

## 平成 25 年度

我が国循環産業海外展開事業化促進事業  
ベトナム国ホーチミン市を対象とした固形廃棄物  
の統合型エネルギー回収事業における  
実現可能性調査等の支援業務

### 報告書

平成 26 年 3 月

日立造船株式会社

禁転載

リサイクル適正表示

## まえがき

本報告書は、環境省から日立造船株式会社、大阪市環境局、株式会社エックス都市研究所、公益財団法人地球環境センターが平成 25 年度の事業として受託した「我が国循環産業海外展開事業化促進事業（ベトナム国ホーチミン市における固形廃棄物の統合型エネルギー回収事業）」の成果をとりまとめたものです。

本報告が上記プロジェクト実現の一助となり、加えて我が国関係者の方々のご参考になることを希望します。

平成 26 年 3 月  
日立造船株式会社  
大阪市環境局  
公益財団法人地球環境センター  
株式会社エックス都市研究所

## 略語集

略語	正式名称	日本語訳
2R	Reduce Reuse	廃棄物等の発生抑制・再使用
3R	Reduce Reuse Recycle	廃棄物等の発生抑制・再使用・再生利用
BCC	Business Cooperation Contract	事業協力契約
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOO	Build Own Operate	建設・所有・運営
BOT	Build Operate Transfer	建設・運営・譲渡
BT	Build Transfer	建設・譲渡
BTO	Build Transfer Operate	建設・譲渡・運営
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
CITENCO	City Environmental Company	ホーチミン都市環境公社
CPV	Communist Party of Vietnam	ベトナム共産党
DBO	Design Build Operation	設計・建設・運営
DOIT	Department of Industry and Trade	商工局
DONRE	Department of Natural Resources and Environment	天然資源環境局
EE&C	Energy Efficiency & Conservation	エネルギー効率化とエネルギー保全
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EVN	Electricity of Vietnam(Vietnam Electricity)	ベトナム電力公社
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
FS	Feasibility Study	実行可能性調査
GEC	Global Environment Centre Foundation	公益財団法人地球環境センター
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
HCMC	Ho Chi Minh City	ホーチミン市
HDPE	High Density Polyethylene	高密度ポリエチレン
IPP	Independent Power Producer	卸電力事業
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
MARD	Ministry of Agriculture and Rural Development	農業農村開発省
MOIT	Ministry of Industry And Trade	商工省
MONRE	Ministry of Natural resources and Environment	天然資源環境省
MSW	Municipal Solid Waste	都市廃棄物

略語	正式名称	日本語訳
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構
PCB	Poly Chlorinated Biphenyl	ポリ塩化ビフェニル
PPP	Public Private Partnership	官民連携
RDF	Refuse Derived Fuel	ごみ固形化燃料
RPF	Refuse Paper and Plastic Fuel	古紙廃プラ固形燃料
SPC	Special Purpose Company	特別目的会社
URENCO	Urban Environment Company	都市環境公社
VND	Vietnamese Dong	ベトナムドン（通貨単位） （2014年3月末現在、1JPY＝約208VND）
VWS	Vietnam Waste Solutions	ベトナム固形廃棄物処理有限公司

## 目次

<b>1. 事業の概要</b> .....	<b>6</b>
1.1 調査事業の目的と背景 .....	6
1.2 調査事業の内容 .....	7
1.3 調査体制 .....	8
1.4 調査スケジュール .....	9
<b>2. 対象地域における現状調査</b> .....	<b>10</b>
2.1 ホーチミン市における廃棄物処理計画 .....	10
2.2 ベトナムにおける電力事業の現状 .....	17
2.3 投資許認可制度 .....	21
2.4 環境規制値（日本とベトナムの現状比較） .....	25
2.5 環境規制値（その他の公害防止条件） .....	32
<b>3. 廃棄物の組成・性状等調査</b> .....	<b>35</b>
3.1 ごみ質の分析方法および結果 .....	35
<b>4. 統合型の廃棄物発電の見積・設計</b> .....	<b>42</b>
4.1 廃棄物発電施設の基本計画 .....	42
4.2 ユーティリティー条件 .....	46
4.3 建設工事内容 .....	47
4.4 統合型廃棄物発電施設の技術仕様 .....	50
4.5 建設費の試算 .....	60
4.6 運転・維持管理費の試算 .....	61
4.7 発電量・売電量の試算 .....	61
<b>5. 行政施策の提案</b> .....	<b>62</b>
5.1 廃棄物処理施設整備に関する財政的支援制度の提案 .....	62
5.2 ベトナム政府からの支援 .....	64
5.3 ベトナムの廃棄物複合型エリアに対する追加支援策の検討 .....	67
5.4 ホーチミン市の廃棄物行政への施策に関する提案 .....	70

<b>6. 合同ワークショップ・来日研修の開催</b>	<b>89</b>
6.1 ワークショップの目的	89
6.2 第1回ワークショップ	89
6.3 最終ワークショップ	96
6.4 第1回来日研修	101
<b>7. 本事業の実現可能性の評価</b>	<b>104</b>
7.1 事業採算性の評価	104
7.2 環境負荷軽減効果の評価	106
7.3 社会的受容性の評価	110
7.4 現地政府・企業との連携等の実施体制の構築	111
<b>8. 本事業の実現に向けて</b>	<b>113</b>
8.1 事業実現可能性の検討結果	113
8.2 今後の事業展開	113
<b>添付資料</b>	<b>114</b>
添付1 第1回ワークショップ講演内容	115
添付2 最終ワークショップ講演内容	120
添付3 ホーチミン市研修員来日研修	124





# 1. 事業の概要

## 1.1 調査事業の目的と背景

本事業は、ベトナム社会主義共和国ホーチミン市の都市ごみを主たる対象とするもので、この適正処理および有効利用の促進を目的としたものである。現状、都市ごみはホーチミン市からの委託を受けた複数の民間業者により収集および処分が行われているが、用いられている手法は、大部分が埋立処分であり、有機性廃棄物のコンポスト化やプラスチックの再生原料化は一部で実施されているに過ぎないのが現状である

現地政府は、経済発展により顕在化してきた環境問題、廃棄物問題への対策を行うことが急務であると認識しており、国家計画の策定が行われたところであるが、この中でも 3R の促進や都市部における家庭系固形廃棄物の処理事業の促進、地方レベルでの固形廃棄物処理に係る建設プロジェクトへの投資事業が取り上げられている。このような現地の状況を受け、我が国で広く行われている一般廃棄物の焼却発電事業全体を都市インフラの 1 つと位置付け、施設の導入だけではなく、施設の適切な運営、さらに処理事業へとパッケージとしての導入を目指す。このパッケージを「固形廃棄物の統合型エネルギー事業」と位置付け、その全体イメージを図 1-1 に示す。

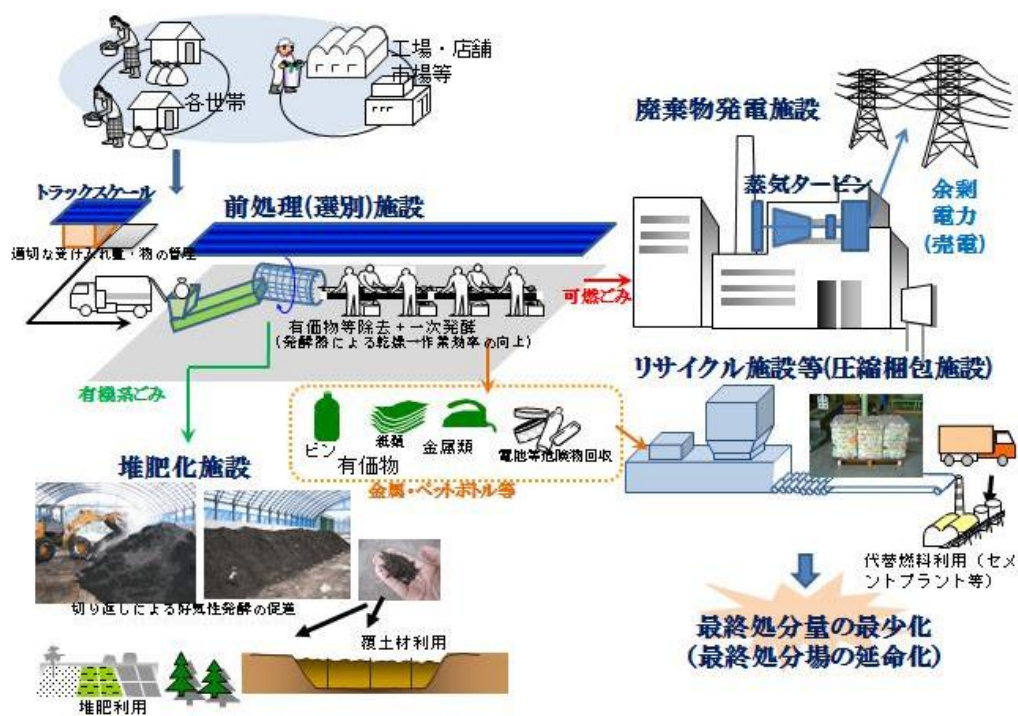


図 1-1 「固形廃棄物の統合型エネルギー事業」のイメージフロー

## 1.2 調査事業の内容

平成 25 年度は、ホーチミン市を対象とした固形廃棄物の統合型エネルギー回収事業の実現可能性を調査することを、主要事業とする。具体的には、以下の項目を対象とした調査を行う。

### (1) 対象地域における現状調査

ホーチミン市における固形廃棄物の統合型エネルギー回収事業の実現を目指すに当たり、廃棄物フローや性状に関する調査に加えて、電力事業の現状、投資許認可制度、関連法規等を把握することが重要となる。そのため、各種現地調査および関係機関へのヒアリングを実施した。

### (2) 廃棄物の組成・性状等調査

昨年度はホーチミン市における都市ごみ廃棄物の一般的な現状を把握するため、Phuoc Hiep (フックヒップ) 最終処分場に持ち込まれているごみのサンプリングを行ったが、本年度は事業対象となる廃棄物としてコンポスト化施設から発生している廃棄物を対象として、組成や性状等の調査を実施した。

### (3) 統合型廃棄物発電の見積・設計

統合型廃棄物発電施設の計画に当たり、設計要件を整理し、施設の試設計を行った。具体的には、廃棄物発電施設のシステムフロー、廃棄物や排ガス等の物質収支、発電量、施設配置図、建設費、運用費等の検討を行った。

### (4) 行政施策の提案

本事業を実現させるためには、財政的支援も不可欠な要素となる。具体的には、発生源における分別排出、廃棄物処理施設整備のみならず、再生可能エネルギーに関する財政的支援制度の提案を行う。また海外における環境規制の適用についても、ベトナムに適合する形での検討を合わせて行う。大阪市の行政からノウハウに基づく焼却発電プラントや最終処分場の運転管理、それらのノウハウ移転を実施するためのホーチミン市と大阪市との環境協力のスキームの活用についても提案する。さらにホーチミン市との共同による発生源における分別回収のパイロット調査結果、およびそれに基づく考察についても報告する。

### (5) 合同ワークショップ及び来日研修の開催

合同ワークショップは本調査期間中に 2 回実施し、また第 1 回来日研修も 7 月～8 月にかけて実施した。

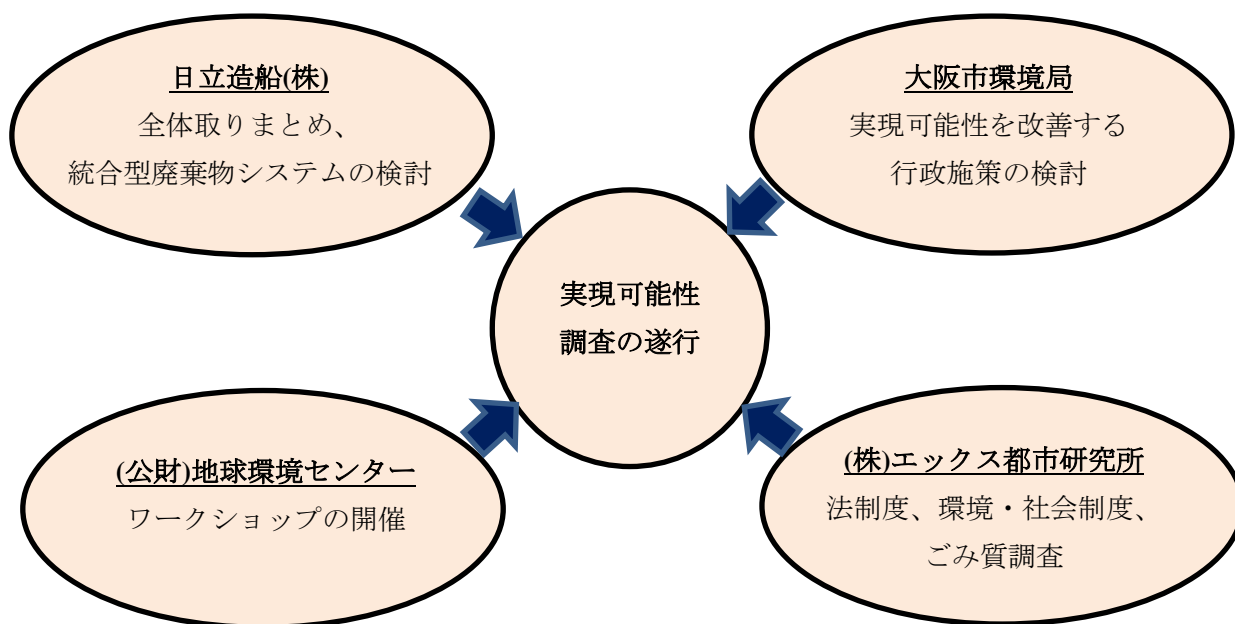
### (6) 本事業の実現可能性評価

上記(1)から(5)の調査結果に基づき、本事業の実現可能性評価を行う。主な評価事項は下記のとおりとする。なお、プラントの詳細設計は次年度の調査において実施する予定のため、本年度の経済評価におけるプラント建設費は概算見積に基づき検討する。

- 現地政府・企業との連携等の実施体制の構築
- 事業採算性の評価
- 環境負荷削減効果の評価
- 社会的受容性の評価
- 実現可能性の検討
- 今後の事業展開

### 1.3 調査体制

本調査の実施主体を図 1-2 に示すが、本調査の主幹事企業を、国内外で廃棄物焼却発電技術の納入および運転実績のある日立造船株式会社とした。また、技術および経済性評価に加えて、法律、環境、社会配慮の各観点から導入可能性を検討するために、アジア諸国にて都市廃棄物管理の計画策定、技術協力プロジェクトの実施経験を有する株式会社エックス都市研究所、廃棄物焼却発電事業の運営経験を有し住民との合意形成、資源循環型社会形成に係る各種の提言を行うために大阪市環境局および公益財団法人地球環境センター (GEC) の協力も得た。



(出典：日立造船株式会社にて作成)

図 1-2 本調査の実施主体

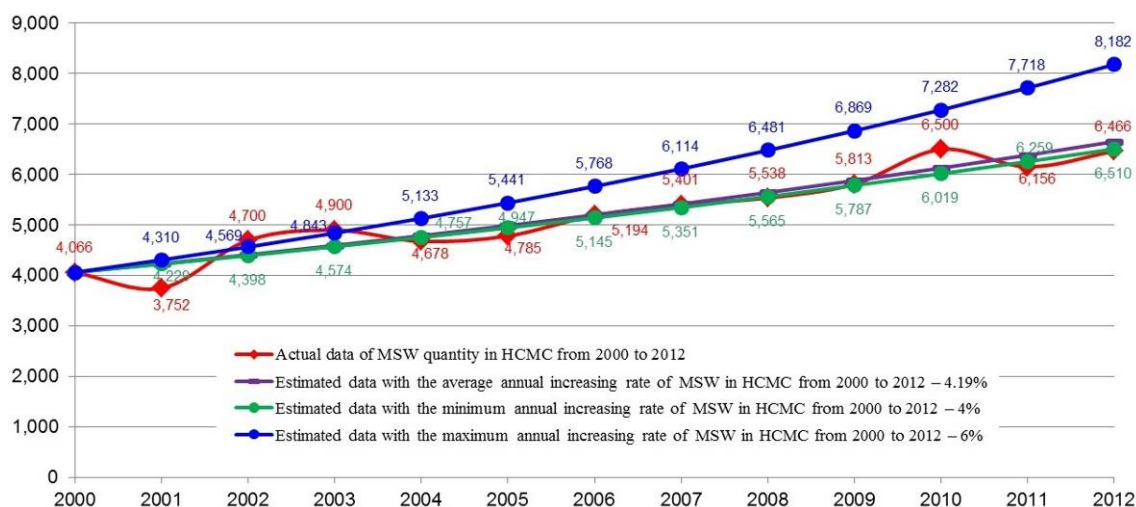


## 2. 対象地域における現状調査

### 2.1 ホーチミン市における廃棄物処理計画

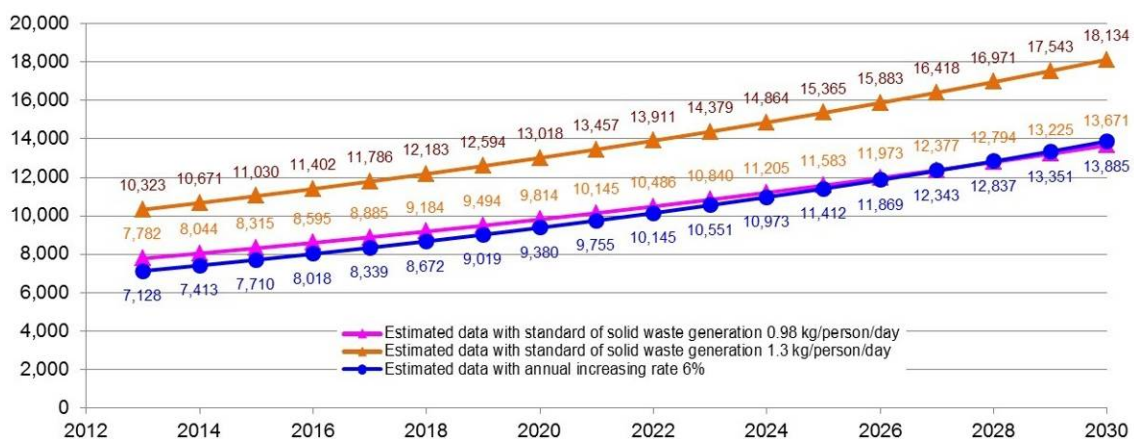
#### 2.1.1 ホーチミン市の都市ごみ発生量推移

ホーチミン市における都市ごみの発生量の推移について、図 2-1 に 2000 年から 2012 年までの実績を、図 2-2 に 2013 年から 2030 年までの発生量推移予測を、それぞれ示す。



出典：Report of Planning orientation of solid waste treatment in Ho Chi Minh City up to 2020, a vision to 2030 (DONRE HCMC, 2012)

図 2-1 ホーチミン市における都市ごみ発生量の推移 (2000～2012 年)



出典：Report of Planning orientation of solid waste treatment in Ho Chi Minh City up to 2020, a vision to 2030 (DONRE HCMC, 2012)

図 2-2 ホーチミン市における都市ごみ発生量の推移予測 (2013～2030 年)

2000年から2012年の都市ごみ発生量の実測データから判断すると、増加率は平均で4.19%となるが、実際のごみ発生量は、図中に増加率6%のケースを示しているように、もう少し多い可能性も考えられる。

また、将来における都市ごみ発生量の推移予測については、2011年データの人口1人当たりのごみ発生量は0.98kg/日がそのまま推移するシナリオ、ごみ発生量が1.3kg/人・日にまで増加する場合のシナリオ、ごみ発生量が単純に毎年6%増加するシナリオの3ケースを示している。今後のホーチミン市の人口増加、および市民生活の発展によって、都市ごみ発生量がますます増加していくことを、国やホーチミン市は予測しており、廃棄物の適正な処理が急務であることを示す根拠となっているデータである。

### 2.1.2 ホーチミン市における都市ごみ処理の全体フロー

ホーチミン市における現在の都市ごみの流れを図2-3に示す。ホーチミン市では、廃棄物の削減や資源再生プロセスが確立されておらず、排出される都市ごみの大半が埋立処分されているのが現状である。

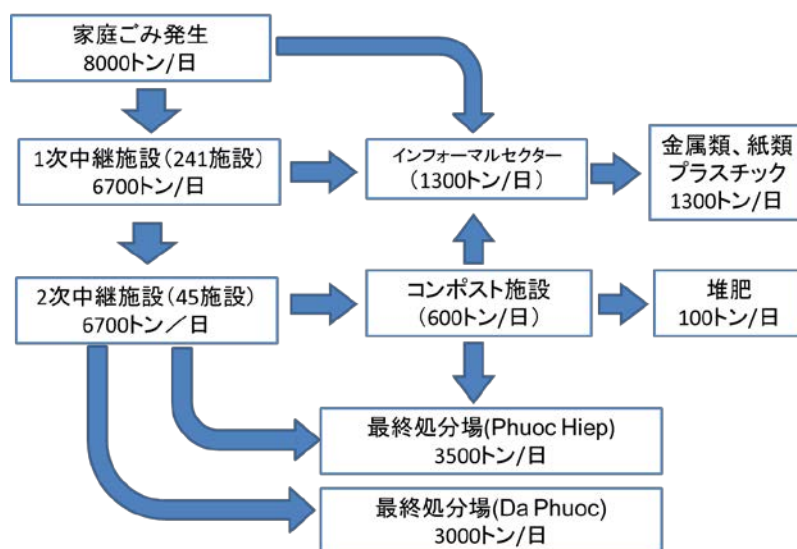


図 2-3 ホーチミン市における現在の都市ごみ処理の全体フロー

### 2.1.3 ホーチミン市における都市ごみの中継施設

ホーチミン市における廃棄物の埋立処分場および中継施設の分布図を、図2-4に示す。ホーチミン市で排出される廃棄物の中で、インフォーマルセクターに引き取られない廃棄物が、市内241ヶ所に設置されている回収拠点（一次中継施設）に集められる。この一次中継施設に集められた廃棄物は、次に市内45ヶ所に設置されている二次中継施設



(図中の transfer stations、3ヶ所は閉鎖)に運搬される。さらに二次中継施設で改修された廃棄物は、Phuoc Hiep および Da Phuoc の各埋立処分場へ運搬される。

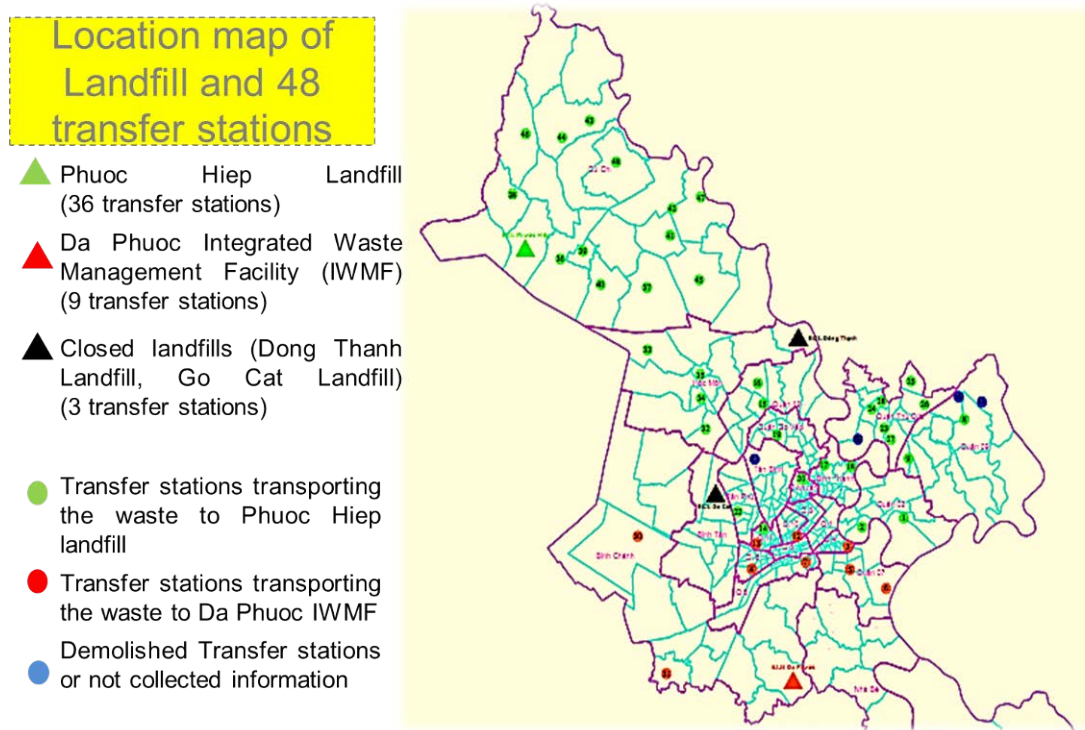
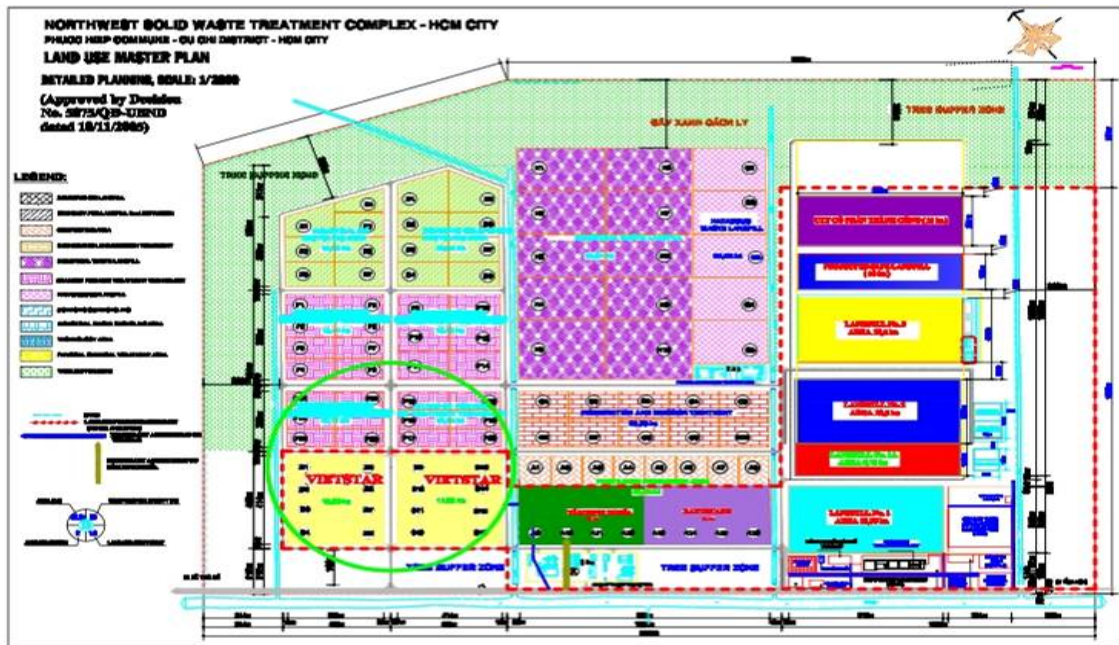


図 2-4 ホーチミン市における廃棄物の埋立処分場および中継施設の分布図

#### 2.1.4 Tay Bac 固形廃棄物処理複合地区の概要

今回の廃棄物焼却発電施設の建設想定地は、Tay Bac Solid Waste Treatment Complex (タイバック固形廃棄物複合処理地区) 内でコンポスト化施設を運営する Vietstar 社の敷地内とした。この複合処理地区は、ホーチミン市北西部の Cu Chi 地区に位置し、同市中心部からは約 45km 離れた場所にある。また同複合地区内には、Vietstar 社だけでなく、Tam Sinh Nghia 社も堆肥製造施設を運営しており、さらには上記 Phuoc Hiep 埋立処分場も同地区内に存在している。

本複合地区の全体図を図 2-5 に示す。



出典：ホーチミン市・大阪市の連携による低炭素都市開発事業 第2回ワークショップ資料

図 2-5 Tay Bac 固形廃棄物複合処理地区の全体図

### 2.1.5 Tay Bac 固形廃棄物処理複合地区内の堆肥製造施設の概要

#### (1) コンポスト化施設 1 (Vietstar 社)

同社は 2009 年 12 月から Tay Bac 固形廃棄物複合処理地区内で、コンポスト化施設を運営している。全体の用地は 35ha、最大処理量 1,200 トン/日を有する。



出典：ホーチミン市・大阪市の連携による低炭素都市開発事業 第2回ワークショップ資料

図 2-6 Vietstar 社コンポスト化施設の全景



現在、ホーチミン市内の1区、5区、9区、10区、12区、Phu Nhuan区、Go Vap区、Thu Duc区、さらにIndustrial agricultural Cooperationから、1日当たり450トンの都市ごみを受け入れている、そのうち半分をPhuoc Hiep埋立処分場へ搬出し、搬入ごみの35%がコンポスト化されている。5%がプラスチックリサイクル、残りは水分蒸発となっている。

Phuoc Hiep埋立処分場へ搬入されているごみは、繊維、布、ゴム、果物の種、木くず類、およびコンポスト化設備から排出されるコンポスト化不適残渣である。

## (2) コンポスト化施設2 (Tam Sinh Nghia 社)

同社は、Vietstar社と同様にTay Bac固形廃棄物処理複合地区において、1,000トン/日の処理能力を有するコンポスト化施設を建設し、現在は約100トン/日を試験的に受け入れて処理を行っているが、近日中のフル稼働を目指している最中である。

### 2.1.6 Vietstar社コンポスト化施設で受け入れている廃棄物の性状

今回の廃棄物焼却発電施設の計画に当たって、Vietstar社コンポスト化施設で受け入れているごみを3回(乾季、雨季、中間季)サンプリングし、性状の分析を行った。その結果および特徴を以下に示す。

- 高い厨芥類とプラスチック類の混入割合  
図2-7および図2-8で示す通り、3回のサンプリングにおける厨芥類の平均値は、湿重量で68.6%、乾重量で52.8%を占めていた。またプラスチック類の平均値は湿重量で16.4%、乾重量で25.7%を占めていた。これは図2-9に示す通り、年間を通じて共通した混入割合である。
- 廃棄物中の高い含水率  
図2-10に示す廃棄物の三成分分析の結果から、3回のサンプリングにおける含水率の平均値は63.7%であった。これは残飯や野菜の切りくず等の厨芥類が多いことや、収集運搬工程や保管時に雨水を保水していることが理由と考えられる。
- 低い発熱量  
図2-11に示す通り、廃棄物が有する低位発熱量は1,000~1,200kcal/kgであり、発熱量としては低い値であった。この状態で燃焼させるには、助燃料が必要になる。
- 水分除去による発熱量の向上  
廃棄物に厨芥類が多く含まれることによって含水率が高くなっており、廃棄物が有する発熱量は総じて低くなっている。廃棄物の発熱量向上対策として、厨芥類の分別作業を実施できれば、含水率の調整によってより高い発熱量を得ることができる。

例えば、採取したサンプルの水分率を 50%、40%とした場合を試算すると、低位発熱量は平均で約 1,930kcal/kg、約 2,420kcal/kg となり、焼却発電に適した廃棄物を得ることが可能となる。

- 高い単位体積重量

単位体積重量は、3 回ともに 0.38kg/L であり、0.2~0.3kg/L である我が国における値と比べて高くなっていた。これは廃棄物の含水率が高いことが要因と考えられる。前述の水分除去を行う施設を設計する際には、この点を考慮する必要がある。

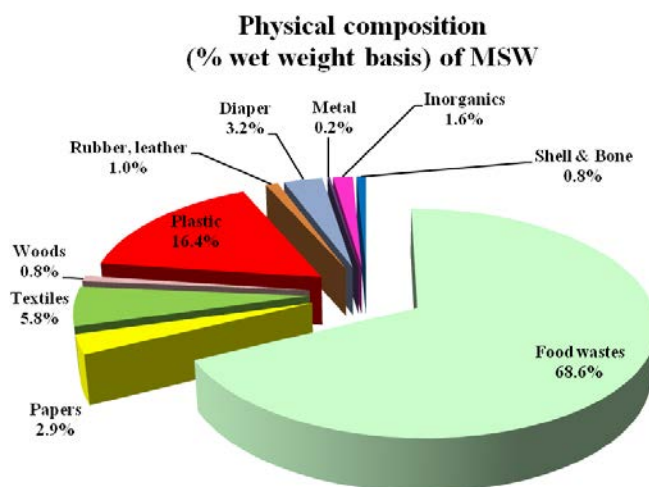


図 2-7 物理組成分析結果（湿重量）

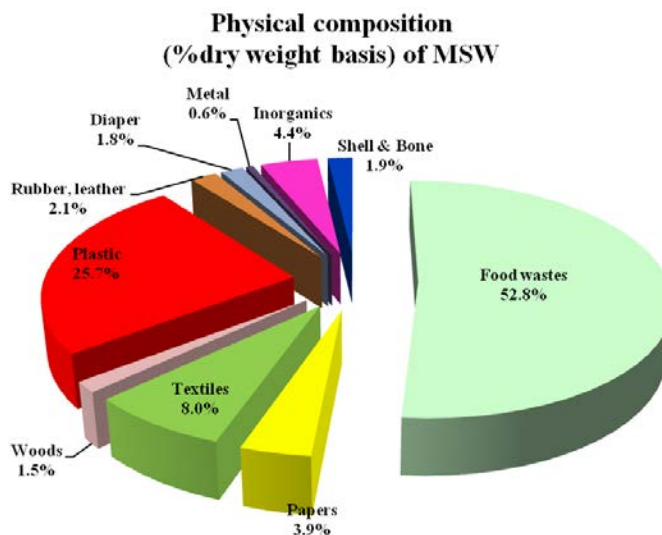


図 2-8 物理組成分析結果（乾重量）

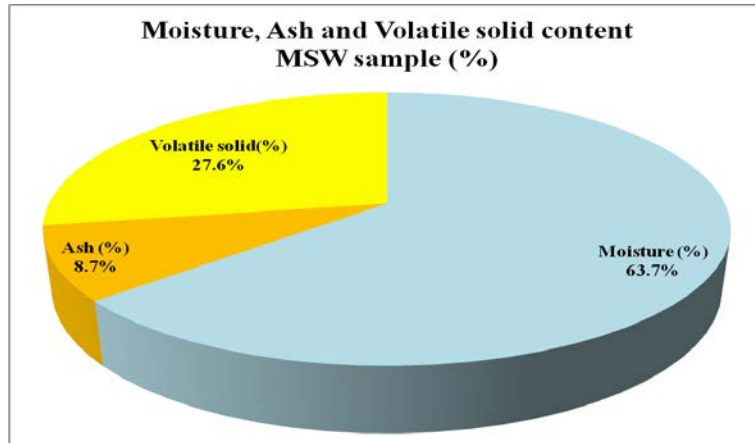


図 2-9 三成分分析結果

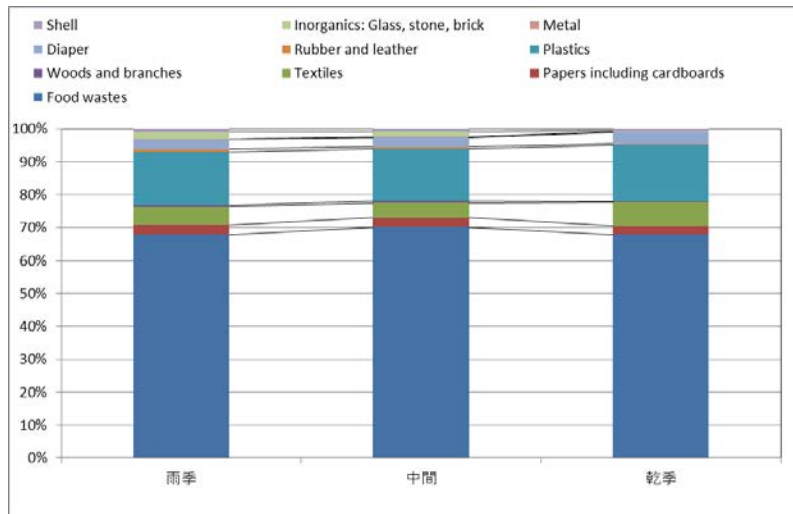


図 2-10 廃棄物組成の季節推移

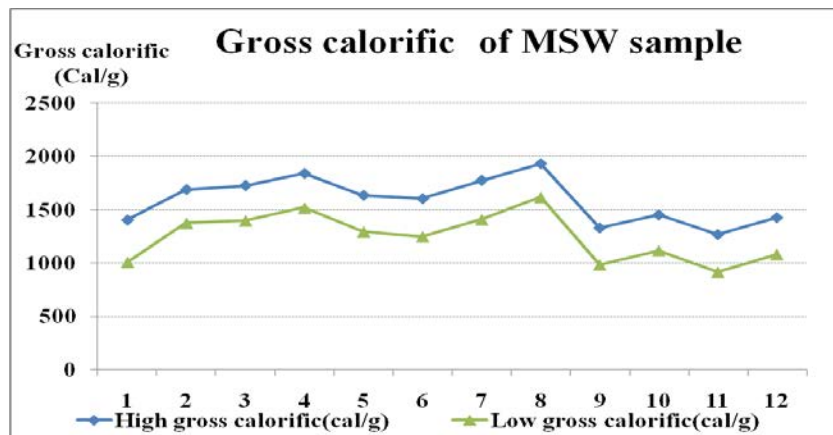


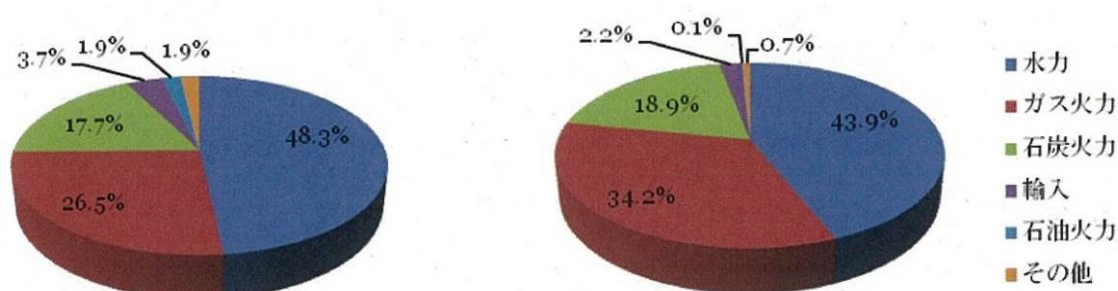
図 2-11 熱量分析結果

本調査結果より、Vietstar 社コンポスト化施設に搬入される廃棄物は発熱量が低く、焼却発電施設に直接投入しても助燃料が必要となることが分かった。そこで同施設において、受入、選別、コンポストの各プロセスで発生する廃棄物を改めて分析し、焼却発電施設において助燃料が不要となる廃棄物および残渣を選択するための調査を実施した。その結果は第3章で報告する。

## 2.2 ベトナムにおける電力事業の現状

### 2.2.1 2012 年末までの現状

2013 年 3 月のジェトロ・ハノイ事務所の「ベトナム電力調査 2013」（以下、「ベ国電力調査」という。）によると、2012 年末のベトナム国全体の発電設備容量は 26,836MW、同発電実績は 120,210GWh である。その内訳を図 2-12 に示すが、水力発電に大きく依存しているのが実情である。2012 年の新規運転開始設備容量は合計 2,592MW であり、そのうち 71.4%は水力発電所であった。



出典：EVN 等

図 2-12 2012 年末の発電設備容量および 2012 年の発電実績

また電気料金については、2011 年 6 月より最大で年 4 回の改定が可能になった（首相決定 24/2011/QD-TTg）。表 2-1 に、2012 年の 2 回の電力料金の値上げの内容を示す。

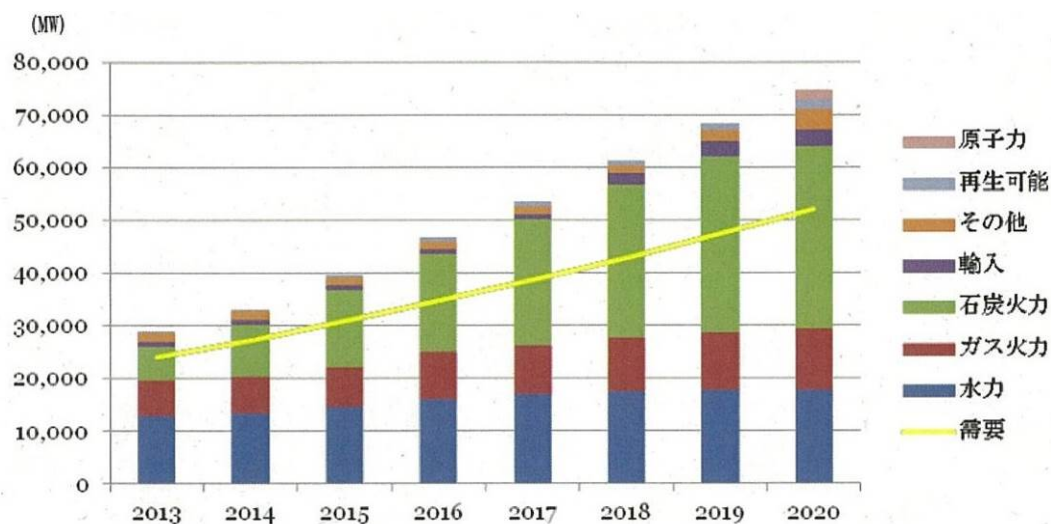
表 2-1 2012 年の電気料金改定

	改定適用日	改定後平均料金(1kwh)	引き上げ幅	通達
1	2012年7月1日	1,369VND(VAT除く)	5%	17/2012/TT-BCT
2	2012年12月22日	1,437VND(VAT除く)	5%	38/2012/TT-BCT

出典：政府資料

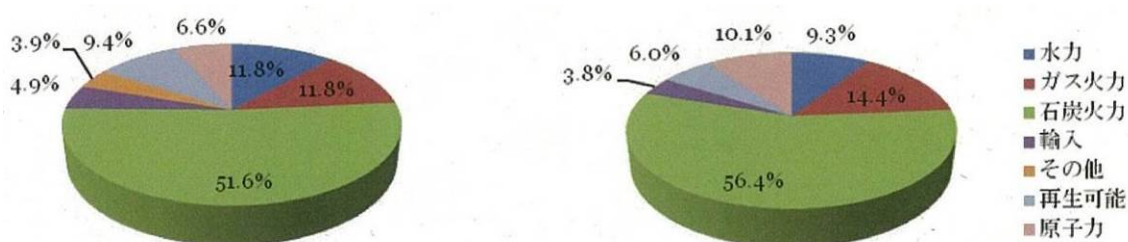
## 2.2.2 2013 年以降ので電源開発

ベ国電力調査では、5 年毎に見直されその都度最新のベトナムの電源開発計画が記載される「国家電力開発マスタープラン（英訳 Power Development Master Plan）」（以下、「PDP」と記す。）の情報を基に、2013 年以降の電源開発計画概要を紹介している。その内容について、図 2-13 に 2013 年以降の電源開発推移、図 2-14 に 2030 年末発電設備容量および 2030 年発電実績の内訳をそれぞれ示す。



出典：PDP 最新版等

図 2-13 2013 年以降の電源開発推移



出典：PDP 最新版等

図 2-14 2030 年末発電設備容量および 2030 年発電実績の内訳

今後の計画では大型の石炭火力発電所が順次運転を開始し、2030 年には石炭火力発電所が発電容量全体の約半分を占める予定である。現在は北部クアンニン省で採掘される国内炭を燃料としているため、北部に石炭火力発電所が集中しているが、2015 年以降は、南部でも輸入炭を用いた石炭火力発電所の運転開始を予定している。そのため、発電所の建設とともに港湾の整備も必要になる。ただしベトナムの電力需要は増加傾向にあるものの、水力発電はこれ以上増やせず、また 2015 年以降は石炭を輸入せざるを得ない状況になる



と考えられている。さらに、2020年に南部ニントゥアン省において原子力発電所の運転開始を予定しているが、担当者の本音としては再生可能エネルギーを優先させたいと考えている。

PDPの最新版では、発電設備容量を2020年には75,000MW、2030年には146,800MWにする予定である。2012年末の発電設備容量に対し2020年は約2.8倍、2030年には約5.4倍という計画である。その場合、2030年の再生可能エネルギーの2030年末の発電設備容量は13,800MW（9.4%）で、発電が41,700GWhとなっている。

一方で電力需要についてのベトナム電力調査結果を、図2-15に示す。今後の電力需要も引き続き前年比で10%以上の伸びが予想されるが、PDP最新版では毎年約14%の伸びに基づいて電源開発を計画しており、スケジュール通りに運転を開始すれば安定供給が見込めると予測している。

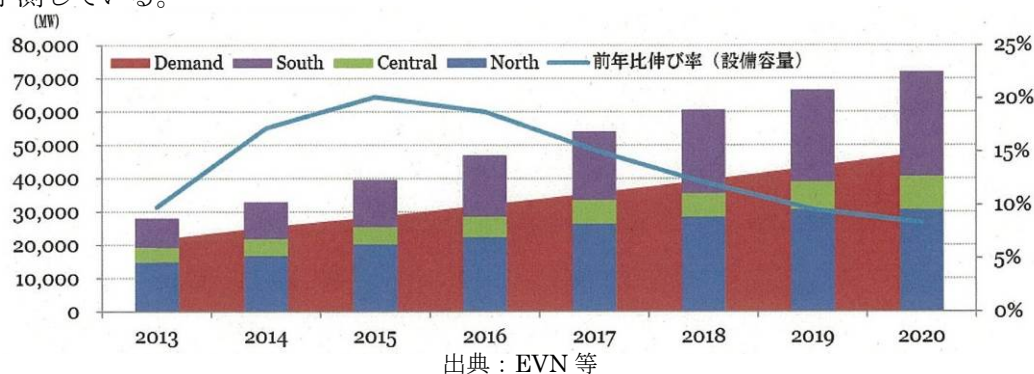


図 2-15 2013 年以降の電力需要予測及び電源容量

また、ホーチミン市のあるベトナム南部での電力需要予測と電源容量の現状と推移予測を図2-16に示すが、本図が示すように、この南部地域では2013～2015年にかけて電力不足が発生する恐れがある。ベトナムの国土は南北約2,300kmに及ぶため、南北で電力を融通し合うのは、送電ロスの問題もあって効率的でないのが実情である。

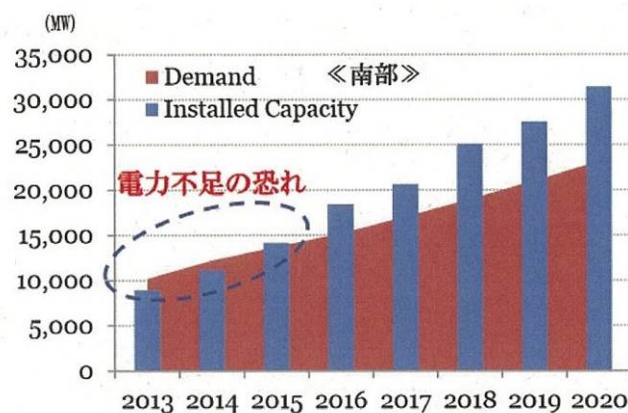


図 2-16 南部での電力需要予測及び電源容量

### 2.2.3 ベトナムにおける固形廃棄物発電プロジェクトへの支援制度

ベトナム商工省では、ベトナム国における固形廃棄物プロジェクトへの支援制度”Support Mechanism for Electricity Generation Projects from Solid Waste in Vietnam”の文書を作成している。今後は公式文書化を目指して、首相決定を受ける見込みであり、早ければ2014年上半期にも首相決定される可能性がある。

本文書中には、ごみ発電事業についての優遇制度文書（いつまでに埋立量を減らして焼却しなければいけないという首相決定文書）が存在しており、ごみ発電事業がベトナムで受け入れられる可能性は高いと言える。

また本支援制度中で設定されているごみ発電の買取価格は、現段階で10.05セント/kWhとされている。この価格は、コンサルタントが数件のプロジェクトの投資費、運営費、および利益等のデータに基づいて計算して決定したものである。ごみ発電についても、投資計画の内容を分析した上で決定されている。

この買取価格は、事業開始時点での価格がそのまま固定されることになる。今回の廃棄物発電施設事業についても、事業実施の20年間の電力買取価格はプロジェクト開始時点の価格がそのまま維持されることになる。またこの買取価格は、首相決定された後も毎年見直されることになり、継続的に値上げされる見通しである。したがって、事業実施のタイミングが後になるほど買取価格が上がり、収益を高められるように見えるが、実際には、土地確保の問題やごみ量確保の問題さらには送電網接続不可などで不利になる可能性（リスク）があるので、事業開始を遅らせることによる優位性はないと考えるべきである。またこの分野に投資すれば、土地の賃料や法人税等の優遇を受けられるメリットがある。

EVNは電力固定買取を義務付けられている。また決められた契約書が発行されており、EVNは確実に購入するしかない。EVNとの交渉については、事業者側がする必要はなく、政府側が交渉役となる。

20年間の固定買取期間が終わった後は、市場価格において買取価格が決まることになる。事業者は、20年で投資分を回収していると考ええる。

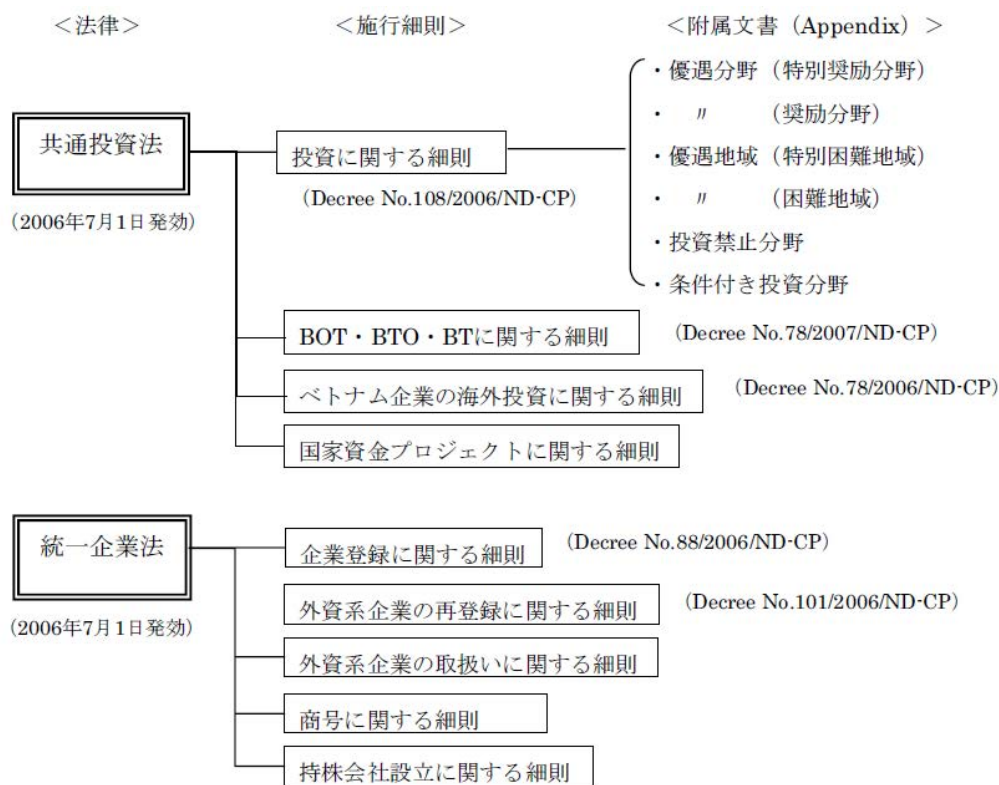
廃棄物発電については、廃棄物中にはプラスチック化石燃料由来とバイオ由来の可燃分が混在し、ヨーロッパではプラスチック系はクレジットに含まれないとされているが、ベトナムではごみ発電は再生可能エネルギーの1つとして位置付けられている。そのため廃棄物発電の電力買取価格は、バイオマス発電よりも高く設定されている。バイオマス発電は6～7セント/kWhであるが、この理由は、バイオマスはごみと比べて処理が容易なためである。

## 2.3 投資許認可制度

投資認可制度、同認可の流れについては、ホーチミン市計画投資局（Department of Planning and Investment）に対して本案件の概要説明とともにヒアリング調査を行った。

### 2.3.1 投資認可制度に関する概要

ベトナムに進出する外資系企業にとって、重要な法律の1つは、共通投資法（Law on Investment）と統一企業法（Law on Enterprises）である。共通投資法と統一企業法に関連して、具体的な運用規則を定めた共通投資法の施行細則である Decree No.108/2006/ND-CP（以下、Decree No.108）が2006年9月22日付で公表されており、投資案件の管轄や投資証明書の取得手続きが定められている。その流れを図2-17に示す。



出典：ベトナムの投資環境、2011年8月、国際協力銀行

図2-17 ベトナムにおける投資に関する法体系



ベトナムへの投資形態をまとめると、表 2-2 に示す通りとなる。

表 2-2 ベトナムへの投資形態まとめ

進出・投資形態	内容
①100%外資企業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外国投資家が全額出資し、会社を設立する投資形態。</li> <li>・単独でも複数の外国企業による投資でも可能。</li> <li>・多くのサービス分野では100%独資(外資)が認められているが、一部のサービス分野(運輸業等)では、依然、100%独資(外資)が規制されている。</li> </ul>
②合弁事業	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ベトナム企業(国営・民間・個人)と外国投資家の双方が出資し、合弁契約に基づいて会社を設立する投資形態。</li> </ul>
③事業協力契約(BCC)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ベトナム企業と外国投資家が、法人格を有する会社を設立せず、契約関係において利益や資産負債の共有を図る投資形態。</li> <li>・短期間で実施する事業や政府が規制している通信事業等の特定事業への投資、石油や他の天然資源の試掘、探査、採掘等の共同事業を行う際に用いられる。</li> </ul>
④BOT(建設・運営・譲渡)契約、 BTO(建設・譲渡・運営)契約、 BT(建設・譲渡)契約	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外国投資家とベトナム政府機関との間で締結され、建設したインフラ施設をベトナム政府に移転する時期、移転後の運営方法により、BOT契約、BTO契約、BT契約の3種類に分類される。</li> <li>・外国投資家は、全額出資の方法によりまたはベトナム政府との共同出資の方法により、会社を設立する。</li> <li>・道路、港湾、空港、鉄道、橋梁、水道、電力等のインフラ建設事業を行う際に用いられる。</li> </ul>
⑤間接投資(株式購入、合併・買収)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・証券法、その他関連法の規定に従う。</li> </ul>

進出・投資形態	内容
	<ul style="list-style-type: none"> <li>・外国投資家の上場会社に対する出資比率は、最大49%に限定されている。なお、出資可能な比率は、投資分野毎に政府規定により定められている。</li> </ul>
⑥支店・駐在員事務所の設置	<ul style="list-style-type: none"> <li>・法律事務所、会計事務所、銀行等による支店開設など。</li> <li>・駐在員事務所は、市場調査、情報収集、委託加工の管理を目的とするもので、営業活動は認められていない。</li> <li>・詳しくは改正商法に規定される。</li> </ul>
⑦その他(委託加工等)	<ul style="list-style-type: none"> <li>・委託加工には、加工賃で製品を買い取る方式(無償委託加工方式)と、原材料を有償で支給し、原材料費プラス加工賃で製品を引き取る方式(有償委託加工方式)がある。</li> <li>・そのほか、プロジェクト毎に建設許可を受けて施主との契約により事業を行う建設据付工事契約、特許・ノウハウを供与し対価を得る技術移転契約、ベトナムの販売店を利用して販売する代理店・販売店契約などに基づく事業形態がある。</li> </ul>

出典：ベトナムの投資環境、2011年8月、国際協力銀行

また、共通投資法にて定義されている BOT や BTO の事業概要をまとめると、表 2-3 のようになる。本件では、BOT 契約を前提として検討を進めている。

表 2-3 ベトナムにおける BOT 契約、BTO 契約、BT 契約の概要

契約形態	内容
BOT 契約	権限を有する政府機関と投資家が一定の期間にインフラ・プロジェクトの建設・運営のために締結し合う契約。かかる期間の満了後、投資家はベトナム国家に当該インフラ施設を無償で移転する。
BTO 契約	権限を有する政府機関と投資家が一定の期間にインフラ・プロジェクトの建設・運営のために締結し合う契約。建設完了後、投資家はベトナム国家に当該インフラ施設を移転し、一方、投資した資本の回収および合理的な利益の獲得が可能となるように、政府からそのインフラ施設を一定期間運営する権利を付与される。
BT 契約	権限を有する政府機関と投資家が一定の期間にインフラ・プロジェクトの建設・運営のために締結し合う契約。建設完了後、投資家はベトナム国家に当該インフラ施設を移転し、一方、投資した資本の回収および合理的な利益の獲得が可能となるように、政府は投資家がその他のプロジェクトを行えるよう便宜を図るか、BT 契約に基づき投資家に支払う。

出典：ベトナムの投資環境、2011 年 8 月、国際協力銀行

### 2.3.2 ホーチミン市における投資認可の手続き

ホーチミン市の計画投資局における手続と工程については、プロジェクトが本提案のように BOT の場合、2009 年の法律（2009/108）による規定が適用されることになり、詳細の手続については、同法律の規定を参考にする必要がある。注意点として、BOT と FDI（海外直接投資）では、それぞれ参照すべき法律が異なることである。（FDI の場合、2005 年の法律 2006/88 が対象となる。）

BOT プロジェクトに係る審査では、ホーチミン市側の代表と投資家（事業者）が調印した後、DONRE による審査が開始される。2009/108 規定に記載の通り、ライセンスと投資認可の両方を取得する必要がある。ホーチミンでの廃棄物関連プロジェクトも、基本的に DONRE が主体となって審査し、責任を有することになる。

DONRE を主体として 7 局（農業局、投資計画局、建設局、財政局、司法局、DOSTE 等）から構成される機関が、実現可能性調査（Feasibility Study）を審査および認可した後、事業者が投資報告書を作成し、ライセンスを得る流れとなる。本報告書は DONRE によって必要に応じて修正が加えられ、その後にホーチミン市人民委員会が審査することになる。審査期間は通常は 2 週間程度であるが、修正に要する時間が発生し、審査期間が延びる可能性も考えられる。

審査時に重視される事項は、プロジェクトの実施場所、処理規模、処理費、発電量、売電量などの情報である。DONRE による審査が終了し、人民委員会から認可された廃棄物処理プロジェクトが 8 件存在している。いずれも早くて 2016 年からの開始になる見込みであるが、投資許可はまだ出されていない。

以上の BOT プロジェクトにおける審査の流れを図 2-18 に示す。

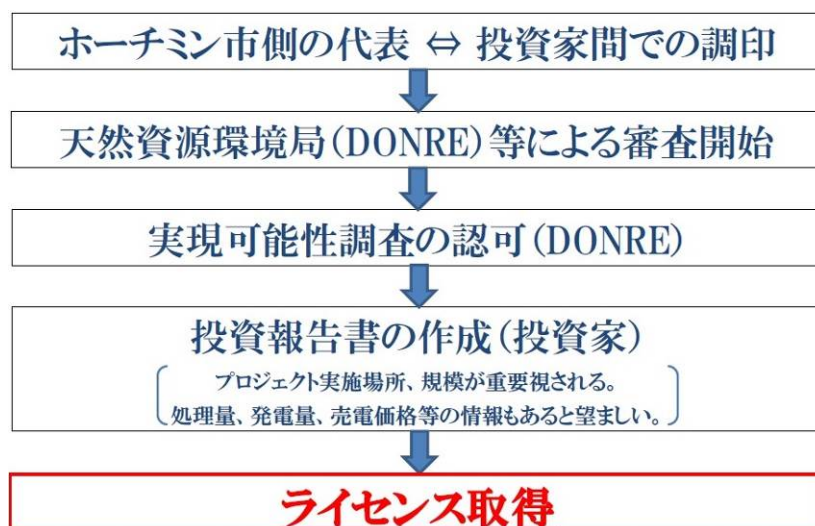


図 2-18 BOT プロジェクトにおける審査の流れ

プロジェクト実施の認可を得るために最も効果的な方法は、プロジェクトに関するレター (LOI : Letter of Intent、関心表明レター) を、ホーチミン市人民委員会に対して提出することと考えられる。ただし、LOI を提出するとしても、特に本廃棄物焼却発電施設プロジェクトについては金額も大きく、事業者の内部で投資許可を得るための調整が必要となり、時間がかかる作業となっている。

## 2.4 環境規制値（日本とベトナムの現状比較）

### 2.4.1 日本の廃棄物発電に適用される環境基準（排ガス基準と焼却灰の事例）

#### (1) 排ガス基準

日本における廃棄物焼却発電施設に適用される排ガス基準値を表2-4に示す。さらに地方自治体によっては、上乘せ基準値も設定されているところも多い。

またダイオキシン類は、焼却炉の性能や完全燃焼の維持等により抑制することが可能である。そのためには、850°C以上での燃焼、2秒以上の燃焼室でのガスの滞留時間、燃焼ガスの十分な攪拌等が必要とされている。

表 2-4 ごみ焼却処理施設の排ガス基準

処理対象物質	法規制値
ばいじん(g/m <sup>3</sup> N)	0.04
塩化水素 HCl(ppm)	700mg/m <sup>3</sup> N 430ppm
硫黄酸化物 SO <sub>x</sub> (ppm)	K 値=9
窒素酸化物 NO <sub>x</sub> (ppm)	250
ダイオキシン類 (ng-TEQ/m <sup>3</sup> N)	0.1

(いずれも酸素濃度12%換算値)

※1：法規制値の根拠は以下のとおり。

ばいじん：大気汚染防止法施行規則別表第2（第4条関係）

塩化水素：大気汚染防止法施行規則別表第3（第5条関係） 大気汚染防止法施行令別表第1

硫黄酸化物：大気汚染防止法施行規則別表第1（第3条関係） 大気汚染防止法施行令別表第3

窒素酸化物：大気汚染防止法施行規則別表3の2（第5条関係） 大気汚染防止法施行令別表第1

ダイオキシン類：ダイオキシン類対策特別措置法施行規則 別表第1（第1条の2関係）

廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行規則 別表第2（第4条の5関係）

※2：燃焼管理基準：煙突出口の一酸化炭素（CO）濃度は30ppm以下（O<sub>2</sub>=12%換算値の4時間平均）とし、安定燃焼するため、100ppmを超えるCO濃度瞬時値のピークを極力発生させないように留意。

※3：焼却能力が1炉1時間当たり4トン以上の場合の基準。

#### (2) 焼却灰基準

廃棄物発電施設から発生する焼却灰、飛灰処理物の基準は、「金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令における基準値」に従って規定されることが多い。同基準値が採用される理由は、「廃棄物の処理及び清掃に関する法律施行令に規定する廃棄物の収集、運搬、処分等の基準及び海洋汚染及び海上災害の防止に関する法律施行令に規定する埋立場所等に排出する廃棄物の排出方法に関する基準の改正について公布日：平成4年8月

31日 環水企182 号」の規定に従うためであり、その抜粋を以下示す。

<p>1 一般廃棄物処理基準</p> <p>(3) 埋立処分の基準</p> <p>エ 特別管理一般廃棄物であるばいじんを令第4 条の2 第2 号ロの規定に基づき厚生大臣が定める方法により処分し又は再生したことにより生じた廃棄物の埋立処分に当たっては、あらかじめ環境庁長官が定める基準に適合するものにしなければならないこととした。なお、平成4 年環境庁告示第42 号の第1 中「金属等が溶出しない」とは、令第6 条の4 第3 号イ(1)及び(2)に規定するばいじんを処分するために処理したものに係る金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める総理府令(昭和48 年総理府令第5 号、以下「総理府令」という。)で定める基準に適合することをいう。</p>
--

表2-5 廃棄物発電施設から発生する焼却灰、飛灰処理物の最終処分物としての溶出基準

対象物質	埋立処分判定基準
アルキル水銀化合物 (mg/l)	不検出
水銀又はその化合物 (mg/l)	0.005
カドミウム又はその化合物 (mg/l)	0.3
鉛又はその化合物 (mg/l)	0.3
六価クロム化合物 (mg/l)	1.5
砒素又はその化合物 (mg/l)	0.3
PCB (mg/l)	0.003
セレン又はその化合物 (mg/l)	0.3
ダイオキシン類 (ng-TEQ/g)	3

※1：金属等を含む産業廃棄物に係る判定基準を定める省令最終改正：

平成18年12月15日環境省令第36号別表第1

※2：廃油、廃酸、廃アルカリは、埋立処分禁止。

## 2.4.2 ベトナムの焼却炉に適用される技術基準

### (1) 焼却炉に適用される技術基準

ベトナムにおいて焼却炉に適用される技術基準は、現状では産業廃棄物用焼却炉に対する国家基準(QCVN30:2012/BTNMT)は存在するものの、都市ごみ用焼却炉に対する国家基準は現在ベトナム天然資源省(MONRE)で作成中であり、2014 年末に発行される見通しとなっている。新基準作成に当たっては、諸外国における都市ごみ焼却炉技術等を参考にしているとの情報を得ている。

もし現時点で都市ごみ焼却施設を建設するのであれば、現状の産業廃棄物用焼却炉向け基準（QCVN30:2012/BTNMT）を適用することになる。その内容を表 2-6 に示す。

表 2-6 産業廃棄物焼却炉の基本仕様（QCVN30:2012/BTNMT）

番号	項目	単位	数値
1	焼却能力 <sup>(1)</sup>	kg/h	≥ 100
2	一次燃焼室温度 <sup>(2)</sup>	℃	≥ 650
3	第二次燃焼室温度	℃	≥ 1,000
	非有害廃棄物		
	ハロゲン有機化合物を含まない有害廃棄物 <sup>(3)</sup>		
	ハロゲン有機化合物を含む有害廃棄物		
4	燃焼室ガス滞留時間	秒	≥ 2
5	排ガス中残留酸素濃度	%	6 - 15
6	焼却炉外壁温度	℃	≤ 60
7	大気排出ガス温度	℃	≤ 180
8	1kg の廃棄物を燃焼するための補助燃料消費熱量 <sup>(4)(5)</sup>	kcal	≤ 1,000
9	連続運転時間 <sup>(5)</sup>	日	≥ 72
注記： (1) 100kg/h 焼却炉における一次燃焼室の最小容積は 1.4m <sup>3</sup> とする。 (2) 特殊な操業条件の場合（還元雰囲気での熱分解や低温で揮発する廃棄物からの金属回収等）に一次燃焼室温度を 650℃未満とすることは、認証機関による承認を受けることで可能とする。 (3) 有害廃棄物に関する基準(QCVN 07:2009/BTNMT)による。 (4) 軽油 0.1kg が 1,000kcal に相当する。 (5) 連続運転の評価は、認証機関による調査と監督によってのみ有効となる。			

## (2) 排ガス基準値

ベトナム国における焼却炉に係る排ガス基準についても、焼却炉の技術基準と同じく「産業廃棄物焼却炉に対する国家技術基準（QCVN 30:2012/BTNMT）」に記載されており、現時点で都市ごみ焼却炉を建設する場合には、本基準を遵守することになる。

表 2-7 に、現状で適用されることになる「産業廃棄物焼却炉に対する国家技術基準（QCVN 30:2012/BTNMT）」に記載された排ガス基準値を示す。本基準の特徴として、排ガス中酸素濃度による換算値を用いずに、絶対濃度による基準値を設定していることである。

表 2-7 産業廃棄物焼却炉に対する排ガス基準値 (QCVN 30:2012/BTNMT)

項目	数値
ばいじん	100 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	50 mg/Nm <sup>3</sup>
CO	250 mg/Nm <sup>3</sup>
SO <sub>2</sub>	250 mg/Nm <sup>3</sup>
NO <sub>x</sub> (NO <sub>2</sub> として)	500 mg/Nm <sup>3</sup>
Hg	0.2 mg/Nm <sup>3</sup>
Cd	0.16 mg/Nm <sup>3</sup>
Pb	1.2 mg/Nm <sup>3</sup>
他の重金属合計	1.2 mg/Nm <sup>3</sup>
HC	50 mg/Nm <sup>3</sup>
PCDD/PCDF (炉規模が 300kg/h 以上)	0.6 ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>

### (3) 飛灰処理基準

廃棄物の焼却施設から飛灰は、有害物質の閾値に関する基準 (National Technical Regulation on Hazardous Waste Thresholds ; QCVN07:2009/BTNMT) が適用されることになるが、重金属の含有量に設定されている基準に抵触する恐れがある。このため、有害廃棄物の基準について把握する必要がある。

有害廃棄物基準については、共通の有機特性項目の閾値が表 2-8 の通り設定されている。

表 2-8 有害廃棄物特性項目の閾値 (QCVN07:2009/BTNMT)

No.	有害特性項目	有害廃棄物閾値
1	可燃性	引火点 ≤ 60 °C
2	アルカリ度	pH ≥ 12,5
3	酸度	pH ≤ 2,0

また、重金属類を含む無機系の有害項目の閾値が、表 2-9 のように設定されている。さらに、有機系の有害項目の閾値が約 170 項目にわたり設定されているが、都市ごみを対象とする廃棄物発電施設から発生する可能性はほぼないと考えられるため、ここでは記載しない。



表 2-9 有害物質の閾値に関する基準 (QCVN07:2009/BTNMT)  
(無機系物質の抜粋)

No.	有害項目	化学式	有害廃棄物閾値	
			基準含有量 H (ppm)	基準溶出濃度 C <sub>tc</sub> (mg/l)
1	アンチモン	Sb	20	1
2	ヒ素	As	40	2
3	バリウム (硫酸バリウムを除く)	Ba	2,000	100
4	銀	Ag	100	5
5	ベリリウム	Be	2	0,1
6	カドミウム	Cd	10	0,5
7	鉛	Pb	300	15
8	コバルト	Co	1,600	80
9	亜鉛	Zn	5,000	250
10	モリブデン (硫化モリブデン(IV)を除く)	Mo	7,000	350
11	ニッケル	Ni	1,400	70
12	セレン	Se	20	1
13	タリウム	Ta	140	7
14	水銀	Hg	4	0,2
15	六価クロム	Cr	100	5
16	バナジウム	Va	500	25
17	フッ化物(フッ化カルシウム)	F <sup>-</sup>	3,600	180
18	総シアン化合物	CN <sup>-</sup>	590	
19	アスベスト		10,000	

### 2.4.3 関係者へのヒヤリング調査・考察・政策提言

2014年1月14日にMONRE担当者へのヒアリングにより、ベトナム国における廃棄物焼却処理に係る環境基準等についてヒアリング調査を行うとともに、以下の考察および政策提言を行った。

#### (1) 焼却炉に適用される技術基準

都市ごみ焼却炉に対する技術基準は、現在MONREで作成中であるが、既存の産業廃棄物焼却炉技術基準を採用すると、日本の基準と比較して明らかに不合理な部分が見受けられるため、適正な見直しが行われるためには、ベトナム政府側に適正な情報提供を図っていくことが必要である。したがって、都市ごみ焼却炉に関しては2014年末までの新基準作成期間において、日本の基準の合理性を説明し、基本的に日本の考え方に沿った基準設



定を誘導する必要がある。これにより、日本の技術を展開しやすい環境を構築することが可能になると考えられる。

具体的に不合理と思われる基準値を、以下に挙げる。

- ・二次燃焼室温度：1,000℃以上

日本の基準は 850℃であり、この温度でダイオキシン類規制値を十分に遵守可能である。MONRE 担当者ヒアリング時には、外国の事例を参考にして、この基準温度を下げることを検討中との回答を得ており、都市ごみ焼却炉向け新基準では、規制温度が下がる可能性が高いと考えている。

- ・排ガス中残留酸素濃度：6～15%

日本の基準は酸素濃度 12%換算値（乾き基準）で排ガス中有害物質濃度の基準を設定しているが、ベトナムの排ガス基準値は、酸素濃度 15%での有害物質濃度をベースとして基準値を設定している。本基準に対して、現状の日本の技術で特に問題となることは考えられず、新しい機器の設置、薬剤の増量や変更等の必要はないと考えられる。

- ・焼却炉外壁温度：60℃以下

日本では機器の外壁温度に関する国家基準は特に存在しないが、基本的考え方として、室温+40℃で 80℃以下としている事例が多い。作業員の火傷防止対策は当然必要であるが、手袋等を着用していれば表面温度が 80℃でも火傷は防げるため、ベトナムの産業廃棄物用焼却炉向け基準の 60℃はやや過剰と考える。

- ・大気排出ガス温度：180℃以下

大気排出ガス温度が 180℃以下に規制されると、バグフィルタでの除じん・除塩後に排ガスを 200℃以上に再加熱して触媒による脱硝処理を行った場合、最冷却が必要となる。現実的には、触媒脱硝がなくても排ガス中窒素酸化物濃度基準は遵守可能であり、当面問題が発生することはないと考えられる。

## (2) 排ガス基準値

排ガス基準と焼却炉技術基準は、いずれも切り離すことのできない要素である。ベトナムと日本の排ガス基準値を比較した場合、表 2-10 に示すように、数値の大小だけでなく、排ガス中酸素濃度基準、項目数も大きく異なっている。この原因は、日本では環境項目と技術基準を関連付けて基準値を設定しているためである。こうした背景をベトナム側に参考情報として説明することも、日本技術の優位性を示す重要な要素となる。

排ガス中酸素濃度基準については、ベトナムでは大気放出時に 6～15%の範囲内とすることを要求されている。ベトナムにおける有害物質濃度の設定基準については、酸素濃度

が15%のときをベースとして決定している。結果として、有害物質濃度を空気である程度まで希釈することは可能であるが、現状のベトナム基準に合わせて新たな対策を追加する必要はないと考える。

表 2-10 ベトナムと日本の排ガス基準値を比較

項目	ベトナム	日本
ばいじん	100 mg/Nm <sup>3</sup>	40 mg/Nm <sup>3</sup>
HCl	50 mg/Nm <sup>3</sup>	700 mg/Nm <sup>3</sup>
HF	5 mg/Nm <sup>3</sup>	-
CO	250 mg/Nm <sup>3</sup>	-
SO <sub>2</sub>	250 mg/Nm <sup>3</sup>	K 値=9
NO <sub>x</sub>	NO <sub>2</sub> として 500 mg/Nm <sup>3</sup>	250 ppm
Hg	0.2 mg/Nm <sup>3</sup>	-
Cd	0.16 mg/Nm <sup>3</sup>	-
Pb	1.2 mg/Nm <sup>3</sup>	-
HC	50 mg/Nm <sup>3</sup>	-
他の重金属合計	1.2 mg/Nm <sup>3</sup>	-
PCDD/PCDF	0.6 ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>	0.1 ng-TEQ/Nm <sup>3</sup>

注 1) ベトナムは排ガス中酸素濃度 6~15%の遵守が必要

注 2) 日本は酸素濃度 12%換算値で上記数値の遵守が必要

### (3) 飛灰処理基準

#### 1) 関係者ヒアリング調査

焼却飛灰に関連する諸基準は、有害廃棄物の閾値および分析方法を示す国家基準（QCVN07:2009/BTNMT）の他に、2011年に発行された有害廃棄物の管理基準を定めた法規制示す文書（12/2011/TT-BTNMT）が適用されることになる。しかしながら、有害廃棄物の処理技術に係る基準が存在していないのが現状である。

#### 2) 考察

日本では焼却飛灰に係る基準が最終処分場での溶出基準が中心であるのに対して、ベトナムにおける有害廃棄物基準は、溶出濃度基準だけでなく含有濃度基準も設定されている。したがって、日本ではキレート剤添加等の溶出対応の技術を適用している状況に対して、ベトナムにおける飛灰の取扱において、規制物質の含有濃度が基準超過の場合には、セメント固化処理（重量増加による希釈）など何らかの対策が必要である。場合によっては、有害廃棄物として委託処理等を視野に入れる必要がある。

#### 3) 政策提言

有害廃棄物管理について定めた法規制の内容を確認した上で、有害廃棄物の処理技術に係る基準を設定することが必要である。

## 2.5 環境規制値（その他の公害防止条件）

### 2.5.1 騒音基準

ベトナム国の「National Technical Regulation on Noise (QCVN 26:2010/BTNMT)」に基づく騒音基準値（普通地区）を、表2-11に示す。

表2-11 1日の適用時間帯と許容騒音値（dB）

区域	6～21時	21～6時
普通の区域	70	55

（※ 敷地境界での計測値）

### 2.5.2 振動基準

ベトナム国の「National Technical Regulation on Vibration (QCVN 27:2010/BTNMT)」に基づく振動基準値（普通地区）を、表2-12に示す。

表2-12 1日の適用時間帯と許容振動値（dB）

区域	6～21時	21～6時
普通の区域	70	60

（※ 敷地境界での計測値）

### 2.5.3 排水基準

ベトナムにおける産業排水基準（QCVN40:2011/BTNMT）を表 2-13 に示す。本廃棄物焼却発電施設では、プラント排水は排水処理設備で処理した後に燃焼排ガス冷却用に噴霧するため、施設外への放流は基本的に行わないシステムとしているが、やむを得ず場外へ排水を放流せざるを得ない場合が発生することを考慮し、排水処理設備は本表記載の基準値を遵守可能な仕様とする。

また生活排水については、Vietstar 社が所有する既存の排水処理設備へ放流する。

表 2-13 産業排水基準 (QCVN40:2011/BTNMT)

番号	項目	単位	ベトナム国家基準	
			A*	B*
1	気温	°C	40	40
2	色度	Pt/Co	50	150
3	pH	-	6-9	5.5-9
4	BOD <sub>5</sub> (20°C)	mg/l	30	50
5	COD	mg/l	75	150
6	総浮遊物質	mg/l	50	100
7	ヒ素	mg/l	0.05	0.1
8	水銀	mg/l	0.005	0.01
9	鉛	mg/l	0.1	0.5
10	カドミウム	mg/l	0.05	0.1
11	六価クロム	mg/l	0.05	0.1
12	三価クロム	mg/l	0.2	1
13	銅	mg/l	2	2
14	亜鉛	mg/l	3	3
15	ニッケル	mg/l	0.2	0.5
16	マンガン	mg/l	0.5	1
17	鉄	mg/l	1	5
18	シアン化合物	mg/l	0.07	0.1
19	フェノール	mg/l	0.1	0.5
20	鉱物油	mg/l	5	10
21	硫黄化合物	mg/l	0.2	0.5
22	フッ素化合物	mg/l	5	10
23	アンモニウム性窒素(NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> -N)	mg/l	5	10
24	全窒素	mg/l	20	40
25	全りん	mg/l	4	6
26	塩化物	mg/l	500	1000
27	残留塩素	mg/l	1	2
28	有機塩素系殺虫剤	mg/l	0.05	0.1
29	有機系殺虫剤	mg/l	0.3	1
30	PCB	mg/l	0.003	0.01
31	大腸菌群	MPN/100ml	3,000	5,000
32	全アルファ線強度	mg/l	0.1	0.1
33	全ベータ線強度	mg/l	1.0	1.0

A\* : 生活用水に利用される水域に排出する産業排水の汚染物質の値を規定する。

B\* : 生活用水以外に利用される水域に排出する産業排水の汚染物質の値を規定する。

#### 2.5.4 臭気基準（大気環境中有害物質）

ベトナムにおける大気環境中の有害物質の環境基準（QCVN06:2009/BTNMT）を、表 2-14 に示す。ただし臭気発生源となる Phuoc Hiep 処分場が隣接するため、当該ごみ発電施設の寄与度を勘案することにより、対応を検討する。

表 2-14 大気環境中の有害物質の環境基準（臭気基準 QCVN06:2009/BTNMT）

物質	平均時間	許容濃度( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
アンモニア	1 時間	200
アセトアルデヒド	1 時間	45
	1 年間	30
プロピオン酸	8 時間	300
硫化水素	1 時間	42
メチルメルカプタン	1 時間	50
	24 時間	20
スチレン	24 時間	260
トルエン	30 分間	1,000
	1 時間	500
	1 年間	190
キシレン	1 時間	1,000

### 3. 廃棄物の組成・性状等調査

---

#### 3.1 ごみ質の分析方法および結果

第2章で述べたように、Vietstar 社コンポスト化施設で受け入れている廃棄物は、発熱量が非常に低く、そのままの状態での焼却発電プロセスに投入することは適当でないことが分かった。そこで、同施設の各プロセスでサンプルを採取し、物理的構成、水分、灰分、揮発分（可燃分）、発熱量を計測した。その結果、焼却発電プロセスに適した原料の選別が可能かを判断する材料とした。図 3-1 に、Vietstar 社内でのごみの流れおよびサンプル採取箇所を示す。

本施設は、選別ライン、コンポスト化ライン、および再生プラスチック製造の3つの工程を持つ。計量された廃棄物は、最初に受入エリア（Tipping Area）で簡単な粗選別が行われ、処理不適ごみは選別ラインに投入されずに、Phuoc Hiep 処分場へ直接搬出される。現在 Vietstar 社では、ホーチミン市都市環境公社（CITENCO）から廃棄物を受け入れているが、その中に50%以上の有機ごみの混入がなければ、Phuoc Hiep 処分場へ無料で搬出できる契約となっている。

選別ラインには、機械選別と手選別工程がある。機械選別工程は、破袋機、4基のトロンメル、および磁力選別機を持ち、トロンメルでは、4cm 以下、8cm 以下、8cm 以上に選別する。この中で、4～8cm の廃棄物がコンポストラインへ送られる。

手選別工程は4ラインがあり、レジ袋、汚れが目立たない大きめの食品トレーなどのプラスチック類、さらには磁選機で回収不可能なガラス等を、作業員約30名で回収している。回収されたプラスチックは、洗浄ペレット化して売却しており、同施設の収益源となっている。その他の細かなプラスチック類、繊維、布、ごむ、果物の種、木くず類等は、Phuoc Hieps 処分場へ搬出されている。

コンポスト化ラインでは、25日かけて有機系廃棄物を発酵させ、その後に移動式トロンメル（粗選別）と固定式トロンメル（4mmメッシュ）によってさらに選別を行い、異物を除去する。4mm以上は、規格外のコンポスト残渣として Phuoc Hiep 処分場へ搬出しているが、磁選機でメタル分の回収も行っている。

Figure 3. VIETSTAR SAMPLING DIAGRAM AND SAMPLING LOCATION

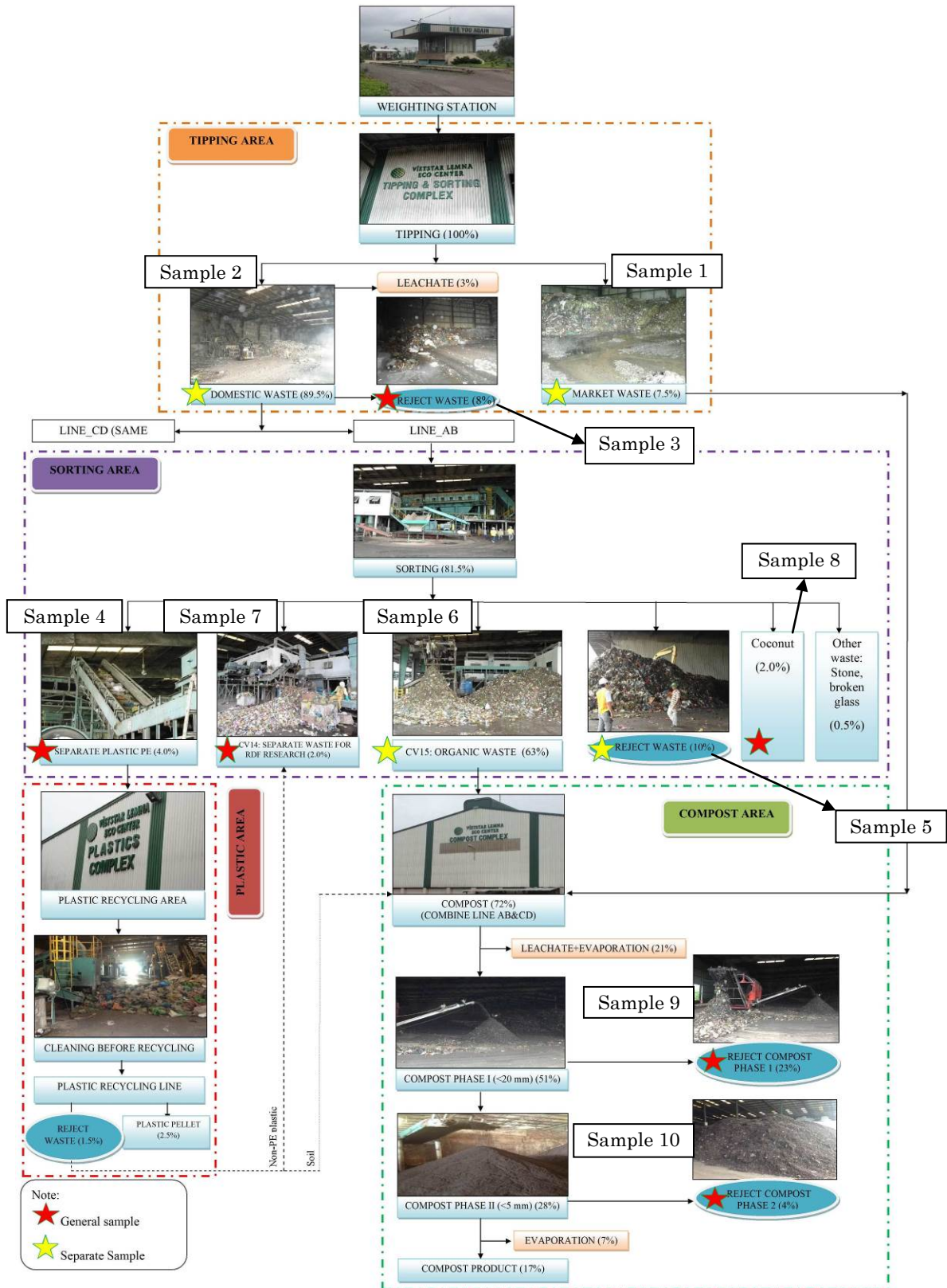


図 3-1 Vietstar 社コンポスト化施設におけるごみ流れ、およびサンプリング実施箇所

各サンプルの成分分析値を表 3-1 に示す。

表 3-1 Vietstar 社内での各サンプル分析結果

		水分 (%)	可燃分 (%)	灰分 (%)	高位発熱量 (kcal/kg)	低位発熱量 (kcal/kg)
S1	選別エリア:市場ごみ	87.70	7.61	4.69	354	-119
S2	受入エリア:家庭ごみ	64.15	26.69	9.18	1,836	1,489
S3	受入エリア:拒絶ごみ	54.51	35.60	9.88	2,122	1,828
S4	選別エリア:プラスチック類	38.10	56.20	5.70	6,044	5,838
S5	選別エリア:拒絶ごみ	46.72	40.61	12.67	3,012	2,760
S6	選別エリア:有機系ごみ	54.91	21.32	23.77	1,649	1,353
S7	選別エリア:RDF 用ごみ	40.40	56.08	3.52	6,107	5,888
S8	選別エリア:ココナッツ	62.50	33.71	3.79	1,834	1,497
S9	コンポストエリア 1:拒絶ごみ	58.50	29.38	12.12	2,686	2,370
S10	コンポストエリア 2:拒絶ごみ	33.40	28.17	38.43	1,875	1,694

また、上記ごみ種類の中で、S2（家庭ごみ）、S3（拒絶ごみ）、S5（拒絶ごみ）、S6（有機系ごみ）の構成および分析データを、表 3-2～3-5 に示す。

表 3-2 S2（家庭ごみ）の構成および分析データ

	ごみ種類	重量比 (%、湿り)	水分(%)	可燃分 (%)	灰分(%)	高位発熱量 (kcal/kg)
1	食品廃棄物	61.0	79.2	16.3	4.6	3,619
2	紙類	2.5	59.6	34.0	6.4	4,425
3	おむつ類	5.8	73.8	22.1	4.1	4,035
4	プラスチック類	18.7	32.2	60.9	6.9	8,644
5	繊維類	2.4	54.9	39.9	5.2	4,547
6	木類	0.8	18.0	72.2	9.8	4,010
7	ゴム、皮革類	0.7	21.0	63.1	15.9	5,426
8	金属類	0.2	2.0	0.0	98	-
9	無機物	2.6	6.2	0.0	93.8	-
10	甲殻類	0.5	22.0	0.0	78.1	-
11	その他	4.7	44.8	26.8	28.4	2,527



表 3-3 S3 (受入エリア : 拒絶ごみ) の構成および分析データ

	ごみ種類	重量比 (%、湿り)	水分(%)	可燃分 (%)	灰分(%)	高位発熱量 (kcal/kg)
1	食品廃棄物	11.9	70.4	23.6	6.0	3,858
2	紙類	-	-	-	-	-
3	おむつ類	-	-	-	-	-
4	プラスチック類	6.2	31.9	59.2	8.9	8,115
5	繊維類	31.1	51.8	41.1	7.1	4,643
6	木類	5.2	32.8	61.3	5.9	3,720
7	ゴム、皮革類	8.8	38.0	48.6	13.4	5,137
8	金属類	-	-	-	-	-
9	無機物	-	-	-	-	-
10	甲殻類	-	-	-	-	-
11	その他	37.5	62.5	24.1	13.4	

表 3-4 S5 (選別エリア : 拒絶ごみ) の構成および分析データ

	ごみ種類	重量比 (%、湿り)	水分(%)	可燃分 (%)	灰分(%)	高位発熱量 (kcal/kg)
1	食品廃棄物	-	-	-	-	-
2	紙類	3.0	60.5	28.4	11.1	3,352
3	おむつ類	1.7	78.8	17.0	4.2	-
4	プラスチック類	6.3	32.6	58.8	8.6	6,030
5	繊維類	3.0	59.8	34.3	5.9	4,346
6	木類	0.2	4.0	84.4	11.6	-
7	ゴム、皮革類	2.7	39.6	45.4	15.0	5,510
8	金属類	-	-	-	-	-
9	無機物	1.7	1.5	-	98.5	-
10	甲殻類	3.0	15.7	-	84.3	-
11	その他	78.4	59.1	17.9	23.0	3,778

表 3-5 S6（選別エリア：有機系ごみ）の構成および分析データ

	ごみ種類	重量比 (%、湿り)	水分(%)	可燃分 (%)	灰分(%)	高位発熱量 (kcal/kg)
1	食品廃棄物	-	-	-	-	-
2	紙類	2.1	52.7	38.0	9.3	3,654
3	おむつ類	11.5	74.7	20.8	4.5	5,802
4	プラスチック類	33.5	31.5	58.3	10.2	7,653
5	繊維類	27.2	52.5	41.6	5.9	4,565
6	木類	2.1	30.4	61.3	8.3	3,928
7	ゴム、皮革類	6.3	26.9	57.8	15.3	5,575
8	金属類	2.1	1.5	-	98.5	-
9	無機物	1.7	1.0	-	99.0	-
10	甲殻類	-	-	-	-	-
11	その他	12.5	72.5	11.5	16.0	3,857

またサンプリングした各プロセスのごみの写真を図 3-2～11 に、本施設で製造されるコンポスト化製品の写真を図 3-12 に、それぞれ示す。



図 3-2 受入ごみ（都市ごみ）



図 3-3 受入ごみ（市場ごみ）



図 3-4 受入エリア拒絶ごみ



図 3-5 プラスチック類



図 3-6 RDF 用ごみ



図 3-7 ココナッツ殻



図 3-8 有機系ごみ



図 3-9 選別エリア拒絶ごみ



図 3-10 コンポスト拒絶ごみ (Phase1)



図 3-11 コンポスト拒絶ごみ (Phase2)



出典：ホーチミン市・大阪市の連携による低炭素都市開発事業 第2回ワークショップ資料

図 3-12 Vietstar 社のコンポスト化製品

## 4. 統合型の廃棄物発電の見積・設計

---

### 4.1 廃棄物発電施設の基本計画

#### 4.1.1 廃棄物発電施設で処理するごみの種類・性状

処理対象廃棄物は、Tay Bac Waste Treatment Complex 内でコンポスト化施設を操業している Vietstar 社から排出され、現在では Phuoc Hiep 処分場へ搬入されているコンポスト残渣等とする。

具体的には、前章での Vietstar 社コンポスト化施設における各プロセスでのごみ質調査結果を基に、新設する廃棄物焼却発電施設で受け入れるごみは、Vietstar 社で受け入れている家庭ごみの混合ごみと、以下の 4 種類とする。この 4 種類の廃棄物は、現状ではいずれも Phuoc Hiep 処分場へ排出されているものである。

- ・ S3 (受入エリア：拒絶ごみ)
- ・ S5 (選別エリア：拒絶ごみ)
- ・ S9 (コンポストエリア 1：拒絶ごみ)
- ・ S10 (コンポストエリア 2：拒絶ごみ)

また詳細の燃焼計算を行うため、焼却対象となるごみの各成分の可燃分（食品廃棄物、紙類、おむつ類、繊維類、プラスチック類、ゴム・皮革類）組成分析結果を、表 4-1 に示す。

表 4-1 ごみ各成分の可燃分組成分析結果

	C(%)	H(%)	N(%)	Cl(%)	S(%)
食品廃棄物	50.6	5.4	0.33	0	0.1
紙類	41.4	4.8	0.2	0	0.13
繊維類	55.3	6.4	4.3	0.04	0.16
プラスチック類	60.5	6.8	0	0.05	0.08
ゴム・皮革類	78	10	2	0.2	0
おむつ類	52	6.4	4.1	0	0.18

これより、本廃棄物焼却発電施設に投入するごみ質を、表 4-2 の通りに設定した。

表 4-2 本廃棄物焼却発電施設におけるごみ性状設定値

Hu(kcal/kg)	1,760
Hu(kJ/kg)	7,369
水分(%)	59.30
灰分(%)	11.57
可燃分(%)	29.12
C(%)	54.93
H(%)	6.14
O(%)	37.85
N(%)	0.95
Cl(%)	0.03
S(%)	0.10

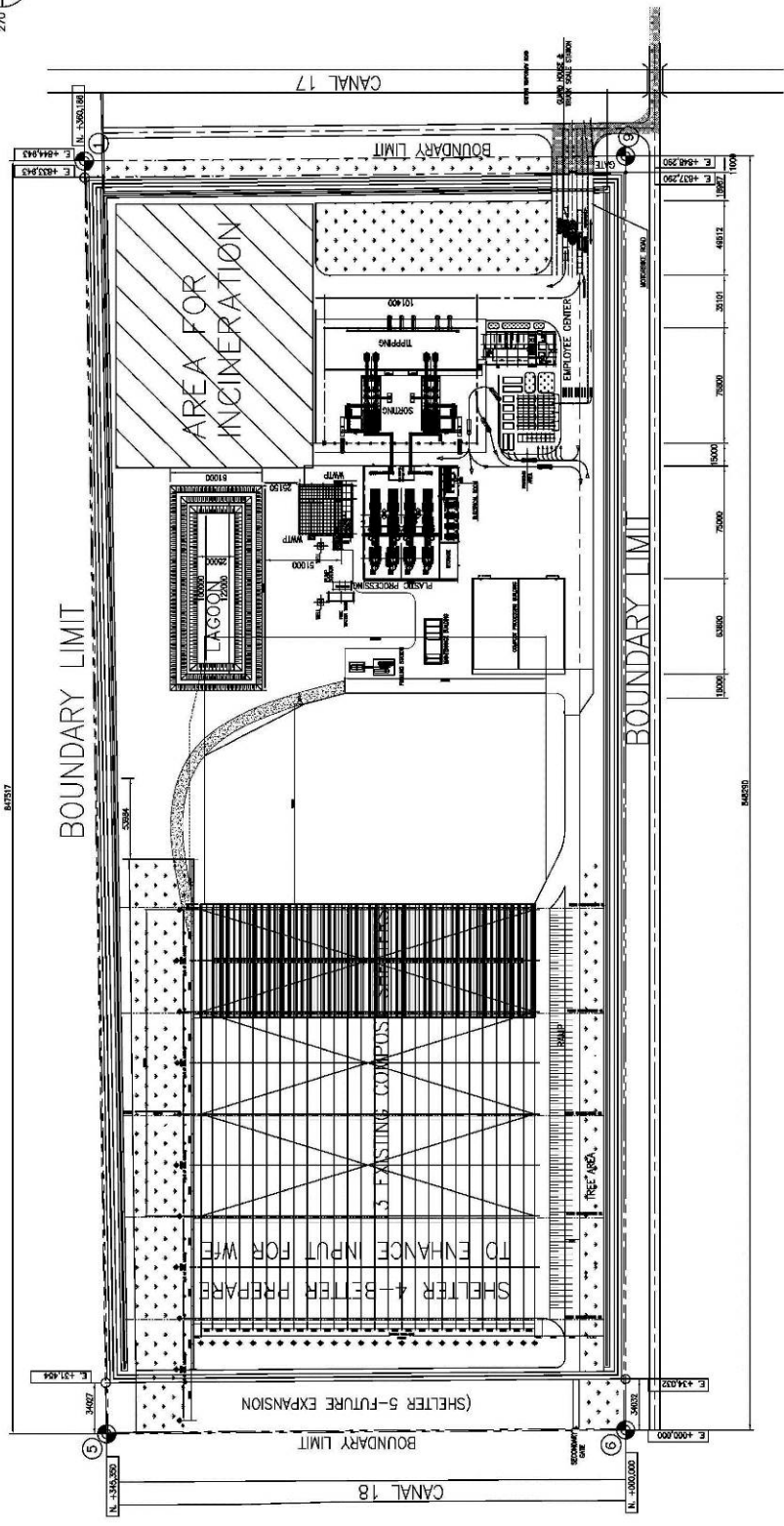
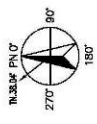
#### 4.1.2 廃棄物焼却発電施設の処理容量、年間稼働時間の設定

Vietstar 社コンポスト化施設から発生するコンポスト残渣、および本施設で現在受け入れている廃棄物の一部を混合して焼却処理することを想定し、ごみ焼却発電施設の処理容量を 1,000 トン/日 (500 トン/日×2 系列) と設定した。また年間稼働時間を 8,000 時間以上と設定し、経済性評価等を行った。

#### 4.1.3 廃棄物焼却発電施設の建設想定地

廃棄物焼却発電施設は、Vietstar 社コンポスト工場内とする。その候補地を図 4-1 に示す。また、本建設予定地の地質状況については、軟弱な粘質土層が約 15m 存在するため、施設建設のために 18~20m の杭を打つ必要がある。地質調査データを図 4-2 に示す。





GENERAL LAYOUT OF VIETSTAR MSW TREATMENT PLANT



 AREA FOR INCINERATION 1,000ton/day

図 4-1 Vietstar 社コンポスト化施設全体配置図および廃棄物焼却発電施設建設予定地

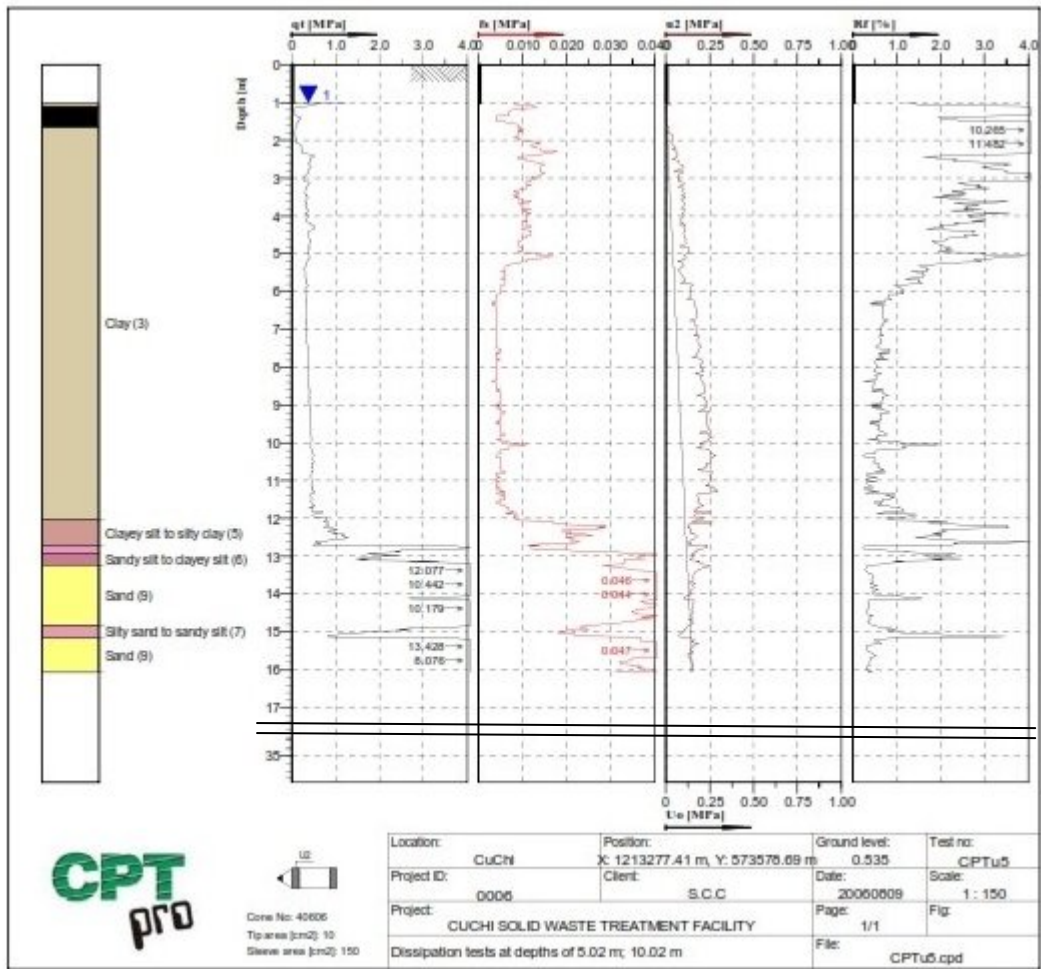


図 4-2 廃棄物焼却発電施設建設想定地の地質調査データ  
(Vietstar 社コンポスト化施設内)



## 4.2 ユーティリティー条件

### 4.2.1 電気

Vietstar 社は、ホーチミン市の電力会社（Power Company of Ho Chi Minh City）との電力売買契約を結んでおり、同電力会社保有の 8,000kVA（4×2,000kVA）の変電所から電力供給を受けている。今回計画のごみ焼却施設も、同様の条件で電力の売買を行う予定である。

施設内で使用する電圧は 380V、周波数は 50Hz である。また 2013 年 8 月時点での 1kWh 当たりの買電価格は、ピーク時間帯で 11.6 セント、通常時間帯で 6.4 セント、閑散時間帯で 4.1 セントである。各時間帯の設定を表 4-3 に示す。

表 4-3 Vietstar 社の時間帯別電力購入価格

	ピーク時間帯	通常時間帯	閑散時間帯
時間帯	月～土曜日 9:30～11:30 17:00～20:00	月～土曜日 4:00～9:30 11:30～17:00 20:00～22:00 日曜日 4:00～22:00	月～日曜日 22:00～4:00
買電価格	11.6 セント/kWh	6.4 セント/kWh	4.1 セント/kWh

### 4.2.2 用水

生活用水は購入水（500,000VND/16 m<sup>3</sup>）、プラント用水は井水とする。なお、Tay Bac solid waste treatment complex 敷地内にある Vietstar 社コンポスト施設での水源井水は、地下約 70m からの揚水である。

### 4.2.3 排水

プラント用水から発生した排水は、廃棄物焼却発電施設内に設置する排水処理設備で処理した後に、燃焼排ガス冷却用に噴霧する計画のため、基本的には場外への排水は発生しないシステムとする。また、廃棄物焼却発電施設から発生する生活排水については、現在 Vietstar 社が保有する排水処理設備に放流する計画とする。

### 4.2.4 助燃用燃料

天然資源省へのヒアリング結果より、ベトナムでは燃料として軽油が最も入手しやすいとの見解より、本 FS においても焼却施設の助燃用燃料として軽油を用いると想定する。