

電子資訊產業關鍵金屬資源再生商機探索

Research on Recovery of critical metals and Business Models of
Electronic Industry

MIRDC-100-S202

作者：林偉凱、侯貫智、曾婉如

審稿：大葉大學 環境工程系 李清華主任



中華民國 100 年 12 月

財團法人金屬工業研究發展中心

文目錄

第一章	緒論	1
第一節	研究動機與目的	1
第二節	研究範圍	4
第三節	研究方法與架構	5
第四節	研究時程與限制	7
第二章	中國大陸電子資訊產業金屬資源再生發展概況	9
第一節	中國大陸電子廢棄物發展現狀與問題	9
第二節	中國大陸電子廢棄物再生處理市場概況	19
第三節	中國大陸電子廢棄物再生處理展望	22
第三章	歐洲、美國電子資訊產業金屬資源再生發展概況	25
第一節	歐洲電子廢棄物再生發展概況	25
第二節	美國電子廢棄物再生發展概況	34
第四章	日本電子資訊產業金屬資源再生發展概況	47
第一節	日本電子資訊產業金屬資源再生動向	47
第二節	日本再生金屬產業發展概況	77
第五章	臺灣電子資訊產業關鍵金屬資源再生動向	95
第一節	國內電子資訊產業資源化發展概況	95
第二節	台灣廢電子資訊產業資源化發展概況	105
第六章	電子資訊產業金屬資源再生前景分析	123
第一節	現狀的問題及課題	123
第二節	台灣金屬資源再生未來發展方向	129
第七章	結論與建議	133
第一節	結論	133
第二節	建議	136

參考資料	141
------------	-----

SAMPLE

表目錄

表 2-1	中國大陸已建成現代化電子廢棄物處理工廠	13
表 2-2	中國大陸電子廢棄物再生處理體系比較表	14
表 3-1	WEEE 指令所列電機電子設備之分類及再生目標值	26
表 3-2	2005～2020 年歐洲地區別電子廢棄物產生數量	30
表 3-3	美國電子廢棄物再生法案已立法的州的相關資訊	35
表 3-4	2006～2010 年美國電子產品再生人均收集指數計算表	43
表 4-1	2005～2009 年日本手機的再生實績	48
表 4-2	2009 年日本行動電話資源再生再利用網絡活動(MRN)績效	50
表 4-3	手機金屬含量分析	54
表 4-4	2009 年日本電腦再生量	55
表 4-5	2009 年日本電腦再生量－再資源化處理統計	57
表 4-6	2009 年日本電腦再生量－再使用統計	57
表 4-7	2009 年日本電腦再生再資源化處理實績－家用電腦	59
表 4-8	2009 年日本電腦再生再資源化處理實績－事業用電腦	59
表 4-9	桌上型電腦再資源化種類	60
表 4-10	筆記型電腦再資源化種類	61
表 4-11	CRT 顯示器再資源化種類	62
表 4-12	LCD 顯示器再資源化種類	63
表 4-13	2010 年日本各小型家電再生模範事業實施區域之再生率	69
表 4-14	日本地方自治體從電機電子產品再生的金屬資源	71
表 4-15	2010 年日本電機電子產品預估再生量	72
表 4-16	2010 年日本小型電機電子產品內含的有用金屬含量及金額推估	74
表 4-17	貴金屬相關再生材料的分類	80
表 4-18	小型電機電子產品中內含的貴金屬	81
表 4-19	貴金屬以外的金屬再生種類	82
表 4-20	貴金屬、稀有金屬用的主要金屬製品	83
表 4-21	日本國內礦山相關企業主要的冶煉所、再生使用據點一覽表	83

表 4-22	金屬再生量概況	86
表 5-1	我國廢電子電器暨廢資訊物品定義	96
表 5-2	2009~2010 年我國電子資訊產業前十大製程廢料申報統計	99
表 5-3	我國電子資訊產業金屬廢料解構	100
表 5-4	2007~2010 年我國電子資訊事業廢棄物傳統金屬資源來源	102
表 5-5	台灣廢電子電器與廢資訊物品處理後廢棄物種類及比例	108
表 5-6	台灣廢電子電器與廢資訊物品處理廠商一覽表	109
表 5-7	台灣電子零組件製程所衍生之廢棄物	110
表 5-8	2010 年台灣可再生貴金屬之事業廢棄物申報流向	111
表 5-9	廢電子電器及資訊物品產出物比例	113
表 5-10	我國與金屬相關事業廢棄物主要清理與處理機構一覽表	120
表 6-1	日本金屬資源再生未來應用產品方向	130
表 7-1	日本經濟產業省稀土金屬再生技術開發相關經費	138

圖目錄

圖 1-1	「電子資訊產業關鍵金屬資源再生商機探索」之研究範圍.....	4
圖 1-2	專題研究之方法與大綱.....	6
圖 1-3	專題研究時程.....	7
圖 2-1	中國大陸電子廢棄物年報廢量.....	10
圖 2-2	中國大陸貴州鎮電子廢棄物相關訊息示意圖.....	11
圖 2-3	中國大陸電子廢棄物再生鏈.....	17
圖 2-4	2005~2020 年中國大陸電子廢棄物產生數量.....	20
圖 2-5	2005~2020 年中國大陸電子廢棄物再生數量.....	21
圖 2-6	2005~2020 年中國大陸電子廢棄物再生資源收入.....	22
圖 3-1	2005~2020 年歐洲電子廢棄物產生數量.....	29
圖 3-2	2005~2020 年歐洲地區別電子廢棄物數量分布比例.....	31
圖 3-3	2005~2020 年歐洲電子廢棄物再生數量.....	32
圖 3-4	2005~2020 年歐洲電子廢棄物再生資源收入.....	33
圖 3-5	2005~2020 年歐洲電子廢棄物全球再生資源市場占有率.....	34
圖 3-6	2005~2020 年美國電子廢棄物產生數量.....	40
圖 3-7	2005~2020 年美國電子廢棄物再生數量.....	41
圖 3-8	2005~2020 年美國電子廢棄物再生資源收入.....	42
圖 4-1	2001~2009 年日本手機的再生實績變化.....	49
圖 4-2	日本手機再生標誌及相關設施.....	50
圖 4-3	2009 年日本國民不要之手機處置情形.....	51
圖 4-4	日本手機再生示意圖.....	51
圖 4-5	日本手機再生流程圖.....	52
圖 4-6	手機含貴重金屬圖例.....	53
圖 4-7	2005~2010 年日本家用電腦再生再資源化處理量變化趨勢.....	56
圖 4-8	2005~2010 年日本家用電腦再生產品種類比例變化趨勢.....	58
圖 4-9	日本電腦相關機器處理流程.....	64
圖 4-10	日本小型電機電子產品的再生實際狀態.....	66

圖 4-11	日本小型電機電子產品的再生處理流程.....	67
圖 4-12	日本各小型家電再生模範事業再生箱示意圖	68
圖 4-13	日本小型電機電子產品再生調查分析	70
圖 4-14	日本金屬再生流程－製程上的廢棄物、排出物	85
圖 4-15	日本金屬再生流程－使用後的機器與零配件	85
圖 5-1	台灣廢電子資訊產品再生處理體系	98
圖 5-2	電子資訊廢棄物再生貴金屬處理流程.....	103
圖 5-3	2000～2010 年台灣廢家電與廢資訊物品再生量統計	106
圖 5-4	2000～2010 年台灣廢電子資訊產業再生率	106
圖 5-5	廢電子資訊品處理流程.....	107
圖 6-1	日本金屬資源再生面臨市場環境的問題點與解決策略	124
圖 6-2	日本金屬資源再生企業面臨的問題點與解決策略	126
圖 6-3	日本金屬資源再生未來發展方向.....	129

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

資訊時代的突飛猛進，全球工業亦快速朝向高科技、高產值及高資本密集的電子工業發展，全球各電子大廠為了在市場占有一席之地，每年產品都推陳出新，持續推出各式各樣新世代及新功能的手機、電腦、數位相機、攝錄影機及其他小型電器電子等產品，因此電子資訊產業已經成為全球發展最快的產業之一；但相對地，使得這些電子產品的生命週期越來越短，而遭汰換的電子產品同時也快速增長，造成大量電子廢棄物(e-waste)。

根據聯合國環境規劃署(UN Environment Programme)2010年在標題「再生再利用：電子廢棄物轉為可用資源」的報告中指出，新興國家的經濟成長帶動國內市場消費，中產階層的購買力提高和經濟能力穩定，均促使更多民眾貸款購買電子電器品，但隨之而來的，卻是成千上萬噸的電子廢棄物。報告同時提到，全世界每年約製造 4,000 萬公噸的電子廢棄物，到 2020 年，中國和南非的電子垃圾將比 2007 年增加 2 到 4 倍，印度會增加 5 倍；未來 10 年，印度和中國丟棄的手機數量將分別為現在的 18 倍和 7 倍，而變成垃圾的電視和冰箱將是目前的 2 倍。由此可知，未來 10 年將是電子廢棄物增長的新高峰。聯合國環境規劃署執行主任 Achim Steiner 認為，巴西、墨西哥、印度和中國是受到電子廢棄物影響最嚴重的新興國家，必須面對環境破壞日益嚴重和公共衛生的問題。但令人擔憂的是，這些新興國家都欠缺處理電子廢棄物的能力。電子廢棄物衍生出來的有害物質與日俱增，廢電子電機物品處理問題，已成為全球重視焦點，如果未能有效解決環保問題，必然會拖累電子資訊產業的永續發展，也會造成地球環境難以承受之重。另一方面，電子資訊產業越發達，其消耗之貴金屬量將愈多，近年來全球貴金屬的蘊藏量日益減少，價格不斷上揚，為因應貴金屬使用量增加、貴金屬材料成本高漲及環保意識提升等因素，電子資訊產業中如電腦零組件、印刷電路板、LED、TFT LCD、封裝及電信通訊產品...等製程中所產生之貴金屬廢料及廢液若無法有效再利用，除增加廠商生產成本外，對環境資源而言亦是一種浪費。因此，貴金屬

第二章 中國大陸電子資訊產業金屬 資源再生商機探索

第一節 中國大陸電子廢棄物發展現狀與問題

一、中國大陸電子廢棄物發展環境

隨著中國大陸電子電器工業快速發展與持續成長的市場需求，加速了電子與電器設備的推陳出新，以及國外電子廢棄物的輸入，使得中國大陸產生的廢棄電子與電器設備逐年劇增，報廢的各類電腦、手機、家用電器等電子廢棄物數量驚人。自 2003 年起，中國大陸每年至少報廢 500 萬台電視機、400 萬台電冰箱、500 萬台洗衣機、500 萬台電腦及上千萬部手機。這些廢棄物，每年會產生 5 億多噸的危險有毒廢物，成為巨大的污染源。根據聯合國環境總署(UNEP)的一份報告顯示，2020 年中國大陸市場上源自電腦方面的電子廢棄物與 2007 年相比將增長 400%，源自手機的電子廢棄物則將增長 600%。相關資料如【圖 2-1】所示。

因此，電子廢棄物已經成為發展中國家一個嚴重的生態問題，其中以中國大陸和印度為最。據專家估計，每年全球約產生 2,000 萬至 5,000 萬噸電子廢棄物，雖然中國明確禁止電子廢棄物的進口，國際條約《巴塞爾公約》也同時規定，全面禁止任何理由從發達國家向發展中國家出口有害廢物，但仍有 70% 的電子廢棄物被傾銷到中國大陸，剩下的大多數被運往印度和貧窮的非洲國家。發展中國家對電子廢棄物的處理大多沒有任何環保標準可言，過程中釋放出的大量有毒氣體和廢物，不僅對大氣和河流造成污染，也給工人和居民的健康帶來極大威脅。其中以中國大陸貴州鎮最為知名，該鎮之環境污染問題曾引起綠色和平組織、聯合國環境署、巴塞爾公約等國際單位的關注。

第三章 歐洲、美國電子資訊產業 金屬資源再生商機探索

第一節 歐洲電子廢棄物再生發展概況

一、歐洲電子廢棄物再生立法概況

早在 1990 年，歐盟對電子廢棄物就極為關注，於 1997 年開始制定歐盟成員國通行的電子廢棄物管理法。立法的主要原因是出於 3 個方面的考慮，一是數量：越來越多的電子廢棄物成為人們關注的焦點，1998 年歐盟的電子廢棄物數量達到 600 多萬噸，佔城市固體廢物的 4%，電子廢棄物的增長率是其他城市固體廢物平均增長率的 3 倍；二是危害：由於電子廢棄物中含有大量有毒物質，在再生和處理過程中如未採取合理的防範措施，則會造成嚴重的環境污染；三是浪費：雖然電子廢棄物僅占城市固體廢物的 4%，但是生產電子產品所造成的環境負擔已遠遠超過其它形成城市廢棄物的產品生產所帶來的環境負擔，特別是電子資訊產業所消耗的能源。因此，歐盟制定電子廢棄物管理法不僅是現實的需要，而且也是形勢的需要，制定這項法律的目的在於防止電子廢棄物的產生，以及實現電子廢棄物的再利用、資源化和減量化，另外，加強電子產品在各個階段的(設計→生產→銷售→使用→廢棄→再生)環保工作。

為了依法管理和再生利用電子廢棄物，一些歐洲國家先後頒佈實施了電子廢棄物管理法，如德國、荷蘭、瑞典、瑞士、義大利、葡萄牙等。1997 年 2 月 24 日，歐盟委員會廢棄物管理戰略決議要求，儘快制定關於電子廢棄物的法律。歷時 5 年，歐洲議會和理事會關於電子廢棄物的法令「歐盟電子廢棄物管理法」於 2002 年 10 月 11 日獲得通過，與此一起制定並於 2003 年 1 月 27 日通過「廢電子電機設備指令」(Directive on the Waste Electronics and Electrical Equipment, WEEE)，要求製造商必須負起收集、再生並妥善處置廢電子電機產品，這兩部法律已於 2003 年 2 月 13 日起生效。

第四章 日本電子資訊產業金屬資源 再生商機探索

第一節 日本電子資訊產業金屬資源再生動向

日本貴金屬再生原料主要來源包括使用過之觸媒、手機、電腦及周邊產品、小型電機電子產品、電池…等，本章將鎖定與電子資訊產業相關之金屬資源再生原料說明其再生動向，包括手機、電腦及小型電機電子產品的再生。

一、手機的再生

(一)手機的再生量變化

在手機方面，日本雖然還沒有出現類似家電再生利用法的法規，但是日本社團法人電氣通信協會(TCA)與一般社團法人資訊通訊網路產業協會(CIAJ)早在2001年就提出以「行動電話資源再生再利用網絡(Mobile Recycle Network, MRN)」，作為對行動電話/PHS的資源採取有效的再生措施。日本TCA在行動電話/PHS業者等的合作之下，自2001年4月開始發起MRN活動，該活動與電信服務業者、製造商無關，迄今日本全國已有約8,700個門市的手機專賣店加入此活動，推動自主再生中古手機/PHS的機體、電池、充電器。

另外，在3R(Reduce、Reuse、Recycle)方面，日本CIAJ制定「行動電話/PHS製品環境的鑑定準則」，作為製造商的指針來積極推動製品鑑定等措施。

【表4-1】為2005～2009年日本手機的再生實績，其中手機本體之再生量2005～2008年有下滑的趨勢，電池及充電器則有增長的趨勢。推測這種變化趨勢，起因於手機在多功能化、高功能化的發展之下，加入了數位相機、遊戲、鬧鐘等各種功能，使得有越來越多的使用者除了基本的通信功能外，更需要倚賴其他用途而繼續保留使用，因此再生台數出現逐漸減少的傾向。

第五章 臺灣電子資訊產業關鍵金屬 資源再生商機探索

第一節 國內電子資訊產業資源化發展概況

一、台灣電子資訊產業廢棄物概況

(一)台灣電子資訊產業廢棄物定義

隨著經濟的成長，全球工業朝向高科技、高產值及高資本密集的電子工業發展，然而在電子產品快速推陳出新時，遭汰換的電子產品同時也造成大量電子棄物，其衍生出來的有害物質亦與日俱增，廢電子電機物品處理問題，已成為全球重視焦點，國際權威機構麥肯錫公司提及每年全球消費者丟棄電子用品達 800 萬噸左右，但只有 15%~30%妥善再生。歐盟也發表電子及電器廢棄物的報告指出，歐盟每人每年的每居民製造量廢電子電器物品約 15~20 公斤，總計每年約有 500 萬公噸的廢棄量。而台灣為電子資訊的生產大國，每年亦產生可觀的廢棄物數量，如何增加電子資訊的再生量，創造國內再生產業是未來的一大課題。

我國針對電子資訊產業廢棄物之定義，乃依我國環保署公告之廢電子電器與廢資訊物品，廢電子電器即一般之廢家電，包括廢電視機、廢洗衣機、廢電冰箱、廢冷暖氣機與廢電風扇；而廢資訊物品則有筆記型電腦、主機板、監視器、印表機、鍵盤等。有關我國廢電子電器暨廢資訊物品定義如【表 5-1】所示。

第六章 電子資訊產業金屬資源再生 前景分析

第一節 現狀的問題及課題

本節將從宏觀(政府角度)及微觀(企業角度)的觀點來分析國內目前金屬資源再生在市場環境面及業界、跨入企業各自的問題點以及課題。並借鏡日本經驗來做為我國政府及欲投入金屬資源再生市場廠商之參考。

一、國內業者資源再生再生技術仍須再提升

國內業者再生電子資訊產品時，如廢資訊物品中含金、銀、鈹、銅等貴金屬高價物品之再生精煉設施、家電積體電路板之資源再生中之有價金屬之分離、非金屬電路板之再生與再利用、電腦鍵盤之資源再生中之鍵盤中金屬與非金屬材質之快速分離再生技術、有害零組件之再生處理中之 PCB 電容器、電壓器、含水銀開關及液晶顯示器之妥善再生處理等技術，實有必要再提升或考慮從先進國家技術引進。

二、再生過程中或再生處理後業者應避免造成環境二次污染

廢棄電子產品中所含的有害物質如汞、廢液、氟氯碳化物等有害物質等，業者在於資源再生過程中，應妥善處理以免造成二次污染，造成環境公害。

三、建議政府能重視面板再生產業之發展

由於液晶顯示器(Liquid Crystal Display, LCD)具有輕、薄等特性，因此目前已取代傳統映像管(CRT)成為主流顯示器。LCD 大部份應用於通訊電子產品，如汽車衛星導航系統、液晶電視、電腦螢幕、手機、儀器產品等。由此可知未來 LCD 之消費量將會持續大幅增加，因此不論製程中與消費產品將會衍生為數龐大之 LCD。目前我國 LCD 再生大多是由環保署基管會核可

第七章 結論與建議

第一節 結論

第二節 建議

- 一、政府應積極研修金屬資源再生相關法規
- 二、政府應儘快建立金屬資源再生市場體制
- 三、政府應投入資源協助業界開發稀土金屬再生技術
- 四、結合民間企業廣設手機及小型電機電子產品再生據點
- 五、共同出資或爭取科專計畫投入研發工作

《電子資訊產業關鍵金屬資源再生商機探索》

紙本定價:3000 點

全本電子檔及各章節下載點數，請參考智網公告

電話 | 02-27326517

傳真 | 02-27329133

客服信箱 | itismembers@micmail.iii.org.tw

地址 | 10669 台北市敦化南路二段 216 號 19 樓

劃撥資訊 | 帳號：01677112

戶名：財團法人資訊工業策進會

匯款資訊 | 收款銀行：華南銀行—和平分行

(銀行代碼：008)

戶名：財團法人資訊工業策進會

收款帳號：98365050990013 (共 14 碼)

服務時間 | 星期一~星期五

am 09:00-12:30 pm13:30-18:00



如欲下載此本產業報告電子檔，

請至智網網站搜尋，即可扣點下載享有電子檔。

ITIS 智網：<http://www.itis.org.tw/>

版權所有© 2012 經濟部技術處 產業技術知識服務計畫(ITIS)

經濟部技術處產業技術知識服務計畫專案辦公室 承辦