

## 4. 廃棄物の組成・性状調査

### 4.1 ごみ質の分析方法

#### 4.1.1 ごみ質分析フロー

当該廃棄物発電施設で処理される廃棄物は、ラグナテクノパーク等の工業団地から排出される産業廃棄物と併せ、近郊の都市、サンタ・ロサ市とビニャン市の家庭系ごみを対象とすることとし、サンタ・ロサ市の家庭系ごみの組成・性状を調査した。

サンタ・ロサ市から排出される家庭系ごみは、近郊のサン・ペドロ埋め立て処分場へ廃棄されるため、同処分場へ運ばれたごみをサンプルとして収集車から採取し、以下の流れでごみ質分析作業を行った。

表 4-1 ごみ質分析フロー

No.	分析・作業	内容
1	サンプリング	サン・ペドロ埋め立て処分場へ到着した 5 台の収集車両より、各々約 100kg のごみサンプルを採取した。(5 サンプル)
2	縮分	四分法で、適量の分析用ごみ (約 50kg) を採取した。
3	比重	上記のごみの単位体積重量を測定した。
4	組成分析	5 つのごみサンプルを各々9種類のごみに手分類して、各々の重量を測定し、組成分析 (湿ベース) を行った。
5	分析試験所持込用ごみサンプル準備	組成割合に応じて、1 サンプル重量を約 5kg に縮分し、分析試験所に以下の分析を依頼した。(5 サンプル)
6	乾燥	5 サンプルごみを各々乾燥させた。
7	三成分	水分、可燃分、灰分量を測定した。
8	発熱量	低位発熱量を測定した。
9	元素分析	炭素、水素、窒素、硫黄、塩素の元素組成を測定した。

出典：調査団作成

#### 4.1.2 サンプリング

2014 年 11 月 18 日にごみサンプリングを行った。サンプリング場所は、サン・ペドロ埋め立て処分場で、サンタ・ロサ市 (一部、サン・ペドロ市のごみを含む) の家庭系ごみ収集車のごみを荷下ろしする際に、サンプリングを行った。サンプリング前に、収集車両の運転手に収集地域などの聞き取り調査を行った。

サンプリングごみは、収集車一台当たり約 100kg とし、合計 5 サンプルを採取した。収集車は平ボディ車 (ダンプ機構の無いトラック) で、家庭ごみはプラスチック製の袋に入って

おり、その中身が家庭系ごみであることを確認した上でサンプリングした。サンプリングの概要と状況を以下に示す。

表 4-2 ごみ検体のサンプリング

No.	採取時刻	収集地域と特徴	採取量
A	8:49am	サン・ペドロ市内とタガイタイの家庭系ごみ	100.55kg
B	11:20am	サンタ・ロサ市内の家庭系ごみ	92.10kg
C	1:40pm	サンタ・ロサ市内の家庭系ごみ	94.80kg
D	1:59pm	サンタ・ロサ市内の家庭系ごみ	90.35kg
E	3:30pm	サンタ・ロサ市内の家庭系ごみ、草・木が多い	103.25kg

出典：調査団作成



図 4-1 ごみサンプリングの状況

出典：調査団撮影

#### 4.1.3 組成分析（湿ベース）

サンプリングしたごみ約 100kg をビニールシート上に広げ、大物は鋏やカッターで裁断し、良く攪拌した上で、四分法にて一回縮分した。

比重測定では、上記のごみを容積 120 リットルのプラスチック製バケツにすりきり一杯まで入れ、地上 30cm から数回落下させ、嵩が減った分さらにごみを入れる作業を数回行った後、ごみの重量を秤で測定し、それをバケツ容量で除して比重を算出した。

その後、(1)厨芥、(2)紙類、(3)繊維類、(4)草木、(5)プラスチック類、(6)ゴム・皮革類、(7)金属、(8)ガラス・石類、(9)分類困難物（細かいごみ）の 9 種類に手選別し、各々の重量を測定し、湿ベースでの組成分析を行った。

これらの組成分析は 5 サンプル各々について行った。組成分析作業の様子を次図の写真に示す。

準備—1 (ビニールシート)	準備—2 (測定機具)
	
準備—3 (比重測定用容器)	ごみの攪拌
	
分類作業—1	分類作業—2
	

図 4-2 組成分析作業

出典：調査団撮影

#### 4.1.4 各種分析 (3成分、発熱量、元素分析)

5つのサンプルごみ重量は各々約 50kg で、今後の各種分析には量が多すぎるため、組成分析比率に応じて 10 分の 1 に縮分し、約 5kg とした。サンプルごみの水分が蒸発しないよう、9 分別ごみを各々別のビニール袋に密閉して試験所へ持込み、各種の分析を依頼した。分析依頼内容は以下のとおりである。

- 水分量
- 乾燥ごみ (9 分別) の重量と重量按分
- 灰分
- 低位発熱量
- 元素分析 (炭素、水素、窒素、硫黄、塩素)

## 4.2 ごみ質の分析結果

### 4.2.1 組成分析

2014年11月18日にサンプリングしたごみの比重と組成分析結果を次表に示す。

表 4-3 組成分析結果

ごみ組成分析 (湿ベース 単位：%)					
ごみ種分類	サンプルごみグループ				
	A	B	C	D	E
厨芥	16.50	21.06	17.98	18.10	14.00
紙類	14.46	13.63	11.41	20.60	11.69
繊維類	2.27	0.68	0.75	6.19	0.55
木・草類	2.80	15.32	7.21	1.79	33.74
プラスチック類	55.45	25.11	48.00	36.19	21.39
ゴム・皮革類	0.11	3.04	0.86	0.12	0.33
金属類	1.08	1.69	2.80	3.21	1.65
ガラス・石類	3.13	6.19	5.06	3.93	2.21
微細物	4.21	13.29	5.92	9.88	14.44
合計	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
比重 (kg/L)	0.141	0.143	0.170	0.077	0.114

<p>ごみ組成比率; A</p>	<p>ごみ組成比率; B</p>	<p>ごみ組成比率; C</p>
<p>ごみ組成比率; D</p>	<p>ごみ組成比率; E</p>	

出典：調査団作成

ごみ組成分析の結果、ほとんどのサンプルで、プラスチック類が占める割合が一番多かった。なお、サンプル E のごみは木・草類の占める割合が一番多く、剪定や草刈りのごみが多く混ざっていた。

#### 4.2.2 三成分

##### 1) 水分測定結果

グループ A～E のごみサンプルをヒーターで加熱後、重量を計測し、水分量を算出した結果を以下に示す。

##### (1) グループ A ごみ

表 4-4 水分量 (グループ A)

No.	ごみ種分類	湿ベース 重量 (gram)	乾ベース 重量 (gram)	乾ベース ごみ種別 重量按分 (%)	水分量 (%)
1	厨芥	825	275.3	9.7	66.6
2	紙類	725	515.8	18.3	28.9
3	繊維類	110	84.4	3.0	23.3
4	木・草類	140	136.9	4.8	2.2
5	プラスチック類	2,772	1,503.5	53.2	45.8
6	ゴム・皮革類	21	7.7	0.3	63.3
7	金属類	54	54.0	1.9	0.0
8	ガラス・石類	156	156.0	5.5	0.0
9	微細物	210	91.5	3.2	56.4
	合計	5,013	2,825.1	100.0	43.6

出典：調査団作成

##### (2) グループ B ごみ

表 4-5 水分量 (グループ B)

No.	ごみ種分類	湿ベース 重量 (gram)	乾ベース 重量 (gram)	乾ベース ごみ種別 重量按分 (%)	水分量 (%)
1	厨芥	1,065	593.9	17.5	44.2
2	紙類	693	423.4	12.5	38.9
3	繊維類	35	22.9	0.7	34.6
4	木・草類	785	685.0	20.2	12.7
5	プラスチック類	1,260	768.7	22.7	39.0
6	ゴム・皮革類	160	157.9	4.7	1.3
7	金属類	85	85.0	2.5	0.0
8	ガラス・石類	305	305.0	9.0	0.0
9	微細物	670	348.8	10.3	47.9
	合計	5,058	3,390.6	100.0	33.0

出典：調査団作成

## (3) グループ C ごみ

表 4-6 水分量 (グループ C)

No.	ごみ種分類	湿ベース 重量 (gram)	乾ベース 重量 (gram)	乾ベース ごみ種別 重量按分 (%)	水分量 (%)
1	厨芥	899	334.0	11.5	62.8
2	紙類	573	519.4	17.9	9.4
3	繊維類	38	32.2	1.1	15.3
4	木・草類	360	207.9	7.2	42.3
5	プラスチック 類	2,400	1,204.4	41.6	49.8
6	ゴム・皮革類	43	41.9	1.4	2.6
7	金属類	140	140.0	4.8	0.0
8	ガラス・石類	253	253.0	8.7	0.0
9	微細物	296	165.8	5.7	44.0
	合計	5,002	2,898.6	100.0	42.1

出典：調査団作成

## (4) グループ D ごみ

表 4-7 水分量 (グループ D)

No.	ごみ種分類	湿ベース 重量 (gram)	乾ベース 重量 (gram)	乾ベース ごみ種別 重量按分 (%)	水分量 (%)
1	厨芥	905	334.1	12.6	63.1
2	紙類	1,029	652.4	24.7	36.6
3	繊維類	310	263.5	10.0	15.0
4	木・草類	89	42.2	1.6	52.6
5	プラスチック 類	1,810	632.8	23.9	65.0
6	ゴム・皮革類	6	5.2	0.2	13.3
7	金属類	160	160.0	6.1	0.0
8	ガラス・石類	196	196.0	7.4	0.0
9	微細物	494	358.3	13.5	27.5
	合計	4,999	2,644.5	100.0	47.1

出典：調査団作成

## (5) グループ E ごみ

表 4-8 水分量 (グループ E)

No.	ごみ種分類	湿ベース 重量 (gram)	乾ベース 重量 (gram)	乾ベース ごみ種別 重量按分 (%)	水分量 (%)
1	厨芥	700	255.0	7.8	63.6
2	紙類	585	468.1	14.2	20.0
3	繊維類	30	26.7	0.8	11.0
4	木・草類	1,685	958.3	29.1	43.1
5	プラスチック類	1,080	903.3	27.5	16.4
6	ゴム・皮革類	20	18.3	0.6	8.5
7	金属類	85	85.0	2.6	0.0
8	ガラス・石類	110	110.0	3.3	0.0
9	微細物	725	463.6	14.1	36.1
合計		5,020	3,288.3	100.0	34.5

出典：調査団作成

## 2) 灰分測定結果と三成分

サンプルごみ A～E を各々電気炉で熱し、可燃物を完全に焼却した後に重量を測定して、灰分量を得た。可燃分は全体 (100%) から水分量 (%) と灰分量 (%) を差し引いて求めた。それら三成分を次表に示す。

表 4-9 三成分 (水分・灰分・可燃分)

ごみサンプルグループ	水分 (%)	灰分 (%)	可燃分 (%)
A	43.6	10.0	46.4
B	33.0	27.6	39.4
C	42.1	15.8	42.1
D	47.1	32.0	20.9
E	34.5	29.7	35.8

出典：調査団作成

#### 4.2.3 元素分析

サンプルごみ A～E の元素分析を行った結果を水分、灰分と併せて次表に示す。なお、分析機関より得た元素分析の結果は、可燃分割合に換算したものである。

表 4-10 元素分析

組成	ごみサンプルグループ				
	A	B	C	D	E
水分	43.6 %	33.0 %	42.1 %	47.1 %	34.5 %
灰分	10.0 %	27.6 %	15.8 %	32.0 %	29.7 %
可燃分	46.4 %	39.4 %	42.1 %	20.9 %	35.8 %
炭素	33.21 %	11.74 %	18.03 %	7.59 %	13.43 %
窒素	0.02 %	0.02 %	0.02 %	0.01 %	0.02 %
水素	5.29 %	1.76 %	2.81 %	1.17 %	2.03 %
酸素	7.45 %	24.94 %	21.01 %	11.97 %	20.10 %
全塩素	0.39 %	0.23 %	0.15 %	0.10 %	0.16 %
全硫黄	0.04 %	0.70 %	0.08 %	0.06 %	0.06 %

出典：調査団作成

#### 4.2.4 発熱量

分析機関より送られてきた、サンプルごみ A～E の発熱量は高位発熱量であると推定されるため、水分などの凝縮熱を差し引き、湿ベースのごみ（生ごみ）に換算した低位発熱量を次表に示す。

表 4-11 低位発熱量

ごみサンプルグループ	低位発熱量(kcal/Kg)
A	3,605
B	1,621
C	1,505
D	1,230
E	1,543

出典：分析機関の速報値より換算

#### 4.2.5 ごみ分析のまとめ

今回、ごみ収集車よりサンプルごみ 5 つ（サンプル A～E）を採取し、各種のごみ分析を行った結果を以下にまとめる。

##### 1) ごみ組成分析

ごみ組成分析を行い、各サンプル毎での最大含有物の一覧を次表に示す。その結果、ほとんどのサンプルでプラスチックの含有比率が最も大きく、良い燃料となることが期待できる。なお、ごみサンプル E に関しては、草・木の割合が多いのは、剪定枝の多いごみをサンプリングしたためである。



表 4-12 組成分析結果（最大含有物）

ごみサンプルグループ	湿潤ごみ中の最大含有物	乾燥ごみ中の最大含有物
A	プラスチック (55.45%)	プラスチック (53.2%)
B	プラスチック (25.11%)	プラスチック (22.7%)
C	プラスチック (48.00%)	プラスチック (41.6%)
D	プラスチック (36.19%)	紙 (24.7%) プラスチック (23.9%)
E	草・木 (33.74%) プラスチック (21.39%)	草・木 (29.1%) プラスチック (27.7%)

出典：調査団作成

## 2) 三成分

三成分の測定結果の表を再掲する。日本の家庭系廃棄物の灰分は、おおむね 5%～15% であり、サンプル A とサンプル C 以外の灰分はそれと比較して多い。その分、可燃物の比率が低くなってるので、燃料にするには不燃物を除去して RDF (Refuse Drived Fuel) 化することが望ましい。比較参考に大阪市のごみ質の変化を表 4-14 に示す

表 4-13 三成分（水分・灰分・可燃分）

ごみサンプルグループ	水分 (%)	灰分 (%)	可燃分 (%)
A	43.6	10.0	46.4
B	33.0	27.6	39.4
C	42.1	15.8	42.1
D	47.1	32.0	20.9
E	34.5	29.7	35.8

出典：調査団作成

表 4-14 大阪市のごみ質の変化

区 分	昭45	50	55	60	平13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
水分 (%)	50.7	51.5	49.7	40.4	33.1	31.6	31.3	27.7	33.3	32.5	31.7	32.8	34.2	33.4	40.2	38.5	42.6
灰分 (%)	20.8	15.6	15.5	21.5	15.7	17.0	15.8	18.1	16.3	16.4	17.8	16.2	15.8	16.1	8.5	11.3	9.4
可燃分 (%)	28.5	32.9	34.8	38.1	51.2	51.4	52.9	54.2	50.4	51.1	50.5	51.0	50.0	50.5	51.3	50.2	48.0
低位発熱量 (kj/kg)	4,764	5,877	6,731	7,732	9,649	9,845	10,122	10,331	9,326	9,816	9,703	10,323	9,816	10,415	9,946	9,402	8,960
( )カッコ内数字は kcal/kg	[1,138]	[1,404]	[1,608]	[1,847]	[2,305]	[2,352]	[2,418]	[2,468]	[2,228]	[2,345]	[2,318]	[2,466]	[2,345]	[2,488]	[2,376]	[2,246]	[2,140]

(注) 低位発熱量とは、水分を含むごみの発熱量をいう。

出典：大阪市ホームページ

<http://www.city.osaka.lg.jp/kankyo/cmsfiles/contents/>

0000292/292086/h26\_11jigyogaiyou\_sankou1.pdf

## 3) 発熱量

発熱量の測定結果を表 4-11 に示したが、サンプル A の発熱量が異常に高い値となっている。サンプル A はプラスチック含有量が多い、プラスチックそのものの発熱量といっ

てよい値を示しているため、分析時にミスがあったと推定され、サンプル A の発熱量結果は採用しないこととした。サンプル B～E の発熱量は次表のとおりで、最大値：1,621kcal/kg、最小値：1,230kcal/kg、平均値：1,475kcal/kg であった。

表 4-15 低位発熱量

ごみサンプルグループ	発熱量 (kcal/kg)	最大値 (kcal/kg)	最小値 (kcal/kg)	平均値 (kcal/kg)
B	1,621	1,621	1,230	1,475
C	1,505			
D	1,230			
E	1,543			

出典：調査団作成

サンタ・ロサ市の家庭系廃棄物のごみ質を分析した結果、プラスチック類の含有率が多く、良い燃料となる可能性があることがわかった。なお、灰分の多いごみもあるため、不燃物を除去した方が、より発熱量の高いごみとなり、効率的なエネルギー回収が可能となる。

- サンタ・ロサ市(WACS データ)

サンタ・ロサ市が 2004 年に行った WACS データを以下に記載する<sup>3</sup>。

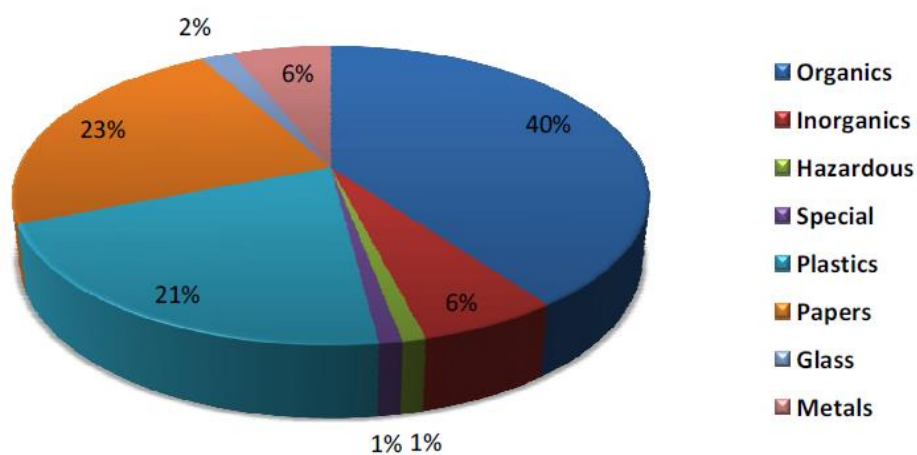


図 4-1 サンタ・ロサ市の WACS データ

- ビニャン市(WACS データ)  
 ビニャン市が 2010 年に行った WACS データを以下に記載する<sup>24</sup>。

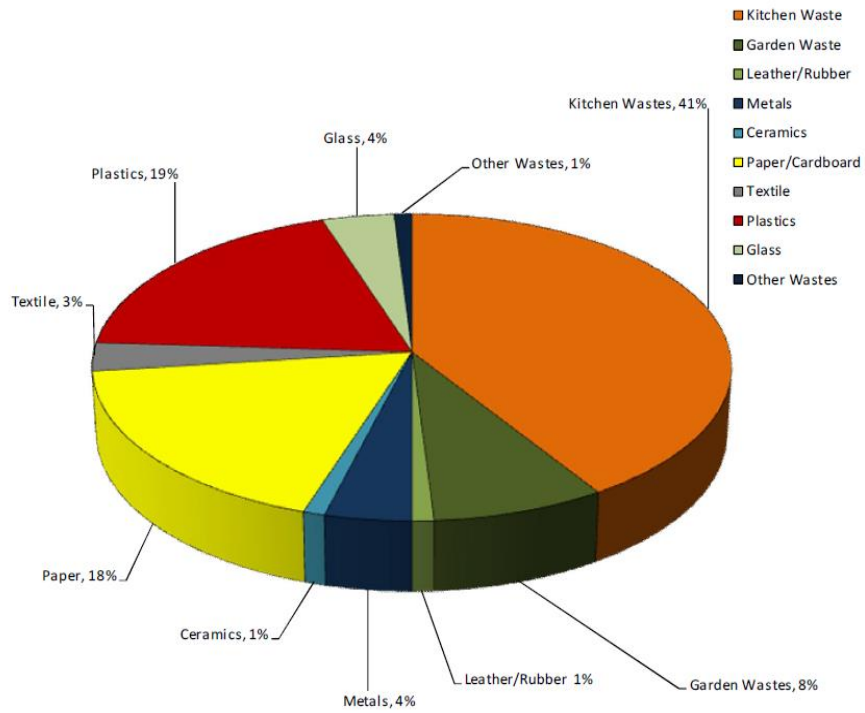


図 4-2 ビニャン市の WACS データ

<sup>24</sup> 2014 年 11 月 ビニャン市 CENRO 訪問時に受領。

## 5. 施設整備計画及び実施計画

### 5.1 検討方針

当初の海外展開計画においては、大気清浄法の「焼却禁止」条項を考慮して通常の焼却方式の導入が困難と言われていたこともあり、シャフト炉式ガス化溶融炉による廃棄物発電を前提としていた。

しかし、2014 年に入りフィリピン政府が廃棄物発電政策の推進に当たり通常の焼却方式も排除しないとの考えが示されたこともあり、ストーカ炉も検討の対象とすることとした。

ストーカ炉の特徴は、

- 大規模な廃棄物処理ニーズ（減量化）に対応可能（当社の場合、1ライン当たり1,000t トン/日迄可能）
- 廃棄物による大規模な高効率発電が可能

があげられ、一般的には最も普及している技術であるといえる。以下にその概要図を示す。

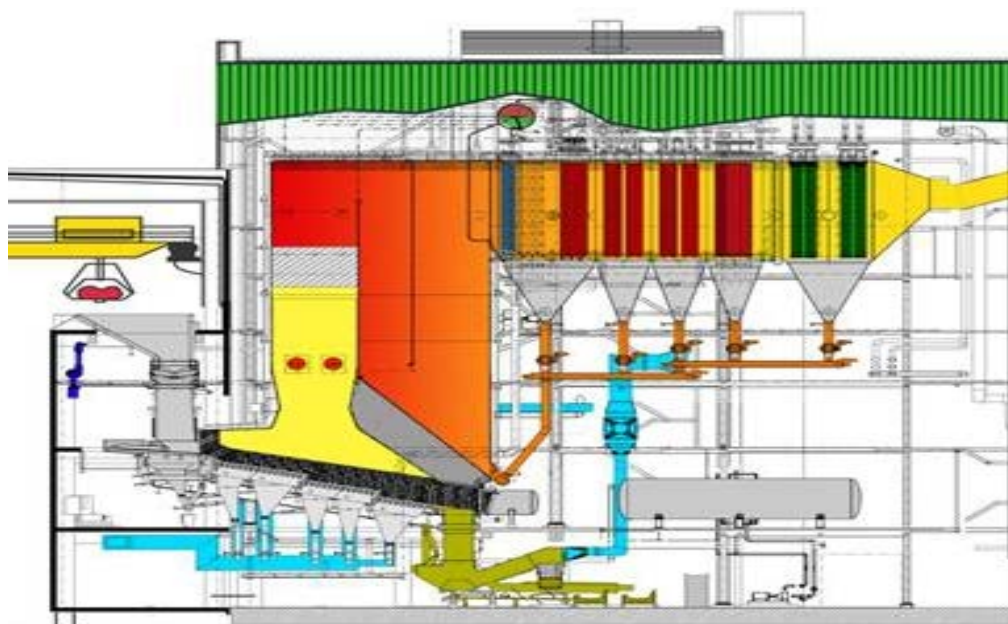


図 5-1 ストーカ式焼却炉

ごみ質調査の結果が示したように、フィリピンの都市廃棄物の平均的なごみの低位発熱量が 1,500kal/kg は得られるようになっている。このレベルでは廃棄物自身の熱量で燃焼するため、焼却処理の観点より前処理は不要である。

しかし、発電事業による収入を最大化することを目的とした場合は、できる限り高い出力を得るために入熱を多くすることが望まれる。つまり投入する廃棄物の熱量が高い方が望ましいことになる。

そこでラグナテクノパーク（LTI）の周辺の 2 自治体からの廃棄物については、生ごみの選別・コンポスト化などの前処理（MBT）を施して得られた残渣（Refuse Derived Fuel : RDF）を熱源とすることとした。当初の海外展開計画においてもそのような考えを示している。

本事業の範囲に都市廃棄物を工業団地のプロジェクトサイトで MBT 処理することは非現実的であることから含めない。したがって、本事業で都市廃棄物を受入れる際の条件は、選別または MBT した後の残渣（RDF）とした。

2014 年の国家固形廃棄物管理委員会決議（Resolution）の 90 条において廃棄物発電を推進するための技術及び操業に係るガイドラインを作成することとしているが、そのガイドラインの案では、廃棄物発電の受入基準として、

- 仕分けされた都市固形廃棄物としての重金属の量が一定の基準以下
- 熱源として、重量ベースで灰分が 20%以上あり、カロリー分が 2,000kcal/kg 以上であり、水分が 20%以下

であることが求められている。

また、下記に示す廃棄物は WTE として認められていない。

- 仕分けされていない都市固形廃棄物
- 医療廃棄物
- アスベストを含んだ廃棄物
- 全ての種類の電池類
- 廃電子電気機器
- 爆発物
- シアン類
- 無機酸
- 原子力廃棄物

したがって、上記の受入条件を施設計画に適用することは、現在検討中のガイドラインに合致している。以上のことから、2 都市で前処理した残渣ごみが本事業で建設する施設で受け入れることを前提とし、MBT 処理自体は、本事業の範囲に含めず、また、同施設建設の検討は行わないこととした。

## 5.2 前提条件

### 5.2.1 計画処理量

産業廃棄物については、ラグナテクノパーク（LTI）で発生する工場ごみ 80 トン/日のうちエネルギー価値の高いもの（油泥、プラスチック(助燃材)、有機(塗装)汚泥、ウエス等）20 トンと、周辺の工場団地で発生する工場ごみで熱量の高いごみ 30 トンを想定し、50 トン程度を受入るものと想定する。

都市廃棄物については、工業団地周辺のサンタ・ロサ及びビニャンの 2 都市のごみを MBT 処理した後の可燃残渣（RDF）200 トン/日を燃料として受け入れる。トータルの計画処理量を 250 トン/日とする。

廃棄物の低位発熱量は 10,500kJ/kg(2,500kcal)程度と設定する。

なお、投入の変動は無いことを前提とする。特に都市廃棄物については、搬入側で常に安定した量の搬入を条件とする。プラントの定修時でストップしている場合には、都市廃棄物については搬入を停止し、MBT 施設側で保管することを前提とする。

## 5.2.2 計画ごみ質の設定

混合ごみの設計ごみ質を水分の変動を考慮して表 5-1 のように設定した。

表 5-1 設計ごみ質

			低質	基準	高質
低位発熱量		(kcal/kg)	2,000	2,500	3,000
三成分	水分	(%)	47.3	36.5	27
	可燃分	(%)	40.3	48.5	55.7
	灰分	(%)	12.5	15.0	17.2
可燃分中 化学組成	C	(%)	22.3	26.9	30.9
	H	(%)	3.1	3.7	4.3
	O	(%)	14.0	16.8	19.4
	N	(%)	0.4	0.4	0.5
	S	(%)	0.2	0.2	0.3
	Cl	(%)	0.3	0.4	0.5

## 5.2.3 その他の条件

### 1) 施設建設用地

LTI の拡張予定地の 1 画に 2ha 程度の用地を確保する。(図 3-11 参照)

### 2) 受電・売電

受電は LTI の配電会社である EPMI から購入することを前提とする。売電先は、当初計画案では EPMI としたが、MERALCO などの地域配電会社に売電することとした。変更の理由は、FIT 制度が適用される可能性が大きくなったこと、その場合、6.63PHP/kWh (18 円/kWh) の売電料金となり、その方が EPMI への売電より高くなる可能性があるためである。

なお FIT 制度では、20 年間の買取を保証するが、料金の適用は 12 年間であり、その後は、その時点での交渉事項となっている。最もベーシックな売電料金にまで下げられる可能性もあるが、ここでは仮にそうなっても EPMI に売電する場合にはそれよりも高くできると考えられることから、安定した収入は得られるものと想定する。

### 3) 用水・排水

用水は、LTI が供給する工業用水を利用するものとする。また、施設からの生活排水は LTI の整備した下水道に放流する。また、工程プロセスからの排水はない前提である。

#### 4) 補助燃料

シャフト炉式ガス化溶融炉ではガス化用熱源としてコークスを使用する。一方、焼却炉については投入廃棄物は十分に自燃するため、立上・立下時のみ利用する。

#### 5) 排出ガス基準

排ガス基準値に関し、ごみの熱処理施設に限定した規制がないため、本施設は Republic Act No. 8749 「AN ACT PROVIDING FOR A COMPREHENSIVE AIR POLLUTION CONTROL POLICY AND FOR OTHER PURPOSES」(表 3-11,3-12)に記載されている基準値に従うものとした。また排水に関し、基本的に生活排水以外は排出しない前提のため、基準値を省略した。

表 5-2 排ガス基準値 I

項目	1 日平均値	30 分間平均値
ばいじん	10 mg/m <sup>3</sup>	30 mg/m <sup>3</sup>
TOC (全有機炭素)	10 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>
HCl	10 mg/m <sup>3</sup>	60 mg/m <sup>3</sup>
HF	1 mg/m <sup>3</sup>	4 mg/m <sup>3</sup>
SOx (as SO <sub>2</sub> )	50 mg/m <sup>3</sup>	200 mg/m <sup>3</sup>
NOx (as NO <sub>2</sub> )	200 mg/m <sup>3</sup>	400 mg/m <sup>3</sup>
アンモニア	10 mg/m <sup>3</sup>	20 mg/m <sup>3</sup>

・ダイオキシン類 0.1 ng/m<sup>3</sup>

・CO については記載がないため、1 日平均 50 mg/m<sup>3</sup> とした。

表 5-3 排ガス基準値 II (重金属類)

項目	4 ~ 8 時間サンプリング測定値
Cd, Tl	合計 0.05 mg/m <sup>3</sup>
Hg,	0.05 mg/m <sup>3</sup>
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn	合計 0.05 mg/m <sup>3</sup>

### 5.3 施設基本設計

施設稼働率の向上と設備費低減のため、炉系列は 1 炉構成とした。

#### 1) プラントの運営期間

プラントの運営期間は 20 年間とし、また建設期間は約 2.8 年(33 ヶ月)とした。

#### 5.3.1 シャフト炉式ガス化溶融炉による処理システム検討

##### 1) ごみ処理基本フロー

図 5-2 にごみ処理の基本フローを示す。工業団地から排出された廃棄物と RDF は、まずごみピットにて貯留され、混合ごみとしてシャフト炉式ガス化溶融炉に投入される。

混合ごみはガス化溶融炉内で高温・ガス化処理され、ごみの灰分は無害な溶融スラグ・メタルとなり資源として再利用される。またガス化溶融炉から発生した熱分解ガスは燃焼室にて高温燃焼され、燃焼排ガスはボイラで熱回収された後に、排ガス処理設備を経由して最終的に大気へ放散される。ボイラで発生した蒸気は蒸気タービンに送られ、発電に有効利用される。また排ガス処理設備で除去された飛灰は固形化処理後、埋立地に最終処分される。

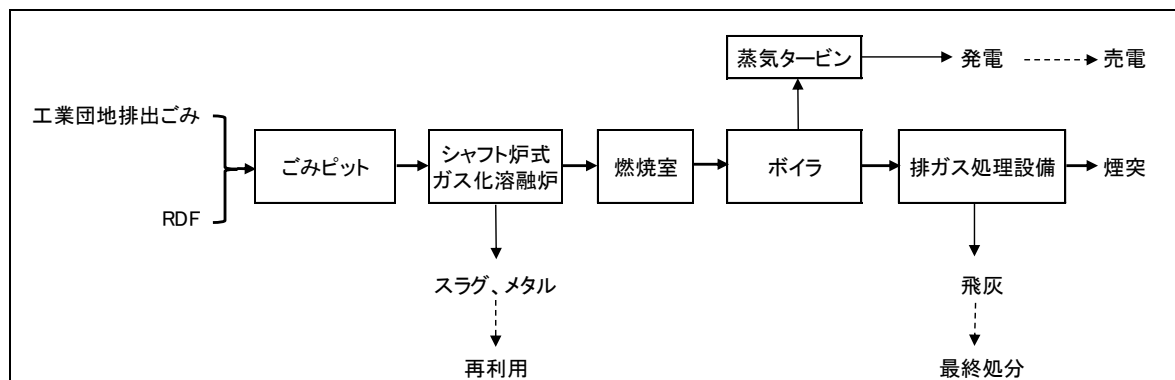


図 5-2 ごみ処理基本フロー

2) 物質フロー

物質フローを示すと次図のとおりである。本方式では、6MW の売電が可能である。処分が必要な灰は、日量 11 トンとなる。

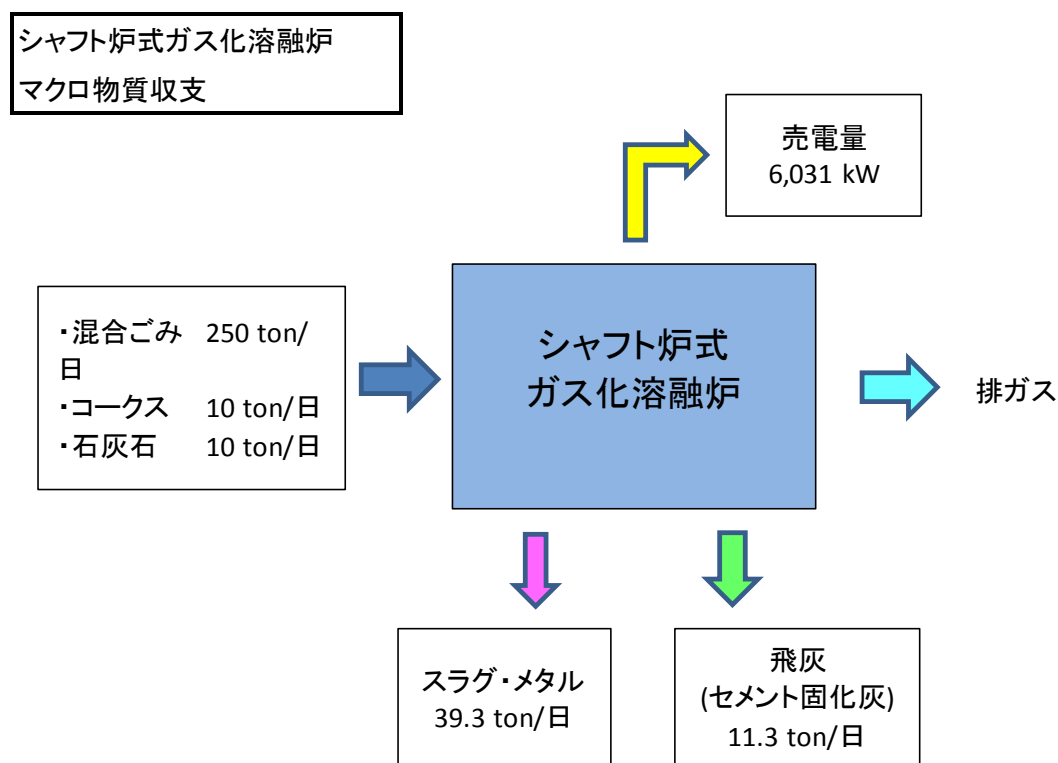


図 5-3 シャフト炉式ガス化溶融炉の物質フロー



### 3) シャフト炉式ガス化溶融炉の主要設備

- |                         |                     |
|-------------------------|---------------------|
| (1) 受入供給                | ピット&クレーン方式          |
| (2) 溶融炉                 | シャフト炉式ガス化溶融炉        |
| (3) 燃焼室                 | 旋回燃焼方式              |
| (4) 燃焼ガス冷却              | 廃熱ボイラ式              |
| (5) 排ガス処理               |                     |
| ・集じん                    | ろ過式集じん器(バグフィルタ)     |
| ・HCl・SO <sub>x</sub> 除去 | 乾式(消石灰吹込方式)         |
| ・NO <sub>x</sub> 除去     | 燃焼制御+無触媒脱硝方式(SNCR)  |
| ・ダイオキシン類除去              | 燃焼制御+活性炭吹込式         |
| ・水銀除去                   | 活性炭吹込式              |
| (6) 発電                  | 蒸気タービン発電 (8,200 kW) |
| (7) 通風                  | 平衡通風方式              |
| (8) 溶融物処理               | 水砕+磁選+ヤード方式         |
| (9) 灰処理                 | セメント固化方式            |

### 4) 基本機器仕様

機器の仕様は以下のとおりである。

表 5-4 シャフト炉の機器仕様

No.	設備名	数量	形式	主要項目等	
1	受入供給設備				
	1.1	ごみ計量機	1 基	トラックスケール	・最大秤量 30 ton
	1.2	プラットホーム (土木・建築工事にふくむ)	1 式	屋内式	・幅員 20 m 以上
	1.3	ごみ投入扉	5 基	電動シャッター式	
	1.4	ごみピット	1 基	水密性鉄筋コンクリート造	・容量 約7日分
	1.5	ごみクレーン	1 基	天井走行クレーン	・バケット容量 6 m <sup>3</sup> ・油圧開閉ポリップ式バケット
2	ガス化溶融設備				
	2.1	ごみ投入ホッパ	1 基	鋼板溶接製	・ホッパ容量 12 m <sup>3</sup> 以上
	2.2	給じん装置	1 基	二重シール式	・油圧駆動方式
	2.3	ガス化溶融炉本体	1 基	シャフト炉式	・能力 10.4 ton/h/炉 ・溶融温度 1700 ~1800 °C ・主要部材質 一般構造用圧延鋼

No.	設備名		数量	形式	主要項目等
					<ul style="list-style-type: none"> <li>・付属品</li> <li>出湯口開閉機 1基</li> </ul>
2.4	燃焼室		1基	全水冷巡回燃焼方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・燃焼温度 850℃以上</li> <li>・滞留時間 2秒以上</li> <li>・主要部材質</li> </ul> STB材 一般構造用圧延鋼
2.5	副資材バンカ		1式	コンクリートバンカ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コークスバンカ 2基</li> <li>・石灰石バンカ 1基</li> <li>・付属品</li> <li>副資材切出し装置 3基</li> </ul>
2.6	副資材搬送装置		1式	コンベヤ&ホイスト直投式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・副資材コンベヤ 2基</li> <li>・バケット付きホイスト 2基</li> </ul>
2.7	酸素発生装置		1基	PSA方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・純度 90%以上</li> <li>・付属品</li> <li>真空ポンプ 1基</li> <li>原料ブロワ 1基</li> <li>吸着槽及び均圧槽 1式</li> <li>酸素レシーバタンク 1式</li> </ul>
2.8	窒素発生装置		1基	PSA方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・純度 95%以上</li> <li>・付属品</li> <li>窒素レシーバタンク 1基</li> </ul>
2.9	非常用窒素発生装置		1基	液体窒素貯留方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・容量 10m<sup>3</sup></li> </ul>

No.	設備名	数量	形式	主要項目等
3	燃焼ガス冷却設備			
3.1	廃熱ボイラ本体	1 基	自然循環式廃熱ボイラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 蒸気条件 400℃ × 41 ata</li> <li>・ 主要部材質 <ul style="list-style-type: none"> <li>ボイラドラム SB 材</li> <li>伝熱管 STB 材</li> <li>過熱器 STB または SUS 材</li> </ul> </li> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>スートブロウ 14 基</li> <li>ダスト排出装置 1 基</li> </ul> </li> </ul>
3.2	ボイラ給水ポンプ	2 基	横型多段遠心ポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 吐出圧 6.0 MPa</li> </ul>
3.3	脱気器	1 基	蒸気加熱スプレー式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 脱気水酸素濃度 0.03 mg/l 以下</li> <li>・ 加熱温度 110 ~ 140℃</li> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>復水タンク 1 基</li> </ul> </li> </ul>
3.4	ボイラ用薬液注入装置	1 基	プランジャーポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 清缶剤タンク 1 基</li> <li>・ 脱酸剤タンク 1 基</li> </ul>
3.5	連続ブロー装置	1 基	ブロー量調節式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>サンプリング水分析装置 1 基</li> </ul> </li> </ul>
3.6	蒸気だめ	1 式	横型円筒式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高圧蒸気だめ 1 基</li> <li>・ 低圧蒸気だめ 1 基</li> </ul>
3.7	蒸気復水器	1 基	強制空冷式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 入口圧力 0.2 ata</li> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>低騒音ファン 2 基</li> <li>排気復水タンク 1 基</li> <li>排気復水ポンプ 2 基</li> </ul> </li> </ul>
3.8	純水装置	1 基	逆浸透膜式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 導電率 10 μS/cm 以下</li> <li>・ シリカ 0.3 ppm 以下</li> </ul>
3.9	純水タンク	1 基	屋外タンク	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>純水移送ポンプ 2 基</li> </ul> </li> </ul>
4	排ガス処理設備			
4.1	ろ過式集じん器	1 基	パルスジェット式 バグフィルタ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 運転温度 150 ~ 160℃</li> <li>・ 出口ダスト濃度 0.01 g/m<sup>3</sup> 以下</li> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>ダスト排出装置 1 基</li> </ul> </li> </ul>

No.	設備名		数量	形式	主要項目等
	4.2	薬剂噴霧装置	1 基	気流搬送方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>消石灰サイロ 1 基</li> <li>活性炭サイロ 1 基</li> </ul> </li> </ul>
	4.3	無触媒脱硝装置	1 基	薬液噴霧式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>尿素水タンク 1 基</li> </ul> </li> </ul>
5	余熱利用設備				
	5.1	蒸気タービン	1 基	抽気復水タービン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 能力 8,200 kW</li> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>減速機 1 基</li> <li>潤滑装置 1 基</li> <li>タービンバイパス装置 1 基</li> <li>タービンドレン排出装置 1 基</li> <li>給水予熱器 1 基</li> </ul> </li> </ul>
6	通風設備				
	6.1	押込送風機	1 基	多段ターボファン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ダンパ制御方式</li> </ul>
	6.2	燃焼空気送風機	1 基	ターボファン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ダンパ制御方式</li> </ul>
	6.3	再循環送風機	1 基	ターボファン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ダンパ制御方式</li> </ul>
	6.4	空気予熱器	1 基	蒸気加熱式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 加熱蒸気温度 250℃</li> <li>・ 主要部材質 <ul style="list-style-type: none"> <li>伝熱管 STB 材</li> </ul> </li> </ul>
	6.5	風道	1 式	溶接鋼板型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基準流速 12 m/s 以下</li> </ul>
	6.6	誘引通風機	1 基	ターボファン	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 回転数制御方式</li> </ul>
	6.7	煙道	1 式	溶接鋼板型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 基準流速 15 m/s 以下</li> </ul>
	6.8	煙突	1 基	溶接鋼板型	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 高さ GL+59 m</li> <li>・ 最大吐出流速 30 m/s 以下</li> </ul>
7	熔融物処理設備				
	7.1	水砕ピット	1 基	スクレーパコンベヤ内蔵式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>水中ポンプ 3 基</li> <li>水砕水冷却器 1 基</li> </ul> </li> </ul>
	7.2	熔融物搬送装置	1 式	コンベヤ&ホイスト搬送式	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付属品 <ul style="list-style-type: none"> <li>振動コンベヤ 2 基</li> <li>バケット付きホイスト 2 基</li> </ul> </li> </ul>

No.	設備名		数量	形式	主要項目等
	7.3	溶融物磁選機	1基	湿式ドラム式	<ul style="list-style-type: none"> <li>付属品</li> <li>溶融物スクリーン 1基</li> <li>スラグコンベヤ 1基</li> <li>メタルコンベヤ 1基</li> </ul>
	7.4	溶融物ヤード (土木・建築工事に 含む)	1式	コンクリートヤード	<ul style="list-style-type: none"> <li>付属品</li> <li>排水移送ポンプ 1基</li> </ul>
8	灰処理設備				
	8.1	灰搬送装置	1式	コンベヤ&気流搬送方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>飛灰搬送コンベヤ 2基</li> <li>ボイラ灰気流搬送装置 1基</li> <li>付属品</li> <li>飛灰サイロ 1基</li> </ul>
	8.2	灰固化装置	1式	セメント固化方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>セメント混練機 1基</li> <li>付属品</li> <li>セメントサイロ 1基</li> <li>養生コンベヤ 1基</li> <li>固化灰バンカ 1基</li> </ul>
9	給水・排水設備				
	9.1	プラント用水前処理 装置	1基	除鉄及びろ過方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>除鉄装置 1基</li> <li>付属品</li> <li>プラント用水ポンプ 2基</li> <li>プラント用水タンク 1基</li> </ul>
	9.2	機器冷却水循環ポ ンプ	2基	渦巻きポンプ	<ul style="list-style-type: none"> <li>付属品</li> <li>機器冷却水薬注装置 1基</li> </ul>
	9.3	機器冷却水冷却塔	1基	強制通風式エアフィンクー ラ	<ul style="list-style-type: none"> <li>入口温度 38℃以下</li> <li>出口温度 33℃以下</li> <li>付属品</li> <li>機器冷却水高架タンク 1基</li> </ul>
	9.4	排水処理装置	1式	ろ過及び蒸発処理方式	<ul style="list-style-type: none"> <li>ごみ汚水タンク 1基</li> <li>ごみ汚水ろ過機 1基</li> <li>付属品</li> <li>ごみ汚水ポンプ 2基</li> <li>スプレーノズル 1基</li> </ul>
10	用役設備				
	10.1	空気圧縮機	2基	スクリー式	<ul style="list-style-type: none"> <li>吐出圧力 7MPa</li> </ul>

No.	設備名		数量	形式	主要項目等
					<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 付属品 空気レシーバタンク 1 基</li> </ul>
	10.2	環境集じん装置	1 基	パルスジェット式バグフィルタ	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 出口ダスト濃度 0.1 g/m<sup>3</sup> 以下</li> <li>・ 付属品 吸引ファン 1 基</li> </ul>
11	電気設備				
	11.1	電気設備	1 式		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 受電条件 AC 3 相 60 Hz×3 線式 ×34.5 kV</li> <li>・ 主要構成設備 特高受変電設備 1 式 高圧配電盤設備 1 式 変電設備 1 式 受配電監視盤設備 1 式 低圧配電盤設備 1 式 低圧動力制御設備 1 式 非常用発電設備 1 式 直流電源設備 1 式 無停電電源設備 1 式</li> </ul>
12	計装設備				
	12.1	計装設備	1 式		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主要構成設備 中央制御監視装置 1 式 プロセスガス分析計 1 基 排ガス分析計 1 式 自動弁・調節弁類 1 式 ITV 監視装置 1 式 現場制御盤類 1 式</li> </ul>
13	土木・建築工事				
	13.1	土木・建築工事	1 式		<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 主要土木・建築工事 計量棟 1 式 プラットホーム 1 式 ごみピット 1 式 運転部門・管理部門居室 1 式 蒸気タービン室 1 式 電気室 1 式 溶融物ヤード 1 式</li> </ul>

No.	設備名		数量	形式	主要項目等	
					用役設備室	1 式
					建築機械設備	1 式
					建築電気設備	1 式

5) プロセスフロー及び基本配置図

シャフト炉式ガス化溶融炉のプロセスフロー及び基本配置図を次頁以降に示す。

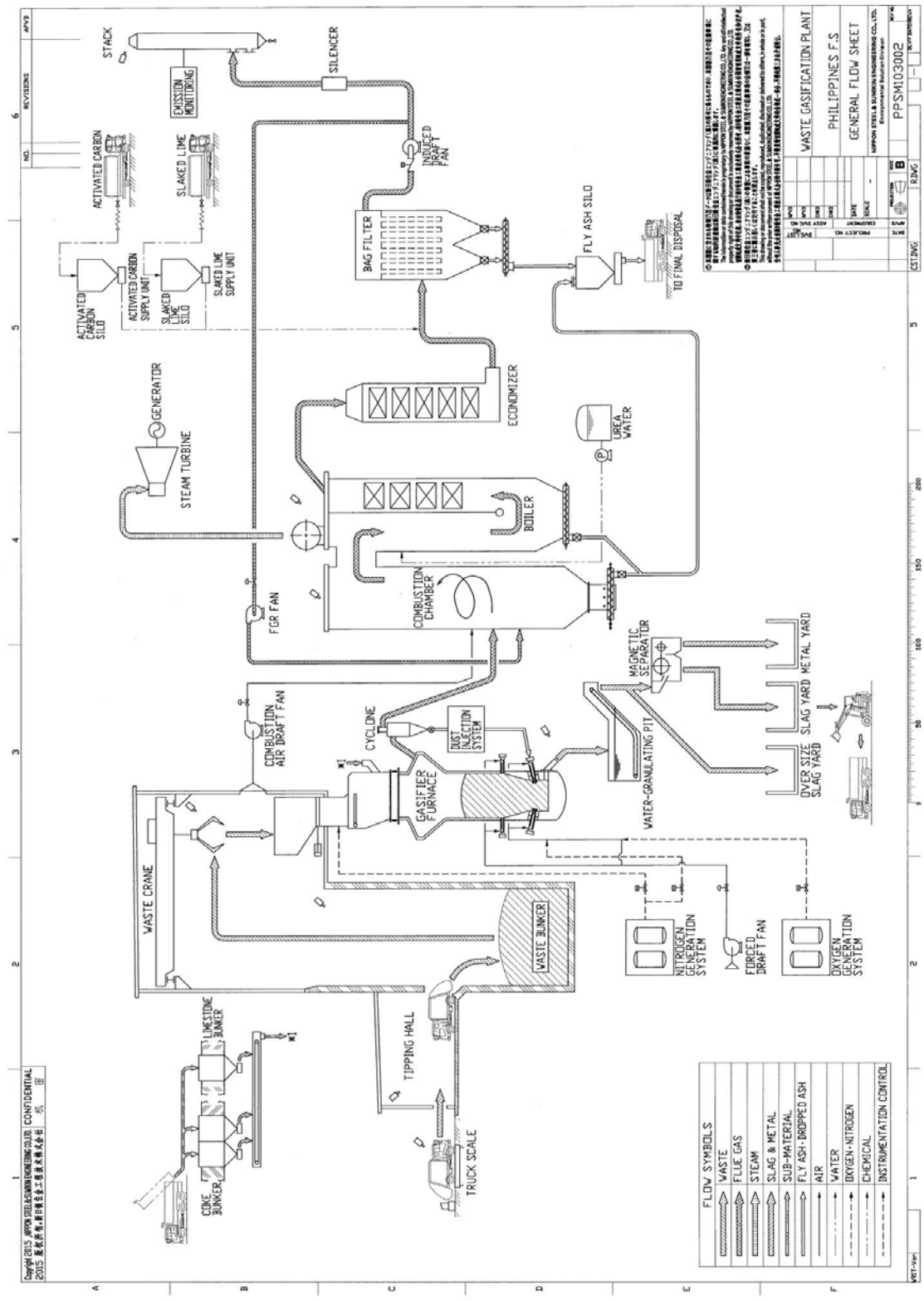


図 5-4 シャフト炉式ガス化融炉プロセスフロー



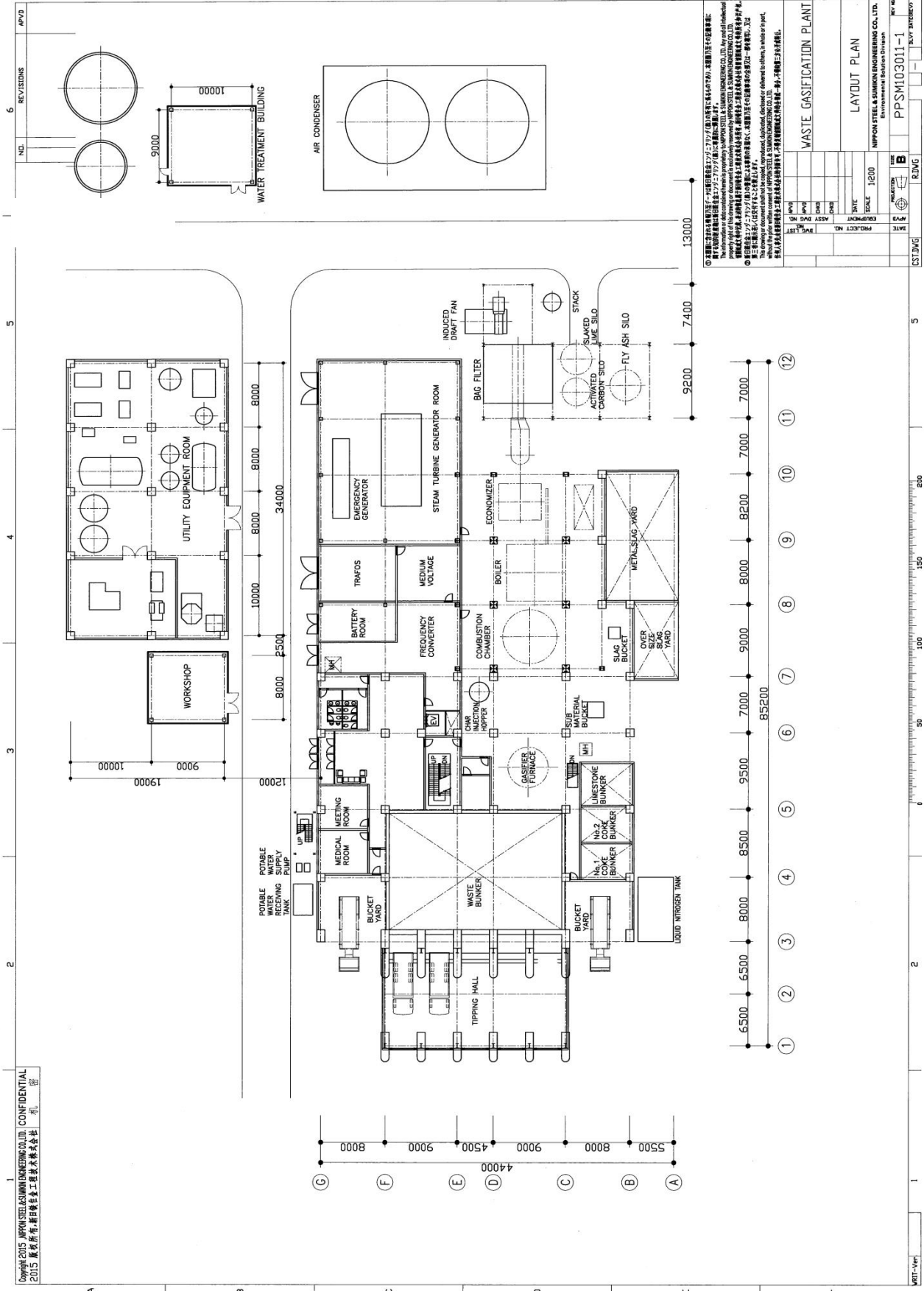


図 5-5 シヤフト炉式ガス化溶融炉平面図

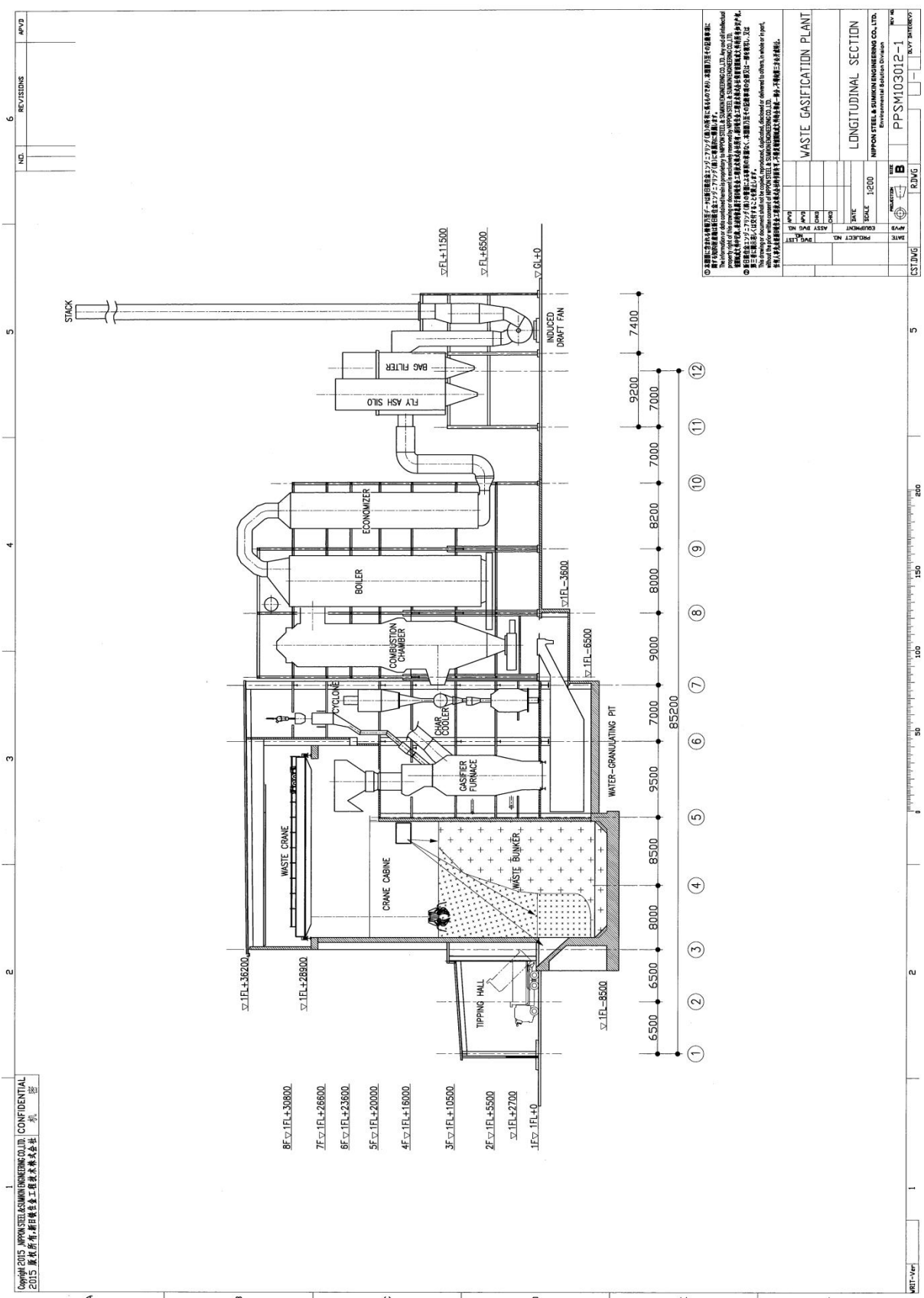


図 5-6 シャフト炉式ガス化溶融炉立面図

### 5.3.2 ストーカ式焼却炉による処理システム検討

シャフト炉式ガス化溶融炉と同時に同じ処理規模(250 ton/d\*1 炉)のストーカ式焼却炉についても検討を行った。

#### 1) ごみ処理基本フローについて

下図に焼却炉のごみ処理の基本フローを示す。工業団地から排出された廃棄物と RDF はガス化溶融炉の場合と同じくごみピットにて貯留され、混合ごみとして焼却炉に投入される。燃焼排ガスはボイラで熱回収された後に、排ガス処理設備を経由して最終的に大気へ放散される。ボイラで発生した蒸気は蒸気タービンに送られ、発電に有効利用される。焼却炉から排出された主灰は埋立地の覆土として利用され、また排ガス処理設備で除去された飛灰は固化処理後、埋立地に最終処分される。

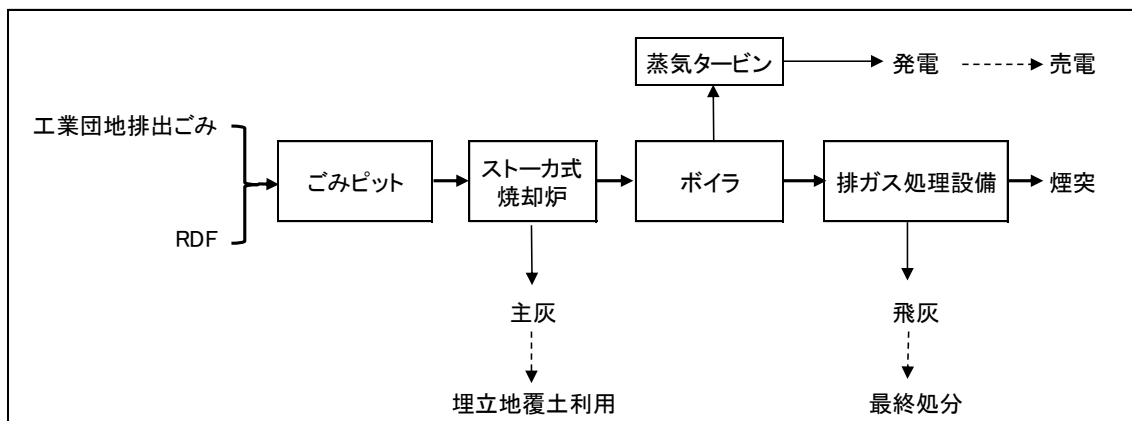


図 5-7 ストーカ式焼却炉の基本フロー

#### 2) 物質フロー

概略のマテリアルバランスは以下のとおりである。

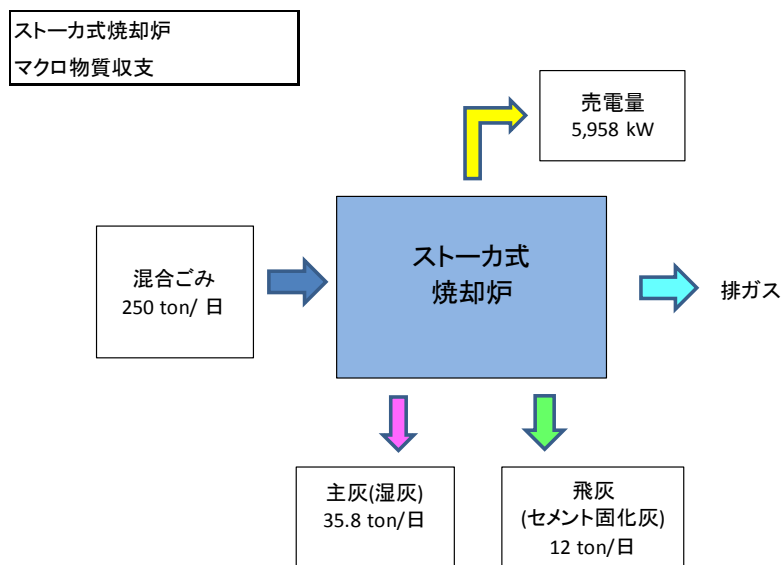


図 5-8 ストーカ式焼却炉の物質フロー

### 3) ストーカ式焼却炉の主要設備

主要設備は、以下のとおりであるが、詳細な仕様について情報の制約上ここでは示さないこととした。

(1) 受入供給	ピット&クレーン方式
(2) 燃焼設備	ストーカ式燃焼炉
(3) 燃焼ガス冷却	廃熱ボイラ式
(4) 排ガス処理	
・集じん	ろ過式集じん器(バグフィルタ)
・HCl・SO <sub>x</sub> 除去	乾式(消石灰吹込方式)
・NO <sub>x</sub> 除去	燃焼制御+無触媒脱硝方式(SNCR)
・ダイオキシン類除去	燃焼制御+活性炭吹込式
・水銀除去	活性炭吹込式
(5) 発電	蒸気タービン (7,200 kW)
(6) 通風	平衡通風方式
(7) 灰処理	セメント固化方式

### 4) ストーカ式焼却炉の基本配置図

焼却炉の基本配置図を次頁以降に示す。

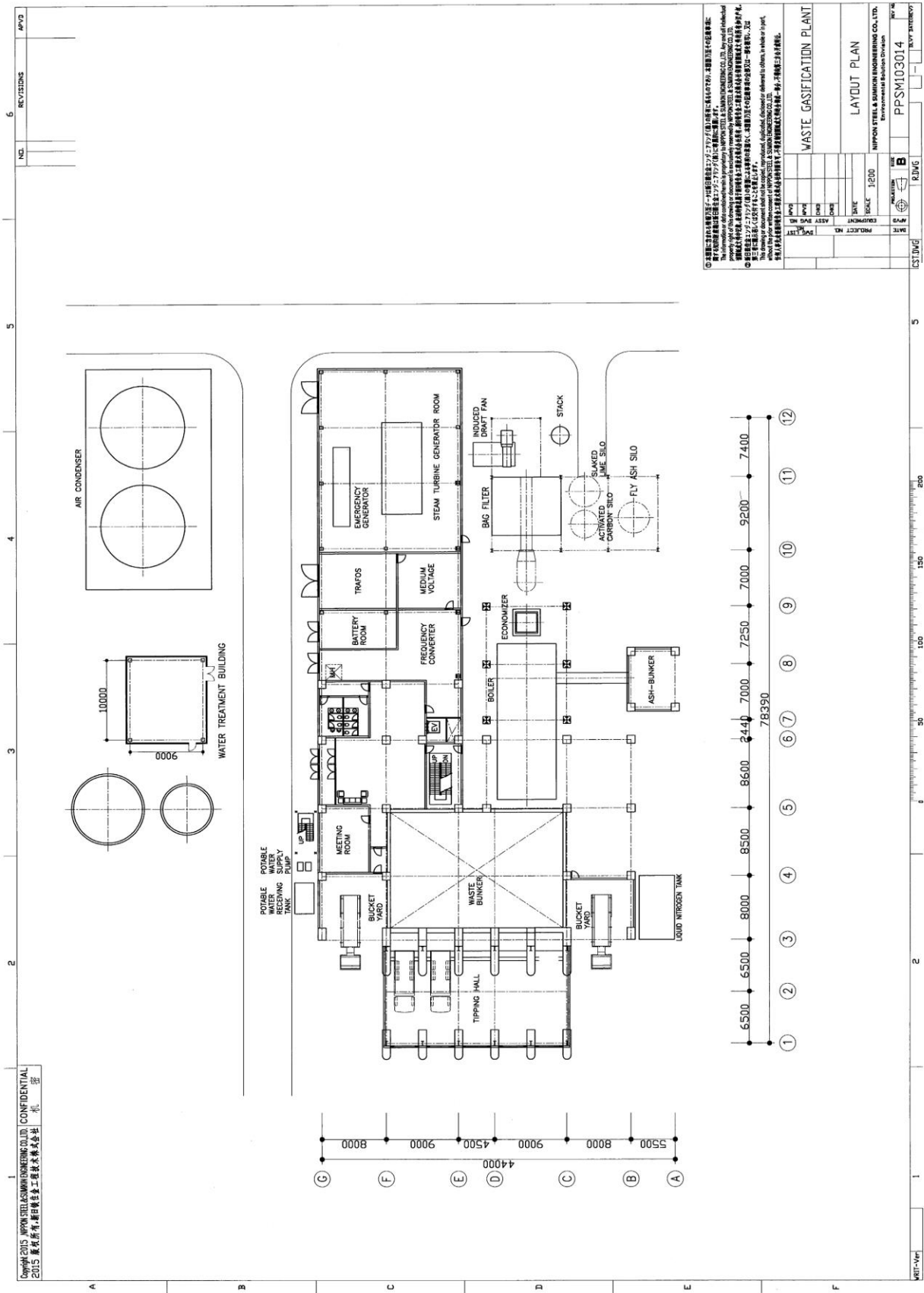
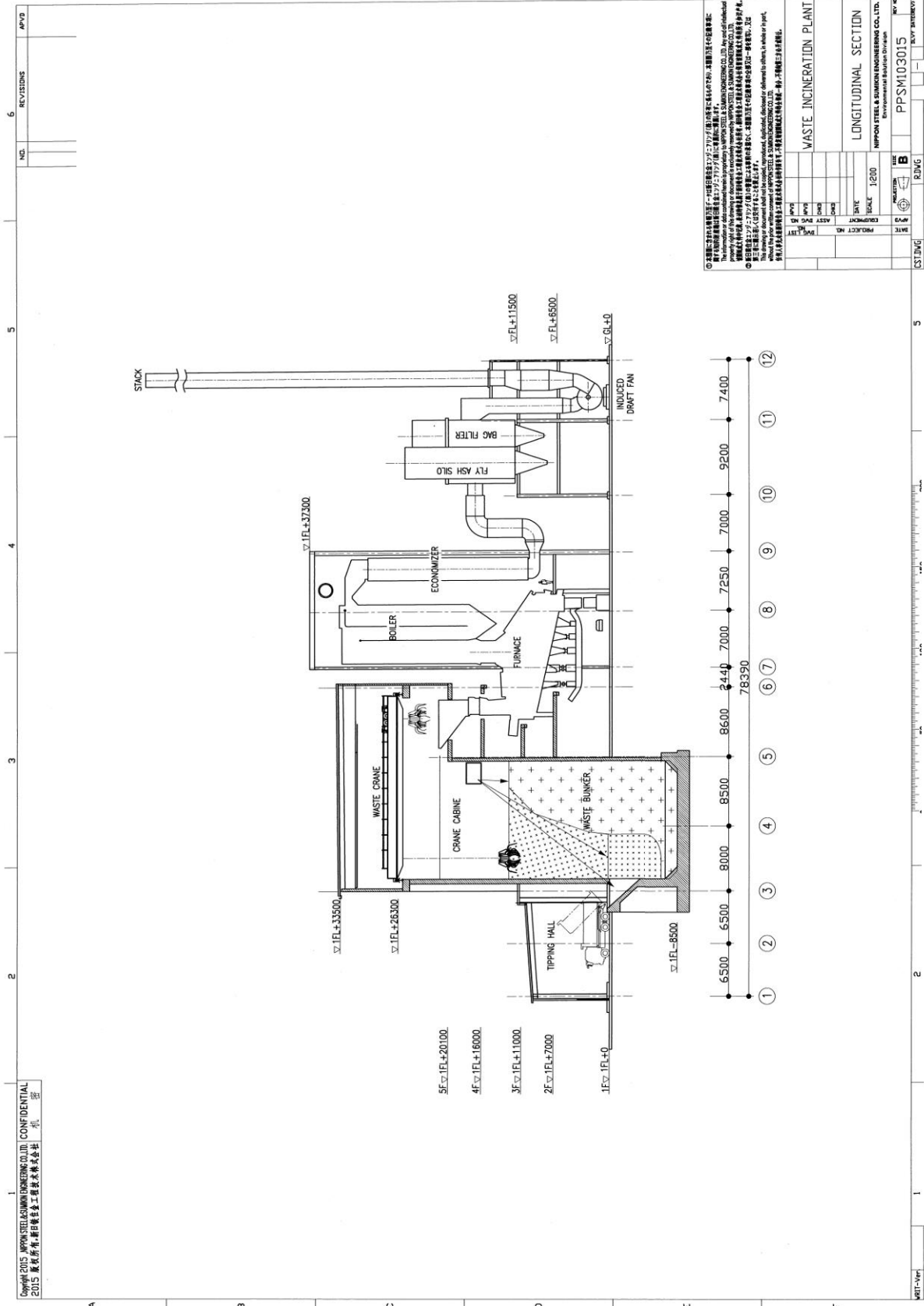


図 5-9 ストーカ式焼却炉平面図



Copyright © 2015, NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING CO., LTD. CONFIDENTIAL  
 2015 株式会社 日本製鐵株式會社 工程設計本部 謹啟

NO.	REVISIONS	APPROVED

© 2015 日本製鐵株式會社  
 This information or data is confidentially provided to you by NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING CO., LTD. Any use or disclosure of this information or data without the prior written consent of NIPPON STEEL & SUMIKIN ENGINEERING CO., LTD. is strictly prohibited.  
 此圖樣及資料係日本製鐵株式會社之營業秘密，未經本公司之事先書面同意，不得向任何第三人洩露或公開。如有違反，將依法追究法律責任。

WASTE INCINERATION PLANT

PROJECT NO.	PPSM103015
CLIENT	
DESIGN NO.	
DATE	
SCALE	1:200
PROJECT NAME	LONGITUDINAL SECTION
DESIGNER	
CHECKER	
APPROVED	
DATE	
SCALE	
PROJECT NO.	PPSM103015
CLIENT	
DESIGN NO.	
DATE	
SCALE	
PROJECT NAME	LONGITUDINAL SECTION
DESIGNER	
CHECKER	
APPROVED	
DATE	
SCALE	

図 5-10 ストーカー式焼却炉立面図

## 5.4 建設費及び運転維持費の試算

### 5.4.1 建設費

表 5-5 にシャフト炉式ガス化溶融炉とストーカ式焼却炉の建設費試算結果を示す。プラント建設費積算に関して、まずシャフト炉式ガス化溶融炉については新日鉄住金エンジニアリングの国内実績に基づき、各機器の基準価格を設定した。また、ストーカ式焼却炉については欧州子会社の情報に基づき基準価格を設定した。その上で東南アジアに拠点のあるメーカーの情報により現地状況に合わせて価格水準の見直しをおこなった。土工工事及び機械・電計工事については現地業者または現地で施工経験のある日系工事業者からのヒアリング結果に基づき価格設定した。

下表に各プラントの建設費を示す。なお為替レートは 2015 年 2 月末時点のレートを参考に以下のように設定した。

表 5-5 建設費

プラント部門	シャフト炉式ガス化溶融炉		ストーカ式焼却炉	
	17.2 億 PHP	(46.6 億円)	13.7 億 PHP	(36.9 億円)
土建部門	5.0 億 PHP	(13.4 億円)	4.1 億 PHP	(11.1 億円)
合計	22.2 億 PHP	(60.0 億円)	17.8 億 PHP	(48.0 億円)

1 フィリピンペソ (PHP) = 2.7 円(JPY)

1 米ドル (USD) = 120 円(JPY)

### 5.4.2 プラント運転・維持管理費

#### 1) 人件費

ガス化溶融炉及び焼却炉の運転に関わる人員体制について新日鉄住金エンジニアリングの実績により設定した。また人件費単価は JETRO 調査部「2013/5 ‘第 23 回アジア・オセアニア主要都市-地域のコスト比較’」とマニラ日本人商工会議所からのヒアリング結果を参考に設定した。

表 5-6 プラント運転人員体制と単価設定

担当	シャフト炉式 ガス化溶融炉	ストーカ式 焼却炉	人件費単価設定	
	人数	人数	1,000 PHP/月	USD /月
工場長	1	1	66.7	1,500
運転管理マネジャー	1	1	44.4	1,000
運転班長	4	4	31.1	700
運転班員	16	8	28.0	630

担当	シャフト炉式 ガス化溶融炉	ストーカ式 焼却炉	人件費単価設定	
	人数	人数	1,000 PHP/月	USD/月
整備班長	1	1	31.1	700
整備班員	8	8	28.0	630
受入・計量要員	4	4	13.3	300
合計	35	27		

## 2) 用役費・点検補修費

施設運転に関する用役費に関して現地にて単価が確認できた事項(水道料金、電力料金等)については用役費に直接反映させ、また現地で確認できなかった項目については日本での実績を参考に価格設定した。また点検補修費に関して、ガス化溶融炉については新日鉄住金エンジニアリングの国内実績、焼却炉については欧州子会社のヒアリング結果をそれぞれ参考にして設定した。

### ・その他の費用

- (1) ガス化溶融炉から発生するスラグ・メタルは資源として有価で売却可能であるが、今回の FS 事業では売却益を見込んでいない。
- (2) 飛灰は有害廃棄物であるため、施設内にてセメント固化で安定処理後、埋立地に移送し最終処分する計画である。フィリピン現地での都市ごみ収集単価を参考に輸送費として、トンあたり 800 PHP (2,160 JPY)、埋立費として 1,000 PHP(2,700 JPY)、輸送費と埋立費の合計 1,800 PHP (4,860 JPY)が処理費用として発生するものとした。また焼却炉から排出される主灰は、埋立地の覆土として利用されるものとして飛灰と同じく灰トンあたり 800 PHP の輸送費のみ負担することとした。

上表にもとづき、現地に SPC を設置し、SPC の管理の下でプラントを運営した場合について現地労務単価や運転資材の現地調達等検討の上、維持・管理費を試算した結果は以下のとおりである。

表 5-7 運転維持管理費用

項目	単位(百万円/年)	
	ガス化溶融炉	焼却炉
操業人件費	32.1	24.9
点検補修費	150.0	120.0
用役・資材・最終処分その他費用	248.5	136.1
合計	430.6	281.0
処理量トン当たりの O&M コスト(円/t)	5,383	3,513

注：ただし、営業外費用の金利負担、税の負担は考慮していない。点検補修費は、建設費の 2.5%とした。



## 5.5 発電量・売電量の試算

それぞれのタイプの施設の発電出力及び自家消費量及び売電量を示すと以下のとおりである。なお年間売電量は、年間稼働日数を320日として計算した。

表 5-8 発電量・売電量

タイプ	シャフト炉式ガス化炉	ストーカ式焼却炉
定格発電出力 (kWh)	8,114	7,208
所内消費電力 (kWh)	2,083	1,250
売電電力 (kWh)	6,031	5,958
年間売電量(MWh)	46,341	45,757

なお、ストーカ炉で、250トン/日ごみ発熱量2,500kcal/kgの条件で発電出力で約7.2MWは、一般的にはかなり大きな値である。通常、高効率の発電でも22%程度といわれているが、本検討では日本及び欧州ごみ発電の最新技術適用によって24%レベルまで達成可能であることを確認した。

## 5.6 建設工期

建設工期は以下を想定する。

年度 四半期	1				2				3			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
基本設計	■											
詳細設計		■										
土木建築工事			■									
プラント工事				■								
試運転										■		

図 5-11 廃棄物焼却発電施設建設工期表

## 5.7 実施計画

### 5.7.1 実施体制について

本事業の実施は、提案型のBOT事業を想定する。この場合の事業主体は、外資規制もあり、出資比率は現地59%、海外41%におさえる必要がある。このため現地企業を中心として事業主体を設立することが必要である。

一方、焼却施設を提供する環境エンジニアリング会社が事業主体に参加すると、他の投資家にとってはプラント価格の交渉が難しくなることもあり、好まない傾向がある。そこで再生可能エネルギーに積極的な投資を行い現地企業を主体とし、また、共同の出資者とし

て日本の商社を中心とした特別目的会社の設立を想定する。この点については、当初海外展開計画に示した、以下の実施スキームと同じである。

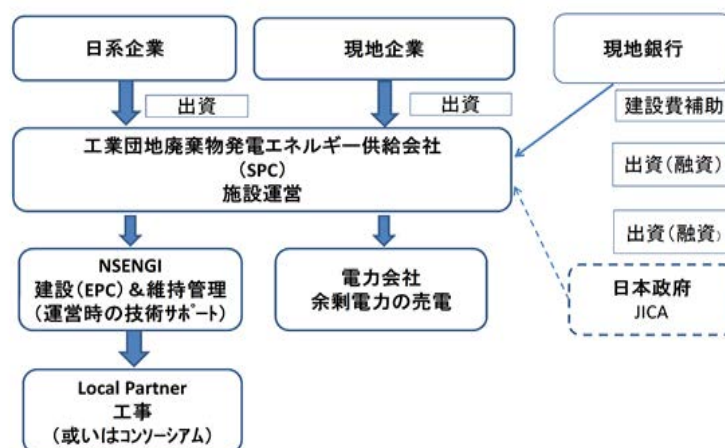


図 5-12 事業の実施スキーム

ただし、SPCにとっても廃棄物発電については経験のない事業であり、出資する商社や投資資金を貸し付ける金融機関はプラントの確実な運転の保証が前提となることもあり、環境エンジニアリング会社による何らかの関与が求められることも確かである。

そこで、環境エンジニアリング会社に関わり、上記の点について、技術的サポートを担保することを考慮している。

### 5.7.2 資本調達

投資コストはストーカ式焼却炉で約 50 億円であり、その 10%の 5 億円は操業開始までの費用を維持する上でも必要となる。

その資金も含めて総投資額の 20%は、自己資金で確保することが必要であろう。この自己資金は出資会社からのコーポレートファイナンスとして確保することが想定される。

上記の図で現地の金融機関としては主にフィリピン開発銀行（DBP）が想定される。日本政府側としては JICA または JBIC の投融資を考慮する。特に現地企業には長期資金の確保能力の制約が想定されることから、日本の金融機関と取引可能となることは、日本の企業が事業の参加をする上でのアドバンテージとなる。

### 5.7.3 展開ステップ

今後の展開については、本調査結果を地元企業に提供し、その上で、事業主体として本格的な実施の検討をサポートすることが第一歩となる。その上でステークホルダー（出資者）による事業実施の意思決定を待つ。

その上で、事業主体による提案型 BOT を国及び地方自治体等へ行い、地方自治体による BOT 入札が実施できるように促していく。

## 6. 現地政府・企業との連携構築

---

### 6.1 現地政府機関との連携

- 1) 国 (EMB(国家廃棄物管理委員(NSWMC)、有害廃棄物課)、DOE(エネルギー省)、PEZA(フィリピン経済特区管理庁)

本事業の上記機関への説明に対し、どの機関も強い支持が表明がなされた。特に廃棄物を所管する天然資源環境省環境管理局 (EMB) の担当部局からは、廃棄物発電の推進を国の政策としていることが示された。

ただし、廃棄物発電を推進するためのサポート政策については未確立な状況にある。

- 2) 地方自治体(サンタ・ロサ市/ビニャン市)

- サンタ・ロサ市

本事業における重要なカウンターパートの一つであり、これまでの現地調査時に毎回訪問を行っている。

同市の廃棄物管理のマスタープランの紹介、ごみ組成調査の協力(処分先であるパイロテージ社への依頼)、WACS データ・Environment Code・市の人口統計を頂く等、良好な関係を築いた。

ごみ搬出の可能性については、ラグナ流域管理プログラム(廃棄物を含む)を共同で実施している周辺の4都市との契約や長期搬出(現在は1年毎に民間企業へ委託)が可能かどうか、MRF 建設を含めて確認を行うとしている。

なお、当市が、MRF として廃棄物の選別施設を設置し、当事業に廃棄物を委託処理することについての確約を得るまでには到っていない。

- ビニャン市

上記サンタ・ロサ市同様に重要なカウンターパートの一つである。同市ほり、廃棄物管理のマスタープランの紹介、WACS データ・Environment Code・人口統計を頂き、良好な関係を築いた。

ごみ搬出の可能性については、現在作成中のマスタープランに添った形で情報共有を行う必要がある。なお、サンタ・ロサ市同様に MRF として廃棄物の選別施設を設置し、当事業に廃棄物を委託処理することについての確約を得るまでには到っていない。

### 6.2 現地企業との連携

- ラグナテクノパーク社(三菱商事・アヤラグループの合弁会社)

同社とは FS 事業を始める前より情報交換を行い良好な関係を築いた。特に本事業においては、工業団地から発生するごみのアンケート調査への協力、プラント建設に係るインフラ費用の試算、売電に係る情報など幅広い内容につき、バックアップ頂いた。今後は投資を含めたパートナーシップを構築については、今後の課題として残されている。

- アヤラグループ

当グループも本調査との関係により廃棄物発電に関心を示すようになってきているが、まだ事業主体となるところまで認識は深めていない。しかし、今後の事業主体の重要なプレイヤーになりうる潜在力を有することから、良好な関係の維持が望まれる。

なお、LTIの工場に配電しているEPMI社は、アヤラグループの一員であるが、当社は本事業からの電気を得ることに強い関心を有している。しかし、現時点においては、どのレベルでの売電料金ならば購入するかについて議論を進める段階にない。

- 事業主体及びO&M会社のパートナーとしての地元廃棄物処理業者との連携

フィリピン国内にはIPP事業（独立電気事業）を実施している会社もあり、廃棄物発電事業に投資することが可能な会社が存在している。しかし、廃棄物発電事業の実績もないことから、事業に内在するリスクについて理解が進んでいないこともあり現状では廃棄物発電に必ずしも積極的ではない。

しかし、国の再生可能エネルギーの推進政策、FIT制度の設立、世界的な気候変動対策の推進の動きを受けて、再生可能エネルギー分野への民間の投資会社が成長しつつある。既に廃棄物処分場からガスを回収・発電を行う事業を行っているところもある。

このような会社は、廃棄物発電事業に高い関心を示しており、今後の有望な投資分野と認識している。本調査に対しても高い関心を示し、今後の事業展開面での連携の意向が示された。

- DBP(フィリピン開発銀行)の資金協力

DBPは政府系の開発銀行であり、国の政策金融を担っている。現在、国が廃棄物発電政策、また、再生可能エネルギーの推進政策を採っていることから、その推進を融資により支援することを明確に表明している。

実際に本事業を前に進めさせるに当たり、意見交換を維持していくことについて担当者レベルで合意が得られている。

## 7. 現地関係者合同ワークショップ等の開催

---

### 7.1 ワークショップの目的

ワークショップ開催の目的は、現地関係者との情報の共有化を図り、現地側の意見を取り入れることにより、この事業調査の確度を高めるとともに、ここで検討する地域共生型廃棄物発電システムが自らのものであることの認識を持ってもらうこと、また事業化段階への移行をスムーズに行うことである。

### 7.2 ワークショップ

#### 1) 概要

本廃棄物発電事業の調査結果の報告を行った。特に民間事業として投資する場合に一般に 15%以上の財政的内部収益率（FIRR）が条件となること、それを前提として考えた場合に、FIT による売電収入があったとしても、廃棄物や RDF の処理料金は現状より割高になることは避けられないことを示した。

MW 当たりの建設費が木屑ボイラーなどより高くなるのは、排ガス処理装置のコストが高くなること、O&M コストではケミカルや灰の処分のために費用がかかることを説明した。また、売電収入のみではコストを補えないこと、現状以上の処理料金の支払いがないと、事業として成り立ち難いことを説明した。

その点を克服するためには以下のような主に国の施策が不可欠であることを説明した。

- 都市ごみ処理料金のアップ又は LGU によるごみの熱量を高めるための前処理の実施
- 建設コストの負担を軽減するための公的補助金
- ごみ発電による電気の FIT の優遇措置
- 低金利の資金調達
- 建設コストの低減努力

北九州市からは、廃棄物処理のレベルを上げていくためには住民の協力が前提となり、そのためには粘り強く対話を重ねることによって現在の北九州市の都市廃棄物管理が成り立っていることを丁寧に説明した。また、北九州市での焼却施設には建設する際に国から支援があったこと、O&M 費では、特にメンテナンスなどに多くの費用を費やすこと、それにより施設が長期に安定的に運転されていることについて説明があった。

現地側からは WTE 政策や制度面での発表を行い、お互いの理解を深め、また今後の調査を進めていく上での改善点などの協議を行った。

#### 2) 結果

今後のフィリピン政府の政策などに対して、多くの意見や質問があり、活発な協議が行われた。

### 3) ワークショップ

日 時：2015年2月25日（木）8：30～12：30

場 所：PASEO PREMIERE HOTEL (LTI内：ラグナ州)

主 催：新日鉄住金エンジニアリング株式会社

共 催：北九州市、株式会社エックス都市研究所

支 援：環境省

参加者：日本側 16名、フィリピン側 67名（計 83名）

#### 【日本側】

- JICA マニラ、アジア開発銀行(Asian Development Bank : ADB)、三菱商事株式会社、住友商事株式会社、豊田通商株式会社

#### 【フィリピン側】

- NSWMC、DOE、EMB(DENR)、PEZA、DBP、LLDA、PENRO、サンタ・ロサ市、ビニャン市、ケソン市、バラングイ(Pulong Sta Cruz)、LTI、Pilotage社、Cemex社など



ワークショップ前の様子



ワークショップタイトル



ワークショップの様子



ワークショップ終了後の全体写真

### 7.3 ワークショップの成果

多くの関係者の参加が得られた。また、調査チームより廃棄物発電事業が成立する事業構造(費用構造)について率直な説明を行ったことが DENR の国家廃棄物管理委員会(NSWMC) 局長より評価された。

エネルギー省から、廃棄物発電は、FIT のバイオマスのカテゴリーに該当するものの、全ての廃棄物がバイオマスカテゴリーに該当するかどうかについて議論の余地はあるとしながら、廃棄物発電への期待が表明された。

DENR の国家廃棄物管理委員会の局長からは、大気清浄法の焼却禁止は、焼却そのものが禁止されているわけではなく、排ガス基準を充たせば禁止ではないことを表明した。現在、その技術的なガイドラインを作成中であり、これまで禁句とされていた'Incinerator'の言葉を用いてその導入は問題ないとの発言され、廃棄物発電を推進し、それをサポートしていく考えであることを明確に表明した。

## 8. 実現可能性の評価

### 8.1 事業採算性の評価

#### 8.1.1 前提条件

以下をベースの前提として事業採算性を検討した。

プロジェクト期間：20年
法定耐用年数：15年（機械15年、土木建築施設20年であるが、ここでは15年に統一）
2都市から処理費：800PHP/トン（2,160円）
産業廃棄物の処理料金：2000PHP/トン（5,499円）
FIT料金：6.63PHP/kWH(12年間 <sup>25</sup> )、13年以降その8割 5.304PHP/kWH
操業の管理コスト（管理部門のコスト）：ネットのO&Mコストの10%と仮定
年間操業日数：320日
計画処理量：250トン/日
初期投資の20%は自己資本、80%を外部からの借入金
市中金利：6%
開業コスト：今回考慮しない
灰の処分コスト：1,800PHP/トン

表 8-1 建設費

	シャフト炉式ガス化溶融炉		ストーカ式焼却炉	
	17.2 億 PHP	(46.6 億円)	13.7 億 PHP	(36.9 億円)
プラント部門	17.2 億 PHP	(46.6 億円)	13.7 億 PHP	(36.9 億円)
土建部門	5.0 億 PHP	(13.4 億円)	4.1 億 PHP	(11.1 億円)
合計	22.2 億 PHP	(60.0 億円)	17.8 億 PHP	(48.0 億円)

表 8-2 運転維持管理費用

項目	単位(百万円/年)	
	ガス化溶融炉	焼却炉
操業人件費	32.1	24.9
点検補修費	150.0	120.0
用役・資材・最終処分その他費用	248.5	136.1
合計	430.6	281.0

<sup>25</sup> 現在のFITのバイオマスの料金に廃棄物発電も適用されるところ。また、料金表では2年後は0.5%の価格低減が示されているが、DOEへのヒアリングに基づき12年間一定とした。



## 8.1.2 試算結果

### 1) シャフト炉式ガス化炉

上記条件で収支計算すると、営業利益（営業外費用・収入：支払い利子は除く）は、毎年約1億円 PHP の赤字となる。

営業利益が赤字にならないようにするための、Tipping Fee（処理料金）を想定すると、都市廃棄物を1,200PHP/トン、産業廃棄物を3,000PHP/トンと5割アップのレベルが必要になる。ただし財務的内部収益率(Financial Internal Rate of Return : FIRR)が約4%であり、支払い利子を考慮すると経常利益は赤字となる。

民間投資家が条件とする FIRR15%を達成するために、都市廃棄物を3,500PHP/トン、産業廃棄物を5,000PHP/トンのレベルが必要になる。

現状の都市廃棄物の委託費（収集費と処分費）は、トン当たり600～1,000PHPであることを考慮すると、処理費に1,200PHP、3,500PHPはかなり高いと言わざるを得ない。

以下に上記条件下の損益決算（収支表）の計算結果を示す。

### 2) ストーカ式焼却炉

同様の基本条件で収支計算すると、営業利益（営業外費用・収入：支払い利子は除く）はプラスとなり、営業外費用を差し引いた経常利益もかろうじて黒字になることが分かった。この場合の FIRR は、8.7%とフィリピンの開発銀行の長期貸出し金利より高い結果となる。処理料金を2割アップすると FIRR は10.5%となる。

FIRR15%を達成するためには、都市廃棄物を2,000PHP/トン、産業廃棄物を3,000PHP/トンのレベルにする必要がある。

ストーカ方式では、基本的な条件下ではやはり採算性を確保するのが難しいが、改善の余地が大きいことが分かる。

表 8-3 シャフト炉式ガス化炉における基本ベースの収支計算

Financial Forecast		Unit: 1000PHP																						
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	TOTAL		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20			
<<P/L>>																								
Tippling fee		390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	390,442	328,993	328,993	328,993	328,993	328,993	328,993	328,993	328,993	7,317,246	
Power selling		83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	1,664,000	
		307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	307,242	245,793	245,793	245,793	245,793	245,793	245,793	245,793	245,793	5,653,246	
Cost		249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	249,723	4,540,420	
O/M Cost	0	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	215,037	4,300,741	
Collection O/M cost		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Manpower expense		11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	11,984	239,679	
SPC Operation Cost		22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	22,702	454,042	
Gross Profit		140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	140,719	79,270	79,270	79,270	79,270	79,270	79,270	79,270	79,270	2,322,784	
Depreciation		148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	2,222,222	
Operating Profit		-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-7,430	-68,878	-68,878	-68,878	79,270	79,270	79,270	79,270	79,270	100,562	
Interest Payment		106,667	99,556	92,444	85,333	78,222	71,111	64,000	56,889	49,778	42,667	35,556	28,444	21,333	14,222	7,111	0	0	0	0	0	0	7,111	860,444
Profit before Tax		-114,096	-106,986	-99,874	-92,763	-85,652	-78,541	-71,430	-64,319	-57,208	-50,097	-42,986	-35,874	-28,763	-21,652	-14,541	79,270	79,270	79,270	79,270	79,270	79,270	72,159	-759,881
Corporate Income Tax	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-5,721	-5,010	-4,299	-3,587	-2,876	-2,165	15,854	15,854	15,854	15,854	15,854	15,854	14,432	18,393	
Profit after Tax		-114,096	-106,986	-99,874	-92,763	-85,652	-78,541	-71,430	-64,319	-51,487	-45,087	-38,687	-32,286	-25,886	-19,486	63,416	63,416	63,416	63,416	63,416	63,416	57,727	-778,274	
<<C/F>>																								
Cash In Flow	2,222,222	34,052	41,163	48,275	55,386	62,497	69,608	76,719	83,830	90,941	98,052	105,163	112,274	119,385	126,496	133,607	140,719	147,830	154,941	162,052	169,163	176,274	3,666,170	
Profit after Tax	0	-114,096	-106,986	-99,874	-92,763	-85,652	-78,541	-71,430	-64,319	-51,487	-45,087	-38,687	-32,286	-25,886	-19,486	63,416	63,416	63,416	63,416	63,416	63,416	57,727	-778,274	
Depreciation		148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	148,148	2,222,222	
Equity(20%)	444,444																							
Bank loan(80%)	1,777,778																							
Cash Out Flow	2,222,222	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	4,000,000	
Initial Project Cost	2,222,222																							
Loan Repayment	0	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	118,519	1,777,778	
Cash Balance	0	-84,467	-77,356	-70,244	-63,133	-56,022	-48,911	-41,800	-34,689	-27,578	-20,467	-13,356	-6,244	9,133	16,244	23,356	30,467	37,578	44,689	51,800	58,911	66,022	-333,830	
Accumulated Cash	0	-84,467	-161,823	-239,179	-316,535	-393,891	-471,247	-548,603	-625,959	-703,315	-780,671	-858,027	-935,383	-1,012,739	-1,090,095	-1,167,451	-1,244,807	-1,322,163	-1,400,519	-1,478,875	-1,557,231	-1,635,587	-1,713,943	
Remaining Loan	1,777,778	1,659,259	1,540,741	1,422,222	1,303,704	1,185,185	1,066,667	948,148	829,630	711,111	592,593	474,074	355,556	237,037	118,519	0	0	0	0	0	0	0	0	

- Given conditions  
 1) Equity TEN120mil.(20% of initial investment)  
 2) Bank loanTEN480mil.(80% of the initial investment in 2016)  
 3) Loan conditions: repayment period 15years, grace period 1year, principal equal annual payment)  
 4) Depreciation= 15 years  
 5) Business tax: first 8years 0%, another 5years 10%, Originally 20%  
 6) Repayment Period 15 years

Interest= 6%

表 8-4 ストーカ式焼却炉の基本ケースの収支計算結果

Financial Forecast																				Unit: 1000PHPYen			
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	TOTAL	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
<<P/L>>																							
Tippling fee		385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	385,199	324,799	324,799	324,799	324,799	324,799	324,799	324,799	324,799	7,220,784
Power selling		83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	83,200	1,864,000
Cost		301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	301,999	241,599	241,599	241,599	241,599	241,599	241,599	241,599	241,599	5,556,784
O/M Cost	0	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	173,667	3,157,574
Collection O/M cost		148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	148,519	2,970,370
Manpower expense		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
SPC Operation Cost		9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	9,360	187,204
Gross Profit		15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	15,788	315,757
Depreciation		211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	211,533	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	3,747,452
Operating Profit		123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	1,851,852
Interest Payment		88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	88,076	27,676	27,676	27,676	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	1,895,600
Profit before Tax		88,889	82,963	77,037	71,111	65,185	59,259	53,333	47,407	41,481	35,556	29,630	23,704	17,778	11,852	5,926	0	0	0	0	0	5,926	717,037
Corporate Income Tax	0	-813	5,113	11,039	16,965	22,891	28,817	34,743	40,669	46,595	52,520	58,446	64,372	9,898	15,824	21,750	151,133	151,133	151,133	151,133	151,133	145,207	1,178,563
Profit after Tax		0	0	0	0	0	0	0	0	4,659	5,252	5,845	6,437	990	3,165	4,350	30,227	30,227	30,227	30,227	29,041	180,645	
<<C/F>>																							
Cash In Flow	1,851,852	122,644	128,570	134,496	140,422	146,348	152,274	158,200	164,126	165,392	170,725	176,058	181,391	132,365	136,116	140,857	120,906	120,906	120,906	120,906	116,165	4,701,622	
Profit after Tax	0	-813	5,113	11,039	16,965	22,891	28,817	34,743	40,669	41,935	47,268	52,601	57,935	8,908	12,659	17,400	120,906	120,906	120,906	120,906	116,165	997,918	
Depreciation		123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	123,457	0	0	0	0	0	1,851,852	
Equity(20%)	370,370																						
Bank loan(80%)	1,481,481																						
Cash Out Flow	1,851,852	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	0	0	0	0	0	3,333,333	
Initial Project Cost	1,851,852																						
Loan Repayment	0	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	98,765	0	0	0	0	0	1,481,482	
Cash Balance	0	23,878	29,804	35,730	41,656	47,582	53,508	59,434	65,360	66,627	71,959	77,293	82,626	33,599	37,350	42,091	120,906	120,906	120,906	120,906	116,165	1,368,289	
Accumulated Cash	0	23,878	53,882	89,412	131,069	178,651	232,159	291,593	356,953	423,580	495,539	572,831	655,457	689,057	726,407	768,498	889,405	1,010,311	1,131,217	1,252,123	1,368,289		
Remaining Loan	1,481,481	1,382,716	1,283,951	1,185,185	1,086,420	987,654	888,889	790,123	691,358	592,593	493,827	395,062	296,296	197,531	98,765	0	0	0	0	0	0	0	

Given conditions  
 1) Equity TEN120mil.(20% of initial investment)  
 2) Bank loanTEN480mil.(80% of the initial investment in 2016)  
 3) Loan conditions: repayment period 15years, grace period 1year, principal equal annual payment) Interest= 6%  
 4) Depreciation= 15 years  
 5) Business tax: first 8years 0%, another 5years 10%, Originally 20%  
 6) Repayment Period 15 years

### 8.1.3 考察結果

本件の民間の廃棄物発電事業の採算性を見る上で差し当たり前提条件となるのは、売電料金、処理量、O&M 費などであるが、プラント建設費、廃棄物の発熱量、発電効率、廃棄物処理料などは変動幅が大きい。ただし、検討上ではプラント建設費、廃棄物の発熱量、発電効率を固定すると、変数は処理料金のみになる。

この前提で事業性を検討すると、シャフト炉では処理料金をかなり高くしないと難しいが、一方で、ストーカ炉ではかなり現実的な処理料金水準で経常利益をプラスにできることが明らかになった。シャフト炉については都市ごみ以外の産業廃棄物や通常の焼却炉では処理困難な廃棄物(例えば医療廃棄物など)を都市ごみと合わせて処理可能である。また溶融物(スラグ・メタル)は無害であり、市場で流通可能であるため、最終処分場の延命化に貢献できる。これらの利点を考慮して改めて妥当な処理料金を検討する必要がある。

しかしながら、シャフト炉、ストーカ炉ともに開業コスト、ごみの発熱量、施設稼働率の変動、系統への接続工事費負担などは十分に見ている訳ではないため、これらの点はさらに利益のマイナス要因として挙げられる。

一方、施設建設のトン当たりコストを 2,000 万円台から 1,500 万円程度に抑えることが可能になれば、基本ケースにおいても FIRR は約 13.6% となり、フィリピン開発銀行の優遇貸出金利 5% を上回るばかりではなく、かなり高い収益性が得られる可能性があることが分かる。今回、建設コストの削減の余地について詳しい検討が出来ていないが、今後その努力が望まれる。

なお、建設コストの削減については、サプライヤー側としての努力も必要ではあるが、今回、検討対象とした計画処理量 250 トン/日では規模が小さいこともあり自ずとコスト削減の限界がある。これが 1 炉倍の 500 トン/日クラスになると規模の効率により単位当たりの建設コストを抑えることが可能である。現実的な事業性を考慮すると、この処理規模を大きくすることが不可欠といえよう。

また、今回の調査から明らかになった点の一つは、都市廃棄物を衛生的に処理する側面から、LGU がその施設建設コストを処理料金で全て負担するのは基本的に難しいことである。したがって施設建設コストの一部については国レベルの支援が入った、官民連携のいわゆる官民パートナーシップ(Public-Private-Partnership : PPP)のスキームによる支援が可能となれば、事業性の確保はより容易になると考えられる。

次に借入金利の問題がある。この種の廃棄物発電については、プロジェクトファイナンスは非常に難しいため、銀行等からの借入は不可欠である。本検討でも初期投資の 80% は金融機関から借入とすると、表 8-4 に示すようにプロジェクト期間の金利負担は 7 億円強となる。金利自体は FIRR の値に影響しないが、営業外費用としての支払いを考慮すると、経常利益に非常に大きい影響を与える。この点でも国のサポートによる低利融資を得られるようにすることが、公的な建設費の補助と同様に不可欠である。

なお、これらの衛生的な処理のために高次の処理施設を導入する場合には、埋立処分のみでの処理費に比べ高くなるが、その費用アップ部分を全て LGU、地域住民の負担責任とするのには無理がある。したがって何からの公的支援が不可欠であり、それがあって初めて LGU が現時的に負担できる処理料金で事業化を進めることが可能になるであろう。

## 8.2 環境負荷軽減効果の評価

本事業導入による温室効果ガス (Greenhouse Gas : GHG) 排出量削減効果进行评估する。周辺 2 都市からの残渣を受け入れるに当たり、最終処分場からのメタンガス発生の削減効果、残渣の廃棄物発電施設での処理による化石燃料削減効果が期待できる。

焼却処理を実施することによりメタン=GHG の削減効果については、クリーン開発メカニズム (Clean Development Mechanism : CDM) のスキームでリファレンスとして勘定でき、その算定の方法論が既に確定している。この方法論に沿って厳密な計算はここではデータの制約で出来ないが、様々な調査を行った経験値ではごみトン当たりプロジェクト期間の CO<sub>2</sub> 削減量が 700t-CO<sub>2</sub>/年であることを考慮すると、17.5 万 t-CO<sub>2</sub>/年の削減効果と推定される。

一方、もしプロジェクトを実施しなかった場合に排出されるであろう、グリットからの化石燃料起源排出量はフィリピンでも決まっており (0.5038 t-CO<sub>2</sub>/MWh)、それによると約 45,000 トンとなるが、今回のプロジェクトで排出される CO<sub>2</sub> は約 51,000 トンとそれを上回る。この点には、ごみからの発電効率が、他の化石燃料より低いため避けられない事態である。ただし、上の処分場のメタンの削減による GHG の削減量に比べ大きくはない。

GHG の削減ということにならないが、化石燃料の消費を削減する意味での省エネとしても効果も期待できる。

その他、埋立処分それ自体を環境負荷として取らえると、投入ごみ量に対して溶融ガス化処理した後の飛灰量で 5% 程度であり、ストーカ式焼却炉では主灰と飛灰を合わせて投入ごみ量に対して 15~20% への減量となる。主灰は安定化したものであり、現在の処分場の覆土材として利用できるため、環境汚染の防止効果に役立てることが可能である。

## 8.3 社会的受容性の評価

### 8.3.1 大気清浄法の改正の動き

社会的受容性については、これまでフィリピンでは RA8749 (大気清浄法) により「焼却禁止」と一般に理解されてきたこともあり、かなり難しいとの判断が当初なされた。そのこともあり、シャフト炉式ガス化炉を前面に立てて検討してきたが、天然資源環境省では、廃棄物発電施策を進める上でその一般の理解を改める必要があると認識している

ことが分かった。

同省の国家固形廃棄物管理委員会(NSWMC)の事務局長、科学技術省(DOST) 産業技術振興機関(Industrial Technology Development Institute : ITDI)の幹部のいずれも、焼却自体が問題ではなく、有害物質を含んだ排ガスを出すことが問題であるとのことである。そのため、有害な排ガスとは、大気清浄法の排出ガス基準を満たさないガスのことであり、その排出基準の条件を満たせば、焼却自体は問題ないと言明している。エネルギー省(DOE)担当官も同じ認識を示している。2002年のMemorandum Circular (MC)5条にて、「RA8749の20条では、廃棄物処理の1手段としての焼却は完全に禁止されているわけではなく、有毒・有害な煙を排出する焼却過程を禁じている」と明記している。

また、上述しているように、EMBでは焼却のガイドライン作成についての専門委員会を設けて検討を開始している。

さらに最近の情報として、廃棄物発電を推進するために、天然資源環境省は大気清浄法(Clean Air Act)の焼却禁止条項の全面改正案を検討中とされている。また、その他、現地では、WTEの導入をサポートする様な見解・報道(新聞やマスコミ)が出されている。なお、EMB(NSWMC)との直近の情報交換においても、Clean Air Actの改正を検討(改正案を議会の環境委員会で審議中で、今年の議会への提出を目標)しており、WTEのガイドラインを準備しているとしている。

このように焼却施設の導入の大きな障害となっていた大気清浄法の関係については国レベルでその障害を取り除く方向に進んでおり、その面での社会的受容は高まっているものといえる。

### 8.3.2 国家廃棄物管理戦略及び地方自治体の動向

本調査で実施したワークショップにおける国家固形廃棄物管理委員会の事務局長の発言に示されているように国家廃棄物管理戦略に基づき国を挙げて廃棄物発電を推進することを表明している。

それに呼応する形でメトロマニラを構成する都市やメトロマニラ開発庁(MMDA)でも廃棄物発電の導入に関心を示し、検討を開始している。このように政策や地域住民の意識を反映する地方自治体で廃棄物発電の導入の動きが強まっていることは、社会的な受容性が高まっていることを示している。

ただし、その施策の導入により地方自治体の廃棄物処理費のアップについて、どこまで認識しているのかは不明である。今回の地方自治体へのヒアリングのレベルでは現状からの処理費負担のアップは基本的に望んでいないように思われる。今後、具体的にどの処理費のレベルまで受容可能かについては、国のガイドラインで示すことが望まれる。

### 8.3.3 社会一般の受容性

これまでフィリピンでは環境 NGO が焼却反対を行い、その結果、大気清浄法に焼却禁止条項が入ったと言われている。そのような環境 NGO がどのような動きになっているのか、今回、調査では把握することができなかった。

最近のマスコミの報道では廃棄物発電にポジティブになっていることから、全体的には改善する方向にあると考えられる。ただし、施設立地周辺の住民がどのような反応を示すか判断は難しいが、環境影響評価の手続きを経ることで合意形成を図ることは可能な状況ではないかと考えられる。

## 8.4 実現可能性の評価

本廃棄物発電事業は、安定した廃棄物の量・質、必要な処理料金が得られ、発電も定格出力が得られること、かつ好条件の FIT を受けられることを前提としている。

産業廃棄物については、50 トン/日を受け入れることを一つの前提としているが、問題は産業廃棄物の安定かつ長期間にわたって量・質を確保することの難しさである。産業廃棄物は、市場条件によって搬入されるか否かが不確実であり、そのような前提で産業廃棄物の発電事業を実施するのは非常にリスクが高い、つまり量・質の保証が得られない状態での事業は難しいと判断する。産業廃棄物の処理を主目的とした事業を前提とし、発電事業は副次的に考えざるを得ないであろう。

また、本事業では LTI の周辺の 2 自治体からの都市廃棄物を受け入れることにしているが、工業団地内にごみ収集車が常時通過することに対する工業団地側の抵抗感があるため、一旦、選別施設 (MRF) で有機物を可能な範囲で選別した後に搬入することが求められる。このような対応は、現在の NSWMC が検討しているガイドラインに合致したものであるが、その施設の建設責任者は LGU にある。

今回、選別した廃棄物を 2 都市から受け入れることに際して、両都市が MRF を建設し、かつ、契約上は長期に安定的な供給 (安定して処理委託) を事業者側に保証すること (LGU から民間委託は毎年入札を実施することが前提となっている) の制約がある。BOT の入札によれば長期契約は可能である。この BOT 契約を 2 都市と入札を通じて行うに当たり、入札が終わって、契約が確定しなければ本事業を進めることが出来ない。1 都市でも入札に通らなければ事業の実施は困難となり、既に入札で契約することになった都市に対して違約することになる。また、処理料金についても両都市で別々では問題が生じるだろうし、一方、料金を揃える場合も両都市と事業者で合意を得るのも大変な交渉となる。

このように本事業を実施するに当たっての手続きが非常に複雑になることが、本調査を通じて明らかになった。絵としては美しいが、実際に実現するための手続き、交渉上の困難が非常に大きい。契約交渉における弁護士費用も大きくなる。したがって、2 都市で広域的に処理する体制を構築した後に入札にする形でもしない限り、現実的には難しいと判断される。

以上の廃棄物の量・質の長期保証、料金面での確約を得ることのハードルが高いことが本事業の一番ポイントとなるところである。

一方、本検討を通じてフィリピンのFIT制度のもとで廃棄物発電に対する優遇措置が得られ、かつ、地方自治体の処理負担増を軽減するための国の支援措置が整備されれば、また、プラント建設でも建設コストを低減することが可能であれば、廃棄物発電がかなり現実的な事業となることが明らかになった。

ただし、いざ事業ということになると、本事業は不確定な要素が多いため、これらの課題が解決されない限り意思決定できない難しさがある。例えば操業費用の負担（会社設立や契約交渉の費用）、操業開始までの費用、廃棄物の質（発熱量）の変動、発電出力のパフォーマンスの計画とのズレ、処分費用が想定より増えた場合の負担のあり方、基幹改良工事の費用の発生、また長期操業停止による損失などについてのリスク分析と対処について十分に検討し、そのリスクヘッジを検討しなければ、事業の意思決定は難しいと判断する。

このようなリスクを全て対処する上で、複数の自治体や企業から受け入れる形式の事業では困難であり、したがって事業をシンプルな形にする必要がある、ということが、本検討を通じて明らかになった。



## 9. 海外展開計画案の見通し

### 9.1 事業実現可能性の検討結果

#### 1) 事業採算性分析

当初計画のシャフト式ガス化炉は、廃棄物の高度処理技術であるため建設コストを絞るのが難しい面もある。その結果建設コストやO&Mコストが割高となり、事業採算性に乗せるためには、都市から受入れられる都市廃棄物の処理料金をフィリピン自治体の現状の経済力から見てかなり割高にする必要がある。

一方、ストーカ式焼却炉の高効率発電方式を導入した場合には、比較的現実的な処理料金とFIT制度の下で事業採算性が確保できる可能性が非常に高いことが明らかになった。

#### 2) 現地政府・企業との連携等の実施体制の構築

本事業を実施する上で、地方自治体の都市廃棄物の処理費が確実に上昇することになる。この上昇は、地方自治体の財政負担にとっては大きな問題となる。そこで国としてこの負担を緩和する措置、例えば施設整備自体への助成、低利融資、PPPによる官民負担の分担制度などを検討することが必要である。

この緩和措置についても国としての制度、また、基準のガイドライン化等が必要である。この政策についての検討が十分ではないように見受けられる。

次に本事業を民間事業として実施する際にSPCを設立することが必要になるが、フィリピンでは本分野の事業につき、40%の外資規制がある。このため現地の企業との連携が不可欠である。特に特別目的会社（SPC）の設立では、資金調達能力のある企業の参加が不可欠である。プラント・エンジニアリング会社は、SPCの中心となる投資家にとってはできる限り安いプラントの調達を求めるとこととは利害相反することから、SPCのメインプレイヤーにはなり難い関係がある。このためプラントエンジニアリング会社は従として、現地の投資家や廃棄物処理業者や商社を主とすることが望まれるが、本調査によりフィリピンではそのような主体形成が起こりつつあり、未来の可能性が示唆された。

#### 3) 環境負荷軽減効果、社会的受容性等の評価

本件については、高次の焼却処理を実施することにより都市廃棄物の処分場からのメタンガスの排出を大幅に削減する効果、埋立処分自体に由来する環境負荷の削減の効果、さらに発電することによる化石燃料の節約に繋がるということが明らかになった。

社会的な受容性では、特に廃棄物発電が国を挙げての政策として推進する姿勢を示しており、社会的な受容性は非常に高まってきていると評価できる。しかし、事業採算性でも述べているが、地方自治体の処理費負担の上昇分が地方自治体として受容できるかどうかについては依然として議論すべき課題である。

## 9.2 今後の事業展開

本調査を通じて、今後の事業実現のためには大きな障害があることが明らかになった。その点は、事業採算性の確保自体より、インステチュューショナルな側面であり、特に 2 つの地方自治体との長期契約を前提として事業を推移することの困難性である。

特に廃棄物発電事業にとって、産業廃棄物の量・質の確保を前提とすることは困難であり、したがって地方自治体からの安定した都市廃棄物の量・質の保証が大前提となることかが明らかになった。

また、廃棄物発電事業では、プラント規模を大きくし、規模のメリットを生かすことが極めて重要であることも明らかになった。

そこで、今後については方針を変え、MRF や MBT で処理した後の廃棄物を少なくとも日量 350 トン～500 トン規模で確保できる一つの自治体をターゲットにすることが望まれる。現実的には人口規模 50 万人以上の地方自治体をターゲットとした廃棄物発電のプロジェクトに変更すべきと判断する。そのような都市は、マニラ以外で 13 あり、マニラの構成都市も含めると 20 ある。

それらから国家固形廃棄物委員会の施策展開に整合する形でターゲット都市を選択し直した上で、さらに突き詰めた FS を早急に実施する考えである。

## 9.3 海外展開計画案の見直し

当初、工業団地の高カロリー産業廃棄物を主に、周辺自治体の都市廃棄物を一部、受け入れることで検討を始めたが、産業廃棄物の量の確保が非常に難しいことから、安定して処理量を見込める地方自治体（LGU）からの都市廃棄物を中心に処理する計画に切り替えた。

この検討を通じて、当初、想定していなかった都市廃棄物の廃棄物発電の推進政策が国から示されたこと、また、手厚い FIT の可能性が出てきていること、さらに都市廃棄物も依然として低カロリーであるが、消費社会の浸透により十分に自然するレベルになっていること、加えて LGU 自身も単なる埋立処分からの転換を求める圧力を地域住民から受けていることなどから、都市廃棄物分野での廃棄物発電の可能性が大きくなってきている。

また、本事業は産業廃棄物と工業団地周辺の都市廃棄物の処理のため、日量 250 トンで計画をしたが、規模が小さいこともあり単位当たりのプラント建設コストを引き下げるには課題がある。そのため規模の大きい炉で計画できるケースが望ましいことが明らかとなった。

フィリピンは、地方自治体の廃棄物発電の推進政策を確立し、その政策として建設のサポートを表明していることから、まずは処分場確保の困難な大都市の廃棄物発電の現実性が高まってきている。

そこで、当社としては、次のステップとして、フィリピン政府と対話しつつ、現実性の高い都市を新たにターゲットにした廃棄物発電事業を追求する予定にしている。

## 10. 実現可能性を改善する行政施策の提言

---

### 1) 廃棄物処理施設の整備及び処理費アップに対する国の支援策の強化

フィリピンの自治体では廃棄物を民間へ委託処理するのが一般的であるが、廃棄物発電のような処理を高度化すると処理費が大幅にアップすることが導入の制約となっている。一般に国がそれぞれの自治体に廃棄物の処理費の上昇分を財政支援することは考えられないことから、民間機関が建設する施設コストに対して国・自治体がシェアする PPP のスキームを設立することが不可欠である。

また、事業性にとっては処理施設を大規模化してスケールメリットが得られるようにすることが必要であり、そのために国がイニシアティブによる広域処理体制の構築を進めることが望まれる。

### 2) 国の廃棄物発電に係るガイドラインの作成

国がリーダーシップを取って、廃棄物発電が処理費がアップすることなしに実現が困難であることを理解し、妥当なコスト負担のあり方、具備すべき技術的な要件を示したガイドラインを作成する必要がある。

### 3) FIT による優遇措置

FIT の趣旨は、再生可能エネルギーを利用した電力（グリーン電力）の買取制度であるが、廃棄物は主にバイオマスが対象になっている。都市廃棄物には化石燃料起源のプラスチックがかなり含まれるため、その廃棄物発電を FIT の対象とすることの明確な規定が出されていない。廃棄物発電を FIT の対象とすることを明確とするとともに、優遇した料金の適用することが必要である。

