



3.1.1 食物與能源

- 食物生產與能源
- 食物分類～天然食物（未加工食物）
 - 植物性食物：穀類、雜糧、蔬菜、果品等陸生植物性食物，以及藻類等水生植物性食物
 - 動物性食物：畜、禽、蛋、奶等陸生動物性食物，以及魚、蝦、貝、蟹等水生動物性食物
 - 礦物性食物：來源予非生物界的食物，如各種礦泉水、食鹽等

7

3.1.1 食物與能源

- 食物生產與能源
- 綠色食物
 - 是指遵循永續發展，按照特定生產方式生產，經專門機構認證，許可使用綠色食物標誌的無污染的安全、優質、營養類食品，分為A級和AA級
 - A級綠色食物准許使用化學合成食品添加劑，最大允許使用量一般為普通食品中最大使用量60%
 - AA級綠色食物不允許使用化學合成食品添加劑，只允許使用天然無毒的食品添加劑

8

3.1.1 食物與能源

- 食物生產與能源
- 有機食物
 - 是指真正無污染、純天然、高品質、高質量的健康食品
 - 有機食品在生產過程中，必須完全不使用任何人工合成的化肥、農藥和添加劑，並經有關認證組織檢測，確認為純天然、無污染、安全營養的食品

9

3.1.1 食物與能源

- 食物生產與能源
- 食物生產與能源～農業(糧食)生產與耗能
 - 農業機械：大量使用化石燃料（汽油和柴油），以利糧食作物的翻耕、栽種、培植及採收
 - 灌溉水泵：使用柴油、天然氣及燃煤電力
 - 肥料：如磷肥、鉀肥的原料開採、製造，國際間肥料運輸所採用的化石燃料，天然氣可用來合成氮肥

10

3.1.1 食物與能源

- 食物生產與能源
- 食物生產與能源～畜牧業生產與耗能
 - 畜牧業（肉品）生產需消耗大量能源，食物生產超過2/3的能源被用於生產及運輸動物飼料
 - 畜牧業佔用70%農地和全球地表30%的面積
 - 製造1 kg牛肉要產生的溫室氣體相當於排放36.4 kg的CO₂，釋出的複合肥料相當於340 g SO₂和59 g 磷酸鹽，消耗能源169 MJ

11

3.1.1 食物與能源

- 食物生產與能源
- 食物生產與能源～畜牧業生產與耗能
 - 畜牧業生產過程耗水，以生產1 kg重量計，玉米耗水900公升(l)、稻米耗水3000 l、雞肉耗水3900 l、豬肉耗水4900 l、牛肉耗水15500 l
 - 畜牧業排放全球64%的氮，是造成酸雨的主因
 - 畜牧業是土地和水源最大的污染源
 - 大部份的肉都會製造垃圾，如骨髓、脂肪、過期變質的產品等，造成垃圾處理費用增加

12

3.1.1 食物與能源

- 食物消費與能源
- 「食物耗損」和「食物浪費」
 - 食物耗損：發生於生產、採收、採收後處理和加工過程，開發中國家由於缺乏基礎設備、技術低落以及食物生產系統投資不足，造成食物耗損
 - 食物浪費：即通路商和消費者將完全可食用的食物丟進垃圾桶內，多發生在工業化國家。以歐洲和北美為例，每個消費者每年浪費的食物高達95 ~ 115 kg，相對南非洲、東亞及東南亞每年浪費的食物只有6 ~ 11 kg

13

3.1.1 食物與能源

- 食物消費與能源
- 食物消費與資源
 - 食物耗損和浪費問題涉及資源浪費行為
 - 強化農產品供應鏈及辦理直接銷售
 - 改變供應商「刺激消費」的行為
 - 改變消費者「購置過量食物」的行為與態度
 - 教導消費者「不必要的食物浪費是不被接受的」、人類可以應用的自然資源是非常有限的」等基本觀念

14

3.1.1 食物與能源

- 食物消費與能源
- 食物消費與能源
 - 食物生產與運輸消耗大量能源
 - 選擇低碳食物（選擇在地、當季及對於環境友善的食材），可減少食物里程，減少能源消耗
 - 選擇減少加工與包裝食物，可降低食品加工與包裝所耗損能源
 - 採用低碳烹調方式，減少能源消耗
 - 減少食物廢棄品，降低垃圾處理費用

15

3.1.2 原料、物品生產與能源

- 原料開採與能源
- 原料開採
 - 原料（原物料）定義：係指需充分改變此物品之形狀或性質，使其成為產品之零件或最後產品之物品
 - 原料開採：即對自然資源的開發與運用，如對森林、礦業、水、海洋等自然資源的開發與運用

16

3.1.2 原料、物品生產與能源

- 原料開採與能源
- 原料開採與環境
 - 原料開採過程，消耗自然資源，破壞環境生態
 - 開發森林資源，取得原木及造紙原料，破壞森林生態，造成地球暖化及氣候變遷
 - 開發水資源，造成河川改道及水源污染
 - 開發礦產，造成礦業資源損耗及空氣污染
 - 開發海洋資源，造成海洋生態改變及漁獲量降低

17

3.1.2 原料、物品生產與能源

- 原料開採與能源
- 原料開採與能源
 - 原料開採過程，消耗大量能源並危害環境
 - 開發自然資源，需要大量機械設備，亦需消耗大量化石燃料（汽油及柴油）或電力

18

3.1.2 原料、物品生產與能源

- 永續原料
- 即取自永續自然資源的原料
 - 如造紙原料取自人工林而非原始林
 - 如電源開發，取自風力或太陽光（熱）能，而非運用化石原料



19

3.1.3 個人消費行為與能源使用

- 個人消費行為
 - 所謂消費行為，就是消費者尋找、購買、使用和評價用以滿足需求的商品和勞務所表現出的一切腦體活動
 - 消費行為可以表述為尋找、選擇、購買、使用、評價商品和勞務的活動。這些活動的本身都是手段，滿足消費者的需求才是它們的目的
 - 消費行為是一種複雜的過程。無論在什麼情況下，任何一個階段即係是最重要的購買階段，也不能等於消費行為的全過程



20

3.1.3 個人消費行為與能源使用

- 個人消費行為
 - 消費行為的核心問題是消費者的購買動機的形成問題
 - 消費者的自身慾望是驅策消費者去購買的主因
 - 自身慾望產生於消費者的內在需要，又來自外部環境的刺激
 - 外部環境的刺激是影響消費者行為的重要因素，包括社會因素和企業因素



21

3.1.3 個人消費行為與能源使用

- 個人消費行為
 - 對商品的某些看法形成消費者購買的重要條件
 - 消費者對某種消費對象的認識與理解
 - 對購買該商品的經驗與知識
 - 通過對各種商品的比較和判斷所形成的態度



22

3.1.3 個人消費行為與能源使用

- 購物與能源使用
 - 消費者購物行為影響能源使用狀況
 - 購置省電產品，如省電冰箱、省電冷氣機、省電燈管、LED燈等，是一種節能行為
 - 購買綠色產品，響應生產過程環保、省能、無污染的製造商品



23

3.1.3 個人消費行為與能源使用

- 交通與能源使用
 - 選擇交通載具影響能源使用狀況
 - 居家的生活及交通的能源消耗佔全國能源消費量的27%
 - 交通以步行及自行車為主，選擇大眾運輸系統來替代家中的汽機車，是一種節能行為
 - 正確駕駛及自用車輛的適當保養，亦能有效節能



24

3.1.3 個人消費行為與能源使用

- 旅遊與能源使用
 - 旅遊會消耗能源，造成CO₂的排放，對環境有相當程度衝擊
 - 在旅遊產業，依照CO₂的排放，分為運輸、住宿和活動3個部分
 - 運輸排放的CO₂，是從出發地到目的地之間搭乘的交通工具，因使用化石燃料換算產生CO₂排放量
 - 住宿所造成的CO₂排放量，是由於住在旅館、飯店中，因空調、照明等直接或間接使用所耗用的電能，再換算成的CO₂排放量

25

3.1.4 物品生產的生命週期

- 生命週期(Life Cycle)
- 原料取得階段
 - 原料取得階段就是原料開採過程，即對自然資源的開發與運用。原料開採過程會產生對自然環境的破壞，亦使溫室氣體(GHG)排放量增加
 - 原料到工廠之運輸過程，所使用的運輸工具會排放CO₂，亦使GHG排放量增加

26

3.1.4 物品生產的生命週期

- 生命週期(Life Cycle)
- 製造階段
 - 製造工廠的製程階段，需使用大量的能資源，並可能產生許多廢棄物
 - 製造工廠所消耗的能資源，包括用水、用電、燃料...等，使GHG排放量增加
 - 製造工廠產生的廢棄物，需要後續處理及運送，亦使GHG排放量增加

27

3.1.4 物品生產的生命週期

- 生命週期(Life Cycle)
- 配送銷售階段
 - 從製造工廠到銷售點的運輸過程，其運輸工具是產生GHG排放量的主要過程
 - 由銷售點到消費者的過程，亦會排放GHG
 - 成品的包裝材料若為可回收製品，亦會排放GHG
 - 由銷售點到消費者中間過程，如各批發商或配送中心、倉儲及消費者往返銷售據點的相關運輸流程，一般不列入排放GHG之計算

28

3.1.4 物品生產的生命週期

- 生命週期(Life Cycle)
- 使用階段
 - 此階段為消費者使用此產品時，產生GHG排放量情形
 - 此階段依實際產品使用情況進行考量，許多產品可能增加GHG排放量
 - 如消耗電力較高的產品，GHG排放量可能較高；消耗電力較低的產品，GHG排放量可能較少

29

3.1.4 物品生產的生命週期

- 生命週期(Life Cycle)
- 廢棄回收階段
 - 主要考量使用產品時，所產生廢棄物及回收資源，其運送到清理地點之運輸相關GHG排放量情形
 - 另外，使用產品時所產生之廢棄物，在清理地點進行掩埋或焚化時，亦會產生GHG排放

30

3.1.4 物品生產的生命週期

- 產品生命週期排放GHG之主要因素
- 原料取得階段
 - 製造工廠間之運輸、中間運輸或廢棄物運輸，其運輸距離、運輸方法及運輸裝載率
- 製造階段
 - 生產設備運作，包括各單元生產量、投入原料、能資源耗用（水電、瓦斯、燃料...等）的種類與數量
 - 廢棄物的種類、數量與處理方法，到成品工廠的運送過程

31

3.1.4 物品生產的生命週期

- 產品生命週期排放GHG之主要因素
- 配送銷售階段
 - 產品運輸數量、運送距離、交通工具、可回收成品包材之回收、裝載率與空車率
- 使用階段
 - 產品之電力使用量
- 廢棄回收階段
 - 焚化廢棄物之GHG排放量
 - 將廢棄物運送至處理地點之距離

32

3.1.5 工業製程材料的耗能

- 我國製造業佔工業部門耗能比例(2011)
 - 化工業(22.9%)
 - 金屬基本工業（鋼鐵業）(16%)
 - 電子電機業(14.5%)
 - 紡織人纖業(7.5%)
 - 非金屬礦製品業(4.6%)
 - 造紙業(1.9%)
 - 食品業(1.3%)

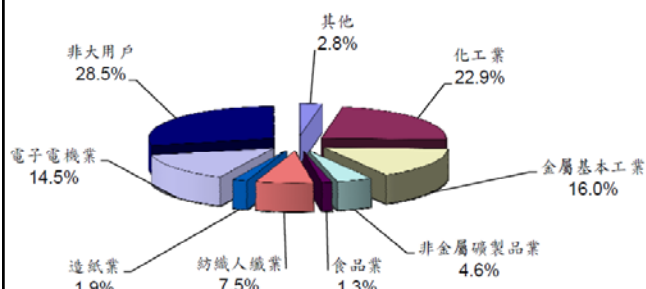
33

3.1.5 工業製程材料的耗能

- 製造業耗能產生CO₂情形
 - 電力(度)=2.236 Mcal/度=0.623 kgCO₂/度
 - 燃料煤(公噸)=6,400 Mcal/公噸=2535 kgCO₂/公噸
 - 燃料油(公秉)=9,600 Mcal/公秉=3111 kgCO₂/公秉
 - 液化石油氣(kg)=6.635 Mcal/l×1.818 l/kg=12.062 Mcal/kg=1.753 kgCO₂/l×1.818 l/kg=3.186 kgCO₂/kg
 - 天然氣(液化)(m³)=9.0Mcal/m³=2.66kgCO₂/m³

34

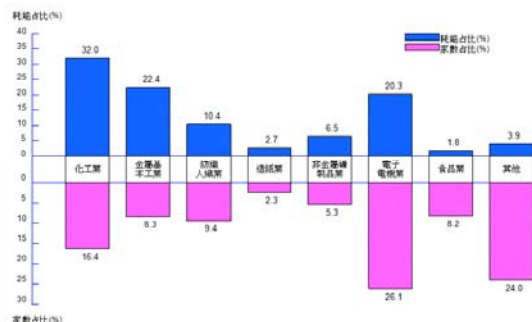
我國製造業佔工業部門耗能比例



資料來源：工研院綠能所「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2011年12月

35

我國製造業主要用戶耗能佔比、家數佔比



資料來源：工研院綠能所「工業部門能源查核管理與節能技術服務」計畫，2011年12月

36

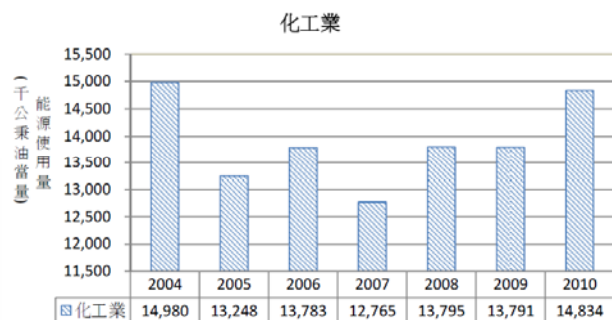
3.1.5 工業製程材料的耗能

• 化工業

- 化工業以輕油/天然氣為原料，經輕油裂解產生乙烯、丙烯、苯等基礎原料，進一步加工生產塑膠、橡膠、纖維中間原料，亦可純化成各種元素提供電機、機械等精密加工產業使用
- 下游製品廣泛用於民生用途，及建築材料、汽車零件、高科技產品零件等，因此它是基礎工業
- 化工業包括化學材料業、化學製品業和塑膠製品業，加上石油及煉製品業和橡膠製品業則合稱為廣義化工業

37

我國化工業近7年能源消費量



- 化工業2010年能源消費量為14,834千公秉油當量
- 較2009年成長7.57%

38

3.1.5 工業製程材料的耗能

• 金屬基本工業(鋼鐵業)

- 金屬基本工業為高耗能產業
- 主要產品為鋼品，包含鋼胚、熱軋鋼捲板、冷軋鋼捲板、鋼筋、盤元線材、型鋼、冷軋不銹鋼捲板之製造與生產

39

我國金屬基本工業(鋼鐵業) 近7年能源消費量



- 金屬基本工業2010年能源消費量為10,348.6千公秉油當量
- 較2009年成長32.73%

40

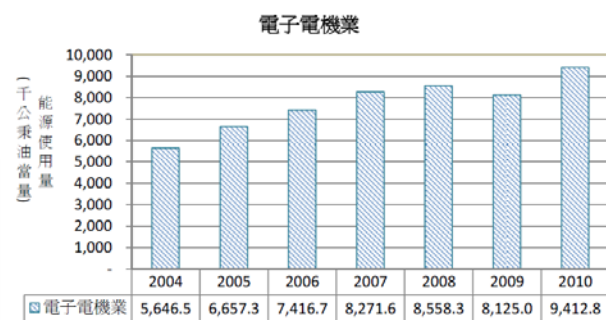
3.1.5 工業製程材料的耗能

• 電子電機業

- 電機電子業可概分為電機工業及電子工業
- 電機工業產品主要包括電力系統之發電、變電、輸電、配電與各式各樣的用電設備，多屬內需型產業
- 電子工業產品主要包括積體電路、晶圓、主機板、監視器、光碟片、石英震盪器、液晶顯示器、液晶顯示元件、電子連接頭、電子變壓器、電源供應器等產品及其零組件

41

我國電子電機業近7年能源消費量



- 電子電機業2010年能源消費量為9,412.8千公秉油當量
- 較2009年度成長15.85%

42

3.1.5 工業製程材料的耗能

• 紡織人織業

- 紡織人織業可分為：上游人造纖維製造業、中游的紡織業(紡紗與織布業)及下游成衣與服飾品業
- 人造纖維業主要的產品有聚酯絲、聚酯棉、聚胺絲、螺縐絲及碳纖維等
- 紡紗業主要的產品有棉紗線、毛紗線、混紡紗、聚酯加工絲及尼龍加工絲等；織布業主要的產品有棉布、聚酯絲織布、尼龍絲織布、其他人織布、人織棉布、圓編針織布及經編針織布等

43

3.1.5 工業製程材料的耗能

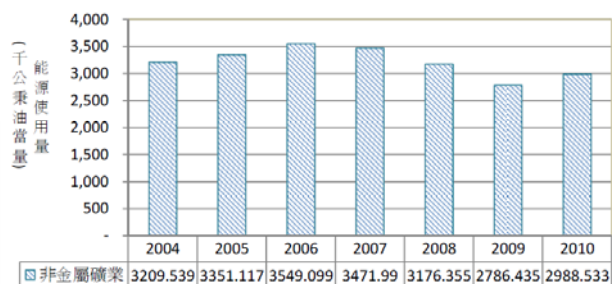
• 紡織人織業

- 成衣業及服飾品製造業主要的產品有梭織成衣、針織成衣、毛衣、襪類、紡織手套、紡織帽及其他服飾品等

44

我國非金屬礦製品業近7年能源消費量

非金屬礦製品業



- 非金屬礦製品業2010年能源使用量2,988.5千公秉油當量
- 較2009年成長7.25%

45

3.1.5 工業製程材料的耗能

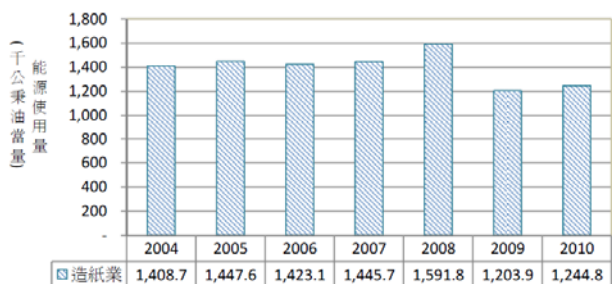
• 造紙業

- 上游的紙漿業
- 中游的紙張業(文化用紙、家庭用紙、包裝用)及紙板業(工業用紙)
- 下游的紙器、紙品加工業
- 我國紙廠的規模以中小型為主
- 家庭用紙為民生必需品，且內需比重高

46

我國造紙業近7年能源消費量

造紙業



- 造紙業2010年能源使用量為1,244.8千公秉油當量
- 較2009年成長3.41%

47

3.1.5 工業製程材料的耗能

• 食品業

- 上游的原物料加工製造業，主要產品為飼料、肉品、油脂、蔬菜及麵粉，屠宰、碾穀與磨粉等
- 下游的終端成品業，主要產品為飲料、乳品、調味品、糖果、煙草及速食等

48



教育部能源國家型科技人才培訓計畫
MOE Energy Education Program

3.1.5 工業製程材料的耗能

- 全球材料製程耗能的前五名
 - 鋼
 - 鋁
 - 水泥
 - 塑膠
 - 紙

50

教育部能源國家型科技人才培訓計畫
MOE Energy Education Program

3.1.6 材料與節能

- 化工業材料製程節能
 - 推動節能措施：進行熱電整合利用與管理，降低產品耗能
 - 調整產業結構：增加低耗能、高附加價值產品的生產
 - 技術創新：採用新的節能技術和設備
 - 能資源綜合利用：提高相關能資源的整合運用，將廢棄物資源化循環再利用，提氣回收可用資源，有助於節能減碳

51

教育部能源國家型科技人才培訓計畫
MOE Energy Education Program

3.1.6 材料與節能

- 金屬基本工業(鋼鐵業)材料製程節能
 - 推動節能措施：進行熱電整合利用與管理，降低產品耗能
 - 調整產業結構：增加低耗能、高附加價值產品的生產
 - 技術創新：採用新的節能技術和設備
 - 能資源綜合利用：提高相關能資源的整合運用，將廢棄物資源化循環再利用，提氣回收可用資源，有助於節能減碳

52

教育部能源國家型科技人才培訓計畫
MOE Energy Education Program

3.1.6 材料與節能

- 紡織人織業材料製程節能
 - 產業結構調整：朝向較高附加價值非衣著用纖維轉型，如醫療級布類
 - 技術創新：開發環保素材及機能性產品
 - 推動節能措施：電力是紡織產業最主要的能源消費，除舊有設備汰舊換新外，若能持續進行電力監控與管理，將進一步降低產品耗能
 - 區域能源整合：提高相關能資源的整合運用，進行區域能源整合，將廢棄物資源化循環再利用，將有助於節能

53

教育部能源國家型科技人才培訓計畫
MOE Energy Education Program

3.1.6 材料與節能

- 水泥產業材料製程節能
 - 煤炭是水泥產業最主要的能源消費
 - 鼓勵廠商節約煤炭，有助於提高能源使用效率
 - 現有的生產線進行效能提升，提高產能利用率
 - 利用廢棄物做為輔助燃料，可降低燃料成本，有助於解決國內工業廢棄物

54

3.1.6 材料與節能

- 造紙業材料製程節能
 - 應積極投資節能措施及進行設備能源轉換
 - 推動節能政策
 - 廢棄物生質燃料的應用
 - 汽電共生
 - 上下游製程的改善

55

101年大專資源中心K-12能源科技教育種子教師培訓教材

B3 節能減碳與能源管理

3.2 能源與環境

56

3.2 能源與環境

- 3.2.1 空氣汙染
- 3.2.2 溫室效應與溫室氣體
- 3.2.3 酸雨
- 3.2.4 臭氧層危機

57

3.2.1 空氣汙染

- 空氣汙染
 - 空氣汙染係指大氣中含有足以直接或間接危害人體健康或生活環境的物質
 - 空氣汙染物主要包括氣態汙染物、懸浮微粒、二次汙染物等

58

3.2.1 空氣汙染

- 空氣汙染
- 主要空氣汙染物
 - **二氧化硫 (SO_2)**：燃燒礦物燃料和處理含硫礦物時形成。二氧化硫的來源是燃燒礦物燃料的發電廠及工業鍋爐及汽車排放廢氣
 - **氮氧化物 (NO_x)**：高溫燃燒時可能產生 NO_x 。如發電廠及汽車引擎運作時，會產生 NO_x 排放入大氣
 - **一氧化碳 (CO)**：在不完全燃燒時產生的副產品。工業製程也會產生。在大部分的市區，CO的主要來源則是汽車

59

3.2.1 空氣汙染

- 空氣汙染
- 主要空氣汙染物
 - **臭氧及光化學氧化劑**：臭氧為二次汙染物，臭氧及其他光化學氧化劑(例如過氧基硝酸鹽類及甲醛)，是由太陽的紫外光與氮氧化物產生作用(稱為光解作用)而形成。它的生成和濃度與初生汙染物及紫外線有直接關係。在揮發性有機化合物的存在時，會產生高濃度的臭氧

60

3.2.1 空氣汙染

- 空氣汙染
- 空氣汙染指標
 - 空汙汙染指標(Pollutant Standards Index, PSI)是空氣汙染的一項指標，指數根據5種空氣汙染物（二氧化氮、二氧化硫、臭氧、一氧化碳、懸浮微粒）的濃度，轉化為由0至500的單一數字，並按照指數高低而劃分為良好、普通、不良、非常不良和有害五種級別
 - 若指數小於 100，則表示空氣品質尚好，但指數若超過 100，對人體健康就會有不良的影響

61

3.2.1 空氣汙染

- 交通載具之空氣汙染
- 如何減少交通載具汙染？
 - 應依照環保署規定時間進行廢氣排放檢查：機車新購入三年內免檢測，第四年開始，每年都需要去環保署許可的車行進行檢測，而汽車方面則是隨著入場維修時檢測
 - 選擇大眾運輸系統來替代家中的汽機車：台灣地區交通網絡發達，不論是短程的捷運或公車線路，長程的火車、客運系統，都能減少我們各自使用汽機車的次數，減少空氣汙染物的排放

62

3.2.1 空氣汙染

- 交通載具之空氣汙染
- 機車廢氣排放第五期標準
 - 係指2007年7月環保署對於新出廠機車的廢氣排放標準
 - 廠商須加裝噴射引擎來取代傳統機車化油器
 - 引擎的噴油與點火改由電子控制
 - 將減少約50%的排氣汙染
 - 節省18%以上的油耗

63

3.2.1 空氣汙染

- 火力發電之空氣汙染
- 火力發電主要空氣汙染物是粉粒、二氧化硫、氮氧化物和二氧化碳
 - 燃燒煤和石油，會產生大量煙塵和廢氣，造成空氣汙染
 - 二氧化硫及氮氧化物：會和空氣中的水分產生化學作用，其後隨著雨水下降，形成酸雨
 - 二氧化碳：會在大氣中累積，產生溫室效應

64

3.2.1 空氣汙染

- 工業生產之空氣汙染
- 工業生產過程產生的主要空氣汙染物包括
 - 燃燒過程
 - 化學反應過程
 - 物理過程（如粉碎、磨細、混合、各種搬運搬運、包裝等過程）

65

3.2.1 空氣汙染

- 工業生產之空氣汙染
- 與空氣汙染有關之工廠
 - 使用鍋爐工廠：產生煤煙、浮游塵、硫氧化物、氮氧化物等空氣汙染
 - 煉鋼廠：產生煙煙、氮氧化物等空氣汙染
 - 水泥廠：產生浮游塵、煤煙等空氣汙染
 - 窯業：產生煤煙、浮游塵等空氣汙染
 - 酸、鹼工業：產生硫氧化物、氮氧化物、氯氣、氟化氫等空氣汙染

66

3.2.1 空氣汙染

- 工業生產之空氣汙染
- 與空氣汙染有關之工廠
 - 電石工廠：產生浮游塵、煤煙等空氣汙染
 - 塑膠工業：產生浮游塵、氯氣、氯化氫、乙炔等空氣汙染
 - 煉油廠：產生硫氧化物、二硫醇、硫化氫、汽油、碳氫化合物、氮氧化物、一氧化碳等空氣汙染
 - 鋁廠：產生氟化物、浮游塵等空氣汙染
 - 鈉鹽工廠：產生氯氣等空氣汙染

67

3.2.1 空氣汙染

- 工業生產之空氣汙染
- 與空氣汙染有關之工廠
 - 肥料工廠：產生浮游塵、煤煙、氟化物、硫氧化物、氮氧化物、氯氣等空氣汙染
 - 食品工廠：產生惡臭物質等空氣汙染

68

3.2.2 溫室效應與溫室氣體

- 溫室效應
 - 大氣吸收來自地球表面所釋放之長波輻射，再反射回地面，藉著此種自然的溫室效應，維持地表溫度
 - 若大氣不存在，地球之溫度將較目前為低
 - 溫室效應起因於溫室氣體之濃度過高，導致過高的地表溫度，從而破壞人類的生存環境

69

3.2.2 溫室效應與溫室氣體

- 會吸收熱量，在大氣層中累積熱量，升高地球表面溫度
- 溫室氣體有七種(CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、HFCs、PFCs、 SF_6 與 NF_3)，以 CO_2 影響最大
- 溫室效應主要會造成：
 - 全球暖化
 - 海平面上升
 - 全球氣候變遷

70

3.2.2 溫室效應與溫室氣體

- 全球暖化
 - 指的是在一段時間中，地球的大氣和海洋因溫室效應而造成溫度上升的現象，而其所造成的效應稱之為全球暖化效應
 - 燃燒化石燃料、清理林木和耕作等，增強溫室效應現象
 - 目前全球平均溫度的變化，幾乎和二氧化碳含量的變化是同步上升

71

3.2.2 溫室效應與溫室氣體

- 全球暖化的影響
 - 南北極冰山融化，高山冰川融化
 - 全球海平面上升
 - 全球降雨量及降雪量變化
 - 帶來全球毀滅性災難

72

3.2.2 溫室效應與溫室氣體

- 氣候變遷
 - 氣候變遷的因素來自多方面，包括太陽輻射、地球運行軌道變化、造山運動、溫室氣體排放等
 - 氣候變遷指氣候在一段時間內的波動變化。一段時間也可能是指幾十年或幾百萬年，波動範圍可以是區域性或全球性的
 - 目前對氣候變遷討論最多的是關於環境政策對當代氣候的影響，也就是說人為因素對氣候的影響，尤其是關於全球暖化問題

73

3.2.3 酸雨

- 酸雨
 - 酸雨學名為酸性沉降
 - 並可分為濕沉降與乾沉降兩類
 - 「濕沉降」指的是隨著雨、雪、霧或冰雹而落到地面之污染物
 - 「乾沉降」則是指在不下雨的日子，從空中降下來的酸性物質

74

3.2.3 酸雨

- 酸雨的形成
 - 酸雨化學組成中，較重要的物質包括 H^+ 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_2 、 NH_4^+ 、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 及 Mg^{2+} 等
 - 自然來源：如火山爆發所致
 - 人為來源：如使用化石燃料、火力電廠、含硫有機物燃燒、工廠高溫燃燒過程、交通工具排放等因素

75

3.2.3 酸雨

- 酸雨的影響
 - 直接影響人類及動物健康
 - 腐蝕建築物或雕像
 - 影響植物、農作物的生長
 - 造成水中生物大量死亡

76

3.2.4 臭氧層危機

- 臭氧
 - 臭氧是一種具有刺激性氣味，略帶淡藍色的氣體
 - 臭氧層是分布在離地面20~30 km的大氣層中
 - 最大的功能是吸收紫外線，保護曝露在紫外線照射下的人類與動植物
 - 空氣中的臭氧量為0.01~0.04 ppm

77

3.2.4 臭氧層危機

- 臭氧的形成
 - 太陽放射出的紫外線對氧分子 O_2 作用，產生了微量的臭氧 O_3
 - 閃電雷擊之電離作用將氧分子 O_2 之鍵結打斷，形成氧原子 O ；由一個氧分子 O_2 和氧原子 O 結合成三氧原子 O_3 的物質，
 - 即氧分子 O_2 + 氧原子 $O \rightarrow$ 臭氧 O_3

78

3.2.4 臭氧層危機

- 臭氧層危機(臭氧層破洞)
 - 臭氧層破洞的主因是氯(Cl)和溴(Br)化物對臭氧分解的催化作用，主要來源為地面釋放的氟氯碳(CFC)化物
 - 地球大氣層之平流層(臭氧層)的臭氧從1970年開始，以每10年4%的速度遞減的現象。在兩極地區的部分季節遞減速度還超過每10年4%，形成所謂臭氧層破洞

79

3.2.4 臭氧層危機

- 臭氧層危機(臭氧層破洞)
- 臭氧層破洞現況
 - 科學家於2011年10月2日指出，北極上空的臭氧層在去年冬季到今年春天期間出現破(空)洞，面積達2百萬平方公里
 - 聯合國發布《2010年臭氧層消耗科學評估》，報告中指出在全球致力於環保工作之下，臭氧層損耗速度已趨緩，現在地球上層大氣的臭氧層已經不再變薄，估計在2060年左右破洞將會消失。

80

3.2.4 臭氧層危機

- 臭氧層破洞的影響
- 臭氧層破洞，會讓有害的紫外B線(UV-B)照到地球的表面
- 臭氧層破洞對於生態環境造成的影響
 - 人類皮膚癌、白內障等疾病罹患率增加
 - 動物免疫系統受抑制
 - 植物生長遲滯、農作物減產
 - 破壞自然生態的平衡
 - 改變氣候，造成溫室效應，間接造成海平面上升

81

101年大專資源中心K-12能源科技教育種子教師培訓教材

B3 節能減碳與能源管理

3.3 全球環境變遷之問題與對應

82

3.3 全球環境變遷之問題與對應

- 3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題
- 3.3.2 國際組織與世界各國的對策

83

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

- 全球環境變遷
 - 全球環境變遷包括(1)氣候變遷、(2)陸地及海洋生物生產力的變化、(3)大氣化學成份的變化、(4)水資源變化及生態系統的變遷
 - 全球環境變遷將影響地球涵育生命(包括人類及其他生物)的能力

84

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

- 全球環境變遷議題
 - 季節性及年間的氣候波動
 - 未來數十年可能發生的氣候變遷及其影響
 - 平流層臭氧稀薄化問題
 - 陸地及海洋的生態變遷



85

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

- 聯合國跨國氣候變遷研究小組 (IPCC) 研究報告(2001)
- 「氣候變遷：衝擊、適應與可能傷害」
 - 導致出現更多如颶風、洪水及早災等異常天災
 - 受害最嚴重地區將出現大規模人口遷徙
 - 可能導致大量人口死亡
 - 蚊蚋等擴大棲息範圍，使得瘧疾等疫病發生率大為增加
 - 生物棲息地遭到破壞，許多物種將告滅絕



86

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

- IPCC 研究報告(2007)
- 「全球暖化可能造成的影響」
 - 高溫也將改變拉丁美洲的大草原風貌
 - 歐洲內陸遭受洪水侵襲的機率大增
 - 熱浪愈來愈頻繁，颱風雨量將愈來愈多
 - 健康問題讓人類生存環境更加艱困



87

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

- 台灣環境變遷
- 「台灣氣候變遷科學報告2011」指出
 - 台灣年平均溫度在1911年至2009年期間上升1.4°C，增溫速率相當於每10年上升0.14°C，較全球平均值高（每10年上升0.074°C）
 - 台灣近30年（1980~2009）氣溫增加明顯加快，每10年的上升幅度為0.29°C，幾乎是百年趨勢值的兩倍，與IPCC第四次評估報告結論一致



88

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

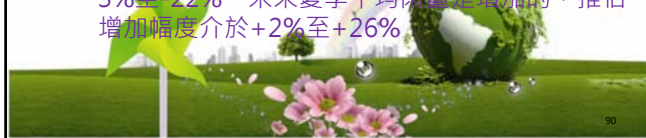
- 台灣環境變遷
- 「台灣氣候變遷科學報告2011」指出
 - 在雨量部分，台灣降雨日數有較一致的變化，普遍呈現減少的趨勢。同時，統計資料顯示大豪雨日數（日雨量大於200 mm）在近50年和近30年有明顯增多的趨勢，存在著大約50~60年週期的年代際變化現象



89

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

- 台灣環境變遷
- 「台灣氣候變遷科學報告2011」指出
 - 未來氣候變遷推估方面，21世紀末台灣地區的温度上升幅度介於2-3°C
 - 雨量部分，台灣北、中、南、東四個主要分區的未來冬季平均雨量是減少的，推估減少幅度介於-3%至-22%。未來夏季平均雨量是增加的，推估增加幅度介於+2%至+26%



90

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

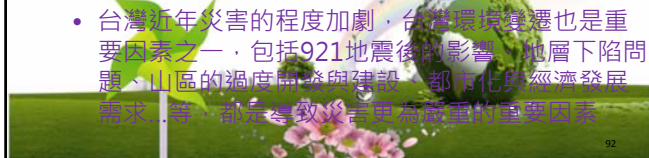
- 台灣環境變遷
- 「台灣氣候變遷科學報告2011」指出
 - 在全球暖化的氣候條件下，未來颱風個數偏少的機率偏高，但颱風增強的機率會有增加的可能
 - 在極端氣溫變化的未來推估方面，極高溫的發生日數將大量增加，極低溫日數則會大量減少



91

3.3.1 全球與台灣的環境變遷問題

- 台灣環境變遷
- 「台灣氣候變遷科學報告2011」指出
 - 在未來災害的趨勢推估上，台灣的災害次數增加且災害特性改變（多屬水土複合型災害），災害程度也有加劇（災害損失增加與牽涉層面變廣）的現象
 - 台灣近年災害的程度加劇，台灣環境變遷也是重要因素之一，包括921地震後的影響、地層下陷問題、山區的過度開發與建設、都市化與經濟發展需求等，都是導致災害更為嚴重的因素



92

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 蒙特婁議定書
 - 聯合國環境規劃署(UNEP)於1985年召集世界各國共商對策，簽訂保護臭氧層的維也納協定(Vienna Convention)，但該協定並不具強制性
 - 於1987年9月，共27個國家以維也納協定為基礎，簽署了重要的蒙特婁議定書(Montreal protocol)



93

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 蒙特婁議定書
 - 蒙特婁議定書強制規定締約國至西元1990年時，CFCs的使用量必須降至1986年使用量的50%
 - 之後，蒙特婁議定書的管制措施不斷修訂，管制範圍擴大且削減時程縮短，同時締約國的數目也不斷增加



94

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 氣候變化綱要公約
- 氣候變化綱要公約有四項基本原則：
 - 彈性責任：成員可因能力不同而不同，強者責任較大
 - 公平原則：對控制成本負擔高之成員給予特殊考慮，以示公平
 - 防制原則：採經濟有效措施，以最低成本防制氣候變遷
 - 經濟發展：尊重締約成員有權促進持續性的經濟發展



95

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 京都議定書
- 1997年12月，於日本京都簽訂具有法律效力的「京都議定書(Kyoto protocol)」，明確規範工業國家溫室氣體的減量目標
- 京都議定擬定的內容包括：
 - 管制國家
 - 目標期間與削減量
 - 管制氣體
 - 吸收源
 - 排出權



96

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 京都議定書
 - 由於各國意見相左，造成溫室氣體減量之談判進展緩慢
 - 直到2004年11月俄羅斯批准京都議定書後，國際間對於溫室氣體減量才獲得重大進展
 - 京都議定書於2005年2月16日正式生效，至此開啟「後京都 (post-Kyoto)」時代
 - 基於自身經濟利益的考量，至今美國尚未簽署京都議定書

97

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 哥本哈根協定
 - 聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)第15次締約國大會(COP15)於2009年12月在丹麥首都哥本哈根召開
 - 會議中意見始終分歧，最終達成的「哥本哈根協定(Copenhagen Accord)」，為美國、中國、印度、南非、巴西五國最後磋商之共識，並未得到所有與會者支持
 - 哥本哈根協定認同政府間氣候變化專門委員會(IPCC)的科學觀點，將全球氣溫上升限制在2°C之內，避免氣候變化導致之最具災難性影響

98

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 哥本哈根協定
 - 應結合國際協助對易受氣候變遷衝擊國家建立一個全面調適計畫
 - 各締約國應於2010年1月31日前向公約秘書處提出具體作為
 - 減少濫伐森林，增進森林復育及永續管理概念，促進工業化國家此方面金援
 - 應追求包括運用市場機制、加速成本有效性、倡導減量行動等各項不同策略，提供開發中國家（特別是低排放經濟體）誘因，據以發展一個低碳路徑

99

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 德班會議
 - 聯合國氣候變化綱要公約第17次締約國大會暨京都議定書第7次締約國會議(UNFCCC COP17/ CMP7)，於2011年12月舉行
 - 各界大多把焦點集中在關鍵國家談判立場，京都議定書展延與否，納入中國、印度等主要開發中國排放管制等政治層面觀點
 - 共計通過 19項COP17決議及 17項CMP7決議

100

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 德班會議
 - 決議內容涵蓋未來新回合談判組織與推展時程、國家調適計畫、極端氣候災難衝擊與脆弱度、綠色基金財務機制、能力建構、技術移轉、森林與減少毀林、國家通訊與排放清冊、市場機制（排放交易、清潔發展機制）、碳捕捉封存等多面向專業議題，可說是產出極為豐富且多元，對於氣候公約及議定書的後續推展，並落實歷年重要決議事項，特別是在(2010)年坎昆協議就平包裹決議內容，都有著深遠且正面的影響

101

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 台灣政府的政策與作為
- 全國能源會議
 - 經濟部於1998年5月，召開「第一次全國能源會議」
 - 討論氣候變化綱要公約發展趨勢及因應策略等議題，研訂兼顧經濟發展、能源供應及環境保護之能源政策，並訂定我國具體減量目標與節能目標

102

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 台灣政府的政策與作為
- 全國能源會議
 - 經濟部於2005年6月，召開「第二次全國能源會議」
 - 重新思考我國之能源結構，同時為確實掌握氣候變化綱要公約及京都議定書後續發展，邀集全國產官學研各界專家，規劃我國能源之產業結構調整，發展高附加價值、低耗能之產業及技術

103

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 台灣政府的政策與作為
- 全國能源會議
 - 於2009年4月，舉辦「第三次全國能源會議」
 - 針對「永續發展與能源安全」、「能源管理與效率提升」、「能源價格與市場開放」、「能源科技與產業發展」等四大核心議題進行討論，期凝聚各界共識，達成永續能源政策綱領政策之目標，以加速落實節能減碳工作

104

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 台灣政府的政策與作為
- 永續能源政策綱領
 - 行政院於2008年6月，核定「永續能源政策綱領」，並於同年9月通過「永續能源政策綱領－節能減碳行動方案」
 - 政策目標：能源、環保與經濟三贏
 - 政策原則：高效率、高價值、零排放及低依賴的「二高一低」能源供應消費及供應系統
 - 政策綱領：淨源節流，推動能源結構改造與效率，及「提升各部門的實質節能減碳措施」

105

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 台灣政府的政策與作為
- 國家節能減碳總計畫
 - 行政院於2009年12月成立「行政院節能減碳推動會」，並通過「國家節能減碳總計畫」及其十大標竿方案
 - 期望結合跨部會力量，統籌規劃及推動產業、運輸、住宅以及生活等各層面的具體行動，有系統地引導全民邁向低碳社會，達到我國承諾的節能減碳目標

106

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 台灣政府的政策與作為
- 溫室氣體管理
 - 溫室氣體的管理議題隸屬於國際環保公約因應工作之範圍
 - 於2002年6月由行政院院長擔任主任委員，並成立「國際環保組」，負責推動我國因應國際環保公約之各項工作

107

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 台灣政府的政策與作為
- 溫室氣體管理
- 具體行動計畫包括如下六項重要規劃：
 1. 減緩溫室效應與保護大氣層
 2. 毒性化學物質之管理
 3. 有害廢棄物之輸出入及管理
 4. 保護海洋資源和海岸地區
 5. 推動民間參與國際環保
 6. 建立國際環保資訊平台

108

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 美國
 - 於1992年10月完成「1992年能源政策法」(Energy Policy Act of 1992)立法，全文共30章
 - 內容涵蓋促進節約能源、提升能源使用效率、促進再生能源使用及國際能源合作等部分
 - 第16章就專門針對全球氣候變遷進行規範

109

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 美國
 - 於1993年10月訂定新的「氣候變遷行動方案」(The Climate Change Action Plan)，希望美國2000年的排放量可以回歸到1990年的水準
 - 1998年，柯林頓政府提出其氣候變遷技術行動方案，規劃5年內投入63億美元（約為每年投入12億6千萬美元），進行稅賦減免及研發發展，以減少溫室氣體排放

110

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 美國
 - 2009年6月，通過美國清潔能源與安全法案(The American Clean Energy and Security Act, ACES)
 - 管制CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆、NF₃ 7種溫室氣體的排放量
 - 以2005年為基準年，預計：2012年減量3%，2020年減量17%，2030年減量42%，2050年減量83%

111

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 美國其他溫室氣體減量政策
 - ◆ 氣候領袖夥伴計畫(Climates Leaders Partners) 2002
 - ◆ 溫室氣體自願報告計畫(Voluntary Greenhouse Gas Reporting Program)2002
 - ◆ 氣候遠景(Climates VISION)計畫 2003
 - ◆ SmartWay 運輸夥伴計畫(SmartWay Transport Partnership) 2004

112

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 美國其他溫室氣體減量政策
 - ◆ 能源之星(Directives on energy labeling of appliances) 1992
 - ◆ 綠色能源夥伴計畫(Green Power Partnership) 2001
 - ◆ 溫室氣體隔離計畫(Targeted Incentives for Greenhouse Gas Sequestration) 2002
 - ◆ 環境品質激勵計畫(Environmental Quality Incentives Program) 2002

113

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 美國其他溫室氣體減量政策
 - ◆ 農地再生能源系統與能源效率提升計畫(Renewable Energy Systems and Energy Efficiency Improvements Program) 2002
 - ◆ 聯邦政府能源及碳封存計畫(Federal Energy and Carbon Sequestration Programs) 2003
 - ◆ 住商部門熱電共生夥伴(Combined Heat and Power Partnership)計畫 2001

114

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 美國其他溫室氣體減量政策
 - ◆ 國際核融合聯合研究計畫(International Fusion Research Project) 2003
 - ◆ 亞太地區清潔發展和氣候夥伴計畫(Asia-Pacific Partnership for Clean Development and Climate) 2006
 - ◆ 全球生質能源夥伴計畫(Global Bioenergy Partnership) 2006
 - ◆ 雙邊與區域夥伴計畫(Bilateral and Regional Partnerships) 2001

115

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 日本
 - 1998年6月「地球溫暖化對策推進本部」發表「地球溫暖化對策推進大綱」，明確規劃日本至2010年各項防止地球溫暖化對策的方向
 - 1990年10月，內閣會議決議制定「地球溫暖化防止行動計畫」。該行動計畫規劃時程為1991年至2010年，主要以抑制溫室氣體排放量為目標

116

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 日本
 - 1994年12月，內閣通過「環境基本計畫」，決議響應「氣候變化綱要公約」的目標
 - 1998年6月，環境廳制定「政府率先實施要領」，要求公用車之使用方面應以低燃料、低污染車為原則
 - 1997年，制定「促進新能源利用的特別措施法」（簡稱新能源法），全力促進新能源和再生能源推廣工作

117

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 日本
 - 2002年，制定「能源政策基本法」，提出穩定供給、適合環境與市場原理的能源政策取向
 - 於2006年訂出生質燃料標準，讓柴油混摻5%脂肪酸轉化的燃料，鼓勵國內生質柴油的使用

118

3.3.2 國際組織與世界各國的對策

- 世界各國政府的政策與作為
- 日本
 - 2004年12月，國際協力銀行(Japan Bank for International Cooperation, JBIC)和日本政策投資銀行(Development Bank of Japan, DBJ)與豐田汽車、索尼、東京電力、三菱商事約30 多家大企業成立了日本溫室氣體減排基金(JGRF)
 - 為亞洲第一個溫室氣體減排基金，旨在收購發展中國家和東歐各國等地區溫室效應氣體排放量削減專案的排放權，並在基金出資者之間進行分配

119

- B3延伸閱讀

120