

出國報告(出國類別：考察)

參訪新加坡電光電漿（Photo Plasma）
技術處理有機物質發展現況

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：吳盛忠處長、洪榮勳專業研究員、李易書技正

派赴國家：新加坡

出國期間：105年8月15日至105年8月16日

報告日期：105年10月30日

摘要

為解決國內有機廢棄物處理問題，並同步發展我國之生質能源，爰規劃辦理本次新加坡參訪行程，以瞭解新加坡利用電光電漿（Photo Plasma）技術處理有機物質之現況及該國推動生質能之執行情形。本次參訪行程之人員共計 4 名（包含本署 3 人及和通氫能股份有限公司 1 人），整體行程包括瞭解電光電漿新技術與新加坡燃料電池發展情形，說明如下：

- 一、參訪新加坡 CleanTech Park，該園區是新加坡第一個著重生態服務的園區。據悉新加坡政府已規劃分三階段進行開發，預計於西元 2030 年全數興建完成。第一階段（CleanTech Park One）已於西元 2010 年 10 月啟用，占地 50 公頃，毗鄰於新加坡南洋理工大學（Nanyang Technology University）。該園區目前係委由新加坡 JTC 公司（Jurong Town Corporation）進行整體開發維護，除了著重於發展環境友善的產業外，更希望導入綠建築的概念及維護自然地形的精神，發展更有利於環境的產業。
- 二、氫燃料電池為新加坡近年來積極發展的潔淨再生能源，設置於 CleanTech One 的氫燃料電池發電廠是利用金屬鋅（Zn）與水反應生成氫氣（H₂），作為燃料電池（Fuel Cell）發電的燃料來源（化學反應方程式： $Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$ ），再將反應後的氧化鋅（ZnO）利用電光電漿反應還原為金屬鋅（Zn），繼續進行前述產氫反應。該電廠迄今已營運約半年，設計容量為 1 MW，另該廠之燃料電池係由加拿大巴拉德動力系統公司供應（Ballard Power System Inc.）。
- 三、針對新加坡利用有機物質產製再生能源之發展現況，查該國日前已有利用電漿技術將過期番茄汁產製合成氣體（Syngas）發電的成功案例，未來也將發展利用合成氣體產製再生油品（Biofuel）。

目前臺灣面臨有機廢棄物處理管道受阻及能源短缺的危機，如何效仿新加坡利用電光電漿技術處理有機廢棄物，並產製合成氣發電，同時解決國內廢棄物與能源問題，實為本次參訪之重大目的，亦為我國未來應重點努力的方向。

目 錄

壹、目的	1
貳、出國行程與內容概要	1
參、參與過程及內容	2
一、參訪人員	2
二、參訪行程說明	2
肆、心得及建議事項	9
附件、公務出國期間國外人士個人資料彙整表	11

壹、目的

蔡英文總統於 105 年 5 月 20 日就職演說中強調未來將積極發展「廢棄物轉化為再生資源，建構循環性社會」之政策目標。為落實總統之政策，並同步解決國內有機廢棄物（如廢溶劑、污泥）處理問題，本署刻正辦理「有機廢棄物產製再生潔淨能源效能評估計畫」，該計畫執行公司和通氫能股份有限公司，已與新加坡合作，成功利用過期的番茄汁作為原料，透過電光電漿技術將番茄汁轉化為氫氣，再將產出之氫氣供作燃料電池發電使用。

為實際了解新加坡利用電光電漿技術處理番茄汁並成功發電之實績，作為本署後續規劃設置廢棄物處理暨發電廠之重要依據，並解決國內有機廢棄物處理問題，實有必要立即前往新加坡參訪，利用最短的時間將成功之經驗與技術引進國內，澈底解決國內廢棄物處理及能源短缺的問題。

貳、出國行程與內容概要

一、前往國家：新加坡

二、出國期間：105 年 8 月 15 日（星期一）至 105 年 8 月 16 日（星期二）

三、行程：

日期	內容概要	地點
8 月 15 日 (星期一)	1、搭機前往新加坡 2、參訪新加坡 CleanTech Park 及氫燃料電池發電模廠	新加坡
8 月 16 日 (星期二)	1、與新加坡 Real Time Engineering Pte Ltd 洽談新加坡利用有機物產生氫能源之發展與未來願景 2、搭機返回臺灣	新加坡

參、參與過程及內容

一、參訪人員

(一) 臺灣

單位	職稱	姓名
行政院環境保護署 (廢棄物管理處)	處長	吳盛忠
	專業研究員	洪榮勳
	技正兼組長	李易書
和通氫能股份有限公司	董事長	王啟聖

(二) 新加坡

單位	姓名
Real Time Engineering Pte Ltd	Philip S Y Wong
	Alvin Liau
	Francis S C Ho
	Chaw Peng Hoe

二、參訪行程說明

(一) 新加坡 CleanTech Park

新加坡 CleanTech Park 園區是新加坡第一個著重生態服務的園區。據悉新加坡政府已規劃分三階段進行開發，預計於西元 2030 年全數興建完成。第一階段 (CleanTech One) 已於西元 2010 年 10 月啟用 (如圖 1)，占地 50 公頃，毗鄰於新加坡南洋理工大學 (Nanyang Technology University)。而該園區係委由新加坡 JTC 公司 (Jurong Town Corporation) 進行整體開發維護，除了著重於發展環境友善的產業外，更希望導入綠建築的概念及維護自然地形的精神，發展更有利於環境的產業。

新加坡 CleanTech Park 園區內進駐的廠商，大多是以發展對環境友善、對環境有利的產業為主，也可以從園區內使用之全電力的電動接駁車 (如圖 2) 及裝載太陽能電板的垃圾桶 (如圖 3)，看出園區經營者的用心，亦可為我國發展相關園區之借鏡。



圖 1 新加坡 CleanTech One



圖 2 新加坡 CleanTech Park 園區內全電動接駁車



圖 3 新加坡 CleanTech Park 園區內裝載太陽能電板的垃圾桶

氫燃料電池為新加坡近年來積極發展的潔淨再生能源，Real Time Engineering Pte Ltd 設置於 CleanTech One 的氫燃料電池發電廠是利用金屬鋅（Zn）與水反應生成氫氣（H₂），作為燃料電池（Fuel Cell）發電的燃料來源，反應方程式為 $Zn + H_2O \rightarrow ZnO + H_2$ 。該廠廠區內共有 4 座產製氫氣的反應爐（如圖 4），設計容量為 1 MW，已營運約半年。另燃料電池（如圖 5）係由加拿大巴拉德動力系統公司供應（Ballard Power System Inc.）。



圖 4 產製氫氣的反應爐



圖 5 燃料電池

目前 Real Time Engineering Pte Ltd 發展燃料電池的困境在於反應後氧化鋅（ ZnO ）的去化問題。而和通氫能股份有限公司可利用電光電漿技術將氧化鋅還原為金屬鋅（ Zn ），再將鋅投入製程繼續進行產氫反應。（如圖 6）



圖 6 和通氫能股份有限公司電光電漿反應爐

（二）洽談新加坡有機物產製再生能源之發展與未來願景

為瞭解新加坡利用有機物質產製再生能源之發展現況，特別於本次參訪期間多次與 Real Time Engineering Pte Ltd 進行會談（如圖 7）。根據會談內容，Real Time Engineering Pte Ltd 日前已成功利用電漿技術將過期番茄汁產製合成氣體（Syngas）發電的成功案例（如圖 8），而目前設置於 CleanTech One 的氫燃料電池發電廠已營運約半年，產生 1 MW 的電量，除廠內使用外，也將餘電授予新加坡政府。

另外，考量電力在傳輸過程的大量損耗，新加坡政府正將發電模式轉換為區域型的供電，減少電力傳輸的損耗，而體積小又環保的氫燃料電池，正是新加坡政府認為最佳的供電模式。故新加坡政府目前以非常快的速度將燃料電池推廣至國民的日常生活使用，包括社區大樓的公共用電、政府機關的用電等，努力達成區域供電及潔淨能源的願景目標。

針對臺灣目前急需解決的有機廢棄物的問題，也是發展生質能源的良好來源之一，利用電漿技術將有機物產製為合成氣發電，或製成再生油品（Biofuel）都是目前技術成熟，且應努力達成的目標。



圖 7 與 Real Time Engineering Pte Ltd 會談情形



圖 8 新加坡 100-kW 生質能發電展示

肆、心得及建議事項

一、目前國內利用廢棄物產製生質能的發展模式分為垃圾焚化發電、作為輔助燃料、或透過熱裂解(Pyrolysis)、氣化(Gasification)、厭氧發酵(Anaerobic fermentation)產製再生油品、合成氣及沼氣發電(如圖 9)。其中氣化法是目前最新穎的技術，原理是將固態的有機物質氣體化為氫氣和一氧化碳，形成合成氣並進行後續發電，而電漿(Plasma)技術可大幅提升合成氣中的氫氣比例，即提高發電效益。故目前本署刻正執行「有機廢棄物產製再生潔淨能源效能評估計畫」，就是利用電漿技術處理有機廢棄物並產製富氫氣的合成氣，以期透過計畫評估，選擇最適合我國發展的生質能模型。

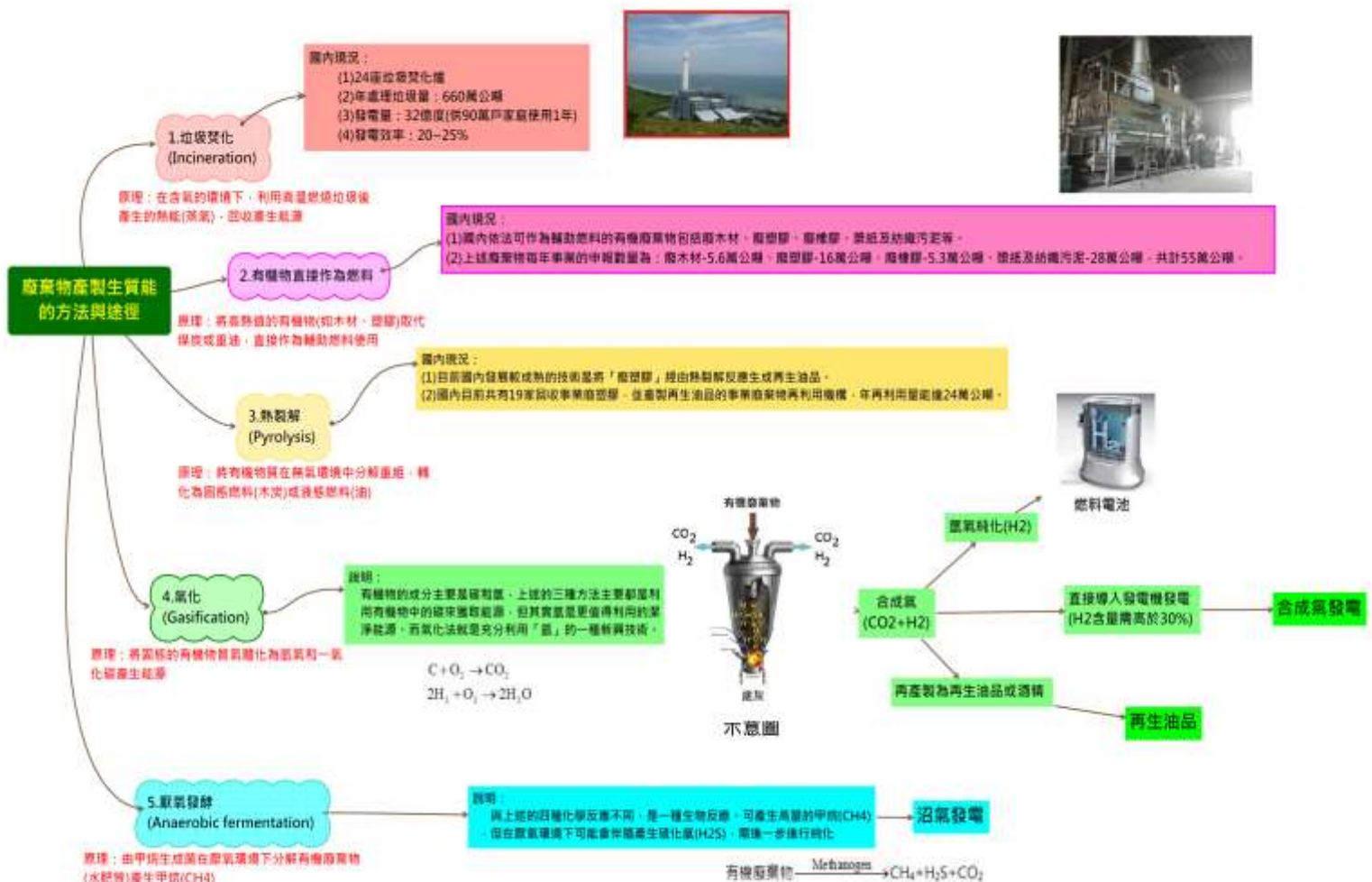


圖 9 廢棄物產製生質能的方法與途徑

二、目前臺灣面臨有機廢棄物處理管道受阻及能源短缺的危機，如何效仿新加坡利用電光電漿技術處理有機廢棄物，並產製合成氣發電，同時解決國內廢棄物與能源問題，落實執行總統「廢棄物轉化為再生資源，建構循環性社會」之政策，實為本次參訪之重大目的及我國未來應重點努力的方向。

公務出國期間國外人士個人資料彙整表

活動名稱	姓名	單位及職稱	國別	專長領域	會晤日期	聯絡電話	電子郵件	我方接洽者姓名職稱	交流內容	備註
參訪新加坡 CleanTech Park	Philip S Y Wong	Real Time Engineering Pte Ltd	新加坡	能源化學	105年8月15日~16日	(65)6741-9500	ecsrts@singnet.com.sg	和通氫能股份有限公司 王啟聖董事長	參訪 CleanTech Park 及交流新加坡有機物產製再生能源之發展與未來願景	-
	Alvin Liau	Real Time Engineering Pte Ltd	新加坡	能源		(65)9755-9578	alvinliau@gmail.com			-
	Francis S C Ho	Real Time Engineering Pte Ltd	新加坡	能源		(65)9684-7568	francis@communicationcube.com			-
	Chaw Peng Hoe	Real Time Engineering Pte Ltd	新加坡	能源化學		(65)6741-9500	ecsrts@singnet.com.sg			-