

赴日本考察土壤污染處理及 業務交流出國報告

時 間：2006年11月29日~12月2日

地 點：日本東京、秋田等地

報告人：黃萬居 行政院環境保護署土污基
管會技監兼執行秘書

謝貞雄 行政院環境保護署署長室
簡任技正

黃文杰 行政院環境保護署土污基
管會科長兼組長

行政院環境保護署

赴日本考察土壤污染處理及業務交流出國報告

目錄	頁次
摘要	2
一、前言	3
二、行程內容	3
三、考察內容	5
四、心得	25
五、日本土壤污染處理交流與考察之紀錄相片	

赴日本考察土壤污染處理及業務交流出國報告

摘要

隨著科技之進步，社會環境的變遷，資源之開發與使用愈多樣化，對環境的影響就愈複雜！土壤及地下水在以往被忽視的污染問題，隨著一些公害疾病的發現，以及陸續發掘的愈來愈多的對生活環境的影響，而逐漸引起各國的重視。

近年各國環境保護工作的重點逐漸從以往污染來源的管制而走向整治與復育，其中以美國所投入之經費最為驚人，歷程亦最久，在日本則結合資源回收與再利用之觀念，以離場處理為主，所以本次「日本土壤污染處理及業務交流與考察」之行，即拜會日本環境省主管官員就土壤及地下水相關政策走向與法規建制交換意見，隨後考察由以往同和鑛業轉型環保事業，利用複合式製鍊技術進行土壤處理與資源回收之花岡地區污染土壤處理廠及小坂非鐵複合鑛製鍊廠。

由此行深覺環境保護的工作，若能結合冶鍊的技術與資源的回收再利用，使污染物資源化，不但可大幅節省處理經費，將使複雜之土壤污染整治的工作變為可行。

前言、行程與內容

一、前言

土壤污染整治的工作，包括調查、管制與整治。調查的工作，台灣早自民國七十年代就開始進行農地污染的調查，當時從 1600 公頃的大樣區，到 100 公頃、25 公頃的中樣區，以及 1 公頃的細密調查，起步不可謂不晚，惟在整治工作上，除了翻土、客土、稀釋外，少部分的酸洗溶出與混凝固化，事實上都只是較傳統、技術性不是很高，仍有後續處理與監控的問題。此行得悉日本已利用複雜鑛的製鍊技術，處理污染的土壤並回收微量金屬，雖因行程時間所限，及參觀廠方的態度保留，而只能粗略看過，對此種觀念與作法的落實，已有信心，獲益良多。

二、行程

2006 年 11 月 29 日 1.啟程

2.交流協會東京本部拜會日本環境省主管官員，聽取水、大氣環境局土壤環境課坂川課長及其幕僚之土壤污染對策與相關工作報告。

- 11月30日 1.由東京→盛岡→秋田
2.聽取簡報，參觀花岡地區之土壤
洗淨設備、最終處理場，秋田之事
業廢棄中間處理設施。
- 12月01日 聽取簡報，參觀小坂地區小坂製鍊
貴金屬回收設施，最終處理場。
- 12月02日 資料整理（考察行程結束）
- 12月03日 返程

三、考察內容

(一) 拜會日本環境省相關官員

11月29日下午4時許，於日本交流協會東京本部拜會日本環境省水、大氣環境局土壤環境課坂川課長及其同仁，由其及同仁介紹日本土壤污染相關對策工作執行情形，大要如下：

1. 日本之土壤污染檢測工作行之甚早，起始為土地買方在買賣時要求檢測，後為期有一致規範故需立法。
2. 2002年公佈土壤污染對策法，主要負責調查及整治者為土壤污染者或土地所有人或管理者。
3. 政府部分，環境省進行背景調查，並負責研訂政策及法規，實際監督工作以都、道、府、縣為主。
4. 日本土壤污染對策法概述如下：

(1)所管制之對象物質為特定有害物質，包括-

- 直接接觸污染土壤而對健康之影響-表層土壤中因長時間蓄積而高濃度存在，如重金屬類。
 - 經由污染地下水產生對健康的影響-由地下水污染接觸的觀點，設定溶出基準項目的土壤環境基準。
- 以上特定有害物質大致上可分三類：揮發性有機化合物、重金屬、農藥等(如表1)。

(2)調查的時機，在使用有害物質特定設施廢止使用時，或地方政府(都、道、府、縣)認定土壤污染而致影響人民健康時。

表1 日本土壤污染對策法所訂特定有害物質類別

分類	特定有害物質的種類	指定基準
第一種特定有害物質 (揮發性有機化合物)	四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烯、1,3-二氯丙烯、二氯甲烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、苯	土壤溶出量基準
第二種特定有害物質 (重金屬等)	鎘及其化合物、六價鉻化合物、氰化合物、汞及其化合物、硒及其化合物、鉛及其化合物、砷及其化合物、氟及其化合物、硼及其化合物	土壤含有量基準 土壤溶出量基準
第三種特定有害物質 (農藥等)	多氯聯苯(PCB)、四硫化二甲、草滅淨、殺丹、有機磷化合物	土壤溶出量基準

(3)調查的報告都、道、府、縣會指定區域供公眾閱覽。

(4)土壤污染除去之措施：

- 都、道、府、縣調查了污染的原因後，要求污染者採取措施除去污染物，汙染原因不明者，要求土地所有者辦理，所需費用由設置基金補助。
- 對於會直接接觸到者，採取的措施包括禁止進入、覆蓋、污染土壤裝袋(箱)、土壤置換、污染土壤之淨化。

- 對於會經由地下水接觸者，作地下水質測定、沉澱、隔離接觸、土壤淨化處理等。
5. 土壤污染對策法施行的情況在 2006 年所公佈 2004 年之調查結果，於 1975~2004 年之 3677 件調查結果中，有 1906 件不符合土壤環境基準或區域指定標準，其中屬重金屬者有 1162 件，VOC 者有 485 件，複合式污染者有 259 件；2004 年 838 件調查中，則有 454 件超過土壤環境基準(如附圖 1)。
 6. 日本投入之調查、處理費用年達 1600 億日圓，相關經費之籌措，計分政府補助與民間捐助。民間捐助，由調查業者提撥調查費用 0.3%，整治業者提撥處理費用 0.1%。
 7. 日本對 Dioxin 污染另有訂定特別對策，採取別的措施：原則上由都、道、府、縣知事依權責處理，由環境省補助預算。其各年度定期監測的地點數，平成 12 年有 3,031 點；13 年有 3,735 點；14 年有 3,300 點；15 年有 3,059 點；16 年有 2,618 點。
 8. 日本列管計有四個 Dioxin 場址，但已有 3 個場址已解除列管：

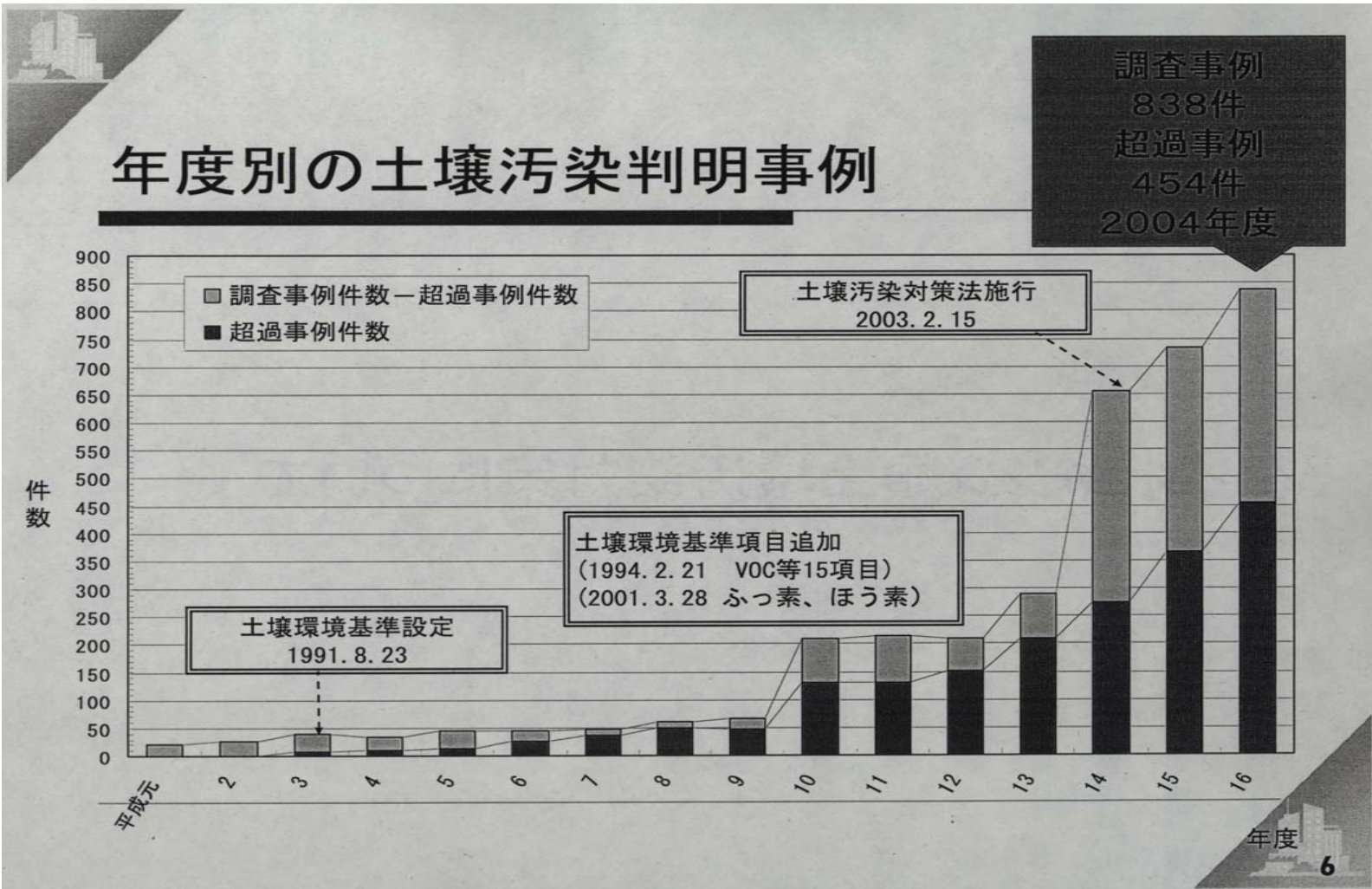


圖 1 日本年度別土壌汚染調査情形

- (1) 東京都大田區的大森，在平成 13 年 6 月 14 日被指定列管，面積約有 365 平方公尺，最高污染濃度 570,000pg-TEQ/g，在平成 18 年 6 月 19 日解除列管。
 - (2) 和歌山縣橋本市的野，在平成 14 年 4 月 5 日被指定列管，面積計約有 4,930 平方公尺，最高污染濃度 100,000 pg-TEQ/g，在平成 17 年 8 月 9 日解除列管。
 - (3) 香川縣高松市的新關西公園，在平成 17 年 3 月 4 日被指定列管，面積計約 342 平方公尺，最高污染濃度為 3,200 pg-TEQ/g，於平成 17 年 8 月 12 日解除列管。
 - (4) 東京都北區的豐島 5 丁目，在平成 18 年 3 月 6 日被列管，最高污染濃度有 240,000 pg-TEQ/g，面積有 13,410 平方公尺，目前已完成清除，近期將覆土中。
9. 日本今後對土壤污染監測的重點，以小孩的遊戲場，或是日常生活中身體容易接觸影響健康者為重點之一，如公園、校園、保育園庭園。

(二) 花岡地區之土壤洗淨設備、最終處置場及秋田地區事廢中間處理設施

同和鑛業集團之前身，於明治 2 年成立，早期以採鑛、鍊鑛為主，至約百年前即思及鑛產開採之有窮，開始構思轉型環保事業，於二次大戰大力轉型資源回收，其後運用舊選鑛、鍊鑛設備之改良及以往不再開採之鑛場，進行污染土壤處理、廢棄物回收資源化。

同和鑛業集團之發展史概述如下：同和鑛業集團之前身，於明治 2 年成立後，初期從事小坂鑛山之開採與水力發電等建設，於大正年間發展至花崗鑛山與柵原鑛山，昭和 20 年底正式成立同和鑛業，岡山製鍊所(現在的岡山工場)在昭和 28 年間開始營運，小坂自熔製鍊設備於昭和 42 年間開始營運，秋田製鍊則於昭和 46 年設立，47 年底開始營運。該集團從 40 年代後半開始進行金屬回收、鑛業廢棄物之減量，49 年開始發展資源回收技術，注重環境保全。到了平成 5 年地球環境問題為世界所重視，同和鑛業也積極開始推動環境保全，平成 8 年同和鑛業進行地球環境問題狀況調查，平成 12 年做成環境報告書逐步加強環境事業的工作。目前集團相關企業集合收集、運搬、土壤淨化處理、廢家電資源回收中間處理、最終處理等及環境技術研究、檢測分析事業等，相關環境事業處理流程(如圖 2)，充分掌握了天時、地利、人和，發展出對社會、對地球之有貢獻的資源循環型體系。本次能順利考察，獲同和鑛業環境事業部住田部長及石浜次長的協助，特予致謝！

同和鑛業建構之環境事業網絡介紹如下：

同和鑛業環境事業網絡，其循環回收的原料來源包括一般廢棄物、產業廢棄物及污染土壤，其理想包括再資源化、環境負荷削減、妥善處理、防止公害；集團本身有收集、運搬機構，鑛石、回收循環物料可送到其小坂製鍊、秋田



圖 2 同和礦業環境事業處理流程

製鍊等提鍊包括 Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Cd、Ga、Ge、In、Pt、Pd、Rh、Se、Te、Bi、Sb 及 H₂SO₄ 等金屬資源回收。至於一般廢棄物、產業廢棄物，則經由秋田或花岡之中間處理廠，再分別由鑛石回收製鍊，或無法回收者到最終處理場，淨化土壤原則上亦到最終處理場。該集團分別在小坂及花岡皆設有最終處理場；此外該集團並設有環境檢測機構，進行包括廢棄物的分析及環境的分析，另設有環境技術研究所進行包括降低環境負荷的技術，回收循環再利用技術等的開發。

以下介紹其污染土壤處理、廢棄物處理及家電回收處理之作業：

1. 污染土壤處理

同和鑛業對污染土壤之處理採取方式有多樣之組合，處理的範圍包括超過標準值的重金屬，VOC 及油污染等。

離場處理(off site)包括：

(1) 金屬污染土壤離場(off site)處理，運用舊選鑛之流程：

洗淨→破碎→粉碎→金屬分離→回收→濃縮脫水→排放(參見圖 3)。秋田縣花岡場有一個月處理 5 萬噸的能力。

(2) 至於油、VOC 污染土壤運用之熱處理，秋田場運用 800 °C 以上高溫使無害化。淨化後灰燼的掩埋，開闢開採過之露天鑛場掩埋，該場具有 200 萬立方公尺容量，

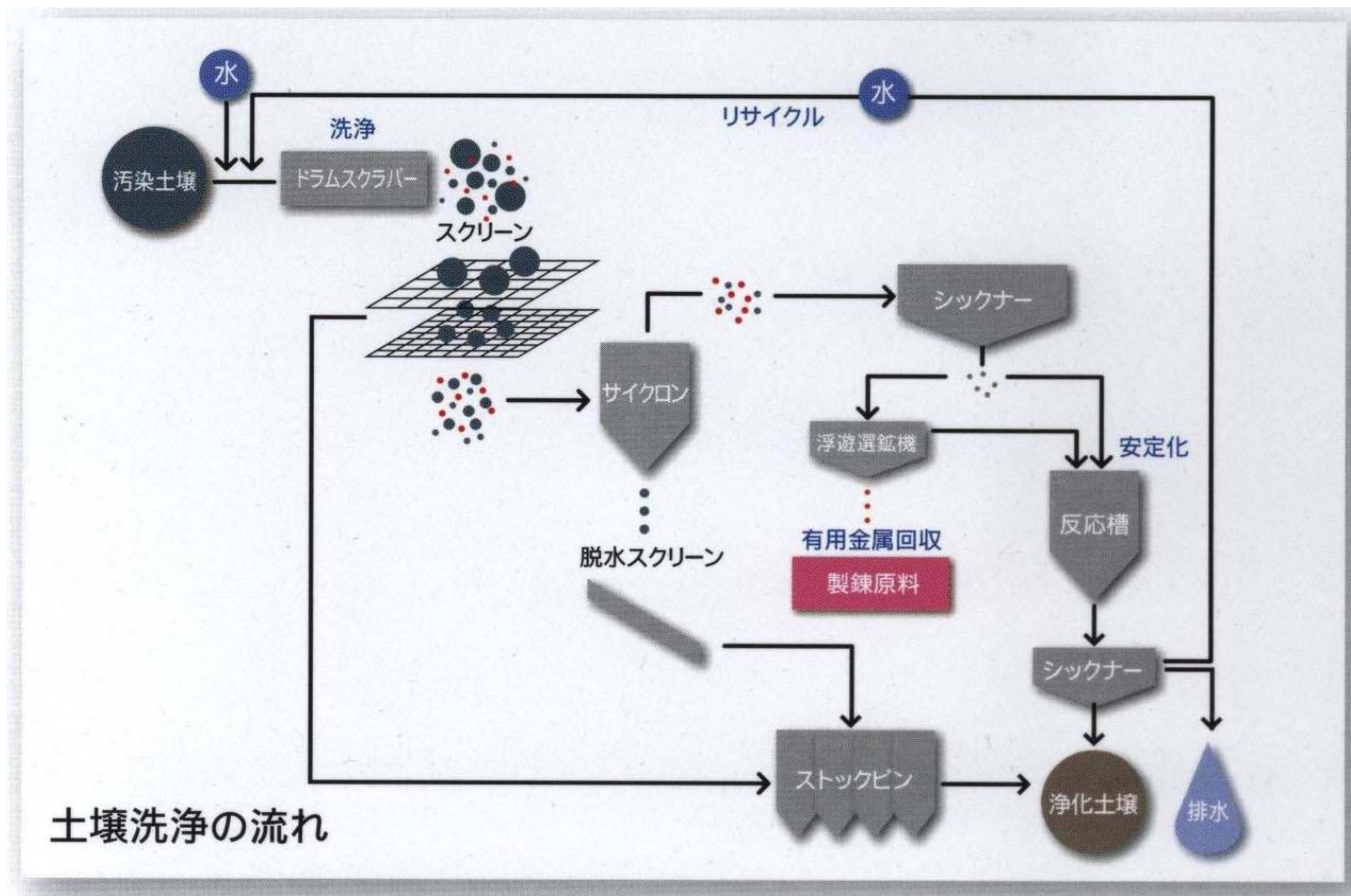


圖 3 汚染土壌洗浄流程

複合物的污染則考慮廢棄物掩埋的可能性。

- (3) 亦運用生物分解的技術，使土壤中物質，油分或有害副產物分解、淨化土壤。
- (4) 有必要時亦注入酸化劑進行化學的酸化分解。
- (5) 地下水污染之處理，對於抽汲的地下水，進行油分的回收。化學的酸化分解或生物分解或併用使淨化的效果增加。

現地淨化(on site)包括：

- (1) 對 VOC 污染現地(on site)的處理，則開發獨家改良土壤淨化用鐵粉，對於不易分解的 cis-1,2-DCE 亦可使之分解。運用 Direct Iron Mixing(DIM)施工氧化分解，其深度可達地下 60m。
- (2) 對於重金屬污染的現場洗淨可處理 100T/日，淨化土壤可在現場再利用。

從調查到淨化處理、監測等一貫之作業，依各種條件來判斷採用以上土壤洗淨、化學分解/熱分解或生物分解等之最適當方法。其非正式統計，土壤污染處理，有 70%是離場處理，30%之現地處理。

2. 事業廢棄物的中間處理

該集團亦運用其整個體系設備，接受許可之事業廢棄物的中間處理，包括 1.焚化 2.中和 3.金屬回收 4.不溶解物

之處理

3. 家電回收處理

- (1) 其家電回收之對象包括空調設備、電視、冰箱、洗衣機、個人電腦、電子廢棄物(OA、小家電、攜帶式電話)、汽車等。
- (2) 其在秋田設有 1,000m² 接受家電回收處理的保管庫房 2 棟，其入廠後，先用手工拆解，以利於分類。
- (3) 經破碎、選別或粉碎、洗淨、再分類收集(包括銅、鐵、陰極管、馬達...)、再資源化。
- (4) 斷熱材(鐵氟龍)分開處理；冷媒(氟氯碳化物)用管線收集焚化。

4. 其他

- (1) 在處理過程所使用焚化旋轉窯，利用急速冷卻技術，減少 Dioxin 之發生，並以法規標準百分之 1 為目標。
- (2) 該公司目前之作業設施，可以回收 17 種元素。
- (3) 以目前設施除 Pb 需再煉，Hg 及 PCB 尚無法處理。
- (4) 曾探詢其處理費用，表示每公斤 13~15 日元。

(三)小坂製鍊廠貴金屬回收

小坂製鍊廠的歷史，循著採鑛鍊製→輸入鍊製→轉型環境事業→改良採鑛鍊製技術→資源化的足跡，於 1844 年創立，其變化歷程：

- (1)1860~1890 年 銀鑛山
- (2)1900 年 銅鑛山
- (3)1960 年 複雜鑛、鑛山山元製煉
- (4)1990 年 鑛山山元製煉→貴金屬
- (5)2000 年 複合製煉，Recycle

在日本東北，同和鑛業由花岡、小坂、秋田等場，聯合製鍊而成就其環境事業(如圖 4-1,圖 4-2,圖 4-3)，小坂製鍊廠所主要資源回收的對象包括：

1. 貴金屬族，包括金屬製品製造工程的金屬或家電分解回收的貴金屬。
2. 廢家電，包括自 2001 年 4 月開始施行的電視機、冰箱、洗衣機、冷氣機等，另由冷氣機或冰箱解體後之冷媒則收集採熱分解處理。
3. E 化廢棄物，包括自動化辦公室機器，或行動電話等目前法律所沒規定應回收的小家電。
4. 汽車之汽車資源回收法自 2005 年 1 月施行，及其以前埋立處理之小汽車有價金屬回收。
5. 汽車觸媒、白金族金屬等之回收。

わが町小坂

MY TOWN KOSAKA

当所が所在している秋田県鹿角郡小坂町は、人口7,500、明治時代から鉱山町として発展してきました。地域ぐるみで蓄積してきたノウハウが認められ金属鉱業研修技術センターが設立されるなど、資源開発の先端技術を担う国際高度鉱業都市への発展が期待されています。

Kosaka-machi, where Kosaka Smelter is located, has a population of about 7,500 and has developed as a mining town since Meiji Period. The Institute for Mining Research and Studies, which was constructed in 1991, will be able to benefit from the accumulated know-how obtained through a tradition of mining. Kosaka is expected to develop as an international high technological mining venue.

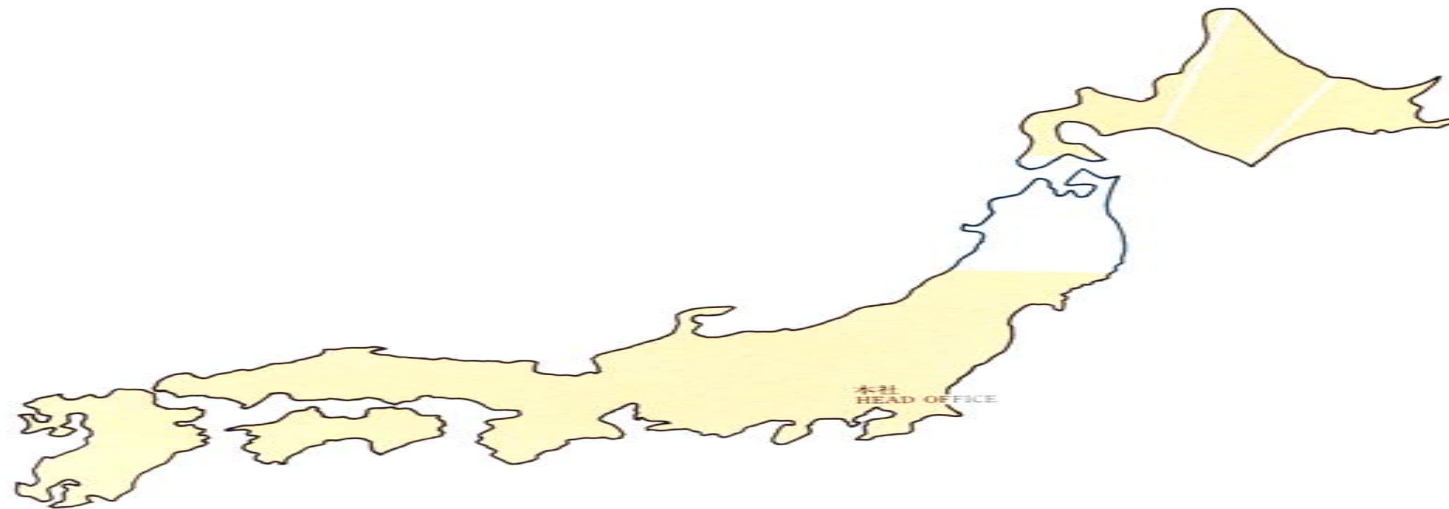


圖 4-1 同和礦業環境東北地區位置圖



圖 4-2 同和礦業相關事業處理流程關係圖

東北地区 非鉄製錬所ネットワーク

- (1) 世界トップレベルの複雑鉱処理技術
- (2) 製錬所間のネットワークにより、原料処理範囲をインテグレート 回収元素数 16種

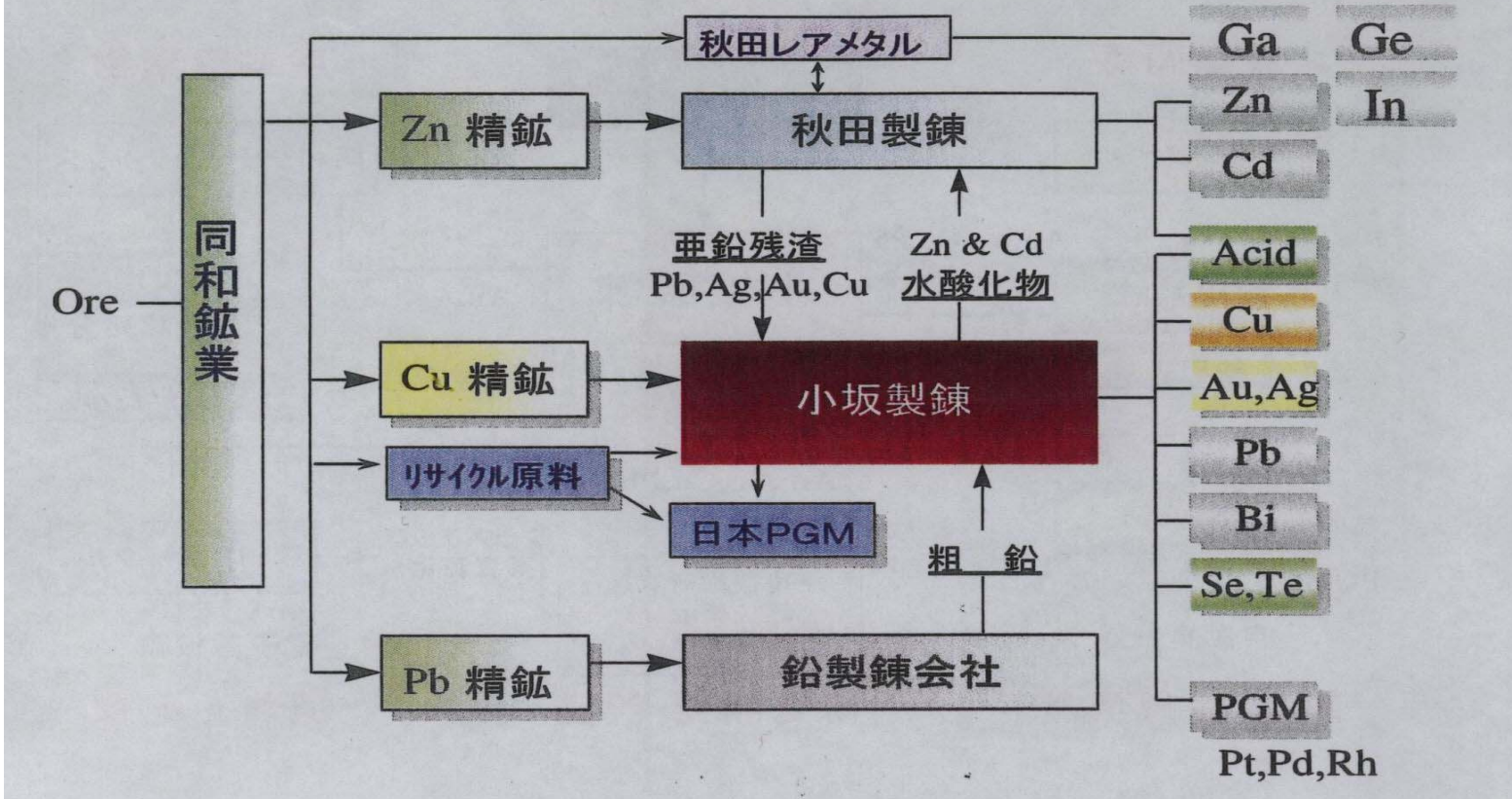


圖 4-3 同和礦業相關事業處理流程關係圖

小坂製鍊原料循環回收再資源化處理製鍊技術：

1. 濕式處理貴金屬回收-高價位循環回收原料，運用濕式處理回收金、銀、白金族等貴金屬。
2. 乾式處理-在秋田縣的小坂、岡山縣的岡山東西二處設有「金屬蒸氣回收爐」，回收金屬蒸氣（如圖 5），同時使環境負荷降低。

其鍊製流程及關連如圖 6、圖 7，目前全世界 72 個國家中，只有 4 個有複雜鑛製鍊，小坂製鍊可回收 17 種元素：Au、Ag、Cu、Pb、Zn、Cd、Ga、Ge、In、Pt、Pd、Rh、Se、Te、Bi、Sb、 H_2SO_4 ，所使用原料有價購。

小坂製鍊新的回收循環專用新爐正建設中，預定 2008 年春天啟用，處理對象可擴及電子基板、金銀銅渣，含貴金屬殘渣及其他不易處理之鑛石，回收元素可增加到 19 種，可使廢棄物再減量，增加回收，可大幅減少環境之負荷。

金属・蒸気回収炉設備の概要

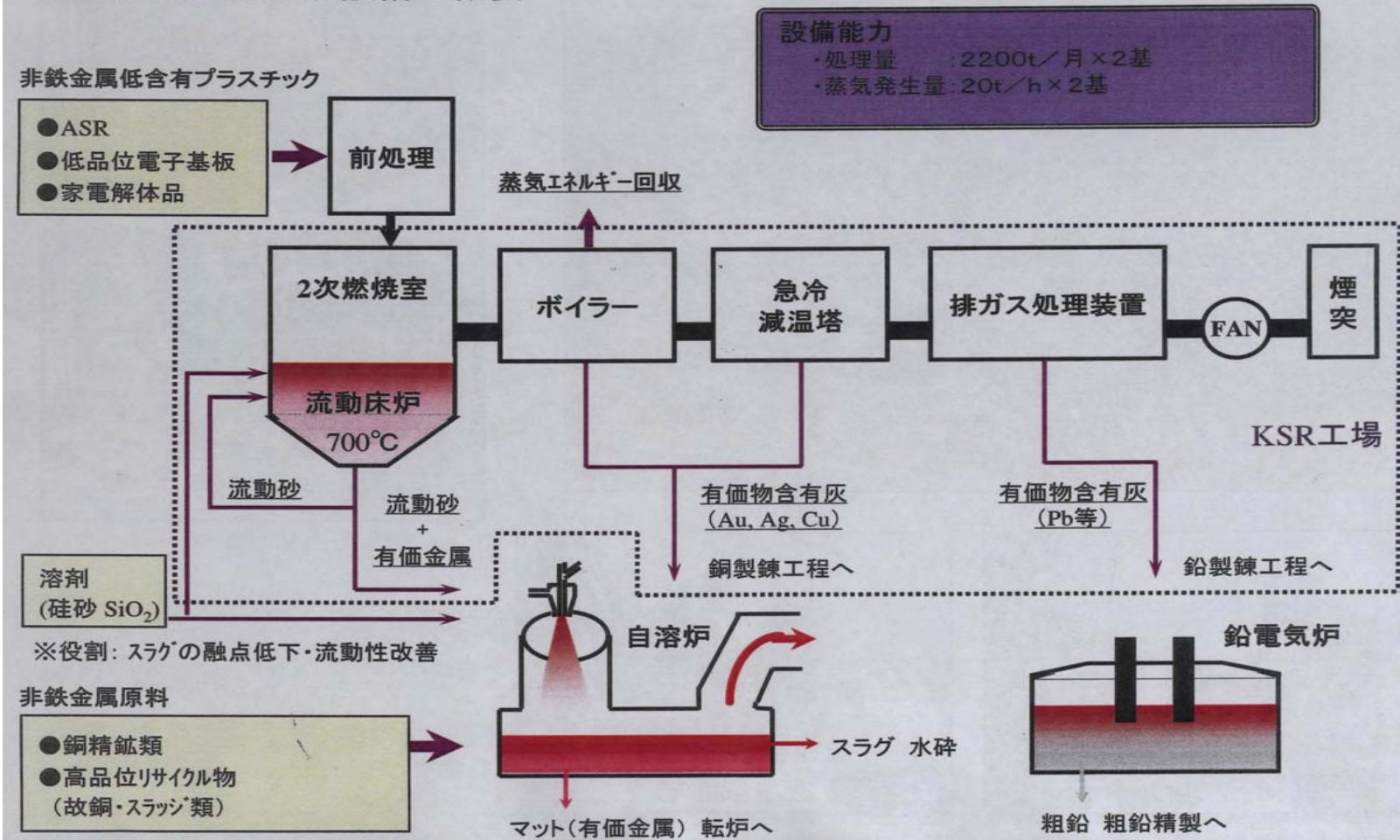


圖 5 小坂廠金屬蒸氣回收爐流程圖

小坂製錬製造工程フローシート

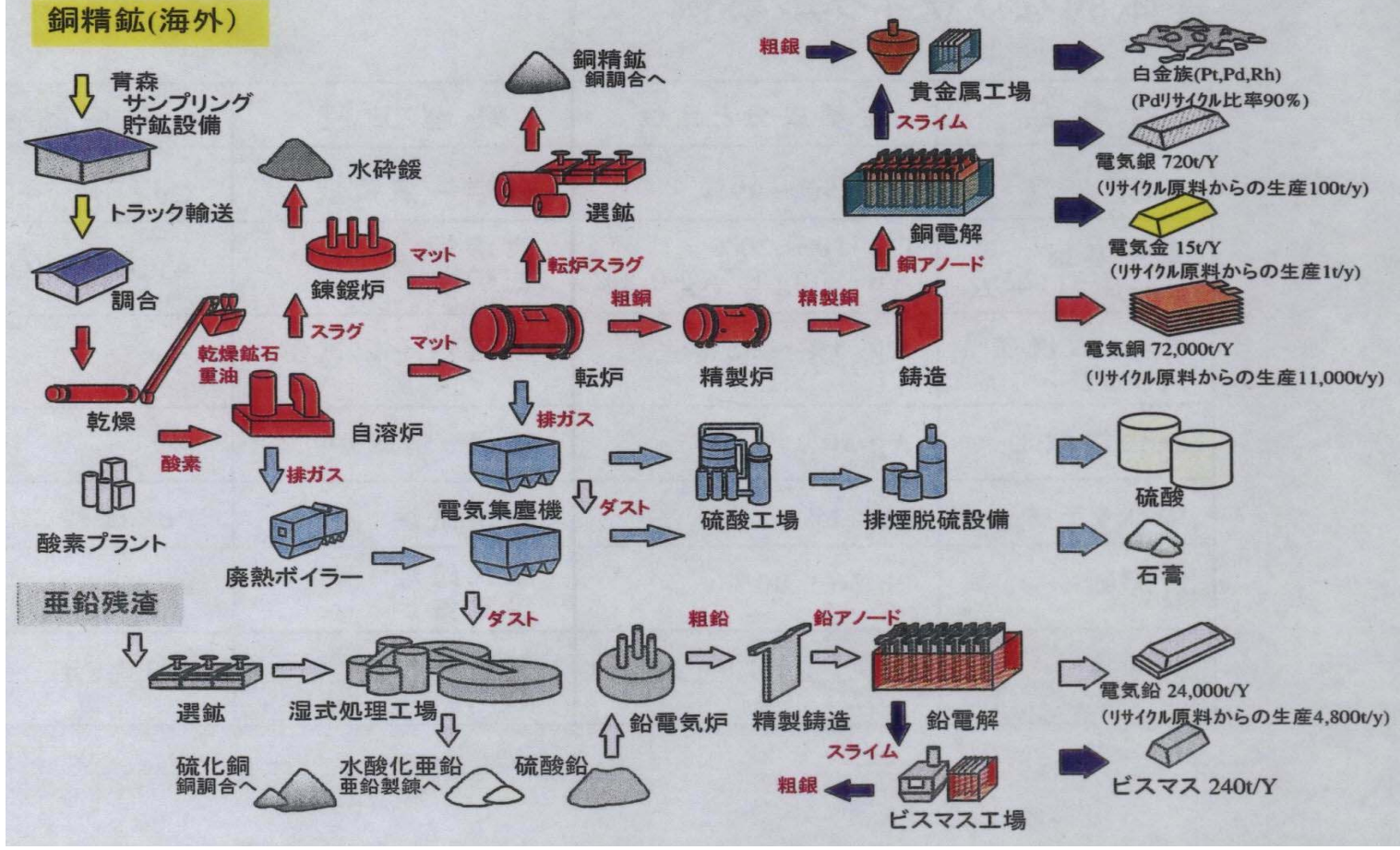


圖 6 小坂廠製錬工程流程圖

小坂製錬におけるリサイクル事業



- 同和グループにおける資源リサイクルネットワークの中心的役割
- 従来型リサイクルから産業廃棄物も対象としたリサイクル事業の拡大

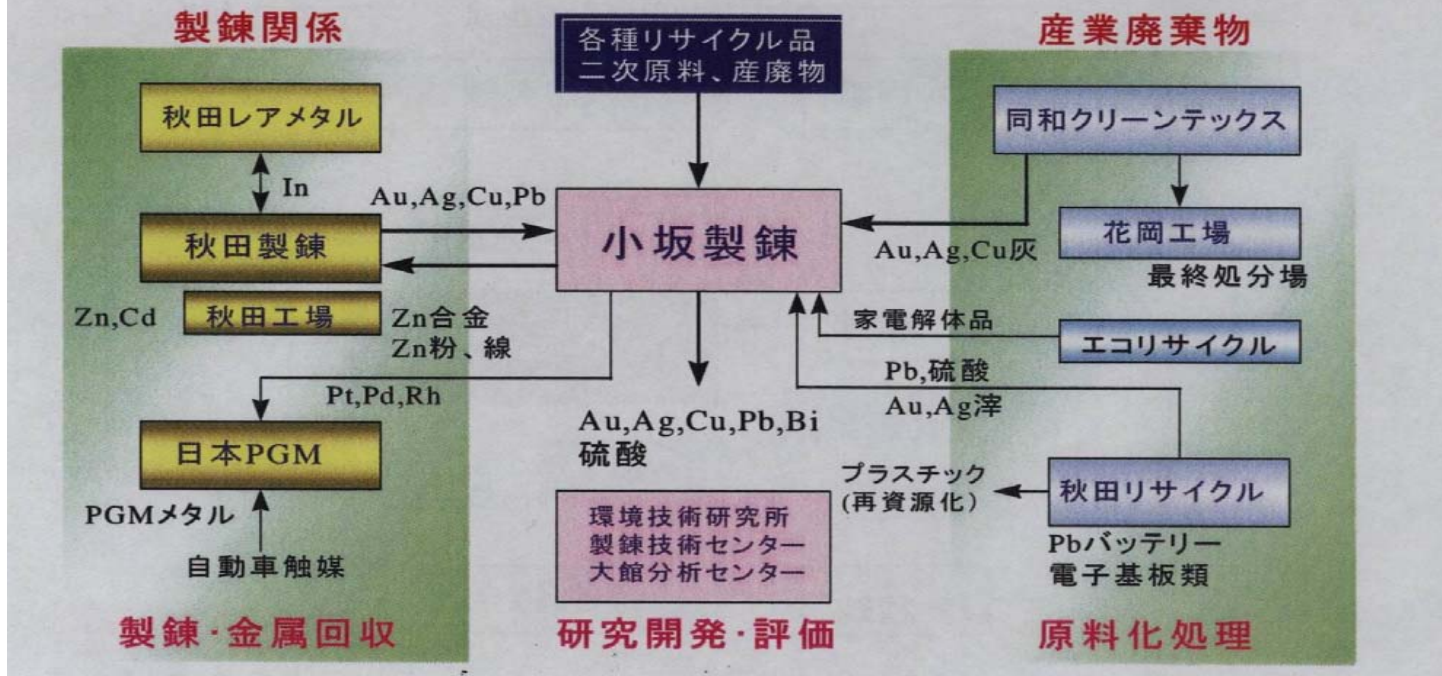


図 7 小坂製錬関連図

表2 小坂製錬事業具體處理事例

具体的なリサイクル事例

対象品	主要成分と品位	処理工程	生産品
故銅	Cu 50～99%	転炉－銅電解	Cu
電子基盤 リードフレーム	Cu 10～20% Au 100g/t, Ag 0.2%	自溶炉 転炉	Au,Ag,Pd,Cu
フィルム焼灰 スラッジ	Ag 5%～35%	精銀炉～銀電解	Ag
酸化銀電池	Ag 30%	転炉、精銀炉	Ag
鉛バッテリー	Pb 53%	鉛電気炉	Pb, 硫酸、PPE
鉛滓類	Pb 30～80%	湿式処理 鉛電気炉	Pb,Bi
廃触媒	Pt 0.1%,Pd,Rh 100g/t	貴金属工程 ROSE Process	Pt,Pd,Rh

四、心得

- (一) 同和鑛業發展的技術及規模除了汞及 PCB 之外，均以複合式鍊製技術、回收 17 項金屬，提供廢棄物處理、資源回收、土壤污染處理之服務。
- (二) 該公司建構 ECO-TOWN 循環體系，熱氣回收、觸煤回收，C.F.C 經中央收集系統予以焚化，廢棄物殘渣仍回收金屬，廢水、污泥均安定化後送貯存池，符合永續發展。
- (三) 在處理過程所使用焚化旋轉窯，利用急速冷卻技術，減少 Dioxin 之發生，並以法規標準百分之 1 為目標，避免二次污染。
- (四) 以廢棄礦場改設為最終處置場，不透水布抗紫外線、防漏偵測及完善之污水處理，防止土壤、地下水二次污染。
- (五) 以上該集團所建構污染處理結合回收之理念，並以高標準處理，避免二次污染，值得我國參考。
- (六) 日本之土壤污染採離場處理(off site)為原則，不同於美國之現地處理(in situ)，既快速又經濟，值得我國參考。
- (七) 台日環保交流之後續方向，雙方洽商獲得共識，將以含 VOC、重金屬污染之土壤、地下水之調查整治技術為主題。雙方將依台日環保技術合作之內容，增進後續交流之機會。