

**平成 25 年度外務省政府開発援助  
海外経済協力事業  
(本邦技術活用等途上国支援推進事業)  
委託費  
「案件化調査」**

**ファイナル・レポート**

**ベトナム国  
都市ごみ埋立地再生事業案件化調査**

**平成 26 年 3 月**

**(2014 年 3 月)**

**株式会社アクトリー  
株式会社サステイナブルシステムデザイン研究所  
株式会社サティスファクトリーインターナショナル  
共同企業体**

本調査報告書の内容は、外務省が委託して、株式会社アクトリー・株式会社サステイナブルシステムデザイン研究所・株式会社サティスファクトリーインターナショナル共同企業体  
が実施した平成25年度外務省政府開発援助海外経済協力事業(本邦技術活用等途上  
国支援推進事業)委託費(案件化調査)の結果を取りまとめたもので、外務省の公式見  
解を表わしたものではありません。

# 目 次

|   |     |
|---|-----|
| 写 真   | i   |
| 略 語   | v   |
| 要 約   | vii |
| はじめに  | 1   |
| 1. 本調査の背景と目的                                | 1   |
| 2. 調査内容                                     | 2   |
| 3. 調査実施体制・メンバー                              | 3   |
| 4. 調査スケジュール                                 | 4   |
| 第 1 章 対象国における廃棄物管理の現状及びニーズの確認               | 5   |
| 1.1 対象国の政治・経済の概況                            | 5   |
| 1.2 対象国の対象分野における開発課題の現状                     | 11  |
| 1.3 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度                   | 30  |
| 1.4 対象国の対象分野の ODA 事業の事例分析及び他ドナーの分析          | 42  |
| 第 2 章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し           | 46  |
| 2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み                | 46  |
| 2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ                  | 48  |
| 2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献                | 50  |
| 2.4 想定する事業の仕組み                              | 51  |
| 2.5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール             | 52  |
| 2.6 リスクへの対応                                 | 56  |
| 第 3 章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動    | 57  |
| 3.1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の概要      | 57  |
| 3.2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の結果      | 57  |
| 3.3 採算性の検討                                  | 57  |
| 第 4 章 ODA 案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果 | 75  |
| 4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性                        | 75  |
| 4.2 ODA 案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果  | 75  |

|                                |           |
|--------------------------------|-----------|
| 4.3 ODA 案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果 | 75        |
| <b>第 5 章 ODA 案件化の具体的提案</b>     | <b>77</b> |
| 5.1 ODA 案件概要                   | 77        |
| 5.2 具体的な協力内容及び開発効果             | 77        |
| 5.3 他 ODA 案件との連携可能性            | 82        |
| 5.4 その他関連情報                    | 83        |
| <b>添付資料</b>                    | <b>85</b> |
| 添付資料 1. 候補都市からの関心表明書           | 87        |
| 添付資料 2. 面談記録                   | 97        |
| 添付資料 3. 対象都市候補でのワークショップ記録      | 133       |
| 添付資料 4. 地方都市への質問票              | 160       |
| 添付資料 5. 地方都市廃棄物管理データ           | 165       |
| <b>英文要約 English Summary</b>    | <b>I</b>  |

# 写 真



ダラットの処分場。天然資源環境省より閉鎖命令が出ている。1974年から埋め続けてきた。



ダラットの間処理施設建設現場。強制好機性発酵と嫌気性発酵を組み合わせた最新式バイオ処理。



ドンナイ省のコンポスト化施設。都市ごみはまずこのキルンで攪拌されながら、18時間、高速堆肥化される。



ドンナイ省のコンポスト化施設。キルンで高速堆肥化が施されたのちここで30日エイジングされる。



ニャチャン市の現行処分場。極めて劣悪な環境である。



ニャチャン市の新規処分場。世界銀行のローンで建設中。2014年竣工予定。ほぼ完成している。



ニンビン省の処分場。採石場跡地を利用している。



ビンズオン省のコンポスト化施設。日量400トン。



非有害産業廃棄物の実際。ビンズオン省の非有害産業廃棄物焼却炉にて。



ビンズオン省の非有害産業廃棄物焼却炉。日量2トン。



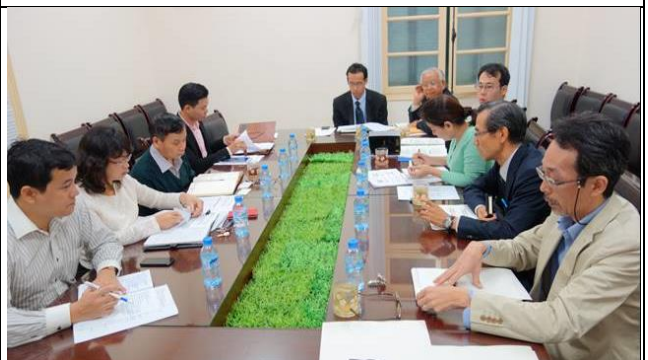
フエ市の処分場。とても良好に管理されている。



ホイアン市のコンポスト化施設。現在、沖縄県の技術協力がJICA 事業として入っている。



高速道路から見てもかなり目立つバクニン省の処分場。



ベトナム建設省への日本外務省の表敬及び調査団からの中間報告。



タインホア省におけるワークショップ。アクトリーの焼却炉を紹介するプレゼン。



タインホア省の既存処分場を視察する調査団。



タインホアの自動車工場から排出された有害産業廃棄物。ハノイで処理されている。



テュアティエン=フエ省でのプレゼンテーション。



クアンニン省でのワークショップ



クアンニン省におけるブルーシート製造工場での有害産業廃棄物



クアンニン省での実験焼却炉設置候補地





## 略 語

|         |   |
|---------|---|
| CITENCO | Ho Chi Minh City Urban Environment Company<br>ホーチミン市都市環境公社                            |
| DOC     | Department of Construction (Provincial level)<br>建設局(省レベル)                            |
| DOF     | Department of Finance (Provincial level)<br>財務局(省レベル)                                 |
| DONRE   | Department of Natural Resources and Environmet<br>(Provincial level)<br>天然資源環境局(省レベル) |
| DPI     | Department of Planning and Investment (Provincial<br>level)<br>計画投資局(省レベル)            |
| JICA    | Japan International Cooperation Agency<br>国際協力機構                                      |
| JPY     | Japanese Yen<br>日本円   |
| JSC     | Joint Stock Company<br>共同出資会社   |
| JV      | Joint Venture<br>共同企業体  |
| MOC     | Ministry of Construction<br>建設省   |
| MONRE   | Ministry of Natural Resources and Environment<br>天然資源環境局                              |
| ODA     | Official Development Assistance<br>政府開発援助   |
| PPC     | Provincial-level People's Committee<br>人民委員会  |
| SFI     | Satisfactory International Co., Ltd.<br>サティスファクトリーインターナショナル                           |
| SSDi    | Sustainable System Design institute<br>サステイナブルシステムデザイン研究所                             |
| URENCO  | Urban Environment Company<br>都市環境公社   |
| USD     | United States Dollor<br>米国ドル  |
| VND     | Vietnam Dong<br>ベトナムドン  |



## 要 約

### (1) 調査の枠組み

都市ごみ、有害産業廃棄物、病院廃棄物、さらには既存埋立地の再生のための掘り起こしごみ（リハビリテーション）など多様な廃棄物を焼却できるという特徴を持つアクトリー社製の焼却炉をベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム国という。）に適用するための ODA 案件を検討した。特に、一般に、開発途上国における焼却事業は、その効果への期待は大きいものの、処理コストが高く、事業採算性に課題があり、ベトナム国における焼却事業の採算性をどのようにして確保するかについて焦点を合わせた検討を行った。

ベトナムにおいて都市ごみ管理に課題を抱えている地方都市 19 都市を選定し、訪問調査を行うことによって、開発課題を的確に把握し、その開発課題を解消するための焼却事業の採算モデルを検討するとともに、検討対象 ODA 案件における適切なカウンターパートを選定した。

### (2) 対象国における廃棄物管理の現状及びニーズの確認

一人当たり GDP が 2005 年に 700USD であったものが、2011 年では二倍以上の 1517USD と急成長を遂げているベトナムでは、都市化の進展と相まって廃棄物量が急増し処分場不足が大きな開発課題となっている。19 都市を対象としたアンケート調査によると処分場の平均残余年数は 3.3 年であり、6 割以上の処分場の残余年数が 1 年以下となっているという深刻な状況が見て取れた。

また、既存処分場における処分場由来の環境汚染が深刻化しており、首相決定 No. 1788/2013/QĐ-TTg によって汚染が深刻な都市の処分場の閉鎖命令が出されるなど、今後の都市ごみ処理方法を再考するターニングポイントにベトナムはある。

都市ごみ処理方法として期待が寄せられているのが、コンポスト化、焼却などの中間処理による埋立対象ごみの安定化と減量化である。19 都市を対象とした訪問調査によっても、16 都市で何らかの中間処理施設の計画が進行中であった。特に、焼却事業への関心が高く、多くの都市で検討が進められているものの、ティッピングフィー（施設での受け入れ処理料金）の高騰が最重要課題として認識されており、事業主体候補との調整が難航し計画の着実な実行を阻んでいる現状が伺えた。実際、アンケート調査によれば、現在においても埋立処分場のティッピングフィーは、平均で 65 千 VND（約 3USD/トン）であるのに対し、中間処理を行っている都市のティッピングフィーは約 220 千 VND/トン（約 11USD/トン）と高くなっていることが分かる。さらに、現在焼却処理を検討している都市ではさらに高いティッピングフィーが検討されている。

また、既存処分場の再生（リハビリテーション）が同時に開発課題となっており、アンケート調査によれば 19 都市のうち 14 都市で埋立地再生が検討されていることが分かったが、実際に既存処分場を掘り起こして再生する事業の実施例はこれまでのところなく、埋立地掘り起こしは標準的な手続きとして確立しているわけではないことが分かった。

### (3) 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

都市ごみと高いティッピングフィーを期待できる有害産業廃棄物等を合わせて焼却する「多目的焼却事業」を採算モデルとして開発した。

有害産業廃棄物の発生量が少なく、2010年において都市ごみ 21,880 千トンで、産業廃棄物 4,786 千トンであるのに対し、有害産業廃棄物の発生量は 700 千トン、病院廃棄物は 179 千トンに過ぎなく、有害産業廃棄物等を確実に収集することが、多目的焼却事業の課題となる。

現在、広域的に有害産業廃棄物を処理することができる処理事業者は、有害産業廃棄物の地理的発生分布を反映して、ハノイ市とホーチミン市周辺に偏在しており、その他の地域で発生する有害産業廃棄物はこの二大都市まで遠距離輸送され処理されている。地方都市で有害産業廃棄物等の処理サービスを提供すれば、排出事業者の輸送コストを低減することができるので、ハノイ市、ホーチミン市周辺の処理サービスに対して競争力を発揮することが可能となり、地方都市での有害産業廃棄物の確保に活路がないわけではない。ただし、それでも有害産業廃棄物の取り込みは非常に容易であるというわけではなく、多目的焼却事業を実現できる地方都市は限定されざるを得ない。

焼却事業の採算性は焼却施設の建設費に大きく影響を与えるという分析結果も得られており、今後ベトナムでの焼却施設の生産体制の確立などによって、焼却施設の建設単価を低減できれば、多目的焼却を導入できる地方都市の裾野も広がってくる。また、アクトリー社自体がベトナムの事業主体と共同で多目的焼却を展開することも、確実な運転の保証につながるとともに、建設費圧縮の動機づけとなるので今後のビジネス展開上のオプションの一つとなりうる。

なお、19 都市への訪問調査を通じて、焼却発電への関心の高さが示された。そこで焼却発電が採算性に与える影響を分析したところ、発電のための追加投資額をカバーできる売電収入が見込めないため、発電事業は採算性を改善しないという結論を得た。

### (4) 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動

19 都市を訪問調査する際、また ODA 案件化対象候補都市 3 都市においてアクトリー社製の焼却炉の紹介を行い、好意的に迎えられたが、唯一の課題は採算性である。

焼却事業のプロジェクト期間を 15 年と想定し、15 年の総事業収益を算出する数理モデルを作成した。数理モデルを構成するパラメータそれぞれに最悪シナリオ、標準シナリオ、最良シナリオを想定し、それらが確率的に発生するとして、15 年総事業収益を確率的に求め、事業採算性のインデックスとして分析し、採算性を見込める事業モデルを検討した。

ティッピングフィーが安い都市ごみのみを焼却対象とする場合の 15 年総事業収益は -560～-500 十億 VND であり、採算性は見込めないことが確認された。

そこで採算性を改善するために、アクトリー社製の焼却炉の特徴を活かして、ティッピングフィーの高い廃棄物を都市ごみと合わせて焼却することを検討した。19 都市での訪問調査によれば、有害産業廃棄物、病院廃棄物のティッピングフィーは都市ごみのティッピングフィーの 10 倍以上と極めて高く、最低でも 200USD/トン、高いものでは 700USD/トンにも及ぶことが分かった。有害産業廃棄物と病院廃棄物を 2 割から 3 割程度、都市ごみと合わせて焼却する事業の 15 年総事業収益を計算すると、-200～400 十億 VND で、事業が赤字となる確率は約 10%となり、事業の採算性を確保する可能性が見い出せた。

次に、有害産業廃棄物等のティッピングフィーを高く設定できれば、それだけ焼却能力を都

市ごみに充てることが可能となるので、採算性をゼロとするような有害産業廃棄物等のティッピングフィーと混入率の関係を計算することによって、事業の採算領域を探索した。有害産業廃棄物等のティッピングフィーが 100USD/トンと低めの場合には有害産業廃棄物等を 5 割混入させないと採算は取れないが、有害産業廃棄物等のティッピングフィーが 400USD/トン程度見込めれば、事業採算性を確保するための有害産業廃棄物等の混入率は 1 割でよいことが分かった。

#### (5) ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

多目的焼却事業を採算モデルの基本として、ベトナムで焼却事業が安定的に展開できれば、埋立地の長寿命化、安定化を実現できる。また、既存埋立処分場を掘り起こし、焼却することを通じて、埋立地再生につなげることが可能となる。

アクトリーサイドから見れば、これまでの主たるマーケットであった国内から、アジアマーケットへの進出は企業の成長に大きく寄与し、アクトリーが立地する石川県の主たる産業の一つである機械産業を牽引し、ひいては地域経済の振興につながることが期待できる。

#### (6) ODA 案件化の具体的提案

##### ① カウンターパートの選定

国際協力機構・民間提案型普及・実証事業等を活用したベトナムにおける地方都市をカウンターパートとした、都市ごみ再生を含む焼却事業の普及・実証を検討する。

カウンターパートは、19 都市へのアンケート調査、訪問調査結果を活用して、以下の 4 つの視点から 19 都市をスクリーニングし、クアンニン省（首都ハロン市）、タインホア省（首都タインホア市）、トゥアティエン＝フエ省（首都フエ市）の 3 都市を候補として選定し、3 都市に対してワークショップを開催し、民間提案型普及・実証事業の可能性と内容、カウンターパートからの必要な投入等を検討し、関心表明書として記録に残した。なお、3 都市のなかで焼却実験を行う都市は民間提案型普及・実証事業で絞り込みことを想定している。

- 埋立地対応の緊急性
- 多目的焼却の可能性
- 案件化のタイミング
- 焼却実験への参加意思

また、カウンターパートとなる地方都市での成果を他都市で活用するために、建設省 (Ministry of Construction)、天然資源環境省 (Ministry of Natural Resources and Environment) と協議し、民間提案型普及・実証事業のスーパーバイザーとしての役割を求めた。

##### ② プロジェクトの枠組み

プロジェクトの枠組みを以下のように想定している。

##### ■ プロジェクト目標

焼却技術を活用した埋立地リハビリテーションを含む廃棄物の総合管理のモデルが対象都市におけるパイロットプロジェクトを通じて開発される。

- 成果
  - ・ベトナムにおける総合廃棄物管理政策動向の把握
  - ・対象都市における廃棄物管理の現況把握
  - ・対象都市における総合廃棄物焼却パイロットプロジェクトの実施
  - ・総合廃棄物管理システムの普及
- 活動内容
  - ・ベトナムにおける総合廃棄物管理政策動向の把握
  - ・対象都市における廃棄物管理の現況把握
  - ・対象都市における総合廃棄物焼却パイロットプロジェクトの実施
  - ・総合廃棄物管理システムの普及
- 投入計画
  - ・焼却施設実験炉の供与(50 kg/時間)
- 調査期間
  - ・約 15 か月
- 協力額概算
  - ・約 1 億円

# スキーム(案件化調査) ベトナム社会主義共和国

## 案件名:「都市ごみ埋立地再生事業案件化調査」

### 企業・サイト概要

- 提案企業: (株)アクトリー・(株)サステイナブルシステムデザイン研究所・(株)サテイスファクトリーインターナショナル
- 提案企業所在地: 石川県白山市水澄町375番地・東京都中央区月島3-26-8-822・東京都中央区八丁堀3-12-8
- サイト: ベトナム国地方都市 C/P機関: ベトナム国建設省・地方都市等

### ベトナム国の開発課題

#### 都市ごみ管理水準向上(都市環境管理)

- 都市ごみ埋立地適正化
- 都市ごみ中間処理による埋立ごみ減容化・安定化
- 有害廃棄物適正管理

### 中小企業の技術・製品

#### 廃棄物焼却炉

- ロータリーキルン型
- 日量500kg～300トン以上
- 埋立地掘削廃棄物、都市ごみ、有害廃棄物(固形・液状)、病院廃棄物の混合焼却が可能
- オペレーション、メンテナンスが容易

### 企画書で提案されているODA事業及び期待される効果

- ベトナム地方都市における埋立地再生のための実験炉による焼却施設導入実証事業(埋立地掘削廃棄物、都市ごみ、有害廃棄物等の混合焼却事業の技術的課題、マーケティング的課題、フィナンシャル面の課題の抽出と対応策の検討)

### 日本の中小企業のビジネス展開

- 日本における焼却炉建設・運転経験に裏打ちされたマーケットの拡大
- 潜在的市場の掘り起しと現地生産・販売網・人材育成等







## 1. 本調査の背景と目的

### (1) 背景

ベトナム社会主義共和国（以下、ベトナム国という。）においては長らくオープンダンプが横行してきた。現在でも不適切なダンプサイトが存在している。また、遮水工や水処理施設を備えた埋立処分場をせっかく建設しても技術不足により覆土、堰堤整備などが適切に行われず、オープンダンプまがいの埋立地も多くみられる。

既存処分場における不完全な環境対策と新規処分場の取得困難を背景として、焼却やコンポスト化などにより埋立ごみの削減を行うとともに、既存処分場を適正化することが課題となっている。

欧米では旧処分場に埋め立てられているごみを掘り起こして、ふるい分けし利用する事例が豊富にある（“Landfill Mining”）。日本では焼却処理が進んだため、欧米ほど注目されていないが、「埋立地再生総合技術研究会」が設立され、「廃棄物埋立地再生技術ハンドブック」が編纂されている。アジア諸国においては Asian Institute of Technology が出版した “Dumpsite Rehabilitation and Landfill Mining” など欧米の経験をアジア諸国に適用することが試みられてきた。しかしながら、ベトナムを含み、実際にアジアのほとんどの国では埋立地再生を政策として掲げているにも関わらず進捗は捗々しくない。

欧米が推進する Landfill Mining はバックホーによって埋立地を掘削し、掘削物をふるいに掛け、生ごみ分をコンポストに、プラスチックは固形燃料にしようという、いわゆる M B T (“Mechanical Biological Treatment”) が基本技術コンセプトである。しかしながら、ベトナムにおいては欧米と異なり埋立地の多量の生ごみと豊富な降水によるごみの高い水分が課題となり、M B T が機能しない。

この M B T に対して、わが国の中小企業が有するロータリーキルン型の焼却施設は安価で安く、多様な廃棄物に適用可能であるというアドバンテージを有する。この焼却施設を活用して埋立地再生を行えないかというのが本調査の仮説である。

新規処分場の確保が難しい中、既存の埋立地再生にも多くの課題が存在する中、効率的で効果的な既存埋立地再生技術・体制を確立することは、新規処分場の取得と既存ダンプサイトの適正化を同時に実現できる。

### (2) 調査の目的

本調査ではベトナムの都市ごみ処理政策の方向性を確認し開発課題を特定した上で、ベトナムにおける埋立地再生のために焼却技術を適用する事業を中小企業海外支援 O D A 等として案件化することによって、ベトナムにおける廃棄物管理水準の向上とわが国の環境ビジネス・地域経済の振興を目的として実施する。

## 2. 調査内容

### (1) 対象国の現況と政策動向の把握

ベトナムの社会経済状況と廃棄物管理分野における政策の動向、とりわけ3Rと適正処理、中間処理施設整備の優先順位、埋立地リハビリテーションの関連について整理する。

### (2) 開発課題の特定とカウンターパートの選定

ベトナムにおける廃棄物管理分野における開発課題を特定し、総合廃棄物管理政策推進において3Rと適正処理の政策の優先順位を確認したうえで、さらに埋立地リハビリテーションのニーズを確認する。特定された個別開発課題ごとに役割分担を踏まえた適切なカウンターパートを選定し、同カウンターパートとの協議を通じて、適切なカウンターパートを特定する。

### (3) ベトナムにおける埋立地再生事業を含む焼却マーケットサイズの検討

ベトナムにおける焼却マーケットはまだまだこれからのマーケットであり、そのマーケットサイズを検討することは重要な作業課題である。本調査ではベトナムの約20都市に対して調査を実施して、マーケットシェアを検討する。また、焼却施設の整備費、運転費の双方を考慮して、競業他社との競争力を想定して期待できるマーケットシェアを検討する。

### (4) ベトナムでの焼却炉導入事業の可能性の検討

中国、韓国の焼却炉メーカーの低価格化路線に対してわが国の焼却炉メーカーは劣位にある。本事業ではベトナムに焼却炉製造拠点を移して、低価格化を実現し、中国、韓国に対してどの程度価格競争力が発揮されるかを検討する。

### (5) 事業化リスクの定量的検討

本事業プランのように初めての試みには事業化リスクがつきものであるが、本調査においては、事業化リスクを確率的に定量化し、事業プランの収益構造を経営判断材料として支給する。

### (6) ODA案件化の可能性の検討

本調査を総合してODA案件化の可能性の検討を行う。検討に当たっては、ベトナム国の廃棄物管理政策の動向、関連機関間の役割分担等を十分に踏まえ、ベトナム国の廃棄物管理システムの改善に寄与し、同時にわが国の地域経済振興を同時に実現するものとする。

表1 調査内容・方法

| 調査項目              | 調査方法                                      |
|-------------------|---|
| 1. 対象国の現況と政策動向の把握 | ■ 既存文献調査<br>■ インタビュー調査(天然資源環境省、建設省等の関係省庁) |
| 2. 開発課題の特定とカウンタ   | ■ 現況と政策動向を踏まえて、開発課題を整理する。                 |

| 調査項目                   | 調査方法   |
|------------------------|--|
| ーパートの選定                | ■ 役割分担を踏まえた適切なカウンターパートを特定する。   |
| 3. ベトナムの市町村ニーズ調査       | ■ アンケート及びインタビュー調査(ベトナムのコンサルタントを活用して実施)   |
| 4. ベトナムにおけるマーケットサイズの検討 | ■ ベトナムにおける都市ごみ、産業廃棄物、有害廃棄物の各分野におけるマーケットサイズを検討する。<br>■ 中国、韓国メーカーの状況を踏まえて、受注可能性を算出。  |
| 5. 事業プランの立案            | ■ ベトナムで焼却炉製造工場を建設するための事業プランを立案する。<br>■ とりわけ中国、韓国メーカーに対する価格競争力が発揮できるかどうかを検討する。<br>■ 主な事業プラン項目: 対象地、現地パートナー、資金調達方法、進出上の規制、スケジュール、財務諸表等 |
| 6. 事業化リスクの検討           | ■ 当該プロジェクトの収益関数を作成<br>■ 収益関数の構成変数を変動させ、収益に与える影響度合いを分析<br>■ 複数の変数が確率的に変動したとき、総合的に期待収益がどの程度変動するかを分析し、プロジェクトを評価                         |
| 7. ODA案件化の可能性検討        | ■ 本プロジェクトに関連した埋立地再生等推進のためのODA案件を検討   |

### 3. 調査実施体制・メンバー

#### (1) 調査実施体制

主たる役割を果たす中小企業としてわが国の焼却炉メーカーのトップ企業である(株)アクトリーに海外進出タスクフォースを置き、そこを(株)サステイナブルシステムデザイン研究所と(株)サティスファクトリーインターナショナルが支援するという体制を構築した。

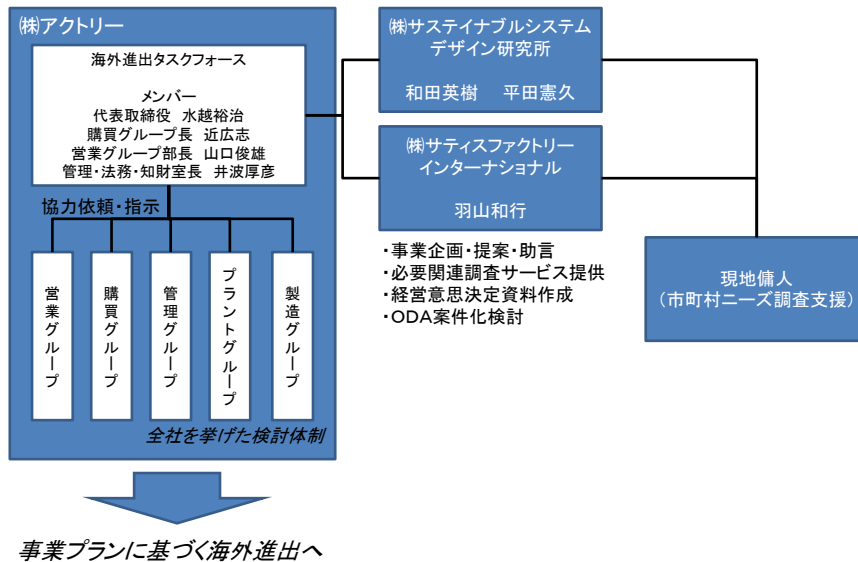


図1 調査実施体制

#### (2) 調査メンバー

調査メンバーは下表のとおりである。

表 2 調査メンバー

| 氏名           | 所属                         | 部署、職位            | 担当分野          |
|--------------|----------------------------|------------------|---------------|
| 水越裕治<br>山口教男 | (株)アクトリー                   | 代表取締役<br>専務取締役   | 総括/ビジネス開発     |
| 近 広志         | (株)アクトリー                   | 購買グループ長          | 資材調達・マーケティング  |
| 山口俊雄         | (株)アクトリー                   | 営業グループ(技術営業担当)部長 | ビジネス開発2       |
| 井波厚彦         | (株)アクトリー                   | 管理・法務・知財室室長      | 海外移転マネジメント    |
| 和田英樹         | (株)サステイナブルシス<br>テムデザイン研究所  | 代表取締役            | 業務主任者/廃棄物管理政策 |
| 平田憲久         | (株)サステイナブルシス<br>テムデザイン研究所  | 主任研究員            | 廃棄物管理政策/市場調査  |
| 羽山和行         | (株)サティスファクトリー<br>インターナショナル | 取締役              | ビジネス環境整備      |

#### 4. 調査スケジュール

調査スケジュールを次図に示す。

様式 4-1

作業計画表

| 作業項目                 | 2013年 |      | 2014年 |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
|----------------------|-------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|
|                      | 9月上旬  | 9月下旬 | 10月上旬 | 10月下旬 | 11月上旬 | 11月下旬 | 12月上旬 | 12月下旬 | 1月上旬 | 1月下旬 | 2月上旬 | 2月下旬 | 3月上旬 |
| 初期業務計画の策定            |       |      | □     |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| 1.対象国の現況と政策動向の把握     |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| 既存文献調査               |       |      | ■     |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| インタビュー調査(関係省庁)       |       |      | ■     |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| 2.ベトナム市町村ニーズ調査       |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| アンケート調査票作成           |       |      |       | ■     |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
| アンケート実施              |       |      |       | ■     | ..... | ..... | ■     |       |      |      |      |      |      |
| アンケートとりまとめ           |       |      |       |       |       |       | ■     | ■     | ■    |      |      |      |      |
| 3.アジアにおけるマーケットサイズの検討 |       |      |       |       |       |       | ■     | ■     |      |      |      |      |      |
| 4.事業プランの立案           |       |      |       | ■     | ■     | ■     | ■     | ■     |      |      |      |      |      |
| 5.事業化リスクの検討          |       |      |       |       |       |       | ■     | ■     |      |      |      |      |      |
| 6.ODA案件化の可能性検討       |       |      |       |       |       |       | ■     |       |      |      |      |      |      |
| 報告書作成                |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      | □    |      |
| 報告書提出                |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |
|                      |       |      |       |       |       |       |       |       |      |      |      |      |      |

凡例: ■ 現地業務期間 □ 国内作業期間

図 2 調査スケジュール

# 第1章 対象国における廃棄物管理の現状及びニーズの確認

## 1.1 対象国の政治・経済の概況

### (1) 人口推移

2012年のベトナムの人口は都市部で28百万人、農村部で60百万人、合計で89万人である。都市部の人口増を反映して全国人口は微増傾向にあるのに対して、農村部の人口には変化がない。

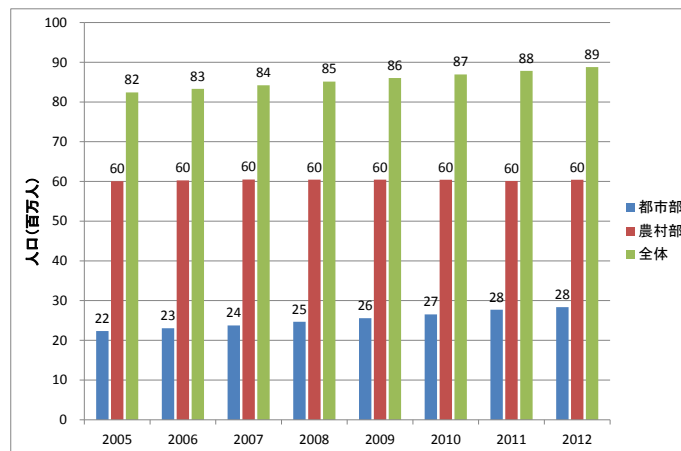


図 1-1 ベトナムの人口推移

(出典)Statistical Yearbook 2012

### (2) 経済状況

ベトナムの一人当たりGDPは2005年に700USDであったものが、2011年現在1517USDと急発展している。

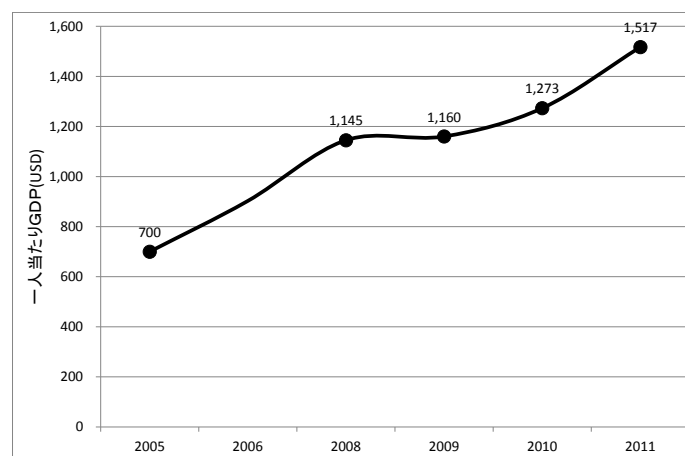


図 1-2 ベトナムの一人当たりGDP推移(各年価値)

(出典)Statistical Yearbook 2012 (2006年は内挿による推定値)

### (3) 産業構造

産業構造を産業別GDPに見ると第三次産業化が進行しているが、同様に第二次産業も伸びている。

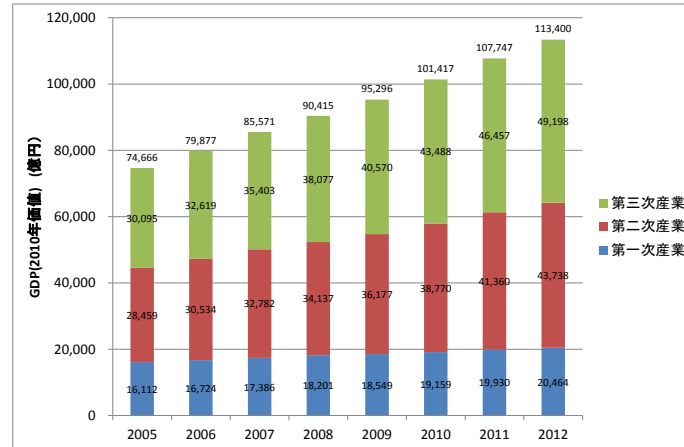


図 1-3 産業構造

(出典) Statistical Yearbook 2012 (2012 年は速報値)

### (4) 平均所得

人口 1 人当たりの平均月収は急激に増加しており、2012 年速報値では 20000 円を超えている。

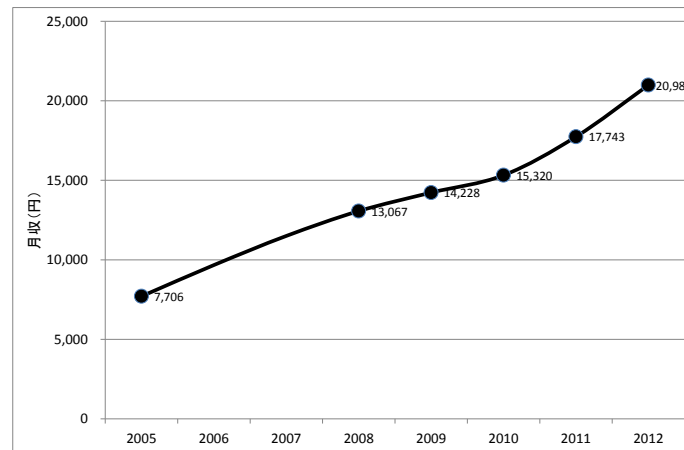


図 1-4 平均月収の推移

(出典) Statistical Yearbook 2012 (2012 年は速報値)

### (5) 行政機構<sup>1</sup>

#### ① 中央政府

立法権を有する国会は定数を 500 人以内として公選によって選定されるが、候補者には共産党などによるスクリーニングがかけられ、共和制でありながら、実質共産党一党支配

<sup>1</sup> 総務省大臣官房企画課: ベトナムの行政、平成 16 年 7 月

を社会全体が支持している。

国家元首は大統領であり、国会の推薦に基づいて国会で選定される。政府は首相によって代表される。首相は国家主席の提案にしたがって国会議員の中から国会において選定される。

## ② 地方政府

ベトナムの行政機構は図 1-5 に示したように基本的には 58 の地方省下<sup>2</sup>に置かれているが、地方省と同等の権限を有する中央直属都市が 5 つある。各行政レベルは地方人民委員会によって統治される。地方人民委員会の委員長は一つ上のレベルの人民委員会委員長の批准によって決定されるが、中央直属都市の力は強い。

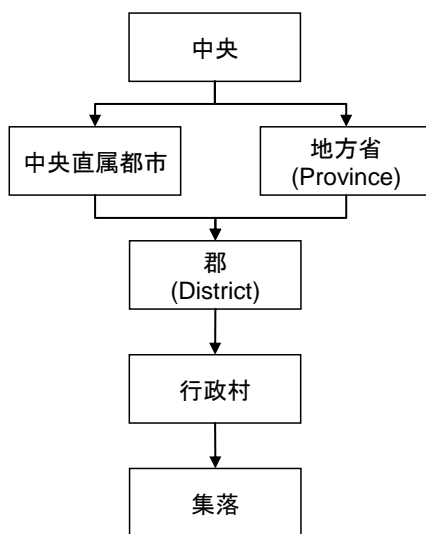


図 1-5 ベトナムの行政機構

(注)中央直属都市は、ハノイ、ホーチミン、ハイフォン、ダナン、カントーの5つである。

表 1-1 ベトナムの地方省一覧

| 番号 | 調査対象 | 省名                   | 首都                         |
|----|------|----------------------|----------------------------|
| 1  | ○    | ハノイ                  | —                          |
| 2  | ○    | ホーチミン                | —                          |
| 3  | ○    | ダナン                  | —                          |
| 4  | ○    | カントー                 | —                          |
| 5  |      | ハイフォン                | —                          |
| 6  |      | ソンラ省 (Sơn La)        | ソンラ市 (Sơn La)              |
| 7  |      | ホアビン省 (Hà Tĩnh)      | ホアビン市 (Hà Tĩnh)            |
| 8  |      | ディエンビエン省 (Điện Biên) | ディエンビエンフー市 (Điện Biên Phủ) |
| 9  |      | ライチャウ省 (Lai Châu)    | ライチャウ市 (Lai Châu)          |
| 10 |      | イエンバイ省 (Yên Bái)     | イエンバイ市 (Yên Bái)           |

<sup>2</sup> 中央政府の省とは異なり、わが国で言う県に当たる広域圏を指す。

| 番号 | 調査対象 | 省名                           | 首都                                  |
|----|------|------------------------------|-------------------------------------|
| 11 |      | カオバン省 (Cao Bằng)             | カオバン市 (Cao Bằng)                    |
| 12 | ○    | クアンニン省 (Quảng Ninh)          | ハロン市 (Hà Long)                      |
| 13 |      | タイグエン省 (Thái Nguyên)         | タイグエン市 (Thái Nguyên)                |
| 14 |      | トゥエンクアン省 (Tuyên Quang)       | トゥエンクアン市 (Tuyên Quang)              |
| 15 |      | バクザン省 (Bắc Giang)            | バクザン市 (Bắc Giang)                   |
| 16 |      | ハザン省 (Hà Giang)              | ハザン市 (Hà Giang)                     |
| 17 |      | バックカン省 (Bắc Kạn)             | バックカン市 (Bắc Kạn)                    |
| 18 |      | フート省 (Phú Thọ)               | ベトチ市 (Việt Trì)                     |
| 19 |      | ラオカイ省 (Lào Cai)              | ラオカイ市 (Lào Cai)                     |
| 20 | ○    | ランソン省 (Lạng Sơn)             | ランソン市 (Lạng Sơn)                    |
| 21 | ○    | ヴィンフック省 (Vĩnh Phúc)          | ヴィンイエン市 (Vĩnh Yên)                  |
| 22 | ○    | バクニン省 (Bắc Ninh)             | バクニン市 (Bắc Ninh)                    |
| 23 |      | タイビン省 (Thái Bình)            | タイビン市 (Thái Bình)                   |
| 24 |      | ナムディン省 (Nam Định)            | ナムディン市 (Nam Định)                   |
| 25 |      | ハイズオン省 (Hải Dương)           | ハイズオン市 (Hải Dương)                  |
| 26 | ○    | ハナム省 (Hà Nam)                | フーリー市 (Phủ Lý)                      |
| 27 |      | フンイエン省 (Hưng Yên)            | フンイエン市 (Hưng Yên)                   |
| 28 | ○    | ニンビン省 (Ninh Bình)            | ニンビン市 (Ninh Bình)                   |
| 29 |      | クアンチ省 (Quảng Trị)            | ドンハ市 (Đông Hà)                      |
| 30 |      | クアンビン省 (Quảng Bình)          | ドンホイ市 (Đồng Hới)                    |
| 31 | ○    | ゲアン省 (Nghệ An)               | ヴィン市 (Vinh)                         |
| 32 | ○    | タインホア省 (Thanh Hóa)           | タインホア市 (Thanh Hóa)                  |
| 33 | ○    | トゥアティエン=フエ省 (Thừa Thiên-Huế) | フエ市 (Huế)                           |
| 34 |      | ハティン省 (Hà Tĩnh)              | ハティン市 (Hà Tĩnh)                     |
| 35 | ○    | カインホア省 (Khánh Hòa)           | ニャチャン市 (Nha Trang)                  |
| 36 | ○    | クアンガイ省 (Quảng Ngãi)          | クアンガイ市 (Quảng Ngãi)                 |
| 37 |      | クアンナム省 (Quảng Nam)           | タムキー市 (Tam Kỳ)                      |
| 38 |      | ビンディン省 (Bình Định)           | クイニョン市 (Quy Nhơn)                   |
| 39 |      | フーイエン省 (Phú Yên)             | トゥイホア市 (Tuy Hòa)                    |
| 40 |      | コントウム省 (Kon Tum)             | コントウム市 (Kon Tum)                    |
| 41 |      | ザライ省 (Gia Lai)               | プレイク市 (Pleiku)                      |
| 42 |      | ダクラク省 (Đắk Lắk)              | バンメート市 (Buôn Ma Thuột)              |
| 43 |      | ダクノン省 (Đắk Nông/Đắc Nông)    | ザーギア市 (Gia Nghĩa)                   |
| 44 | ○    | ラムドン省 (Lâm Đồng)             | ダラット市 (Đà Lạt)                      |
| 45 |      | タイニン省 (Tây Ninh)             | タイニン市 (Tây Ninh)                    |
| 46 | ○    | ドンナイ省 (Đồng Nai)             | ビエンホア市 (Biên Hoà)                   |
| 47 |      | ニントウアン省 (Ninh Thuận)         | ファンラン=タップチャム市 (Phan Rang-Tháp Chàm) |
| 48 |      | バリア=ブンタウ省 (Bà Rịa-Vũng Tàu)  | バリア市 (Bà Rịa)                       |
| 49 | ○    | ビンズオン省 (Bình Dương)          | トゥーザウモット市 (Thủ Dầu Một)             |



| 番号 | 調査対象 | 省名                   | 首都                     |
|----|------|----------------------|------------------------|
| 50 |      | ビントゥアン省 (Bình Thuận) | ファンティエット市 (Phan Thiết) |
| 51 |      | ビンフオック省 (Bình Phước) | ドンソアイ市 (Đồng Xoài)     |
| 52 |      | アンザン省 (An Giang)     | ロンスエン市 (Long Xuyên)    |
| 53 |      | ヴィンロン省 (Vĩnh Long)   | ヴィンロン市 (Vĩnh Long)     |
| 54 |      | カマウ省 (Cà Mau)        | カマウ市 (Cà Mau)          |
| 55 | ○    | キエンザン省 (Kiên Giang)  | ラックザー市 (Rạch Giá)      |
| 56 |      | ソクチャン省 (Sóc Trăng)   | ソクチャン市 (Sóc Trăng)     |
| 57 |      | チャーヴィン省 (Trà Vinh)   | チャーヴィン市 (Trà Vinh)     |
| 58 |      | ティエンザン省 (Tiền Giang) | ミトー市 (Mỹ Tho)          |
| 59 |      | ハウザン省 (Hậu Giang)    | ヴィータイン市 (Vị Thanh)     |
| 60 |      | バクリエウ省 (Bạc Liêu)    | バクリエウ市 (Bạc Liêu)      |
| 61 |      | ベンチェ省 (Bến Tre)      | ベンチェ市 (Bến Tre)        |
| 62 |      | ドンタップ省 (Đồng Tháp)   | カオラン市 (Cao Lãnh)       |
| 63 | ○    | ロンアン省 (Long An)      | タンアン市 (Tân An)         |



図 1-6 政府直轄都市・地方省の位置

(出典) Wikipedia

(注) 表中○印は今回の調査対象地方都市を意味する。

図中の番号は図中に省名を書ききれないために付されており、表 1-1 の番号とは対応していない。

## (6) コミュニティ構造

ベトナムのコミュニティは、労働総連盟、共産青年団、退役軍人会、婦人連合会、農民会などの政治・社会組織から構成されており、中央から地方へ至る階層型の指導機関として機能している法定組織である。District の下に Ward (坊)、Commune (市鎮または社)が置かれている。

## 1.2 対象国の対象分野における開発課題の現状

### (1) 対象都市の選定

都市ごみ管理上の課題抱えていると考えられる地方都市19都市を対象としてアンケート及びインタビュー調査を実施した。19都市の選定には、観光都市・産業都市であり焼却事業への支払い能力が高い、焼却事業に関心を持っていることを加味して選定した。

なお、ハノイ、ホーチミンは、①既存文献によって状況を把握できること、②例外的な大都市でありアクトリーが得意とする焼却炉の規模ではないこと、③すでに焼却事業が企画されており、アクトリーの焼却炉を活用するタイミングにないことから、現地調査からは除外した。

### (2) 対象都市の状況

#### ① 埋立地の状況(埋立地消費割合)

- 19都市が保有している処分場は全部で44か所である。
- このうち埋立地消費割合を25の埋立地について把握できた。
- 64%の埋立地が「95%以上」消費であり、多くの都市で処分場がひっ迫していることが分かる。
- 消費割合が「100%」に達している埋立地もあるが、新規の埋立地が整備できていないことから、使用を継続している都市もある。
- 埋立地消費割合の平均は82%である。

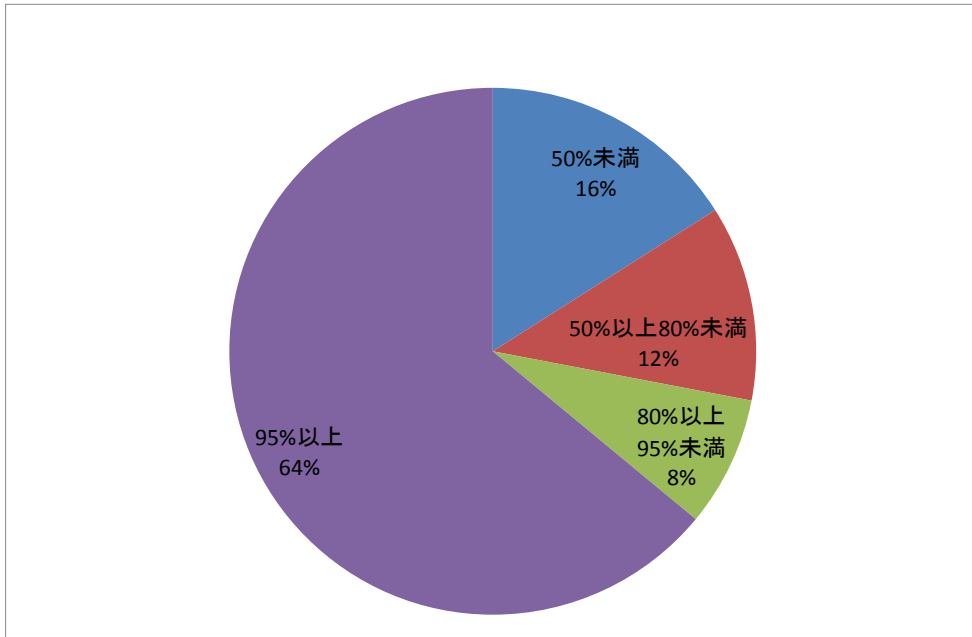


図 1-7 埋立地消費割合

② 埋立地の状況(埋立地残余年数)

- 現状の埋立地のひっ迫状況を、埋立地残余年数(残り何年使用できるか?)から見ると、「1年以下」である埋立地が63%(44の埋立地のうち32の埋立地についての回答)ある。
- 埋立地残余年数の平均は3.3年である。

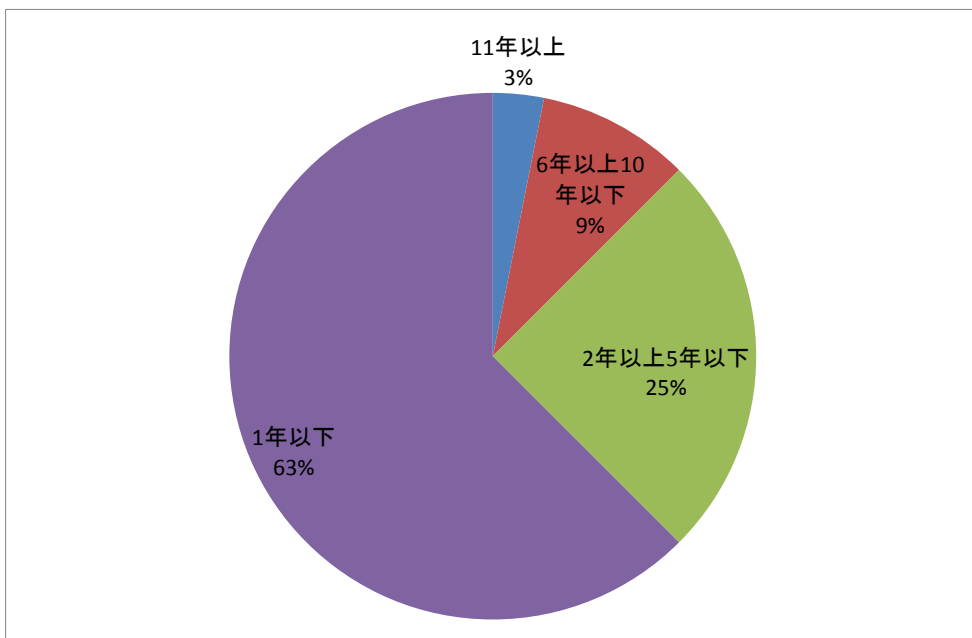


図 1-8 埋立地使用残余年数

③ 埋立地再生(リハビリテーション)計画

- 埋立地再生を計画している都市は、74%(14都市)であり、計画対象埋立地数は28か所である。

- このうち、18の埋立地について計画量の記載があり、その合計は26百万トン(容量 $m^3$ で記載があったものは、かさ比重を $0.8\text{トン}/m^3$ として重量換算)、一埋立地当たりの平均計画量は1.5百万トン/埋立地である。
- 埋立地再生の予定時期は2014～2016年に集中している。

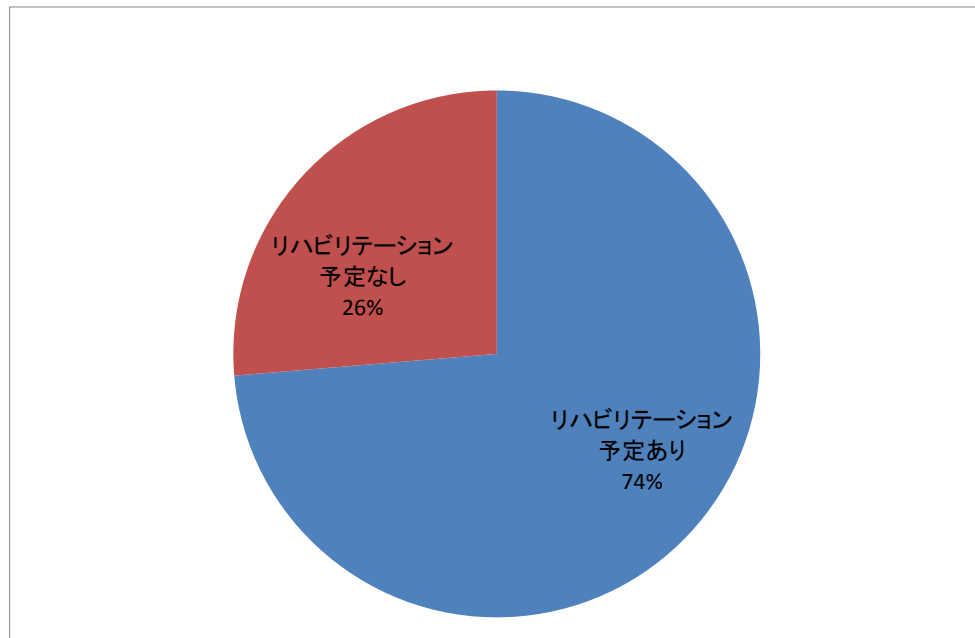


図 1-9 既存処分場のリハビリテーションを予定している都市の比率

#### ④ コンポスト工場

- 19都市のうち、8都市がコンポスト化施設を保有/使用しており、10のコンポスト化施設(2014年稼働予定の1施設を含む)が把握された。
- この10のコンポスト化施設の処理能力は、最大420トン/日、最小30トン/日であり、100トン/日以上のものが約70%ある。
- 最も古いコンポスト工場でも2009年に稼働しており、近年稼働し始めたものが多い。
- 現状のコンポスト工場の運営において、コスト、悪臭、コンポストの質の問題があげられている。
- 訪問によるインタビュー調査では、いくつかのコンポスト工場において、残さ率は、30%～40%であった。

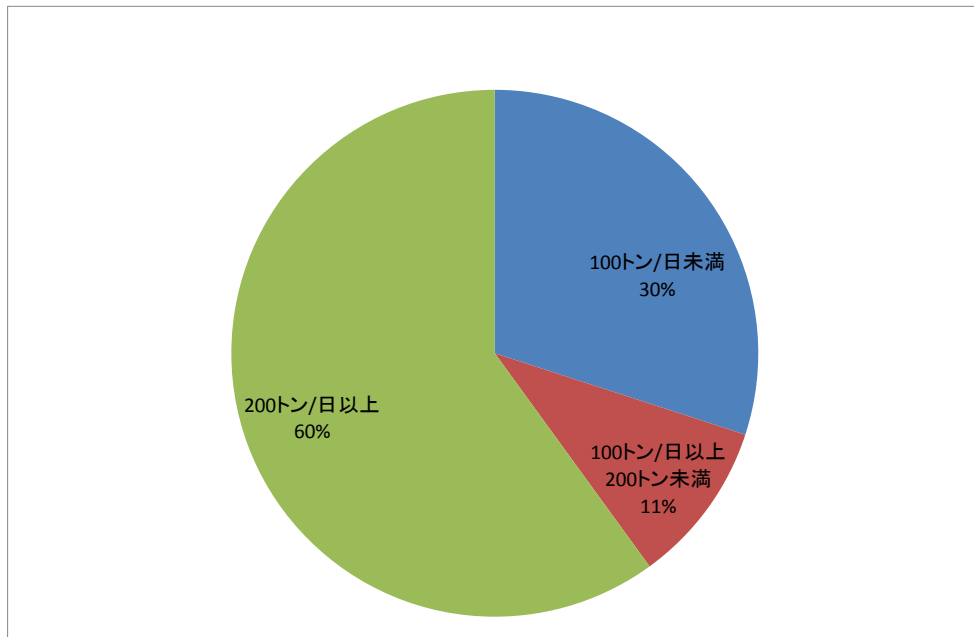


図 1-10 コンポスト工場の処理能力

(注) 端数を四捨五入しているため、各割合の合計が 100%にならない。

#### ⑤ 焼却施設

- 19 都市のうち、13 都市に焼却施設があり、そのうち 7 都市に都市ごみを対象とする焼却施設がある。
- 焼却施設を保有する 13 都市に 18 の焼却施設が把握され、このうち都市ごみ対象の焼却施設が 9 施設(2014 年稼働予定の 1 施設を含む)である。この他、有害産業廃棄物対象が 4 施設、病院廃棄物対象が 4 施設、産業廃棄物(有害産業廃棄物、病院廃棄物を含む)対象が 1 施設である。
- 都市ごみ対象の 9 の焼却施設のうち、最大の処理能力は 100 トン/日である。
- この 9 施設の多くは、2012 年～2013 年に稼働している。
- 都市ごみ対象に焼却施設を使用している 7 都市のうち、3 都市ではコンポスト化残さを焼却している。
- 病院廃棄物対象の焼却施設を使用している都市の中には、排ガス処理を懸念している都市があった。また、インタビューで訪問した都市の中には、都市ごみ対象の焼却施設が排出される焼却灰の処理場所が不明確なところがあった。

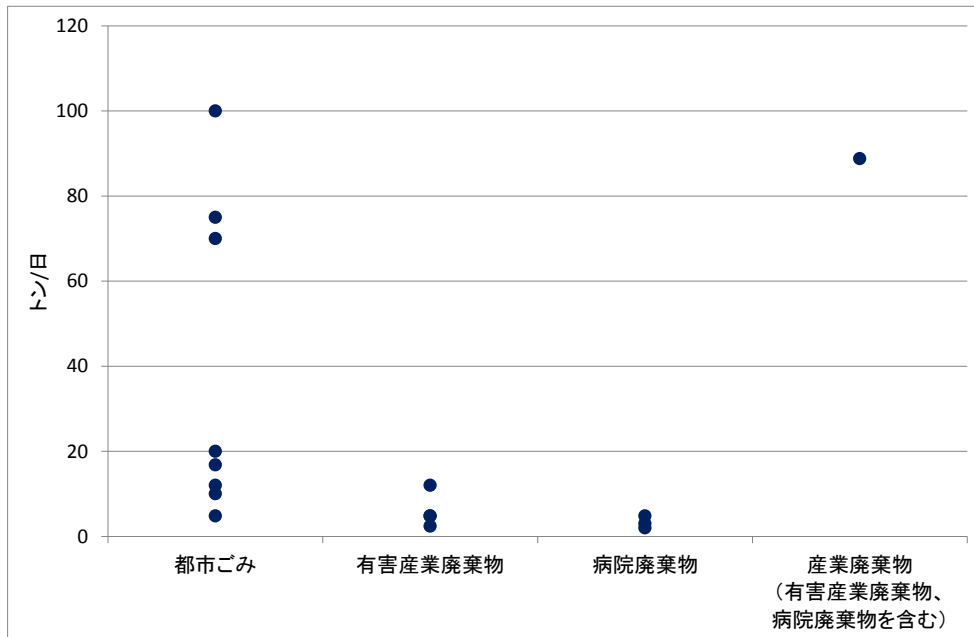


図 1-11 対象廃棄物別焼却施設の処理能力

(注) 毎時処理能力のデータについては、日処理能力に換算している。

⑥ 都市ごみ処理方法別ティッピングフィー

- 埋立のティッピングフィー(データ数 12)は、最大 133,600VND/トン(約 7USD/トン)、最少 24,611VND/トン(約 1USD/トン)、平均 64,686VND(約 3USD/トン)
- コンポスト化もしくは、コンポスト化+埋立のティッピングフィー(データ数 5)は、最大 460,000VND/トン(約 23USD/トン)、最少 215,620VND(約 16USD/トン)、平均 313,217VND/トン(約 11USD/トン)
- 焼却もしくは、焼却+コンポスト化、焼却+埋立のティッピングフィー(データ数 6)は、最大 410,000VND/トン(約 21USD/トン)、最少 124,000VND(約 6USD/トン)、平均 219,650VND/トン(約 11USD/トン)

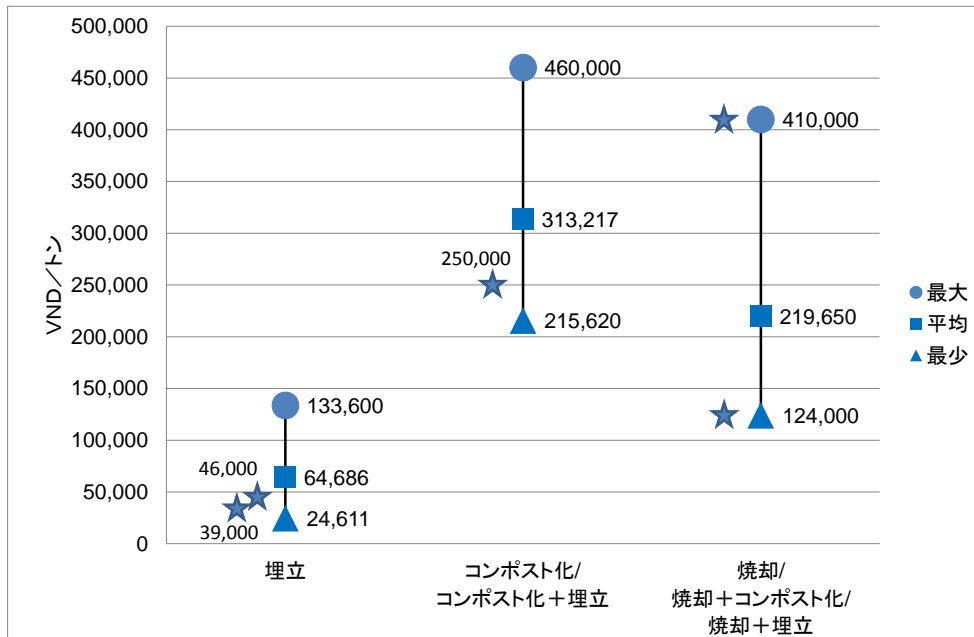


図 1-12 処理方法別ティッピングフィー

(注1) 平均の算出にあたって、同一都市で同種の処理方法に同額のティッピングフィーを複数の施設に設定している場合には、1 データとして計算処理した。

(注2) 図中の「★」は、クアンニン省、タインホア省、トゥアティエン＝フエ省のデータである。

#### ⑦ 都市ごみティッピングフィーの趨勢

- 10年前の埋立ティッピングフィー（平均、データ数 3）は 43,000VND/トン（2USD/トン）から、5年前の埋立ティッピングフィー（平均、データ数 12）が 60,055VND/トン（3USD/トン）、現在の埋立ティッピングフィー（平均、データ数）が 64,686VND（約 3USD/トン）と増加しており、物価の変化が考慮され、ある程度上昇してきた可能性がある。
- これに対して、埋立以外のコンポスト化や焼却、もしくはその組み合わせ処理のティッピングフィー（データ数 11）の平均は、262,181VND/トン（約 13USD/トン）である。これは、埋立ティッピングフィー（平均）の 4 倍に相当する。
- また、将来の仮定として、適正な技術に対する許容できるティッピングフィーをアンケートで尋ねたところ、平均（データ数 12）が 282,273VND/トン（約 14USD/トン）となった。
- なお、現在計画もしくは整備を進めている将来施設のティッピングフィー（交渉中を含む）には、焼却で 375,000VND/トン（19USD/トン）、300,000VND/トン（15USD/トン）、250,000VND/トン（13USD/トン）、コンポストで 350,000VND/トン（18USD/トン）250,000VND/トン（13USD/トン）があった。
- 従来の埋立よりも、数倍も高いティッピングフィーを受け入れ、ここ数年でコンポスト化や焼却の技術を導入する都市が複数出てきていること主な理由として、都市ごみの政策関係者が、埋立場のひっ迫と埋立場による環境汚染の懸念を背景とした埋立量の減量（容）化の必要性を強く認識し始めていることが考えられる。



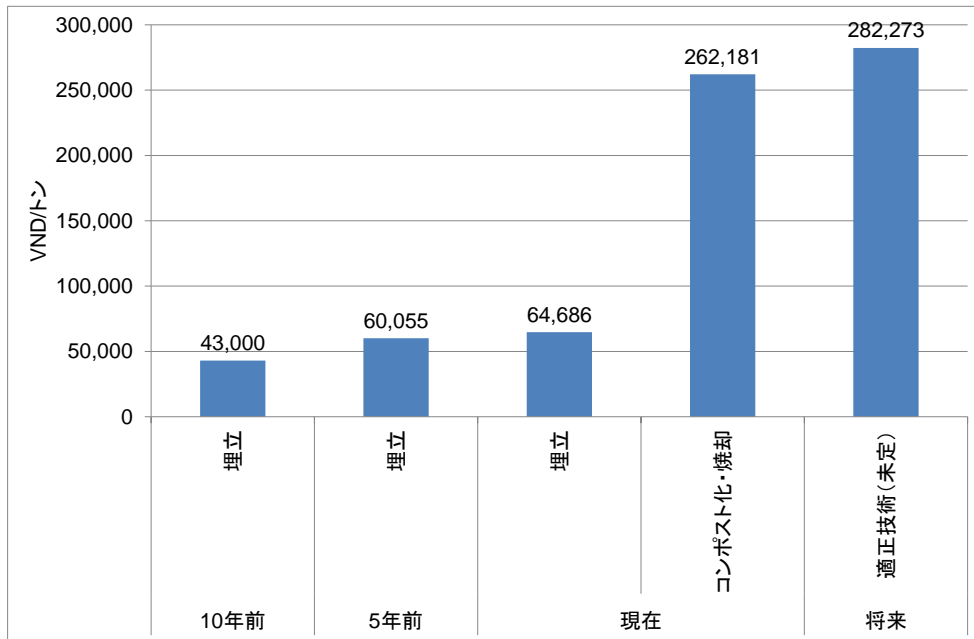


図 1-13 ティッピングフィーの趨勢

⑧ 将来の施設計画

- 将来の施設計画について回答のあった都市数は 17、計画数は 48 である。
- 将来の施設計画の施設の種類の内訳は、埋立が 25% (12 施設)、コンポスト化が 4% (2 施設)、焼却が 13% (6 施設)、コンポスト化+焼却が 13% (6 施設)、リサイクル施設が 2% (1 施設) であり、未定が 44% (21 施設) である。

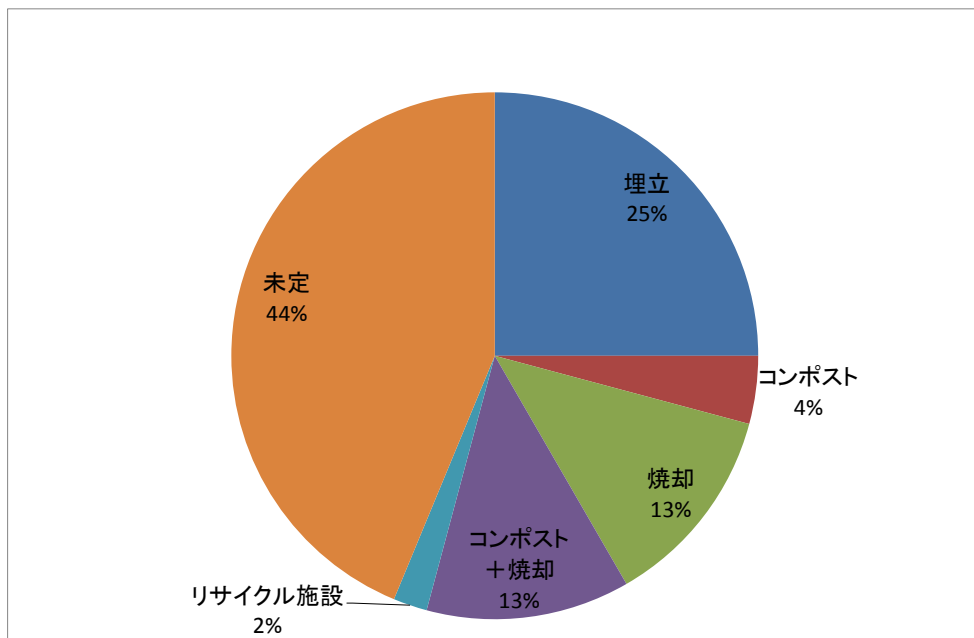


図 1-14 将来計画している施設の種類の種類

(注) 端数を四捨五入しているため、各割合の合計が 100%にならない。

⑨ 埋立地再生に向けた焼却施設実証事業への参加の意向と条件整備の可能性

- アンケート調査で、埋立地再生に向けた焼却施設実証事業への参加の意向として、19 都市のうち、79% (15 都市) が「実施を望む」とし、残りの 21% (4 都市) が「関心がある」ことが示された。
- 「関心がある」もしくは「実施を望む」とした都市 (19 都市) に、都市による条件整備の可能性を尋ねたところ、「用地の確保のみ」が 5% (1 都市)、「用地、掘削機の確保」が 16% (3 都市)、「用地、掘削機、産業廃棄物・医療廃棄物の確保等」が 74% (14 都市)、無回答は 5% (1 都市) であった。

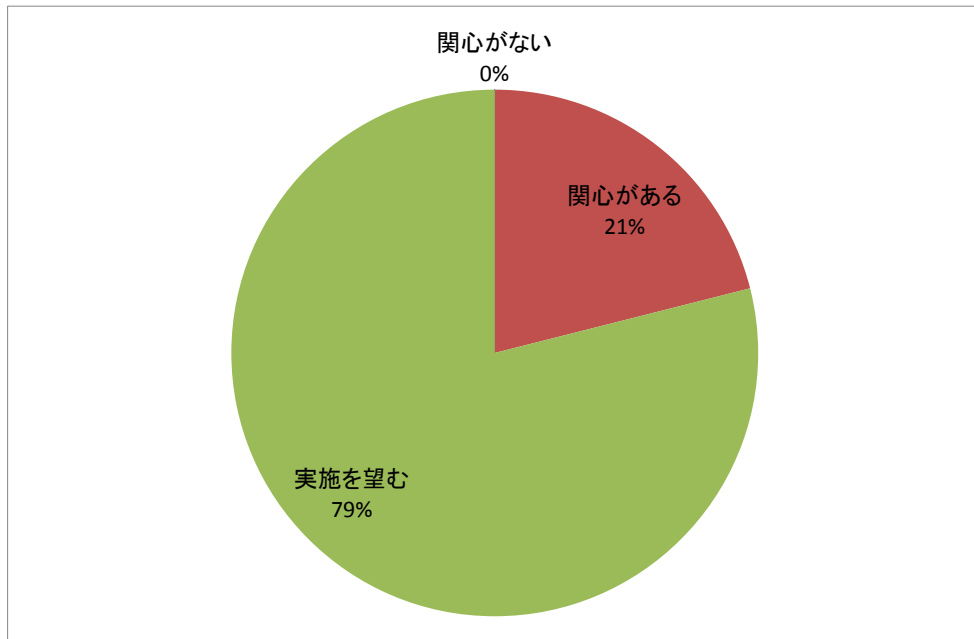


図 1-15 埋立地再生に向けた焼却施設実証事業への参加の意向

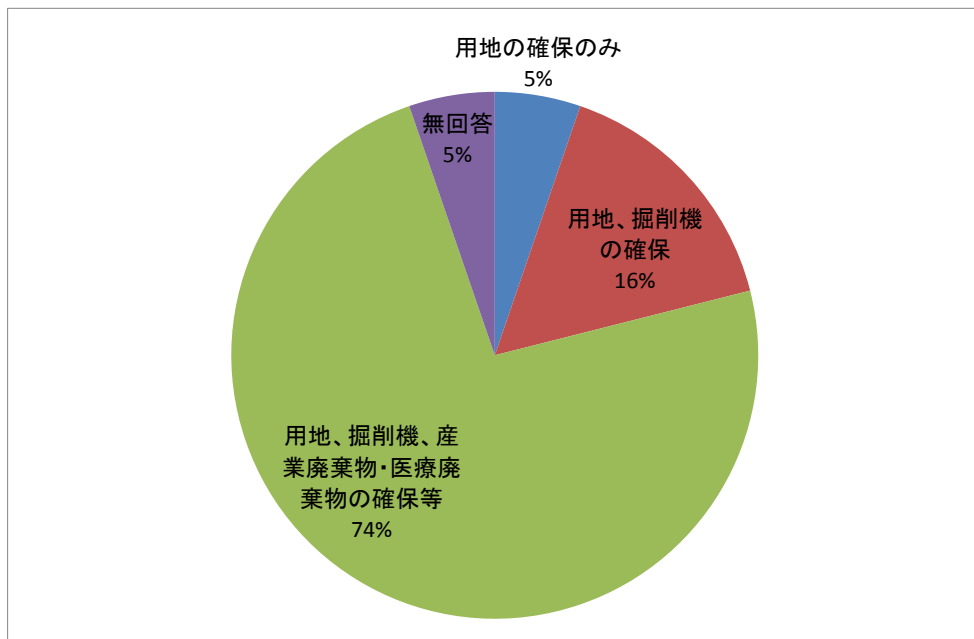


図 1-16 埋立地再生に向けた焼却施設実証事業への参加にあたって都市が行う条件整備の可能性

### (3) 現地調査に基づく埋立地再生に向けた焼却施設実証事業の参加都市のスクリーニング

19 都市を対象に行った現地におけるインタビュー調査、現場踏査、アンケート調査を踏まえ、3 つの都市を選定した。

#### ① 評価項目

以下の4項目を、参加都市選定の評価項目とした。

- 埋立地対応の緊急性:現状の埋立地がひっ迫している、もしくは、埋立地による環境汚染が懸念されている。
- 多目的焼却の可能性:事業採算性の観点から、都市ごみだけではなく、比較的ティッピングフィーの高い有害産業廃棄物や病院廃棄物の将来における受入・焼却の可能性の有無。特にそれらの量や現状の処理状況。
- 案件化のタイミング:次期施設整備の計画及び整備進行度合い。すでに次期施設の建設のための契約や建設が進んでいる場合には、案件化が困難であることから評価を低くした。
- 焼却実験への参加意思:本件焼却技術の実験事業への都市の参加意思の高さ及び実験事業実施のための条件整備への意欲。アンケート調査での回答を参考としつつも、インタビュー調査時の各都市の関係者の意見や意欲、姿勢等を重視した。

#### ② 点数付け

見やすさを確保するため、調査項目ごとに評価点数を「低」、「中」、「高」により、三段階で付けた。「低」を1点、「中」を2点、「高」を3点として、都市ごとに合計点数を算出した。

#### ③ 評価結果

19 都市についての評価結果を次表に示す。評価点の高い、クアンニン省、タインホア省、トゥアティエン＝フエ省を埋立地再生に向けた焼却施設実証事業の参加都市とした。評価結果では、選定された3都市以外の都市情報については、省名や人口、具体的地名を掲載していない。

表 1-2 埋立地再生に向けた焼却施設実証事業の参加都市のスクリーニング評価結果

| 番号 | 省名<br>都市の性格   | 埋立地対応の緊急性  | 多目的焼却の可能性               | 案件化のタイミング  | 焼却実験への参加意思                                   | 評価点<br>低:1点<br>中:2点<br>高:3点 | 備考   |
|----|---|--|-------------------------|--|--|-----------------------------|--|
| 1  | クアンニン省  | 高  | 高                       | 高  | 高  | 12点                         | 既存埋立地からの環境汚染に対して住民反対もあるも、現在当該埋立地を閉鎖することによって対応済み。 |
|    | 首都:ハロン市<br>人口:118万人<br>都市の性格:観光・工業(石炭、セメント、電力)              | 既存の3つの埋立地は、2015年に限界                                | フライアッシュや廃油、防腐剤、国境沿い没収品等 | 環境マスタープラン(2013年末承認予定)に基づいて、2014年以降焼却導入を推進        | 日本投資の促進、高い廃棄物処理水準への志向等を背景に、焼却実験への強い参加意思が示された |                             |  |
| 2  | タインホア省  | 高  | 高                       | 高  | 高  | 12点                         | セメント工場は、立地している(現段階において廃棄物は受け入れていない)              |
|    | 首都:タインホア市<br>人口:343万人<br>都市の性格:観光・工業(重化学工業・石油化学・スチール・機械・造船) | 既存埋立地は既に限界で、環境悪化が進行、2014年から新規取得用地にて廃棄物を暫定的に受け入れる予定 | 油泥、塗料等産廃量を見込める、併せ産廃に積極的 | 新規取得用地(50ha以上、2014年から暫定的に廃棄物を受入)に導入する新テクノロジーを模索中 | 焼却実験への積極的参加意思を示し、用地提供、掘削機の提供、産業廃棄物等の確保の意向あり  |                             |  |
| 3  | トゥアティエン＝フエ省   | 中  | 高                       | 高  | 高  | 11点                         |  |
|    | 首都:フエ市<br>人口:111万人<br>都市の性格:観光・工業(ビール、繊維)                   | 既存埋立地の残余年数3～5年、新規処分場は建設せず、中間処理施設と埋立地再生で対応          | 繊維くず等産廃、病院廃棄物           | 埋立地延命化に向け新テクノロジーを模索中                             | 用地提供、掘削機の提供、産業廃棄物等の確保の意向あり                   |                             |  |
| 4  | A   | 高  | 中                       | 中  | 高  | 10点                         | 沖縄市による草の根技協が進行中。連携が可能。                           |
|    | 都市の性格:観光  | 既存の埋立地が2014年に限界                                    | 繊維・廃油<br>ただし、少量の可能性あり   | 大規模堆肥化プラントを整備済み                                  | 処理会社の意向として、焼却実験への積極的参加意思を示している               |                             |  |

| 番号 | 省名<br>都市の性格                     | 埋立地対応の緊急性  | 多目的焼却の可能性  | 案件化のタイミング   | 焼却実験への参加意思                                 | 評価点<br>低:1点<br>中:2点<br>高:3点 | 備考   |
|----|---------------------------------|--|--|---|--|-----------------------------|--|
| 5  | B<br>都市の性格:観光                   | 高<br>隣接市に立地する当該市が使用している既存の埋立地が既に閉鎖                                 | 低<br>少量  | 中<br>コンプレックス用に土地(47ha)を用意しているが、具体的な計画がなし、埋立処分場用に120haの土地確保を計画 | 高<br>焼却実験への積極的参加意思を示し、用地提供、掘削機の提供等の確保の意向あり | 9点                          | 有害廃棄物の施設建設を意図しているインベスターあり                    |
| 6  | C<br>都市の性格:工業(食品加工、電気・電子機器、繊維等) | 中<br>既存の埋立地が、2014年に限界:ただし、既存コンポスト工場の能力増強と新コンプレックスの建設による問題は解決される見込み | 高<br>多量の産廃を期待できる。                                      | 中<br>複数あるうち、主なコンプレックスの計画は既に進められているが、技術は特定されていない               | 中<br>焼却実験への関心はあり、用地提供と掘削機の提供の意向あり          | 9点                          |  |
| 7  | D<br>都市の性格:観光・農業                | 高<br>既存の埋立地からの河川等への汚染が懸念される(首相決定64にリストアップ)<br>※閉鎖予定                | 低<br>ほとんど産廃がない、有害物を含む農業残さの処理が課題であるが、農家からの高い処理料金は期待できない | 低<br>既に民間によるバイオ減容施設を建設中(2014年稼働予定)                            | 高<br>既にバイオ減容施設建設中であるが、実験参加へ積極的意思を示している     | 9点                          | コンポストではない、バイオ減容化のテクノロジーを導入している企業あり           |
| 8  | E<br>都市の性格:観光                   | 高<br>2つの環境汚染のある埋立地を閉鎖し、緑化の手続きを進行中、現在首都のみか                          | 低<br>大規模事業者からの産廃は、セメント会社で受入(ただし小規模事業所からの有害廃            | 高<br>7つのコンプレックス(うち、3つを2015年までに入札)を内陸                          | 中<br>実験参加への関心があり、用地提供、や掘削機の提供が可能           | 9点                          | 現在稼働しているコンプレックス(コンポストと焼却)を運営している民間企業が日本の焼却技術 |

| 番号 | 省名<br>都市の性格                          | 埋立地対応の緊急性   | 多目的焼却の可能性                         | 案件化のタイミング  | 焼却実験への参加意思                                       | 評価点<br>低:1点<br>中:2点<br>高:3点 | 備考                                 |
|----|--------------------------------------|---|-----------------------------------|--|--|-----------------------------|------------------------------------|
|    |                                      | らのごみをコンプレックス(コンポストと焼却)で受入、他地域はオープンダンピング   | 棄物が課題)                            | に、2つのコンプレックス(計500トン/日)をある島に建設予定、※小さい10の島には、小型焼却炉導入予定 |  |                             | に非常に高い関心、現在、aある島等へのコンプレックス建設を検討    |
| 9  | F<br>都市の性格:食品加工、肥料、染色等               | 中<br>北部地域(160トン/日)については、既に新規コンプレックスが稼働しつつあり(焼却がスタート、コンポスト工場は建設中)、南部(80トン/日)からの都市ごみが課題(現在はオープンダンピング) | 高<br>都市ごみに対して30~40%の産業廃棄物が排出      | 低<br>現在、他市と共同で南部からのごみの処理を検討                          | 高<br>焼却実験への積極的参加意思を示し、用地提供、掘削機の提供、産業廃棄物等の確保の意向あり | 9点                          |                                    |
| 10 | G<br>都市の性格:観光・工業(産業ゾーン)              | 高<br>既に2つの埋立地が既に閉鎖しており、暫定的に、2つの埋立地を使用している(3年で限界)、焼却による処理を模索中  | 中<br>ある程度産廃量は見込めるが、都市ごみとの混合処理に消極的 | 低<br>現在、国内の民間会社からの焼却導入の提案を検討中                        | 中<br>国内の民間会社からの提案を検討中、ただしティッピングフィーで折り合いがつかない     | 8点                          | 5年前に韓国のODAでコンプレックス導入を試みたが、住民問題でとん挫 |
| 11 | H<br>都市の性格:工業(化学、防腐剤、機械、セラミック、塗料、木材) | 低<br>既存の埋立地が4年以上使用することが期待できる。   | 高<br>多量の産廃を期待できる。                 | 低<br>2020年の運転開始を目指して都市ごみと産廃等の混焼について日本企業と検討           | 高<br>焼却実験への積極的参加意思を示し、用地提供、掘削機の提供、産業廃棄物の確        | 8点                          |                                    |

| 番号 | 省名<br>都市の性格  | 埋立地対応の緊急性   | 多目的焼却の可能性   | 案件化のタイミング   | 焼却実験への参加意<br>思   | 評価点<br>低:1点<br>中:2点<br>高:3点 | 備考  |
|----|--|---|---|---|--|-----------------------------|---|
|    | 加工、製紙、染色、電<br>気・電子機器<br>、靴)                            |   |   | 中   | 保の意向あり   |                             |   |
| 12 | I<br><br>都市の性格:国境沿<br>い商業                              | 中<br><br>2つの埋立地のうち、<br>山間地に位置する埋<br>立地が環境汚染と住<br>民反対により使用中<br>止<br>ただし、残りの埋立地<br>に処分を集約 | 低<br><br>少量                                       | 低<br><br>使用中止した埋立処<br>分場についての首相<br>Decision64 に基づい<br>て計画を策定予定が<br>あるが、特に緊急性<br>を要していない様子 | 高<br><br>焼却実験への積極的<br>参加意思を示し、用<br>地提供、掘削機の提<br>供等の確保の意向あ<br>り | 7点                          | 既存埋立地にて住民問<br>題あり                         |
| 13 | J<br><br>都市の性格:観光・工<br>業(電気・電子機器・<br>プラスチック関連)         | 高<br><br>集中型処理施設整備<br>の遅れ(2010年予<br>定)により、現行埋立<br>地の環境悪化                                | 中<br><br>ある程度産廃量は見<br>込めるが、都市ごみ<br>との混合処理に消極<br>的 | 低<br><br>既に整備進行中<br>(2014年目途)<br>ただし、農村部で小<br>型焼却炉整備が課題                                   | 低<br><br>既に整備進行中によ<br>る  | 7点                          |   |
| 14 | K<br><br>都市の性格:観光・工<br>業(セメント・ライムス<br>トーン・スチール・練<br>炭) | 高<br><br>既存埋立地が2015<br>年に限界   | 低<br><br>現在、工場・病院は、<br>オンサイトで処理                   | 低<br><br>コンポスト工場建設<br>(2013年末稼働予<br>定)と現埋立地の拡<br>張予定で対応                                   | 中<br><br>既に整備進行中、た<br>だし、District レベ<br>ルでの衛生処理は課題             | 7点                          |   |
| 15 | L<br><br>都市の性格:観光                                      | 中<br><br>既存の埋立地が環境<br>汚染と住民反対によ<br>り使用中止し、現在<br>は新規コンプレックス<br>にて対応、ただし、閉<br>鎖した埋立地の再生   | 低<br><br>少量                                       | 低<br><br>閉鎖した埋立地の再<br>生が喫緊の課題とな<br>っている   | 高<br><br>焼却実験への積極的<br>参加意思を示し、用<br>地提供、掘削機の提<br>供等の確保の意向あ<br>り | 7点                          | 新規コンプレックスは、埋<br>立地、コンポスト、焼却(5<br>トン/日)で構成 |

| 番号 | 省名<br>都市の性格          | 埋立地対応の緊急性   | 多目的焼却の可能性  | 案件化のタイミング  | 焼却実験への参加意思                                   | 評価点<br>低:1点<br>中:2点<br>高:3点 | 備考   |
|----|----------------------|---|--|--|--|-----------------------------|--|
|    |                      | が課題   |  |  |  |                             |  |
| 16 | M<br><br>都市の性格:観光・港湾 | 中   | 低  | 低  | 中  | 6点                          |  |
|    |                      | 既存埋立地の残余年数6年  | 少量   | 現在、日本企業による焼却事業FS進行中                                  | FS進行中、ただし、現行案のティッピングフィーが高い                   |                             |  |
| 17 | N<br><br>都市の性格:観光    | 低   | 低  | 低  | 高  | 6点                          |  |
|    |                      | 2014年から2つの新規埋立地を運転開始予定、これに併せ既存埋立地を閉鎖予定                          | 造船業等大規模事業者からの産廃は、セメント会社で受入(ただし小規模事業所からの有害廃棄物が課題) | 現在、新規埋立地を整備している                                      | 各地域の URENCO における有害物への焼却の適用と都市ごみとの併せ処理への関心が高い |                             |  |
| 18 | O<br><br>都市の性格:セメント業 | 低   | 低  | 低  | 中  | 5点                          | But Son セメントのセメント工場あり                      |
|    |                      | 市街地では、2つコンプレックス(各コンポスト工場と焼却炉あり)を運営、特に問題なし                       | 少量   | 既のコンプレックスの処理能力の拡張を計画                                 | 市街地ではなく、地方都市における適用の観点から焼却実験に関心があり            |                             |  |
| 19 | P<br><br>都市の性格:石油精製  | 低   | 低  | 低  | 低  | 4点                          | 新規産業パークからの廃棄物も(750トン/年)も新規コンプレックス(民間運営)で対応 |
|    |                      | 2010年から新規コンプレックス(埋立地、産業廃棄物用焼却)が開始され、特に問題なし、ある島では焼却炉(5~7トン/日)が導入 | 少量   | 特に、大きな計画なし(コンプレックスを運営している民間会社がビジネス拡大のため、新規焼却炉の建設を計画) | 特に関心なし、ただし、焼却技術に関心があり                        |                             |  |



(4) ハノイ市、ホーチミン市の状況

① ハノイ市

i) 組織

ハノイ市において都市ごみ処理を所管する機関は DOC と DONRE の二つであり、それらの権能と役割分担はハノイ PC の Decision No. 16/2013/QD-UBND に規定されている。同 Decision は DOC が都市部 10 地域と一つの町、DOERE が農村部 18 地域を所管するとしている。

ii) 廃棄物量

産業廃棄物、病院を廃棄物を含むハノイ市での廃棄物の発生量を表 1-3 に示す。

表 1-3 ハノイ市における廃棄物発生量(2011 年)

| 廃棄物種類 | 発生量(トン/日) |
|-------|-----------|
| 都市ごみ  | 6,500     |
| 産業廃棄物 | 1,950     |
| 病院廃棄物 | 15        |

(出典)ハノイ URENCO (Hanoi Urban Environment Company)及び天然資源環境省: Vietnam Status of Environment 2011

iii) 収集・運搬

ハノイ市の都市ごみは18の事業主体によって収集されている。その事業形態は国営企業、ジョイントストック企業とさまざまである。

表 1-4 ハノイ市における都市ごみ収集事業主体

| No | Name of company   | Company form        | Serving areas   |
|----|---|---------------------|---|
| 1  | Urban Environment State-Owned One member limited company (URENCO) | State-owned         | 4 core districts (Hoan Kiem, Ba Dinh, Hai Ba Trung, Dong Da)            |
| 2  | Thang Long Environment JSC.                                       | Joint stock company | District: Hoang Mai, Tay Ho, Cau Giay, Long Bien, Thanh Xuan by bidding |
| 3  | Tay Do Environment JSC.   | Joint stock company |   |
| 4  | Green JSC.  | Joint stock company |   |
| 5  | Sinh Thai Environment and Technology JSC.                         | Joint stock company |   |
| 6  | Thanh Cong Co-operative   | Co-operative        |   |
| 7  | Ha Dong environment JSC.  | Joint stock company | Ha Dong District  |
| 8  | Son Tay Environment and Work JSC.                                 | Joint stock company | Son Tay Town  |
| 9  | Xuan Mai Environment and Urban Company                            | State-owned         | Chuong My District  |
| 10 | Song Hong clean vegetable investment and development JSC.         | Joint stock company | Me Linh District  |
| 11 | Noi Bai Trading Joint Stock Company                               | Joint stock company | Soc Son District  |
| 12 | Mai Dinh Cooperative  | Co-operative        | Soc Son District  |

| No | Name of company                               | Company form | Serving areas      |
|----|---|--------------|--------------------|
| 13 | Tu Liem Environment and Urban Enterprises     | State-owned  | Tu Liem District   |
| 14 | Thanh Tri Environment and Urban Enterprises   | State-owned  | Thanh Tri District |
| 15 | Gia Lam Environment and Urban Enterprises     | State-owned  | Gia Lam District   |
| 16 | Dong Anh Environment and Urban Enterprises    | State-owned  | Dong Anh District  |
| 17 | Soc Son Environment and Urban Enterprises     | State-owned  | Soc Son District   |
| 18 | Sewage State-owned One Member Limited Company | State-owned  | N/A                |

iv) 処分

現在におけるハノイ市のごみ処分方法は埋立処分であるが、表 1-5 に示すようにコンポスト化、焼却などが小規模に試みられつつある。

有害廃棄物の処理施設は天然資源環境省から許可を付与された会社がハノイ市には 4 社ある (表 1-6)。このほか、ハノイ市には立地していないものの、ハノイ市で営業許可を取得している主体が複数存在している。

表 1-5 ハノイ市におけるごみ処理施設

| No | 種類           | 名称  | 事業主体   | 対象地域   | 概要                            |
|----|--------------|---|--|--|-------------------------------|
| 1  | 埋立           | Nam Son Solid Waste treatment complex       | URENCO Hanoi                                   | Old areas of Hanoi                                   | 3000トン/日<br>拡張予定              |
| 2  | 埋立           | Kieu Ky landfill                            | Gia Lam Urban Environment Enterprise           | All area of Gia Lam District                         | 100トン/日                       |
| 3  | 埋立           | Nui Thong landfill                          | Xuan Mai Environment and Urban Company         | Ha Dong, Chuong My, Thanh Oai                        | 汚染のため一時的に閉鎖                   |
| 4  | 埋立           | Xuan Son landfill                           | Son Tay Environment and Work JSC               | Son Tay Town Ba Vi Dist                              | 100トン/日<br>拡張予定               |
| 5  | コンポスト化等リサイクル | Cau Dien CP                                 | URENCO Hanoi                                   | Organic waste from 4 core districts (mainly markets) | 50トン/日                        |
| 6  | コンポスト化等リサイクル | Kieu Ki CP                                  | Gia Lam Urban Environment Enterprise           | Waste from Gia Lam district                          | 間欠運転                          |
| 7  | コンポスト化等リサイクル | Seraphin CP                                 | Seraphin Green Environment Technology JST., Co | Waste from Ha Dong and Thanh Cong collection company | 経営状態に課題有                      |
| 8  | コンポスト化等リサイクル | ごみ処理・リサイクル施設 (Xuan Son treatment complex 内) | Thanh Cong cooperatives                        | 不詳   | 処理能力 300トン/日<br>試験運転完了、操業開始待ち |

| No | 種類 | 名称                                     | 事業主体            | 対象地域 | 概要                              |
|----|----|--|-----------------|------|---------------------------------|
| 9  | 焼却 | Xuan Son solid waste treatment complex | Thang Long Jsc. | 不詳   | 100トン/日×2系列<br>100トン/日(1系列)が建設中 |

表 1-6 ハノイ市における有害廃棄物処理施設

| No | 事業主体  | 施設立地場所  |
|----|---|---|
| 1  | Hanoi Urban Environment Co.,Ltd<br>URENCO       | 産業廃棄物処理施設<br>Nam Son solid waste treatment Complex, Soc Son District, Hanoi に立地 |
| 2  | Van Dao Co., Ltd                                | Bien Giang Industrial Cluster, Ha Dong District, Hanoi                          |
| 3  | Organic Bio-Chemical and Pharma chemical Center | 18 Hoang Quoc Viet, Cau Giay, Hanoi   |
| 4  | Medical waste treatment facility-<br>URENCO     | Medical waste incinerator plant – Tay Mo, Tu Liem Hanoi                         |

v) ハノイ市の課題

ハノイ市の都市ごみ管理の課題は以下のように整理できる。

- ごみ中継施設が用意されておらず、60 km離れた処分場への搬送が大きな負担となっているところ、本格的な中継施設の整備が基本計画<sup>3</sup>に盛り込まれた。
- 大型の民間処理施設、例えば、ナムソン 2000 トン/日、ドンアン 1000 トン/日が企画されている。
- すでに 3 か所のコンポスト化施設で都市ごみを処理する実績を有しているが、ティッピングフィーが安すぎ、適切な運転を担保できていない。
- 今後、焼却も含め中継施設、中間処理を推進していく際に、長期的な財務計画が極めて重要であり、その中で持続可能で現実的なティッピングフィーを再検討することが大きな課題である。

② ホーチミン市

i) 組織

ハノイ市とは異なり、ホーチミン市では都市ごみは天然資源環境局の所管となっている。

<sup>3</sup> 固形廃棄物管理に係る政府決定“Decree No. 59/2007/ND-CP”によって省・政府直轄市が定めることとなっている計画を指す。1.3(1)④を参照のこと。

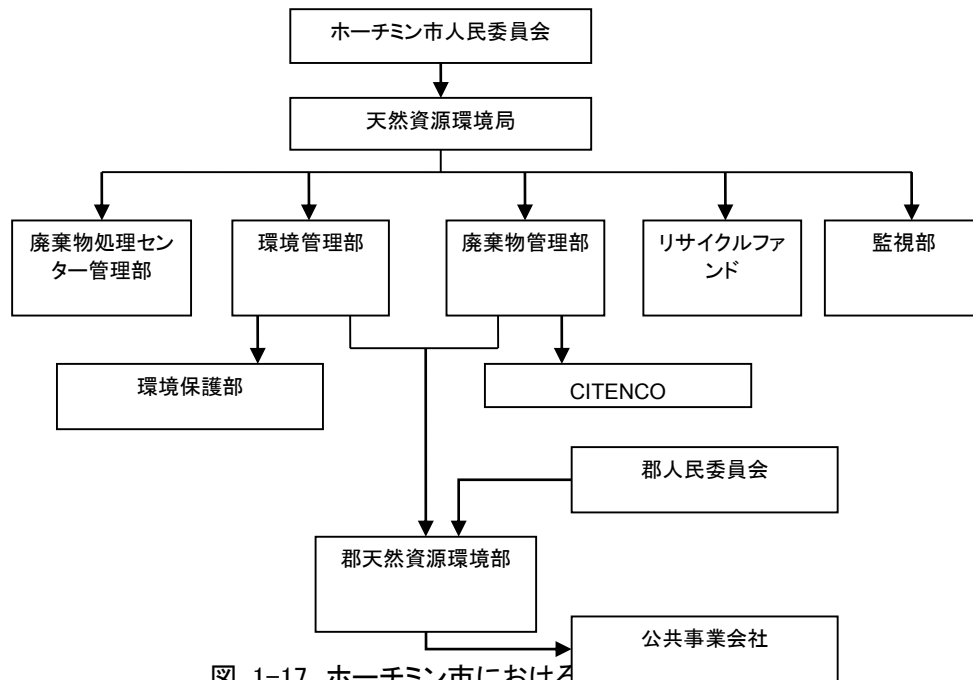


図 1-17 ホーチミン市における天然資源環境局  
 (出典)ホーチミン市天然資源環境局

ii) ごみ発生量

2010 年におけるホーチミン市の廃棄物量は下表に示すとおりである。

表 1-7 ホーチミン市における廃棄物発生量(2010 年)

| 廃棄物種類 | 発生量(トン/日) |
|-------|-----------|
| 都市ごみ  | 7,081     |
| 産業廃棄物 | 4,606     |

(出典)VEA: Department for Waste Management and Environment, 2011  
 (注)病院廃棄物の発生量については出典資料によっては把握できなかった。

iii) 収集・運搬

ホーチミン市の収集は、

- CITENCO と 22 の公社
- 30 の民間収集主体(狭隘街路からごみを収集、収集量は全体の 70%をも占める)
- 5 つの Cooperative

によって収集されている。収集されたごみはベトナムで唯一の二か所の本格的な中継施設(800 トン/日)に搬送される。このほか、ホーチミン市には小型車から大型車へ積み替えるための積換・保管場所が普及している。

iv) 処分

ホーチミン市のごみは下表に示す施設において埋立とコンポスト化によって処理されている。

表 1-8 ホーチミン市における都市ごみ処理施設

| 番号 | 種類     | 名称                           | 事業主体                             | Capacity<br>(tons/day)       |
|----|--------|------------------------------|----------------------------------|------------------------------|
| 1  | 埋立     | Landfill 2 in Phuoc Hiep WTC | CITENCO                          | ■ 2,500トン/日<br>■ 2008年から操業   |
| 2  | 埋立     | Da Phuoc WTC                 | Vietnam Waste Solution<br>(米国企業) | ■ 3,000トン/日<br>■ 2007年から操業   |
| 3  | コンポスト化 | Phuoc Hiep WTC               | Vietstar company<br>(ジョイントベンチャー) | ■ 現在 600トン/日で将来 1,200トンに拡張予定 |

ホーチミン市は有数の工業都市であり、多くの有害廃棄物処理施設が立地している。現在、CITENCO も含む 16 の許可業者が存在している。代表的な企業を以下に示す。

- Holcim Cement company
- Viet-Australia Jsc.,
- Green Environment Company
- Thanh Lap trade and Environment treatment Co.,ltd
- Quoc Viet Environment science and technology
- Ho Chi Minh City urban company CITENCO
- Dai Phuc trade and production company
- Trade and Shipping company
- Tung Nguyen trade and production company
- Sai Gon petrolimex trade and construction company
- Tien Thi trade and services Co.,ltd
- Vu Hoang Environment Co.,Ltd

v) ホーチミン市の課題

ホーチミン市の都市ごみ管理の課題は次のように整理できる。

- ホーチミン市の都市ごみ基本計画は未だ承認されておらず、承認の日が待たれる。
- ホーチミン市は焼却などのごみ処理技術を導入する政策を有しており、実際いくつかのプロジェクトが進行中である。ところが健全な経営の前提となるティッピングフィーで合意できずプロジェクトの着手は難航している。ハノイと同様、経済的な視点からの分析とソリューションが非常に重要となっている。

(5) 現地調査を踏まえた焼却事業の可能性

- ① 有害産業廃棄物を取り込むことによって都市ごみ焼却事業を成立させることには大いに期待が持たれる。
  - 産業廃棄物と都市ごみの混合焼却については未だ検討は進んでいない。産業廃棄物は排出者の責任の下、民間で処分されるべきと考えられている。
  - しかしながら、有害産業廃棄物と都市ごみの混合焼却には大きな可能性がある。都市ごみ中間処理(コンポストなど)のティッピングフィーはトン当たり約 20ドルが標準価格となりつつあり、

それでも埋立地ティッピングフィーのトン当たり約 5ドル程度よりも非常に高く、焼却処理にそれ以上のティッピングフィーを設定することは現実的ではない。

- 他方、有害産業廃棄物のティッピングフィーはトン当たり約 200ドルと非常に高く、産業廃棄物が安定的に得られれば、都市ごみと混合焼却を行うことによって、採算ベースに乗せる可能性が出てくる。
- 産業廃棄物の処理施設は少なく、ホーチミン周辺など限られた場所にしかない。理由は工場当たりの有害産業廃棄物の発生量が少なく、地方に整備しても採算が取れないという理由である。
- 有害産業廃棄物の焼却事業を地方都市が開始すれば、排出工場は輸送費を削減できるという利点があり、ウィンーウィンなソリューションとなる。

② 埋立地再生は標準手続きにはなっていない。

- 既存埋立地からの環境汚染は大きな問題となっており、大臣指令によって閉鎖命令が出された処分場もある。調査対象都市の中ではダラット市が該当しており、数十年にわたって都市ごみを積み上げてきており、周辺環境への負荷が懸念された。
- 埋立地掘り起しによる埋立地再生は未だ重要な政策とはなっておらず、上記閉鎖命令が出されたところでも、最終覆土により埋立地を閉鎖する対策を取るとしている。ただし、埋立地再生に関心を持つ地方都市も存在した。

③ 依然として農村部には需要はあるが、採算モデルが描けない。

- 各省には都市部と農村部が存在している。農村部においては小規模なごみ埋立地が存在しており、適正な管理がなされていない。各省が Decree No. 59/2007/ND-CP の下、基本計画を定めているが、各ディストリクトには一つずつ埋立地を置くとしか定められておらず、将来における改善の方向性は明確ではない。
- ここで各ディストリクトに小規模焼却炉を整備して、焼却した後、埋立を行うというシステムがソリューションとして提案可能である。実際、いくつかの省ではこのようなシステムに強い関心を示した。
- ところが、都市部でも成立しない焼却事業が農村部で成立するとは思えない。農村部には直ちに焼却が導入されるとは考えにくく、将来的な課題となろう。

### 1.3 対象国の対象分野の関連計画、政策及び法制度

#### (1) 廃棄物管理法

ベトナムにおける廃棄物管理の基本原則は、2005 年の環境保護法の下で整備された固形廃棄物管理に係る政府決定 “Decree No. 59/2007/ND-CP” である。ここではこの政府決定について概説する。

##### ① 廃棄物等の定義と区分

固形廃棄物は、生産、ビジネス、サービス、日常生活、その他の活動から廃棄される固

形状のもので、通常の固形廃棄物と有害廃棄物を含むと定義されている。

固形廃棄物は、日常生活ごみと事業活動に伴って廃棄される産業廃棄物に区分される。産業廃棄物はあらゆる事業活動から廃棄されるものを指し、製造以外にも、クラフトビレッジ、ビジネス、サービス提供に伴って廃棄されるものを含む。

また、有害廃棄物は、放射能、引火性、爆発性、腐食性、感染性、有毒性、その他有害性を有するものと定義されている。

このほか、他の生産活動に利用可能な廃棄製品・物質が、スクラップとして定義されている。

## ② 廃棄物管理原則

廃棄物管理原則は以下の四点である。

- 廃棄物の排出者は廃棄物収集、運搬、処分コストを負担しなければならない。
- 廃棄物は排出源で分別され、再利用・エネルギー回収されなければならない。
- 再利用できない廃棄物については埋立前に減容されなければならない。
- 中央政府は廃棄物管理のための啓発活動を展開しなければならない。

## ③ 中央政府の役割

中央政府の役割は以下の五点である。

- 政策、法制度の充実:法制度の普及啓発と実施の促進
- 廃棄物管理の細則・基準の制定
- 廃棄物管理計画の立案、承認、公表
- 廃棄物収集・運搬・処分施設の整備の管理
- 法順守のためのモニタリング

## ④ 廃棄物管理計画

廃棄物管理計画は以下の内容を含むものとする。

- 通常廃棄物、産業廃棄物の量・質の調査・将来予測
- 排出源分別、リサイクル・再使用の可能性の検討
- 廃棄物管理施設の立地と規模の検討
- 廃棄物収集・運搬方法・ルート of 検討
- 廃棄物管理技術選定基準の提案
- 廃棄物統計の整備と適正処理のための計画立案と人材育成

## ⑤ 廃棄物処分施設計画要件

廃棄物処分施設計画は以下の要件を満たさなければならない。

### i) 他計画との整合性

- 地域建設計画と廃棄物管理計画との整合性

### ii) 地理的、地勢的、水勢的要件

- 廃棄物発生場所から十分に離れていること

- 周辺住宅地、中心市街地、レジャー施設、観光施設、歴史文化的施設、空港、水源、湖沼・海岸から十分隔離された場所であること
- 地盤沈下、洪水の恐れのある場所、源流、カルスト、断層などではないなど適切な地勢・水勢条件を満たした適切な場所であること

iii) 規模要件

- 人口規模、現行廃棄物量、施設寿命を踏まえた将来人口、廃棄物増加を見込んだ適切な規模
- 将来経済成長、都市化を考慮した規模

iv) その他

- 廃棄物埋立地閉鎖後の跡地利用の考慮

⑥ 廃棄物処分施設要件

廃棄物処分施設は以下の技術の特性に従って、適切に整備されなければならない。

- 焼却施設
- エネルギー回収付焼却施設
- 有機資源施設
- 物質回収施設
- 通常廃棄物用衛生処分場
- 有害廃棄物埋立地
- 総合廃棄物管理施設

建設省（Ministry of Construction）は、廃棄物処理施設計画を指導し、最終処分場の適切な閉鎖及び跡地利用を指導しなければならない。

⑦ 廃棄物管理計画の立案・承認・実施の管理責任

廃棄物管理計画はその対象範囲によって以下のものが所管する。

- 広域計画及び主たる経済区域における計画:内閣総理大臣、建設大臣
- 建設省は省・都市の人民委員会の責務を定める。
- 地方レベルの廃棄物管理責任:別途建設省が定める省の責務の下、省人民委員会（Provincial-level Peoples's Committee: PPC）が所管する。
- 廃棄物管理計画は、建設計画に関する法の規定に基づいて公表される。

⑧ 廃棄物管理計画策定のための財源

廃棄物管理計画策定のための財源は以下のように措置される。

- 廃棄物管理計画策定費用は、国及び他の法に定められた財源によって賄われる。
- 広域計画及び主たる経済区域における計画策定費用は建設省の財政支出計画において充てられる。
- 省人民委員会は所管地域における廃棄物管理計画策定費用配分計画を立案する。
- 計画投資省と財務省は廃棄物管理計画立案費用のための財源を確保する。



⑨ 廃棄物管理への投資

国は投資法に基づき民間企業との連携による廃棄物管理分野への投資を奨励する。

廃棄物管理に投資する国内・国外企業は、財務省定めの下、以下の優遇措置を得ることができる。

- 固定資産税免除
- 借入利息補填等の優遇措置
- 借入時債務保証
- 関税免除
- 事業税減免
- 国内技術採用の奨励
- インフラストラクチャー整備への支援
- 技術開発への国庫補助
- 人材育成への補助

⑩ 排出源管理

排出源管理として以下の事項が規定されている。

- 通常廃棄物はリサイクル資源とその他の適正処理が必要な廃棄物に分別されなければならない。
- 通常廃棄物と有害廃棄物は混在されてならず、混在された場合には有害廃棄物として処理されなければならない。
- 有害廃棄物の排出者は天然資源環境省関連機関に登録されなければならない。

(2) その他重要な廃棄物管理関連法令

政府議定“Decree No. 59/2007/ND-CP”以外でベトナムの廃棄物管理を把握するうえで参照すべき重要な関連法令を以下に整理する。

表 1-9 その他の重要な廃棄物管理関連法令

| 法規制   | 交付年月日          | タイトル(英語表記)   | 概要   |
|---|----------------|--|--|
| 首相決定 No64<br>THE PRIME MINISTER<br>OF GOVERNMENT<br>No. 64/2003/QD-TTg                                    | 2003年4月<br>22日 | Decision approving the plan for thoroughly handling establishments which cause serious environmental pollution   | 環境汚染を引き起こしている事業主体に環境保全上の改善を促す計画を決定したものの。施設の種類別に環境汚染事業主体をリスト化している。この中に省が運営する埋立地も含まれる。 |
| 天然資源環境大臣決定<br>No.10<br>THE MINISTRY OF<br>NATURAL<br>RESOURCES AND<br>ENVIRONMENT No.<br>10/2006/QD-BTNMT | 2006年8月<br>21日 | Decision promulgating the regulation on certification of through pollution treatment by seriously polluting establishments under the prime minister's Decision No. | 首相決定 No.64に基づいて、リスト化された環境汚染事業主体が環境汚染対策を講じる際の条件や手続き等について定めたもの。                        |

| 法規制   | 交付年月日           | タイトル(英語表記)   | 概要   |
|---|-----------------|--|--|
|   |                 | 64/2003/QD-TTG   |  |
| 天然資源環境大臣通知<br>No.07<br>THE MINISTRY OF<br>NATURAL<br>RESOURCES AND<br>ENVIRONMENT No.<br>07/2007/TT-BTNMT | 2007年7月3<br>日   | Circular guiding for<br>classification and<br>decision of<br>establishments causing<br>environmental pollution<br>required to be handled       | 首相決定 No.64に基づいて、<br>環境汚染事業者を判定する<br>基準や手順について定めた<br>もの。  |
| 政府議定 No.04<br>THE GOVERNMENT<br>No.04/TT-BTNMT  | 2009年1月<br>14日  | Decree providing for<br>incentives and supports<br>for environmental<br>protection activities  | 環境保護活動の促進のため、<br>土地や資金、租税面での<br>優遇措置について定めたも<br>の。廃棄物処理施設も対象と<br>なっている。関連の詳細規定<br>は、財務大臣通知 No.230<br>(Circular<br>No.230/2009/TT-BTC of 08<br>December 2009)と財務大<br>臣通知 No.101(Circular<br>No.101/2010/TT-BTC of 14<br>July 2010)に記載されてい<br>る。 |
| 首相決定 No.2149<br>THE PRIME MINISTER<br>OF GOVERNMENT<br>No. 2149/2009/QD-TTg                               | 2009年12月<br>17日 | Decision on approving<br>the National Strategy of<br>Integrated Solid Waste<br>Management up to<br>2025, vision towards<br>2050                | 統合的(包括的)廃棄物管理<br>の国家戦略を承認した首相<br>決定。2050年までのビジョン<br>の実現を掲げ、2025年まで<br>に達成すべき減量率を含む<br>数値目標を設定している。ま<br>た、天然資源環境省他、関連<br>省ごとに実施すべきプログラ<br>ムを明記している。   |
| 政府議定 No.113<br>THE GOVERNMENT<br>No. 113/2010/ND-CP   | 2010年12月<br>3日  | Decree providing for the<br>determination of<br>environmental damage   | 環境汚染の認定、汚染度合<br>と原状回復に係る費用計算<br>方法を定めたもの。  |
| 天然資源環境大臣通知<br>No.12<br>THE MINISTRY OF<br>NATURAL<br>RESOURCES AND<br>ENVIRONMENT No.<br>12/2011/TT-BTNMT | 2011年4月<br>14日  | Circular stipulating<br>hazardous waste<br>management  | 有害廃棄物の管理方法(分<br>別・保管、輸送等)を定めたも<br>の。有害廃棄物の排出者の<br>登録・報告義務や処理事業<br>者の登録義務・ライセンス取<br>得・更新等について定めてい<br>る。   |
| 政府議定 No.29<br>THE GOVERNMENT<br>No. 29/2011/ND-CP   | 2011年4月<br>18日  | Decree providing<br>strategic environmental<br>assessment,<br>environmental impact<br>assessment and<br>environmental<br>protection commitment | 戦略的環境アセスメント<br>(SEA)と環境影響評価<br>(EIA)、環境保護コミットメ<br>ントの内容やプロセス等につ<br>いて定めている。各アセスメ<br>ントを実施すべきかどうかは、<br>業種や事業規模による。環<br>境保護コミットメントは、<br>戦略的環境アセスメント及<br>び環境影響  |

| 法規制   | 交付年月日      | タイトル(英語表記)   | 概要  |
|---|------------|--|---|
|   |            |  | 評価に該当しない場合に実施することとなる。廃棄物処理事業の場合には、戦略的環境アセスメントは、全ての事業者に義務付けられ、環境影響評価は、処理規模が250トン/日以上の場合に義務付けられる。<br>詳細は、天然資源環境省大臣通知 No.26(Circular No.26/2011/TT-BTNMT of 18 July 2011)に記述されている。 |
| 建設大臣決定 No.322<br>THE MINISTRY OF CONSTRUCTION No. 322/2012/QD-BXD     | 2012年4月6日  | Decision on announcement of investment rate and tipping fee for municipal solid waste treatment                  | 国内の技術や設備を用いた都市ごみの処理施設への投資と運営において、関係者が参照すべき投資額とティッピングフィーを告知している。海外の技術や設備を用いた処理施設の投資額やティッピングフィーについては、調査したうえで適切な額を設定することが必要としている。  |
| 首相決定 No.170<br>THE PRIME MINISTER OF GOVERNMENT No. 170/2012/QD-TTg   | 2012年2月8日  | Decision approving the master plan on hazardous solid medical waste treatment systems through 2025               | 2025年をまでの病院廃棄物の処理システムの確立を目指した基本計画を承認する決定。省間の広域的対応を含めた処理システムの段階的対策(2015年と2025年)を定めている。全国の計画量として、2015年50,071トン/kg、2025年91,991トン/kgを設定している。  |
| 首相決定 No.1788<br>THE PRIME MINISTER OF GOVERNMENT No. 1788/2013/QD-TTg | 2013年10月1日 | Decision approva plan on through handling establishments which cause sesious einvironmental pollution until 2020 | 首相決定 No.64 における環境汚染を起こしている事業主体リストを更新し、2020年を目標とする対策の実施計画を決定したもの。従来、施設の種類ごとの環境汚染事業主体をリスト化していたが、本決定ににおいては、省ごとにリスト化するとともに、対応の基本原則において、従来よりも省の役割を強調している。                            |

上記表中の建設大臣決定”Decision No.322/2012/ QD-BXD”に示された都市ごみの処理施設への投資と運営において、関係者が参照すべき投資額とティッピングフィーは、次のとおりである。

表 1-10 建設大臣決定 No.322 において示された投資額

| 技術     | 処理能力(トン/日)  | 投資額(百万 VND/トン) |
|--------|-------------|----------------|
| コンポスト化 | 100-300(未満) | 360~480        |
|        | 300-500     | 300~360        |
| RDF    | 50-100      | 490~570        |
| 焼却     | 50-300      | 450~620        |

表 1-11 建設大臣決定 No.322 において示されたティッピングフィー

| 技術     | 処理能力(トン/日)  | ティッピングフィー(百万 VND/トン) |
|--------|-------------|----------------------|
| コンポスト化 | 100-300(未満) | 0.22~0.27            |
|        | 300-500     | 0.16~0.22            |
| RDF    | 50-100      | 0.18~0.24            |
| 焼却     | 50-300      | 0.32~0.41            |

法令のレベルや種類、その公布時期によって、その法令を制定する国家機関が異なることから、これらの理解を容易にするための参考情報として、以下に法令規范文書ごとに制定権を有する国家機関を整理する。

表 1-12 法令規范文書と制定権を有する国家機関

| 法令規范文書 |                 |              | 制定権を有する国家機関   |            |
|--------|-----------------|--------------|---------------|------------|
| 日本語    | ベトナム語           | 英語           | 2009年1月以前     | 2009年1月以降  |
| 憲法     | Hiến Pháp       | Constitution | 国会            | 国会         |
| 法律     | Luật            | Law          | 国会、国会常務委員会    | 国会、国会常務委員会 |
| 令      | Lệnh            | Order        | 国家主席          | 国会主席       |
| 決議     | Nghị Quyết (NQ) | Resolution   | 国会、国会常務委員会、政府 | 国会、国会常務委員会 |
| 議定     | Nghị Định (ND)  | Decree       | 政府            | 政府         |
| 決定     | Quyết Định (QĐ) | Decision     | 国会主席、首相、大臣    | 国会主席、首相    |
| 指示     | Chỉ Thị (CT)    | Directive    | 首相、大臣         | -          |
| 通知     | Thông Tư (TT)   | Circular     | 大臣            | 大臣         |

(注 1) 遠藤聡の資料「頁 177-190, 国立国会図書館調査及び立法考査局, ベトナムにおける法体系の整備—2008 年法規規范文書公布法を中心に, 外国の立法 238(2008.12)」を基に作成。

(注 2) 簡素化のため、当該表に示されている以外に制定権を有する他の国家機関の表示を省略した。

### (3) 関連組織

#### ① 国レベルの関連組織

##### i) 国レベルの関連組織全体

前述の固形廃棄物管理に係る政府議定“Decree No. 59/2007/ND-CP”に省庁間の所管が定められている。

廃棄物管理計画、施設整備において主たる役割を果たしているのは建設省であり、天然資源環境省は有害廃棄物の管理、立ち入り検査権限など限定的である。

廃棄物管理計画策定のための財政的支援は財務省が所管し、一部病院廃棄物については保健省（Ministry of Health）が所管している。

ii) 建設省

建設省の組織は下図のとおりであり、廃棄物政策を主として所管するのは技術インフラ管理部 “Administration of Technical Infrastructure”である。

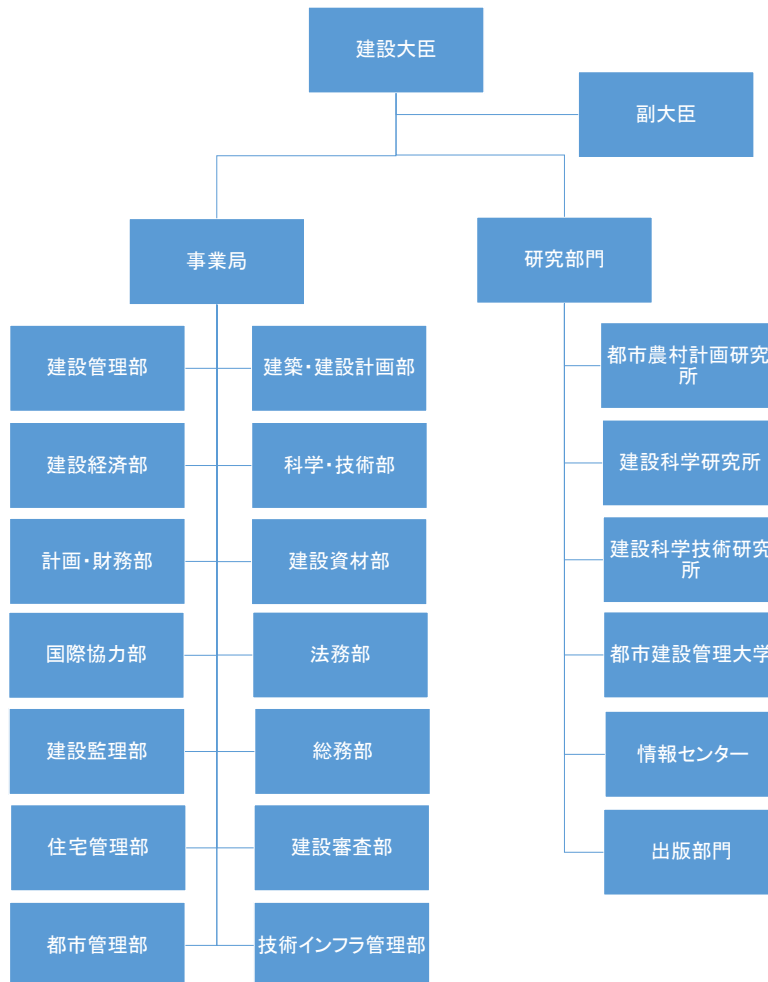


図 1-18 建設省の組織

iii) 天然資源環境省

天然資源環境省で廃棄物政策を所管しているのは、ベトナム環境管理部 “Vietnamese Environmental Administration” (VEA)に置かれた “Waste management and environment protection agency” (WEPA)である。

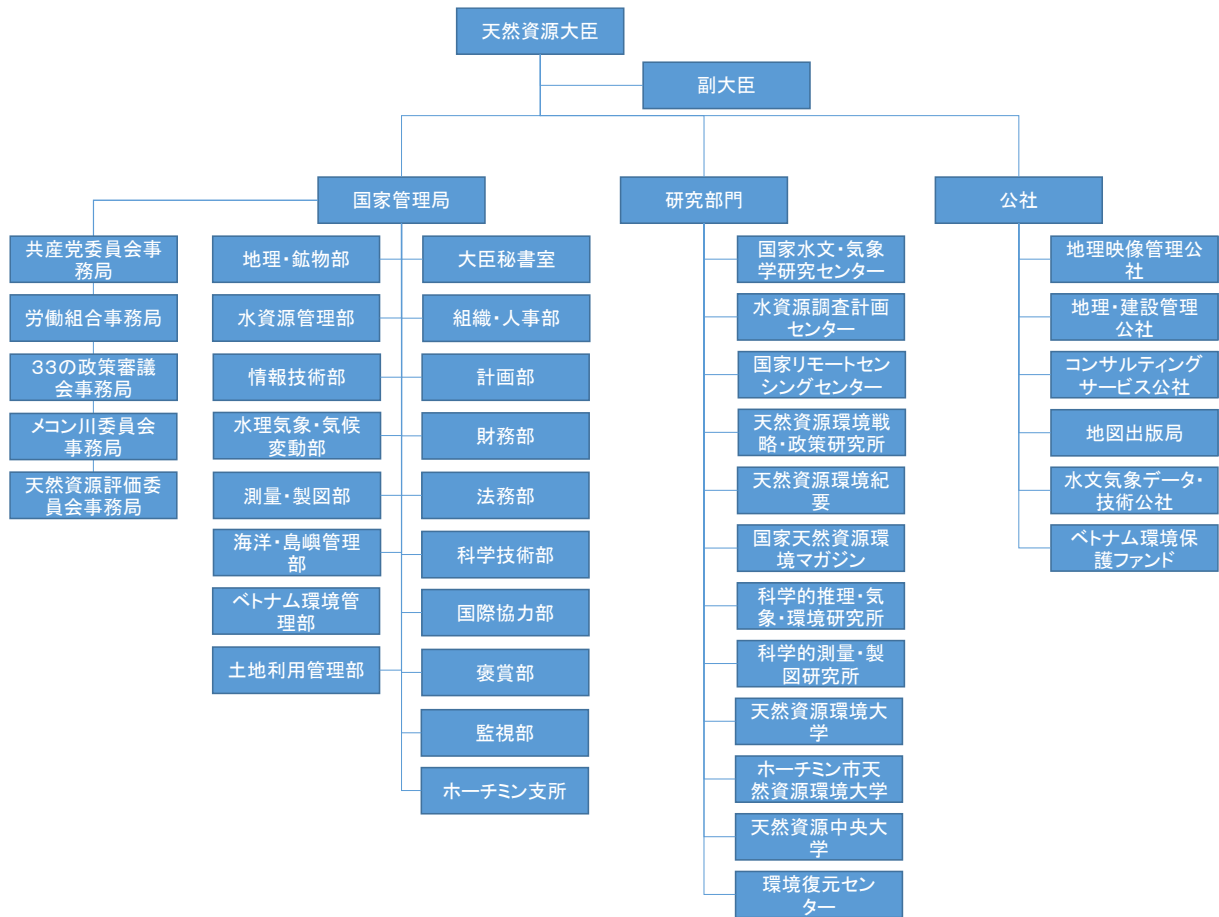


図 1-19 天然資源環境省の組織  
出典:天然資源環境省資料による。

② 地方レベル

地方レベルの廃棄物政策を主として所管しているのは“Provincial People’s Committee (PPC)”である。このPPCの指示のもと、建設省の出先機関である“Department of Construction”と天然資源環境省の出先機関である“Department of Natural Resources and Environment”が協力して政策の実施に当たっている。

廃棄物の収集運搬、処分などの実務は通例専門民間企業に委託されて行われている。委託企業は“Urban Environment Company” (URENCO) という名前が一般的であるが、地方によって別の会社名を名乗るところもある。株主も様々で、PPCが出資しているところもあれば、そうでないところもある。

(4) ベトナムにおける循環資源・廃棄物管理の現況

① 廃棄物等の量

MOCによる2008年における都市ごみを含めすべての廃棄物の包括的調査によれば、廃棄物のうち都市ごみが最も多く年間21,880千トン(82%)排出されており、産業廃棄物が4,786千トン(18%)、うち有害産業廃棄物が700千トン(3%)、病院廃棄物が179千トン(0%)、それぞれ排出されている。

表 1-13 廃棄物種類別量 (2008 年)

|           | 発生量(トン/年)  | 構成比 (%) |
|-----------|------------|---------|
| 都市ごみ      | 21,880,000 | 82      |
| 産業廃棄物     | 4,786,000  | 18      |
| (有害産業廃棄物) | (700,000)  | (3)     |
| 病院廃棄物     | 179,000    | 0       |

(出典) Center for Urban & Rural Environment Research and Planning, MOC, 2010

## ② 廃棄物等管理

### i) 都市ごみ

ベトナムにおいては都市ごみの処理は省（政府直轄市を含む）の責任の下で行われている。実際の収集・処分は都市環境公社といわれる組織に委託して行われることが一般的である。都市環境公社の法人形態は、政府系企業であったり、民間企業であったりとさまざまである。

ベトナムにおける都市ごみの主たる処理方法は直接埋立である。ごみ処分場周辺の環境汚染が社会問題化しており、首相決定 No. 1788/2013/QĐ-TTg によって汚染のひどい都市のごみ処分場の閉鎖が命令されている。閉鎖に当たっては技術ガイドラインに基づいて、最終覆土がなされるのが一般的であり、埋立地を掘り起こしてリハビリテーションを行うことは一般的とはなっていない。

中央政府は、排出源での分別・リサイクル、埋立前での減容を廃棄物管理の基本原則として掲げ、総合的な都市ごみ管理の実現を目指している。これに呼応して、地方政府では、都市ごみの直接埋立から中間処理によるごみの安定化・減量化への取り組みが始まりつつあるところで、ドンナイ省のコンポスト化施設がモデルケースとなっている。ドンナイ省のコンポスト化施設は 1978 年からデンマークからの技術供与によって、例外的に早期に開始された。2009 年には現在の事業主体に施設が譲渡され、現在に至っている。搬入された都市ごみを 18 時間の間、ロータリーキル内で攪拌・発酵促進をし、高速堆肥化を図る。その後 30 日間エイジングを行い、その後プラスチック等の夾雑物を手選別により除去し、良質なコンポストを製造している。生成されたコンポストは専門のエージェントにより農家へと売却されている。また、ビンズオン省でも都市ごみを対象としたコンポスト施設が稼働している。

このドンナイ省の取り組みに続こうと、ダラット（施設建設中）、ニンビン省（韓国からの資金供与）など、都市ごみ中間処理施設を建設するいくつかのパイオニア政府が出現しつつある。

### ii) 非有害産業廃棄物

工場等から廃棄される非有害な産業廃棄物の中には有価で売却されるものも少なくないが、それ以外の廃棄物については工場等の責任の下、都市ごみとして処理されている。

例外的にビンズオン省では非有害産業廃棄物を対象とした焼却施設を有している。

### iii) 有害産業廃棄物

有害産業廃棄物の処理責任は省の管理の下、排出事業者にある。排出事業者が処理事業

者を選定し、契約し、処理料金を支払って委託処理を行うことが一般的である。

有害産業廃棄物は焼却、中和などを施され最終処分されるという方式が一般的である。処理施設はハノイ、ホーチミン周辺に立地しており、有害産業廃棄物は広域的に流れている

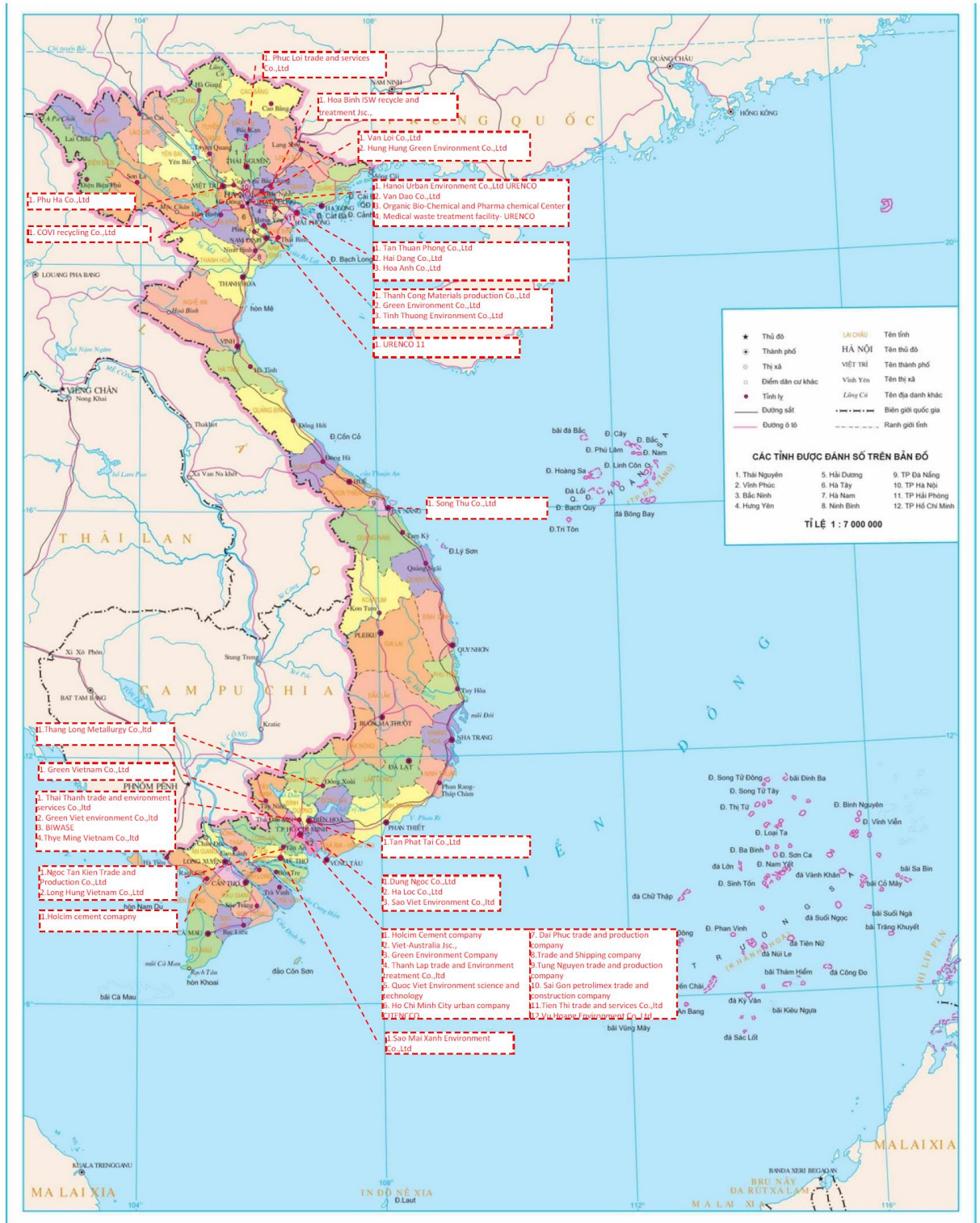


図 1-20)。地方に有害産業廃棄物処理事業所が立地していない理由としては、排出量が少なく、採算が取れないというのが理由である。



iv) 病院廃棄物

感染性の病院廃棄物は有害廃棄物として管理されており、病院の責任の下、病院に設置された専用の病院廃棄物焼却炉において処理されるか、都市環境公社等が保有する焼却施設で委託処理される。

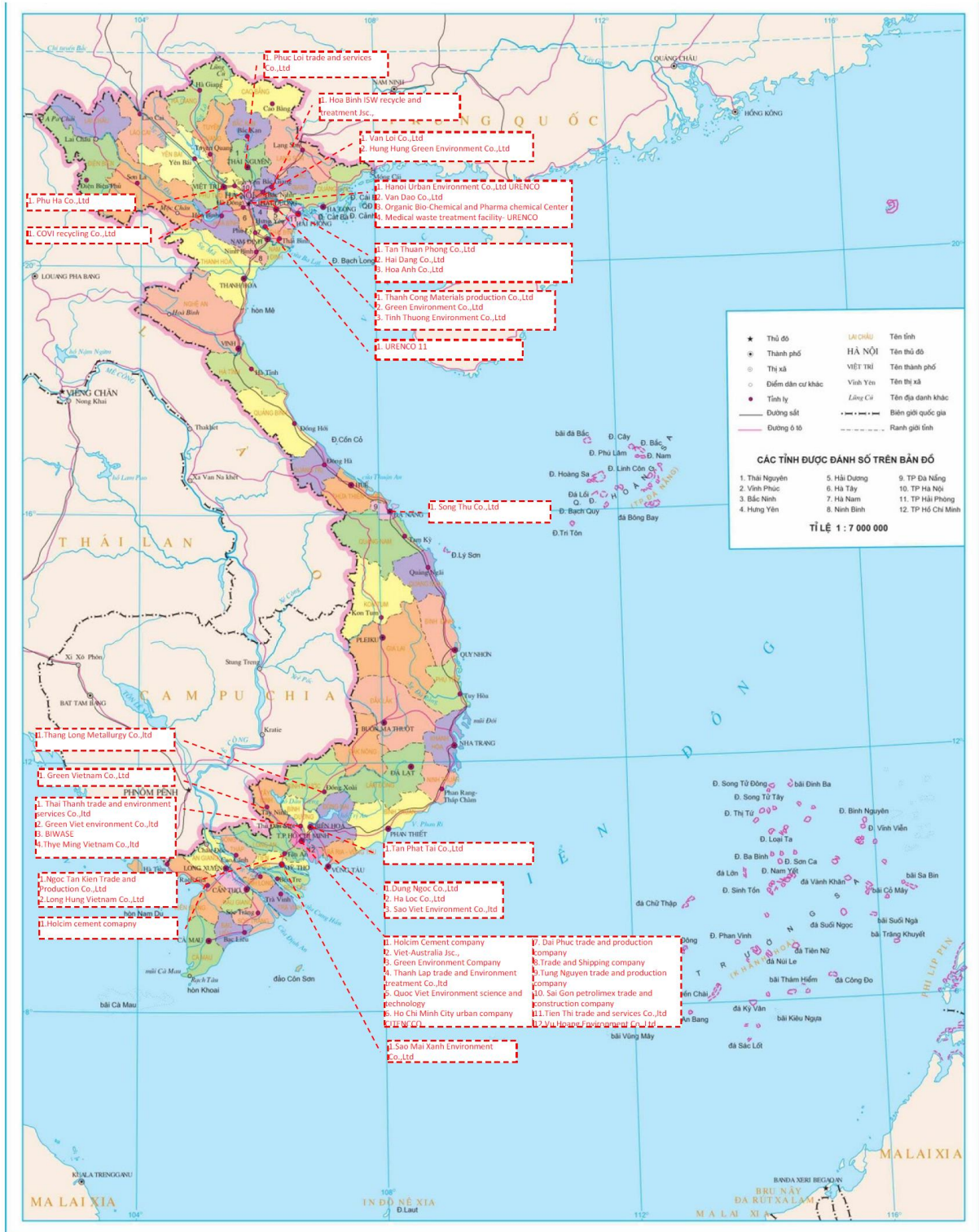


図 1-20 広域的に有害産業廃棄物を取り扱うことのできる民間事業所立地図  
(出典)天然資源環境省データにより調査団作成

## (5) 廃棄物処理コスト

### ① 都市ごみ

前述の政府議定“Decree No.59/2007/ND-CP”では、廃棄物管理コストは、契約に基づいて地方財政によって支払われるとされている。建設省が2008年に制定した“Circular No.06/2008/TT-BXD”では、廃棄物処理事業者との契約は地域の実情に合わせて適用される技術や財政力の違いを反映した現実的なものとする事とされている。

受け手となる処理事業者とPPCが契約を締結し、処理料金単価（ティッピングフィー）を定めることが通例となっている。処分場を前提とするティッピングフィーはトン当たり5USD程度と極めて安い。処分場から中間処理へと関心が向かいつつある現在、下表のようにティッピングフィーは全体に上昇しつつある。古くからコンポスト化の実績を有するドンナイ省のコンポスト化施設のトン当たり約20USDが参考価格となりつつある。

表 1-14 都市ごみ中間処理ティッピングフィーの例

| 都市名         | ティッピングフィー                  | 処理方法     |
|-------------|----------------------------|----------|
| ダナン         | 20USD/トン(検討中)              | 焼却       |
| チュアティエン=フエ省 | 12USD/トン                   | コンポスト化   |
| バクニン省       | 15USD/トン(予定)               | 焼却       |
| ニンビン省       | 17USD/トン(検討中)              | コンポスト化   |
| ヴァンフック省     | 20~25USD/トン(検討中)           | 焼却       |
| キエンザン省      | 10USD/トン<br>(20USDに値上げ検討中) | コンポスト+焼却 |
| ドンナイ省       | 23USD/トン                   | コンポスト化   |

### ② 非有害産業廃棄物

ビンズオン省の非有害産業廃棄物焼却施設における処理料金単価は数十USDから100USD程度である。

### ③ 有害産業廃棄物

有害産業廃棄物の処理料金単価は、廃棄物の性状・種類によってトン当たり数十から500USD以上まで幅広く分布している。オーダーとして都市ごみコンポストの約10倍程度以上と考えてよい。

### ④ 病院廃棄物

病院廃棄物の処理料金単価は、有害産業廃棄物と同等またはそれ以上と非常に高い。

## 1.4 対象国の対象分野のODA事業の事例分析及び他ドナーの分析

### (1) ハノイ、ホーチミンでの焼却プロジェクト

ベトナムにおいては焼却施設は有効な技術と認識されているものの、コストが高く、日本企業も含め、いくつか取り組み事例はあるもののティッピングフィーで折り合いがつか

ず、実現していない。

表 1-15 ベトナムにおける都市ごみ焼却プロジェクト

| 都市    | プロジェクト概要                      | 事業者   | 状況   |
|-------|-------------------------------|---|--|
| ハノイ   | Xuan Son 廃棄物コンプレックスにおける都市ごみ焼却 | Thang Long Environment Service ジョイントストックカンパニー | 1 <sup>st</sup> phase: At trial period<br>2 <sup>nd</sup> phase: Just have ground breaking |
| ホーチミン | 1000トンの都市ごみ廃棄物焼却発電            | Keppel 社(シンガポール)                              | ティップングフィーが折り合わず延期  |
|       | 1000トンの国産都市ごみ廃棄物焼却            | Tam Sinh Nghia                                | ティップングフィーが折り合わず。   |

## (2) 日本からの支援

### ① ホイアン・那覇モデルのごみ減量プロジェクト

#### i) 支援スキーム

- 草の根技術協力(地域提案型)事業

#### ii) 期間

- 平成 24(2012)年 8 月～平成 27(2015)年 7 月(フェーズIは 2008 年から)

#### iii) カウンターパート

- 天然資源環境局
- 公共事業公社
- ホイアン市人民委員会(市長・副市長)
- リサイクル事業者
- 住民組織
- 排出事業者

#### iv) 活動内容

- 1-1 フェーズ I (2008～2010)の成果の確認及び現在の統計、データを整理する。
- 1-2 現状把握のための必要な調査を実施する。
- 1-3 改善すべき優先課題を整理する。
- 1-4 改善課題と解決策の具体的かつ現実的な提案を検討する。
- 2-1 家庭ごみ、事業者、政府機関の分別収集方法を検討する。
- 2-2 環境教育の実施内容を検討する。
- 2-3 リサイクルの仕組みづくりにおける民間業者との連携について検討する。
- 3-1 ごみ減量計画の素案が検討される。
- 3-2 行政、市民、事業者によるごみ減量計画についてのワークショップを開催する。
- 3-3 モデルプロジェクトを実施する。
- 3-4 ごみ減量計画のレビューと最終化を行う。

② ハノイ産業廃棄物焼却発電実証事業

i) スキーム

- NEDO実証事業

ii) 実施者

- Hitz(日立造船株式会社)

iii) 期間

- 2012年～2014年のうちの二年間

iv) カウンターパート

- 天然資源環境省
- ハノイ市人民委員会

v) プロジェクト概要

ハノイのナムソン最終処分場に産業廃棄物発電施設（ロータリーキルン・ストーカ炉：75 t/日）を設置し実証事業を行う。発電規模は 2.0MW。ダイオキシン排出基準は、0.1ng-TEQ/m<sup>3</sup> N。

③ 南部固形廃棄物処理事業準備調査(PPPインフラ調査)

i) スキーム

- 第6回協力準備調査(PPPインフラ調査)

ii) 代表法人名

- 株式会社神鋼環境ソリューション

iii) 構成メンバー

- ツネインカムテックス株式会社
- 八千代エンジニアリング株式会社
- 株式会社ワールド・リンク・ジャパン

iv) 調査名

- 南部固形廃棄物処理事業準備調査(PPPインフラ事業)

v) 概要

ホーチミン周辺において、一般・産業廃棄物処理施設の整備を行い、廃棄物の適正な処理を行う事業の準備調査を実施するもの。

④ ベトナム(ホーチミン市)の卸売市場における有機廃棄物メタン発酵及びコジェネレーション

i) スキーム

環境省・平成25年度二国間クレジット制度(JCM)実証案件組成調査

ii) 構成メンバー

- Hitz 日立造船株式会社
- 株式会社サティスファクトリーインターナショナル

iii) プロジェクト概要

ベトナムのホーチミン市の Binh Dien 卸売市場において発生する廃棄物の中から生ごみを分別収集し、市場内に設置するメタン発酵システムでバイオガスを回収する。回収したバイオガスはコジェネレーション設備で発電および熱回収を行い、同卸売市場へ供給する。また、メタン発酵後の残渣からは堆肥および液肥を生産し、近隣農家へ供給する。

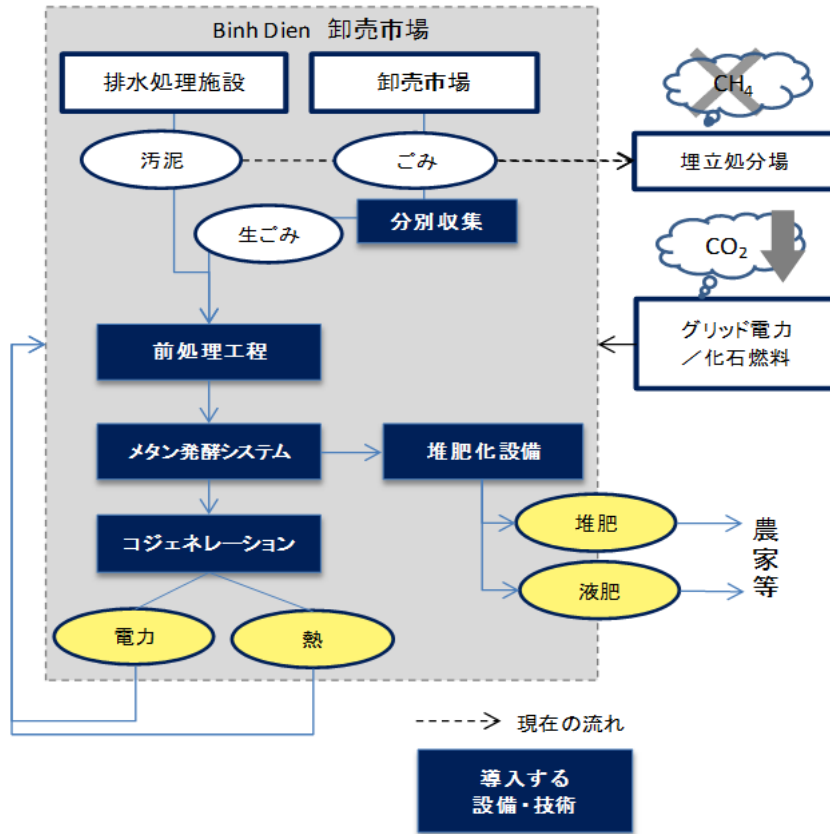


図 1-21 ホーチミン市の卸売市場における有機廃棄物メタン発酵及びコジェネレーションの概要

(3) 他国ドナーによる支援

現在他国ドナーによる廃棄物分野における目立ったプロジェクトは存在していない。

## 第2章 提案企業の技術の活用可能性及び将来的な事業展開の見通し

### 2.1 提案企業及び活用が見込まれる提案製品・技術の強み

#### (1) 業界分析、提案企業の業界における位置づけ

アクトリーは、石川県の基幹産業である機械産業分野の個別戦略でも謳われている「独自技術を有する専門メーカー」であり、県が平成17年度から実施している「ニッチトップ企業等育成事業」の第一回認定企業となっている。

事業規模は、年々拡大し、売上額に合わせて、従業員数（高度専門人材）も年々増加してきている（下図参照）。

現在、石川県商工労働部産業立地課作成の「ギネス石川 2013」にも産業廃棄物等の処理装置のシェア日本一企業としても紹介されている。産業廃棄物処理のプラントメーカーは、JFE、三菱重工日立造船、住友重工、川崎重工、荏原製作所など大企業のなかで、アクトリーは中小企業でかつシェアは15～30%とトップ企業として事業展開している。

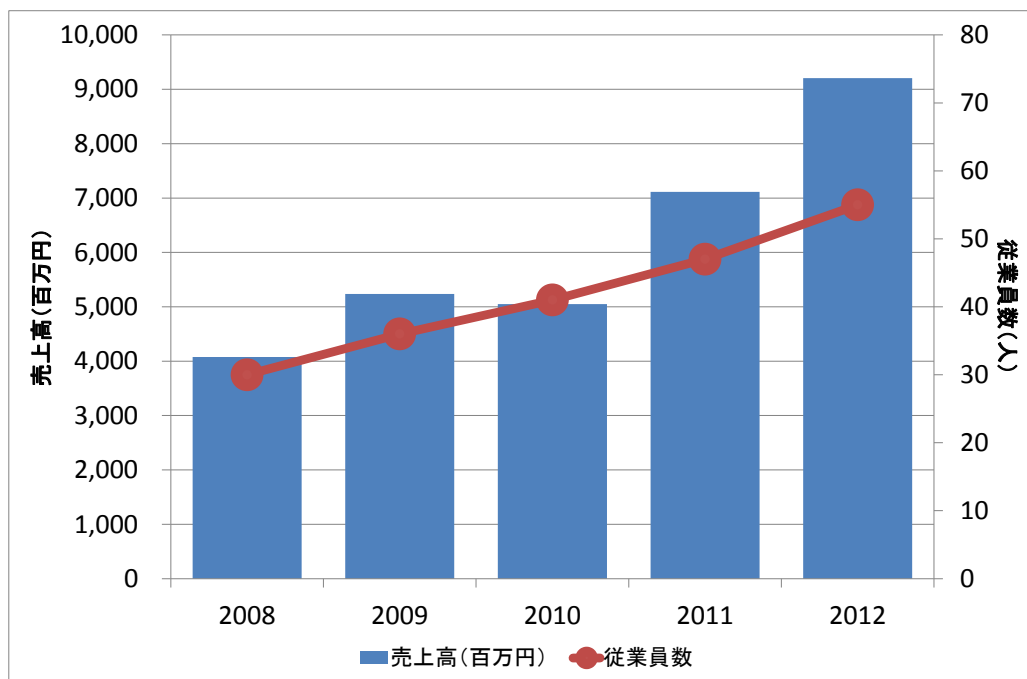


図 2-1 アクトリーの売り上げ推移と従業者数

#### (2) 国内外の同業他社比較、類似製品・技術の概況

##### ① 製品・技術の特長

アクトリーは性状や熱量が多様な産業廃棄物の適正な処理を可能とする業務用焼却炉の開発、販売およびメンテナンスを昭和46年から行ってきた。現在は、日量5トン未満小型

焼却炉から、日量 300 トンに至るまで顧客のニーズに合わせた焼却炉を供給できる体制を確立している。

アクトリーの焼却炉は高い排ガス処理技術水準を誇っており、平成 14 年に施行されたダイオキシン類対策特別措置法が定める排ガス基準をクリアできる。同法が求める厳しい排ガス基準は焼却炉メーカーを淘汰し、数社が残るのみとなった。

アクトリーが得意とするロータリーキルン炉は、多種多様な廃棄物を効率よく焼却できるということが特長の一つである。実際に、東北における震災廃棄物を対象とした焼却炉をいくつも受注した。

## ② 製品・技術のスペック/価格

- ロータリーキルン焼却炉 日処理量 500kg～300トン以上
- 廃棄物発電機能、ダイオキシン対策を含む高い排ガス処理装置付
- 対象廃棄物:都市ごみ、産業廃棄物、液状廃棄物、有害廃棄物、埋立地掘り起しごみなどほとんどの廃棄物
- 向流キルン方式(キルン出口からの助燃)による高い燃焼効率
- 焼却炉設備費は日当たり焼却能力トンあたり 1000 万円～1500 万円。将来においてはベトナムでの製造によりコストダウンを図る。

## ③ 国内外の販売実績

産業廃棄物処理業者向けの廃棄物焼却炉のシェアは、国内トップをここ数年維持している。操業以来の納入実績は 2,500 施設（日量 100 トンから 300 トンの大型焼却炉を含む。）

国外における実績は少ないが、台湾、インドネシアにおいてサブコントラクターとしての実績を有する。

## ④ 競合他社製品と比べた比較優位性

わが国ではトップセールスを誇るが、アジア諸国においては韓国、中国メーカーとの競合が考えられる。ベトナムで製造することによって大幅なコストダウンが期待できる。また、アクトリーの焼却炉は向流キルン方式という独自の特許取得技術を使用するために燃焼効率が高く、韓国、中国メーカーとの競争においてライフサイクルコストで優位に立てる。

ちなみに韓国、中国メーカーの焼却炉の設備費はトン当たり 500 万円から 1000 万円程度であるが、焼却炉の品質が悪いために、メンテナンス費がかさみ、燃焼効率の悪さがユーティリティ費の上昇、焼却灰の量の増大＝残さ処理費の上昇につながり、ライフサイクルコストで見た場合にアクトリーに優位性があると考えられる。

また、韓国、中国メーカーが納入しているストーカ炉と異なり、アクトリーのロータリーキルン炉は都市ごみのみならず、有害廃棄物や雑多なものの混合物である埋立地掘り起しごみを同時に焼却できるのが大きな特徴である。

## 2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

### (1) 提案企業の事業展開方針

#### ① 提案企業における海外事業の位置づけ

##### i) 海外進出の動機

製造業の生産拠点の海外シフトの結果、わが国で発生する産業廃棄物の量は減少傾向にあり、国内マーケットはシュリンクしている。日本企業の海外シフトに合わせて、アクトリーが海外にシフトすることは重要な経営課題である。

##### ii) 自社の経営戦略における海外事業の位置づけ

アクトリーは長らく性能の良い焼却炉をわが国に供給することによって環境改善貢献を行ってきた。今後は海外においてビジネス展開することを通じて、アジア諸国の環境改善に貢献する。また、アジアに生産拠点を置くことによって、焼却炉の価格競争力を高めることができる。海外事業はアクトリーにとって最も重要な経営戦略の一つである。

#### ② 想定する事業モデル・仕組み・事業化スケジュール

##### i) 事業の実施体制(現地パートナー)

以下を基本方針として2014年度において焼却炉供給体制を形成する。

- アクトリーと石川県内の企業(電子制御などの企業)で連携し、ベトナムにおいて焼却炉を製作できる技術力を有する企業を発掘し、アクトリーの製作指導によって焼却炉を製作できる技術を移転する。また、これによってベトナムにおける焼却炉製作体制を構築する。
- ベトナムにおいて埋立地再生事業等を行うことのできるビジネスパートナー(都市環境公社など)を選定し、処理サービス供給体制を形成する。
- 以上を現地法人を立ち上げることも視野に入れて検討する。

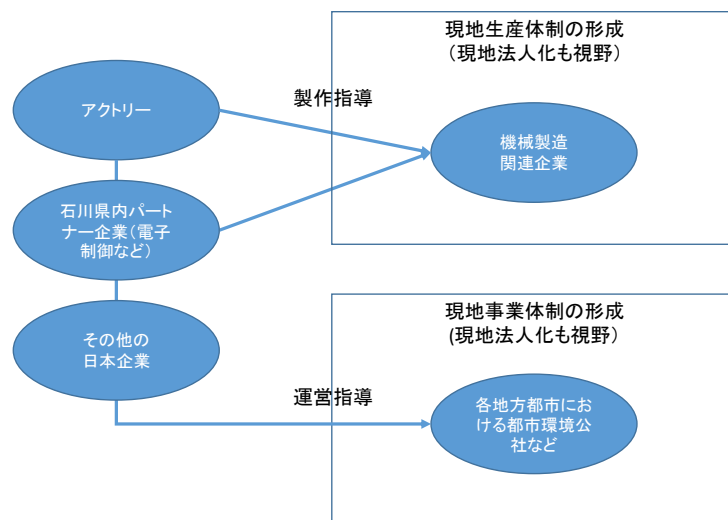


図 2-2 現地生産・事業体制



ii) 投資計画及び流通販売計画・事業化スケジュール

以下を基本方針として図 2-3 に示すテンポ感でベトナムに焼却炉を普及する。

- 2014 年度の早い段階で現地活動拠点を確保する。
- 2014 年度の普及・実証事業に応募し、選考されればその事業を最大限に活用し、国内パートナー・現地パートナーを選定し、2015 年度には現地製作体制を確立するとともに、その事業を通じて焼却事業の実証性を証明する。同実験事業を最大限に活用して並行して他市に営業活動を行い、2015 年度の受注を目指す。
- 普及実証事業に先行されない場合には、戦略を練り直す。

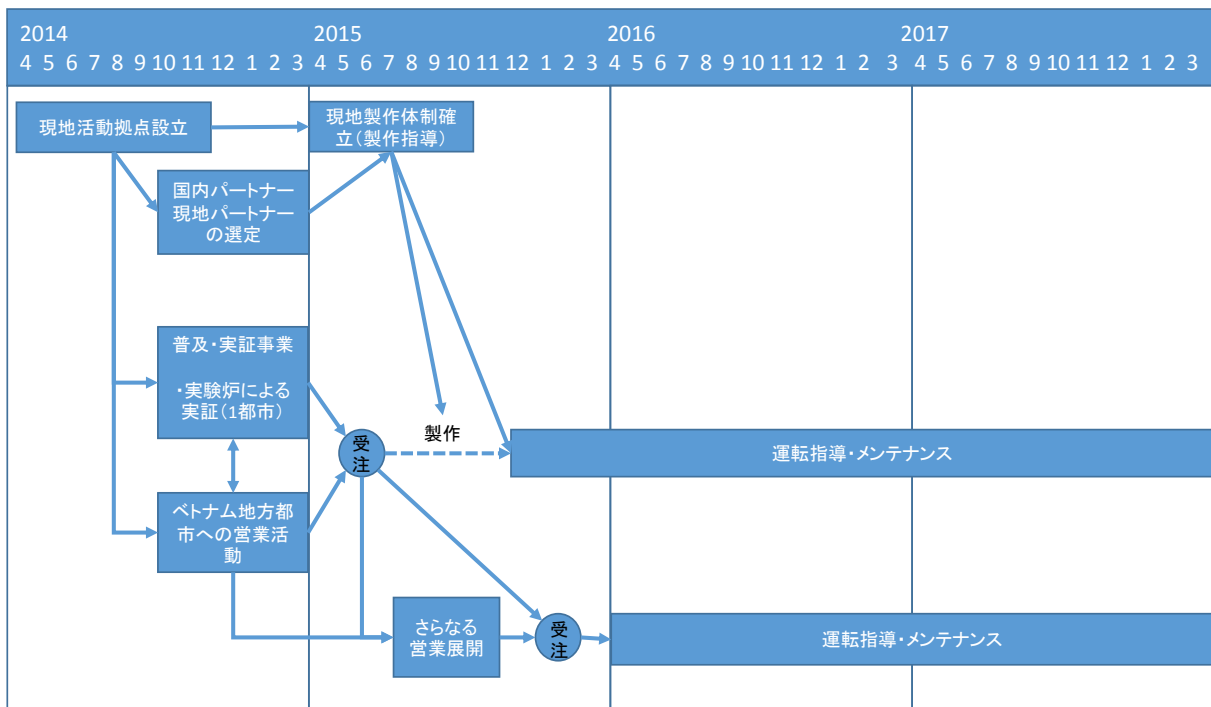


図 2-3 ベトナムにおける焼却炉普及スケジュール

(2) これまでの準備状況

i) 中国での外注製作の経験

アクトリーは 2008 年から海外進出を具体的に検討してきており、まずは中国江蘇省常州市のメーカーと提携し、焼却炉の外作によるコストダウンに取り組みを開始した。しかしながら、製品の品質が劣悪で、このメーカーに対して徹底した研修を行うなど改善を試みるも海外での外作の難しさを経験し、自ら海外に進出することを決意した。

ii) 中国以外のアジア諸国への偵察

中国での課題を踏まえて、他国への進出について社内で議論が高まり、地方銀行が主催する東南アジアへの進出関連視察や、業界紙主催のアジア廃棄物処理事情調査の機会をとらえてタイ、ベトナム、インドネシア、インドに最高経営者含め、数名を派遣し、今後の社の方向性を議論した。

iii) ベトナムからの研修生の受け入れ

石川県では厚生労働省の技能実習生受け入れに熱心であり、アクトリーでもここ数年連続してベトナムからの実習生の受け入れを行ってきた。実習生面接にベトナムを数回訪れ、ベトナム人実習生と交流を重ねるうちにベトナム人への理解が深まった。

iv) ベトナムにおける良質な鋼板調達の可能性

ベトナム・ホーチミン郊外に鋼板工場が建設されつつあるとニュースが伝わってきて、ベトナムでの現地生産体制が現実的なものとなった。

v) 本件調査の位置づけ

従来視察は、自社単独で行っており、人脈も乏しく深耕できていない。今後海外進出の方向性を明確にするために、専門コンサルタントと協業し方向性を定めることが課題となっている。

本調査によって、ベトナムのビジネス環境を調査するとともに、ベトナム並びに周辺近隣国での焼却マーケットを見極め、進出のための意思決定データを整理し課題・リスクに対して事前の対応を取ることが可能となり、本事業プランの実現に大きな一歩を踏み出すことができる。

## 2.3 提案企業の海外進出による日本国内地域経済への貢献

石川県の機械産業は、建設機械のコマツをはじめ、繊維機械の津田駒工業や工作機械の中村留精密工業等の大手機械メーカーと、それを支える機械加工、溶接、板金、鋳造、鍛造など幅広い加工分野にわたるモノづくり企業群が集積している。製造品出荷額では、全体額2兆431億円のうち、機械が約1兆6,962億円（構成比約69.9%）と石川県の基幹産業と呼ぶに相応しいウエイトを占めている。

今後、我が国は、少子高齢化の進展により、国内マーケットが縮小していくことが見込まれている。石川県の機械産業においても、今後、国内マーケットが縮小していく中で、このまま内需のみに依存するだけでは、石川県の機械産業は衰退し、石川県のモノづくりに従事している人々の雇用も確保できなくなる恐れがある。

こうした現状を受け、石川県の産業振興指針である「産業革新戦略2010」が策定された。産業革新戦略2010では、本県が課題解決先進地域のフロントランナーとなり、社会的課題の解決と経済の両立によって、持続的に発展する経済社会の構築を目指していくことを目指すと謳われている。

また、産業人材の総合的育成・確保についても、県内企業には、これまでの受注型企業から脱却し、自ら開発提案等を行う企業に移行することが求められており、素材の調達から企画・提案、製造・販売に至る各工程の最前線に立つビジネスリーダーとしての「高度専門人材」の育成・確保が必要となっている。

アクトリーが海外ビジネス展開を図ることによって、県の「産業革新戦略2010」で目指す企業像「課題解決型先進地域フロントランナー」を実現し、「受注型企業を脱却したビジネスリーダーの育成」に資することを通じて、県内の産業振興に大きな影響を与える。

## 2.4 想定する事業の仕組み

### (1) 事業化モデルの検討

後述する事業採算性 (3.3) も踏まえ、事業化モデルを以下の通り設定する。

#### ① 基本モデル:有害産業廃棄物等・都市ごみ焼却(多目的焼却 Multipurpose incineration)

都市ごみに有害産業廃棄物等を混合して焼却する事業とすることにより、事業の採算を確保することが可能となる。都市ごみ以外を対象とすることから、多目的焼却 (Multipurpose incineration) と呼ぶ。

かかる混合焼却はロータリーキルン炉の特徴を活かしたものであり、ストーカ炉などは適用できない。アクトリーのロータリーキルン炉の特徴を優位に活用できるモデルである。

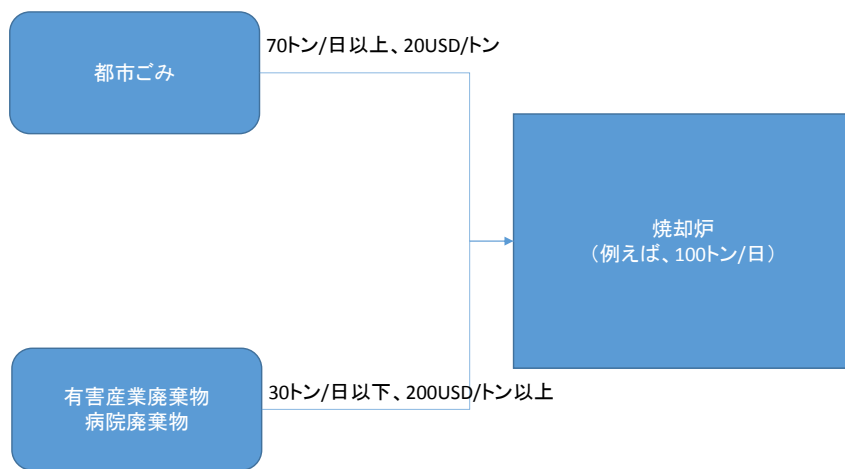


図 2-4 多目的焼却モデル(Multipurpose incineration)

#### ② 埋立地再生モデル

掘り起こしごみの処理料金単価によっては、埋立地の再生 (リハビリテーション) に焼却技術を適用することが可能となる。掘り起こしごみの処理料金に 120USD/トン を期待できる場合には、処理能力 100 トン/日に対して、50 トンの掘り起こしごみを投入しても採算ベースに乗る。残りの 50 トンは通常の都市ごみ焼却に充てることができる。

埋立地再生については今後の課題であり、その処理料金単価については現在のところ不確定要素が多い。今後の課題として、多目的焼却モデルの一つの派生モデル (高い処理料金が得られる廃棄物の一つとして掘り起こしごみを合わせて考える) のが得策であろう。

なお、埋立地再生が完了した場合には、その分焼却能力に余力ができ、より多くの都市ごみを焼却することが可能となる。

#### ③ 産業廃棄物専焼事業

ハノイ周辺、ホーチミン周辺に有害産業廃棄物処理施設が偏在していることを考慮に入れると、地方都市で工業が発達している都市において産業廃棄物のみを対象とした事業のビジネスが可能となる。100~300USD/トンの処理料金単価を得られればその採算性は堅い。

#### ④ 焼却炉単価の改善

将来に向けてベトナムにおける焼却炉の外作体制を確立することは、事業の採算性を大いに改善し、多目的焼却モデル等において有害産業廃棄物の取り込み比率を下げることに伴い、焼却事業を採算ベースに乗せることができる地方都市のすそ野を広げることにつながる。継続して、焼却炉の外作体制の確立を目指すことが望ましい。

## 2.5 想定する事業実施体制・具体的な普及に向けたスケジュール

### (1) 想定する事業実施体制

二つの想定する実施体制を図 2-5、図 2-6 に示した。

#### ① 二案に共通の関係機関の役割

二案に共通の関係機関の役割は以下のとおりである。

- 人民委員会は都市ごみ政策の展開とその供給についての役割を負うとともに、事業の健全な運営のために、当該焼却事業に協力するよう、省内の工場等に対して指導する。
- 人民委員会は当該地域に立地する工場等からの廃棄物の適切な処理についてモニタリングするとともに、工場等に対して適切な指導を行う。
- 省内工場等は省内に処理施設を確保できれば輸送費を削減できるので、経費削減の可能性が生まれる。

#### ② 各案の関係機関の役割

二案は以下の点において異なっている。

- 案1においては既存の処理事業者(例えば、URENCO など)がこれまでの実績を活かして焼却事業主体となるのに対して、案2においては焼却事業専門のJVを設置して事業に当たる。焼却事業の黎明期にあつては、廃棄物中間処理の経験のある企業とJVを組む案2が好ましいと考えられる。
- 案1においてはアクトリーは焼却炉のサプライヤーとしての役割のみを負うのに対して、案2においては加えて、焼却事業主体として参画する。焼却事業主体として参画する案2はアクトリーの焼却技術供与をより強くギャランティーするものとして好ましいと考えられる。

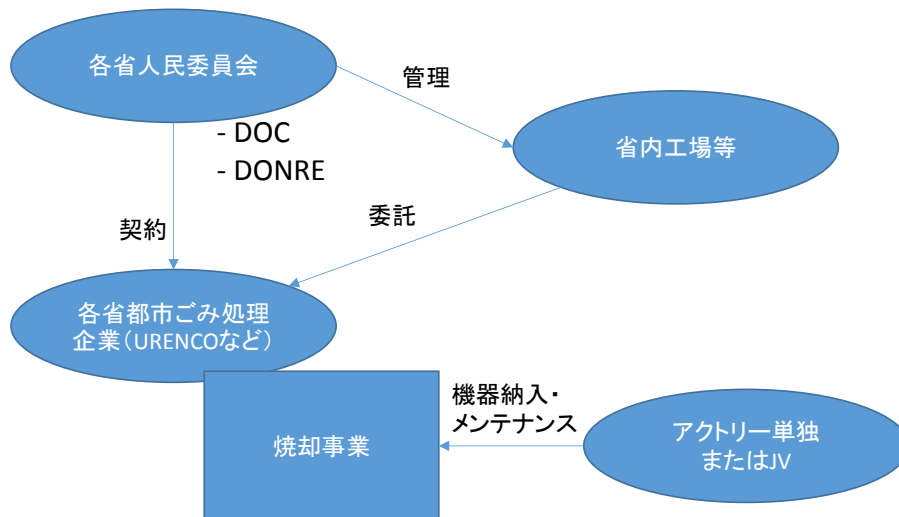


図 2-5 案1 事業実施体制(サプライヤとしてのアクトリー)

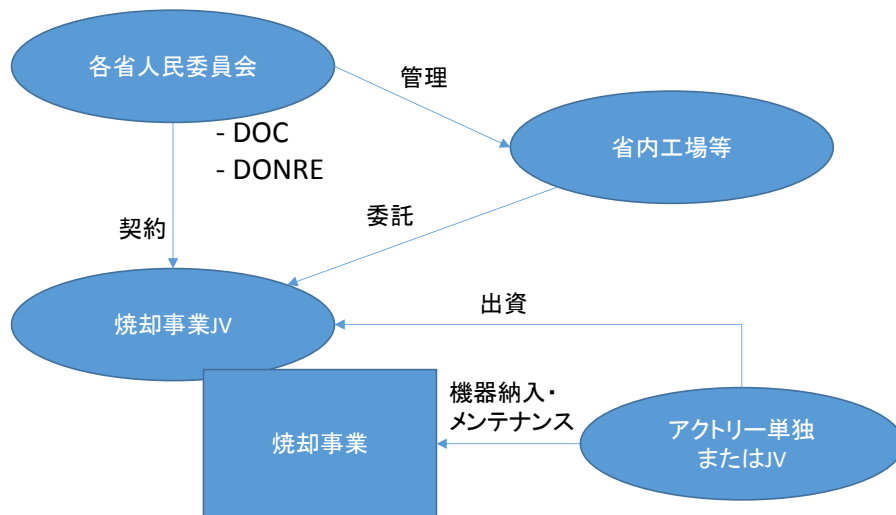


図 2-6 案2 事業実施体制(アクトリーによる資本参加)

## (2) マーケットサイズ

地方都市には様々な個別の状況があり、マーケットサイズの検討は容易ではないが、ここでは本調査の一環として実施したアンケート調査や統計データを用いて、マーケットサイズを大胆に想定することとする。

### ① マーケットサイズ検討の考え方

事業化モデルを考慮すると、焼却事業の可能性のあるのは、

- 一定以上の有害産業廃棄物を取り込む可能性のある都市
  - 既存処分場のリハビリテーションを予定している都市
- である。

以下ではこの二点を考慮して、マーケットサイズを検討する。

② マーケットサイズの検討

i) 有害産業廃棄物を取り込む可能性のある都市

図 2-7 は天然資源環境省の統計データによって把握されている 31 都市のうち 30 トン/日以上有害産業廃棄物を排出している都市の比率である。31 都市のうち 16 都市 (52%) が 30 トン以上の有害産業廃棄物を排出している。なお、30 トンはアクトリーの焼却炉の標準的サイズである 100 トンの焼却を想定した場合において、有害産業廃棄物混合率 30%に相当する。次章で検討するように都市ごみと有害産業廃棄物(仮に 30%程度)を混合して焼却することによって焼却事業を採算ラインに乗せることができるという検討結果に基づいて設定した。

ii) 既存処分場のリハビリテーションを予定している都市

図 2-8 は 19 都市のうちリハビリテーションを予定している都市の比率である。19 都市のうち 14 都市 (74%) がリハビリテーションを予定している。

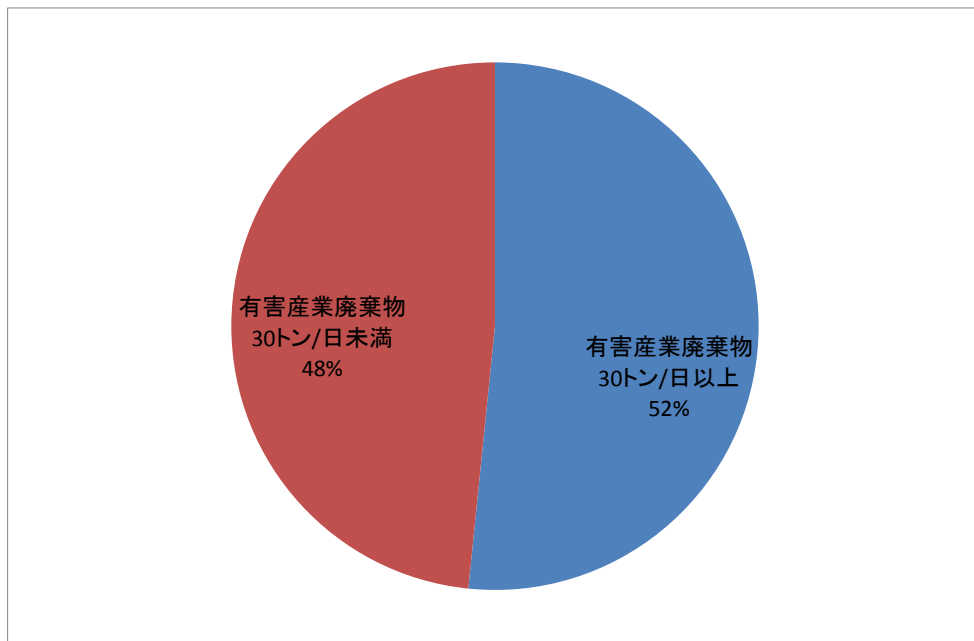


図 2-7 有害産業廃棄物を 30 トン以上排出している都市の比率  
(注)天然資源環境省 2010 年による 31 都市のデータによる。

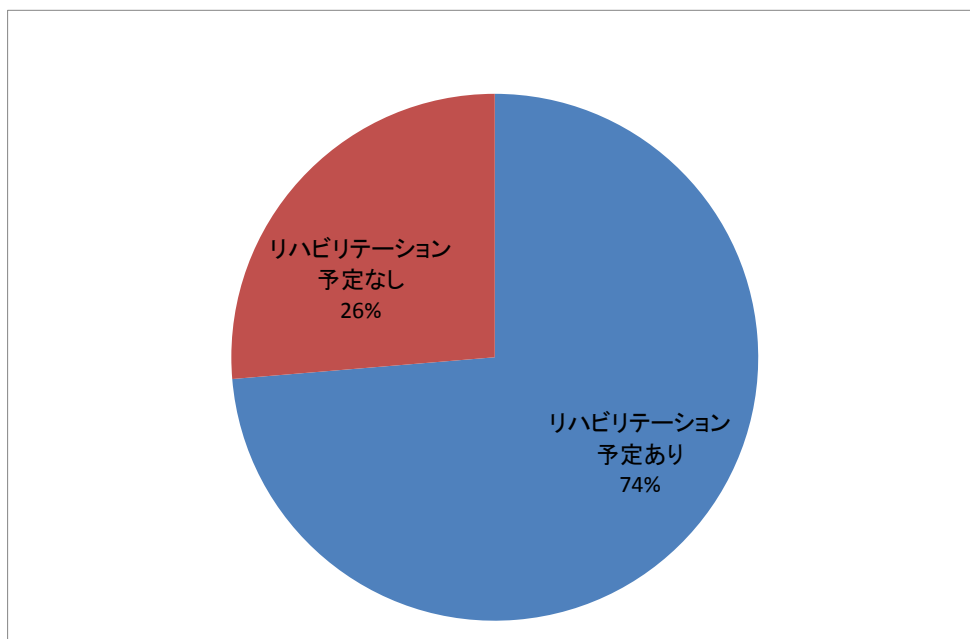


図 2-8 既存処分場のリハビリテーションを予定している都市の比率(再掲)  
 (注)本調査で実施した地方都市を対象としたアンケート対象都市 19 都市の回答による。

③ マーケットサイズ

ベトナムにおける全 63 省（政府直轄都市を含む。）に上記比率を考慮してマーケットサイズを想定した。63 都市のうち 47 都市において焼却事業の可能性があり、そのうち 33 都市では一定量以上の有害産業廃棄物の発生が見込めることから可能性は高い。14 都市<sup>4</sup>については既存処分場のリハビリテーションが予定されており、焼却施設を用いたリハビリテーションが採用されれば対象となる可能性は高い。

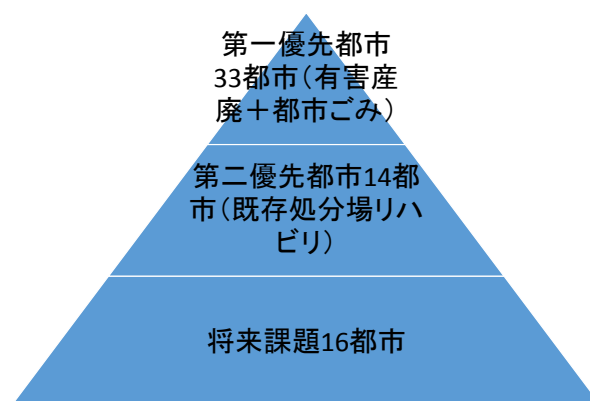


図 2-9 ベトナムにおける 63 都市におけるマーケットサイズ(推定)

<sup>4</sup> 既存処分場のリハビリテーションを予定している都市の中で、有害産業廃棄物を 30トン以上排出している都市を知ることができないので、便宜上、リハビリテーションを予定している都市 46 都市から有害産業廃棄物を 30トン以上排出している都市 32 都市を差し引いて、14 都市とした。

## 2.6 リスクへの対応

### (1) 焼却事業を採算ベースに乗せるためのリスク

#### ① リスク

すでに述べたように都市ごみだけを焼却対象としては採算性は望めない。高いティッピングフィーを期待できる他の廃棄物を混焼することによって初めて焼却事業が採算ベースに乗ってくる可能性が生まれる。高いティッピングフィーを期待できる代表的な廃棄物は有害産業廃棄物と病院廃棄物であり、既存埋立地リハビリテーションについては特別予算が期待できる。しかしながら、有害産業廃棄物を集中的に排出する一部産業を除いては、有害産業廃棄物は有害物付着ウエスなどが主たるものであり、発生状況は散財的で量も多いとは言えない。採算ベースを見込める程度までの有害産業廃棄物の確保がリスクとして想定できる。

#### ② 課題(対応策)

このリスクに対しては以下の対応策を組み合わせた包括的なアプローチが有効であると考えられる。

- 病院廃棄物の処理水準の向上を目指したベースとしての病院廃棄物の確保
- 省内における有害産業廃棄物データベースを最大限に活用して、[ティッピングフィー×発生量]の多い順からの省の協力による営業活動
- 日系企業ネットワーク、企業間ネットワーク、本支店連携などを活用した広域的有害産業廃棄物受注努力
- 近隣省からの有害産業廃棄物の受注努力



## 第3章 製品・技術に関する紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動

---

### 3.1 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の概要

本調査を通じて行った製品・技術の紹介活動は以下のとおりである。試用、各種試験は行っていない。

＜国レベル＞

- 建設省、天然資源環境省に対してアクトリー社製の焼却炉の概要を説明した。

＜地方レベル＞

- すでに述べたとおり本調査の一環として19都市を訪問した。各都市においてアクトリー社製の焼却炉の説明を実施した。
- 19都市から対象都市3都市を選定したのち再びこれらの都市を訪問し、アクトリーも参加するワークショップにおいて焼却炉の説明と納入事例を説明した。

### 3.2 製品・技術の紹介や試用、または各種試験を含む現地適合性検証活動の結果

- 都市ごみのみならず、有害産業廃棄物、病院廃棄物、埋立地掘り起こしごみなど多種類の廃棄物を同時に焼却できるという点は評価が高かった。
- 焼却炉の規模がシンガポールの事例のような1000トン/日と比較すると、数十トン～300トン/日程度と小さいとの意見もあったが、建設省を始め、オペレーションの容易性を考慮する地方都市では100～200トン/日程度が好ましいという意見もあった。

### 3.3 採算性の検討

#### (1) 収益性評価モデルの開発

焼却事業の最大の課題は経済性である。開発途上国において1980年代から焼却技術を都市ごみに適用する試みが重ねられてきたが、経済性を理由として進捗せず現在に至っている。その後、焼却技術への期待はますます高まり、韓国、中国の焼却炉メーカーの台頭を背景として近年焼却事業が現実味を帯びてきた。

かかる状況を背景として、想定する事業を検討するために、アクトリーの焼却炉を前提とした収益性を評価できる道具立てをここでは開発する。

#### ① 考慮する費目

収益性を構成する費目として、

- 施設整備費
- 借入金利

- 人件費
  - ユーティリティ費(水道代、薬剤費、電気代、助燃材費)
  - 補修費
  - 管理費
  - 処理料金収入
  - 売電収入
- を考慮し、収益性として
- 評価対象期間粗利益合計TTV =  $\Sigma$  (総収入-総支出)
- を指標とした。
- なお、土地代については地方都市が用意すると考え、計上していない。

## ② 施設整備費

施設整備費は機械整備費と土木・建築費に分けそれぞれ以下のように算出した。

### i) 機械整備費

機械整備費(焼却設備、土木・建築は含まず)は下式によって算出する。施設のサイズは施設稼働時間により変化する。例えば、同量の廃棄物を処理するための8時間稼働炉と24時間稼働炉ではサイズが3倍異なる。そこで、24時間換算の単価を与え、稼働時間で割り返すことによって機械設備費を算出した。

- $CCm = PCm * \left( \frac{PS}{Ho} * 24 \right) * kGE$

ここで、

- CCm: 施設整備費(千USD)
  - PCm: 施設整備費単価(千USD/トン)(トン当たり処理能力当たりの単価)
  - PS: 施設規模(トン/日)
  - Ho: 一日当たり稼働時間(時間/日)
  - kGE: 発電設備乗数(発電有の場合には建設費はkGE倍となる。)
- である。

### ii) 土木・建築費

#### a. 必要面積

焼却施設の能力と必要面積は下式によって近似できる。

- $AR = 311 * PS^{0.527}$

ここで、

- AR: 必要面積(m<sup>2</sup>)
  - PS: 焼却施設能力(トン/日)
- である。

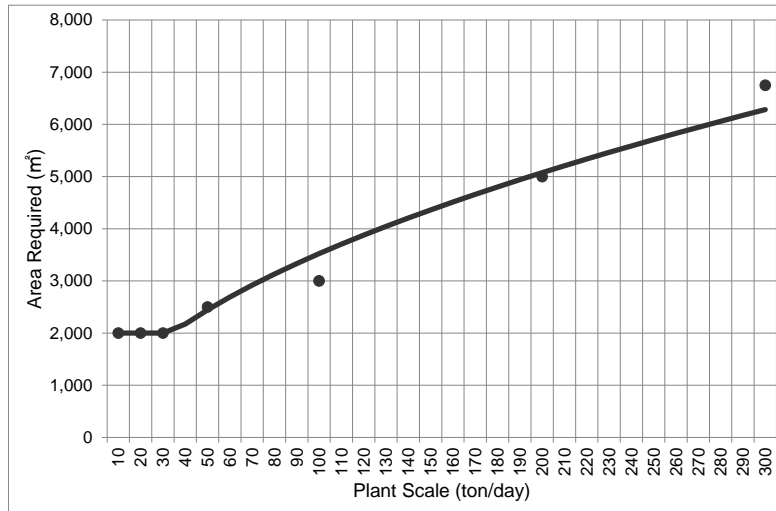


図 3-1 焼却施設能力と必要敷地面積

(出典)アクトリー技術データによる。

b. 土木・建築費

土木・建築費は下式によって算出する。

$$\blacksquare C_{Cb} = P_{Cb} * (k_B * AR)$$

ここで、

- $C_{Cb}$ : 土木・建築費(百万 VND)
- $P_{Cb}$ : 土木・建築費単価(VND/m<sup>2</sup>)
- $k_B$ : 施設建設面積比率(建蔽率)
- $AR$ : 必要面積(m<sup>2</sup>)

である。

③ 借入金利

借入金利は、元利均等償還方式により毎年の返済金額を求め、それを計算対象期間の各年に渡り、元金を除く利息分のみを算出し、また、ディスカウントレートを考慮して初年度価値に換算して計上する。

元利均等償還方式による毎年の返済金額は次式によって算出する。

$$\blacksquare RC = \frac{LA * Ri}{1 - (1 + Ri)^{-n}}$$

ここで、

- $RC$ : 各年返済金額(百万 VND/年)
- $LA$ : 借入金額(百万 VND/年)
- $Ri$ : 年金利
- $n$ : 返済期間

である。なお、返済猶予期間等については簡単のため考慮していない。さらに、借入金額は、

$$\blacksquare LA = (1 - Rc) * (CC_m + C_{Cb})$$

によって算出した。ここで、

- Rc: 自己資金比率

である。

i年の利息は次式より初年度価値に換算して計上する。

- $$Li = \frac{Lr * Ri}{(1+dr)^i}$$

ここで、

- Li: i年支払利息(百万 VND/年)

- Lr: i年借入残金(百万 VND/年)

- dr: ディスカウントレート(割引率)

である。

#### ④ 人件費

焼却施設の能力と必要人員数は下式によって近似できる。

- $$Nw = 1.154 * PS^{0.5}$$

ここで、

- Nw: 必要人員(人)

- PS: 焼却施設能力(トン/日)

である。ただし、上式による必要人員数を切り上げて計上した。

人件費は下式によって算出した。

- $$Cw = Nw * (Pw * 12)$$

ここで、

- Cw: 人件費(百万 VND/年)

- Pw: 月額人件費単価(百万 VND/年/人/月)

である。

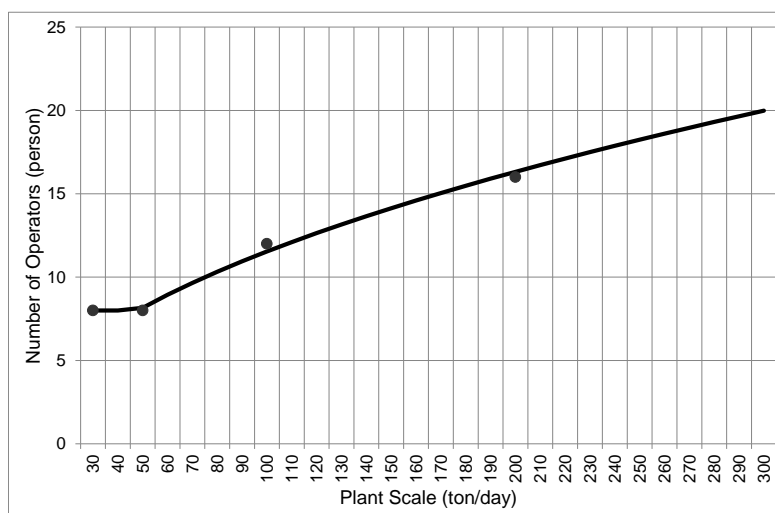


図 3-2 施設規模と必要人員数

(出典)アクトリー技術データによる。

⑤ ユーティリティ

焼却施設は水、薬剤、電気、助燃材をユーティリティとして必要とする。それぞれ以下のように定式化できる。なお、発電を行う場合には年間電気料金はゼロとなる。

- 水消費量 (トン/時間)  $Uwt = 0.2428 * PS^{0.1185}$
- 薬剤消費量 (kg/時間)  $Uch = -3.642 + 1.223 * PS$
- 電気容量 (kW)  $Uel = 23.14 * PS^{0.7116}$
- 助燃材消費量 (リットル/日)  $Ufl = 24.33 * PS^{0.8644}$

それぞれ年間必要経費を下式によって算出した。

- 年間水代金(百万 VND/年)  $Cwt = Pwt * (Uwt * Ho * Do)$
- 年間薬剤代金(百万 VND/年)  $Cch = Pch * (Uch * Ho * Do)$
- 年間電気料金(百万 VND/年)  $Cel = Pel * (Uel * Rel * Ho * Do)$
- 年間助燃材代金(百万 VND/年)  $Cfl = Pfl * (Ufl * Do)$

ただし、

- $Cwt, Cch, Cel, Cfl$ : それぞれ水、薬剤、電気、助燃材の年間必要経費(百万円 VND/年)
- $Pwt, Pch, Pel, Pfl$ : それぞれ水、薬剤、電気、助燃材の単価(VND/m<sup>3</sup>、VND/kg、VND/kWh、VND/リットル)
- $Ho$ : 一日当たり稼働時間(時間/日)
- $Do$ : 年間当たり稼働日数(日/年)
- $Rel$ : 電力平均負荷率

である。

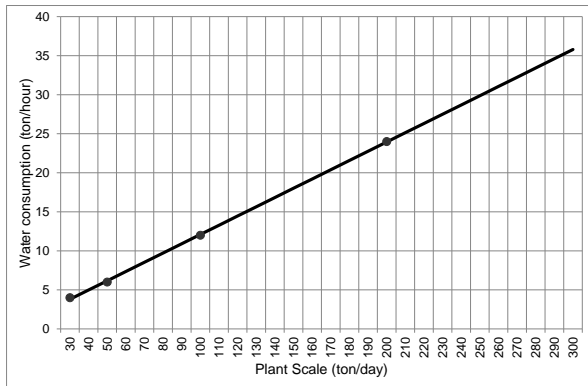


図 3-3 施設規模と水消費量(トン/時間)  
(出典)アクトリー技術データによる。

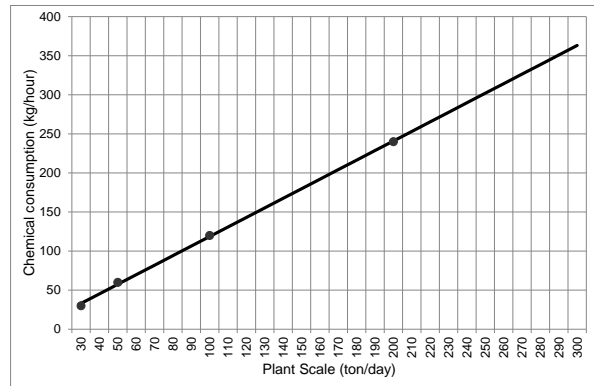


図 3-4 施設規模と薬剤消費量(kg/時間)  
(出典)アクトリー技術データによる。

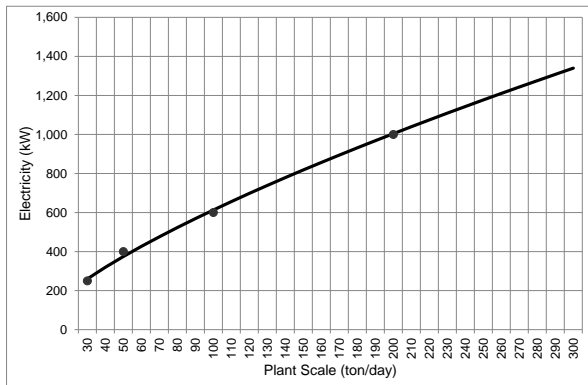


図 3-5 施設規模と電気容量(kW)  
(出典)アクトリー技術データによる。

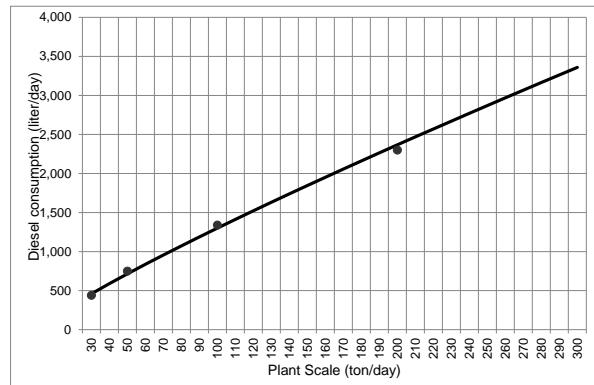


図 3-6 施設規模と助燃材消費量(リットル/日)  
(出典)アクトリー技術データによる。

## ⑥ 補修費

補修費は建設後経過年によって異なり、対機械設備費で次図の通り表現できる。

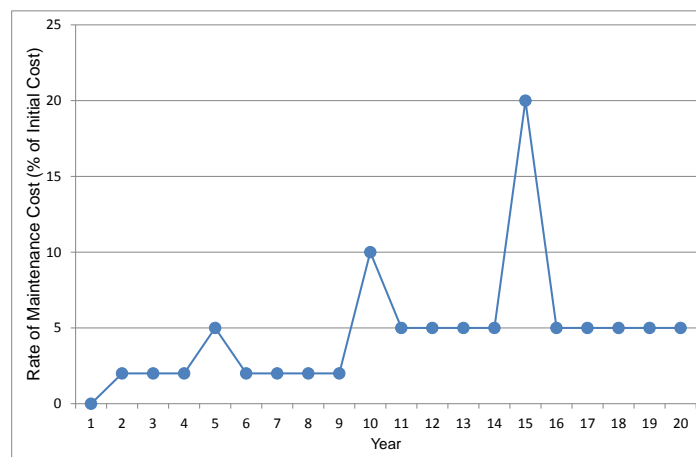


図 3-7 設備建設費に対する経過年補修費率  
(出典)アクトリー技術データによる。

⑦ 管理費

管理費は人件費、ユーティリティ費、補修費の合計の一定比率を見込んだ。

⑧ 処理料金収入

処理料金収入は都市ごみとそれ以外（有害産業廃棄物など）に分け、次式によって算定した。

$$\blacksquare T_t = ((1 - R_{hiw}) * P_{mw} + R_{hiw} * P_{hiw}) * PS * Do$$

ここで、

■  $T_t$ : 年間処理料金収入(百万 VND/年) (USD から VND に換算)

■  $R_{hiw}$ : 有害産業廃棄物比率

■  $P_{mw}$ : 都市ごみティッピングフィー (USD/トン)

■  $P_{hiw}$ : 有害産業廃棄物ティッピングフィー (USD/トン)

■  $Do$ : 年間当たり稼働日数(日/年)

である。

⑨ 売電収入

発電を行う場合には下式によって算定される売電収入を見込むことができる。発電を行わない場合はゼロとなる。

$$\blacksquare T_{ge} = ((He * 1000 * PS * Do) * rho / C_{ce} - A_{el}) * P_{ge}$$

ここで、

■  $T_{ge}$ : 年間総売電収入(百万 VND/年)

■  $He$ : 廃棄物低位発熱量(kcal/kg)

■  $PS$ : 施設規模(日/トン)

■  $Do$ : 年間当たり稼働日数(日/年)

■  $rho$ : 発電効率

■  $C_{ce}$ : カロリーと kWh の換算係数(kcal/kWh)

■  $A_{el}$ : 年間消費電力量(kWh/年)

■  $P_{ge}$ : 売電単価(VND/kWh)

である。

(2) 開発した収益性モデルを活用した事業化リスクを考慮した収益性検討

① 事業化リスクを評価できる検討ツール<sup>5</sup>

一般に、焼却事業を含む新しい技術を適用する事業は、事業主体にとって未知であり、事業の背景環境は政府の規制の度合い、顧客の意向、労働調達条件等々によって大きく左右され、事業化リスクが高いのが一般的である。このような事業化環境下において、事業主体が進出を意思決定する際には、これらの不確定な事業背景をリスクとして評価できるツールが必要である。

かかる事業化リスクは、収益性に与える影響の大きさによって並び替えが可能で、大き

<sup>5</sup> 参考文献： 籠屋邦夫：戦略意思決定、ダイヤモンド社、1994

く影響を与えるものから順に、重要リスクとして選定することができる。言い換えれば、収益性に大きな影響を与えないリスクを検討から切り捨てることによって、評価のための手間を一部のリスクに集中させることができるので、検討効率が向上する。

すなわち収益性に与えるリスク要因の感度を評価して、感度の大きなリスク要因を選出する（感度解析）。感度は一般にリスク要因の代表値において収益性に対する微係数として与えられるが、代表値近傍の微係数は代表値近傍以遠の急激な収益性の変化を反映しないという課題があり、ここではリスク要因の取りうる「幅」を設定し、最良値、最悪値とし、それぞれにおいて収益性を計算してその幅を当該リスク要因の感度として定義する。感度が大きなリスク要因を重要リスク要因として選出する。

さらに、重要リスク要因について、仮にある重要リスク要因の確率分布が、簡単のために離散的に最良値、標準値、最悪値のいずれかが生じると考え、それぞれの発生確率が

$$\blacksquare p(i, w), p(i, s), p(i, b)$$

ここで

$$\blacksquare i \text{ は重要要因の番号 } (i = 1, 2, \dots, n)$$

$$\blacksquare p(*, w), p(*, s), p(*, b) \text{ はそれぞれ最良、標準、最悪ケースが生じる確率}$$

$$\blacksquare p(*, w) + p(*, s) + p(*, b) = 1$$

とし、 $p(*, w) = 15\%$ 、 $p(*, s) = 70\%$ 、 $p(*, b) = 15\%$ と設定すると、すべての重要リスク要因に渡り、ある事象が生じる確率を足し上げると

$$\blacksquare \sum_{w,s,b} \prod_{i=1}^n p(i, *) = 1$$

となる。

この時、あるケースの収益 $T$ は

$$\blacksquare T(k) = \sum_{i=1}^n p(i, *) * T(i, *)$$

と記述でき、これが生じる確率は

$$\blacksquare P(k) = \prod_{i=1}^n p(i, *)$$

となる。なお、ケースの数 $k$ は $3^n$ 通りとなる。

ここで期待収益は $\sum_{k=1}^{3^n} P(k) * T(k)$ として得られる。

これらを用いて横軸に $T(k)$ 、縦軸に $P(k)$ を取ると収益性の確率分布が得られる。また、 $P(k)$ を累積確率分布として図を描くと理解がしやすい。

この手法により、事業化リスクを図示し直感的にとらえることができ、意思決定に役立てることができる。

収益性の累積確率分布の結果の例を次図に示す。事業Aは事業Bよりもなだらかな累積確率分布を持ち、うまくいけば大きな収益を産む可能性もあるが、マイナスとなる可能性も低くなく、ハイリスクハイリターン事業である。事業Bはマイナスとなる確率は少ないが、事業Aと比べると大きな収益は期待できず、手堅い事業である。ほかにも収益がゼロとなる確率、収益の期待値などを計算によって求めることが可能である。



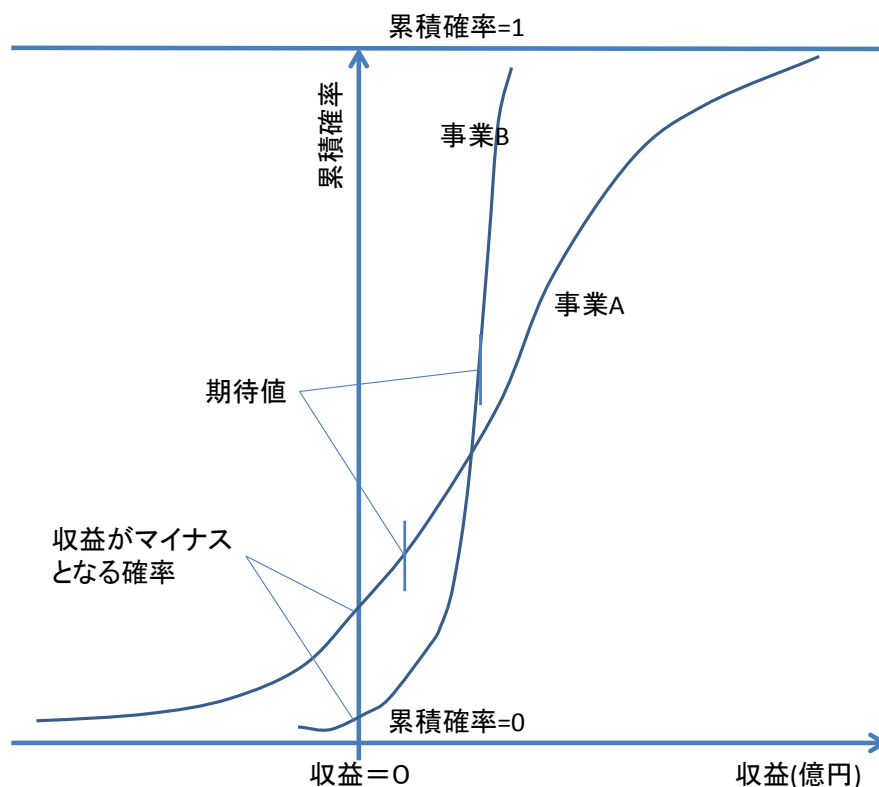


図 3-8 収益性の累積確率分布の概念図

② 事業の収益性累積確率分布(ベースケース)

都市ごみのみを焼却対象とした場合の収益性累積確率分布を計算し次図に示した。設定したパラメータは表 3-1 に示したとおりであり、重要なものは

- 焼却炉規模は 100 トン・日とした。
  - 現段階のアクトリーの連続炉ベース焼却炉単価が 150 千 USD/トン～100 千 USD/トンであることを踏まえ、最低ラインの 100 千 USD/トンとした。
  - 都市ごみ処理料金単価はドンナイ省のコンポスト化施設を参考として 20USD/トンとした。
- である。

結果は図 3-9 に示したとおりであり、都市ごみだけを対象とした事業から収益を得ることは極めて難しい。開発途上国において都市ごみを対象とした事業を採算ベースに乗せることの難しさを表している。

表 3-1 設定したパラメータ(ベースケース)

|          | パラメータ           | 単位        | 記号          | 最悪値       | 標準値       | 最良値       |
|----------|-----------------|-----------|-------------|-----------|-----------|-----------|
| 全体       | 計算対象期間          | 年         | n           | 15        | 15        | 15        |
|          | 割引率             | -         | dr          | 0.085     | 0.105     | 0.125     |
|          | 施設規模            | t/d       | PS          | 100       | 100       | 100       |
|          | 換算レート(VND)      | -         | FcVND_JPY)  | 0.0046    | 0.0046    | 0.0046    |
|          | 換算レート(USD)      | -         | Fc(USD_JPY) | 98.25     | 98.25     | 98.25     |
|          | 日稼働時間           | 時間/日      | Ho          | 24        | 24        | 24        |
| 施設       | 年稼働日数           | 日/年       | Do          | 330       | 330       | 330       |
|          | 発電有無            | -         | YN(GE)      | 0         | 0         | 0         |
|          | 連続炉ベース設備費単価     | 千USD/t    | PC          | 100       | 100       | 100       |
|          | 発電設備費用係数        | -         | kGE         | 1.6       | 1.6       | 1.6       |
|          | 設備費単価           | 千USD/t    | PCm         | 100       | 100       | 100       |
|          | 機械設備費(JPY)      | 千円        | CCm(JP)     | 982,500   | 982,500   | 982,500   |
|          | 機械設備費(VND)      | 百万VND     | CCm(VN)     | 213,587   | 213,587   | 213,587   |
|          | 必要面積            | m2        | AR          | 3,530     | 3,530     | 3,530     |
|          | 建築面積比率          | -         | kB          | 0.7       | 0.7       | 0.7       |
|          | 建築面積            | m2        | AB          | 2,471     | 2,471     | 2,471     |
|          | 建築単価            | 千VND/m2   | PCb         | 3,170     | 3,530     | 3,890     |
|          | 建築整備費           | 百万VND     | CCb         | 7,833     | 8,722     | 9,612     |
|          | 建設費総額           | 百万VND     | CC          | 221,420   | 222,309   | 223,199   |
|          | 自己資金比率          | -         | Rc          | 0.30      | 0.30      | 0.30      |
|          | 自己資金            | 百万VND     | CP          | 66,426    | 66,693    | 66,960    |
|          | 借入金             | 百万VND     | LA          | 154,994   | 155,617   | 156,239   |
|          | 年金利             | -         | Ri          | 0.13      | 0.12      | 0.11      |
| 運転       | 必要人員            | 人         | Nw          | 12        | 12        | 12        |
|          | 人件費単価           | 千VND/月    | Pw          | 5,500     | 6,000     | 6,500     |
|          | 人件費             | 百万VND/年   | Cw          | 792       | 864       | 936       |
|          | 水使用量単位          | m3/時      | Uwt         | 0.419     | 0.419     | 0.419     |
|          | 年間水使用量          | m3/年      | Awt         | 3,319     | 3,319     | 3,319     |
|          | 水道代単価           | VND/m3    | Pwt         | 13,130    | 8,818     | 8,818     |
|          | 水道代             | 百万VND/年   | Cwt         | 44        | 29        | 29        |
|          | 薬剤使用量単位         | kg/時      | Uch         | 119       | 119       | 119       |
|          | 年間薬剤使用量         | kg/年      | Ach         | 939,771   | 939,771   | 939,771   |
|          | 薬液単価            | VND/kg    | Pch         | 4,800     | 4,000     | 4,000     |
|          | 薬剤費             | 百万VND/年   | Cch         | 4,511     | 3,759     | 3,759     |
|          | 必要電気容量          | kW        | Uel         | 613       | 613       | 613       |
|          | 平均電力負荷率         | -         | Rel         | 0.7       | 0.7       | 0.7       |
|          | 年間消費電力量         | kWh/年     | Ael         | 3,399,277 | 3,399,277 | 3,399,277 |
|          | 電力単価            | VND/kWh   | Pel         | 1,350     | 1,305     | 1,277     |
|          | 年間電力料           | 百万VND/年   | Cel         | 4,589     | 4,436     | 4,341     |
|          | 助燃材量単位          | リットル/日    | Ufl         | 1,303     | 1,303     | 1,303     |
| 年間助燃材消費量 | リットル/年          | Afl       | 429,988     | 429,988   | 429,988   |           |
| 助燃材単価    | VND/リットル        | Pfl       | 19,190      | 18,810    | 18,810    |           |
| 年間助燃材費   | 百万VND/年         | Cfl       | 8,251       | 8,088     | 8,088     |           |
| 補修       | 15年間合計補修費率      | -         | Rmt         | 0.5       | 0.5       | 0.5       |
| 補修費      | 百万VND/15年       | Cmt       | 106,793     | 106,793   | 106,793   |           |
| 管理費      | 管理費率            | 千円/年      | ka          | 0.1       | 0.1       | 0.1       |
| 売上       | 有害産廃処理料金単価      | USD/ton   | Phiw        | 200       | 200       | 300       |
|          | 都市ごみ処理料金単価      | USD/ton   | Pmw         | 20        | 20        | 20        |
|          | 有害産廃受入比率        | -         | Rhiw        | 0         | 0         | 0         |
|          | 有害産廃受入量         | ton/年     | Whiw        | 0         | 0         | 0         |
|          | 都市ごみ受入量         | ton/年     | Wmw         | 33,000    | 33,000    | 33,000    |
|          | 有害産廃処理料金収入(JPY) | 千円/年      | ThiwJ       | 0         | 0         | 0         |
|          | 都市ごみ処理料金収入(JPY) | 千円/年      | TmwJ        | 64,845    | 64,845    | 64,845    |
|          | 有害産廃処理料金収入(VND) | 百万VND/年   | ThiwV       | 0         | 0         | 0         |
|          | 都市ごみ処理料金収入(VND) | 百万VND/年   | TmwV        | 14,097    | 14,097    | 14,097    |
| 廃棄物処理収入  | 百万VND/年         | Tt        | 14,097      | 14,097    | 14,097    |           |
| 発電       | 廃棄物低位発熱量        | kcal/kg   | He          | 1,000     | 1,200     | 1,400     |
|          | 発電効率            | -         | rho         | 0.15      | 0.15      | 0.15      |
|          | 力口リー換算          | kcal/kWh  | Cce         | 860       | 860       | 860       |
|          | 発電可能量           | kWh/年     | Ge          | 5,755,814 | 6,906,977 | 8,058,140 |
|          | 売電量             | kWh/年     | Ges         | 2,356,537 | 3,507,700 | 4,658,862 |
|          | 売電単価            | VND/kWh   | Pge         | 1,000     | 1,000     | 1,000     |
| 売電収入     | 百万VND/年         | Tge       | 2,357       | 3,508     | 4,659     |           |
| 支出の部     | 施設整備費           | 百万VND/15年 | C1          | 221,420   | 222,309   | 223,199   |
|          | 借入金利            | 百万VND/15年 | C2          | 127,617   | 106,557   | 88,905    |
|          | 人件費             | 百万VND/15年 | C3          | 11,880    | 12,960    | 14,040    |
|          | 水道代             | 百万VND/15年 | C4          | 654       | 439       | 439       |
|          | 薬剤費             | 百万VND/15年 | C5          | 67,664    | 56,386    | 56,386    |
|          | 電気代             | 百万VND/15年 | C6          | 68,835    | 66,541    | 65,113    |
|          | 助燃材費            | 百万VND/15年 | C7          | 123,772   | 121,321   | 121,321   |
|          | 補修費             | 百万VND/15年 | C8          | 106,793   | 106,793   | 106,793   |
|          | 管理費             | 百万VND/15年 | C9          | 37,960    | 36,444    | 36,409    |
| 収入の部     | 処理料金収入          | 百万VND/15年 | S1          | 211,451   | 211,451   | 211,451   |
| 売電収入     | 百万VND/15年       | S2        | 0           | 0         | 0         |           |
| 事業収益     | 百万VND/15年       | Profit    | -555,144    | -518,300  | -501,155  |           |

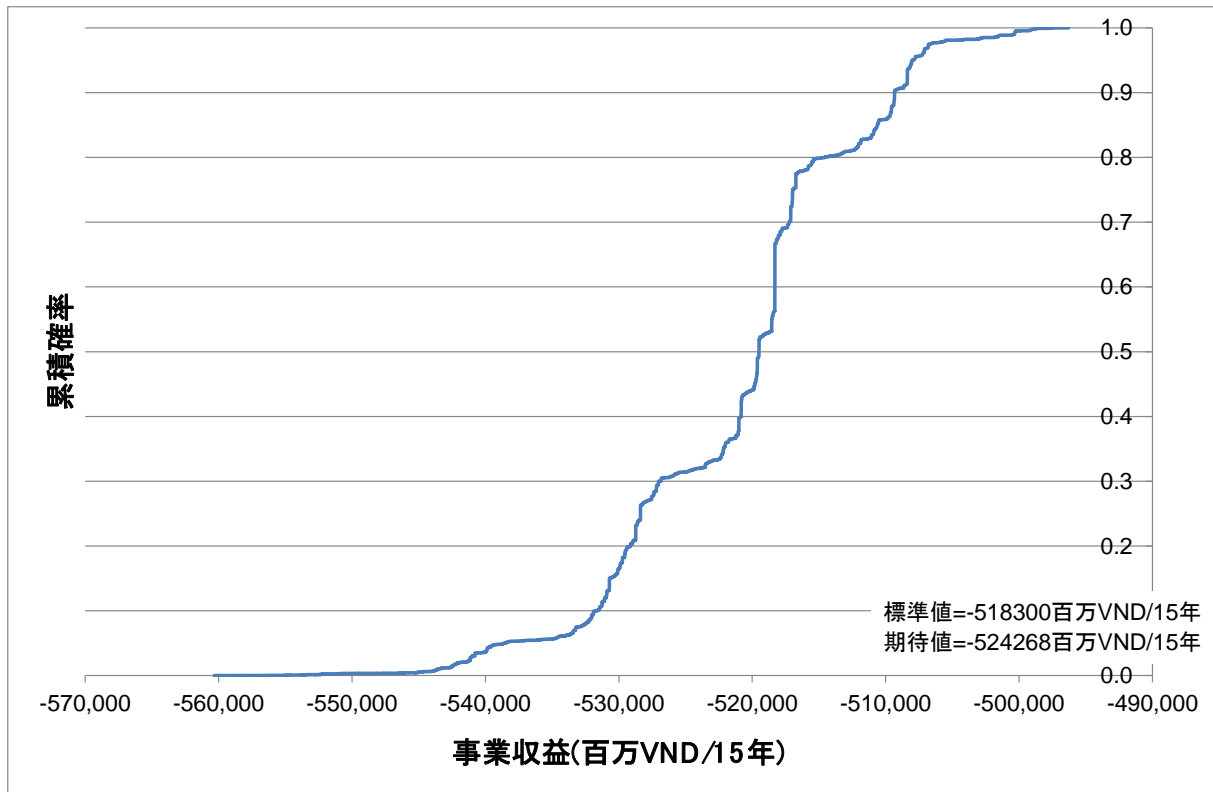


図 3-9 事業収益性累積確率分布(ベースケース)

(焼却炉規模=100トン/日、連続炉ベース焼却炉単価=100千USD/トン、都市ごみ処理料金単価=20USD/トン)

### ③ 事業を採算ベースに乗せるための改善アイデア

#### i) 事業に影響を与える重要リスク

本事業の収益性が何によって大きく影響を受けるかを分析した。先のベースケースに加え、有害産廃受入比率、有害産廃処理料金単価、連続炉ベース焼却炉単価を評価パラメータに加え、収益性に大きく影響を与える順にパラメータを示したものが図 3-10 である。本事業の収益性に大きく影響を与えるパラメータは

- 有害産廃受入比率
- 有害産廃処理料金単価
- 連続炉ベース焼却炉単価

である。

これを受けて上記3つのパラメータについて検討した。

#### a. 有害産廃受入比率

有害産廃受入可能比率は、対象都市に産業が集積立地しているかどうかによって大きく異なる。逆に工業等の産業が活発な都市であれば、その有害産廃を取り込むことによって収益性を改善できる可能性がある。そこで対象都市を工業が発展した都市に限定して、有害産廃の受入比率を高めに設定する事業を想定した。

#### b. 有害産廃処理料金単価

地方都市へのインタビュー調査によると、都市ごみの処理料金単価が高々20USD/トン程

度であるのに対して、有害産業廃棄物の処理料金単価はその10倍以上である。また病院廃棄物の処理料金単価は優に500USD/トンに上る。

これらの高い処理料金単価を見込むことによって事業の収益性を改善できる可能性がある。有害産業廃棄物、病院廃棄物を見込んだ事業を想定した。

さらに、既存埋立地による周辺環境汚染が社会問題となっている現在、地方都市の中には埋立地のリハビリテーションのために特別予算を付けるところも出てくると考えられる。このような特別予算を埋立地リハビリテーションのための焼却事業に活用することによって事業収益性を確保することもありうると考えられる。

### c. 連続炉ベース焼却炉単価

現在のアクトリーの焼却炉単価は連続炉ベースで100千USD/トン～150千USD/トンで、ベースケースとしては最低ラインの100千USD/トンを見込んだが、ベトナムでの外作など製造コスト削減を進めることによって、80千USD/トン程度まで下げられないかの可能性を検討する。

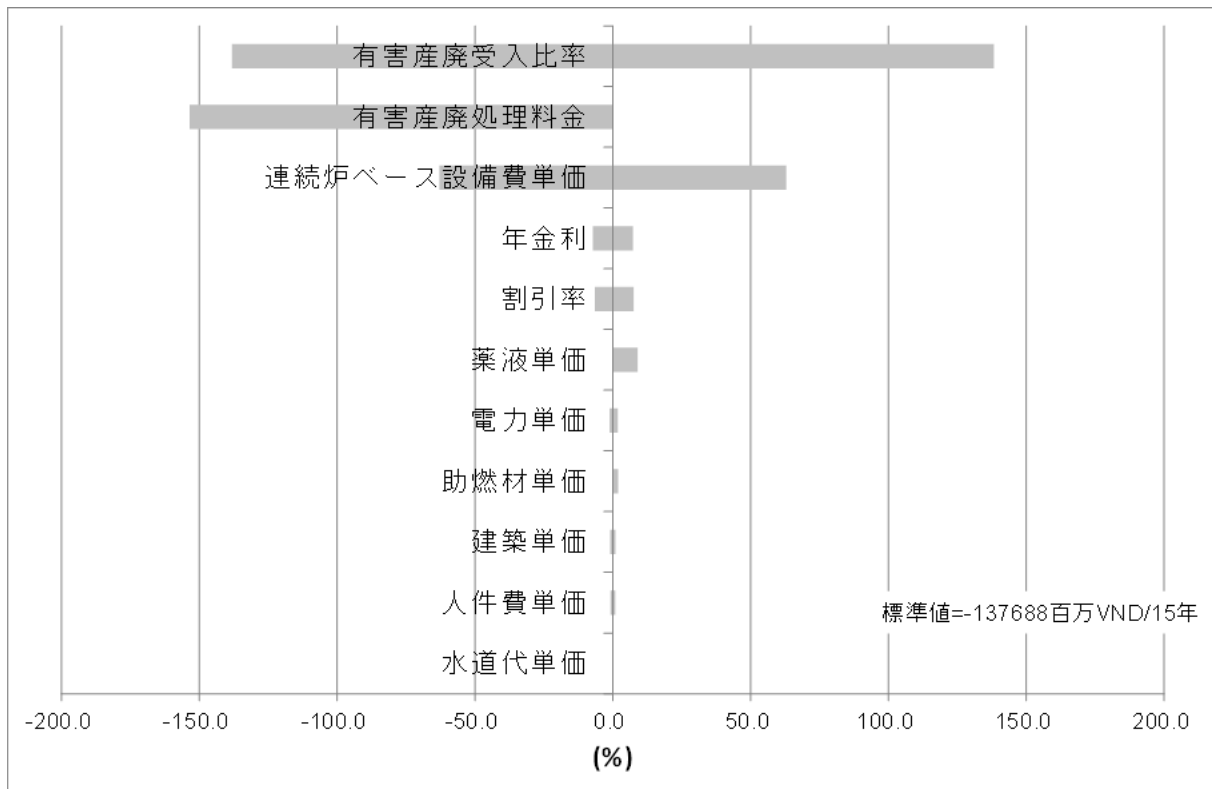


図 3-10 アクトリーの焼却炉を用いた焼却事業の事業化リスク

## ④ 収益性改善アイデアの評価

### i) 有害産業廃棄物の取り込み(処理単価の高い有害産業廃棄物比率の向上)

有害廃棄物等高い処理料金を期待できる廃棄物の取り込みに関して以下の条件を設定して収益性を検討した。

- 有害産業廃棄物比率=20～30%
- 有害産業廃棄物処理料金=200～300USD/トン

なお、

- 焼却炉規模=100トン/日
  - 都市ごみ処理料金単価=20USD/トン
  - 連続炉ベース焼却炉単価=100千USD/トン
- と設定した。

結果は図 3-11 に示すとおりであり、有害廃棄物の取り込み状況によっては、事業が赤字となる可能性もあるものの、黒字となる可能性が増大しており、本ケースの事業化可能性が示唆された。

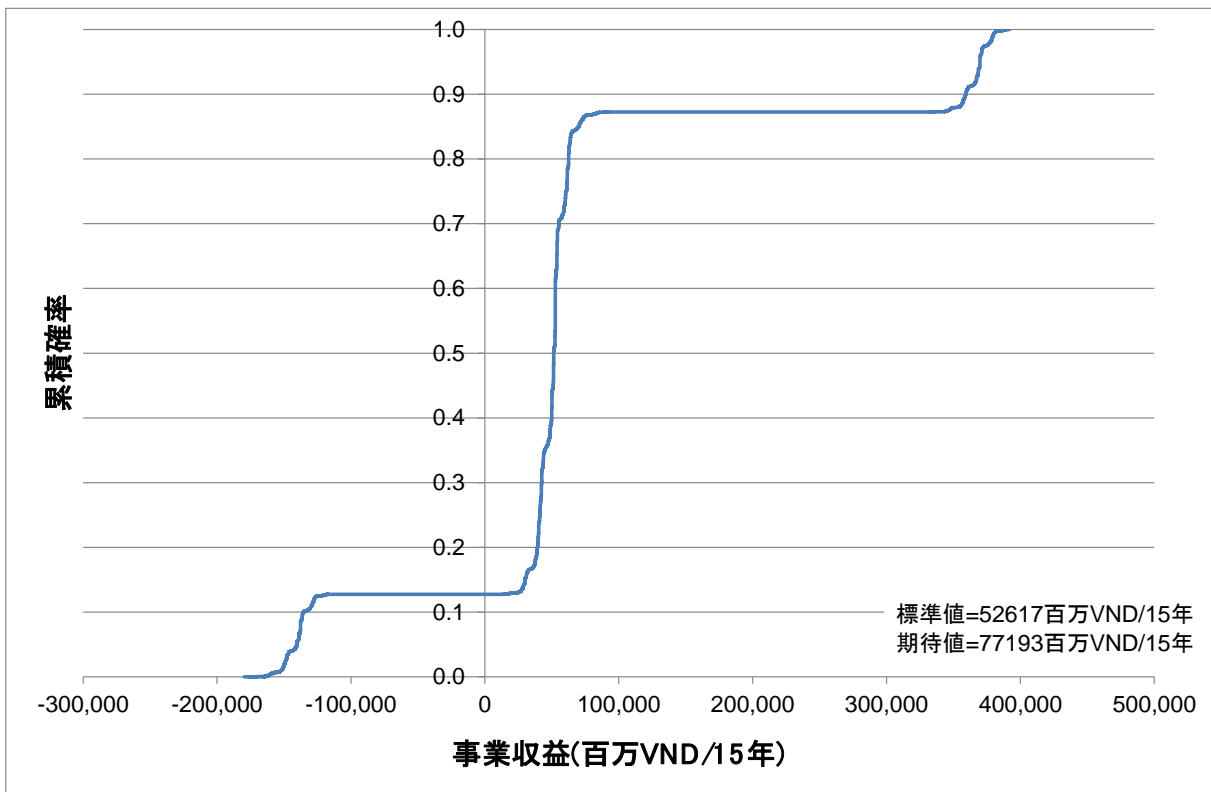


図 3-11 事業収益性累積確率分布(有害廃棄物取り込みケース)

(焼却炉規模=100トン/日、連続炉ベース焼却炉単価=100千USD/トン、都市ごみ処理料金単価=20USD/トン)

このように有害産業廃棄物の比率とその処理料金単価の組み合わせによって収益性は大きく変わることが分かった。仮に、有害産業廃棄物について高めの処理料金単価を設定できれば、有害産業廃棄物比率は低くとも収益性を確保できることになり、逆に処理料金の低い有害産業廃棄物しか取り込めなくとも、その取り込み比率が高ければ採算ベースに乗ることになる。かかる関心から、ここで、収益性を確保するための(ゼロとするための)有害産業廃棄物の比率と処理料金単価の組み合わせを検討する。

結果は図 3-12 のとおりである。ここで、

- 焼却炉規模=100トン/日
- 連続炉ベース焼却炉単価=100千USD/トン
- 都市ごみ処理料金単価=20USD/トン

として計算した。

仮に有害産業廃棄物処理料金単価が平均で 400USD/トンであれば、日量 10 トンの有害産業廃棄物（処理規模の約 1 割）を取り込めば採算領域が望める。逆に有害産業廃棄物の平均処理料金単価が 100USD/トンに過ぎない場合には、処理能力 100 トンの半分の約 50 トンを有害産業廃棄物に充てなければならないこととなる。

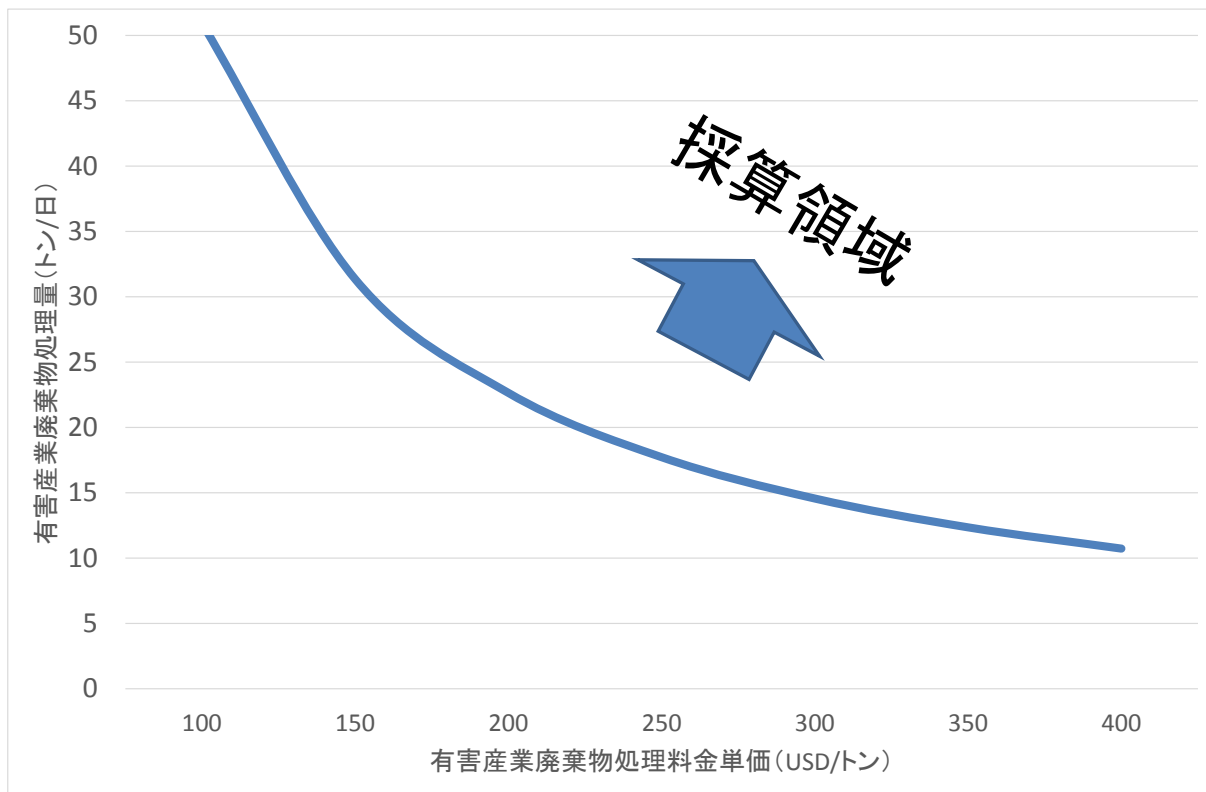


図 3-12 事業の採算性を確保するための有害産業廃棄物処理量と処理料金の組合せ  
(連続炉ベース焼却炉単価=100 千 USD/トン、都市ごみ処理料金単価=20USD/トン)

ii) 埋立地再生を中心としたケース

以下の設定条件を設定して、埋立地再生（リハビリテーション）を主たる目的としたケースを検討した。

- 掘り起こしごみ比率=0.5
- 掘り起こしごみ処理料金=120USD/トン(将来の埋立コスト上昇を考慮して高めに設定)

なお、

- 焼却炉規模=100トン/日
- 都市ごみ処理料金単価=20USD/トン
- 連続炉ベース焼却炉単価=100 千 USD/トン

とした。

結果は下図に示すとおりであり、上記設定条件のもと、仮に掘り起こしごみの処理料金に 120USD/トンを得られることが可能であれば、採算性を望めることが分かった。

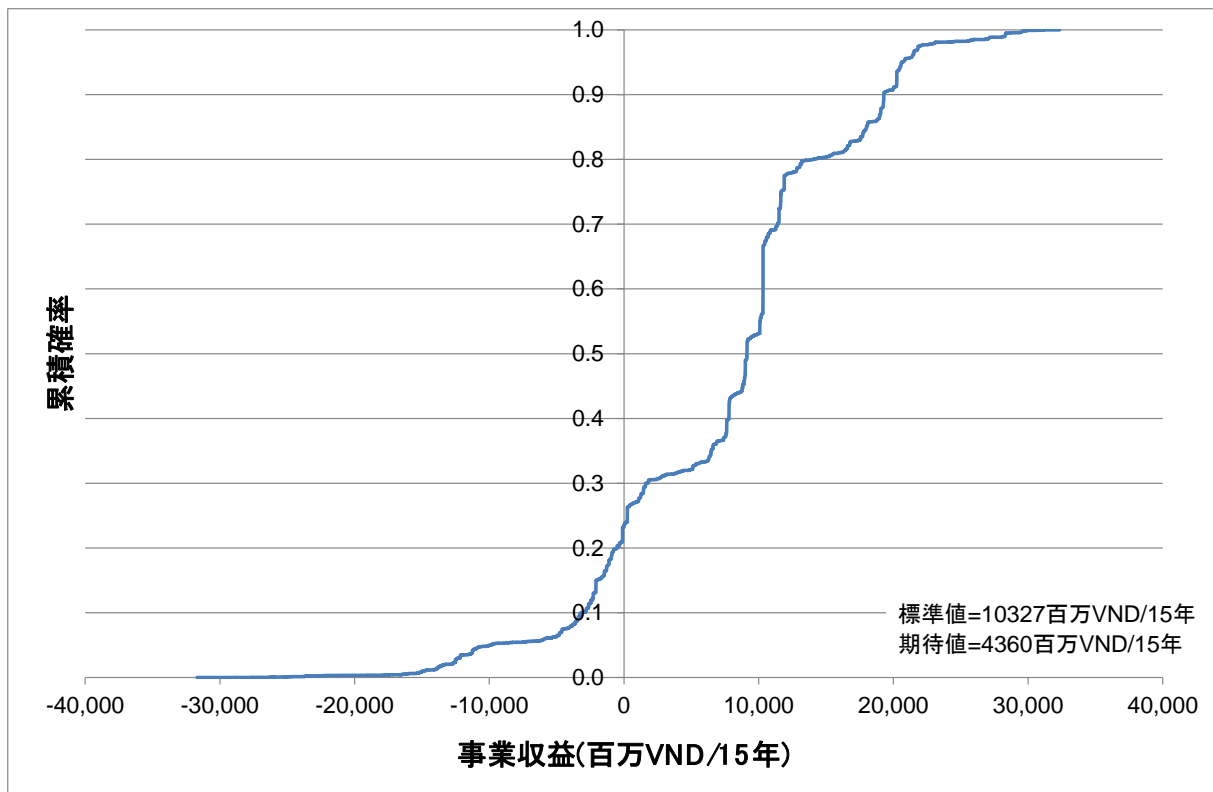


図 3-13 事業収益性累積確率分布(有害廃棄物取り込みケース)(焼却炉規模=100トン/日、連続炉ベース焼却炉単価=100千USD/トン、都市ごみ処理料金単価=20USD/トン、掘り起こしごみ混入率=50%、掘り起こしごみ処理料金=120USD/トン)

iii) 連続炉ベース焼却炉単価の改善

連続炉ベース焼却炉単価を

- 80千～120千USD/トン

に変化させて事業収益性の累積確率分布を計算した。

なお、

- 有害産業廃棄物比率=0.3
- 有害産業廃棄物処理料金=200USD/トン
- 都市ごみ処理料金単価=20USD/トン

と設定した。

結果は図 3-14 に示すとおりであり、焼却炉の単価が収益性に大きな影響を与えることが分かった。今後ベトナムでの外作を中心として、焼却炉の製造単価の低減化が課題となる。

このように焼却事業の採算性は設備費に大きく影響を受け、この点においては中国、韓国メーカーに優位性があるものの、この検討の結果はアクトリー社製の焼却炉によっても十分採算性を確保できる可能性を示している。メンテナンス性能、環境保全対策等他の側面を考慮すれば、採算性も確保できるアクトリーの焼却炉に優位性がある。

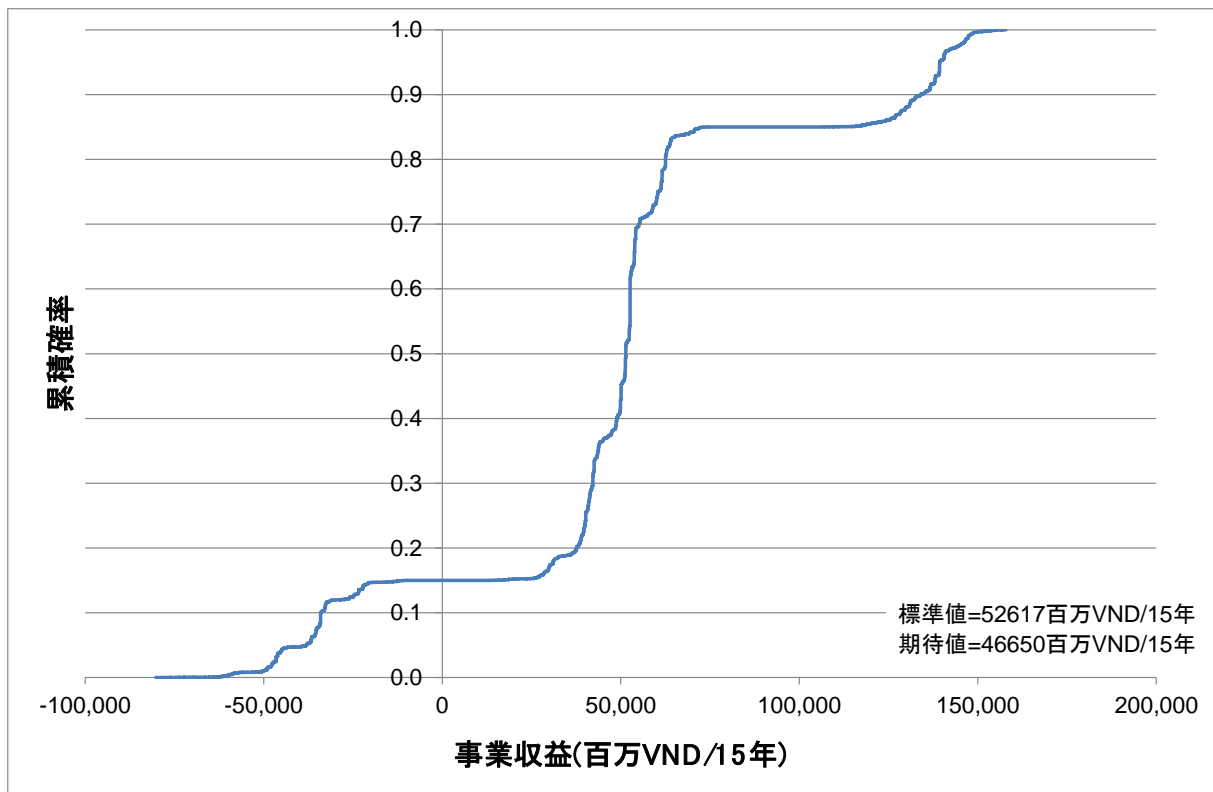


図 3-14 事業収益累積確率分布(焼却炉単価改善ケース)

⑤ (付)発電事業の妥当性の検討

同じ条件

- 焼却炉規模=100トン/日
- 連続炉ベース焼却炉単価=100千USD/トン
- 都市ごみ処理料金単価=20USD/トン
- 有害廃棄物混入比率30%
- 有害廃棄物処理料金=200USD/トン

において発電ありのケースとなしのケースを比較して図 3-15 に示した。

発電なしのケースでは収益性が見込めるものの、発電ありとすると収益性は悪化する。これは売電収入に比べ、建設費の追加投資額が大きくなるためである。

収益性の観点からは発電に取り組むことは得策とは言えない。

なお、ベトナムでは再生可能エネルギーの開発はまだ始まったばかりであり、風力発電による電力を買い取るケースで 1500VND/kWh 程度である。廃棄物発電については未知であるが、本検討では安全サイドを見て 1000VND/kWh として計算した。

発電事業は、再生可能エネルギー政策の強化などにより電力買取価格の向上、焼却炉運転への習熟などの条件が整った際の課題である。



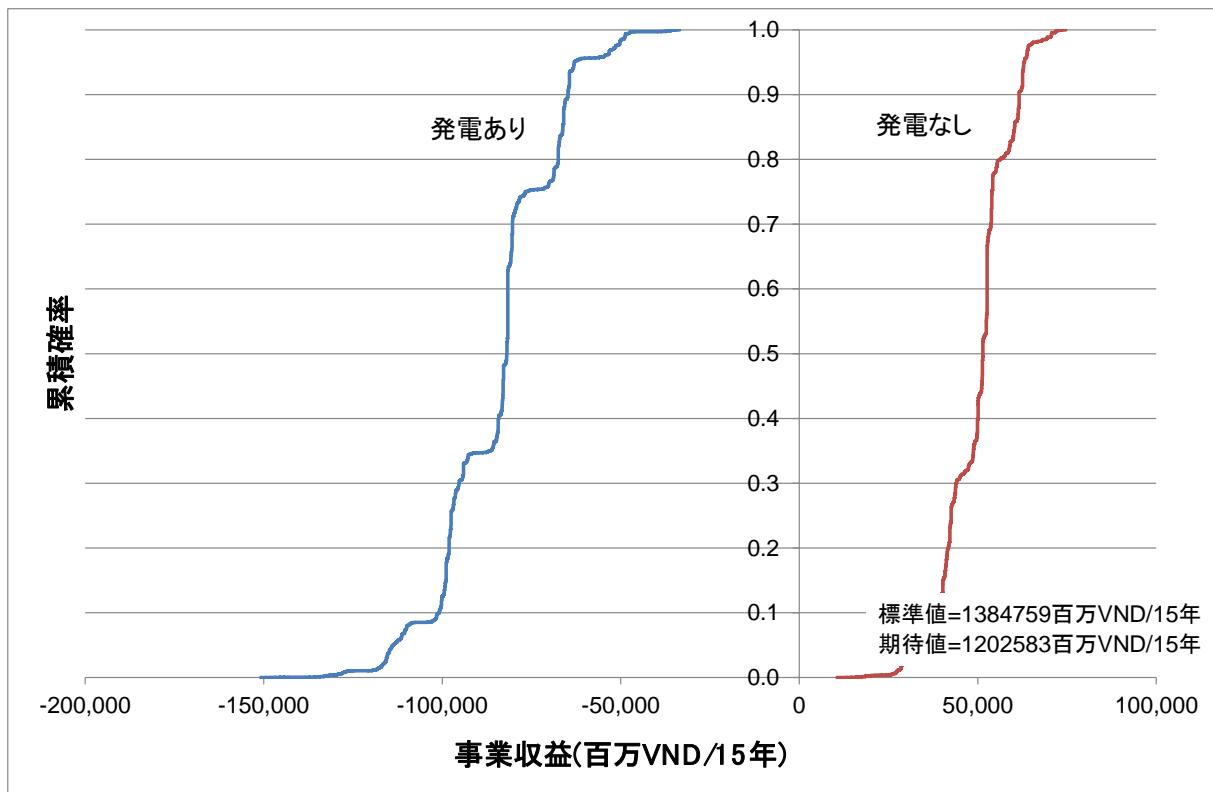


図 3-15 事業収益性累積確率分布(発電ありとなしの比較)

(焼却炉規模=100トン/日、連続炉ベース焼却炉単価=100千USD/トン、都市ごみ処理料金単価=20USD/トン、有害廃棄物混入比率30%、有害廃棄物処理料金=200USD/トン)

#### ⑥ 事業収益性分析のまとめ

以上の分析結果を下記のように整理できる。

- 都市ごみだけを対象とした場合には事業の収益性は期待できない。
- 事業の採算を確保するためには、都市ごみよりも高い処理料金を期待できる廃棄物を混合しなければならない。
- 都市ごみよりも高い処理料金を期待できる廃棄物としては、産業廃棄物、とりわけ有害産業廃棄物、感染性病院廃棄物ごみをあげることができる。
- 有害産業廃棄物等の混入比率は処理料金単価が400USD/トンであれば、処理能力100トンとしたとき約1割の10トン/日、処理料金単価が100USD/トンであれば、約5割の50トン/日となる。
- 掘り起こしごみを焼却して、埋立地再生を行う場合には、掘り起こしごみの処理料金として仮に120USD/トンが得られれば、100トン/日の半分50トン/日を掘り起こしごみ焼却に充て、事業の採算性を確保することが可能となる。
- 焼却炉の価格を下げることは採算ラインを下げるのに有効な方策である。
- 発電は収益性の観点からは得策とは言えない。再生可能エネルギー政策の強化などにより電力買取価格の向上、焼却炉運転への習熟などの条件が整った際の課題である。

#### ⑦ 導入促進のための課題

事業収益性分析結果を踏まえて、さらに採算性を確保し、導入を促進するための課題と

して以下をあげることができる。

- 都市ごみ、産業廃棄物の両方を考慮した総合廃棄物管理政策の確実な実行
- 地方政府による産業廃棄物管理の強化を通じての産業廃棄物の適正管理の確保
- 売電収入を改善し、発電事業を採算ベースに乗せるための再生可能エネルギー政策の充実

## 第4章 ODA案件化による対象国における開発効果及び提案企業の事業展開に係る効果

---

### 4.1 提案製品・技術と開発課題の整合性

ベトナムでは既存埋立地からの環境負荷が社会問題化しており、既存埋立地のリハビリテーション、加えて、中間処理を活用した都市ごみの処理水準向上が大きな課題となっている。

一つの技術コンポーネントとしての焼却への期待は非常に高く、従来型のベトナム製焼却炉の品質への疑問も相まって、日本の焼却炉への期待は膨らんでいる。

しかしながら、都市ごみのみを焼却しても採算ベースには乗らないことから、有害産業廃棄物、埋立地掘り起こしごみとの混焼が前提となる。

提案製品・技術である焼却炉は都市ごみ、有害産業廃棄物、埋立地掘り起こしごみ等を同時に焼却できる唯一のものであり、かかる開発課題の有望な技術コンポーネントとして活用することが可能である。

### 4.2 ODA案件化を通じた製品・技術等の当該国での適用・活用・普及による開発効果

本製品・技術によって得られる効果は以下のとおりである。

- 埋立地からのメタンガスの発生を停止することによって温暖化ガス発生量低減を実現できる。
- 都市ごみそのものを焼却することによって、埋立地の安定化を図ることができる。
- 有害産業廃棄物の焼却は、これまでホーチミン市やハノイ市周辺まで長距離輸送していた当該廃棄物を近隣で安全に処理することになり、輸送費の削減と信頼性の向上につながり、排出工場と受け手側のウィン・ウィンな関係を形成できる。
- 市町村が処理に困っている家庭からの有害廃棄物、例えば、乾電池、蛍光管などの処理体制を確立できる。
- 埋立地のごみを掘り起して、焼却することが可能であり、その場合には旧処分場からの環境負荷をなくし新たな処分場として再生できる。
- アクトリーのみならず石川県におけるパートナー企業の進出を促進することによって、石川県全体の地域経済振興に寄与できる。特に財団法人石川県産業創出支援機構(ISICO)や一般社団法人石川県鉄工機電協会と連携し、石川県内のパートナー企業を探し、連携することによって、地域経済振興効果を高める。

### 4.3 ODA案件の実施による当該企業の事業展開に係る効果

ベトナムにおいて焼却施設を導入、運転することを企画しているアクトリーにとって、その第一号炉である実験炉をODA案件として実現することは、以下の効果をもたらす。いずれもアクトリー社だけでは得られない効果であり、ODA案件化に高い期待を寄せるものである。

- ODA 案件において焼却事業を組み立てることによって、日本政府の後ろ盾をベトナムサイドにアピールでき、焼却施設の普及を大きく加速することができる。
- 商業ベースの本格的焼却炉を導入する前に、実験炉によってその効果・経済的妥当性を証明することは将来における地方都市の導入リスクを下げ、もって焼却炉の普及を加速することができる。
- ODA 案件において本分野に精通したコンサルタントの協力を得ることで、ベトナムの政策により合致した焼却事業を組み上げることが可能となり、多くの自治体の巻き込みを通じて、焼却炉の普及を加速することができる。

## 第5章 ODA 案件化の具体的提案

---

### 5.1 ODA 案件概要

国際協力機構・民間提案型普及・実証事業等を活用したベトナムにおける地方都市をカウンターパートとした、都市ごみ再生を含む焼却事業の普及・実証を検討する。建設省（Ministry of Construction）、天然資源環境省（Ministry of Natural Resources and Environment）は上位機関として民間提案型普及・実証事業等をスーパーバイズする。

- 活用スキーム: 国際協力機構・民間提案型普及・実証事業
- 仮称: ベトナムにおける埋立地再生のための焼却施設導入事業
- カウンターパート機関: 地方都市(案件化調査で絞り込んだ3都市、クアンニン省(首都ハロン市)、タインホア省(首都タインホア市)、トゥアティエン＝フエ省(首都フエ市)の中から本 ODA 案件で絞り込み)
- スーパーバイズ機関: ベトナム国建設省、天然資源環境省

### 5.2 具体的な協力内容及び開発効果

#### (1) プロジェクト目標

焼却技術を活用した埋立地リハビリテーションを含む廃棄物の総合管理のモデルが対象都市におけるパイロットプロジェクトを通じて開発される。

#### (2) 成果

- ベトナムにおける総合廃棄物管理政策動向の把握
- 対象都市における廃棄物管理の現況把握
- 対象都市における総合廃棄物焼却パイロットプロジェクトの実施
- 総合廃棄物管理システムの普及

#### (3) 活動内容

##### ① ベトナムにおける総合廃棄物管理政策動向の把握

- ベトナムにおける総合廃棄物管理政策の現状と課題を整理し、3Rと中間処理、埋立地リハビリテーション(埋立地掘り起しごみ)のバランスのとれたリソース配分について検討する。

##### ② 対象都市における廃棄物管理の現況把握

- 都市ごみ、産業廃棄物、有害廃棄物など対象都市における廃棄物管理の状況を総合的に把握する。
- それぞれの廃棄物についての行政関連機関の権限について把握し、総合廃棄物管理体制について検討する。

- 都市ごみ、産業廃棄物、有害廃棄物の管理現況を踏まえて、望ましい総合廃棄物管理システムと管理体制を検討する。
- 望ましい総合廃棄物管理体制を形成するための処理コストと処理料金体系について検討する。

### ③ 対象都市における総合廃棄物焼却パイロットプロジェクトの実施

- 選定クライテリアを設定して総合廃棄物管理システムを形成するに適した都市を選定する。
- 試験的焼却施設を設置するための前提条件を整理し、課題があれば対応する。
- 総合廃棄物管理システムに位置付けられた焼却処理対象とすべき都市ごみ、産業廃棄物、有害廃棄物、掘り起しごみの焼却を試験的焼却施設を用いて実践する。
- 適正な埋立地掘り起し作業の可能性、掘り起しごみの性状・組成、都市ごみ・産業廃棄物・有害廃棄物との混合焼却の可能性、ランニングコストと採算性などの観点から試験的焼却を評価する。
- 以上を通じてアクトリー社製の焼却炉の優位点を実証し、④の普及のために活用する。

### ④ 総合廃棄物管理システムの普及

- 活動への着手時、パイロットプロジェクトの企画時・評価時において国のカウンターパート機関と協議し、その適正性、有効性を確認しながら、調査を進めるとともに、将来における円滑な普及につなげる。
- 国のカウンターパート機関職員の能力向上、他都市(本案件化調査を通じて焼却事業形成に関心が高いと考えられる地方都市)参加によるワークショップの開催、パブリシティーを通じて、焼却施設を核とする総合廃棄物管理システム形成の普及を行う。

## (4) 投入計画

### ① 我が国からの投入

- 焼却施設実験炉の供与(50 kg/時間)1台

### ② カウンターパート機関(対象都市)からの投入

- 埋立地掘り起し用の重機
- 試験焼却炉据え付け費
- 試験焼却炉設置場所
- ユーティリティ等運転管理費

## (5) 留意事項

- 民間提案型普及・実証事業で適用となるJICA環境社会配慮ガイドラインにおいて住民説明部分については対象地方都市が主体的に当たるものとし、調査団はこれに協力し円滑な事業展開を図ることとする。

- パイロットプロジェクトの実施において産業廃棄物、医療廃棄物の運搬については、現行処理事業者との協力をカウンターパートから依頼するなど、対象地方都市が主体的に当たるものとし、調査団はその旨十分カウンターパートと協議・調整する。

## (6) 実施体制及びスケジュール

### ① 実施体制

実施体制は ODA 案件化調査と同様である。

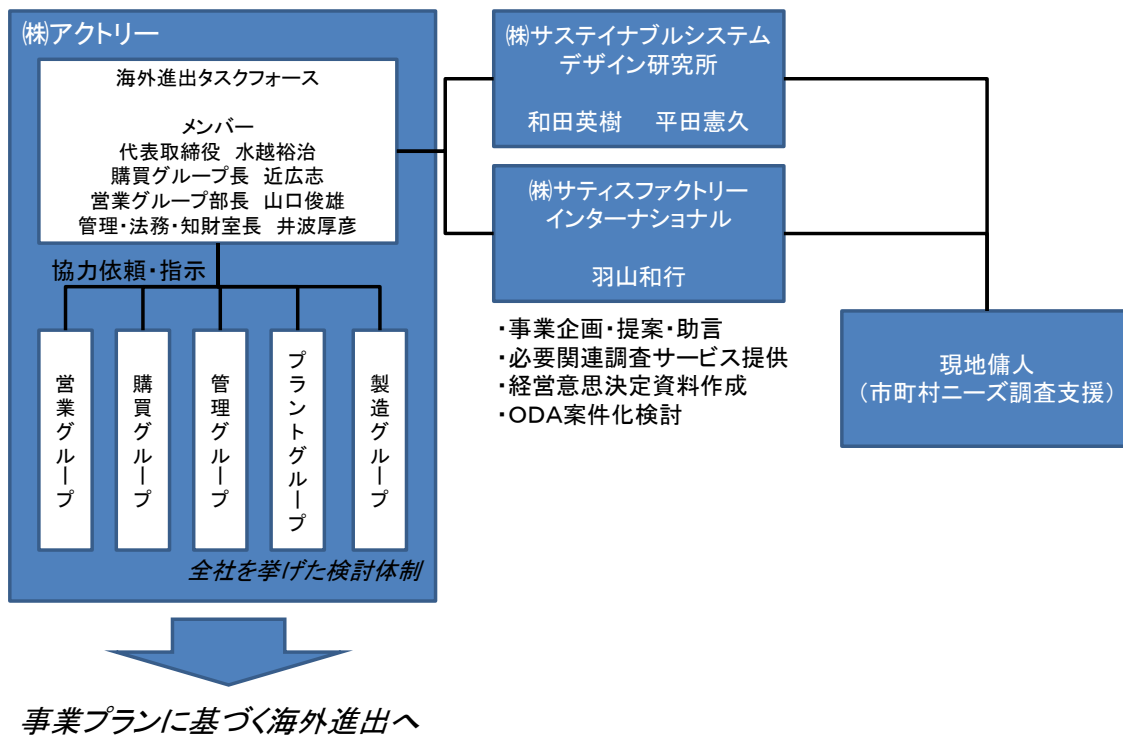


図 5-1 実施体制

### ② スケジュール

次図に示すとおりであり、総調査期間は、15 か月である。

| 作業項目                     | 2014年 |     |     |    | 2015年 |    |    |    | 2016年 |    |    |    |     |     |     |
|--------------------------|-------|-----|-----|----|-------|----|----|----|-------|----|----|----|-----|-----|-----|
|                          | 10月   | 11月 | 12月 | 1月 | 2月    | 3月 | 4月 | 5月 | 6月    | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
| 初期業務計画の策定                |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 1.総合廃棄物管理政策進捗状況の把握       |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 2.対象都市における廃棄物管理システムの検討   |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 廃棄物管理現況の把握               |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 廃棄物管理体制の検討               |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 廃棄物管理システムの検討             |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 処理料金システムの検討              |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 3.対象都市におけるパイロットプロジェクトの実施 |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| パイロットプロジェクト実施都市の選定       |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 実験炉設置の条件整備               |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 実験炉によるパイロットプロジェクト        |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| パイロットプロジェクトの評価           |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 4.総合廃棄物管理システムの普及         |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
| 報告書提出                    |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |
|                          |       |     |     |    |       |    |    |    |       |    |    |    |     |     |     |

凡例： ■ 現地業務期間  
□ 国内作業期間

図 5-2 スケジュール案



(7) 協力額概算(積算根拠を明記)

協力額概算は以下のとおりである。

表 5-1 協力額概算

| <b>&lt;支出計画総括書&gt;</b>   |             |             |
|--|-------------|-------------|
| <b>【ベトナムにおける埋立地再生のための焼却施設導入事業】</b>                                 |             |             |
| 会社名：株式会社アクトリー・株式会社サステイナブルシステムデザイン研究所・株式会社サティスファクトリーインターナショナル 共同企業体 |             |             |
|  |             | (単位：円)      |
| 区分   | 金額(税抜)      |             |
| <b>I. 人件費</b>  | 15,419,352  |             |
| 直接人件費  | 15,419,352  | 15.4M/M     |
| <b>II. 事業費</b>   | 18,467,280  |             |
| (1) 旅費(航空賃)  | 6,305,320   | 成田-ハノイ21人回  |
| (2) 旅費(宿泊料)  | 4,906,800   | 423人泊       |
| (3) 現地業務費  | 7,255,160   |             |
| a) 車輛等借上げ費   | 1,490,400   | 280日台       |
| b) 現地備人費   | 3,540,600   | 10人月及び300人泊 |
| c) 交通費   | 2,224,160   | 国内移動80人回    |
| (4) 再委託費   | 0           |             |
| (委託先名)   | 0           |             |
| (委託先名)   | 0           |             |
| (5) 外注費  | 1,500,000   |             |
| 大気分析   | 1,000,000   |             |
| ワークショップ  | 500,000     |             |
| (6) 実証・パイロット経費   | 30,000,000  |             |
| 実験炉パイロット経費   | 30,000,000  |             |
| (業務内容)   | 0           |             |
| <b>III. 間接原価* (千円未満切捨て)</b>  | 18,503,000  |             |
| <b>IV. その他管理費** (千円未満切捨て)</b>                                      | 13,568,000  |             |
| 小 計  | 97,457,632  |             |
| <b>V. 消費税(小数点以下切捨て)</b>  | 7,796,610   |             |
| 合 計  | 105,254,242 |             |

\* 間接原価=直接人件費×120%

\*\* その他管理費=(直接人件費(個人の資格の補強を除く)+間接原価)×40%

(8) 具体的な開発効果

以下の開発効果が期待できる。

- 地方都市 3 都市における総合廃棄物管理計画の立案と焼却施設を活用した一部実施
- 有害産業廃棄物と都市ごみの混合焼却による焼却事業のフィージビリティの実証
- 地方都市 1 都市における焼却事業の実証を通じた他都市へのデモンストレーション

(9) 維持管理費用・体制や機材等の耐用年数 等

実験炉の運転費用（人件費、燃料費、薬剤費など）は年間で 100 万円余程度を要する。実験期間中に必要となる約 50 万円のうちティッピングフィーでカバーできない部分については、事業予算から充てることとし、同時に事業終了後の安定的なティッピングフィーの確保体制を確立することによって、自律的な運転を先方地方都市に求める。

なお、耐用年数は 10 年である。

また、故障時等はアクトリーが適切に対応する。

### 5.3 他 ODA 案件との連携可能性

現在、プレ公示となっている「ベトナム国都市廃棄物総合管理能力向上プロジェクト」との連携が可能である。

(1) ベトナム国都市廃棄物総合管理能力向上プロジェクト(プレ公示中)

2014 年 1 月現在プレ公示されている当該プロジェクトの枠組みを以下に示す。

① プロジェクト目標

建設省（中央）及び地方政府における都市廃棄物管理に係る能力が総合的に強化される

② 成果

- i) 廃棄物総合管理に係る国家戦略を遂行するための実施管理、政策立案、地方政府の支援体制に関する建設省の能力が強化される。
- ii) ハノイ市建設局の都市廃棄物管理の実施に係る能力が強化される。
- iii) パイロットモデル都市/地方省での廃棄物総合管理マスタープラン作成のための建設省の技術的なサポート能力が本パイロットを通じて強化される。
- iv) 中央および地方政府職員が都市廃棄物管理に必要な行動な知識を習得する。

③ 対象エリア

ベトナム全土を対象。パイロット事業対象モデル都市・地方省として、ハノイ市及びもう 1 箇所を選定予定。

(2) 本 ODA 案件との連携の可能性

上記技術協力プロジェクトは、建設省をカウンターパートとし、廃棄物を総合的に管理する能力向上を目指すものである。本 ODA 案件は同じく都市ごみ、産業廃棄物等を総合的

に対象とした焼却技術の適用可能性を実証するものである。両者の目的は同じであり、対象廃棄物もほぼ同じであることから、両者の連携可能性は高い。

現在プレ公示されている技術協力プロジェクトでは、焼却技術を含み、コンポストなど他の技術パッケージを総合的に検討することとなろうと想定でき、本 ODA 案件はそのうちの焼却技術にさらに焦点を合わせ、深掘りするという位置づけになる。実験炉を使用して焼却を行う実験事業の成果は、廃棄物処理技術の評価に活用するなどを通じて、両者を連携させ、相乗効果を発揮させることが期待できる。

## 5.4 その他関連情報

### (1) 我が国援助方針における位置づけ

2012 年 12 月に策定された国別援助方針では、「成長と競争力強化」「脆弱性への対応」「ガバナンスの強化」を重点分野としており、本案件は、急速な都市化・工業化に伴い顕在化している環境問題に資する案件であることから「脆弱性への対応」に合致する。

### (2) これまでの対象国における ODA 事業との関連性

これまでベトナムにおいては PPP インフラ整備事業などを通じて焼却施設の導入可能性が検討されてきたが、コストが折り合わずその実現は難航を極めている。

本案件は、アクトリーの焼却炉の最大の強みである都市ごみのみならず有害産業廃棄物等を同時に焼却できる点を活用して、焼却事業を採算ベースに乗せるものであり、もって我が国の焼却技術の普及に突破口を開けるものとして期待できる。

同時に都市ごみ政策のみならず、有害産業廃棄物政策を射程に入れ、これまで単一政策課題への対応になりがちであった ODA 案件に対して、包括的な環境水準の向上アプローチという新たな ODA 事業とすることが可能である。

### (3) 対象となる対象国関連機関(カウンターパート機関)との協議状況等

#### ① 国レベルの関係機関の特定と調整

焼却事業の普及を加速するために地方都市での実験炉を用いたデモンストレーションの結果のスーパーバイズを目的に国レベルの関係機関の巻き込みが必要と考え、関係者との協議を通じて、以下の機関を特定し、表 5-2 に示すとおり協議を行った。

- 建設省技術インフラ管理部(Administration of Technical Infrastructure)
- 天然資源環境省ベトナム環境管理部 (Vietnam Environmental Administration: VEA)

#### ② カウンターパートとしての地方都市の選定と協議

都市ごみ政策課題の大きさに注目して全国 19 省を選定し、すべての省を訪問して調査し、以下の視点からスクリーニングを行った。

- 埋立地対応の緊急性

- 産業廃棄物等との混合焼却の可能性
- 案件化のタイミング
- 焼却実験への参加意思の強さ

そしてタインホア省、トゥアティエン＝フエ省、クアンニン省を選定し、これらに対して実験プロジェクトの枠組み、ポイントとなる産業廃棄物関連調査、実験事業における省側の便宜供与等について議論を行い、各省から関心表明書を取り付けた。

特に、

- 形成対象ODA案件に理解を深めるように、ODA案件の枠組みをカウンターパートに十分に説明を行った。
- 関心表明へのサイナーの検討を通じて、将来のミニッツへのサイナー決定の予備的検討を実現した。
- 円滑なプロジェクトの実施のために、実験炉の設置場所、運営主体を具体的に議論した。
- ポイントとなる有害産業廃棄物については排出工場を実際に訪問して、産業廃棄物の取り込みの実効性を確認した。
- プロジェクト終了後の経済的サステナビリティを確保するために、必要となる予算を示して地方都市による負担の意思を確認した。

候補都市 3 都市との協議経緯は下表に示すとおりである。また、各省からの関心表明書を添付資料に添付した。

表 5-2 ODA 案件化のための関連省庁・地方都市との協議経緯

|   | 建設省<br>技術インフラ管理部   | 天然資源環境省<br>ベトナム環境管理部   | 候補都市  |
|---|--|--|---|
| 2013年10月10日   | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 案件化調査内容説明</li> <li>■ 調査対象都市選定協議</li> </ul>  |  |   |
| 2013年10月～11月  |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 候補省3省を含む19省を訪問し現状を調査</li> </ul>  |
| 2013年11月1日  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 案件化調査内容説明</li> <li>■ 調査対象都市選定協議</li> </ul>  |   |
| 2013年12月16、17日(タインホア省)<br>2013年12月18、19日(トゥアティエン＝フエ省)<br>2013年23日、24日(クアンニン省) |  |  | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 調査成果報告</li> <li>■ 案件化調査の内容協議</li> <li>■ 産業廃棄物についての調査</li> <li>■ 実験炉設置場所等の確認</li> </ul> |
| 2013年12月26日(天然資源環境省)<br>2013年12月27日(建設省)                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 調査成果報告</li> <li>■ ODA案件についての事前協議</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 調査成果報告</li> <li>■ ODA案件についての事前協議</li> </ul> |   |