

平成 26 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務

インドネシア国バリ州サルバギタ広域における廃棄物発電事業  
環境基礎調査

報 告 書

平成 27 年 3 月

JFE エンジニアリング株式会社

八千代エンジニアリング株式会社

PT.JFE Engineering Indonesia

(協力団体：東京二十三区清掃一部事務組合)

## 目 次

第1章	調査概要	1-1
1.1	調査の背景と目的	1-1
1.2	調査内容	1-1
1.2.1	海外展開計画案の策定	1-1
1.2.2	対象地域における現状調査	1-1
1.2.3	廃棄物の組成・性状等調査	1-2
1.2.4	現地政府・企業等との連携構築	1-2
1.2.5	実現可能性の評価	1-2
1.2.6	海外展開計画案の見直し	1-2
1.3	調査体制	1-3
1.4	調査行程	1-3
第2章	対象地域における現状調査	2-1
2.1	社会経済状況	2-1
2.1.1	一般概況	2-1
2.1.2	経済概況	2-2
2.1.3	土地利用状況	2-2
2.2	自然環境状況	2-2
2.2.1	気候	2-2
2.2.1.1	気温	2-2
2.2.1.2	降水量・湿度	2-2
2.2.1.3	日照率	2-2
2.2.2	地質・地形	2-3
2.2.2.1	地形	2-3
2.2.2.2	地質	2-3
2.3	事業対象地域における処理対象廃棄物の発生・処理の現況	2-3
2.3.1	ごみフロー、発生量・収集量・処分量	2-3
2.3.2	廃棄物の種類・組成	2-6
2.3.3	収集・運搬、処理・処分、リサイクルの現状	2-6
2.4	廃棄物関連法制度・政策・計画	2-7
2.4.1	廃棄物関連法制度	2-7
2.4.2	その他関連法	2-14
2.5	再生品、再生エネルギーの売却価格	2-16
2.5.1	再生品の売却価格	2-16
2.5.2	再生エネルギーの売電価格	2-17
2.6	廃棄物の組成・性状等調査	2-18
2.6.1	調査概要	2-18

2.6.2	サンプリング方法	2-19
2.6.2.1	トラックからのごみ抜き取り方法	2-20
2.6.2.2	サンプリング方法①	2-20
2.6.2.3	サンプリング方法②	2-22
2.6.3	かさ重量測定方法	2-22
2.6.4	研究室での分析	2-22
2.6.5	調査結果・分析結果	2-23
2.6.5.1	ごみ組成	2-23
2.6.5.2	かさ重量データ	2-26
2.6.5.3	分析結果	2-26
2.6.5.4	成分分析結果	2-26
2.6.5.5	発熱量	2-27
2.6.6	考察	2-27
2.6.6.1	ごみ組成	2-27
2.6.6.2	含水率	2-29
2.6.6.3	可燃分	2-29
2.6.6.4	成分分析	2-30
2.6.6.5	発熱量	2-30
2.6.7	結論	2-30
2.7	現地政府との打合せ	2-31
2.7.1	デンパサール市庁舎での打合せ	2-31
2.7.2	ナビガット・オーガニック・インドネシア社との打合せ	2-32
2.7.3	環境省「平成 26 年度我が国循環産業海外展開事業化促進のための研修」への参加	2-32
第 3 章	廃棄物処理方式間の特長の比較	3-1
3.1	廃棄物処理方式間の比較	3-1
3.2	焼却炉方式の検討	3-2
3.2.1	焼却炉方式の検討	3-3
3.2.2	焼却炉形式の検討	3-3
第 4 章	WTE プラント建設・運営計画	4-1
4.1	プラントの建設	4-1
4.1.1	プラントの設計方針	4-1
4.1.2	設計条件の整理	4-1
4.1.2.1	ごみ量・ごみ質設定	4-1
4.1.2.2	排ガス排出基準	4-1
4.1.2.3	飛灰処理設備	4-2
4.1.3	プラントの設計	4-2
4.1.3.1	施設概要	4-2
4.1.3.2	配置計画	4-3
4.1.4	全体工事工程	4-9

4.1.5	主要機器の働きと仕様	4-9
4.1.5.1	受入供給設備	4-9
4.1.5.2	焼却炉設備	4-9
4.1.5.3	自動燃焼制御(ACC)システム	4-11
4.1.5.4	排ガス冷却・廃熱回収設備	4-11
4.1.5.5	排ガス処理設備	4-12
4.1.5.6	余熱利用設備	4-12
4.1.5.7	灰出し設備	4-13
4.1.6	プラントの建設費	4-14
4.2	プラントの運営計画	4-14
4.2.1	運転計画	4-14
4.2.2	運転費	4-15
4.2.3	運転費積算	4-16
4.2.4	発電計画	4-17
第5章	各種ステークホルダー・利害関係者	5-1
5.1	各種ステークホルダー・利害関係者	5-1
5.1.1	国レベルのステークホルダー	5-1
5.1.2	バリ州レベルのステークホルダー	5-2
5.1.3	インドネシア国籍企業	5-2
5.1.4	案件形成に必要なステークホルダー	5-2
第6章	事業化・資金調達の検討	6-1
6.1	資金調達	6-1
6.1.1	出資+融資の組み合わせ	6-1
6.1.2	融資機関	6-1
6.1.3	無償資金	6-2
6.1.4	補助金	6-2
第7章	実施スケジュールと実施体制	7-1
7.1	実施スケジュール	7-1
7.2	実施体制	7-1
7.2.1	特別目的会社(SPC)	7-2
7.2.2	特別目的会社(SPC)の事業実施に必要な条件	7-2
第8章	実現可能性の評価	8-1
8.1	事業採算性	8-1
8.1.1	PPP(BOT)としての案件形成	8-1
8.1.2	資金調達案	8-1
8.1.3	財務分析キャッシュフロー上の条件	8-1
8.1.4	評価	8-2
8.2	環境負荷低減効果	8-3
8.2.1	3Rの推進	8-3

8.2.2	埋立所分量の削減	8-3
8.2.3	温室効果ガス (GHG) 排出削減	8-5
8.2.4	その他の環境負荷削減効果	8-8
8.3	社会的受容性	8-11
8.3.1	日本における WTE プラント整備事例	8-11
8.3.2	WTE プラント建設に係る住民合意形成および環境影響への懸念排除	8-13
第9章	海外展開計画案の見直し	9-1
9.1	事業の実現性を高めるための課題と解決策の検討	9-1
9.1.1	事業採算性を高めるための考察	9-1
9.1.1.1	ごみ処理費(Tipping Fee)	9-2
9.1.1.2	売電単価	9-2
9.1.1.3	ごみ処理費(Tipping Fee)と売電価格	9-3
9.1.1.4	建設費	9-3
9.1.1.5	二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism : JCM)	9-5
9.1.2	事業を実現させるための課題(事業採算性以外の面)	9-7
9.1.2.1	ごみ量データ、マスタープラン	9-7
9.1.2.2	建物の高さ制限	9-7
9.1.2.3	財政確認	9-7
9.1.2.4	ウェストピッカーによる有価物の抜き取り	9-8
9.1.2.5	PPA(電力購入契約)	9-8
9.1.2.6	中央政府保証	9-8
9.1.2.7	最終処分場の確保	9-8
9.1.2.8	ごみ処理サービス契約	9-8
9.1.2.9	土壌調査	9-9
9.2	案件の実現性を高めるための提言	9-2
9.2.1	排出基準	9-9
9.2.2	収入源	9-9
9.2.3	3R の推進	9-10

## 図表 目次

第1章	調査概要	1-1
図 1.3-1	調査実施体制と役割	1-3
表 1.4-1	調査行程	1-4
第2章	対象地域における現状調査	2-1
図 2.1.1-1	バリ州におけるデンパサール市の位置図	2-1
図 2.3.1-1	デンパサール市でのごみフロー図	2-4
表 2.3.2-1	ごみ組成別の原単位及び発生量	2-6
表 2.3.3-1	Suwung 処分場への搬入状況	2-7
表 2.4.1-1	インドネシア国における廃棄物管理及び 3R 推進に係る法令	2-7
表 2.4.1-2	廃棄物管理法の構成	2-9
表 2.6.1-1	廃棄物の組成・性状等調査概要	2-18
表 2.6.1-2	分析項目	2-19
表 2.6.1-3	分類項目 19 種	2-19
図 2.6.2.1-1	トラックの荷台分割イメージ	2-20
図 2.6.2.2-1	サンプリングフロー図(1回目)	2-21
図 2.6.2.2-2	四分法による縮分フロー図	2-21
図 2.5.2.3-1	サンプリングフロー図(2回目、3回目)	2-22
表 2.6.4-1	研究室での分析項目	2-23
表 2.6.5-1	ごみ組成データ	2-24
図 2.5.5-2	ごみ組成割合(平均値)	2-25
表 2.6.5.2-1	かさ重量データ	2-26
表 2.6.5.5-1	分析結果	2-26
表 2.6.5.4-1	成分分析結果	2-27
表 2.6.5.5-1	発熱量の計測結果	2-27
表 2.6.5.5-2	発熱量予測	2-27
表 2.6.6-1	ごみ組成(大区分)	2-28
表 2.6.6.2.-1	含水率	2-29
表 2.6.5.5-1	分析結果(抜粋)	2-29
表 2.6.5.4-1	成分分析結果(抜粋)	2-30
表 2.6.5.5-1	発熱量の計測結果(抜粋)	2-30
第3章	廃棄物処理方式間の特長の比較	3-1
表 3.1-1	処理方式の比較	3-2
図 3.2.1-1	焼却炉方式	3-3
表 3.2.2-1	焼却炉形式概要	3-4
表 3.2.2-2	焼却炉形式間の比較	3-6
第4章	WTE プラント建設・運営計画	4-1
図 4.1.1-1	焼却炉概略フロー	4-1

表 4.1.2.1-1	ごみ質設定	4-1
表 4.1.2.2	本調査で採用する排出基準	4-2
図 4.1.2.3-1	飛灰処理設備の概略フロー	4-2
図 4.1.3.1-1	施設全体概略フロー	4-3
図 4.1.3.2-1	全体敷地計画図	4-4
図 4.1.3.2-2	機器配置図(縦断面図)	4-5
図 4.1.3.2-3	機器配置図(タービン・コンデンサ縦断面図)	4-6
図 4.1.3.2-4	機器配置図(平面図 1階)	4-7
図 4.1.3.2-5	機器配置図(平面図 3階)	4-8
図 4.1.4-1	全体工事工程	4-9
図 4.1.5.2-1	J F E 二回流式ストーカ炉の構造図	4-10
図 4.1.5.3-1	JFE Hybrid ACC 概念図	4-11
表 4.1.5-1	主要設備仕様	4-13
表 4.1.6-1	WTE プラントの建設費(概算)	4-14
表 4.2.2-1	運転人員計画	4-15
表 4.2.2-2	用役一覧	4-16
表 4.2.3	運転費用	4-17
表 4.2.4-1	電力収支	4-17
第 7 章	実施スケジュールと実施体制	7-1
図 7.1-1	実施スケジュール(案)	7-1
図 7.2-1	実施体制(案)	7-2
図 7.2.1-1	特別目的会社(SPC)の業務範囲	7-2
表 7.2.2-1	事業実施に必要な条件(対インドネシア)	7-3
表 7.2.2-2	事業実施に必要な条件(融資条件)	7-5
第 8 章	実現可能性の評価	8-1
表 8.1.2-1	融資条件	8-1
表 8.1.3-2	財務分析キャッシュフローの条件	8-2
表 8.1.4-3	財務分析データ	8-3
表 8.2.2-1	埋立処分量の算出条件	8-4
表 8.2.2-2	埋立処分量の算出	8-4
図 8.2.2-3	埋立処分量 (m <sup>3</sup> ) の算出結果	8-5
表 8.2.3-1	WTE プラントによる焼却に伴う年間の CO <sub>2</sub> 排出量の算出結果の概要	8-6
表 8.2.3-2	温室効果ガス排出量算定の早見表による CO <sub>2</sub> 排出量	8-6
表 8.2.3-3	オープンダンプング処分に伴う CO <sub>2</sub> 排出量の算出結果の概要	8-7
表 8.2.3-4	比較表	8-8
表 8.2.4-1	大中都市における最終処分場整備の現状	8-9
第 9 章	海外展開計画案の見直し	9-1
表 9.1.1.1-1	処理費(Tipping Fee)の変動影響	9-2
表 9.1.1.2-1	売電価格の変動影響	9-3

表 9.1.1.3-1	売電価格 10%UP-ごみ処理費の変動影響 .....	9-4
表 9.1.1.3-2	売電価格 20%UP-ごみ処理費の変動影響 .....	9-4
表 9.1.1.4-1	建設の削減影響 .....	9-5
図 9.1.1.5-1	“一足飛び”型発展の実現に向けた資金援助イメージ .....	9-6
表 9.1.1.5-2	JCM 補助金の影響 .....	9-6



# 第1章 調査概要

## 1.1 調査の背景と目的

経済成長や人口増加に伴って世界規模で廃棄物の発生量が増加し、その質も多様化していることから、適正な廃棄物処理が世界的な課題となっている。この傾向は、経済成長が著しいアジアをはじめとした途上国で特に顕著であり、廃棄物の急増・多様化に加え、廃棄物処理体制も未整備・未成熟であることから、廃棄物の不適正な処理に伴う環境汚染が懸念されている。

一方、我が国は、これまで廃棄物処理やリサイクルに係る社会的要請に応じるため、廃棄物処理・リサイクルに関する技術を向上させてきたところである。その結果、我が国の廃棄物処理・リサイクルに係る循環産業は環境保全及び資源循環において先進的な技術を有している。

こうした先進的な我が国循環産業を、廃棄物問題を抱える国々に対して海外展開し、世界規模で環境負荷の低減を実現するとともに、我が国経済の活性化につなげる必要がある。

本調査は、インドネシア国バリ州サルバギタ広域における都市ごみを対象に現状調査等を行い、適正な廃棄物処理を通じた循環型社会形成へ向けた基礎的な調査を行うものである。

現地においては、既存の埋立処分場容量がすでに逼迫している一方、島嶼であることから新規処分場用地確保も困難であり、減容化を前提とする適切な中間処理施設導入が求められている。このような状況を踏まえ、本業務は適正な廃棄物処理および電力需要の改善にも資するごみ焼却発電プラント（以下「WTE プラント」という）の導入を視野に、事業環境の基礎調査を行うことを目的とする。

## 1.2 調査内容

### 1.2.1 海外展開計画案の策定

インドネシア国バリ州サルバギタ広域（デンパサール市、バドゥン県、ギャニャール県、タバナン県）から収集される都市ごみを対象とした WTE プラントについて、導入規模を仮に設定した上で、事業計画案を作成した。また事業計画案には、事業規模、事業運営計画、事業展開スキーム、事業実施体制、事業化スケジュール案等の基礎的な調査を実施した。

### 1.2.2 対象地域における現状調査

事業の実現可能性を評価するために必要と考えられる以下の調査を実施した。

#### 1) 対象地域の廃棄物処理に係る基礎情報収集

- ①社会経済状況
- ②処理対象廃棄物の発生・処理の現況
- ③廃棄物関連法制度・政策・計画
- ④再生品・再生エネルギーの売却価格

#### 2) WTE プラントを含む複数の廃棄物処理方式間の技術的特長の比較

対象地域に相応しい処理方式提案の為、WTE プラント以外の処理方式と比較を実施した。

#### 3) プラント建設・運営コスト

都市ごみを処理対象とし、WTEプラントの建設費・運営コストを積算した。

但し、本調査は環境基礎調査との位置づけであるため、積算はJFEエンジニアリング株式会社が有するデータによる概算とし、建設地となる土地の状況やバリ州特有の建物規制への対応によるコスト増減は今後の調査で実施するものとした。

- 4) 政府行政機関を含む各ステークホルダー・利害関係者の概要、組織形態、廃棄物処理事業との関連等

案件を具体化する際に関係するステークホルダー、またその役割について調査を実施した。

### 1.2.3 廃棄物の組成・性状等調査

現地で発生する廃棄物の具体的な性状等を把握するため、サルバギタ広域組合 SUWUNG 最終処分場に搬入させている都市ごみの調査を実施した。

### 1.2.4 現地政府・企業等との連携構築

現地政府や既存処理事業者であるナビガット・オーガニック・エナジー・インドネシア社等との連携構築を図り、WTEプラント導入にあたっての十分な理解を醸成するため、ミーティングや情報交換を行った。

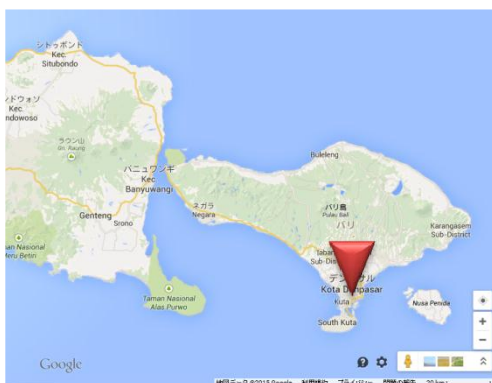
### 1.2.5 実現可能性の評価

実現可能性を評価するため、下記を考察した。

- ①事業採算性
- ②環境負荷低減効果
- ③社会的受容性
- ④実現可能性の評価

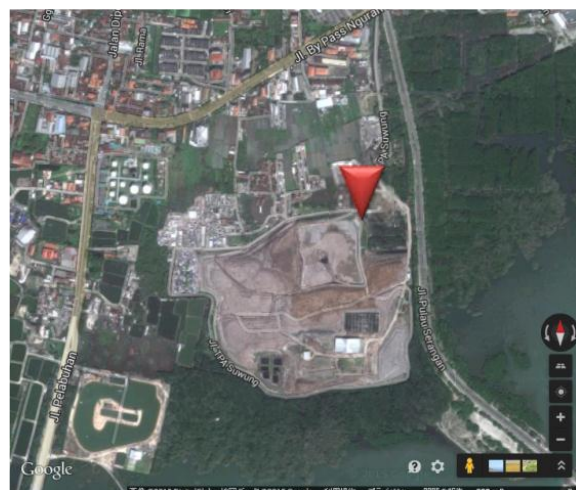
### 1.2.6 海外展開計画案の見直し

本調査開始時の海外展開計画案から本調査で明らかになった点をふまえ、更に事業の実現性を高めるための課題、及びその課題解決についての検討を行った。また、事業の実現性を高める行政施策についても提言した。



調査対象地域 (SUWUNG 処分場)

Google map より調査団作成

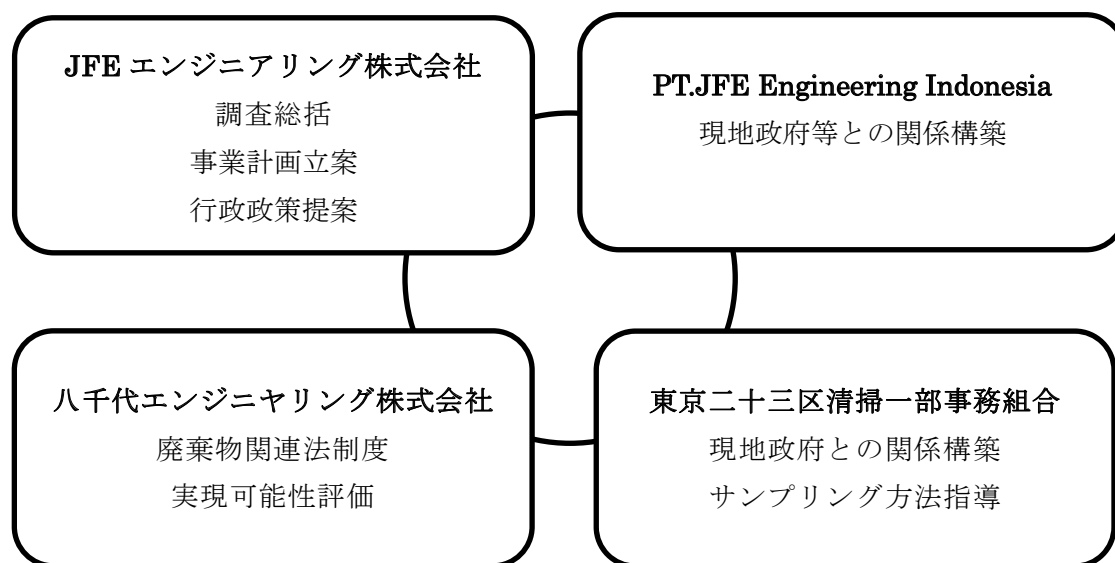


### 1.3 調査体制

本調査は、JFE エンジニアリング株式会社を主幹事会社とし、八千代エンジニアリング株式会社、PT.JFE Engineering Indonesia を構成会社とする、3社の共同事業実施体により実施した。

また、ごみ調査の廃棄物のサンプリング方法の指導や現地政府との関係構築を東京二十三区清掃一部事務組合に協力団体として再委任した。

図 1.3-1 調査実施体制と役割



### 1.4 調査行程

本調査は、表 1.4-1 に示す行程にて実施した。

表 1.4-1 調査行程

作業内容	スケジュール																																									
	6月				7月				8月				9月				10月				11月				12月				1月				2月				3月					
	4	11	18	25	2	9	16	23	30	6	13	20	27	3	10	17	24	1	8	15	22	29	5	12	19	26	3	10	17	24	31	7	14	21	28	4	11	18	25	4	11	18
<b>1) 対象地域における現状調査</b>	→																																									
(1) 対象地域の廃棄物処理に係る基礎情報収集																																										
(1)-1 社会経済状況																																										
(1)-2 処理対象物の発生・処理の現状																																										
(1)-3 廃棄物関連法・政策・計画																																										
(1)-4 再生品・再生エネルギーの売却価格																																										
(2) 廃棄物処理方法の検討・評価																																										
(3) プラント建設・運営コスト																																										
(4) 各種ステークホルダー・利害関係者の状況																																										
<b>2) 廃棄物の組成・性状等調査</b>	→																																									
(1) 事前準備																																										
(2) 試料採取・分析																																										
<b>3) 現地政府・企業等との連携構築</b>	→																																									
<b>4) 実現可能性の評価</b>	→																																									
(1) 事業採算性																																										
(2) 環境負荷低減効果																																										
(3) 社会受容性																																										
(4) 実現可能性の評価																																										
(1) 事業採算性																																										
<b>5) 海外展開計画案の見直し</b>	→																																									

## 第2章 対象地域における現状調査

### 2.1 社会経済状況

#### 2.1.1 一般概況

バリ州はジャワ島及びロンボク島の上に位置し、北側でバリ海、南側でインド洋、西側でバリ海峡、東側でロンボク海峡に接する。最大のバリ島、ヌサペニダ島、ヌサチュニガン島、ヌサレンボンガン島、スランガン島、及びムンジャンガン島から成る。総面積は 5,632.86km<sup>2</sup> であり、8 県（ジュンブラナ県、タバナン県、バドゥン県、ギアニヤール県、クルンクン県、バンリ県、カラングスム県、ブレレン県）と 1 市（デンパサール市）で構成されている。州都はデンパサール市である。県/市の下部行政組織としては郡がありバリ全州では 5 5 郡を有する。バリ州の全人口は約 389 万人、州都デンパサールの人口は約 83.5 万人<sup>1</sup>で、2010 年の 78.9 万人<sup>2</sup>から増加傾向にある。なおバリ州全体での 2011-2013 年の人口増加率は 3.19%である。人口密度は、バリ州での 690 人/km<sup>2</sup> に対して、デンパサール市では 4,170 人/km<sup>2</sup>、隣接するバドゥン県では 826 人/km<sup>2</sup> とデンパサール都市圏への人口集中が進んでいる。

図 2.1.1-1 バリ州におけるデンパサール市の位置図



1 バリ州中央統計局 2012 年国勢調査による予測値

2 バリ州中央統計局 2010 年国勢調査

### 2.1.2 経済概況

バリ州の2012年度GRDPは33兆ルピア（約2,800億円）である。2008年-2012年経済成長率は5.97-6.65%/年と経済危機以降、安定して推移している。また、産業別には第3次産業が65%を占めており、次いで第1次産業19%、第2次産業16%となっている。一人当たりGRDPは約825ドルであり、インドネシア国平均の94%となっている。

観光産業はバリ州の重要な産業であり、2012年度には29万人の外国人観光客が訪れた。観光客数は季節的な変動は少ないものの、乾季である7～9月が最も多い。観光業の発展により州内には数多くの宿泊施設やレストランを有している。実際にバリ州の労働人口約2.3百万人（2012年）のうち3次産業に従事している人口が最も多く、52%に従事している。次点で1次産業に26%、2次産業に22%に従事している。最低賃金は967,500ルピア（県によって異なる）で、これは概ねジャカルタ市の60%～70%レベルである。

デンパサール市では、年々電需要が増加しており、都市で4.5万人、農村で16.9万人が電気を利用しているとされている。2012年のバリ州の発電量は3,765千kWhに達し、前年の3,429千kWhより9.80%増加した。利用者数も838,700人から915,517人と9.16%の増加を見せている。

### 2.1.3 土地利用状況

バリ州の土地利用状況は、農業用地が402,596ha、非農業用地が161,070haである。利用地のうちプランテーションが最も多く21.47%、次に水田が14.48%、林業用地が3.79%を占めている。

## 2.2 自然環境状況

### 2.2.1 気候

バリは熱帯性海洋気候である。遷移期によって区切られる乾期、雨期の2シーズンが存在する。乾期は4月から10月、雨期は11月から3月である。

#### 2.2.1.1 気温

2012年のバリ州全体の年間平均気温は26.8℃、デンパサール市では27.3℃を記録した。バリ州全体での最高気温はブレレン県で27.5℃、最低気温はタバナン県で19.7℃である。

#### 2.2.1.2 降水量・湿度

2012年の年間降水量は1,767mm、年間を通じて3月にもっとも高い降水量の528.5mmを記録した。近年、大気温度の上昇、海面温度の上昇等地球温暖化の影響でバリ州では降水パターンが変動し、乾期と雨期のシーズンがずれて訪れるようになっている。

バリ州内4か所の観測点で観測された平均湿度は80.5%である。最高湿度はカラングASM観測点での96%、最低湿度はサングラール・デンパサール観測点での27%であった。

#### 2.2.1.3 日照率

2012年のバリ島の日照率は平均で69%である。最低日照率はカラングASM観測点で1月に記録

された 18%、最高はサングラー・デンパサール観測点、10月での 95%であった。

## 2.2.2 地質・地形

### 2.2.2.1 地形

バリ島は中央部に東西に山脈が広がり、これらの山脈の間に火山群がある。バリで最も標高が高いのは 3,142m のアグン山である。また、上記の他にジュンブラナ県のマーブック山 (1,356m)、ブレレン県のパタス山 (1,414m)、カラングスム県のスラヤ山 (1,058m) を含む山脈がある。これらの山脈がバリを地理的に勾配の少ない狭い低地からなるバリ島北部と、広く勾配のあるバリ島南部に不均等に分けている。バリ州にはブラタン湖、ブヤン湖、タンブリンガン湖、バツール湖がある。北部とは異なり、バリの南部は 62,500m のアユントウカッド川を初めとした川が低地を流れている。

### 2.2.2.2 地質

バリ島の地質は主に *Regusol* と *Latasol* (赤土) から構成され、その他ごく僅かに *Mediteran*、*Andasol* 層が混在する。浸食に非常に弱い *Latasol* 層が西部のカロパクサ、ペテモン、リンジキット、プンパタンまで広がっており、プニユ山、ピントウ山、ジュウエット山、スラヤ山にも分布し、バリ島地域の 44.90% を占める。同じく浸食されやすい *Regusol* 層が東部のアムラプラからチュリック、シンガラジャ岸からスリリット、ブブナン、ククラン (タンブリンガン湖、ブヤン湖、ブラタン湖周辺)、バツカル森林、南岸のクサンバ村、サヌール、ブノア、クタの一部に分布する。この層はバリの 39.93% を占める。*Andasol* 層はバトゥリティ、チャンディクニン、バニユアティス、ゴブレグ、ププアン、バツカル山周辺の森林の一部にてみられる。浸食にやや強い *Mediteran* 層は、ジャジラヌサブニダ丘陵及び周辺の諸島、クタヒル、プレパットアゴンに、また浸食に強い沖積層がネガラ、スンバークランポック、マンギス及びアンガトゥルに分布している。

## 2.3 事業対象地域における処理対象廃棄物の発生・処理の現況

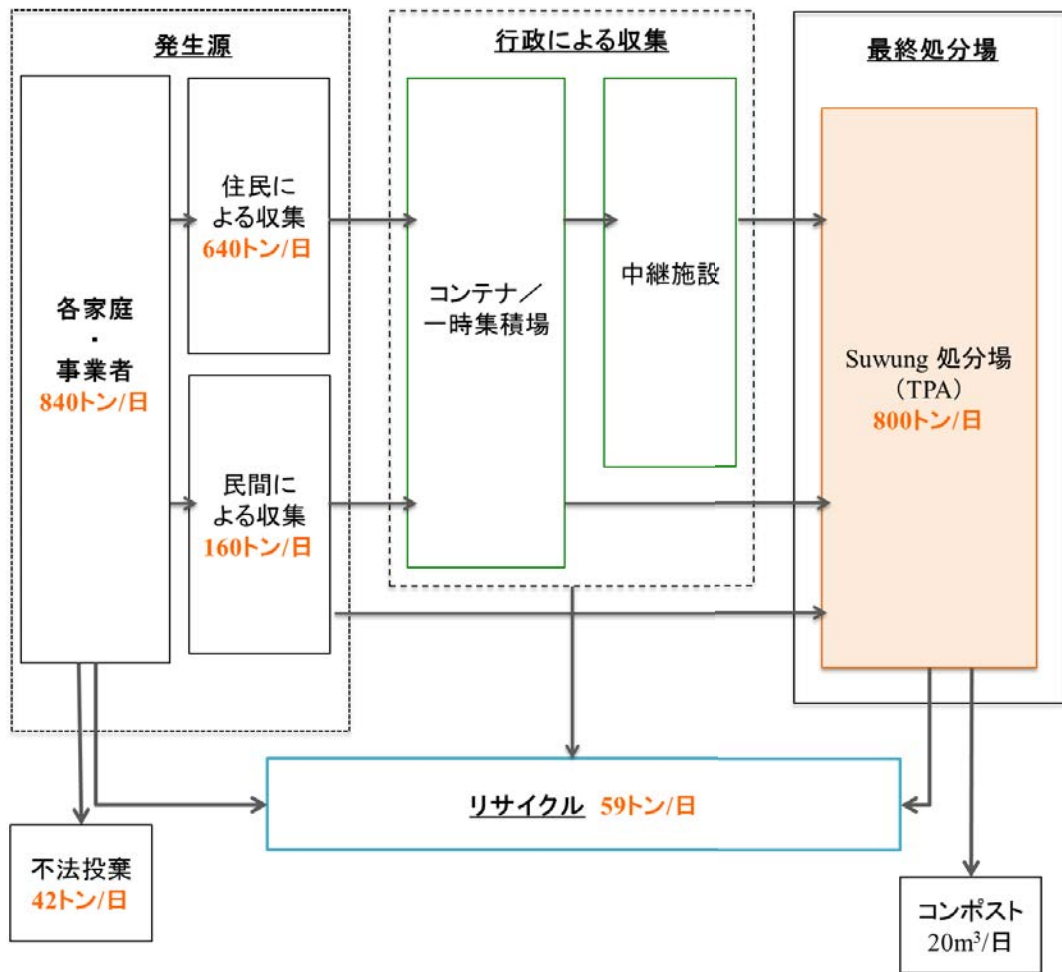
### 2.3.1 ごみフロー、発生量・収集量・処分量

インドネシア国全体の廃棄物発生量は一人当たり 0.52kg/人/日、総発生量は 61,644t/日である。また 2025 年の発生予測量は一人当たり 0.85kg/人/日、総発生量は 151,921t/日と推定されている。

サルバギタ広域地区の都市ごみ量をみると、2012 年に *Suwung* 最終処分場 (TPA) に搬入された都市ごみ量は一日当たり約 800t/日、デンパサール市のみで約 300t/日を記録している。2013 年のデンパサール市からの発生量は 2,700m<sup>3</sup>/日、住民一人あたりの排出量は 3.5~4t/日と推定されている。なお 2012 年までは NOEI 社の計量機により、処分場でごみの計量がされていたが、2013 年以降現在までごみの計量がされていない。

デンパサール清掃局からの聞き取りによるデンパサール市でのごみフローを下図に示す。

図 2.3.1-1 デンパサル市でのごみフロー図



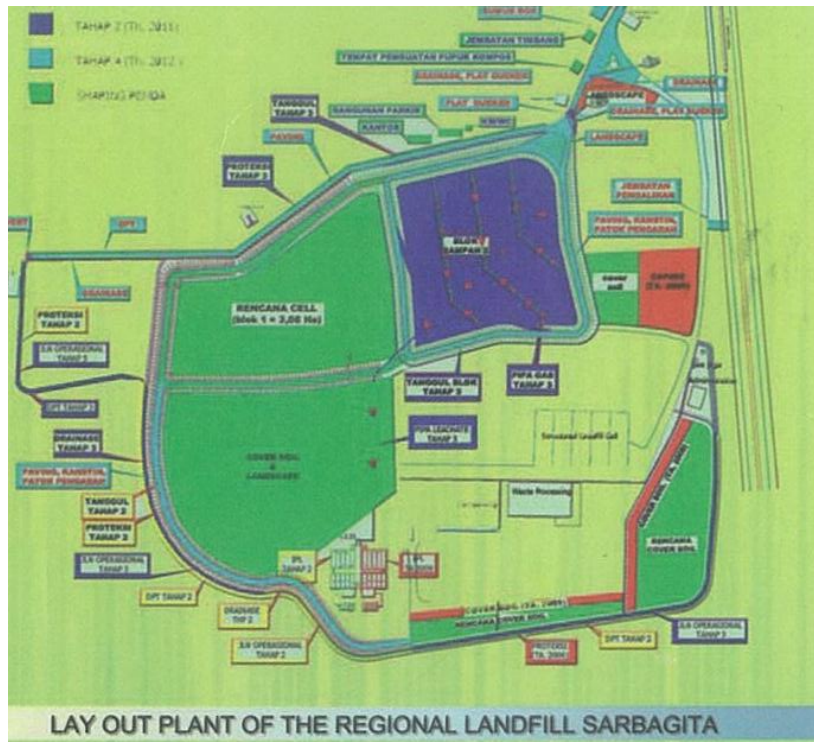
デンパサル清掃局によると、不法投棄の横行、発生源での有価物抜き取り等のためにデンパサル市内で発生するごみの正確な総発生量の把握は不可能とのことである。従って、本調査では、関係者等へのヒアリングによる数値に基づき、2012年のSuwung 処分場への搬入量と推定される各プロセスの発生量に対する割合から逆算し、総発生量を840トン/日と推計した。発生量のうち、5%が不法投棄されていると推定される。残り95%が一時集積場(TPS)へ収集、もしくはSuwung 処分場へ直接搬入される。排出されたごみ量のうち80%が住民、もしくはコミュニティで雇用された収集人により、リヤカーや3輪トラック等でTPSへ搬入される。残り20%は民間業者により収集されTPSへ搬入、一部は最終処分場へ直接搬入される。なおTPSではウェイトピッカーにより有価物の抜き取りが行われている。

TPSに搬入されたごみは清掃局の6m<sup>3</sup>車両35台により中継施設へ輸送される。トリップ数は4トリップ/日である。中継施設で積み替えられたごみはSuwung 処分場へ搬入される。

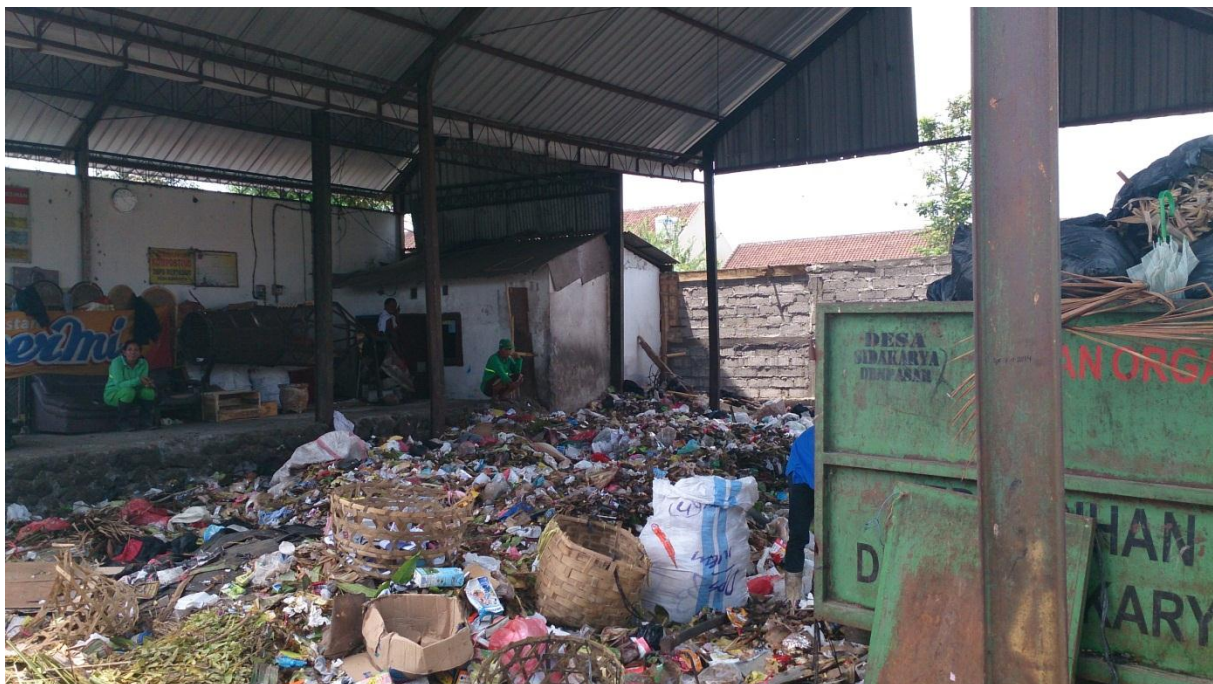
Suwung 処分場は10haの敷地面積を持ち、800トン/日(2012年平均値)のごみがサルバギタ地域より搬入される。最終処分場内には約300人のウェイトピッカーが出入りしており、市内で回収されなかった有価物がここで回収されている。処分場での回収量を含め、フロー全体での有価物回収量は、総発生量の7%程と推計されている。また処分場内には市営のコンポストセンターが設けられ、搬入されたごみから選別された有機ごみの堆肥化を行っている。ただし生産量



は多くなく、20m<sup>3</sup>/日程とのことである。生産されたコンポストは販売はされず、市により街路樹の肥料等、市内の緑化に使用されている。



SUWUNG 処分場レイアウト (サルバギタ組合提供資料より調査団にて抜粋)



一時集積場の例 (TPS : Tempat Penampungan Sampah)

### 2.3.2 廃棄物の種類・組成

デンパサール市清掃局からの聞き取りによると、2013年のデンパサール市の年間ごみ収集量は904,835m<sup>3</sup>であることから、1日当たりのごみ収集量は2,479m<sup>3</sup>と算出される。また、現地でのごみ量・ごみ質調査よりデンパサール市のごみのかさ比重は205.6kg/m<sup>3</sup>であった。これらの結果から、人口708,454人のデンパサール市の原単位は約0.719kg/人/日となった。下表に、ごみ組成別の原単位及び発生量を求めた結果を示す。

表 2.3.2-1 ごみ組成別の原単位及び発生量

項目	組成(%)	原単位(g/人/日)	発生量(トン/日)
有機ごみ	37.1	266.7	189.0
剪定ごみ	17.7	127.3	90.2
プラスチック包装	12.3	88.4	62.7
紙ごみ	7.6	54.6	38.7
紙おむつ	6.7	48.2	34.1
その他	4	28.8	20.4
果実の皮	2.8	20.1	14.3
硬質プラスチック	2.4	17.3	12.2
繊維	2.4	17.3	12.2
雑紙	1.7	12.2	8.7
ガラス	1.6	11.5	8.2
木材	1	7.2	5.1
段ボール紙	0.8	5.8	4.1
ゴム・皮革	0.5	3.6	2.5
金属	0.4	2.9	2.0
紙パック	0.4	2.9	2.0
新聞紙	0.4	2.9	2.0
発泡スチロール	0.2	1.4	1.0
有害ごみ	0.1	0.7	0.5

### 2.3.3 収集・運搬、処理・処分、リサイクルの現状

インドネシア全体の都市ごみの平均収集率は80%である。廃棄物の大部分は埋め立て処分されているが、その多くがオープンダンプングである。2008年に発生した廃棄物のうち約69%が埋め立て処分され、7%が処理あるいはリサイクルされ、5%は焼却され、10%は埋められ、残りの6%は公園、運河、川、港湾、市場等に投棄された。なお、2001年のデータと比較すると、処理方法として焼却の割合が減少し、埋め立て処分の割合が増加していることが読み取れる。

次にサルバギタ地域を代表するデンパサール市の廃棄物管理の現状を述べる。デンパサール市ではごみの排出は毎日17時～19時の間に定められている。住民は自宅近くのコンテナもしくは一時集積場(TPS)までごみの搬入を義務付けられ、そこから最終処分場(TPA)までの運搬が行政の管轄となる。各家庭からは個別収集もしくは25の住民グループ単位による共同収集によりごみが排出される。続いてTPSからTPAへの搬入をデンパサール清掃局のトラックが行う。加えて、デンパサール市内には7つのTPS/DEPO(中継施設)が配置されており、TPSからの収集トラックの積み替えも行っている。この段階で有価物の選別も一部行われている。TPSもしくは中継施

設を経由して最終処分場へごみが搬入される。

次に最終処分場の搬入状況を示す。サルバギタ地域から Suwung 処分場への搬入状況は下表の通りである。

表 2.3.3-1 Suwung 処分場への搬入状況

No.	処分場への搬入元	2012年の平均搬入量(トン/日)												平均
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1	バドゥン県	81.11	71.92	63.28	66.49	57.41	55.96	58.40	62.50	71.31	54.65	57.60	59.30	63.33
2	デンパサール市	366.55	353.92	307.31	302.22	255.31	271.98	261.80	288.70	235.83	281.57	275.66	258.30	288.26
3	タバナン県	11.00	10.63	9.82	11.30	10.21	6.68	12.48	9.20	6.30	9.90	6.63	6.21	9.20
4	ギアニャール県	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	事業者	265.59	386.92	432.91	337.44	277.32	329.06	351.20	394.20	388.84	386.05	388.20	325.40	355.26
6	不明	72.43	82.34	81.33	71.75	60.03	66.37	68.39	75.46	70.23	73.22	72.81	64.92	71.60
	合計	796.68	905.73	894.65	789.20	660.28	730.05	752.27	830.06	772.51	805.39	800.90	714.13	787.65

デンパサール市、バドゥン県、事業者による搬入が主であり、現在のところタバナン県、ギアニャール県からの搬入量はわずかである。ただし今後、現在他処分場へ搬入されているギアニャール県、タバナン県のごみが Suwung 処分場に搬入されることが検討されている。

## 2.4 廃棄物関連法制度・政策・計画

### 2.4.1 廃棄物関連法制度

インドネシア国では、人口増加や経済成長による都市化に伴い廃棄物の量の増大と質の多様化という問題が各地で顕在化している。この状況に対し、インドネシア国政府は、環境省・公共事業省を中心に、「集めて捨てる」から「減らして捨てる」への廃棄物管理の方向性の転換を目指し、3R アプローチに基づく減量化及び廃棄物管理方法の適正化のための政策・戦略の策定や関連法制度の整備を進めている。

インドネシア国で廃棄物管理の根幹を成すのは廃棄物管理法である。同法の第18章において、施行から1年以内に政令及び省令を、また3年以内に地方条例を定め、廃棄物管理に係る詳細な事項を示すことが規定されている。このため、廃棄物管理の責務を有する地方政府は、市民が廃棄物を減量、分別、再利用、リサイクルする具体的な方法を明記した適切な条例を制定することが求められている。

インドネシア国における廃棄物管理及び3R推進に係る法令等を下表に示す。また、各法令の概要を以下に示す。

表 2.4.1-1 インドネシア国における廃棄物管理及び3R推進に係る法令

No	法令 No./施行年	名称	関連法
1	法律 No.32/2009	環境管理法	旧環境管理法 No. 4/1982 改正 環境管理法 No.23/1997
2	政令	家庭廃棄物及び家庭系類似廃棄物管理に関する政令	法律

No	法令 No./施行年	名 称	関連法
	No.81/2012		No.18/2008
3	環境省 省令 No.32/2009	地域の環境管理能力の国家規格適用に関する指導監督に関する省令	
4	環境省 省令 No.13/2012	「ごみ銀行」による 3R 実施ガイドラインに関する省令	法律 No.18/2008
5	環境省 省令 No.19/2012	「気候変動村」プログラムに関する省令	法律 No.18/2008
6	環境省 省令 No.07/2011	ADIPURA プログラム実施ガイドラインに関する省令	法律 No.18/2008
7	環境省 省令 No.01/2013	改訂 ADIPURA プログラム実施ガイドラインに関する省令	法律 No.18/2008
8	環境省(策定予定)	廃棄物管理における緊急時対応システムに係る規則	法律 No.18/2008
9	環境省(策定予定)	浸出水処理基準に係る環境基準に係る規則	法律 No.18/2008
10	環境省(策定予定)	EPR 実施メカニズムに係る規則	法律 No.18/2008
11	環境省(策定予定)	ラベリングに係る規則	法律 No.18/2008
12	環境省(策定予定)	廃棄物減量化を促進するためのインセンティブ及びデイスインセンティブ制度の構築に係る規則	法律 No.18/2008
13	公共事業省 省令 No.21/2006	廃棄物管理政策及び戦略に係る省令	政令 No.38/2007
14	公共事業省 省令 No.3/2013	家庭廃棄物及び家庭系類似廃棄物管理におけるインフラ及び施設整備	<b>3R</b> 廃棄物処理施設にかかる技術的基準

#### (1) 廃棄物管理法(2008年法律第18号)

廃棄物管理法は2008年5月に公布・施行された。本法によって廃棄物は家庭系廃棄物・家庭系類似廃棄物・特定廃棄物の3種に定められた。家庭系廃棄物は一般家庭より排出される家庭ごみ、家庭系類似廃棄物は商業セクターや工業セクター、公共施設などから排出される「家庭ごみ」に似た種類のごみ、特定廃棄物は有害物質を含むものや災害時の廃棄物などである。廃棄物の管理は減量化と適正処理によってなされると規定し、全ての者が減量化と適正処理を環境に適した方法で実施しなければならないとしている。さらに減量化は排出抑制、再利用、リサイクル、適正処理は分別、収集、運搬、中間処理、最終処分と定義している。

また、住宅地、商業地、工業地域、公共施設、社会施設等の管理者に対しては廃棄物の分別施設の設置を義務付けているほか、製造者に対する責任として、その製品やパッケージが廃棄される段階まで求める、廃棄物処理業にライセンス制度を導入するなどの事項が含まれている。

廃棄物管理法の構成を下表に示す。

表 2.4.1-2 廃棄物管理法の構成

条項	内容
第 1 章 第 1、2 条提議	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物は「the remnant of human daily activities and/or natural processed in the solid form」と定義される。</li> <li>・ 本法律の対象を家庭系廃棄物、家庭系類似廃棄物、特定廃棄物の 3 つと定義される。</li> <li>・ 特定廃棄物は有害な物質を含む廃棄物、災害廃棄物、建設廃棄物、不定期に発生する廃棄物、その他環境省令で定める廃棄物とする。</li> </ul>
第 2 章 第 3、4 条 原則と目的	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物管理は、責任、持続可能性、収益性、公正、意識、連帯、安全、経済価値の原則に基づき実施される。</li> <li>・ 廃棄物管理の目的は、公衆の健康と環境の質の向上及び廃棄物を資源として活用することとする。</li> </ul>
第 3 章 第 5~10 条 政府の権限	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国、州、県／市(district/municipality)の責務とそれぞれの権限が規定される。</li> <li>・ 一次集積所、集約処理施設(中間処理施設)及びもしくは最終処分場の場所は都市計画内に含む。</li> <li>・ 廃棄物管理は県／市により実施される。</li> <li>・ 地方政府の緊急時の対応に関するガイダンスは省令で規定される。</li> </ul>
第 4 章 第 11~16 条 政府の権限	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国民の権利として、政策決定への参加、情報へのアクセス、最終処分場からの影響に対する保護と補償、廃棄物管理の状況のモニタリングが定められる。また権利行使の手続き等は政令及び地方条例で規定される。</li> <li>・ 国民は廃棄物の発生量を削減し、かつ適切に扱う責任を負う。廃棄物の取り扱いに関する規則は地方条例で規定される。</li> <li>・ 住宅地、商業地、工業地域、公共施設、社会施設等の管理者に廃棄物の分別施設の設置を義務づける。</li> <li>・ 製造業者はその容器包装及び／又は製品に廃棄物減量化と処理に関するラベルかマークを表示し、容易に分解しない容器包装及び／又は製品を管理する責任を負う。分別施設、表示及び容器包装にかかる規定は政令で定められる。</li> </ul>
第 5 章 第 17、18 条 ライセンス	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物管理を業とする者に地方政府からの許可取得を義務付ける。手続きは Limited Corporation Law (会社法) 及び別途定められる地方条例による。許可を取得できる業者及び公表方法は地方条例による。</li> </ul>
第 6 章 第 19~23 条 廃棄物管理の実施	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 廃棄物管理を減量化と適正処理の 2 つに分類する。減量化には、排出削減、リサイクル、再利用が含まれ、国及び／又は州が減量化目標を決定し、エコラベルの導入等を図る (詳細は政令で規定)。</li> <li>・ 国は廃棄物発生量を削減したものにインセンティブを提供し、削減しなかったものにディスインセンティブを与える (詳細は政令で規定)。民間事業者に対しては、廃棄物発生量を最小化すること、発生した廃棄物が再使用・リサイクルできること、もしくは容易に自然分解できることが求められる。コミュニティは再使用、リサイクル及び／又は自然分解されるモノを利用することが求められる。</li> <li>・ 廃棄物処理には、分別、収集、運搬、中間処理、処分が含まれる。詳細は政令及び／又は地方条例で規定される。特定廃棄物の管理も政令で規定される。</li> </ul>
第 7 章 第 24、25 条 費用と補償	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 国と地方が廃棄物管理に要する費用を負担する業務を負う (政令及び／又は地方条例)。</li> <li>・ 廃棄物処理による被害に対して、国及び／又は地方政府が補償を行う。被害と補償の内容、手続きについてそれぞれ政令及び／又は地方条例で規定される。</li> </ul>
第 8 章 第 26、27 条	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地方政府間で協力した廃棄物管理が実施可能であると定める。協力に関するガイダンス等は内務省令で規定される。また地方政府は民間企業と廃棄物管理に関してパー</li> </ul>

条項	内容
協力と連携	トナーシップを締結することができる。
第 9 章 第 28 条 コミュニティ の役割	・ 廃棄物の管理、意見の提出、政策の提案、紛争解決への提言等を通じた市民参加の権利を認める。形式等は政令及び地方条例で定められる。
第 10 章 第 29 条 禁止事項	・ 廃棄物（政令で規定）の国内持ち込み、輸入、有害廃棄物との混合、不適正な処分、オープンダンピング、焼却を禁止する。国内への持ち込み、有害廃棄物との混合、不適正な処分に関する規定は政令で定められる。またオープンダンピング、焼却に関する規定は地方条例で定められる。また、罰則の規定も地方条例により可能とする。
第 11 章 第 30、31 条	・ 国は地方政府の廃棄物管理政策を監視し、州は市／町の廃棄物管理実施状況を監視する。また廃棄物管理者の実施状況は地方政府が監視する。監視の基準等は地方条例で定められる。
第 12 章 第 32 条 行政処分	・ 市長・県知事は、廃棄物処理業者(waste operator)に対し、行政処分（罰金、許可の取り消し）を行うことができる。関連する規定は地方条例で定められる。
第 13 章 第 33～37 条 紛争処理	・ 地方政府と廃棄物処理業者、又は廃棄物管理者(waste manager)とコミュニティ間での紛争は、裁判所外又は裁判所で扱われる。被害を受けたコミュニティは集団訴訟の権利を有する。廃棄物に関する団体(waste-related organization)は住民の健康と環境の保護を目的とする訴訟の権利を有する。
第 14 章 第 38 条 検査	・ 廃棄物管理を担当する公務員はインドネシア警察に加え、立ち入り検査等の権限を有する。検査にあたり公務員は検査の開始及び検査結果のインドネシア警察への報告が義務付けられる。
第 15 章 第 39～43 条 罰則	・ 家庭廃棄物もしくは家庭系類似廃棄物を不法に国内に持ち込んだものは 3 年以上 9 年以下の懲役もしくは最高 30 億ルピアの罰金を科される。 ・ 特殊廃棄物を不法に国内に持ち込んだものは 4 年以上 12 年以下の懲役もしくは最高 50 億ルピアの罰金を科される。 ・ 法規等に従わず、公衆衛生や環境汚染に影響を及ぼしうる廃棄物処理を違法に行ったものは 4 年以上 10 年以下の懲役もしくは 50 億ルピアの罰金を科される。 ・ 死亡等重篤な被害があった場合には 5 年以上 15 年以下の懲役もしくは最高 50 億ルピアの罰金を科される（規定された最高額）。
第 16 章 第 44～46 条 経過措置	・ 法律制定から 1 年以内に、地方政府はオープンダンピングによる処分場の閉鎖計画を策定し、5 年以内に閉鎖することを義務付けられる。
第 17 章 第 46 条 その他	・ Jakarta 首都特別州に関する特別な項目が規定される。
第 18 章 第 47～49 条 結語	・ 法律制定から 1 年以内の政令及び省令の策定、また 3 年以内の地方政府の条例策定を義務付ける。

## (2) 家庭廃棄物及び家庭系類似廃棄物管理に関する政令(2012 年政令第 81 号)

同政令は、法律第 18 号(2008 年)に基づき家庭廃棄物及び家庭系類似廃棄物の管理に関する詳細な事項を定めている。同政令では、各地方自治体による廃棄物管理の方針や戦略の設定及び廃

棄物管理マスタープランの策定のほかに、製造者の責務として、生産過程及び販売活動における廃棄物減量化のための計画の策定・実施、廃棄物発生量を最小限にする容器包装の製造、リサイクルプログラムの実施、リユースの推奨などが規定されている。推奨されている分解可能な容器包装の使用については、州の環境局に対して、工業省の協力のもと、生産者と協議を行うことが求められている。

また、ごみ分別収集・運搬、最終処分に関する詳細のほか、廃棄物管理における罰則規定、自治体による住民への廃棄物減量化のための情報提供、住民参加についても同政令で示されている。

### (3) 環境管理法(2009年法律第32号)

同法では、環境保護及び環境管理について定めており、温室効果ガス排出抑制、気候変動適応及び緩和策、気候変動により増加する災害への対応能力の向上に関する記載も含まれている。また、同法に従い策定された省令2012年第19号では「気候変動村」プログラム(Program Kampung Iklim)が示されている。同プログラムではインドネシア国温室効果ガス削減目標達成のための各地域からの温室効果ガス排出量データ収集及びキャパシティ・ディベロプメントのためのパイロットプロジェクト事業等が実施されている。

### (4) 環境省令(2009年第1号)

同省令では、環境先進都市競争制度「ADIPURAプログラム」に関する事項が規定されている。「ADIPURAプログラム」は環境保護法(No.4/1982)による環境先進都市競争制度で1986年に開始され、人口2万人以上の都市が参加している。同制度における各都市の評価項目にはマネジメント面、フィジカル面、公衆衛生面、公開緑地アメニティ面の4項目がある。廃棄物関連ではマネジメント面の廃棄物管理組織、フィジカル面の廃棄物管理施設整備状況が評価対象に含まれている。

### (5) 環境省令(2012年第13号)

同省令では、「ごみ銀行」を通じた3Rの実施について規定している。「ごみ銀行」とはコミュニティベースで実施される廃棄物減量化プログラムである。本プログラムは、環境省の支援のもと各地域のRT(隣組)/RW(町内会；複数のRTから成る)レベルで「ごみ銀行」のための施設を設け、周辺住民が主体的に各戸より資源ごみを持ち寄って、分別・計量し、リサイクル業者への販売を行うものである。

インドネシア国全土には、2012年12月時点で「ごみ銀行」に係る施設は1,195ヵ所設置されている。

### (6) 公共事業省令(2006年第21号)

同省令では、廃棄物管理システム開発における国家政策及び戦略を示している。その概要は以下の通りである。

①目標：

<ul style="list-style-type: none"> <li>・持続可能な廃棄物管理のためのごみの減量化</li> <li>・廃棄物管理サービスの拡大と質の向上</li> <li>・市民及び民間セクターの役割の強化</li> <li>・組織体制や運営体質の改善</li> <li>・資金調達の強化</li> <li>・法の整備と施行の強化</li> </ul>
--

②2010年に向けた数値目標：

<ul style="list-style-type: none"> <li>・ごみ量の 20%削減</li> <li>・人口の 60%へのサービスの提供</li> </ul>
--

③政策と戦略：

政策	戦略
1. 発生源におけるごみの削減	<ul style="list-style-type: none"> <li>・3Rに関する一般市民の意識向上</li> <li>・3R実施に関するインセンティブ及びディスインセンティブの開発と実施</li> <li>・セクター間、特に工業と商業セクター間の連携の強化</li> </ul>
2. 廃棄物管理のパートナーとして一般市民及び民間セクターの積極的な参画の促進	<ul style="list-style-type: none"> <li>・初等教育を通じ年少期からの廃棄物管理に対する理解促進</li> <li>・廃棄物管理に関するガイドライン、ガイダンスなどの普及</li> <li>・特に女性を対象とした、廃棄物管理に係るコミュニティへのトレーニングの改善</li> <li>・コミュニティレベルでの廃棄物管理の推進</li> <li>・民間セクターに対し動機付けする優遇施策の開発</li> </ul>
3. 廃棄物管理のサービス拡大と質の向上	<ul style="list-style-type: none"> <li>・機材・設備の有効活用</li> <li>・計画性と公正に基づくサービス拡大</li> <li>・サービス拡大目標に向けた機材・設備の拡充</li> <li>・環境を汚染している最終処分場のリハビリ</li> <li>・最終処分場のコントロールダンプ/衛生処分場への転換</li> <li>・都市圏を主とした広域最終処分の推進</li> <li>・環境に配慮した適正な処理技術の研究開発</li> </ul>
4. 組織と法制度の開発	<ul style="list-style-type: none"> <li>・廃棄物管理担当組織の自立的組織(AgencyあるいはCorporation)への転換</li> <li>・廃棄物管理担当組織のパフォーマンス向上</li> <li>・規制組織と実施組織との分離</li> <li>・政府内の他機関、開発業者、NGO、大学など様々のステークホルダーとの協力と連携の強化</li> <li>・廃棄物管理に携わる中央・地方政府関係者の人的資源開発</li> <li>・広域での集約的廃棄物管理の推進</li> </ul>
5. 代替資金源の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>・中央・地方政府の意思決定者における、廃棄物管理への優先度に関する認識の共有</li> <li>・廃棄物管理の採算性に関する意識向上</li> </ul>

(7) 公共事業省令(2013年第3号)

同省令は、家庭廃棄物及び家庭系類似廃棄物の管理における施設整備について規定している。



同省令では地域コミュニティからのごみ収集における収集施設として 3R 実施機能を持つ一次集積所(以下 TPST-3R)を住宅地、商業地、工業地域、特別地域、公共施設及びその他の施設に設置することを地方自治体に対して義務付けている。

TPST-3R では家庭ごみ分別収集、有機ごみのコンポスト化、容器包装のリサイクル、危険ごみ(電池、蛍光灯等)の分別収集等が実施される。また「ごみ銀行」のようなコミュニティベースの廃棄物減量化活動も TPST-3R の活動に集約可能であると記載されている。

## (8) 環境省による 3R 戦略

環境省の 3R 戦略の素案は、UNCRD 及び IGES の支援を受け、バンドン工科大学が中心となって策定している。その概要は以下のとおりである。なお、本 3R 戦略は完成後、環境省令として正式に発表される予定であったが現在策定、施行予定は未定である。

### ①原則とする考え方

- ・ 製造業者の参加と一般市民の認識が鍵である。
- ・ 都市廃棄物及び産業廃棄物は資源である。
- ・ 排出者が責任をもつ。
- ・ End of Pipe から 3R アプローチへ社会の方向性及び価値観を転換する。
- ・ リサイクルは経済活動である。
- ・ モニタリングと評価により 3R 活動を継続的に向上させる必要がある。

### ②戦略

- ・ 諮問機関としての新組織の設立
- ・ 法律と政策の整備
- ・ 技術と情報システムの整備
- ・ ステークホルダー(中央政府、州政府、県・市政府、ウェイストピッカー、企業、コミュニティ、研究機関)の役割の強化と連携
- ・ 財政措置 (都市廃棄物の 3R は中央及び地方政府が負担し、産業セクターの 3R 実施は排出者責任の原則に基づく)
- ・ 国際協力の推進

さらに、アクションプランとして、2009 年～2011 年、2012 年～2013 年、2014 年～2017 年の 3 期ごとに、上記戦略の具体的な実施内容及び実施主体をあげ、以下のような目標を掲げている。

目標年	2011年	2013年	2017年
都市廃棄物関連	<ul style="list-style-type: none"> <li>関係者の意識向上</li> <li>制度面・施設面の整備</li> <li>3Rの知識・技術の蓄積</li> <li>3Rクリアリングハウス※構築</li> <li>地方条例の整備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラスチックごみの75%をリサイクル</li> <li>リサイクルできないプラスチックごみの30%を有効利用</li> <li>都市廃棄物の35%をコンポスト化</li> <li>金属、ガラス、紙ごみの30%をリサイクル</li> <li>最終処分量の30%削減</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>プラスチックごみの85%をリサイクル</li> <li>リサイクルできないプラスチックごみの60%を有効利用</li> <li>都市廃棄物の55%をコンポスト化</li> <li>金属、ガラス、紙ごみの45%をリサイクル</li> <li>最終処分量の45%削減</li> </ul>
産業廃棄物関連	<ul style="list-style-type: none"> <li>産業廃棄物3Rに関する国家政策の策定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害産業廃棄物1,500万トンをリサイクル</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>有害産業廃棄物2,700万トンをリサイクル</li> </ul>

※クリアリングハウス…複数の情報システムを中継し、様々な形式のデータを相互に利用できるようにするためのサービス

### (9) 環境影響評価制度 (AMDAL)

環境影響評価制度 (AMDAL)は、1997年環境管理法第15条の規定「環境に重大な影響を及ぼす可能性のある事業は環境影響評価を実施しなければならない」を根拠とする(導入は82年旧環境管理法第16条に基づく)。1993年の「環境影響評価に関する政令」(No.15)では、初期スクリーニングプロセスの簡略化や複数の省庁はからむ事業の審査に関する環境影響管理庁の権限強化などを柱とした制度の抜本的改正が実施され、その後1999年に改訂されている(1999年政令第27号)。本政令には対象事業のリスト、AMDAL評価委員会の手続き指針、AMDAL評価委員会・地方委員会の設置、技術審査のガイドライン及び住民参加手続き等が記載されている。また、対象となる事業または活動の種類及び規模については、「環境影響評価を実施すべき事業または活動の種類及び規模に関する環境大臣例(2011年第17号)」により定められている。方法書作成段階で、事業者には住民との協議義務、住民の提案・意見・コメントを公表する義務、政府機関に評価委員会の検討内容などを公開する義務、情報公開義務があり、一方住民側には、情報を得る権利、提案・意見・コメントを提出する権利がある。

## 2.4.2 その他関連法

### (1) PPP法

インドネシア国における「PPP」とは、PPPに関する大統領令及び修正大統領令に基づき実施される案件のことを指し、この大統領令では政府保証及び政府支援が規定されている。なお、これらが必要な案件は、大統領令に則った手続きを経た案件としなければならない。

政府保証については、政府保証に関する財務大臣令 2010 年第 78 号により詳細に規定された。この財務大臣令に基づき、Indonesia Infrastructure Guarantee Fund(以下「IIGF」)が保証を供与することとされている。また、PPP に関する修正大統領令 (大統領令 2010 年第 13 号) では、政府支援として、以下の 3 点が規定されている。

- 1) 建設用地の提供
- 2) タックスインセンティブ
- 3) 政府財政支援

このうち、1) の土地供与に関しては、PPP に関する修正大統領令 (大統領令 2010 年第 13 号) で、政府側が用地取得を実施すると定められた (ただし、費用負担は政府側、民側の両方の可能性が残されている。)。3) の政府財政支援については、財務省が Viability Gap Funding (VGF) の仕組みを整え、2012 年 12 月に財務大臣令 (2012 年第 223 号) が公布された。

➤ 公的保証機関(IIGF/Indonesia Infrastructure Guarantee Fund)の概要について

インドネシア財務省 100%出資にて設立された IIGF(Indonesia Infrastructure Guarantee Fund)は、PPP 案件における政府契約機関 (Government Contracting Agency、GCA) の契約履行を保証し、民間事業者のリスクを軽減するものである。現在、電力セクターにおける国有電力会社 (PT. PLN、以下「PLN」、) 、上水道セクターにおける市営水道公社 (PDAM、以下「PDAM」) といった政府契約機関への具体的な案件の保証が検討されている。IIGF の保証契約締結第一号案件である中部ジャワ石炭火力発電事業では、PLN と民間事業者が締結した電力購入契約 (Power Purchase Agreement、以下「PPA」) に対し、PLN の契約履行の保証契約 (Guarantee Agreement) が締結された。現在、IIGF は民間事業者からの信頼を高めるためにも、資本金の拡充を行っており、2009 年以降、毎年 1~1.5 兆ルピア (約 1~1.5 億ドル)、2012 年の末までに計 4.8 兆ルピア (約 4.7 億ドル) の資本金の増強を実施してきた。

➤ IIGF の保証における契約スキーム

IIGF の保証契約が締結される案件においては、民間事業者、政府契約機関、IIGF の 3 者により 3 契約 (①PPP 事業契約、②保証契約、③リコース契約) が締結される。これが IIGF の基本的なビジネスモデルである。

①PPP 事業契約：民間事業者と政府契約機関は、PPP 案件に関する権利・義務を定めた PPP 事業契約を締結する。

②保証契約：PPP 事業契約に関し、IIGF は民間事業者との保証契約を締結する。この保証契約は、政府契約機関による PPP 事業契約履行を保証するものである。

③リコース契約：更に、IIGF と政府契約機関との間でリコース契約を締結する。民間事業者からの支払い請求に対して、一定の要件を満たした場合、IIGF は政府契約機関に代わり、民間事業者への支払いを実施するが、本リコース契約に基づき、政府契約機関から IIGF への支払いが行われる。

政府契約機関が IIGF からの償還請求に応じない場合、最終的には、財務省が政府予算制度を

通して、政府契約機関から IIGF に対する支払いを支援することが期待される。また政府契約機関に対する予算もしくは交付金等が、財務省により遮断される可能性もあり、本契約スキームが政府契約機関に対して、契約履行への強い牽制力として働いているといえる。

## (2) バリ州建築基準

バリ州における施設の建築基準はバリ州条例 2009 年 16 号「バリ州政府空間計画 2009-2029」にて定められており、同条例で施設の高さは地上から最大 15m までとされている。ただし、公的な建物もしくは用途上、15m 以上の高さが必要となる施設についてはその限りではない。

## 2.5 再生品、再生エネルギーの売却価格

### 2.5.1 再生品の売却価格

デンパサール市清掃局からの資料より、バリ州での再生品の売却価格を下表に示す。

#### ➤ プラスチック

- 飲料水ペットボトル Rp.3.000
- プラスチック包装 Rp.250
- プラスチックバケツ Rp.1.200
- ジュース容器 Rp.1.300
- 燃料容器 Rp.2.000
- 塩ビパイプ Rp.900
- 硬質プラスチック Rp.500
- ポリエチレン Rp.1.200
- 混合プラスチック（未分別） Rp.1.000

#### ➤ 金属

- 厚鉄板 Rp.3.000
- 薄鉄板 Rp.2.000
- 亜鉛 Rp.1.200
- 練乳、ペンキ等の缶 Rp.1.300
- アルミ Rp.9.000～Rp.10.000
- 銅繊維 Rp.40.000
- 真鍮 Rp.25.000
- 銅線 Rp.40.000
- 銅片 Rp.45.000

➤ 紙

- 色厚紙 Rp.300～500
- 無地紙、印刷された紙 Rp.1.200
- 新聞 Rp.1.100
- ノート Rp.800～900
- 雑誌 Rp.800
- ダンボール箱・雑誌 Rp.1.000

➤ ガラスびん

- 醤油びん Rp.300
- ビールびん (大) Rp.1.000
- ビールびん (小) Rp.500
- スプライト、紅茶びん Rp.150
- 無地びん Rp.150

2.5.2 再生エネルギーの売電価格

インドネシア国の国営電力公社 (PT. PLN (PERSERO)) はエネルギー鉱物資源省令 2009 年 31 号「再生エネルギー資源由来の売却価格及びプラント立地場所によるインセンティブに係る規則」内で、10MW までの中小規模の再生エネルギープラントからの電力購入を義務付けられている。

また、再生エネルギーの売電価格はエネルギー鉱物資源大臣令 2013 年 19 号「国営電力会社による都市ごみ発電ベースの電力購入に係る大臣令」により下記の通り定められている。

1) ゼロ・ウェイスト技術を用いた 10MW 以下の発電量で、中電圧レベルで相互接続されている場合

売電価格： Rp 1,450/kWh

2) ゼロ・ウェイスト技術を用いた 10MW 以下の発電量で、低電圧レベルで相互接続されている場合

売電価格： Rp 1,798/kWh

3) 衛生処分場技術を用いた 10MW 以下の発電量で、中電圧レベルで相互接続されている場合

売電価格： Rp 1,250/kWh

4) 衛生処分場技術を用いた 10MW 以下の発電量で、低電圧レベルで相互接続されている場合

売電価格： Rp 1,598/kWh

なお地域によっては、地域の PLN 支社が独自に売電価格を定めている場合があるが、バリ州の場合は上記省令及び大臣令に従い、Rp 1,450/kWh を適用している。

## 2.6 廃棄物の組成・性状等調査

廃棄物の組成・性状等の情報は、WTE プラントの施設計画・維持管理計画・発電量設定だけではなく、現地に適したごみの減量化やリサイクル方法の検討に重要な要素である。

環境基礎調査との位置づけである本調査において、廃棄物の組成・性状等調査は中心的な内容である。

本節では、廃棄物の組成・性状等調査の測定方法、及び結果について記述する。

### 2.6.1 調査概要

廃棄物の組成・性状等調査は下記表の通り、実施した。

表 2.6.1-1 廃棄物の組成・性状等調査概要

項目	内容
サンプリング日時	2014年11月24日,25日
サンプリング場所	バリ島 SUWUNG 最終処分場入口脇
参加者	東京二十三区清掃一部事務組合 3名 JFE エンジニアリング株式会社 3名 UNI-TECHNOLOGIES SDN. BHD. 3名
サンプリング	3回
分析	3回のうち1回分

廃棄物の組成・性状等を調査する場合、サンプリング回数は多いほど、平均的なごみ質を捉えることができる。また、バリ島のように、乾季・雨季がある場合、ごみに含まれる水分量が異なる両方の季節で廃棄物の組成・性状等調査を実施することが望ましく、また、その対象地域が持つ文化(お祭りや断食等)による変動も予想される為、WTE プラントの施設計画や維持管理計画を行う際には、1年を通して、数回のサンプリングと分析を実施する必要があると考えられる。

ただし、本調査においては、基礎調査として上記条件でのサンプリングを実施し、既存データ等との比較検討により性状等の分析と評価を実施した。

今回の廃棄物の組成・性状等調査における分析項目は、下記表の6点である。

表 2.6.1-2 分析項目

No.	分類項目
1	かさ重量
2	ごみ組成
3	含水分率
4	灰分
5	発熱量
6	成分分析 (炭素、水素、酸素、窒素、塩素、硫黄)

更に、今回の分類項目 19 種を下記表に記す。

表 2.6.1-3 分類項目 19 種

No.	分類項目
1	有機ごみ
2	果実の皮
3	剪定ごみ(草木)
4	紙ごみ
5	新聞紙
6	雑紙(リサイクル不可)
7	段ボール紙
8	紙パック
9	プラスチック包装
10	硬質プラスチック
11	発砲スチロール
12	木材
13	ゴム・皮革
14	繊維
15	紙おむつ
16	ガラス
17	金属
18	有害ごみ
19	その他

## 2.6.2 サンプルング方法

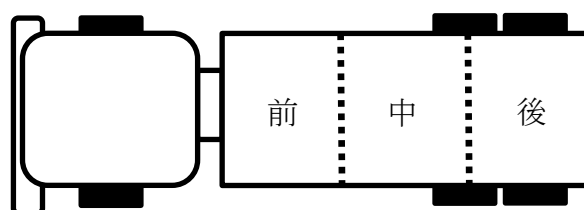
サンプルングは、事前に JFE エンジニアリング株式会社、東京二十三区清掃一部事務組合、及

び UNI-TECHNOLOGIES SDN. BHD. にて検討し合意した代表的なごみ(サンプル)を作製する方法(2.6.2.2)で1回目を実施し、1回目の状況をふまえて3者にて協議検討した方法(2.6.2.3)で2回目(同日)、3回目(翌日)のサンプリングを実施し、3回目のサンプルを分析した。

#### 2.6.2.1 トラックからのごみ抜き取り方法

SUWUNG 処分場にごみを搬入する車両から、無作為に1台を選定する。車両に積載された平均的なごみを選ぶ為に、下記図の通り、荷台の前方、中央、後方からそれぞれ同量のごみを抜き取る。なお、パッカー車よりも開放荷台のトラックが収集運搬車としては一般的であること、また、作業時の安全確保のため、対象車両は開放荷台トラックとした。

図 2.6.2.1-1 トラックの荷台分割イメージ



ごみの抜き取り作業



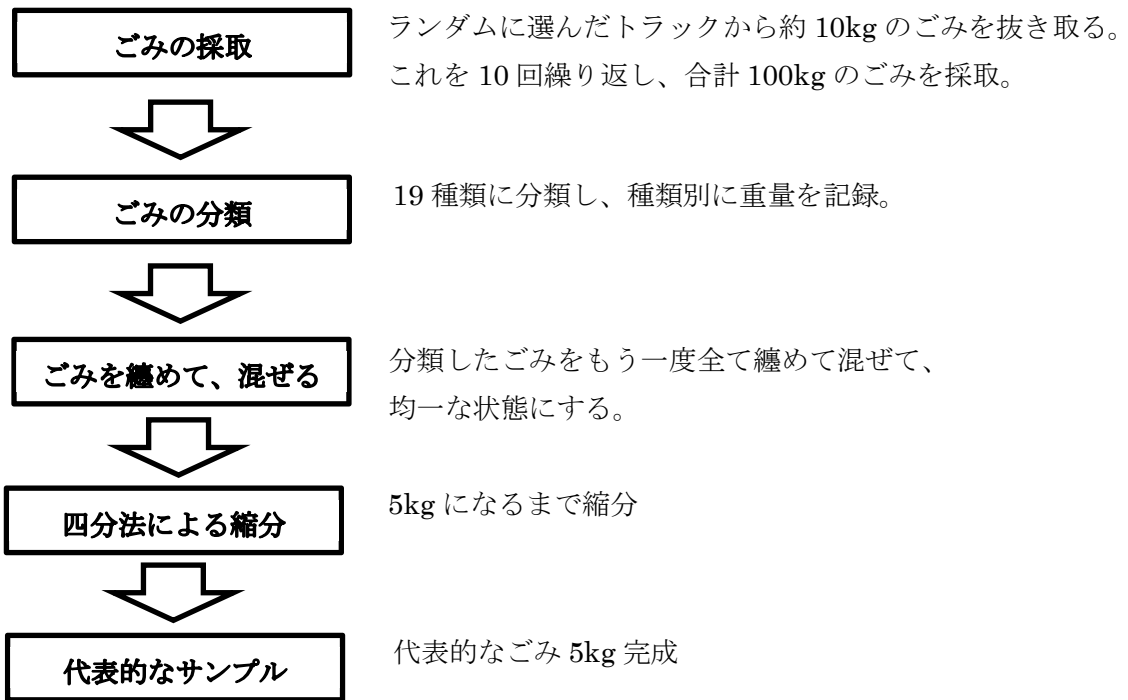
ごみの抜き取り作業

#### 2.6.2.2 サンプリング方法①

1回目のサンプリングフローを下記図にて示す。

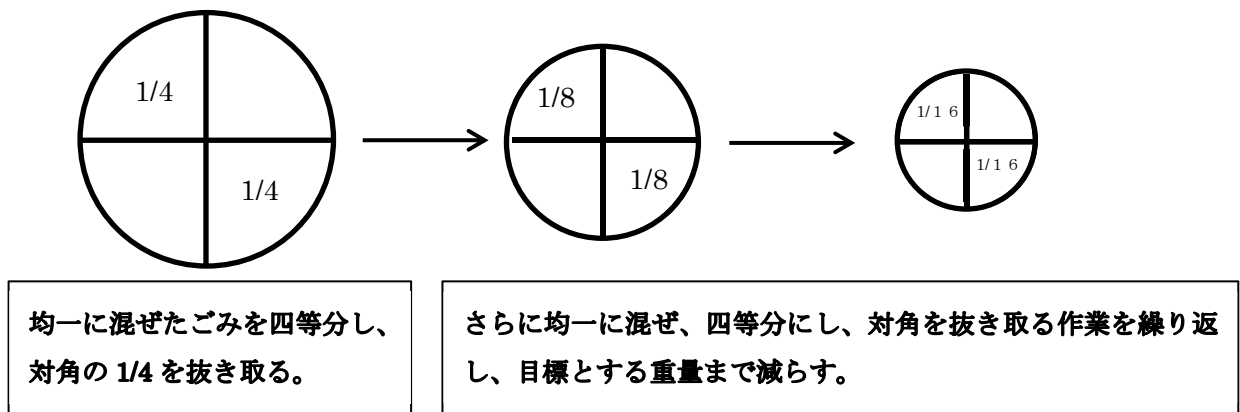


図 2.6.2.2-1 サンプルングフロー図(1回目)



また、四分法による縮分フローを下記図に示す。

図 2.6.2.2-2 四分法による縮分フロー図



分別作業

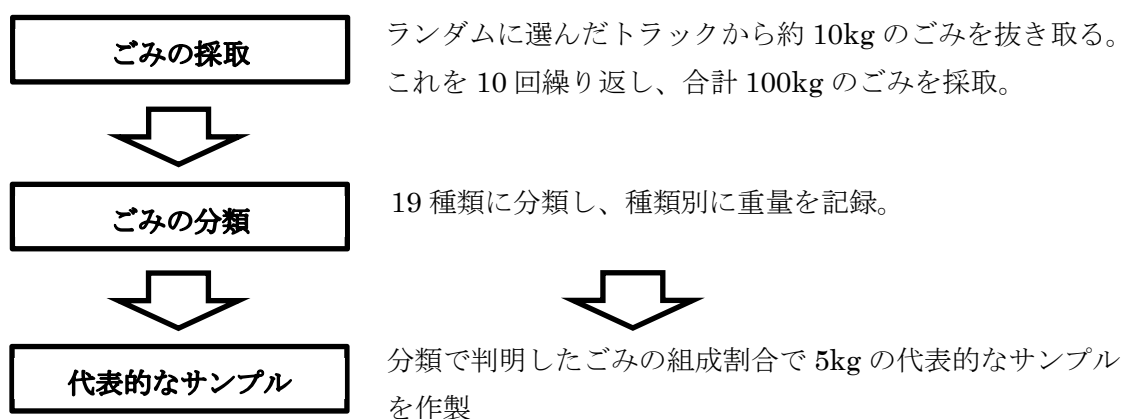


四分法による縮分

### 2.6.2.3 サンプルング方法②

2.6.2.2 の方法にて、1 回目のサンプルングを終了した時点で、参加者にて協議をした結果、ごみの分別精度が高い為、分別後のごみを組成割合になるように 5kg の代表的なごみを作製するほうが実態に合う代表的なごみ(サンプル)を作製すると判断し、下記に示したフローの図にて 2 回目、3 回目のサンプルングを実施した。

図 2.5.2.3-1 サンプルングフロー図(2 回目、3 回目)



### 2.6.3 かさ重量測定方法

ごみ処理施設計画にあたってのごみピットでの圧縮率やごみの形状情報を把握するために、かさ重量は重要な情報である。

測定は、容積既知の容器に平均的なごみ（均一にされたごみ）を、環境省「一般廃棄物処理事業に対する指導に伴う留意事項について 公布日：昭和 52 年 11 月 4 日 環整 95 号」等適切な規定類に定められた方法で実施した。



かさ重量計測作業

### 2.6.4 研究室での分析

上述の手段にて採取したサンプルングを研究所にて前処理を行い、分析した項目を下記表に示す。

表 2.6.4-1 研究室での分析項目

No.	分類項目
1	含水率
2	灰分
3	発熱量
4	成分分析 (炭素、水素、酸素、窒素、塩素、硫黄)

## 2.6.5 調査結果・分析結果

上述の手順にて調査・分析した結果は以下の通りである。

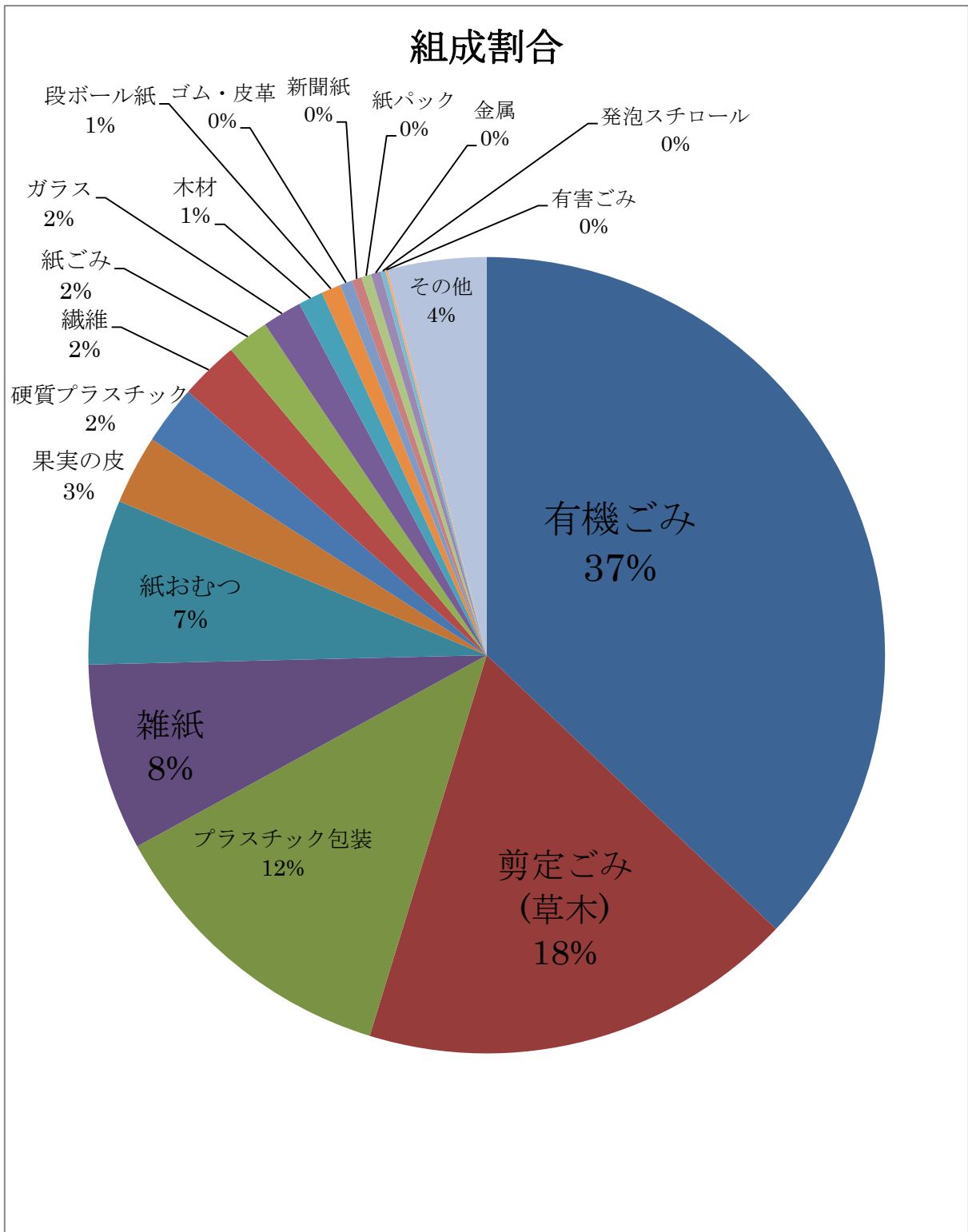
### 2.6.5.1 ごみ組成

現地調査で分類して記録したごみ組成データは下記表の通りである。

表 2.6.5-1 ごみ組成データ

サンプル	一般廃棄物			範囲	平均	標準偏差
場所	バリ島 SUWUNG 最終処分場					
日時	2014/11/24		2015/11/25			
曜日	月曜日		火曜日			
天候	晴れ	晴れ	晴れ			
サンプル番号	G1	G2	G3			
重量・組成割合(%)						
有機ごみ	35.3	43.5	32.5	32.5 - 43.5	37.1	5.71
果実の皮	6.3	2.0	0.0	0.0 - 6.3	2.8	3.19
剪定ごみ(草木)	14.3	16.3	22.6	14.3 - 22.6	17.7	4.35
紙ごみ	1.1	1.8	2.2	1.1 - 2.2	1.7	0.52
新聞紙	0.7	0.3	0.2	0.2 - 0.7	0.4	0.25
雑紙 (リサイクル不可)	7.2	9.4	6.3	6.3 - 9.4	7.6	1.61
段ボール紙	1.7	0.5	0.1	0.1 - 1.7	0.8	0.84
紙パック	0.5	0.4	0.3	0.3 - 0.5	0.4	0.08
プラスチック包装	11.8	13.7	11.5	11.5 - 13.7	12.3	1.19
硬質プラスチック	2.1	2.1	2.9	2.1 - 2.9	2.4	0.44
発泡スチロール	0.2	0.3	0.2	0.2 - 0.3	0.2	0.06
木材	0.9	0.9	1.3	0.9 - 1.3	1.0	0.24
ゴム・皮革	0.1	0.0	1.2	0.0 - 1.2	0.5	0.67
繊維	1.2	1.9	4.3	1.2 - 4.3	2.4	1.60
紙おむつ	7.7	4.9	7.4	3.9 - 7.7	6.7	1.52
ガラス	0.9	0.7	3.1	0.7 - 3.1	1.6	1.37
金属	0.8	0.3	0.3	0.3 - 0.8	0.4	0.28
有害ごみ	0.2	0.0	0.1	0.0 - 0.2	0.1	0.10
その他	7.1	1.2	3.6	1.2 - 7.1	4.0	3.00
合計	100.0	100.0	100.0	—	—	—

図 2.5.5-2 ごみ組成割合(平均値)



### 2.6.5.2 かさ重量データ

現地調査で計測したかさ重量データと含水率は、下記表の通り。

表 2.6.5.2-1 かさ重量データ

日時	サンプリング番号	かさ重量 (kg/m <sup>3</sup> )	含水率 (% 湿量基準)
2014年11月24日 月曜日	G1	220.0	57.4
	G2	190.0	48.0
2014年11月25日 火曜日	G3	206.7	51.3

### 2.6.5.3 分析結果

下記表が研究室にて分析を実施した結果である。

表 2.6.5.5-1 分析結果

サンプリング日時	2014年11月25日(火曜日)
サンプリング番号	G3
乾量基準組成(%)	
灰分	11.3
可燃分	81.2
固定炭素 ※	7.5
湿量基準組成(%)	
含水率	51.3
灰分	5.5
可燃分	39.5
固定炭素	3.7

※固定炭素：可燃分として見做す

### 2.6.5.4 成分分析結果

下記表が研究室にて実施した成分分析結果である。

表 2.6.5.4-1 成分分析結果

サンプリング日時	2014年11月25日(火曜日)
サンプリング番号	G3
乾量基準組成(%)	
炭素	50.66
水素	7.00
酸素	40.81
窒素	1.53
硫黄	0.098
塩素	0.3856

#### 2.6.5.5 発熱量

下記表が研究室にて実施した発熱量の計測結果である。

表 2.6.5.5-1 発熱量の計測結果

サンプリング日時	2014年11月25日(火曜日)
サンプリング番号	G3
HHV－高位発熱量(MJ/kg カッコ内：kcal/kg) 乾量基準	
研究所分析	20.2 (4,825)
LHV－低位発熱量(MJ/kg カッコ内：kcal/kg) 湿量基準	
研究所分析	7.8 (1,863)

更に、2014年11月24日に実施したサンプリングG1,G2については、組成割合・含水率から発熱量を下記表の通り、予測した。

表 2.6.5.5-2 発熱量予測

サンプリング日時	2014年11月24日(月曜日)	
サンプリング番号	G1	G2
HHV－高位発熱量(MJ/kg カッコ内：kcal/kg) 乾量基準		
研究所分析	8.9 (2,126)	11.3 (2,675)
LHV－低位発熱量(MJ/kg カッコ内：kcal/kg) 湿量基準		
研究所分析	6.8 (1,624)	9.5 (2,269)

#### 2.6.6 考察

##### 2.6.6.1 ごみ組成

ごみ組成を代表的な割合別にまとめると下記表の通りとなる。

表 2.6.6-1 ごみ組成(大区分)

ごみ組成割合	平均値
有機ごみ、植物類	57.6
紙、ダンボール類	10.5
プラスチック	14.9
金属	0.4
ガラス	1.6

有機ごみ・植物類の割合が 57.6%と高い。これは、GDP の低い東南アジア諸国の地方地域の都市ごみによく見られる傾向であり、デンパサル市もその例外ではないことが確認された。

また、バリ島特有の状況として、バリ島の宗教であるバリ・ヒンドゥーでのお供え物由来のごみが多く含まれることが目視確認された。



バリ・ヒンドゥーのお供え物（チャナン）



廃棄物としても多く含まれる

更には、世界的な観光地にふさわしい景観を整備するため、街路樹や緑地帯が整備されている道路が多いことから、搬入ごみに剪定枝等のグリーンウェイストが多く含まれることも目視確認できた。

一方、リサイクル可能な資源ごみ(紙類、プラスチック、金属)の割合が低いことも特徴的である。中間集積場および最終処分場で、ウエストピッカーによって抜き取られていることが主な原因と想定される。デンパサル市内の中間集積場では、地域から搬入されたごみをいったん集積場に広げ、有価物であるペットボトル(プラスチック)や金属類(アルミ缶等)をウエストピッカーが抜き取っている様子が確認された。

ウエストピッカーへのヒアリングによると、抜き取ったごみは種類ごとに袋詰めし中間集積場裏の空き地に仮置きされ、ある程度の数量の袋詰めごみがまとまった時点で、地元地域の業者が購入・引取りに来るとのことである。なお、地元業者はジャワ島スラバヤ市の業者に転売しているとの話もあったが、販売手順(回数・手段等)および販売価格についての明確な情報を得ることはできなかった。また、食品ごみのうち良質なものは、適切なサイズに手作業で仕分け・裁断し、家畜飼料(豚主体)として近隣に安価で販売されているとの情報も得ることができた。





ごみを広げて、有価物を抜き取る



中間集積場裏手に一時保管する

### 2.6.6.2 含水率

下記表に含水率を示した。

表 2.6.6.2.-1 含水率

サンプリング日時	2014年11月24日(月)		2014年11月25日(火)
サンプル番号	G1	G2	G3
含水率	57.4	48.0	51.3

G1 と G2・G3 で含水率に差があるが、今回のサンプリング数が3点であることもあり、差が生じたことについての理由を確定することはできない。ただし、サンプリング方法が異なること、また G1・G3 は午前中にサンプリングし、G2 は午後にサンプリングした為、G2 のごみは、搬入前に乾燥した可能性が想定される。

また、G1・G2・G3 の全てにおいて、含水率が低い結果となった。2.5.6.1 で述べたように、中間集積所にて一定期間保管されることにより、水分が蒸発した可能性が想定される。

### 2.6.6.3 可燃分

下記表は、表 2.6.5.5-1 分析結果の抜粋である。

表 2.6.5.5-1 分析結果(抜粋)

サンプリング日時	2014年11月25日(火曜日)
サンプリング番号	G3
乾量基準組成(%)	
灰分	11.3
可燃分	81.2
固定炭素	7.5

分析の結果、可燃分が多く検出された。これは、有機ごみ・植物ごみ(剪定ごみ)の割合の高さが原因と考えられる。

#### 2.6.6.4 成分分析

下記表は成分分析結果の抜粋である。

表 2.6.5.4-1 成分分析結果(抜粋)

サンプリング日時	2014年11月25日(火曜日)
サンプリング番号	G3
乾量基準近似組成(%)	
硫黄	0.098
塩素	0.3856

硫黄、塩素は、排ガス処理への影響が懸念される成分であるが、今回検出された数値は、日本における WTE プラントで一般に設置されている排ガス処理施設で十分に対応可能な数値レベルである。

#### 2.6.6.5 発熱量

下記表は、表 2.6.5.5-1 発熱量計測結果の抜粋である。

表 2.6.5.5-1 発熱量の計測結果(抜粋)

サンプリング日時	2014年11月25日(火曜日)
サンプリング番号	G3
HHV—高位発熱量(MJ/kg カッコ内：kcal/kg) 乾量基準	
研究所分析	20.2 (4,825)

HHV(高位発熱量)では 20.2MJ/kg と高い数値となった。

アジア他地区の都市ごみと比較し、効率的なごみ焼却発電導入に問題無い発熱量と考察されるが、今回のサンプリング数は少ないため、実際の WTE プラント計画の際にはサンプリング数を増やすことでこの数値レベルの確実性を増やすことが必要と考えられる。

#### 2.6.7 結論

今回の廃棄物の組成・性状等調査の結果、デンパサール市のごみは、東南アジア地域に見られるごみの組成・性状と同様であることが確認された。JFE エンジニアリング株式会社が有するごみ焼却発電技術で適切な焼却発電を行うことが可能な水準であると結論づけられる。

ただし、今後、具体のプロジェクト計画を進める際には、サンプリング回数を増やし、季節等の各条件によるごみの質の変化についても慎重に分析する必要があると考える。

## 2.7 現地政府・企業等との連携構築

### 2.7.1 デンパサル市庁舎での打合せ

2014年11月26日(水)、廃棄物の組成・性状等調査日程に合わせ、現地政府との打合せを実施した。

打合せにおいては、東京二十三区清掃一部事務組合より、「東京モデル」を用い東京23区のごみ行政および国際協力の取組み等について、また、ごみ処理管理の計画(マスタープラン)を有しないサルバギタ組合・デンパサル市に対し、ごみ量予測・ごみ質設定についての説明を実施した。

インドネシア国側からは、東京都・東京23区・東京二十三区清掃一部事務組合の行政の機能や役割分担について質問があり、また、ごみ質については、バリ島では廃棄物に含まれる有機物の割合が高く、有機物の処理が課題であるとのコメントがあった。

現在のデンパサル市を含むサルバギタ地域の状況は、東京の1930年代と類似しており、早急な改善が求められていると同時に、東京二十三区清掃一部事務組合・JFEエンジニアリング株式会社が有する経験がごみ処理管理の改善に貢献できることを確信し、今後の協力関係構築・維持を確認した。

日時	2014年11月26日(水) 12:00-14:00
場所	デンパサル市庁舎内会議室
デンパサル側出席者	デンパサル市 副市長 IG. N. Jaya Negara 氏 デンパサル市 緑化・清掃局長 I Ketut Wisada 氏 デンパサル市 環境局長 A. A. Bagus Sudharsana 氏 サルバギタ広域組合 組合長 I. Made Sudarma 氏 他カメラマン1名
日本側出席者	東京二十三区清掃一部事務組合 JFEエンジニアリング株式会社 PT.JFE Engineering Indonesia
アジェンダ	1、本日のミーティング主旨説明 2、副市長あいさつ 3、名刺交換、写真撮影 4、東京23区におけるごみ行政について(東京モデル) 5、東京23区におけるごみ量予測の考え方について 6、質疑応答 7、FS実施に係る必要データ等の確認 8、今後のFSスケジュール、招聘研修事業について 9、ミーティング講評 10、ミーティング開催御礼



打合せ後の集合写真  
 (右からサルバギタ長、環境局長、清掃局長、副市長)

### 2.7.2 ナビガット・オーガニック・インドネシア社との打合せ

2014年12月19日(金)に、SUWUNG 処分場においてデンパサール市(サルバギタ組合)から CDM 事業としてのごみ処理事業を請負っている PT. NAVIGAT ORGANIC ENERGY INDONESIA 社(以下、NOEI)と打合せを実施、本 FS 内容の説明を説明するとともに、FS 後の具体事業化に向けての協力可能性について議論を行った。

打合せにおいては、本 FS の実施内容について十分な理解を得られ、また、将来のごみ焼却発電導入にあたっては NOEI 社としても協力することが確認された。ただし、NOEI 社がこれまで SUWUNG 処分場内で実施してきた事業について、CDM クレジット価格低下等により、デンパサール市・サルバギタ組合とごみ処理費条件再設定等の事業内容の見直し協議を行っており、ごみ焼却発電導入には大きな興味を示したものの、今後も詳細協議を JFE エンジニアリングと継続してゆくこととなった。

日時	2014年12月19日(金) 10:30-12:00
場所	PT. SUMBER ORGANIK 社オフィス(スラバヤ、NOEI 傘下の処分場)
NOEI 側出席者	President Director Agus N. Santoso 氏 General Manager Wawan Widyarsa 氏
日本側出席者	JFE エンジニアリング株式会社

### 2.7.3 環境省「平成26年度我が国循環産業海外展開事業化促進のための研修」への参加

2015年1月19日(月)から1月23日(金)にかけて実施された上記研修事業(受託:日本環境衛生センター)のうち当社扱いの日程(1月21日・22日)において、本 FS 実施に係る議論および実プラント視察を実施した。

議論においては、実プロジェクトにおいて導入を計画している JFE 製ストーカ式焼却炉の優位性を理解いただき、また本 FS 実施等に係る諸データやフロー等に関する確認作業等が実施された。

また、東京二十三区清掃一部事務組合の保有施設であり、JFE エンジニアリングが建設および保守運転を受託している目黒清掃工場を視察し、将来の WTE プロジェクトの具体イメージと実施に係る課題を共有した。

日時	2015年1月21日(水)、1月22日(木)
場所	JFE エンジニアリング横浜本社(21日・22日)、目黒清掃工場(22日)
デンパサール側出席者	デンパサール市 緑化・清掃局長 I Ketut Wisada 氏 サルバギタ広域組合 組合長 I. Made Sudarma 氏
日本側出席者	JFE エンジニアリング株式会社 八千代エンジニアリング株式会社(21日のみ) 東京二十三区清掃一部事務組合(22日のみ)



JFE エンジでの研修の様子



目黒清掃工場視察の様子

## 3章 廃棄物処理方式の特長の比較

### 3.1 廃棄物処理方式の種類

本調査では、最終処分場へ埋め立てられるごみ量を削減することを目的とした中間処理施設に限定して比較検討することとする。

現在、実用化されている中間処理方式には、焼却処理、MBT(機械式コンポスト)、バイオガス化がある。焼却処理では廃熱(焼却熱)、バイオガス化ではバイオガスを用いて、発電することが望ましいため、この2方式には発電も含めて検討する。

これら3方式の比較表を下記に示す。

表 3.1-1 処理方式の比較

	焼却+発電	MBT(機械式コンポスト化)	バイオガス化+発電
処理対象物	一般ごみ(家庭ごみ)、産業廃棄物。	主に生ごみ、し尿処理残渣の有機系廃棄物。	主に生ごみやし尿処理残渣の有機系廃棄物。
前処理	収集段階や前段での高度な分別・選別は不要。	収集段階や前段で高度な分別・選別が必要。	収集段階や前段で高度な分別・選別が必要。
回収有価物	電力	コンポスト	電力
最終排出物	焼却灰、飛灰	選別残渣	選別残渣
利点	<ul style="list-style-type: none"> <li>減容化率が高い</li> <li>多種のごみに対応可能。</li> <li>大規模施設による集約処理が可能である。</li> <li>発電量は、ごみの組成、カロリーに左右されるが比較的安定的に発電が可能である</li> <li>建設、運転実績が多く技術的に完成されている。</li> <li>運転中の電力は、自家発電分で賄うことができる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小規模施設対応が可能である。</li> <li>焼却には不向きな高水分ごみにも対応可能である。</li> <li>単独施設であれば、CAPEXは焼却施設より安価である。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>小規模施設対応が可能である。</li> <li>焼却には不向きな高水分ごみにも対応可能である。</li> <li>単独施設であれば、CAPEXは焼却施設より安価である。</li> </ul>
欠点	<ul style="list-style-type: none"> <li>小規模施設の場合、費用対効果が小さくなる。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>選別残渣処理施設との併用が必要。</li> <li>コンポストの用途が限られるため、売却先の確保が困難である。</li> <li>事業性がコンポストの市場性に大きく左右される。</li> <li>高品質を確保するためには、高度な前処理が必要となる。</li> <li>単独施設の場合、発電設備を有さないため、エネルギー購入が必要となる。</li> <li>単独施設の場合、臭気対策設備を多用する必要がある。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>選別残渣処理施設との併用が必要。</li> <li>安定運転のためには、高度な前処理が必要となり、安定的に発電させることは容易ではない</li> </ul>

上表が示す通り、MBT(機械式コンポスト)、及びバイオガス化+発電方式では、選別残渣の処理施設が必要であり、最終処分場の延命効果が低いと判断される。また、本件ではサルバギタ組合長、デンパサール市清掃局長と協議した結果、日量 1,000ton の都市ごみを対象とすることとなったため、大規模処理にも適している焼却+発電方式を最適な中間処理技術として採用する。

## 3.2 焼却炉方式の検討

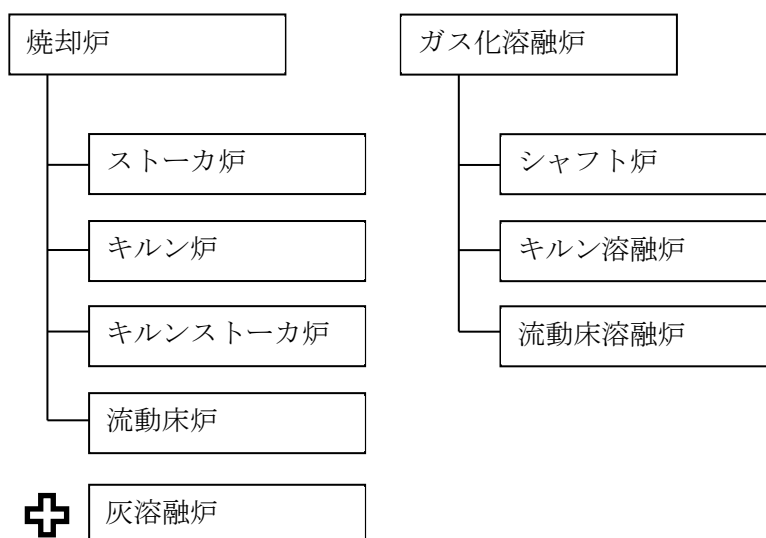
### 3.2.1 焼却炉方式の検討

都市ごみ焼却炉の方式は、大きく分けて、焼却炉とガス化溶融炉の2種類に分類される。

焼却炉、及びガス化溶融炉の代表的な形式は、下記図に示す。

ごみの減容化を目的として焼却炉に灰溶融炉(焼却灰が対象)を付帯することもある。

図 3.2.1-1 焼却炉方式



減容化に着目する場合、焼却炉+灰溶融炉方式、及びガス化溶融炉が焼却灰をスラグ及びメタルとして有効利用できるという点においては利点ではあるが、建設費及び運営費ともに焼却炉に比べて高額となる。案件の実現可能性を高めるためにも、本調査では焼却炉方式を検討対象として採用した。

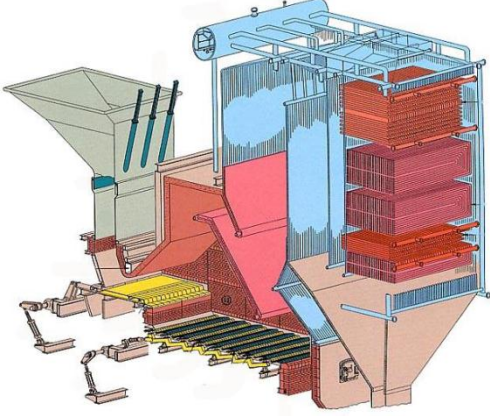
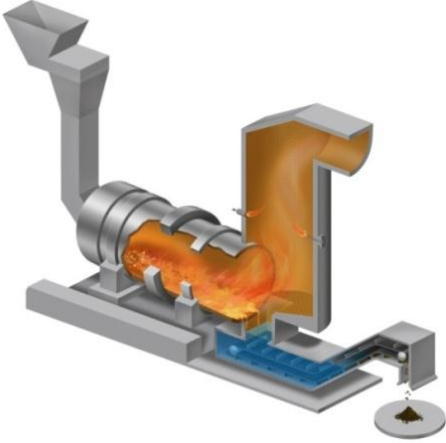
### 3.2.2 焼却炉形式の検討

焼却炉の形式として、図 3.2-1 で示した通り、代表的な形式が4つある。

その4つの形式の特長を下記の通り、纏めた。



表 3.2.2-1 焼却炉形式概要

形式	ストーカ炉	キルン炉
構造		
概要	<p>ごみは可動するストーカ（火格子）上でゆっくり移動しながら、ストーカ下部から吹き込まれる燃焼空気により、乾燥・燃焼・後燃焼の3段階を経て焼却が行われ、焼却灰として排出される。ごみ中の不燃物及び灰分の大部分は、ストーカ終端から排出されるが、灰分の一部は燃焼ガス中に飛散し、集塵機にて飛灰として捕集される。</p>	<p>キルンは円筒形をしており、内部に機械的なものではなく単純な構造をしている。その円筒はゆっくりと回転し、投入されたごみは回転によって持ち上げられ、崩れ落ちることで攪拌されて空気と混合し焼却される。焼却灰は円筒の端部から排出され、排ガスは二次燃焼炉で完全燃焼させる。灰の一部は排ガスとともに抜き出され、排ガス処理設備で捕集される。キルン内部温度の調整により熔融も可能である。</p>

形式	流動床炉	キルンストーカ炉
構造		
概要	<p>ごみはクレーンで供給ホッパに投入され、ホッパ下部の給じん装置で解砕し、ほぐされた状態で炉内に供給される。炉内に入ったごみは、下部から強い圧力で送られた燃焼用空気と、流動する灼熱された砂に接触することにより、瞬時に焼却される。ごみ中の金属、がれき等の不燃物は、流動砂とともに流動床下部より排出されるが、灰分は燃焼ガスとともにガス中に飛散し、集塵機で捕集される。なお、流動床下部より排出された砂は不燃物と選別された後、再度炉内へ循環している。</p>	<p>円筒形のキルンの後段にストーカ（火格子）を取り付けた構造をしている。廃棄物はまずキルンで燃焼空気を少量に制御することにより、一部の焼却物を部分燃焼させる。即ちガス化燃焼を行う。廃棄物の大部分はここで熱分解して、可燃性ガスを発生する。炭素質主体のガス化減容物はキルン下流のストーカ炉に投入され、十分な燃焼空気により積極燃焼が行われる。焼却灰はストーカ炉下に設置された灰コンベアにより排出される。可燃性ガスはストーカおよび二次燃焼炉で完全燃焼させる。灰の一部は排ガスとともに抜き出され、排ガス処理設備で捕集される。</p>

続いて焼却炉形式別の比較表を示す。

表 3.2.2-2 焼却炉形式間の比較

	ストーカ炉	キルン炉	キルンストーカ炉	流動床炉
廃棄物種類	一般ごみ(家庭ごみ)や産業廃棄物の焼却に多くの実績がある。	廃プラスチックなどの高カロリーごみや、やや大形(一斗缶など)もそのまま焼却可能である。	廃プラスチック、オイルスラッジなどの高カロリーごみや大形のごみもそのまま焼却可能である。	特にスラッジの焼却に適する。ごみは概ね50mm 以下程度に破碎する必要がある。
最終生成物	主灰 飛灰	主灰 飛灰	主灰 飛灰	不燃物 飛灰
利点	多種のごみ焼却に対応できる。大形化も容易である。建設、運転実績が多く技術的に完成されている。	多種のごみ焼却に対応できる。特に高カロリーのごみに適しASR(自動車シュレッダダスト)の処理も可能である。実績も多い。	多種のごみ焼却に対応できる。キルンとストーカの機能を兼ねそろえており、他品種のごみに対応できる。	特にスラッジの焼却に適する。起動停止も容易で短時間に行える。実績も多い。
欠点	高カロリー(3,000kcal/kg 以上)ごみには不向きである。	炉本体からの放熱ロスが大きい。大型化には限界があり、概ね350 トン/日程度が最大である。	大形炉の実績がない	ごみは破碎する必要がある。大形炉の実績がない。
建設費*	100	105	110	110
運営費*	100	110	110	115
発電量*	100	90	95	100

\*ストーカ炉を 100 とした場合の係数

- ①本調査の対象廃棄物が一般ごみであること
- ②プラント建設費、運営費も重要な判断材料であること
- ③本調査の取扱いごみ量が日量 1,000ton であり、500ton 炉 x 2 基で対応することが経済的に望ましい。

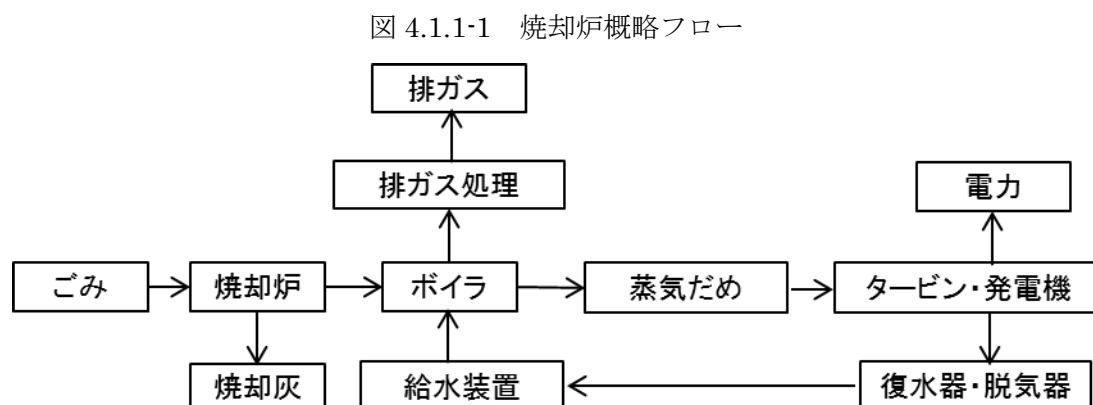
上記の理由により、ストーカ炉を最適な炉形式として本調査では建設費、運営費を積算(概算)し、事業性評価を実施した。

## 4章 WTE プラント建設・運営コスト

### 4.1 プラントの建設費

#### 4.1.1 プラントの設計方針

本調査では、サルバギタ広域組合及びデンパサール市清掃局と協議し、廃棄物焼却によるエネルギーを有効活用するため、廃熱回収ボイラ及び蒸気タービンによる発電を実施することにした。施設の概略フローは下図の通りである。



#### 4.1.2 設計条件の整理

##### 4.1.2.1 ごみ量・ごみ質設定

ごみ量は、サルバギタ組合及びデンパサール市清掃局と協議した結果、日量 1,000ton とした。また、ごみ質はごみ質調査の結果も勘案し、東南アジアで一般的な数値を用いて、下記の通り、設定する。

表 4.1.2.1-1 ごみ質設定

ごみ質	発熱量	水分(%)	可燃分(%)	灰分(%)
高質	1,800 kcal/kg	55.0	34.0	11.0
基準	1,500 kcal/kg	61.0	30.0	9.0
低質	1,050 kcal/kg	64.0	25.5	10.5

##### 4.1.2.2 排ガス排出基準

インドネシア国では WTE プラントの排ガス基準が未整備であり、案件毎に独自に設定されている。本プラントは、経済性の確保も然ることながら、バリ州が世界有数の観光地であることも考慮し、下記の規制値をサルバギタ組合及びデンパサール市清掃局に推薦した。本調査では、下記規制値に対応し得る仕様で建設費を積算している。

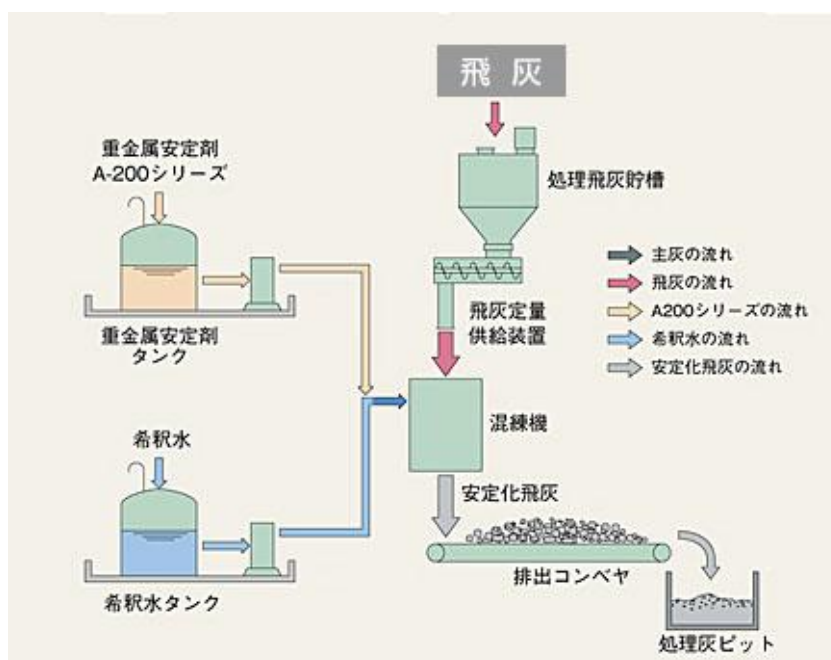
表 4.1.2.2 本調査で採用する排出基準

項目	規制値(O <sub>2</sub> 11%)	日本基準換算値
SO <sub>x</sub>	50mg/Nm <sup>3</sup>	15.7ppm O <sub>2</sub> 12%換算
NO <sub>x</sub>	200mg/Nm <sup>3</sup>	87.7ppm O <sub>2</sub> 12%換算 as NO <sub>2</sub>
HCl	40mg/Nm <sup>3</sup>	22.2ppm O <sub>2</sub> 12%換算
DXNs	0.1ngTEQ/Nm <sup>3</sup>	

#### 4.1.2.3 飛灰処理設備

表 4.1.2.2 で示す排出基準と同様に飛灰の溶出基準は曖昧ではあるが、今後法整備がなされ、日本と同等の基準が制定されると仮定し、飛灰の重金属安定化設備を設置することとする。設備の概略フローを下図に示す。

図 4.1.2.3-1 飛灰処理設備の概略フロー

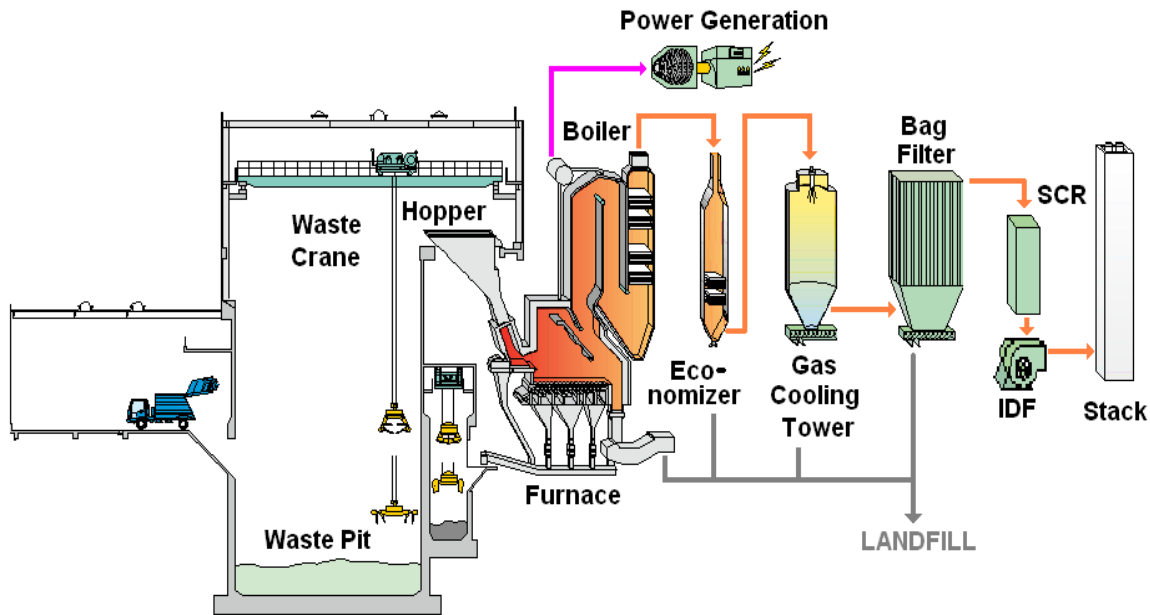


#### 4.1.3 プラントの設計

##### 4.1.3.1 施設概要

本プラントは主にゴミ受入供給設備、焼却炉設備、排ガス熱回収設備（ボイラ）、排ガス処理設備、余熱利用設備（蒸気発電）及び灰出し設備などにより構成される。焼却炉から排ガス処理設備までの概略システムフローを図 4.1.3.1-1 に示す。

図 4.1.3.1-1 施設全体概略フロー



ごみ受入供給はピット、及びクレーンにより行われ、炉・ボイラ以降は減温塔＋乾式排ガス処理＋バグフィルタと最も一般的な排ガス処理設備としている。

#### 設備概要

受入供給設備：ピット&クレーン方式

焼却設備：全連続式ストーカ炉

熱回収設備：自然循環型廃熱ボイラ、空冷蒸気復水器

排ガス処理設備：減温塔、乾式有害ガス除去設備、バグフィルタ

給水設備：上水道使用

排水処理設備：有機系処理、無機系処理設備

熱利用設備：蒸気タービン、タービン発電機

灰処理設備：湿式主灰排出設備、飛灰重金属安定化設備

#### 4.1.3.2 配置計画

本調査では、WTE プラントを既存 SUWUNG 処分場内遊休地に建設する想定はしているが、具体建設予定地の決定までには至っていない。

プラント配置計画に当たっては、建設予定地の地質調査やユーティリティ施設、車両動線等の運営、維持管理の容易性を考慮した上で全体配置を決定する必要がある。本調査の設備検討においては、事業採算性を重視した一般的な配置図で検討することとし、本格的な配置計画/設計は、今後の調査にて実施することとする。

#### 配置概要

- ① ごみ受入れはランプウェイ方式とし、ごみピット掘削量を削減することで建設費低減を図る。
- ② ごみピットはごみ処理量の3日分以上を貯留可能な容量とする。
- ③ 主灰、飛灰はヤード貯留、ローダ排出とし、クレーンなどの設備費低減を図る。
- ④ 周囲環境との隔離が必要なごみ受入エリア（プラットフォームおよびごみピット）以外は建屋を設けない屋外方式とし建設費の低減を図る。

図 4.1.3.2-1 全体敷地計画図

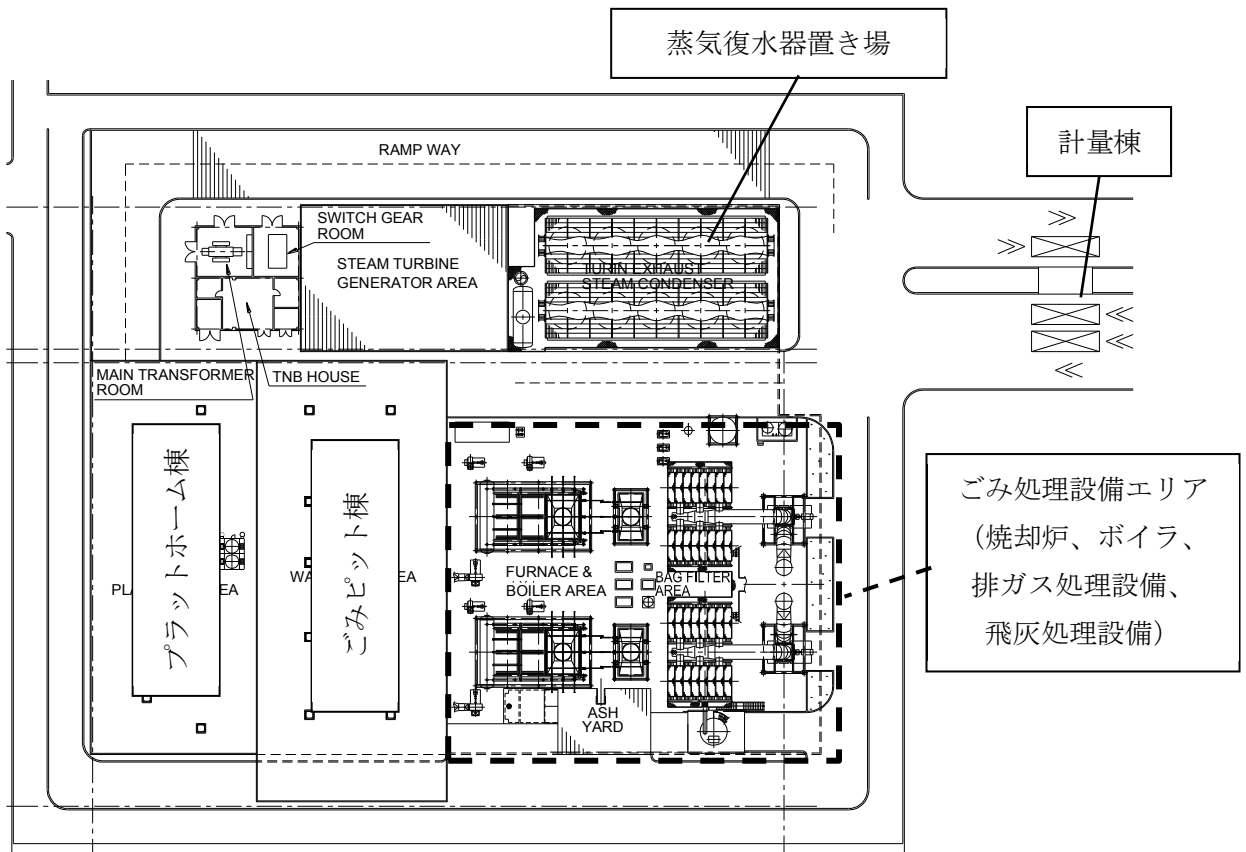


図 4.1.3.2-2 機器配置図(縦断面図)

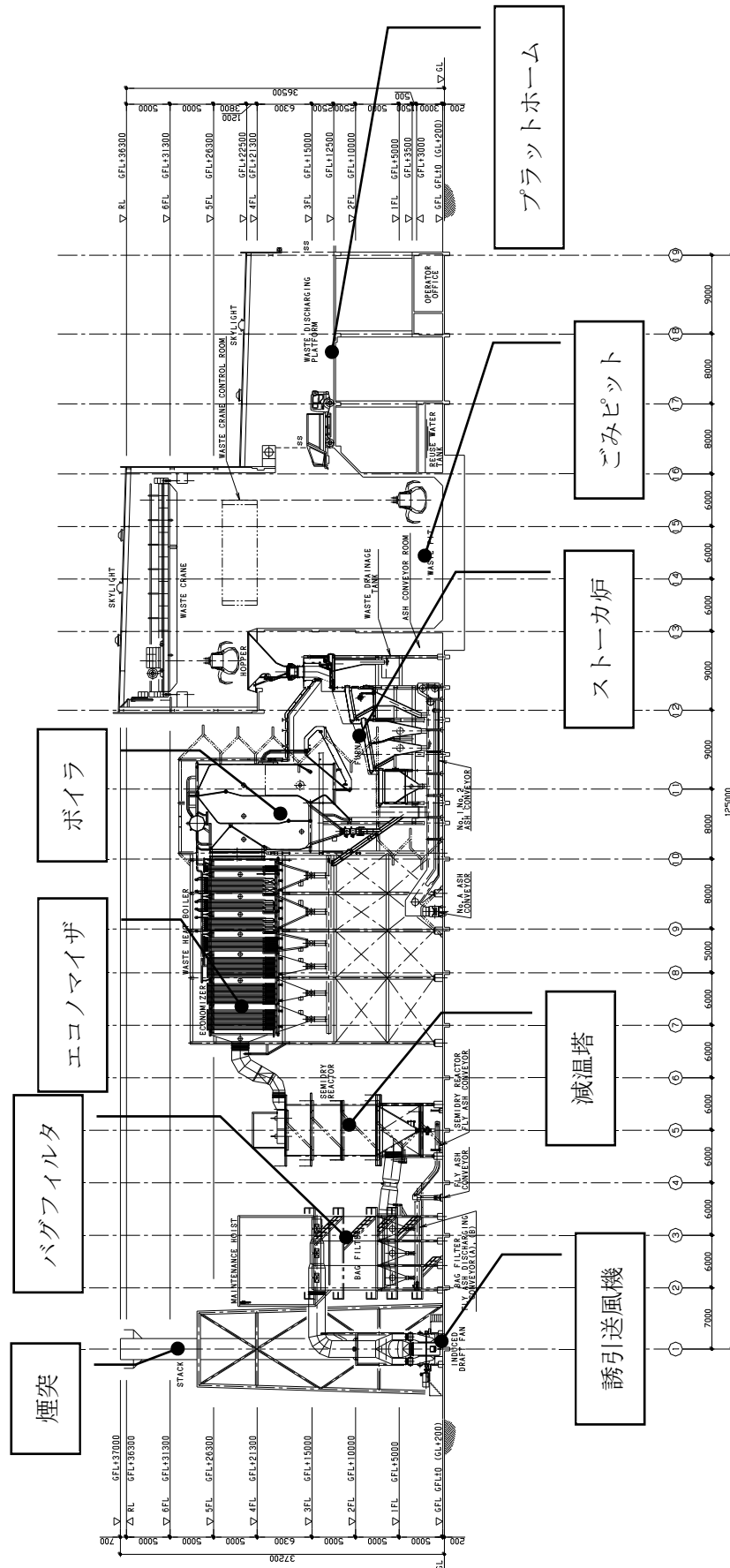




図 4.1.3.2-3 機器配置図 (タービン・コンデンサ縦断面図)

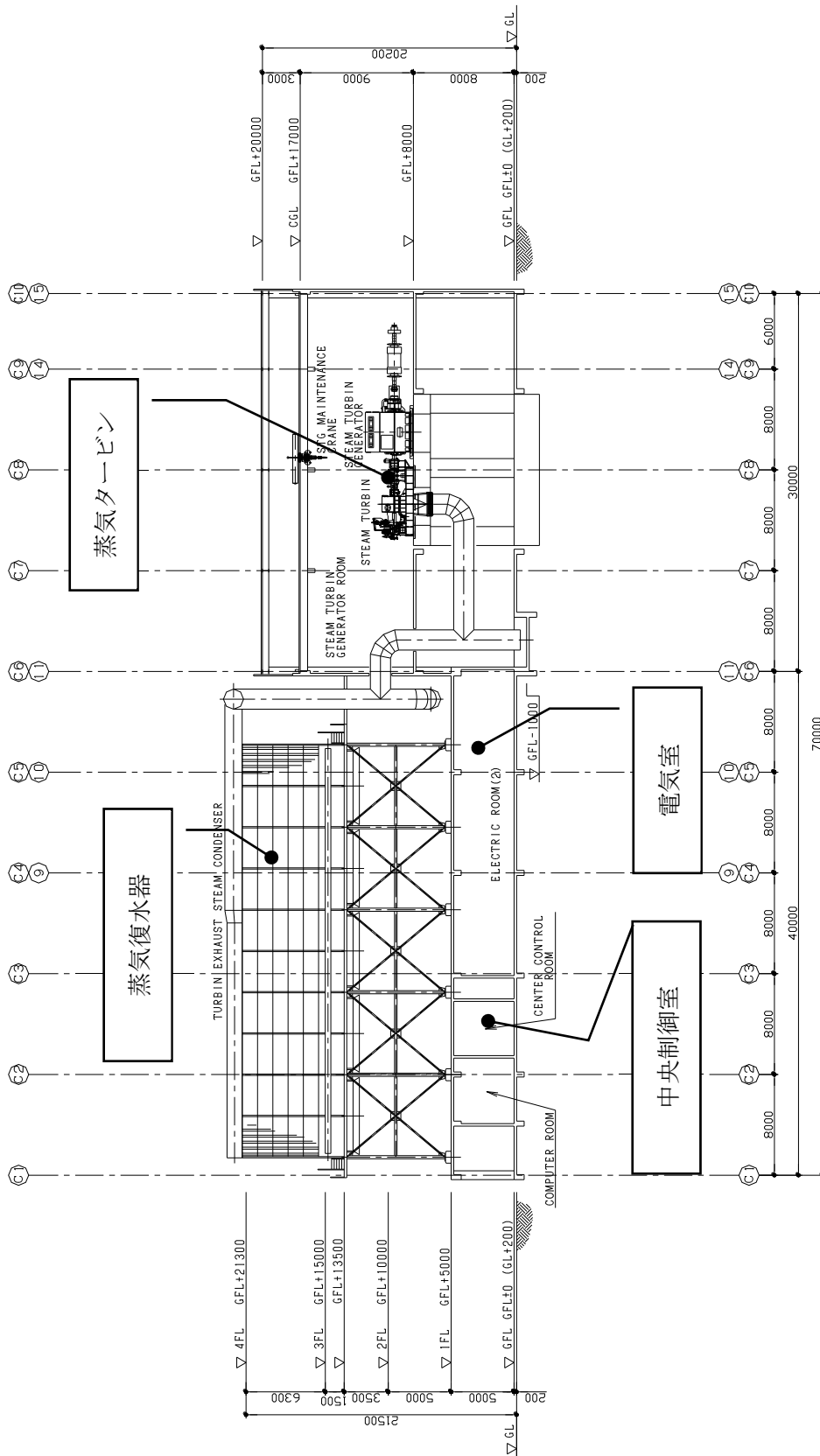


図 4.1.3.2-4 機器配置図 (平面図 1階)

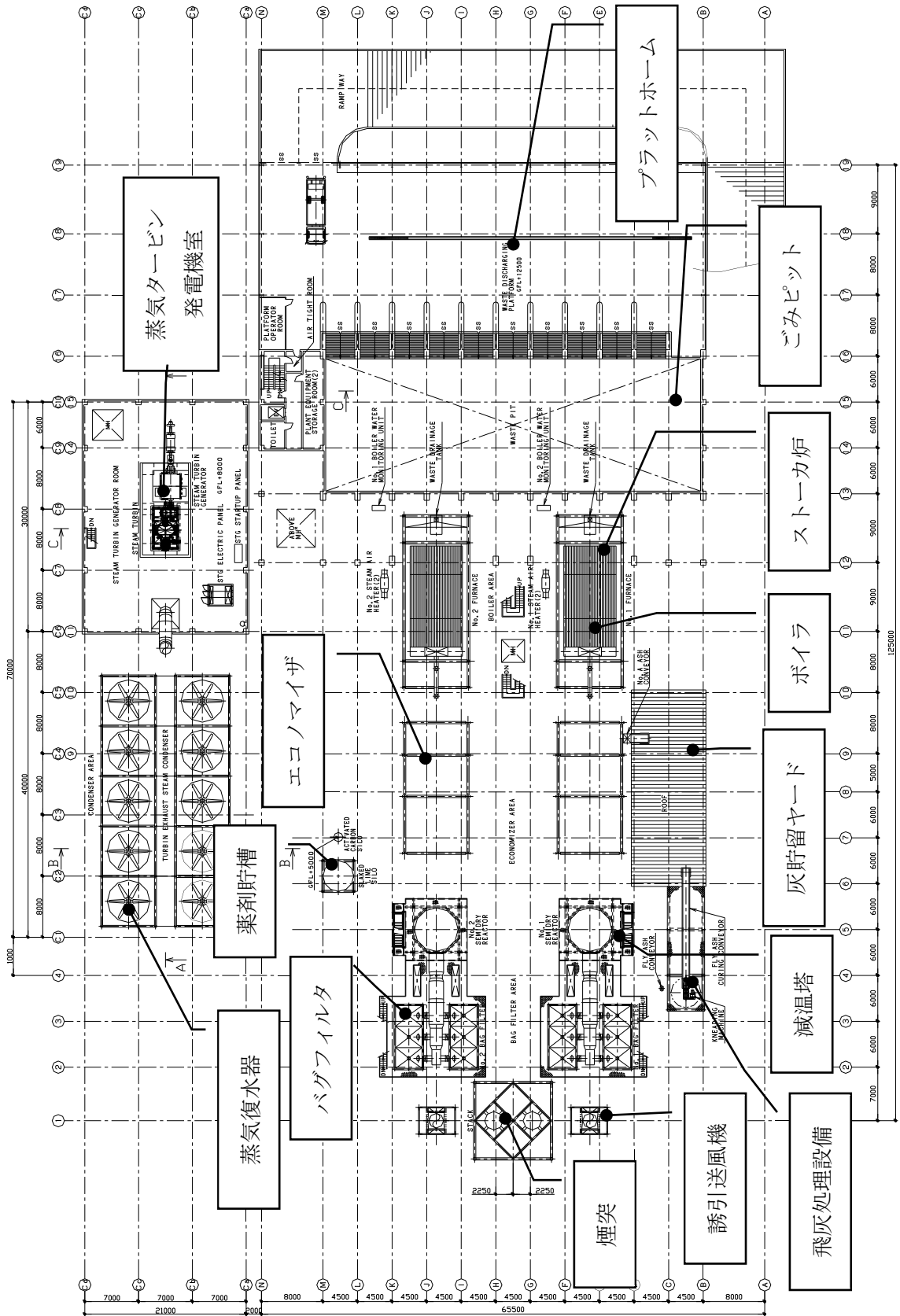
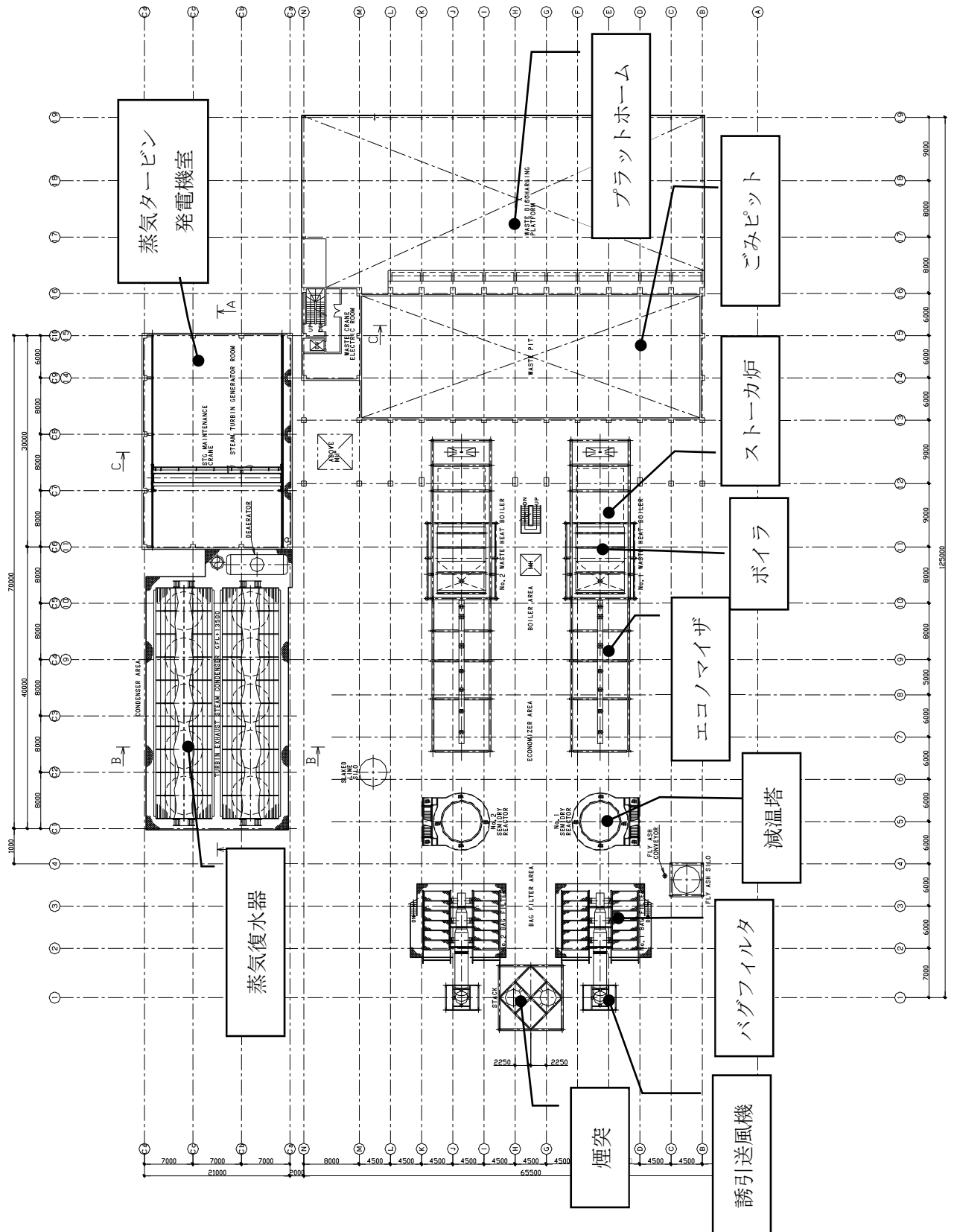


図 4.1.3.2-5 機器配置図 (平面図 3階)



#### 4.1.4 全体工事工程

工事計画および建設費算出のために想定した全体工事工程は下図の通りである。ただし、工事工程に影響を与える以下のような要因については考慮していない。

- ・当該国の環境影響評価に要する期間
- ・当該国の施設建設に係る許認可に要する設計期間変動
- ・当該国での客先による図面および図書承諾に要する設計期間変動
- ・最新の法令、規格、基準の適用に関する設計期間変動
- ・地形および地盤情報による土工工事期間変動
- ・不可抗力的事由による遅延リスク

図 4.1.4-1 全体工事工程

工程 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38
主要工程	▼契約		▼土建着工						▼プラント着工										▼受電				▼完工															
設計	■																																					
土工工事								■																														
プラント工事																		■																				
配管工事																							■															
電気工事																										■												
試運転																															■							

#### 4.1.5 主要機器の働きと仕様

##### 4.1.5.1 受入供給設備

場内に搬入されたごみは、計量機で計量後ごみピットに貯留される。ごみピットは、搬入ごみ量の変動や焼却量の変動に対応するために、3日分以上のごみ量の貯留スペースを確保している。

ごみピットに貯留されたごみは、ごみクレーンによって攪拌・均一化された後に、ごみ投入ホッパに投入される。

##### 4.1.5.2 焼却炉設備

###### ①ごみ投入ホッパ・シュート

ごみ投入ホッパは、投入されたごみがブリッジすることのない広い開口を有する3面垂直形とし、焼却炉内燃焼ガスの吹き抜け等を防止する十分なごみシール高さを持つシュートと組み合わせることで、炉内へ円滑にごみを供給する。また、投入されたごみがブリッジした場合に備え、ブリッジ解除装置を設けている。

###### ②給じん装置

ごみ投入ホッパから投入されたごみは、油圧駆動水平プッシャー式給じん装置によって、効率的かつ円滑に炉内へ供給される。

この給じん装置によるごみ供給量は、自動燃焼制御または遠隔操作によって調節・設定される。

### ③燃焼装置（燃焼ストーカ）

燃焼装置は、可動火格子と固定火格子で構成される。火格子の形式は、JFEハイパー火格子で、火格子内部に冷却フィンを持ち、燃焼用空気（一次空気）による冷却効果が高い。

可動火格子の駆動は、油圧式であり、自動燃焼制御または遠隔操作によって速度調節・設定が行われる。

また、火格子下部は、乾燥・燃焼用空気を供給するために数区画に分けられ、各区画への空気供給量は、自動燃焼制御または遠隔操作によってそれぞれ個別に調節・設定される。

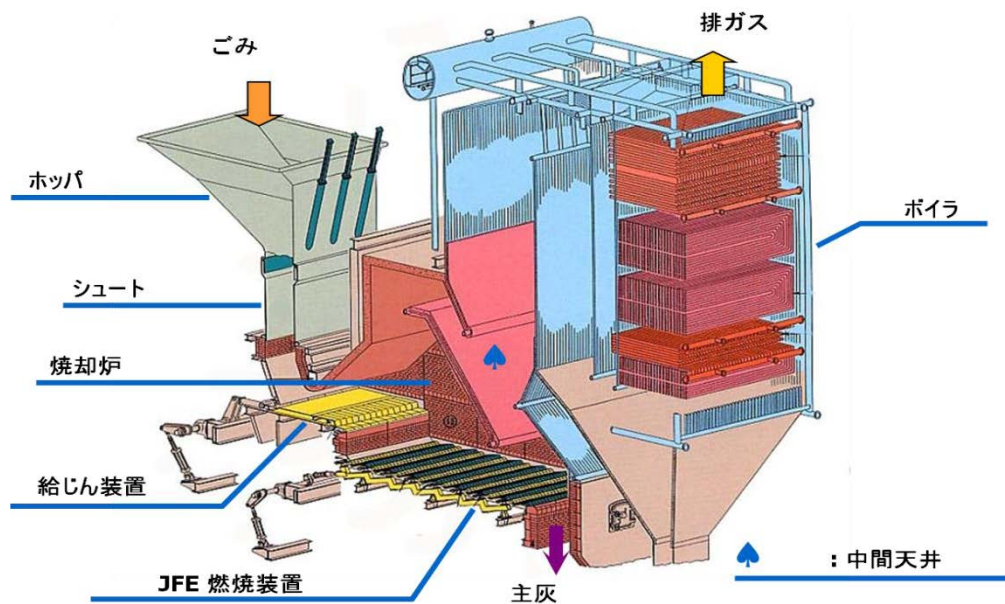
### ④焼却炉本体

本調査の焼却炉には、中間天井を有するJFEの二回流式ストーカ炉を採用する。二回流式ストーカ炉は、幅広いごみ質に対応できるため、雨季/乾季のごみ質変動が大きく、かつ、今後の経済成長に伴うごみ発熱量上昇が予想されるインドネシア国向けとして最適である。

主燃焼室は、ボイラ水冷壁構造であり、廃熱回収の最大化を図っている。炉内側は、すべて高耐熱度を有する耐火物で内張りされ、クリンカ付着が発生しやすい箇所は、水冷壁構造あるいは空冷壁構造としている。

中間天井は、排ガスを主煙道と副煙道とに分流し、再び二次燃焼室（ガス混合室）で合流させる。その排ガス同士の衝突による乱流混合作用が、完全燃焼を促進し、ダイオキシン類と窒素酸化物（NO<sub>x</sub>）を抑制する。また、ごみ層に対して輻射熱を有効に与えることができるため、良好な灰質が得られ、最終処分場への環境負荷を大幅に低減させることができる。

図 4.1.5.2-1 JFE二回流式ストーカ炉の構造図



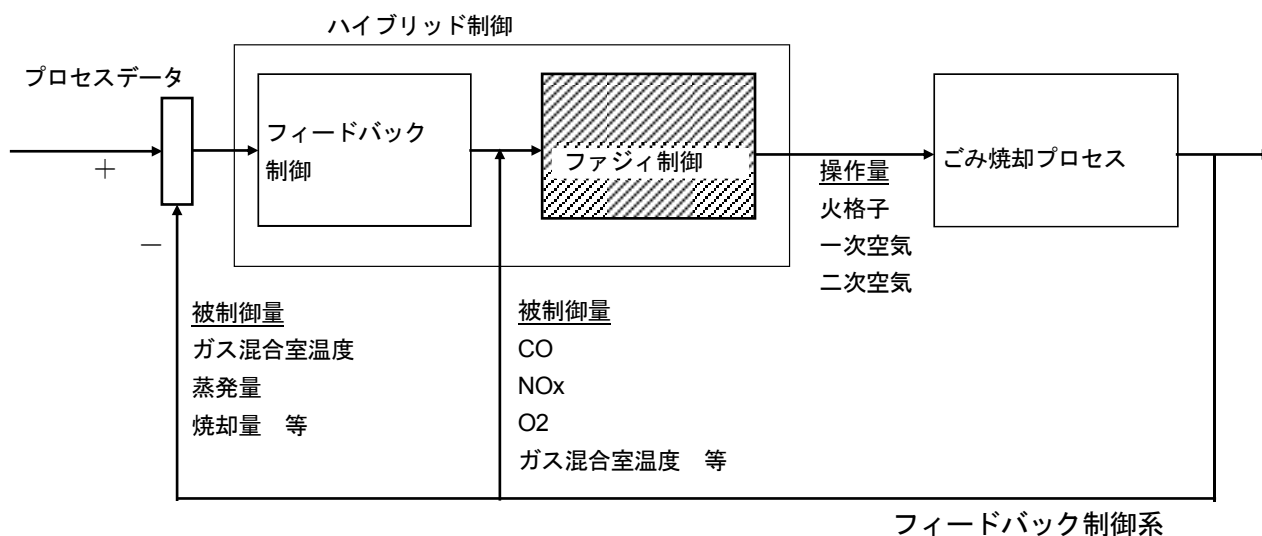
#### 4.1.5.3 自動燃焼制御 (ACC) システム

従来の自動燃焼制御システム (ACC : Automatic Combustion Control) システムは、ごみ焼却プロセスより得られる制御量をもとに各操作量の調整を行うフィードバック制御により燃焼状態の安定性を維持していた。

しかし、フィードバック制御は長期的な変動には良い応答を見せるものの、短期的・瞬間的な変動に対しては十分な対応が出来ないという欠点があった。

そこで J F E は、従来型の自動燃焼制御システムにファジィ制御系を取り入れ、短期的な変動にも対応可能な Hybrid ACC システムを採用している。

図 4.1.5.3-1 JFE Hybrid ACC 概念図



#### 4.1.5.4 排ガス冷却・廃熱回収設備

ボイラは、ごみの燃焼排ガスを冷却するとともに、収熱した熱量を蒸気にかえて廃熱を有効に利用することを目的として設けられている。本計画では、単胴自然循環型ボイラを採用する。

ボイラドラムには、脱気器によって脱気されエコノマイザ（節炭器）で予熱された高温水が給水され、そのボイラ缶水は、自然循環により降水管を降下して、分配管から加熱管に入り、そこで加熱され比重差で上昇する。そして再びドラムに戻り汽水が分離される。

ボイラドラムからの高圧の飽和蒸気は、過熱器で過熱された後に、付設する蒸気タービンに送られ、発電に利用される。

本ボイラは、給水量・ドラム水位・蒸気発生量による三要素制御方式のため制御性が優れ、特にごみ質によって変動しやすい焼却炉用ボイラの制御に最適と言える。これらの制御は、蒸気発生量を設定することにより、自動で行われる。

ボイラ伝熱管の要所（過熱器・エコノマイザ）には、伝熱管に付着するダスト等を除去するスートブロウを設置する。ボイラの周辺設備及び付属設備として、脱気器、純水装置、ボイラ用薬液注入装置、連続ブロー装置、及び、缶水モニタリング装置などを設置する。

#### 4.1.5.5 排ガス処理設備

##### ①酸性ガス(HCl：塩化水素、SO<sub>x</sub>：硫黄酸化物、HF：フッ化水素)除去装置

本調査では、粉末消石灰をろ過式集じん器前の煙道に圧送・噴射する乾式処理を採用し、消石灰サイロ、消石灰定量供給装置、噴射ブロワ等より構成される。

反応生成物の塩化カルシウム〔CaCl<sub>2</sub>〕、硫酸カルシウム〔CaSO<sub>4</sub>〕等は、粉末状でろ過式集じん器により捕集される。

##### ②ダイオキシン類除去装置

本調査では、上記の酸性ガス除去用の粉末消石灰と共に粉末活性炭をろ過式集じん器前の煙道に圧送・噴射する乾式処理を採用する。

噴射された粉末活性炭は、排ガス中のガス状ダイオキシン類を吸着する。この粉末活性炭と粒状ダイオキシン類をろ過式集じん器によって捕集・除去する。

また、JFE 焼却炉は、前述の二回流構造の効果により、適切な燃焼管理を行うだけでダイオキシン類の発生自体を抑制できるため、粉末活性炭使用量の低減に大きく寄与する。

##### ③ばいじん除去装置

本調査では、ろ過式集じん器（バグフィルタ）を採用し、焼却炉から発生する燃焼排ガス中の飛灰、上記粉末薬剤の反応生成物、及び、粒状ダイオキシン類を排ガス中から除去する。

ろ過式集じん器のダスト払い落とし方式は、パルスジェット式とし、ろ布に付着したダストは、一定時間ごとに噴射ノズルから噴射される圧縮空気によって払い落とされる。

払い落とされた集じん灰は、集じん器コンベヤにより下部ホップから排出され、飛灰コンベヤによって、飛灰サイロに搬送される。

##### ④窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)除去装置

本調査で採用しているJFEのストーカ炉は、前述の二回流の効果による窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)の炉内還元(脱硝)反応が大きく作用するため、適切な燃焼管理を行うだけで現状の排出基準を遵守することが可能である。

従って、本計画では、本装置の設置は計画していない。

#### 4.1.5.6 余熱利用設備

##### ①蒸気タービン

ごみ焼却時に発生する廃熱（排ガス）は、ボイラによって蒸気として回収され、その蒸気によって蒸気タービン・発電機を駆動し、発電を行う。

本計画では、抽気復水タービンを採用し、抽気を脱気器等のプロセス用蒸気として利用する。

##### ②低圧蒸気復水器

蒸気タービンで使用された蒸気の全量を冷却・凝縮し、復水とするための設備である。本計画では、大量の冷却水を必要としない空冷式復水器を採用する。

#### 4.1.5.7 灰出し設備

##### ①主灰(焼却灰)

完全焼主灰却された灰は、主灰シュートより水浴式灰コンベヤに落し、消火加湿された後、灰ピットに一時貯留され、定期的にトラックによって最終処分場へ搬出される。

##### ②飛灰

ろ過式集じん器によって捕集され飛灰コンベヤによって搬送された飛灰は、飛灰サイロに一時貯留される。

本調査では、飛灰は、場内処理無しで粉体輸送用トラックによって場外搬出（外部無害化处理、あるいは、危険性廃棄物最終処分場搬入）することとしている。

表 4.1.5-1 主要設備仕様

項目	単位	仕様
焼却炉設備		
型式	-	JFE 二回流式 ストーカ焼却炉
数量	基	2
能力/基	t/d	500
排ガス冷却設備		
型式	-	単胴自然循環型 ボイラ
数量	基	2
常用蒸気圧力 (過熱器出口)	MPa(G)	4.0
常用蒸気温度 (過熱器出口)	deg.C	400
蒸発量/基 (基準ごみ定格 運転時)	t/h	46
排ガス処理設備		
酸性ガス除去	-	乾式処理 (粉末消石灰噴射)
ダイオキシン類 除去	-	乾式処理 (粉末活性炭噴射)
ばいじん除去	-	ろ過式集じん器 (バグフィルタ)



窒素酸化物除去	-	燃焼管理
余熱利用設備		
型式		抽気復水タービン + 同期発電機
数量	基	1
常用蒸気圧力 (タービン入口)	MPa(G)	3.8
常用蒸気温度 (タービン入口)	deg.C	395
排気圧力	kPa(A)	25
蒸気流量 (基準ごみ定格運転時)	t/h	85
発電機出力 (基準ごみ定格運転時)	MW	16.0

#### 4.1.6 プラントの建設費(概算)

インドネシア国の物価や JFE エンジニアリング株式会社の工事施工経験から、WTE プラントの建設費を積算(概算)した。

表 4.1.6-1 WTE プラントの建設費(概算)

項目	金額(百万円)
土建・機電工事費	5,500
機器材料費	4,500
設計・管理費	3,500
一般管理費	1,500
合計	15,000

尚、事業性評価の際は、インドネシアルピアに換算し、計算している。

## 4.2 プラントの運営計画

### 4.2.1 運転計画

プラントの長期稼働を実現するために必要なメンテナンス期間の確保を考慮し、年間運転日数を 310 日とした。尚、各炉のメンテナンス期間中や搬入量が処理可能量を上回る場合、ごみは最終埋立処分場にて受け入れることを前提としている。

これは、ごみを受け入れるために、ごみピットが大幅に大きくすると経済性が悪化するためである。

#### 4.2.2 運転費

##### ①人件費

長期の事業運営にあたり、構成員との間で責任体制を確立した組織を構築し安定した運営を行う。焼却発電プラントはボイラ、タービンを保有し、特殊な技能も要するため、適切な技術を有する人材の配置が必要である。プラントの運営は現地雇用の職員が実施するが、運営開始前に十分な知識があることを前提とする。必要に応じて、他国での実地研修や、運営後の教育を実施する。

本プラントは24時間連続運転であり、運転班は1日24時間勤務の3班体制とする。

更に、本運転費には、事業運営に係わる費用も考慮することとする。

上記条件に基づく焼却発電プラントの運営に係る人員を下表に示す。

表 4.2.2-1 運転人員計画

役 職	人数	作業内容
会社代表	1名	事業管理
施設管理者	1名	施設全体の管理業務 安全管理
副施設管理者	1名	施設全体の管理業務 安全管理
プラント運転要員		
シフトリーダー	3名	プラント運転管理業務
オペレーター	20名	プラントの運転業務
機械/電気技術者	6名	機械/電気保安技術者
経理主任	1名	施設経理業務
計量運転員	6名	計量運転業務
クレーン運転員	6名	ごみクレーン運転業務
プラットフォーム監視員	4名	ごみ受入監視員
メンテナンス要員		
リーダー	1名	メンテナンス業務管理
メンテナンス員	3名	メンテナンス業務(スタッフ)
ワーカー	6名	メンテナンス業務(作業員)
事業運営要員		
経理責任者	1名	事業運営 会計業務
人事・総務・法務責任者	2名	人事・総務・法務
経理事務員	2名	会計業務
人事・総務・法務(上級)	3名	人事・総務・法務(上級)
人事・総務・法務(一般)	4名	人事・総務・法務(一般)
秘書	2名	秘書業務
運転手	2名	運転手
一般事務員	2名	一般事務
合 計	76名	-

##### ②用役費

焼却発電プラント運営において必要な用役の数量を、運転計画を元に算出した。各用役の使用量は基準ごみ時のものとし、基本的にはインドネシア国内での調達となるが、一部特殊品につい

ては輸入を考慮する。

表 4.2.2-2 用役一覧

項目	
水道	上水
	下水
燃料	軽油
ボイラ用薬剤	清缶剤
	脱酸剤
純水装置	塩酸
	苛性ソーダ
	亜硫酸ソーダ
	陽イオン交換樹脂
	陰イオン交換樹脂
排ガス処理	活性炭
	消石灰
排水処理	塩酸
	苛性ソーダ
	凝集剤
	凝集助剤
飛灰処理	重金属安定剤
油脂類	油圧作動油
	潤滑油
	グリース
	タービン油

### ③維持管理費

事業期間は 20 年間と仮定して、ライフサイクルコストの低減のために、適切な設備メンテナンスが必須となる。予防保全的な観点から、年次定期点検および計画的な部品交換、機器の更新を前提とする。

### 4.2.3 運転費積算

運転開始初年度の運転費用を下表に示す。

表 4.2.3 運転費用

項目	費用 (千ルピア)
人件費	25,406,108
用役・メンテナンス費	45,579,383
その他事業運営費	773,136
合計	71,758,627

#### 4.2.4 発電計画

ごみ焼却発電事業において、事業性を確保するための収入は、ごみの処理費(Tipping Fee)と売電収入が事業収入の大きな柱となり、売電収入は事業成立に不可欠な要素である。

本調査では、熱回収設備は 4.0MPa、400℃の高温高圧ボイラ、発電設備は抽気復水タービンとし、熱回収効率を向上させる計画としている。これは日本国内においても建設費を含めた事業性を向上させる仕様として、近年一般的な仕様となっている。

以下に本事業計画における電力収支表を示す。

表 4.4.4-1 電力収支

項目	単位	値
年間運転日数	日/年	310
発電電力	MWh	17.4
消費電力	MWh	4.1
売電電力	MWh	13.3
	MWh/年	98,952