

畜牧節能減碳與碳足跡

台灣動物科技研究所
張原志



HOME

盧貝松之搶救地球

<http://www.youtube.com/watch?v=jqxENMKaeCU&feature=related>

肉牛集中養殖場



An aerial photograph of a potato field, showing rows of plants in a grid pattern. The field is divided into sections by straight lines, likely furrows or paths. The plants are small and dark, contrasting with the lighter brown soil. A white rectangular box with red text is overlaid on the upper left portion of the image.

100公升水可生產1公斤馬鈴薯

4,000公升水可生產1公斤米



13,000公升水可生產1公斤牛肉



牲畜比汽車產生更多溫室氣體

聯合國糧食及農業組織 (FAO) 指出，牲畜產生的溫室氣體比汽車還要多，各國必須採取措施遏止這種趨勢。

糧農組織在這份題為 **《牲畜的巨大陰影：環境問題與選擇》** (Livestock's Long Shadow-Environmental Issues and Options) 的報告中說，牲畜飼養業快速發展，牲畜產生的溫室氣體已經超過了汽車。如果用二氧化碳的釋放量衡量，牲畜比汽車排放多18%；如果用一氧化二氮衡量，則人類活動（包括飼養牲畜）釋放的一氧化二氮65%來自牲畜、一氧化二氮的「全球變暖潛勢」（Global Warming Potential）則是二氧化碳的296倍。

此外，人類活動產生的甲烷，37%來自反芻牲畜的消化道，甲烷的溫室效應是二氧化碳的23倍；人類活動產生的氨有64%來自牲畜，氨是導致酸雨的重要原因之一。

牲畜不僅產生溫室氣體效應，而且與森林爭地，目前地球土地面積30%都被牲畜飼養業佔用；全球可耕地中，33%被用於種植牲畜飼料作物。牲畜飼養業還導致了土地和水質的品質退化。

糧農組織正尋求解決問題的辦法，目前的方案包括：改進飼料從而減少甲烷、建立生物工廠加強對牲畜糞便的迴圈利用、提高牲畜飼養和飼料種植的效率、加強牧場合理化管理、利用定價和徵稅調節畜牧業、加強植樹造林、加強土地和水資源管理等。



氣候變遷與肉乳消費

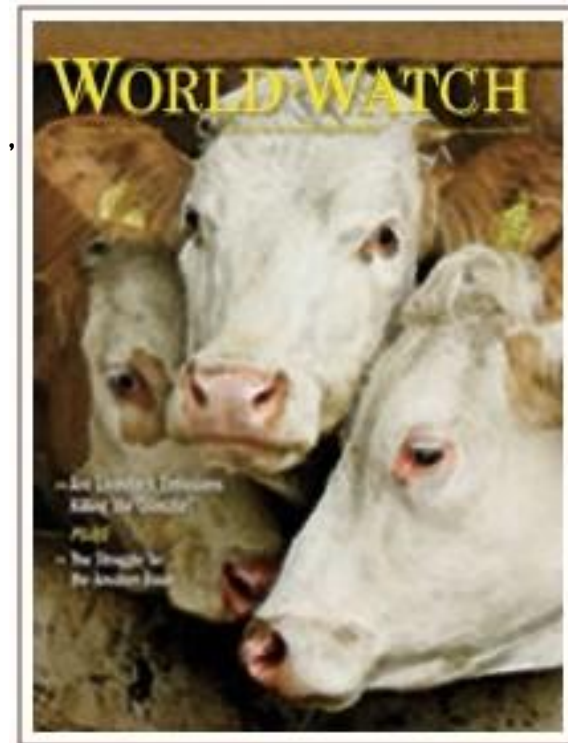
看守世界研究中心(Worldwatch)最新出版(2009年11) 一篇權威性研究報告, 其作者Goodland 與 Anhang先生指出, 超過51%的溫室氣體排放來自畜牧業。

???

《畜牧業的長遠陰影》(聯合國糧農組織於2006年出版) 依其估計, 畜牧業年溫室氣體(GHG)排放量佔全球年溫室氣體排放量的18%...不過, 依據最新一期的看守世界雙月刊中的〈畜牧業與氣候變遷〉一文之共同執筆Goodland與Anhang的研究, 畜牧業及其副產品每年實際排放的二氧化碳高達326億公噸, 佔全球溫室氣體排放量的51%!

來自畜牧業的主要溫室氣體來源為:

- (1)伐除雨林以生產飼料。(對策:減少雨林砍伐並積極植林)
- (2)糞便廢棄物所釋放的**甲烷**—甲烷的潛在暖化效應為二氧化碳的72倍。(對策:提升沼氣利用率)
- (3)肉乳產品的冷凍與全球運輸。(對策:減少進口肉乳產品)
- (4)動物的飼養、屠宰與加工。(亦應計算工業生產之排碳效應)

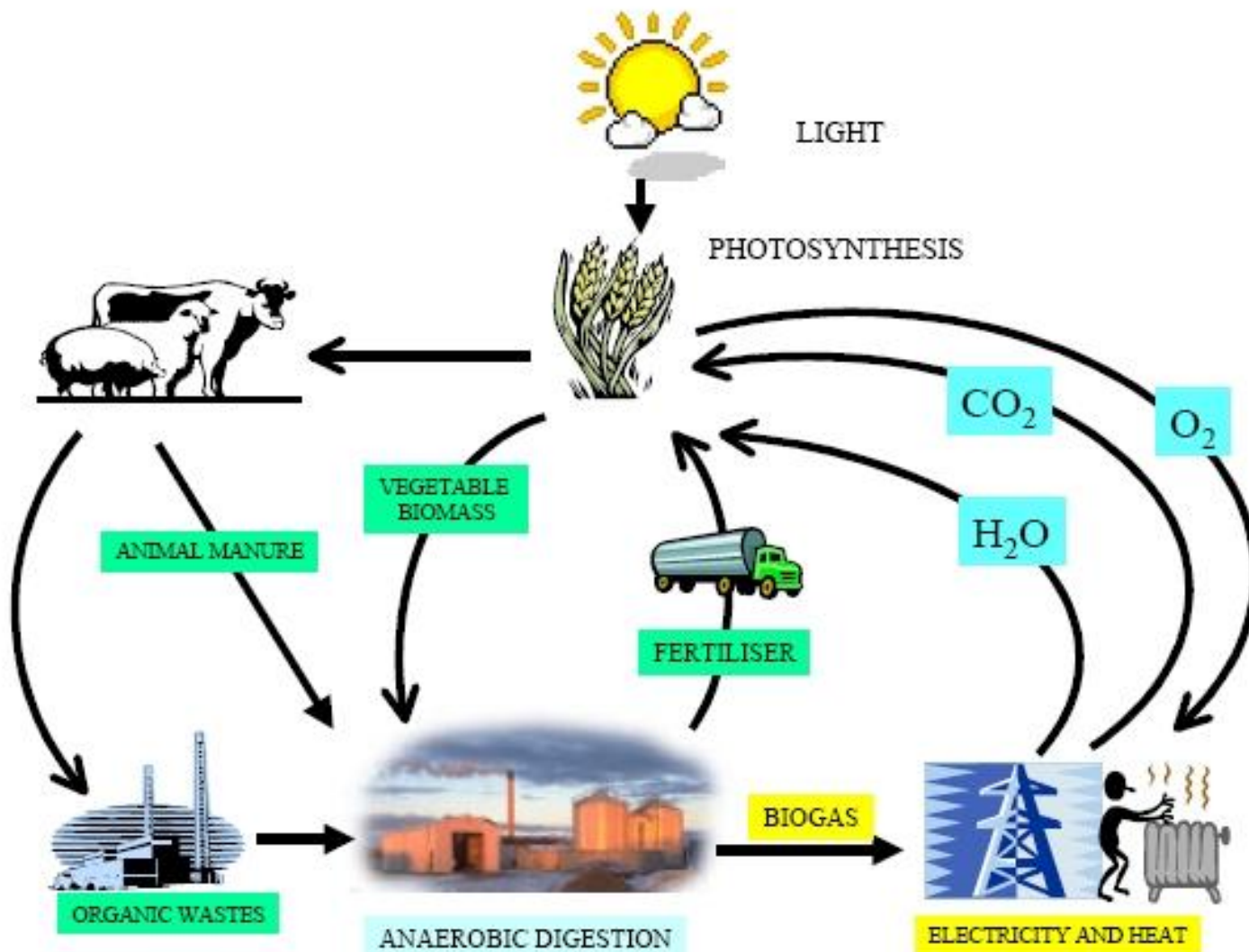


吃素救地球？！




Be Veg! Go Green!
Save The Planet

維持生態平衡



糧食安全 (Food Security)



Food Security

Access
Availability Utilisation
Stability

"Food Security exists when all people, at all times, have physical and economic access to sufficient, safe and nutritious food to meet their dietary needs and food preferences for an active and healthy life."
(FAO World Food Summit 1996)

Food Security




The Four Dimensions:

1. The **availability** of food
2. **Access** to food
3. The safe and healthy **utilisation** of food
4. The **stability** of food availability, access and utilisation

The fundamental goal of food security is the improvement of the human condition. At the national level, food security means having sufficient food to meet the food needs of all citizens. Household food security is the application of this concept at the family level. At the individual level, food security relates closely to nutritional status and, consequently, anything that threatens adequate nutrition.

The FAO Project 'Promoting CARICOM/CARIFORUM Food Security' addresses Food Security at the regional and national levels by:

1. Demonstrating and promoting production enhancing technologies in food production
2. Generating information on food security to inform and facilitate policy decision making
3. Building capacity across the Caribbean region in the analysis of trade policy, food security and vulnerability and other policies relevant to food security



<http://gurumia.com/wp-content/uploads/2010/05/Food-Security-Bangladesh.gif>



<http://esfa.keewebuilder.com/content/visual.php?id=2&idelement=79&nomchamps=filinkimage&subimg=keewe>



<http://gurumia.com/wp-content/uploads/2010/07/Food-security.jpg>

畜牧相關產業所排放溫室氣體的分類項目

	每年溫室氣體排放量 (百萬公噸二氧化碳當量/年)	全球總量的百分比
1.糧農組織(FAO)估算	7,516	11.8%
2.被忽略的估計數據：(Goodland and Anhang, 2009)		
(1)牲畜呼吸所排出的二氧化碳	8,769(忽略碳循環)	13.7%
(2)被忽略的土地開墾代價	≥2,672	≥4.2%
(3)被低估的甲烷化效應	5,047(加強沼氣利用)	7.9%
(4)其他未計入的項目	≥5,560	≥8.7%
(將2002年的全球畜牧業的產量， 修正為2009年的產量，增加幅 度為12%)		
小計	≥22,048	≥34.5%
3.被錯誤歸類的項目	≥3,000	≥4.7%
畜牧業的溫室氣體總排放量 (1+2+3)	≥32,564	≥51.0% (過度評估)

〈畜牧業與氣候變遷〉報告指出之「錯誤歸類的項目」

1. 阿根廷境內為放牧所砍伐的森林。
2. 糧農組織將「養殖漁業」視為畜牧業。(應歸入漁業非畜牧業)
3. 冷藏牲畜產品所用到的碳氟化合物(冷媒)。(亦應計算工業冷媒使用之排碳效應)
4. 豬流感等人畜共通的疾病，和動物產品所引起的其他疾病，例如心臟病和癌症，都會用到碳排量高的醫療資源。
5. 牲畜產品的處理。(亦應計算工業生產之排碳效應)
6. 皮革、羽毛和毛皮等副產品的生產、銷售和處理，加上其包裝作業。
7. 還有烹煮肉類所需的溫度，通常高於烹煮非肉類食品的溫度，烹煮的時間也較長。(亦應計算工業生產之排碳效應)

這些項目加起來至少相當於30億噸的二氧化碳當量，佔全球每年溫室氣體總排放量的4.7%。



國家節能減碳總目標

(一) 節能目標：

未來8年每年提高能源效率2%以上，使能源密集度於2015年較2005年下降20%以上；並藉由技術突破及配套措施，2025年下降50%以上。

(二) 減碳目標

全國二氧化碳排放減量，於2020年回到2005年排放量，於2025年回到2000年排放量。

能源密集度是測量1個國家能源使用效率，即每單位GDP所消耗的能源數量。高密集度意味著，將能源轉換成GDP的成本偏高，相對地，低密集度則是較低的成本。

能源環境稅 開徵首年汽油多8.96元

【2009.10.19 聯合報／記者賴昭穎、許玉君／台北報導】



賦改會研擬新版能源及環境稅，今天即將出爐！

溫室氣體稅額定為每公噸二氧化碳七百五十元，並建議全面開徵；未來加計能源稅後，開徵第一年，每公升汽柴油將課徵各八點九六元與六點一三元的能源與環境稅，且逐年增加。

綠能產業盼課徵能源稅 鼓勵台灣發展替代能源

2009.10.20 中央廣播電台(撰稿・編輯：劉靜瑀)



賦改會19日開會討論能源稅及環境稅，財政部次長張盛和會後表示，將優先推動能源稅與環境稅中的溫室氣體稅，預估最快明年立法，2011年推動。

沼氣成份

甲烷(Methane)	60~80%
二氧化碳(Carbon Dioxide)	16~38%
氮氣(Nitrogen Gas)	1~2%
氫氣(Hydrogen Gas)	1%
硫化氫(Hydrogen Sulfide)	0.2~0.5%
水氣(Moisture)	0.2%

減排溫室氣體 歐盟加入甲烷市場化伙伴計畫

歐盟執委會9月25日加入美國等20個國家共同減少溫室氣體甲烷排放的行列，共同研發甲烷收集再利用的方式，並推廣以甲烷為燃料源。

甲烷為天然氣的主要成分，佔所有人類活動所排放之溫室氣體總量的16%。作為溫室氣體的一種，甲烷把太陽熱能保留在地表的能力，是二氧化碳的20倍之譜；然而若能將垃圾掩埋場、煤礦場與動物養殖所產生的甲烷收集起來，甲烷便成為乾淨燃料。



澳計劃開展減少牛羊甲烷排放的研究

澳大利亞將啟動一項利用袋鼠消化道內的菌群，減少牛、羊甲烷排放的研究計劃。

甲烷是一種溫室氣體。澳大利亞昆士蘭州州政府基礎工業部長蒂姆·馬爾赫林當天發表聲明說，很多人沒有意識到，牛、羊排出了大量甲烷，對地球的氣候造成影響。在澳大利亞，牛、羊打嗝等行為排出的甲烷佔澳全國溫室氣體排放總量的14%。

馬爾赫林說，昆士蘭州將研究能否把袋鼠消化道內的菌群移植到牛、羊體內，利用該菌群產生甲烷量較少的特點，降低牛、羊的甲烷排放。昆士蘭州將為此撥款71萬美元，整個研究項目為期3年。

據專家介紹，袋鼠菌群之所以可能幫助降低牛、羊的甲烷排放，是因為把它們移植到牛、羊消化道內後，將會殺死牛、羊消化道內原先大量產生甲烷的細菌，並取而代之。

科學界一直存在牛、羊要為全球變暖負部分責任的觀點。有研究發現，牛、羊等動物打嗝、直腸排氣所排出的甲烷，佔全球甲烷排放量的約20%。



世界沼氣工廠之市場評估

- ✓未來所有能源混合將是具有可再生性與永續性，因此再生能源的生產與保存，將是下個20年成長最快速的能源市場領域。世界性能源市場量將由2007年的958億美金增加到2010年的1,244億元美金，並將在2015年達到1,981億美金(Helmut Kaiser University, 2008)。
- ✓預測未來世界沼氣工廠市場德國仍將站在領導地位，2015年起德國、中國、美國、印度及日本等國將大幅發展沼氣市場。中國將繼德國之後成為世界第二大沼氣工廠市場，美國也緊追在後。德國沼氣單元在2005年生產29億kWh的電力或約等於太陽能電池的3倍發電量。新電廠承諾將生質能源推展到一個新的水準，即使用所有標準化模組將可以生產2萬kWh電力，德國Nawaro公司之沼氣單元可以滿足一個小城市的電力需求(Herder, 2007)。

經濟部溫室氣體減量資訊網

積極推動再生能源，提高自主能源比例

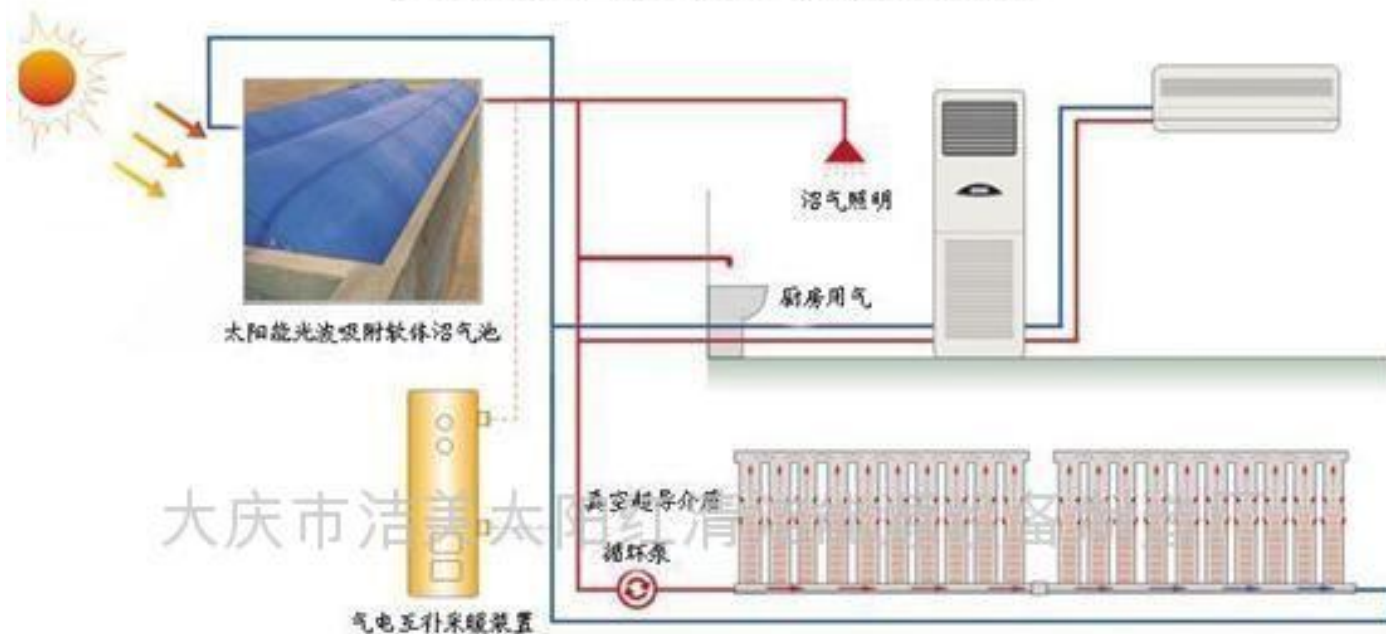
- 1. 風力發電：**目前國內風力發電累計裝置容量為37.66萬瓩（共198座機組），年發電量約10.17億度電，可供25萬4千戶家庭用電，能源貢獻度為25萬公秉油當量，可有效減少60.39萬公噸的二氧化碳。
- 2. 太陽光電：**目前國內包括陽光屋頂、陽光校園、偏遠離島緊急防災之累計設置系統達408件，裝置容量達4,291kW，年發電量達515萬度，約可減少3,280公噸二氧化碳排放。
- 3. 太陽能熱水器：**經濟部能源局補助安裝太陽能熱水器累積設置量已達178萬平方公尺，約43.3萬戶，普及率達5%，全年可節省530萬桶20公斤家用液化石油氣，減少35萬噸二氧化碳排放。
- 4. 生質燃料：**目前我國亦積極發展可替代化石燃料使用之生質柴油及生質酒精，自97年7月本島全面販售添加1%生質柴油之車用柴油，預計1年可減少3,850萬公升的化石柴油使用，相當於100萬桶的進口石油，並且可減少溫室氣體CO₂排放達12.6萬噸/年。

沼氣???

資料公佈日期2009/3/26



太阳能沼气池综合系统示意图



沼气单体炉具



沼气灯

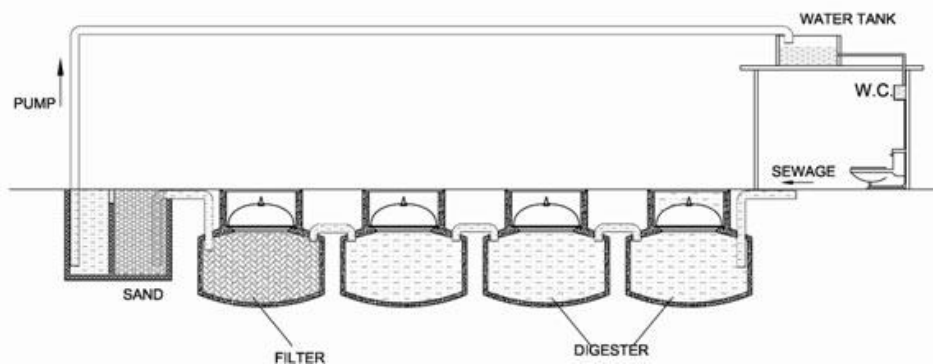
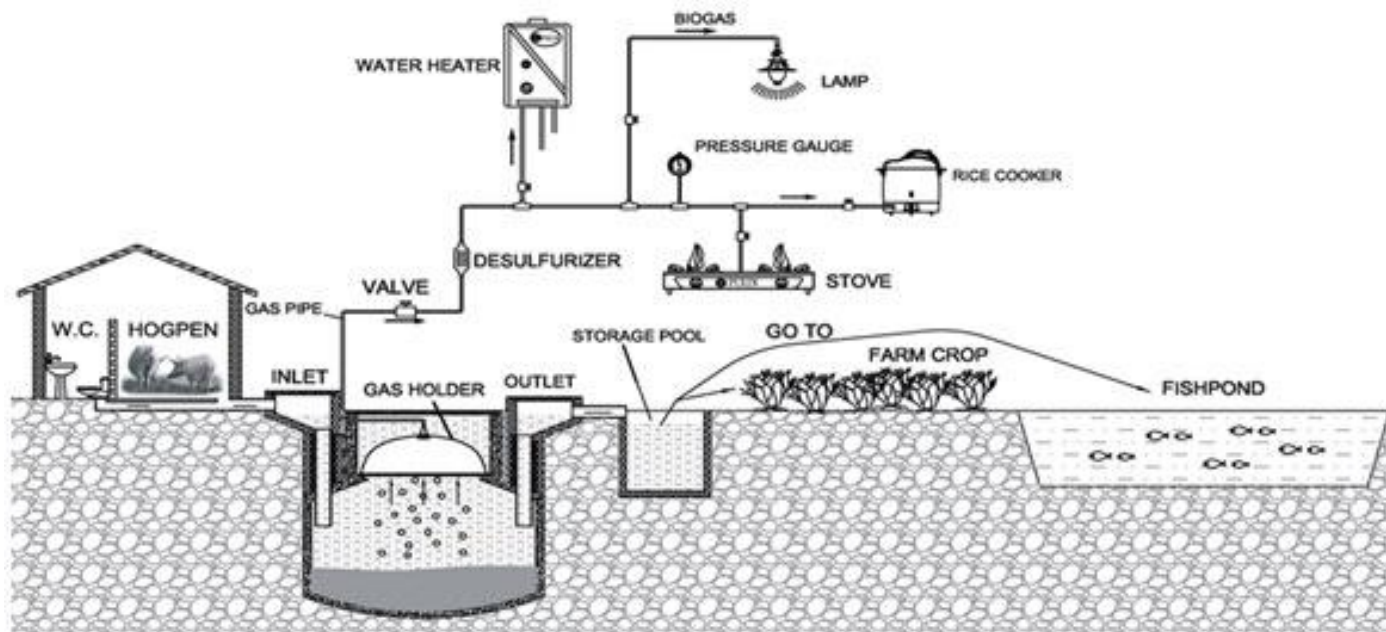


软体沼气池



Power 沼气热水器

人畜糞便之沼氣生產與利用整合系統



(資料來源：<http://www.puxinbiogas.com/en/index.asp?a=41>)

毕帝 BIDI™

国家重点推广新能源

毕生奉献·缔造人生

毕帝 BIDI™

国家重点推广新能源

毕生奉献·缔造人生

沼气取暖器



沼气电饭煲



沼气炉具



沼气生铁灶



沼气热水器



沼气泄露报警器



热水器脉冲



沼气安全阀



沼气压力表



沼气管夹



沼气管卡扣



沼气密封胶

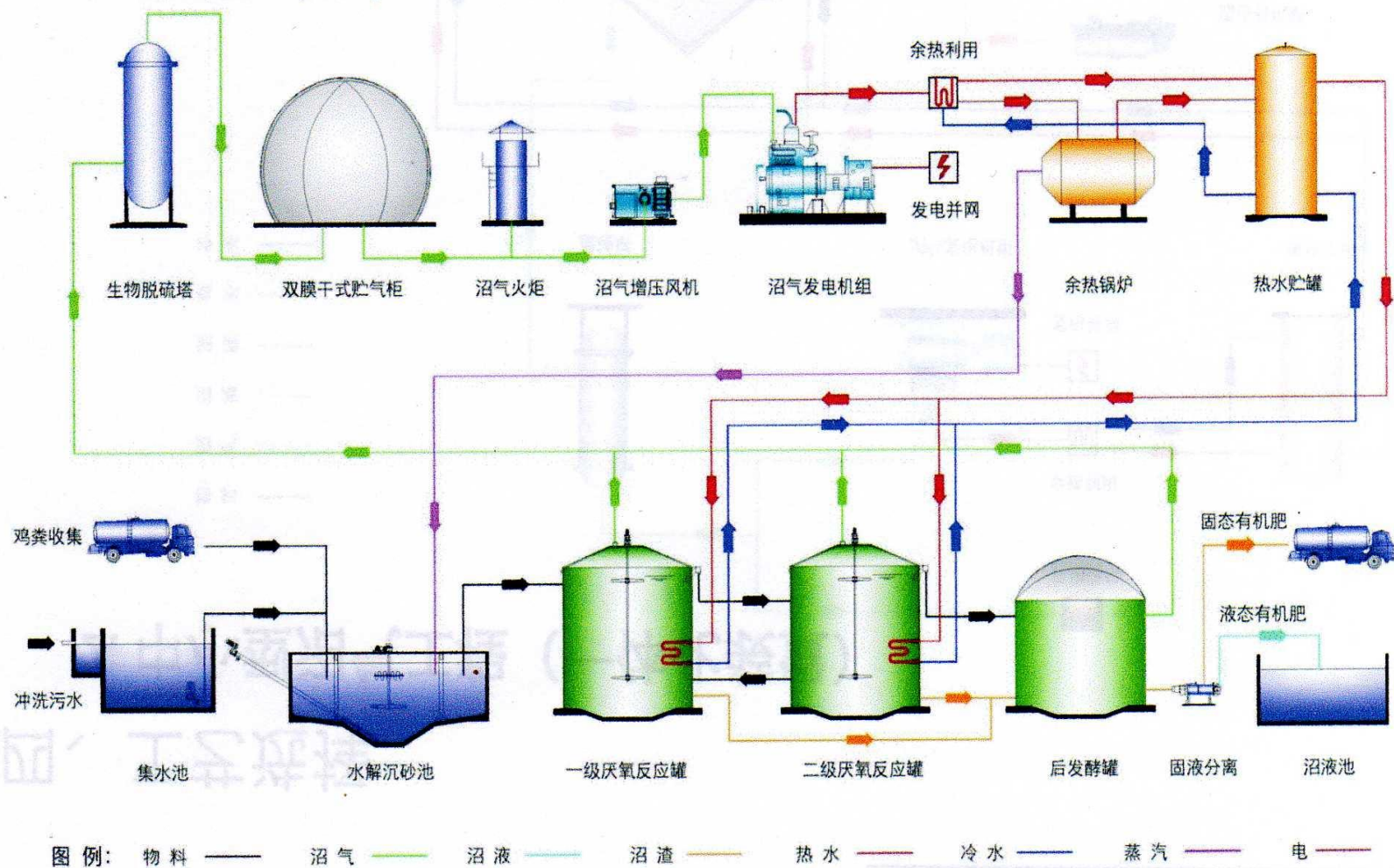
沼气脱硫料

沼气池催化剂

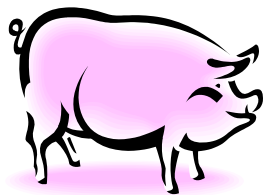
抽渣器



1. 大型沼气工程（分体式装置）



台灣早期畜牧場沼氣利用研究



沼氣利用技術(畜產試驗所)



圖 6-25. 沼氣剪草機



圖 6-20. 沼氣保溫燈

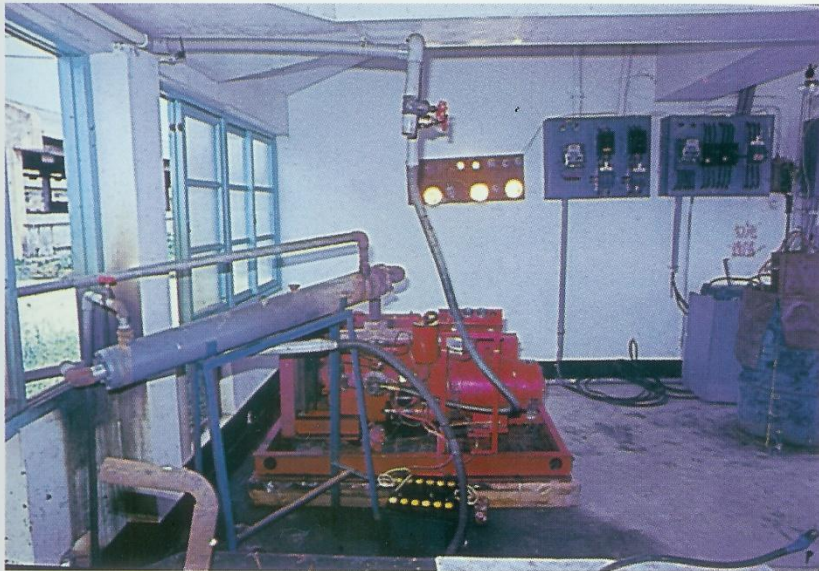


圖 6-19. 沼氣發電



圖 6-26. 沼氣抽水機

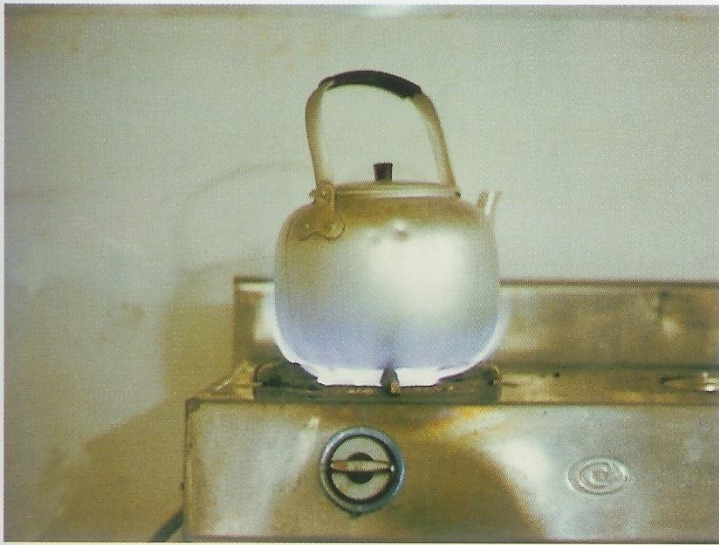


圖 6-21. 沼氣點火爐

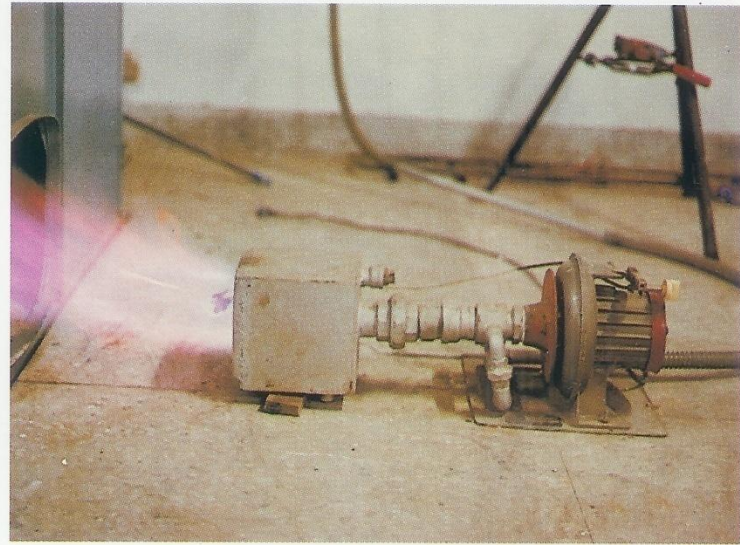


圖 6-22. 沼氣噴火器

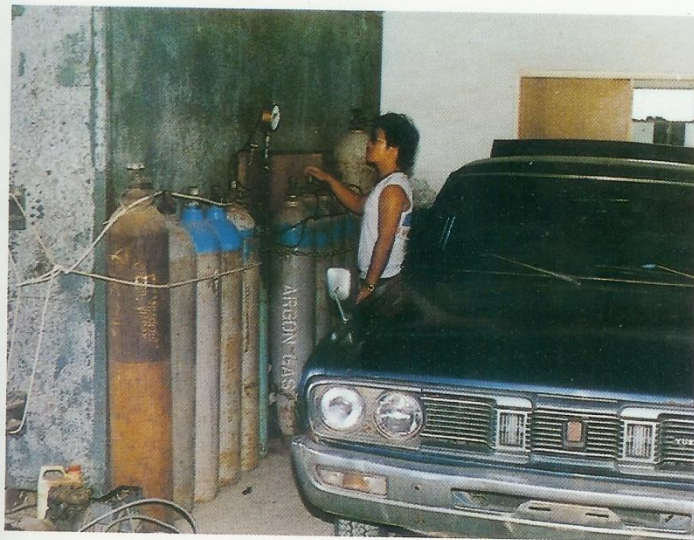


圖 6-29. 純化沼氣壓裝鋼瓶



圖 6-30. 沼氣車

(洪, 1991)



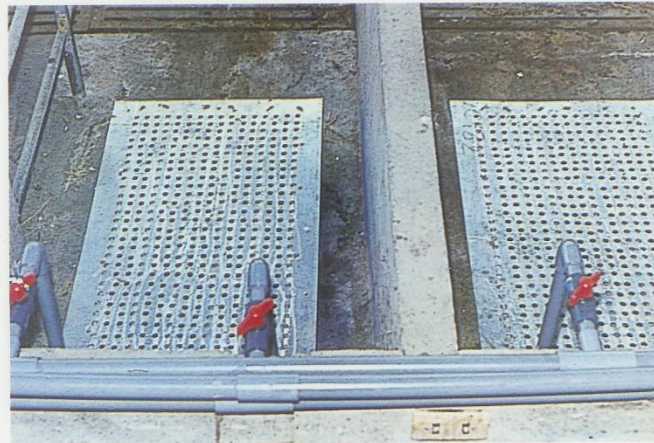
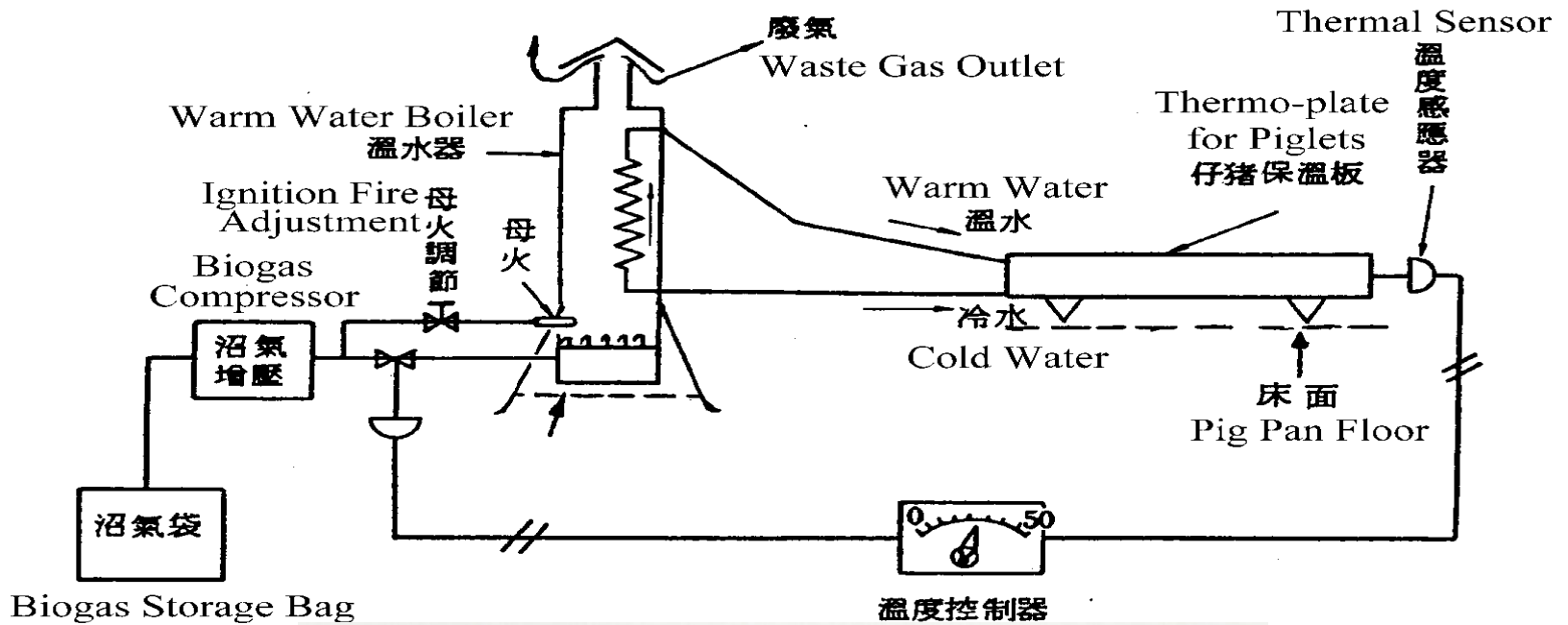


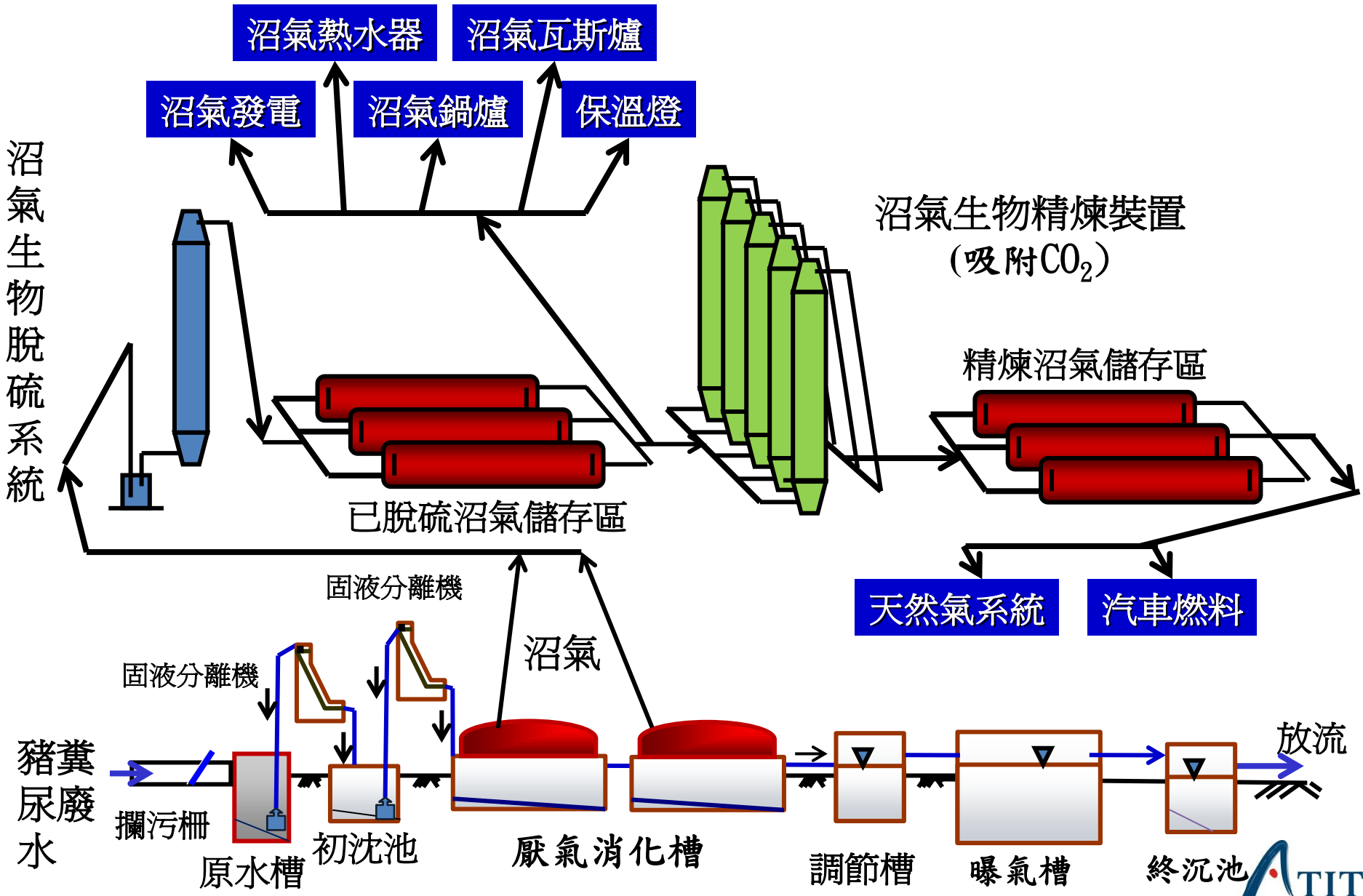
圖 6-27. 沼氣仔豬保溫板



圖 6-28. 螺旋藻水純化沼氣

使用沼氣鍋爐加熱之仔豬保溫板 (邱, 1991;洪1999)

沼氣生物脫硫系統



沼氣生產對於畜牧產業之影響

- ✓ 糞便經過厭氣消化後所剩餘之殘留物質(其污染量已經降低)即為沼渣與沼液，可以充當液體肥料直接施用於農地。
- ✓ 利用動物糞便可以同時獲得(1)沼氣發電及(2)液體肥料之雙重獲利，並同時(1)減少溫室氣體排放及(2)降低畜牧業生產成本。
- ✓ 同時使用動物糞便、污泥、農業(稻殼、稻草、鋸木屑等)與工業(食品廠有機廢棄物、污水處理廠污泥、廚餘等有機垃圾)之有機廢棄物進行共同消化(co-digestion)處理，更可以提升(1)沼氣生產之效率與(2)沼氣中所含甲烷(乾淨燃料)之濃度。

養豬場沼氣利用之『節能』效益

1. 以在養豬隻總頭數為6,145,950頭(10,539戶)，平均每天約可以產生614,595 m³沼氣；又以每0.7立方公尺沼氣經由**沼氣發電機**轉換可以生產1度電計算，則每天約可以生產887,993度電。使用2.4元/度費率計算，則每天約可以節省2,107,183元電費，可以直接且快速地降低養豬業之生產成本。
2. 依照2009年農委會統計資料顯示在養500~5,000頭以上之豬場(3,422戶)，總頭數5,315,995頭(佔86.5%)，則每天仍可以節省1,822,627元電費。

養豬場沼氣利用之「減碳」效益

1. 以在養頭數約為 6,145,950 頭，相當於每天614,595 m³/day 的沼氣量，換算為二氧化碳當量，則每年台灣養豬業所產生的減碳效應，預估約為 4.99 TgCO₂ e/年。
2. 畜牧場藉由沼氣利用(例如沼氣發電、沼氣鍋爐及沼氣熱水器等)並經過國際認證單位確證後，所獲得之碳信用額度，可以與工業界進行「**碳抵減**」活動，或在國際氣候市場(芝加哥氣候交易所、中國天津氣候交易所等)進行「**碳交易**」，以協助工業減碳。

碳足跡介紹

碳足跡是什麼



英國報紙拿碳足跡當頭版頭條。

碳足跡的定義

- 碳足跡carbon footprint 是指每個人、每個家庭或每家公司日常釋放的溫室氣體數量 (以二氧化碳即CO₂的影響為單位),用以衡量人類活動對環境的影響。

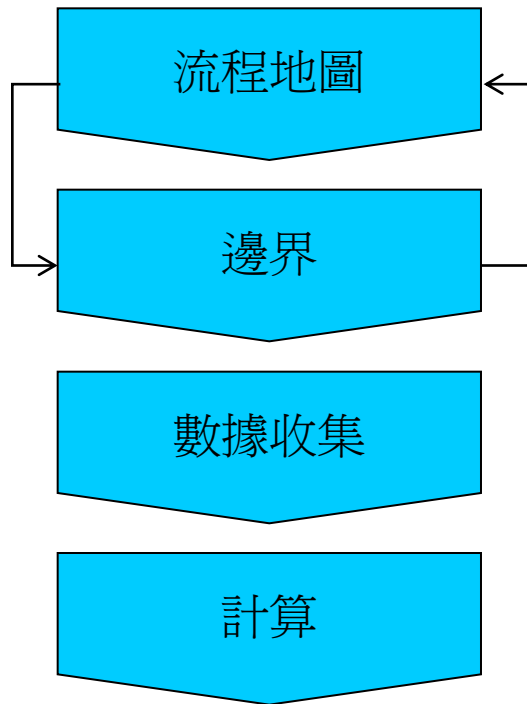
碳足跡(Carbon Footprint)可被定義為與一項勞動(Activity)以及產品的整個生命週期過程所直接與間接產生的二氧化碳排放量



國內生命週期評估技術之發展

- 自1994年起導入ISO 14040系列標準
- 經費來源為國科會、經濟部技術處、經濟部工業局、環保署等
- 執行單位主要為學術研究機構與工業技術研究院
- 研究實例包括工業用紙、機動車輛、洗衣粉、包裝容器、筆記型電腦、廢輪胎、染料等，研究項目與範圍逐年累積中。
- 生命週期盤查模式所需之共通性/公用資料庫尚未完整，評估工具亦不足

碳足跡計算



- 建立產品生命週期製程地圖，包含原物料至廢棄物處理過程中所有原料、能源、廢棄物之投入產出
- 界定系統界線
- 蒐集產量、活動數據並進行分配
- 產品碳足跡計算

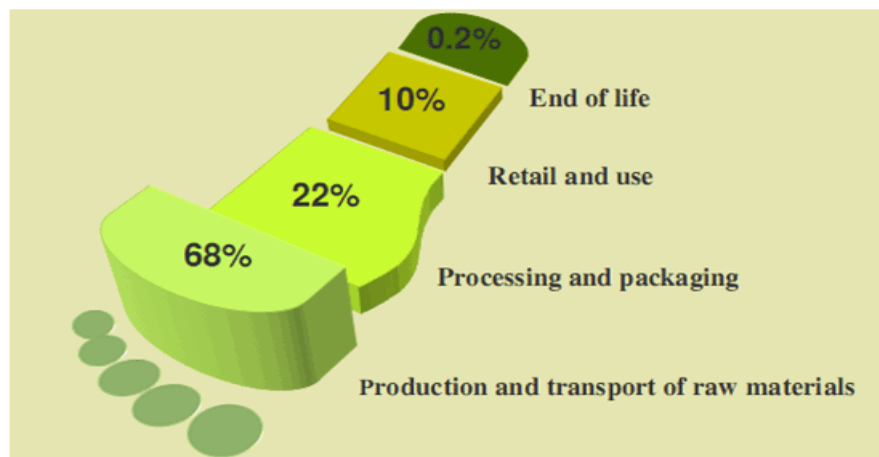
碳足跡計算

產品生命週期碳排放，首要劃分明確之系統邊界(System boundaries)，以茶飲料為例，其銷售模式為企業到消費者 (Business to Customer, B2C)，系統邊界就必須包含**原料、製造、配送與銷售、使用以及廢棄與回收**五階段。



碳足跡計算

利用生命週期評估(Life Cycle Assessment, LCA) 建立國內豬隻生產之碳足跡，評估生產過程包括原料生產運輸、飼養、及廢水、廢棄物處理對於環境衝擊，加強生產流程與生產技術之改善，降低生產過程對於環境的衝擊，並作為未來建立畜產品碳足跡的參考資訊。



碳足跡計算

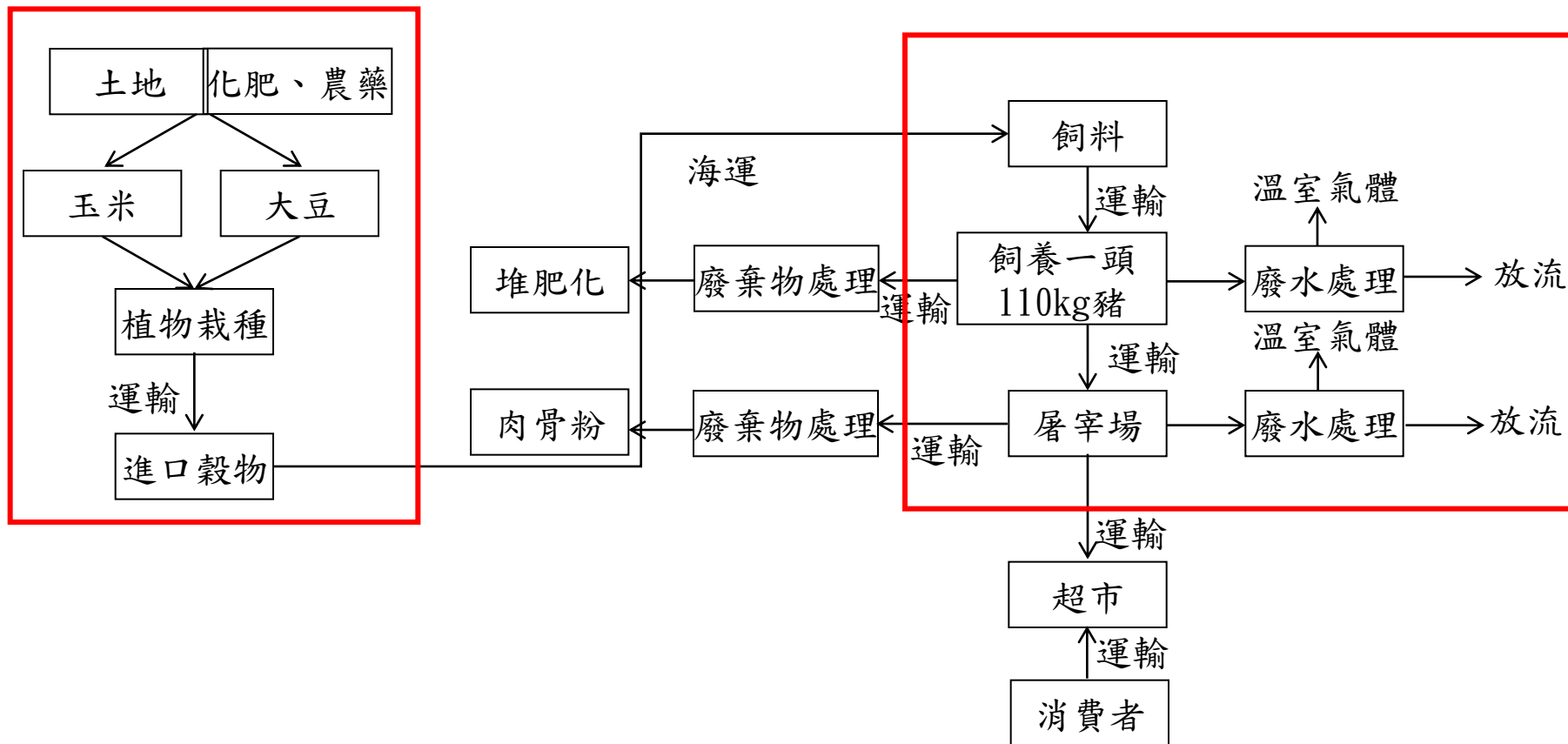
生命週期盤查分析（ Life Cycle Inventory Analysis ）則包括瞭解並收集需要的資料、相關計算程序，並量化整體生產系統的各類投入與產出。而投入產出則包含如能源的耗用，物料的使用，排放至空氣、水體及土地的污染等。

碳足跡計算

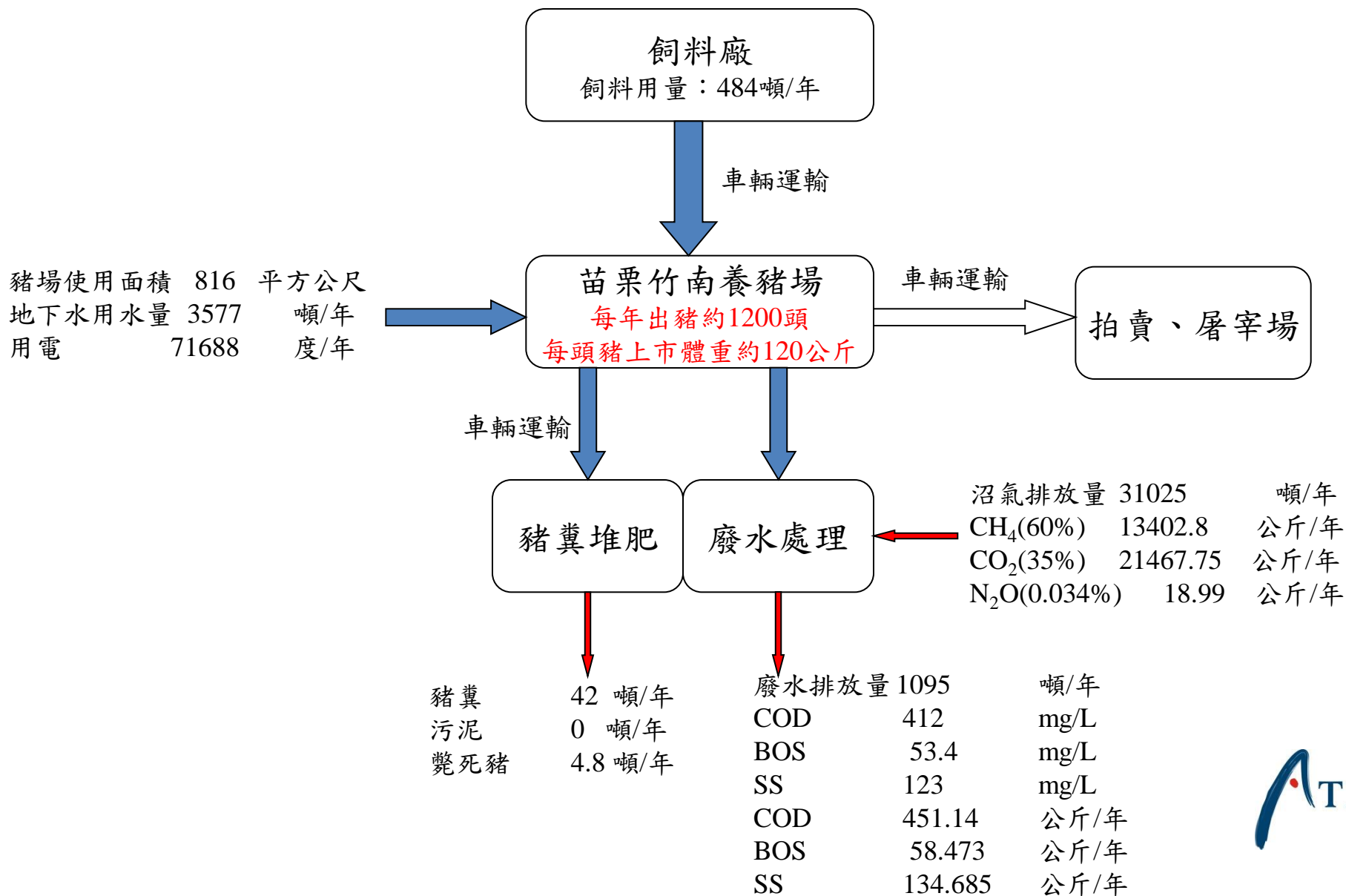
1. 盤查生產一頭110公斤肉豬，其研究的範疇包含在養豬場的飼養過程、養豬場廢棄物處置、玉米和大豆的生產過程、原料到飼料廠的運輸、飼料製造的過程、各種物資到養豬場的運輸以及豬隻至屠宰場門口的運輸，在各生命週期期間對各類環境衝擊效應評價後的指標及對環境所造成的影響。
2. 以從初生至達飼養110公斤的上市體重豬隻，以生產一公斤豬肉為基本功能單位，所有進入系統之原物料、電力或系統排出污染物質及廢棄物，均是以此一功能單位之負荷來加總及計算。



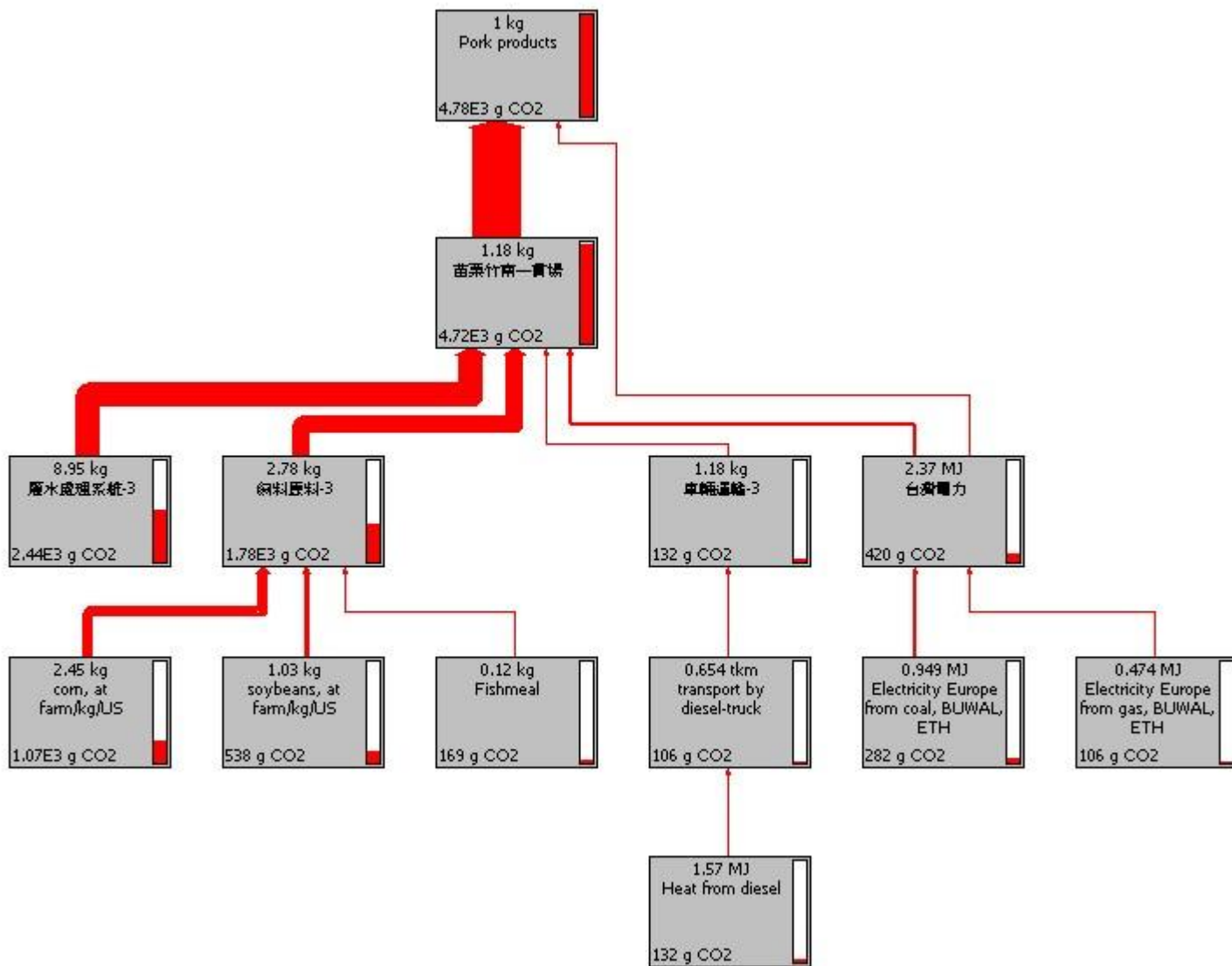
建立養豬流程地圖及確認邊界



建立流程圖及資料盤查



碳足跡計算



苗栗縣竹南一貫場生產一公斤豬肉所產生之二氧化碳排放量樹狀圖

- 經由生命週期的分析究結果顯示，在畜牧場碳足跡中對於碳排放貢獻優先順序為：
廢水處理 > 飼料原料 > 用電 > 運輸。
- 透過情境分析顯示，畜牧場的沼氣再利用、飼料來源及配方的改變及節約用水及用電對於碳排放減量有相當大的效益。

- 畜牧場的飼養規模大小，並不一定對於碳排放貢獻及其他環境衝擊影響有相關的關連。透過碳足跡的盤查，可瞭解到畜牧場本身對於碳排放的各部分貢獻，可利用管理或生產過程的變更，降低生產產品溫室氣體排放的減量。

丹麥政府已建立之生命週期資料庫


LCA Food Database

[Home](#) [Method](#) [Download](#) [Database structure](#) [Examples](#) [About](#) [Links](#) [Material](#) [In Danish](#)

Food products

- [Crops and crop based products](#)
- [Milk and milk based products](#)
- [Vegetables](#)
- [Meat](#)
- [Fish](#)
- [Packaging](#)

go to [processes](#)

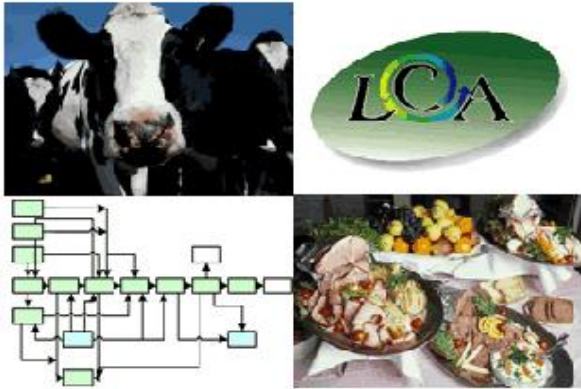


[LCAfood-conference](#)

Food consumption is one of the major driving forces behind environmental impact and resource consumption in Danish households¹⁾.

[Life Cycle Assessment](#) (LCA) is a tool for an aggregated description of emissions, waste and the resource use from soil to kitchen per unit of different food items.

The present site provides LCA data on basic food products produced and consumed in Denmark. The site covers processes from primary sectors such as agriculture and fishery through industrial foodprocessing to retail and cooking.



[The environmental impact of pork production from a life cycle perspective](#)
Ph.D. Thesis by Randi Lundshøj Dalgaard (april 2008)

[Danish pork production: An environmental assessment](#) (Randi Dalgaard, Niels Halberg &

各種食物生產1公斤所產生之碳足跡

食物	二氧化碳當量/公斤
牛肉	55.5
綿羊肉和羊毛	32.7
豬肉	3.5
米	0.74
雞肉	0.38
小麥	0.32

(Source: <http://www.portec.com.au/thepig/basics/carbon/carbonfootprint.htm>)



法國



德國



韓國



瑞士



美國



泰國



日本



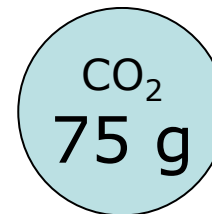
英國

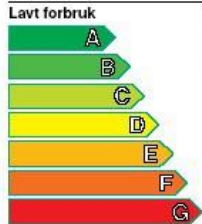

1 俄罗斯 2 印度 3 印度尼西亚 4 瑞士 5 奥地利 6 印度尼西亚 7 斯洛伐克 8 克罗地亚 9 柬埔寨 10 蒙古 11 越南 12 泰国 13 马来西亚 14 新加坡 15 印度尼西亚 16 菲律宾 17 泰国 18 马来西亚 19 新加坡 20 越南 21 印度尼西亚 22 菲律宾 23 泰国 24 马来西亚 25 新加坡

各式各樣之碳標章



Eco-Marchamo
2007-2008



Energi		Oppvask-maskin
Merke Modell		Logo ABC 123
Lavt forbruk 		B
Høyt forbruk Energiforbruk kWh/oppvask <small>(På grunnlag av resultater for normalprogram med lav vannforbruk)</small> Det faktiske energiforbruket avhenger av hvordan maskinen brukes		X.YZ
Vaskeevne A: høy G: lav		AB C DEFG
Tørkeevne A: høy G: lav		ABC D EF
Standardkverter		yz
Vannforbruk l / oppvask		xy
Lydnivå dB(A) (50cm)		xy
Produktbelysning inneholder ytterligere opplysninger		
<small>Europa Standard EN 50322 Direktiv 93/72/EEC om miljømerking av oppvaskmaskiner</small>		

IT

碳足跡標籤

碳足跡標籤(Carbon Footprint Label)，又稱**碳排放標籤(Carbon Emission Label)**，是一種用以顯示公司、生產製程、產品（含服務）及個人碳排放量之標示方式，其涵義是指一個產品從原料取得，經過工廠製造、配送銷售、消費者使用到最後廢棄回收等生命週期各階段所產生的溫室氣體，經過換算成**二氧化碳當量**的總和。

「台灣碳標籤」意涵說明



環保署於98年12月公開甄選出我國碳足跡標示的LOGO

畜牧業之努力方向



- ✓ 善用畜牧場生質能源
 - 降低生產成本
 - 協助降低溫室效應之影響
- ✓ 創造環保與產業發展雙營
- ✓ 畜牧產業永續經營

