

行政院及所屬各機關出國報告  
(出國類別：研習)

九十年中日技術合作計畫  
醫療廢棄物減量、回收、處理技術研習

| 出國人：服務機關    | 職稱      | 姓名  |
|-------------|---------|-----|
| 行政院衛生署      | 簡任視察    | 鄭聰明 |
| 行政院衛生署      | 約聘研究員   | 吳美靜 |
| 行政院衛生署中部辦公室 | 技正      | 黃韶南 |
| 行政院環境保護署    | 助理環境技術師 | 鍾昀泰 |

出國地區：日本

出國期間：九十年七月一日至九十年七月十四日

報告日期：九十年十月

## 目 錄

|               |    |
|---------------|----|
| 壹、研修行程表 ..... | 2  |
| 貳、目的 .....    | 3  |
| 參、研修內容 .....  | 4  |
| 肆、研修心得 .....  | 71 |
| 伍、研修建議 .....  | 72 |
| 陸、附件 .....    | 73 |

## 壹、研修行程表

## 貳、目的

我國現行法規規定感染性醫療廢棄物需焚化處理，以達減毒、減量效果。基於感染性廢棄物焚化成本高於一般廢棄物、又焚化廠土地取得不易。爰此，藉由此行學習日本醫療廢棄物減廢、回收及處理技術，作為提升我國醫療廢棄物處理技術之層次及管理知能之借鏡，並預期達成以下之目標及效果：

- 一、瞭解日本廢棄物管理法規及執行現況，作為本國相關法規修訂之參考。
- 二、學習日本醫療廢棄物減量、分類及回收方法，以期減少我國醫療廢棄物焚化爐興建。
- 三、學習該國焚化技術，作為改善我國焚化爐，期以現有之焚化設施，達到最大功效。
- 四、另尋其他取代焚化處理感染性醫療廢棄物之技術，減少焚化成本及避免焚化處理所產生之污染。

## 參、研修內容

日期：90年7月2日（一）上午

地點：財團法人日本國際醫療團

主講人：環境省企劃課循環型社會推進室

課長 眼目佳秀

主題：循環型社會

課程摘要：

20世紀由於大量生產、大量消費、大量廢棄物之產生，造成天然資源的逐漸消耗殆盡，同時也造成環境負荷能力之降低，而形成環境污染問題。

同時，如何減少廢棄物發生、如何適當處理廢棄物、如何減少處理廢棄物所發生之公害、再生品之使用措施及不法投棄廢棄物之處置措施，亦為新的課題。

循環型社會係指資源投入、生產、消費、使用、廢棄、處理過程中，減少天然資源之耗用，減少廢棄物之發生，對廢棄物之處理再生循環的使用，以減少耗用天然資源。由於天然資源有限，不可能無限制的浪費消耗，另一方面大量廢棄物如不作適當處理、減量，將超越環境負荷，而造成環境污染問題，回收推動循環型社會為本世紀所必然之趨勢。

為推動循環型社會，制定循環型社會形成推進基本法：

- 一、修正廢棄物處理法，以減少廢棄物的發生，以及加強廢棄物的適當處理。
- 二、修正資源有效利用促進法，以加強資源的再利用，減少廢棄物的發生。
- 三、容器包裝再利用法，以促使容器包裝製造利用業者，加強分別回收容器包裝之義務。
- 四、家電再利用法。
- 五、建設再利用法，要求建築業者使用解體建設廢棄物之義務。
- 六、食品再利用法，要求食品製造販售業者，減少食品包裝之發生，

及再利用之義務。

七、再生品購入法，使用再生品的推動與製造。

日期：90年7月2日（一）下午

地點：財團法人日本國際醫療團

主講人：環境省產業廢棄物課適正處理推進室

課長 福田宏之

主題：日本醫療廢棄物處理對策

課程綱要：

廢棄物分為一般廢棄物與產業廢棄物，一般廢棄物由地方政府負處理責任；產業廢棄物由事業負處理責任。

產業廢棄物，指伴隨事業活動產生之廢棄物，依據法律規定指定十九種類。一般廢棄物指產業廢棄物以外之廢棄物，包括家庭系產出之一般廢棄物與事業系產出之一般廢棄物。

一般廢棄物與產業廢棄物，其足以影響他人健康或危害生活環境之有害性、感染性、爆發性廢棄物，列為「特別管理一般廢棄物」「特別管理產業廢棄物」，其分類，收集與處理等全部過程，以較嚴格方式管理。

所稱感染性廢棄物其範圍如下：

- 一、血液、血清、血漿、體液、血液製劑。
- 二、因手術所發生病理廢棄物。
- 三、有血液等附著之銳利物。
- 四、病原微生物有關試驗、檢查使用之器物。
- 五、其他實驗、手術用有血液等附著之手套等。
- 六、感染症新法、結核預防法等法律規定病人發生有感染之污染物。

感染性廢棄物之中間處理方式，包括燃燒法、溶融法、破碎與高壓蒸氣滅菌、破碎與乾熱滅菌、破碎與消毒等方法。

日期：90年7月3日（二）

地點：東京都立駒入醫院

主講人：1. 東京都立駒入病院感染症科

部長 增田剛太

2. 東京都立駒入病院庶務課

課長 河田理枝

3. 東京都立駒入病院庶務課

課員 千葉清隆

主 題：醫院醫療廢棄物處理實地參訪

課程綱要：

- 一、該院係公立傳染病專科醫院，病床許可數 906 床，營運數 801 床，門診每日 1,275 人次；以收治後天免疫不全症候群(AIDS)、瘧疾、癌症等病人為主，並設有安寧病房、骨髓移植無菌室。
- 二、介紹日本之傳染病管理法規及 AIDS、瘧疾等治療方式及介紹院內感染中抗 Methicillin 金黃色葡萄球菌(MRSA)之防治對策，本項與本次研修主題無關，故不加敘述。
- 三、該院感染性產業廢棄物與感染性一般廢棄物量約為 1：1。
- 四、感染性產業廢棄物(尖銳物、沾血液物等)直接投入白色專用收集箱(MD Box)，該收集箱裝滿後一經蓋上，就無法打開(除非暴力)：其餘一般感染性廢棄物則依規定放置不同顏色專用塑膠袋收集，再裝入紙箱，二者外部再貼上「生物危害」標誌之貼紙，。
- 五、該院曾建有小型焚化爐，但近年來排放廢氣不符戴奧辛(Dioxin)管制法之規範，已停用並委外清運及處理。
- 六、委外清運及處理之招標及訂定契約，皆由東京都財務局主導，該院被動接受；最近因法規修定，對排出業主加重責任，該院乃要求處理業者提出許可書副本，審查許可項目、處理量、與最終處理業者之契約等資料，訂約前並至處理現場查看。
- 七、該院各護理站之廢棄物集中儲放在地下室一個空間不大的房間，再由清運業者送至中間處理場。
- 八、依日本法規規定醫院應有醫療廢棄物管理責任者，負責醫療廢棄物之妥適處理，該院之負責人係由感染症(傳染病)科部長兼感控委員會主任委員增田剛太部長擔任，感染症科為醫院近四十個科

室之一科，在推動醫療廢棄物之妥適處理作業上似乎較為不專精。

日期：90年7月4日（三）

地點：NTT 東日本關東病院

主講人：NTT 東日本關東病院臨床檢查部

部長 岡田 淳

主題：1. 醫院醫療廢棄物處理實地參訪

2. 感染症現狀及醫院感染對策

3. 醫療廢棄物及管理責任者之角色

課程綱要：

- 一、該院係日本電話電報公司(NTT)附設醫院，許可病床數一般床 460 床、精神病床 48 床，該院於去(2000)年十二月方重建完成啟用，建築硬體投資約 500 億日圓，設備投資約 150 億日元。內部設施新穎，普遍自動化，如感應式自走車 186 台，輸運藥品、污物、感染性廢棄物等；病歷、X 光片及檢驗檢體等另有軌道式自動輸送匣運送。又，男廁內緊急呼叫按鈕，設在距地面約 30 公分處，對於不慎摔倒之病患仍可以操作。
- 二、講座臨床檢查部部長岡田淳，亦為感染控制專家，介紹該院對傳染病的治療方式及感染控制之做法，特別介紹醫護人員在治療或接觸結核病患時所戴之 N-95 口罩，以預防飛沫傳染，因本項非本次研修重點，不加贅述。
- 三、該院訂有完整、清晰、淺顯的「廢棄物管理規程」，明訂管理組織之架構、管理者之工作責任、各部門及各類醫療廢棄物之處理方式，對基層執行者是一項很好的指引。感染對策委員會受院長重視及授權，積極推動感染性醫療廢棄物妥適處理。
- 四、各護理站、部門，依據院訂廢棄物管理規程執行分類、收集井然有序。垃圾量每日三噸，其中具感染性者約 300-450 公斤。
- 五、一般廢棄物經由壓縮，感染性廢棄物直接裝箱後均委外以焚化法處理，處理費約為總收入 5%(一年約 6 千萬日圓)。另餐廳之廚餘



經加熱滅菌後發酵成有機肥料無償供員工索取。廢棄物的儲存、壓縮、廚餘之發酵皆在地下室，但並沒有臭味，應該是管理作業完善所致。

六、岡田部長表示，目前約有 2,000 項用過即丟衛材，要做好院內感染控制，用過即丟衛材使用量必定增加，將會使醫療廢棄物量增加、處理費用增加外，對於資源的消耗亦會增加，該院考慮採用可再消毒之衛材，以取得雙贏。

七、在參觀病房時發現公共區域及部分病房鋪設地毯，對於清潔、無菌方面似有影響，但據岡田部長表示此乃該院院長參考美國醫院設計所決定的。

日期：90年7月5日（四）上午

地點：財團法人日本國際醫療團

主講人：廢棄物學會會長 岡山大學環境理工學部 田中勝 教授

主題：醫療廢棄物總論

課程綱要：

廢棄物的處理方式，隨著社會結構的轉變而不同，早期的農業化社會，廢棄物多以露天燃燒方式處理，隨著都市化的逐步形成，衛生掩埋逐漸取代露天燃燒。時至今日，由於土地資源漸趨稀少、珍貴，加上人口膨脹與大量消費造成廢棄物量爆增等因素，以焚化處理搭配管理型灰渣掩埋場，成為世界各國主要之廢棄物處理方法。

理想的廢棄物處理方法，應能同時滿足（1）處理費用低廉（2）確保環境衛生等二大目標，然而現實面往往面臨資源（經費、技術能力、土地）不足及民眾配合度不佳等因素，造成理想與現實之間的鴻溝。單就科技發展的角度來看，是可以透過技術開發來達成理想的廢棄物處理，然而行政機關基於可用資源現況所選擇的最適處理方法（技術），往往與民眾的期望及認知不符，其間的差距並有逐步擴大的趨勢，造成民眾不滿的感受，也因此擔負廢棄物處理決策及實際從事處理廢棄物的人員，必須更加努力的處理廢棄物，並花費額外的心力加強溝通，才能滿足民眾的期待。

與民眾溝通的重點，在於使其認知廢棄物大多是人類消費活動所產生，也因此其後果（處理責任）亦必須由民眾自行承受。而技術上理想的廢棄物處理方式，係朝向減少廢棄物掩埋率、提昇資源循環使用及減少廢棄物發生率等方向努力。上述目標的達成，必須有民眾的充分配合和理解，包括願意為了提昇廢棄物處理效果而付出更多的費用，及配合落實垃圾分類等。

1992 年於巴西里約熱內盧召開的地球高峰會議，揭示了減少資源使用、減輕環境負荷的減廢目標，亦即日本形成循環型社會政策的起因。然而必須注意的是，基於減廢概念而提出的「零排放」一詞，作為教育的目標（口號）雖然具有相當崇高的理想性，但在實務上卻是不可行，過度強調零排放反而會誤導廢棄物處理的政策方向，讓人忽略了有些廢棄物無法減廢，因此行政機關仍應正視這些不得不處理的廢棄物。

人類有許多相對的好惡感受，如：戰爭與和平、健康與病痛、幸與不幸 等，就像是天秤的二端，當喜好的感受增加，就造成另一端厭惡的感受減少，唯獨消費（商品）樂趣的增加，往往亦造成廢棄物處理痛苦的產生（圖一）。由於民眾對於消費的需求無法禁絕，因此為政者更必須深思廢棄物的處理政策，並慎選最適化的廢棄物處理方式，而盲目投入資源處理廢棄物，並不能保證獲致相對的效果，與其追求更多資源，不如思考如何在現有資源下追求最大的處理效果（圖二）。

理想的廢棄物處理方式，其優先順序如下：①抑制產生 ②循環利用 ③焚化減容 ④妥善掩埋。由於抑制產生往往需透過對生產者（改變產品）及消費者（改變消費習慣）的教育與投資，見效緩慢成本亦較高，而焚化減容及妥善掩埋為既有的處理方式，已不能符合民眾求新求變的期望，因此日本當前廢棄物處理政策的發展重心，著重於推動資源循環利用，以發展成為「循環型社會」。其具體目標在一般廢棄物部分，希望於 2010 年達成如下之成果：

- (1) 減少廢棄物產生：由 53 百萬公噸/年減少為 50 百萬公噸/年，計削減 5%。





- (2) 延長掩埋場使用年限：削減需掩埋之廢棄物量 50%，由 13 百萬公噸/年減少為 6.5 百萬公噸/年。
- (3) 促進環境保護，減少二次公害：削減需焚化之廢棄物量 15%，由 40 百萬公噸/年減少為 34 百萬公噸/年。
- (4) 有限資源的有效利用：增加廢棄物再生利用率 10%至 24%，由 5.5 百萬公噸/年增加為 12 百萬公噸/年。

就延長掩埋場使用年限而言，日本將採行的方法包括：減少廢棄物產生、落實廢棄物分類、中間處理（焚化減容）、焚化灰渣熔融固化為再生材料使用等。以東京都為例，其目前廢棄物焚化灰渣均以掩埋（填海造地）方式進行最終處置，未來將終止焚化灰渣填海造地，改採高溫熔融製成建築骨材，或鍛燒製成水泥材等方式處理。然而以解決土地負荷的高科技處理方式，仍有（1）處理成本昂貴（2）消耗大量能源、造成環境負荷（3）民眾對使用廢棄物再生建材接受度低等負面影響，因此日本亦有持異議之學者建議政府於制定廢棄物處理政策時，應綜合評估（1）技術可行性確立（2）經濟效益評估（3）環境負荷評估等因素，重新檢討是否值得為了延長掩埋場使用年限而付出如此龐大之代價。

另一項值得討論的政策是戴奧辛管制標準的修正，日本目前的焚化爐戴奧辛排放管制標準，規定既設焚化爐戴奧辛排放標準為 80 ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>，新設爐則為 0.1~5 ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>，然而自 2002 年 12 月起，既設焚化爐的排放標準將提昇為 1~10 ng-TEQ/Nm<sup>3</sup>，預估大多數現有之醫院焚化爐（中小型焚化爐）均無法符合新的排放標準，面臨關廠的命運。

據推測日本各醫院針對日趨嚴格的戴奧辛排放管制標準，可能採行的因應措施包括：（1）改善焚化爐污染防制設施，繼續自行焚化處理（2）自行滅菌處理（3）滅菌後委託代處理業掩埋（4）委託代處理業焚化（5）交由地方政府焚化廠焚化。然而中小型焚化爐改善戴奧辛防制設施所需成本較高，無論是自行或委託焚化處理，其處理設施均需再投資改善戴奧辛排放，故面臨處理成本大幅增加、經濟效益不佳之問題；而滅菌處理方式又未能有效減少廢棄物體積，違背延長

掩埋場使用年限之既定政策，預估均不可行。

至於日本各地方政府（市、町、村）因擔負處理轄區內生活垃圾之責任，多數均於轄內設置自有之焚化廠，其焚化廠規模較醫院焚化爐大，且行政機關為繼續維持廢棄物處理功能，均投入大量資金進行戴奧辛排放改善工作，因此，一般而言市、町、村所屬垃圾焚化廠較能符合日本未來之戴奧辛排放管制標準規定。故有學者認為將醫療廢棄物交由地方政府焚化廠焚化為最佳之替代方案，然而此一作法面臨與台灣相同的困境，即地方政府多不願替醫療院所處理感染性醫療廢棄物，因此現階段多數日本醫院仍傾向於委託代處理業焚化處理。

至於一般人對於醫療廢棄物中含有大量含氯之塑膠類廢棄物（PVC），可能導致焚化廠排放戴奧辛之疑慮，從質量平衡的觀點而言，如焚化廠未能維持良好的操作條件，則存在於一般生活垃圾之中的氯元素含量，便足以導致超出排放標準的戴奧辛生成。因此，廢棄物中氯含量並非焚化廠是否排放戴奧辛之決定性因素，與其控制焚化爐進料的氯含量來防止戴奧辛排放，不如改善焚化爐操作條件及增設污染防治設備來的有效。故日本學者認為，只要垃圾焚化爐本身具備良好的操作條件，則醫療廢棄物送入一般垃圾焚化爐處理，並不至於造成戴奧辛大量生成或處理技術上的困難。

日期：90年7月5日（四）下午

地點：財團法人日本國際醫療團

主講人：荏原製作所 竹林征雄 理事

主題：醫療廢棄物總論

課程綱要：

當今環境問題的衝突點，在於必須兼顧（1）環境品質（2）延長資源使用（3）經濟發展，而這三者往往無法同時獲得最大滿足，也因此近年來學者不斷研究如何尋找三者間的平衡點，而歸納出的解決之道便在於儘可能達成零排放的目標，促使社會朝向循環型的永續發展社會邁進。

零排放的觀念放大到整個社會上，其具體的做法首先於企業體內

建立資源（廢棄物）及能源循環利用的機制，針對無法於企業體內循環利用的資源與能源，則應推廣使用次級（降級）能源，及從各個企業製程廢棄物中找出可循環利用作為原物料的項目，並串聯企業與企業之間廢棄物交換的機制。對於消費品而言，應從設計面規劃讓消費後的廢棄物，亦能回歸到生產製程的原物料當中，如此才能形成一個最基本的循環架構（圖三）。而串聯上述三角循環架構的關鍵，即在於創新技術並發展出以資源、能源循環利用為利基的新興產業（新經濟活動），即所謂的「靜脈產業」，使得 A 產業生產過程廢棄的物質能改變其型態，轉變為 B 產業可有效利用的資源。

日本政府基於上述思考邏輯，制定了「循環型社會形成推進基本法」，此一法律位階次於「環境基本法」但高於其他環保法律，屬於概念性質的構想法律，其內容並未規定推動循環型社會形成之具體措施，而在「循環型社會形成推進基本法」之下建構整個循環型社會的法律，包括：（1）綠色採購法（2）食品循環利用法（3）建設循環利用法（4）家電循環利用法（5）容器包裝循環利用法（6）資源有效利用促進法（7）廢棄物處理法。此外由日本經濟產業省（原通產省）及環境省（原環境廳升格）補助各地方政府推動之 Eco-Town 生態城計畫，吸納了各種廢棄物處理產業、資源回收再利用產業與相關技術研發單位於環保專業園區之中，扮演起串聯日本產業各階層形成循環型經濟社會的關鍵角色。整個循環型經濟社會的目標，即透過技術開發全面提昇（1）生產效率（2）時間效率（3）環境效率（4）資源循環效率，創造出一個環境負荷極小化的社會（圖四）。

京都大學內藤教授進一步就環境生態觀點，勾勒出未來的全球改革方向，其內容包括：

- （1）改革要件：硬體（技術）、軟體（制度）、態度（良心）。
- （2）思考方向：維護地球生態、經濟與社會持續發展、舒適性。
- （3）衡量指標：能源消耗減少率、資源消耗減少率、廢棄物產生量減少率、地球（環境）負荷減少率。

日本目前法規就醫療行為所產生的廢棄物概略區分為（1）醫療廢棄物（2）在宅醫療產生之廢棄物（3）除外廢棄物等三大類，其中







醫療廢棄物可區分為一般廢棄物及產業廢棄物二大類，而一般廢棄物及產業廢棄物中具有感染性者又予以特別管理（圖五）。較特殊的一點，是摘出臟器被列入特別管理一般廢棄物（感染性一般廢棄物）中，此與我國將其列為感染性事業廢棄物有很大的不同，其原因一來是日本對於產業廢棄物的認定，大致上係依據廢棄物排出過程是否與產業生產活動相關而定，二來基於對人（人體）的尊重，因此未將摘出臟器列入產業廢棄物（人 = 垃圾？），但因臟器類廢棄物的處理在民眾觀感、公共衛生及防疫方面均有諸多顧慮，故將其列入特別管理一般廢棄物。然此舉除造成醫療院所在廢棄物分類上的困擾，同時亦引起不少爭議，蓋日本法規中要求事業機構應自行負擔產業廢棄物的處理責任，地方政府則負責處理一般廢棄物，惟地方政府均拒絕處理感染性一般廢棄物，因此多數醫療院所仍必須自行（委託）處理感染性「一般廢棄物」，造成法規與實務上的矛盾。

日本目前各醫療院所產生之醫療廢棄物，其處理方式大致分為自行處理及委託處理二種（圖六），無論是自行或委託處理，均採焚化處理，其焚化爐又可區分為醫療廢棄物專用焚化爐及與其他產業廢棄物混燒之混燒爐二種。然而醫療廢棄物專用焚化爐規模較小、污染防治設備較差，大多無法符合 2002 年生效的戴奧辛排放管制標準，以關東地區為例，區域內約有二十座醫療廢棄物專用焚化爐幾乎全部都將於 2002 年以後停用，因此，兼具良好操作條件及經濟運轉規模的產業廢棄物混燒爐，將成為日本未來醫療廢棄物處理設施的主流。除了將醫療廢棄物與其他產業廢棄物混燒之外，其他可能的處理方式，包括先將醫療廢棄物以高周波、微波（先經破碎處理）或高壓蒸氣滅菌處理後，挑出其中的塑膠材質循環利用，剩餘部分則製成廢棄物衍生燃料（RDF）或送入一般垃圾焚化爐處理（圖七、八）。

為因應戴奧辛排放標準日趨嚴格所帶來的挑戰，日本產業界近年來亦積極研究採行其他替代性醫療廢棄物處理技術之可行性，被列入考慮的醫療廢棄物處理技術包括：（1）焚化處理（2）滅菌處理（3）炭化處理（4）熔融處理等，其技術研發趨勢則集中於：抑制戴奧辛排放、防止廢棄物處理過程二次感染、感染性廢棄物無害化（一般產









業廢棄物化) 資源化與廢棄物處理剩餘灰渣(熔渣)處理、再利用技術等(圖九)。

目前世界各國積極研發中的醫療廢棄物處理技術包括:(1)焚化(2)蒸氣滅菌(3)電磁波滅菌(4)機械式化學處理(5)熱分解等,影響各種處理技術效能的關鍵因素及其優、缺點詳列於圖十。在各種處理方法的比較中,焚化法雖面臨民眾抗爭、操作費用高昂及環保法規日趨嚴格等諸多困難,但就處理技術的適用性而言,其所能處理的廢棄物範圍仍最為廣泛,因此日本較偏好以焚化法處理醫療廢棄物。而戴奧辛管制規定及相關研究最先進(嚴格)的歐洲國家,近年來亦有論者呼籲應慎重考慮加重焚化處理事業廢棄物的比率,顯示一度因戴奧辛管制規定衝擊而日趨沒落的焚化廠,在燃燒控制及污染防制技術雙重革新之下,似已有重獲重視的跡象。

日本於 1991 年發生某國立大學附設醫院因院內感染造成四人死亡,導致醫療廢棄物管理法規(廢棄物處理法)大幅檢討修正之後,其相關規定便一直未作修改,致十年來其醫療廢棄物的管理與國際趨勢漸行漸遠。至 2000 年復發生不肖業者將醫療廢棄物以一般廢棄物名義輸往菲律賓的事件,一開始日本政府未正視此一事件係肇因於其對於醫療廢棄物管理的不當(與國際規範脫節),僅以違反外匯法處分相關業者,演變成菲律賓政府引用「巴塞爾公約」訴諸國際輿論的外交糾紛,迫使日本政府及產業界不得不重新檢討現行醫療廢棄物管理措施的合宜性。面對未來國際環保趨勢,日本的醫療廢棄物處理待進一步解決的課題包括:

(1) 硬體面:

1. 促進醫療器材循環利用、資源化設計。
2. 降低廢棄物處理設施設備費及操作費。
3. 作業環境改善(防止接觸感染及惡臭)。
4. 引進簡易的滅菌效能驗證方法。

(2) 軟體面:

1. 落實醫療廢棄物分類。
2. 建立完善的貯存與轉運管理體系。







- 3.建置居家醫療廢棄物收集系統（研議以快遞收集之可行性）。
- 4.健保給付應合理反映醫療廢棄物處理費用。
- 5.建立醫療廢棄物一元化的管理體系。

日期：90年7月6日（五）上午

地點：京都大學環境安全中心

主講人：高月紘 教授

水谷聰 助手

主題：京都大學環境保全中心參訪

課程綱要：

京都大學環境保全中心肩負起該校實驗室廢液處理之責任，其主要任務有：負責收集該校所有實驗室之廢液、辦理學生環境教育、法令制定之專責單位及 PRTR（Pollutant Release and Transfer Register）環境污染物質排出移動登錄等業務。

京都大學實驗室廢液種類繁多，其所含之 Hg 和 Cd 等有害物質，如直接由各實驗室污水槽排出，併同其他都市廢水進入京都廢水處理廠，也將因該處理廠無法處理含重金屬之廢水，致排放後污染到京都之飲用水水源。另學校實驗室之污水排放，業受水污染防治法相關法規（Water Pollution Prevention Act and Sewage Law）之規範，排放之污染物如超過法定標準，將接受罰款及刑事責任。

本行程並藉由錄影帶欣賞，瞭解該校為防止實驗廢液被學生隨意傾倒，各實驗室配有專用管線將實驗室廢水集中於貯存槽再排放，另於實驗室之污水槽設有監測器（PH 值 5-9 為安全範圍），排放之廢水如含有廢液，可能超過 PH 之監控值，警報器即會響起，惟追蹤到傾倒廢液者，除口頭申誡外，學校並未做任何處分。

因此京都大學及附設各學院、醫院之實驗室廢液，業依有機廢液及無機廢液（如表一及二）分別貯存後，集中送至京都大學環境保全中心處理，有機廢液由該中心派專人指導各單位之學生，自行操作該中心所設置之焚化設施（圖十一）焚化處理，並藉以提供學生環境教育實習機會；而無機廢液部分則委託業者於該中心所設置之設施處理（圖十二）。







\* 可焚化處理之有機溶劑條件（有機溶劑處理對象基準）：

1. 有機廢液不可含難燃之有害物質，如 PCB。
2. 所列化學物值含有率之容許值：鹵素 15 % ； N3 % ； S2 % ； 水分 20 % 。
3. 熱值為 5000kcal/kg 以上者之自燃物（除福馬林，酚等之水溶性有機化合物之外，低熱值之廢液必須混合一些適當溶劑後焚化處理）。
4. 不可含會沉澱或懸浮微粒及高粘度之溶劑（沉澱或懸浮微粒須以過濾法除去，高粘度物質須降低其粘度）。
5. 不可含如鹽酸、硫酸及硝酸等腐蝕性物質。
6. 不含具有惡臭之物質（含惡臭之物質須除去或除臭）。
7. 本身或混合後不會爆炸及自燃之化合物。
8. 其他由該中心指定可焚化處理之物質。

\* 無機溶劑處理對象基準：

1. 不含有機溶劑。
2. 不含沉澱、懸浮微粒或金屬水銀（metallic mercury）。
3. 不含 beryllium、selenium、thallium、osmium 等之化合物。
4. 不含危險或有毒物質。
5. 本身或混合後不會爆炸及自燃之物質。
6. 其他由該中心指定處理之物質。

日期：90年7月6日（五）下午

地點：京都大學醫學院附設醫院

主講人：足立久佳 先生

高月紘 教授

主題：京都大學醫學院附設醫院焚化爐設施參訪

課程綱要：

### 一、京都大學醫學院附設醫院簡介

京都大學醫學院附設醫院位於京都府東邊，總基地面積約 15 萬平方公尺，病床數 1,240 床，西元 2000 年住院人數達 391,734 人，門診量達 513,630 人次，其一般醫療廢棄物之產量約 1000 噸 / 年，其中

感染性醫療廢棄物佔 200 噸，該院所產生之廢棄物皆由該院自設之焚化處理場處理。

## 二、醫療廢棄物之包裝貯存

該院之感染性廢棄物包裝方式有三種，含針頭及尖銳物品之固形廢棄物以防液體滲漏之塑膠袋包裝後，置於印有黃色感染性廢棄物標誌紙箱收集；而液狀物及其他固形可燃物則分別由印有紅色及橙色感染性廢棄物標誌之塑膠袋包裝收集。其一般廢棄物業於收集後，與感染性廢棄物分別清理至自設之焚化設施處理（圖十三）。

## 三、廢棄物焚化處理廠簡介

該院於 1994 年設置廢棄物焚化廠（Medical Incineration Center），專責處理該院所產生之所有廢棄物（含動物實驗所產生之廢棄物）。焚化爐處理醫療廢棄物採雙爐設計（一為備用爐），設計處理量 4 噸 / 8 小時，恰足夠處理該院每日所產生之 4 噸廢棄物（含 1 噸感染性廢棄物）；該焚化廠另設有一座處理動物實驗廢棄物之小型焚化爐，其所排出之廢氣連結至上述之醫療廢棄物焚化爐之廢氣處理中設備一併處理，且此焚化廠之焚化設施並無廢水產生之問題，並設有監控中心，負責監控該設施之運作及監測該設施所產生之 NO<sub>x</sub>/Sox/CO/HCl<sub>2</sub> 等物質之排放量。另設有感染性醫療廢棄物保管庫，以貯存尚未處理之感染性廢棄物（圖十四）。

送至該焚化廠處理之廢棄物，經過磅紀錄後，依感染性及一般性分別置入焚化爐之兩個投遞口，由雙軌式自動輸送帶送至爐體內焚化，可維持廢棄物固定投入量之功能，爐體焚化溫度維持於 800 至 950℃，第二燃燒室燃燒氣體滯留時間達 1 秒以上，焚化後之廢棄物可減量至 3%，焚化後產生之廢氣經由冷卻塔降溫後，並可同時回收廢熱提供該院之熱水使用，降溫後之廢氣進入集塵袋（pre-coated bag filter）淨化處理後排出，集塵袋收集之煤塵及焚化後之灰渣集中後，送院外處理，焚化系統流程如附圖十五。







日期：90年7月7日（六）

地點：京都環境保全公社伏見環境工場

主題：京都環境保全公社參訪

課程綱要：

日本的廢棄物處理機構依權屬可大致區分為（1）公有（2）民營（3）公社（公民營合資）等三種經營模式，京都環境保全公社即為結合政府及民間資金合組之產業廢棄物專業處理機構，其擁有之處理廠（場）包括伏見環境工廠（焚化廠）及瑞穗最終處分場（衛生掩埋場），完整的處理、處置設施，可充分滿足產業廢棄物從中間處理到最終處置的一貫化處理程序。

京都環境保全公社的前身成立於昭和 46 年，當時係由京都當地 37 家企業共同出資成立的民營產業廢棄物處理公司，直到昭和 56 年京都府及京都市政府參與投資，才轉型為京都環境保全公社。時至今日，除了京都府及京都市政府之外，已有包括日產車體株式會社、三菱自動車工業株式會社、任天堂株式會社等 45 家知名企業參與投資京都環境保全公社。

京都環境保全公社瑞穗最終處分場為一現代化的衛生掩埋場，於昭和 58 年完工啟用，佔地面積 29 公頃，扣除週邊設施用地及綠地，目前使用的掩埋面約 6.5 公頃，估計可掩埋 90 萬公噸的廢棄物，接受掩埋的廢棄物種類包括：土砂、磚瓦類廢建材、廢陶瓷、廢金屬、礦渣、無害性無機污泥等。掩埋場除具備良好的集、排水措施，並設有完善的三級（高級）廢水處理設施（圖十六），可有效處理污染物濃度高且成分複雜的掩埋場滲出水，其主要處理設施包括：（1）生物旋轉盤（2）接觸式曝氣槽（3）化學混凝／膠凝沉澱槽（4）酸鹼中和槽（5）沙濾塔（6）活性炭吸附塔（7）螯合樹脂吸附塔（8）消毒槽。經上述處理設施層層處理後之放流水，可有效去除懸浮固體物、有機物、重金屬、色度及臭味，符合國家及地方政府訂定的放流水排放標準。

京都環境保全公社伏見環境工場為一產業廢棄物焚化廠，於昭和 59 年完工啟用，每日處理量可達 100 公噸，接受處理的廢棄物種類包



括：廢塑膠、有機污泥、廢油、廢酸、廢鹼、紙類、廢木料、廢纖維、動植物性殘渣、木質廢建材、醫療廢棄物等。其焚化爐採 24 小時連續操作，屬往復移動式機械爐床設計，至於採用的空氣污染防治設備，則為乾式除酸塔加上靜電集塵器（圖十七）。該焚化爐針對不同類型廢棄物的處理需要，另有多項特殊設計，包括：（1）可燃性粗大廢棄物破碎機（2）利用焚化廢氣加熱的污泥乾燥機（3）有機污泥投入口及專用貯坑（4）醫療廢棄物及特別管理產業廢棄物專用投入口等，可有效處理各種類型的固體廢棄物。

本次參觀伏見環境工場因適逢週六休假，焚化爐並未實際運轉，廠內僅有零星的保養及清洗工作，然而值得注意的一點，是廠區週邊圍牆及大門，大部分採鐵絲網設計，且即使是例假日，其廠區大門仍然敞開，並未有門禁森嚴的感覺，民眾可輕易觀察廠內的種種活動。而大門旁以鐵皮製作的二張產業廢棄物清除、處理廠所許可事項清單，詳細列舉了伏見環境工場的許可證號、廠區內貯存廢棄物之種類細目、數量、許可處理容量與企業負責人姓名、電話等資料（圖十八），完全開放的作風，除表明廠方坦蕩的心胸與作好環保的自信外，更顯示出體貼民眾感受（不希望受蒙蔽）的細膩用心，相當值得效法。

日期：90年7月9日（一）

地點：吳羽環境株式會社

主講人：吳羽環境株式會社 福田弘之 專務

主題：吳羽環境株式會社廢棄物處理廠參訪

課程綱要：

日本的環保法規可大致區分為由中央政府制定具全國一致性的中央法規，及授權地方政府（自治體）制定的地方制度，其相互之間的關係如下表：

| 中央<br>名稱 | 法規<br>備註 | 地方<br>名稱 | 制度<br>備註   |
|----------|----------|----------|------------|
| 法（法律）    | 國會通過     | 條例（地方法）  | 自治體（都、道、府、 |
| 施行令（政令）  | 內閣總理大臣發布 | 規則       | 縣、市、町、村）自  |
| 施行規則（省令） | 各省、廳大臣發布 |          | 行訂定        |





|              |  |      |                            |
|--------------|--|------|----------------------------|
| 基準（告示）       |  | 基準   | 必須報中央核定                    |
| 通達 / 通知（解釋函） |  |      |                            |
|              |  | 指導要綱 | 屬行政指導措施，不具法律效力，但為地方執法的重要依據 |

日本中央政府制定的主要環保法律包括：(1)環境基本法(原名：公害對策基本法)(2)循環型社會形成推進基本法(3)大氣污染防治法(4)水質污濁防止法(5)廢棄物處理法(6)惡臭防止法(7)騒音規則法(8)振動防止法等，惟中央政府雖訂有各種法律，但實際執行（掌權）者仍然為各地方自治體。各地方自治體為了達成其環境政策目標，大多因地制宜另訂環境基本條例、各種環境保全相關條例、排出基準制定條例及公害防止條例等，以作為執法的準據，然而實際上對各企業體造成約束的標準，卻是不具法律效力的指導要綱（政策目標）。

一般而言，日本各地方自治體均會依其環保政策指導要綱，要求轄內重要企業（污染源）簽訂各種公害防止協定，其內容詳細規範了該企業體應執行之污染防制措施與應達成的污染物排放標準，地方主管機關並根據各企業體簽署的公害防止協定執行稽查管理的工作。此類公害防止協定中所要求的污染物排放標準有可能較法令規定嚴苛，且不同企業體被要求的排放標準亦不相同，然而多數企業體均能遵照辦理，少有提出異議，此種行政指導功能的徹底發揮與企業體的配合默契，堪稱日本社會政商關係的一大特色。

然而各地方自治體除針對重大公害事件進行調處之外，多能嚴守執法分際，避免以行政指導手段介入特定民眾之利益問題。有關企業體與地方民眾之間的回饋協商，各自治體大多採迴避不介入的立場，也因此各企業體在與民眾的談判過程中，較能堅守立場，集中焦點於環境問題的解決，而非利益的瓜分。以吳羽環境株式會社為例，該公司除訂定各項環保標準自我惕勵之外，僅積極辦理工廠參觀、參與里民會議及主動介紹各項環保新知等睦鄰活動，並未涉及任何金錢回饋措施，而民眾亦頗能接受此等以環境優先的良性互動，故能共創良好

的生活環境，相當值得國人效法與檢討。

除了地方自治體的行政指導之外，民間業者（團體）的自律、自清措施亦扮演了重要的角色，其中具代表性的自律團體係社團法人全國產業廢棄物連合會。鑒於日本產業廢棄物代處理業者良莠不齊，不當處理、非法棄置及暴力團（黑道）介入操控等情事層出不窮，嚴重影響廢棄物處理產業的形象與發展，因此全國產業廢棄物連合會號召正派經營的業者自律，並制定了二項自主基準共同遵守，包括：（1）戴奧辛類發生抑制對策 - 產業廢棄物燒卻自主基準（2）感染性廢棄物處理自主基準。凡是加入該連合會的業者，均應根據前述自主基準來處理廢棄物，而全國產業廢棄物連合會並定期公布各成員經營現況、處理場（廠）規模及環境監測數據，以公開、透明的資訊面對社會，樹立廢棄物處理業的嶄新形象。

吳羽環境株式會社係吳羽化學工業株式會社的子公司，設立於昭和 46 年，原設立目的在於替母公司處理各種產業廢棄物，隨著公司規模的擴充與技術進步，逐漸發展成技術專業而經營全面性的環保公司，其經營業務項目包括：廢棄物清除處理、焚化爐與周邊設施設計施工、報廢焚化爐拆解、環境復育、環境檢測等。就廢棄物處理業務部分而言，其規模已可列入日本前十大專業廢棄物處理廠商之列，目前該公司除含汞、PCB 廢棄物及放射性廢棄物不接受處理之外，幾乎可處理所有種類的產業廢棄物，主要的處理項目則為工廠排出的廢棄化學品。

吳羽環境株式會社現有的處理設備包括：二座旋轉窯式有害廢棄物焚化爐（設計處理量均為每日 266.7 公噸，其中一座許可處理量為每日 130.7 公噸）、中和設施、有害廢棄物分解設施、粗大廢棄物破碎機及焚化灰渣固化設施等，此外尚有一座全日本獨一無二的感染性廢棄物自動倉儲系統（圖十九），可全自動將感染性廢棄物投入焚化爐中處理，避免工作人員接觸感染的風險。

該公司的主要處理設備係其旋轉窯式有害廢棄物焚化爐，廢棄物在投入旋轉窯中焚化之前，其成分及尺寸需先經適當調配（各種廢棄物如何調配，將影響焚化效率及操作安全性，為該公司的 know-how）





該旋轉窯式焚化爐設計之轉速及傾斜度，可控制固體廢棄物於窯內平均停留時間達 30 分鐘，焚燒後的廢棄物於排出爐體時已呈半熔融狀態，另旋轉窯二次燃燒室出口溫度可達 1050 至 1100 ℃、燃燒氣體滯留時間約為 4 秒，可完全破壞燃燒氣體中的各種有害有機成分。針對廢油、廢溶劑的處理需要，該公司另於旋轉窯二次燃燒室出口後增設一座噴注燃料式焚化爐( JF 爐 )，其燃燒溫度可達 900 ℃、燃燒氣體滯留時間亦接近 4 秒，合計旋轉窯及 JF 爐二段可提供長達 7 至 8 秒的燃燒氣體滯留時間，約為一般有害廢棄物焚化爐的三倍多 (圖二十)。

為了避免戴奧辛於燃燒氣體冷卻過程中重新合成，焚化爐後段的空氣污染防治設施包括有一座大型急冷室，可大量噴水將燃燒氣體自 900 ℃ 瞬間降至 80 ℃ 以下，完全避開可能造成戴奧辛大量生成的溫度區間 ( 250 至 400 ℃ )。急冷室之後另設有二座除酸塔 ( 洗滌塔 ) 及一座濕式靜電集塵器以去除酸性氣體及粒狀物，燃燒氣體經前述處理程序之後，戴奧辛濃度可降至 0.25~0.049 ng-TEQ/Nm<sup>3</sup> 的水準，以有害廢棄物焚化爐的標準而言，其戴奧辛控制成效堪稱卓越。

日期：90年7月10日(二)上午

地點：財團法人日本國際醫療團

主講人：濱松醫科大學環境科學部 松島肇 教授

主題：醫療廢棄物處理新課題 - 細胞毒性物質處理之研究

課程綱要：

傳統的醫療廢棄物處理問題，集中於處理具感染性危害或可能造成工作人員受傷及二次感染的廢棄物項目，如：血液廢棄物、病理廢棄物、感染性培養物、菌株、廢棄之尖銳器具及其他遭傳染性病原污染之廢棄物等。然而近年來，隨著生物科技的廣泛使用及傳染性海綿樣腦病變 ( TSE，例如：狂牛症 BSE、庫賈氏症 CJD、阿茲海默症等 ) 漸成焦點話題，有關 TSE 廢棄物 ( Prion 膠原蛋白、澱粉前驅蛋白質等 ) PCR 廢棄物及癌症治療藥劑等細胞毒性物質的處理，開始受到世人重視。



Prion 膠原蛋白、澱粉前驅蛋白質等 TSE 廢棄物，可不需動用基因或 DNA，就能讓正常蛋白質改變形狀，變成具有感染性的病原，惟其只能於同一物種之間相互感染，同時其也是許多人類腦部病變的成因。由於 Prion 膠原蛋白的感染特性被證實確實存在，使得傳統上對於病原感染的定義，從原有的細菌、病毒、寄生蟲、黴菌，擴大到了特定的蛋白質，因此亦被認為應視同感染性廢棄物特別處理。

聚合酶連鎖反應 (PCR, Polymerase chain reaction) 是利用 DNA 的合成酵素對特定基因進行連鎖複製，可用來鑑定特定基因的存在與否及偵測基因是否有異常 (如對遺傳疾病或腫瘤癌症的診斷)，此外，它也可成為一個生產線進而大量複製特定的基因進行基因密碼的讀取，在生物科技及生物醫學領域中扮演舉足輕重的角色。然而 PCR 廢棄物中殘留的遺傳性物質 (DNA) 進入環境之中，是否會造成生態污染，甚至導致人體病變，一直受到相當的爭議與懷疑，因此一般學者基於預防性管理的觀點，應均建議對 PCR 廢棄物予以特別處理。

目前日本厚生勞動省 (原厚生省) 對於上述細胞毒性物質的處理建議，大致上是參考傳統感染性醫療廢棄物的處理方式，再根據廢棄物本身的材質特性，而建議採取不同的處理方式，包括：

- (1) 消毒藥劑：採①焚化處理、②化學分解、③不活化處理。
- (2) TSE 廢棄物：採①焚化處理、②3% 硫代硫酸鈉溶液浸泡 高壓蒸氣滅菌處理、③化學處理 (以 1N 氫氧化鈉溶液浸泡一小時、20,000 ppm 次氯酸鈉溶液浸泡一小時、或 96% 醋酸溶液浸泡一小時)。
- (3) PCR 廢棄物：採①焚化處理、②高壓蒸氣滅菌處理、③次氯酸鈉溶液浸泡、④其他化學處理。

然而上述所建議的處理方式，尚有部分處理方法之效果未經完整的驗證，或在實際使用上仍面臨一些問題需要克服。就焚化處理而言，雖然可以廣泛適用於各種細胞毒性物質的處理，然而日趨嚴格的戴奧辛排放管制標準，造成自設焚化爐處理醫療廢棄物的醫院越來越少。而化學處理必須視細胞毒性物質的種類與廢棄物材質特性 (液體、細小固體、大塊固體) 的不同，改變化學藥劑的使用劑量、種類，

甚至必須將藥劑煮沸，才能確保處理效果，處理程序相當繁瑣。至於生物去活性藥劑的使用，則可能對醫院的污水生物處理系統造成抑制，其價格亦相當昂貴，因此在使用上並非全然有利。此外，某些耐熱性的細胞毒性物質（如：Prion 膠原蛋白、PCR 廢棄物），尚無法以傳統高壓蒸氣、微波或放射線滅菌方式處理，反而有可能隨滅菌的蒸氣逸散至環境，造成工作人員的暴露，必須特別謹慎處理。

濱松醫科大學針對各種細胞毒性物質處理方法進行可行性研究，其建議之處理方式歸納如下：

- (1) 消毒藥劑：利用調勻槽調節廢水中消毒藥劑的濃度，並進行預曝氣，可有效將廢水中消毒藥劑的生物抑制性降低；經過前述處理程序預處理之後的廢水，便可以一般廢水活性污泥系統處理，濱松醫科大學並已實際使用（圖二十一）。
- (2) TSE 廢棄物：拋棄式衛材以焚化法處理，生物組織則以高溫高壓氫氧化鈉溶液消化（去活化）處理。
- (3) PCR 廢棄物：利用電解食鹽水產生之次氯酸鈉溶液分解處理（圖二十二），研究結果顯示可有效達成 PCR 廢棄物去活性處理的氯濃度為 26ppm。
- (4) 癌症治療藥劑：以 1000 以上高溫焚化處理，或將癌症治療藥劑分類收集後，分別以適當之氧化劑去活性處理。另濱松醫科大學已成功利用一般廢水活性污泥系統，處理低濃度之癌症治療藥劑。

日期：90年7月10日（二）下午

地點：財團法人日本國際醫療團

主講人：台灣感染性醫療廢棄物研習團團長

鄭聰明 先生

主題：台灣地區醫療廢棄物處理概況

課程綱要：

台灣現行與醫療廢棄物相關之環保法規與現況簡介如下：

一、台灣之「廢棄物清理法」經民國六十三年七月二十六日制定公布





後，業經六十九年四月九日、七十四年十一月二十日、七十七年十一月十一日、八十六年三月二十八日、八十八年七月十四日、八十九年一月十九日等六次修正公布。內容含一般及事業廢棄物之清除處理及獎懲等相關規定。

二、所稱之廢棄物概分為兩類：

1、一般廢棄物。

2、事業廢棄物：業分為兩類

(一) 有害事業廢棄物：由事業機構所產生具有毒性、危險性，其濃度或數量足以影響人體健康或污染環境之廢棄物。

(二) 一般事業廢棄物：由事業機構所產生有害事業廢棄物以外之廢棄物。

三、依「有害事業廢棄物認定標準」之有害事業廢棄物認定方式有三：

1、列表：含製程有害事業廢棄物（附表三）及毒性有害事業廢棄物（附表四）。

2、有害特性認定之有害事業廢棄物種類如下：

(一) 毒性有害事業廢棄物。

(二) 溶出毒性事業廢棄物。

(三) 腐蝕性事業廢棄物。

(四) 易燃性事業廢棄物。

(五) 反應性事業廢棄物。

(六) 感染性事業廢棄物。

(七) 石棉及其製品廢棄物。

(八) 多氯聯苯有害事業廢棄物。

(九) 單一非鐵金屬有害廢料。

3、其他經中央主管機關公告者。

四、其中「感染性事業廢棄物」係指醫療機構、醫事檢驗所、醫學研究單位、生物科技機構及其它事業機構於醫療、檢驗研究或製造過程中產生如下之廢棄物：

1、廢棄之感染性培養物、菌株及相關生物製品。

2、病理學廢棄物。



- 3、血液廢棄物。
- 4、廢棄之尖銳器具。
- 5、受污染之動物屍體、殘肢、用具。
- 6、手術或驗屍廢棄物。
- 7、實驗室廢棄物。
- 8、透析廢棄物。
- 9、隔離廢棄物。
- 10、其他經中央主管機關會同目的事業主管機關認定對人體或環境具危害性，並經公告者。

五、事業廢棄物清理方式：除再利用外，含自行清除、處理；共同清除、處理；委託清除、處理；境外處理及其他經中央主管機關許可之方式。

六、清理原則：有害事業廢棄物不得與一般廢棄物或一般事業廢棄物合併清除、處理。

七、感染性事業廢棄物之中間處理方式：

- 1、紅色容器貯存之感染性事業廢棄物：以焚化法處理。
- 2、黃色容器貯存之感染性事業廢棄物：以滅菌法或以焚化法處理。
- 3、廢棄之針頭、針筒：以焚化法處理或應經滅菌後粉碎處理。

八、環保署於九十年三月七日訂定之「有害事業廢棄物認定標準」中，明訂廢棄之尖銳器具，手術或驗屍廢棄物，實驗室廢棄物及符合「事業廢棄物貯存清除處理方法及設施標準」規定以黃色容器貯存之感染性事業廢棄物，經滅菌處理後得認定為一般事業廢棄物。

九、台灣各類事業廢棄物產生量推估

|           | 工業<br>(%)      | 營建<br>(%)      | 農業<br>(%)     | 國防<br>(%)     | 醫療<br>(%)     | 科學<br>(%)    | 教育<br>(%)     | 合計              |
|-----------|----------------|----------------|---------------|---------------|---------------|--------------|---------------|-----------------|
| 所有<br>廢棄物 | 1821<br>(45.8) | 1162<br>(29.2) | 961<br>(24.2) | 16.1<br>(0.4) | 10.5<br>(0.2) | 8.7<br>(0.2) | 0.2<br>(0.01) | 3979.5<br>(100) |

|       |               |   |   |              |              |              |              |                |
|-------|---------------|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|
| 有害廢棄物 | 147<br>(94.0) | - | - | 5.5<br>(3.5) | 1.6<br>(1.1) | 2.1<br>(1.3) | 0.2<br>(0.1) | 156.4<br>(100) |
|-------|---------------|---|---|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|

\* 單位：萬公噸/年

#### 十、醫療廢棄物每日產生量推估

|       |       | 病床(所)數 | 每床(所)<br>公斤/每床(所) | 利用率  | 產生量推估<br>(公噸) | 小計<br>(公噸) |
|-------|-------|--------|-------------------|------|---------------|------------|
| 一般廢棄物 | 急性病床* | 91,257 | 3.1               | 70%  | 198.0         | 242.0      |
|       | 慢性病床  | 31,680 | 1.0               | 85%  | 26.9          |            |
|       | 一般診所  | 11,695 | 1.0               | 100% | 11.7          |            |
|       | 牙科診所  | 5,375  | 1.0               | 100% | 5.4           |            |
| 感染廢棄物 | 急性病床* | 91,257 | 0.5               | 70%  | 31.9          | 44.4       |
|       | 慢性病床  | 31,680 | 0.1               | 85%  | 2.7           |            |
|       | 一般診所  | 11,695 | 0.7               | 100% | 8.2           |            |
|       | 牙科診所  | 5,375  | 0.3               | 100% | 1.6           |            |
| 合 計   |       |        |                   |      |               | 286.4      |

\* 急性病床：含一般及特殊病床(加護、燒傷、觀察病床等)。

慢性病床：含精神病床。

備註：本表係依據88年底台灣地區醫療院所病床數推估。

#### 十一、感染性醫療廢棄物現有處理能量

| 焚化設施 | 焚化爐 |       | 原核准數 |      | 停工 |      | 現有量 |     |
|------|-----|-------|------|------|----|------|-----|-----|
|      | 家數  | 噸/日   | 家數   | 噸/日  | 家數 | 噸/日  | 家數  | 噸/日 |
| 民營處理 | 5   | 48.8  | 2    | 12.8 | 3  | 36.0 |     |     |
| 共同處理 | 6   | 15.0  | 0    | 0.0  | 6  | 15.0 |     |     |
| 醫院自設 | 28  | 63.4  | 12   | 27.8 | 16 | 35.6 |     |     |
| 合 計  | 39  | 127.2 | 16   | 40.6 | 23 | 86.6 |     |     |

#### 十二、現行醫療廢棄物使用焚化處理遭遇之困難點：

- 1、焚化設施產生之廢水或廢氣，處理不當，造成二次污染。
- 2、民眾抗爭。
- 3、媒體報導不實，過度擴大焚化處理可能產生之危害，造成恐慌。
- 4、業者惡性競爭以低價取得市場後，在藉以哄抬價格。

### 十三、因應方案

- 1、分類減量及回收，減少應焚化處理量。
- 2、滅菌處理後認定為一般事業廢棄物。
- 3、跨區集中處理，可減少小型醫療廢棄物焚化處理設施之設置。
- 4、開放代處理，鼓勵醫院自設焚化爐申請代處理執照，協助其他醫療院所處理廢棄物，或醫院共同成立處理體系。
- 5、焚化設施改善。

日期：90年7月11日(三)上午

地點：財團法人日本國際醫療團

主講人：株式會社醫療廢棄物研究所所長

社團法人全國產業廢棄物連合會 醫療廢棄物部會會長

渡邊 昇 先生

主題：日本醫療廢棄物處理現況及今後課題

課程綱要：

依規定醫院產生之醫療廢棄物皆須委託合法之業者代為處理，惟合法代處理業者並未都能對醫療廢棄物做最妥善之處理。如：東京都立駒入病院及 NTT 日本關東病院，都能適切地將院內之醫療廢棄物分類做好，並委託合法之代處理業者代為焚化處理。前者所委託之小型處理業者並未能做妥善處理，而後者委託吳羽環境株式會社(已於90年7月9日安排參觀該處理廠)代為處理，其為日本國內最優秀之廢棄物處理廠之一，且全日本382家處理業者，同吳羽之合法妥善處理業者甚至不到10家。因此，講者很感慨日本目前之醫療廢棄物處理未臻理想，只屬於發展中國家之標準而已。

醫療廢棄物理想之處理方式，從包裝之設計而言，如裝載針頭、

針筒、塑膠類、藥瓶等尖銳感染性醫療廢棄物之塑膠容器，其盒子一蓋上應就無法開啟；裝載一般感染性醫療廢棄物之紙箱（容器），內應有一層防止液體滲漏之塑膠袋。貯存場所應標示清楚，如注意事項、產業名稱、負責人姓名、廢棄物名稱。廢棄物之清除處理作業人員須戴手套、廢棄物要稱重記錄、且廢棄物之運輸車輛要有冷藏設備，車輛之空間與裝載廢棄物之容器大小最好能有妥切之設計，避免運送過程造成廢棄物之傾倒、洩漏等情事發生。廢棄物之焚化處理，吳羽為目前日本唯一具有自動倉儲系統（廢棄物自動投入焚化設施處理）之處理廠。

現今日本醫療廢棄物處理之新動向，妥善處理須有合理之價格，但目前並無合理之處理費用基準，主因是合法處理之價差太大，故應先定出適切之處理內容，以此推估合理之處理費用。目前排出事業者、處理業者、與行政者正研擬合理之收費基準，可望於平成 13 年（西元 2001 年）底完成。

- 但費用如何分攤，亦為目前重要檢討項目之一，考慮重點有四：
- 一、計畫納入醫療保險給付。
  - 二、重新考量醫療廢棄物之內容及定義：如將所有醫療廢棄物納入規制有困難，故先以感染性醫療廢棄物為主，但亦可能忽略了化學有害物。其最大之問題為過去醫療廢棄物之分類為有產業、感染及一般，造成廢棄物產源分類困難，行政部門業針對此問題審慎重新定義，預計兩年內會定案。
  - 三、訂定明確之處理方法基準，並開發新的處理技術：目前日本全國之焚化量已達 90%，預估明年會定出該方法之明確基準，含構造基準：密閉爐、連續式操作、溫度等條件；維修運轉基準；戴奧辛排出基準：業於平成 9 年公告，有 5 年之改善期，屆時，以焚化設施處理之產業，將因無法達到該標準，淘汰三分之二；集塵設備基準；水處理等基準。醫療廢棄物之其他合法處理技術，尚有高壓蒸氣滅菌法、乾熱滅菌法、微波滅菌法及其他消毒法，另並積極做開發研究工作。
  - 四、由行政部門、醫療界、與處理業者三者合作：過去行政部門訂法

時並未顧及實際現況，醫療界及處理業者亦各自為政，現終於有所覺醒須共同合作。其如何進行合作，以東京都為例，由環境局、醫師公會（牙、醫、獸醫界）結合產業公會及一般廢棄物公會成立「東京都產業廢棄物問題協會」，定期開會，討論相關之教育研擬、業者評鑑基準之建立……等問題。

回顧 1991 年因某都立醫院之院內感染，造成 4 位醫護人員死亡，導致法令之重新檢討修訂，但從修法至今已十年，推估目前處理業者真正妥善處理者約只佔 20%，80% 之業者雖合法但確未能妥善處理廢棄物。且於 2000 年發生之事件，亦導致日本重新重視醫療廢棄物問題，當時曾有不肖業者將醫療廢棄物輸往菲律賓處理，日本認定該批廢棄物為一般廢棄物，而依國際上之認定「醫療行為（含院內及院外產生者）產生之廢棄物為醫療廢棄物」已非常明確，且依據巴塞爾公約，亦認定日本輸往菲律賓之廢棄物為醫療廢棄物，此事件間接揭發了日本醫療廢棄物處理之問題：醫療廢棄物之定義不明。因此為配合世界潮流，不背道而馳，追求醫療廢棄物之合法且妥善處理，應力求修法。

以下業以本團所參觀過之東京都駒入病院及 NTT 關東病院 京都大學環境保全中心及東京大學環境保全研究中心之廢棄物處理現況，略作比較。

以東京都駒入病院及 NTT 關東病院為例：兩院之院內收集管理系統並無差別；但委託之醫療廢棄物代處理業者部分，前者因受預算之限制且無自主決定權（由東京都財物局決定），須以招標方式決定處理業者，以價格取勝並無法真正篩選處理業者之處理品質，此現象也有向東京都議會建議改善，招標方式應採資格標而不是一般招標；而關東病院因其院長及管理責任者，對醫療廢棄物之處理問題皆極度關心，故仍委託處理費用較高，但能適切處理之吳羽環境公司代為處理。

京都大學及東京大學之環境保全中心，前者醫療廢棄物及廢液皆自行處理，後者只做廢液之處理。原則上各國立大學均要有自行處理廢棄物之能力，實際上除廢液外醫療廢棄物大都無法自行處理，惟

東京都大學以其充裕之研究經費尚可做到。因此各大學附設醫院之醫療廢棄物處理並無一定之基準，尚有很大之差距，其主要源於經費之問題。所以各醫院之醫療廢棄物需妥善處理，必須先解決費用之問題及訂定處理基準。

醫療廢棄物處理良好與否，收集容器亦為要件之一，常見者有以紙箱及塑膠盒收集後再運送，目前僅定義內容物無外洩及針頭不穿透之容器即可，定義太含糊，應明定為密閉容器，且定義紙箱及塑膠盒之材質、厚度及強度。目前業界之容器規格未定，且容器價格介由 100 至 700 日幣以上皆有，且不可回收，每個 20 公升之容器約只收集 4 至 5 公斤廢棄物，光容器部分平均每公斤成本價格差距過大，更有不肖業者為降低成本將容器回收，目前醫療廢棄物處理價格每公斤約界於 150 至 350 日幣之間，價格過低者明顯處理有問題。

處理設施設置地點與醫院之距離亦為影響價格之原因，如吳羽之處理廠位於較偏遠之地點，當地與東京之高速公路每次來回過路費用高達 20,000 日幣，加上油費，處理成本自然提高不少。

以目前吳羽之處理費用 300 至 350 日幣計算(其容器約 100 日幣、處理約 100 日幣(含中間處理掩埋)及運輸 100 至 150 日幣估計)，並與厚生省統計全國之處理業者每公斤處理價格約 188 日幣比較，像吳羽對廢棄物做適切處理者根本無利潤可言，未適切處理之收費便宜廠商反而賺錢，此現象造成優良業者培育困難致反遭淘汰(惡貨驅良貨)。業界為了自律，故有處理自主基準產生(財團法人全國產業廢棄物連合會；ADPP)，目前約有 8000 家業者(清除處理業者)有證照，真正有營運者約 700 至 800 家，加入 ADPP 者有 70 家，除其他業者對此自律運動有反對聲浪外，加上民眾對產業廢棄物業者之不信任，此自律運動業只有醫療廢棄物業參與並備受壓力。

比較日本修法前後之差異，新法業加重排出者之責任(舊法委託業者處理即無責任)，須按規定項目與業者訂約，並確定受託者是否達最終處理，新法除對處理業者並對事業機構(排出者)訂有罰責，如簽約價格明顯偏低，且未對處理作確認者可能受罰。由此可知，新法之實施需配合處理及收費基準之訂定才可行，但日本公平交易委員

會對訂定收費基準有異議，經溝通後，公平會認同醫療廢棄物有其特殊性與其他產業廢棄物不同，應訂定收費基準及 Guideline，如能納入保險給付亦能解決。修法之另一考量，即將醫療廢棄物獨立於產業廢棄物之外，定訂醫療廢棄物處理法，並於 2001 年提出討論。

日本醫療界預定於平成 14 年（2002 年），向醫療保險費率委員會提出將醫療廢棄物處理費用納入保險給付案，屆時勢必調高保費，此目標更不易達成。另處理業界今年可完成各國及日本費用負擔費用情形報告供醫療界參考，及調查藥廠、容器製造廠（製造者責任）願意負擔之比例，雖已辦過一次協商會，共識不易達成。

醫療廢棄物之處理，目前日本法令雖允許滅菌後再掩埋，但因滅菌效果不易確認且無法達減積減容效果，約有 90 % 之醫療廢棄物仍採焚化處理，此點之處理方式與歐美做法不同。

依講師之建議，醫療廢棄物應單獨立法管理，且應依非感染性及感染性重新作定義，感染性醫療廢棄物應以屬性、危險程度或處理困難度再做分類。如美國、德國、法國、英國、荷蘭及北歐等國家，其醫療廢棄物均單獨立法，且感染性醫療廢棄物之定義明確。

以下為綜合討論部分：

- 一、基於醫療廢棄物之特殊性，且顧及醫療行為之安全和效率，導致回收與減量不易，故日本將其重點置於如何能做適切處理，並維持 90 % 之焚化率。
- 二、日本因用地取得困難，戴奧辛排放標準之訂定及民眾抗爭，導致民間處理業者新設不易，此點並與台灣現況雷同。
- 三、日本在宅服務（居家醫療）所產生之廢棄物，目前視為一般廢棄物，亦為問題之一，已被提出討論，如視為感染性醫療廢棄物，費用之分攤及收集清運將為新的問題。
- 四、至於處理業者之品質，講者建議由醫師公會代為評鑑處理業者，提供資訊給醫院及都政府作為招標選廠之參考。
- 五、提及日本以電弧爐處理醫療廢棄物現況，因處理之收費低、需配合修改爐體、另成立專責廢棄物營運部門及進料調配需再費心等問題，多數鋼鐵廠沒意願處理醫療廢棄物。

日期：90年7月12日(四)

地點：東京大學環境保全研究中心

主講人：鈴木良實 先生

主題：東京大學之廢棄物管理現況

課程綱要：

東京大學及附屬病院所產生之醫療廢棄物皆已委外處理，有機及無機廢液則由東京大學環境安全研究中心統籌處理，該中心除統籌全校之廢棄物處理事宜並負起環境教育之責任。

由於各實驗室所使用之物質差異甚大，為掌握送至環安中心廢棄物之種類，由該中心專用之不同顏色、大小容器收集外，並應依規定貼上廢棄物處理委託單，明確的標示委託單位、廢棄物種類、濃度、貯存時間等，以便環境安全中心能掌握收到廢棄物之特性，其包括廢油、廢酸、廢鹼及特定有害廢棄物等項目，分類方法流程須依附圖二十三徹底執行收集，並運至該中心依無機或有機分別進行處理，處理流程及方式詳見附圖二十四。該廢液未處理前，分成六大類分別貯存於特別設計之貯存室，內設有防止傾倒及可固定之置物架，並於該貯存室外所貯存之危險物種類、品名，貯存量及保全監督者姓名等相關資訊(圖二十五)。

以下為當天之課程簡介：

- 一、危險性化學物質之適正管理與處理。
- 二、危險性化學物質之種類：引火性物質及爆炸性物質 腐蝕性物質、毒性物質(含致癌物) 感染性物質。
- 三、引火性物質及爆炸性物質特性：爆炸性具不安定特性、可燃性物質具引火性、自燃性、禁水性物質及前述四項混合後產生之物質。
- 四、引火性物質或爆炸性物質混合後，如產生氧化、還原或其他化學反應，將使危險性增加。
- 五、爆炸(燃燒)範圍、爆炸界限：濃度界於其上限至下限值之間者，易爆；濃度高於上限或低於下限值易燃，例舉如下：









| 物質名             | 爆炸範圍 ( Vol% ) |      |
|-----------------|---------------|------|
|                 | 下限值           | 上限值  |
| 乙醚              | 1.9           | 48.0 |
| CS <sub>2</sub> | 1.0           | 44.0 |
| 丙酮              | 2.6           | 12.8 |
| 汽油              | 1.4           | 7.6  |
| 甲醇              | 7.0           | 36.0 |
| 乙醇              | 4.3           | 19.0 |

六、腐蝕性物質種類：含強酸、強鹼。

強酸：冰醋酸、HF、醋酸、硝酸、鹽酸、硫酸。

強鹼：氨水、水楊酸。

七、毒性物質或致癌物質：含重金屬化合物、有機化合物（溶劑、殺菌劑）等。

八、急性毒性：

LD ( Lethal Dose ): 致死劑量；投與之化學物質能導致實驗動物死亡之劑量。

LD<sub>n</sub>：能導致 n % 實驗動物死亡之化學物質劑量。

LD<sub>50</sub>：能導致 50 % 實驗動物死亡之劑量，為急性毒性之主要指標。

TD ( Toxic Dose ): 毒性劑量；投與之化學物質劑量能導致實驗動物有中毒反應。

LC ( Lethal Concentration ): 致死濃度；實驗動物經吸入後能導致死亡之化學物質濃度。

九、ACGIH 訂定之容許濃度；The American Conference of Governmental Industrial Hygienists ( 產業衛生專門家會議 ): 工作場所空氣中所含化學物質濃度 TLV ( Threshold Limit Value ) 洽不足以對工作者之健康造成危害者。

TLV-TWA ( Time-Weighted Average ): 勞工每日工作 8 小時，每周共 40 小時，對健康不致造成危害者，暴露於該化學物

質所能容忍之平均容許濃度。

TLV-STEL ( Short-Term Exposure Limit ): 每次之連續暴露時間不超過 15 分鐘，每天不超過 4 次所能容忍之化學物質短時間暴露容許濃度。

TLV-C ( Short-Term Exposure Limit ): 任何時間、任何場所不可暴露超過之化學物質最高容許濃度。

十、日本與化學物質規定相關之法規有：消防法、毒物及劇毒取締法、勞動安全衛生法、化學物質審查及製造管理法（化審法）、水質污濁防治法、大氣污染防治法、廢棄物處理法、PRTR 法、其他。

十一、PRTR 法：( Pollutant Release and Transfer Register ) 環境污染物質排出移動登錄。

十二、訂定法律之主旨：安全：維持健康及防災；對使用化學物質者之要求：適正管理保存、安全之使用、適正之廢棄。

十三、化學物質之管理：

- 1.化學物質之使用方法標示。
- 2.適正之保管：倉庫、保管庫之管理、防止傾倒、上鎖、貯存物之標示、責任者之標示。
- 3.購入量、使用量、廢棄物量之紀錄。
- 4.確定倉存量：定期檢點、注意標籤之剝離等。

十四、使用化學物質時應注意事項：

- 1.應了解使用化學物質之性質。
- 2.使用時應採防護措施，如戴防護眼鏡、防災面具或聚乙烯手套。
- 3.若不慎沾染到眼睛或皮膚時，使用大量清水沖洗 15 分鐘以上。

十五、實驗室廢棄物之處理流程：使用者（排出者）--廢棄--分類--收集搬運--中間處理--最終處理。以前排出者之責任只到分類，清除處理屬處理業者之責任。新法修訂後，至廢棄物之最終處置，排出者皆須盡到監督之責任。

十六、無機廢液之處理方式：

水銀系：先以螯合樹脂吸著法作前處理，處理完之灰渣送至北海道做最終處理，此為日本國內惟一能適切處理水銀之民營業

者，其將含水銀之廢棄物焚化後，回收氣狀之水銀再利用，至於焚化後之殘渣即掩埋於當地之水銀礦山。此種處理方式業經多年之研究，已確認不會對當地之河川等造成污染。

氰胺系化合物：以次氯酸做酸化分解。

氟系化合物：高濃度者以石灰化法處理，低濃度者以活性鋁吸附法處理。

磷酸系化合物：以石灰化法處理。

重金屬廢液：以沉澱法處理。

十七、有機廢液之處理方式：主要以自設之焚化設施處理，以焚化處理有減量、去除感染性等優點。該焚化設施之處理條件為：焚化溫度 900 以上，滯留時間 2.6 秒以上，具空氣污染防治措施及戴奧辛去除裝置 ( bag filter )，及每小時 140 公升之處理量。

十八、東京大學焚化爐維修前後戴奧辛濃度測試值：維修前 0.44 ( ng/Nm<sup>3</sup> )；維修後 0.03 ( ng/Nm<sup>3</sup> )，以達法規規定之標準。

## 肆、研修心得

- 一、依據日本之法規醫療廢棄物處理除焚化外，其他合法處理技術，尚有高壓蒸氣滅菌法、乾熱滅菌法、微波滅菌法及其他消毒法，另並積極做開發研究工作。惟焚化法能確定廢棄物減積滅菌處理外，其他之處理方式並未能達以上之效果，且滅菌法並無規範確認其效率，為防無法完全滅菌及減積，故該國 90% 採焚化法處理，此點與我國目前做法雷同。
- 二、日本與我國面臨同樣問題，因地狹人稠，廢棄物之處理方式逐漸以焚化取代傳統之掩埋方式，惟國內之有害事業廢棄物較一般廢棄物焚化處理方式較為嚴格，導致為處理產量少且發生源較為分散之感染性醫療廢棄物，設置過多之小型焚化爐，不僅空污及排水系統難達到法定標準，並致處理成本過高。加上國內代處理業者良莠不齊，導致醫療廢棄物處理問題層出不窮。法規現雖已開放部分感染性醫療廢棄物經滅菌後可併一般事業廢棄物處理，惟民眾認知不足，尚不能接受此觀念。如何教育民眾降低其對醫療廢棄物之恐慌，將是未來之重要之課題之一。
- 三、日本醫療廢棄物管理及管制法令規定、醫院執行情形以及處理業者是否落實處理等，依現場了解及講座之說明，皆不如我國嚴謹。
- 四、日本重視學校或實驗室廢水廢棄物的處理，且有不少研究報告，我國在此一方面則有待加強。
- 五、日本積極推動物資的再使用(Reuse)，減少資源之使用，值得我國參考。但對醫療廢棄物的再生利用(Recycle)，就不十分積極，因醫療廢棄物品項多，材質複雜，不易詳細分類，故採用焚化法處理。
- 六、日本私立醫院推動醫療廢棄物妥適處理比公立醫院積極、有制度、有成效。

## 伍、研修建議

- 一、研修期間扣除假日及起返程僅十天，為增廣學習標的，建議由本國出發後，第一站不一定到東京，可以到琉球或本州，就當地學術單位及廢棄物處理情形作研修，逐次往東京移動，再自東京返國，減少南北奔波耗費時間。
- 二、本次研修主題為[感染性醫療廢棄物減量、回收及處理技術]，惟部分講座如東京都立駒入醫院講授重點為傳染病管理及院內感染控制；另東京大學環境保全中心講授主題偏重感染性一般廢棄物處理，亦未安排參訪該大學附設醫院，殊為可惜。
- 三、居家護理產生之感染性醫療廢棄物及各級學校各類實驗室產生之廢水廢棄物，為未來應積極規範妥適處理之課題。



## 陸、附件