



地上高 30cm から落下させる

かさ比重算出のため重量を測定する

## (2) 物理組成調査

かさ比重を測定した各約 100kg のごみサンプルを、四分法により約 20kg に縮分した。



四分法によりごみを縮分する

約 20kg に縮分されたごみを手選別で分別する

サンプル 2 は非生物分解性ごみの分別収集日であるが、その中には多くの厨芥類が混ざっていた。

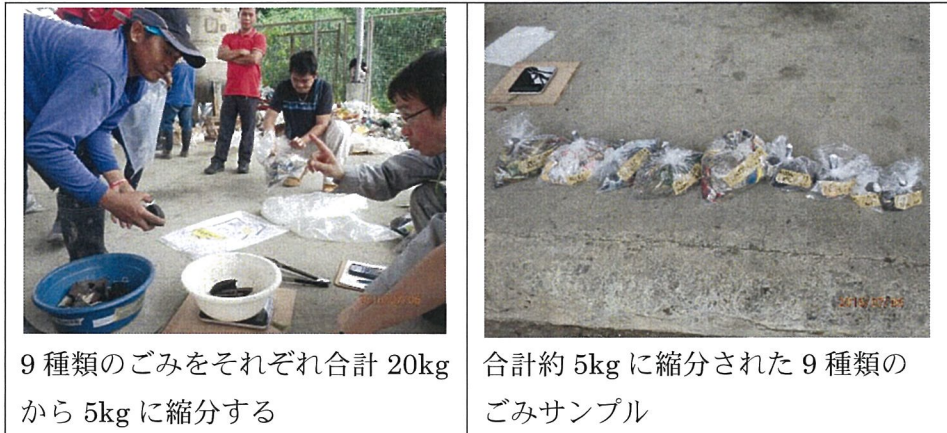
縮分したサンプルを目視により(1)厨芥類、(2)紙類、(3)繊維類、(4)木草類、(5)プラスチック類、(6)ゴム・皮類、(7)金属類、(8)ガラス・瀬戸物類、(9)その他(判別できない細物)の 9 種類に手選別し、それぞれの重量を測定して重量比率を求めた。



20kg のサンプルを 9 種類に分別完了したところ

9 種類それぞれの重量測定  
(写真は厨芥類の例)

ごみサンプル 20kg ではごみの乾燥作業を行うのに量が多すぎるので、測定した 9 種類の重量比率で約 5kg に縮分した。



### (3) 水分量の測定

#### 1) 事前乾燥実施場所

フィリピン国内で、3 成分、低位発熱量、元素組成の測定を行う試験場が無く、パキスタンの SGS 社で行うこととなり、海外に輸送する前処理として、事前乾燥作業をフィリピン大学ロス・バーニョス校 (UPLB: University of Philippine Los Banos) の化学エンジニアリング分析所 (Chemical Engineering Analytical Laboratory) にて行った。

#### 2) 前処理

約 5kg のごみサンプルの中で、乾燥に時間を要する厨芥類等を再度ハサミ等で裁断後、攪拌して均質化した。







### 3) 温度設定及び乾燥作業

サンプル 1・サンプル 2 を別々のトレイに格納し、同時に乾燥機（オーブン）に入れ、発火を防ぐため、温度設定は 65℃から徐々に上げて 85℃で一定とした。定期的に重量を測定して、重量減少が止まり、恒量となるまで乾燥作業を継続した。

#### 4.1.3 三成分の測定

以降の分析・測定は SGS Philippines, Inc. に委託して、パキスタンの分析所へ送付して実施した。

- (1) 水分は乾燥した試料を絶乾状態になるまで再度乾燥させて求めた水分量と、その後 1mm 以下に粉砕して乾燥させて求めた固有水分量を和して求めた。
- (2) 灰分は燃焼させて残留物の重量を測定して求めた。
- (3) 可燃分は計算により求めた。

分析方法は以下の通りである。

水分	ASTM <sup>40</sup> D 3302, D3173-11
灰分	ASTM D 3174-11

#### 4.1.4 元素分析

試料可燃分中の炭素、水素、窒素、硫黄、塩素分を求めた。酸素分は計算により求めた。分析方法は以下の通りである。

炭素	ASTM D 5373-14
水素	ASTM D 5373-14
窒素	ASTM D 5373-14
硫黄	ASTM E775
塩素	ASTM E776

#### 4.1.5 発熱量の測定

SGS パキスタン分析所で、ボンブ発熱量計により高位発熱量を測定した。低位発熱量は

<sup>40</sup> ASTM International (旧称 American Society for Testing and Materials)

高位発熱量より、水分と水素分の潜熱を差引いて求めた。

分析方法は以下の通りである。

高位発熱量	ASTM E711
-------	-----------

## 4.2 ごみ分析の実施結果

### 4.2.1 フィリピン国内での分析結果

#### (1) 物理組成

##### 1) かさ比重

パヤタス処分場で測定した、かさ比重の結果は表 4-1 のとおりで約 0.2(ton/m<sup>3</sup>)であった。

表 4-1：かさ比重

サンプル	測定値	平均	
サンプル 1 (生分解性ごみ)	0.1955(ton/m <sup>3</sup> )	0.2205(ton/m <sup>3</sup> )	0.20(ton/m <sup>3</sup> )
	0.2455(ton/m <sup>3</sup> )		
サンプル 2 (非生分解性ごみ)	0.1694(ton/m <sup>3</sup> )	0.1793(ton/m <sup>3</sup> )	
	0.1892(ton/m <sup>3</sup> )		

##### 2) 物理組成

パヤタス処分場で手選別により(1)厨芥類、(2)紙類、(3)繊維類、(4)木草類、(5)プラスチック類、(6)ゴム・皮類、(7)金属類、(8)ガラス・瀬戸物類、(9)その他(判別できない細物)の9種類に選別し、それぞれの重量を測定した。測定結果を表 4-2 と図 4-1、図 4-2 に示す。

表 4-2：物理組成

分類	サンプル 1		サンプル 2	
	重量(kg)	比率(%)	重量(kg)	比率(%)
(1)厨芥類	8.14	34.4	6.13	30.6
(2)紙類	3.82	16.2	3.7	18.5
(3)繊維類	1.64	6.8	1.44	7.2
(4)木草類	1.74	7.4	2.61	13.0
(5)プラスチック類	5.1	21.6	4.25	21.2
(6)ゴム・皮類	0.15	0.6	0.63	3.1
(7)金属類	0.11	0.5	0.2	1.0
(8)ガラス・瀬戸物類	0.02	0.1	0.07	0.3
(9)その他	2.94	12.4	4.9	4.9
合計	23.63	100	20.01	100

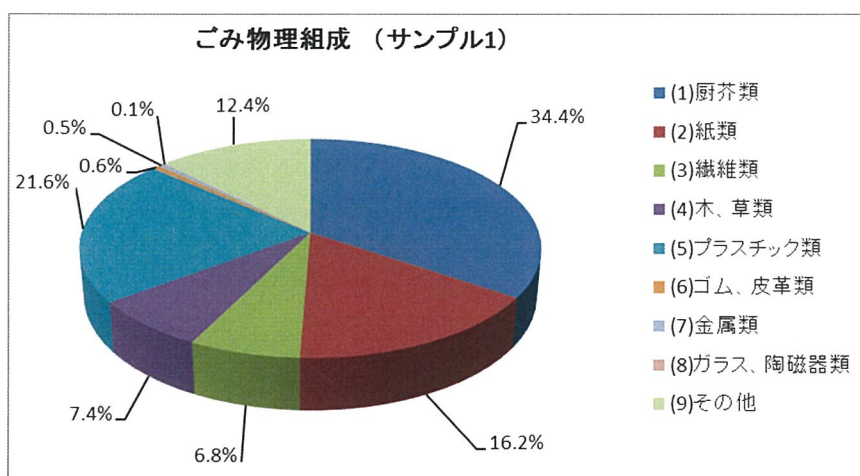


図 4-1：サンプル1の物理組成

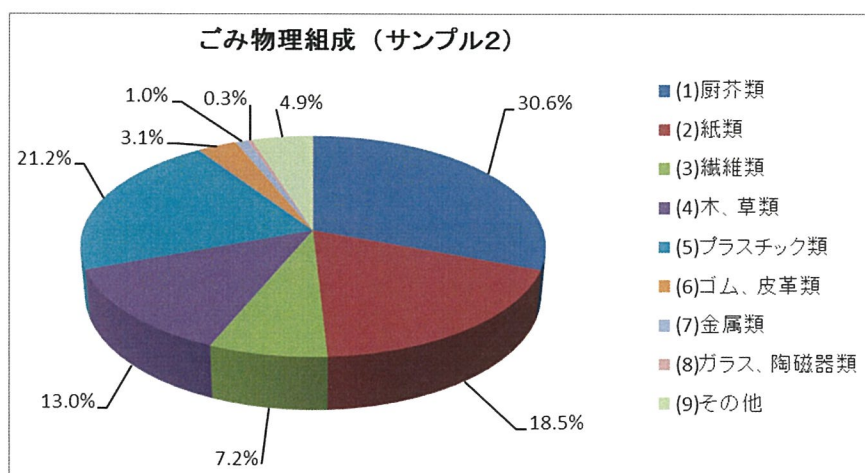


図 4-2：サンプル2の物理組成

### 3) 事前乾燥作業

2016年7月7日からサンプルの加熱を開始し、サンプル重量がこれ以上減少しなくなった7月14日まで継続した。その結果、水分除去率はサンプル1が42.35%、サンプル2が50.94%となった。表4-3参照。

表 4-3：事前乾燥結果

サンプル No.	加熱時間	水分除去率 (%)
サンプル-1	56.50	42.35
サンプル-2	56.50	50.94

### 4.2.2 分析結果

三成分、可燃分中の6元素組成及び発熱量の分析結果を表4-4に示す。低位発熱量は平均約1,100(kcal/kg)であった。

表 4-4 : 3 成分、6 元素、発熱量

サンプル No.	可燃分(%)						水分 (%)	灰分 (%)	合計 (%)	高位発熱量 (kcal/kg)	低位発熱量 (kcal/kg)
	C	H	N	S	Cl	O					
1 生分解性ごみ	15.7	2.0	0.6	0.1	0.2	11.0	60.6	9.8	100	1,566	1,097
可燃分合計= 29.6											
2 非生分解性ごみ	16.9	2.2	0.4	0.1	0.3	11.7	60.2	8.2	100	1,561	1,083
可燃分合計= 31.6											

#### 4.2.3 結果と考察

分析結果からの結果と考察を以下に示す。

##### (1) 物理組成

###### 1) かさ比重

サンプル 1 は 0.22(ton/m<sup>3</sup>)、サンプル 2 は 0.18(ton/m<sup>3</sup>)であり、生分解性ごみの方が重い結果であった。

###### 2) 物理組成

組成中大きな比率を占める厨芥類、プラスチック類及び紙類については以下のとおりであった。

###### ①厨芥類

サンプル 1 の厨芥類は 34.4%、サンプル 2 は 30.6%と、サンプル 1 の方が生ごみ類が多い結果であった。しかし、有機物である木草類を合計するとサンプル 1 は 44.5%、サンプル 2 は 43.6%と大差は無かった。

###### ②プラスチック類

その次に大きな比率を占めるプラスチック類は、サンプル 1 が 21.6%、サンプル 2 が 21.2%と大きな差は無かった。

###### ③紙類

サンプル 1 が 16.2%、サンプル 2 が 18.5%と僅かにサンプル 2 が上回った。

##### (2) 3 成分

可燃分、灰分、水分それぞれの分析結果は表 4-5 のとおりで、いずれも水分は 60%を超えており、サンプル 2 (非生分解性ごみ) の可燃分が若干多かった。

表 4-5 : 3 成分測定結果

サンプル	可燃分 (%)	灰分(%)	水分(%)
1	29.6	9.8	60.6
2	31.6	8.2	60.2

##### (3) 元素組成

炭素分がサンプル 1 は 15.7%、サンプル 2 が 16.9%と非生分解性ごみの方が若干高かつ

た。他の元素組成の大きな違いは無かった。

(4) 低位発熱量

サンプル 1 は 1,097(kcal/kg)、サンプル 2 は 1,083(kcal/kg)であり、大きな違いは無かった。両サンプルとも水分が 60%を超えており低い値となった。

(5) 昨年度調査との比較

昨年度（2015 年）調査結果と、本年度（2016 年）調査結果を表 4-6 に示す。

表 4-6：昨年度と今年度の調査結果の比較

年度	サンプル	ごみ種類	可燃分 (%)	水分 (%)	灰分 (%)	合計 (%)	高位発熱量 (kcal/kg)	低位発熱量 (kcal/kg)
本年度 2016 年	1	生分解性ごみ	15.7	60.6	9.8	100	1,566	1,097
	2	非生分解性ごみ	16.9	60.2	8.2	100	1,561	1,083
昨年度 2015 年	A	非生分解性ごみ	63.9	21.9	14.2	100	5,723	5,115
	B	非生分解性ごみ	74.7	11.1	14.1	100	6,363	5,853
	C	生分解性ごみ	46.0	30.3	23.7	100	4,714	4,167
	D	生分解性ごみ	39.4	36.7	23.9	100	3,814	3,169

両年度の結果を比べると、昨年度はいずれも水分が少なく、可燃物が多く、発熱量は高い結果となっている。

今年度のサンプリング日は雨期の 7 月 5 日、6 日に行った。昨年度は 11 月 26 日及び 28 日の晴天時に行っており、ごみ中の水分の差が生じた原因と考えられる。また、本年度はフィリピン大学で水分乾燥後に、パキスタンの SGS 分析所に送って絶乾作業を行い、完全に水分を除去しているのに比べ、昨年度は乾燥時間が不足していたと考えられる。

さらに、昨年度の発熱量（高位・低位とも）は非常に高い値を示しており、サンプル作成方法か計算に間違いがあった可能性がある。

## 5 現地政府・企業等との連携構築

### 5.1 現地政府機関との連携構築

#### 5.1.1 現地政府との連携

##### (1) 国家廃棄物管理委員会（NSWMC）との連携

NSWMC は WTE ガイドラインの策定を行っていたため、昨年度の基本調査時から継続して情報交換のみでなく、同ガイドライン策定に関する技術的な助言を行ってきた。

昨年度は、初期の WTE ガイドライン案に記載されていた、廃棄物の発熱量制限値や、炉内温度等に不適切な記載があったので、その訂正を意見具申した。

2016 年 6 月に承認された WTE ガイドラインでは技術面の記載が削除されたので、今後、WTE 事業を適正に進めるに当たって必要となる、事業化の手順、環境アセスメント、WTE 施設の設計、建設、運転、整備に係る実質的なガイドラインへと充実させる必要があることを提言した。

また、WTE の事業化に必要な廃棄物の分析が可能な分析所がフィリピン国内でないこと、ダイオキシン類等を測定する分析所がないこと、さらに政府や自治体の廃棄物管理担当者の廃棄物管理、特に WTE に係る知識不足等、全体的なレベルアップを目指す必要があることを説明した。

NSWMC からは日本での研修に職員を派遣したい意向があったため、本調査の一環である WTE 訪日研修に参加してもらうこととしたが、残念ながら出張者選定に手間取り実現できなかった。

このような一連の情報交換や提言を通じて、大変良好な関係が構築できた。

##### (2) マニラ首都圏開発庁（MMDA）との連携

ケソン市だけでなく、マニラ首都圏の廃棄物処理を受け持つ MMDA も、最終処分のみでなく、WTE 事業の実現に大きな期待を抱いているため、各種の情報交換を行ってきた。MMDA には JICA 研修で大阪市などへ派遣された職員も数名いるため、良好な関係が構築できている。また、ケソン市の担当者と共に、2016 年 9 月に大阪市で行った訪日研修にも MMDA 職員に参加してもらい、WTE 技術を学んでもらった。

なお、政府と自治体の担当者には、WTE に関する知識・経験が不足していることから、今後さらに連携を深め、本格的な関係者の能力向上が強く望まれる。

#### 5.1.2 ケソン市との連携

そもそも今回の調査が始まったきっかけは、ケソン市担当者の WTE に係る知識の提供依頼であったため、昨年度の基本調査時より、現地渡航時には必ず WTE 勉強会を開催し、ケソン市や関係者の求める技術的なノウハウを提供して、能力向上活動を行ってきた。

ケソン市側も、この調査には非常に期待するとともに協力的で、各種の情報収集では、ヒアリング先との調整だけでなく、必ず随行して共に情報を共有したり、担当者が独自で情報



を収集したり、合同ワークショップにおいても多数の職員を動員して協力してもらえた。

ケソン市は、このように日本からの技術支援を望んでおり、今後も何らかの形で継続的な支援が強く望まれる。

### 5.1.3 WTE 勉強会の実施

前項で述べたとおり、ケソン市や政府の WTE 事業に係る担当者をはじめ、広く関係者を対象に、下記のような WTE 勉強会を複数回実施した。

(1) 2016 年 7 月 6 日

1) 勉強会の内容

本調査のキックオフミーティングに引き続き、下記の勉強会を実施した。

#### ● プログラム

時間	内容	発表者
9:00-9:15am	開会挨拶	ケソン市環境局長
9:15-9:30am	ケソン市長挨拶	ケソン市環境局長
9:30-10:00am	(1) FS の説明	日立造船(株)
10:00-10:15am	休憩	
10:15-10:45am	(2) ケソン市の廃棄物管理	ケソン市
10:45-11:15am	(3) フィリピンの WTE 状況	国家廃棄物管理委員会
11:15-11:45am	(4) WTE 技術の概要	(株)エックス都市研究所
11:45am-1:00pm	昼食	
1:00-1:30 pm	(5) WTE 技術詳細	日立造船(株)
1:30-2:00 pm	(6) 適正 WTE 技術の選択法	(株)エックス都市研究所
2:00-2:15 pm	休憩	
2:15-2:45 pm	(7) WTE 事業に必要な事項-1	日立造船(株)
2:45-3:15 pm	(8) WTE 事業に必要な事項-2	(株)エックス都市研究所
3:15-3:45 pm	質疑応答	
3:45 pm	閉会挨拶	ケソン市環境局長

#### ● 説明内容

- WTE 技術の種類と特徴
- 適切な WTE 技術の選択方法
- WTE プロジェクトの進め方
- 公害防止、ダイオキシン抑制法等

2) 参加者数

- 合計 28 人の参加があった。

3) 質疑内容

- ごみ分析法と分析頻度
- ごみ量の将来予測法
- 公害防止施設の運転維持コスト
- WTE 施設の稼働年数の考え方

(2) 2016年11月22日

1) 勉強会の内容

本調査の中間報告会に引き続き、WTE 勉強会を実施した。

● プログラム

時間	内容	発表者
10:00-10:10	開会挨拶	ケソン市環境局長
10:10-11:10	FS 中間報告	日立造船(株)、 (株)エックス都市研究所
11:10-11:25	休憩	
11:25-11:40	FS 中間報告 (大阪での研修)	ケソン市環境局
11:40-12:00	フィリピン国の WTE の動向	国家廃棄物管理委員会
12:00-12:20	ケソン市の WTE・廃棄物管理の現状	ケソン市環境局
12:20-13:30	昼食	
13:30-14:40	WTE 事業勉強会-1	日立造船(株)、 (株)エックス都市研究所
14:40-14:55	休憩	
14:55-15:30	WTE 事業勉強会-2	日立造船(株)、 (株)エックス都市研究所
15:30-16:00	質疑応答	
16:00	閉会挨拶	ケソン市環境局長

● 説明内容

- WTE プロジェクトに必要な施設計画
- 事業スキームとリスク分担
- 環境影響評価
- WTE 施設の運転管理とメンテナンス

2) 参加者数

- 合計 36 人の参加があった。

3) 質疑内容

- WTE 技術の選択法
- ごみ発熱量と発電量の関係
- 灰の処理とリサイクル
- ダイオキシン低減法と規制値
- WTE 施設設置近隣住民への対策など

(3) 2017年1月23日と1月25日

1) 勉強会の内容

ワークショップの前後に半日間、ケソン市の WTE 担当者へ本調査結果の詳細説明と、WTE 事業に関するフリーディスカッションを行った。今回は大阪市より WTE に詳しい 2 名の職員が参加しており、実践的なアドバイスがなされた。

2) 参加者数

- 1月23日は、ケソン市職員 5 人

- 1月25日はケソン市職員4人

### 3) 質疑内容

- ごみ分析の方法と回数
- ごみの発熱量を上げるにはとの質問に、大阪市では台所ごみの水切りを推奨していることを説明した。
- WTEに係る民間事業者提案の評価項目と方法の質問に、ごみ発生量の把握、ごみ分析法、施設の技術検討、施設容量・運転の整合性、施設のライン数とレイアウト、車両動線、用地のボーリングチェック、飛灰の適正処理、環境影響評価などについて説明した。特にWTE技術に関しては実績数のチェックが大切であることを強調した。
- 加えて、フィリピンではWTE事業の実施例が無いため、質問票を作成して、外国、特に日本の自治体に発送して、情報・データを取得することを勧めた。



## 5.2 現地企業との連携

第3章で述べたとおり、本調査を行っている最中に、MPIC社がケソン市にWTEプロジェクトの事業提案を行い、現在、ケソン市はPPP選定委員会と技術審査会を立ち上げ、同提案の審査・評価を行っている。

第2回渡航時（2016年11月）に、MPIC社のWTE事業担当者とお会いする機会を設け、情報交換を行った内容は以下のとおりであった。

MPICは、水道（Manila Water）、下水、病院、道路、電力、廃棄物関連の事業を行っている。8年前から廃棄物管理分野のプロジェクトをはじめ、ケソン市のWTEプロジェクトに関しては、4～5年間検討を行ってきた。建設候補地の土質調査、地下水の影響調査等も行った。

WTE事業の仕様書は、どの程度具体的なものかとの質問に、フィリピンの排出基準など必要項目を網羅しているとのことであった。灰、特に飛灰等、フィリピンに規制がないものはどう考えるかの質問には、国際的な基準を取入れたり、先進国で行われているセメント固化やキレート処理を取り入れたいとのことで、専門分野の人材を取り込み、技術的にはよく検討されているように伺えた。



写真：MPIC 担当者とお会いした方



## 6 訪日研修と現地関係者合同ワークショップの開催

### 6.1 訪日研修

#### 6.1.1 研修計画

##### (1) 目的

本調査の効果的な遂行のため、現地の WTE 事業担当者の訪日研修をとおして、WTE 技術の移転の他、日本の地方自治体の廃棄物管理に関する情報を提供することにより、ケソン市はじめフィリピンの廃棄物管理能力の向上を図ることを目的とした。研修受入人数は 5 名、研修期間は 1 週間とした。

##### (2) 計画

廃棄物管理能力向上のため、ごみの収集、輸送、中間処理、最終処分、環境監視といった一連の業務を座学及び現場見学により習得できるよう計画した。

具体的には、長年の WTE 事業の経験がある大阪市環境局により、我が国や大阪市における一般廃棄物処理の歴史、焼却工場建設と運転管理、公害の克服、ごみの収集輸送、中間処理、最終処分、車両整備、環境モニタリングについて説明を受けた後、現場見学の機会を設けた。特に WTE 施設について目で見て学んでもらう必要があるため、大阪市をはじめ、近傍の特徴のあるプラントの見学も織り込んだ。日立造船(株)からは WTE 技術の特徴、海外展開事業説明、(株)エックス都市研究所からは民間事業者からの WTE 事業者提案の評価手法について説明を行った。

研修の最後には質疑の時間を設けて研修内容について議論した。

##### (3) 研修参加者

ケソン市からは 4 名、マニラ首都圏開発庁から 1 名の職員が参加した。

##### (4) 研修スケジュール

2016 年 7 月 10 日（日）に来日して、7 月 17 日（土）に帰国のスケジュールとした。研修スケジュールを次頁に示す。

WTE 訪日研修スケジュール

月日	時刻	研修内容	講義・見学	担当者	場所
9月11日 (日)	19:10	来日			関空 PR-408
9月12日 (月)	9:30 - 12:00	日本、大阪市の廃棄物処理の歴史と、公害問題と対策	講義	大阪市 三原課長代理	大阪市環境局 第1会議室
	13:00 - 13:30	WTE 技術の種類と特徴	講義	Hiz <sup>41</sup> 藤本課長	
	13:30 - 14:45	大阪市の WTE 施設の建設と運転管理	講義	大阪市 古賀係員	
	15:00 - 16:00	ケソン市の廃棄物処理の課題 (研修員からの紹介)	意見交換	ケソン市職員 三原課長代理	
9月13日 (火)	9:30 - 12:00	家庭ごみの分別収集・ごみ収集車両の整備 (環境事業センター)	講義	大阪市 濱田副所長	大阪市南部センター
		ごみ収集車両の整備 (環境事業センター)	見学		
	13:00 - 14:00	ごみ収集作業	見学		
	15:00 - 15:30	環境モニタリング	講義 見学	大阪市 大江係長	大阪市 ATC <sup>42</sup>
9月14日 (水)	9:30 - 11:30	北港最終処分地	講義 見学	大阪市 山本係長	夢洲処分場
		夢洲1区メガソーラー		エス・シー・ビスサービス西日本(株) 早川部長	
	13:30-16:00	WTE 見学(ストーカ式) (焼却炉とリサイクル施設)	見学	クリーンランド担当者	豊中市伊丹市クリーンランド
9月15日 (木)	10:00-12:30	WTE 施設 (直接溶融炉) 見学	見学	茨木市担当者	茨木市
	13:30- 16:00	WTE 施設 (ストーカ式) 見学	見学	大阪市 山田係長	東淀工場
9月16日 (金)	9:30 - 12:00	WTE 海外展開等事業説明 総合質疑	講義	Hitz 藤本課長 EX <sup>43</sup> 平賀	大阪市環境局 第1会議室
	pm	質疑	-	-	-
9月17日 (土)	9:55	帰国			関空 PR-407
宿泊	アパホテル天王寺駅前				

<sup>41</sup> 日立造船(株)

<sup>42</sup> アジアトレードセンター

<sup>43</sup> (株)エックス都市研究所

## 6.1.2 研修の結果と考察

### (1) 結果

9月12日から16日までの期間、計画どおり講義及び見学を実施した。その概要を以下に示す。

#### 1) 9月12日

講義	<p>日時：2016/09/12 9:30～16:00 場所：大阪市環境局第一会議室</p>
内容	<p>(1) 9:00～12:00 Waste Management in Japan, Osaka City Air Pollution Measure (講師：三原 環境局環境施策課長代理) (説明内容)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・日本における廃棄物管理の一般事項</li> <li>・日本と大阪市における廃棄物管理の歴史</li> <li>・資源循環社会構築のための各種法律</li> <li>・その他の法律</li> <li>・日本の廃棄物管理データ</li> <li>・大阪市における一般廃棄物管理について</li> </ul> <p>(2)13:00～13:30 Wate to Energy Technology (講師：藤本 日立造船(株)グローバル事業推進部担当課長) (説明内容)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・適用可能な WTE 技術の種類</li> <li>・日本における WTE 技術の契約実績</li> <li>・ケソン市に適した WTE 技術</li> <li>・ストーカ方式の WTE 概要 <ul style="list-style-type: none"> <li>受入供給設備</li> <li>焼却炉とボイラ設備</li> <li>排ガス処理設備</li> <li>余熱利用設備</li> <li>灰処理設備</li> <li>排水処理設備</li> </ul> </li> </ul> <p>(3)13:30～14:45 Construction of WTE Plant (講師：古賀 大阪市・八尾市・松原市環境施設組合) (説明内容)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・組合概要</li> <li>・東淀工場の建設工事工程表</li> <li>・現在進行中の住之江工場建替事例</li> <li>・環境影響評価</li> <li>・PFI 事業における官民リスク分担</li> </ul> <p>(4) 15:00～16:00 Quezon City Solid Waste Management Program (講師：Patrick, Environmental Protection Waste Management Department Legal Assistant) (説明内容)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ケソン市概要</li> <li>・ケソン市における廃棄物管理と各種事業</li> <li>・ balanガイ支援</li> <li>・最終処分</li> <li>・バイオガス削減事業</li> </ul>