

# 未來水足跡



# 未來水足跡

班級：\_\_\_\_\_、第\_\_\_\_\_組、姓名：\_\_\_\_\_

## ■活動一：全球水危機

在 2015 年 3 月 22 日的「世界水資源日」，聯合國發表的報告《Water for a Sustainable World》指出，全球仍有七億五千萬人無法獲得清潔和安全的飲用水，十億人仍然被迫在露天地方如廁、近二十五億人缺乏適當的衛生設施。水，這天然資源，與「生存」息息相關，現今卻面臨短缺危機。

### 資料

根據《2012 年千年發展目標報告》，目前有 7 億 8 千 3 百萬人，相當於全球人口的 11%，仍然沒有改善飲用水源。在農村人口中，經改良的飲用水源的覆蓋率仍然滯後。2010 年，96%的城市人口已在使用改良飲用水源，相比之下，農村人口只有 81% 在使用改良水源，城鄉差距仍然很大。

**影片：水危機遍布全世界** <https://www.youtube.com/watch?v=tPO4jO1XJj0>

### 討論

1. 地球上的水循環不斷，為何新聞報導會說 2030 年全球可用的淡水資源將減少 40%？
2. 影片中報導印度 1.6 億人口無乾淨水源，全球有 40% 的人口在缺水的地區超過 20 億人無乾淨水源可用，你對這些資料的感覺或看法是什麼？  
(全球水源分配/國家科技能力/.....)
3. 水能載舟亦能覆舟，水是生存所需，你認為有哪些事件，水對我們會造成傷害與危機？

## 活動二：濾水裝置

### 水·淨化·重生

在日常生活使用的總水量中，僅廁所沖洗就佔 35%，如沖廁時若把自來水改成「中水」，其省水效益將極為可觀。所謂中水系統，係指將生活雜排水或輕度使用過之廢排水(如洗澡水、洗手水)匯集，並經過簡易淨化處理，控制於一定的水質標準後，再重複使用於非飲用水及非與身體接觸之生活雜用水。「中水」是自日本引入的外來用語，因為我國之自來水與污水，在日本稱之為上水與下水，所以稱次等水質的水為中水。中水在歐美國家則稱之為「灰色的水 gray water」。

### 影片：[珍惜水資源](#)

### 討論

1. 古老民族世代飲用之湖水，為何變髒了，變成了致病的根源？
2. 如果你是科學家，對此湖水變化，你有何解決策略？
3. 臺灣適合發展「中水處理系統」嗎？需克服的問題會有哪些？

## 濾水裝置實驗

請設計一個可以及時將汙水淨化的簡易過濾裝置。

1. 實驗設計：請上網查資訊，設計過濾裝置，並準備器材。

設計圖：

--

2. 組裝過濾裝置並過濾汙水。

3. 水質檢測：依下表檢測過濾前之汙水與過濾後的水質，並記錄之。

	外觀	TDS	pH	濁度	總生菌數
前					
後					

註：TDS 是指水中總溶解性物質的濃度，單位為毫克/升 (mg/L)，表示 1 公升有多少毫克溶解性固體。TDS 值越高，表示水中含有的雜質越多。

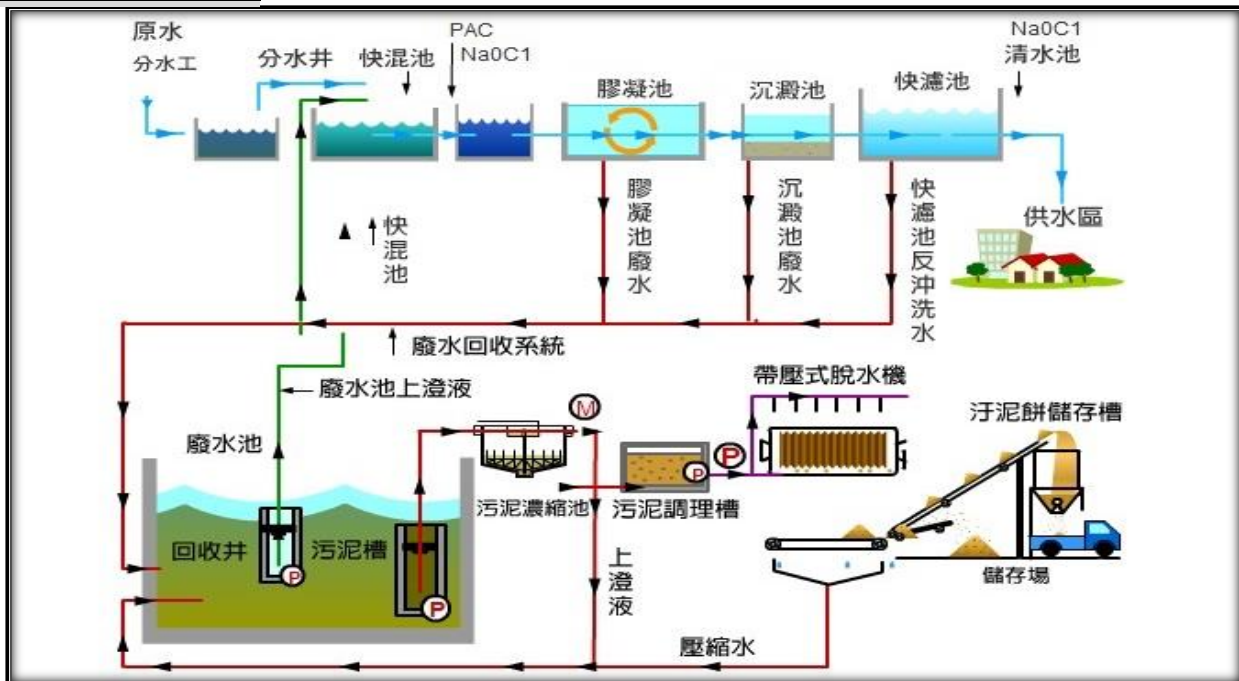
## 討論

1. 比較過濾前後的水質，其各項檢測數據是否有差異，並推測其原因？

檢測項目	水質差異	可能因素
外觀		
TDS		
pH		
濁度		
總生菌數		

2. 若再次設計濾水裝置，你會有何改善方式？

**自來水淨水流程**



**淨水處理設備說明**

1. 分水井：將原水(水庫、地表水或地下水)分配至淨水設備並具有安定原水之水位，量測原水流量之功能。
2. 快混池：為吸附及凝聚原水中懸浮固體、於原水中加入混凝劑，藉由各種形式之攪拌達成快速混合作用。
3. 膠凝池(慢混池)：快混後(加藥混合)之原水，產生膠羽(混凝劑吸附水中懸浮固體)顆粒，藉由快逐漸變慢速度之膠凝機攪拌，以膠凝作用使小膠羽逐漸結合較大且重之膠羽。
4. 沉澱池：已形成膠羽之原水，經足夠滯留時間藉重力之沉降作用、分離原水中較大之膠羽顆粒及懸浮固體。
5. 快濾池：將沉澱後原水中之細小懸浮物質及微生物等藉由濾料之隔除、沉澱、吸附及化學反應等作用加以去除，並藉反沖洗機制維持濾料之清潔。
6. 清水池：快濾後之清水經加氯消毒進入清水池，其主要功能在調節淨水場能保持穩定的出水量，以及確保加氯消毒後的停留時間、增加消毒效果。

**廢水處理**

收集膠凝池、沉澱池、快濾池等淨水作業流程所產生之污泥及廢水，經固態液態分離後，上澄液經自然溢流至回收池再利用，底層污泥經括泥機集中至排放口、送至污泥回收槽。

## 討論

1. 參觀自來水淨水場時，一開始會先看到「原水養魚箱」如右圖，請問自來水廠養這些小魚的用意是什麼？



2. 在淨水處理設備中，快混池通常會加入何種化學物質來吸附原水中的懸浮固體？你覺得處理後的自來水會不會有殘留的問題？

(1)

(2)

快混池照片

### 報導(105/9/27)

台北自來水事業處表示，颱風杜鵑撲台帶來豐沛雨水，新店溪原水濁度從上午 9 時的 223 度，上升至 12 時 30 分的 4500 度 (NTU)，呼籲民眾儲水備用。

1720 更新：台北自來水事業處今天網站公告，新店溪原水濁度約在下午 4 時 30 分已達 1 萬 2000 度 (NTU)，將停止取水。

### 濁度、NTU 代表什麼意思呢？

水質濁度 (turbidity) 為水樣中懸浮物質的含量，包含泥土、粉砂、微細有機物、無機物、浮游生物等懸浮物和膠體物等，濁度愈高代表水樣愈混濁。

濁度的單位是 NTU，1 NTU 即為 1 公升的水中含有 1 毫克的二氧化矽(泥沙成分)。如果原水濁度超過 5,000 NTU 時，便可視為「泥漿水」，若原水濁度過高，將使淨水廠較難處理只得減量出水。

3. 根據上文，颱風或豪大雨造成原水濁度提高，此時自來水廠會如何處理？

4. 在淨水處理設備中，過濾池內使用那些材料？其材料排列與進出水是如何安排？(可畫圖表示)

過濾池照片

5. 依據清水池的加氯說明，我們喝的自來水是否一定有氯的殘留？

6. 自來水經長途輸送對其氯含量是否有影響？自來水廠通常會如何處理？

(1)

(2)

輸送管照片

## 活動四：外雙溪河川觀察

班級：\_\_\_\_ 座號 \_\_\_\_ 姓名 \_\_\_\_\_ 第 \_\_\_\_ 組

外雙溪自中社路(釣蝦場附近)起，至兒童新樂園附近注入基隆河，河川沿至善路流下，經仰德大道、中山北路、文林路、文昌路與承德路。(外雙溪的上游稱為內雙溪)內、外雙溪短短 10 幾公里，卻無言控訴著，她在流入城鎮社區後的驚人變化。

### 觀察位置與照片



外雙溪下游照片	外雙溪中游照片
外雙溪支流或下水道照片	外雙溪上游照片

### 觀察記錄

觀察項目	外雙溪上游	外雙溪中游	外雙溪下游
河水流量流速			
河水顏色氣味			
河床外觀			
河邊植物分布			
水中生物			

## 活動五：河川水質檢驗

### 檢驗記錄

取樣四種水，分別是自來水、上游溪水(外雙溪)、中游溪水與下游溪水，請各組利用器材檢驗。

採樣點 檢測項目	自來水	上游溪水	中游溪水	下游溪水
外觀				
氣味				
濁度				
TDS				
pH				
總生菌數				

註：TDS 是指水中總溶解性物質的濃度。

### 討論

1. 根據河川觀察與水質檢驗，推論造成上、中、下游溪水差異的原因可能為何？
2. 根據你推論的原因，請提出改善策略？
3. 請同學想像一下，如果你的生活周遭只剩上表之「下游溪水」，它適合淨化成自來水嗎？理由為何？你的生活將會產生什麼樣的改變呢？
  - (1)
  - (2)
  - (3)
4. 你知道新加坡的集水區(水庫)設置在河川的那些地方嗎？

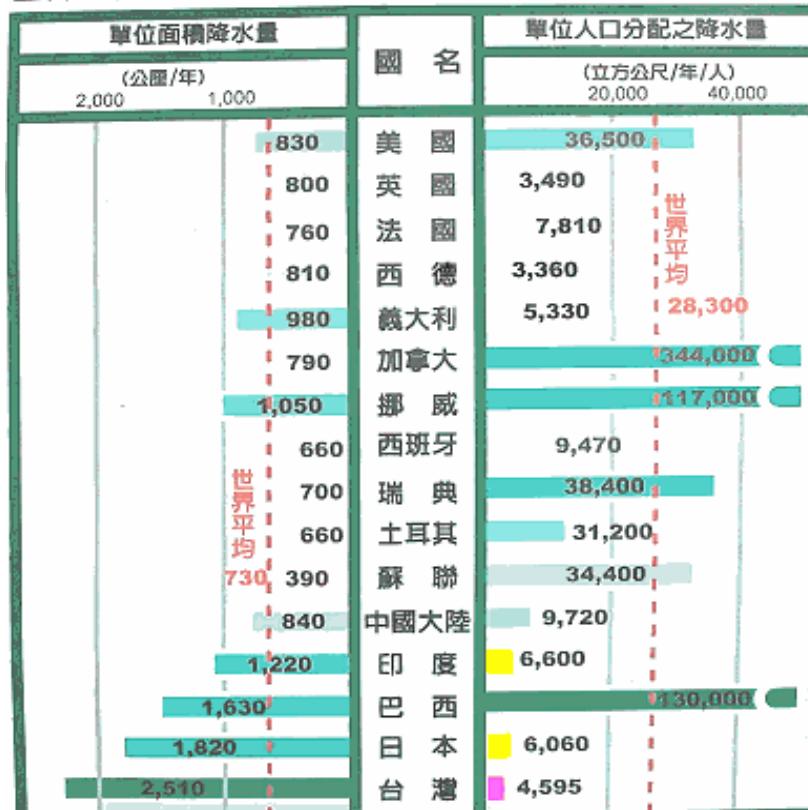


## 活動六：臺灣水資源

### 搶救水資源-----臺灣水資源現況：

臺灣是世界排名第十八位的缺水國家（地區）。在一般人的印象裡，臺灣地區平均每年有二千多毫米的雨量，應該是水資源不虞匱乏的國家；但臺灣地區每人每年平均可以分配到的水量，只有全世界平均雨量的六分之一而已，換算成每人每年可用水量大約只有一千公噸（1,000 立方公尺），以目前世界可用水量的標準來說，臺灣地區是屬於缺水國家（地區）。

世界主要國家降水量比較



影片：土地公廟藏水庫底 20 餘年 <https://www.youtube.com/watch?v=MOD0uFdc5ic>

影片：石門水庫土地公廟再現！ <https://www.youtube.com/watch?v=h-fPmRhDHEU>

### 討論

1. 看完影片，你覺得臺灣水庫缺水的可能原因為何？

2. 兩段影片報導的時間，相同嗎？這說明什麼？

(1)

(2)

3. 上表中為何臺灣的單位面積降水量遠大於世界平均值，而單位人口分配之降水量卻遠低於世界平均值？

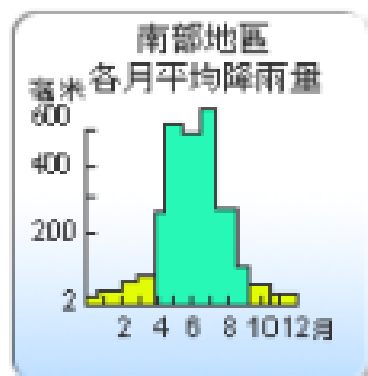
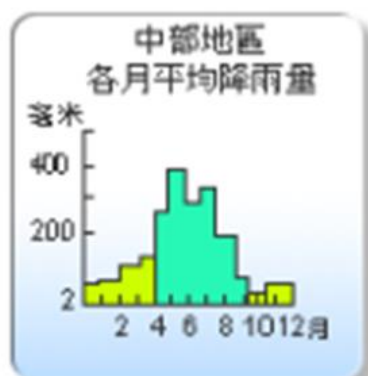
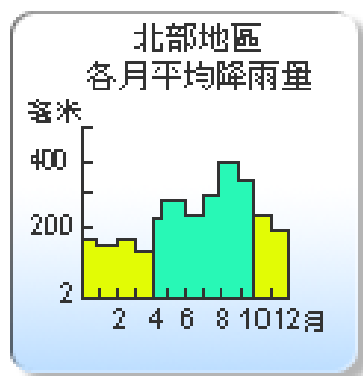
4. 106 年臺灣的用水量比例為：農業用水 71%，生活用水 19%，工業用水 10%，當水庫缺水時，你覺得應優先減少何處之用水？為什麼？

(1)

(2)

5. 解決臺灣水資源缺乏，你有何策略或建議？

### 臺灣各地降雨量



### 討論

1. 請分析臺灣北中南地區的降雨量為何會有如此差異？

2. 面對此差異，最易產生用水困境會是在何區？會有那些危機或困境？

(1)

(2)

## 研究水費單

水號 (Account Number)				序號	種別	冊別	收費年月 (Year/Month)	轉帳日期 (Payment Date)	應繳總金額 (Total Amount Due)
大區	中區	戶號	檢						
T	03	016325	5	I	A	B09	107年02月	107/02/09	\$638.00
基本資料							項目	金額	
用水地址：							口徑/基本費	25/252	
水表號碼：C101056579							用水費：	185	
本期指針：1171							維護費：	0.00	
上期指針：1134							C 退還 B 追收：	/0	
舊表收回指針/新表底度：							電子帳單回饋金：	-3	
本期用水度數：37							舊欠水費：	0	
本期總表指針：2353							違約金：	0	
上期總表指針：2073							水費項目小計：	434	
本戶分攤總表度/戶數：0/戶數8							水源保育與回饋費：	19	
總用水度數：37							污水下水道使用費：	185	
用水計費期間：1061124/1070124							代繳費款小計：	204.00	
下次抄表/收費日期：1070328/1070403							應繳總金額(元)：	638.00	
代繳帳號(繳費管道)：02100008003*****							(本期金額：641元)		
機關(彙寄)編號：									



註：已由代繳機構或非臨櫃繳費管道完成繳費，請妥善保存。

## 討論

- 拿出你帶來的水費單看一看：
  - 家裡自來水由哪一家提供：\_\_\_\_\_
  - 這次使用總度數度。
  - 計算家中成員平均每人每天用水\_\_\_\_\_公升。(1 度水=1000 公升)
  - 1 度水費=\_\_\_\_\_元

2. 分析一年之中，用水量最高與最低是幾月？推論是何原因造成的？

3. 如果要提高水價，你同意嗎？

不同意，理由：

同意。假設個人收入五萬元，你個人願意每月付\_\_\_\_\_元的水費。

4. 查資料

(1) 每人每天平均生活用水量

國家	臺灣	世界					
公升							

(2) 自來水價

國家	臺灣						
每度水費							

## 節約用水

節約用水不僅是為因應缺水的問題，而且也為保護環境。節約用水可以減少開發新水庫，間接也保護環境。庭園灌溉如用水過多，所需的肥料也愈多，適度的灌溉不僅省水，而且也減少肥料滲入地下水，即使是在餐廳多要一杯沒喝的水，對環境也有間接的影響：供水必需消耗電力，而發電必定產生一些污染，甚至洗杯用的清潔劑等，都對環境造成或多或少的衝擊。

節約用水的方法主要有三：

- (一)用水減量
- (二)雨水貯留利用
- (三)水回收再利用

影片：節水妙招 <https://www.youtube.com/watch?v=LbZyrfqWkWs>

## 討論

1. 請說明省水標章的涵義



2. 關於「節約用水」的方法，你會想到哪些創造或宣導來落實？

●用水減量：

●雨水利用：

●水回收再利用：

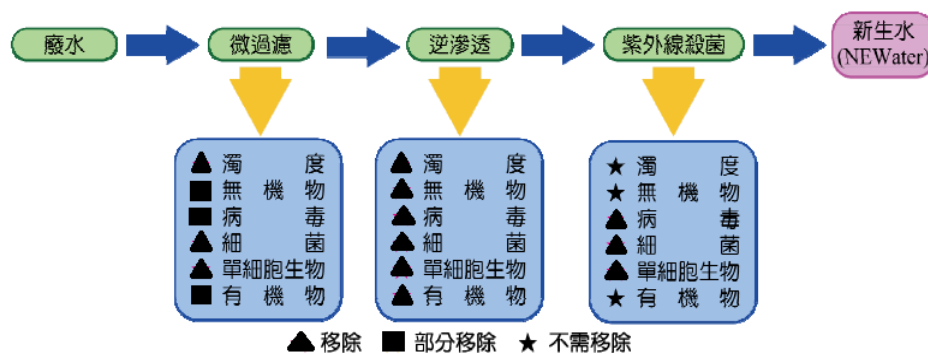
## 活動七：借鏡國外

### 新加坡新生水----有限資源中的無限循環

在一般人的眼裡，新加坡衣食無缺、發達安定；然而，豐衣足食的背後，蕞爾星國面臨了眾多島國所陷入的窘境，即資源短缺。四面環海的新加坡，天然資源十分有限，許多物資必須仰賴進口。尤其是水，一度還是它的切身之痛。新加坡公用事業局的資料指出，星國地狹人稠，境內沒有巨大的湖泊和河川，每天卻有四百多萬人，消耗超過五百座奧林匹克標準游泳池的水。早於一九七〇年代，新加坡就嘗試回收舊水，無奈當時技術太貴；直至二〇〇二年，令人耳目一新的「新生水」終於研發成功。新生水是舊水回收後，先經汙水處理廠淨化，再輸至新生水廠，以先進的薄膜技術，通過高科技的「超微過濾」、「逆滲透」、「紫外線消毒」等三個階段，最後加入「平衡酸鹼值」的步驟，成為可重新利用的再生水。前兩個階段，靠著薄膜上密密麻麻比頭髮細一千倍、一萬倍的小洞，過濾掉廢水裡的病毒、細菌及礦物質，為新生水脫胎換骨的開始；後兩個程序，則為新生水的品質做加倍的把關。

#### 再生水資源的過程

新加坡目前所使用的四座新生水廠，這些新生水廠中水的來源為一般家用汙水及工業廢水，將這些廢水再變成新生水前需經由三個複雜的過程（圖 2）。



影片：新加坡尋找水資源/新加坡新生水 <https://www.youtube.com/watch?v=KqhFP5zJaxo>

### 討論

1. 新加坡水源比例如右表，為何預計在 2060 年新加坡政府只能提高新生水比例，而無法提高集水與淡水之比例？

	集水區集水	海水淡化	進口水	新生水
2010 年	20%	10%	40%	30%
2060 年	20%	10%	20%	50%

2. 臺灣與新加坡屬缺水國家，其缺水情況有何異同。

相同處：

相異處：

3. 有關水資源，如果你是學者，你會建議政府效法新加坡的何種作法？

## 以色列獨步全球滴灌技術 點滴不浪費

據傳聞，此技術的發明其實是個不經心的偶然。一位以色列水利工程師 Simcha Blass 在 1950 年偶然發現一棵不需要澆水也能存活的植物秘密，真相其實是因為地下水管破裂滲漏而養活了植物，因而觸發他打造滴灌技術的靈感，並於 1965 年以此技術創立以色列知名的農業灌溉設備公司 Netafim，並以其研發的滴灌系統、過濾系統、噴灌系統及創新電子農業科技而聞名全球。

滴灌技術運用的原理非常簡單，就是在植物根部土壤中埋設塑膠管，管線上布滿構造精細的出水孔，每個出水孔都安裝控制閥，以等量及等速的精準控制方式，直接對農作物根部周圍灌溉，對於水資源的利用效能超過 90%，並比傳統灌溉省水 40%。此外，滴灌技術也能被運用於肥料及農藥的精準灌溉，不僅可節省許多無謂的成本耗費，並能大幅提高灌溉品質，農業產出值比傳統耕作方式多出好幾倍。

**影片：以色列獨步全球滴灌技術** <https://www.youtube.com/watch?v=ISeZYELFTiE>

### 討論

1. 滴灌技術為何會比傳統灌溉省水 40%？

2. 發展滴灌技術，需注意哪些？

**影片：以色列水科技行銷全球** <https://www.youtube.com/watch?v=MbVU6itQq5M>

### 討論

1. 以色列如何解決國家缺水的問題？

2. 以色列的水科技，其特點是什麼？

3. 你認為水科技對未來會有何影響？可幫助人類或是有很大的商機？

## 活動八：水足跡

### 何謂水足跡

水資源最核心的消費者是個人，個人在食衣住行育樂的日常生活中都與水脫離不了關係，因此將個人消費所有產品所需水量的總和稱之為「水足跡」。

因為水資源為糧食生產不可缺的要素，因此，水資源隱含在各種農產品中，當進行交易時，該農產品生產所耗費的水資源，又稱「虛擬水資源」

如下表

圖表二

日常生活用品	生產過程用水量
皮革材料(每公斤)	17,093公升
綿材料(每公斤)	9,982公升
A4白紙(每張)	10公升
0.5公升塑膠水樽(每個)	5公升
生菜(每磅)	107.5公升
甘筍(每磅)	88.5公升
番茄(每磅)	97公升
牛肉(每磅)	6,992公升
雞肉(每磅)	1,962公升
豬肉(每磅)	2,716公升

摘自綠色力量「沖沖五分鐘」網站[http://www.greenpower.org.hk/5min/chi/5mins\\_smartuse.shtml](http://www.greenpower.org.hk/5min/chi/5mins_smartuse.shtml)

影片：觸不到的水足跡 <https://www.youtube.com/watch?v=vArmgy0SZp8>

### 水計算器

<http://www.eqpf.org/WaterCalculator.aspx>

### 討論

1. 請說明食物和水資源有何關係？
2. 為何肉類食物的水足跡會比蔬果類高出很多？
3. 生活中許多地方都需要水，請排序下列物品的水足跡順序，覺得最耗費的水資源排在第一名，一個漢堡、一杯咖啡、一杯牛奶、一個雞蛋、一公斤牛肉的水足跡，並標注簡單的理由。
4. 如果你不想浪費水資源，如果你想要有效減少水足跡，你會有何做法？

## 探討水資源結論

1. 現代的全球水資源正面對那些問題？

**建議思考方向：**

- 水是天然資源，也是生存必需品，但可用的水資源是否無限？
- 全世界的水源分配如何？
- 何謂合乎安全使用的水？對公共衛生和健康又有何影響？

(1)

(2)

(3)

2. 根據上述資料以及個人所知，那些因素導致水資源面臨短缺？

**建議思考方向：**

- 發展中國家和已發展國家在水資源分配上有何不同？原因何在？
- 在社會發展中，甚麼領域需要大量用水？這些領域耗水量的比重如何？
- 人類的生活習慣，如何影響水資源的多寡？

(1)

(2)

(3)

3. 試舉出可以有效解決全球水資源短缺的方法。

(1)

(2)

(3)



## 活動九：策畫研究方案

從古代到現在，人的一生都離不開水源，我們需要乾淨水才能生存下去。經過課堂上老師的講解，以及小組合作完成資料的閱讀、整理，想必你們對全球的水資源有一定的瞭解，現在就請你們試著針對水資源提出一份研究方案或研究計畫。

老師小叮嚀：

1. 這是一件比較難的任務，如果有困難，請隨時跟老師討論。
2. 這是小組的工作，請整組組員一起通力合作完成學習單的內容。

### 水資源研究方案主題：

(如：研究台灣水資源之使用現況/臺灣缺水問題/廢水處理方法/調查臺灣自來水使用現況等…)

#### 一、研究動機：

二、研究目的(研究問題)：(如瞭解台灣水資源缺乏的問題，瞭解水資源的有效利用，如何增加水資源等…)

三、研究方法(設計)：(請詳列你的研究步驟/訪談、測量之對象或地點/儀器或材料)

#### 四、參考資料

#### 五、期望與效益