**這種組合房屋配件製造和組立，降低費用，並減少建築時間到六個月**。

・垂直的結構柱以 200 x 90公釐集成材所組成，在以木材和帷幕牆壁的構成了外部牆壁。結構的橫樑是以雲杉集成材構成，教室單元中使用300 × 80mm為斷面，跨距6.5m，在入口門聽使用400 × 80mm斷面，跨距8.25m。

・在屋頂及橫樑之間以180 公釐厚的岩棉隔絕； 另外一部份的絕緣是由綠色的屋頂來提供。

・結構柱及橫樑部分有 30 分鐘的防火時效。其他位置為了要符合這一個需求，在門廳和服務區域之間的牆壁沿著走廊邊緣以石膏板封板，在另一邊以夾板封板。



外觀包覆著遮陽簾及雲杉舖面

材料與塗料

・**使用當地雲杉作為結構的框架**，對於牆框架和簾牆這堅硬部分使用集成材，室內牆壁壁面板以19公釐松樹薄片木夾板施作。一些穿孔處理以便於改善聲音傳導，外部包覆26公釐厚松木板並交錯從疊處理

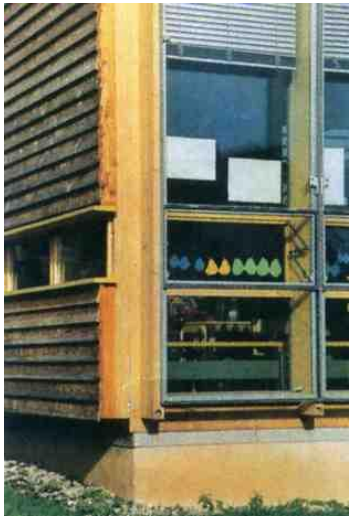
・**遮陽簾和外部的舖面板的雲杉沒有防腐處理或塗料，綠色的屋頂上種植低維護的景觀植物**，屋頂70 mm厚基座排水系統原理係利用回收的聚乙烯做成，將系統上放置多層柏油以做防水處理，並保護吸收養分的墊子及底部隔絕層。

南面外牆的雙層玻璃板

以走廊將教室及服務空間隔開

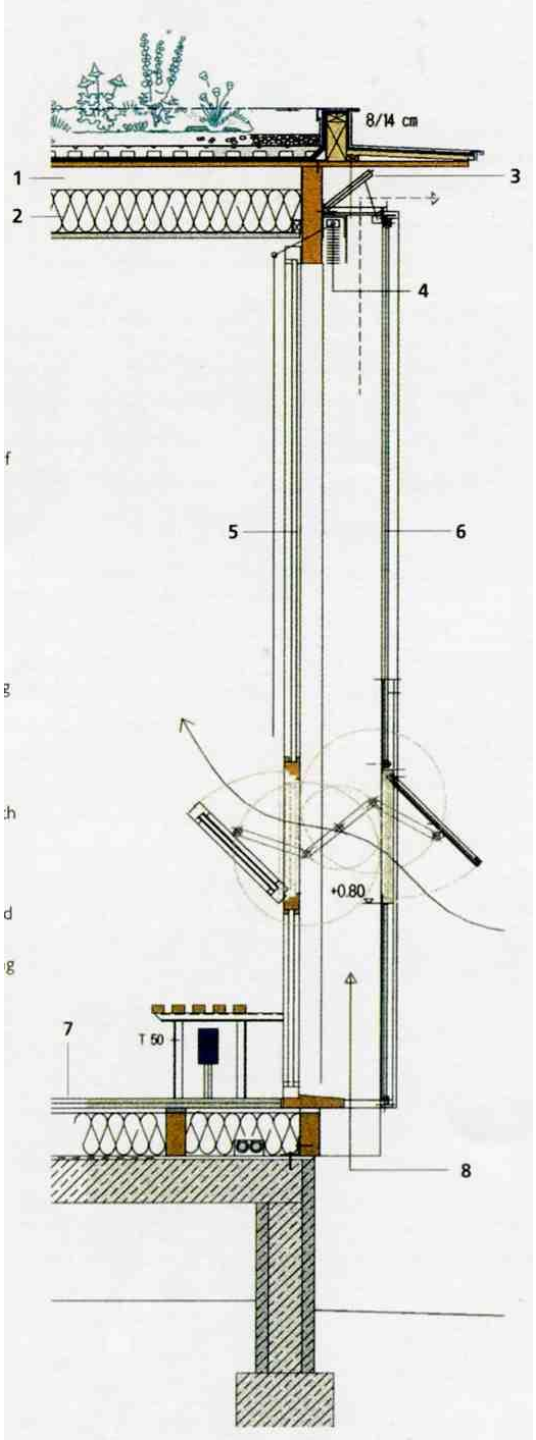
能源與氣候控制

- **牆壁以兩倍岩棉的作為絕緣**，外表構造上以180mm豎立後再一層50mm。
- 南面利用**太陽能和雙層通氣層**的手法，70MM皮層的內在單位厚度中以300MM空氣層區隔及外有鑲嵌12MM玻璃，以輕量鍍鋅角鋼結構支撐。
- **教室自然通風，以一個推拉系統將較低層及小一點的玻璃版打開**，在夏天未必免過熱，在空氣層當中設置百葉窗簾。
- 屋頂上方20㎡的**太陽能光電板**提供洗臉盆熱水和自助餐廳的加熱系統，而5㎡太陽能發電系統提供幼稚園的電力使用。
- **雨水被收集在一個回收池中經由抽水機作為廁所沖洗及灌溉使用**， 來自這一個**回收池內流出並溢滿進入一個生物群落區域，也成為一個教育場域**。
- 生態環境營造提供從初期教育階段開始讓孩童在環境中體驗察覺。

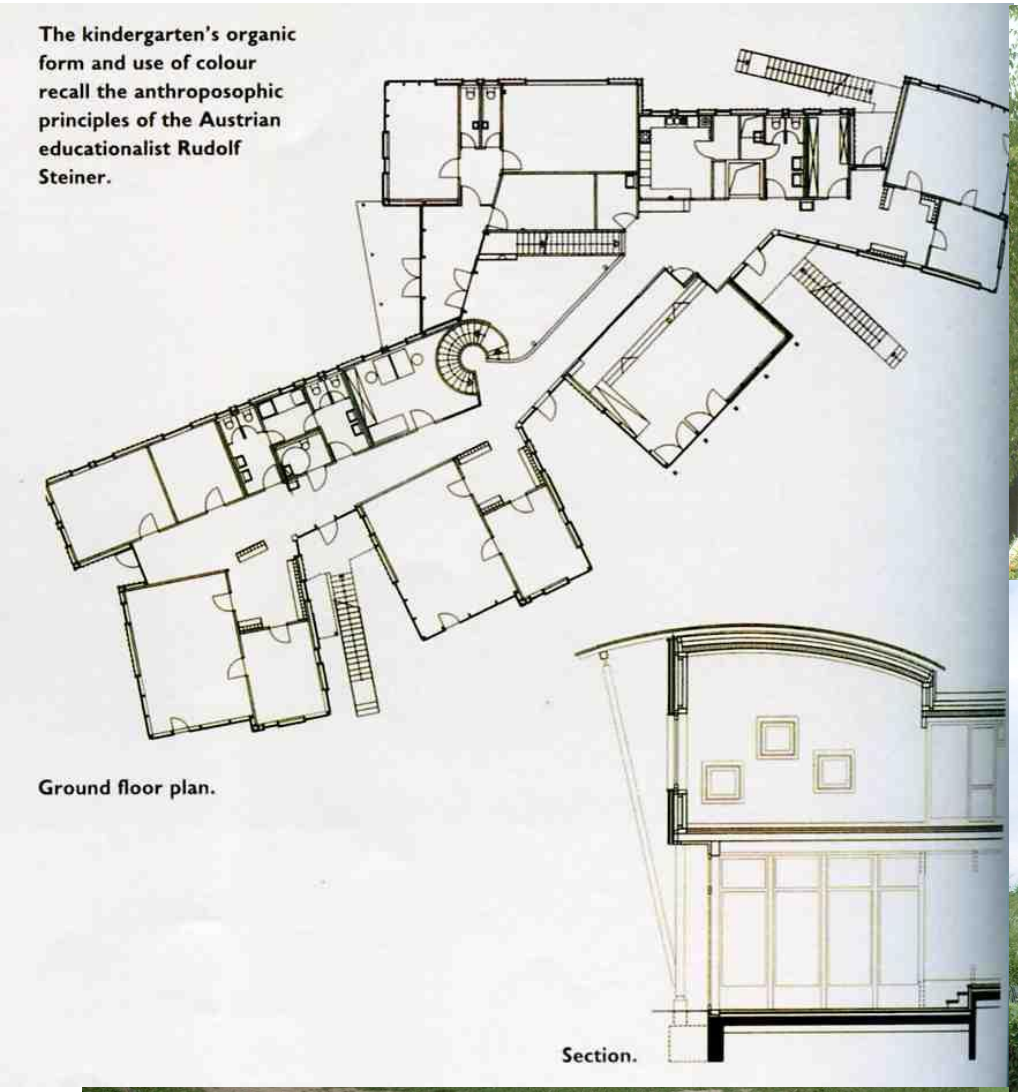


外觀雙層牆板

information


8/14 cm
1
2
3
4
5
6
+0.80
7
T 50
8

• Stuttgart生態幼稚園,德國



在 1990 年代後期新的德國立法中，對於三歲以上每一位孩童都得上托兒所般學校地方，以致於很多新的幼稚園的建築。像和許多公共建築一樣，斯圖加特－ Heumaden 的幼稚園創造健康且令人喜愛的環境，而這種環境的創造源自於木建築營造的環境。

環境的特徵

生態取向的自然環境特徵

- 堅硬的木材構造；
- 熱絕緣；
- 未經處理當地木材和安全的材料使用和塗料；
- 太陽能的主動使用；
- 雨水回收系統。

材質與結構

- 內部和外部的牆壁使用預製雲杉面板
- 地坪和屋頂是使用雲杉集成材作為結構柱和橫樑
- 地板覆蓋油布，三層薄木板包覆雲杉舖板
- 屋頂以鈦鋅鋼板包覆

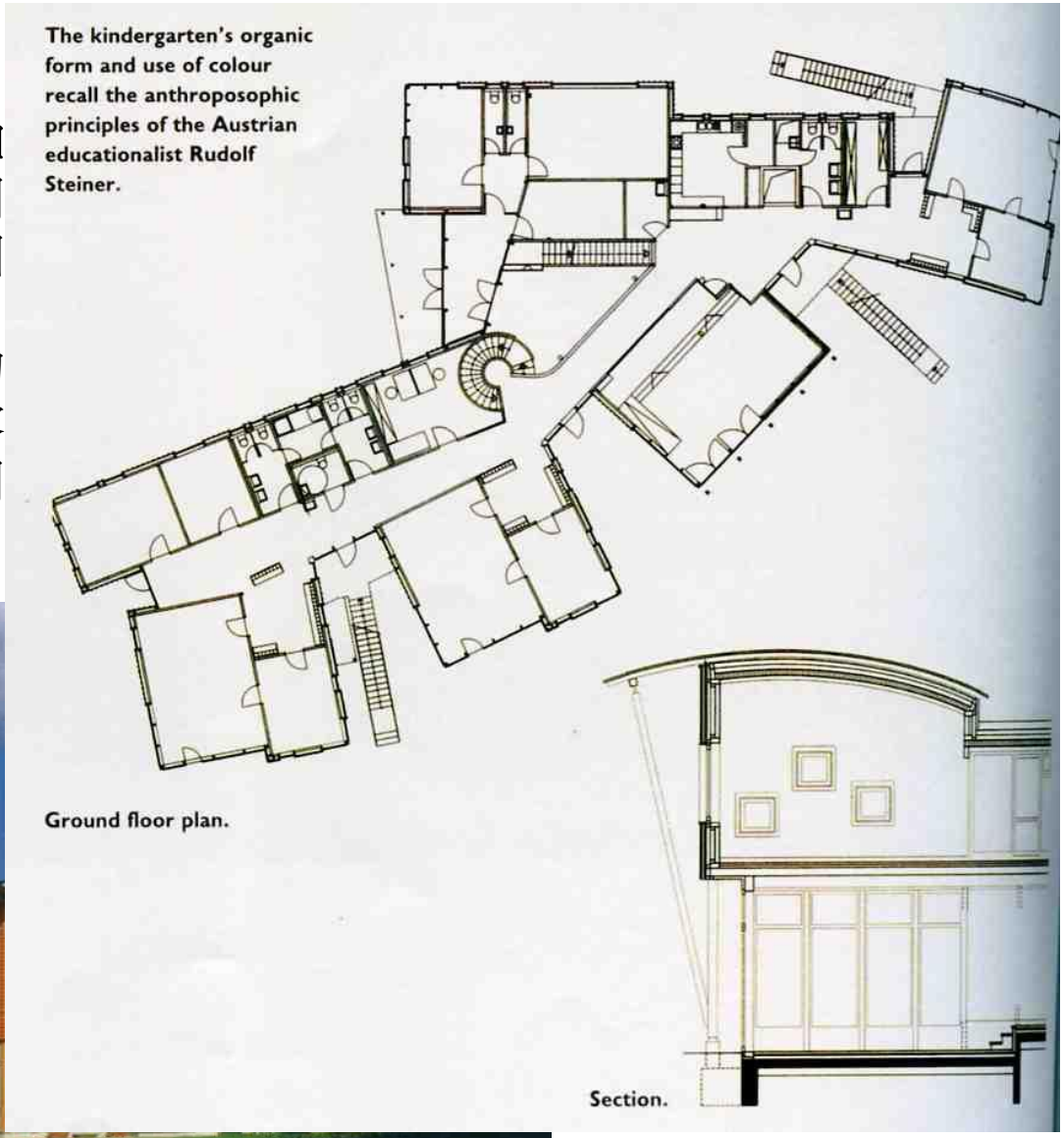
基地涵構

Heumaden 幼稚園被設置在綠色環境的中心，靠近斯圖加特南部之一的住宅區。設計者 Joachim Eble，在德國的一個環境建築學的先鋒，而委託者--斯圖加特青少年政府部門，期待是一個造價低且助於孩童在健康環境成長的建築。

幼稚園以奧地利的教育家Rudolf Steiner anthroposophic的原則下以有機的配置及顏色配置

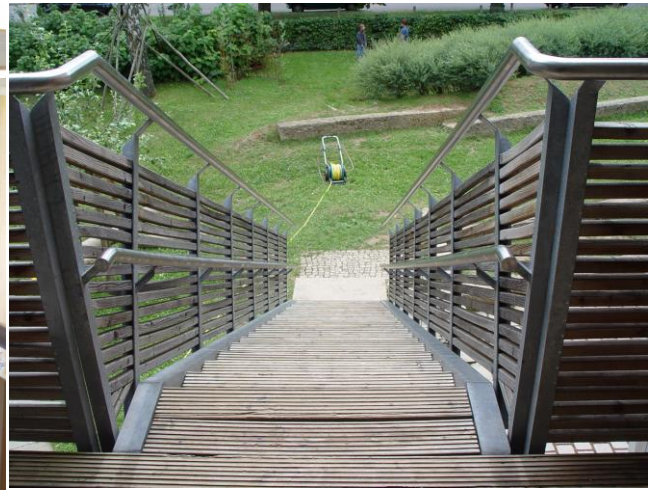
機能與型式

・建築物包含**七間教室，辦公室，一個自助餐廳和**
・所有的教室組合成一間域用來作為團體工作；因**清楚地區別**。
・不規則、有機體型態的區塊，亦幫助孩子們更容樓的平台通過，可讓小朋



結構原則

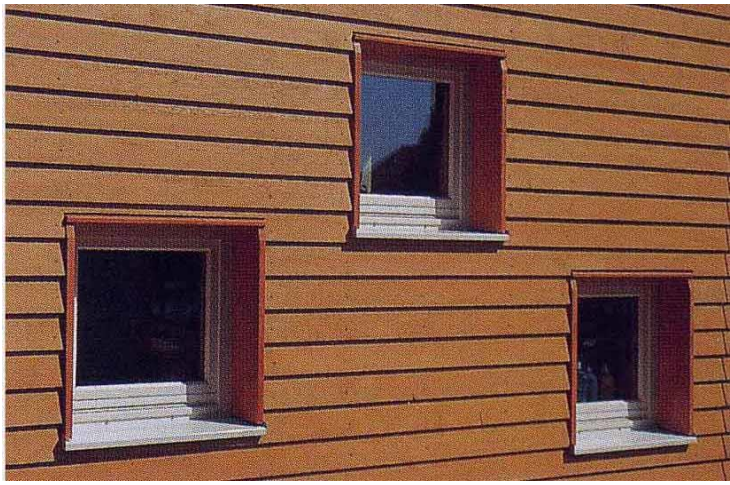
・結構方面以**木材**作為結構邏輯。
・**運輸、尺寸都是被限制：**牆壁、地板和屋頂結構以預製組配件，由第二等級的當地雲杉用釘釘牢形成厚平板組成。地板鋪面為160 公釐厚，1公尺寬足夠跨越越過大約 5.5 m的房間，外部的牆壁面板是100公釐厚，內部的牆壁8 公釐，牆面板高度為3公尺，寬度最大到9公尺，屋頂面板是 120 公釐厚的。
・**在嚴格永續原則下落實這個計畫，並廣泛運用當地的雲杉**。為了要減少運輸使用Schonbuch森林，而且都是以**當地承包商承攬**。
・在地板裡做一層隔音層由20 公釐的椰子纖維做為聲音隔絕，最上層在由50mm刮板接合。地板鋪亞麻，並且凸顯雲杉牆板的紋路。



材料與塗料

・牆面板兩側都是未處理、裸露的
・不同的體積之間特別以顏色區別--充滿活力黃色的和柑橘－紅色，與象徵地球的藍色形成顏色上的對比，在三個教室單元和壹樓正面區域上，呼應空氣和天空。
・塗料以自然材料為基礎
・建築物外層的顏色可以隨著光線改變它比裡層的顏色來的深，對於油布覆蓋地板顏色的選擇也是相同的顏料，在教室中的顏色為紅色，柑橘色或黃色，走廊和服務空間為藍色。

立面是以在 Auro 自然護膜完成。

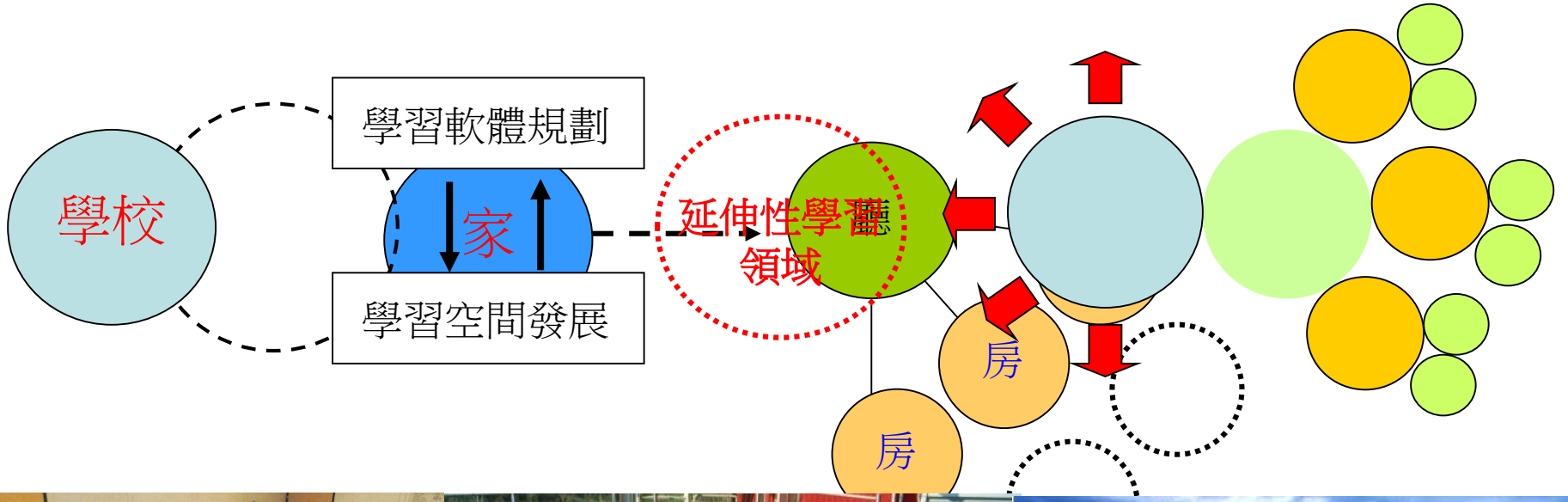


能源與氣候控制

數年來，全新的公共建築在斯圖加特已經有25%建造超過現在的法規標準去達到隔熱處理，經過估計將減少30%能源消耗方面，這一個政策的費用大約十二年以來被償還。在 Heumaden 幼稚園中，**堅硬的木材提供熱絕緣的特性，加上在面板疊片和 19 公釐之間的**縫隙**外部在包覆160 公釐厚噴灑纖維素的木屑纖維板，太陽能熱水器 ， 和一個雨水回收系統**，這種經驗亦被列入到環境白皮書。

參與式規劃過程

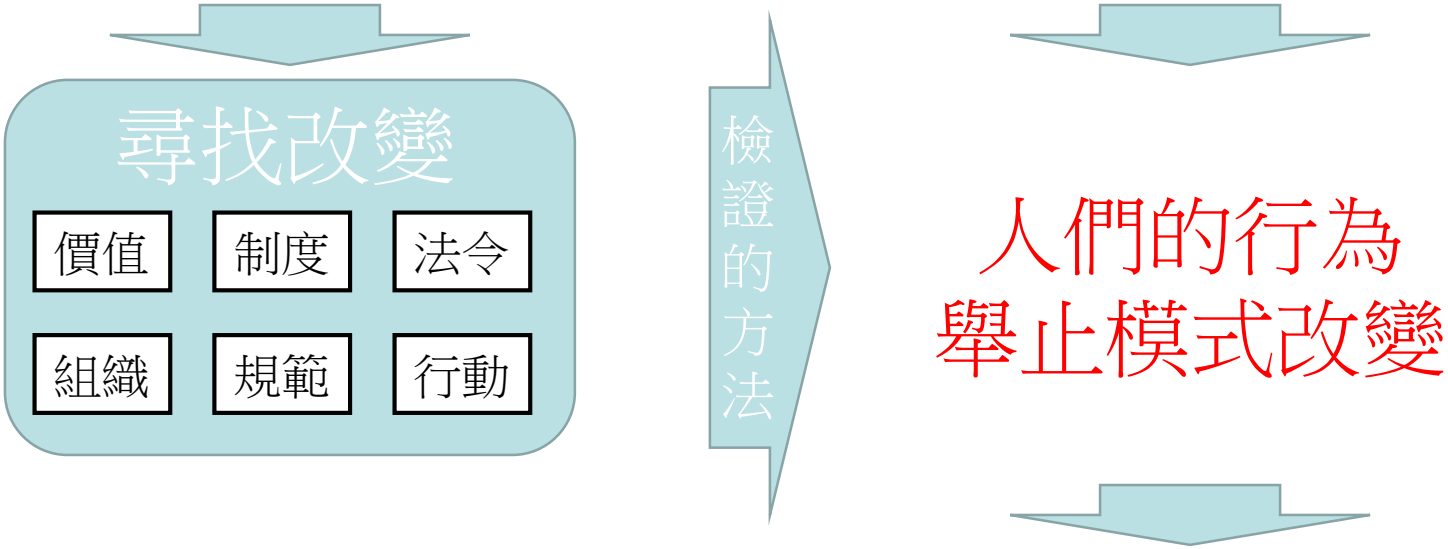
學習·實驗·創新·反省



生態低碳校園的發展

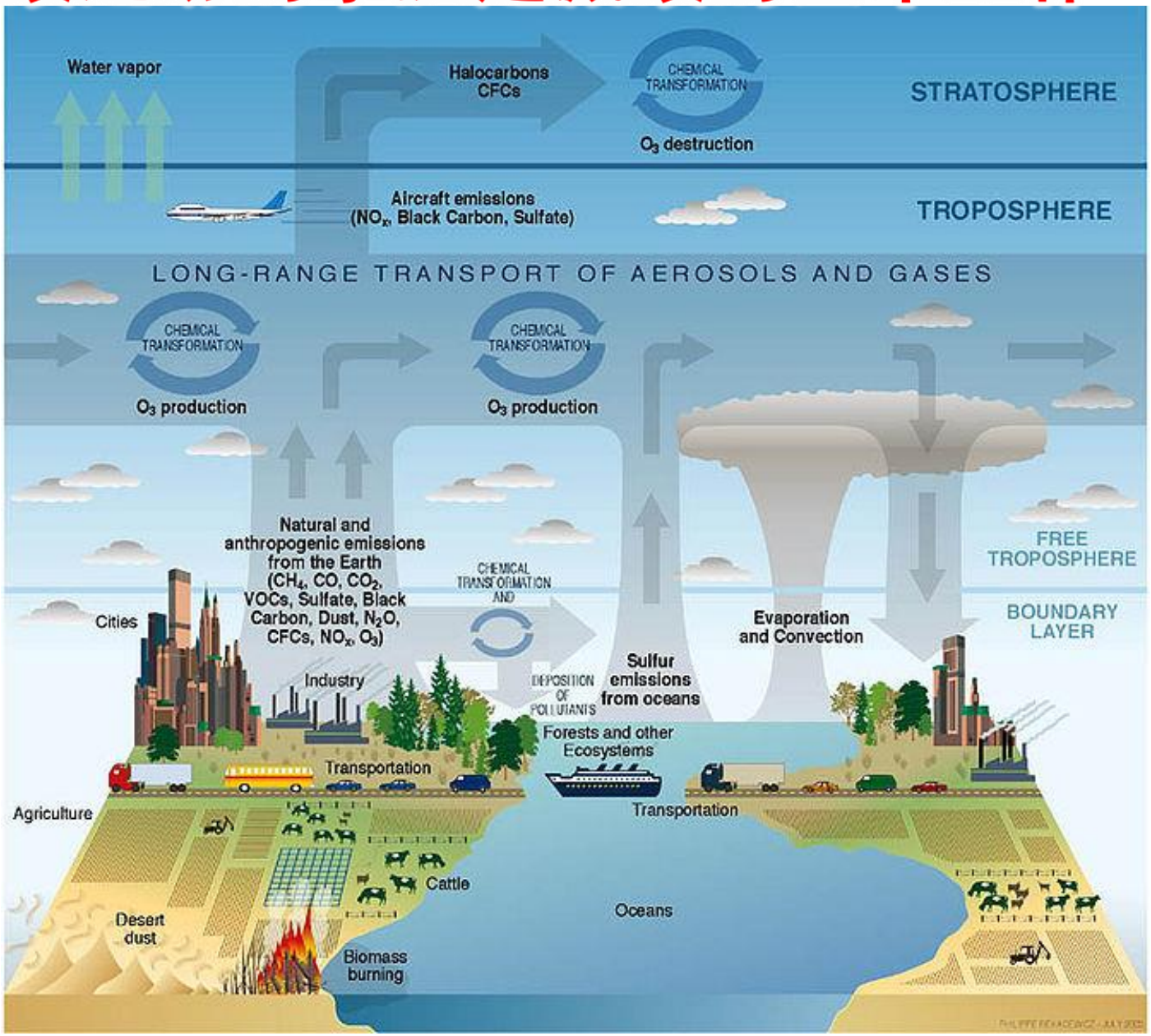
新典範的探索
一種革命的核心理念

充滿高度的探索、實驗、翻轉、與過去決裂的精神與行動



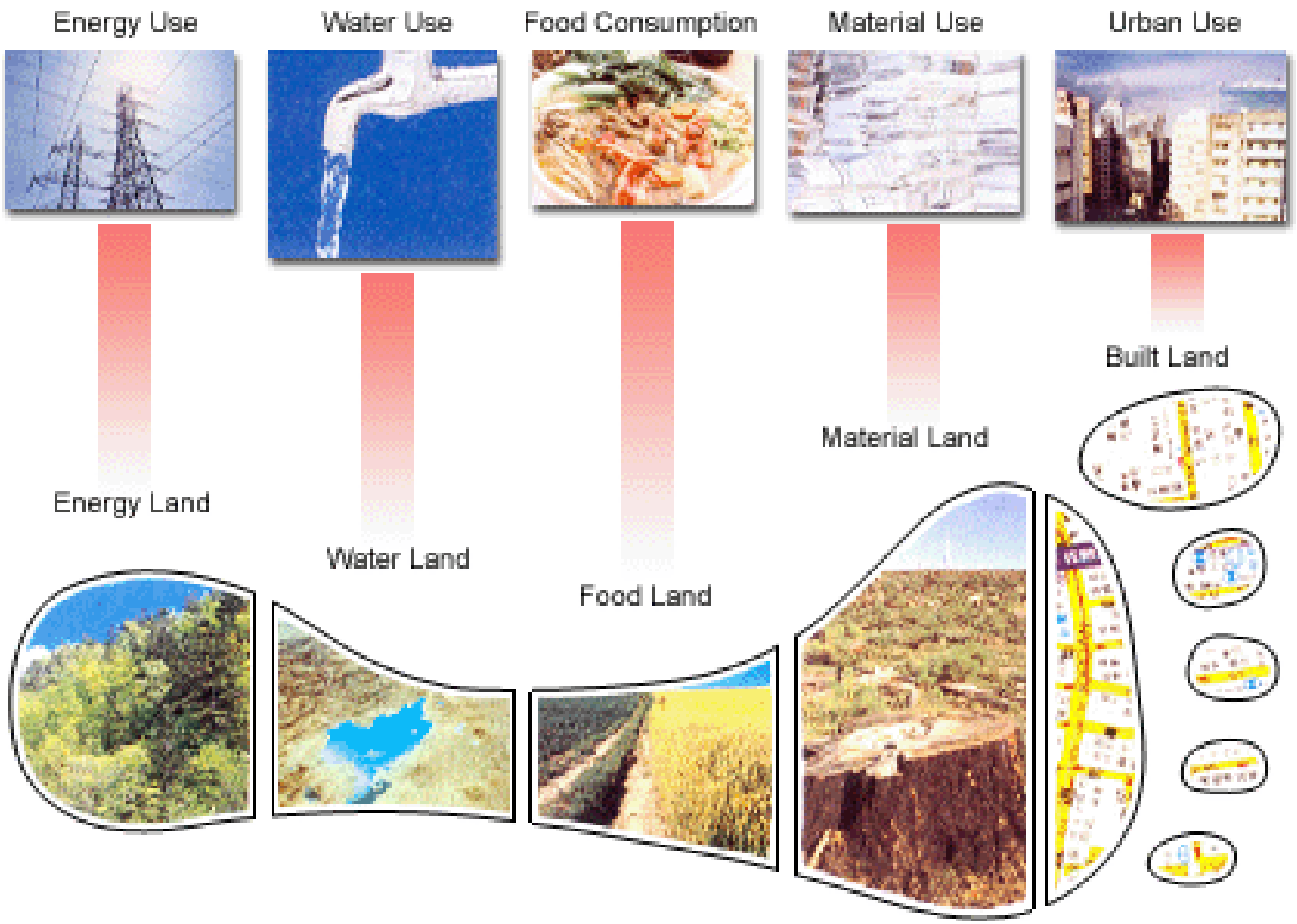
有效的設計改變

碳足跡的掌握是減碳的基本工作



生態智慧建築的減碳對策

減緩生態足跡(footprint)的增加



校園智慧減碳的行動向度—

① 水循環再利用
② 節能省電設計
③ 材料循環再利用
…

從資源上減碳

物質使用效能提升

- ◆ 最佳化的環境發展
- ◆ 最佳化的低碳表現
- ◆ 最小化的生態足跡
- ◆ 最小化的環境衝擊

土地利用邏輯變動

從空間上減碳

① 棲地系統串連
② 混合使用
③ 最低土地消耗
④ 微氣候掌握
⑤ 短距離移動
⑥ 合宜密度發展
⑦ 人本交通
…

生活行為邏輯改變

從生活中減碳

① 環境條件的最佳化發展
② 無所不在的減碳行動
③ 生態足跡控制
…

被動式低碳設計

國立高雄大學
智慧城鄉永續發展中心
912Studio

一個曾經被實驗的被動式低碳建築實驗基地

橋頭糖廠工作室

1960-2009 Before

2011~ Future

設計之哲學理念

低碳從生活端做起
符合台灣文化特質
尋找最佳設計模式

↓

- 低碳智慧生活實驗屋與被動式設計
- 尊重歷史文化與新詮釋
- 加入創新思考的設計元素
- 資源利用最佳化
- 亞熱帶環境低碳設計在台灣

↓

碳足跡
生態足跡
水足跡
幸福生活

➲ 主動式設計

新知識的運用　科學技術的突破

- 開發更多新原料
- 物理研究的突破
- 控制技術的提升
- 機械化的製造流程
- ……

工業設計產品

人定勝天的想像
工業設計支配生活

主動式供應

生態環境遭受破壞
能源、資源大量耗竭

⟷

滿足人類福祉與需求

➲ 被動式設計

下個世代的新思維

被動式設計

更廣泛的知識能力整合運用

利用大自然的能力來滿足人類需要

被動式結合

- ✓ 與周遭環境優化
- ✓ 再生能源利用
- ✓ 建築材料可回收
- ✓ 物質可迴圈使用
- ✓ ……

低碳與智慧設計控制

環境最佳化控制（人與自然棲地）

- 透過自然的方式達成環境關係的最佳化（OPTIMIZED），這個環境「最佳化」的達成，不只來自物理環境的控制，而是與人、自然的各種環節，產生最佳化的關係。

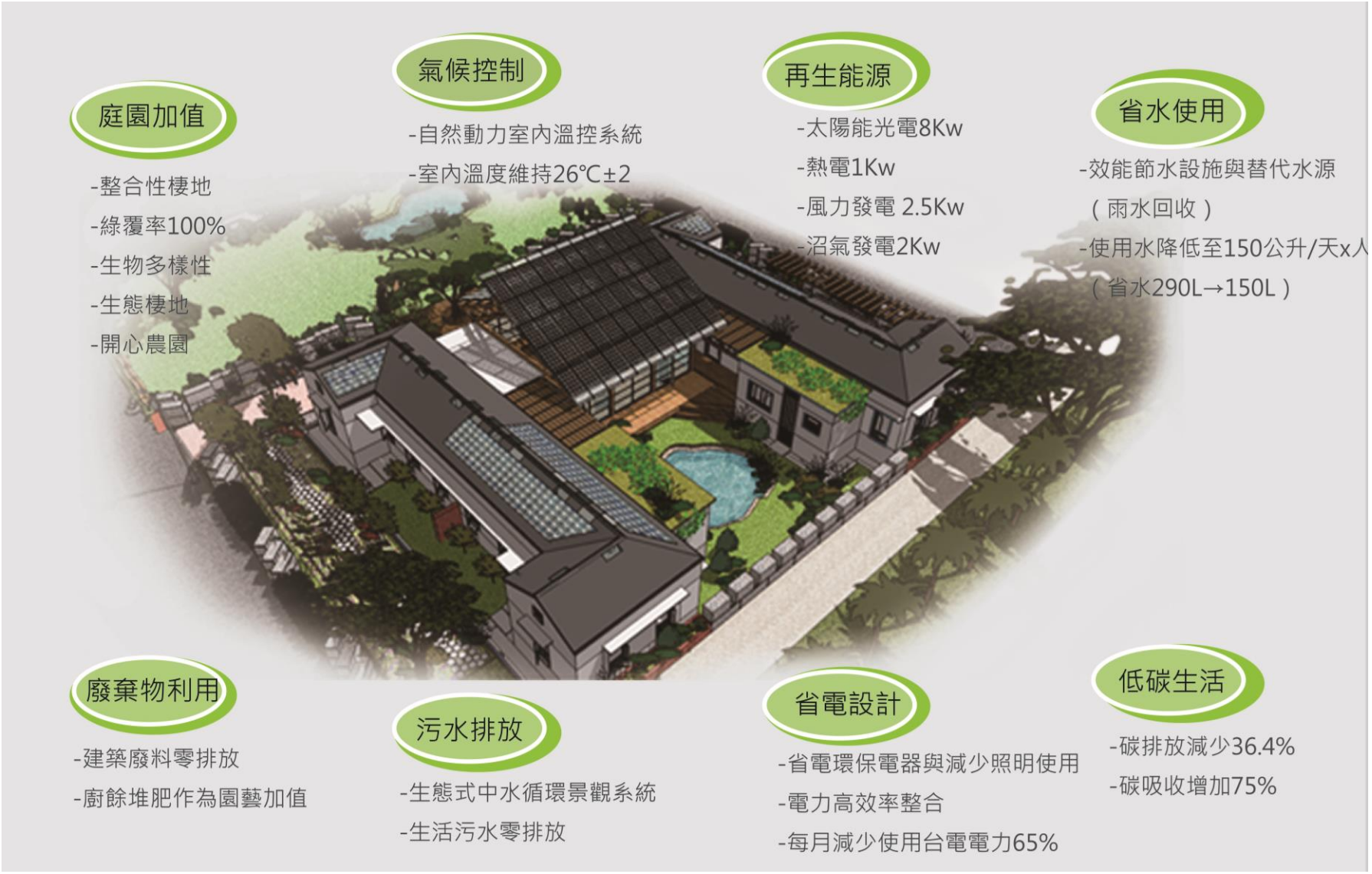
減碳設計控制（碳足跡）

- 建構一個環境時，需要全面性檢討建築本身的生命週期，主體與氣候、周遭環境的關係，包括風、水、熱、空氣，甚至歷史、文化、空間、人文都要有全面性思考。
- 不使用任何新能源，透過調整建築的溫度、照明、外牆、開窗等作為排碳的設施，並且在建築周圍補植多樣植栽，吸收二氧化碳。
- “有機的體循環”來創造基地整體的資源循環系統，自我“消化”未來使用所產生的廢棄物（廢水），同時也產生新的能源與資源以供應其他使用。

最小生態足跡控制（3公頃）

- 被動式設計的回應是，在滿足自我的需要時（現在及未來生活運轉需要），要能夠同時達到減少對地球土地的消耗。
- 本基地初步以英國4.86公頃作為階段努力的目標，以生態足跡3公頃（1.7個地球）（英國BedZED生態社區）與碳排放量6公噸做為終極目標。

目標設定

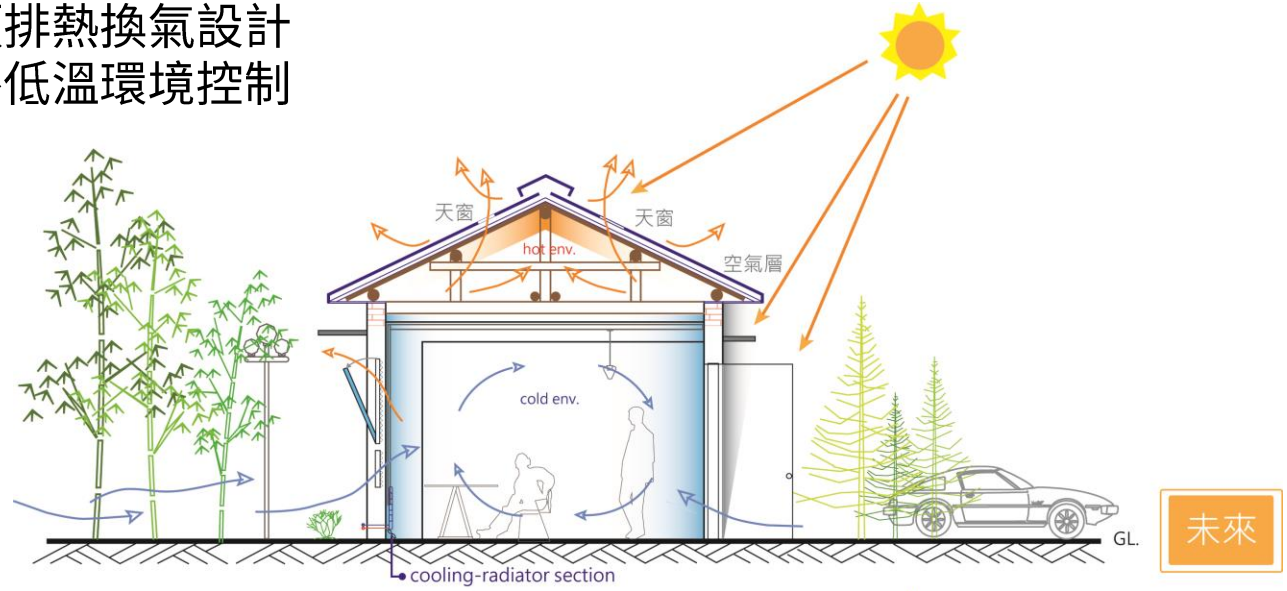

庭園加值
-整合性棲地
-綠覆率100%
-生物多樣性
-生態棲地
-開心農園
氣候控制
-自然動力室內溫控系統
-室內溫度維持26℃±2
再生能源
-太陽能光電8Kw
-熱電1Kw
-風力發電 2.5Kw
-沼氣發電2Kw
省水使用
-效能節水設施與替代水源
（雨水回收）
-使用水降低至150公升/天x人
（省水290L→150L）
廢棄物利用
-建築廢料零排放
-廚餘堆肥作為園藝加值
污水排放
-生態式中水循環景觀系統
-生活污水零排放
省電設計
-省電環保電器與減少照明使用
-電力高效率整合
-每月減少使用台電電力65%
低碳生活
-碳排放減少36.4%
-碳吸收增加75%

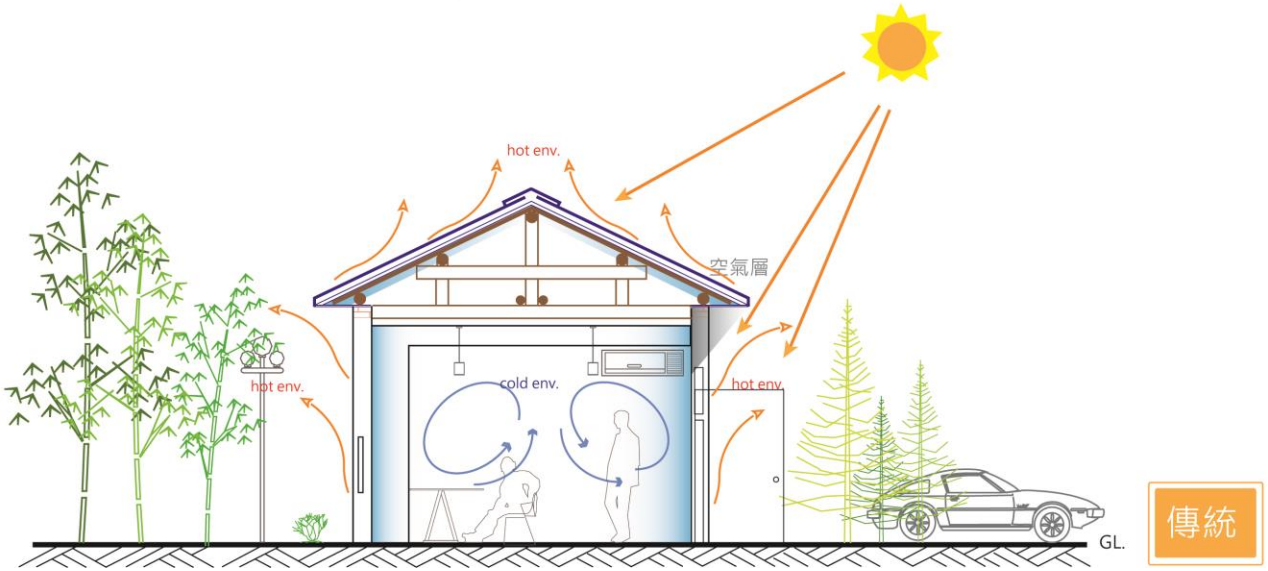
Theme 1 熱

傳　　統	被　動　式　設　計
主動式設備運用	透過建築本身的構成
① 冷氣運用 ② 暖氣的運用	運用空氣調節
	達成冷熱交換
	① 垂直熱控制 ② 水平熱控制 ③ 複層調節機制

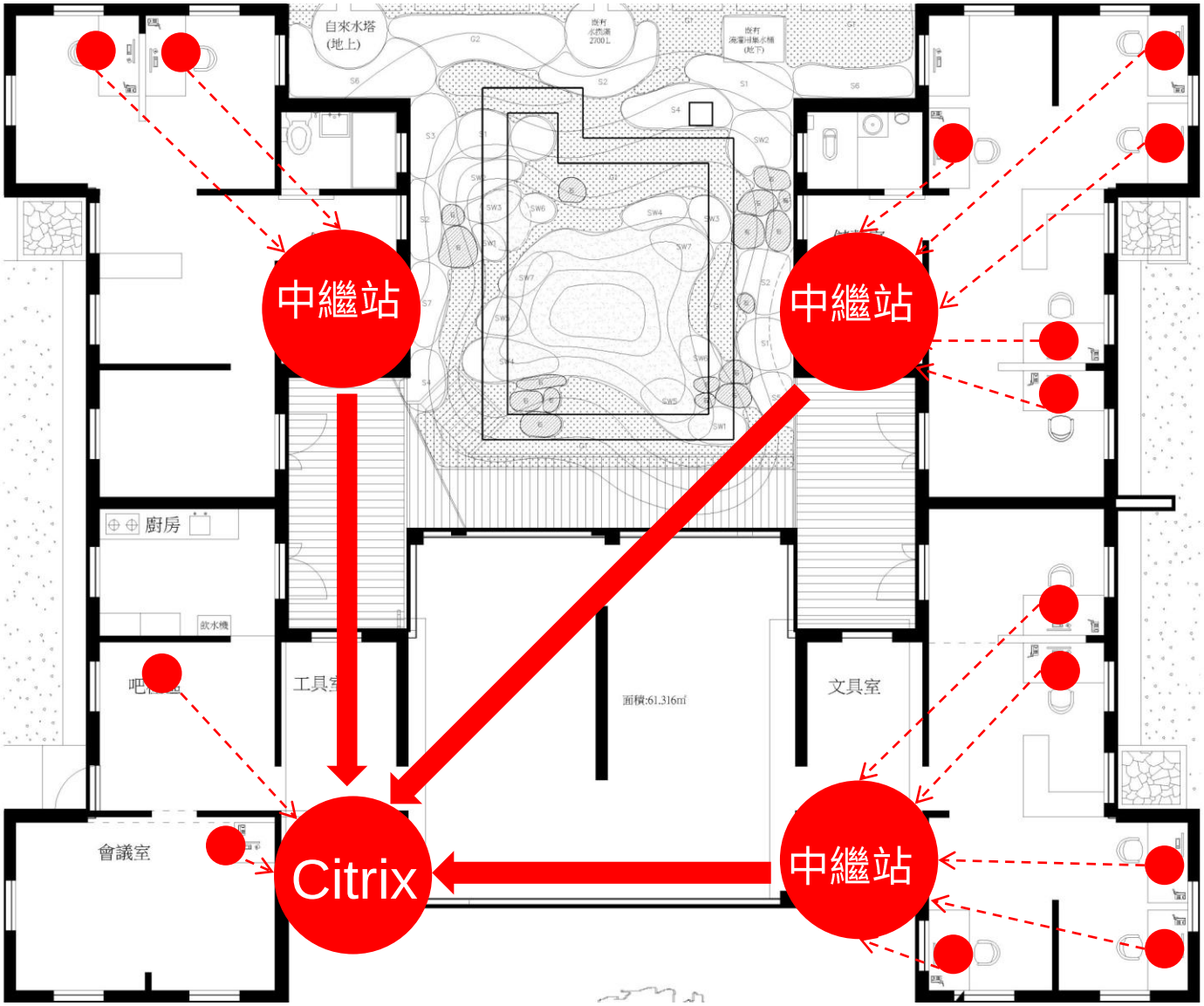
浮力通風系統應用

- 設計良好的開窗通風系統
- 屋頂排熱換氣設計
- 戶外低溫環境控制

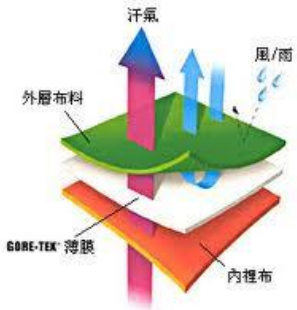




雲端系統將熱源集中控制

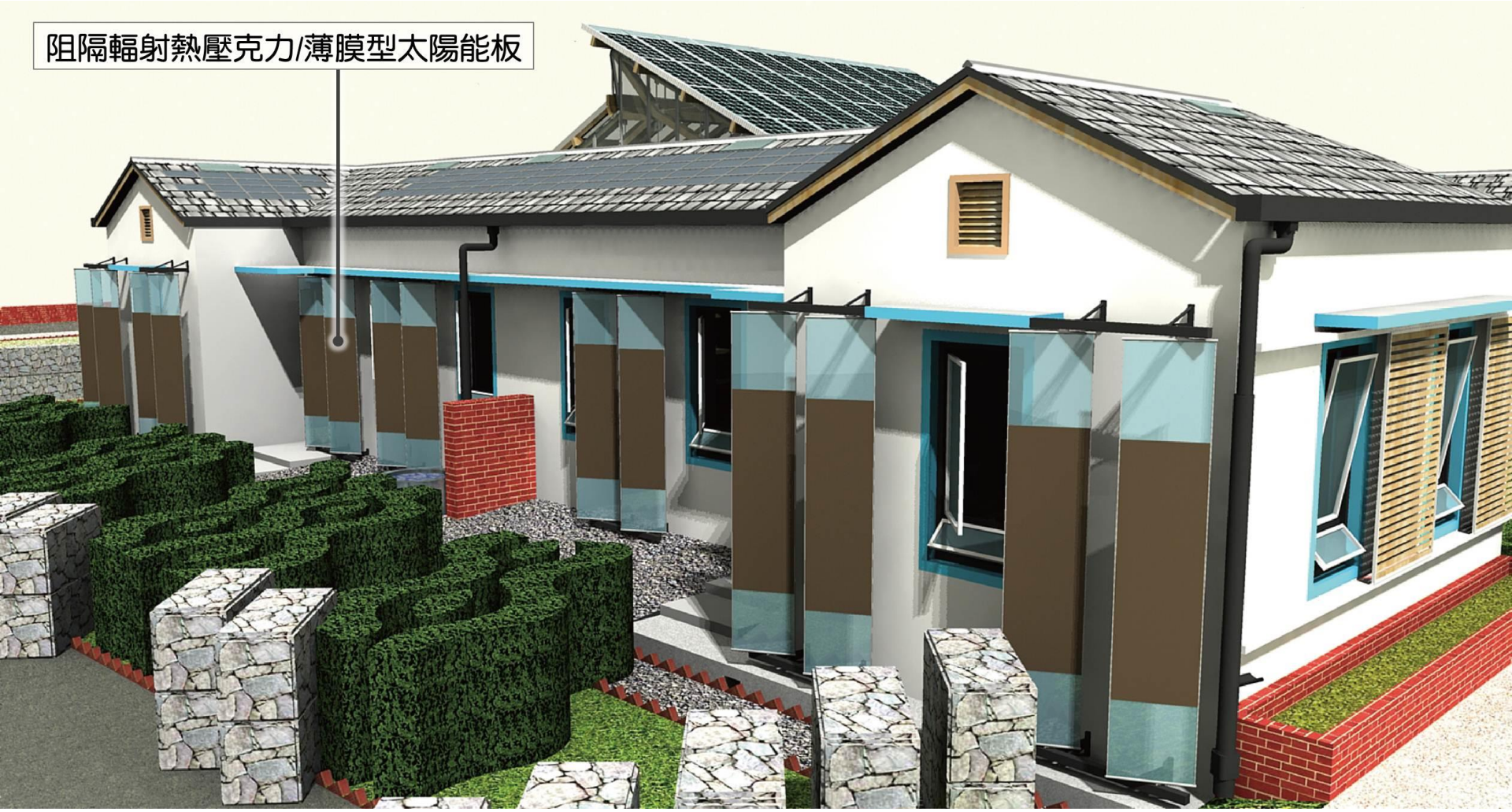


●洋蔥式、高效能的熱阻隔設計→類GORE-TEX建築
●內部熱源集中排出與外部冷源回收
●標靶式冷房系統



4D洋蔥式熱控調節冷熱交換控制

多功能被動式熱控建築外皮系統設計



Theme 2 電

目標：減少對市電的依賴

（灰色能源的耗損：使用一度電、耗損五度電）

① 效能用電模組
② 智慧電網概念
③ 再生能源運用

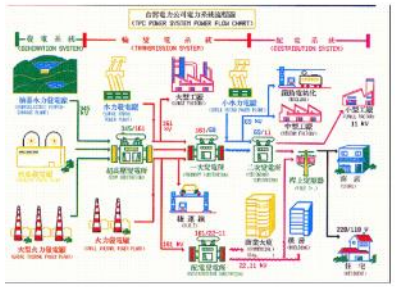
降低市電依賴的減碳邏輯

① 電力供給系統（火力、核電、水力）能資源轉換的能源浪費

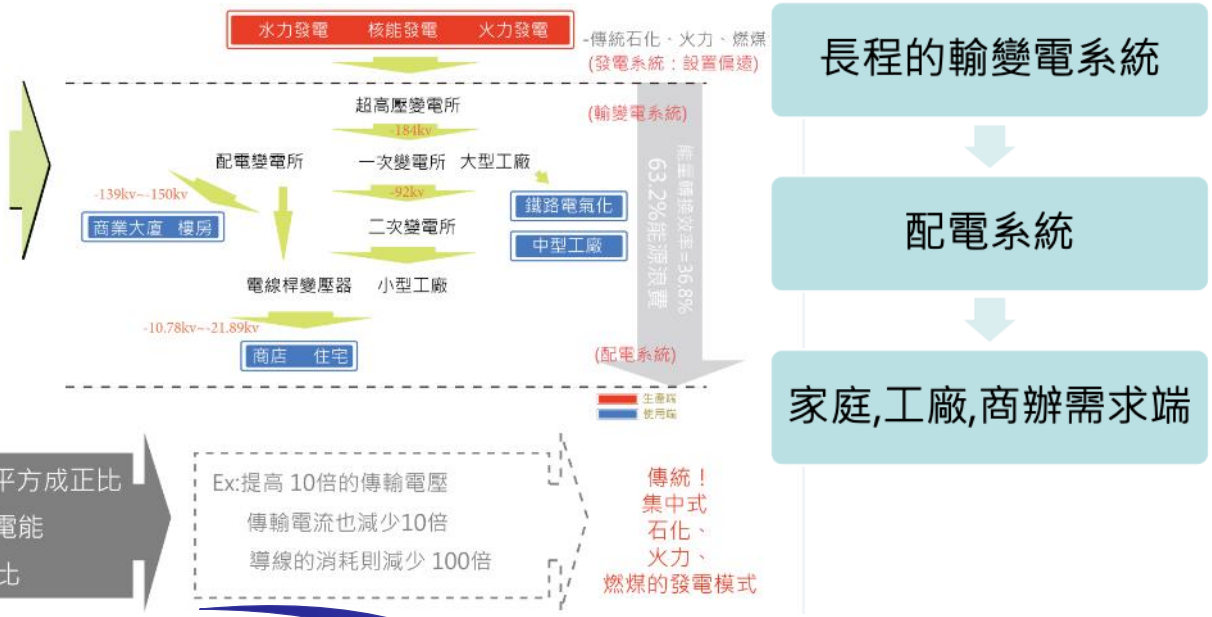
◆能資源效能轉換的限制（30%轉換率）

◆集中型發電設備的困境

② 電力供給系統長程運輸的能資源耗損



電力輸送流程：台灣電力公司電力系統流程圖



-消耗的電能將和傳輸的電流的平方成正比
-導線本身存在的電阻也會消耗電能
-導線的消耗與電流的平方成正比

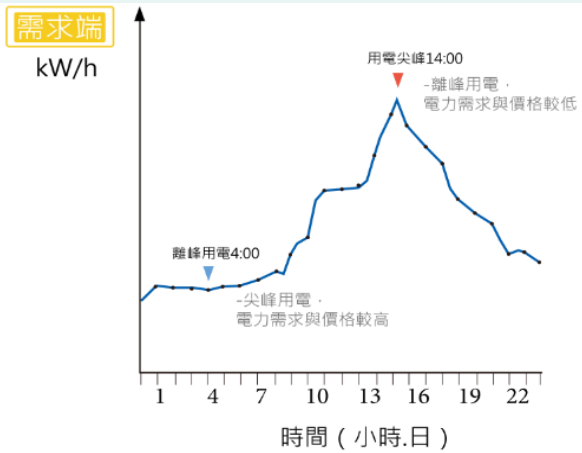
Ex:提高 10倍的傳輸電壓
傳輸電流也減少10倍
導線的消耗則減少 100倍

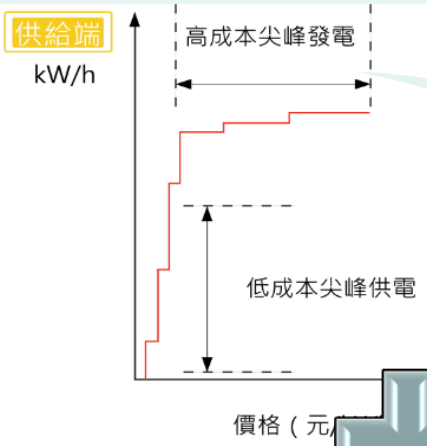
傳統！
集中式
石化、
火力、
燃煤的發電模式

◆電力長程傳輸的耗損

降低市電依賴的減碳邏輯

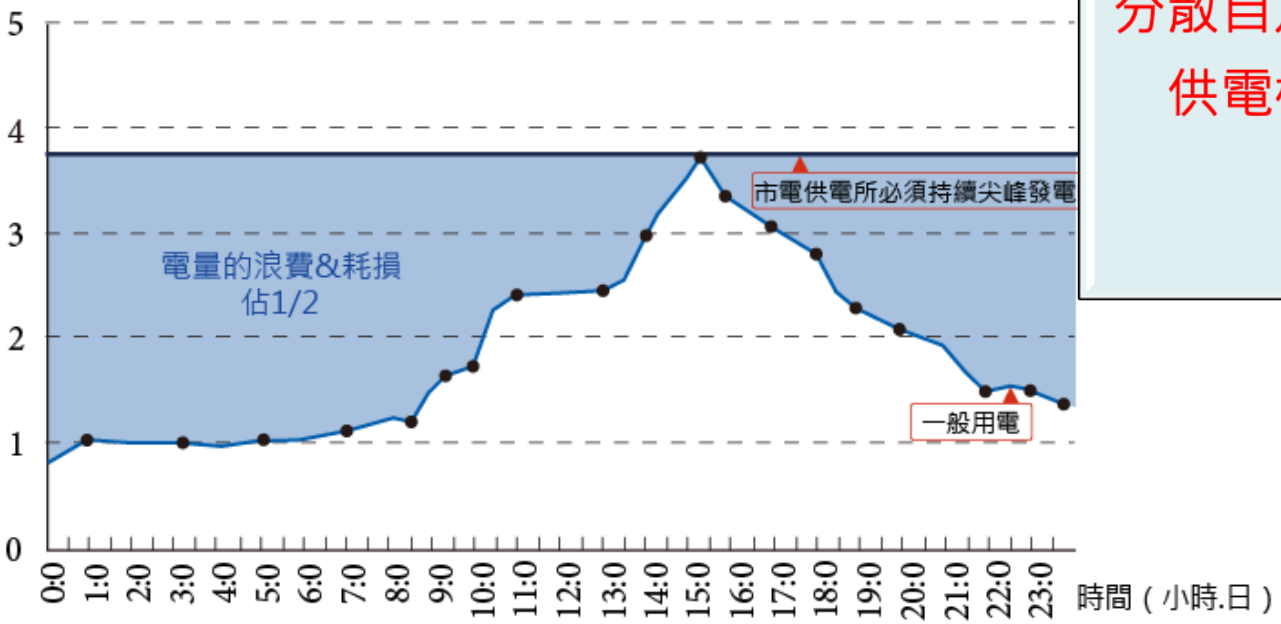
③ 生活使用型態與供電模式的浪費





邁向

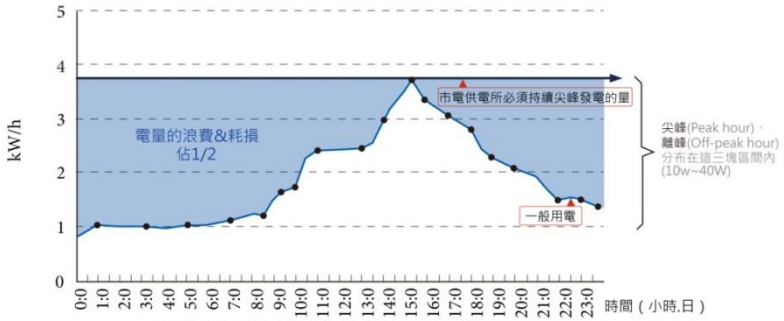
尖峰時段為1pm-4pm



現有單日監測使用時間與用電關係圖

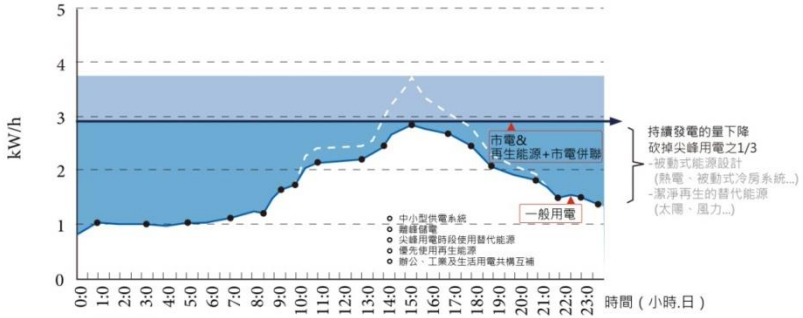
分散自足型的供電模組	生活應用最適化效能用電的智慧電網

電供需模式分析



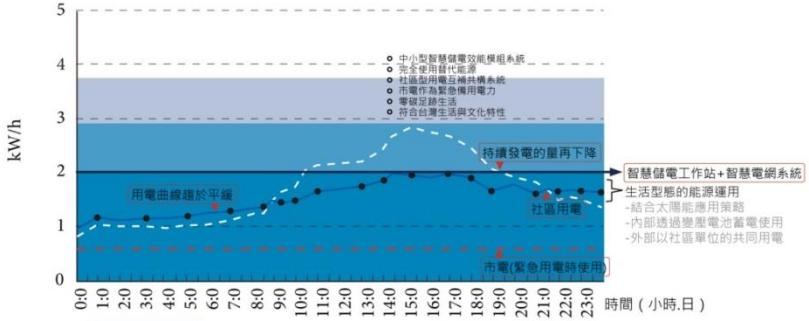
現有單日監測使用時間與用電關係圖

現況



改善現有單日監測使用時間與用電關係圖-被動式能源策略

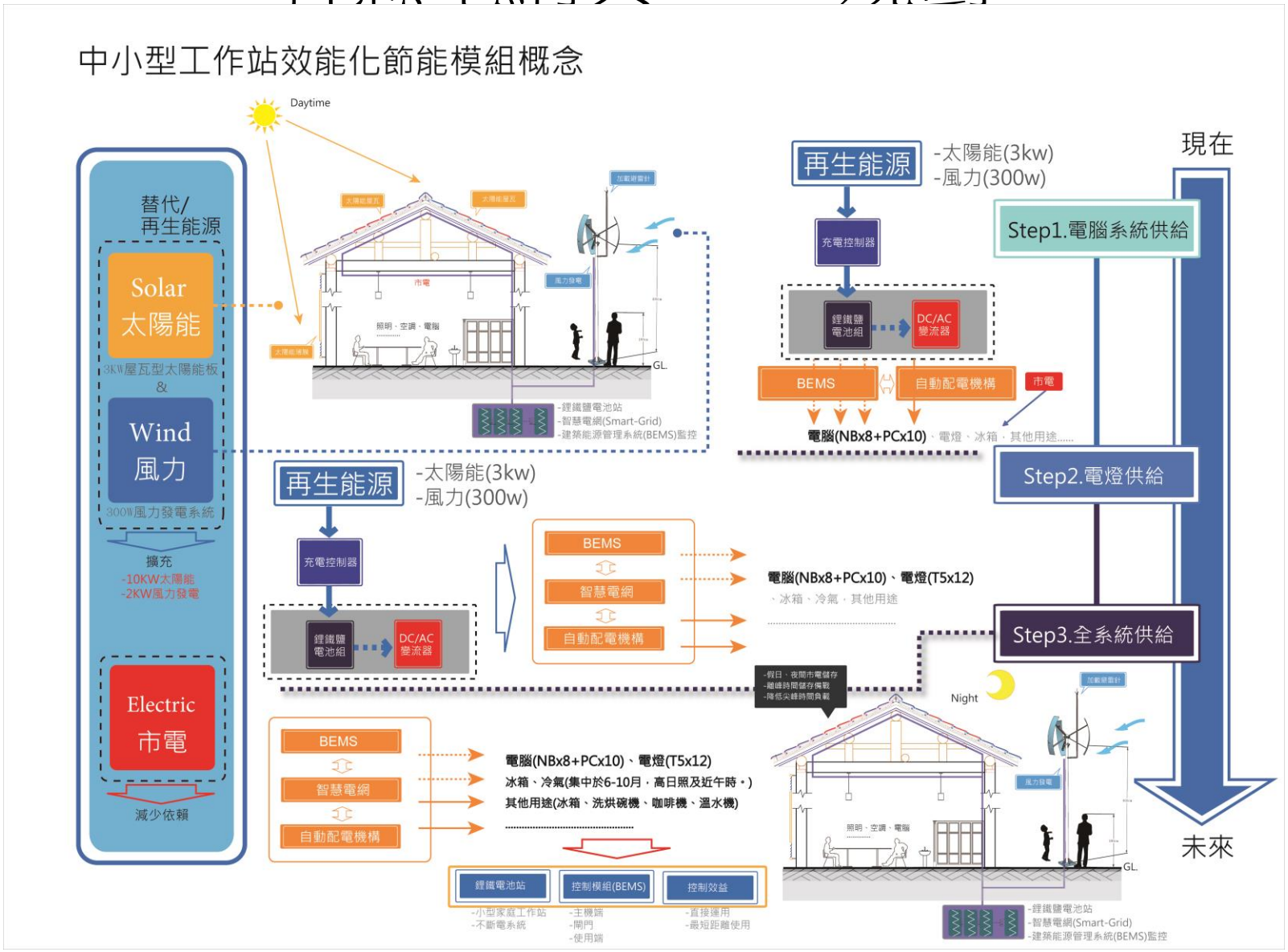
現況改善



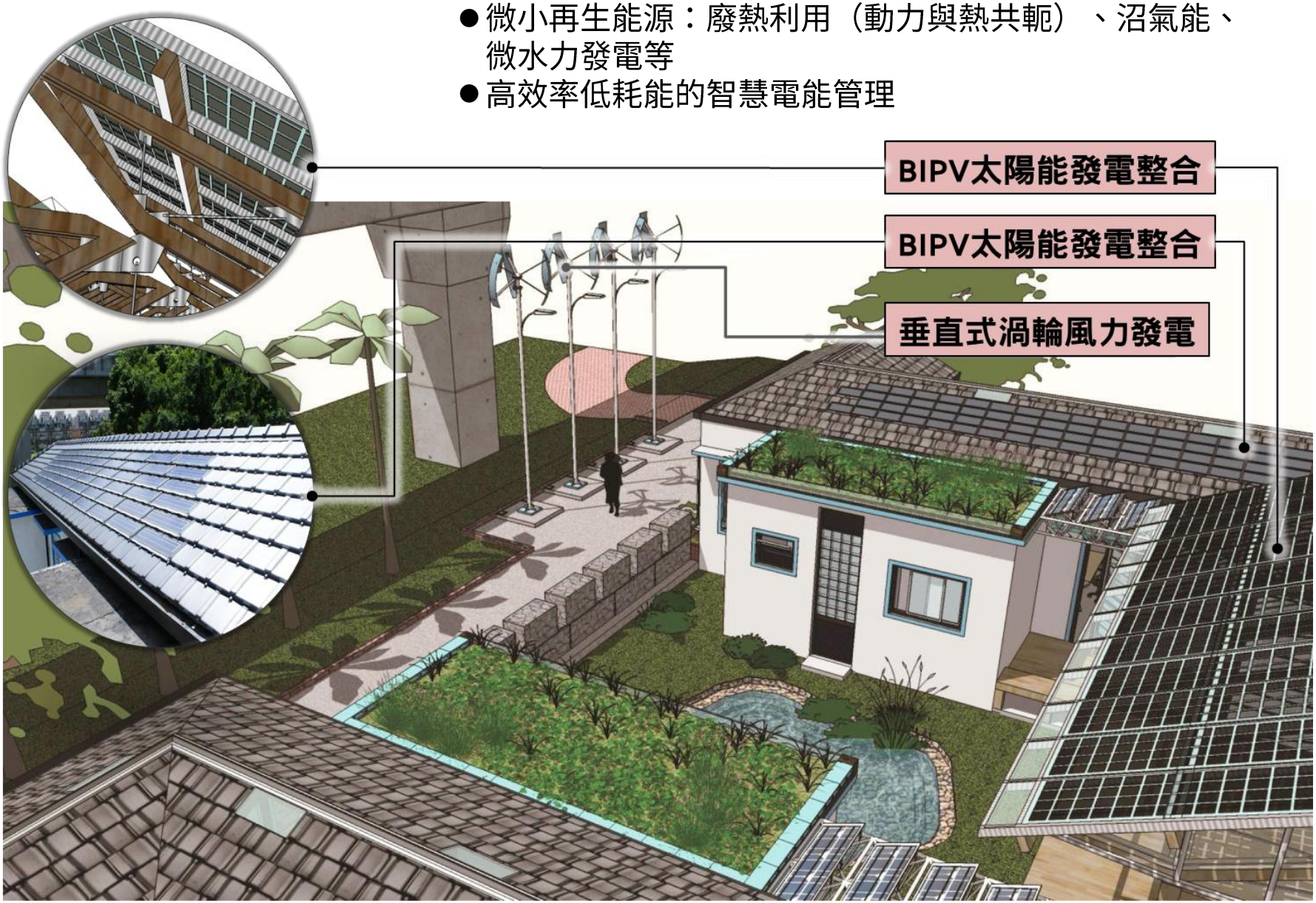
未來供需電使用時間與用電關係圖-中小型、分散型

未來

智慧電網與RFID規劃



- 太陽能發電
- 小型風力發電
- 微小再生能源：廢熱利用（動力與熱共軛）、沼氣能、微水力發電等
- 高效率低耗能的智慧電能管理



Theme 3 水

水設計邏輯

- 省水、保水與淨水
- 生活汙水過濾再利用系統
- 降低自來水的消耗
- 建立水循環系統。

零排放水循環系統概念

- 雨水收集系統處理概念
- 汙水淨化系統處理概念
- 自來水循環使用系統處理概念

新工藝式、被動式省水與保水景觀設計

- 水生命展演─多功能多層水滲透與保水設計Rigolen system
- 光影水聲風行─太陽能生態疊水曝氣設計
- 雲煙裊裊─高效能降溫水霧設計
- 水舞表演藝術─智慧型省水澆灌系統設計
- 水滴故事─垂直水流工藝設計

水資源計畫概念

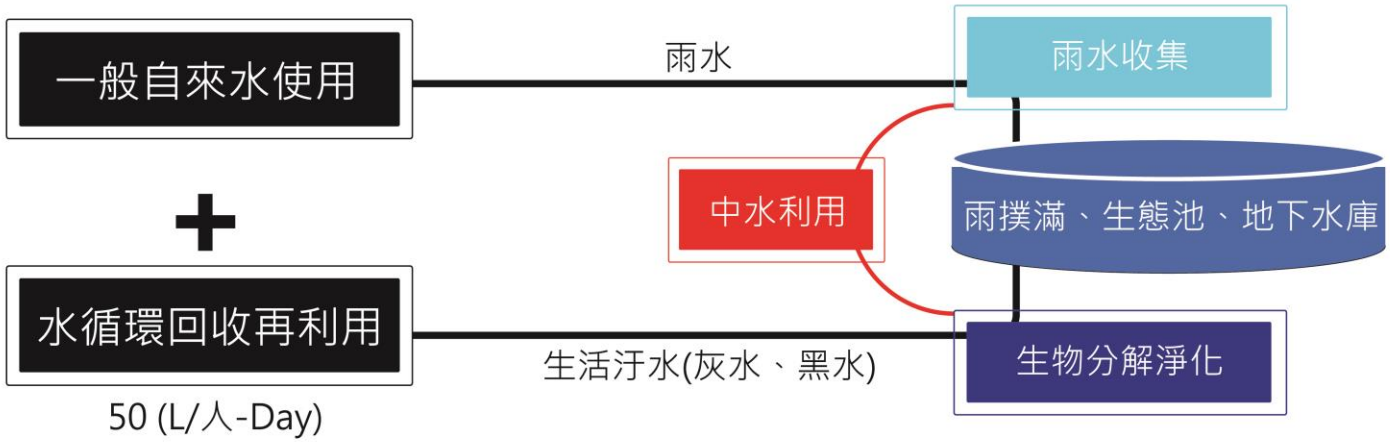
■ 一般辦公室用水方式

一般自來水使用 → 雨水逕流 | 夏季：22,062 x 0.8(L/Day)
冬季：6,693 x 0.8(L/Day)

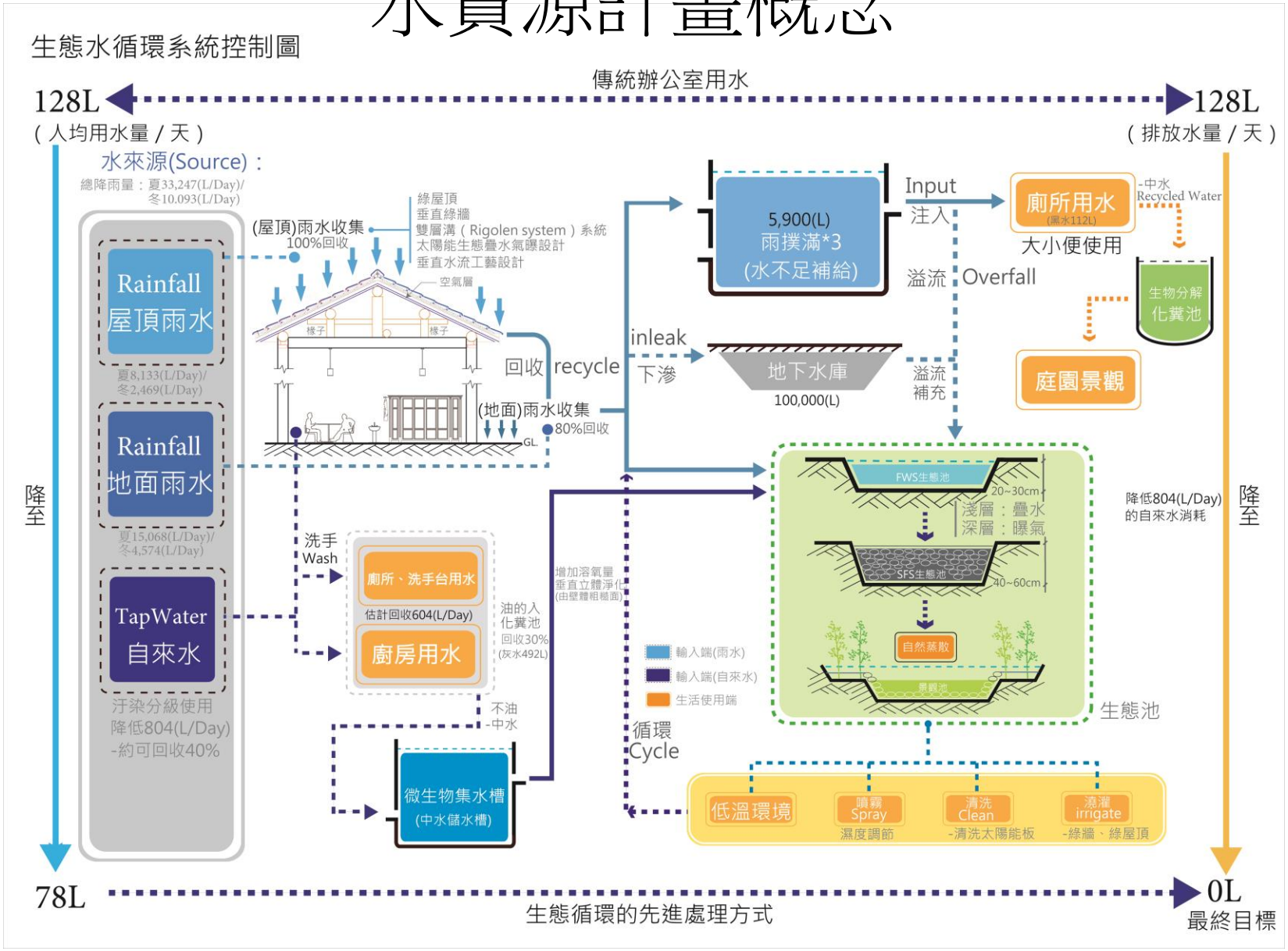
汙水排放量：128(L/人-Day)

■ 永續使用水方式

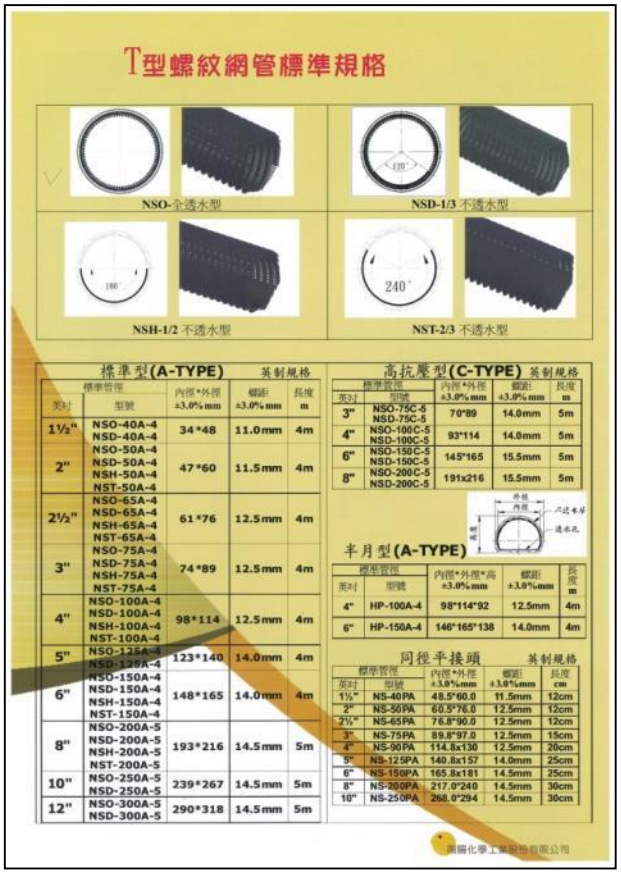
① 減少40%的自來水使用 ② 增加30%汙水淨化回收 ③ 80%的逕流水回收



水資源計畫概念


生態水循環系統控制圖
傳統辦公室用水
128L
（人均用水量／天）
128L
（排放水量／天）
水來源(Source)：
總降雨量：夏33,247(L/Day)/
冬10.093(L/Day)
Rainfall
屋頂雨水
夏8,133(L/Day)/
冬2,469(L/Day)
Rainfall
地面雨水
夏15,068(L/Day)/
冬4,574(L/Day)
TapWater
自來水
汙染分級使用
降低804(L/Day)
-約可回收40%
(屋頂)雨水收集
100%回收
綠屋頂
垂直綠牆
雙層溝（Rigolen system）系統
太陽能生態疊水氣曝設計
垂直水流工藝設計
空氣層
椽子
回收 recycle
(地面)雨水收集
80%回收
GL.
洗手
Wash
廁所、洗手台用水
估計回收604(L/Day)
廚房用水
油的入
化糞池
回收30%
(灰水492L)
不油
-中水
微生物集水槽
(中水儲水槽)
增加溶氧量
垂直立體淨化
(由壁體粗糙面)
輸入端(雨水)
輸入端(自來水)
生活使用端
循環
Cycle
5,900(L)
雨撲滿*3
(水不足補給)
Input
注入
溢流
Overfall
inleak
下滲
地下水庫
100,000(L)
溢流
補充
廁所用水
(黑水112L)
-中水
Recycled Water
大小便使用
生物分解
化糞池
庭園景觀
FWS生態池
20~30cm
淺層：疊水
深層：曝氣
SFS生態池
40~60cm
自然蒸散
景觀池
生態池
降低804(L/Day)
的自來水消耗
降至
降至
低溫環境
噴霧
Spray
濕度調節
清洗
Clean
-清洗太陽能板
澆灌
irrigate
-綠牆、綠屋頂
78L
0L
最終目標
生態循環的先進處理方式

水設計



T型螺紋網管標準規格

NSO-全透水型

NSD-1/3 不透水型

NSH-1/2 不透水型

NST-2/3 不透水型

標準型(A-TYPE) 英制規格

標準管徑 英吋	型號	內徑*外徑 ±3.0%mm	螺距 ±3.0%mm	長度 m
1½"	NSO-40A-4 NSD-40A-4	34*48	11.0mm	4m
2"	NSO-50A-4 NSD-50A-4 NSH-50A-4 NST-50A-4	47*60	11.5mm	4m
2½"	NSO-65A-4 NSD-65A-4 NSH-65A-4 NST-65A-4	61*76	12.5mm	4m
3"	NSO-75A-4 NSD-75A-4 NSH-75A-4 NST-75A-4	74*89	12.5mm	4m
4"	NSO-100A-4 NSD-100A-4 NSH-100A-4 NST-100A-4	98*114	12.5mm	4m
5"	NSO-125A-4 NSD-125A-4	123*140	14.0mm	4m
6"	NSO-150A-4 NSD-150A-4 NSH-150A-4 NST-150A-4	148*165	14.0mm	4m
8"	NSO-200A-5 NSD-200A-5 NSH-200A-5 NST-200A-5	193*216	14.5mm	5m
10"	NSO-250A-5 NSD-250A-5	239*267	14.5mm	5m
12"	NSO-300A-5 NSD-300A-5	290*318	14.5mm	5m

高抗壓型(C-TYPE) 英制規格

標準管徑 英吋	型號	內徑*外徑 ±3.0%mm	螺距 ±3.0%mm	長度 m
3"	NSO-75C-5 NSD-75C-5	70*89	14.0mm	5m
4"	NSO-100C-5 NSD-100C-5	93*114	14.0mm	5m
6"	NSO-150C-5 NSD-150C-5	145*165	15.5mm	5m
8"	NSO-200C-5 NSD-200C-5	191x216	15.5mm	5m

半月型(A-TYPE)

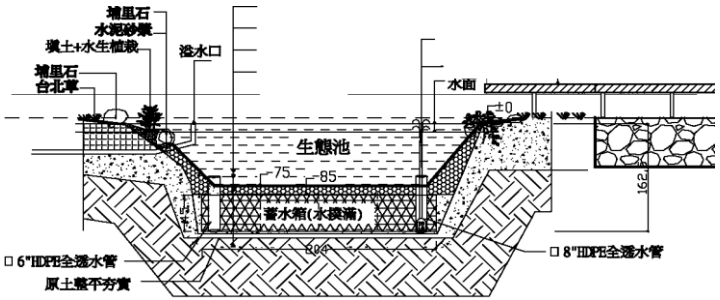
標準管徑 英吋	型號	內徑*外徑*高 ±3.0%mm	螺距 ±3.0%mm	長度 m
4"	HP-100A-4	98*114*92	12.5mm	4m
6"	HP-150A-4	146*165*138	14.0mm	4m

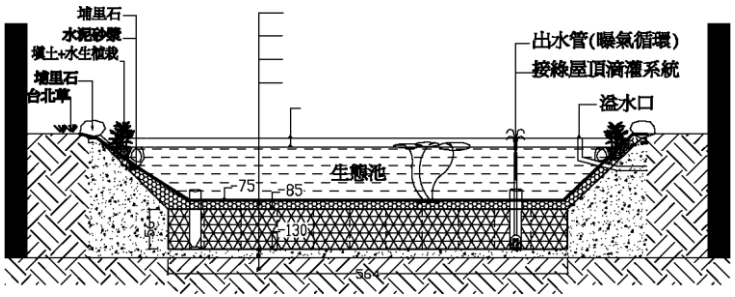
同徑平接頭 英制規格

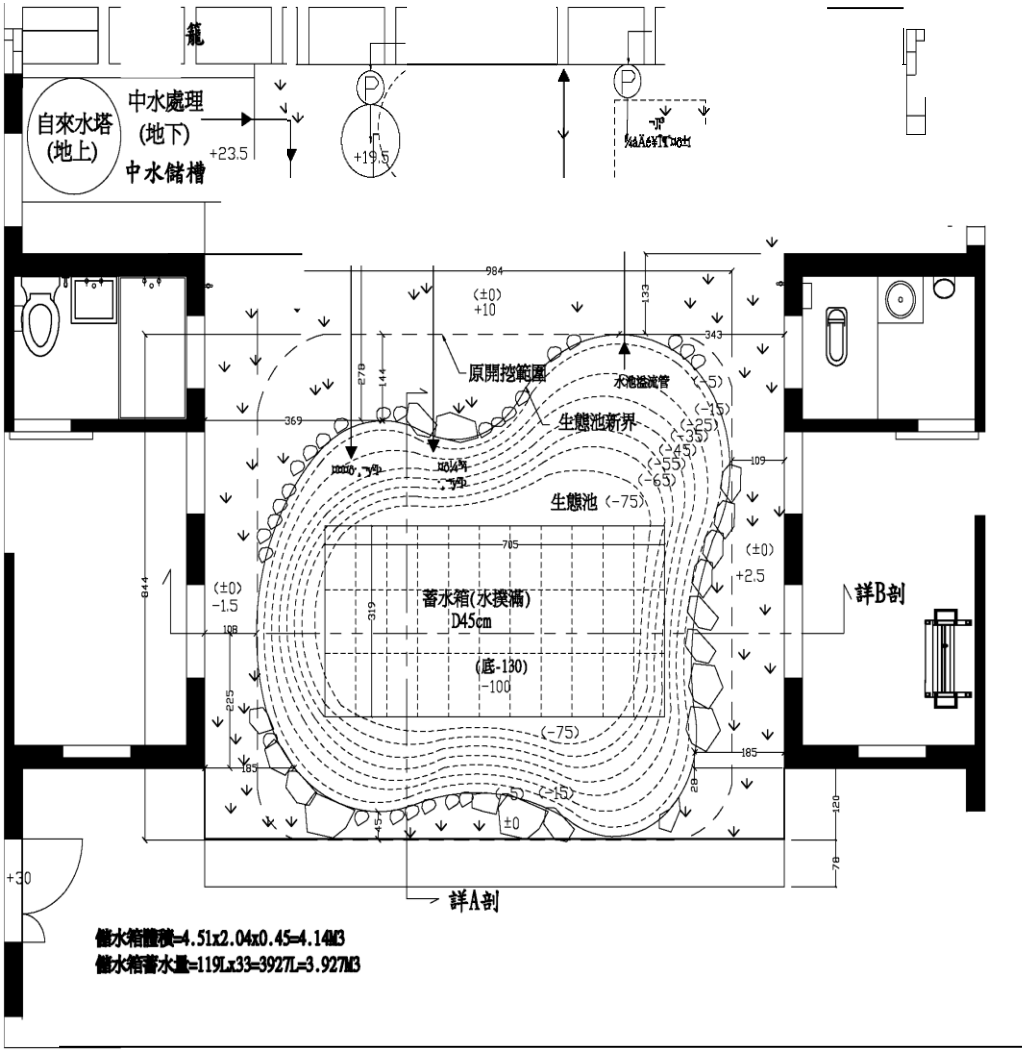
標準管徑 英吋	型號	內徑*外徑 ±3.0%mm	螺距 ±3.0%mm	長度 cm
1½"	NS-40PA	48.5*60.0	11.5mm	12cm
2"	NS-50PA	60.5*76.0	12.5mm	12cm
2½"	NS-65PA	76.8*90.0	12.5mm	12cm
3"	NS-75PA	89.8*97.0	12.5mm	15cm
4"	NS-90PA	114.8x130	12.5mm	20cm
5"	NS-125PA	140.8x157	14.0mm	25cm
6"	NS-150PA	165.8x181	14.5mm	25cm
8"	NS-200PA	217.0*240	14.5mm	30cm
10"	NS-250PA	268.0*294	14.5mm	30cm

高效能自清循環整合型生態水池

- 植物
- 動物
- 物理氣瀑
- 水溫控制







Theme 4 綠

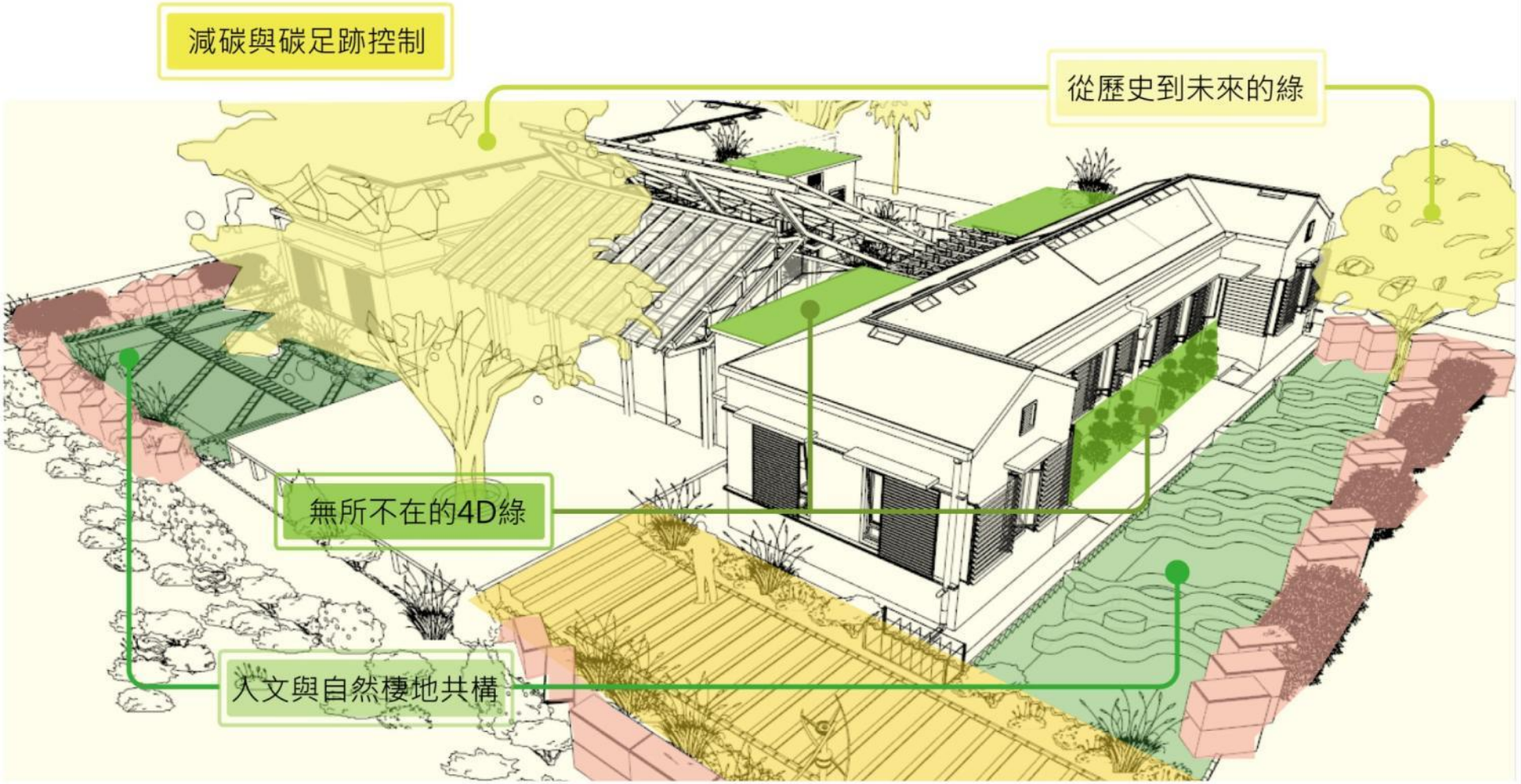
綠設計邏輯

- 從歷史到未來的綠
- 人文與自然棲地共構
- 無所不在的4D綠
- 節能減碳與碳足跡控制

設計手法

- 空間配置：「迎賓大道」、「夢幻花廊」、「祕密花園」、「開心果園」、「水系統生態池」、「綠屋頂」等六大區
- 空間設計原則
- 植栽設計原則

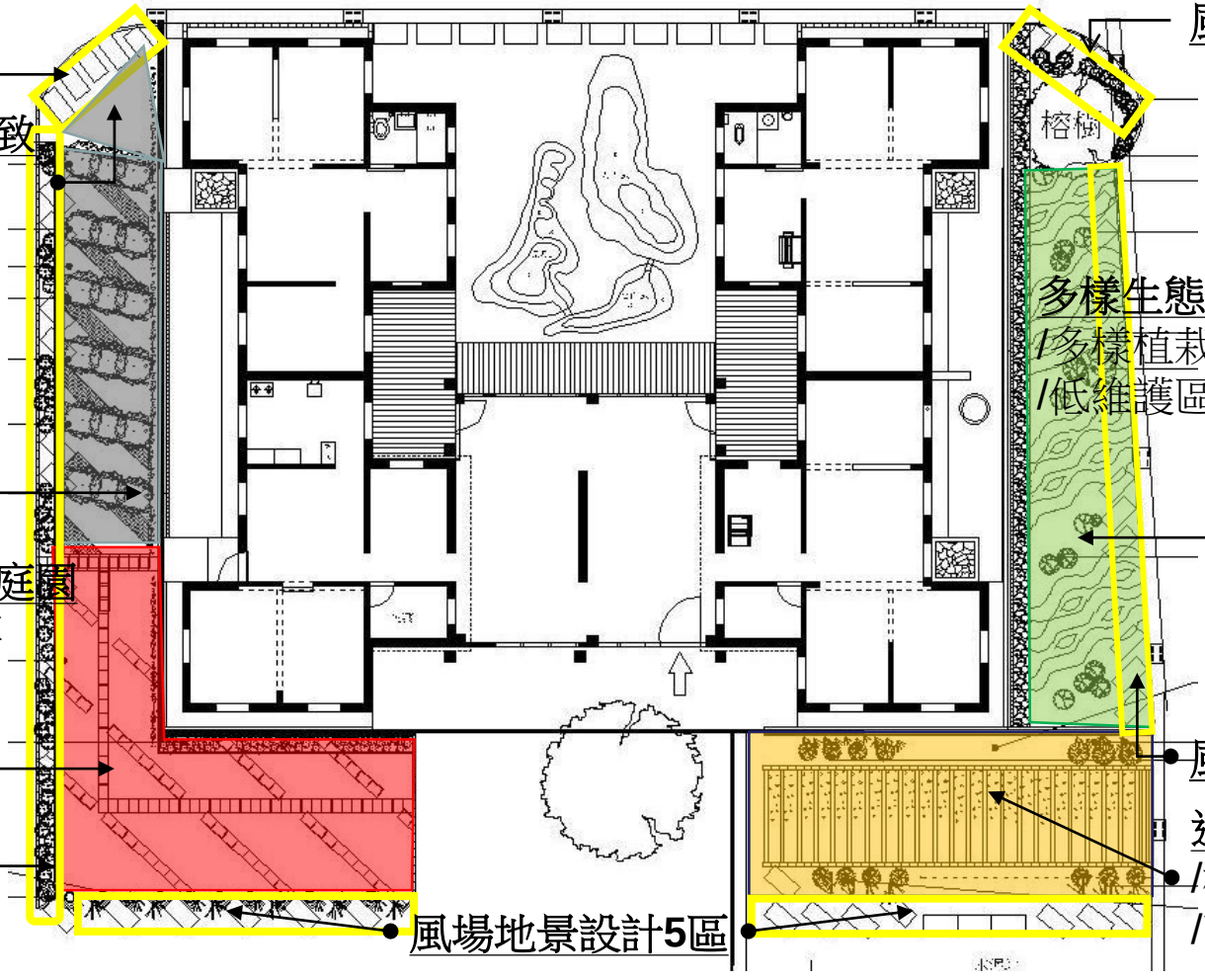
綠計畫概念



Passive Garden

- 掌握環境自然與林相特徵，並且合宜的回應。
- 新機能與使用者，達成與周邊原有生態和諧關係
- 借景&創造場景—Passive Design
- 園藝新工藝美學與技術呈顯

碳固定：3公噸
碳吸收：5公噸
降　溫：-10 ℃



風場地景1區

小棲地區：草本景致
/草本植物
/低維護區

誘鳥區：開心果園
/以小型果樹為主
/中維護區

誘蝶區：繽紛色彩庭園
/向日葵、波斯菊等
/中維護區

風場地景2區

風場地景設計5區

風場地景3區

多樣生態棲地：秘密花園
/多樣植栽發展
/低維護區

風場地景4區

迎賓區
/桂花、唐竹
/高維護區

配置圖

成功的棲地營造：
保育動物「黑冠麻鷺」的現身覓食

4 TYPEs Green Roof

因地制宜捕捉與設計

未來藍圖

Theme 5 廢棄物

零輸出訴求

- 營建過程中產生的廢棄物
- 生活中產生的廢棄物
- 以「零輸出」作為訴求

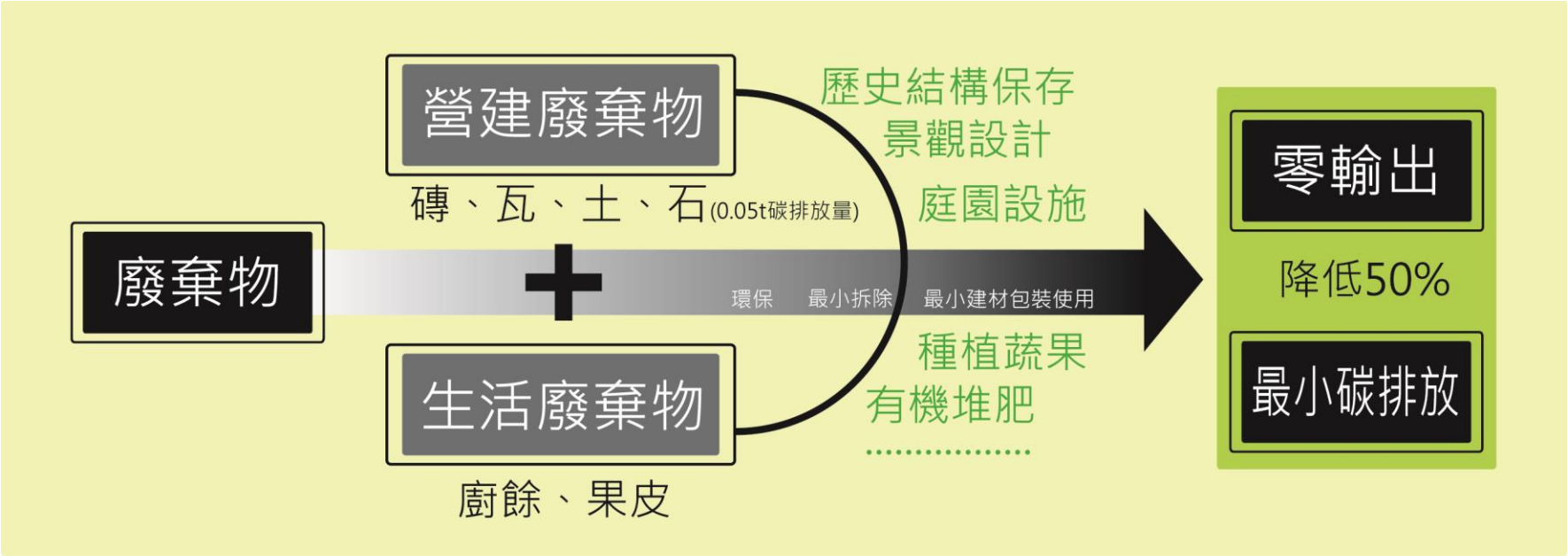
廢棄物再利用與設計

- 營建過程的廢棄物包含磚塊、木頭、屋瓦片、廢土等。從進入基地的過程中，對於廢棄物的再利用方式。

垃圾減量策略與回收設計

- 將垃圾做8種分類。例如廚餘殘渣，進行有機堆肥，用來植物生長與農場的肥料，最後回歸土地，還諸於自然，達到垃圾零排放。

廢棄物計畫概念


營建廢棄物
磚、瓦、土、石(0.05t碳排放量)
廢棄物
生活廢棄物
廚餘、果皮
環保
最小拆除
最小建材包裝使用
歷史結構保存
景觀設計
庭園設施
種植蔬果
有機堆肥
.....
零輸出
降低50%
最小碳排放

廢棄物回收與設計

營建棄物→石籠

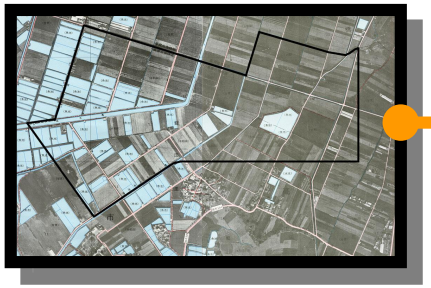
尊重傳統屋頂形式

廢棄物轉為景觀元素

國立高雄大學校園全區配置圖

高雄大學周邊發展示意圖

校園環境變遷與校舍興建現況



1998年 原為魚塭地與農田的校園

高雄大學校園
開發歷程經驗

高雄大學生態值棲地管制
校園綠地植栽系統規劃工具與結構

發展理念

研擬適當之綠地空間與植栽類型規劃之工具架構、基本原型、結構，以落實生態值管制之理想

植栽結構

- 密植型：森林棲息地
- 疏植型：草原型棲息地
- 功能型：靜水區棲息地、建築物簇群間綠帶開放空間、帶狀綠帶空間

植栽密度

依照各綠地之生態環境型態決定其各類植栽樹種之密度

綠地面積

綠地面積決定於土地分割區塊之建蔽率與開放空間綠化比率

植栽形式

- 樹種：喬木類、棕櫚類、灌木類、蔓藤類、草地類
- 樹形：遮蔽、聳立、骨狀
- 樹性：常綠（密）、落葉（疏）、開花

綠地空間類型、屬性

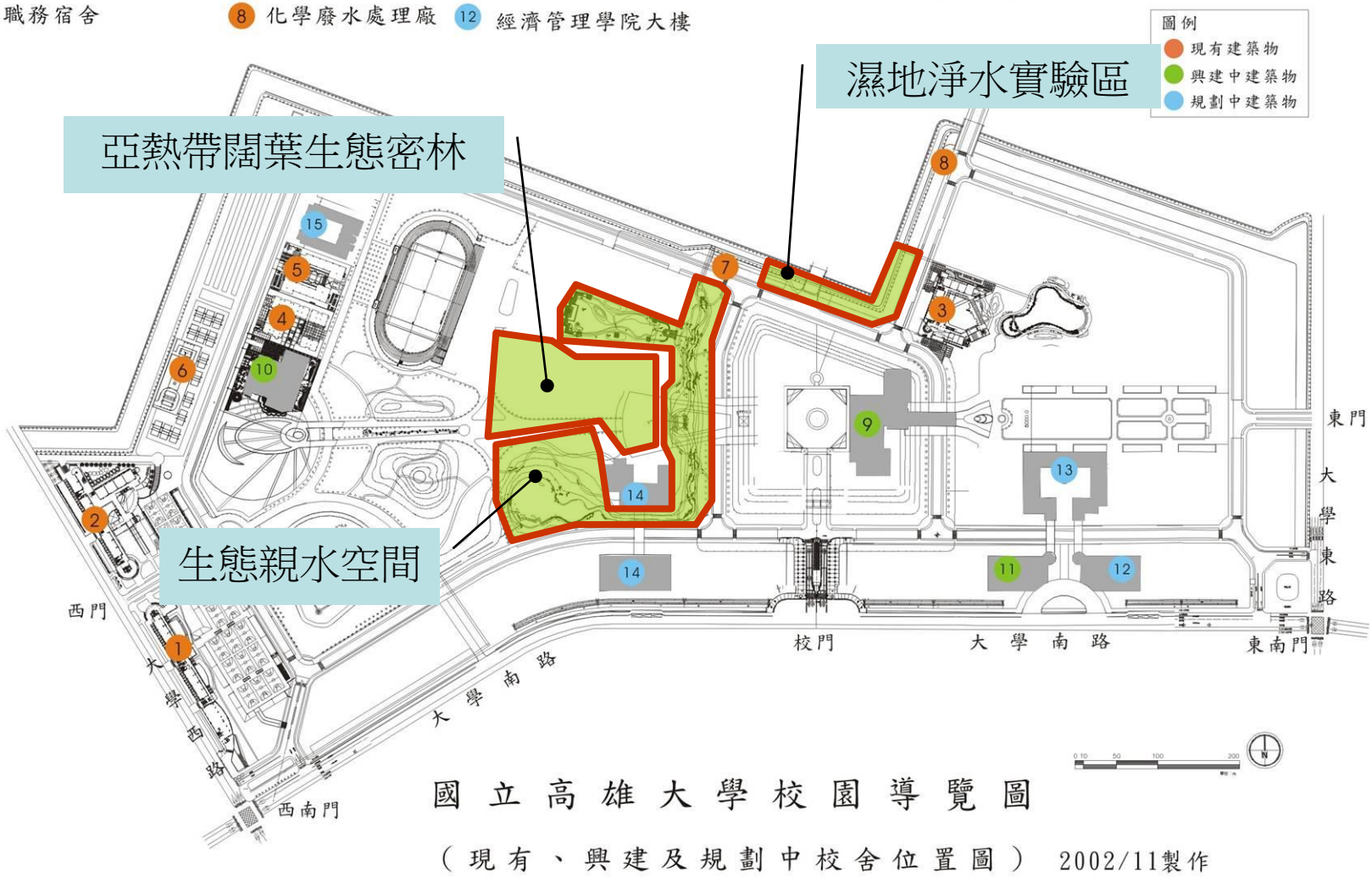
- 靜水區棲息地：水生、水岸與陸生植物所構成之生物棲息環境
- 森林棲息地：密植與混植多類喬木、蔓藤、草地植物所構成之生物棲息環境
- 草原棲息地：草本或根莖類植物構成之生物棲息環境
- 建築物簇群間綠帶開放空間：建築物與建築物間所圍塑之綠地環境
- 帶狀綠帶空間：具維護棲息環境、隔絕人之活動干擾之功能性綠帶空間

生態值運用計算
（以校園靜水區棲息地為例）

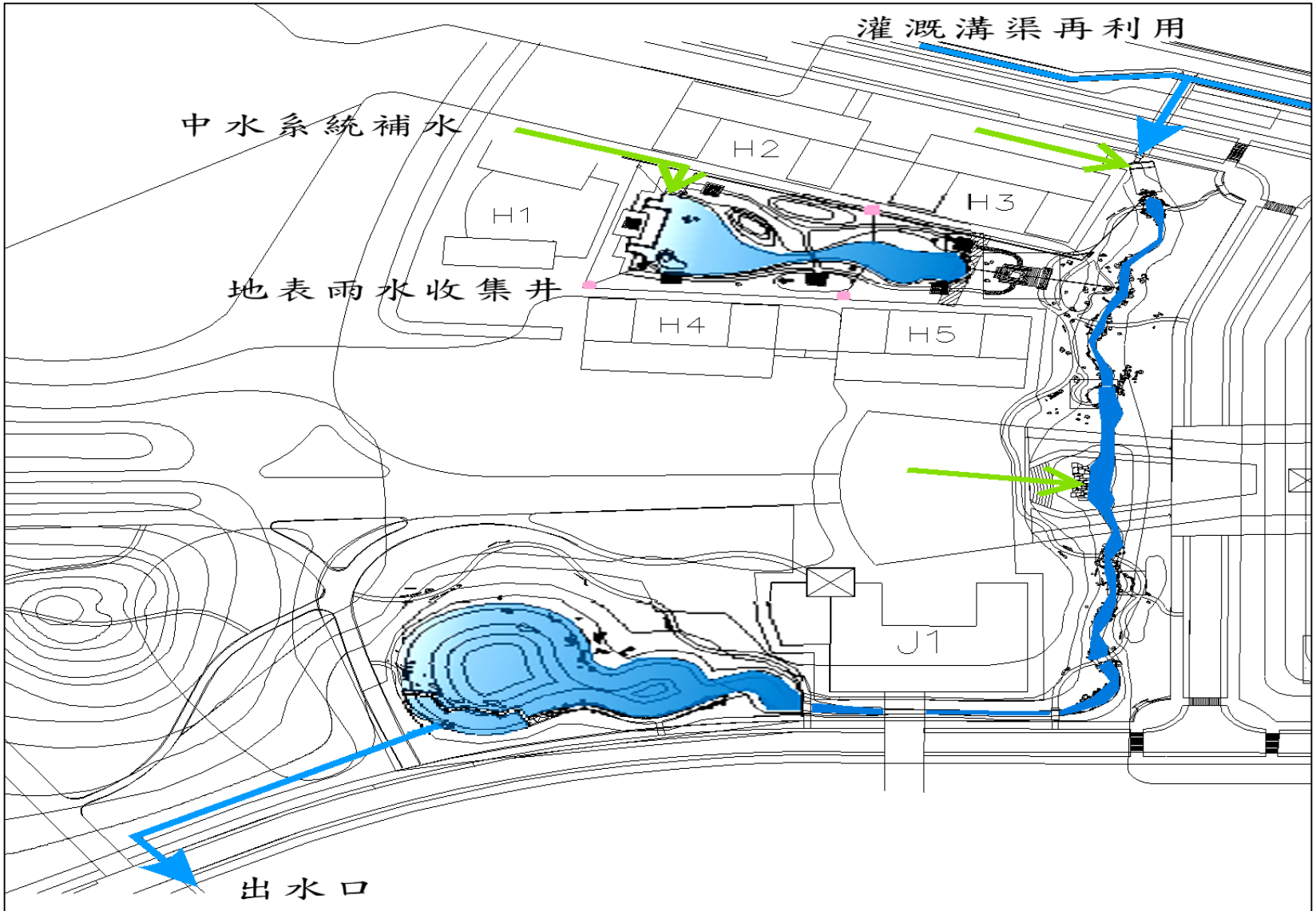
空間類型	靜水區棲息地			
空間形塑概念	生物多樣性之水域棲息地			
綠地面積	R			
生態規範值	40077A/（B+C）xR			
樹種	大喬木	小喬木	灌木	草地
植栽密度原則（m^2/株）	A1	A2	A3	A4
數量	B1	B2	B3	B4
規劃密度	Ci/Bi≧Ai			
種植面積	C1	C2	C3	C4
各植栽總類之CO2固定量	K1	K2	K3	K4
各植栽生態數值	C1xK1	C2xK2	C3xK3	C41xK4
規劃生態總值	∑（ki）x（ci）≧40077A/（B+C）xR			

積極推動生態工法之實驗性案例

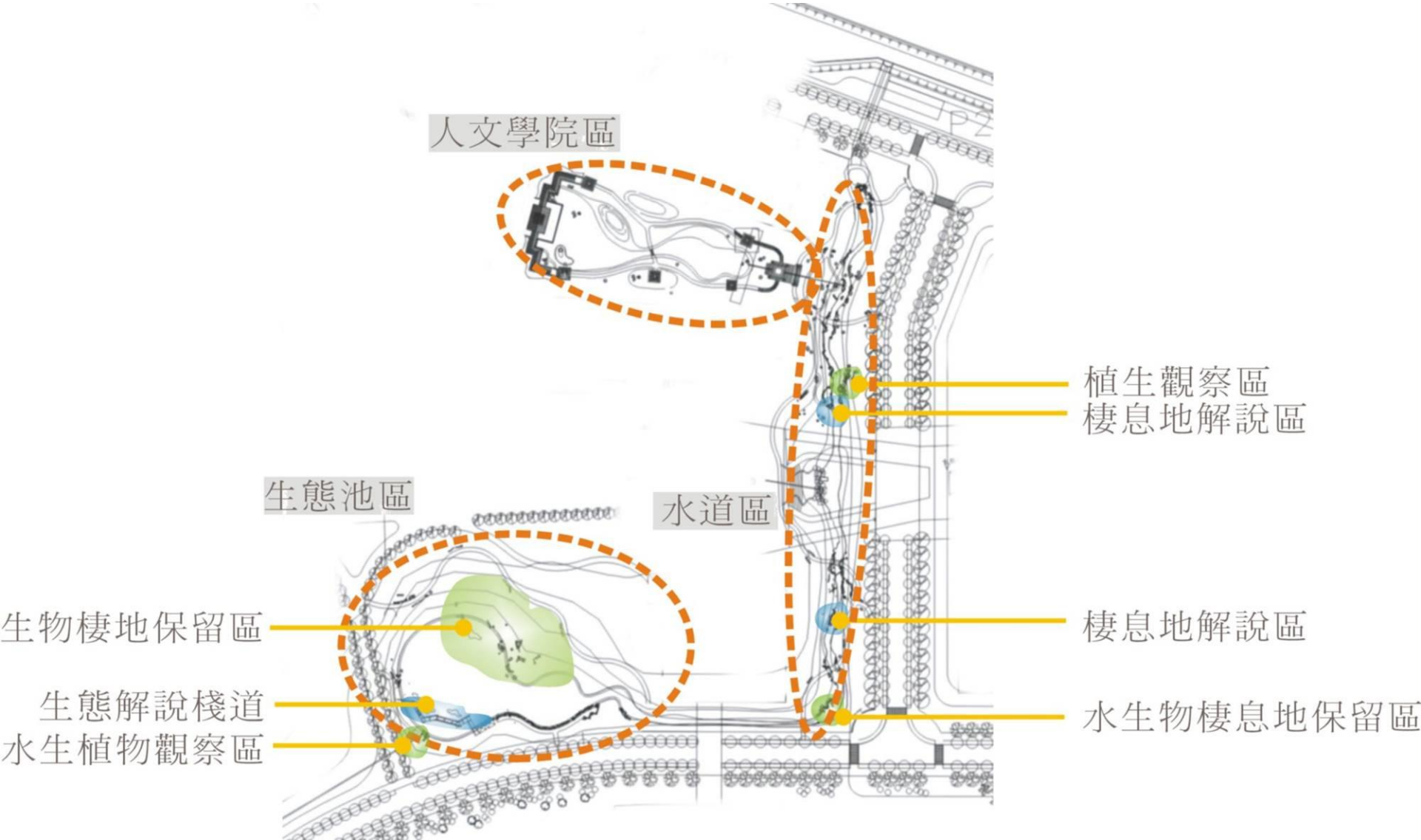
1 第一綜合教室大樓
2 理工第一實驗大樓
3 理工第二實驗大樓
4 職務宿舍
5 學生第一宿舍
6 污水處理廠
7 總配電站
8 化學廢水處理廠
9 圖書資訊大樓
10 體育健康休閒多功能教學大樓
11 法學院大樓
12 經濟管理學院大樓
13 法學院暨經濟管理學院共同大樓
14 活動中心
15 學生第二宿舍



親水開放空間- 生態河道、生態湖



生態池棲地區

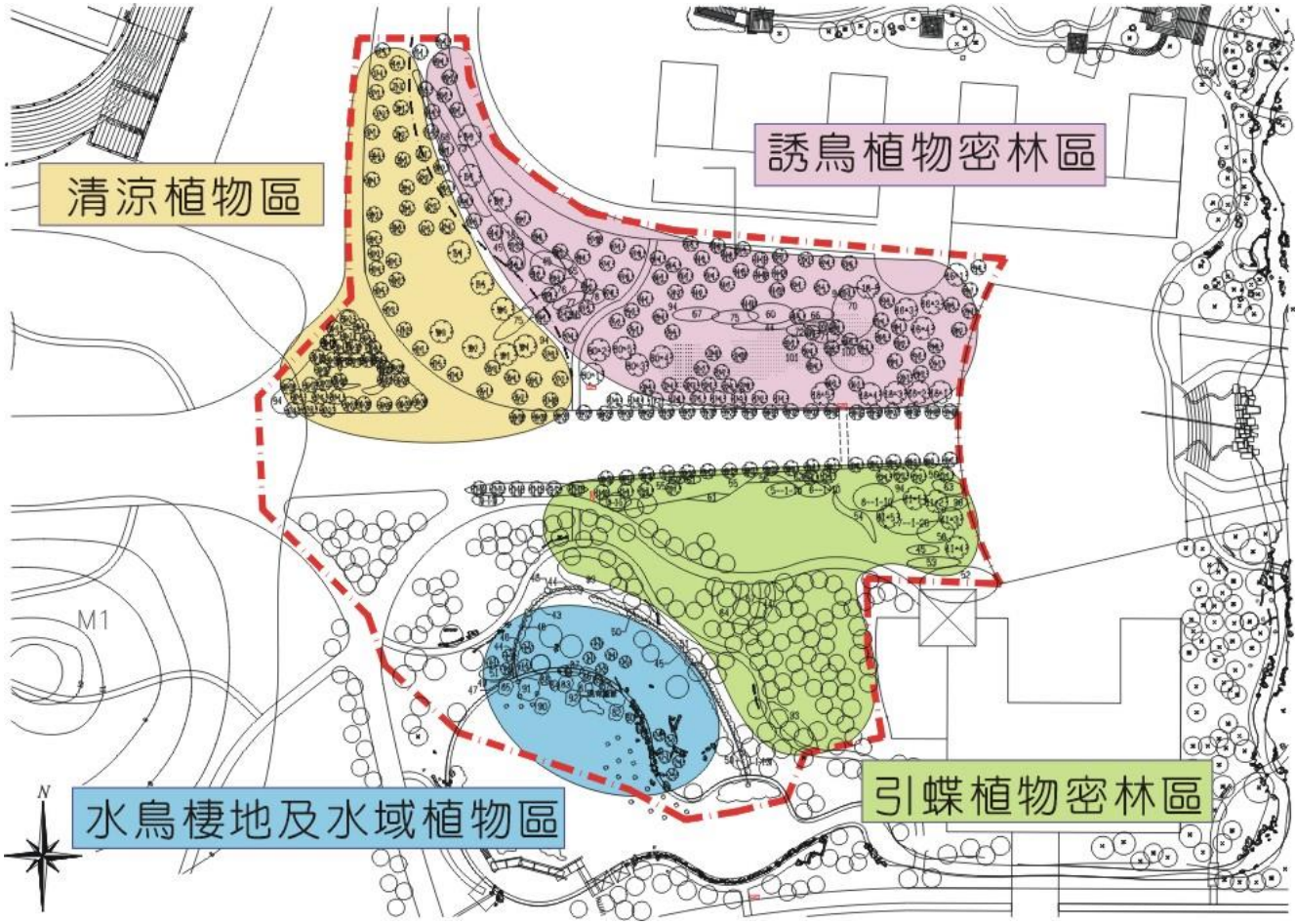

人文學院區
植生觀察區
棲息地解說區
生態池區
水道區
生物棲地保留區
棲息地解說區
生態解說棧道
水生植物觀察區
水生物棲息地保留區

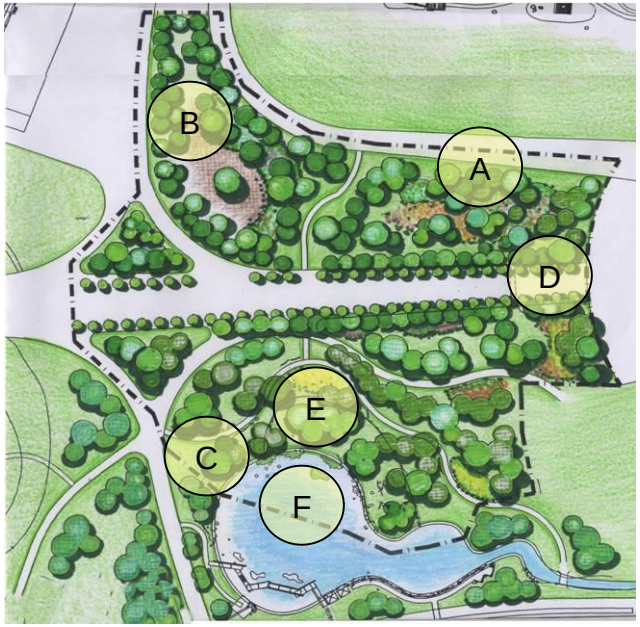
28 2:06PM

名稱	剛完工概況	三年後環境現況	
石塊礫石邊坡			
原木邊坡			
植生帶邊坡			
纖維毯邊坡			

亞熱帶生態密林區

依各主題「水鳥棲地及水域植物區」「引蝶植物密林區」「誘鳥植物密林區」「清涼植物密林區」「樹種植栽區」等區域栽植多樣性且符合該生態需求的植物。



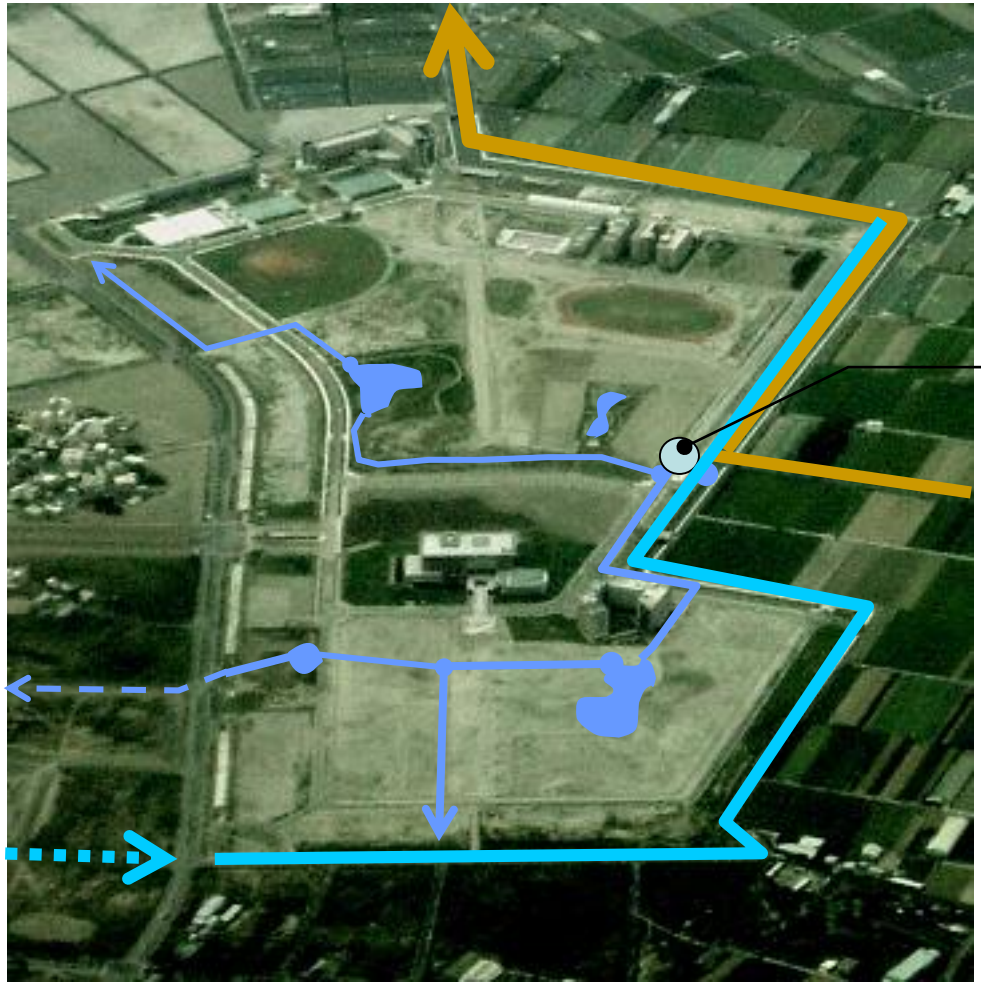


A-混合密林棲地區　B-濃縮自然棲地區

C-溼地棲地區　D-箱型動物地下道

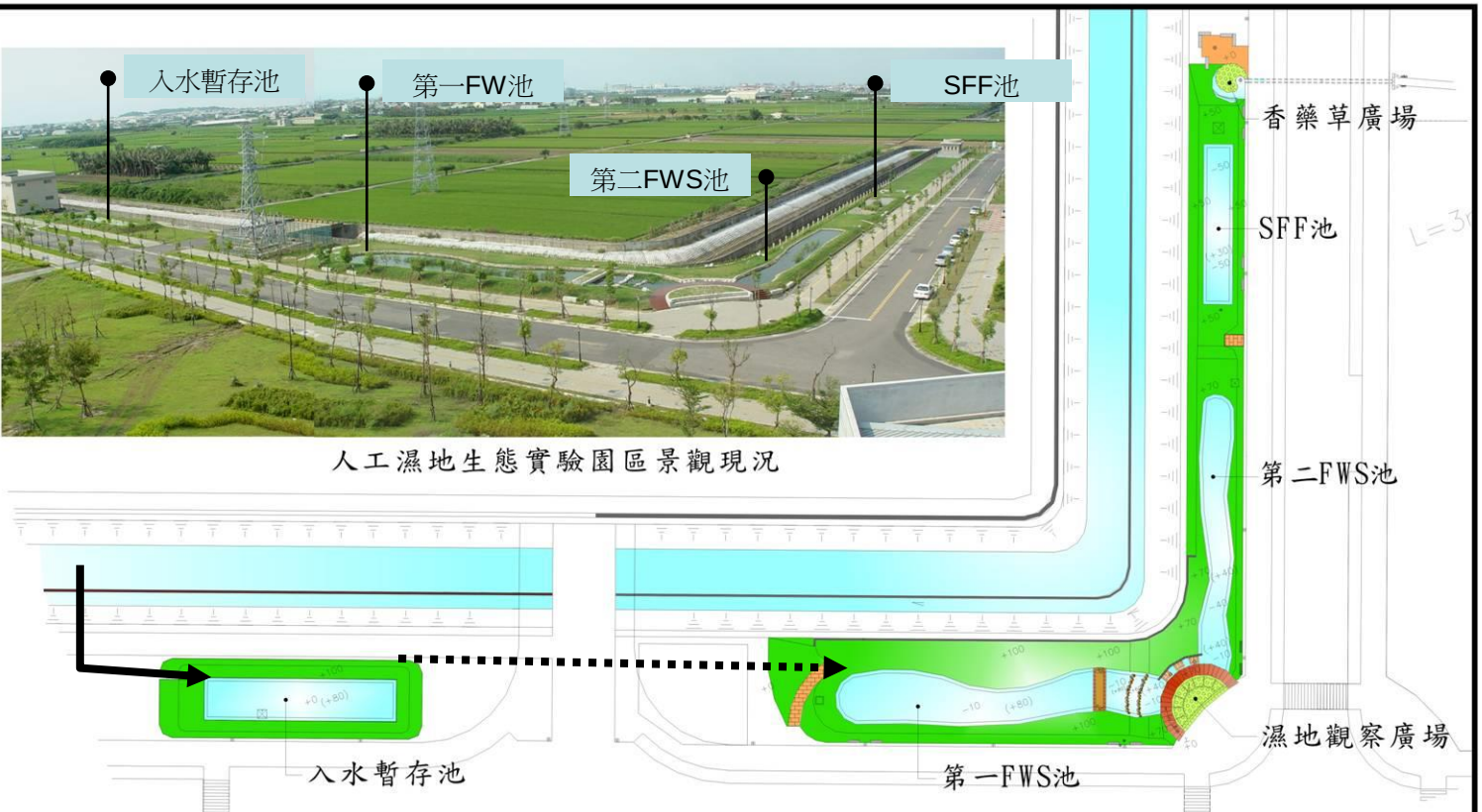
E-水鳥保護區　F-鳥踏木樁

濕地淨水實驗計畫

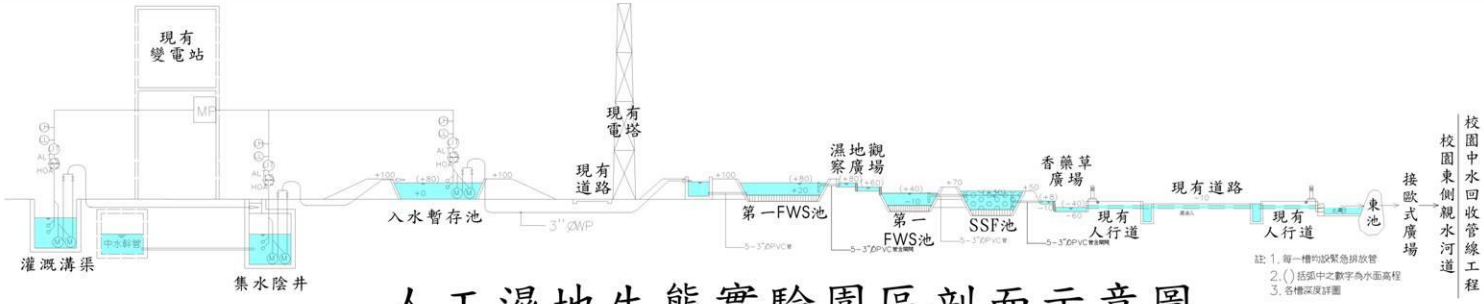


民國九十二年國立高雄大學校園地貌

人工濕地生態實驗園區景觀現況



人工濕地生態實驗園區全區平面圖



人工濕地生態實驗園區剖面示意圖

I、刺桐老樹

由校外移植校內的刺桐老樹

刺桐老樹於冬天開出紅色花朵

人文生態的培育

人文生態培育行動

- 校園無圍牆。
- 學習型校園（示範、觀摩、潛移默化、資源共享、）
- 推動「高雄大學財團法人社區總體營造文教基金會」。
- 提供優質的校園運動休閒設施。
- 積極參與都市設計審議，協助發展大學城願景。

92年 邀請周邊社區、中小學及本校師生

參加「高大植樹季」活動

你可以休息了

~END~

敬請指教