

5.2.4 化学工場 (A)

(1) プロセス用ボイラ (DおよびE)

1) 施設の仕様

形式	水管式
能力	5 ton/hr (No.Dボイラ)、15 ton/hr (No.Eボイラ)
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	1,600 ^W × 2,200 ^D × 1,400 ^H (No.Dボイラ) 2,300 ^W × 3,200 ^D × 2,100 ^H (No.Eボイラ)
バーナの基数及び配置	1本 (No.D & Eボイラ)
炉内圧力	+60mmH ₂ O (No.Dボイラ) +20mmH ₂ O (No.Eボイラ)
付属施設	なし

2) バーナ仕様

形式	ランス式ガスバーナ
燃料の種類	天然ガス
燃焼量	天然ガス： 750 Nm ³ /hr (No.Dボイラ) 1,500 Nm ³ /hr (No.Eボイラ)
燃料の圧力	天然ガス： 1 kg/cm ² g (No.D & Eボイラ)

3) 排ガス分析データ

i) No.Dボイラ

(煙突サンプリングデータ) 17:00 / 負荷は定格の約60%

NO _x (ppm)*	24	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.0015
O ₂ (%)	0.9	排ガス温度 (°C)	267
CO (%)	0.70	燃焼室出口O ₂ (%)	0.9
CO ₂ (%)	10.9		

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.28
SO ₂ **	—
煤塵	0.0069

ii) No.Eボイラ

(煙突サンプリングデータ) 13:00 / 負荷は定格の約67%

NO _x (ppm)*	62	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.0009
O ₂ (%)	4.1	排ガス温度 (°C)	253
CO (%)	<0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	4.1
CO ₂ (%)	9.3		

定格燃焼時のNO_x は 67ppm (2.7kg/hr) と推定 * 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	1.7
SO ₂ **	—
煤塵	0.011

4) 所見

この工場は、石鹼を製造している工場である。この工場の燃焼設備の燃料は、すべて天然ガスであり、他の熱媒体ボイラやドライヤと比較して、これらのボイラの方が燃料消費量がかかなり多い。ボイラは5基あり、石鹼製造の過程での加熱等に使用されている。診断調査では、5 ton/hrと15 ton/hrボイラの2缶について排ガス分析を行った。

5 ton/hrボイラ (No.Dボイラ) では NO_x濃度は24 ppmと非常に低いが、これはO₂ が 0.9%と低く、COの発生が7,000 ppm とかなり多いことが原因と考えられる。つまり、ボイラの燃焼管理が十分行われていないことを示している。これらのボイラはすべて自動化されており、必要に応じて自動的に負荷が変動する。天然ガス燃焼のボイラであり、燃焼管理の不十分である以外、特に大きな問題はない。

5) 対 策

適正な空気比で運転するため、定期的にポータブルO₂計を用いて燃焼管理する。現在、天然ガスを使用しており、NOx濃度は満足すべき状況にあるのでテレメータの設置の必要性はないものと考えられる。

6) 費 用

ポータブルO₂計 1式 US\$ 2,400

ただし、他の設備と共通に使用するものとする。

(注) 上記の費用には、関税、通関費用、国内輸送費等は含まない。

7) 削 減 率

NOx はやや低減。

PMは低空気比燃焼によりやや増加傾向を示すが、現状は0に近いのでほとんど問題はない。

ボイラの燃焼管理が十分行われることによりCOは 100%の低減が見込まれる。

(2) 熱媒体ボイラ (No.100 およびNo.300)

1) 施設の仕様

形 式	貫流式熱媒体ボイラ (下方だき)
能 力	1×10 ⁶ kcal/hr (No.100 ボイラ) 3×10 ⁶ kcal/hr (No.300 ボイラ)
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	1,100 φ×1,800 ^H (No.100 ボイラ) 1,570 φ×2,695 ^H (No.300 ボイラ)
バーナの基数及び配置	各1本 (No.100 & 300 ボイラ)
炉内圧力	+20mmH ₂ O (No.100 ボイラ) (推定値) +20mmH ₂ O (No.300 ボイラ) (推定値)
付属施設	なし

2) バーナ仕様

形 式	ノズルミクス方式ガスバーナ
燃料の種類	天然ガス
燃 焼 量	天然ガス : 105 Nm ³ /hr (No.100 ボイラ) 313 Nm ³ /hr (No.300 ボイラ)
燃料の圧力	天然ガス : 200 mmH ₂ O (No.100 & 300 ボイラ)

3) 排ガス分析データ

i) No.100 ボイラ

(煙突サンプリングデータ) 14:00 / 負荷は定格の約 100%

NO _x (ppm)*	68	煤 塵 濃 度 (g/Nm ³)	<0.0004
O ₂ (%)	4.9	排ガス温度 (°C)	198
CO (%)	<0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	7.3		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.20
SO ₂ **	-
煤 塵	< 0.0006

* 酸素濃度5%換算値

林 燃料分析値からの計算値

ii) No.300 ボイラ

(煙突サンプリングデータ) 12:00 / 負荷は定格の約 100%

NO _x (ppm)*	112	煤塵濃度 (g/Nm ³)	<0.0004
O ₂ (%)	7.8	排ガス温度 (°C)	170
CO (%)	<0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	7.1		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.70
SO ₂ **	-
煤塵	< 0.0015

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

4) 所 見

熱媒ボイラは5基あり、石鹼製造の過程での加熱に使用されている。診断調査では 100万kcal/hrと 300万kcal/hrボイラの2缶について排ガス分析を行った。この熱媒体ボイラは、管の中を熱媒体が流れ、この管壁を通してガス燃焼の熱がこの熱媒に伝えられるようになっている。熱媒体は約 245°Cでボイラ in-put され、約 265°Cでout-put される。管はコイル状になって燃焼室壁を形成している。

また、熱媒体ボイラの燃焼室は縦形になっており、ガスバーナはこの縦形燃焼室の上方に取り付けられ、上から下に向かって火炎が形成されている。しかし、燃焼ガスはそのまま下方から排出されず、燃焼室内で形成された火炎の外周を逆流して上方より（リバース燃焼）対流伝熱部に入り、十分温度を下げて煙突から排出される。

この熱媒体ボイラ2缶についての分析結果は、ガス燃焼ということもあって特に問題とするところはないが、No.300 ボイラにおいては排ガス中のO₂ が 7.8%と高く、省エネルギーのためにも燃焼管理を十分行う必要がある。

5) 対 策

適正な空気比で運転するため、定期的にポータブルO₂ 計を用いて燃焼管理する。

6) 費 用

(1) 参照

7) 削減率

NO_x はやや低減。

PMは低空気比燃焼によりやや増加傾向を示すが、現状は0に近いのでほとんど問題はない。

(3) ドライヤ (No.1およびNo.2)

1) 施設の仕様

形 式	スプレードライヤ式
能 力	10 ton/hr (No.1 ドライヤ) 15 ton/hr (No.2 ドライヤ)
通風方式	平衡通風
炉の構造及び寸法 (熱風発生炉)	縦型二重円筒 2.080 φ×5,400 ¹¹ (No.1、No.2 ドライヤ)
炉内圧力	0mmH ₂ O (No.1、No.2熱風発生炉) (推定値)
付属施設	マルチサイクロン (付属設備というより製品回収のための主設備)

2) バーナ仕様

形 式	一部予混合式ガスバーナ
燃料の種類	天然ガス
燃 焼 量	天然ガス： 350Nm ³ /hr (No.1熱風発生炉) 365Nm ³ /hr (No.2熱風発生炉)
燃料の圧力	天然ガス： 5.000mmH ₂ O (No.1 & 2熱風発生炉)

3) 排ガス分析データ

i) No.1 熱風発生炉

(煙突サンプリングデータ) 14:00 / 負荷は定格の約85%

NO _x (ppm)*	100	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.027
O ₂ (%)	18.6	排ガス温度 (°C)	116
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	—
CO ₂ (%)	1.3		

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	1.6
SO ₂ **	—
煤塵	1.4

ii) No.2 熱風発生炉

(煙突サンプリングデータ) 13:00 / 負荷は定格の約 100%

NO _x (ppm)*	87	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.043
O ₂ (%)	18.8	排ガス温度 (°C)	82
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	—
CO ₂ (%)	0.8		

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	1.6
SO ₂ **	—
煤塵	2.7

4) 所 見

ドライヤは3基あり、石鹼製造のメインプラントである。診断調査では、このドライヤの煙突から白煙や白い固形物が排出されるのが目視された。実際に煤塵量を分析してみると、27と43mg/Nm³とで煤塵濃度としては見た目より低い値である。粉石鹼の粉末は比重が軽く、重量法による計量では数値的に低いものと考えられるが、目視されたものと思われる。しかし、排ガス量が多いため、総量としての煤塵量は 1.4~ 2.7kg/hrと他の装置に比べて比較的が多い方である。

このドライヤは、スプレ式ドライヤと呼ばれているタイプで、35%の水分を持ったスラリー状の粉石鹼原料が乾燥室の上部より40kg/cm²の圧力で20本のノズルよりスプレされる。そのスラリーのスプレと同時に、175 °C (No.2 熱風発生炉) あるいは 345°C (No.1 熱風発生炉) の熱ガスが乾燥室の中へ導入され、これらの熱風がスラリーの水分を蒸発させる。スラリーは小さな水滴あるいは霧状になっているので表面積は大きく、従って乾燥時間は短い。乾燥室空間で乾燥したスラリーは粉末状になって 100°C前後の温度に下がった熱風排ガスに伴ってマルチサイクロンに入り、固体とガス体の分離が行われる構造になっている。

5) 対 策

i) バグフィルタの設置

ii) 適正な空気比で運転するため、定期的にポータブルO₂ 計を用いて燃焼管理する。

6) 集じん装置の設置費 (1基分)

粉せっけん乾燥機の排ガスダクトにバグフィルタを設置する。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	8,500
(b) バグフィルタ	1式	230,800
(c) 送風機	1式	36,200
(d) 現地工事立会費	1式	7,700
(e) 試運転立会費	1式	7,700
(f) 旅費交通費	1式	12,700
(g) Unexpected expenses (上記の5%)		15,200
小 計		318,800

ii) Local Portion

		(US\$)
(h)	ダクト製作費	1式 57,700
(i)	基礎工事費	1式 600
(j)	設置工事費	1式 6,200
(k)	試運転調整	1式 800
(l)	工事用車両	1式 3,100
(m)	関税その他の税	1式 75,000
(n)	I V A (m を除く15%)	10,260
小 計		153,660
合 計		US\$ 472,460

ただし、集じん機は輸送時の荷姿により輸送費が異なるので、輸送費および通関諸費用は含まない。No.1、No.3のドライヤについてもそれぞれ同額の費用2基分 (US\$944,920) が見込まれる。

7) 削減率

NOx はやや低減

PMは90%低減

(4) 対策のまとめ

表5.2.4 に対策のまとめを示す。

表 5.2.4 化学工場 (A) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案
燃 料 種 別		天然ガス	天然ガス
燃 料 消 費 量	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	77.28	77.28
排 出 量 (ton/年)	NOx	161.7	145~153
	PM	62.8	7.1
削 減 率 (%)	NOx	—	やや低減 (5~10%)
	PM	—	90%
装 置 費 (1,000US\$)			1,419.78 [#]
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)			
装置償却費 (15年償却)			94.7
金 利 (初年度-5年度8%)			113.6
メンテナンス費 (5%)			71.0
天然ガス		6,440.0	6,440.0
計 (1,000US\$)		6,440.0	6,719.3

(注) バグフィルタ3基分 (ドライヤ用) およびO₂ 計

5.2.5 化学工場 (B)

(1) プロセス用ボイラ (No.1)

1) 施設の仕様

形式	炉筒煙管式
能力	2.6ton/hr
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	572 φ×4.242 ^L
バーナの基数及び配置	1基 (重油バーナ)
炉内圧力	不明
付属施設	なし

2) バーナ仕様

形式	空気圧霧化式
燃料の種類	重油
燃 焼 量	149 Q /hr (推定値)
燃料の圧力	0.8 kg/cm ² g
噴霧蒸気圧力	2.0 kg/cm ² g

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 15:00 / 負荷は定格の約80%

NO _x (ppm)*	252	煤 塵 濃 度 (g/Nm ³)	-
O ₂ (%)	4.2	排ガス温度 (°C)	215
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	11.5		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	1.1
SO ₂ **	6.6
煤 塵	0.88

定格時の NO_xは300ppm (1.3kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

4) 所 見

主として反応釜の加熱用の炉筒煙管ボイラで、ドレン回収を行なっている。メキシコにおいて最も普及していると思われる CLEAVER BROOKS 社製のものである。調査時点での負荷は軽く50%程度であったが、これは操業率が落ちているためで操業率が上がると負荷率も向上するとのことであった。バーナは空気霧化式の重油バーナを採用して排ガス中のO₂は7.6~7.8%と高い。目視による観察では燃焼性は良い方であるが、煙突から時折薄い煙が見られ、NO_xはO₂5%換算値で252ppmであった。燃焼室負荷は軽いが燃焼室断面負荷は1,430,000kcal/hrと最近の低NO_xボイラと比較すると高く、細く長い燃焼室を構成している。低NO_x化のためには空気比の低減、燃料中のN分の低減、排ガス再循環、二段燃焼タイプまたは自己再循環タイプの低NO_xバーナの使用が考えられる。加熱効率的には排気ガスを4パスとしたコンパクト設計となっており、80%負荷時の飽和蒸気温度と排気温度との差は約40°Cである。これ以上の省エネルギー化にはエアヒータの設置が必要になるが、現状の高S分を含む重油では低温腐食対策も必要となるため、この程度の規模のボイラではあまり得策とは言えない。燃料コストの安いメキシコでこれ以上の省エネルギー化によって、省エネルギー投資の資本回収を行なうにはかなり困難が予想されるため、ほぼバランスの良い設計であると考えられる。対策としては、低NO_xバーナの採用が考えられるが、この種のバーナとボイラ本体とが一体化したタイプのものでは、実装上ボイラメーカーとの共同による開発が不可欠である。

5) 対 策

i) 燃焼装置の改造

- (a) 燃焼管理
- (b) 排ガス再循環

ii) 燃料の転換

Deiselまたは天然ガスへ燃料転換

6) 燃焼装置の改造費用

排ガス再循環およびDieselへの燃料転換のための改造を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	3,900
(b) 排ガス再循環ファン	1式	9,300
(c) 燃料ポンプ (含付属品)	1式	3,100
(d) 梱包輸送費	1式	1,700
(e) 旅費・交通費	1式	3,900
(f) Unexpected expenses (上記の5%)		1,100
小 計		23,000

ii) Local Portion

		(US\$)
(g) ウィンドボックス改造工事	1式	7,700
(h) 現場立会費	1式	1,100
(i) 試運転立会費	1式	800
(j) 関税その他税金	1式	3,920
(k) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式	810
(l) IVA (j+k を除く15%)		1,440
小 計		15,770

合 計 US\$ 38,770

7) 削減率

NO _x	25%
SO ₂	82%
PM	20%

(2) 石油加熱炉

1) 施設の仕様

形 式	貫流式
通風方式	自然通風
炉の構造及び寸法	400 ^W × 1,710 ^D × 230 ^H
バーナの基数及び配置	1基 (油バーナ)
炉内圧力	大気圧
付属施設	なし

- 2) バーナ仕様
 形式 油圧力霧化式
 燃料の種類 Diesel
 燃 焼 量 8.3 Q /hr
 燃料の圧力 不明

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 13:00 / 負荷は定格の約70%

NO _x (ppm)*	34	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.033
O ₂ (%)	10.3	排ガス温度 (°C)	370
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	7.6		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.01
SO ₂ **	0.13
煤塵	0.0036

定格時の NO_xは48ppm (0.02kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

4) 所 見

石油の入ったチューブをレンガ積みの炉の中で加熱している貫流タイプの石油加熱炉で、圧力噴霧式のバーナで、自然通風の燃焼室に噴霧している。噴霧はわるく炉床に衝突させて燃焼を継続しているが、燃焼性の悪さがかえって NO_xの発生を抑えている。目視では煙突から薄煙が見られる。過剰空気も多く効率面で改善の余地があるので炉の改修が望まれる。

5) 対 策

炉の改修が望ましいが、燃料にDieselを使用し、しかも燃焼量が 8.3Q /hrと少ないため、特に対策の必要はないと考えられるがバーナノズルの改良が望まれる。

6) 費 用

バーナノズル US\$ 2,000
 関税・通関費・国内輸送費・取付費用は含まない。

(3) 対策のまとめ

表5.2.5 に対策のまとめを示す。

表 5.2.5 化学工場 (B) の対策のまとめ

		現 況		対 策 案	
燃 料 種 別		重 油	89.4%	Diesel	100%
		Diesel	10.6%		
燃 料 消 費 量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	0.6768		-	
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	0.0804		0.7572	
排 出 量 (ton/年)	NO _x	6.4		4.8	
	SO ₂	42.2		7.6	
	PM	5.1		4.1	
削 減 率 (%)	NO _x			25 %	
	SO ₂			82 %	
	PM			20 %	
装 置 費 (1,000US\$)				40.77 ^注	
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却)				2.7	
金利 (初年度-5年度8%)				3.3	
メンテナンス費 (5%)				2.0	
重 油		52.5		-	
Diesel		16.5		155.8	
計 (1,000US\$)		69.0		163.8	

(注) 排ガス再循環とディーゼルへの燃料変更のための改造 (ボイラNo.1) および石油加熱炉のバーナノズル交換

5.2.6 化学工場 (C)

(1) プロセス用ボイラ (No.1)

1) 施設の仕様

形式	炉筒煙管式
能力	2.4ton/hr
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	610 φ×3.454 ^L
バーナの基数及び配置	1基 (天然ガスバーナ)
付属施設	なし

2) バーナ仕様

形式	コーンミックス
燃料の種類	天然ガス
燃焼量	168 m ³ /hr
燃料の圧力	3.2 / 0.027 kg/cm ² g

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 14:45 / 負荷は定格の35~40%

NO _x (ppm)*	66	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.0075
O ₂ (%)	10.8	排ガス温度 (°C)	164
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	—
CO ₂ (%)	5.3		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.04
SO ₂ **	—
煤塵	0.0037

定格時の NO_xは155ppm (0.09kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

4) 所見

樹脂塗料の工場で、ボイラの蒸気は樹脂の加熱に用いられドレンは回収されている。当該ボイラと並んで設置された1.6ton/hrのボイラとが自動台数制御運転されているため、燃焼量の変動が大きく、マニュアルで燃焼量が固定できないとのことであった。運転は月曜日6:00~金曜日22:00まで1日24時間運転で1週間に116時間運転されている。メンテナンス会社とメンテナンス契約を結びガスクロによるO₂、H₂、CO₂、CO等の分析をしているが調整の基準は不明であった。

ボイラのメーカーはClever Brooks社で、天然ガスバーナはコーンミックスタイプが使用されている。燃焼室負荷および燃焼室断面負荷ともに高く、NO_x制御上厳しい条件下にあるが、計測時のNO_x濃度は低い。ただし、計測時の負荷が軽くO₂が7.5~11.8%と空気比が非常に高い点のデータであり、容量制御によって燃料制御弁が絶えず上下している。Clever Brooks社のボイラの燃焼器はカムを用いて各燃焼量で自由に空気比を調整できる機構を備えているため、この種の工場ではせめてO₂メータ位は常備し、日頃から各燃焼量に応じて適正なO₂に調整しておく心構えが欲しい。NO_x発生総量およびNO_x発生濃度が低いため、NO_x対策不要とした。

一方、当工場では塗料の製造工程から溶剤の漏出があり製品の約2%に相当する300Q/月が無対策で大気中に放出されている。工場側では第1段階の対策として、作業環境改善のため換気用ダクトを取付け、第2段階として、製造工程の漏出量を削減する装置の導入を計画中である。光化学スモッグの原因物質であるHCの削減は、重要な対策であるので早急な計画の実行が望まれる。

(2) プロセス用ボイラ (No.2)

1) 施設の仕様

形式	炉筒煙管式
能力	1.7ton/hr
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	508 φ×2.000 ^L
バーナの基数及び配置	1基 (天然ガスバーナ)
炉内圧力	不明
付属施設	なし

- 2) バーナ仕様
- | | |
|-------|-------------------------------|
| 形式 | コーンミックス |
| 燃料の種類 | 天然ガス |
| 燃焼量 | 112 m ³ /hr |
| 燃料の圧力 | 3.2 kg/cm ² g (一次) |

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 15:45 / 負荷は定格の約40%

NO _x (ppm)*	51	煤塵濃度 (g/Nm ³)	<0.0009
O ₂ (%)	7.1	排ガス温度 (°C)	154
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	7.2		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.02
SO ₂ **	-
煤塵	<0.0002

定格時の NO_xは120ppm (0.05kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

4) 所見

No.1 ボイラーと同じ。

(3) 対策、費用、効果

1) 対策

i) ボイラの対策

適正な空気比で運転するため、定期的にポータブルO₂計を用いて燃焼管理する。

ii) 製造工程からの溶剤の漏出防止および揮発した溶剤の処理

- (a) 製造工程からの溶剤の漏出を防止するため、製造装置を5~7°Cに冷却し漏出量を半減する。この方法は溶剤歩留の改善と製品の品質向上に効果がある。
- (b) 揮発した溶剤の処理をするため、溶剤処理炉を新設する。建屋から溶剤を含む空気を排気ダクトを通じ誘引し、ガスバーナで直接燃焼処理する。なお、処理炉に廃熱ボイラを取り付けたり、触媒酸化法による処理も考えられるが、設備費用や触媒等の運転コストも大となるので、直接燃焼処理による。

2) 費用

i) ボイラ用対策費

ポータブルO₂計 US\$ 2,400

ii) 溶剤の漏出防止対策費用

- (a) 製造装置の冷却については、現在企業側で計画。
- (b) 直接燃焼炉の設置費用 (既存の換気用ダクトを利用する)
天然ガスバーナ、ダクト、焼却炉等 US\$ 113,200

(注) 上記の費用には、関税、通関費用、国内輸送費、建設工事費等は含まない。

3) 予想される削減効果

i) 適性空気比燃焼による

燃料	2% (3%)
NO _x	17% (23%)
PM	やや増加傾向を示すが特に問題はない。

()内は 1.7ton/hrボイラ

ii) 溶剤の漏出防止

- (a) 製造装置の冷却による
HC 約50%
- (b) 直接燃焼処理
HC 約90% (ただし、誘引した含溶剤空気のみ)

(4) 対策のまとめ

表5.2.6 に化学工場（C）の対策のまとめを示す。

表 5.2.6 化学工場（C）の対策のまとめ

		現 況	対 策 案
燃 料 種 別		天 然 ガ ス	天 然 ガ ス
燃 料 消 費 量	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	0.108	0.108
排 出 量 (ton/年)	NO _x	0.032	0.032
	PM	<0.002	<0.002
削 減 率 (%)	NO _x		0 %
	PM		0 %
	HC		90 % ⁽¹⁾
装 置 費 (1,000US\$)			115.60 ⁽²⁾
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)			
装置償却費 (15年償却)			7.7
金 利 (初年度-5年度8%)			9.2
メンテナンス費 (5%)			5.8
天然ガス		9.0	9.0
計 (1,000US\$)		9.0	31.7

(1) ダクトに誘引されたHCに対する削減率

(2) O₂ 計 (ボイラ用) および天然ガスバーナ、ダクト、焼却炉 (溶剤漏出防止用)

5.2.8 化学工場 (E)

- 1) 施設の種類の プロセス用ボイラ (No.1)
- 2) 施設の仕様
- 形式 水管式
 - 能力 7.8ton/hr
 - 通風方式 誘引通風式
 - 炉の寸法 2.600^W × 3.000^D × 2.850^H
 - バーナの基数 2基 (重油バーナ)
 - 炉内圧力 -7~-8mmH₂O
 - 付属施設 なし
- 3) バーナ仕様
- 形式 蒸気圧霧化式
 - 燃料の種類 重油
 - 燃焼量 567 Q /hr (推定値)
 - 燃料の圧力 11.5kg/cm²g
 - 噴霧蒸気圧力 11.5kg/cm²g
- 4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 13:00 / 負荷は定格の約80%

NO _x (ppm)*	168	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.051
O ₂ (%)	7.0	排ガス温度 (°C)	295
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	9.2		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	1.7
SO ₂ **	10
煤塵	0.29

定格時の NO_xは225ppm (2.3 kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

5) 所見

石鹸製造及び食用油精製工場でのプロセス用蒸気発生用ボイラで、ドレインは戻されていない。日曜日の22:00 から次の日曜日の6:00まで1日24時間運転で、152 hr/週運転されている。この1951年設置の誘引ファンを持った築炉形式の水管ボイラーは、燃焼・給水の制御は1日3交替勤務のボイラーマンが行ないマニュアルで運転されている。各工場の製造プロセスの状態により負荷が変わるが、1日単位である程度決まった負荷パターンとなっている。バーナは蒸気圧霧化タイプであり霧化の性能はあまり良くなく、手焼きであることもあって空気比はやや高い。NO_x 値はO₂ 5%換算値で168ppmで NO_x制御をしていないバーナとしてはそれほど高くない。空気比を小にすることによって NO_x低減ができるが、この場合の煤塵への影響については懸念が残る。対策としては現状バーナの噴霧性能に疑問があるため、脱硫重油の使用のみでは不十分であり、低 NO_xバーナの使用も必要と考えられる。

6) 対策

i) 燃焼装置 (ボイラ) の改造

- (a) 排ガス中のO₂ 濃度を監視した低空気比燃焼
- (b) 低NO_x バーナの設置

ii) 燃料の転換

- (a) 脱硫重油供給前は重油50%+Dieselまたは天然ガス50%の混焼
- (b) 将来、脱硫重油が供給されることとなった場合は脱硫重油 100%
- (c) 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

7) 費用

低空気比燃焼および低 NOxバーナの設置と重油+Dieselの混合油を使用するための改造

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	3,900
(b) 低NOxバーナ(5000) 2基	1式	61,600
(c) 燃焼管理機器および電気計装	1式	23,100
(d) 梱包輸送費	1式	10,800
(e) 旅費交通費	1式	3,900
(f) Unexpected expenses (上記の5%)		5,200
小計		108,500

ii) Local Portion

		(US\$)
(g) バーナ撤去、取付工事	1式	1,600
(h) 現地取付立会費	1式	3,100
(i) 試運転立会費	1式	800
(j) 関税その他税金	1式	27,950
(k) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA含む)	1式	2,000
(l) IVA (j+kを除く15%)		830
小計		36,280

合計 US\$ 144,780

8) 対策のまとめ

表 5.2.8に対策のまとめを示す。

表 5.2.8 化学工場 (E) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別 (ボイラNo.1)		重 油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		-	-	-	乳化燃焼
燃料消費量 (工場合計)	重 油 (10 ³ m ³ /年)	1.644	0.822	1.644	1.644
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	1.383	2.205	1.383	1.383
排 出 量 (ton/年)	NO _x	18.2	10.2	13.1	10.2
	SO ₂	126.3	71.4	40.1	40.1
	PM	3.4	2.9	2.9	2.3
削 減 率 (%)	NO _x		44%	28%	44%
	SO ₂		43%	68%	68%
	PM		14%	14%	32%
装 置 費 (1,000US\$)			144.78	114.78	144.78
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却費)			9.7	9.7	9.7
金利 (初年度~5年度8%)			11.6	11.6	11.6
メンテナンス費 (5%)			7.2	7.2	7.2
重 油		127.5	63.7	-	-
Diesel		284.6	453.7	284.6	284.6
脱硫重油		-	-	178.9	-
乳化脱硫重油		-	-	-	218.1
計 (1,000US\$)		412.1	545.9	492.0	531.2

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

5.2.9 石油化学工場 (A)

(1) 発電用ボイラ (No.3)

1) 施設の仕様

形式	水管式
能力	28 ton/hr
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	3.197 ^W × 5.5543 ^D × 5.500 ^H
バーナの基数及び配置	3本 (下 2本、上 1本)
炉内圧力	+19mmH ₂ O
付属施設	空気予熱器 (30→ 220°C)

2) バーナ仕様

形式	ガスと油混焼式	ガス: ランス式	油: Y-jet 式
燃料の種類	重油 (現在は重油のみ燃焼)		
燃焼量	重油: 885 t/hr		
燃料の圧力	重油: 4 kg/cm ² g		
噴霧媒体圧力	蒸気: 8.5 kg/cm ² g		

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 13:30 / 負荷は定格の約86%

NO _x (ppm)*	387	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.078
O ₂ (%)	8.8	排ガス温度 (°C)	210
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	3.3
CO ₂ (%)	9.6		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	15
SO ₂ **	120
煤塵	2.0

定格時のNO_x は390ppm (18kg/hr) と推定 * 酸素濃度5%換算値 ** 燃料分析値からの計算値

4) 所見

28 ton/hrのボイラは自家発電用である。このボイラの NO_x濃度は387ppm (O₂ = 5%換算) と高いが煤塵量は重油燃焼のケースとしては少ない方である。このボイラの幅は約 3.2mと奥行5.54mに比して狭い。3本のバーナは側壁にかたまって配置され (上段1基、下段2基)、対壁に向かって噴射燃焼されるようになっている。噴射された燃料は対壁との直線距離が短いため、高速燃焼による短炎が要求され燃焼室内にバーナ群の合体した火炎群による高負荷燃焼域を形成し、高 NO_x濃度発生域となる。しかも、この高濃度域が屈折して出口方向に向かって流れるため、NO_x 発生のための滞留時間も長くなる。これが NO_x濃度の高い原因と思われる。排ガス分析データによると燃焼室出口O₂ は 3.3%であり、空気予熱器出口では 7.7%となっているが、これにより明らかな空気予熱器のリークが認められる。早急な修理が望まれる。

5) 対策

i) 燃焼装置の改造

- 空気予熱のリーク補修
- 排ガスO₂ 常時監視による低空気比燃焼
- 濃淡燃焼、排ガス再循環

ii) 燃料の転換

- 脱硫重油供給前は、重油50%+天然ガス50%の混焼
- 将来脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油 100%に転換する。
- 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

iii) NO_x、O₂ テレメータ設置による排ガスの常時監視

6) 燃焼装置の改造費

濃淡燃焼、排ガス再循環、低空気比燃焼および空気予熱器の補修を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	15,400
(b) 排ガス再循環ファン	1式	16,200
(c) 燃焼管理機器および電気計装	1式	46,200
(d) 現地工事立会費	1式	7,700
(e) 試運転立会費	1式	5,400
(f) 梱包輸送費	1式	5,400
(g) 旅費交通費	1式	10,400
(h) Unexpected expenses (上記の5%)		5,300
小計		112,000

ii) Local Portion

		(US\$)
(i) ダクト製作工事(保温を含む)	1式	23,000
(j) ダクト、ファン取付工事および電気計装工事費	1式	11,500
(k) 試運転調整	1式	2,300
(l) 関税その他税金	1式	18,000
(m) 倉庫・通関手続・陸送(IVAを含む)	1式	1,300
(n) IVA(1+mを除く15%)		5,520
小計		61,620

合計

US\$ 173,620

(2) 発電用ボイラ (No.4)

1) 施設の仕様

形式	水管式
能力	41 ton/hr
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	4.619 ^W × 5.081 ^D × 5.600 ^H
バーナの基数及び配置	4本
炉内圧力	+80mmH ₂ O
付属施設	空気予熱器 (30→220℃)

2) バーナ仕様

形式	ガスと油混焼式	ガス: ランス式	油: Y-jet 式
燃料の種類	天然ガス (現在は天然ガスのみ燃焼)		
燃焼量	天然ガス: 1.140 Nm ³ /hr/1本		
燃料の圧力	天然ガス: 1 kg/cm ² g		

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 14:30 / 負荷は定格の約78%

NO _x (ppm)*	194	煤塵濃度 (g/Nm ³)	<0.0001
O ₂ (%)	7.4	排ガス温度 (°C)	270
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	5.5
CO ₂ (%)	6.7		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	12
SO ₂ **	-
煤塵	< 0.0035

定格時のNO_x は195ppm (15kg/hr) と推定 * 酸素濃度5%換算値 * 燃料分析値からの計算値

4) 所 見

41 ton/hrのボイラは自家発電用ボイラとしては小さい方のボイラであるが、天然ガス燃焼ボイラとしては NO_xの発生量はかなり多い。これはNo.3重油ボイラと同じ理由で NO_x濃度が高くなっているものと思われる。排ガス分析データをみると、燃焼室出口O₂は5.5%であるが、空気予熱器出口では7.4%と高い。これは明らかにNo.3重油ボイラより少ないが、空気予熱器における空気のもれ込みが考えられる。メンテナンスの充実が望まれる。また、ガス燃焼としては空気比が高すぎるので、さらに低空気比運転を心がけるべきである。

5) 対 策

- i) 燃焼装置の改造
 - (a) 空気予熱器のリーク補修
 - (b) 排ガスO₂ 常時監視による低空気比燃焼
 - (c) 排ガスファン取付けによる排ガス再循環および低 NO_xバーナの設置
- ii) NO_x、SO₂、O₂ テレメータ設置による排ガスの常時監視

6) 燃焼装置 (ボイラ) の改造費

排ガス再循環、低NO_x バーナ、低空気比燃焼のための改造と空気予熱器の補修を行う。

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	15.400
(b) 排ガス再循環ファン	1式	17.000
(c) 低 NO _x バーナ	1式	206.200
(d) 燃焼管理機器および電気計装	1式	54.000
(e) 現場立会工事費	1式	23.100
(f) 試運転立会費	1式	7.700
(g) 梱包輸送費	1式	10.700
(h) 旅費交通費	1式	10.400
(i) Unexpected expenses (上記の5%)		17.200
小 計		361.700

2) Local Portion		(US\$)
(j) バーナおよびダクト撤去工事	1式	1.600
(k) ダクト製作工事 (保温含む)	1式	30.800
(l) バーナ取付工事	1式	2.000
(m) ダクト・ファン取付工事および電気計装工事費	1式	16.900
(n) 試運転調整	1式	2.300
(o) 関税その他税金	1式	82.700
(p) 倉庫・通関手続・陸送 (I V A含む)	1式	1.020
(q) ダクト等輸送費・クレーン車借上	1式	2.000
(r) I V A (o+p を除く15%)		8.340
小 計		147.660
合 計		US\$ 509.360

(3) 煙道排ガステレメータ計測器の設置費

No.1、3ボイラに NOx、O₂ 計、No.4ボイラに、SO₂、NOx、O₂ 計を取付け、テレメータ・システムによる排ガスの常時監視を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	7.700
(b) 計測機器 (SO ₂ 、NOx、O ₂)	3式	128.000
(c) 周辺機器	3式	60.000
(d) データログ	1式	17.900
(e) 現地工事立会費	1式	8.500
(f) 試運転立会費	1式	4.700
(g) 梱包輸送費	1式	38.800
(h) 旅費交通費	1式	12.200
(i) Unexpected expenses (上記の5%)		13.890
小計		291.690

ii) Local Portion

		(US\$)
(j) 資材費	1式	6.300
(k) 調査助手	1式	1.600
(l) 取付工事費	1式	6.500
(m) 試運転調整費	1式	1.900
(n) 工事用車両	1式	3.300
(o) 関税その他の税金	1式	56.210
(p) 倉庫・通関手続・陸送	1式	4.530
(q) IVA (o+pを除く15%)		2.940
小計		83.280

合計 US\$ 374.970

(電話工事費、中央局受信装置は含まない)

(4) 対策のまとめ

表5.2.9 に対策のまとめを示す。

表 5.2.9 石油化学工場 (A) の対策のまとめ
(No. 1 ~ No. 4 ボイラ)

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別 ^注		重 油	重 油 50% 天然ガス 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		—	—	—	乳化燃焼
燃料消費量 (工場合計)	重 油 (10 ³ m ³ /年)	18.0	9.0	18.0	18.0
	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	25.9	35.9	25.9	25.9
排 出 量 (ton/年)	NO _x	248.7	154.7	179.1	139.3
	SO ₂	1.080	540	288	288
	PM	17.5	8.75	14.0	10.5
削 減 率 (%)	NO _x	—	38%	28%	44%
	SO ₂	—	50%	73%	73%
	PM	—	50%	20%	40%
装 置 費 (1,000US\$)	装 置 の 改 善 等		682.98	682.98	682.98
	NO _x 、SO ₂ テレメータ		374.97	374.97	374.97
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却費)			70.5	70.5	70.5
金利 (初年度~5年度8%)			84.6	84.6	84.6
メンテナンス費 (5%)			52.9	52.9	52.9
重 油		1,395.9	698.0	—	—
天然ガス		2,158.3	2,991.6	2,158.3	2,158.3
脱硫重油		—	—	1,959.2	—
乳化脱硫重油		—	—	—	2,387.7
計 (1,000US\$)		3,554.2	3,897.6	4,325.5	4,754.0

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

(注) No.3ボイラの燃料種類。(No.1、No.2、No.4ボイラは現在天然ガスを使用しているので将来もそのままとする。)

5.2.10 石油化学工場 (B)

(1) 発電用ボイラ (No.2)

1) 施設の仕様

形式	水管式
能力	40 ton/hr
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	2,196 ^W × 7,381 ^D × 4,674 ^H
バーナの基数	1本
炉内圧力	+ 200mmH ₂ O
付属施設	空気予熱器 (30→170℃)

2) バーナ仕様

形式	油: Y-jet 式
燃料の種類	重油
燃焼量	重油: 3,400Q /hr
燃料の圧力	重油: 4 kg/cm ² g
噴霧蒸気圧力	蒸気: 6 kg/cm ² g

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 12:30 / 負荷は定格の約65%

NO _x (ppm)*	250	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.037
O ₂ (%)	5.2	排ガス温度 (°C)	217
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	2.9
CO ₂ (%)	11.0		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	19
SO ₂ **	130
煤塵	1.4

定格時のNO_x は275ppm (32kg/hr) と推定 * 酸素濃度5%換算値 ** 燃料分析値からの計算値

4) 所見

ナイロン・ポリエステル等、化学繊維を製造している工場である。このボイラは自家発電用として使用しており、ドラム圧42kg/cm²gで水蒸気の温度は385℃である。この工場を訪問した時の発電量は3,400 kw/hrであった。NO_x 濃度250ppmは、重油燃焼ボイラとしては平均的な値である。煤塵量の37mg/Nm³は、重油燃焼としては低い方である。排ガスO₂ 濃度は燃焼室出口で2.9%とほぼ適正な値で運転されており、燃焼管理も行き届いている。ただ、煙突での排ガス中のO₂ 濃度は5.2%もあるので、空気予熱器 (Recuperator) のリークが考えられる。低温腐食によるものと思われる。

5) 対策

i) 燃焼装置の改造

- (a) 空気予熱器の補修
- (b) 排ガスO₂ 常時監視による低空気比燃焼
- (c) 排ガスファン取付けによる排ガス再循環および低NO_x バーナの設置

ii) 燃料の転換

- (a) 脱硫重油供給前は重油50% Diesel または天然ガス50%の混焼
- (b) 将来脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油100%に転換する。
- (c) 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

iii) NO_x、SO₂ テレメータ設置による排ガスの常時監視

6) 燃焼装置（ボイラ）の改造費

低NOx バーナ、排ガス再循環、低空気比燃焼のための改造および空気を予熱器の補修を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a)	調査設計費	1 式 19,300
(b)	低NOx バーナ	1 式 107,700
(c)	排ガス再循環ファン	1 式 32,300
(d)	燃焼管理機器および電気計装	1 式 46,200
(e)	現地立会工事費	1 式 15,400
(f)	試運転立会費	1 式 7,700
(g)	梱包輸送費	1 式 16,200
(h)	旅費交通費	1 式 12,100
(i)	Unexpected expenses (上記の5%)	12,800
小 計		269,700

ii) Local Portion

		(US\$)
(j)	バーナ撤去工事費	1 式 1,600
(k)	ダクト製作（保温含む）	1 式 27,000
(l)	バーナ・ダクト・ファン取付工事	1 式 5,400
(m)	電気計装等工事費	1 式 15,400
(n)	試運転立会費	1 式 2,300
(o)	関税その他税金	1 式 58,900
(p)	倉庫・通関手続・陸送（IVA 含む）	1 式 6,000
(q)	ダクト等輸送費、クレーン車借上	1 式 2,000
(r)	IVA（o+p を除く15%）	8,000
小 計		126,600
合 計		US\$ 396,300

(注) 診断調査したNo.2ボイラーと同形のものについても、同額の改造費用（US\$396,300）が見込まれる。

(2) プロセス用ボイラ（No.3）

1) 施設の仕様

形 式	水管式
能 力	13 ton/hr
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	1.767 ^W × 4.627 ^D × 2.400 ^H
バーナの基数	1 本
炉内圧力	+20mmH ₂ O
付属施設	なし

2) バーナ仕様

形 式	油：Y-jet 式
燃料の種類	重油
燃 焼 量	重油：1,200ℓ/hr
燃料の圧力	重油：4 kg/cm ² g
噴霧媒体圧力	蒸気：6 kg/cm ² g

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 12:30 / 負荷は定格の約50%

NO _x (ppm)*	336	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.23
O ₂ (%)	5.8	排ガス温度 (°C)	253
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	12.0		

定格時のNO_x は370ppm (8.8kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	4.0
SO ₂ **	34
煤塵	1.4

** 燃料分析値からの計算値

4) 所見

このボイラはプロセス用として使用しており、加熱、調湿、乾燥を行っている。このボイラの負荷変動が激しく、訪問した時点で手動に切替えてもらった。NO_x 濃度は336ppmと高いが、煤塵量は 230mg/Nm³と重油燃焼としてはそれほど高い値ではない。排ガスO₂ 濃度は燃焼室出口で 5.8%とほぼ適正な範囲である。しかし、このボイラは断面積に比し奥行の長い細長いタイプの燃焼室である。従って、長炎の緩慢燃焼による低NO_x 化を図ろうとすれば、火炎が燃焼室途中の側壁につき当たり側壁にカーボン堆積物ができるので、それを避ける目的で急速燃焼炎をつくらせたため、NO_x 濃度が異常に高くなったものと思われる。

5) 対策

i) 燃焼装置の改造

- (a) 排ガスO₂ 常時監視による低空気比燃焼
- (b) 排ガスファン取付けによる排ガス再循環および低NO_x バーナの設置
- (c) 二段燃焼

ii) 燃料の転換

- (a) 脱硫重油供給前は重油50% Diesel または天然ガス50%の混焼
- (b) 将来脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油 100%に転換する。
- (c) 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

iii) NO_x、SO₂、O₂ テレメータ設置による排ガスの常時監視

6) 燃焼装置(ボイラ)の改造費

二段燃焼、排ガス再循環および低空気比燃焼のためバーナ等の改造を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	9,300
(b) バーナ	1式	77,000
(c) 排ガス再循環ファン	1式	12,300
(d) 燃焼管理計器および電装	1式	27,000
(e) 現地立会工事費	1式	5,400
(f) 試運転立会費	1式	5,400
(g) 梱包輸送費	1式	14,000
(h) 旅費交通費	1式	11,200
(i) Unexpected expenses (上記の5%)		8,080
小計		169,680

ii) Local Portion

		(US\$)
(j)	バーナ撤去・取付工事	1式 1,600
(k)	ダクト製作工事(保温を含む)	1式 17,700
(l)	ダクト、ファン据付工事	1式 2,000
(m)	電気計装等取付工事	1式 13,900
(n)	試運転立会費	1式 600
(o)	関税その他税金	1式 36,840
(p)	倉庫・通関手続・陸送(IVA含む)	1式 2,400
(q)	IVA(o+qを除く15%)	5,370
小計		80,410
合計		US\$ 250,090

(3) 煙道排ガステレメータ計測器の設置費

No.2、3ボイラ煙道に計測器を取付け、テレメータ・システムによる排ガスの常時監視を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a)	調査設計費	1式 6,200
(b)	計測機器(SO _x 、NO _x 、O ₂)	2式 118,600
(c)	周辺機器	2式 41,100
(d)	データロガ	1式 17,900
(e)	現地立会工事費	1式 8,500
(f)	試運転立会費	1式 4,700
(g)	梱包輸送費	1式 25,900
(h)	旅費交通費	1式 11,900
(i)	Unexpected expenses(上記の5%)	11,740
小計		246,540

ii) Local Portion

		(US\$)
(j)	資材費	1式 4,200
(k)	調査助手	1式 1,300
(l)	取付工事費	1式 4,400
(m)	試運転調整費	1式 1,400
(n)	工事用車両	1式 2,200
(o)	関税その他の税金	1式 41,690
(p)	倉庫・通関手続・陸送(IVA含む)	1式 3,250
(q)	IVA(o+pを除く15%)	2,030
小計		60,470
合計		US\$ 307,010

(電話工事費、中央局受信装置は含まない。)

注) ボイラNo.1、2は交互使用であるので計測も交互とする。

(4) 対策のまとめ

表5.2.10参照

表 5.2.10 石油化学工場 (B) の対策のまとめ
(No. 1 ~ No. 3 ボイラ)

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別		重 油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		—	—	—	乳化燃焼
燃料消費量	重油 (10 ³ m ³ /年)	30.72	15.36	30.72	30.72
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	—	15.36	—	—
排 出 量 (ton/年)	NO _x	261.8	128.3	164.9	128.3
	SO ₂	1,843.2	1,075.2	491.5	491.5
	PM	26.0	20.8	20.8	15.6
削 減 率 (%)	NO _x	—	51%	37%	51%
	SO ₂	—	41%	73%	73%
	PM	—	20%	20%	40%
装 置 費 (1,000US\$)	装 置 の 改 善 等	—	1,042.69	1,042.69	1,042.69
	NO _x 、SO ₂ テレメータ	—	307.01	307.01	307.01
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却費)			90.0	90.0	90.0
金利 (初年度~5年度8%)			108.0	108.0	108.0
メンテナンス費 (5%)			67.5	67.5	67.5
重油		2,382.4	1,191.2	—	—
Diesel		—	3,160.8	—	—
脱硫重油		—	—	3,343.7	—
乳化脱硫重油		—	—	—	4,075.1
計 (1,000US\$)		2,382.4	4,617.5	3,609.2	4,340.6

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

5.2.11 石油化学工場 (C)

1) 施設の種類の プロセス用ボイラ (No.1)

2) 施設の仕様

形式 炉筒煙管式
 能力 2.4ton/hr
 通風方式 押込通風
 炉の構造及び寸法 564 φ×3.500[㍑]
 バーナの基数及び配置 1基
 炉内圧力 不明
 付属施設 なし

3) バーナ仕様

形式 空気圧霧化式
 燃料の種類 重油
 燃焼量 158 ℓ /hr (定格)
 燃料の圧力 1.6 /0.6 kg/cm^㉒

4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 13:00 / 負荷は定格の約85%

NO _x (ppm)*	346	煤塵濃度 (g/Nm ^㉓)	0.19
O ₂ (%)	8.3	排ガス温度 (°C)	250
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	—
CO ₂ (%)	8.0		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	1.1
SO ₂ **	7.4
煤塵	0.23

定格時の NO_xは400ppm (1.3kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

5) 所見

CLEAVER BLOCKS社製の炉筒煙管ボイラで、各種樹脂材料を造る反応釜加熱用の蒸気を発生している。月曜日6:00～土曜日の22:00まで連続運転で1週間136時間運転されているが、その負荷は30%程度と軽い。一時的に燃焼量を約85%に上げてみたが、NO_xは負荷の増減にかかわらずほぼ一定でO₂5%換算値で346ppmと高い。燃焼室負荷及び燃焼室断面負荷が高く、空気比も高いのでNO_x濃度が高い。対策としては空気比の適正化、排ガス再循環、低NO_xバーナの採用が考えられる。

6) 対策

i) 燃焼炉の改造

燃焼の自動制御、低空気比燃焼、排ガス再循環

ii) 燃料の転換

(a) 脱硫重油供給前は重油50%+ Diesel または天然ガス50%の混焼

(b) 脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油100%に転換する。

(c) 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

7) 燃焼装置（ボイラ）の改造費

排ガス再循環、低空気比燃焼および自動制御を行うための改造を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	3,900
(b) 排ガス再循環ファン	1式	8,500
(c) O ₂ 計	1式	3,100
(d) 梱包輸送費	1式	1,100
(e) 旅費交通費	1式	3,900
(f) Unexpected expenses (上記の5%)		1,025
小 計		21,525

ii) Local Portion

		(US\$)
(g) ウィンドボックス改修工事	1式	7,700
(h) 現場取付立会費	1式	1,100
(i) 試運転立会費	1式	800
(j) 関税その他税金	1式	3,660
(k) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA を含む)	1式	605
(l) IVA (i+j を除く15%)		1,440
小 計		15,305

合 計 US\$ 36,830

8) 対策のまとめ

対策のまとめを表5.2.11に示す。

表 5.2.11 石油化学工場 (C) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別		重 油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		-	-	-	乳化燃焼
燃料消費量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	0.354	0.177	0.354	0.354
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	-	0.177	-	-
排 出 量 (ton/年)	NO _x	7.8	4.4	5.6	4.4
	SO ₂	21.2	12.5	4.9	4.9
	PM	1.6	1.3	1.3	1.0
削 減 率 (%)	NO _x	-	44%	28%	44%
	SO ₂	-	41%	73%	73%
	PM	-	20%	20%	40%
装 置 費 (1,000US\$)		-	36.83	36.83	36.83
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却費)			2.5	2.5	2.5
金利 (初年度~5年度8%)			2.9	2.9	2.9
メンテナンス費 (5%)			1.8	1.8	1.8
重 油		27.5	13.7	-	-
Diesel		-	36.4	-	-
脱硫重油		-	-	38.5	-
乳化脱硫重油		-	-	-	47.0
計 (1,000US\$)		27.5	57.3	45.7	54.2

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

iii) No.3アスファルト製造キルン

(煙突サンプリングデータ) 13:30 / 負荷は定格の約80%

NO _x (ppm)*	160	煤塵濃度 (g/Nm ³)	6.2
O ₂ (%)	16.5	排ガス温度 (°C)	88
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	—
CO ₂ (%)	2.9		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	5.0
SO ₂ **	17
煤塵	340

定格燃焼量での NO_xは160ppm(6.2kg/hr)と推定 * 酸素濃度5%換算値 ** 燃料分析値からの計算値

5) 所 見

D.D.F 直営の道路舗装用アスファルトミクス製造工場で、3基のプラントが稼働している。この工場は 309× 518 mの掘り下げた窪地の中にあり、工場周囲の側壁から火山岩を切り出し、5～10mmに砕石したものに石油系アスファルトを混合して製品としている。

3基のプラントのうち、No.1とNo.2は同じタイプで同じ容量(250ton/hr)である。原料砕石が乾燥用ロータリーキルンの低圧空気噴霧バーナの取付けられている方向から投入され、燃焼ガスの方向と同方向(並流式)に回転移動しながら乾燥される(900°Cの直火フレームと燃焼ガスによる直接乾燥方式)。ロータリーキルン内130°Cから160°Cに加熱されたアスファルトNo.6を7%混合して製品としている。集塵機としてはNo.1はバグフィルタ、No.2は湿式サイクロン、No.3はバグフィルタで行っている。No.3ロータリーキルンは乾燥目的のみに使用されている。砕石はバーナの反対側から投入され、燃焼ガスの流れと反対に回転移動する交流方式である。

排ガスの分析結果をみるとDust量が非常に多い。これは原料の細粉の飛散によるもので、No.2プラントの横型湿式サイクロンでは砕石等に付着している微細な砂などのDustは捕集不可能である。No.1とNo.3はバグフィルタが取付けられているが、No.1は1.9g/Nm³、No.3は6.2g/Nm³と一般の工場に比較して10～100倍という排出量である。工場側ではNo.3のロータリーキルンをダブルドラム方式に換えるべく計画中であるが、これは生産量の向上にはつながっても、ダストの抑制にはならない。あくまでダストの飛散防止に努力すべきである。

次に問題となるのは、No.2プラントにみられるCOの発生である。これは低圧空気噴霧バーナの燃焼不良ということも考えられるが、燃料がディーゼル油であることと、NO_xが217ppmと比較的高いことから燃焼不良ではなく石油系タールを砕石とキルン内で混合する過程で発生すると考えられる。つまり、燃焼ガスがタールと炉内で接触する時に、タールの一部が揮発あるいは燃焼してHCやCOとして煙突から排出される可能性がある。これについては、さらに調査する必要がある。そして、No.1とNo.2プラントは熱効率の悪さも含めてシステム上の欠陥があると思われる。狭い窪地の中の工場であるため労働環境も悪く、常にプラント周辺はDustと騒音がひどい。外部からの原料砕石の搬入は10tトラック25台、40tトレーラ6台で行われ、製品2,500tの搬出は12tトラック200台で行われている。その上、集塵機より抜き出す際のDustの周辺への飛散が多く環境に悪影響を及ぼしている。

6) 対 策

工場側では破碎部分のみの移転を検討しているが、環境保全上、工場全体の移転が望ましい。

7) 費 用

約120万ドル+付属設備(採石等)180万ドル 計300万ドルと推定

5.2.13 セメント工場

(1) セメント焼成キルン (No.4)

1) 施設の仕様

形式	サスペンション・プレヒータ (SP) 付ロータリーキルン
能力	96 ton/hr
通風方式	誘引通風
バーナの基数及び配置	キルン：1本、SP：4本
炉内圧力	-2mmH ₂ O
炉内温度	1,200℃
付属設備	ガス冷却塔：1基 電気集塵器：3台

2) バーナ仕様

形式	圧力噴霧二流式 (ピラード式)
燃料の種類	重油
燃焼量	キルンバーナ：8.850 ℓ/hr SPバーナ：1.100 ℓ/hr
燃料の圧力	キルンバーナ：40kg/cm ² g
一次空気圧力	850 mmAq

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 13:20 / 負荷は定格の約90%

NO _x (ppm)*	379	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.43
O ₂ (%)	7.5	排ガス温度 (°C)	143
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	6.5
CO ₂ (%)	22.1	原料 (CaCO ₃ 等) の加熱により発生するものを含む	

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	66
SO ₂ **	-
煤塵	43

定格時の NO_x は 385ppm (74kg/hr) と推定 * 酸素濃度 5% 換算値 ** 燃料分析値からの計算値

4) 所見

首都圏にある唯一のセメント工場で、工場側は大気汚染対策には十分な注意を払っていると言っているが、NO_x 値は 379ppm、煤塵濃度は 0.43 g/Nm³ と高く問題である。特に、煤塵濃度について電気集塵器がついているにもかかわらず、高い濃度が計測されたということは、電気集塵器に問題があるのか、メンテナンスが不十分であるのかのいずれかである。また、このロータリーキルンはサスペンションプレヒータ付きで燃料原単位は 103万kcal/ton と日本のプレカルサイナ付きロータリーキルンと比較すると約30万kcal/ton (30%) も高いので、さらに省エネに努めるべきである。電気集塵器前の排ガスO₂ 濃度は 6.3~8.2% と比較的高い。つまり、空気過剰運転の可能性があるので、さらにO₂ 濃度を抑え適正空気比で運転することが望まれる。

5) 対策

i) 燃焼装置の改造

- (a) SPキルンにプレカルサイナ (プレカルサイナは脱炭酸を行なう装置であり、SPとは異なる) を取付ける。
(燃料原単位30%減)
- (b) 低空気比燃焼
- (c) 電気集じん機を取付ける。

ii) 燃料の転換

- (a) 脱硫重油供給前は重油50%、天然ガス50%の混焼
- (b) 将来、脱硫重油供給開始後は、脱硫重油50%、天然ガス50%の混焼

iii) NO_x、SO₂、O₂ テレメータ設置による排ガスの常時監視

6) 装置の改造費

SPキルンにプレカルサイナを取付ける。現在のSPとキルンの間にプレカルサイナを取付け、クリンカクーラからの熱風をプレカルサイナに導くダクトを新設する。プレカルサイナの設置により約20%以上の増産が可能となるので、クリンカクーラの改造もあわせて行う。

概算価格	(US\$)
(a) プレヒータ (基礎、タワーを含む)	13,850,000
(b) クリンカクーラ (改造、ダクト新設)	3,850,000
(c) 電気集じん機	4,620,000
	<hr/>
	22,320,000 × 2 = 44,640,000

この改造によりSPキルン1基当りの燃料原単位は、現在の 1,030,000kcal/ton から約 700,000kcal/ton へと約30%低減することが可能である。なお、上記の改造価格は標準的な取付が行える場合であり、難易により価格は上下する。また、構成する資材はメキシコでの入手の可否により見積条件が大きく変わるので、ここでは概算見積とした。

7) 煙道排ガステレメータ計測器の設置費

SPキルンの煙道に計測器 (SO₂、NO_x、O₂) を取付け、テレメータ・システムによる排ガスの常時監視を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	7,700
(b) 計測機器 (SO _x 、NO _x 、O ₂)	3式	177,900
(c) 周辺機器	3式	60,000
(d) データロガ	1式	17,900
(e) 現地工事立会費	1式	8,500
(f) 試運転立会費	1式	4,700
(g) 梱包輸送費	1式	38,800
(h) 旅費交通費	1式	12,200
(i) Unexpected expenses (上記の5%)		16,390
小計		<hr/> 344,090

ii) Local Portion

		(US\$)
(j) 資材費	1式	6,300
(k) 調査助手	1式	1,600
(l) 取付工事費	1式	6,500
(m) 試運転調整費	1式	1,900
(n) 工事用車両	1式	3,300
(o) 関税その他の税金	1式	69,830
(p) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式	5,200
(q) IVA (o+p を除く15%)		2,940
小計		<hr/> 97,570

合計 US\$ 441,660

(電話工事費、中央局受信装置は含まない。)

(2) セメント原料乾燥炉 (No.8)

1) 施設の仕様

形式	熱風発生炉
能力	180ton/hr (原料流量)
通風方式	平衡通風
炉の構造及び寸法	横型円筒炉
バーナの基数及び配置	1本
炉内圧力	-25mmH ₂ O
炉内温度	670℃
付属施設	電気集塵器：1台

2) バーナ仕様

形式	ガスと油混焼式	ガス：リング式	油：Y-jet式
燃料の種類	天然ガス (現在は天然ガスのみ燃焼)		
燃焼量	天然ガス	740 Nm ³ /hr	
燃料の圧力	天然ガス	バーナ前	1 kg/cm ² g

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 15:00/負荷は定格の約87%

NO _x (ppm)*	112	煤塵濃度 (g/Nm ³)	<0.0001
O ₂ (%)	17.3	排ガス温度 (°C)	95
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	16.6
CO ₂ (%)	1.5		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	1.5
SO ₂ **	-
煤塵	< 0.0029

定格燃焼量での NO_xは385ppm (74kg/h) と推定 * 酸素濃度5%換算値 ** 燃料分析値からの計算値

4) 所見

この装置はセメントの原料である石灰石を粉砕する過程で、粉砕機に約 670℃の熱風を送り石灰石 (水分 3.5%) を粉砕と同時に乾燥させ、約95℃になった排ガスはサイクロンや電気集塵器を通して系外に排出されるシステムである。NO_x 値は112ppm、煤塵濃度は<0.0001 g/Nm³とほとんど問題がない。特に、煤塵濃度がこのように低いのは、ロータリーキルンの電気集塵器と比較して電気集塵器の性能がよく、かつメンテナンスが十分に行われているためであろう。また、原料乾燥炉は3基設置されており、現在すべて天然ガス燃焼であるが、近い将来天然ガスから重油に再転換する計画もある。そのため、脱硫重油を使用してもNO_x 対策を考える必要が生じてくる。低NO_x のためには新たな設備投資を必要とするので、天然ガスの継続使用が望ましい。

5) 対策

特になし。

(3) 対策のまとめ

表5.2.13参照。

表 5.2.13 セメント工場の対策のまとめ

		現 況	対 策 案	
			A	B
燃 料 種 別		重 油 天然ガス	重 油 50% 天然ガス 50%	脱硫重油 50% 天然ガス 50%
燃料消費量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	174.96	64.15	64.15
	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	12.44	76.59	76.59
排 出 量 (ton/年)	NO _x	1,330.5	785.1	785.1
	SO ₂	7,348.3	2,309.4	1,026.4
	PM	848.0	84.8	84.8
削 減 率 (%)	NO _x	—	41 %	41 %
	SO ₂	—	69 %	86 %
	PM	—	90 %	90 %
装 置 費 (1,000US\$)	装 置 の 改 造 等	—	44,640.0 ^注	44,640.0 ^注
	NO _x 、SO ₂ テレメータ	—	441.6	441.6
ランニングコスト概算(1,000US\$/年)				
装置償却費 (15年償却)			3,005.4	3,005.4
金利 (初年度~5年度8%)			3,606.5	3,606.5
メンテナンス費 (5%)			2,254.1	2,254.1
重 油		13,568.3	4,974.9	—
天然ガス		1,036.7	6,382.5	6,382.5
脱硫重油		—	—	6,982.3
計 (1,000US\$)		14,605.0	20,223.4	22,230.8

B案： 将来、脱硫重油が供給された場合

(注) A、B案ともSPキルン2台についてプレカルサイナを導入し、1台につき30%ずつ省エネルギーを行う。

5.2.14 ガラス工場 (A)

- 1) 施設の種類 ガラスビン製造用溶解炉 (B)
- 2) 施設の仕様
- | | |
|------------|--|
| 形式 | タンク炉 |
| 能力 | 230ton/day |
| 通風方式 | 押込通風 |
| 炉の構造及び寸法 | 6,600 ^W × 1,500 ^D × 1,500 ^H |
| バーナの基数及び配置 | 空気/重油バーナ: 18本 (溶解槽)、2本 (作業槽) |
| 炉内圧力 | +0.03mmH ₂ O |
| 炉内温度 | 1,536℃ |
| 付属施設 | 空気予熱器 (30→637℃) : Recuperator 方式 |
- 3) バーナ仕様
- | | |
|--------|---------------------------|
| 形式 | 外部混合高圧空気噴霧式 |
| 燃料の種類 | 重油 |
| 燃焼量 | 重油: 70Q /hr × 20本 |
| 燃料の圧力 | 重油: 2kg/cm ² g |
| 噴霧媒体圧力 | 空気: 2kg/cm ² g |
- 4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 13:30 / 負荷は定格の約75%

NO _x (ppm)*	570	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.76
O ₂ (%)	2.9	排ガス温度 (°C)	810
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	17.4		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	15
SO ₂ **	74
煤塵	8.6

定格燃焼量での NO_xは580ppm (15kg/hr)と推定 * 酸素濃度5%換算値 ** 燃料分析値からの計算値

5) 所見

この炉はガラスビンを製造するタンク炉で、空気/重油バーナ20本が設置されている。空気はレキュペレータ方式で熱交換されて予熱されている。このレキュペレータによる予熱方式は、通常10 ton/日の小型の炉では多いが、この程度の中・大型炉の熱交換方式としては、きわめてまれである。この方式はメタル壁を通して熱交換するため最高 800℃前後 (特別なものは 1,000℃) が限界である。これに対して蓄熱型の熱交換は熱交換媒体がレンガでつくられているので、1,000~1,250℃程度の予熱空気を得ることができ熱効率がよい。しかし、NO_x濃度は空気予熱温度の低い方が低くなるので、レキュペレータ方式の方が当然低くなる。適正な低O₂燃焼によるNO_x濃度の低減については工場自体でもそれなりに努力しており、本文中の4.2.2に示すとおり前回のJICA調査時の測定値1,858ppmに対し、今回調査では570ppmまたは645ppm (2.9%O₂)と1/3近くに低減している。

工場側では次に排ガスの熱回収と有効利用を行うため、排ガスボイラによる自家発電を計画している。しかし、その高温炉内におけるガラス原料から蒸発してヒューム状となったDustは温度の低下とともにボイラチューブ、その他に付着して固化しガスの通路を閉塞することが考えられるので、これらの対策を十分に検討して防止策を考えない限り実現性は困難である。

NO_x対策は上記のようにヒュームが多いので、簡易脱硝は問題が生ずる。このため、主として燃焼管理面から炉内負荷を低減し、低NO_x化すべきである。なお、当工場は天然ガスの供給を希望しており、さらに91年1月23日~2月28日まで燃料重油の使用量の30%削減に応じている。

6) 対 策

i) 燃焼装置の改造

- (a) 排ガスO₂ 常時監視による低空気比燃焼
- (b) 燃焼室負荷の低減（燃焼室の天井を高くして、炉内容積を拡げ輻射面を増大し燃焼室負荷を70,000kcal/m²・hr以下に低減する。ただし、製造工程上熱量が不足する場合には、Nox 発生のない電気ヒータを追加使用することが望ましい。）
- (c) 炉天井部の断熱強化の実施により燃料原単位の低減。
- (d) 原料中の硝酸塩の含有量の少ないものを使用する。
- (e) 電気集じん機の設置。
- (f) ガスアトマイズ燃焼の検討

ii) 燃料の転換

- (a) 脱硫重油供給前は重油50%、Diesel または天然ガス50%の混焼
- (b) 将来、脱硫重油が供給されることとなった場合は脱硫重油 100%

iii) NOx、SO₂、O₂ テレメータ設置による排ガスの常時監視

7) 集じん装置の設置費

ガラス溶融炉の排ガス煙道に電気集じん機を設置する。（ガス急冷塔付）

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	8,500
(b) 電気集じん機	1式	930,800
(c) 送風機	1式	28,500
(d) 現地工事立会費	1式	7,700
(e) 試運転立会費	1式	7,700
(f) 旅費交通費	1式	12,700
(g) Unexpected expenses (上記の5%)		49,800
小 計		1,045,700

2) Local Portion		(US\$)
(h) ダクト製作費	1式	20,800
(i) 基礎工事費	1式	2,200
(j) 設置工事費	1式	9,300
(k) 試運転調整	1式	800
(l) 工用車両	1式	3,100
(m) 関税その他の税	1式	263,550
(n) IVA (mを除く15%)		5,430
小 計		305,180
合 計		US\$ 1,350,880

（集じん機は輸送時の荷姿により輸送費が異なるので、輸送費および通関諸費用は含まない。）

8) 煙道排ガステレメータ計測器の設置費

No.A、Bのガラス溶融炉煙道に計測器を取付け、テレメータ・システムによる排ガスの常時監視を行う。

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	6,200
(b) 計測機器 (SO _x 、NO _x 、O ₂)	2式	118,600
(c) 周辺機器	2式	41,100
(d) データログ	1式	17,900
(e) 現地工事費立会費	1式	8,500
(f) 試運転立会費	1式	4,700
(g) 梱包輸送費	1式	25,900
(h) 旅費交通費	1式	11,900
(i) Unexpected expenses (上記の5%)		11,740
小 計		246,540

ii) Local Portion		(US\$)
(j) 資材費	1式	4,200
(k) 調査助手	1式	1,300
(l) 取付工事費	1式	4,400
(m) 試運転調整費	1式	1,400
(n) 工事用車両	1式	2,200
(o) 関税その他の税金	1式	41,690
(p) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式	3,250
(q) IVA (o+p を除く15%)		2,030
小計		60,470
合計		US\$ 307,010

(電話工事費、中央局受信装置は含まない)

注) ガラス溶融炉の排ガスは高温であり、しかも原料の飛散や蒸発によるばいじんが多い。したがって、試料ガスの採取に当っては、急冷、除じん等の前処理が必要である。

9) 対策のまとめ
表5.2.14参照。

表 5.2.14 ガラス工場 (A) の対策のまとめ

燃料種別	現況	対策案	
		A	B
	重油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油
燃料消費量	重油 (10 ³ m ³ /年)	20.52	10.26
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	—	10.26
排出量 (ton/年)	NO _x	222.9	124.8
	SO ₂	1,231.2	718.2
	PM	127.8	6.4
削減率 (%)	NO _x	—	44 %
	SO ₂	—	41 %
	PM	—	95 %
装置費 (1,000US\$)	装置の改造等	—	2,701.76
	NO _x 、SO ₂ テレメータ	—	307.01
ランニングコスト(1,000US\$/年)			
装置償却費 (15年償却)			200.6
金利 (初年度~5年度8%)			240.7
メンテナンス費 (5%)			150.4
重油		1,591.3	795.7
Diesel		—	2,111.3
脱硫重油		—	—
計 (1,000US\$)		1,591.3	3,498.7
			2,825.2

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

7) 集じん機装置の設置費 (1基分)

ガラス溶解炉の排ガス煙道に電気集じん機を設置する。(ガス急冷塔付)

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	8.500
(b) 電気集じん機	1式	516.000
(c) 送風機	1式	16.000
(d) 現地工事立会費	1式	7.700
(e) 試運転立会費	1式	7.700
(f) 旅費交通費	1式	12.700
(g) Unexpected expenses (上記の5%)		85.300
小計		653.900
ii) Local Portion		(US\$)
(h) ダクト製作費	1式	13.900
(i) 基礎工事費	1式	1.600
(j) 設置工事費	1式	16.000
(k) 試運転調整	1式	800
(l) 工事用車両	1式	3.100
(m) 関税その他の税	1式	146.200
(n) I V A (mを除く15%)		5.300
小計		186.900
合計		US\$ 840.800

(集じん機は輸送時の荷姿により輸送費が異なるので、輸送費および通関諸費用は含まない。)

注) 診断調査したNo.2溶解炉と同型のものについても同額の改造費(2基分US\$ 1,681,600)が見込まれる。

8) 対策のまとめ

表5.2.15参照。

表 5.2.15 ガラス工場 (B) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案
燃 料 種 別		天 然 ガ ス	天 然 ガ ス
燃 料 消 費 量	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	17.376	17.376
排 出 量 (ton/年)	NO _x	230.3	115.1
	PM	44.5	2.2
削 減 率 (%)	NO _x		50%
	PM		95%
装 置 費 (1,000US\$)			2,522.4 ^註
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)			
装置償却費 (15年償却)			168.2
金利 (初年度 - 5年度 8%)			201.8
メンテナンス費 (5%)			126.1
天然ガス		1,448.0	1,448.0
計 (1,000US\$)		1,448.0	1,944.1

(注) 診断調査したNo.2溶解炉と同型の未診断のもの2基 (計3基分) の改造費 (US\$1,681,000) を含む。

5.2.16 ガラス工場 (C)

(1) ガラスビン製造用溶解炉 (No.84)

1) 施設の仕様

形式	タンク炉
能力	400 ton /day
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	10,000 ^W × 16,500 ^D × 2,200 ^H
バーナの基数及び配置	空気/ガスバーナ：24本 (12組) 2本で1組になっている
炉内圧力	+0.9 mmH ₂ O
炉内温度	1,490 °C
付属施設	蓄熱型熱交換器 (30→1,000 °C)

2) バーナ仕様

形式	ガス：一部プレミックス式バーナ
燃料の種類	天然ガス
燃焼量	天然ガス：2,500 Nm ³ /hr
燃料の圧力	天然ガス：400 mmH ₂ O

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 16:00 / 負荷は定格の約92%

NO _x (ppm)*	644	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.39
O ₂ (%)	6.6	排ガス温度 (°C)	418
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	5.8
CO ₂ (%)	10.7		

* 酸素濃度5%換算値

林 燃料分析値からの計算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	35
SO ₂ **	-
煤塵	11

4) 所見

この工場はビンおよびコップを製造しており、成形後の徐冷からビンへのプリントおよびラベル張りまで一貫して行われている。

この炉はNo.84炉と呼ばれている。ガラスビンを製造するタンク炉で、空気/天然ガスバーナ24本 (12組) が設置され、炉内温度は 1,490°Cである。バーナは2本1組になっており、お互いに向きあっている。ノズル先端間の距離は約 300mmであるので噴出したガスは衝突しあい、噴出速度エネルギーが殺されるので燃焼空気との混合はきわめて悪い。炉内火炎を観察すると黒煙を伴った火炎がガラス生地上を這っていくのがみられる。当然普通の低温炉であれば発煙するが、1,400°C以上の高温のため炉内あるいは蓄熱室内で完全燃焼している。

また、高温炉にしては空気比が高く (O₂ 5.8%)、O₂ 2.0以下ぐらいにすればさらに NO_xの低減が期待できる。煤塵量は0.39 g/Nm³とガラスタンク炉特有の高さを示しているが、これはガラス原料の一部が高温のため蒸発する現象による。この炉ではフリットガラス (Flit Glass) をつくっており、くずガラス (Gullet) の投入量は25~30%で、燃料原単位は 125×10⁴ kcal/hrである。No.81炉は溶解槽と作業槽に完全に仕切りを入れ改造して、燃料原単位を96×10⁴ kcal/hrに下げた実績がある。今後、このような改造によって燃焼消費量を減らし省エネに努力すべきである。

NO_x 対策としては排ガスに多くのヒュームを含むのでアンモニアを注入する簡易脱硝法は技術的に困難な面が多いので、燃焼管理を十分に行うことにより thermal NO_x の低減をはかるとともに熱管理を強化することにより、燃料消費量を減少し NO_x排出量を低減することが重要である。この炉のバーナは上記のとおり取付位置に関する問題があるので、ガスバーナの入射角およびノズル形状の適正化をはかるとともに火炎の衝突による NO_xの発生の増大がないかを確認するためにバーナの取付位置の変更を試みる。

5) 対 策

i) 燃焼装置（ガラス溶解炉）の改造

- (a) 排ガスO₂ 常時監視による低空気比燃焼
- (b) バーナ取付位置の改善（火炎の衝突を回避する）と濃淡燃焼の採用
- (c) 燃焼室負荷の低減（燃焼室の天井を高くして炉内容積を拡げ放射面を増大し、燃焼室負荷を70,000kcal/m³hr以下に低減する。ただし、製造工程上熱量が不足する場合には、NO_x 発生のない電気ヒータを追加使用することが望ましい。）
- (d) 電気集じん機の設置

ii) 燃料等の改善

- (a) 燃料原単位の低減（炉天井部の断熱強化の実施により燃料原単位の低減）
- (b) 原料中の硝酸塩の含有量の少ないものを使用する。

iii) NO_x、SO₂、O₂ テレメータ設置による排ガスの常時監視

6) 燃焼装置の改造費

ガラス溶解炉の排ガス煙道に電気集じん機を設置する。（ガス急冷塔付）

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1 式	8,500
(b) 電気集じん機	1 式	1,215,400
(c) 送風機	1 式	63,100
(d) 現地工事立会費	1 式	7,700
(e) 試運転立会費	1 式	7,700
(f) 旅費交通費	1 式	12,700
(g) Unexpected expenses (上記の5%)		65,800
小 計		1,380,900

ii) Local Portion

		(US\$)
(h) ダクト製作費	1 式	30,000
(i) 基礎工事費	1 式	3,850
(j) 設置工事費	1 式	15,400
(k) 試運転調整	1 式	800
(l) 工事用車両	1 式	1,000
(m) 関税その他の税	1 式	352,700
(n) I V A (m を除く15%)		7,660
小 計		411,410
合 計		US\$ 1,792,310

(注) 集じん機は輸送時の荷姿により輸送費が異なるため、出荷地から目的地までの輸送費および通関諸費用は計上していない。

7) 削減率

i) 燃焼装置の改造

NO _x	20%
PM	95%

ii) 燃料の節約

NO _x	40%
-----------------	-----

(2) ガラス溶解炉 (No.32)

1) 施設の仕様

形 式	タンク釜
能 力	200ton/day
通風方式	押込通風
炉の構造及び寸法	6.706 ^W × 10.973 ^D × 2.095 ^H
バーナの基数及び配置	10基×2 (天然ガスバーナ)
炉内圧力	1~1.2 mmH ₂ O
炉内温度	1,452 °C
付属施設	蓄熱熱交換器

2) バーナ仕様

形 式	ノズルミックスバーナ
燃料の種類	天然ガス
燃 焼 量	1,840 m ³ /hr
燃料の圧力	4.0 kg/cm ² g

3) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 16:00 / 負荷はほぼ定格負荷

NO _x (ppm)*	736	煤 塵 濃 度 (g/Nm ³)	0.12
O ₂ (%)	6.0	排ガス温度 (°C)	465
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	2.8
CO ₂ (%)	10.5		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	43
SO ₂ **	-
煤 塵	3.6

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

4) 所 見

このガラス溶解炉はこの工場のガラス溶解タンク窯3基のうちの1基で、保温断熱も十分行なわれている。蓄熱熱交による余熱空気温度も十分に高く、炉内高温部の温度は 1,450°Cに達している。炉圧制御により炉内圧力は1~1.2 mmH₂Oに制御され、空気比はポートブルタイプのO₂ メータで1日に3回チェックされているが、燃料のインプットを含めほとんど変化はない。

NO_x 濃度はO₂ 5%換算値で736ppmである。このような大型のガラスタンク窯の低 NO_x化は、重油焚きに対してはガスアトマイズによって20%ほどの低 NO_x化が可能であるが、すでにガス焚きのこの窯に対しては次のような方法を試みて NO_x発生への影響を調べ、最適条件を設定する必要がある。

- ① ガスバーナの入射角およびノズル形状の適正化を計る。
- ② 現在すでにO₂ 管理が行なわれているが、さらにO₂ の低減を行なうように試みる。
- ③ サイドポートタイプのバーナが対向設置されているが、火炎の衝突による NO_x発生が増大がないかを確認するためにバーナの位置の変更を試みる。

煤塵については、このような大型窯では電気集塵器の設置が必須である。

また、排ガス中には多くのヒュームを含むため炉外脱硝は技術的に困難な面が多いので、燃焼管理を十分に行うことにより thermal NO_xの低減をはかるとともに、熱管理をより一層充実させ、燃料消費量を減少し NO_x排出量を低減させることが重要である。

5) 対 策

i) 燃焼装置の改造

- (a) 排ガスのO₂濃度を監視した低空気比燃焼
- (b) バーナ取付位置の改善（火炎の衝突を回避する）と濃淡燃焼
- (c) 電気集じん機の設置

ii) 燃料等の改善

- (a) 燃料原単位の低減（天井の保温を完全にする。）
- (b) 燃焼室の天井を高くし断面負荷を低減して、燃焼室負荷を70,000kcal/m²hr以下に低減すること。ただし、製造工程上熱量を増加する必要がある場合は、NO_x発生のない電気ヒータを使用することが望ましい。
- (c) 原料中の硝酸塩の減少をはかる。

iii) NO_x、SO₂、O₂ テレメータ・システムの設置による排ガスの常時監視

6) 燃焼装置の改造費

ガラス溶解炉の排ガス煙道に電気集じん機を設置する。（ガス急冷塔付）

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	8,500
(b) 電気集じん機	1式	1,215,400
(c) 送風機	1式	63,100
(d) 現地工事立会費	1式	7,700
(e) 試運転立会費	1式	7,700
(f) 旅費交通費	1式	12,700
(g) Unexpected expenses (上記の5%)		65,800
小 計		1,380,900
ii) Local Portion		(US\$)
(h) ダクト製作費	1式	30,000
(i) 基礎工事費	1式	3,850
(j) 設置工事費	1式	15,400
(k) 試運転調整	1式	800
(l) 工事用車両	1式	1,000
(m) 関税その他の税	1式	352,700
(n) I V A (mを除く15%)	1式	7,660
小 計		411,410
合 計		US\$ 1,792,310

(注1) 集じん機は輸送時の荷姿により輸送費が異なるため、出荷地から目的地までの輸送費および通関諸費用は計上していない。

(注2) この工場には、この燃焼装置の他に同程度の能力と同種の燃料を使用している燃焼装置があり、同様の処置が必要と見込まれる。

7) 削減率

i) 燃焼装置の改造

NO _x	20%
PM	95%

ii) 燃料の節約

NO _x	40%
-----------------	-----

(3) 煙道排ガステレメータ計測器の設置費

No.84、82、81ガラス溶解炉の煙道に計測器を取付け、テレメータ・システムによる排ガスの常時監視を行う。

j) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	7,700
(b) 計測機器 (SO _x 、NO _x 、O ₂)	3式	177,900
(c) 周辺機器	3式	60,000
(d) データロガ	1式	17,900
(e) 現地工事立会費	1式	8,500
(f) 試運転立会費	1式	4,700
(g) 梱包輸送費	1式	38,800
(h) 旅費交通費	1式	12,200
(i) Unexpected expenses (上記の5%)		16,390
小 計		344,090
ii) Local Portion		(US\$)
(j) 資材費	1式	6,300
(k) 調査助手	1式	1,600
(l) 取付工事費	1式	6,500
(m) 試運転調整費	1式	1,900
(n) 工事用車両	1式	3,300
(o) 関税その他の税金	1式	69,830
(p) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式	5,200
(q) IVA (o+p を除く15%)		2,940
小 計		97,570
合 計		US\$ 441,660

(電話工事費、中央局受信装置は含まない)

(注) ガラス溶解炉の排ガスは高温であり、しかも原料の飛散や蒸発によるばいじんが多い。したがって、試料ガスの採取に当たっては急冷や除じん等の前処理が必要である。

(4) 対策のまとめ

表5.2.16に対策のまとめを示す。

表 5.2.16 ガラス工場 (C) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案
燃 料 種 別		天 然 ガ ス	天 然 ガ ス
燃 料 消 費 量	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	64.98	38.99
排 出 量 (ton/年)	NO _x	213.4	102.4
	PM	42.8	2.1
削 減 率 (%)	NO _x		52% ^{#1}
	PM		95%
装 置 費 (1,000US\$)	装 置 の 改 造 等		5,376.93 ^{#2}
	NO _x 、SO ₂ テレメータ		441.66
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)			
装置償却費 (15年償却)			387.9
金利 (初年度-5年度8%)			465.5
メンテナンス費 (5%)			290.9
天然ガス		5,415.0	3,249.2
計 (1,000US\$)		5,415.0	4,393.5

(注1) バーナ改造および燃料原単位減少による NO_x削減率

(注2) 電気集じん機3基分の費用

5.2.17 ゴム製品工場

- 1) 施設の種類 プロセス用ボイラ
- 2) 施設の仕様
- 形式 水管式
 - 能力 10 ton/hr
 - 通風方式 押込通風
 - 炉の構造及び寸法 1.700^W × 5.588^D × 2.000^H
 - バーナの基数及び配置 1本
 - 炉内圧力 +60mmH₂O
 - 付属施設 なし

- 3) バーナ仕様
- 形式 内部混合式重油バーナ
 - 燃料の種類 重油
 - 燃焼量 重油：814 ℓ /hr
 - 燃料の圧力 重油：4 kg/cm²g
 - 噴霧媒体圧力 蒸気：5 kg/cm²g

4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 14:40 / 負荷は定格の約60%

NO _x (ppm)*	270	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.19
O ₂ (%)	6.2	排ガス温度 (°C)	330
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	10.5		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	4.2
SO ₂ **	42
煤塵	1.5

定格時のNO_x は300ppm (7.7kg/h) と推定 * 酸素濃度5%換算値 ** 燃料分析値からの計算値

5) 所見

自動車用タイヤを製造している工場である。現在使用しているボイラはこの10 ton/hrボイラ1基だけであり、タイヤ成型用の加熱蒸気用として使用している。メキシコのボイラとしては珍しく自動制御が付いており、タイヤの加熱の負荷に応じてボイラの燃焼負荷も目まぐるしく変動している。計測を行った当日は、負荷が低く40~60%負荷で変動していた。この時の排ガス中のO₂濃度は6~10%と高く、さらに、きめ細かく適正空気に調整して運転する必要がある。

6) 対策

- i) 燃焼装置の改造
 - (a) 燃焼管理機器による低空気比燃焼
 - (b) 排ガスファン取付けによる排ガス再循環
- ii) 燃料の転換
 - (a) 脱硫重油供給前は重油50%、Diesel または天然ガス50%の混焼
 - (b) 将来脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油 100%に転換する。
 - (c) 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

7) 燃焼装置の改造費

排ガス再循環、低空気比燃焼を行うための改造を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	7,700
(b) 排ガス再循環ファン	1式	17,000
(c) 燃焼管理機器および電気計装	1式	23,100
(d) 梱包輸送費	1式	8,100
(e) 旅費交通費	1式	4,800
(f) Unexpected expenses (上記の5%)		3,040
小計		63,740

ii) Local Portion

		(US\$)
(g) ダクト製作	1式	7,700
(h) ダクト取付、ファン据付工事費	1式	1,600
(i) 電気計装等工事費	1式	4,700
(j) 現地工事立会費	1式	3,100
(k) 試運転立会費	1式	1,100
(l) 関税その他税金	1式	12,300
(m) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式	1,020
(n) IVA (l+m を除いた15%)		2,730
小計		34,250

合計

US\$ 97,990

8) 対策のまとめ

表5.2.17参照

表 5.2.17 ゴム製品工場の対策のまとめ

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別		重 油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		—	—	—	乳化燃焼
燃料消費量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	3.7	1.85	3.7	3.7
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	—	1.85	—	—
排 出 量 (ton/年)	NO _x	16.6	9.3	12.0	9.3
	SO ₂	222.0	131.0	59.9	59.9
	PM	11.3	7.9	7.9	4.0
削 減 率 (%)	NO _x	—	44%	28%	44%
	SO ₂	—	41%	73%	73%
	PM	—	30%	30%	65%
装 置 費 (1,000US\$)		—	97.99	97.99	97.99
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却)			6.5	6.5	6.5
金利 (初年度~5年度8%)			7.8	7.8	7.8
メンテナンス費 (5%)			4.9	4.9	4.9
重 油		286.9	143.5	—	—
Diesel		—	380.7	—	—
脱硫重油		—	—	402.7	—
乳化脱硫重油		—	—	—	490.8
計 (1,000US\$)		286.9	543.4	421.9	510.0

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

5.2.18 製紙工場

- 1) 施設の種類 自家発電用ボイラ (No.1 およびNo.2)
- 2) 施設の仕様
- | | |
|------------|---|
| 形式 | 水管式 |
| 能力 | 12.9 ton/hr (No.1 ボイラ)、15.9 ton/hr (No.2 ボイラ) |
| 通風方式 | 平衡通風 |
| 炉の構造及び寸法 | 3.524 ^W × 3.500 ^D × 3.000 ^H (No.2 ボイラ) |
| バーナの基数及び配置 | No.1 ボイラ: 2本、No.2 ボイラ: 3本 |
| 炉内圧力 | -5mmH ₂ O (No.1 ボイラ)、-2mmH ₂ O (No.2 ボイラ) |
| 付属施設 | 空気予熱器 (30→200℃) (推定値) |
- 3) バーナ仕様
- | | |
|--------|---|
| 形式 | 油: Y-jet 式 |
| 燃料の種類 | 重油 |
| 燃焼量 | 重油: 1.100 ℓ/hr (No.1 ボイラ)、1.350 ℓ/hr (No.2 ボイラ) |
| 燃料の圧力 | 重油: 4 kg/cm ² g (推定値) |
| 噴霧媒体圧力 | 蒸気: 5 kg/cm ² g (推定値) |
- 4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 14:30 / 負荷は定格の約70%

NO _x (ppm)*	249	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.44
O ₂ (%)	11.5	排ガス温度 (°C)	218
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	10.0
CO ₂ (%)	6.2		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	10
SO ₂ **	100
煤塵	15

定格時のNO_x は260ppm (15kg/hr) と推定 * 酸素濃度5%換算値 † 燃料分析値からの計算値

5) 所見

古紙より再生紙を製造している工場である。12.9 ton/hrと15.9 ton/hrのボイラが1本の煙突につながっている。従って、2基のボイラで1つのデータしか得られていない。これらのボイラは自家発電用として使われた後、圧力を下げて再生紙の乾燥用に使われている。排ガス分析データをみると、排ガスO₂濃度が10%と高く適正な空気比で運転されていない。にもかかわらず、煤塵量は440mg/Nm³と重油燃焼にしても多く、煙突からはうっすらと発煙がみられる。煤塵量が多いのは、第一に重油の噴霧が悪く炉内で粒径の大きい未燃粒子の飛散が多数みられる。第二に重油と空気の混合が悪く、排ガス中のO₂濃度を下げると火炎の長さが長くなる。つまり、バーナの性能が悪く、適正空気比で運転しようとするときに発煙する。バーナの改造が必要である。なお、燃料の予熱温度が低い、これも燃焼不良の一因となっている。

6) 対策

i) 燃焼装置の改造

- 燃焼管理機器による低空気比燃焼
- 排ガスファン取付けによる排ガス再循環
- 低NO_x バーナへの改造

ii) 燃料の転換

- 脱硫重油供給前は重油50%、Diesel または天然ガス50%の混焼
- 将来脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油100%に転換する。
- 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

7) 燃焼装置 (No.1 ボイラ) の改造費用

排ガス再循環、低NOx バーナ、低空気比燃焼、運転の自動制御方式とする。

i) Foreign Portion		(US\$)
(a)	調査設計費	1式 9,300
(b)	低NOx バーナ (1,100 Q /hr) 2基	1式 80,000
(c)	排ガス再循環ファン	1式 12,300
(d)	燃焼管理機器および電気計装	1式 30,800
(e)	現地工事立会費	1式 5,400
(f)	試運転立会費	1式 5,400
(g)	梱包輸送費	1式 14,600
(h)	旅費交通費	1式 11,200
(i)	Unexpected expenses (上記の5%)	8,450
小 計		177,450
ii) Local Portion		(US\$)
(j)	バーナ撤去・取付工事	1式 1,600
(k)	ダクト製作工事 (保温含む)	1式 10,000
(l)	ダクト取付・ファン据付工事	1式 2,000
(m)	電気計装等工事費	1式 13,900
(n)	試運転立会費	1式 700
(o)	関税その他税金	1式 38,900
(p)	倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式 2,750
(q)	ダクト等輸送費・クレーン車借上	1式 2,000
(r)	IVA (o+p を除いた15%)	4,530
小 計		76,380
合 計		US\$ 253,830

8) 燃焼装置 (No.2 ボイラ) の改造費用

排ガス再循環、低NOx バーナ、低空気比燃焼を行うための改造を行う。

1) Foreign Portion		(US\$)
(a)	調査設計費	1式 11,600
(b)	低NOx バーナ 3基	1式 124,700
(c)	排ガス再循環ファン	1式 13,100
(d)	燃焼管理機器および電気計装	1式 38,500
(e)	現地工事立会費	1式 5,400
(f)	試運転立会費	1式 5,400
(g)	梱包輸送費	1式 16,200
(h)	旅費交通費	1式 11,200
(i)	Unexpected expenses (上記の5%)	11,300
小 計		237,400
2) Local Portion		(US\$)
(j)	バーナ撤去・取付工事	1式 2,000
(k)	ダクト製作工事 (保温含む)	1式 13,000
(l)	ダクト取付・ファン据付工事	1式 2,300
(m)	電気計装等工事費	1式 15,400
(n)	現地工事立会費	1式 2,000
(o)	試運転立会費	1式 800
(p)	関税その他税金	1式 56,000
(q)	倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式 3,850
(r)	ダクト等輸送費・クレーン車借上	1式 2,000
(s)	IVA (p+q を除いた15%)	5,300
小 計		102,650
合 計		US\$ 340,050

9) 対策のまとめ
表5.2.18参照

表 5.2.18 製紙工場の対策のまとめ

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別		重 油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		—	—	—	乳化燃焼
燃料消費量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	8.948	4.474	8.948	8.948
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	—	4.474	—	—
排 出 量 (ton/年)	NO _x	52.6	25.8	33.1	25.8
	SO ₂	536.9	316.7	144.9	144.9
	PM	78.9	47.3	63.1	31.6
削 減 率 (%)	NO _x	—	51%	37%	51%
	SO ₂	—	41%	73%	73%
	PM	—	40%	20%	60%
装 置 費 (1,000US\$)		—	593.8	593.8	593.8
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却)			39.6	39.6	39.6
金利 (初年度～5年度8%)			47.5	47.5	47.5
メンテナンス費 (5%)			29.7	29.5	29.7
重 油		693.9	347	—	—
Diesel		—	920.7	—	—
脱硫重油		—	—	973.9	—
乳化脱硫重油		—	—	—	1.187
計 (1,000US\$)		696.9	1,384.5	1,090.7	1,303.8

B案：将来、脱硫重油が供給された場合

C案：脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

7) 燃焼装置（バーナ）の改造費（1基分）

二段燃焼、排ガス再循環、低空気比燃焼、低NOx バーナならびに運転の自動制御方式とする。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	7,700
(b) 低NOx バーナー	1式	63,100
(c) 排ガス再循環ファン	1式	9,300
(d) 燃焼管理機器および電気計装	1式	23,100
(e) 梱包・輸送費	1式	11,900
(f) 旅費交通費	1式	4,800
(g) Unexpected expenses (上記の5%)		6,500
小計		126,400

ii) Local Portion

		(US\$)
(h) バーナおよびダクト撤去工事	1式	800
(i) ダクト製作工事	1式	7,700
(j) バーナ、ファンおよびダクト取付工事	1式	2,000
(k) 電気計装等工事費	1式	4,700
(l) 現地工事立会費	1式	3,100
(m) 試運転立会費	1式	600
(n) 関税その他の税金	1式	30,200
(o) 倉庫・通関手続・陸送 (I V A含む)	1式	2,230
(p) ダクト等輸送費・クレーン車借上	1式	2,000
(q) I V A (n + o を除く15%)		3,130
小計		56,460

合計

US\$ 182,860

(注) 診断調査したNo.1 ボイラと同型のものが他に4基ある。このうち1基は休止しており残り3基のボイラについても同額の改造費用（3基分 US\$548,580）が見込まれる。

8) ポータブルO₂計

1式 US\$ 2,400

この費用には、関税、通関費用、国内輸送費等は含まない。

9) 対策のまとめ

表5.2.19参照

表 5.2.19 紙製品工場 (A) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別		重 油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		—	—	—	乳化燃焼
燃料消費量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	11.0	5.5	11.0	11.0
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	—	5.5	—	—
排 出 量 (ton/年)	NO _x	81.5	45.6	58.7	45.6
	SO ₂	660	389	178	178
	PM	90.5	72.4	72.4	54.3
削 減 率 (%)	NO _x	—	44%	28%	44%
	SO ₂	—	41%	73%	73%
	PM	—	20%	20%	40%
装 置 費 (1,000US\$)			733.84	733.84	733.84
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却)			48.9	48.9	48.9
金利 (初年度~5年度8%)			58.7	58.7	58.7
メンテナンス費 (5%)			36.7	36.7	36.7
重 油		853.1	426.5	—	—
Diesel		—	1,131.8	—	—
脱硫重油		—	—	1,197.3	—
乳化脱硫重油		—	—	—	1,459.2
計 (1,000US\$)		853.1	1,702.6	1,341.6	1,603.5

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

(注) No.1ボイラは100%、他の3基のボイラは50%の負荷率を仮定した。

5.2.20 紙製品工場 (B)

- 1) 施設の種類 プロセス用ボイラ (No.1)
- 2) 施設の仕様
- | | |
|------------|--|
| 形式 | 水管式 |
| 能力 | 9.5ton/hr |
| 通風方式 | 押込通風 |
| 炉の構造及び寸法 | 1.428 ^W × 3.612 ^D × 2.553 ^H |
| バーナの基数及び配置 | 1基 (重油バーナ) |
| 炉内圧力 | 不明 |
| 付属施設 | なし |
- 3) バーナ仕様
- | | |
|--------|--------------------------|
| 形式 | 蒸気霧化バーナ |
| 燃料の種類 | 重油 |
| 燃焼量 | 870 Q /hr |
| 燃料の圧力 | 6.0 kg/cm ² g |
| 噴霧蒸気圧力 | 7.3 kg/cm ² g |
- 4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 11:30 / 負荷は定格の約90%

NO _x (ppm)*	204	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.034
O ₂ (%)	6.6	排ガス温度 (°C)	345
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	9.6		

* 酸素濃度5%換算値

† 燃料分析値からの計算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	2.5
SO ₂ **	45
煤塵	0.23

5) 所見

ダンボール製造用ドラム加熱用蒸気発生ボイラで、月曜日 10:00時に起動し土曜日 14:00時に停止するまでは連続運転で1週間 124時間運転されている。1963年設置のCOMBUSTION ENGINEERING社製の水管式パッケージボイラが2台設置されており3ヶ月交替で使用している。給水はホットウエルタンクから直接行なわれエアヒータは装備していない。この工場は今回の調査対象の中では数少ない、CO、O₂、CO₂の計測ができるオルザットガス分析器を所有する工場である。熱管理に対する関心は高いと感じられた。

バーナは蒸気霧化タイプで通常使用時の燃焼性は良く、煙突から煙は見えない。NO_x値はO₂ 5%換算値で204ppmでNO_x制御をしていないバーナとしては標準的なものである。通常の状態ではO₂が6.5~6.8%とやや高いため、空気ダンパを絞ってO₂を5.0~5.4%に絞った結果、NO_xは188ppmとなり約7%の低減となった。バーナ及び炉構造上これ以上空気比を小さくすることはできなかった。

NO_x対策としてはもっと空気比を小にする必要があるため、低NO_xバーナの使用としS分の減少と燃料Nの減少を期待して脱硫重油の使用とする。

6) 対 策

i) 燃焼装置の改造

- (a) 排ガス中のO₂濃度の監視による低空気比燃焼
- (b) 低NOx バーナの設置

ii) 燃料の転換

- (a) 脱硫重油供給前は重油50%+ Diesel または天然ガス50%の混焼
- (b) 脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油 100%に転換する。
- (c) 脱硫重油のエマルジョン燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

7) 燃焼装置の改造費

低NOx バーナ、低空気比燃焼および重油+Dieselの混合油を使用するための改造を行う。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	5,400
(b) バーナ (900 ㍉)	1式	70,000
(c) 燃焼管理計器および電気計装	1式	23,100
(d) 梱包・輸送費	1式	11,300
(e) 旅費交通費	1式	4,400
(f) Unexpected expenses (上記の5%)		5,710
小 計		119,910

ii) Local Portion

		(US\$)
(g) バーナ撤去および取付工事	1式	1,600
(h) 現地取付立会費	1式	1,600
(i) 試運転立会費	1式	800
(j) 電気計装取付工事	1式	4,700
(k) 関税その他税金	1式	29,410
(l) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA 含む)	1式	1,810
(m) IVA (k+l を除く15%)		1,890
小 計		41,810

合 計 US\$ 161,720

(注) この工場にはこのボイラの他に同程度の能力で、同種の燃料を使用しているボイラがあり、同様の処置必要と見込まれる。

8) 対策のまとめ

表5.2.20参照

表 5.2.20 紙製品工場 (B) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別		重 油	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		—	—	—	乳化燃焼
燃料消費量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	2.844	1.422	2.844	2.844
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	—	1.422	—	—
排 出 量 (ton/年)	NO _x	1.27	0.71	0.91	0.71
	SO ₂	170.64	99.54	45.39	45.39
	PM	0.839	0.671	0.671	0.503
削 減 率 (%)	NO _x	—	44%	28%	44%
	SO ₂	—	41%	73%	73%
	PM	—	20%	20%	40%
装 置 費 (1,000US\$)		—	323.44	323.44	323.44
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却)			21.6	21.6	21.6
金利 (初年度~5年度8%)			25.9	25.9	25.9
メンテナンス費 (5%)			16.2	16.2	16.2
重 油		220.6	110.3	—	—
Diesel		—	292.6	—	—
脱硫重油		—	—	309.6	—
乳化脱硫重油		—	—	—	377.3
計 (1,000US\$)		220.6	466.6	373.3	441.0

B案 : 将来、脱硫重油が供給された場合

C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

5.2.21 金属製品工場 (A)

- 1) 施設の種類 鍛造用ビレット加熱炉
- 2) 施設の仕様
 形式 プッシャ炉
 能力 4.7ton/hr
 通風方式 押込通風
 炉の構造及び寸法 2,560^W × 10,550^D × 1,200^H
 バーナの基数及び配置 2基 (天然ガスバーナ)
 炉内圧力 ほぼ大気圧
 炉内温度 1,100 ~ 1,300 °C
 付属施設 なし
- 3) バーナ仕様
 形式 コーンミックス式
 燃料の種類 天然ガス
 燃焼量 1,000 m³/hr
 燃料の圧力 0.8 kg/cm²g

4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 12:00 / 標準操業状態

NO _x (ppm)*	130	煤塵濃度 (g/Nm ³)	-
O ₂ (%)	3.4	排ガス温度 (°C)	925
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	9.3		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.85
SO ₂ **	-
煤塵	-

定格時の NO_x は 200ppm (1.31kg/hr) と推定

* 酸素濃度 5% 換算値

** 燃料分析値からの計算値

5) 所見

鉄筋用棒鋼製造用ビレット (80×80×2,000 mm) を熱間ローラ圧延するための加熱炉で、ビレットの進行と2本のバーナによる燃焼ガスとを対抗流としたプッシャ炉である。プッシャによる挿入及び取り出し操作はマニュアルで行なわれている。1日16.5時間運転で食事時には休みがとられている間欠操業炉である。炉の取り出し口の反対側壁に点検掃除口があり、その開閉による侵入空気のため大きく空気比が変動している。

炉壁は耐火煉瓦で 350~400mmの厚みがあり外壁面温度は43~47°Cと低いが、このような間欠操業炉では蓄熱損失が過大なものとなっている。試みに温度が平衡状態になったと仮定して、その蓄熱量を計算すると燃料ガス入力の1,000時間分以上となる。1日16.5時間の運転では炉壁は定常状態とはならず、絶えず非定常な状態を繰り返しているものと思われるが、炉壁の軽量化によって相当の省エネルギー化が可能である。また、朝の立ち上げ時間の短縮化もあわせて達成できる。

排気ガスは 930°C と高温でそのまま放出されているが、これも簡単な熱回収熱交換器の設置により容易に20~30%の省エネルギー化が可能であろう。また、先にも述べた点検清掃口の開閉等による侵入空気変動を防止するために、炉圧制御 (ドラフトコントロール) の導入も有効である。その他、圧延装置との関係もあり炉単独で評価できないが、炉温が必要以上に高く侵入空気の変動による過大 O₂ との相乗効果で、加熱効率の低下のみならずスケール損失の増加を引き起こしている可能性が高い。

燃料ガスの計量を始めとして、熱管理データがほとんどないため正確さを欠くが、この炉の原単位がおよそ 1,400 × 10³ kcal/ton と推定され、日本の線材加熱炉の原単位が 300 × 10³ kcal/ton (鉄鋼便覧) を中心として分布していることと比較しても、この炉の加熱効率の低さは明白である。

NO_x については O₂ 5% 換算値で 130ppm であり、空気予熱を行っていないこともあって十分に低い値であるため、NO_x 対策は必要ないが省エネルギー化を図れば燃料の節約になるので、NO_x エミッションの低減が可能となる。従って、予熱空気用低 NO_x バーナと熱回収熱交換器の組合せを提案する。

6) 対 策

i) 燃焼装置の改善

- (a) 予熱空気用低NOx バーナの設置
- (b) 排熱回収熱交換器の取付

7) 燃焼装置の改造費

予熱空気用低NOx バーナ（二段燃焼組み込み型）および排熱回収熱交換器の取付を行う。

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	19,300
(b) 低 NOxバーナ	2基	58,500
(c) 排熱回収熱交換器（耐熱配管エキスパンションを含む）	1式	153,900
(d) 現地立会工事費	1式	23,100
(e) 試運転立会費	1式	7,700
(f) 梱包輸送費	1式	6,000
(g) 旅費交通費	1式	17,200
(h) Unexpected expenses（上記の5%）		14,300
小 計		300,000

ii) Local Portion		(US\$)
(i) バーナ撤去工事費	1式	800
(j) ダクト製作	1式	7,700
(k) ダクト取付工事	1式	2,000
(l) Air heater基礎工事（鉄ワク、コンクリート、鉄筋）	1式	6,200
(m) 試運転立会費	1式	800
(n) 関税その他税金	1式	61,320
(o) 倉庫・通関手続・陸送（IVA を含む）	1式	8,130
(p) ダクト等輸送費・クレーン車借上	1式	2,000
(r) IVA（n+oを除く15%）		3,000
小 計		91,950

合 計 US\$ 391,950

(注) この工場には、この燃焼装置の他に同程度の能力で同種の燃料を使用している燃焼装置が1基あり、同様の処置が必要と見込まれる。

8) 削減率

燃 料	20%節約
NOx	30%
PM	20%

9) 対策のまとめ

表5.2.21に対策のまとめを示す。

表 5.2.21 金属製品工場 (A) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案
燃 料 種 別		天 然 ガ ス	天 然 ガ ス
燃 料 消 費 量	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	7.07	5.66
排 出 量 (ton/年)	NO _x	7.7	5.4
	PM	- #1	
削 減 率 (%)	NO _x		30 %
	PM		20 %
装 置 費 (1,000US\$)			783.9 #2
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)			
	装置償却費 (15年償却)		52.3
	金利 (初年度-5年度8%)		62.7
	メンテナンス費 (5%)		39.2
	天然ガス	589.2	471.7
計 (1,000US\$)		589.2	625.9

(注1) 排ガスが高温のため測定不能。

(注2) 診断調査した燃焼装置と同型の装置についての低 NO_xバーナ、排熱回収熱交換器設置費用 (US\$391,950) を含む。

7) 燃焼装置の改造費

アルミ溶解炉の排ガスダクトにバグフィルタを取付ける。

i) Foreign Portion

		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	5.400
(b) バグフィルタ	1式	65.400
(c) 送風機	1式	12.300
(d) 現地工事立会費	1式	3.100
(e) 試運転立会費	1式	3.100
(f) 旅費交通費	1式	10.000
(g) Unexpected expenses (上記の5%)		5.000
小計		104.300

ii) Local Portion

		(US\$)
(h) ダクト作成費	1式	7.000
(i) 基礎工事費	1式	600
(j) 設置工事費	1式	4.700
(k) 試運転調整	1式	800
(l) 工事用車両	1式	1.600
(m) 関税その他の税	1式	22.000
(n) IVA (mを除く15%)		2.200
小計		38.900
合計		US\$ 143.200

(注) バグフィルタは輸送時の荷姿により輸送費が異なるため、出荷地から目的地までの輸送費および通関諸費用は計上していない。

8) 削減率

燃料	10%
NOx	5%
PM	50%

9) 対策のまとめ

表5.2.22に対策のまとめを示す。

表 5.2.22 金属製品工場 (B) の対策のまとめ

		現 況	対 策 案
燃 料 種 別		天 然 ガ ス	天 然 ガ ス
燃 料 消 費 量	天然ガス (10 ⁶ m ³ /年)	2.97	2.83 燃料10%節約
排 出 量 (ton/年)	NO _x	1.0	0.95
	PM	2.2	1.1
削 減 率 (%)	NO _x		5 %
	PM		50 %
装 置 費 (1,000US\$)			143.20
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)			
装置償却費 (15年償却)			9.5
金利 (初年度-5年度8%)			11.5
メンテナンス費 (5%)			7.2
天然ガス		247.5	235.8
計 (1,000US\$)		247.5	264.0

(注) 溶解炉を対象とした。

7) 燃焼装置の改造費

排ガス再循環、低NOx バーナおよび空気比の自動制御を行うための改造。

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	19.300
(b) バーナ (3,000 Q)	1式	103.900
(c) 排ガス再循環ファン (120 m ²)	1式	25.400
(d) 燃焼管理機器および電気計装	1式	77.000
(e) 自動空気比燃焼	1式	46.200
(f) 現地立会工事費	1式	23.100
(g) 試運転立会費	1式	7.700
(h) 梱包輸送費	1式	13.500
(i) 旅費交通費	1式	17.200
(j) Unexpected expenses (上記の5%)		16.700
小 計		350.000
ii) Local Portion		(US\$)
(k) バーナ撤去工事	1式	1.600
(l) ダクト製作工事	1式	53.900
(m) バーナ・ダクト・ファン取付工事	1式	7.300
(n) 試運転立会費	1式	800
(o) 関税その他税金	1式	76.300
(p) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA含む)	1式	5.420
(q) IVA (o+p を除く15%)		9.540
小 計		154.860
合 計		US\$ 504.860

8) 煙道排ガステレメータ計測器の設置費

No.1、2ボイラ煙道に計測器を取付け、テレメータ・システムによる排ガスの常時監視を行う。

i) Foreign Portion		(US\$)
(a) 調査設計費	1式	6.200
(b) 計測機器 (SO _x 、NO _x 、O ₂)	2式	118.600
(c) 周辺機器	2式	41.100
(d) データロガ	1式	17.900
(e) 現地工事立会費	1式	8.500
(f) 試運転立会費	1式	4.700
(g) 梱包輸送費	1式	25.900
(h) 旅費交通費	1式	11.900
(i) Unexpected expenses (上記の5%)		11.740
小 計		246.540
ii) Local Portion		(US\$)
(j) 資材費	1式	4.200
(k) 調査助手	1式	1.300
(l) 取付工事費	1式	4.400
(m) 試運転調整費	1式	1.400
(n) 工事用車両	1式	2.200
(o) 関税その他の税金	1式	41.690
(p) 倉庫・通関手続・陸送 (IVA含む)	1式	3.250
(q) IVA (o+p を除く15%)		2.030
小 計		60.470
合 計		US\$ 307.010

(電話工事費、中央局受信装置は含まない)

9) 対策のまとめ

表5.2.23に対策のまとめを示す。

表 5.2.23 食品工場のまとめ

		現 況	対 策 案		
			A	B	C
燃 料 種 別		重 油 Diesel	重油 50% Diesel 50%	脱硫重油	脱硫重油
燃 焼 方 式		-	-	-	乳化燃焼
燃料消費量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	17.4	8.7	17.4	17.4
	Diesel (10 ³ m ³ /年)	0.91	9.61	0.91	0.91
排 出 量 (ton/年)	NO _x	63	36	46	36
	SO ₂	1,062	634	300	300
	PM	21.9	17.5	17.5	13.1
削 減 率 (%)	NO _x	-	43%	27%	43%
	SO ₂	-	40%	72%	72%
	PM	-	20%	20%	40%
装 置 費 (1,000US\$)	装 置 の 改 善 等	-	1,009.72	1,009.72	1,009.72
	NO _x 、SO ₂ テレメータ		307.01	307.01	307.01
ランニングコスト (1,000US\$/年)					
装置償却費 (15年償却)			87.8	87.8	87.8
金利 (初年度~5年度8%)			105.3	105.3	105.3
メンテナンス費 (5%)			65.8	65.8	65.8
重 油		1,349.4	674.7		
Diesel		187.3	1,977.6	187.3	187.3
脱硫重油		-	-	1,893.9	-
乳化脱硫重油		-	-	-	2,308.2
計 (1,000US\$)		1,563.7	2,911.2	2,311.1	2,754.4

B案：将来、脱硫重油が供給された場合

C案：脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

(注) (1) ボイラ負荷率は50%と仮定した。

(2) 装置の改造費はボイラ2基分である。

5.2.24 アルコール飲料品工場

- 1) 施設の種類 発電用ボイラ (No.2)
- 2) 施設の仕様
- 形式 水管式
 - 能力 63 ton/hr
 - 通風方式 押込通風
 - 炉の構造及び寸法 4.700^W × 4.156^D × 8.534^H
 - バーナの基数及び配置 4本 (ボイラの各コーナに1段)
 - 炉内圧力 +150 mmH₂O
 - 付属施設 空気予熱器 (30→200℃)
- 3) バーナ仕様
- 形式 ガスと油混焼式 ガス：ランス式、油：Y-jet 式
 - 燃料の種類 重油 (現在は重油のみ燃焼)
 - 燃焼量 重油：5,400 Q /hr
 - 燃料の圧力 重油：5 kg/cm²g
 - 噴霧媒体圧力 蒸気：6 kg/cm²g

4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 15:30 / 負荷は定格の約97%

NO _x (ppm)*	232	煤塵濃度 (g/Nm ³)	0.41
O ₂ (%)	4.3	排ガス温度 (°C)	178
CO (%)	< 0.05	燃焼室出口O ₂ (%)	2.5
CO ₂ (%)	12.0		

* 酸素濃度5%換算値

林 燃料分析値からの計算値

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	31
SO ₂ **	310
煤塵	25

5) 所 見

メキシコ最大手のビール製造メーカーで、しかもこの工場は首都圏のかなり中心部に近いところにあるため、公害防止には注意しなければならないが、NO_x の発生量及び煤塵量ともかなり多い。ボイラは自家発電用として使用しているが、この他に天然ガス燃焼の100ton/hrと27 ton/hrボイラがあり、現在建設中の約80 ton/hrボイラを加えると、かなりの燃料消費量になる。この工場に設置されているボイラは、すべてタンジェンシャルファイヤリング方式で、これはボイラ四隅にバーナが設置され燃焼室内で火炎が旋回しながら火の玉のように燃焼するので、ファイヤーボール燃焼とも言われている。一般的にいて、この燃焼方法はフロントファイヤリングよりNO_x 値は低い。また、Recuperator のリークも考えられるので、チェックが必要と思われる。燃焼室負荷は540,000 kcal/m²hrと比較的高い。ボイラ燃焼室出口O₂ 濃度は2.5%と低く、適正に近い空気比で運転している。

6) 対 策

- i) 燃焼装置の改造
 - (a) 空気予熱器の補修
 - (b) 排ガスO₂ 常時監視による低空気比燃焼
 - (c) 排ガスファン取付による排ガス再循環
- ii) 燃料の転換
 - 天然ガスへ転換
- iii) NO_x、SO₂、O₃ テレメータ設置による排ガスの常時監視

7) 燃焼装置の改造費

排ガス再循環、低空気比燃焼および空気予熱器の補修を行う。

i) Fpreogn Portion		(US\$)
(a)	調査設計費	1式 15,400
(b)	排ガス再循環ファン	1式 30,000
(c)	燃焼管理機器および電気計装	1式 46,200
(d)	現地工事立会費	1式 23,100
(e)	試運転立会費	1式 7,700
(f)	梱包輸送費	1式 11,900
(g)	旅費交通費	1式 17,200
(h)	Unexpected expenses (上記の5%)	7,600
小 計		159,100
ii) Local Portion		(US\$)
(i)	ダクト改造工事 (保温を含む)	1式 115,400
(j)	ダクト取付、ファン据付工事	1式 30,800
(k)	電気計装工事費	1式 11,500
(l)	試運転立会費	1式 2,300
(m)	関税その他税金	1式 22,520
(n)	倉庫・通関手続・陸送 (IVA含む)	1式 2,360
(o)	ダクト等輸送費・クレーン車借上	1式 2,000
(p)	IVA (m+nを除く15%)	24,300
小 計		211,180
合 計		US\$ 370,280

8) 煙道排ガステレメータ計測器の設置費

No.1、3、4ボイラ (NO_x、O₂) およびNo.2ボイラ (SO₂、NO_x、O₂) の煙道に計測器を取付ける。

i) Fpreogn Portion		(US\$)
(a)	調査設計費	1式 9,400
(b)	計測機器 (SO _x 、NO _x 、O ₂)	4式 162,300
(c)	周辺機器	4式 79,000
(d)	データログ	1式 17,900
(e)	現地工事立会費	1式 8,500
(f)	試運転立会費	1式 4,700
(g)	梱包輸送費	1式 51,800
(h)	旅費交通費	1式 12,400
(i)	Unexpected expenses (上記の5%)	17,300
小 計		363,300
ii) Local Portion		(US\$)
(j)	資材費	1式 8,400
(k)	調査助手	1式 1,800
(l)	取付工事費	1式 8,200
(m)	試運転調整費	1式 2,400
(n)	工事用車両	1式 3,300
(o)	関税その他の税金	1式 70,760
(p)	倉庫・通関手続・陸送 (IVA含む)	1式 5,810
(q)	IVA (o+pを除く15%)	3,620
小 計		104,290
合 計		US\$ 467,590

(電話工事費、中央局受信装置は含まない)

9) 対策のまとめ

表5.2.24に対策のまとめを示す。

表 5.2.24 アルコール飲料品工場の対策のまとめ

		現 況	対 策 案
燃 料 種 別		重 油 天 然 ガ ス	天 然 ガ ス
燃 焼 方 式		混 焼	専 焼
燃 焼 消 費 量	重 油 (10 ³ m ³ /年)	40.6	0
	天 然 ガ ス (10 ⁶ m ³ /年)	54.0	86.4
排 出 量 (ton/年)	NO _x	408.1	217.2
	SO ₂	2.436	0
	PM	136.1	0
削 減 率 (%)	NO _x		47 %
	SO ₂		100 %
	PM		100 %
装 置 費 (1,000US\$)	装 置 の 改 造 等		1,110.84 ^注
	NO _x 、SO ₂ テレメータ		467.59
ランニングコスト概算 (1,000US\$/年)			
装置償却費 (15年償却)			105.2
金利 (初年度-5年度8%)			126.3
メンテナンス費 (5%)			78.9
重 油		3,148.6	—
天 然 ガ ス		4,499.8	7,200.0
計 (1,000US\$)		7,648.4	7,510.4

(注) 未診断の100ton/hrボイラ (経年30年)、27 ton/hrボイラ (経年36年) に対する改造費 (US\$740,560) を含む。

5.2.25 公衆浴場

- 1) 施設の種類 ボイラ (No.1)
- 2) 施設の仕様
- | | |
|------------|--------------------------|
| 形 式 | 炉筒煙管式 |
| 能 力 | 1.56 ton/hr |
| 通風方式 | 自然通風 |
| 炉の構造及び寸法 | 610 φ×3,000 ^L |
| バーナの基数及び配置 | 1基 (重油バーナ) |
| 炉内圧力 | -1~-2mmH ₂ O |
| 付属施設 | なし |
- 3) バーナ仕様
- | | |
|--------|--------------------------|
| 形 式 | 蒸気霧化バーナ |
| 燃料の種類 | 重油 |
| 燃 焼 量 | 100 ℓ /hr |
| 燃料の圧力 | 不明 |
| 噴霧蒸気圧力 | 5.2 kg/cm ² g |

4) 排ガス分析データ

(煙突サンプリングデータ) 13:00 / 負荷は定格の約80%

NO _x (ppm)*	190	煤 塵 濃 度 (g/Nm ³)	0.15
O ₂ (%)	10.5	排ガス温度 (°C)	170
CO (%)	0.25	燃焼室出口O ₂ (%)	-
CO ₂ (%)	6.0		

(総重量排出量)

	kg/hr
NO _x	0.41
SO ₂ **	5.8
煤 塵	0.24

定格時の NO_xは200ppm (0.43kg/hr) と推定

* 酸素濃度5%換算値

** 燃料分析値からの計算値

5) 所 見

公衆浴場用炉筒煙管ボイラで、運転時間は毎日6:00~20:00 である。蒸気霧化バーナをマニュアル操作で運転しているため、点火時および燃焼量変更時に黒煙を出す。燃焼室負荷は小さく NO_x値も空気比が高い割には低いが、霧化の悪さが影響していると考えられる。NO_xよりも煤塵の対策が必要であるので自動制御化は望まれるが、設備が老朽化しているため、将来燃焼設備が更新が行われる場合に措置すること。

6) 対 策

i) 燃焼装置の改造

適正な空気比で運転するため、定期的にポータブルO₂計を用いて燃焼管理する。

ii) 燃料の転換

- 脱硫重油供給前は重油50%+ Diesel または天然ガス50%混焼
- 将来、脱硫重油が供給されることとなった場合は、脱硫重油 100%に転換する。
- 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。

7) 費 用

O₂ 計 2,400 US\$

この費用には、関税・通関費用・国内輸送費等は含まない。

8) 削減率

i) A案 : 脱硫重油供給前(重油50% + Diesel 50%混合油を使用)

NO _x	30%
SO ₂	41%
PM	20%

ii) B案 : 脱硫重油が供給された場合

NO _x	10%
SO ₂	73%
PM	20%

iii) C案 : 脱硫重油の乳化燃焼について十分な実証試験を行った後、実施について検討する。日本の削減率を参考とすると

NO _x	44%
SO ₂	73%
PM	40%

5.3 対策の総括

5.3.1 対策概要

事業場ごとの診断結果に基づく、装置改善などの対策は表 5.3.1のとおりである。

表 5.3.1 装置改善対策等

適用する対策	適用対象
容積熱負荷の低減	3事業場（8炉）
バーナノズルの交換	1事業場（1炉）
低NOx バーナの導入	10事業場（25炉）
排ガス再循環	11事業場（25炉）
二段燃焼	2事業場（5炉）
濃淡燃焼	3事業場（6炉）
炉内脱硝燃焼	2事業場（8炉）
プレカルサイナの導入	1事業場（2炉）
炉天井部の断熱強化	3事業場（8炉）
バグフィルタの導入	2事業場（4炉）
EPの導入	4事業場（10炉）*
空気予熱器の導入	1事業場（2炉）
燃焼管理計器の整備	8事業場（18炉）
炭化水素除去対策	1事業場
簡易な自家修理	2事業場
自動O ₂ 濃度計の導入	9事業場
ポータブルO ₂ 濃度計の導入	5事業場
その他	2事業場

* 火力発電所を含めると6事業場 18炉

燃料転換対策としては、重油専焼施設に対して次の3ケースを想定した。

- A：軽油または天然ガスとの 脱硫重油供給までの期間
50%混焼
- B：脱硫重油 脱硫重油の供給開始後で、その乳化燃料
が製造されない場合
- C：脱硫乳化重油 脱硫重油の供給に伴い、その乳化燃料が
製造される場合
ただし、ガラス工場はBのまま

5.3.2 削減効果と費用

燃料転換による汚染物質削減効果は表 4.4.3に示したように想定した。
この結果、25事業所での削減効果は表 5.3.2のように予測される。

表 5.3.2 診断調査対象事業場における削減効果

			NO _x	SO ₂	P M
現在の排出量 (千トン/年)			11.1	44.1	7.3
対策後の排出量 (千トン/年)	燃料改善 段階	A	6.6	29.2	2.5 * ¹
		B	6.8	14.0	0.7 * ¹
		C	5.8	14.9	1.6 * ¹
削減率 (%)	燃料改善 段階	A	40	34	66
		B	39	68	90 * ²
		C	48	66	78

(注) * 1 : 1工場の移転による削減量 3.4千トンを見込んである。

* 2 : 火力発電所 (A) にEPを設置する。

これによれば、A段階では暫定的な燃料転換と装置改善および移転により、NO_xで40%、SO₂で34%、PMで66%の削減が見込まれる。これに対しB段階の場合には脱硫重油への転換とEPの設置によりSO₂とPMの削減は促進されるもののNO_xではかえって暫定的なA段階よりも後退する。脱硫重油の乳化燃焼を導入したC段階の場合には、A段階よりもNO_xの改善がなされ、48%の削減が見込まれる。

以上の効果に対応する費用のうち、燃焼装置改善に要する費用は自家修理、自主改造、移転計画のように額を明示できない部分を除き、次のように見込まれる。

A : 脱硫重油供給までの期間 (低 NO _x 対策ほか)	US\$ 86,449,000
B : 脱硫重油供給後、火力発電所にEP導入	US\$ 77,381,000
C : 同 上 、火力発電所Aに乳化設備導入	US\$ 2,113,000

第6章 その他の固定発生源の対策の検討

第6章 その他の固定発生源の対策の検討

6.1 訪問調査対象発生源

6.1.1 対象事業所と施設

訪問調査対象97事業場のうち、第5章で扱った25事業場を除く72事業場を対象とした。その業種別内訳は表 6.1.1のとおりである。

表 6.1.1 訪問調査対象事業場の業種構成

業 種	件 数
食 料 品	8
皮 革	1
紙・紙製品	8
化 学	13
石 油 化 学	4
石炭・石油製品	1
ゴム・プラスチック	4
窯業・土石	6
基礎金属	7
金属製品	3
輸送機械	1
その他製造業	1
公衆浴場	10
スポーツセンター	1
病 院	1
ホ テ ル	2
計	72

業種を大別して工場58件、商業・サービス業14件である。これらの事業場で調査対象となった炉は表 6.1.2のとおり合計 180基であり、このほかに電気炉が6社に16基あった。

表 6.1.2 調査対象炉一覧

炉種	規模				計
	大	中	小	極小	
工業用ボイラー	6	19	46	44	115
乾燥炉	3	0	9	6	18
金属溶解炉	1	0	1	1	3
金属加熱炉	0	5	4	0	9
窯業炉	2	3	10	0	15
ガラス溶解炉	6	5	0	0	11
骨材乾燥炉	0	0	0	2	2
加熱炉	1	0	2	2	5
その他	0	2	0	0	2
計	19	34	72	55	180

6.1.2 対策方針

(1) 対象の選定

訪問調査は企業側で用意した燃焼設備の仕様、燃料使用量を含む運転管理記録を参照することおよび設備の外観、作動状況の視察と簡易な排ガスの測定をもとに、次の点について評価を行った。

- ア. 燃料使用量は設備の定格容量に相応しいか。
- イ. 運転管理計器は整っているか。
- ウ. 空気比は適正であるか。
- エ. 排ガスのばいじん濃度は管理されているか。また、その濃度は適正な水準に制御されているか。
- オ. 熱の有効利用がなされているか。
- カ. エおよびオに支障をきたす構造的な欠陥あるいは破損箇所はないか。

この結果、とくに対策を要しない13社、移転計画中の4社、設備改造または転換中3社、改造困難または不可能2社および実態不明2社の計24社64炉を除く48社について対策案の検討を行った。

(2) 適用する対策

適用する対策は、診断調査で選定された方法の中から燃焼施設の種類、使用燃料、規模、運転状況などの類似するものを選定する。なお、診断調査対象の中には含まれていない炉種として窯業炉が4社15炉、その他（ガスタービン）1社2基があるが、このいずれもが検討対象から除外した24社に含まれている。

また、検討対象は中小規模の設備あるいは事業場の多いことを考慮して、設備投資をなるべく小さくして運転管理を適正に行うことで少しでも削減効果をあげるような対策案とするよう努めた。

燃料の転換については、政策的に実施されるものについて、改質重油が供給される時期から重油がこれに切換わるものと想定する。

6.1.3 対策案

(1) 対策概要

装置改善対策として提案するのは、表 6.1.3に示した12種である。

表 6.1.3 装置改善対策

適用する対策	適用対象	想定単価 (US\$)
容積熱負荷の低減	3事業場	—
蒸気噴霧装置導入	3事業場(3炉)	2,200
バーナノズルの交換	3事業場(6炉)	4,700
燃料予熱器の導入	3事業場(5炉)	200
NO _x 濃度計の導入	3事業場	13,600
燃焼管理用機器の整備	1事業場(2炉)	52,000
炉内脱硝と排ガス再循環	1事業場(2炉)	66,000
予熱空気温度計の導入	1事業場	1,500
炭化水素排除システムの導入	1事業場(塗装工場)	63,000
燃料噴射空気圧の上昇	1事業場	—
簡易な自家修理	4事業場	—
ポータブル酸素濃度計の導入	33事業場	2,400

燃料転換対策としては、重油燃焼施設に対して次の3段階を想定する。

- A : 重油・軽油または天然ガス …… 脱硫重油供給までの期間
各50%混焼
- B : 脱硫重油専焼 …………… 脱硫重油供給開始後
- C : 脱硫重油乳化燃焼…………… 同上、ただしガラス工場はBのまま

ただし、燃料転換による汚染物質削減効果は表 6.1.4のように想定した。

表 6.1.4 改質重油の削減効果

	NO _x	SO ₂	PM
在 来 重 油	0%	0%	0%
脱 硫 重 油	10%	73%	20%
脱 硫 乳 化 重 油	30%	73%	40%

こうした具体的な提案のほか、設備更新時の対策あるいは運転管理上の留意点などを含めて表 6.1.5で各事業場個別に示した。

表 6.1.5(1) 訪問調査対象事業場に対する改善対策-その1-

訪問企業名	No.	装置			燃料消費量		対策	費用		予想される削減率					
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)	ディーゼル 重油 (l/hr)		個別 費用 (US\$)	施設 全体 (US\$)	NOx (%)	SO ₂ (%)	PM (%)	燃料 (%)		
Chemical Products Factory (A) (detergent, cooking oil, soap)	1-1	Water tube boiler	15	Steam	1,400		5.2.4. 参照 移転調査を実施。								
	1-2	Water tube boiler	15	Steam	1,130										
	1-3	Water tube boiler	20	Steam	1,725										
	1-4	Water tube boiler	6	Steam	416										
	1-5	Water tube boiler	5	Steam	382										
	1-6	Heat medium boiler	3.5	Oil	122										
	1-7	Heat medium boiler	35	Oil	45										
	1-8	Heat medium boiler	12	Oil	338										
	1-9	Heat medium boiler	5	Oil	45										
	1-10	Heat medium boiler	1.5	Oil	58										
	1-11	Dryer	10	Detergent	350										
	1-12	Dryer	10	Detergent	350										
	1-13	Dryer	60	Detergent	182										
POLAQUIMIA, S.A. DE C.V. Chemical (herbicide, insecticide, glycol ester)	2-1	Water tube boiler	3-3	Steam	272		1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブ ル02計を用いて燃焼管理する。02 5.2% でも発煙して いるので、②と同時に対策を行なう。 ② ボイラが老朽化しており、新たに低NOxバーナを取 り替えることはできないので、スチームインジェクション の調整を行なう。 2) 燃料の転換 ① ボイラの管理用計器は、燃料燃焼圧力計を除きCO, CO ₂ 計も完備しており持にない。 ② 重油 50% + Diesel 50% 混合油に転換。 ③ 脱硫酸重油を使用。 ④ 脱硫酸重油をエマルジョン化して使用。 1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブ ル02計を用いて燃焼管理する。 ② 適正な噴霧を行なうためバーナノズルを交換し、 PMを減少させる。 2) 燃料の転換 ① 重油 50% + Diesel 50% 混合油に転換。 ② 脱硫酸重油を使用。 ③ 脱硫酸重油をエマルジョン化して使用。 対策の必要はない。	02計 2,400	2,200x2 5,800	20	-	30	-	-	
	2-2	Water tube boiler	4	Steam	227										
	2-3	Heat medium boiler	Small capacity	Oil	47										
PROCTOR & GAMBLE DE MEXICO, S.A. DE C.V. Chemical (detergent, soap)	3-1	Water tube boiler	22.7	Steam		1,125									
	4-1 4-2	Smoke tube boiler Smoke tube boiler		Steam Steam	Alter- nate use		Diesel diesel								
BANOS RIO BLANCO Bathroom	4-1	Smoke tube boiler		Steam											
	4-2	Smoke tube boiler		Steam											
HARINAS Y GRASAS VALOSTOC, S.A. Food (feeds : processed bone, blood and grease of animals)	5-1	Water tube boiler	2.5	Steam		250									
	5-2	Water tube boiler		Steam		Spare									
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-4	Once-through bir.	0.5	Steam			40								
	7-4	Once-through bir.		Steam			11-2 of A operating								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #	Oil			40								
	7-1	Once-through bir.	1.5	Steam			92								
CIBA GEIGY MEXICANA, S.A. DE C.V. Chemical (medicine, dye- ing agent, insecticide)	7-2	Once-through bir.	1.5	Steam			82								
	7-3	Once-through bir.	1.0	Steam			80								
POLYESTERES BAYER, S.A. Petrochemical (polyester, agricultural chemicals)	6-1	Heat medium boiler	700,000 #												

表 6.1.5(2) 訪問調査対象事業場に対する改善対策—その2—

訪問企業名	No.	装置			燃料消費量			対策	費用		予想される削減率						
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)	ディーゼル (l/hr)	重油 (l/hr)		個別費用 (US\$)	施設全体 (US\$)	NOx (%)	SO ₂ (%)	PM (%)	燃料 (%)			
Petrochemical Products Factory (P) (polyester fiber, nylon) BANOS COSTA DEL SOL Bathhouse	8-1	Water tube boiler	40	Steam			3,142	5.2.10. 参照 診断調査を実施。 1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブル02計を用いて燃焼管理する。 ② 燃料温度が低いので燃料予熱器を設置する。(温度計、サーモスタット付リボータでも可) 2) 燃料の転換 ① 重油 50% +diesel 50%混合油に転換。 ② 脱硫酸重油を使用。 ③ 脱硫酸重油をエマルジョン化して使用。 1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブル02計を用いて燃焼管理する。 ② 3次空気の侵入による熱損失を防ぐため、不用な開口部を閉鎖する。 2) 燃料の転換 ① 重油 50% +diesel 50%混合油に転換。 ② 脱硫酸重油を使用。 ③ 脱硫酸重油をエマルジョン化して使用。 診断調査を実施。 5.2.12. 参照	2,400	2,800	20	3	0	3			
	8-2	Water tube boiler	40	Steam			3,142										
	8-3	Smoke tube boiler	13	Steam	Spare		416										
	9-1	Smoke tube boiler		Steam	Alternate use	107											
	9-2	Smoke tube boiler		Steam		107											
BANOS COACALCO Bathhouse	10-1	Water tube boiler		Steam			11										
Asphalt Plant (asphalt mix) INDUSTRIAS DE HULE CALCO Rubber & plastic product (tire tube)	11-1	Rotary kiln	250	Aggregate		1,360	28.4	2,400	2,400	20	3	0	22				
	11-2	Rotary kiln	250	Aggregate		1,360											
	11-3	Rotary kiln	200	Aggregate		1,000											
	12-1	Smoke tube boiler	2.55	Steam													
VIDRIERA MEXICO, S.A. Non-metallic mineral product (glass bottle)	13-1	Glass melting furnace tank oven	8.6	Glass Cullet 75%	1,282		13,600	13,600	NOx計	13,600	30	41	20	-	0		
	13-2	Glass melting furnace tank oven	8.6	Glass Cullet 75%	1,282												
	13-3	Glass melting furnace tank oven	8.6	Glass Cullet 75%	1,282												
	13-4	Glass melting furnace tank oven	8.6	Glass Cullet 75%	1,282												
	13-5	Glass melting furnace tank oven	8.6	Glass Cullet 75%	1,282	Not operating											
Rubber Products Factory (tire)	14-1	Water tube boiler	10	Steam			500	5.2.17. 参照 診断調査を実施。 1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブル02計を用いて燃焼管理する。 2) 燃料の転換 ① 重油 50% +diesel 50%混合油に転換。 ② 脱硫酸重油を使用。 ③ 脱硫酸重油をエマルジョン化して使用。	2,400	2,400	20	4	0	4			
	14-2	Water tube boiler	6.4	Steam			Not operating										
	14-3	Hot water boiler	0.1	Hot water			Diesel										
CENTRO DEPORTIVO CHAPULTEPEC, A.C. Public sports center (polyester, nylon)	15-1	Water tube boiler	9.0	Steam	13hr/day		307	2,400	2,400	20	4	0	4				
	15-2	Water tube boiler	5.0	Steam	3hr/day		185										

表 6.1.5(3) 訪問調査対象事業場に対する改善対策 - その3 -

訪問企業名	No.	装置		燃料消費量		対策	費用 個別費用 (US\$)	予想される削減率				
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)			重油 (l/hr)	NOx (%)	SO ₂ (%)	PM (%)	燃料 (%)
Petrochemical Products Factory (A) (polyester fiber, nylon)	16-1	Water tube boiler	14	Steam	500							
	16-2	Water tube boiler	14	Steam	Not operating	2,088						
	16-3	Water tube boiler	48	Steam	2,500							
	16-4	Water tube boiler	21	Steam	200							
INDUSTRIAS RESISTOL, S.A. Chemical (ABS resin, latex, sodium phosphatate)	17-1	Water tube boiler	11.8	Steam	Not operating							
	17-2	Water tube boiler	12.5	Steam								
NOVAQUIM, S.A. Chemical (oxidation inhibitor, stabilizer)	18-1	Smoke tube boiler	4.7	Steam	Alternate use	168						
	18-2	Smoke tube boiler	4.7	Steam		168						
Metal Products Factory (Aluminum sash, racket, tube)	19-1	Melting furnace	20	Aluminum	227							
	19-2	Melting furnace	1.75	Aluminum	20							
	19-3	Melting furnace	1.75	Aluminum	20							
	19-4	Melting furnace	1.75	Aluminum	20							
	19-5	Melting furnace	1.75	Aluminum	20							
	19-6	Heat treating fur.		Aluminum	36							
	19-7	Heat treating fur.		Aluminum	36							
	19-8	Heat treating fur.		Aluminum	36							
	19-9	Heat treating fur.		Aluminum	36							
	19-10	Heat treating fur.		Aluminum	36							
FUNDICION CHORNE Basic metals (cast iron)	20-1	Cupola	1.5	Scrap iron	Coke: 500 kg/day							
BANDS TACUBAVA Bathhouse	21-1	Smoke tube boiler	1.27	Steam	Alternate use	170						
	21-2	Smoke tube boiler	1.27	Steam		170						
BANDS NAUCALPAN Bathhouse	22-1	Smoke tube boiler	0.6	Steam	Alternate use	80						
	22-2	Smoke tube boiler	0.6	Steam		80						
Glass Factory (C) (glass bottle)	23-1	Glass melting furnace tank oven	16.7	Glass Cullet 55%	2,160							
	23-2	Glass melting furnace tank oven	8.3	Glass Cullet 55%	1,500							
	23-3	Glass melting furnace tank oven	8.3	Glass Cullet 55%	800							
	23-4	Decorating furnace (12 furnaces)		Glass Cullet 55%								
	23-5	Annealing furnace (17 furnaces)		Glass	2,980							

表 6.1.5(4) 訪問調査対象事業場に対する改善対策 - その 4 -

訪問企業名	No.	装置				燃料消費量			個別費用 (US\$)	施設全体費用 (US\$)	予測される削減率					
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)	ジェット油 (l/hr)	重油 (l/hr)	NOx (%)			SO2 (%)	PM (%)	燃料 (%)			
Chemical Products Factory (D) (NaOH, Cl ₂ , NaClO)	24-1	Water tube boiler	7.7	Steam	363											
	24-2	Water tube boiler	7.7	Steam	363											
	24-3	Smoke tube boiler	3.8	Steam	Spare											
	24-4	Smoke tube boiler	3.8	Steam	Spare											
	25-1	Smoke tube boiler	7.8	Steam	686	3 of 4 operating										
	25-2	Smoke tube boiler	7.8	Steam	686											
GENERAL PRODUCTUS CO., S.A. DE C.V. Chemical (Na ₂ S ₂ O ₄ , ZnO, SO ₂ Soln.)	25-3	Smoke tube boiler	4.7	Steam	208											
	25-4	Smoke tube boiler	3.1	Steam	208											
	26-1	Tunnel kiln	403,200 #	Ceramic	245											
	26-2	Tunnel kiln	403,200 #	Ceramic	245											
	26-3	Tunnel kiln	296,000 #	Ceramic	180											
	26-4	Tunnel kiln	296,000 #	Ceramic	180											
FCA. DE PAPEL SAN RAFAEL Paper & its product (paper)	26-5	Downdraft kiln	453,600 #	Ceramic	500	# kcal/hr										
	26-6	Infrared burner	30,200-60,600	600 kcal/hr												
	27-1	Black liquor boiler	12.5	Steam	3,280	Black liquor	3,280									
	27-2	Black liquor boiler	20.5	Steam	4,480	Black liquor	4,480									
	27-3	Water tube boiler	34.0	Steam	2,017											
	27-4	Water tube boiler	60.0	Steam	3,600											
FCA. DE PAPEL MEXICO Paper & its product (recycled paper)	27-5	Water tube boiler	60.0	Steam	3,500											
	28-1	Water tube boiler	20.8	Steam	1,250											
	28-2	Water tube boiler	20.8	Steam	1,250											
	29-1	Smoke tube boiler	3.8	Steam	266											
	29-2	Roasting furnace		Pigment	83											
	29-3	Drying furnace		Pigment	Total 88											
HACO MEXICANA, S.A. Chemical (Fe ₂ O ₃)	29-4	Drying furnace		Pigment												
	29-5	Drying furnace		Pigment												
	29-6	Drying furnace		Pigment												
	30-1	Water tube boiler	16	Steam	750											
	30-2	Water tube boiler	14	Steam	600											

表 6.1.5(5) 訪問調査対象事業場に対する改善対策-その5-

訪問企業名	No.	装置			燃料消費量		対策	費用 個別費用 (US\$)	予測される削減率				
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)	ディーゼル (l/hr)			重油 (l/hr)	NOx (%)	SO2 (%)	PM (%)	燃料 (%)
Glass Factory (G) (glass wool, glass fiber)	31-1	Melting furnace	1.3	Glass	585.6		診断調査を実施。5.2.15. 参照						
	31-2	Melting furnace	0.9	Glass	495.2								
	31-3	Melting furnace	0.7	Glass	569.1								
	31-4	Water tube boiler	3.1	Steam	2,300	Alternate use							
	31-5	Water tube boiler	3.1	Steam	2,300	Alternate use							
PASTEURIZADORA LA LAGUNA Food (dairy products, milk, yogurt)	32-1	Smoke tube boiler	2.6	Steam		42	1) 燃焼装置の改造 ① 燃料の噴霧不良によるPMの生成が考えられるのでバーナノズルの更新をする。 ② 燃料の転換 ③ 重油 50% +diesel 50%混合油に転換。 ④ 脱硫重油を使用。 ⑤ 脱硫重油をエマルジョン化して使用。	4,700x2	9,400	0	0	30	
	32-2	Smoke tube boiler	2.6	Steam		42							
VIDRIO PLANO DE MEXICO, S.A. Non-metallic mineral product (plate glass, glass for automobile)	33-1	Glass melting furnace tank oven	3.3	Glass Cullet 30%	2,050		1) 燃焼装置の改造 ① NOx濃度が低い場合は、炉の各種室自荷の低減が望ましい。(約 70,000 kcal/m ³ hr程度。製造工程上熱量が不足する場合は、NOx発生のない電気ヒータで補充する。) ② NOx濃度計を使用し、NOx濃度が異常に高くならぬように燃焼管理を行なう。 診断調査を実施。5.2.18. 参照						
	33-2	Glass melting furnace tank oven	15.8	Glass Cullet 30%	3,618								
Paper Products Factory (A) (Recycled paper)	34-1	Water tube boiler	9.4	Steam		902							
	34-2	Smoke tube boiler	7.8	Steam		Not operating							
	34-3	Smoke tube boiler	7.8	Steam		283							
	34-4	Smoke tube boiler	7.8	Steam		283							
	34-5	Smoke tube boiler	7.8	Steam		283							
METALURGICA ALMENA Basic metals (copper, brass, bronze castings)	35-1	Crucible furnace	600 *	Scrap & Ingot	48,300		1) 燃焼装置の改造 Crucible furnace ① レキベレータの効率を良くするため、破損しているフロードの修理をする。	13,600	13,600	30	-	0	-
	35-2	Electric furnace	600 *		Elec. 11 kWh/kg								
	35-3	Electric furnace	600 *		Elec. 11 kWh/kg								
	35-4	Electric furnace	600 *		Elec. 11 kWh/kg								
	35-5	Electric furnace	600 *		Elec. 11 kWh/kg								
BANDS LA NARANJA Bathroom	36-1	Smoke tube boiler	0.8	Steam	Alternate use	55	特になし。						
	36-2	Smoke tube boiler	0.8	Steam	Alternate use	55							
	36-3	Hot water boiler		Hot water		Diesel							
	36-4	Hot water boiler		Hot water		Diesel							
	36-5	Hot water boiler		Hot water		Diesel							
	36-6	Hot water boiler		Hot water		Diesel							
BANDS XOLALPA Bathroom	37-1	Smoke tube boiler	1.0	Steam		130	1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブルO2計を用いて燃焼管理する。 ② 燃料の転換 ③ 重油 50% +diesel 50%混合油に転換。 ④ 脱硫重油を使用。 ⑤ 脱硫重油をエマルジョン化して使用。	2,400	2,400	30	9	0	9
	37-2	Smoke tube boiler	0.8	Steam		Spare							
BANDS GABIS Bathroom	38-1	Smoke tube boiler	0.4	Steam		51	1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブルO2計を用いて燃焼管理する。(温度計、サーモスタット付リボンヒータでも可) ② 燃料の転換 ③ 重油 50% +diesel 50%混合油に転換。 ④ 脱硫重油を使用。 ⑤ 脱硫重油をエマルジョン化して使用。	2,400	2,800x2	35	15	0	15
	38-2	Smoke tube boiler	0.6	Steam		51							

表 6.1.5(6) 訪問調査対象事業場に対する改善対策 - その6 -

訪問企業名	No.	装置		燃料消費量		対策	費用		予測される削減率				
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)		重油 (L/hr)	個別費用 (US\$)	施設全体 (US\$)	NOx (%)	SO2 (%)	PM (%)	燃料 (%)
MEDIDORES AZTECA, S.A. Basic metals (brass cast.)	39-1	Electric furnace	69	Ingot									
	40-1	Water tube boiler	7.6	Steam	Elec. 1.2 kWh/kg	311							
SALICILATOS DE MEXICO Precision instruments (medical supplies)	41-1	Rotary kiln	96	Cement									
	41-2	Rotary kiln	96	Cement									
	41-3	Rotary kiln	25	Cement									
	41-4	drying furnace	180	Cement	N. gas								
	41-5	drying furnace	180	Cement	N. gas								
	41-6	drying furnace	45	Cement	N. gas								
	41-7	Heat medium boiler	1.3	Oil									
	41-8	Heat medium boiler	1.3	Oil									
	41-9	Hot water boiler	1.3	Hot water									
PAPELERA ATLAS Paper & its product (Recycled paper)	42-1	Water tube boiler	9.6	Steam									
	42-2	Smoke tube boiler	6.4	Steam									
	42-3	Smoke tube boiler	2.4	Steam									
BANOS LUPITA Bathroom	43-1	Smoke tube boiler	0.6	Steam	Alternate use	83							
	43-2	Smoke tube boiler	0.5	Steam		83							
PORCELANITE, S.A. Non-metallic mineral product (tile for building)	44-1	Tunnel kiln	108,000 #	Ceramic									
	44-2	Tunnel kiln	108,000 #	Ceramic									
	44-3	Tunnel kiln	108,000 #	Ceramic									
	44-4	Tunnel kiln #	875,000 #	Ceramic	145.7								
PRODUCTOS SAN CRISTOBAL Paper & its product (tissues, toilet etc.)	45-1	Water tube boiler	18	Steam	Not operating								
	45-2	Water tube boiler	35	Steam	1,681								
	45-3	Water tube boiler	45	Steam	2,162								
	45-4	Dryer		Paper	363								
	45-5	Dryer		Paper	250								
	45-6	Dryer		Paper	242								
	45-7	Dryer		Paper	467								
	45-8	Dryer		Paper	854								
CIA. HULERA TORNEL Rubber & plastic product (tyre, tube)	46-1	Smoke tube boiler	2.6	Steam	180								
	46-2	Smoke tube boiler	1.3	Steam	112								
	46-3	Smoke tube boiler	1.6	Steam	Diesel	Not operating							
	46-4	Smoke tube boiler	0.8	Steam	Diesel	Not operating							
	46-5	Heat medium boiler	5.040x2/hr	Steam	Diesel	Not operating							
Alcoholic Drinks factory (beer)	47-1	Water tube boiler	100	Steam	Mixed combust.	3,333							
	47-2	Water tube boiler	63	Steam	7,625								
	47-3	Water tube boiler	27	Steam	92 of 3 operating								
	47-4	Water tube boiler	82	Steam	Not operating								

表 6.1.5(7) 訪問調査対象事業場に対する改善対策その7 -

訪問企業名	No.	装置			燃料消費量			対策	費用		予想される削減率			
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)	重油 (l/hr)	個別費用 (US\$)		施設全体 (US\$)	NOx (%)	SO ₂ (%)	PM (%)	燃料 (%)	
ANDERSON CLAYTON, S.A. Food (dressing, etc.)	58-1	Water tube boiler	0.9	Steam	Alter-	27		1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気出で運転するため、定期的にボータブ ル02計を用いて燃焼管理する。 特になし。	2,400	2,400	25	7	0	7
	58-2	Water tube boiler	0.4	Steam	mate use	27								
	58-3	Drying oven	400 kg/hr		L.P.G	7 l/hr								
	58-4	Drying oven	450 kg/hr		L.P.G	8 l/hr								
	59-1	Electric furnace	15 #	Scrap	Elec.	369 kWh/charge								
	59-2	Electric furnace	4 #	Scrap	Elec.	800 kWh/charge								
	59-3	Electric furnace	4 #	Scrap	Elec.	800 kWh/charge								
	59-4	Annealing furnace	# ton/charge	Casting of iron	420	Not operating								
	59-5	Heating furnace	4.4	of iron	Not operating	Not operating								
59-6	Cupola													
FUNDIDORA DE ACEROS TEPEYAC Basic metals (cast iron)	60-1	Electric furnace	2.5 #	Scrap	Elec.	500 kWh/charge	1) 燃焼装置の改造 Annealing furnace ① 燃焼炉の扉を修理し、三次空気の侵入を防止する ことにより省エネルギー化をはかる。 三次空気の侵入防止による削減効果を定量化するのは 困難であるが、例えば燃焼効率 50%とし燃焼速度を 6.5 から2.1%に下げたとすると、約11%の削減となる。	自家修理					11	
	60-2	Electric furnace	6.0 #	Scrap	Elec.	500 kWh/charge								
	60-3	Electric furnace	3.5 #	Scrap	Elec.	500 kWh/charge								
	60-4	Electric furnace	6.0 #	Scrap	Elec.	500 kWh/charge								
	60-5	Electric furnace	2.5 #	Scrap	Elec.	500 kWh/charge								
	60-6	Electric furnace	6.5 #	Scrap	Elec.	500 kWh/charge								
	60-7	Annealing furnace	40 #	Casting of iron	459.7									
	60-8	Annealing furnace	20 #	of iron	554.5									
	60-9	Annealing furnace	4 #	Casting of iron	173.5									
FORD MOTOR COMPANY Transportation equipment (vehicle engine, car body assembly)	61-1	Drying furnace	0.6-3.2	Mold	50-60		1) 炭化水素の削減 ① 塗装工程から発生する炭化水素を処理するため、 排気空気をダクトで収集し直接燃焼方式で処理する。 (処理量を 5,000m ³ /hrと仮定する) バーナ、温度制御器、送風機を設置する。 (焼却炉、ダクトは設置場所によりその価格は大きく変 るので見積から除外) 他の燃焼施設は充分管理されており対策の必要は特 になし。 診断調査を実施。5.2.5. 参照	63,000	63,000	炭化水素 : 90 %				
	61-2	Hot water boiler	1-3.5	Air	16-88									
	61-3	Air heater	8	Scrap	80									
	61-4	Electric furnace	8	Casting of iron	Elec.	600 kWh/charge								
	61-5	Annealing furnace												
Chemical Products Factory (8) (agricultural chemicals, etc.)	62-1	Smoke tube boiler	2.6	Steam		10								
	62-2	Heating furnace	100,000#	Oil	#kcal/hr		84							
INDUSTRIAS UNIDAS, S.A. Insulator (ceramics) Non-metallic mineral product (ceramics, wire- less telephone, electric parts)	63-1	Electric furnace	0.25	Brass			企業からの情報が得られず詳細は不明。							
	63-2	Electric furnace	0.25	Brass										
	63-3	Hardening kiln	0.50	Brass	N. gas									
	63-4	Tunnel kiln	0.33	Ceramic	132									
	63-5	Tunnel kiln	0.33	Ceramic	132									
	63-6	Tunnel kiln	0.17	Ceramic	70									
SN DE MEXICO, S.A. Others (sponge, brush)	64-1	Smoke tube boiler	12	Steam			1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気出で運転するため、定期的にボータブ ルの02計を用いて燃焼管理する。 2) 燃料の転換 ① 重油 50% + Diesel 50%混合油に転換。 ② 脱酸重油を使用。 診断調査を実施。5.2.23. 参照	2,400	2,400	25	7	0	7	
	64-2	Smoke tube boiler	9	Steam	330	Spare								
Food Products Factory (cooking oil, pasta, shortening)	65-1	Water tube boiler	45.4	Steam	Alternate use	2,000								
	65-2	Water tube boiler	45.4	Steam		2,000								
	65-3	Heat medium boiler	504,000 #	Oil	58.8									
	65-4	Heat medium boiler	504,000 #	Oil	58.8									

表 6.1.5(8) 訪問調査対象事業場に対する改善対策—その8—

訪問企業名	No.	装置		燃料消費量		対策	費用		予想される削減率			
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)		重油 (l/hr)	個別費用 (US\$)	施設全体 (US\$)	NOx (%)	SO ₂ (%)	PM (%)
BANDS TACUBA Bathhouse	48-1	Smoke tube boiler	0.6	Steam	Alternate use	43	2,400	2,400	25	5	0	5
	48-2	Smoke tube boiler	0.3	Steam		27						
CARTONAJES ESTRELLA Paper & its product (Carton)	49-1	Water tube boiler	35	Steam	Not operating							
	49-2	Water tube boiler	60	Steam	Not operating							
	49-3	Water tube boiler	112	Steam	8,500							
	50-1 50-2	Heating furnace	10	Billet	539							
ACEROS AHUEHUETES Basic metals (angle steel, channel steel)	51-1	Heating furnace	6	Billet		400						
	51-2	Smoke tube boiler		Steam		H.oil						
Public Bathhouse	52-1	Smoke tube boiler	1.3	Steam	Alternate use	71						
	52-2	Smoke tube boiler	1.3	Steam		71						
ACEROS CURSA metals (steel for sash)	53-1	Heating furnace	12	Billet	610							
	53-2	Electric furnace	30	Scrap								
DU PONT Chemical (Freon 11,12,22)	54-1	Smoke tube boiler	4.6	Steam	360	Alternate use						
	54-2	Smoke tube boiler	4.6	Steam	360							
Metal Products Factory (A) (bar steel, angle steel)	55-1	Heating furnace	10	Billet	634							
	55-2	Heating furnace	8	Billet	634							
	55-3	Electric furnace	25	Scrap	Elec. 7,500 kWh/charge							
FUNDICIONES FIERRO-MEX Basic metals (bar steel, angle steel)	56-1	Heating furnace	6	Scrap	360							
	56-2	Heating furnace	4.5	Scrap	320							
Petroleum Refinery	57-1	Water tube boiler	56	Steam	1,880-2,700	353-450						
	57-2	Water tube boiler	120	Steam	6,000	783						
	57-3	Packaged boiler	55	Steam	2,080	273						
	57-4	CO boiler	124	Steam		1,055						
	57-5	Heating furnace	117	Petroleum	4,530							
	57-6	Heating furnace	59	Petroleum	4,270							
57-7	Heating furnace	45	Petroleum	2,140								
57-8	Heating furnace	4.3	Petroleum	1,600								
57-9	Heating furnace	12	Petroleum	140								
57-10	Heating furnace	14	Petroleum	400								
57-11	Heating furnace	49	Petroleum	470								
57-12	Heating furnace	29	Petroleum	810								
57-13	Heating furnace	31	Petroleum	270								
57-14	Heating furnace	19	Petroleum	810								
57-15	Heating furnace	50	Petroleum	780								
57-16	Heating furnace	10	Petroleum	4,050	250							

表 6.1.1.5(9) 訪問調査対象事業場に対する改善対策 - その9 -

訪問企業名	No.	装置			燃料消費量		対策	個別費用 (US\$)	施設全体費用 (US\$)	予想される削減率			
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m3/hr)	重油 (l/hr)				NOx (%)	SO2 (%)	PM (%)	燃料 (%)
ESVALTES Y COLORANTES, S.A. Non-metallic mineral product (Glaze for tile, pigment) Chemical Products Factory (E) (Plant oil, soap) Glass Factory (A) (glass bottle, crystal glass, amber glass)	66-1	Melting furnace	0.42	Glass	139		移転計画中であり特になし。						
	66-2	Melting furnace	0.42	Glass	139								
	66-3	Drying furnace		Pigment		25kl/mon total							
	66-4	Spray type dryer		Pigment		Under besting							
	68-5	Baking furnace	200kg/charge										
	67-1	Water tube boiler	3.8	Steam		208							
	67-2	Water tube boiler	2.6	Steam		Spare							
	67-3	Heat medium boiler		Oil		175							
Thermoelectric Power Plant (A)	68-1	Glass melting furnace tank oven	12	Glass Cullet 55%		1,350							
	68-2	Glass melting furnace tank oven	12	Glass Cullet 55%		1,350							
	68-3	Glass melting furnace tank oven			Under repair								
	68-4	Glass annealing furnace											
Thermoelectric Power Plant (B)	69-1	Water tube boiler No.1	476	Steam		L.P.G. : 625 l/hr							
	69-2	Water tube boiler No.2	503.5	Steam		1,950							
	69-3	Water tube boiler No.3	503.5	Steam		2,450							
	69-4	Water tube boiler No.4	900	Steam		2,000							
Thermoelectric Power Plant (8)	70-1	Water tube boiler	150	Steam		3,125							
	70-2	Water tube boiler	150	Steam		10,246							
	70-3	Water tube boiler	350	Steam		12,278							
	70-4	Water tube boiler	350	Steam		26,400							
	71-1	Cupola	800 #	Scrap		23,480							
FUNDICION DE FERRO Y METALES Basic metals (cast iron) Chemical Products Factory (C) (paint) ORGANIZACION QUIMICA MEXICANA Food (food additives, zinc chloride)	71-1	Cupola				Coke : 1,285 kg/day							
	72-1	Smoke tube boiler	2.35	Steam	110	Alternate use							
	72-2	Smoke tube boiler	1.56	Steam	100								
	73-1	Smoke tube boiler	1.3	Steam		18.0							
PRODUCTOS NUTRICIONALES Food (food additives)	73-2	Smoke tube boiler	1.6	Steam		19.4							
	74-1	Smoke tube boiler	0.63	Steam		29							
POLIMEROS (POLIESPUMAS DE MEXICO) Petirochemical (styrol polymer container, building material)	74-2	Smoke tube boiler	0.63	Steam		29							
	75-1	Smoke tube boiler	7.6	Steam		350							
POLIMEROS (POLIESPUMAS DE MEXICO) Petirochemical (styrol polymer container, building material)	75-2	Smoke tube boiler	5.1	Steam		100							

表 6.1.5(10) 訪問調査対象事業場に対する改善対策 - その10 -

訪問企業名	No.	装置			燃料消費量		対策	費用		予測される削減率			
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)	重油 (l/hr)		個別 費用 (US\$)	施設 全体 (US\$)	NOx (%)	SO2 (%)	PM (%)	燃料 (%)
Paper Products Factory (8) SILICATOS Y DERIVADOS, S.A. Chemical (Sodium silicate, potas- sium silicate, etc.)	76-1	Water tube boiler	9.5	Steam	958 Not operating Not operating Total #250 *: Heavy oil use in summer	440 440	5.2.20. 参照 診断調査を実施。5.2.20. 参照 1) 燃焼装置の改造 Glass melting furnace ① NOx濃度が高い場合は、炉の容積室負荷の低減が 望ましい。(約 70,000 kcal/m ³ hr程度。製造工程上熱 量不足する場合は、NOx発生のない電気ヒータで補 死する。) ② NOx濃度計を使用し、NOx濃度が異常に高くなるら ぬように燃焼管理を行なう。	13,800	13,800	30	-	0	-
	76-2	Water tube boiler	8.2	Steam									
	77-1	Glass melting furnace tank oven	8.33	Glass									
	77-2	Glass melting furnace tank oven	3.33	Glass									
	77-3	Glass melting furnace tank oven	0.17	Glass									
	77-4	Smoke tube boiler	7.60	Steam									
77-5	Smoke tube boiler	5.10	Steam	108 Not operating 108	2,400	2,400	25	4	0	4			
77-6	Smoke tube boiler	3.80	Steam										
78-1	Smoke tube boiler	4.7	Steam										
78-2	Smoke tube boiler	4.7	Steam										
78-3	Smoke tube boiler	4.7	Steam										
CANADEROS PRODUCTORES DE LECHE PURA Food (dairy products)	79-1	Smoke tube boiler	12.8								Steam	145 145 Diesel Diesel Alternate use	171
	79-2	Smoke tube boiler	12.8	Steam									
	79-3	Incinerator	0.2-0.25	< 0.1									
	79-4	Incinerator	< 0.1	< 0.1									
HOTEL DEL ANGEL Hotel	80-1	Smoke tube boiler	0.47	Steam	17 17 Alternate use	171	1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブ ル02計を用いて燃焼管理する。 1) 燃焼装置の改造 ① 適正な空気比で運転するため、定期的にボータブ ル02計を用いて燃焼管理する。 2) 燃料の転換 ① 重油 50% + Diesel 50%混合油に転換。 ② 脱硫重油を使用。 ③ 脱硫重油をエマルジョン化して使用。 特になし。	2,400	2,400	30	8	0	8
	80-2	Smoke tube boiler	0.47	Steam									
	81-1	Smoke tube boiler	6.3	Steam									
MARIA ISABEL SHERATON Hotel	81-2	Smoke tube boiler	6.3	Steam	171 171 171	2,400	2,400	25	5	0	5		
	81-3	Smoke tube boiler	6.3	Steam									
	SOSA TERCERO, S.A. Chemical (Na2CO3, NaCl)	82-1	Water tube boiler	20								Steam	Total 13,688 Coke : 1,250kg/hr 500 63
82-2		Water tube boiler	20	Steam									
82-3		Water tube boiler	20	Steam									
82-4		Water tube boiler	36	Steam									
82-5		Water tube boiler	50	Steam									
82-6		Water tube boiler	50	Steam									
82-7		Water tube boiler	30	Steam									
82-8		Water tube boiler	60	Steam									
82-9		Water tube boiler	50	Steam									
82-10		Roasting furnace (8 furnaces)	9.2	Lime stone									
82-11		Roasting furnace (8 furnaces)	4.2	Lime stone									
82-12		Drying furnace (2 furnaces)		Algae									

表 6.1.5(11) 訪問調査対象事業場に対する改善対策 - その11 -

訪問企業名	No.	装置		燃料消費量		対策	費用		予想される削減率						
		燃焼装置名	定格 (ton/hr)	加熱物	天然ガス (m ³ /hr)		重油 (l/hr)	個別費用 (US\$)	施設全体 (US\$)	NOx (%)	SO ₂ (%)	PM (%)	燃料 (%)		
AMERICAN TEXTIL, S.A. DE C.V. Petrochemical (Synthetic fiber)	83-1	Heat medium boiler	6,000 # Oil			160									
	83-2	Heat medium boiler	1,000 # Oil		Not operating										
	83-3	Heat medium boiler	1,000 # Oil		Not operating										
	83-4	Smoke tube boiler	6 Mca/hr	Steam		153									
	83-5	Smoke tube boiler	5	Steam		153									
	83-6	Iron													
MANUFACTURAS GARGO, S.A. DE C.V. Paper & its product (carton)	84-1	Water tube boiler	13.6	Steam		625									
	84-2	Gas burner	625,000 # Paper		Propane 74l/hr										
INDUSTRIAL PAVIMENTADORA, S.A. Coal and petroleum product (asphalt mix)	85-1	Rotary kiln	55	Aggregate		135									
	85-2	Rotary kiln	75	Aggregate		135									
	85-3	Heat medium boiler	504,000 # Oil			38.6									
	85-4	Heat medium boiler	630,000 # Oil			38.6									
HULE INDUSTRIAL, S.A. Rubber & plastic product (rubber packing)	86-1	Smoke tube boiler	0.77	Steam		62									
	86-2	Smoke tube boiler	0.77	Steam		62									
Petrochemical Products Factory (C) (phenol)	87-1	Smoke tube boiler	1.92	Steam		53									
	87-2	Smoke tube boiler	1.92	Steam		53									
AGA DE MEXICO, S.A. DE C.V. Chemical (O ₂ , N ₂ , H ₂ , Ar, N ₂ O, welding rod)	88-1	Gas turbine	4,250 Hp			800									
	88-2	Gas turbine	4,250 Hp			800									
	88-3	Drying furnace	2.5ton/5.5hr												
	88-4	Drying furnace	2.5ton/5.5hr												
	88-5	Drying furnace	2.5ton/5.5hr												
	88-6	Drying furnace	10ton/5.5hr												
TAMM Y CIA, S.A. DE C.V. Petrochemical (acrylic, cotton)	88-7	Annealing furnace	0.85ton/3hr												
	89-1	Smoke tube boiler	4.5	Steam		78									
89-2	Smoke tube boiler	3.2	Steam		78										
CIA. HULLRA ATLAS, S.A. Rubber & plastic product (rubber for automobile)	90-1	Smoke tube boiler	1.28	Steam		64									
	91-1	Smoke tube boiler	3.2	Steam		39.7									
CORRUGADO Y FIBRA, S.A. Paper & its product (carton)	91-1	Smoke tube boiler	3.2	Steam		39.7									
	91-1	Smoke tube boiler	3.2	Steam		39.7									

表 6.1.5(12) 訪問調査対象事業場に対する改善対策 - その12 -

訪問企業名	No.	蒸 気			燃 料 消 費 量			対 策	費 用		予 想 さ れ る 削 減 率		
		燃 焼 装 置 名	定 格 (ton/hr)	加 熱 物	天 然 ガ ス (m ³ /hr)	ジ ン タ ー (l/hr)	重 油 (l/hr)		個 別 費 用 (US\$)	施 設 全 体 (US\$)	NOx (%)	SO ₂ (%)	PM (%)
SALES INDUSTRIALES DE MEXICO Chemical (ammonium chloride, zinc chloride, etc.)	92-1	Smoke tube boiler	1.02	Steam			48.7						
TENERIA TENOLLA, S.A. DE C.V. Leather (leather for shoes)	93-1	Smoke tube boiler	3.2	Steam	16hr/day		122						
	93-2	Smoke tube boiler	0.8	Steam	3hr/day		48						
	93-3	Smoke tube boiler	0.8	Steam	Spare		48		2,400				
SABRITAS, S.A. DE C.V. Food (potato chips, snacks)	94-1	Frying oven	0.47	Food	60		60						
	94-2	Frying oven	0.47	Food	60		60						
	94-3	Smoke tube boiler	2.6	Steam	195-237		120						
	94-4	Smoke tube boiler	1.3	Steam	120		120						
	94-5	Smoke tube boiler	1.3	Steam	120		120						
	94-6	Oven		Food	N. 235								
LA HACIENDA, S.A. DE C.V. Feed (livestock feed)	95-1	Smoke tube boiler	1.9	Steam			70						
EMPAQUES Y CARTON CURRUGADO, S.A. Paper & its product (carton)	96-1	Water tube boiler	6.4	Steam			550						
	96-2	Water tube boiler	3.8	Steam			H. oil						
DOW QUIMICA MEXICANA, S.A. Chemical (insecticide)	97-1	Smoke tube boiler	3.8	Steam			329						
	97-2	Smoke tube boiler	1.3	Steam			Not operating						

(2) 効果と費用

燃料転換と装置改善などの対策を組み合わせた結果、訪問調査対象における汚染物質の削減効果は総括的に表 6.1.6で示される。

表 6.1.6 訪問調査対象48事業場対策による削減効果

			NO _x	SO ₂	P M
現在の排出量 (千トン/年)			4.7	11.2	2.6
対策後の排出量 (千トン/年)	燃料改善 段階	A	3.5	6.5	2.4
		B	3.7	3.2	2.4
		C	3.6	3.2	2.4
削減率 (%)	燃料改善 段階	A	25	42	7
		B	21	71	7
		C	23	71	7

これによれば、暫定的な燃料転換A段階（在来重油と軽油または天然ガスの各50%混焼）と装置改善により、NO_xで25%、SO₂で42%、PMで7%の削減が見込まれる。これに対し、脱硫重油への転換を図ったB段階の場合には、SO₂の削減は促進されるもののNO_xではかえって暫定的なA段階よりも後退し、PMについては横ばいと見込まれる。さらに、脱硫重油の乳化燃焼を導入したC段階の場合には、これよりも若干の改善がなされ、NO_xで23%、SO₂で71%、PMで7%の削減が見込まれる。

以上の効果に対応する費用のうち、燃焼装置改善に要する費用は自家修理、自主改造、移転計画のように額を明示できない部分を除き合計約46万米ドル（1991年3月価格）と見込まれる。

6.2 その他の発生源

6.2.1 対象事業所と施設

これまでに述べてきた対策の対象は、調査団がメキシコ側と協力して行った訪問調査および診断調査の対象となる大工場を主体とする事業所であった。ここでは、上記の事業場以外の事業場を検討の対象とする。その内訳は、次のように区分される約 7,600の事業場であり、燃料消費量の固定発生源に占める割合は、重油、天然ガスとも約25%である。

- ① SEDUE が本調査の一環としてアンケート調査した事業場（969社 3,336炉）
- ② SEDUE による既存データベース上の事業場（①との重複を除いた 371社）
- ③ DDF による既存調査対象事業場（訪問調査および④との重複を除いた 6,070社）
- ④ 全国浴場温泉業協による既存調査対象浴場（203社）

このうち、①および②は主に工場であり、③、④は商業・サービス業に属する事業場である。燃焼施設としては、①に属する 2/3が工業用炉、残りがボイラーであることから、②も同様の比率だと仮定すれば工業用炉が約 2,400炉である。③、④は大部分ボイラーと仮定すると全体でボイラーが 7,500基以上ある。

6.2.2 対策方針

検討対象は、数の多い割に燃料消費量ひいては汚染物質排出量が相対的に小さい事業場である。従って、個々の事業場に対応を求める燃焼装置改善対策は、労力が多い割に効果はあまり期待できない。

そこで、装置改善対策としては、対象事業所の中でも規模の大きいところに限って、前節で述べた訪問調査対象事業場に適用した対策のうちで汎用性のある対策を提案することとし、全体としては脱硫重油の供給に伴う削減効果に依存することとする。

相対的に規模の大きい事業場は、第3章で示した汚染物質排出量の事業場別順位で訪問・診断調査対象の上位20社に接近する10社（いずれも SEDUEの調査対象）程度である。（図 3.5.5参照）

また、訪問調査対象で数多く適用された対策は、ポータブル酸素濃度計の導入であり、実質的な検討対象48社中33社に適用した。これは計器の導入そのものよりも、これを用いて適正空気量を保持するような運転をし、NOx の発生を抑えるところに真の狙いがある。同様の主旨で他の簡易な装置の導入あるいは改修も対策方法として考慮する。

6.2.3 対策案

(1) 対策概要

汚染物質の発生を抑えるための運転管理に役立つ簡易な装置改善対策を列記すると表 6.2.1のとおりである。

表 6.2.1 装置改善対策

適用する対策	想定単価 (US\$)
蒸気噴霧装置の導入	2,200
燃料予熱器の導入	200
予熱空気温度計の導入	1,500
ポータブル酸素濃度計の導入	2,400
簡易な自家修理	—

燃料転換対策は、大規模工場同様重油燃焼施設に限られるが規模が小さいので、脱硫重油供給までの暫定措置は考慮しない。従って、次の2ケースを想定する。

- B : 脱硫重油専焼 脱硫重油供給開始後
 C : 脱硫重油乳化燃焼 同上

(2) 効果と費用

装置改善による汚染物質削減効果は、実態を把握しない限り定量的に示せない
 ので燃料転換による効果を総括的に表 6.2.2に示す。

表 6.2.2 7,600 事業場における燃料改善による削減効果

			NO _x	SO ₂	P M
現在の排出量 (千トン/年)			5.0	21.0	1.4
燃料改善後の排出量 (千トン/年)	改善段階	B	4.8	7.7	1.2
		C	4.1	7.7	1.0
削減率 (%)	改善段階	B	4	63	14
		C	18	63	28

重油燃焼施設に一律に脱硫重油を適用した場合の削減効果は、NO_x で4%、SO₂ で63%、PMで14%の削減が見込まれる。さらに、乳化燃焼法を併用した場合には、効果は大幅に改善され NO_xで18%、PMで28%の削減が見込まれる。

以上の効果に対応する費用のうち、燃焼装置改善に要する費用は、表 6.2.1 に示した対策のうち1件を選び10社に適用したとして25,000USドル以内と見込まれる。

