



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書

(出國類別：考 察)

「考察日本煉鋼業戴奧辛管制策略、風險管理及可行性防制策略」報告書

服務機關：行政院環境保護署
出國人 職 稱：簡任技正、技 正
姓 名：葉 俊 宏、高 增 新

出國地點：日 本

出國期間：民國 90 年 8 月 16 日至 8 月 22 日

報告日期：民國 90 年 11 月 22 日

行政院研考會/省(市)研考會
編號欄

I5/
c09005751

行政院及所屬各機關出國報告提要

公務出國報告提要

頁數: 40 頁

報告名稱:

考察日本煉鋼業戴奧辛管制策略、風險管理及可行性防制策略

主辦機關:

行政院環境保護署

出國人員:

葉俊宏 行政院環境保護署 廢管處 技正
高增新 行政院環境保護署 空保處 技正

出國類別: 考察

出國地區: 日本

出國期間: 民國 90 年 08 月 16 日 - 民國 90 年 08 月 22 日

報告日期: 民國 90 年 11 月 22 日

分類號/目: I5/化學與環境科學

內容摘： 本次考察的主要目標是日本電弧爐煉鋼業戴奧辛管制策略、風險管理及可行性處理方法和技術：

- 一、 戴奧辛具有致癌性、累積性，為世紀之毒。日本對全國排放的戴奧辛在 1997 年就已進行全盤的估算，因此他們宣告在 2003 年要將戴奧辛減少 1997 年排放量的 90%，這種努力值得學習
- 二、 日本鋼鐵業者因應日本政府訂定的法規都有一個「自主管理」標準，這個標準的精神在於提早達到最終的法規標準，因此在法規的寬限期限內，業者已經自主在執行新的最終標準了，這個方式值得我們業界效法實行。
- 三、 對於各種污染源戴奧辛排放的控制技術上是可以做得到，但在經濟上哪種技術較為可行仍需要加以評估，亦即，單位鋼材產生量的建造及操作營運成本也是需要考慮的。
- 四、 從源頭管制減少戴奧辛的排放是最有效的方式，但這部分需要經濟部的配合，對於廢鋼材料表面塗布有含氯物質或是鋼料切削油含氯者，均應禁止生產或進口。
- 五、 對於電弧爐煉鋼業集塵灰的處理，日本已有技術發展出來可以從其中提煉出高純度的鋅，並做成鋪路材料，不僅使集塵灰無

害化，且可回收有用物質。

- 六、 目前日本法規要求業者自行檢測戴奧辛排放濃度，每年申報一次，我們可考慮在初期要求較高的頻率，並且儘量能做出各廠的戴奧辛排放係數，以後則可以依照日本的管制方式。
- 七、 日本政府體認到檢測業者對於戴奧辛的分析品質參差不齊，準備對實驗室進行戴奧辛分析的認證，以確保分析品質。對於百葉窗式氣流排放的戴奧辛，日本鐵鋼聯盟自行訂出檢測方法，並非日本的標準方法，但基本上是日本政府認可的，我們可考慮進行了解後修正採行。
- 八、 國內從焚化爐戴奧辛的排放開始受到重視，但對於台灣地區各種污染源戴奧辛排放量的調查仍須積極進行。
- 九、 對於戴奧辛排放量的計算，日本原先並沒有將PCB(PolyChlorinated Biphenyl)列入，但目前已經列入，我們則還沒有列入。
- 十、 建議我國在訂定電弧爐煉鋼業排放標準時，彙整各電弧爐戴奧辛排放檢測值，作為訂定標準的參考。對於新設電弧爐應在0.5~0.1ng-TEQ/Nm³，既設電弧爐可考慮與日本同步，從今年公佈到明年11月為20 ng-TEQ/Nm³，從明年12月起為5 ng-TEQ/Nm³。或是，考量業者裝設污染控制設備需要時間，做半年的延遲。對於新設電弧爐，從嚴考慮的理由為0.1ng-TEQ/Nm³，與焚化爐排放標準相同，也有不鼓勵設置新電弧爐的意思；從寬考慮(0.5ng-TEQ/Nm³)是因為電弧爐可代為處理感染性廢棄物。

公務出國報告審核表

出國報告名稱：	
出國計畫主辦機關名稱：	
出國人姓名/職稱/服務單位：（若二人或以上，則列○○○等_人）	
出國日期：	
出國計畫主辦機關審核意見	☐ 1. 依限繳交出國報告 ☐ 2. 格式完整 ☐ 3. 內容充實完備 ☐ 4. 建議具參考價值 ☐ 5. 送本機關參考或研辦 ☐ 6. 送上級機關參考 ☐ 7. 退回補正，原因： ☐ ①不符原核定出國計畫 ☐ ②以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 ☐ ③內容空洞簡略 ☐ ④未依行政院所屬各機關出國報告規格辦理 ☐ ⑤未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 ☐ 8. 其他處理意見：
層轉機關審核意見	☐ 同意主辦機關審核意見 ☐ 全部 ☐ 部分_____（填寫審核意見編號） ☐ 退回補正，原因：_____（填寫審核意見編號） ☐ 其他處理意見：

說明：

- 一、出國計畫主辦機關即層轉機關時，不需填寫「層轉機關審核意見」。
- 二、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 三、審核作業應於出國報告提出後二個月內完成。

目 錄

第一章 緒言	1
第二章 北九州資源回收專區 Eco-town 考察紀要	4
第三章 日本煉鋼業戴奧辛防制策略	13
第四章 愛知製鋼、大同特殊鋼鐵公司考察紀要	21
第五章 煉鋼業戴奧辛控制技術評估	25
第六章 我國電弧爐煉鋼業戴奧辛標準值建議	29
第七章 結論與建議	32
第八章 參考資料	37
第九章 附錄	38

第一章 緒言

一、緣起

國內廢棄物處理向來以焚化為主、掩埋為輔，廢棄物在焚化過程中，若燃燒不完全，很容易產生世紀之毒-戴奧辛。為維護民眾免於暴露於廢棄物焚化爐排放有害空氣污染物所受的危害風險，環保署業八十六年八月六日針對大型垃圾焚化爐發布「廢棄物焚化爐戴奧辛管制及排放標準」，規定每小時處理量十公噸以上的大型垃圾焚化爐戴奧辛排放標準限值，每立方米〇·一奈克毒性當量，為世界最嚴格之管制標準，另於八十九年十月十一日發布「中小型廢棄物焚化爐戴奧辛管制及排放標準」，規定每小時處理量十公噸以下的中小型焚化爐戴奧辛排放標準限值，使焚化爐所排放之戴奧辛全部列入管制。

環保署並針對未來推動戴奧辛之管制策略，也召集產、官、學界舉行相關諮詢會議，期以集思廣益方式凝聚共識。然戴奧辛的來源眾多且生成之機制複雜，近年來，無論是媒體之報導或民眾、民意代表之質疑，戴奧辛始終是一具高度敏感之議題。為降低戴奧辛對民眾健康造成之危害，環保署現正積極清查焚化爐外的各類戴奧辛排放源，如煉鋼業、非鐵金屬冶煉業等，預計未來三年內將完成排放清單的建置，逐步將有排放戴奧辛可能的各類污染源納入戴奧辛空氣污染管制標準對象。

環保署近期內為加速推動煉鋼業電弧爐戴奧辛管制及排放標準之研訂，預計於本年十月底前發布實施「煉鋼業電弧爐戴奧辛管制及排放標準」，而有關煉鋼業電弧爐戴奧辛之檢測技術，國內十分缺乏，且戴奧辛污染防制技術複雜、投資成本昂貴，不易為業界接受，推動國內戴奧辛污染管制工作格外困難。

爰此，乃邀集環保署、國內學者專家、鋼鐵工會及業者十

餘人，辦理日本煉鋼業戴奧辛污染管制策略及風險管理技術實地評估工作，實地前往日本瞭解電弧爐煉鋼業戴奧辛污染管制策略及相關控制技術，以檢討環保署刻正研訂之煉鋼業電弧爐戴奧辛管制標準，及現行實施之廢棄物焚化爐戴奧辛管制標合理性及可行性，並提出合理及可行之標準排放限值，同時蒐集與彙整國外焚化爐外污染源戴奧辛管制標準（如煉鋼業、非鐵金屬冶鍊業）、研訂背景、可行控制技術，提供環保署作為未來持續推動國內戴奧辛管制工作之參考依據。

二、目的

1. 蒐集分析國外煉鋼業戴奧辛管制標準及研訂背景資料。
2. 實地評估日本煉鋼廠戴奧辛污染管制措施、量測與分析。
3. 確認日本煉鋼業戴奧辛污染管制策略及風險管理。
4. 檢討我國戴奧辛管制標準之合理性及可行性。
5. 提出我國合理及可行之戴奧辛管制標準。

三、考察行程與出席人員

本次考察期間自 90/08/16 至 90/08/22，考察期間除與日本煉鋼業戴奧辛管制方面之專家進行意見之交流，也實際訪問兩家煉鋼廠，瞭解有關戴奧辛之控制之技術，相關行程整理如表 1-1 所示。

表 1-1 我國戴奧辛污染管制標準合理及可行性日本實地評估行程表

日期	星期	考察行程	出席人員	
			國內	日本專家
90.8.16	四	啟程（台北/福岡）		
90.8.17	五	參觀北九州資源回收專區 Eco-town	台灣大學：蔣本基 教授 台北醫學大學：張怡怡 教授 中央大學：李崇德 教授	DI TECHNO CO. 安高良亮部長
90.8.18	六	舉行圓桌會議 （與日本專家進行意見交流）	台北科技大學：章裕民 教授 環保署廢管處：葉俊宏 簡任技正 環保署空保處：高增新 技正 台灣鋼鐵工會：黃清廉 主任委員	愛知鋼鐵株式會社 資源回收中心：世本博彥 部長、大同特殊鋼株式會社 機械事業部：和泉喜久磨 部長
90.8.19	日	國外資料整理	中興工程公司：羅鈞、陳怡伶 嘉德公司：謝聖嫻 副處長	
90.8.20	一	參觀愛知製鋼公司 （名古屋）	台灣大學：蔣本基 教授 台北醫學大學：張怡怡 教授 中央大學：李崇德 教授 台北科技大學：章裕民 教授 環保署廢管處：葉俊宏 簡任技正	愛知鋼鐵資源回收中心：世本博彥 部長、田中清 室長、日鐵科技珠環境技術部：大村元志 部長
90.8.21	二	參觀大同特殊鋼鐵公司 （名古屋）	環保署空保處：高增新 技正 台灣鋼鐵工會：黃清廉 主任委員 中國鋼鐵公司：劉國欽 處長 東和鋼鐵公司：吳惠明 特助 豐興鋼鐵公司：黃玉林 廠長	大同特殊鋼株式會社機械事業部：和泉喜久磨 部長、丹羽幸雄 主任部員、環境與能源控制室：放生會治男部長
90.8.22	三	拜會日本鐵鋼聯盟/ 下午返程	唐榮鋼鐵公司：陳慶隆 組長 中興工程公司：羅鈞、陳怡伶 嘉德公司：謝聖嫻 副處長	粒良一義 次長、田中武 技術環境部長、山本晃久 主幹

第二章 北九州資源回收專區 Eco-town 考察紀要

近年來工業發展迅速，在工業成長的同時，也將耗費大量的資源與能源，造成環境的問題，這種「大量生產、大量消費、大量廢棄」的生活方式，將對環境造成不可收拾的傷害。因此，日本自 1992 年地球高峰會議後，就致力於「資源循環型經濟社會」的推動，推動措施包括生產階段廢棄物減量化、廢棄物資源回收再利用及對環境較優產品的推廣與使用等。

北九州市長久以來針對境內廢棄物處理對策、環境保護策略及產業振興方案進行統合，積極推動事業廢棄物的妥善處理，培養市民、企業，政府三者的聯繫，並充實相關產業、人材、技術，經過幾年的努力及國際環保團體的協助，北九州市於 1997 年 7 月舉行「北九洲市環境產業推進會議」，並首先獲得日本政府承認為「資源循環型經濟社會」。到目前為止，日本共有十個都市為政府承認之「資源循環型經濟社會」，詳如表 2-1。

表 2-1 日本目前承認之「資源循環型經濟社會」都市

年度	地區
1997 年 7 月	北九州市、川崎市、崎阜縣、長野縣飯田市
1998 年 7 月	福岡縣大牟田市
1998 年 9 月	札幌市
1999 年 1 月	千葉縣
1999 年 11 月	秋田縣、宮城縣鶯尺町
2000 年 6 月	北海道

北九州政府於北九州市北方以填海造地的方式創造了 2500 公頃的海埔新生地，其中 2000 公頃已填埋，另加 500 公頃規劃作為一處商業化港灣，預計於 2003 年正式營運，目前規劃開發供亞洲地區國家運輸使用。填海造陸所用的填埋物主要為九州航道浚渫之泥土、事業廢棄物及生活垃圾，因此北九州政府將此地區命名為 Eco-town。

資源回收專區分為三個區域，分別為實證研究區、綜合環境企業聯盟及中小型企業資源回收綜合區，其中實證研究區及綜合環境企業聯盟已開發完成並開始營運，中小企業資源回收綜合區自 2001 年 4 月起已有廠商完成設廠開始營運，並有部分廠商還在設廠中。

一.實證研究區

實證研究區佔地 16 公頃，共有 20 個實證研究設施，參與研究單位包括大學、民間企業及政府行政單位，進行廢棄物處理技術的開發及研究。各項研究名稱、研究概要及成立時間如表 2-2 所示。

表 2-2 實證研究區中研究名稱、研究概要及成立時間表

(◎開始營運、○建設中)

	研究名稱	研究概要	成立時間
1 ◎	焚化灰渣再利用技術 實證研究設施	都市廢棄物焚化灰渣經物理選別、藥劑安定處理後，作為道路盤材及土木材料之實證研究	1997 年 10 月
2 ◎	福岡大學資源循環、 環境控制研究所	產、官、學界共同研究廢棄物處理技術、環境污染物質適正處理技術研究機構：福岡大學、九州大學、九州工業大學、佐賀大學、民間企業實證研究包括：高濃度污染物分解處理實證研究、水中微生物處理實證研究、廢紙資源回收實證研究、新型焚化爐之實證研究	1998 年 04 月
3 ◎	封閉型最終處理場實 證研究設施	最終處場遮斷設施之實證研究，以減低滲出水、粉塵及惡臭對外部的影響	1998 年 09 月
4 ◎	廢棄物終處理場防水 機能診斷、修復實證 研究設施	最終處理場防水機能損傷修復及修復完工確認	1998 年 10 月

表 2-2 實證研究區中研究名稱、研究概要及成立時間表(續)

5 ◎	都市廢棄物分解性技術實證研究	生物發酵、分解後產生之乳酸作為都市廢棄物分解技術之研究	1999 年 04 月
6 ◎	焚化灰渣無害化技術實證研究	焚化灰渣磨碎、洗淨後，回收粗、細砂作為骨材、路盤材及再生原料實證研究	1999 年 08 月
7 ◎	廢塑膠容器資源回收技術實證研究設施	廢塑膠容器包裝對象、再商品化之實證研究	1999 年 10 月
8 ◎	完全無放流型最終處分場之實證研究設施	最終處置場利用鋼板作為遮水設施，以減少滲出水狀況之實證研究	1999 年 11 月
9 ◎	耐鹽性遮水層(高爐土)的構築技術實證研究設施	最終處分場底部鋪設高爐粉末混合耐鹽性特殊黏土之遮水層現場製造技術、性能評價	1999 年 11 月
10 ◎	廢棄物資源化實證研究設施	廢棄物破碎、選別、脫鹽等資源回收前處理技術之實證研究	2000 年 04 月
11 ◎	有效利用熔融灰渣促進廢棄物處理場安定化之實證研究設施	焚化灰渣熔融作為砂的替代材、覆土材利用技術之實證研究	2000 年 06 月
12 ◎	廢混凝土資源回收技術實證研究設施	廢混凝土資源回收，作為再利用及再生之實證研究	2000 年 08 月
13 ◎	廢玻璃資源回收技術實證研究設施	回收玻璃粉碎後燒結再利用之實證研究	2000 年 08 月
14 ○	廢塑膠等原料複合新素材開發技術實證研究設施	廢玻璃、焚化灰渣等各種素材經超微粉碎作為複合新素材再生技術實證研究	2000 年(建設中)
15 ◎	飛灰無害化處理實證研究設施	飛灰加入藥劑、加熱處理(300℃)，使飛灰中之重金屬無害化之實證研究	2000 年 10 月
16 ◎	油污染土壤淨化技術實證研究設施	利用微生物油分解技術進行油污染土壤洗淨手法實證研究	2000 年 09 月
17 ◎	再資源化建設材料實用化實證研究設施	無害化處理廢棄再利用安全性檢查之實證研究	2000 年 09 月
18 ○	最終處分場實證研究設施	無害化處理及淨化促進技術之實證研究	2000 年
19 ◎	豆腐等食品化技術實證研究設施	豆腐製造過程中排出廢棄物之乾燥及食品再利用技術之實證研究	2000 年 08 月
20 ◎	最終處置場滲出水處理實證研究設施	最終處置場滲出水中難分解物質處理之實證研究 研究主體：TeRA 研究會(代表幹事，新日鐵(株))	年月

二. 綜合環境企業聯盟(◎營運中、□事業決定、○事業化檢討中)

綜合環境企業聯盟佔地 25.5 公頃，第一期營運機具及設備百分之五十由中央提供補助，但第二期的擴建則不再予以補助。詳細名稱、概要及成立時間整理如表 2-3。

三. 中小型企業資源回收綜合區

此區主要供員工人數不超過十人的中小型企業資源回收處理業設廠之用，面積約 5.5 公頃，平均每家設廠土地需求以 3000 平方公尺估算。

本區引進之產業主要分成以下二大類：

(一)廢汽車中小型回收業

目前北九州市有 35 家中小型廢汽車回收業，目前已有七家遷入該區設廠，未來會再勸導其他廠商進駐，目前已遷入設廠之七家業者合計每月可拆解超過 1000 輛廢汽車，一年可拆解 1.5 萬輛，因係採逆向拆解方式，故回收可用零件之比率極高，未來希望能成為汽車回收零件供應中心。

(二)非汽車業

目前已有下列事業進行設廠，有些已營運，有些則建廠中：

1. 食用油回收處理業：將食品工廠等產生之廢食用油處理後，成為飼料或作為肥皂原料。
2. 廢有機溶劑回收處理業：將半導體業所產生之廢溶劑以蒸餾方式，製造高純度的再生品。
3. 食品殘渣回收處理業：將豆腐渣等回收，再以乾燥方式製成食品或飼料添加物，目前建廠中。
4. 保麗龍(PS 發泡塑膠)回收處理業：回收處理廢發泡塑膠。
5. 廢空罐回收處理廠：回收鐵罐加以處理，作為鐵、鋁原料。
6. 廢紙回收處理業：回收廢紙切成條狀，取代稻草作為牧場

表 2-3 綜合環境企業聯盟名稱、概要及成立時間一覽表

研究名稱	研究概要	成立時間
1 ◎ PET 回收事業	- 根據容器包裝法，收集廢 PET 加入其它纖維原料，再生 PET 樹脂的生產 - 處理能力：11000 噸／年 - 事業主體：西日本株市會社(新日鐵、三井物產、山九、日鐵運輸、日本通運、北九州市)	1997 年 7 月施工， 1998 年 7 月營運
2 ◎ OA 機器回收事業	- 影印機、傳真機等 OA 機器分解、高度選別、高品質零件再利用、再生原料生產，採人工逆向拆解方式，回收再生原料比率高。 - 處理能力：3000~4000 台／月 - 事業主體：新菱(理光公司關係企業)	1198 年 10 月施工， 1999 年 4 月營運
3 ◎ 自動車回收事業	- 自動車適正處理、高品質零件之再利用與原料之生產，採逆向拆解方式 - 處理能力 12000 台／年(初設) 24000 台／年(將來計畫) - 事業主體：西日本株市會社(吉川工業、三井物產、日鐵運輸、新日鐵、九州市產業)	1998 年 11 月施工， 2000 年 2 月營運
4 ◎ 家電回收事業	- 根據家電法，家庭用電器(電視、冰箱、洗衣機、冷氣機)高度分解、高品質零件選別再利用及原料生產，設有冷媒處理設施 - 處理能力：500000 台／年 - 事業主體：西日本株市會社(東芝、松下電器等家電公司)	1999 年 2 月施工， 2000 年 4 月營運
5 ◎ 螢光管回收事業	- 事業機構排出使用後之螢光管中之水銀、金屬等選別、回收事業 - 處理能力：三千萬號支／年(約日光燈管產量的 10%) - 事業主體：(西日本工業、九州電力公司)	2000 年 5 月新會社設立，2001 年開始營運
6 △ 醫療用具回收事業	- 醫療用具滅菌後破碎、選別、收集容器製造 - 事業主體：麻生(株)、麻生鋸山(株)	2000 年計畫發表， 預定 2002 年開始營運
7 ○ 發泡物回收事業	發泡物經遠紅外線、熱減容、顆粒狀粉碎、減重，作為吸音等原料製造事業	1998 年 10 月研究會設置
8 ○ 廢木材回收事業	高品質廢木材回收物作為木炭、活性炭製造	1998 年 5 月研究會設置
9 ○ 建築混合廢棄物回收事業	建築現場產出廢棄物之高度選別、再利用原料製造事業、	1999 年 9 月事業化檢討開始
10 ○ 食品廢棄物生物分解性	食品廢棄物分解後作為其他原料製造事業	1999 年 10 月研究會設置
11 ○ 廢紙回收事業	紙製容器包裝廢棄物、雜誌等回收作為再利用原料事業	1999 年 2 月研究會設置
12 ○ 複合設施	北九州事業廢棄物經焚化處理後，殘渣的安定、電力的適正處理及合理的熱供給系統	1999 年 7 月研究會設置

鋪設動物養殖場所之用。

在責任與義務方面，Eco-town 是由產、官、學界共同合作，

由民間自行經營，政府提供營運、經濟及法律上的協助，包括土地提供、整地、道路鋪設、下水道、綠地等硬體設施及法律相關規定的諮詢服務，並簡化申請流程及手續，成立單一窗口，相關的廢棄物處理證照與許可均統一由北九州政府核發。此九州政府雖然提供相當多的協助與補助，同樣的也對於區內的各研究機構及商業行為有監督、監視、輔導的權利，並不定時進行抽檢。在 Eco-town 中所有的研究設施均為公開，以便利民眾參觀，尤其在廢棄物處理方面，可增加民眾對於廢棄物處理的了解與信心，在獲得民眾初步的同意之後，將可減少相關設施及計畫推動的阻力，讓市民及新加入的單位更了解 Eco-town。

北九州政府當初在建設 Eco-town 時，對未來推動及實施方法已作了詳細的規劃，至目前為止，共有十九個研究單位及四個聯合企業在 Eco-town 中研究、營運，未來仍需要努力的部分包括：

1. 精簡運輸費用：在 Eco-town 中，研究單位研究材料的取得及聯合企業的商業行為，由於距離較遠，造成運輸成本上升，是目前面臨的最大挑戰，故北九州政府預計於 2003 年開發港灣，提供亞洲國家各項物質材料的運輸，達到降低運輸成本的目的。
2. 改善環境品質：由於 Eco-town 是一個與廢棄物資源回收相關之綜合區域，難免對週環境造成影響及污染，故北九州政府正致力於綠地的規劃與環境品質的改善，使得園區更可以得到週遭居民的認同。

四. 參觀紀要

(一)參觀 0A 機器回收事業(詳圖 2-1)

- 1.屬理光公司關係企業，由理光公司及三菱化學公司合資設立。
- 2.以人工用電動螺絲起子採逆向拆解後，再予以分類，分成可以

再賣的零件及廢塑膠，廢塑膠部分予以粉碎再利用，可再利用之零件可以販售，但非金屬部分，目前無市場價值還需花錢找人處理，例如廢塑膠部分，買方常要求不可摻有雜物，要求純度極高，否則不要。

3.再利用率達 95%以上。

4.1999 年 4 月開始運轉，全場主要設備為電動螺絲起子及貯存場，無其他精密設備。

5.傳統上是以破碎、分解、分類處理，再利用率僅 65%，但日本自資源回收再利用法要求提高回收物之再利用率，因此該公司才有生存空間，目前尚可處理其他廠牌 OA 機器，但收支尚無法平衡，尚須向委託處理者廠收取費用。

6.土地：大約一公頃，要付租金。

7.補助方面：小型試驗時政府有補助，建廠費用政府補助一半，但第二階段擴建政府則不再補助。

8.員工人數 21 人，資本額 3000 萬日元。

9.困難：人工成本重，未來考慮一部份採自動化，另外廢料委託處理費亦是影響生存的因素。

(二)參觀家電回收事業(詳圖 2-2)

1.建廠費用：15~16 億日元，政府補助一半。

2.員工人數：約 140 人。

3.2001 年 4 月日本環境部要求回收物再利用率為：

◆電視機 55%以上(重量百分比)。

◆冷氣機 60%以上。

◆冰箱 50%以上。

◆洗衣機 50%以上。

4.目前冰箱委託處理費為每台 5000 日圓。

5.有冷媒處理設備，電視映像管破碎處理後，再賣給東芝

公司(該公司大股東)作為原料。

(三)參觀食品殘渣回收業(詳圖 2-3)

- 1.目前實證研究已完成，正在建廠中(名稱為北九州食品回收協同組合)。
- 2.將豆腐渣回收後，予以乾燥，含水率由 80%降至 20%，再予以包裝作為食品或飼料之添加料。
- 3.只需乾燥機及包裝機，不用其他設備。
- 4.設廠處理能力：10 噸／天。
- 5.投資金額：4.4 億日元，政府補助一半。
- 6.可以兩頭收費，豆腐店要付費給該公司豆腐渣處理費，作成產品後亦可賣錢。

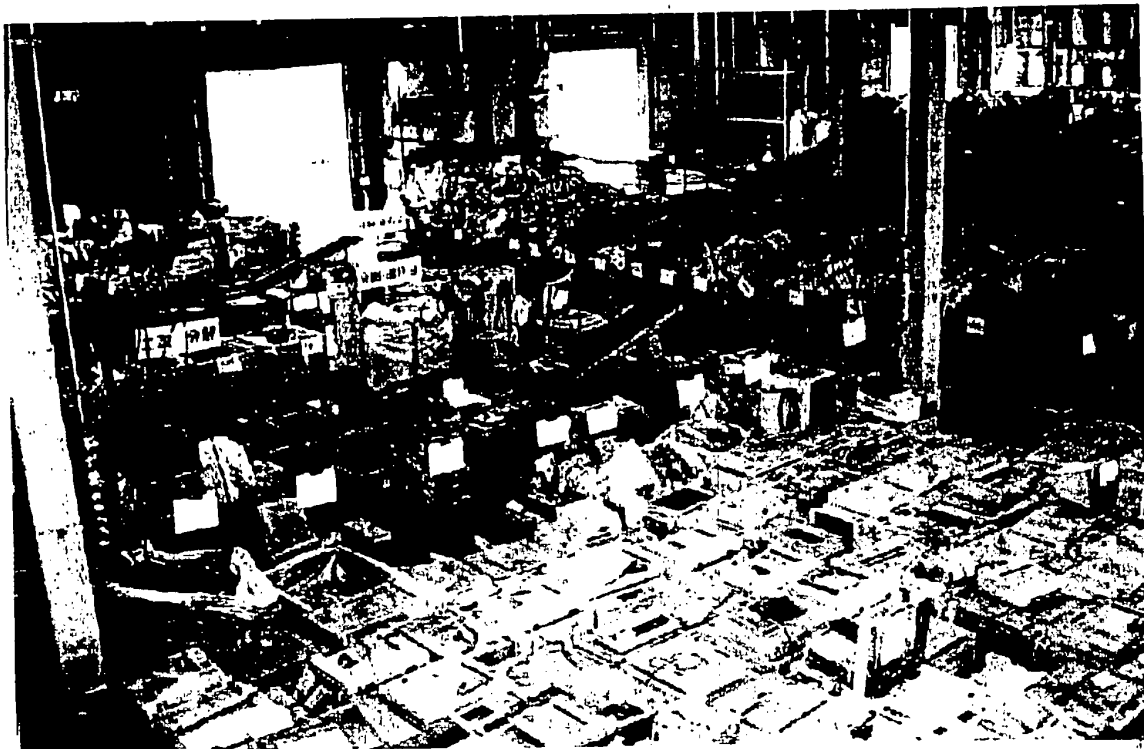


圖 2-1 0A 機器回收事業中心



圖 2-2 家電回收事業中心

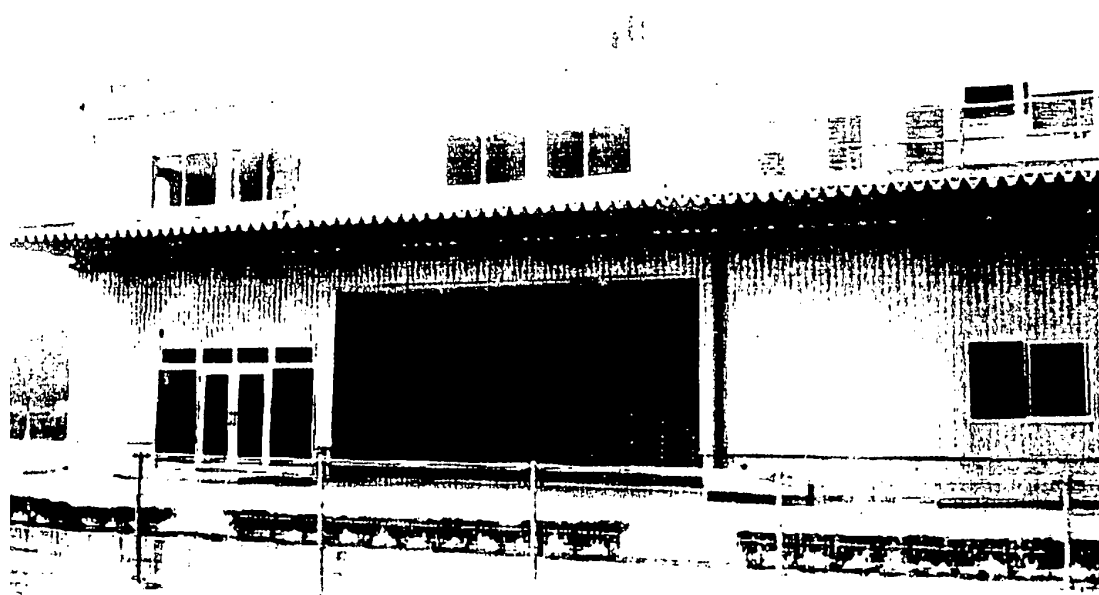


圖 2-3 食品殘渣回收事業中心

第三章 日本煉鋼業戴奧辛管制策略介紹

一、日本煉鋼業現況

日本為世界鋼鐵大國，以 2,000 年為例全國煉鋼年產量約達到 1.06 億公噸，其中電弧爐煉鋼年產量約為 3,000 萬公噸(約佔全國 1/3)，電弧爐煉鋼主要之原料為廢鐵，目前全日本約有 100 家之電弧爐煉鋼廠。至於一貫作業煉鋼部分，日本共有 6 座規模與國內中鋼公司相當之一貫作業煉鋼廠。

二、日本煉鋼業電弧爐戴奧辛排放標準值

日本於 1990 年首先由國會議員提出電弧爐煉鋼廠可能會排放戴奧辛問題，環境廳於 1991 年成立戴奧辛調查委員會進行相關調查研究，目前所實施之排放標準係於 1997 年之大氣污染防治法修正案中所公告，電弧爐煉鋼戴奧辛排放標準值，分別為：

● 既存電弧爐戴奧辛排放標準值(採逐步加嚴方式)：

第一階段：自公告日至 2001 年 1 月： 80 ng-TEQ/Nm^3 。

第二階段：2001 年 1 月至 2002 年 11 月： 20 ng-TEQ/Nm^3 。

第三階段：2002 年 12 月以後： 5 ng-TEQ/Nm^3 。

● 新設電弧爐戴奧辛排放標準值： 0.5 ng-TEQ/Nm^3 (1997 年開始實施)。

三、日本制訂戴奧辛類管制之緣由

1990 年 11 月：眾議院藤田議員(共產黨)質詢稿內提及戴奧辛發生源，答覆書內記載[正防止由鋼鐵製程衍生戴奧辛]

1990 年 12 月：厚生省通告[垃圾處理衍生戴奧辛類之防止對策]

全連續式新設焚化爐之戴奧辛限值希望能達 0.5 ng/Nm^3 以下
其他設備依本通告減低戴奧辛

日本造紙工業同業公會研訂[戴奧辛對策指引]

1991 年 5 月:立地環境委員會內設戴奧辛檢討小組及實際現況調查。

1994 年 6 月:立地環境委員會研訂 [電氣爐衍生戴奧辛類防止對策之指引]

1994 年 11 月:於京都召開第 14 屆國際戴奧辛學會，數篇論文發表金屬煉
製設備衍生戴奧辛，朝日新聞登載本學會的說明，數個地
方自治團體向剛鐵工廠詢問。

1996 年 4 月:空氣汙染防制法相關之眾議院環境委員會及參議院環境特
別委員會質疑戴奧辛，兩委員會付帶決議調查及減低戴奧
辛。

1996 年 6 月:厚生省[戴奧辛類風險評估研究小組]報告目前每日攝取容
許劑量(tolerable daily intake, TDI)為 10 pg/kg/日 。

1996 年 8 月:環境廳戴奧辛排放檢討委員會召開各設施(包含鋼鐵業)排放
戴奧辛之公聽會，由鋼鐵業報告戴奧辛濃度之程度與對策
技術。

1996 年 12 月:環境廳戴奧辛排放風險評估檢討委員會發表期中報告，為維
護人的健康[健康風險評估指標值]設訂為 5 pg/kg/日 。

1997 年 1 月:厚生省完成彙整[垃圾處理戴奧辛類發生防止對策之指引]
緊急對策之判斷標準(已設的焚化爐)- 80 ng/Nm^3
長期對策之標準- 0.1 ng/Nm^3 (新設的焚化爐)
 $0.5\text{-}5 \text{ ng/Nm}^3$ (已設的焚化爐)

1997 年 4 月:厚生省發表全國 1150 座垃圾焚化爐設施戴奧辛之檢測結果
4 月 28 日:完成彙整環境廳戴奧辛排放檢討委員會之報告

5 月 12 日:完成彙整通產省(相當我國經濟部)環境問題聯絡會戴奧辛對
策檢討委員會之報告

1997 年 5 月:中央環境審議委員會空氣污染部排放控制專門委員會討論戴
奧辛

1997 年 6 月:中央環境審議委員會空氣污染部達答覆戴奧辛類排放控制對策之作法

- 1 戴奧辛類為空氣污染防制法之指定物質
- 2 廢棄物焚化爐設施等(包含鋼鐵廠之電氣爐)為排放戴奧辛之指定設施
- 3 (1) 新設廠依設施規模為 $0.1-5 \text{ ng-TEQ/Nm}^3$
已設廠為 $1-10 \text{ ng-TEQ/Nm}^3$ (5 年內達成，但是一年可能達成之標準為 80 ng-TEQ/Nm^3)

1997 年 7 月:修訂部份空氣污染防制法

- 1 多氯二聯苯 喃(Polychlorinated dibenzofurans)及多氯二聯苯戴奧辛(Polychlorinated dibenzo-p-dioxins)(別名戴奧辛)為指定物質
- 2 指定鋼鐵業用的電氣爐(變壓器 1MVA 以上)廢棄物焚化爐為戴奧辛之排放設施
- 3 實施日期為 1997 年 12 月 1 日

1997 年 7 月:頒布戴奧辛類對策特別措置法

- 1 戴奧辛類增加 copurana-PCB
- 2 每日攝取容許劑量為 4 pg/kg/日
- 3 環境標準:空氣 0.6 pg/m^3 、水質 10 pg/L 、土壤 1000 pg/g
- 4 訂定每個設施排放標準為政府、事業主及國民的責任
- 5 2002 年 12 月 1 日全面實施

2000 年 9 月:公佈「戴奧辛類削減計劃」

2003 年 3 月底時的戴奧辛類總排出目標量為其內容。

四、對日本全國戴奧辛排放量、減量目標與標準之檢討

在整體戴奧辛大氣排放量方面，依據日本環境廳每年都依據檢測調查結果重新檢討估算，依據 1999 年全日本戴奧辛之排放量約為 2,620~2,820 g-TEQ/年(整理如表 3-1)，其中一般廢棄物焚化爐排放佔 50%，事業廢棄物焚化爐排放佔 25%，未管制之小型焚化爐排放佔 14%，煉鋼電弧爐佔 5.2%，鋼鐵燒結爐佔 3.7%。

依據日本政府設定 2003 年之削減目標量，希望減量能達到 1997 年排放量之 90%，但是由表 3-1 中數據可以發現，目前努力雖已經十分接近改善目標值，但減量仍以廢棄物焚化爐為主，其他行業別並沒有多大之減量成效，也造成其他行業別排放結構比例逐漸升高，目前各界也針對電弧爐業所研訂之排放標準是否太寬鬆，也認為應有檢討加嚴之必要。

五、小結：

(一)排放標準建議

訂定排放標準是一件極嚴肅與重要工作，日本政府與業者自始至今約花了 10 年光陰，應是「環境衝擊」與「產業負荷」的調和結果，故：

1. 依國內現有檢測數據（雖然有效母體不多）可略知平均約在 0.04-5.19 ng-TEQ/Nm³，且依此次日本考察所知日本對既設廠管制標準為 5.0 ng-TEQ/Nm³（91/12 以後），故建議國內可訂定排放標準為 5 ng-TEQ/Nm³（實施日期宜先與業者達成共識，如 92/06），0.5 ng-TEQ/Nm³（如 94 年以後）。
2. 基於上述標準為濃度管制，非總量管制，故宜對排放標準值另加附參考基準點（如以煙氣含氧率），否則若以稀釋方法或其他足以改變濃度之其他因素，將無法制定濃度管制之實質意義。

- 3.配合上述排放標準，宜同時公告不同操作規模（或煙氣排放量）之年度不同檢測頻率，如半年一次或每年一次，檢測日之前後時段（如兩天）之製程負載，或批式負載應提出製程核可之同操作量下進行檢測。

建議之電弧爐煉鋼業戴奧辛排放標準

	排放標準 (ng- TEQ/Nm ³)	煙氣含氧參考基準 (%)	管制實施日期
甲案	5.0	18	91/12
	0.5	18	93/12
乙案	5.0	18	92/06
	0.5	18	94/06

(二)管理與管制策略

政策與策略仍是引導一切管理的首要工作，從日本的經驗可知欲管理電弧爐業的 Dioxins 排放問題並非一蹴可及，故：

- 1.基於 Dioxin 的管制仍宜以總量管制為主軸，雖由空氣排放管制作為階段性的標的主體，然整體國家管制政策仍宜以 HAPs 之風險評估訂定不同行業別與不同環境負荷體（空氣、水、土壤）之容許標準（按：日本似已多年前即著手執行，可尋找其官方資料），尤其電弧爐業之集塵灰的 Dioxin 仍可能比煙氣中的總量高出甚多（此次日本考察中已獲知且證實此訊息）。
- 2.宜透過或藉由現執行固定污染源管制工作，對電弧爐業之製程及污染防治設備進行 Dioxin 減量之輔導工作，使其配合原日本技術的 Retrofit，亦一併進行更新其製程，進料控制及污染

防治等工作，且應責成地方政府訂定改善與輔導（管制）時間表。

- 3.為了使整體電弧爐業能配合政府的管制工作，由目前日本考察結果所知，宜學習日本鋼鐵聯盟之「自我要求與管理」方式。透過政府輔導，促使國內該同業工會自行訂定或提出改善方法與時程表，再透過政府管制規範的「妥協」，以取得環保與產業（生存）共生之雙贏的局面。
- 4.基於期望未來管制工作能持續落實，仍宜持續開發簡易且成本低之採樣分析方法，唯底限必須符合數據 QA/QC 允許範圍，如可藉由高流量採樣方法降低精密分析儀器之最低偵測極限，同時調查戴奧辛指標性前驅物與戴奧辛化合物之消長關係及相互依賴度，以前驅物調查取代部份類似戴奧辛化合之標定。且從污染防治及電弧爐系統操作水平之提昇引導排放現況值漸趨符合排放標準，保持開放立場於未來之可能修訂內容，廣泛調查可行控制技術，並評估技術規範，如最大可達控制技術（MACT）取代排放現值之可行性。

(三)採樣分析

查現行電弧爐煙氣之所謂「百葉窗式（Louver）」排放方式恐係肇因原技術（製程）的既有「方式」，早年（至少 30 年以上歷史）並不考量污染檢測或採樣問題；致其雖然屬於固定污染源，但煙氣排放方式為一種及環境開放性的逸散污染源，故日本現行採樣方式雖無確切的法定標準方式（SOP），但應也是官方與業者妥協的結果，故僅提個人看法：

- 1.考量目前整體環境景氣，可針對百葉窗式的煙氣暫酌用（期限應規範在 3-5 年內）日本鋼鐵聯盟所用的採樣方式，唯仍宜遵守日本所提的基本要求，即：「現場應在百葉窗式之袋式集塵屋的上下點（up/down stream）連續監測 CO、O₂ 等參考成份，

- 並在合理的對比誤差內(如前後點含氧量誤差在 1.0%)以內」。
- 2.無論適合流或分流，若最後以固定煙窗 (Stack) 為排放管道，則仍依現有固定污染源之排放管道方式為之。
 - 3.鑑於 Dioxins 屬於高精密的微量分析，故誤差與精準度皆為國內外關心的議題，由此次日本考察情形可知採樣方式易造成此微量分析結果的不準確(日本同意與認定此亦為該國的困擾)，故針對百葉窗式的採樣方式，在 Dioxins 排放標準前宜確立此 Sampling SOP。

表 3-1 日本全國戴奧辛排放於大氣排放量及削減目標量

產生源		排放量			削減目標量 (2003.3)
		1997 年	1998 年	1999 年	
一般廢棄物焚化爐		5,000 (66.2~68.5)	1,500 (43.4~46.8)	1,350 (47.9~51.5)	310 (34.8~36.8)
事業廢棄物焚化爐		1,500 (19.9~20.5)	1,100 (30.8~33.2)	690 (24.5~26.3)	200 (22.4~23.7)
小型廢棄物焚化爐		340~591 (4.5~8.1)	340~591 (9.5~17.9)	279~481 (9.9~18.4)	66~112 (7.4~13.3)
火葬場		2.1~4.6	2.2~4.8	2.2~4.8	***
事業 產生源	製鋼電弧爐	228 (3.0~3.1)	139.9 (3.9~4.2)	141.5 (5.0~5.4)	130.3 (14.6~15.5)
	鋼鐵燒結爐	135 (1.8)	113.8 (3.2~3.4)	101.3 (3.6~3.9)	93.2 (10.5~11.1)
	鋅回收業	42.3 (0.6)	20.4 (0.6)	18.4 (0.7)	13.8 (1.5~1.6)
	鋁合金製造業	21.3 (0.3)	19.4 (0.5~0.6)	13.6 (0.5)	11.8 (1.3~1.4)
	其他行業	26.7 (0.4)	26.1 (0.7~0.8)	17.6 (0.6~0.7)	15.1 (1.7~1.8)
香煙		0.1~0.2	0.1~0.2	0.1~0.2	***
車輛廢氣		1.12	1.12	1.12	***
最終處置場		0.093	0.093	0.093	***
合 計		7,300~7,550	3,310~3,570	2,620~2,820	843~891

註：1.單位：g-TEQ/年，計算單位使用 WHO-TEF(1998)

2.表中()內表示該類污染源排放所佔比例。

3.***：整體排放量合計約 3-5 g-TEQ/年

4.資料來源：日本鐵鋼聯盟提供資料。

第四章 愛知製鋼、大同特殊鋼鐵公司考察紀要

一、愛知製鋼公司（百葉窗式排放口）

（一）簡介

愛知製鋼公司位於日本名古屋，隸屬日本豐田汽車集團，該廠之電弧爐煉量約為150公噸/批，每批冶煉時間約為60分鐘，廢氣排放方式屬分流系統(直接吸引與屋頂及塵部分，個別排放)，袋式集塵室後之排放型態係為百葉窗方式。

（二）參觀紀要

由於日本對電弧爐戴奧辛排放法規標準值十分寬鬆，愛知鋼鐵目前尚未針對戴奧辛加裝任何相關之防制設備，但日本廢鐵品質進入電爐之前有經過適當前處理，目前愛知製鋼廠戴奧辛之排放濃度約為3.0 ng-ITEQ/Nm³左右，已經能符合2002年即將生效之排放標準限值。近年來，愛知製鋼也積極與日本環境廳合作進行相關戴奧辛控制技術研發工作以因應未來環保法令之加嚴，研究之結果也確認無論環保法規值加嚴到何種限值，從控制技術觀點上一定可以達到。另外，愛知製鋼公司正積極進行電弧爐集塵灰中之金屬回收鐵及鋅研究工作，目前已有試驗廠進行實驗中。

（三）討論內容

由於愛知製鋼公司尾氣排放係為百葉窗式排放口，並無排放煙到及標準採樣平台可供採樣，該公司也與檢測單位努力研發百葉窗戴奧辛採樣方法（日本日鐵科研大村部長於今年6月初到台灣介紹本項採樣方法），該方法主要之方式係在廢氣進入袋式集塵器之前測定CO及O₂之濃度，再於百葉窗排放口附近測定多點之CO及O₂濃度，以濃度最接近袋式集塵器前之位置為代表點進行採樣，但不進行等速吸引採樣，以該點採得之

結果代表戴奧辛之採樣濃度，戴奧辛採樣部份不進行粒狀(固態)部份之採集。

目前百葉窗戴奧辛採樣方法雖尚未獲得 JIS 正式公告為標準採樣方法，但日本環保單位已認可本項技術，對於檢測所獲得之數據予以承認，目前煉鋼業者已積極辦理向 JIS 申請認可中，如果獲得通過，整體戴奧辛檢測費用可降低一半。

二、大同特殊鋼公司（百葉窗式排放口）

（一）簡介

大同特殊鋼公司同樣位於日本之名古屋，該公司以生產特殊鋼為主，國內若干大型電弧爐煉鋼廠也是透過大同特殊鋼公司技術合作而興建，該公司共有 5 座電弧爐，平均煉鋼量每月 150,000 公噸，廢氣排放方式也屬分流系統(直接吸引與屋頂及塵部分，分別排放)，袋式集塵室後之排放方式也為百葉窗方式。

（二）參觀紀要

對於煉鋼之產品，大同特殊鋼公司採多角化經營策略(生產合金鋼、碳鋼、不銹鋼等等)，近年來該公司也積極投入集塵灰回收 Fe、Zn 之設備開發，目前在該工廠中已有實廠運轉，除可以回收有用之重金屬之外，該項設備對及塵灰中之戴奧辛破壞去除率可達 99%，為值得推薦國內未來要處理集塵灰處理設備，大同特殊鋼公司基於對環境保育之責任，每年都出版該廠之環境報告書對外公開，讓社會大眾了解該工廠之環保工作上努力。

（三）討論內容

參訪過程中，考察團也對於日本環境廳有關戴奧辛檢測之規定也請教對方交換心得，環境廳要求鋼鐵廠每年必需檢測一次(國內環保法令規定之檢測頻率與日本一致，但日本僅規範

每次採樣僅採一個樣品即可，而國內一般規範須採三個樣品取算數平均值為代表之濃度)，檢測費用空氣部份約 300,000 日元(換算新台幣約 90,000 元，國內三個樣品平均檢測、分析價格約 400,000 元，由於國內認證合格代檢驗機構較少，致造成價格反較日本為高)、集塵灰部份約 200,000 日元，至於採樣方式百葉窗式排放口之簡易採樣方式也能被環境廳所接受。

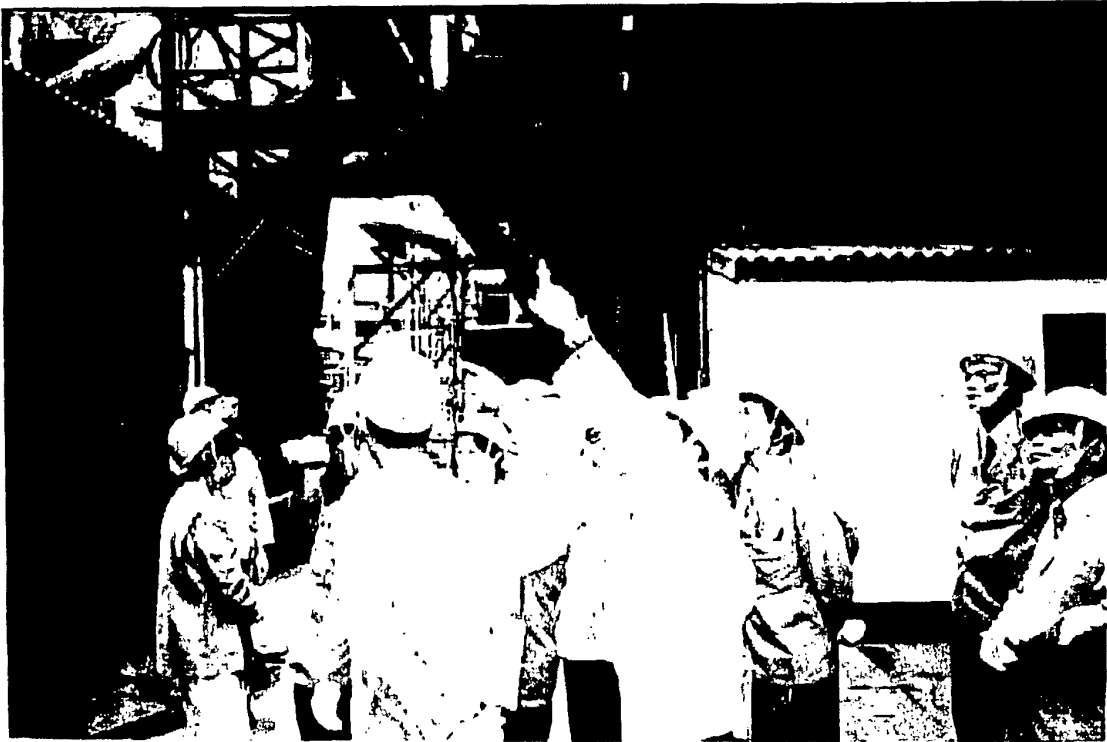


圖 4-1 愛知製鋼公司現場參觀要紀



圖 4-2 愛知製鋼公司現場討論要紀

第五章 煉鋼廠戴奧辛控制技術評估

日本鐵鋼聯盟針對目前電弧爐煉鋼業排放廢氣中戴奧辛之控制技術，已經進行多年之研究且實驗證明具體可行。無論對於既存或新設電爐，廢氣排放系統屬分流或合流系統，針對不同階段之管制目標都有具體可行控制方案以協助業者解決問題，本次考察過程中，日本方面專家也透過會議之召開與意見之交流，對於戴奧辛之管制提供許多寶貴之意見，茲針對各項控制技術方案整理如下：

(一)既存電弧爐(分流系統)

☐濃度達到 5 ng-TEQ/Nm^3 以下

☞ 可行控制技術：

(1)增設急冷(水冷式)Spray 塔設備，需增加集塵設備風量。

(2)增設急冷(氣冷式)設備及於管路中導入冷空氣。

(3)增設急冷(水管式)設備。

(4)於管路中導入冷空氣，需增加集塵設備風量。

☐可將濃度降低達到 $1 \sim 3 \text{ ng-TEQ/Nm}^3$

☞ 可行控制技術：

(1)將分流系統改建為合流系統。

☐濃度可降低達到 0.5 ng-TEQ/Nm^3 ，符合新設排放標準

☞ 可行控制技術：

(1)增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray。

(二)既存電弧爐(合流系統)

☐可將濃度降低達到 $1 \sim 3 \text{ ng-TEQ/Nm}^3$

☞ 可行控制技術：

(1)增設急冷(水冷式)Spray 塔設備，溫度控制於 80°C 以下。

☐濃度可降低達到 0.5 ng-TEQ/Nm^3 ，符合新設排放標準

☞ 可行控制技術：

(1) 增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray，溫度控制於 70℃ 以下。

(2) 兩段式集塵方式，溫度控制於 70℃ 以下。

(三) 新設電弧爐(合流系統)

☞ 可將濃度降低達到 0.5 ng -TEQ/Nm³

☞ 可行控制技術：

(1) 增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray，溫度控制於 70℃ 以下。

☞ 可將濃度降低達到 0.1 ng -TEQ/Nm³

☞ 可行控制技術：

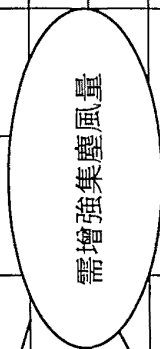
(1) 兩段式集塵 + 活性碳噴入方式。

對於上述各類控制技術所需之改善工程費用，以日本其中一煉量大之電弧爐產量(150 tons/批，每批約需 60 分鐘)，價格部分係以日幣價格換算為新台幣後，所需費用整理如表 5-1 所示。其中對於日本及歐洲各國所建議如果要達到 0.5 ng-ITEQ/Nm³ 以下之濃度所需加增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray 所需工程費約 70,000,000 元。當然以國內煉量較小之電弧爐，所需價格應較低。

如果將各項所需建設費用，假設設備使用年限 10 年，換算各每噸鋼產量所分攤費用，加上所需操作費用整理如表 5-2 所示。

表 5-1 電弧爐戴奧辛排放控制技術方案工程費用概估表

電弧爐	廢氣排放系統	可行控制技術	可以達到的限值範圍 (ng -TEQ/Nm ³)						工程費 (新台幣)
			5 ~ 20	< 5	1 ~ 3	< 0.5	< 0.1		
既存	分流系統	1. 急冷 Spray	↑					42,000,000	
		2. 空冷 duct + 冷風導入	↑	↑				39,200,000	
		3. 水冷 duct	↑	↑				39,200,000	
		4. Air 導入	↑	↑				36,400,000	
		5. 分流排氣改為合流方式 (80℃)	↑	↑				16,800,000	
	合流系統	6. 增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray	↑	↑				70,000,000	
		7. 急冷 Spray (80℃)	↑	↑				42,000,000	
		8. 增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray (70℃)	↑	↑				70,000,000	
		9. 兩段式集塵方式 (70℃)	↑	↑				20,000,000	
		8. 增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray (70℃)	↑	↑				70,000,000	
新設	合流系統	10. 兩段式集塵 + 活性碳噴入方式	↑	↑				25,000,000	



資料說明：1. 所需工程費用預估係以日本某一電爐產量 (150 tons/批，每批約需 60 分鐘)，價格部分係以日幣價格換算

為新台幣，新台幣=0.28 日幣 (2001 年 8 月)。

2. 2001 年煉鋼業電葫蘆戴奧辛污染防治技術研討會日本愛知鋼鐵株式會社資源回收事業部長 世本博彥演講

稿，2001 年 6 月。

表 5-2 既存與新設電弧爐針對不同排放系統戴奧辛之可行控制系統所需成本分析表

		控制技術分析	可達到排放濃度 (ng-I-TEQ/Nm ³)	建設費用 (元)	分攤建設費用 (元/公噸鋼產 量)	操作費用 (元/公噸鋼產 量)	增加處理費用 (元/公噸鋼產 量)
既存 電弧爐	分流系統	(1)增設急冷設備 Spray tower	5.0	42,000,000	19.5	22.4	41.9
		(2)增設空冷 duct + 冷風導入	5.0	39,200,000	18.2	12.6	30.8
		(3)增設水冷設備	5.0	39,200,000	18.2	9.8	28.0
		(4)冷空氣稀釋法	5.0	36,400,000	16.9	18.2	35.1
		(5)分流系統改建合流系統	2.0	16,800,000	7.8	4.2	12.0
	合流系統	(6)增設二次燃燒塔 + 急冷設備 Spray tower	0.5	70,000,000	32.6	104	137
		(7)增設急冷設備 Spray tower，溫度控制 80°C 以下	0.5	42,000,000	19.5	14.0	33.5
		(8)兩段式集塵，溫度控制 80°C 以下	0.5	20,000,000	-	-	-
		(9)增設二次燃燒塔 + 急冷設備 Spray tower	0.5	70,000,000	32.6	132	164.6
		(10)兩段式集塵 + 活性碳噴入方式	0.1	25,000,000	11.6	50	61.6
新設 電弧爐	合流系統						

註：1. 所需建設費用及操作費用預估係以日本一電弧爐產量(150 tons/批，每批約需 60 分鐘)，價格部分係以日幣價格換算為新台幣，新台幣=0.28 日幣(2001 年 8 月)。估算分攤建設費用係估算設備使用年限 10 年，折現率 10%。

第六章 我國電弧爐煉鋼業戴奧辛標準值建議

戴奧辛被視為世紀之毒，具致癌性對人體危害性極大，以日本為例，除廢棄物焚化爐之外，電弧爐排放戴奧辛已成為產業產源中之最大宗。日本於 1997 年頒布公告電弧爐戴奧辛排放標準，對既存電弧爐標準實施採逐步加嚴方式執行，最終之目標既存電弧爐為 5.0 ng-ITEQ/Nm^3 、新設電弧爐為 0.5 ng-ITEQ/Nm^3 。

日本鐵鋼聯盟為因應電弧爐戴奧辛排放標準之實施，對於許多可行之控制技術研發已久且經實驗證明：無論是既存或新設電爐、無論是分流或是合流排放系統，都可以達到排放標準限值，甚至更嚴格之標準值都可以達到。

我國在研訂煉鋼業戴奧辛管制標準之作業時程規劃如圖 6-1 所示，在參考國外相關管制資料分析、執行健康風險評估及控制技術分析後，建議我國煉鋼業戴奧辛管制標準值應採嚴格標準管制，但對於執行之方式可採逐步加嚴方式予以業界改善期限：

☐ 新設電弧爐：規定 0.5 ng-ITEQ/Nm^3 ；發布日立即實施。

☐ 既設電弧爐：建議分二階段管制，其標準值及實施期程方案建議如下：

甲案：90/10/31（發布日）起實施 5.0 ng-ITEQ/Nm^3 標準值，93/01/01 起加嚴標準值，至 0.5 ng-ITEQ/Nm^3 （與小型廢棄物焚化爐戴奧辛管制標準同步實施）。

乙案：92/01/01 實施 5.0 ng-ITEQ/Nm^3 標準值（與日本既設電弧爐同步實施每立方米五奈克毒性當量），93/01/01 起加嚴管制標準值，至 0.5 ng-ITEQ/Nm^3 。

針對建議排放標準係採嚴格標準訂定，主要之理由及可能衍生之相關問題整理如表 6-1 所示。

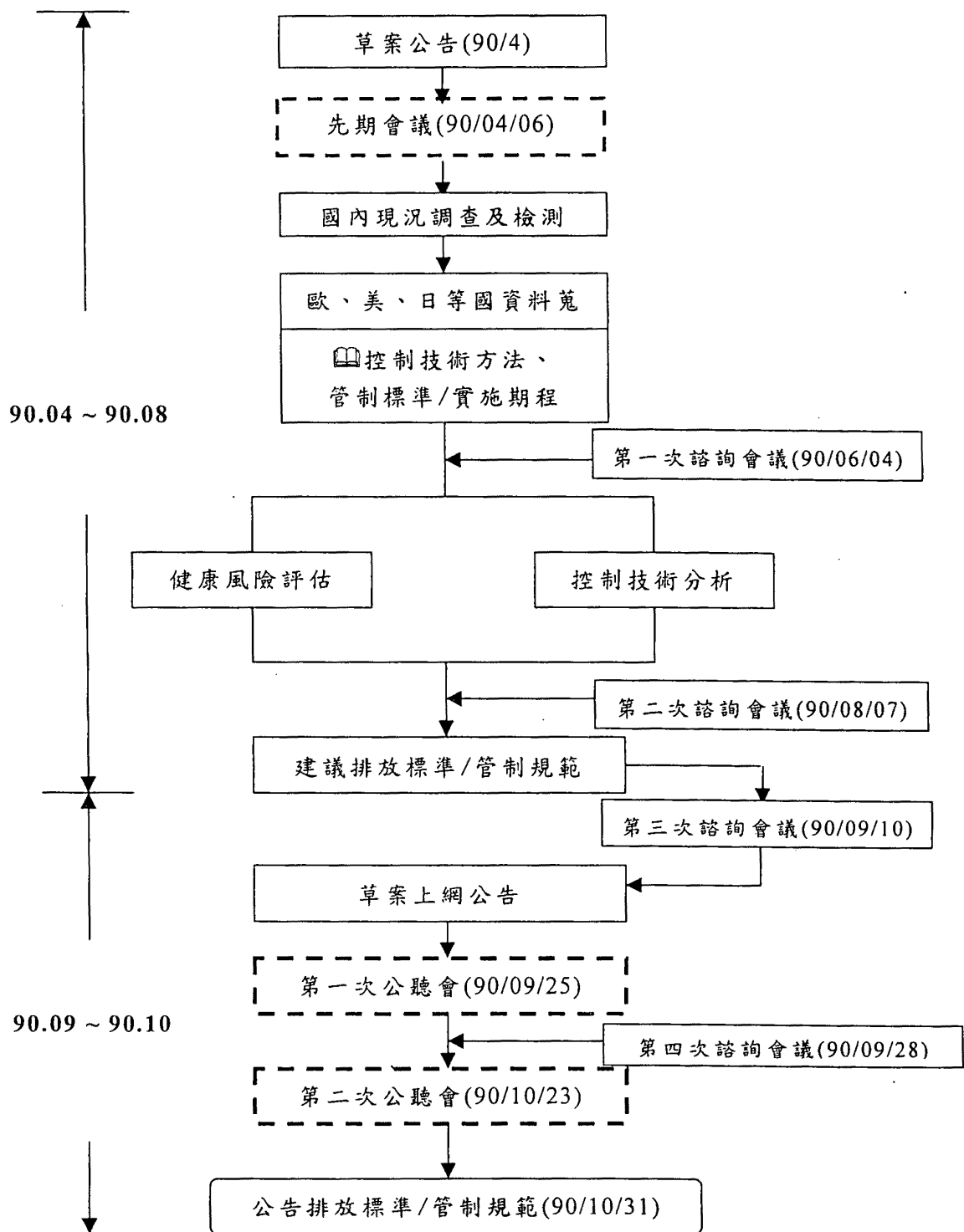


圖 6-1 我國煉鋼業戴奧辛管制標準研訂作業時程規劃

表 6-1 戴奧辛標準採嚴格訂定之原因及衍生議題彙整

從嚴方案考量因素	可能衍生議題
一、聯合國已將戴奧辛列為國際公約管制之有害物質，應及早改善因應，以避免國際貿易衝擊。 二、戴奧辛為世紀之毒，減少戴奧辛排放量，降低環境戴奧辛流布，確保民眾身體健康。 三、技術可行，加速推動戴奧辛總量管制工作。 四、提昇國內環保技術，促進國內環保企業及早國際化，並擴大內需，提振國內經濟。 五、避免環保團體或媒體炒作，安定社會，減少政府無謂困擾。	一、增加產業成本負荷，民眾失業率提高國際競爭力降低，影響國內總體經濟發展。 二、缺乏明確指標彰顯出戴奧辛標準實施後，空氣品質改善程度，無法獲得民眾認同。 三、風險、技術及經濟評估之不確定性，使產業對政府施政產生懷疑，影響國內政經局勢。 四、防制技術尚未本土化及實用化，增加業者投資風險。 五、百葉窗式戴奧辛標準檢測方法尚未訂定，無法落實戴奧辛污染管制工作，易遭環保團體或媒體炒作。

第七章 結論與建議

一、結論

雖然考察的主要目標是電弧爐煉鋼業戴奧辛處理方法和技術，但是看到的資料顯示日本對於全國排放的戴奧辛在 1997 年就已進行全盤的估算，因此他們宣告在 2003 年要將戴奧辛減少 1997 年排放量的 90%，這種努力值得學習。

1. 國內從焚化爐戴奧辛的排放開始受到重視，但對於台灣地區各種污染源戴奧辛排放量的盤查則尚待努力，建議環保署成立跨處所小組，積極進行戴奧辛排放量的推估。
2. 對於電弧爐煉鋼業集塵灰的處理，日本已有技術發展出來可以從其中提煉出高純度的鋅，並做成鋪路材料，不僅使集塵灰無害化，且可回收有用物質。
3. 日本政府體認到檢測業者對於戴奧辛的分析品質參差不齊，準備對實驗室進行戴奧辛分析的認證，以確保分析品質。
4. 對於百葉窗式氣流排放的戴奧辛，日本鐵鋼聯盟自行訂出檢測方法，雖然並非日本的標準方法，但基本上是日本政府認可的，我們可考慮進行了解後修正採行。
5. 雖然日本對於各種污染源戴奧辛的排放量有詳細資料，但在減量時，對於各污染源的削減比例仍然不清楚，因此如果我們要效法，尚需進一步收集資料。
6. 從源頭管制減少戴奧辛的排放是最有效的方式，但這部分需要經濟部的配合，對於廢鋼材料表面塗布有含氯物質或是鋼料切削油含氯者，均應禁止生產或進口。
7. 日本鋼鐵業者因應日本政府訂定的法規都有一個「自主管理」標準，這個標準的精神在於提早達到最終的法規標準，因此在法規的寬限期限內，業者已經自主在執行新的最終標準了，這

個方式值得我們業界效法實行。

- 8.雖然對於各種污染源戴奧辛排放的控制技術上是可以做得到，但在經濟上哪種技術較為可行仍需要加以評估，亦即，單位鋼材產生量的建造及操作營運成本也是需要考慮的。
- 9.目前日本法規要求業者自行檢測戴奧辛排放濃度，每年申報一次，我們可考慮在初期要求較高的頻率，並且儘量能做出各廠的戴奧辛排放係數，以後則可以依照日本的管制方式。
- 10.對於戴奧辛排放量的計算，日本原先並沒有將PCB(PolyChlorinated Biphenyl)列入，但目前已經列入，我們則還沒有列入。
- 11.我國在訂定電弧爐煉鋼業排放標準時，建議彙整各電弧爐戴奧辛排放檢測值，作為訂定標準的參考。對於新設電弧爐應在 $0.5\sim 0.1\text{ng-TEQ/Nm}^3$ ，既設電弧爐可考慮與日本同步，從今年公佈到明年11月為 20 ng-TEQ/Nm^3 ，從明年12月起為 5 ng-TEQ/Nm^3 。或是，考量業者裝設污染控制設備需要時間，做半年的延遲。對於新設電弧爐，從嚴考慮的理由為 0.1ng-TEQ/Nm^3 ，與焚化爐排放標準相同，也有不鼓勵設置新電弧爐的意思；從寬考慮(0.5ng-TEQ/Nm^3)是因為電弧爐可代為處理感染性廢棄物。

二、建議：

(一)建議可行之戴奧辛控制技術：

■濃度達到 5 ng-TEQ/Nm^3 以下

☞ 可行控制技術：

- (1)增設急冷(水冷式)Spray塔設備。
- (2)增設急冷(氣冷式)設備及於管路中導入冷空氣。
- (3)增設急冷(水管式)設備。

(4)於管路中導入冷空氣。

■可將濃度降低到 0.5 ng-TEQ/Nm^3 以下

☞ 可行控制技術：

(1)增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray，溫度控制於 70°C 以下。

(2)兩段式集塵方式，溫度控制於 70°C 以下。

(3)增設急冷(水冷式)Spray 塔設備，溫度控制於 80°C 以下。

■可將濃度降低到 0.1 ng-TEQ/Nm^3 以下

☞ 可行控制技術：

(1)增設二次燃燒塔 + 急冷 Spray，溫度控制於 70°C 以下。

(2)兩段式集塵 + 活性碳噴入方式

(二)建議合理、可行之煉鋼業戴奧辛管制標準值：

📖 新設電弧爐：自標準發布日起，規定 0.5 ng-TEQ/Nm^3 ；

📖 既設電弧爐：自標準發布日起，立即實施 5.0 ng-TEQ/Nm^3 標準值，至九十三年一月一日起，與小型廢棄物焚化爐戴奧辛管制標準，同步實施加嚴標準值至 0.5 ng-TEQ/Nm^3 。

(三)未來管制策略：

1.建立基本資料：

◆污染源調查。

◆建立減量目標與時程。

◆進行 PCB 排放量推估。

◆檢討排放量、減量品質目標與標準合理性。

2.削減對策：

(1)原料及材質之選別：

◆含氯與溴物質分離處理。

◆含氯量多之原料（如機械切削油、表面鍍漆之廢鐵）

之使用限制、事前處理（脫氯化等）。

◆防止氯及有機物原料（如 PVC、PCP）之混入。

◆潛在性催化劑：如銅之分離。

(2)將排氣溫度予以降低：

◆水噴霧（spray）冷卻、空氣冷卻。

◆低溫集塵。

◆排放廢氣之集塵效率提昇與運轉管理之強化（增加袋濾器之灰塵洗淨頻度、減少集塵室之灰塵堆積量）。

3.戴奧辛採樣 / 監測方法：

◆與公會建立標準檢驗方法。

◆檢測頻率，每年一次，由業者委由代檢測業者執行。

◆日本環境廳目前發現代檢測業者戴奧辛檢測數據有問題，刻正進行代檢測業者 QA/QC 管制整頓工作。

4.操作與管理：

(1)自動化儀器控制（ICA）：

◆環境監測系統。

◆資訊管理系統（MIS）。

(2)操作訓練：

◆瞭解戴奧辛形成機制。

◆加強戴奧辛形成之減量的操作技術。

◆熟悉戴奧辛控制設備操作。

(3)操作技巧

◆選擇適合戴奧辛之可行控制技術。

◆加強戴奧辛分析能力。

5.自主管理：

◆定期申報檢驗資料。

◆檢討執行成效（排放量、減量與排放標準）。

- ◆技術委員會提供 MACT。
- ◆業者提供環境報告。
- ◆定期辦理技術交流與政策諮議會議。

6.獎勵措施：

- ◆補助研究經費。
- ◆抵減營利所得稅。
- ◆財稅減免（包括不動產、土地、設備等稅金）。
- ◆低利貸款。

第八章 參考資料

- 一、電爐排氣戴奧辛類減低技術敘述，世本博彥 2001 年 8 月。
- 二、電弧爐排放戴奧辛控制技術比較，和泉喜久磨，2001 年 8 月。
- 三、2001 年煉鋼業電葫蘆戴奧辛污染防治技術研討會日本愛知鋼鐵株式會社資源回收事業部長 世本博彥演講稿，2001 年 6 月。
- 四、The Steel Industry of Japan 2001，The Japan Iron and Steel Federation。
日本鐵鋼聯盟對本考察團所提出問題之書面答覆資料。

第九章 附錄

附錄一：電爐排氣戴奧辛類減低技術敘述，世本博彥 2001 年 8 月。

附錄二：電弧爐排放戴奧辛控制技術比較，和泉喜久磨，2001 年 8 月。

附錄三：日本鐵鋼聯盟對電爐戴奧辛對策技術調查團- 詢問事項答覆(中譯本)

附錄一：電爐排氣戴奧辛類減低技術敘述

電炉排ガス中のダイオキシン類低減技術について

2001年9月22日

愛知製鋼㈱リサイクル事業部

笹本 博彦

1. はじめに

日本における電炉排ガス中のダイオキシン類低減技術の研究は、1991年度から1999年度まで、NEDO（新エネルギー・産業技術総合開発機構）の補助を受けて、JRCM（財団法人 金属系材料研究開発センター）の中に設置された新製鋼フォーラムの活動の中で研究されたのが始めてと言って良い。さらに、1997年度から1999年度までNEDOの補助を受けて(社)日本鉄鋼連盟の中に電気炉排ガス研究委員会が設置され研究がおこなわれた。

その後、日本鉄鋼協会の講演会でも、2、3の発表がおこなわれるようになっている。そこで今回はこれらの活動から得られた電炉排ガス中のダイオキシン類低減技術について述べる。

2. 電気炉プロセスの概要

日本における粗鋼生産量約9,000万t/年のうち、電気炉プロセスによるものが約3,000万t/年で、およそ1/3を占めている。電気炉プロセスの主要原料は鉄スクラップである。日本における老廃鉄スクラップ量は増大する傾向にあり、また将来も鉄鋼蓄積量の増加とともに安定的に伸びてくるものと考えられる。電気炉は全国各地に分散して立地しているため、鉄スクラップの使用は地域立脚型の廃棄物リサイクルになっており、その意味で循環型社会の構築に大きく貢献しているといえる。鉄スクラップには様々な付着物があり、塩化ビニール中や鋼材の切削油中などに多くの塩素源が混入している。一部のスクラップについては、シュレッダー加工をして選別するなどの方法で付着物を取り除いているが、現状においてその完全除去は不可能に近い。図1にスクラップを単独で溶解して得られた集塵ダスト中の成分の含有量を示す。1)また、図2に電気炉における塩素の分配例を示す。2)この図から解るように、塩素は大半がダストに分配される。そして自動車のシュレッダー加工屑中には塩化ビニールに起因する塩素が多く含有していることがうかがえる。

銘柄		ダスト成分(%)										
		Fe	Zn	Cu	Sn	Pb	Al	Cl	Na	K	Cd	F
甲 山 H-S H-1 H-2 H-3 平均	H-S	35.17	14.84	0.14	0.055	0.92	0.65	0.82	0.25	0.19	0.002	-
	H-1	32.99	14.82	0.16	0.063	0.94	0.82	0.84	0.35	0.32	0.003	-
	H-2	30.57	16.91	0.17	0.067	1.08	0.94	1.70	0.39	0.37	0.005	-
	H-3	26.93	22.53	0.16	0.053	2.37	0.70	2.24	0.45	0.31	0.006	-
	平均	31.42	17.28	0.16	0.060	1.33	0.78	1.40	0.36	0.30	0.005	-
亜鉛表面処理鋼板		22.61	39.05	0.02	0.025	0.73	0.40	0.28	0.40	0.13	0.002	0.71
シュレッダー ASR		29.79	18.33	0.14	0.048	1.99	0.64	2.82	0.43	0.26	0.008	1.27

図1. 各種スクラップ単独溶解した時のダスト中成分含有量

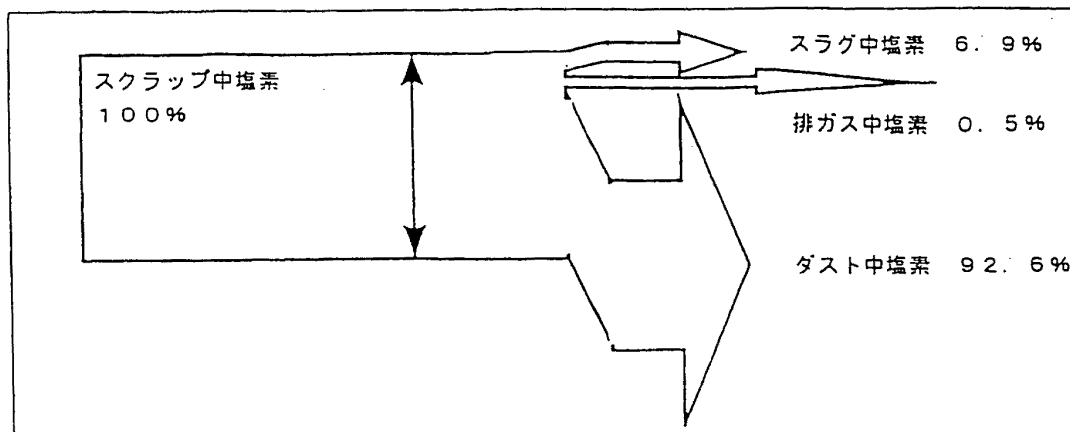


図2. 電気炉溶解中の塩素の分配例

電気炉の設備例を図3に、また操作方法の例を図4に示す。3) スクラップは1回の操作に必要な量を2～3回に分けて、電気炉の炉蓋を開けてバケットから装入する。電気炉の生産性向上をねらいとして、炭材やバーナーなどによる助燃と酸素吹精を行う。

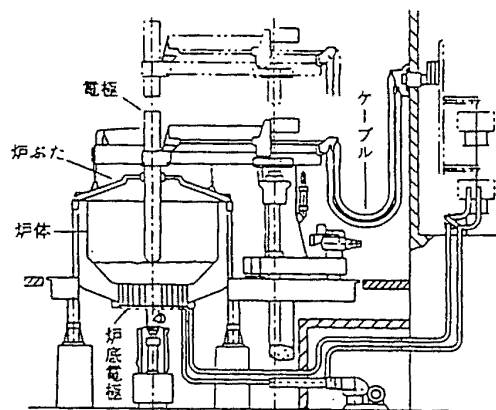


図3. 電気炉の例 (直流電気炉)

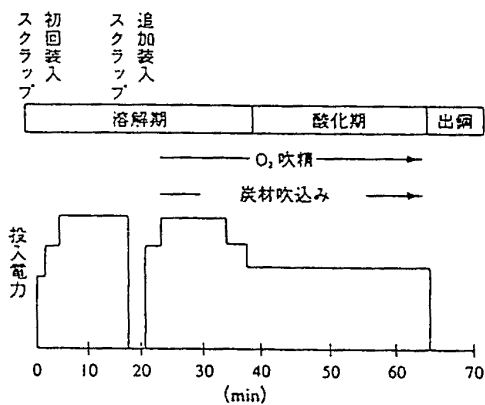


図4. 電気炉の操作方法の例

電気炉内のガス組成、温度を連続測定した例を図5、図6に示す。4) このように、電気炉の排ガス組成・温度は、操業の進行に伴い大きく変動する。従って、廃棄物焼却炉におけるダイオキシン類生成抑制のための指針にあるような、一酸化炭素(CO)濃度 0.5%以下を満足できない現状となっている。5)

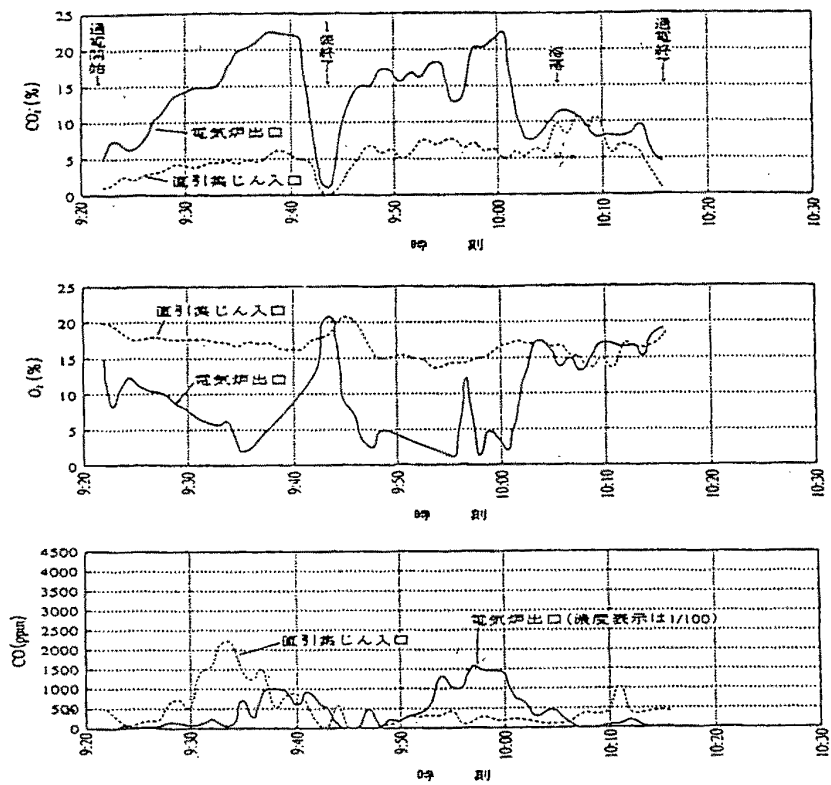


図5. 電気炉排ガス中の CO_2 , O_2 , CO の濃度変化測定例

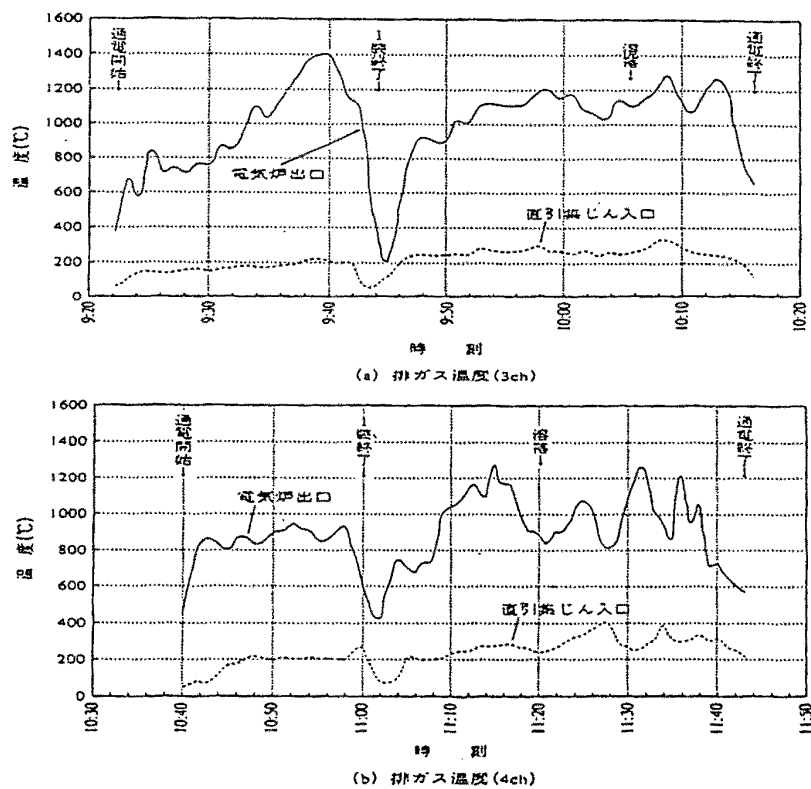


図6. 電気炉排ガスの温度変化測定例

電気炉排ガスの処理系統としては、直引建屋単独方式と直引建屋合流方式がある。それぞれのフロー図を図7、図8に示す。一般的に合流方式の方が集塵装置内のろ過温度を低くできるためダイオキシン類のろ過効率がよく、ろ過後の排ガス中のダイオキシン類濃度が低い傾向にある。

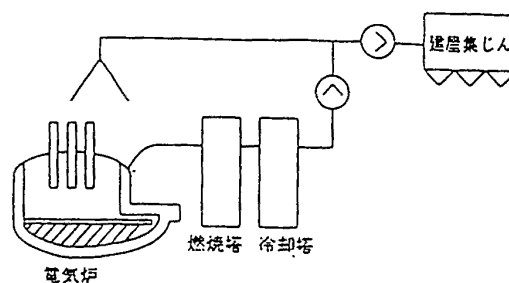
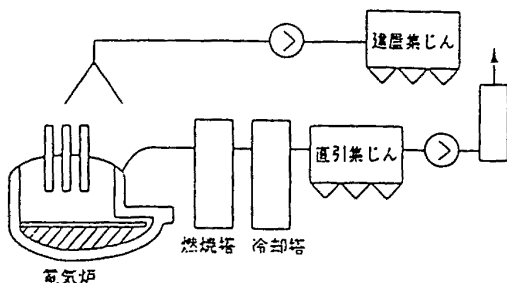


図7. 電気炉排ガス系統（直引建屋単独方式） 図8. 電気炉排ガス処理系統（直引建屋合流方式ス処理）

電気炉の排ガス中にはCOが比較的多く含まれているため、爆発の危険性がある。従って、電気炉と燃焼塔の間にブレイクフランジを設けることにより、空気を混入して燃焼塔で燃焼させる設備となっている。燃焼塔出口のガス温度は高温であり、ろ布の耐熱温度以下に冷却するために途中に冷却塔が設けられている。集塵装置はバグフィルターが一般的であり、ろ布は排ガス処理温度が250℃以下の仕様ではガラス繊維、120℃以下の仕様ではテトロン質繊維が使われることが多い。集塵装置のファンがろ布の手前にあるのを押し込みタイプ、後にあるのを吸引タイプと呼んでいる。現在、これらの設置割合は同程度となっている。活性炭や消石灰吸着などの排ガス処理設備については、排ガス中のダスト濃度や油分含有量の見地からは吸引タイプの集塵装置出口以降への設置が望ましい。

電気炉の排ガス流量は1,000～1,500m³N/t・h程度であり、排ガス温度も極めて高いことから、この排ガス顕熱を利用したスクラップの予熱が行われる場合がある。図9にその一例を示す。3) スクラップ予熱装置は排ガスの入口温度が300～700℃、出口温度が100～300℃の場合が一般的であり、この温度域はダイオキシン類の再合成温度域と重なる。ただし、スクラップの予熱は排ガス温度を冷却する効果もあるため、集塵ろ過温度が低下し、ろ過効率の向上をもたらす。したがって、総合的には必ずしも排ガス中の最終ダイオキシン類量を上昇させるとは言えない。

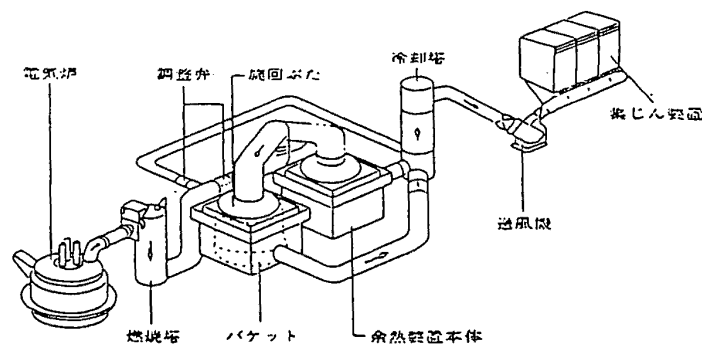


図9. スクラップ予熱装置の例

電気炉の集塵ダストの組成例を表1に示す。ダストの粒度分布は0.1～10 μ m程度と微細である。また金属成分の含有量が極めて高く、数%の塩素も含有することから、ダスト表面においてダイオキシン類が生成する可能性がある。4)

表1. 電気炉集塵ダスト組成の例

工場名	単位：%)											
	Fe	Si	Zn	Cu	Ni	Cr	Na	K	Mg	Ca	Cl	Pb
A	35.8	2.16	22.7	0.12	0.02	1.24	0.61	0.83	0.93	2.92	2.89	1.48
B	20.9	1.68	43.3	0.22	0.02	0.33	4.26	1.79	0.59	1.14	9.00	2.20
C	31.1	1.81	24.9	0.30	0.03	0.47	3.74	1.49	0.58	1.73	7.86	2.26
D	20.6	0.93	39.4	0.18	0.02	0.28	2.79	1.66	0.55	1.27	11.9	2.93
E	28.3	1.10	35.7	0.16	0.02	0.32	3.96	1.50	0.59	1.23	9.33	2.50

3. 電気炉ダイオキシン類の規制動向と排出量推定

電気炉既設設備の排ガスのダイオキシン類の規制値は、2001年1月14日までは80ng-TEQ/m³N、2002年11月30日までは20ng-TEQ/m³N、それ以後は5ng-TEQ/m³Nである。図10にPCDD₅・PCDF₅濃度区分別事業所数(1997年度、1998年度、1999年度、2000年度)を示す。1999年度、2000年度は、5ng-TEQ/m³N以下が95%を占めている。6)

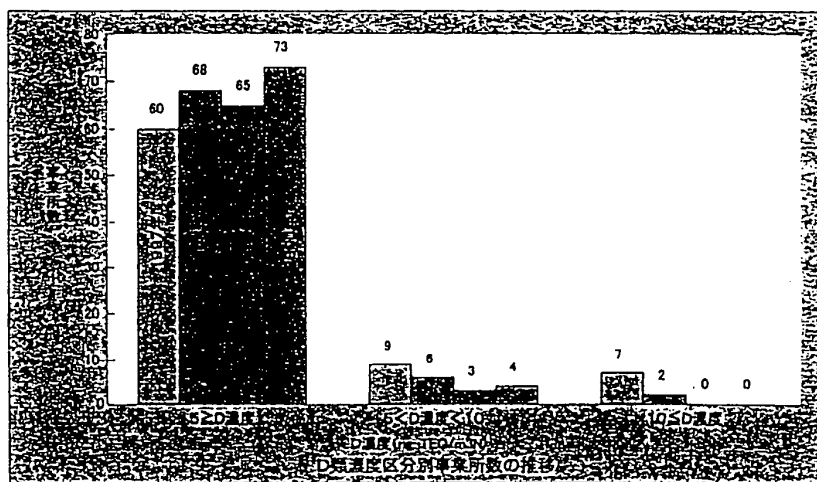


図10. PCDD₅・PCDF₅濃度区分別事業所数 (1997年度、1998年度、1999年度、2000年度)

日本におけるダイオキシン類(WHO-TEF(1998))の排出量の目録を図11に示す。6)全排出量の中の電気炉の排出量の比率が、1997年は3%であったものが1999年には5%に増加している。これは電気炉そのものは228g-TEQ/年から141.5g-TEQ/年と38%減であるのに対して、総量では63%減になっていることによる。このことから電気炉のダイオキシン類量の排出を一層低減することが求められている。

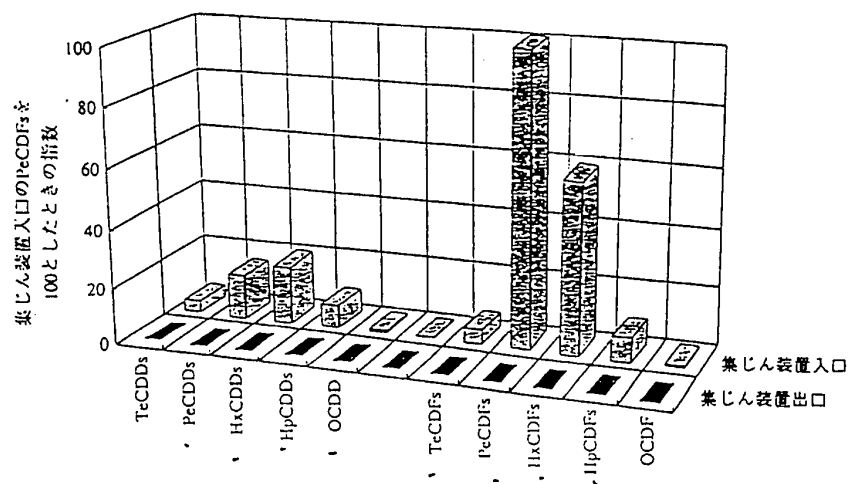


図 1 2. PCDD_s・PCDF_s同族体の集塵機入口、出口濃度比較例

表 3. PCDF_sと PCDD_sの比率

	PCDF _s /PCDD _s 比率	PCDF _s /PCDD _s -TEQ 比率
廃棄物焼却炉	1~2	~3
製鋼用電気炉	2~3	3~4

4. 電気炉におけるダイオキシン類の生成・除去メカニズム

4-1. 電気炉内、スクラップ予熱装置内、冷却過程でのダイオキシン類生成メカニズム

電気炉内には塩素源がスクラップに混入した形で装入され、また炭材や灯油、あるいは廃プラスチック類などのカーボン源が装入される。

図 1 3 に電気炉の燃焼塔出口における CO の濃度と PCDD_s・PCDF_s濃度の関係を廃棄物焼却炉のデータと比較して示す。4)5)廃棄物焼却炉に比較して電気炉の排ガスでは CO の濃度が高い傾向にあり、このことがダイオキシン類生成量を多くしていることがうかがえる。

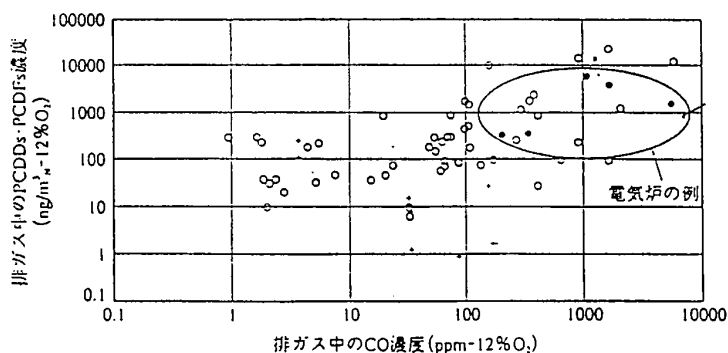


図 1 3. 排ガス中の CO 濃度と PCDD_s・PCDF_s濃度の関係

電気炉内でのダイオキシン類生成は、図14に示すようなステップで起ると考えられる。7)

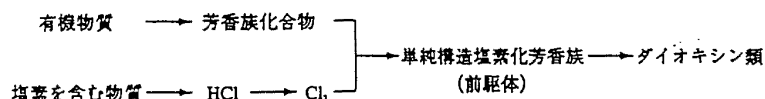


図14. 電気炉内において推定される PCDD₅・PCDF₅生成メカニズム

このような観点から、電気炉操業において塩化ビニール類や塩素を含有する切削油などを使用しないことは、長期的視点からは望ましい。

図15にダイオキシン類生成に関する酸素ポテンシャルを示す。廃棄物焼却においてCO濃度が高いとダイオキシン類生成量が多くなるのは、未燃炭素が生成して部分的にダイオキシン生成域になるためと言われている。表3に示したように PCDD₅・PCDF₅ の比率は2～4程度であり、図15にそのダイオキシン生成域を示した。また合せて銅の酸化還元ポテンシャルを図示した。銅は、ダイオキシン生成に最も触媒効果が大きいと言われている。

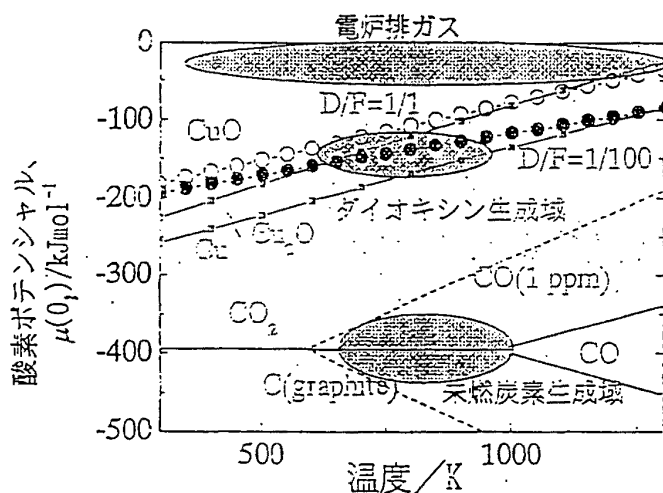


図15. ダイオキシン生成に関する酸素ポテンシャル

次に排ガスの冷却過程におけるダイオキシン類の生成は500～300℃の温度域において起ると言われている。現状の電気炉の500～300℃までの冷却時間は0.2秒～10秒間と事業所間の差が大きい。図16に500～300℃までの冷却時間とPCDD₅・PCDF₅の再合成量の関係を示す。このことから冷却時間1秒以下が望ましい。

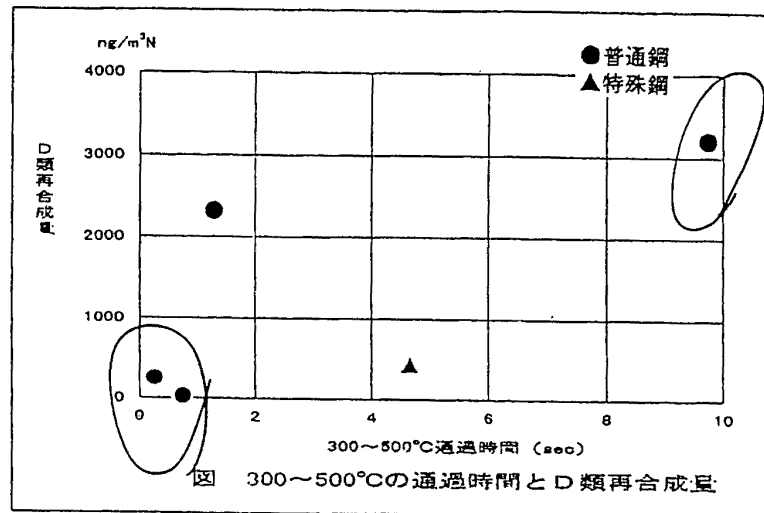


図 1 6. 500～300℃までの冷却時間と PCDD_s・PCDF_sの再合成量

4-2 集塵装置におけるダイオキシン類除去メカニズムと付着ダストの触媒作用によるダイオキシン類生成メカニズム

バグフィルターから排出されるダイオキシン類濃度は、バグフィルター入口の温度と大きな関係があり、入口温度が 80℃を切ると、ほぼ 1 ng-TEQ/m³N が達成できる。図 1 7 に集塵装置入口温度と排ガス中ダイオキシン類濃度を示す。図 1 8 にダイオキシン類の蒸気圧データを示す。8) 12)

また、図 1 9 に電気炉集塵ダストを再加熱して、各々の温度におけるガス状、固体状の PCDD_s・PCDF_sの測定をおこなったテスト方法を、図 2 0 にその結果を示す。

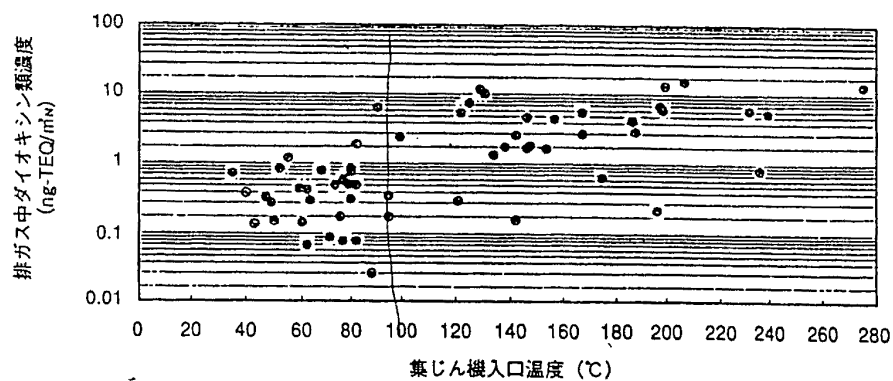


図 1 7. 集塵装置入口温度と排ガス中ダイオキシン類濃度

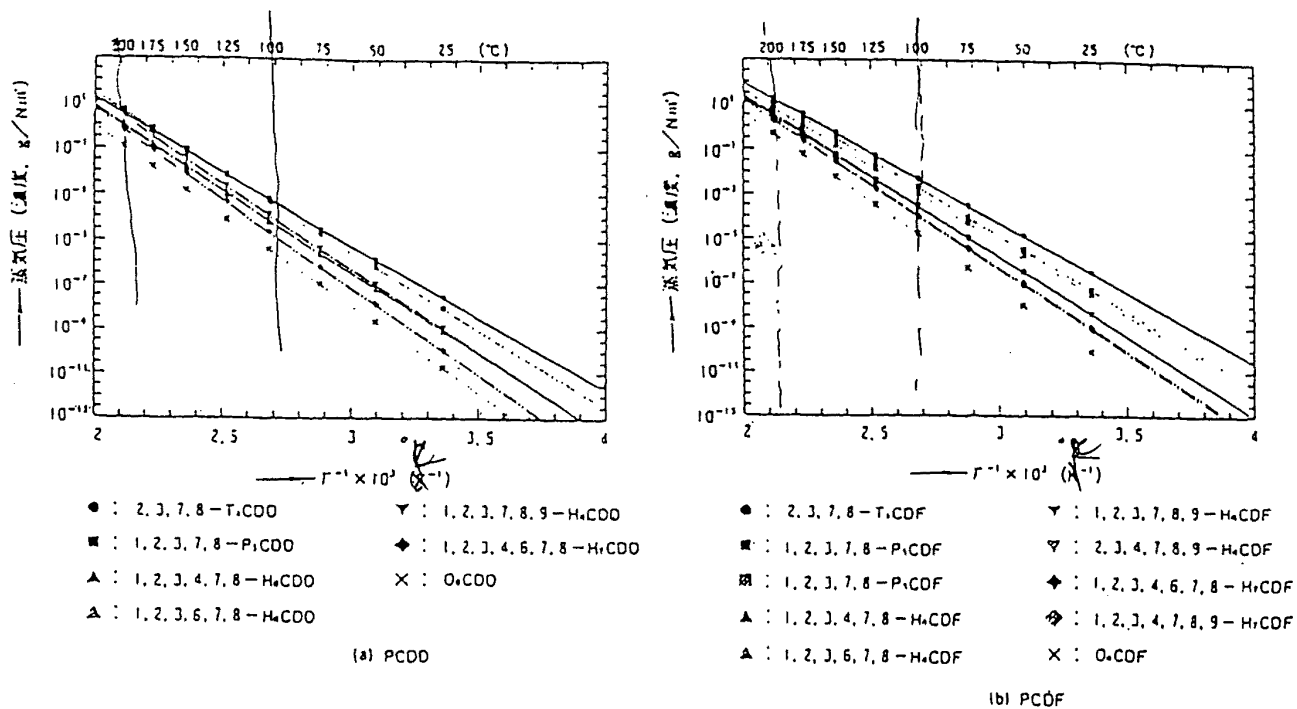


図18. ダイオキシン類の蒸気圧データ

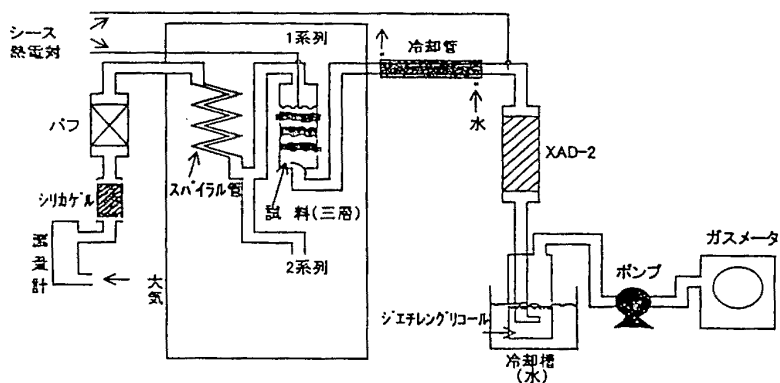


図19. 電気炉ダストの再加熱実験方法

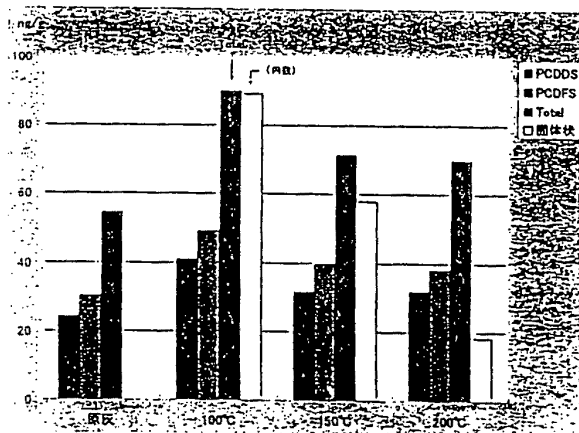


図20. 電気炉ダストの再加熱実験結果

以上のことからバグフィルター入口で低温になるほどダイオキシン類の蒸気圧が低下するためダスト表面に吸着、付着してダスト粒子とともに除去されるダイオキシン類量が増加するためと考えられる。

また、バグフィルター入口と出口における排ガス中ダイオキシン類量とバグフィルターにおいて集塵されたダストの中のダイオキシン類量のマスバランスの検討より、バグフィルター内でのダイオキシン類生成を示唆する結果が得られている。図21にダスト中の塩素量と塩素数別ダイオキシン類増加量を示す。4)7)

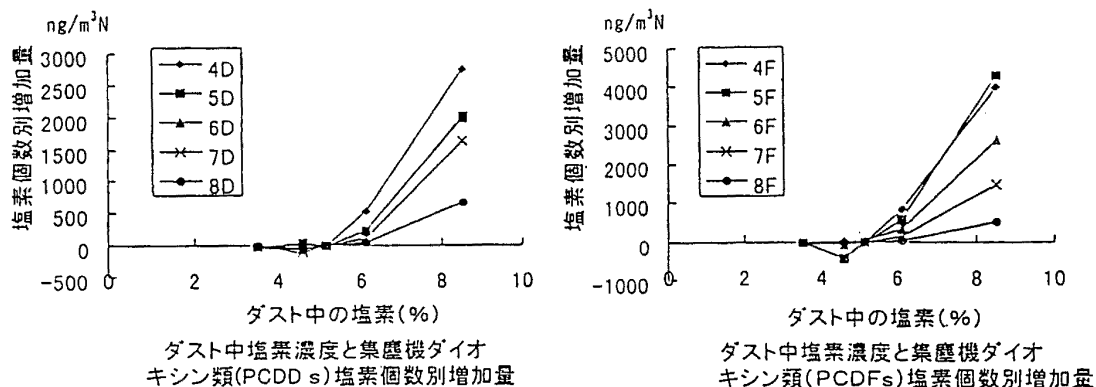


図21 ダスト中の塩素量と塩素数別ダイオキシン類増加量

廃棄物焼却炉のフライアッシュを用いた PCDD_s・PCDF_s生成に関する触媒能についての調査データを表4に示す。9)

添加金属塩化物 (1%)	PCDDs・PCDFs (ng-TEQ/g)	倍率
無添加	<0.015	1
MgCl ₂ ・6H ₂ O	0.084	5.6
CaCl ₂	<0.015	1
ZnCl ₂ ・2H ₂ O	0.28	19
SnCl ₂ ・2H ₂ O	0.13	8.7
FeCl ₂ ・4H ₂ O	<0.015	1
FeCl ₃	0.9	60
MnCl ₂ ・2H ₂ O	0.12	8
NiCl ₂ ・6H ₂ O	0.09	6
CdCl ₂ ・H ₂ O	<0.015	1
H ₂ Cl ₂	0.12	8
PbCl ₂	0.38	25
CuCl ₂ ・2H ₂ O	75	5000

(注) 金属塩化物の種類の影響
加熱時間2時間、加熱温度300℃
空気雰囲気、水蒸気100mg/l

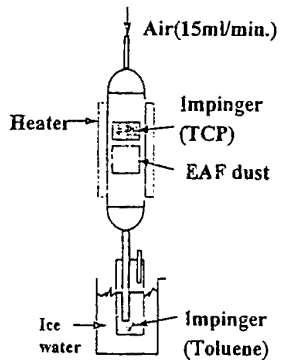
表4. 焼却炉フライアッシュの触媒能調査結果

これより、CuCl₂ > FeCl₃ > PbCl₂、ZnCl₂、MnCl₂の順に、添加物質の触媒能が大きいことが分かる。

図22にダストの塩化物が触媒能を持っているかを実験する方法、図23にその

結果を示す。ダストの塩化物が触媒となって、前駆体が塩化してダイオキシン類を生成することが示された。図24にそのメカニズムを推定して示す。

実験方法



実験装置の概要

実験手順

1. ^{13}C でラベリングした1,3,5-トリクロロフェノール(TCP)または1,3,5-トリクロロベンゼン(TCB)を添着したガラスビーズを1gセットする。
2. 前処理としてトルエンで洗浄し、TCP/TCBやダイオキシン類を除去したダスト2gをガラスカラムを詰める。
3. 20分間加熱をする。
(温度は、80°C、150°C、300°C)
4. 加熱後、充填物およびインピンジャー中のトルエンのダイオキシン類の測定をした。
5. ダストの種類はA,Bの2種類。

図22. ダストの塩化物触媒能調査実験方法

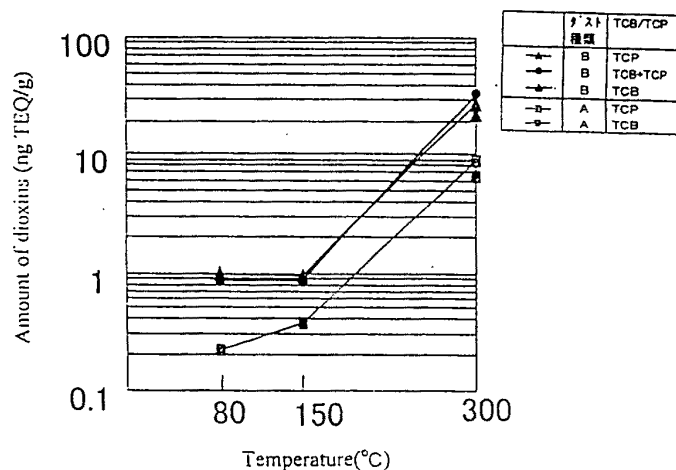


図23. ダストの塩化物触媒能調査実験結果

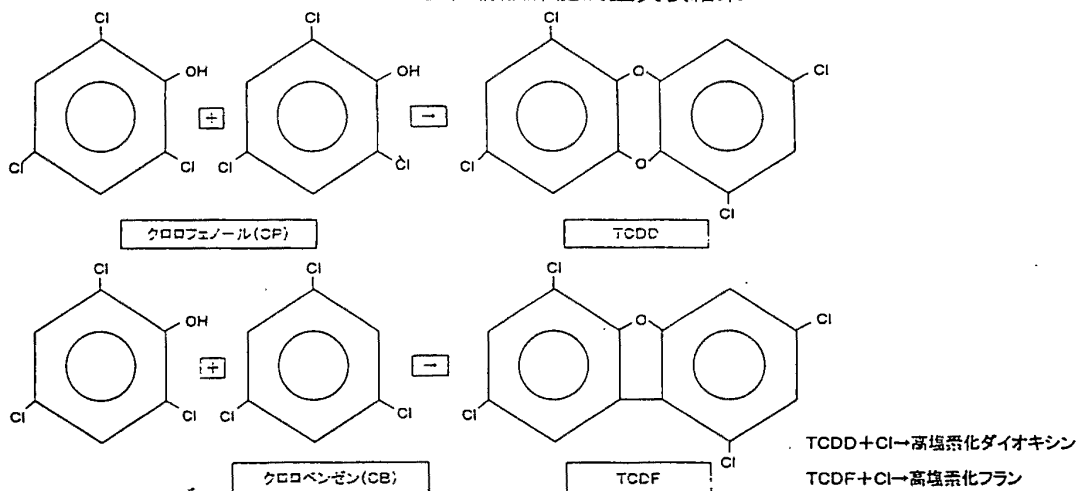


図24. 前駆体の塩化によるダイオキシン類生成メカニズム (推定)

電気炉内から燃焼塔出口付近の高温域では塩素は塩化ナトリウム (NaCl)、塩化カリウム (KCl)、塩化水素 (HCl) のガス体で存在するが、集塵システムの冷却過程において金属元素と反応し、塩化銅 (CuCl_2)、塩化鉛 (II) (PbCl_2) や塩化亜鉛 (ZnCl_2) が生成すると考えられる。これらの金属塩化物が触媒となってダイオキシン類が合成されるものと考えられる。10)

4-3 コプラナーPCBについて

図25に $\text{PCDD}_5 \cdot \text{PCDF}_5$ 濃度とコプラナーPCBの関係を示す。4)コプラナーPCBの総量は $\text{PCDD}_5 \cdot \text{PCDF}_5$ の25%程度、TEQでは $\text{PCDD}_5 \cdot \text{PCDF}_5$ の15%程度である。 $\text{PCDD}_5 \cdot \text{PCDF}_5$ と同様に電気炉から集塵装置までの間に、生成、分解、除去等の現象が起っているものと推定される。

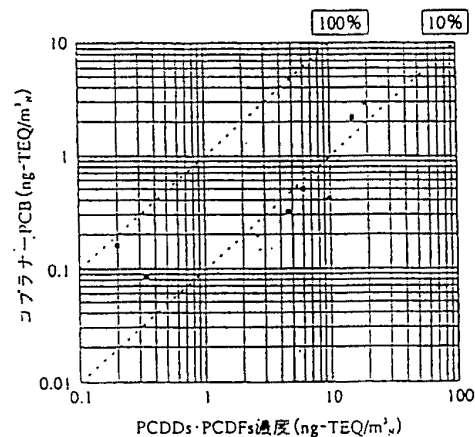


図25. $\text{PCDD}_5 \cdot \text{PCDF}_5$ 濃度とコプラナーPCBの関係

5. 電気炉におけるダイオキシン類低減技術

5-1 二次燃焼技術

図26に二次燃焼技術の例を示す。二次燃焼出口の温度をフィードバックして、燃料、エア量をコントロールする技術である。廃棄物焼却炉の操業指針においては、ダイオキシン類の熱分解のために $800 \sim 900^\circ\text{C}$ 以上の高温下で2秒間以上の滞留時間が必要であるとされる。

図27に排ガス二次燃焼温度と $\text{PCDD}_5 \cdot \text{PCDF}_5$ 分解率の関係を示す。4)これより、 800°C 以上の燃焼温度において99%程度以上の $\text{PCDD}_5 \cdot \text{PCDF}_5$ が分解されることが分かる。また単純に温度が高いということだけではなく、二次燃焼バーナーの還元炎に直接触れることにより分解が促進されることも考えられる。

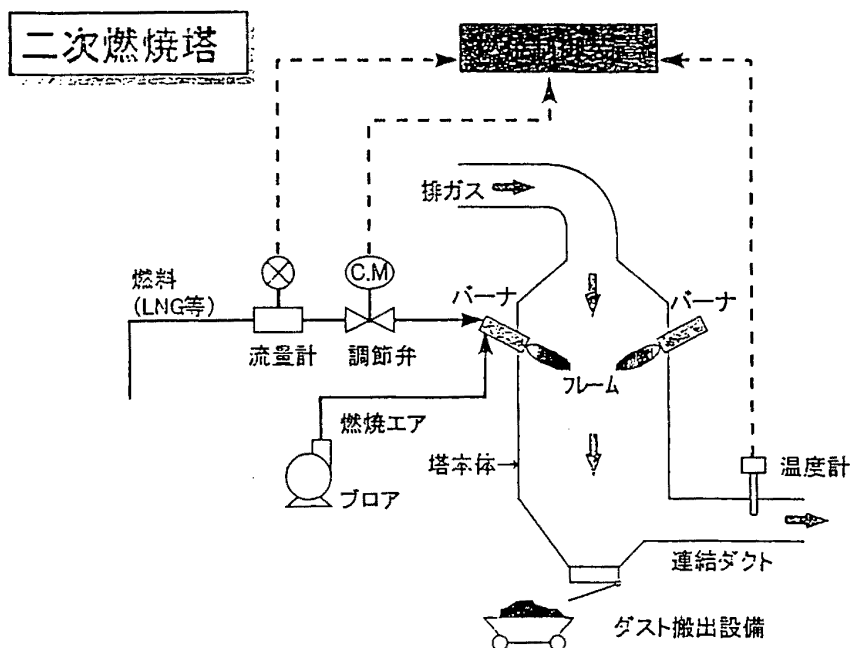


図 2 6. 二次燃焼技術の例

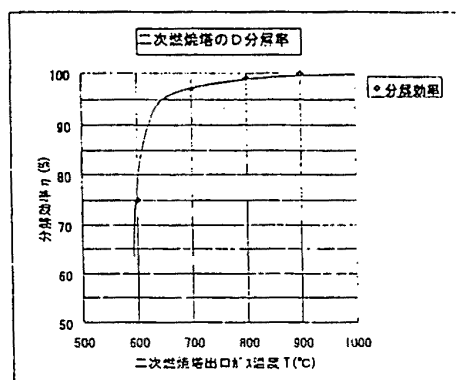


図 2 7. 排ガス二次燃焼温度と PCDD_s・PCDF_s 分解率

5-2 排ガス冷却技術

排ガスの冷却は、300～500℃におけるダイオキシン類生成を抑制する上で重要であるばかりでなく、バグフィルターにおける集塵温度を低下させてダイオキシン類除去率を向上させる点からも重要である。冷却方法としては水スプレー冷却、建屋内集塵ガスの合流も含めた空気冷却が考えられる。図 2 8 に水スプレー冷却技術の例、図 2 9 に合流による空気冷却の例を示す。

急冷スプレー塔

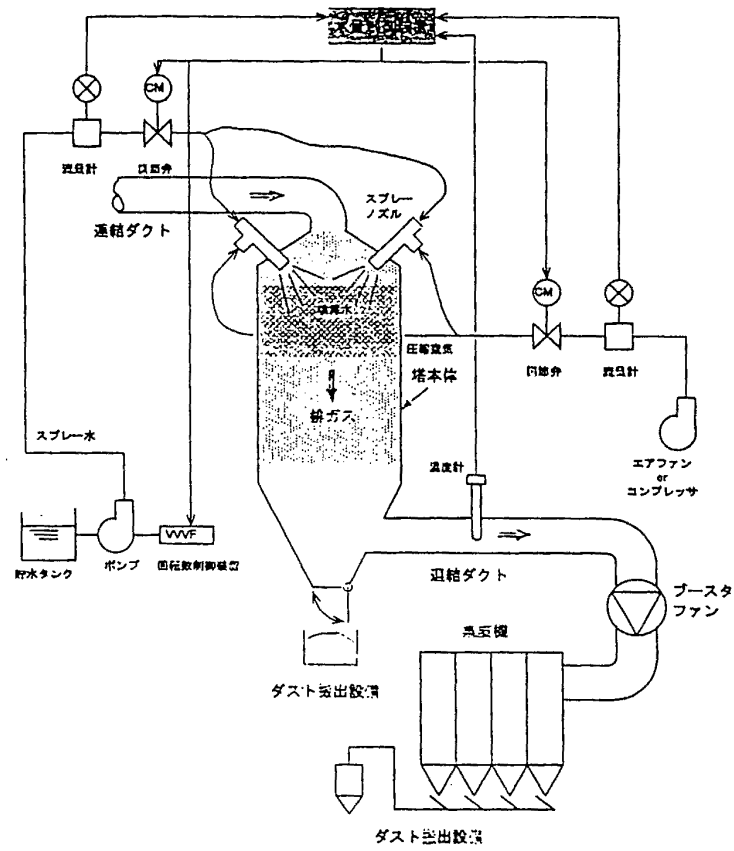


図 28. 水スプレー冷却技術の例

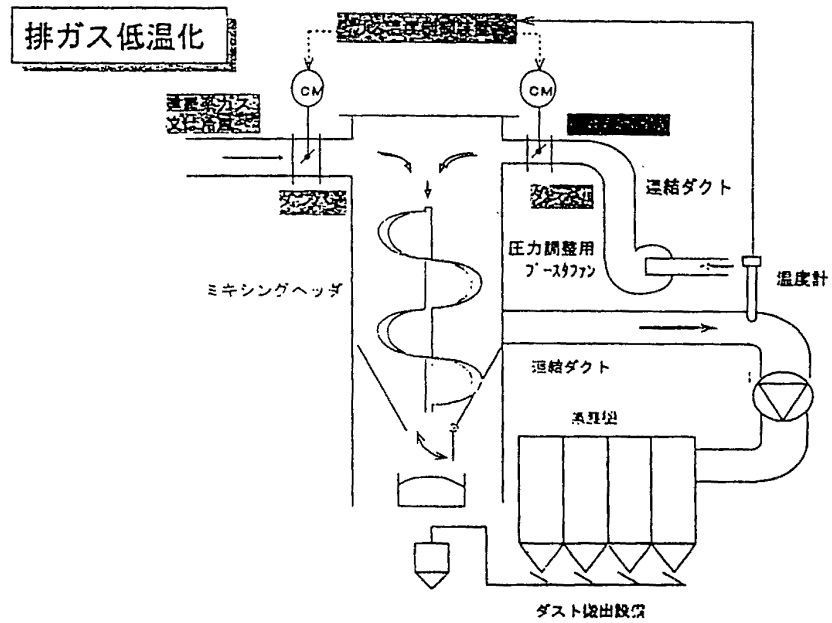


図 29. 合流による空気冷却技術の例

図30にバグフィルターにおけるバグ入口温度とダイオキシン類捕捉率の関係を示す。水スプレー冷却では排ガス中の水蒸気凝縮問題を避けるために150℃が下限と考えられる。従って、150℃以下への冷却については空気冷却が有効と考える。水スプレー冷却による急冷と80℃以下の低温集塵の組合せにより、ダイオキシン類濃度を規制値以下にすることが可能となると考えられる。

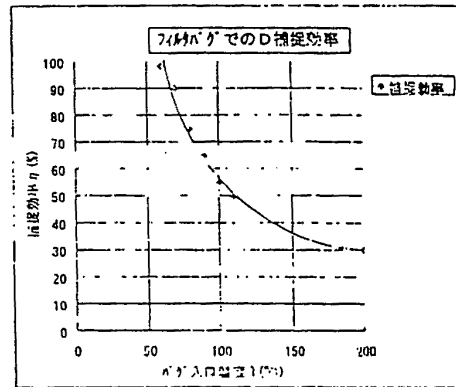


図30. バグフィルターにおけるバグ入口温度とダイオキシン類捕捉率

5-3 その他の技術

- a) バグフィルター前で排ガス中に消石灰を吹き込むことにより、塩素を固定し、ダイオキシン類の再合成を抑制しようとする技術がある。しかしこの場合、塩化水素濃度の低減は見込めるものの、低濃度域でのダイオキシン類生成抑制効果は確認されていない。
- b) バグフィルター前で排ガス中に活性炭を吹き込み、ダイオキシン類を吸着させる技術が廃棄物焼却プロセスで開発されている。しかし、電気炉においては、排ガス中のCO濃度や油分濃度が高く、集塵系にも火種が存在することより、爆発の危険が高い。よって我が国においてこの技術を電気炉に適用した事例はない。8)
- c) アミン系溶剤をバグフィルター内に吹込み、ダストのダイオキシン類生成に対する触媒能を阻害する技術も提案されている。11) 廃棄物焼却炉においては再生成を防止できることが確認されているが、アミン系溶剤のコストが課題とされている。我が国において電気炉に適用された例はないが、今後の技術確立が望まれる。

5-4 まとめ

電気炉におけるダイオキシン類低減技術は以下のようにまとめることができる

- (ア) 二次燃焼と急冷の組合せによって到達するダイオキシン類のレベル、ランニングコスト、イニシャルコストが変動する。表5に組合せとダイオキシン類のレベル、コストを比較して示す。

削減	削減方法	削減	<log-TEQ/m³	1~log-TEQ/m³	>log-TEQ/m³	ランニングコスト (種別別)	イニシャルコスト (種別別)
既設	集塵・燃焼装置	高圧スプレー	○	×	×	1	1
		— 10℃以下	○	×	×	1.1	1.1
		高圧ダクト・燃焼	○	×	×	1.1	1.1
		— 10℃以下	○	×	×	1.1	1.1
		高圧ダクト	○	×	×	1.1	1.1
		— 10℃以下	○	×	×	1.1	1.1
		高圧スプレー	○	×	×	1.1	1.1
		— 10℃以下	○	×	×	1.1	1.1
		燃焼と急冷	○	○	×	1.1	1.1
		— 10℃以下	○	○	○	1.1	1.1
新設	集塵・燃焼装置	高圧ダクト・燃焼と急冷	○	○	×	1.1	1.1
		— 10℃以下	○	○	○	1.1	1.1

表5 ダイオキシン類低減対策とダイオキシン類の到達レベル、コストの比較

- (イ) フィルター型体の触媒、常温で作用する触媒などの技術開発が行われているが現状では確立された技術はない。今後、このような研究開発が発展することを期待する。
- (ウ) 現在のダイオキシン類分析法は、コストが大きく分析時間も長いため、効率的な技術開発の妨げになっている。クロロベンゼン、クロロフェノールやNVOX（難揮発性物質）などによる代替分析も検討されているが、ダイオキシン類濃度との良好な相関を得るには至っていない。ダイオキシン類濃度の工程管理用としてクロロベンゼン、クロロフェノール、NVOX（難揮発性物質）をはじめCO、HCl、Cl₂などの濃度とダイオキシン類濃度との関係の明確化などにより、簡便で迅速な測定法の開発が期待される。

6. 電気炉ダイオキシン抑制の考え方

図31に電気炉ダイオキシン抑制の考え方をまとめて示す。電気炉でのダイオキシン類の発生は、原料となるスクラップに混入したプラスチック類や切削油などに含まれる有機物と塩素分が大きな要因と考えられている。スウェーデンやドイツでは、塩化ビニルの使用禁止や切削油の無塩素化が進んでおり我が国においても今後の大きな課題である。排ガス中のダイオキシン類を低減するには集塵バグフィルター入口で80℃以下の低温にすればlog-TEQ/m³N以下が得られるが、ダスト中のダイオキシン類も含めて、総ダイオキシン類を低減するためには、二次燃焼と急冷を組み合わせる電気炉ダイオキシン抑制をすることが望ましい。

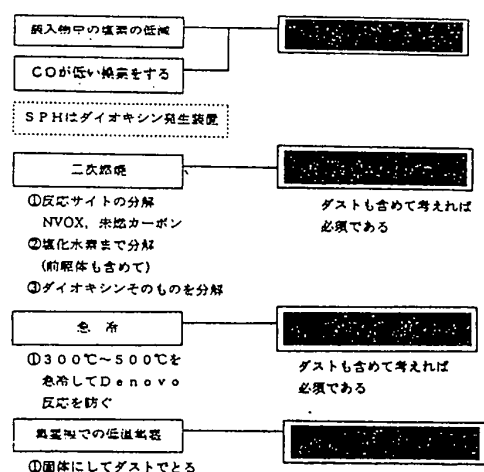


図31. 電気炉ダイオキシン類抑制の考え方

- (1) 平成6年度環境調和型金属系素材回生利用基盤技術の研究；総合基礎調査研究成果報告書
1995年3月 財団法人 地球環境産業技術研究機構
- (2) ダストのリサイクルによるダイオキシン類分解技術の開発；CAMP-ISIJ Vol
13(2000)-995 愛知製鋼㈱ 山田ら
- (3) 最近のアーキ炉製鋼法の進歩第3版；1993年10月7日、(社)日本鉄鋼協会
- (4) (社)日本鉄鋼連盟；環境調和型金属系素材回生利用基盤技術の研究－電気炉排ガス対策技術
開発成果報告書、NEDO委託業務（1999年3月）
- (5) (財)廃棄物研究財団；廃棄物処理におけるダイオキシン等の発生メカニズム等に関する研究
－総合報告書 P175(1991)
- (6) 公害防止の技術と法規 ダイオキシン類編；2001年12月、(社)産業環境管理協会
- (7) (社)日本鉄鋼連盟；環境調和型金属系素材回生利用基盤技術の研究－電気炉排ガス対策技術
開発成果報告書、NEDO委託業務（1998年3月）
- (8) 日立造船技報 59(1)2～8(1998年4月)
- (9) 平山直道監修；ダイオキシン類の対策技術（1998年）
- (10) (社)日本鉄鋼連盟；環境調和型金属系素材回生利用基盤技術の研究－電気炉排ガス対策技術
開発成果報告書、NEDO委託業務（2000年3月）
- (11) L.C.Dicksson, et al. : Chemosphere. 19(8/9)
1435 (1989年)
- (12) (社)産業環境管理協会；産業系ダイオキシン類排出抑制対策技術経済産業省委託事業
(2001年6月)

附錄二：電弧爐排放戴奧辛控制技術比較

中華民國 Dioxin 調查團

說 明 資 料

2001 年 8 月 18 日

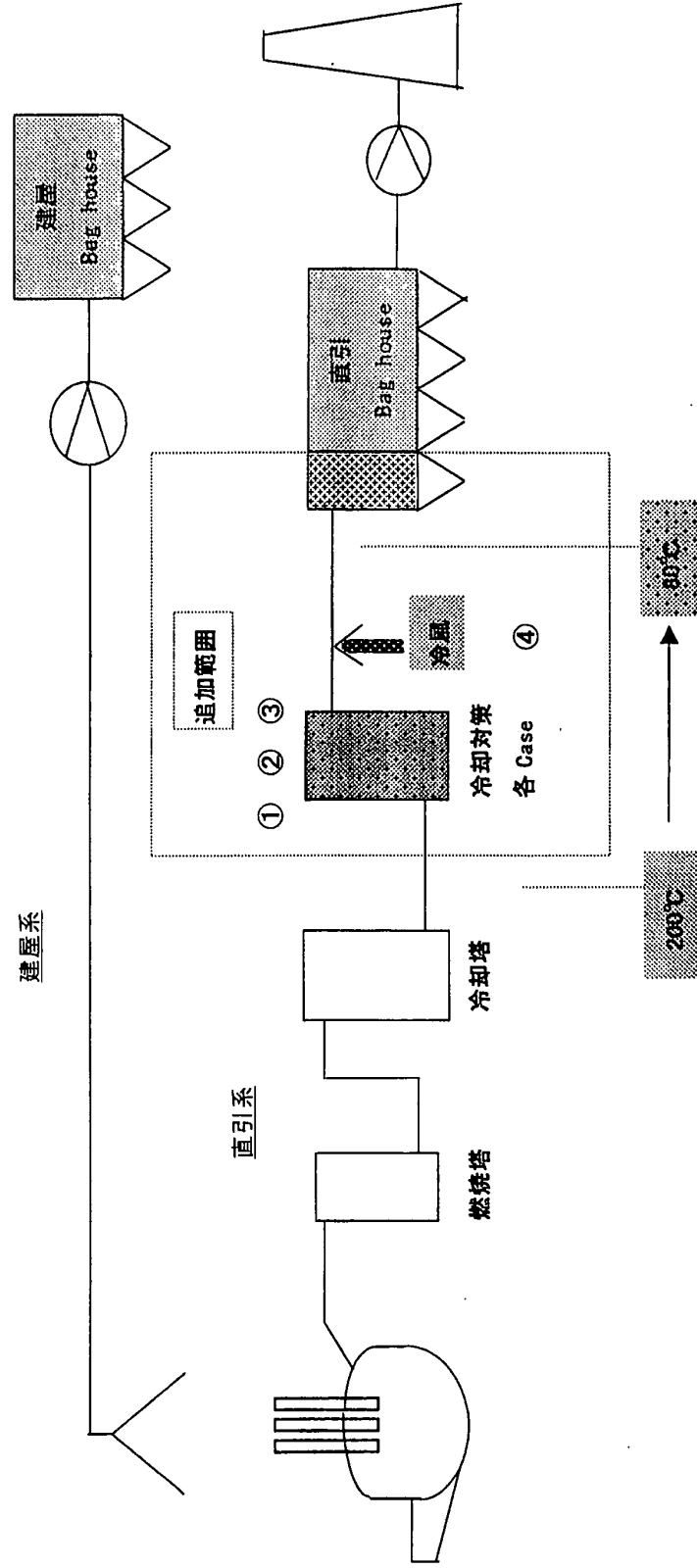
大同特殊鋼株式会社

OHP NO.	内 容
1	D 類対応集じん System
2	適用事例：直引単独
3	Gas 状 2,3,7,8 TCDD 濃度と温度の関係
4	急冷 Spray 塔
5	縦型空冷式 gas cooler
6	Boiler 式冷却塔
7	多管式冷却塔
8	適用事例：建屋合流
9	排ガス低温化
10	適用事例：直引単独＋二次燃焼＋急冷
11	適用事例：建屋合流＋二次燃焼＋急冷
12	効率 Graph (二次燃焼塔、Filter Bag)
13	二次燃焼塔
14	2 段 bag 方式
15	D 対応集じん System (2 段 bag)
16	その他の低減技術
17	Dioxin 類対策設備に係る税制優遇措置

D 類対応集じん System

	5~20ng-TEQ/m ³ N	<5ng-TEQ/m ³ N	1~3 ng-TEQ/m ³ N	<0.5ng-TEQ/m ³ N	<0.1ng-TEQ/m ³ N
既設	直引・建屋単独	① 急冷 spray			
		② 空冷 duct + 冷風導入			
		③ 水冷 duct			
		④ Air 導入			
		⑤ 建屋と合流 (80℃)			
		⑥ 二次燃焼 (高温) + 急冷 spray			
新設	直引・建屋合流	⑦ 急冷 spray (80℃)			
		⑧ 二次燃焼+急冷 spray (70℃)			
		⑨ 二段 bag 方式 (70℃)			
	直引・建屋合流	⑩ 二段燃焼+急冷 spray (70℃)			
		⑪ 二段 bag + 活性炭吹込み方式 (70℃)			

適用事例：直引单独





Concentration of 2,3,7,8TCDD (1/Nm)

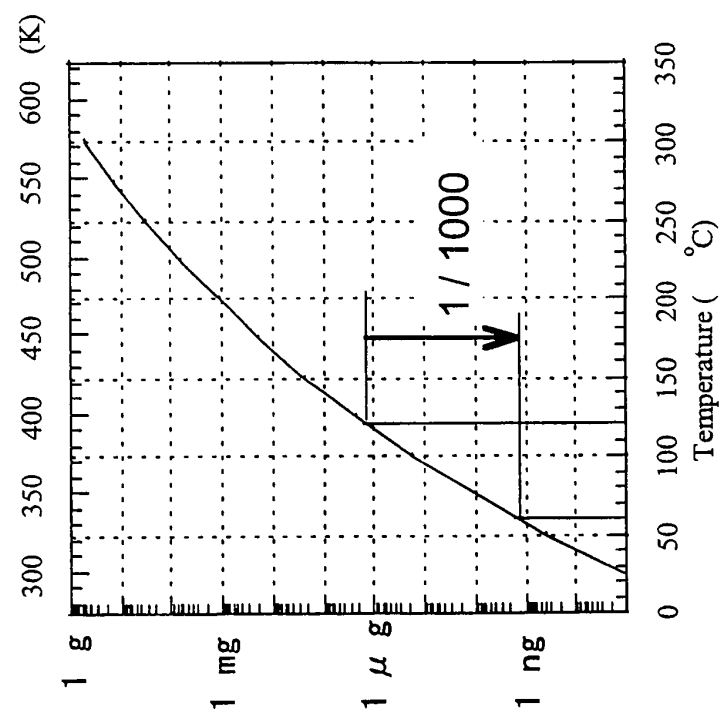
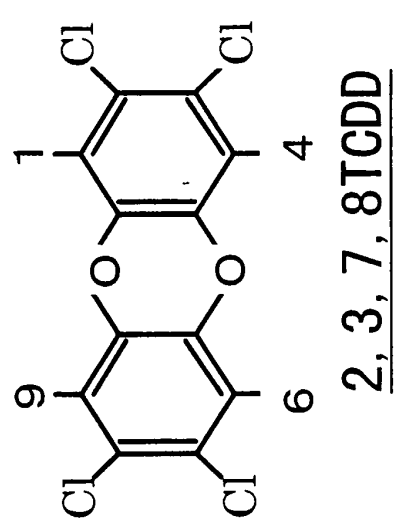
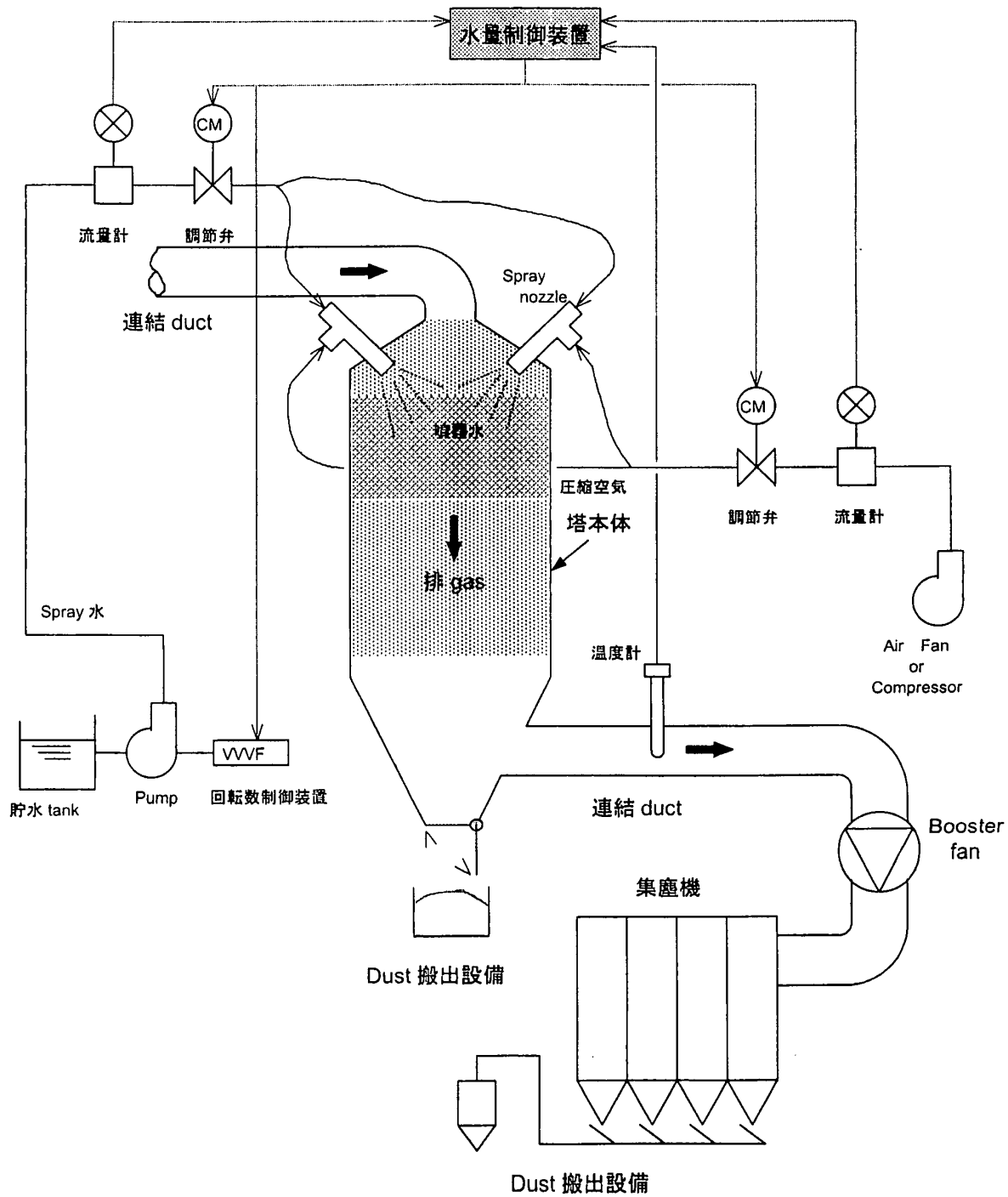


Fig. Relation between temperature and concentration of gaseous 2,3,7,8

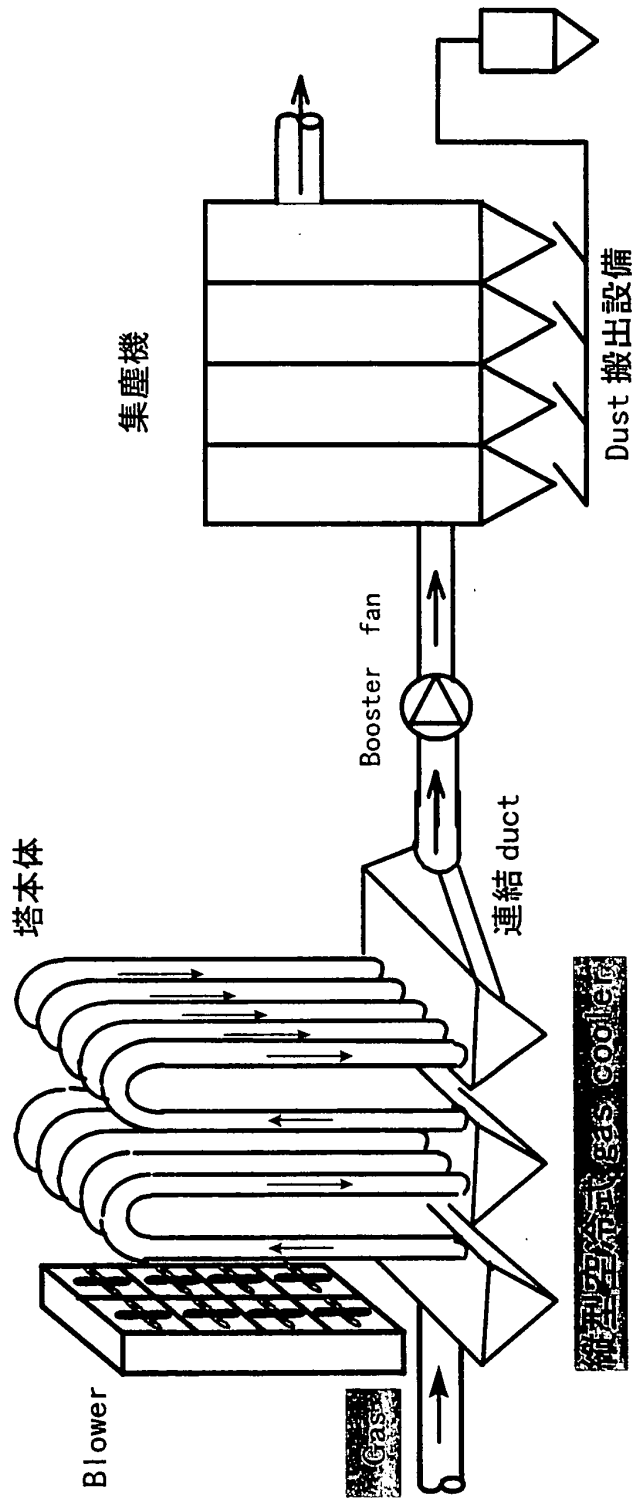


熱力学 data の出典 ;
H. Spencer et alChem. Eng.
Technol., 15 (1992), p119

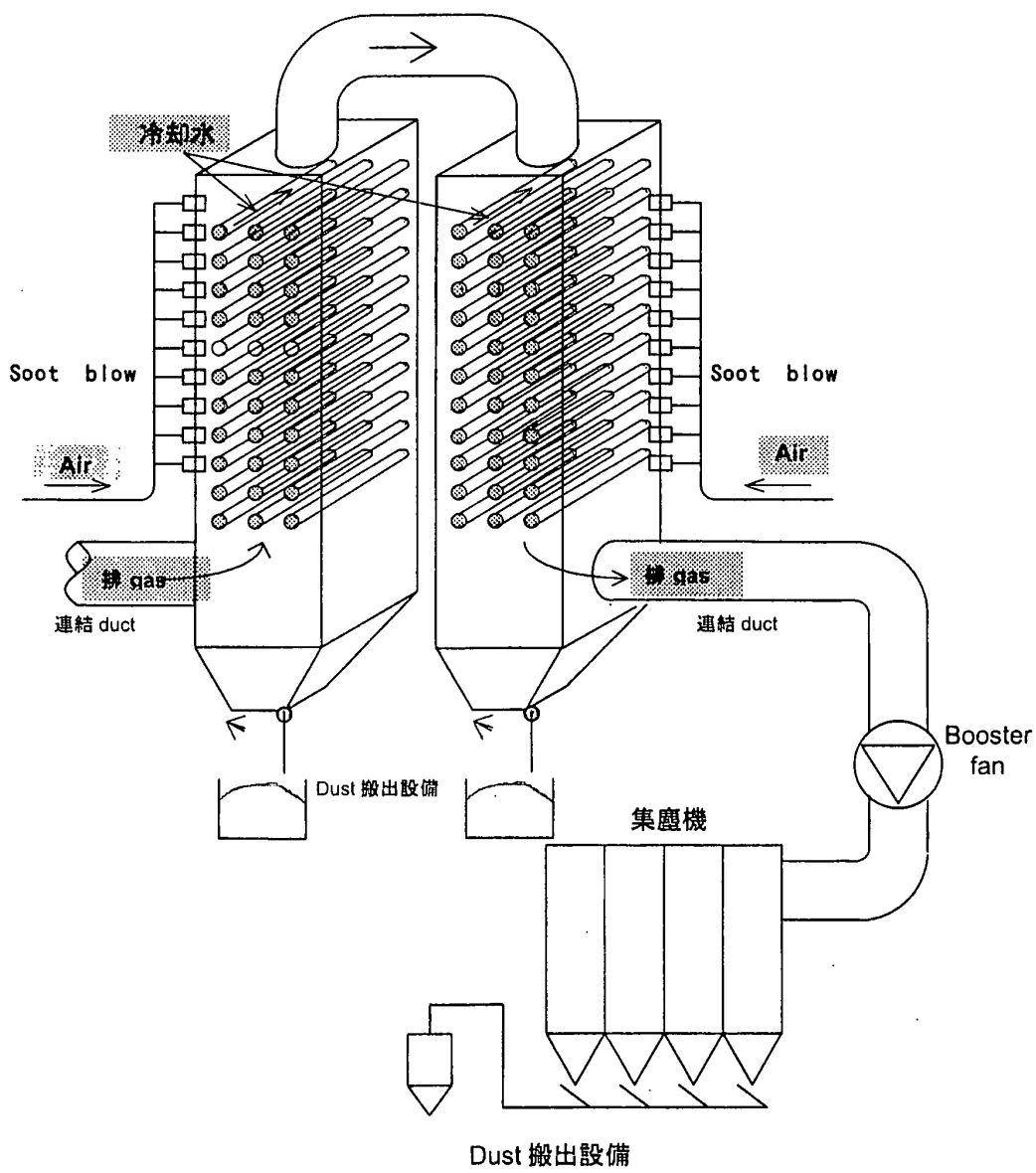
急冷 Spray 塔



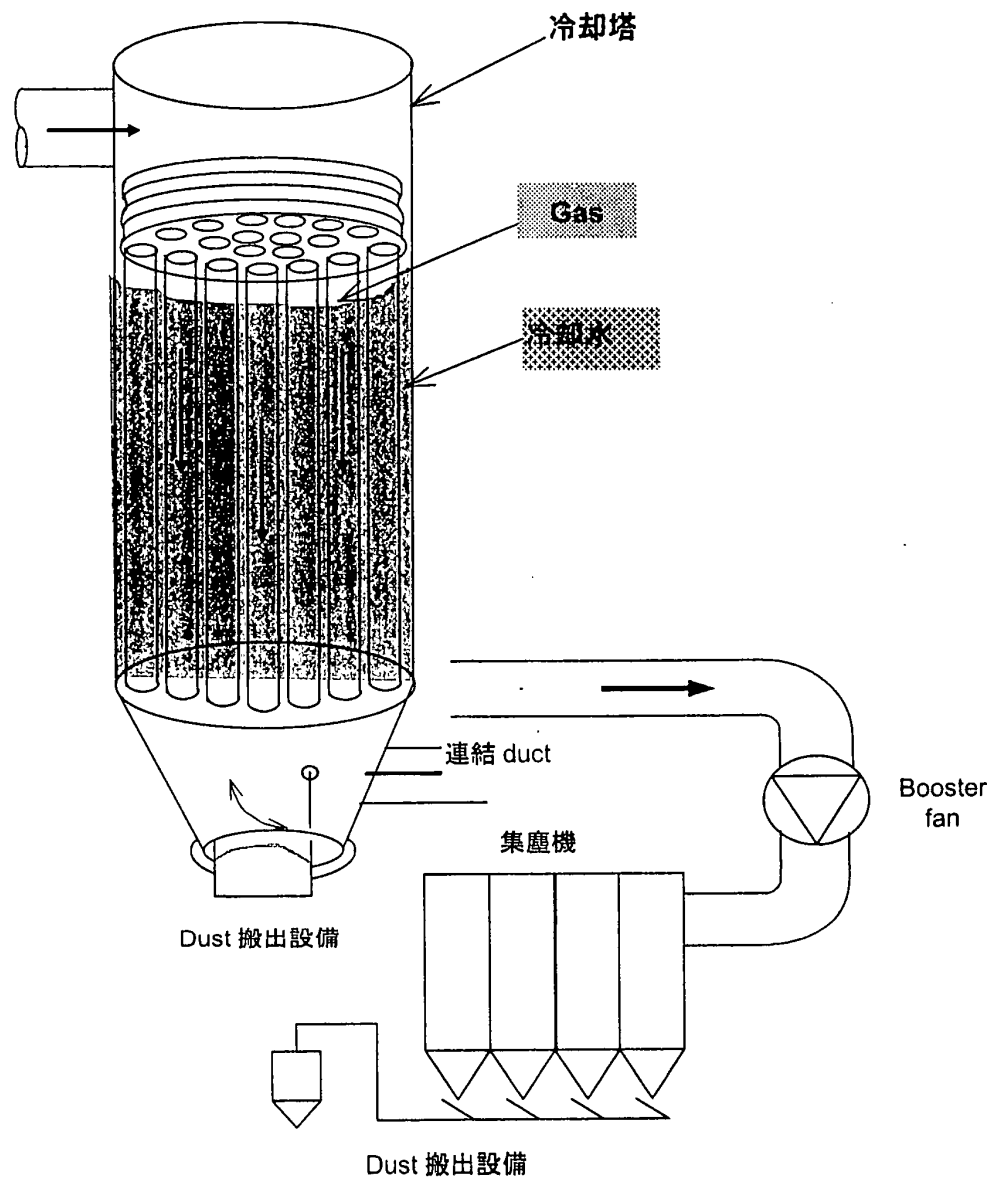
縦型空冷式 gas cooler



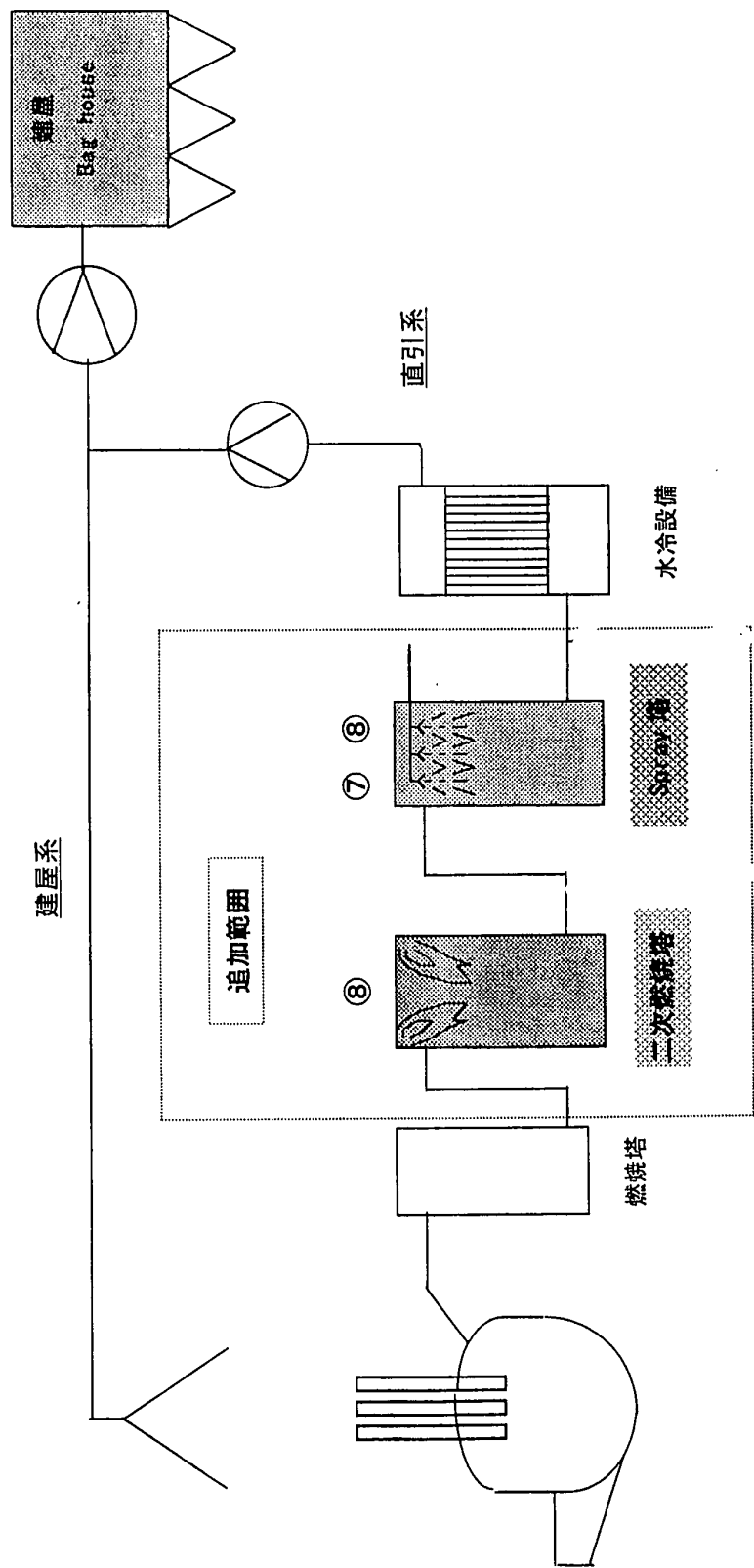
Boiler 式冷却塔



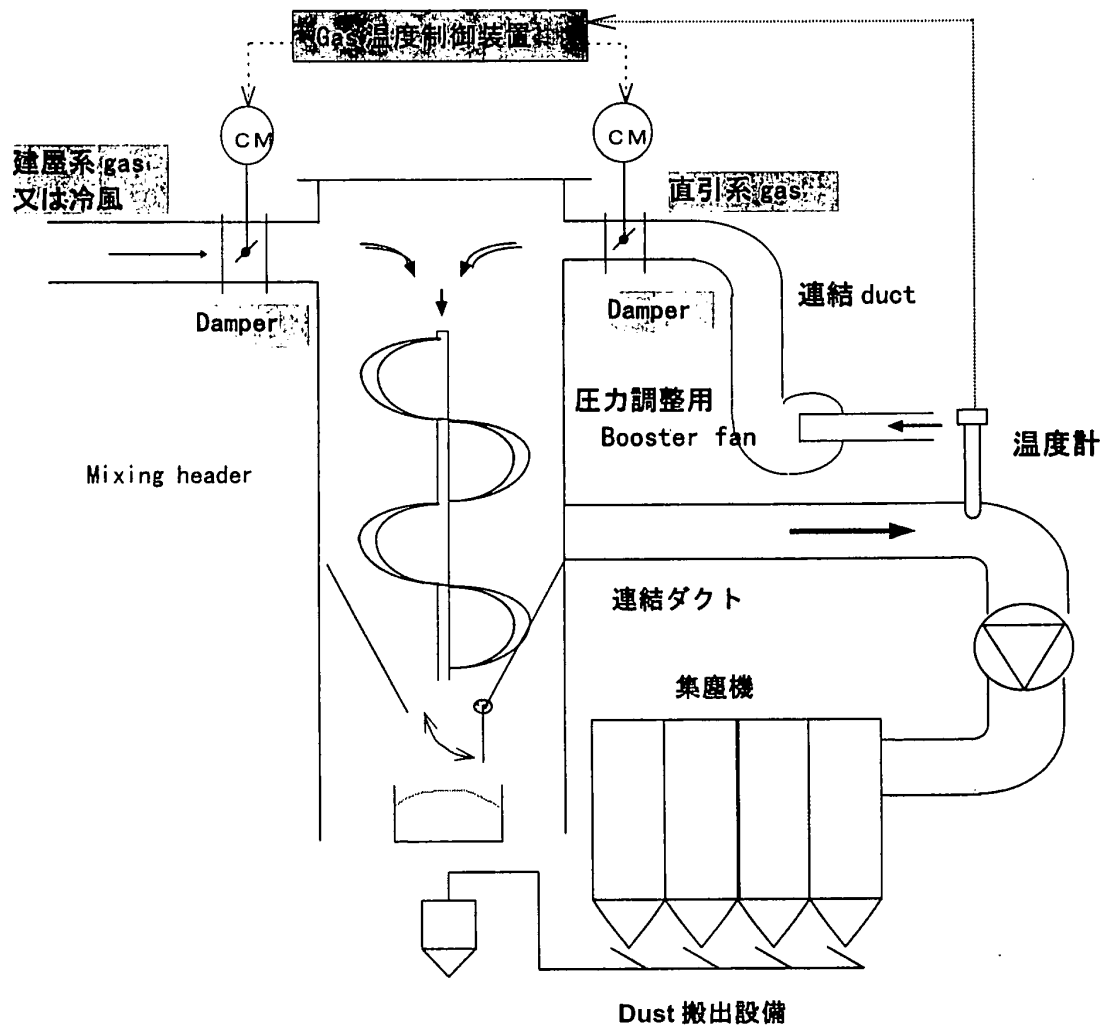
多管式冷却塔



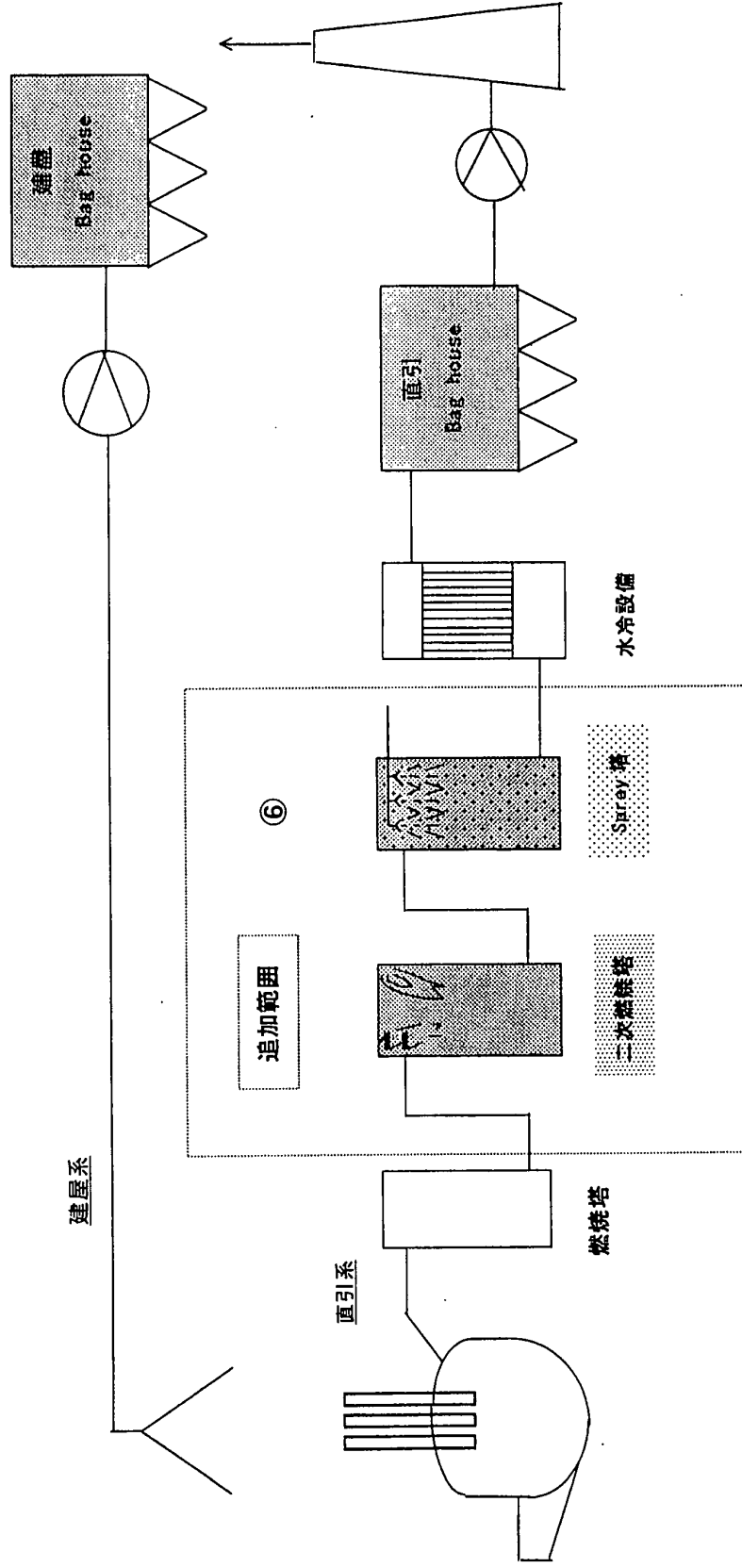
適用事例：建屋合流



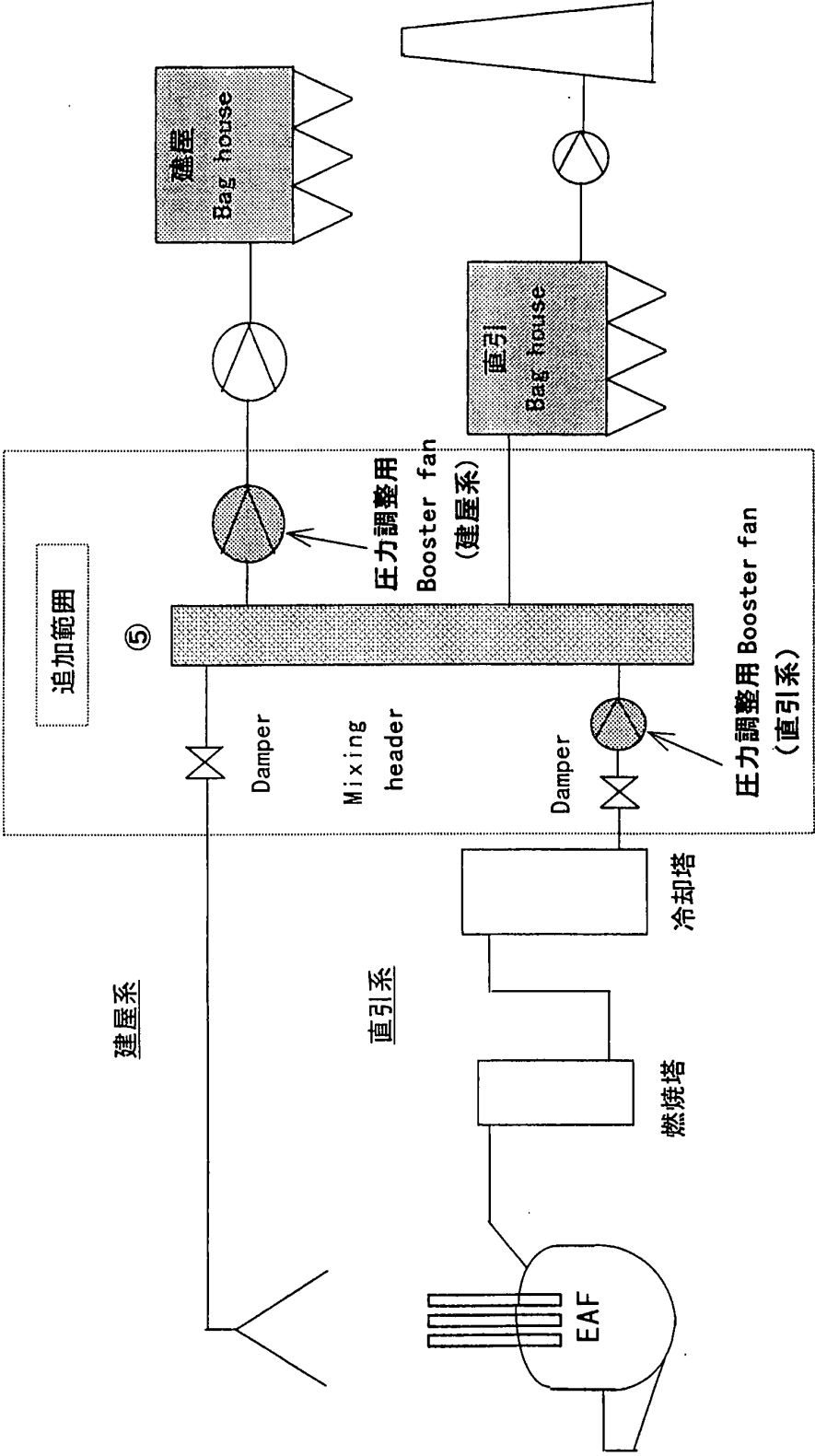
排 gas 低温化



適用事例：直引単独

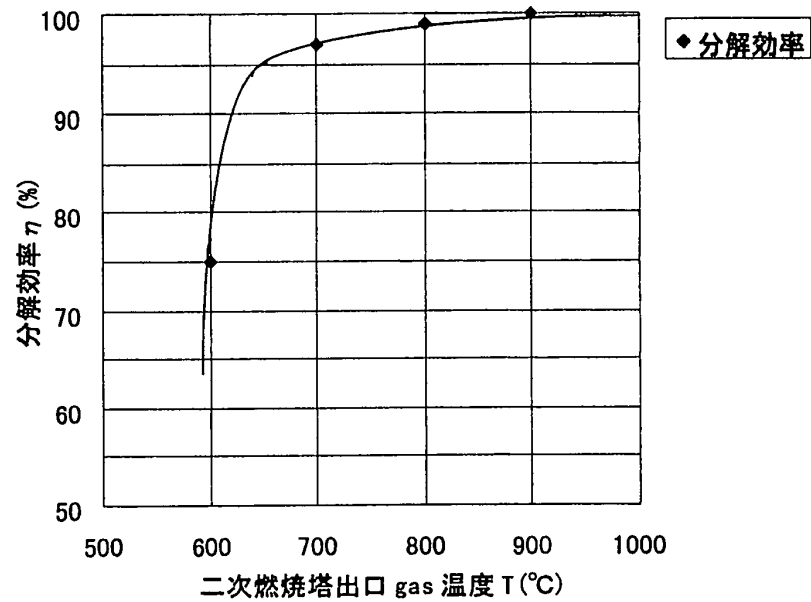


適用事例：建屋合流

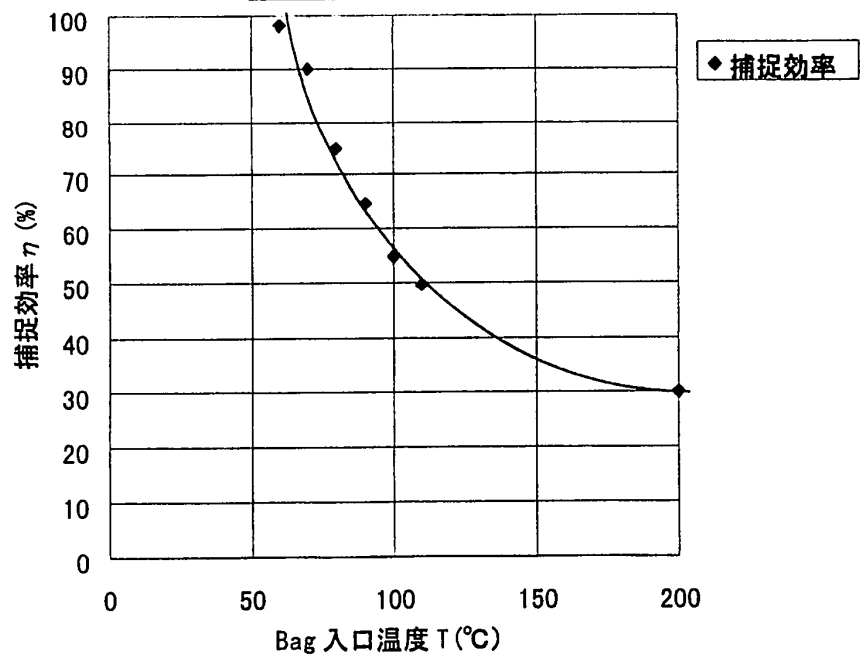


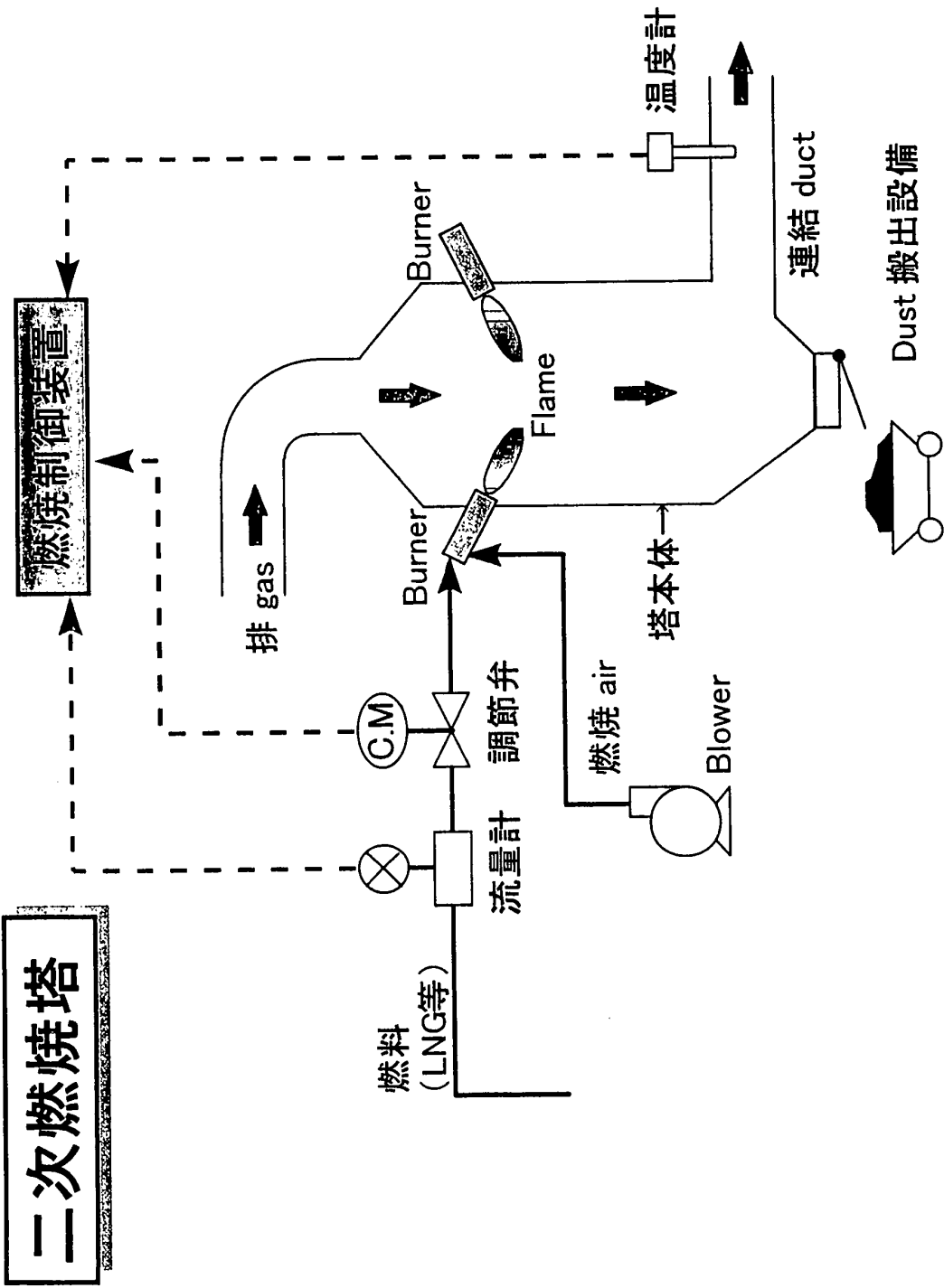
効率 graph

二次燃焼塔のD分解率

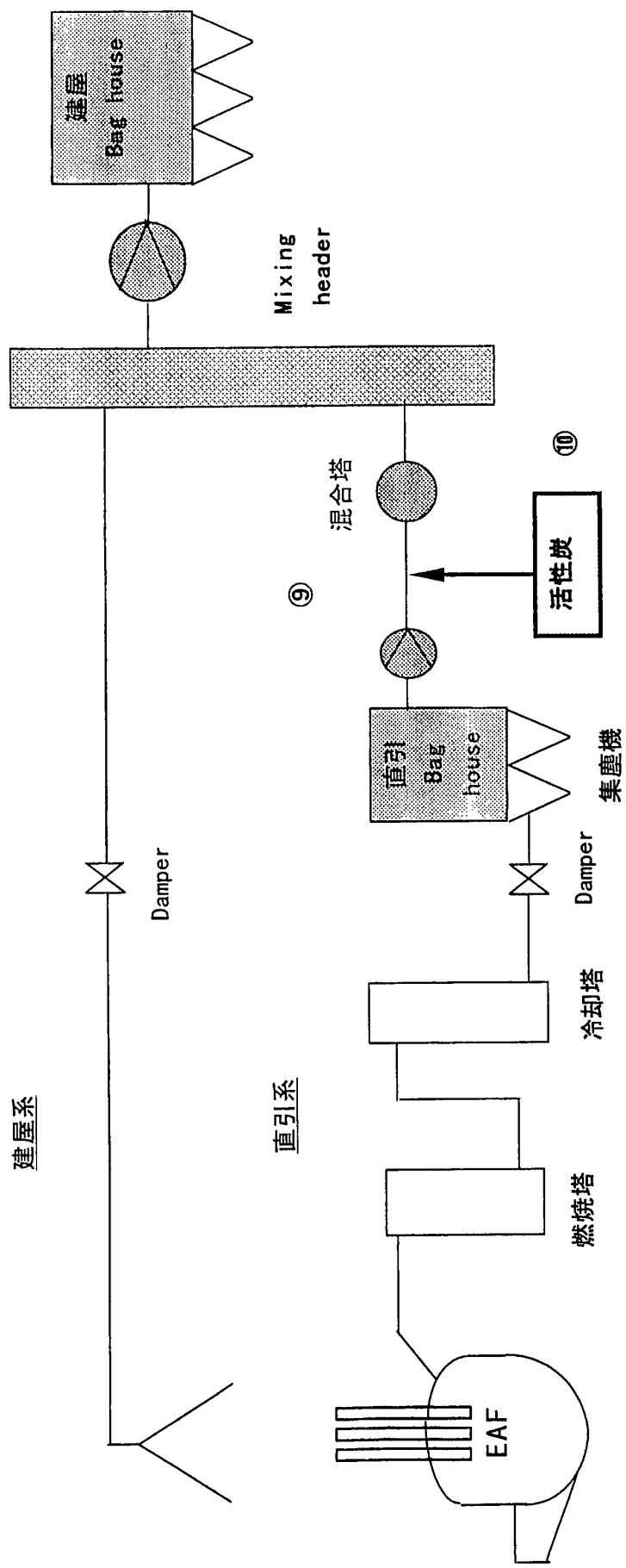


Filter bag でのD捕捉効率

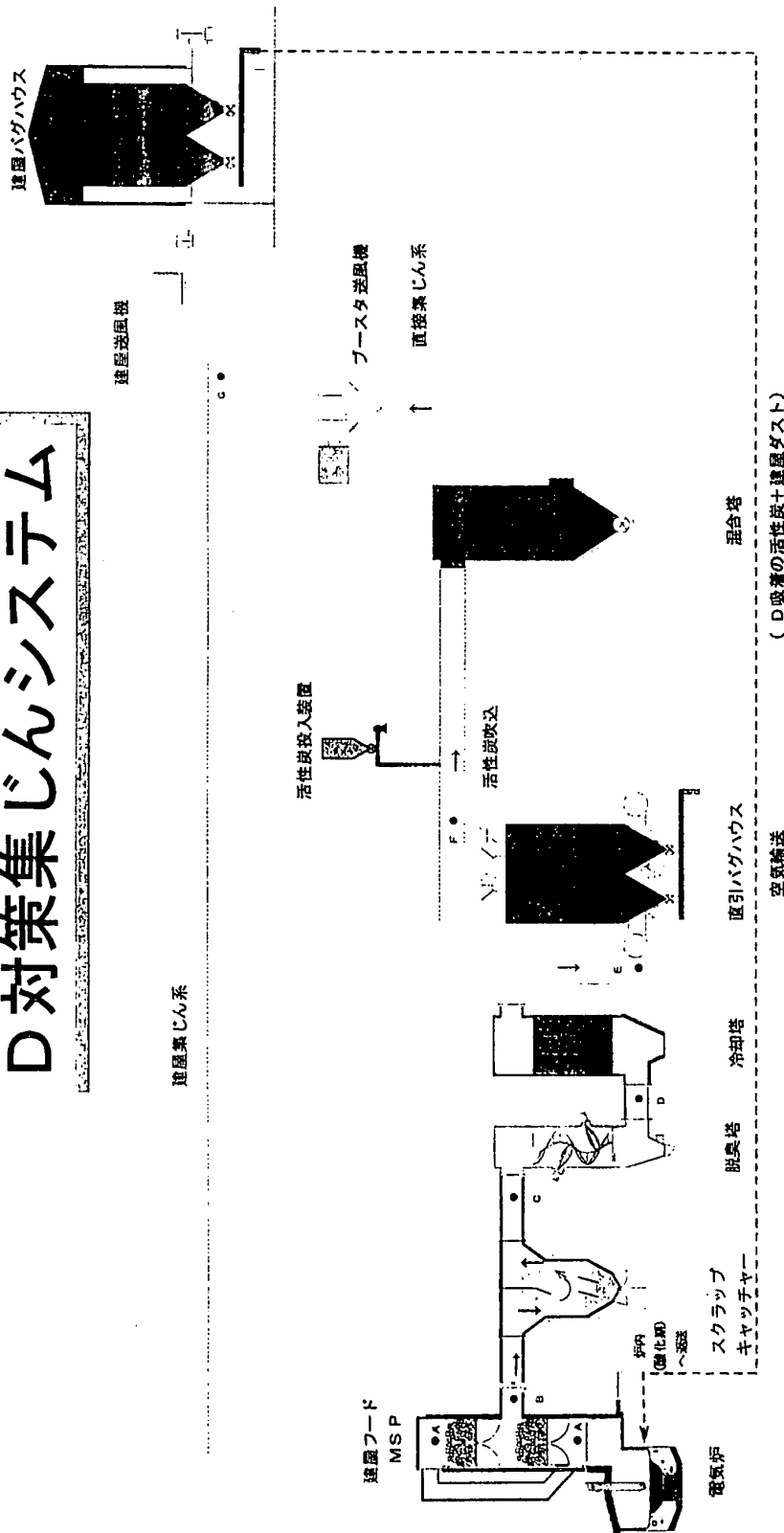




2 段 bag 方式



D対策集じんシステム



排ガス温度

	A	B	C	D	E	F	G
予熱あり	800~1200℃	250~400℃	180℃	250℃	180℃	120℃	80℃
予熱なし	800~1200℃	500~700℃	280℃	350℃	240℃	150℃	70℃

↑ 活性炭投入温度
150℃以下とする

* システムの特徴 *

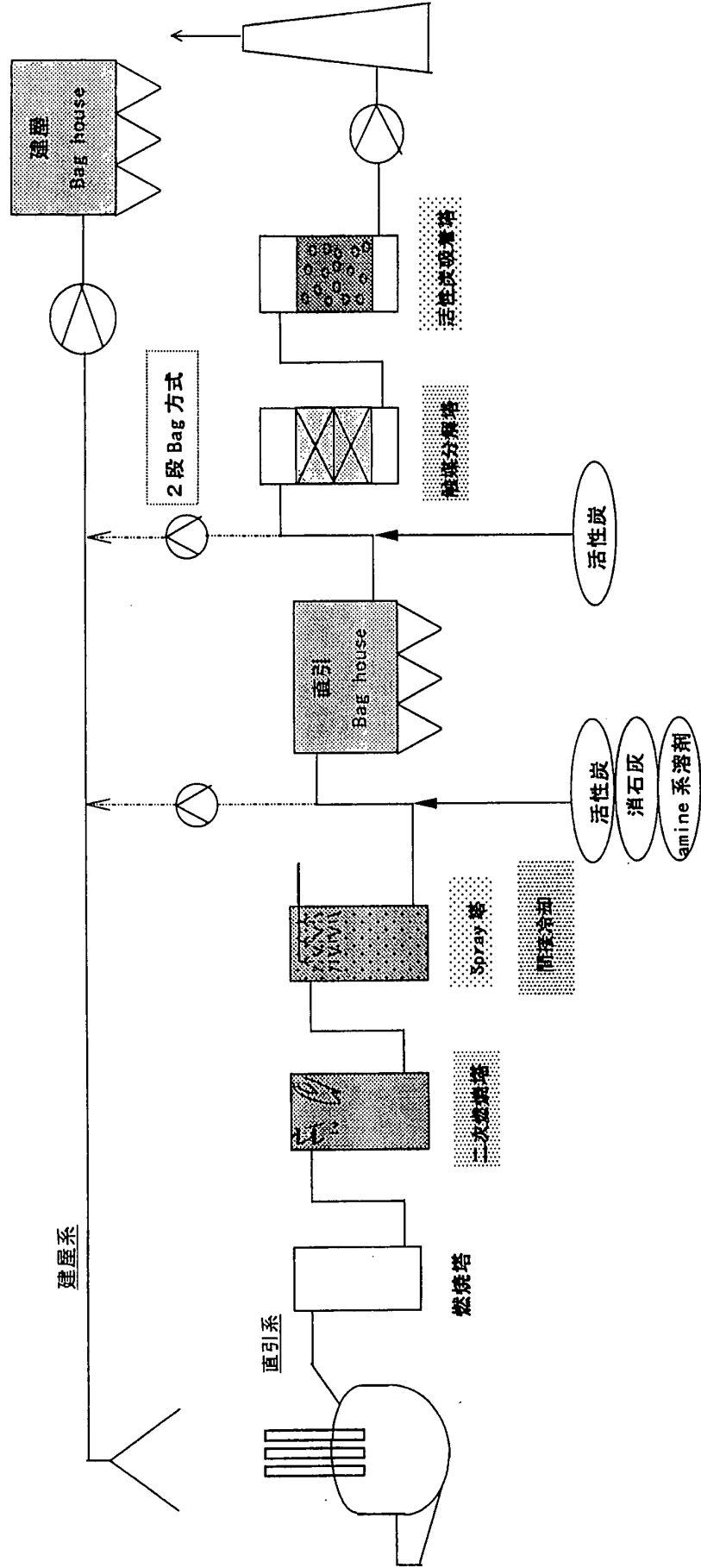
設備がコンパクトで大幅な改造なしに対応可能

* 到達性能 *

0.1g-100g/m³ 以下

 **Daido Steel Co., Ltd.**

その他の低減技術



Dioxin 類対策設備に係る税制優遇措置

対象設備	①	ばい煙処理装置
	②	燃焼分解装置 (800℃以上)
	③	触媒分解装置
	④	廃 gas 冷却装置 (200℃以下)
優遇措置	国税	特別償却率 初年度 16%
		固定資産税 課税対象額の 1/6 減免
	地方税	特別土地保有税 非課税
		事業所税 課税対象額の 3/4 控除

附錄三：日本鐵鋼聯盟對電爐戴奧辛對策技術調查
團－詢問事項答覆(中譯本)

附錄三

日本鐵鋼聯盟對國內電爐戴奧辛對策技術調查團

- 詢問事項答覆 -

問題一、日本的戴奧辛類對策的管制目標、策略及實施計劃是如何？

答：(一)於 1997 年的大氣污染防制法修正中規範：

1. 將戴奧辛類指定為有害大氣污染物質之中的「指定物質」。
2. 將製鋼用電爐及廢棄物焚化爐指定為戴奧辛排出設備。
3. 制訂管制基準。
4. 1997 年 10 月要求訂定電爐的戴奧辛類自主管理計劃(日本鐵鋼聯盟於 1998 年 2 月訂定→至 1999 年度底為止的 3 年，仍然在繼續中，自主管理目標值為 10ng-TEQ/m³N)。

(二) 1999 年 3 月訂定「戴奧辛類對策促進基本指針」。

至 2003 年 3 月底為止，全國的戴奧辛類的排出總量，與 1997 年相比，約削減 90%，以此做為目標。

(三) 1999 年 7 月公佈「戴奧辛類對策特別措施法」。

1. 排出基準的設定與遵守。
2. 國家制訂基本的、綜合的政策，並且制訂實施→削減計劃。
3. 地方自治體實施每一區域的政策。
4. 企業主應每一年進行測定一次，並提出報告。

(四) 2000 年 9 月公佈根據「戴奧辛類對策特別措施法」的「戴奧辛類削減計劃」。

於 2003 年 3 月底時的戴奧辛類總排出目標量為其內容。

(五)對於日本的戴奧辛類的當前的管制目標在於達成此削減計劃，關於此以後的計劃，於現時點則尚屬未定。

問題二、對日本的鋼鐵工廠(電爐)的戴奧辛類排出基準設定的根據為何？

答：(一)對電爐的戴奧辛類排出基準，於 1997 年 8 月修正的的大氣污染

防制法施行令中規定：自 2001 年 1 月 14 日以前為 80ng-TEQ/m³N，2002 年 11 月 30 日以前為 20 ng-TEQ/m³N，其後將成為 5 ng-TEQ/m³N；至於新設置的電爐，對 1997 年 12 月 2 日以後設置者設定其排出基準為 0.5ng-TEQ/Nm³。(皆是僅以 PCDD 及 PCDF 為對象，Co-PCB 為管制對象外的物質)

(二)此等基準值的設定，是由當時的環境廳檢討後決定，其檢討過程及基準值設定的根據並未被公開。

(三)1999 年 5 月，於日本的當前的容許一日攝取量為 4pg-TEQ/kg/天，此事已於戴奧辛類對策關係閣僚會議中獲得承認，翌月即公佈「戴奧辛類對策特別措施法」。於此特別措施法，已將 Co-PCB 加入以往的 PCDD 及 PCDF，做為戴奧辛類的定義。至於 TEQ 換算，規定使用 WHO-1998。

(四)於特別措施法，對於大氣污染防制法的現存的電爐至 2002 年 11 月 30 日為止的管制值 80 ng-TEQ/Nm³，是以 2001 年 1 月 14 日為分界點，重新設定自 2001 年 1 月 15 日起至 2002 年 11 月 30 日為止的期間，而新訂定 20 ng-TEQ/Nm³ 的管制值。雖然其他的管制值並未由大氣污染防制法變更，但藉由增加 Co-PCB，實質上已強化管制。

問題三、鋼鐵工廠(電爐業)於戴奧辛類測定上，所採用的監測方式及測定頻度是如何？

答：(一)關於戴奧辛類的測定，對於廢氣係依據日本工業規格(JIS K 0311)，對於廢水係依據 JIS K 0312 進行測定，於戴奧辛類對策特別措施法施行細則中已有規定。

(二)關於測定頻度，依政令對該設備的設置者義務規定每年應測定一次以上。

(三)實際的測定幾乎都是委託專業的測定分析公司，目前被認為尚無自行進行測定分析的電爐公司。

(四)此外，依據計量法的修正，對進行測定分析的事業主，自 2002

年4月起僅對於通過遵從ISO/IEC 17025的認定基準者才能發給計量證明。

問題四、為了達成現行戴奧辛類排出基準(20ng-TEQ/Nm³)及新設置電爐的排出基準(0.5 ng-TEQ/Nm³)，業界所做的努力或施策(例如排出源對策、排出管理技術、環境管理等)又是如何？

答：(一)鋼鐵聯盟於1998年2月以具有製鋼用電爐的會員公司為對象，制訂與戴奧辛類削減有關的「自主管理計劃」，自1998年4月起至2000年3月底為止的2年期間中，實施削減對策。其中，可列舉出以下4點做為具體的削減對策，事業所再由其中選擇認為適當的削減對策，予以實施。

①原料資材的選別

②廢氣溫度降低技術的適用

- 利用冷卻塔對廢氣進行急冷理
- 藉由改善集塵系統，使廢氣低溫化。

③ SPF(廢鐵預熱裝置)作業方法的適當的管理

④ Dust 集塵效率的提升

(二)與上述的自主管理計劃並行，於接受國家的補助金下，自1997年4月起至2000年3月為止的3年期間中，實施有關由電爐的戴奧辛類的發生機轉抑制對策的研究，所獲得的資訊是，藉由組合廢氣的二次燃燒及其後的急冷，即可能將電爐廢氣中的戴奧辛類濃度減少至1ng-TEQ/Nm³以下。

(三)自主管理計劃於2000年3月修訂，重新至2002年3月為止將由全部電爐的廢氣中戴奧辛濃度降至管制值以下當做目標，同時採用上述的研究成果，於抑制對策中加入「⑤利用二次燃燒，以促進分解」。

問題五、為了鋼鐵業的戴奧辛類排出管理，政府或地方自治體所採取的經濟的手段或獎勵措施是如何呢？

答：政府為了促進具有特定設備的事業主降低戴奧辛類的排出濃度，及抑制排出量的對策的實施，已經在實施「與戴奧辛類排出削減設備有關的稅制優惠措施」。

具體而言，主要使用於戴奧辛類的發生防止或處理之用。當設置①煤煙處理設備②燃燒分解設備③觸媒分解設備④廢氣冷卻設備時，可得到以下的優惠稅制。

(1) 國稅：特別折舊制度

除了普通折舊外，第一年度能享有特別折舊(16%)。

實施額＝取得價額×特別折舊率(16%)×法人稅率(30%)

(2) 地方稅：

① 固定資產稅的課稅標準的特例

課稅對象額成為 1/6。

課稅額＝課稅對象額×1/6×固定資產稅率(1.4%)。

② 特別土地保有稅的課稅標準的特例

當做非課稅處理。

③ 事業所稅的課稅標準的特例

- 以該事業所或該設施設置於指定都市為條件。
- 於指定都市，既有的事業所當地板面積為 1,000m² 以下(員工數 100 以下)時，給予免稅處理，新設置的事業所若地板面積為 2,000m² 以下時，給予免稅處理。
- 關於地板面積，扣除課稅額的 3/4。

課稅額＝該設施事業所的地板面積×600 日圓/m²×(1－3/4)(已設置部份)

新增設事業所建物的地板面積×6,000 日圓/m²×(1－3/4)(新增設部份)

(參考)

表 1 於我國的戴奧辛類的推估年間排出量及削減目標量

(單位：g-TEQ/年)

發生源	1997	1998	1999	削減目標量 (2003 年 3 月)
一般廢棄物焚化設施	5,000 (66.2~68.5)	1,550 (43.4~46.8)	1,350 (47.9~51.5)	310 (34.8~36.8)
產業廢棄物焚化設施	1,500 (19.9~20.5)	1,100 (30.8~33.2)	690 (24.5~26.3)	200 (22.4~23.7)
小型廢棄物焚化爐	340~591 (4.5~8.1)	340~591 (9.5~17.9)	279~481 (9.9~18.4)	66~112 (7.4~13.3)
製鋼用電爐	228.5 (3.0~3.1)	139.9 (3.9~4.2)	141.5 (5.0~5.4)	130.3 (14.6~15.5)
鋼鐵業燒結工程	135 (1.8~1.8)	113.8 (3.2~3.4)	101.3 (3.6~3.9)	93.2 (10.5~11.1)
鉛回收業	42.3 (0.6~0.6)	20.4 (0.6~0.6)	18.4 (0.7~0.7)	13.8 (1.5~1.6)
鋁合金製造業	21.3 (0.3~0.3)	19.4 (0.5~0.6)	13.6 (0.5~0.5)	11.8 (1.3~1.4)
其他產業系業種	26.7 (0.4~0.4)	26.1 (0.7~0.8)	18 (0.6~0.7)	15.1 (1.7~1.8)
其他	3.32~5.92 (0.0~0.1)	3.42~6.12 (0.1~0.2)	3.42~5.12 (0.1~0.2)	3~5 (0.3~0.6)
合 計 (%)	7,300~7,550 (100)	3,310~3,570 (100)	2,620~2,820 (100)	843~891 (100)

註) 數值含 Co-PCB，WHO-1998 換算值

下段的()表示比率(%)。

表 2 於戴奧辛類對策特別措施法的製鋼用電爐的排出管制值

單位：ng-TEQ/Nm³

實施期程	1998/12/1~2001/1/14	2001/1/15~2002/11/30	2002/12/1~
新 設	0.5 (1997.12.2~)		
既 存	80	20	5→

註：數值含 Co-PCB，WHO-1998 換算值。

表 3 電爐戴奧辛自主管理計劃實施結果的彙整

		開始時(1997 年度)	1998 年度	1999 年度
濃度範圍 (ng-TEQ/Nm ³)		0.0063~76.0	0.0010~11.0	0.0000~7.5
平均值 (ng-TEQ/Nm ³)		3.64	1.41	1.25
排放係數值 (ng- TEQ/粗鋼噸)		5.725	3.871	3.978
年間排出量 (g-TEQ/年)		186	114.7	118.9
排出量削減率(%)		—	38	36
濃度範圍別 事業所數	10 以上	7 (9%)	2 (3%)	0 (0%)
	5~10	9 (12%)	6 (8%)	3 (4%)
	5 以下	60 (79%)	68 (89%)	65 (98%)
	合計	76 (100%)	76 (100%)	68 (100%)

註：數值皆為將 Co-PCB 除外的 I-TEF 換算值。

表 4 與戴奧辛類有關的環境基準

介 質	基 準 值	測 定 方 法
空 氣	0.6pg-TEQ/m ³ 以下	對於藉由將已裝填聚氨酯發泡體(polyurethane foam)的採取筒安裝於濾紙後段的空氣採樣器，所採得的試料使用高解析氣相層析質量儀測定的方法。
水 質	1pg-TEQ/L 以下	日本工業規格 K0312 所規定的方法
土 壤	1,000pg-TEQ/g 以下	對含於土壤中的戴奧辛類以 Soxhlet 萃取器進行萃取後，再使用使用高解析氣相層析質量儀測定的方法。
備 考		
1.基準值為換算成 2,3,7,8-四氯化 dibenzo-p-dioxine 的毒性之值。		
2.空氣及水質的基準值為年間平均值。		
3.土壤的情形是，若有達成環境基準，且土壤中的戴奧辛類的量為 250pg-TEQ/g 以上時，應實施必要的調查。		