

綠色化學與生活、環境

王佩蓮

台北市立大學退休教授
中華民國環教學會監事



問題討論與分享

- 一、化學與生活有什麼關係?化學物質特性?塑化劑是什麼?
各舉一例說明
- 二、教學時有使用到化學嗎? 化學會造成何種環境污染?
- 三、何謂綠色化學?綠色化學之十二項原則是?
- 四、台灣因應綠色化學之計畫與活動?全球綠色化學產品發展現況與趨勢分析?

一、化學與生活

(一)、化學(Chemistry)是什麼？

人類若能夠完全掌握化學

就生命而言，化學將能解決疾病與老化的問題。

就生存而言，化學將能解決飲水，糧食和能源的問題。

隨著科技進步帶來的舒適，人類無盡的追求更高的享受，背後支撐著的有很大一塊來自於化學。

(二)、化學的發展

- (一)百萬年前當人類首度使用火煮熟食物時，人就與“化學”發生密切關係
- (二)幾萬年以來，那些“似知其然，不知其所以然”的工藝發明 人類生活型態從游牧轉入農耕社會
- (三)18世紀「第一次工業革命」年代在英國展開
- (四)19世紀中
- (五)20世紀人類的文明邁進空前輝煌和變化最為巨大

(三)、分組討論與分享

在人類20世紀高度文明的塑造過程中，見證了作為樞紐科學的化學所扮演的舉足輕重和重大貢獻的角色。

其觸角遍及醫藥、食、衣、住、行、育、樂是二十世紀人類福祉大為躍進之重要推手。

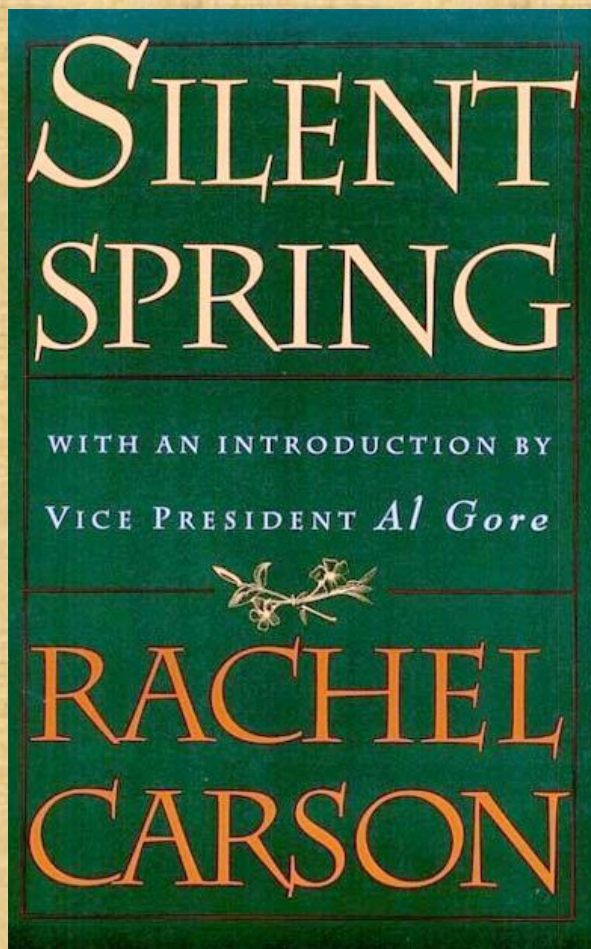
塑化劑是什麼？

(四)、化學物質特性

1. 星星之火…
2. 硫酸銅?
3. 硫磺?
4. 指示劑之素材與用量?
5. 生活中危害性化學品—漂白水、油漆、有機溶劑特性、強酸強鹼的腐蝕與刺激

二、化學相關工業與環境污染

時間	發生地點	災害情況	災情
1948	美賓州多諾拉鎮	鋼鐵廠與硫酸廠排出SO ₂	20餘人死亡
1952	英倫敦	煙霧傷害人體	數千人死亡
1956	日本水俣市	工廠排放甲基汞於水中藉食物鏈進入人體	數千人受傷數百人死亡
1967	英海岸	Torry Canyon油輪觸礁原油外洩	自燃生態受害
1971	美泰斯畢赤鎮	將含有戴奧辛毒物油料噴在馬路上以防止灰塵飛揚	60餘匹馬死亡
1976	義斯維索鎮	生產消毒劑的工廠不慎將原料外洩	部份居民撤出工廠附近地區



「拯救生物界的美，一直是我心目中最重要
的事；而且人們對這世界無知而殘暴的破壞
行為，也讓我感到深惡痛絕.....現在我相信，
我至少提供了一點幫助。」

環境危機激發哲學家反思倫理問題

發生接二連三的環境災害，尼而森國會議員策劃一系列的校園活動討論環境災害對人類的影響，並定1970. 4. 22為地球日(Earth Day)有2000餘萬大學生及群眾參與討論與示威，這是美國前所未有的現代環境運動。

隨後國會通過成立環境保護署並修改空氣清潔法(Clean Air Act)和水清潔法(clean Water Act)哲學家開始思考環境倫理問題，因此有環境倫理學。

臺灣食品安全--多氯聯苯事件

1979年由於彰化油脂公司在製造米糠油的過程中，使用毒性相當強的多氯聯苯做為熱媒，後來因為管線破裂，導致多氯聯苯滲入油裡，造成全臺至少兩千人吃到有毒的米糠油而受害。根據研究指出，多氯聯苯中毒除了會讓皮膚產生明顯可見的氯痤瘡、指甲變黑，還可能導致肝臟、腎臟、心臟、糖尿病、紅斑性狼瘡、子宮癌、乳癌、子宮頸癌等數十種病症。倘若是母親遭受多氯聯苯污染，也會傳給下一代。

土地污染

60年代初期，一位商人前往美國探尋商機
偶然發現當時美國委外尋求廢五金海拋作
業

決定將一艘船駛回高雄港
至二仁溪北岸的灣裡兜售廢五金
從此展開灣裡的廢五金污染史

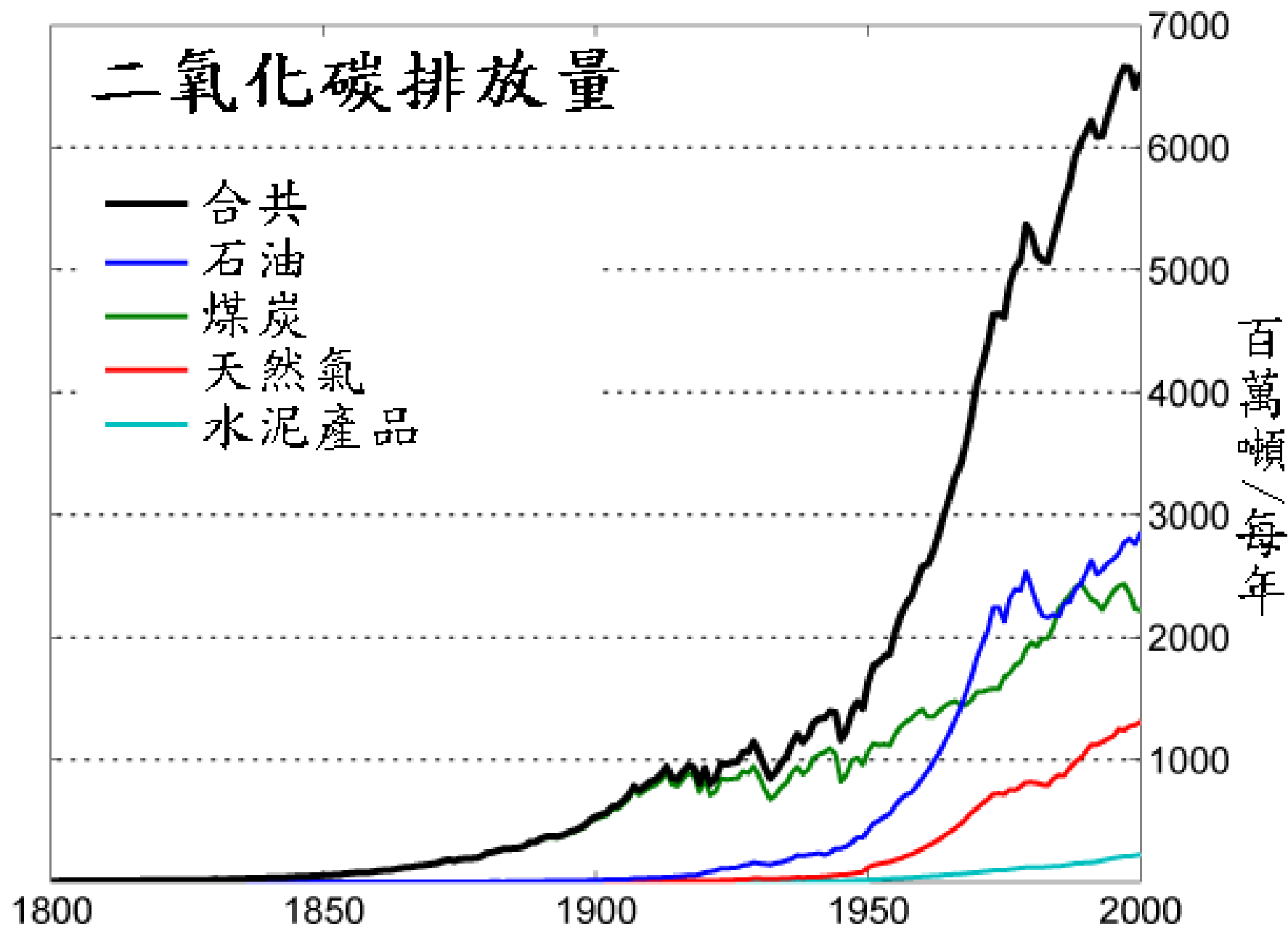
人為因素--溫室氣體排放量劇增

人為溫室氣體	人為活動
CO ₂	燃燒化石燃料(例如石油、煤、天然氣)、工業製程
CH ₄	碳氫化合物燃料、畜牧業、農耕
N ₂ O	燃燒化石燃料、污水處理、化學工業製程、農耕
HFCs	冷凍冷藏、半導體製程
PFCs	半導體製程
SF ₆ NF ₃	半導體製程、重工業、電力業、鋁鎂合金、平面顯示器產業



二氧化碳排放量

- 合共
- 石油
- 煤炭
- 天然氣
- 水泥產品



西伯利亞永凍土 大量甲烷釋出

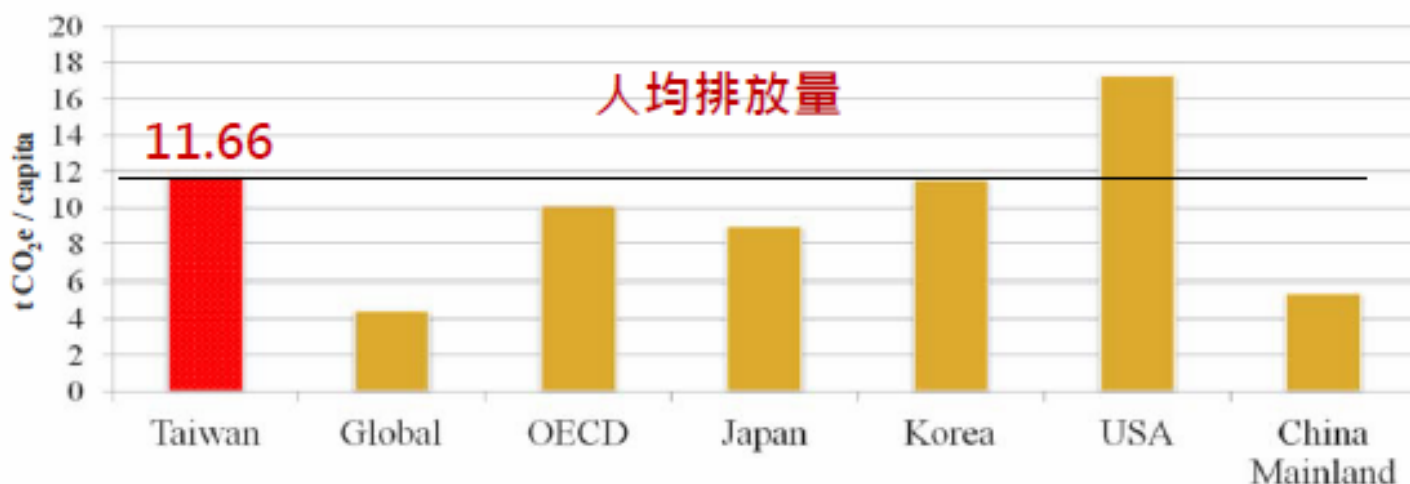


- ❶ 永凍土下方蓄積了1兆噸的二氧化碳。
- ❷ 永凍土下方蓄積了4000多億噸的甲烷。
- ❸ 永凍土下蓄積了許多高危險的**病毒**。



■ 台灣的碳排放

2010年臺灣燃料燃燒二氧化碳排放量約為270.2百萬噸
占全球0.89%，全球排名**20** (人口占全球0.34%)
人均排放量：11.66噸 CO₂，全球排名19；亞洲第一



Source: IEA, CO₂ Emissions from Fuel Combustion (2012); 環保署(2013)

(二)、常用農藥種類及其用途與環境衝擊

化學農藥 陳祖豐中原大學教授

- 1.殺蟲劑(**Insecticides**)：防除為害植物之昆蟲。
- 2.殺蟎劑(**Acaricides**)：防除為害植物之蟎類、蟎蜱類。
- 3.殺真菌劑(**Fungicide**)：防除為害植物之真菌病害。
- 4.殺細菌劑(**Bactericide**)：防除為害植物之細菌病害，如細菌性葉斑病、軟腐病等。
- 5.除草劑(**Herbicides**)：防除雜草植物。
- 6.殺鼠劑(**Rodenticide**)：防除農田之野鼠；
- 7.植物生長調節劑(**Plant Growth Regulator**)：促進植物之生長、開花或再生。
- 8.殺線蟲劑(**Nematocide**)：防除為害植物之線蟲。
- 9.除藻劑(**Algicides**)：防除水域之藻類。

(三)、常見塑膠材質、特性、常見產品及耐熱溫度

分類代碼	材質	特性	常見產品	耐熱溫度(℃)
1	聚乙烯對苯二甲酸酯(PET)	硬度韌性佳、質輕、不揮發、耐酸鹼	寶特瓶、市售飲料瓶、食用油瓶等	60~85
2	高密度聚乙烯(HDPE)	耐腐蝕、耐酸鹼	塑膠袋、半透明或不透明的塑膠瓶等	90~110
3	聚氯乙烯(PVC)	可塑性高	保鮮膜、雞蛋盒、調味罐等	60~80

塑化劑是什麼？

塑化劑屬於環境荷爾蒙的一種，環境荷爾蒙會干擾人體內分泌的正常運作，因此又被稱為內分泌干擾物 (endocrine disrupting chemicals, EDCs)。

一旦體內累積過多的環境荷爾蒙，會對內分泌造成強烈干擾，民眾普遍的認知即是塑化劑對生殖系統的影響，可能導致性早熟、男性生殖器短小、不孕症等。

問題還不止如此，塑化劑也會使體內胰島素受體對胰島素產生抗性，亦即胰島素阻抗，即使尚未發展成第二型糖尿病，已會造成血脂肪代謝異常，包括三酸甘油脂過高、低密度膽固醇過高、或高密度膽固醇過低等情形，種下肥胖、多項慢性病、以及心血管疾病的風險因子。

工業革命後，大大改變了人類的生活，尤其是對於資源轉換的東西。

Annie Leonard

安妮・雷納德 著

吳恬綾／黃亭睿 譯

東西的故事

The Story of Stuff

How Our Obsession with Stuff is Trashing the Planet,
Our Communities, and Our Health – and a Vision for Change



■ 我們買個不停，丟個不停，卻沒發現自己的健康和生活的環境，就在這個過程中被徹底糟蹋。認識東西背後的故事，就是改變的契機。

自然界已面臨無法“自我修補”的地步，也是做為樞紐科學的化學必要思考如何接受挑戰的時候了。

在20世紀下半末，朝向減少廢棄物、降低毒害、節省能源的思考因此在化學科學的舞臺上出現幾個帶有環境保護意識的名稱，如潔淨化學（**clean chemistry**）、環境化學（**environmental chemistry**）、友善化學（**benign chemistry**）、綠色化學（**green chemistry**）、及永續化學（**sustainable chemistry**）等。

雖然這些名稱的定義和內涵並不很明確，引起當代化學家的爭論，但其背景的環保觀念卻是有跡可尋台灣也開始有學者投入，必可帶來化學相關工業的競爭力及抒解對環境造成污染的壓力。

三、綠色化學/永續化學的萌芽

(一)何謂綠色化學(Green Chemistry)/永續化學(Sustainable)?

綠色化學的定義

在於不使用有害、有毒的物質，且不再處理廢物及產生廢物是一種從源頭完全阻止環境污染的化學，並且強調生產過程，不僅要減少消耗量，提升原子利用率，還要避免不必要的衍生物和廢棄物。亦即，從源頭開始，就充分利用原料和能源，減少、甚至無有害物質釋放，以降低對紫的衝擊。

行政院環保署 毒物及化學物質局 107 0803

(二)綠色化學的發展

1. 1962年寂靜的春天

2. 於1969 年通過《國家環境政策法》，以「創建並維護人類與自然可以共存共榮的和諧條件」為目標，並於次年通過設立「環境保護署（Environmental Protection Agency, EPA）」。

1970年該環保署的第一個重大決定是禁止滴滴涕和其他化學殺蟲劑的使用，並透過設立環境保護相關之辦公室和法規，以便達成保護環境的目標。

3. 於1990年制定《污染預防法》

撥款補助各州致力於廢棄物在源頭的減量，並首次採用“綠色化學（green chemistry）”一詞為標識，提供種子經費鼓勵政府、工業界和學術界之間建立有效的合作。

4. 1993年歐洲化學理事會（European Chemistry Congress, ECC）
5. 1995年美國環保署進一步於設立「總統綠色化學挑戰獎（Presidential Green Chemistry Challenge Award）」
6. 1997年第一個設立「綠色化學」博士學位的學程出現在波士頓的麻州大學。
7. 1998年阿納斯塔斯（Paul Anastas）和華納（John Warner）共同合著一本具有影響力的著作：《綠色化學：理論與實踐（*Green Chemistry: Theory and Practice*）
8. 1999年英國皇家化學會（Royal Society of Chemistry, RSC）
9. 英國諾丁漢大學的Samantha L.Y., Richard L. Smith and Martyn Poliakoff提出以 PRODUCTIVELY 這個英文字母組成的單字受到化學界廣泛的重視

P:Prevent wastes

R:Renewable materials

O:Omit derivatizationsteps

D:Degradable chemical products

U:Use safe synthetic methods

C:Catalytic reagents

T: Temperature , pressure ambient

I:In-Process monitoring

V:Very few auxiliary substances

E:E-factor , maximize feed in product

L:Low toxicity of chemical products

Y:yes , it is safe

9.臺灣

1.教育部綠色化學教育網/充電專區

2.行政院環保署

3.<https://www.ch.ntu.edu.tw/office/article/savetheearth.html>

綠色化學(Green Chemistry) - 拯救地球的未來

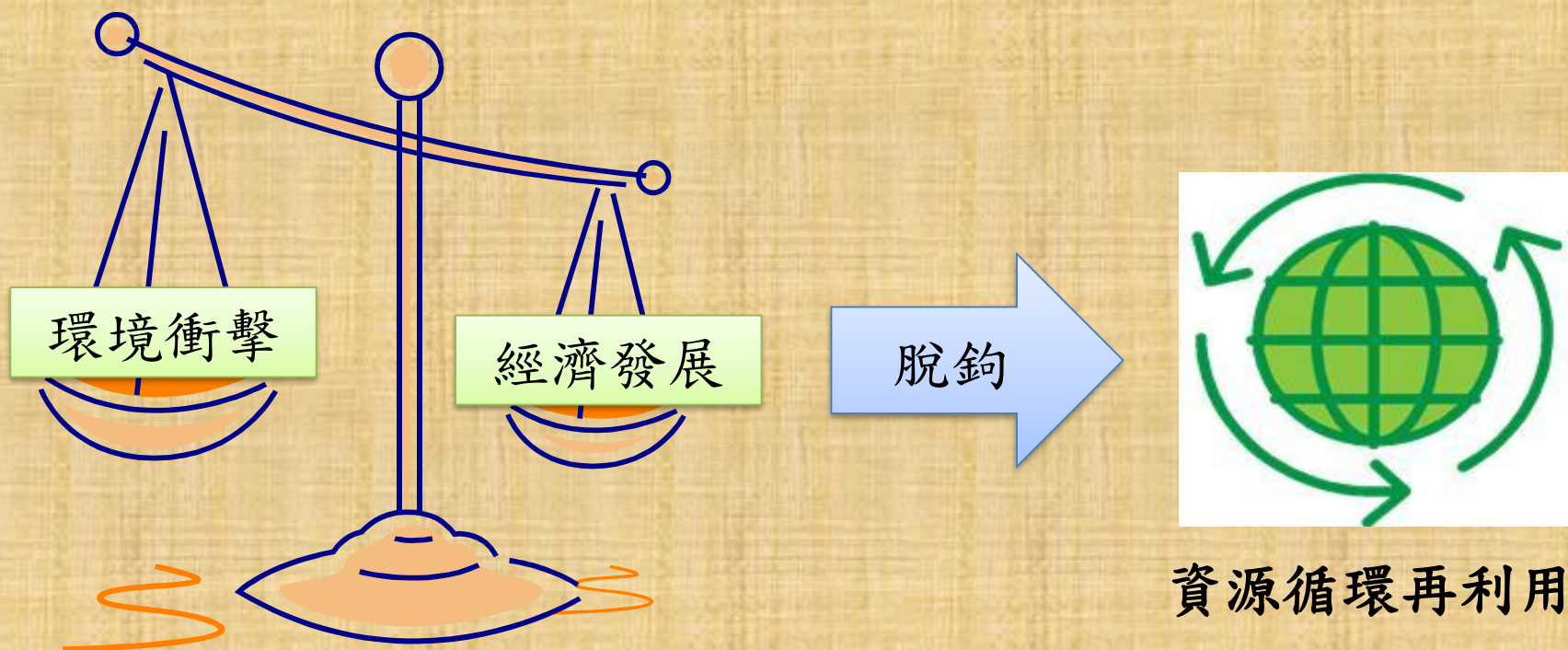
蔡蘊明於臺大化學系(2013/12/03)

臺灣大學化學系的劉廣定教授，推廣綠色化學的概念，是認為必須將此概念透過教育植人民心，依照綠色化學的十二原則來看化學未來應依循的走向，希望台灣中等科學教育的工作者共同努力。

4.<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=22014>

開創新局的永續化學：綠色化學：以友善環境為出發點的化學
(上) (下) 周德璋 國立中正大學化學暨生物化學系

四、挑戰之因應－資源循環



資源永續

- 人在自然環境中的角色。

人不能沒有自然環境，但自然環境可以沒有人類。



➤ 你不能在有限的星球上，無限期地運作線性的系統。

棄置拋棄型社會
(大量生產、
消費、棄置)

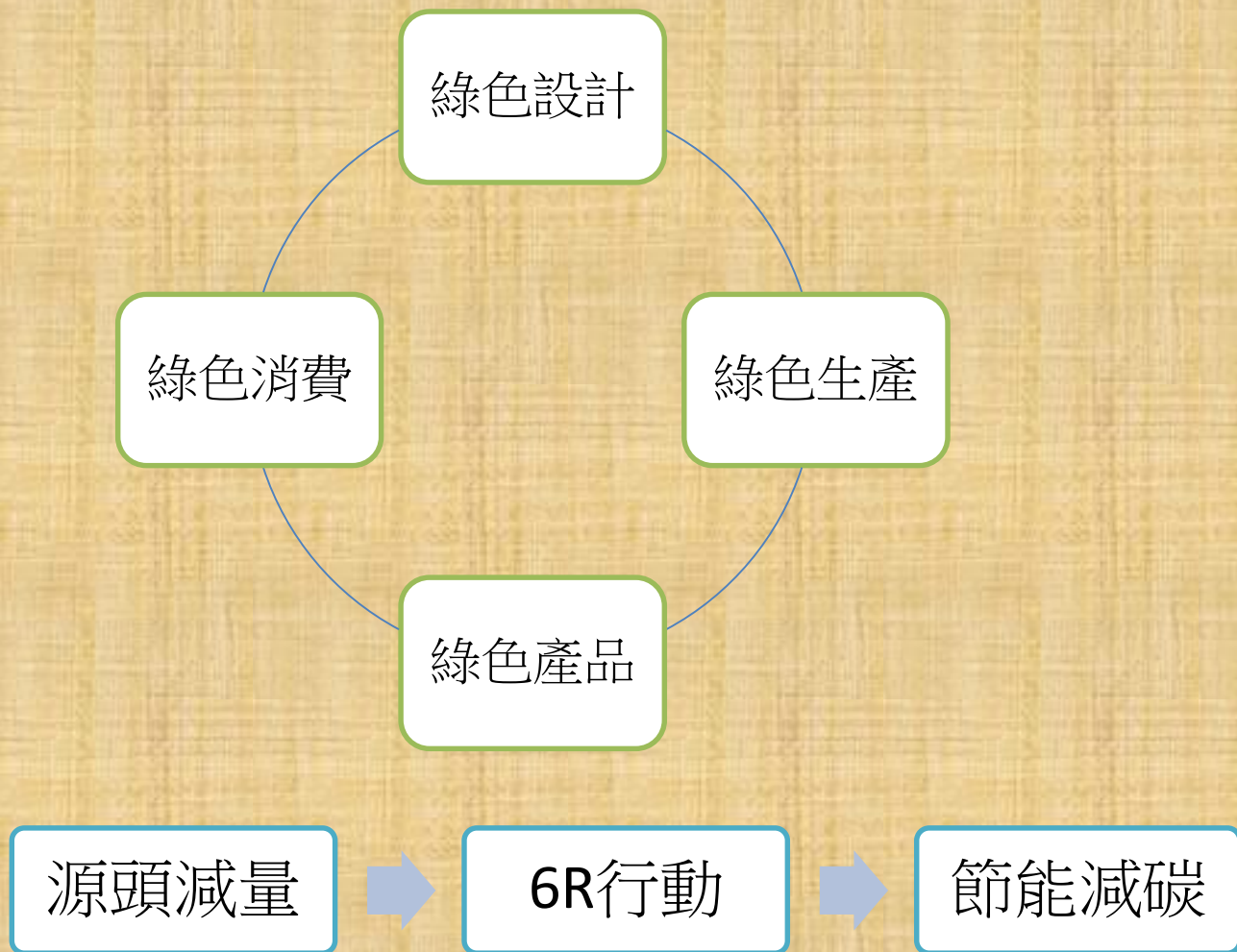


能源、物質、污染
、永續發展



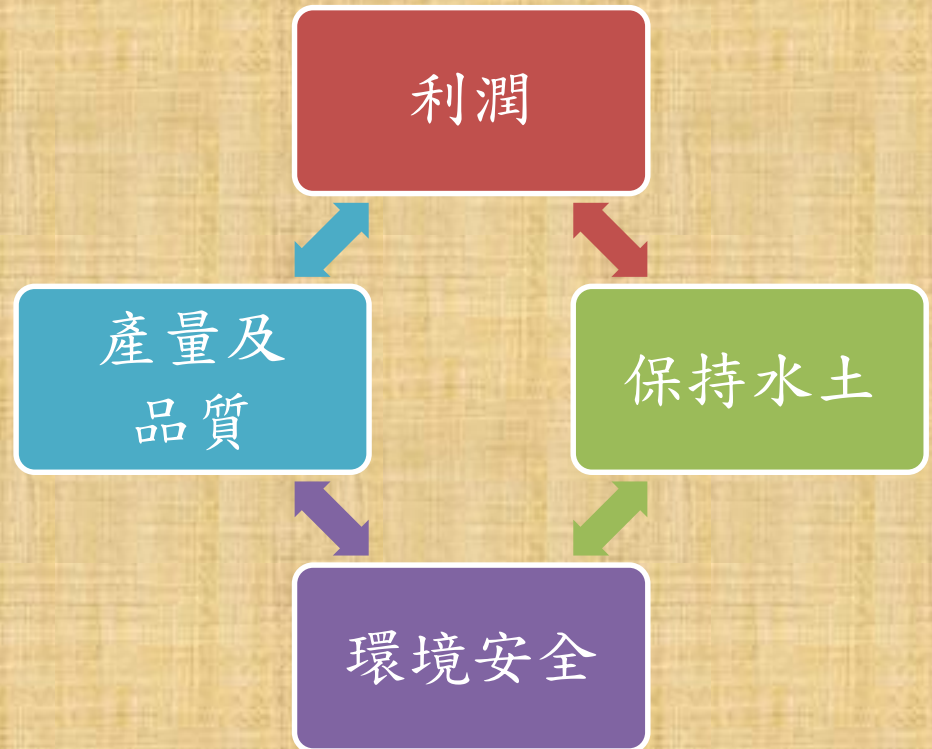
循環型社會
(Recycling-
oriented
Society)

循環型社會環境行動方案



綠色農業

利用新的耕作方法來減少土地的負擔及因化學農藥或肥料造成的汙染，讓土地的生長利用能長久持續。



五、台灣因應綠色化學之計畫與活動

行政院環保署化學局

107年第1屆綠色化學應用及創新獎評選獎勵計畫

<http://www.tcsb.gov.tw/np-315-1.html>

實現「永續、安全、有效管理化學物質」的願景

對象:團體及個人組：（符合下列之一即可參選）

類別:團體組--綠色化學教育、綠色安全替代、化學物質管理、災害防救整備

個人組--綠色化學教育、綠色安全替代、化學物質管理、災害防救整備、終生貢獻、其他

教育部綠色化學教育網

<http://chem.moe.edu.tw/green/Area>

2014年綠色化學創意競賽

分大專院校示範觀摩組、高中組、高職組

2016年高級中等學校綠色化學（減毒減量）創意競賽

分普通型高級中等學校組（含單科型高級中等學校）
及技術型高級中等學校組

2018年高級中等學校綠色化學創意競賽

分普通型高級中等學校組（含單科型高級中等學校）
及技術型高級中等學校組

六、全球綠色化學產品發展現況與趨勢分析

<http://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=25260>

(一)美國化學產業綠色產品發展趨勢－2016年美國總統綠色化學挑戰

評分三大標準--具有科學及創新的技術、對人類及環境有益、可實際應用的生產技術

(二)台灣化學產業綠色產品發展現況與趨勢－台灣綠色材料循環經濟專區－促成安全、宜居、經濟永續發展

目前選址地點在石化產業發達的大高雄地區

七、結語

- (一)綠色化學要實踐“4不和1沒有”
- (二)化學研究或實驗者應----做到綠色安全替代類
- (三)教育相關單位----化學物質管理類
- (四)供應者與消費者的行動
- (五)農民
- (六)政府

八、參考資料

Anastas, P. T.; Warner, J. C. (1998). *Green chemistry: theory and practice*. Oxford [England]; New York: Oxford University Press.

化學農藥 陳祖豐 中原大學教授 講稿

化學物質安全 馮靜安 大仁科技大學環境與職業安全衛生系副教授 講稿

<https://www.ch.ntu.edu.tw/office/article/savetheearth.html>

綠色化學(**Green Chemistry**) - 拯救地球的未來蔡蘊明於臺大化學系(2013/12/03)

<http://chemed.chemistry.org.tw/?p=22014>

開創新局的永續化學：綠色化學：以友善環境為出發點的化學

(上) (下) 周德璋 國立中正大學化學暨生物化學系

<http://www.materialsnet.com.tw/DocView.aspx?id=25260>

全球綠色化學產品發展現況與趨勢分析

<http://chem.moe.edu.tw/green/Area> 教育部綠色化學教育網/充電專區

<http://www.tcsb.gov.tw/np-315-1.html>

行政院環保署化學局**107**年第**1**屆綠色化學應用及創新獎評選獎勵計畫

<https://www.youtube.com/watch?v=fzKtiTF7jNQ>

高中 周芳妃 化學 3 3 常用反應 綠色化學實驗