

水利署「水足跡概念推廣與先期研究」計畫
第二場宣導活動（台北）

水足跡：國際趨勢與基本概念

講師：周嫦娥

日期：民國100年4月29日





內容

- 由生態足跡到碳足跡與水足跡
- 水足跡概念
- 虛擬水量
- 國家水足跡
- 水足跡的國際發展趨勢
- 討論課題

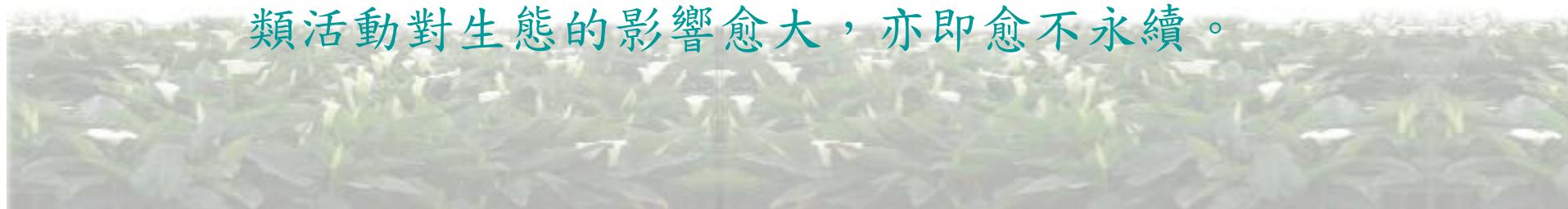




由生態足跡到碳足跡與水足跡

-生態足跡

- 環境負荷乃人類維持生存與發展必然產生的結果，環境負荷不超過環境涵容能力（carrying capacity）才是能否「永續發展」的關鍵。
- 生態足跡是衡量永續性的一種指標，以量化方式觀察人類對自然環境的依賴程度。
- 生態足跡的基本概念是將人類對自然環境的各種消費轉換成共通的土地與水域面積，生態足跡愈大表示人類活動對生態的影響愈大，亦即愈不永續。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

-生態足跡

- 生態足跡強調用以提供服務的土地之利用方式必須具有永續性，因此，生態足跡是針對人類需求所推算的抽象土地面積。
- 生態足跡基本計算概念為：滿足特定產品或服務的生態足跡，等於該產品或服務的消費量乘上生產一單位該產品所需之土地面積。
- 前述之「用地面積」並非「實際的使用面積」，而是一虛擬化的土地使用。以糧食用地為例，為滿足全人類糧食消耗，所有糧食生產均在永續方式下進行時，其所需用面積即為全球之糧食用地面積。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

-生態足跡

- 區域或國家之生態足跡係以區域（國家）內產品的消費量加上進口品數量，再扣除出口品數量後之境內淨消費計算。
- 生態足跡概念簡單易懂，同時能具體呈現環境負荷與環境涵容能力的差距，此觀念提出後廣泛被應用外，更衍生出如「碳足跡」與「水足跡」等概念相似的指標。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

- 碳足跡

- 碳足跡大多是指計算一產品、生產活動或社會活動排放的溫室氣體之二氧化碳當量。
- 雖然碳足跡的概念是衍生自生態足跡中有關能源消耗需求之計算，但當前使用此一名詞時所指涉的概念已與原本生態足跡的概念有所不同。
- 與二氧化碳有關的生態足跡是推算以永續方式吸納碳排放（例如，森林）所需用地面積。換言之，計算生態足跡中之碳排放，需進一步考慮如何以永續方式將碳排放加以處理，並以永續利用土地面積作為計算單位。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

- 碳足跡

- 碳足跡有別於過去常用的溫室氣體排放量，企業及產業溫室氣體排放通常指製造部分相關的排放量。
- 碳足跡則是從消費者端出發，包含產品原物料的開採與處理、產品本身的製造與組裝，一直到產品使用、產品廢棄或回收時之整個生命週期所產生的溫室氣體排放量。
- 碳足跡可分成「個人碳足跡」、「產品碳足跡」、「企業碳足跡」、「國家/城市碳足跡」等。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

- 碳足跡

- 個人碳足跡：針對個人日常生活中的食、衣、住、行所導致的碳排放量。
- 產品碳足跡：計算單一產品（或服務）在其生命週期中的二氧化碳排放總量，包括從原物料、生產、配送、消費者使用、至廢棄或回收階段，因燃料使用及製程所導致的溫室氣體排放總量。
- 企業碳足跡：包括企業生產性和非生產性活動的碳排放量。
- 國家或城市的碳足跡：國家總體物質與能源耗用所產生的排放量，但須考慮「進口」與「出口」所造成排放量之差異。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

- 碳足跡

- 由於溫室氣體造成的氣候變遷問題日益嚴重，各國對於溫室氣體排放的管制強度提高甚多，其中產品和服務的碳足跡揭露已成為全球一致的共識。
- 國際知名企業，如惠普（HP）、戴爾（Dell）、特易購（TESCO）、家樂福（Carrefour）、寶橋（P&G）等大廠已開始對其供應商進行相關要求。
- 產品碳足跡標示近年來在國際間蓬勃發展，包括寶鹼、聯合利華、特易購、雀巢等全球500大企業，自2007年起聯合籌組「供應鏈領導聯盟」，向旗下供應商施壓，要求公布碳排放資料。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

- 碳足跡

- 由於國際間規範商品碳足跡計算的ISO 14067要到2011年才會定案，鑒於許多國家已陸續進行自願性的產品碳足跡標示，環保署已開始推動我國產品碳標籤制度。
- 目前推動我國碳足跡制度的政府單位主要為環保署、永續會、能源局及工業局。
- 目前產品碳足跡計畫的執行分成二階段。第一階段由於產品碳足跡標準及相關規範（如產品類別規則PCR、計算標準或指引、公用係數及計算資料庫等）尚未建立，乃鼓勵廠商自發性進行產品碳排放盤查及揭露，並研擬我國產品碳足跡計算指引及相關規範。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

- 碳足跡

- 俟國際間產品碳足跡計算與標示制度有統一規範，且民眾及企業普遍充分了解其涵義後，第二階段將規劃對於低於特定碳排放量或承諾減量之產品優先納入政府機關採購範圍，以達到實質溫室氣體減量並形成綠色供應鏈。
- 由於ISO研擬中的產品碳足跡計算標準ISO 14067尚未完成，環保署為使企業計算產品碳足跡有所依據，乃參考英國PAS 2050與ISO 14067草案，研擬「產品與服務碳足跡計算指引」，在2010年2月12日正式公告實施，俟ISO 14067正式公布後，則會根據其內容修訂前述指引。





由生態足跡到碳足跡與水足跡

- 水足跡

- 水足跡的概念與生態足跡和碳足跡的概念相似，是探討人類用水需求對環境的負荷。
- 水足跡是由John Anthony Allan教授在1990年代初期所提出的「虛擬水資源」概念衍生而來，嗣後由Arjen Y. Hoekstra教授提出此一名詞。





水足跡概念 - 定義

- 水足跡（water footprint）指消費者或生產者直接和間接淡水資源用水量。
- 產品水足跡（product water footprint）是指生產該產品之供應鏈的淡水資源使用量。





水足跡概念 - 定義

- 水資源包括藍水資源（blue water resources）和綠水資源（green water resources）。
- 藍水資源指地面水和地下水；綠水資源指蘊藏在土壤中的雨水。
- 水足跡包括藍水足跡（blue water footprint）、綠水足跡（green water footprint）和灰水足跡（gray water footprint）。





水足跡概念 - 定義

- 藍水足跡指產品供應鏈所耗用（consumption）的藍水資源量。
- 綠水足跡指產品所消耗的綠水水量。
- 灰水足跡指在現有水質標準下，吸收污染物所需的淡水水量，或將污水稀釋至符合周邊水質標準所需的淡水水量。





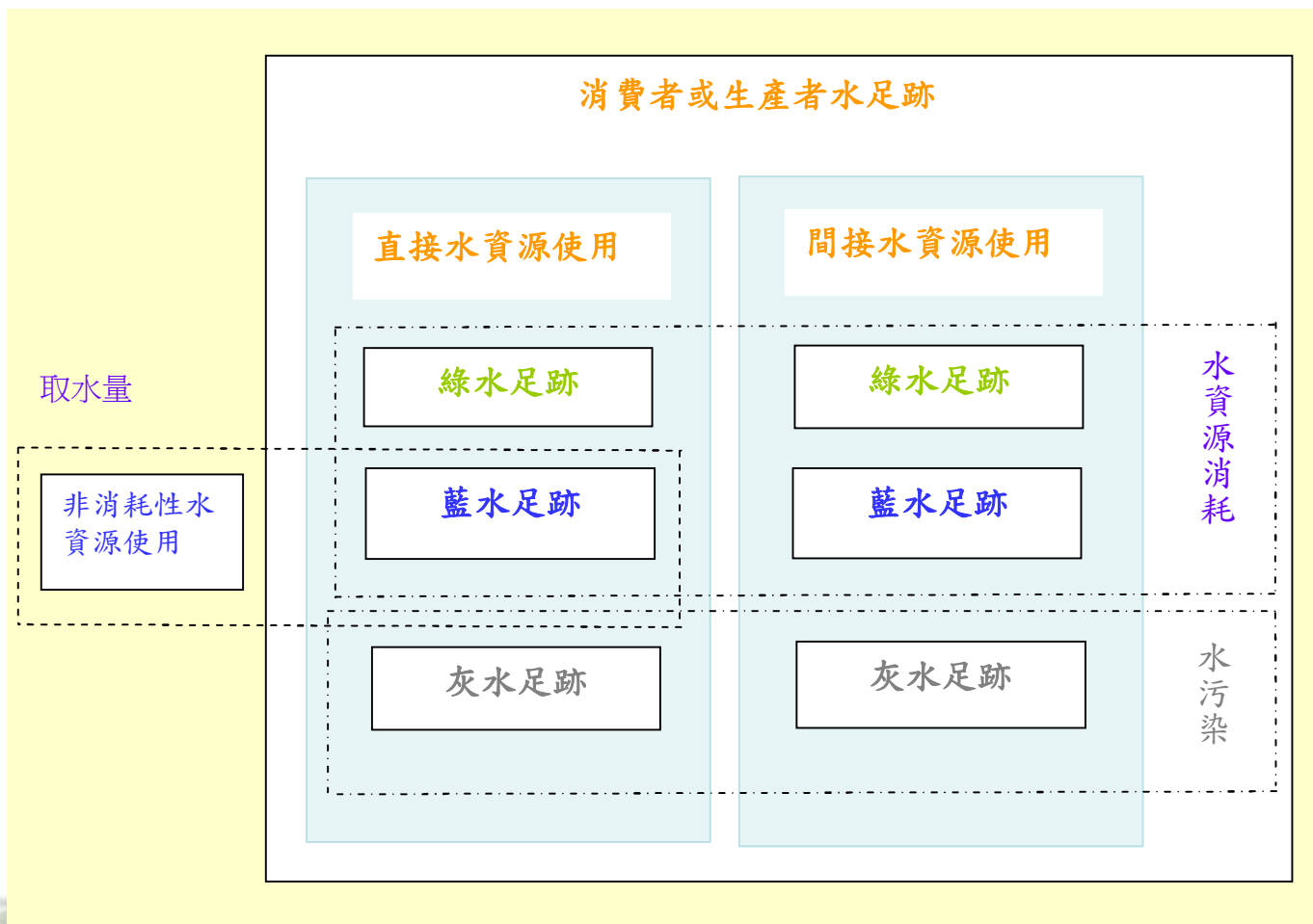
水足跡概念 - 定義

- 水足跡是由淡水資源使用和污染角度加以度量。
- 水足跡衡量的是用水量（water use）而不是傳統的取水量（water withdrawal）。
- 水足跡不僅包含直接用水也包括間接用水。





水足跡概念 - 定義



水足跡組成圖

(Water Footprint Manual, 2009)



水足跡概念 – 水足跡類別

■ 水足跡有下列類別：

- 製程水足跡（water footprint of a process step）
- 產品水足跡（water footprint of a product）
- 個別消費者水足跡（water footprint of a consumer）
- 社區水足跡（water footprint of a community）
- 企業水足跡（water footprint of a business）
- 國家或區域水足跡（water footprint of a nation/region）

■ 製程水足跡為所有水足跡帳的建構基礎。





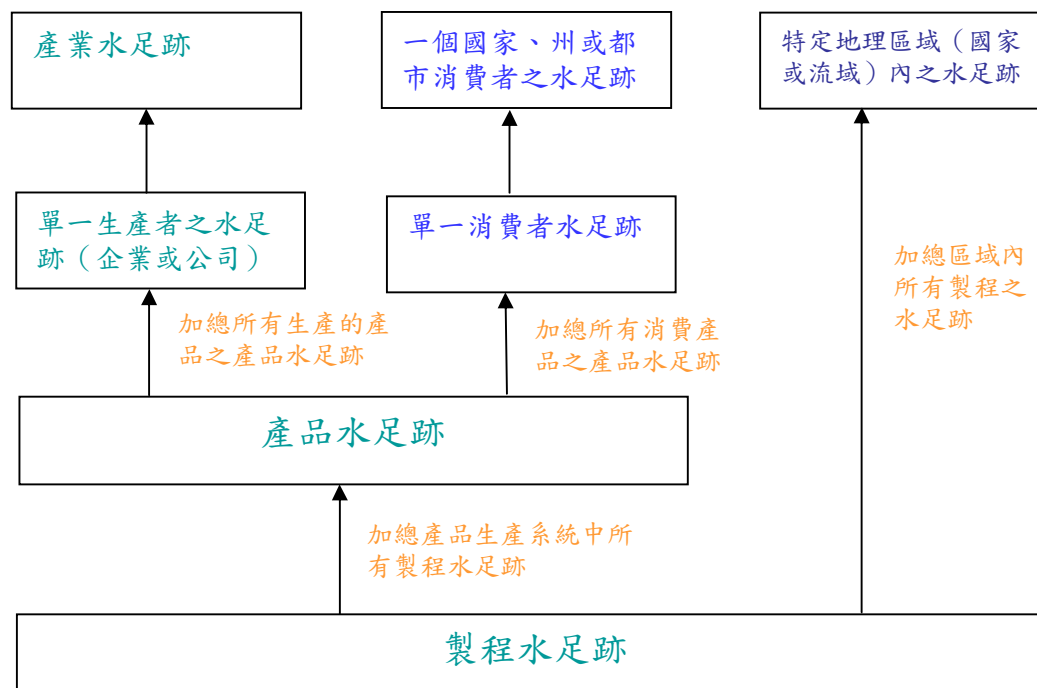
水足跡概念－水足跡類別

- 產品水足跡= 製造該產品所有流程階段的水足跡之總和（需考慮產品本身完整的製程與供應鏈）
- 個別消費者水足跡= 一消費者消費的所有產品水足跡之和
- 社區水足跡= 所有社區成員水足跡之和
- 企業水足跡= 企業所生產之最終產品水足跡之和
- 國家或區域水足跡= 所有發生於該地理區域所有製程的製程水足跡之和





水足跡概念- 水足跡類別



由製程水足跡建構其他各類水足跡之關係圖

(Water Footprint Manual, 2009)



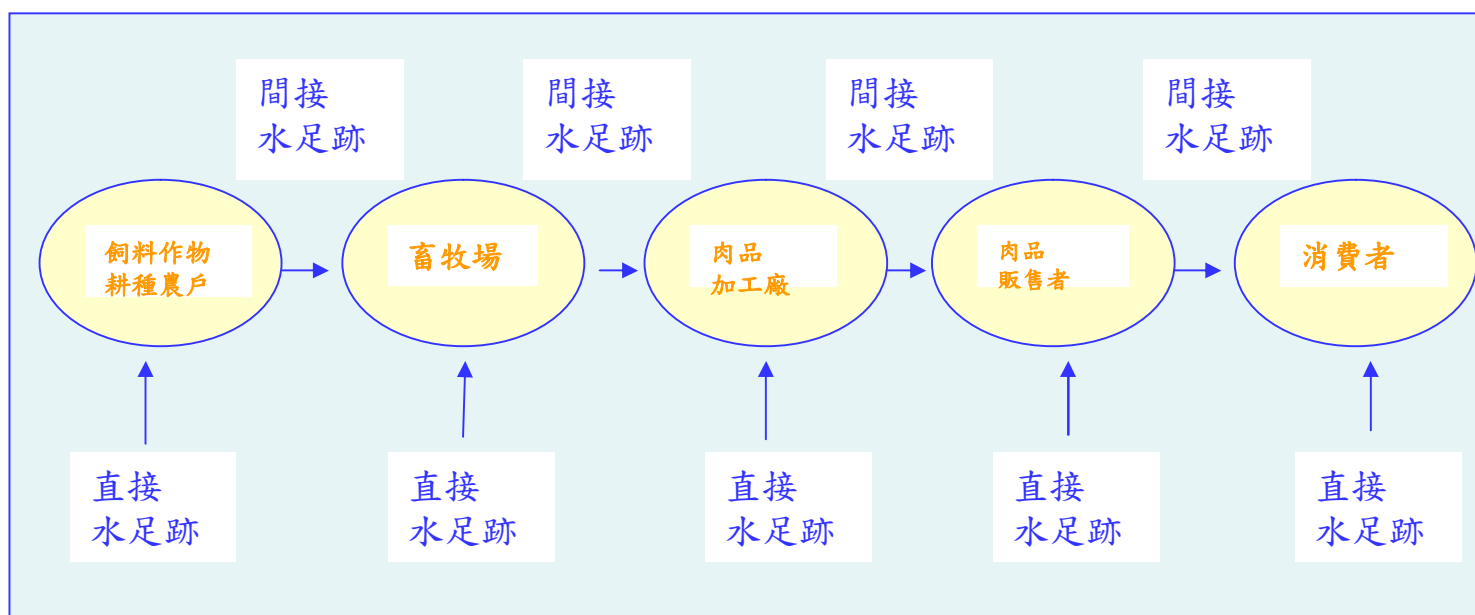
水足跡概念 - 直接和間接水足跡

- 消費者水足跡等於其直接和間接水足跡之和。
- 以畜產品為例，當消費畜產品時，消費者的直接水足跡為消費者處理和烹煮畜產品所耗用的水量和稀釋污染物的水量。
- 消費者間接水足跡則和肉品販售業者、處理和包裝肉品的肉品加工者、養養牲畜的畜牧業者、種植飼料作物的農戶等之水足跡有關。如再往前推，肉品販售業者的間接水足跡則和肉品加工業者、畜牧業者和農戶的直接水足跡有關，餘可類推。





(Water Footprint Manual, 2009)





水足跡概念 – 估算結果

■ Hoekstra and Chapagain (2008) 的研究顯示：

- 全球的水足跡是 74,500 億 m^3/yr , 平均每人水足跡為 1,240 m^3/y 。
- 世界綠水足跡為 53,300 億 m^3/yr , 藍水足跡為 21,200 億 m^3/yr .
- 所有綠水皆用在農產品生產。
- 農產品的綠水約佔 50%、工業產品的綠水約 34%、民生用水的綠水約 16%。





虛擬水量

- 產品的虛擬水內涵（ virtual water content ）指生產該產品的淡水使用量（生產區位定義）。
- 產品的虛擬水內涵也可定義為在消費地生產該產品所需的水量（消費區位定義）。
- 由於生產產品所使用的水通常不會成為產品的一部分，因此稱為虛擬水。





虛擬水量

- 國與國之間會透過商品的貿易而產生虛擬水的移轉，稱為虛擬水流量。
- 虛擬水出口是指出口產品所含的虛擬水量，亦是生產出口品所需之水量。
- 虛擬水進口是指進口產品所含的虛擬水量，亦是生產進口品所需之水量。





國家水足跡

- 傳統上有三種用水：民生取水量、農業取水量和工業取水量。一個國家需水量即是這三種取水量的和。
- 國家水足跡為生產一國民眾消費的商品和服務所使用的淡水水量。
- 國家水足跡有兩部分：內部水足跡和外部水足跡。





國家水足跡

- 內部水足跡是生產一個國居民所消費產品和服務所使用的國內水資源量。
- $\text{內部水足跡} = \text{國內水資源總使用量} - \text{出口到其他國家的虛擬水量}$





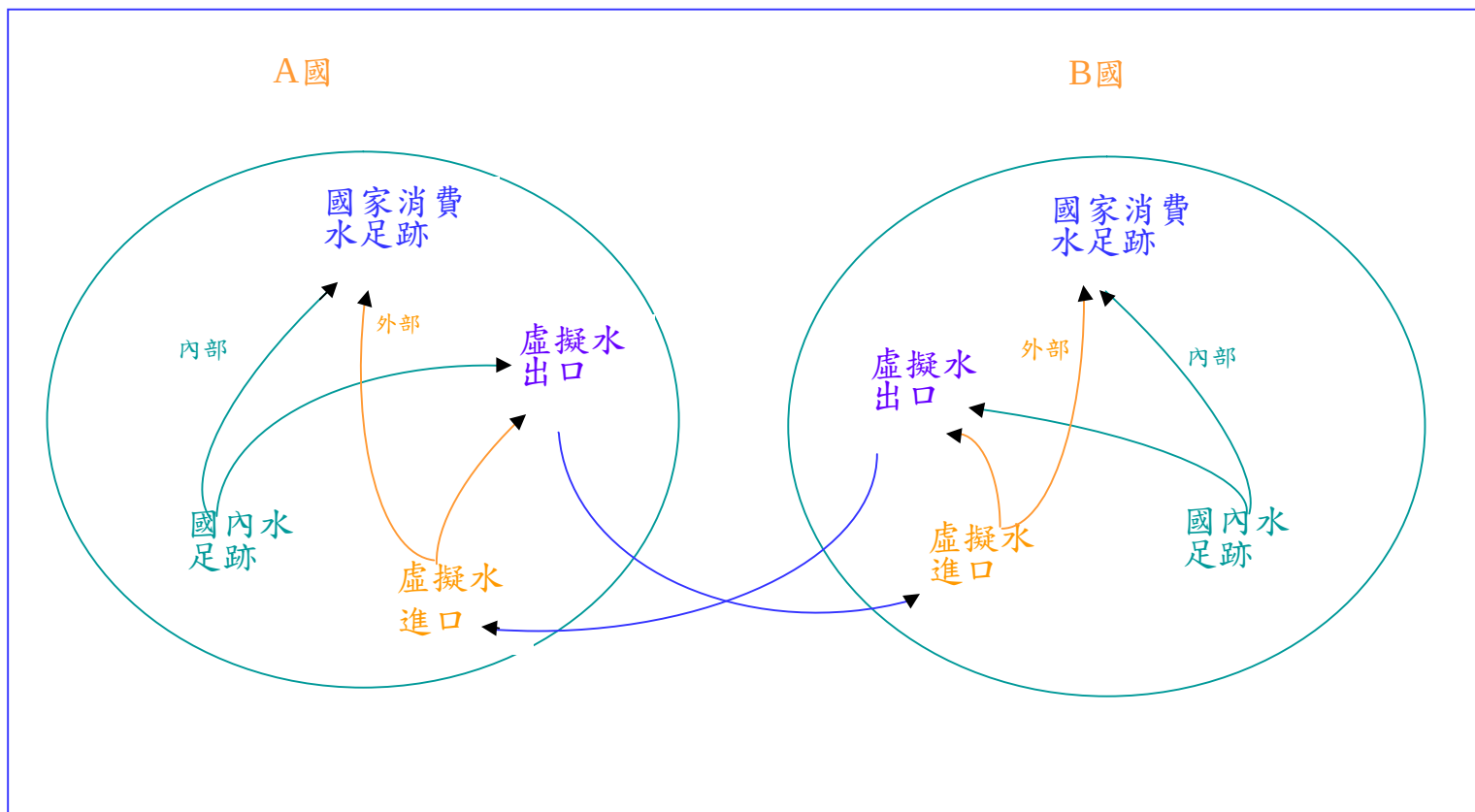
國家水足跡

- 外部水足跡 定義為在國外生產本國居民所消費的產品之外國水資源量。
- 外部水足跡 = 進口的虛擬水量 - 生產再出口產品的虛擬水量
- 國家水足跡 = 國內水資源總使用量 - 出口到其他國家的虛擬水量 + 進口到本國的虛擬水量





國家水足跡



資料來源：Water Footprint Manual 2009



水足跡國際發展趨勢

- 由於環境保護的需求愈來愈迫切，目前國際性大型企業多傾向要求上游供應商提出環境相關資訊。其中產品碳足跡的標示已成為各國的共識，各國無不針對產品碳足跡的估算進行資訊蒐集以及相關準備工作。
- 水資源將和能源一樣成為各界關切的議題，產品的水足跡也將和碳足跡一般成為重要的環境資訊揭露內容，國際上已有大企業同時要求供應商碳排放與水資源使用的資訊揭露。





水足跡國際發展趨勢

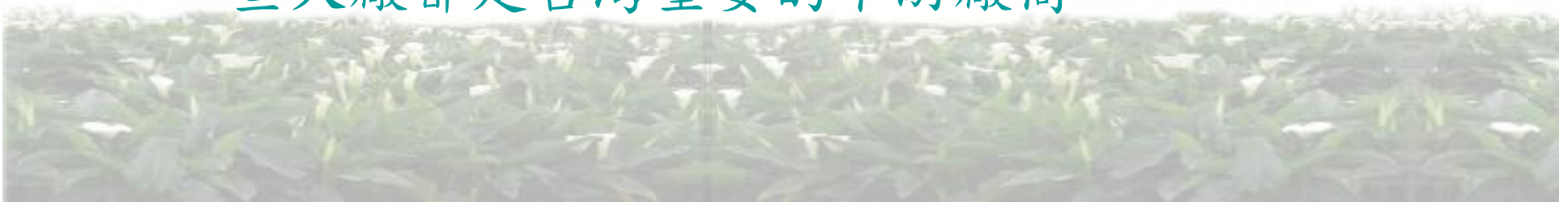
- 全球最大零售商Wal-Mart於2009年要求供應商計算水足跡，以做為改進物質效率（material efficiency）策略的參考指數。
- 碳揭露計畫（CDP）旨在讓全球企業估算並揭露其碳排放量，目前全球500大大型企業多已加入此一計畫。每年除出版全球500大企業的碳排放資訊外，CDP也開始將碳排放資訊揭露推展到相關供應鏈。





水足跡國際發展趨勢

- 雖然CDP旨在揭露碳排放資訊，但自2010年起，CDP要求用水密集產業中的全球300大企業必須提供其用水資料，除一般用水量資訊外，尚包括其自身營運與供應商之用水壓力。
- 目前已有40餘家大型企業加入CDP的供應鏈計畫，其中除了台灣宏碁之外，大部分皆是歐美大廠。而與台灣產業關係密切的Dell、HP、IBM與SONY等高科技企業也都參與其中，這些大廠都是台灣重要的下游廠商。





水足跡國際發展趨勢



可口可樂是全球最大的飲料公司，且屬於耗水產業，在2010年9月和自然資源保護協會（The Nature Conservancy）公布了一份該公司產品水足跡評估報告。水足跡分析結果如下：

- 0.5公升可樂的綠水足跡是15公升、藍水足跡是1公升、灰水足跡為12公升、可口可樂公司所使用的甜菜糖是來自於歐洲，歐洲地區平均甜菜糖的綠水足跡是375公升/公斤、藍水足跡是54公升/公斤、灰水足跡是128公升/公斤。
- 可口可樂公司使用的柳橙汁來自於美國佛州，柳橙汁的綠水足跡是386公升/公升、藍水足跡是154公升/公升、灰水足跡是100公升/公升。



可口可樂表示水足跡代表的是對水資源使用的影響，估算水足跡只是一個起步，它將協助提供水資源管理資訊，尤其是在何處生產，從何處取得原料，將是水足跡所能提供的重要決策資訊。





水足跡國際發展趨勢

- 聯合國全球協定推動的「總裁水資源指令」(The CEO Water Mandate) 之主要目的為協助私部門更瞭解其對水資源的影響，而採行更合適的水資源管理方式。
- 其報告「水資源揭露2.0」顯示，有些企業利用水足跡做為水資源管理的分析工具。以製造啤酒出名的 SABMiller 即以水足跡分析其在南非製造的產品，結果發現95-98%的水足跡是發生在農產品投入和包裝上，該公司在南非生產1公升啤酒需要155公升水資源。





水足跡國際發展趨勢

- 由於水足跡可表示消費和生產商品所需要的水資源量以及污染水資源的程度，且可提供水資源管理者用水時間和空間資訊，水足跡在此趨勢下已然成為一項重要的指標。
- 為推廣水足跡概念並落實在產品的估算，水足跡網絡（Water Footprint Network）於成立於2008年12月。WFN成員包括全球性的重要企業、民間社團、多邊組織和學界，主要宗旨為致力於水足跡的發展和應用，以邁向全球永續以及公平的水資源使用和管理。WFN主要目標是建立估算水足跡的全球性標準，藉此使企業以更透明方式減少水資源的使用。





水足跡國際發展趨勢

- 為提供各界水足跡評估的完整方法，WFN在2009年完成了「水足跡手冊」（Water Footprint Manual）做為指引。該手冊提供整套個別製程和產品水足跡的計算方法，同時也提供消費者、企業和國家不同層次水足跡計算方法。
- 由於水足跡衡量不管在學術界或實務界皆是持續發展中的議題，WFN將以一種滾動式的作法持續更新手冊內容。今年度完成更新的手冊版本為「水足跡評估手冊」（The Water Footprint Assessment Manual）>





討論課題

- 雨水利用是否是綠水？
- 水再生利用如何影響藍水、綠水和灰水足跡？
- 海淡水的使用是否是水足跡的一部分？
- 農業、工業或民生用水的節約，何者對水足跡的影響較大？
- 水資源使用和能源使用的相互關係。



敬請指教

周嫦娥

d09166@gmail.com

