

平成29年度我が国循環産業海外展開事業化促進事業

「業務名：台湾・桃園直轄市における生ごみメタン発酵事業
案件形成調査」

平成30年3月

バイオエナジー株式会社

はじめに

台湾・桃園市が、20年間のBOTで市内の廃棄物処理インフラの増強を図るという計画が2017年1月に発表されました。桃園市のアイデアでは、桃園市が運営する環境工業団地内の約4.6haに焼却施設(750t/日)、メタン発酵施設(250t/日)及び焼却灰保管施設を建設する計画でした。

当社はこれまで数多くの海外視察を受けてきており、特に台湾からは熱心な視察団を受け入れてきました。こうした中、桃園市の計画が進むことを認識した中台科技公司が2016年末に当社を視察され、本案件が実施の方向になった際の協力(投資、運営参画若しくはコンサルティング)を求められました。中台科技公司は桃園市に本社並びに工場を置く台湾の蛍光灯処理・リサイクルのトップ企業であり、環境事業の更なる拡大を見据えておられました。

本案件は、現在当社が日本で行っている“廃棄物処理業＋再生可能エネルギー販売事業”と同様のビジネスモデルが基本となります。当社の事業領域は日本国内であるものの、今後条件が整えば、海外でのコンサルティングや場合によっては事業投資を行うことも視野に入れ、独自で情報収集にもあたっていたタイミングでした。こうした経緯から、当社は中台科技公司を支援する方針を固め、本案件化調査に応募する運びとなりました。

しかし残念ながら本案件化調査の採択通知を受けた後、桃園市の事情により当初予定されていた計画が遅れることになりました。最新情報では、ほぼ1年遅れで進行する見込みで、カウンターパートである中台科技公司並びにその筆頭株主であるCleanawayを中核としたBOTコンソーシアムの構築が進行中です。

一方本案件化調査を通じて、行政環境保護署が主導して現在台湾国内3か所に対して補助金をつけて生ごみ湿式メタン発酵処理施設建設計画を立て始めているという情報を得られたほか、大型の養豚工場に対するメタン発酵施設設置の指導が始まるなど台湾におけるメタン発酵技術の潜在的な市場性を確認することができたため、当社は今後も台湾市場での事業化検討を模索する方針を取ることとなりました。特に中台科技公司が台湾随一の最終処分場運営会社であるCleanaway社の傘下となったことで、資本力及び廃棄物に関する課題解決力が向上することになり、頼もしいパートナーとなることが期待されています。

本案件化調査をご採択戴いたことで、当社技術やノウハウの海外における展開の道筋が立てられたことに当社としては大変感謝をしております。

Summary

Taoyuan City had announced a plan in January 2017, to increase the waste disposal infrastructure of the city by 20 years BOT scheme. The idea of Taoyuan City was to build an incineration facility (750t /day), a methane fermentation facility (250t /day) and incineration ash storage facility in approximately 4.6 ha land in the environmental industrial park operated by Taoyuan City.

Bioenergy have received numerous overseas visits so far, especially from Taiwan. Under these circumstances, Chung Tai Science and Technology Corporation, which its head quarter and factories located in Taoyuan City, came to Bioenergy at the end of 2016 and asked for our cooperation (investment, operation participation or consulting) when the project in Taoyuan City got launched. Chung Tai Science and Technology Co., Ltd. is the leading company in Taiwan market for fluorescent lamp treatment and recycling, and they were looking for further expansion in the environmental business field.

This project is basically the same business model as Bioenergy operates in Japan, which is the combination of "waste treatment" and "renewable energy sales". Although our major business domain is in Japan, it was a timing for us to collect information and develop business, if necessary conditions are met in the future. Based on this background, we have decided to strengthen our policy to support Chung Tai Science and Technology Co., Ltd. on the Taoyuan city BOT project, and to apply for the survey program funded by Ministry of Environment, Japan.

Unfortunately, after receiving the adoption notice of the survey program, the plan of Taoyuan City was delayed, due to circumstances of Taoyuan City. Almost one year delay is foreseen by our latest information.. The development of the BOT consortium is ongoing, centering Chung Tai Technology Co., Ltd. and their shareholder, Cleanaway.

Although the targeted project was delayed, we were able to understand the potential marketability of methane fermentation technology in Taiwan through the survey. We got information that the Taiwan EPA is now leading the plan to construct and subsidize three anaerobic digestion facilities. EPA also plan to support to encourage large pig farms to introduce anaerobic digestion facilities. Also as Chung Tai Science and Technology Co., Ltd. became the affiliated company of Cleanaway Co., Ltd., the premier final disposal site management company in Taiwan, the financial reliability and problem solving capability concerning waste has been strengthened.

We would like to thank Ministry of Environment Japan, to give us this opportunity to bring out our technologies and know-how to overseas market. Bioenergy will continuously challenge in Taiwan.

略語

BOD	Biological Oxygen Demand	生物学的酸素要求量
BOO	Build-Operate-Own	建設-運転-保有
BOT	Build-Operate-Transfer	建設-運転-移転
COD	Chemical Oxygen Demand	化学的酸素要求量
DBO	Design-Build-Operation	設計-建設-運転
EIRR	Equity Internal Rate of Return	資本的内部利益率
FIT	Feed in Tariff	固定価格買い取り制度
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部利益率
HS Code	Harmonized Commodity Description and Coding System (日本では「輸出入統計品目番号」、「関税番号」、「税番」と言われる)	
IPP	Independent Power Producer	独立発電事業者
MOU	Minutes of Understandings	覚書
PQ	Pre Qualification	事前資格審査

写真



写真 1-1 : 建設予定地



写真 1-2 建設予定地隣接道路



写真 1-3 : Taoyuan 廃棄物焼却施設



写真 2-1 : 桃園市生ごみ回収車両



写真 2-2 : 桃園市生ごみ例



写真 2-3 : 中壢区回収拠点



写真 2-4:桃園市・回収容器の運搬



写真 3-1 : 調理前生ごみ (台北)



写真 3-2 : 調理後生ごみ① (台北)



写真 3-3 : 調理後生ごみ② (台北)



写真 3-1 : 台北市生ごみ 2 分別収集車両



写真 4-1 : 元培大学



写真 4-2 : 養豚飼料製造施設



写真 4-3 : 行政院環境保護署

目次

1. 調査概要	2
1.1 プロジェクト概要	2
1.2 調査目標	3
1.3 調査目標の変更	3
1.4 背景・取組経緯	4
(1) プロジェクトの背景	4
(2) 取組に至った経緯	4
(3) 調査方針	5
(4) プロジェクトの現状	5
2. 対象地域における現状調査	6
2.1 現地調査計画	6
(1) 事前調査	6
(2) 第一回現地調査	6
(3) 第二回現地調査	6
2.2 桃園市概況	8
(1) 面積・位置	8
(2) 自然環境・気候	8
(3) 行政区	9
(4) 人口	9
(5) 財政	10
(6) 我が国との交流	10
(7) 廃棄物担当部局概要(環境保護局)	10
2.3 対象廃棄物現況調査(分別収集、処理方法・利用方法・商流の確認)	11
(1) 廃棄物の分類	11
(2) 対象廃棄物の量	11
(3) 廃棄物性状	12
(4) プレイヤー	13
(5) 分別収集状況	14
(6) 再利用	14
2.4 政策、法律	15
(1) 現在の国家環境計画(そのうち特に“廃棄物”、“水環境”、“(再生可能)エネルギー”)	15
(2) 行政院環境保護署	16
(3) 関連法体系	16
(4) その他	17
2.5 台湾各地のメタン発酵整備計画状況	21
(1) 国家メタン発酵計画	21
(2) 台北市	21
(3) 台南市	21
(4) 雲林県	21
(5) その他	22
2.6 【参考】種汚泥輸入に関する調査	23
3. 桃園市計画	24

3.1	検討フロー	25
(1)	検討手順.....	25
(2)	検討ケース.....	25
3.2	桃園市基本計画（全体計画）	26
(1)	全体計画.....	26
3.3	桃園市基本計画（メタン発酵施設部分）	27
(1)	対象廃棄物種類と量.....	27
(2)	対象廃棄物性状.....	27
(3)	フロー図.....	28
(4)	主要機器仕様.....	28
(5)	前処理設備.....	28
(6)	排水処理設備.....	29
(7)	排水再利用設備.....	29
(8)	建設期間.....	29
(9)	資金調達.....	29
3.4	検討結果	30
3.5	課題並びに対策案	33
(1)	課題.....	33
(2)	事業採算性向上のための提案.....	33
3.6	VE 案①	35
(1)	検討前提条件.....	35
(2)	プラント概要.....	35
(3)	検討結果.....	37
(4)	参考図面.....	40
3.7	VE 案②	41
(1)	検討前提条件.....	41
(2)	プラント概要.....	41
(3)	検討結果.....	44
3.8	VE 案③	46
(1)	検討前提条件.....	46
(2)	プラント概要.....	46
(3)	検討結果.....	49
3.9	事業性の比較と考察	51
3.10	環境負荷低減評価、社会的受容性評価	52
(1)	環境負荷低減効果.....	52
(2)	社会的受容性評価.....	53
4.	関係者向け活動	56
4.1	桃園市政府向け活動	56
4.2	その他都市・投資家向け活動	56
4.3	プレゼンテーション資料	57
5.	まとめ、当社海外展開計画	60
5.1	まとめ	60
5.2	当社海外展開計画	61
(1)	生ごみメタン発酵処理事業.....	61
(2)	養豚ふん尿メタン発酵処理事業.....	61

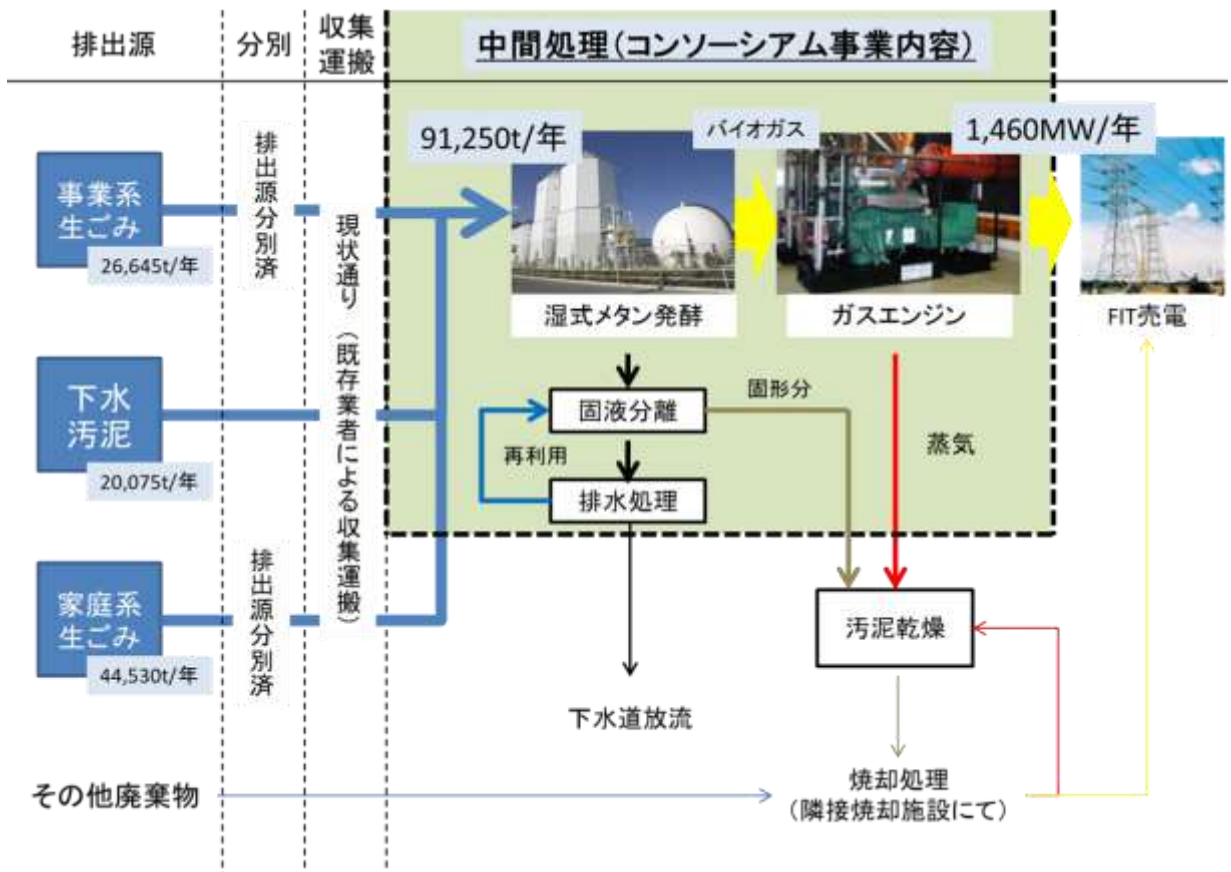
目次対応表

1. 海外展開計画案の策定	
1-1 技術提案	3.3～3.9
1-2 事業採算性精査→事業計画書案作成	3.3～3.10
1-3 実施体制検討→実施体制基本合意形成	5.1
2. 対象地域における現状調査	
2-1 現地の対象廃棄物分別状況調査	2.3
2-2 対象廃棄物の処理方法・利用方法・商流の確認	2.3
2-3 国家環境計画、行政環境保護署計画の確認	2.3
2-4 台湾の廃棄物政策・法律動向の確認	2.4、添付資料
2-5 台湾のエネルギー政策等の確認	2.4
2-6 台湾のメタン発酵整備計画状況の確認	2.5
2-7 種汚泥輸入に関する調査	2.6
2-8 一般的な投資事業環境調査	添付資料
2-9 台湾プラスチック社メタン発酵の失敗要因調査	2.5
2-10 FIT 改訂動向調査	2.4、添付資料
2-11 現地の下水放流基準の確認と状況調査	2.4、添付資料
2-12 事業採算性関連調査	添付資料
3. プレゼンテーション(関係者向け活動①)	
3-1 桃園市に対する提案プレゼンテーション	4.1
4. 技術普及活動(関係者向け活動②)	
4-1 台北・台南等の環保局への当社技術紹介・情報交換	4.2
4-2 台湾資源再生協会への技術紹介	4.2
5. 廃棄物の組成・性状等調査	
5-1 分析規格比較	添付資料
5-2 分析機関探索	添付資料
5-3 分析実施助言	添付資料
6. 事業性	
6-1 事業採算性検討	3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7
6-2 環境負荷低減評価	3.8
6-3 社会的受容性評価	3.8
7. 海外展開計画案の見直し	5

1. 調査概要

1.1 プロジェクト概要

台湾で既に普及している排出源分別のもと、回収される家庭や産業からの生ごみをはじめとする有機性廃棄物を廃棄物処分費とともに引き取りメタン発酵処理し、発生したメタンガスを用いて発電した電力を再生可能エネルギー固定価格買い取り制度(Feed In Tariff,以下“FIT”)に基づいて売電するビジネスの実現可能性を調査した。このビジネスモデルは現在当社が日本で行っているビジネスモデルと同様である。



図表 1-1: 事業概要図

出典: 調査団作成

その中で当社の位置づけとしては、①投資・運営に参加する可能性、及び②コンサルタントとして行政側若しくはプロジェクト参加者の支援を行う可能性、の2つを検討する。

1.2 調査目標

計画時はPQや事業者選定が近々行われることを前提に、特に次の3点を調査目標とし、各々設定した成果を得るための案件化調査を行う予定であった。

- 技術検討に要する情報の精査→ニーズ・状況に合致した技術提案
- 事業採算性の精査→事業計画書の作成
- BOT 実施体制、役割の明確化→コンソーシアム形成 MOU 案の作成

1.3 調査目標の変更

本計画(桃園市のBOT計画)は6月にPQ,12月に業者決定の予定であったが、遅延している。その理由として、併設予定の焼却施設に関する政府内外からのコメントを受けたことが挙げられている。

桃園市政府の焼却炉新設計画に対して、その必要性について2017年4月に中央政府からコメントがあり再検討しているほか、市民団体や環境団体等からの質問(環境に対する影響について)を受けたため、遅れが生じているとのことであった。

但し、その後2017年7月の環境影響評価審査を通過したので、プロジェクトが進むものとみられている。上述を踏まえ、本調査における最終目標を下記のとおり変更した。

図表 1-2:本調査目標の変更

申請時目標	現状 (調査開始時点(8月11日)における現状)	現状を踏まえた修正目標案 * ()内はコメント
●2017年6月に実施される予定の事前適格性審査(Pre-Qualification、以下PQ)の通過。	桃園市の計画実施遅延を受け、現時点でPQが行われておらず、またPQ実施の予定も発表されていない。	<u>推定されるPQ条件に基づいたDBOコンソーシアム体制の構築。</u>
●本案件に関するDBOコンソーシアム形成に関するMOU締結。	桃園市の計画実施遅延を受け、現時点でカウンターパートとの協議が進んでいない。	本案件に関するDBOコンソーシアム形成に関するMOU <u>案の作成</u> 。
●当DBOコンソーシアムが事業実施主体に選定される(2017年12月に決定予定)。	桃園市の計画実施遅延を受け、選定スケジュールは未定。	(目標から除外)
●他県/他市案件のリスト化並びに発注者・投資家等との接触、訪日・視察の働きかけ実施。	特に課題はない。	他県/他市案件のリスト化並びに発注者・投資家等との接触、訪日・視察の働きかけ実施。(→変更なし)
		<u>桃園市案件の実施スケジュールに関する情報収集。</u> (→新規)

1.4 背景・取組経緯

(1) プロジェクトの背景

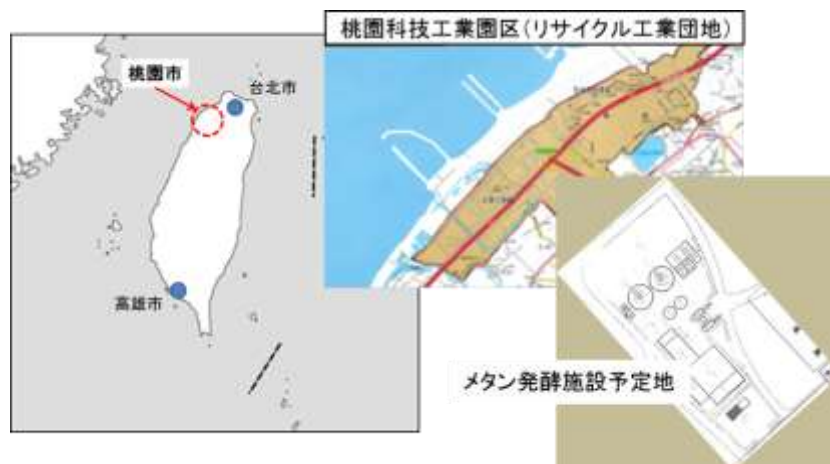
a) 台湾全体

一般家庭における分別が進んでいる。生ごみについても調理前生ごみ(肥料化目的)及び調理後生ごみ(飼料化目的)に分別していることが台湾全体としては主流となっている。しかし近年、生ごみ由来の肥料需要が減ってきており、それに代わる有効な再利用方法が確立されていない。

台湾はエネルギー資源乏しいことから、水力の他、太陽光や風力を中心とした再生可能エネルギーの活用が既に行われている(再生可能エネルギーの活用は原発停止を目指す現政権の重要政策にもなっている)。その中で再生可能エネルギー源として生ごみ等の有機性廃棄物が注目される一方で、同国では実機レベルでの生ごみのメタン発酵とエネルギー化の経験・実績が無い。

b) 桃園市

桃園市は市町村合併により台湾で4番目に大きい自治体となったが、廃棄物処理行政においては、現在1基しかない焼却施設の老朽化と容量不足が課題となっている。桃園市としては民間活力によるインフラ整備を目指し、2017年1月に焼却炉(750t/日)、メタン発酵処理施設(250t/日)、焼却灰保管施設の3施設で構成されるBOTプロジェクトの実施を発表した。建設予定地は桃園市内北西部に位置する桃園環境工業団地内の約44,000m²の敷地としている。



図表 1-3:位置図

出典:調査団作成

(2) 取組に至った経緯

当社は年間40件を超える視察を受け入れているが、近年台湾からの視察が増えていた。2016年10月頃に、本事業のカウンターパートとなる中台資源公司から視察並びにコンソーシアム参加検討の依頼があった。同社は本プロジェクトの建設用地である桃園市環境工業団地内に蛍光灯や基板端材などのリサイクル工場を所有・運営している。蛍光灯のリサイクルについては台湾内随一のシェアを誇っている。

桃園市からも本プロジェクトへの参加検討を要請されたものの、同社には焼却やメタン発酵処理施設の運営経験がなく、コンソーシアム形成を進める中、当社に相談があった。

(3) 調査方針

台湾並びに桃園市で実機レベルのメタン発酵処理設備の計画・運営実績がないことを踏まえ、当社はこれまで培ってきた設計や運営ノウハウに基づいた提案が現地側の認識不足により“過剰”や“不必要”にとらえられずに正当な評価がされるようにすることを意識した調査方針をとることとした。

- <ステップ 1>桃園市政府が 2017 年初旬に発表したプロジェクト概要案をベースに、当社が日本で採用している湿式メタン発酵処理技術を用いた場合の基本計画を作成し、更に事業採算性を算出する(以下“基本ケース”)。
- <ステップ 2>基本ケースの結果を用いて、事業の実現性をより高めるアプローチについて桃園市政府と協議する。(第 1 回現地調査時に実施)
- <ステップ 3>ステップ 2 の結果を反映させた“修正ケース”を作成し、桃園市にプレゼンテーションを行う。(第 2 回現地調査時に実施)
- <ステップ 4>桃園市の修正ケースをモデルとして、台湾国内他市へのプレゼンテーションを行う。(第 2 回現地調査時に実施)

(4) プロジェクトの現状

2017 年中に事前資格審査(Pre-Qualification)並びに事業者選定を目指していたものの、本プロジェクトの実施について台湾政府の許可が下りず、2017 年 4 月に入り一時延期となった。許可が下りなかった理由として、焼却炉更新の必要性に関する協議が不十分であったことが挙げられている。

2017 年 7 月に検討を進める許可が下り、環境影響調査に入っている。本プロジェクトは当初計画より 1-2 年遅れで進むと見られている。

2. 対象地域における現状調査

*現地側のペースで進行していたため、本調査開始の2017年8月以前に2度現地を訪問し、調整を行っている。

2.1 現地調査計画

(1) 事前調査

本調査を開始するに先立ち、事前調査として2回の訪台調査を行った。調査行程は図表2-1の通りである。なお、本報告書では事前調査で得られた結果も併せて結果を報告する。

図表 2-1: 契約前(実質的第一回・第二回現地調査)訪台履歴

月	日	時間	行動	場所	内容
5	15	12:45	集合	羽田空港(3階出発カウンター)	
		14:15	出発	羽田空港	CI221
		17:15	到着	松山空港	
			移動	松山空港	タクシー
		18:15	到着	台北美侖大飯店(Park Taipei Hotel)106台北市大安區復興南路一段317號	
5	16	8:20	出発	台北美侖大飯店	
		9:30		中台資源・桃園工場(觀音區大潭里328號)	調査計画に関するブリーフィング
		14:00		台北市内湖清掃施設打ち合わせ	内湖清掃工場視察
		18:25	出発	台北(松山)空港	CI222
		22:05	到着	羽田空港	
月	日	時間	行動	場所	内容
8	11	14:15	出発	羽田空港	CI221
		17:15	到着	松山空港	
			移動	松山空港	タクシー
		18:15	到着	台北首都大飯店(Capital Hotel Taipei)No. 7 Chien Kuo North Road Sec. 2, Taipei 104	
8	12	10:00	出発	台北首都大飯店	
		13:00		中台資源・桃園工場	調査計画に関するブリーフィング
		17:00		桃園市内回収状況視察	
		20:00	到着	台北首都大飯店	
8	13	9:00	出発	台北首都大飯店	
		9:30		中台資源・台北事務所	
		18:25	出発	台北(松山)空港	CI222
		22:05	到着	羽田空港	

(2) 第一回現地調査

図表 2-2: 第一回現地調査行程(実質3回目調査)

月	日	時間	行動	場所	内容
11	5	12:45	集合	羽田空港(3階出発カウンター)	
		14:15	出発	羽田空港	CI221
		17:15	到着	松山空港	
			移動	松山空港	タクシー
		18:15	到着	台北美侖大飯店(Park Taipei Hotel)106台北市大安區復興南路一段317號	
11	6	8:20	出発	台北美侖大飯店	
		9:30		中台資源・桃園工場(觀音區大潭里328號)	調査計画に関するブリーフィング
		11:30		桃園環境工業団地(環保科學園區)	桃園環境工業団地視察
		13:00		ECO-park 排水処理工場(環保科學園區)	桃園市内浄化槽関連視察
		15:30		祥興畜牧場(大園區五青路223巷150弄33號)	生ごみ、水肥関連視察
		18:00		桃園市内中環の生ごみ回収事業所(中環區華美一路90號)	桃園市内生ごみ回収状況視察
		19:00		夕食(桃園中環附近)	
		10:00	出発	台北美侖大飯店	
11	7	13:00		新竹 元培醫大(新竹市香山區元培街306號) - 陳文欽教授團隊	メタン発酵の分析や実験ができそうな大学や研究機関との面談
		18:00		ハワードプラザホテル - 中台資源	Cleanaway副社長面談。訪日・視察の働きかけ実施。
11	8	9:00	出発	台北美侖大飯店	
		9:30		台北市内 環境保護署水質保護処(台北市中華路一段83號)	台湾の環境保護署「工業區開發環境影響評估審議規範」の中の廃水の再利用に関して協議。訪日・視察の働きかけ実施。
		13:30		正崙生物科技股份有限公司(桃園區中正路1088號13樓)	排水処理施設エンジニアリング会社視察。
		16:25	到達	松山空港	
		18:25	出発	松山空港	CI222
		22:05	到着	羽田空港	

(3) 第二回現地調査

桃園市の計画が遅れ、その結果桃園市が各業者との接触を拒んでいることを要因と

してプレゼンテーションは実施できなかったが、プレゼンテーション資料は桃園市に提出した。また、中台科技公司および Cleanaway に対してプレゼンテーション・調査結果報告を行い、桃園市が各業者と接触できるようになれば速やかにプレゼンテーションを実施できるよう打合せを行った。

【渡航日程】 2018 年 3 月 27 日～28 日

【調査内容】

- ・ 桃園市向けプレゼンテーション資料提出
- ・ 中台科技公司、Cleanaway 社へのプレゼンテーション・調査結果説明・将来の桃園市向けプレゼンテーションへの対応打合せ
- ・ 他市情報収集並びに提案

2.2 桃園市概況

桃園市(タオユエンシ/とうえんし)は、中華民国北西部に位置する、中華民国行政院の直轄市である。2014年、桃園県から直轄市に昇格した。台湾の空の玄関口である台湾桃園国際空港が立地し、また工業地帯を抱える。台湾の製造業上位500企業のうち200企業以上が桃園市に立地している。

(1) 面積・位置

桃園市の総面積は1,220.954 km²で台湾の24行政区中14位。日本の自治体の中で15番目に広い福島県いわき市(1,232.2km²)と同等である。



図表 2-3: 桃園市の位置

出典: 桃園市ホームページより

(2) 自然環境・気候

a) 自然環境

i) 地理

桃園市は山地、台地並びに沖積平原で構成されている。

ii) 地質

桃園市は主に、火成岩を少量含む堆積岩で構成されている。

iii) 水環境

桃園市には多くの貯水池、川、小川、池、水路がある。台湾3位の大きさを誇る Shimen 貯水池(貯水量合計 233 百万 m³)が桃園市を流れる Dahan 川上流に位置しており、1日当たり平均 80 万 m³の水を供給している。桃園市の河川は、①中央政府管理河川、②中央政府管理排水システム、③桃園市政府が管理する河川、④地域排水システムの4つに分類される。中央政府管理河川には、Dahan 川がある。桃園市が管理する河川には、Nankan 川、Jiadong 川、Lao-Jie 川、Shezi 川、Fulin 川、Daku 川、Guanyin 川 Xinwu 川がある。

1748年(清朝)以来、水資源の不足のために多くの池が建設され、今日までこれらの池の水の大部分は灌漑に使用されている。内務省建設企画庁は、桃園湿地保全のため300以上の池の保全を指定している。

b) 気候

南東部の山地を除いて、桃園市は亜熱帯モンスーン気候に属する。

桃園市の天候は、北東モンスーンと南西モンスーンの影響を最も受け、北東モンスーンは10月下旬に始まり、翌年3月に終わる。北東モンスーンはしばしば強風と低温をもたらす。南西部モンスーンは5月に始まり9月に終わり、風は弱く、日中は雲もないが、夕方に雷雨がある。台風も通常この期間中の7月から9月に現れる。しかし地質的要因のため、桃園市は台風の影響をあまり受けない2つの都市の一つです(もう一つの都市は台中市)。

年平均降水量は1500-2000mm(山間部:2000-4000mm)で、季節によって変化するが、特に冬期に多く降る。太平洋高気圧が強いときは夏に2か月程度の干ばつが起きる。平均気温は、夏は約29℃であるが、冬は16℃にもなり、台湾の中で最も寒い都市である。平均湿度は約89%。

(3) 行政区

桃園市は13区の行政区にわかれている。



図表 2-4: 桃園市の行政区

出典: 桃園市ホームページより

(4) 人口

2018年2月の時点で人口は2,193,098人で新北市、台中市、高雄市、台北市に次ぐ5番目の都市。人口密度は1,796.22人/km²であった。

(5) 財政

2017年の歳入は87,037百万元(約261,000百万円、神奈川県相模原市(人口717千人)に近い数値)。2017年の歳出は102,235百万元(約306,700百万円)であり、差額は公債の発行と借入で補っている。

歳出のうち4.22%にあたる4,587百万元(約13,761百万円)が“Environmental Protection”に対する支出となっており、廃棄物行政も管轄する環境保護局が全てを支出している。全体の歳出の伸びが前年比4.5%程度なのに対して環境保護予算は10%強伸びている。

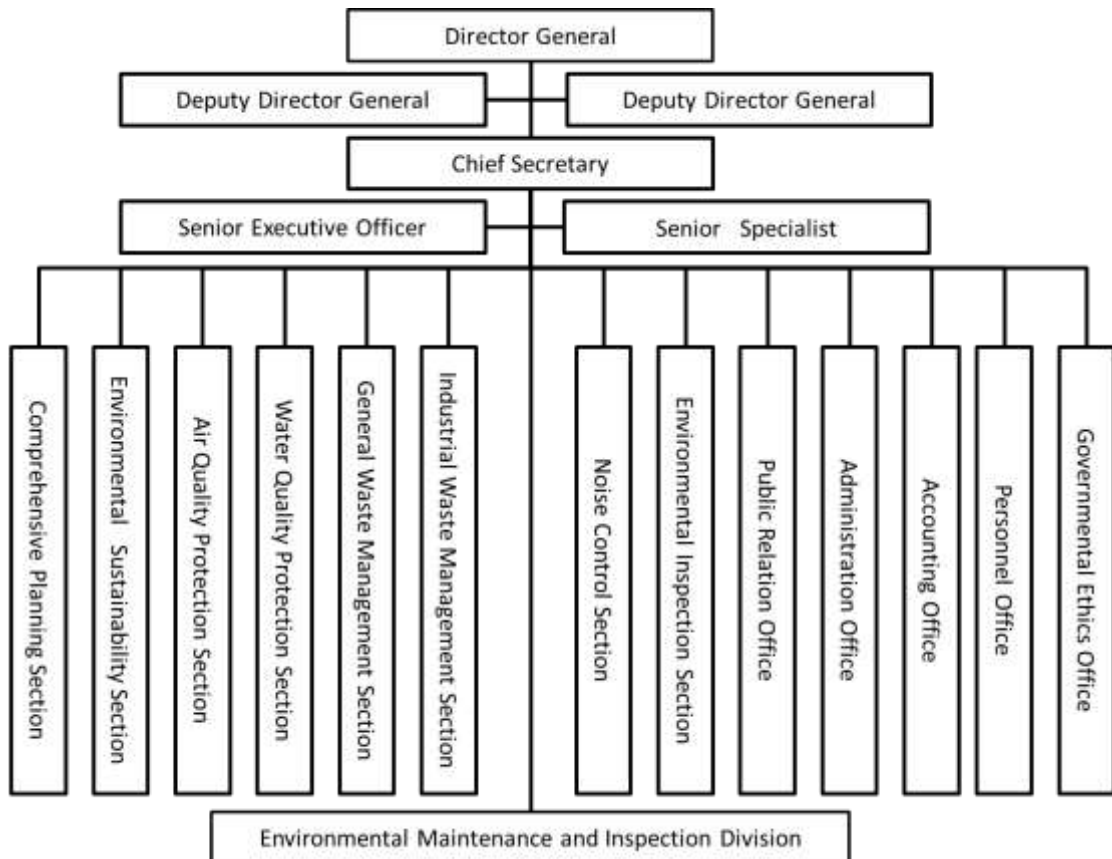
(6) 我が国との交流

提携姉妹都市26都市中6か所が日本の自治体(千葉県、香川県、宮崎県、和歌山県湯浅町、千葉県成田市、石川県加賀市)であった。

(7) 廃棄物担当部局概要(環境保護局)

環境保護局は主に、環境保護の推進、環境影響評価の実施、廃棄物の効果的な管理を行っている。

環境保護局は1988年に設立され、1997年、2000年、2004年の組織再建を経て、その後2014年に特別自治体にアップグレードされた。現在「環境保全課」、「大気質対策課」、「水質保護・土壌改良課」、「一般廃棄物管理課」、「産業廃棄物管理課」、「騒音対策課」、「公務員室」、「行政室」、「会計事務所」、「人事事務所」、「政府倫理室」、「環境保全・検査課」などで構成されている。



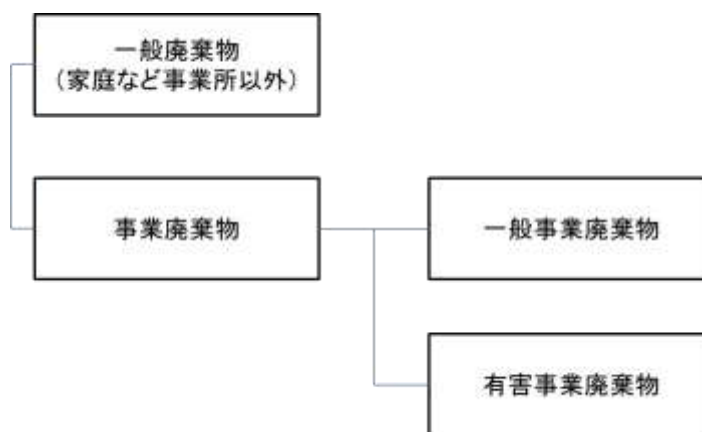
図表 2-5:環境保護局組織図

出典:桃園市環境保護局ホームページを参考に調査団作成

2.3 対象廃棄物現況調査(分別収集、処理方法・利用方法・商流の確認)

(1) 廃棄物の分類

台湾における廃棄物の分類は下図の通り。本プロジェクトの対象廃棄物は一般廃棄物に含まれる生ごみと、一般事業廃棄物に含まれる生ごみである。



図表 2-6: 台湾における廃棄物分類

出典: 調査団作成

(2) 対象廃棄物の量

1) 一般廃棄物由来の生ごみ量

台湾では年間 2,000,000 トンの生ごみが排出されていると言われており、そのうち 780,000 トンが飼料化や肥料化に回り、残り(1,220,000 トン)は他の廃棄物に混ざって焼却処理を通じた熱回収がされている。

台湾では一般的に生ごみを“調理前生ごみ”と“調理後生ごみ”に分けており、調理前生ごみは“肥料化”、調理後生ごみは“飼料化”に利用されている。

現状桃園市の家庭からは資源ごみ、調理後生ごみ、混合ごみに分別されて排出されている。混合ごみには調理前生ごみが含まれるが、桃園市では肥料需要が小さいことから混合から調理前生ごみを分別することは行われていない。従ってこれらはプラスチックや金属などの所謂資源ゴミを除いた“混合ごみ”と一緒に焼却処理されている。混合ごみは年間 382,259 トン発生し、これとは別に調理後生ごみが年間 25,915 トン回収され、飼料化されている。

メタン発酵の対象としては、これらのうち、調理前生ごみおよび調理後生ごみとなるが、飼料需要は引き続きあるので、これらは本プロジェクトの対象廃棄物とはならない。従って、今後プロジェクトが実行されるにあたり、桃園市としては混合ごみから調理前生ごみを分別することが必要となる。

桃園市は本プロジェクトの実施タイミングで生ごみの 2 分別を復活させる方針である。2016 年に行った混合ごみの組成分析の結果、そのうちの 38.64%が生ごみ系廃棄物であった。従って、潜在的には最大年間 147,705 トン(日量 410 トン)の調理前を中心とした生ごみが回収される可能性がある。

なお桃園市の本プロジェクトにおける一般廃棄物由来の生ごみの計画投入量は 44,530t/

年で、2016年排出予想量の約30%である。

2) 下水汚泥量

桃園市の人口は約219万人で、市内の下水道普及率は2017年時点で11.4%である。これらは現在12ある下水処理システムで処理されている。その他は建物に備え付けの腐敗槽(沈殿分離+腐敗室のみの簡易水槽)から街中の側溝を経て水系に放流されているのが実情である。

本プロジェクトでは、桃園市の方針で、これら腐敗槽から回収された汚泥がターゲットとなり、その計画投入量は20,075t/年である。

3) 事業系生ごみ

桃園市の本プロジェクトにおける事業系生ごみの計画投入量は19,345t/年である。

4) 家畜加工廃棄物

桃園市の本プロジェクトにおける家畜加工廃棄物の計画投入量は7,300t/年である。

(3) 廃棄物性状

1) 一般系及び事業系生ごみ

調理前と調理後の生ごみでは、一般的には以下の分析値にみられる通り、調理後の生ごみの含水率のほうが高く(85%以上)、油分・塩が多い。また生ごみは全般的に形が様々で季節によって内容が違うことに留意すべきである。また事業系と一般系の間には性状面で大きな差はないと考える。

図表 2-7: 一般系及び事業系生ごみ性状

	調理前生ごみ	調理後生ごみ
pH	5.2	4.3
含水率(%)	86.36	89.44
TS(%)	13.64	10.56
TVS(%)	11.45	9.46
TVS/TS	0.84	0.90
TCOD(g/kg)	179	197
CODs(g/kg)	27.2	52.6
CODs/TCOD	0.15	0.27
TKNs(mgN/kg)	1590	2592
NH4+-N(mgN/kg)	302	498
Org-N(mgN/kg)	1288	2094
Na+(mg/kg)	1270	4200
Oil & Grease(mg/kg)	2980	9200

出典: 陳文欽准教授資料

2) 下水汚泥

腐敗槽の汚泥は年単位の期間を置いて定期的に回収される。しかしこの時点で殆ど有機

物が残っていないため、メタン発酵処理の対象物としては、処理量が多いもののガス回収量が少なく、非効率な処理対象である。

3) 家畜加工廃棄物

家畜加工残渣の性状は、はっきりしていないが、下記のような性状と推測する。

- ・大小の骨の破片、
- ・油脂分(固形物・液状物の混合物)、
- ・家畜の毛・血液正

残渣の性状は、①安定せず、水質は大幅に変動する(油脂分、血液の混合量により変動する)。また②油脂分・血液は高いBODやCODcr値を示すことから、残渣のBODやCODcrが高くなることが予想される。更に③油脂分が高い値である。

以上から、家畜加工廃棄物はメタン発酵処理には適していない。日本においても実績は無く、一般的には、「嫌気・好気式活性汚泥法」が採用されている。

(4) プレイヤー

i) 回収・運搬

現在桃園市内の混合ごみや一般系生ごみは、自治体の清掃部門によって回収されている(一部民間にも委託している)。事業系生ごみは民間事業者が回収している。

ii) リサイクル

台湾国内では、肥料化も行われているが、桃園市では肥料需要が小さいことから行われていない。飼料化は養豚業者或いは飼料製造会社が市から生ごみを買って取って行っている。このほか焼却による熱回収(+発電)もリサイクルとして扱われている(下記 iii) 処理参照)。

iii) 処理

台湾の廃棄物処理の主流は焼却処理である。2017年時点において台湾国内では自治体運営若しくはBOO/BOT等で24の焼却施設が稼働している。桃園市においても現在BOOによる焼却施設(Taoyuan Refuse Incineration Plant、1,350t/日(2×28t/時間)、2001年10月稼働開始、ドイツLentjes GmbH製ストーカ炉、写真2-1参照)が稼働している。

図表 2-8: Taoyuan Refuse Incineration Plant 稼働状況(2017年7月実績)

受け入れ量			焼却量	発電量	売電量	灰量
合計	一般系	事業系				
t/月	t/月	t/月	t/月	kW	kW	t/月
39,518.70	37,438.03	2,080.67	41,762.25	24,895.30	21,631.70	7,118.95

iv) 最終処分

郊外の一部(4%程度)では直接埋め立てされているケースもあるが、現在稼働している最終処分場の殆どが焼却処理後の残渣・灰処分先となっている。運営は自治体と民間の両方で行われている。

(5) 分別収集状況

a) 実施体制/スケジュール:桃園市のケース

上述の通り、桃園市では、“資源物”、“(調理後)生ごみ”、“混合ごみ”の大きく分けて三分別で排出するルールになっている。

廃棄物は夕方回収が一般的である。生ごみは混合ごみ収集車両の後ろに取り付けられた 60L タンクに入れられ、ルート回収・分別収集される。8～10 個のタンクがいっぱいになったら生ごみタンクは市内に点在する仮置き所の仮置きし、別途生ごみタンクだけを回収している回収車両がそれを回収し、収集運搬基地に運搬する。

基地に到着した生ごみは毎晩 23 時頃に入札のうえ業者に引き渡される。落札価格に変動がある。

b) 機材

写真 2-1、2-2、2-3、2-4 参照

(6) 再利用

i) 肥料化

* 桃園市は堆肥化用の分別は既にしておらず、その他と一緒に焼却されている。

- ・豚が食べられないもの(骨、調理前野菜など)が対象。
- ・お金を払って堆肥化してもらっている(1000～1300 台湾元/t) * 台北ケース。

ii) 飼料化

- ・豚が食べられるもの(調理後残飯が主)。
- ・回収→入札により養豚業者が買い取る(800～2,000 元/t、豚の餌の価格推移によって変化)。
- ・工程は“蒸してから粉砕”が原則。

iii) 事業系生ごみリサイクル

桃園市では事業系生ごみのリサイクルに関する実態把握(発生量、その後の取り扱い)は行われていない。しかし概ね台北で行われた事業系生ごみリサイクル実態調査に準ずるものと思われる(2.4(4)b参照)。

2.4 政策、法律

本事業は環境に関する分野のうち、“廃棄物”、“水環境”、“(再生可能)エネルギー”など多岐にわたる。

(1) 現在の国家環境計画(そのうち特に“廃棄物”、“水環境”、“(再生可能)エネルギー”)

I. 台湾の環境政策ビジョン

“Blue skies and green earth, verdant mountains and pristine waters, and health and sustainability.” (青い空と緑の大地、青々とした山と清純な水、健康と持続可能性)

II. 基本政策

(1) 持続可能性の推進のための堅固な構造づくり (Building a sound structure to promote sustainability)

(2) 省エネルギーと温暖化防止のための二酸化炭素排出削減 (Saving energy and reducing carbon emissions to cool the earth)

(3) 廃棄物ゼロ達成のための資源リサイクル (Recycling resources to achieve zero waste)

(4) 汚染を無くして生態系を守る (Eliminating pollution to protect the ecosystem)

(5) 住環境を改善して健康と持続可能なライフスタイルの推進を図る (Cleaning neighborhoods and promoting lifestyles of health and sustainability)

III. 重要政策におけるこれまでの成果

以下、本事業に関連する“廃棄物”、“水環境”、“(再生可能) エネルギー・地球温暖化防止”に関連するトピックを取り上げる。

(1) 温暖化ガス削減策

温暖化ガス削減管理室を設け、“温暖化ガス削減法”の法制化並びに関連する対処策を推進し、国家的な省エネ並びに温暖化ガス削減に向けた“後悔しないための全国民による省エネ並びに温暖化ガス削減のアクションプラン”を公表した。“国家温暖化ガス登録プラットフォーム”も開始した。2009年の1月以来、139の企業が自主的にインベントリーの報告をしている。市民による温暖化ガス削減宣言と実際の活動報告ができるウェブサイト“Eco-Life Website - energy saving and carbon reduction network”を始めた。2009年の1月以来3.7百万人が温暖化ガス削減宣言書に署名した。

(2) 河川水質の顕著な改善

深刻な汚染被害なる河川の率が2003年の15.8%から2008年には4.2%まで減った。特にTamshui川系やErren川系は著しい改善となった。水質は以前より改善されている。また人口湿地帯を設け、生物多様性の振興を促し、“河川水質改善のためのオンサイト施設”を作り上げた。これまでこうした施設を79か所に設けてきた。これら施設では毎日5千万トンもの水が処理されている。

(3) リサイクルの大幅な達成

2008年の国家廃棄物リサイクル率は41.76%になった。人口一人当たりの一日の

廃棄物回収量も、最も大きかった年の 1.143 kg から、先進国をも下回る 0.523 kg になった。4 か所の環境保全技術パークを完成させた。2008 年 12 月までに 71 社がテナントとして入った。非公共部門から 146 億ドル近くの投資を受け、毎年 333 億ドルの価値が生まれている。

IV. 今後の活動

(1) 省エネと温暖化ガス削減のための政策実行

国連気候変動枠組条約に適切に対応し、“地球温暖化ガス削減法”の法制化を積極的に進め、温暖化ガス排出と削減に関する法体系を徐々に確立していく。また国際潮流に歩調を合わせて温暖化ガス登録、削減戦略の策定や初期段階の活動プロジェクトの確認を行う目的で国家温暖化ガス登録プラットフォームも維持・更新する。省エネ並びに温暖化ガス削減の教育を目的として引き続き“国民の為の省エネ並びに温暖化ガス削減プロジェクト”を推進する。

(2) 河川の水質改善の継続的な実施

Tamshui 川、Love 川、Zhouhui 川並びに Erren 川の 4 つの都市河川については水質並びに周辺環境の改善を進める。中度或いは重度の汚染が報告されている 9 つの河川については河川長の 50%の水質改善を優先的に行う。

(3) 廃棄物ゼロと全体リサイクルの推進

廃棄物リサイクル率は 43.5%を超える。2011 年には 1998 年と比べて回収量が 55%減る見込みである。産業廃棄物のリサイクル率は 77%を超える。リサイクルされなければならない廃棄物の量は 18 万トンに上る。

(2) 行政院環境保護署

台湾で環境関連業務を担当しているのは、行政院環境保護署 (Environmental Protection Administration Executive Yuan, R.O.C.:EPA) である。

(3) 関連法体系

本プロジェクトは以下の法律に関連している。

図表 2-9: 関連法体系

法令名(施行時期)	法令概要
環境基本法(2002.12.11)	環境全般に関し、国、地方自治体、企業、国民にはその保護義務があることを提示
廃棄物清除法(2017.6.14) 廃棄物清除法施行細則(2002.11.20)	廃棄物全般の収集運搬及び処理に関する法と、その施行細則。廃棄物に関するあらゆる法規制の根幹となる法。(「再利用」は望ましいが義務とはされていない。)
資源回収再利用法(2002.07.03) 資源回収再利用法施行細則(2003.08.27)	資源回収とその再利用(リサイクル)に関する法律と、その施行細則。ここで定められた品目は、再利用義務があり、違反すれば罰せられる。

(4) その他

a) 台湾の生ごみ処理方針

日本に先駆けて台湾で行われている政策の一つに、食品残渣の飼料化政策がある。台湾では、2005 年からごみ収集の際に家庭からの生ごみとそれを区別して収集し、豚や鶏の飼料や堆肥の原料とする政策が始まっている。但し、日本と同様に賛否両論があり、残り物の食物を飼料として与えた豚からの健康被害に対する懸念があり、反対意見も根強い。

特に台湾の農政部(省に相当)は、加熱処理が不十分な場合に口蹄疫への罹患が懸念されることもあり、不支持の立場を採っている。これに対して環境保護署は、この政策を奨励する態度を示している。

b) 台湾版食品リサイクル法

現在台湾では事業系生ごみを対象とした食品リサイクル法の制定に着手している。施行は数年以内とされている。

台北市ではその先駆けとして、2016 年 12 月から事業系生ごみの追跡申告を申告する制度を作り、実施し始めている。対象事業者は 25,000,000 台湾ドル以上の売り上げがあるファストフード、スーパー、一般商店、レストラン、食品工場、ホテルである。

2017 年 5 月の報告では 700 事業者程度の対象者のうち 551 業者から申告があり、60.8t/日の生ごみの排出が報告された。排出量上位 10 社が排出する 59%であり、その 68%にあたる 35.6t/日が豚の餌(上位 10 のうちの 7 事業所)、32%が堆肥化(上位 10 のうち 3 事業所)にながされていた。

c) 台湾のエネルギー政策、FIT 改訂動向調査

経済部の管轄下にある国営電気事業者である「台湾電力公司」が、離島を含む台湾全土に発送配一貫で電力を供給してきたが、1994 年に「電業法(Electricity Law)」が改正され、発電部門への民間資本の参入が認められることとなった。台湾電力公司是 IPP の公募をこれまで数回行ってきており、現在 9 社が参入している。台湾電力公司の 2014 年の電源構成は火力 63%(天然ガス 26%、石炭 19%、石油 8%)、原子力 13%、水力 6%、再生可能エネルギー(風力)5%で、火力の比率が高い。

2009 年に制定された「再生可能エネルギー開発法(Renewable Energy Development Act (REDA))」において、固定価格買い取り制度の導入を決定した。政府機関、学校、公営企業の建築物には再生可能エネルギー発電施設の設置が義務付けられている。再生可能エネルギー発電設備容量が延べ 1000 万 kW になるまでは補助金が支給される計画となっている。経済部・能源局は、2010 年において、8%(水力発電がほとんど)であった再生可能エネルギーの割合を 2025 年には 16%とすることが目標とされた。その後台湾民進党の蔡英文(さいえいぶん)政権は、「循環型経済」を実現するために、2016 年 10 月に「2025 年までに再生可能エネルギー発電量を 20%とする目標」を閣議決定した。

経済部・能源局は 2010 年、固定価格買い取り制度について買い取り期間と価格水準を規定し、同年 9 月から同制度を実施に移した。台湾電力公司による買い取り期間は 20 年間で、買い取り価格は半年ごとに見直される。買い取り価格と台湾電力公司の発電コストの差額は、「再生可能エネルギー基金」から補填される。台湾で当初重視されていたのは太陽光発電であった。台湾は亜熱帯に属し日射に恵まれていることと、太陽電池製造産業が盛んなことから、太陽光発電の導入を促進する「100 万屋根への太陽光発電導入促進オフィス(Million Solar Rooftop PVs Promotion Office)」が、台湾経済部能源局(Bureau of Energy, Ministry of Economic Affairs)により設立された。固定価格買い取り制度では、

21.2～27.3 円/kWh であり、他の再生可能エネルギーよりも高い水準の固定買い取り価格に設定されている。こうした効果もあり、太陽光発電が普及してきたので、現在では相対的に下がってきている(20 円/kWh 程度)。

また、台湾海峡は安定して風が吹き、風力発電機の故障の原因となる乱流が発生することが少ないことから、洋上風力が重視されている。「1,000 機の風力発電導入促進策(Thousand Wind Turbines Promotion)」が進められており、2020 年までに 450 機の陸上風力発電で 1,200MW、そして 2030 年までには 600 機の洋上風力発電で 3,000MW の導入を目指している。この計画では、国内風力発電産業および海洋構造物製造産業の育成も狙いとしている。この計画を後押しするため、現時点では 25-31 円/kWh の固定買い取り単価になっている。

最近ではバイオメタン発酵も 18 円/kWh 程度に引き上げられたが、このほか地熱も後押しをし始めており、こちらも 19 円/kWh 程度に設定された。

d) 地球温暖化対策

台湾は 2,340 万人と日本の約 1/5 の人口を有し、一次エネルギー消費量は日本の約 1/4、CO₂ 排出量は世界全体の 0.8% を占め(世界 20 位台前半)、国際レベルでは温室効果ガス排出大国の一つと言える。その一方、台湾は国連気候変動枠組条約(UNFCCC)の締約国ではないため、気候変動対策に関する UNFCCC 下での公式な国際協カスキームや温室効果ガスの算定報告審査制度等の国際枠組みからは除外されている状況にある。

しかし台湾は気候変動対策をないがしろにせず、国際政治的に不安定な状況にあるが故、逆に他国と同等の取り組みを実施することに対する機運は高く、排出量の算定結果や政策に関する情報を含めた国別報告書の作成、国別排出削減目標の公表、一定排出規模以上の事業所における算定報告及び削減制度の導入、温暖化対策に関する国内法の制定等、少なくとも UNFCCC の非附属書 I 国のトップクラスに近い気候変動に対する取り組みが実施されてきている。

台湾の気候変動に関する特徴的な動向として、2006 年に台湾国内での温室効果ガス排出削減の取り組みを定めた法案が作成され、2015 年に「温室効果ガス削減量および管理法(温室気体減量及管理法)」として正式に立法化されたことがある。同法では、台湾における長期排出削減目標、緩和活動、適応活動を含む気候変動対策の大枠を定めており、排出削減手段として、最終的には国内におけるキャップアンドトレード型の排出量取引制度を導入することやグリーン成長の促進などが言及されている。

また、2015 年には、年末にパリで開催された COP21 に合わせて「①2030 年の GHG 排出量を 2005 年比 20% 削減(成り行き予測排出レベルから半減に相当)、②長期目標として 2050 年までに 2005 年比 50% 以上削減」とする台湾の排出削減目標も発表されている。

台湾は日本と同様に比較的狭い国土に産業が集約する経済状況であることから、温室効果ガスのお大半がエネルギー起源 CO₂ 排出量となっており、排出削減を進める上では、このエネルギー起源 CO₂ 分野での対策を避けて通ることはできない。なお台湾の電力グリッドの CO₂ 排出係数は 2014 年時点で 0.601 kg CO₂e/kWh。

(<http://www.ukconversionfactorscarbonsmart.co.uk/>)

台湾では、2016 年 1 月の総統選挙の結果、環境問題を重視する民進党が政権の座に就くこととなり、同年 5 月に蔡英文政権が発足した。民進党の党是は脱原発であり、蔡英文総統自身も 2025 年までの脱原発を掲げているものの、わが国の状況からも推測できるように、原発の稼働・停止に関する総意は容易に形成されるものではなく、明確な方向性をもって動き出すには相当なハードルがある状況と言える。他方、蔡英文政権は、再生可能エネルギー

一(特に風力と太陽光)を積極的に推進することを打ち出しており、2025年までに(水力を含む)再生可能エネルギーの発電比率を20%まで増やすとする政策目標を立て、海外からの積極的な投資も呼びかけている。

現台湾政府はグリーン産業の発展を主要な政策の一つと位置付けており、再生可能エネルギーの導入・普及については、ここ数年の間にかなり本腰を入れた取り組みが進められると考えられる。

e) 台湾の下水放流基準等

i) 生ごみのメタン発酵の放流水基準

工業団地外の場合、COD:100、BOD:30、SS:30 が一般的。様々な規模がある家畜事業者への対応を加味して、2018年から糞尿及びバイオマスエネルギーを対象に下記の新たな規制が加わる。

図表 2-10:家畜糞尿及びバイオマスエネルギー排水規制値

項目	規制値
BOD	80ppm
COD	600ppm
SS	150ppm

台湾では取水源以外の水域への放流にあたり、2021年から以下のようなアンモニア窒素(NH₃⁺)規制を設定する。

図表 2-11:取水源以外の水域へのアンモニア性窒素規制値

規制値発効時期	規制値
2021年	100ppm
2024年	75ppm
2027年	30ppm

ちなみに桃園市工業団地は地方政府が管理しているが、工業団地が取れる対策としては上乘せ規制ではなく、①排出業者の排出量を減らさせる、②窒素除去装置を設置する(結局費用を排出業者に請求することになる可能性があるが)、のいずれかとなる。桃園市の工業団地は政府直轄なので補助金を出す可能性もあるかもしれない。

ii) 工業団地下水放流基準

【添付資料1参照】

iii) 海洋放流基準

台湾を取り巻く海洋は甲類海域と乙類海域に分類されており、桃園沿岸は“乙類海域”に分類される。海洋放流基準は“海洋放流管線放流水標準”において定められており、下記の通り2017年に規制強化の改正があった。海洋放流にあたってはアンモニア性窒素の基準は特設設けられていない。

图表 2-12: 海洋放流基準値

適用区域	管理項目	現行基準(mg/L)	改正後基準(mg/L)
甲類海域	BOD	100	80
	COD	200	160
	SS	100	80
乙類海域	BOD	150	100
	COD	300	280
	SS	150	100

2.5 台湾各地のメタン発酵整備計画状況

(1) 国家メタン発酵計画

行政環境保護署が主導し、北・中部・南に1か所ずつ200t/日規模のメタン発酵施設を建設する。2016年～2017年で計画を固め、実施は2018年から2022年で計画されている。政府が設備補助として15億元拠出する予定で、補助総額は一か所あたり6億元(地方政府負担1億元)を予定している。

土地代除く2,200,000台湾元/t、100t以上なら経済的ということで200t(4.4億元)を設定した。分別が進んでいるため、前処理が要らないという理由から建設費は安くなると考えている(排水処理や排水の再利用の観点が見落とされている可能性が高い)。

(2) 台北市

台北市では調理前生ごみと調理後生ごみを分別収集している。しかし集められた調理前生ごみは、一旦台北市内に3か所ある焼却施設に仮置きされ、夾雑物を手選別並びに機械選別を行ったうえでトラックに乗せ換え、台湾最南端地方まで陸送され、堆肥化されている。最大の理由としては堆肥の需要が台北市周辺では少ないからである。

現在台北市では生ごみを1か所に集めてメタン発酵処理をする計画を立てている。

(3) 台南市

台南市政府環保局と工業技術院電気エネルギー所が提携し、工業技術院の六甲院区において乾式嫌気メタン発電技術を研究開発している。青果市場の生ごみを利用してメタン発電を行い、消化液や残渣を液肥とコンポストに利用する。この台南での初めての生ごみのメタン発電のシステムは2017年10月末に正式運転をする(未確認)。

台南市環保局によると、台南市は生ごみを毎月1,800トン収集している。その内1,200トンは厨房の残飯で、養豚の餌に再利用している、600トンは青果市場等から回収した生ごみで、環保局が保有する4基の生ごみ堆肥工場で堆肥にしている。堆肥を製造する過程でメタンガスを発生するため、温暖化ガス放出防止とメタンガスの回収再利用のために乾式発酵システムを建設した。

乾式嫌気発酵システムは5槽各1m³の発酵槽を有し、メタンガス20m³/日発生させる予定で、モデルプラントのテスト稼働期間を経た後、商業化する予定。

(4) 雲林県

雲林県知事自らドイツ・Lunen市を訪問し、廃棄物中継工場と生ごみ処理工場を見学し、ドイツの運営方式を将来的に雲林県に導入し、生ごみの有効活用を検討している。雲林県は2017年9月1日から調理後残飯と調理前生ごみの分別を始めており、飼料化とメタンガス発電並びに残渣の堆肥利用を検討している。ドイツの他、スペインとポルトガルにある技術にも着目しているとのことであった。

また雲林県は養豚飼育数が台湾一位(全国の26.3%、1,215事業所・140万頭以上)であり、メタン発酵技術の潜在需要は高い地域である。

(5) その他

a) 台湾プラスチック案件

台湾プラスチックグループ (Formosa Plastic Group、台塑集団) は総売り上げが台湾 GDP の 15% 程度を占めるほどの巨大企業集団である。傘下の企業の 1 社が台中にて生ごみメタン発酵の試験プラントを運転したところ稼働が芳しくなかったという話を聞いたので、調査項目の一つとしていたが、学識有識者も詳しい情報が把握できておらず、これ以上の情報は得られなかった。

b) 養豚場排水

行政環境保護署が指揮を取り、台湾全土における 5000 頭以上を飼育する 128 か所の養豚場に対して、2020 年迄にメタン発酵+ガス発電設備を設置するよう義務付けていく。

2.6 【参考】種汚泥輸入に関する調査

メタン発酵施設の立上げにはメタン菌が必要であるが、自然界では生ごみの処理に適したメタン菌がどこにでもいるわけではなく、通常は下水汚泥等に棲むメタン菌を生ごみ処理に適するまで培養・増殖させる必要があり、長い時間を要する。従って一般的にはメタン発酵処理施設を建設した事業所は、類似の対象をメタン発酵処理している事業所からメタン菌を購入している。今回の案件についても、生ごみを直接メタン発酵処理するという特殊な条件から、当社の城南島工場からメタン菌を輸入することは、施設の立上げがスムーズになり、大きなメリットになる。

HS コードとは、あらゆる物品に固有分類番号をつけて、貿易上、それが何であるのか世界各国で共通して理解できるよう取り決めた番号のことをいう。メタン菌はHS コード“3002.90”に該当する。

人血、治療用、予防用又は診断用に調製した動物の血、免疫血清その他の血液分画物及び免疫産品(変性したものであるかないか又は生物工学的方法により得たものであるかないかを問わない。)並びにワクチン、毒素、培養微生物(酵母を除く。)その他これらに類する物品(3002)のうち、“その他”のもの(3002.90)。

このことを踏まえ、台湾行政院農業委員会動植物防疫検疫局の動植物輸入規定を調べたところ、メタン菌は“Micro-organisms (bacteria) for treating swine dungs (猪糞尿処理菌材)”として、CCC コード(台湾統計番号を含む HS コード):3002.90.10.00-1 として規定されており、下記規定(552)のいずれかを満たせば輸入が許可されていることがわかった。

環境薬品の輸入において、以下の(1)～(3)のいずれかを満たすこと。

(1)以下のいずれ

(a) 行政院環境保護署発行の環境薬品輸入許可証の写しを要する。免許を受けていない輸入者は申請書とともに、当該環境薬品の輸入許可が与えられている免許権者の免許証写し、または当該環境薬品の使用を許可する旨記された環境衛生医学免許の写しを提出しなければならない

(b) 環境薬品を扱うための免許の写しを要する。環境薬品が製造業者によって輸入されている場合、製造業者が持つ当該成分を含む環境薬品の製造免許のコピー提出で代用できる。

若しくは

(2) 輸入品が実験研究、教育デモンストレーション、特別管理プロジェクト、または免許申請専用のサンプルである場合は、環境保護局の承認を要する。

若しくは

(3) 環境保護及び公害防止措置として使用される微生物製剤が行政院環境保護署によって公表されていない場合、通関には行政院環境保護署発行の証明書を要する。

本案件の場合は政府公認の案件であることから、EPA(環境保護局)の承認を得る形が適切であるとした。

3. 桃園市計画

桃園市の計画が国の民間資金活用プロジェクトとして承認された。下表は台湾財務部のホームページに掲載された情報の抜粋である。

図表 3-1: 民間資金活用プロジェクトとしての承認情報

項目	内容
財務省案件番号	1070105-002
案件名	Taoyuan City Biomass Energy Center BOT Project 桃園市バイオマスエネルギーセンターBOT プロジェクト
承認者	Local Government - Taoyuan Government (桃園直轄市)
承認機関	Department of Environmental Protection, Taoyuan (桃園市環境保護局)
承認機関の指定	Letter of 10602162167, November 22, 2017, Taoyuan City Government
形式	BOT
予想投資額	政府投資 : 0 元 民間投資 : 3,500,000,000 元 プロジェクト総額 : 3,500,000,000 元 (約 126 億円)
目的	桃園市は現在、一般系生ごみ、廃食油、し尿汚泥、枝や葉などのバイオマス廃棄物に有効利用の可能性がある。しかし、今後は廃棄物処分の課題に直面することが予想されている。家庭の生ごみを例にとれば、現在は豚の飼料として再利用している。しかし、台湾北部では養豚数は近年減少している。この傾向は、豚への食品廃棄物の供給過剰につながっている。台湾国内 24 の大規模家庭ごみ焼却施設がリハビリ時期に集中的に向かう中、焼却プラントの能力は徐々に低下するため、各自治体は他の郡や都市のゴミの受け入れを拒否してくるため、桃園市の家庭廃棄物および一般産業廃棄物の安定処理に影響を及ぼす。本プロジェクトは「建設運営移転」(BOT)の民間資金調達を通じたバイオマスエネルギー利用技術への開発であり、「リサイクル経済」および「バイオ廃棄物リサイクル」の方針に沿った有機廃棄物の効率的な使用を促進する案件である。「ゼロエミッション、低公害、多様化、持続可能な循環型環境技術パーク」の目標を達成するため、現在、バイオマスエネルギーセンターは、政府支出を節約・公共財政を強化し、公共サービスの質を高めるため、嫌気性消化ユニット(最大 91,250mt/年)、熱処理ユニット(最大 219,000mt/年)および硬化型埋立地(埋立最大能力約 25 万立方メートル)を計画している。
特徴	インフラプロジェクトへの民間参画促進法第 8 条によれば、民間機関はインフラ整備事業の建設と運営に投資し、運営期間が満了するとその所有権を政府に移管する、とある。民間資本と技術の投入をすることで、運営の質と効率を向上させ、政府の財政負担を軽減させ、桃園市の潜在的な有機資源を処理し、再生可能資源活用と経済的利益の享受を達成する。
建設予定地	14 Guanyin, Taoyuan City, Kwun Tong area segment.

3.1 検討フロー

ここからは以下のステップに基づいて施設な並びに事業の検討を進める。

(1) 検討手順

1. 桃園市が同市案として発表した事業案・施設案に基づいて“桃園市計画”を作成する。
2. 第一回現地調査を実施し、排水処理、残渣、再生可能エネルギー販売等の条件に基づいて上記“桃園市計画”を修正する。
3. 桃園市基本計画において、桃園市に要求すべく“生ごみ処分費（工場到着ベース）”を算出する。
4. 桃園市基本計画の留意点を整理し、更に“桃園市計画”の事業性を高めるための方策を整理し、課題と対策案（VE案）を整理する。
5. 上記対策案（VE案）に基づいて、桃園市計画に対する当社提案を行う。
6. 桃園市をはじめ、今後台湾で数多く検討されると思われる各地のメタン発酵処理事業が適切に計画・評価されるため、検討結果をまとめ、関係各所に配布する。

(2) 検討ケース

結果として、下記3ケースの検討を行った。

図表 3-2: 検討ケース概要

	桃園市計画	VE案①	VE案②	VE案③
廃棄物量				
1) 一般系生ごみ	122t/日	122t/日	122t/日	122t/日
2) 下水汚泥	55t/日	55t/日	0t/日	55t/日
3) 事業系生ごみ	53t/日	53t/日	53t/日	53t/日
4) 家畜加工廃棄物	20t/日	0t/日	0t/日	0t/日
合計	250t/日	230t/日	175t/日	230t/日
排水再利用設備	設備費に含む	設備費に含む	設備費に含む	設備費に含まない
窒素除去	下水放流基準まで落とす設備を設備費に含む。	下水放流基準まで落とす設備を設備費に含む。	海洋放流が許される水質まで落とす設備を設備費に含む	自前廃水処理設備無し。工業団地内の下水処理施設の改良で対応。
特記事項	家畜加工廃棄物用前処理設備あり。下水汚泥とともにメタンガスの発生が小さい(希釈水扱い)。	下水汚泥はメタンガスの発生が小さい(希釈水扱い)。		下水処理施設改良は桃園市が実施。投資額・運転コストの高い発電は最小限とし、ガスを工業団地内企業、隣接発電所等に販売。汚泥は乾燥→固形燃料化・販売。
ガスの利用	3,360kW 発電	3,360kW 発電	3,360kW 発電	ガス販売 +560kW 発電
投資金額	53 億円	52 億円	50 億円	36 億円

3.2 桃園市基本計画(全体計画)

(1) 全体計画

a) 提供される敷地

4.6ha、無償貸与

b) 設備構成

図表 3-3:設備構成

設備	規模	対象物
焼却炉+発電	700 t/日 (219,000t/年)	可燃物
メタン発酵+発電	250 t/日 (91,250t/年)	図表 3-2 内“桃園市基本計画”通り
灰保管施設	250,000m ³	焼却灰

c) 発注形態

20 年間の BOT(コンソーシアム可)

d) 運転条件

i) メタン発酵設備稼働

360 日/年×24 時間/日(桃園市基本計画同様)

ii) 廃棄物受け入れ業務

9 時間/日(桃園市基本計画同様)

iii) 勤務体系

日勤 2 交代(12 時間)、夜間は自動運転。(桃園市基本計画同様)

e) スケジュール

3.1 で述べた通り、計画は変更となっている。

図表 3-4:全体スケジュール

	当初計画	計画変更後
Pre-Qualification・応募者評価	2017 年 6 月	2018 年 5 月～6 月予定
事業者決定	2017 年末	未定
建設	2018 年～2020 年	未定
稼働	2021 年	未定

3.3 桃園市基本計画(メタン発酵施設部分)

(1) 対象廃棄物種類と量

桃園市にて、メタン発酵処理を考えている廃棄物種類及び量は以下の通り。

図表 3-5: 対象廃棄物種類と量

廃棄物種類	廃棄物排出量	日換算値	年間の収入額	換算値
一般系生ごみ	44,530t/年	122 t/日	0	
下水汚泥	20,075 t/年	55 t/日	4,015,000 元/年	730 円/t
事業系生ごみ	19,345 t/年	53 t/日	52,925,000 元/年	9,986 円/t
家畜加工廃棄物	7,300 t/年	20 t/日	14,600,000 元/年	7,300 円/t
合計	91,250 t/年	250 t/日	71,540,000 元/年	

注記) 台湾元と円の換算レート: 1 台湾元=3.65 円

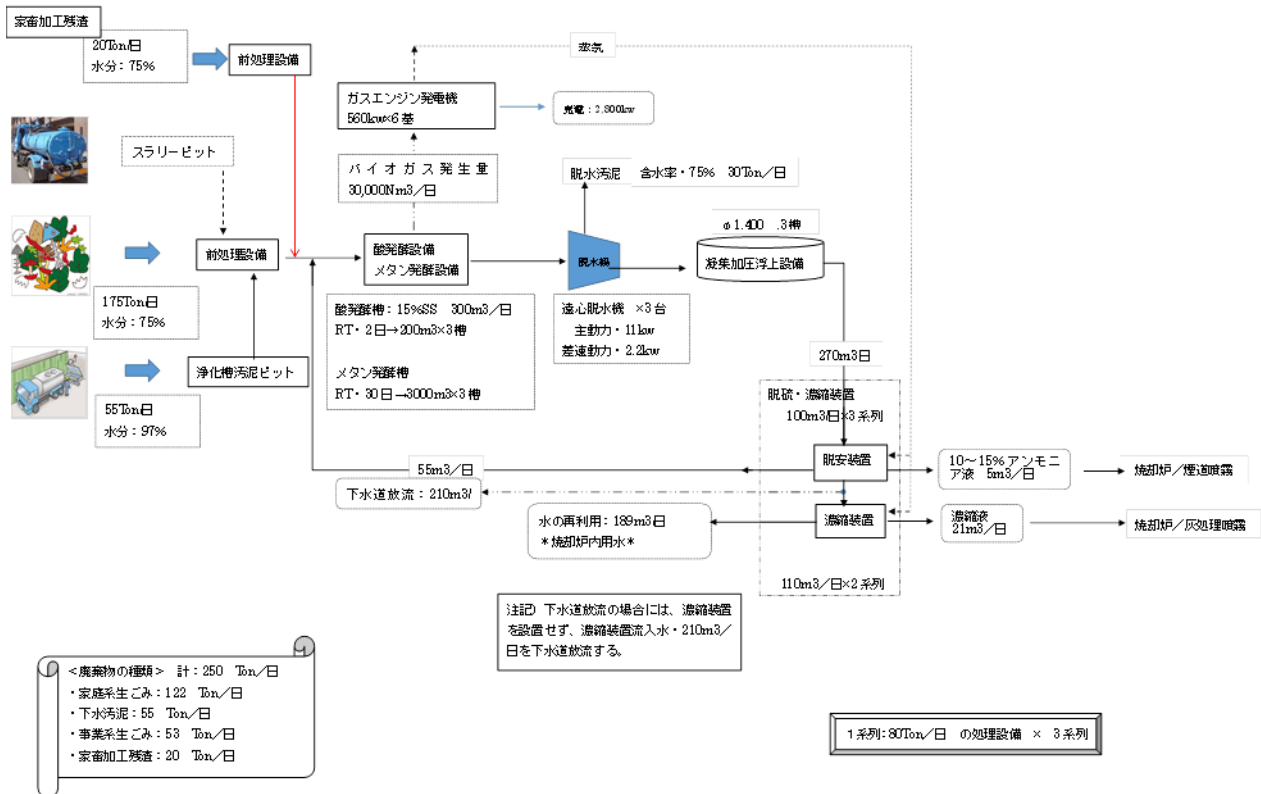
< 収入源 >

- ・全体的に運搬費は含まない。
- ・一般系生ごみ: 処理費なし。
- ・事業系食品廃棄物、下水汚泥(し尿)、家畜加工廃棄物: 有償で引き取る。
- ・売電: 再生可能エネルギー固定買い取り制度(18.30877 円/kWh とする)。

(2) 対象廃棄物性状

提示無し。2.2(3)の数値を参照した。

(3) フロー図



図表 3-6: 桃園市基本計画フロー図

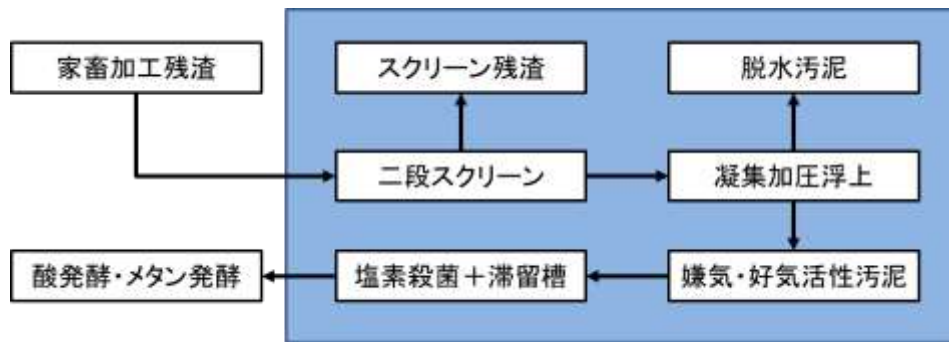
(4) 主要機器仕様

図表 3-7: 桃園市基本計画主要機器仕様

設備名	数量	仕様
(前処理設備)	3.3(5)参照	
酸発酵槽	3 槽	200m ³ /槽
メタン発酵槽	3 槽	3,000m ³ /槽
遠心脱水機	3 台	電動機: 11kW
凝集加圧浮上設備	3 槽	φ 1,400
脱装置	3 系列	100m ³ /日・系列
濃縮装置	2 系列	100m ³ /日・系列
ガスエンジン発電機	6 基	560kw/台

(5) 前処理設備

「家畜加工残渣」系統は他の廃棄物とは分けけて処理する。下記に、基本的な前処理設備フローを記載する。



図表 3-8:家畜加工残渣前処理設備

家畜加工残渣の処理工程においては、種々の菌体が繁殖する可能性が大きい為（但し、血液が完全に除去されている場合には、その懸念は低いと考える）、他の廃棄物処理設備とは隔離して設置する必要がある、別棟建屋を設置してその建屋内に配置する。また建屋内には脱臭装置・空気清浄装置を設置する。

前処理設備で発生した排水はメタン発酵施設の酸発酵槽に流入するが、量的にも少なく、性状からもガスの発生に大きく寄与しないと評価した。

(6) 排水処理設備

工業団地内下水放流基準値まで自社で整備する排水処理設備（脱安設備）で処理し、その後工業団地内の下水処理設備にて処理。処理費は現在同下水処理施設を運営している“Ling Zhen water Technology Co. LTD”が一般下水に請求する金額（20 台湾元/m³）とする。

(7) 排水再利用設備

工業団地の排水再利用規定では、排水量に対して 90%以上の再利用が求められている。濃縮装置を設置し、（排水量（270m³）に対して 90.4%（循環水 55m³+再利用水 189m³）条件を満たす。

(8) 建設期間

当初計画案における事業者決定（2018 年 12 月とする）から稼働（2021 年 1 月とする）までの 2 年間を建中期間とする。

(9) 資金調達

桃園市計画における資金調達条件は以下の通り設定した。

図表 3-9: 桃園市基本計画資金調達

項目	内容	備考
総投資額	5,300,000,000 円	250t/日
資本金	830,000,000 円	≒総投資額×10%+運転経費 0.5 年分
借入額	4,770,000,000 円	
借入タイミング	▲2 年目:3,000,000,000 円 ▲1 年目:2,300,000,000 円	
借入金利	3.6%	2018 年 3 月現在 2.6%前半を推移している。
返済条件	・3 年据え置き 10 年払い ・元金均等	

3.4 検討結果

桃園市が想定している収入スキームでは収支がマイナスのままになってしまい、事業としては成立しない結果となった。

事業として成立させるためには、桃園市から廃棄物処理単価として一般系生ごみ 1 トンにつき 34,100 円程度 (Financial IRR:10.00%、Equity IRR:46.28%) を請求する必要がある。

図表 3-10: 桃園市基本計画支出項目及び収入項目

検討ケース		桃園市基本計画										
前提条件								生活系生ごみ	122		0	
年間稼働日数			360	日/年				下水汚泥	55		200	
稼働時間			24	時間/日				事業系生ごみ	53		2736	
円/台湾元			3.65	円/台湾元				家畜加工残渣	20		2000	
賞与			2.91	ヶ月分				合計	250		4936	
社会保障事業者負担分			12.45%					平均				
廃棄物量			250	t/日		365	日/年	91250			t/年	
生活系生ごみ単価			122	t/日			台湾元/t	44530			t/年	
その他平均単価			128	t/日		1531.313	台湾元/t	46720			t/年	
製造原価	固定費	備品リース代						2,191,781	元/年	8,000,000	円/年	
		車両リース代						821,918	元/年	3,000,000	円/年	
		定期点検代						31,780,822	元/年	116,000,000	円/年	
		清掃費							元/年		円/年	
		予備費						3,287,671	元/年	12,000,000	円/年	
				小計				38,082,192	元/年	139,000,000	円/年	
	変動費	汚泥処分費	汚泥発生量	70	m3/日	360	日/年	25200		m3/年		
			汚泥処分費	700	台湾元/t				17640000	元/年	64,386,000	円/年
		廃プラ処理費	廃プラ発生量			13%	搬入量	11862.5		t/年		
			廃プラ処分費	4000	台湾元/t				47,450,000	元/年	173,192,500	円/年
		上水	使用量	65	m3/日			23400		m3/年		
			上水費	11.5	台湾元/m3				269,100	元/年	982,215	円/年
		下水	放流量	210	m3/日			75600		m3/年		
			処理費	20	台湾元/m3				1,512,000	元/年	5,518,800	円/年
		窒素処理	窒素量									
			処理費	500	台湾元/Nkg							
		設備予備品							2,739,726	元/年	10,000,000	円/年
		薬品費	438.3562	台湾元/処理t					40,000,000	元/年	146,000,000	円/年
		運転課消耗品費							547,945	元/年	2,000,000	円/年
		脱硫酸剤							2,465,753	元/年	9,000,000	円/年
活性炭								821,918	元/年	3,000,000	円/年	
買電	買電量	175	kWh/時			1512000		kWh/年				
	基本料金	6					12,800	元/年	45,990	円/年		
	従量料金	0.09	台湾元/kWh				136,080	元/年	496,692	円/年		
			小計				113,595,122	元/年	414,622,197	円/年		
現場労務費	運転課	課長クラス	1	人	66,205	元/月	987,117	1,110,013	元/年	3,330,038	円/年	
		係長クラス	3	人	42,113	元/月	1,638,617	1,842,625	元/年	5,527,874	円/年	
	運転班	班長	3	人	42,113	元/月	1,638,617	1,842,625	元/年	5,527,874	円/年	
		班員	6	人	33,206	元/月	2,487,461	2,797,150	元/年	8,391,451	円/年	
		受入事務	2	人	26,946	元/月	725,117	815,394	元/年	2,446,182	円/年	
			小計				8,407,806	元/年	25,223,418	円/年		
販売管理費	本社経費	社長	1	人	80,000	元/月	1,192,800	1,341,304	元/年	4,023,911	円/年	
		副社長	1	人	70,000	元/月	1,043,700	1,173,641	元/年	3,520,922	円/年	
		事務員	5	人	40687	元/月	2,559,619	2,878,292	元/年	8,634,875	円/年	
		一般管理費	15%					18,300,439	元/年	54,901,318	円/年	
			小計				23,693,675	元/年	71,081,026	円/年		
支出合計								183,778,796	元/年	649,926,641	円/年	
収入	廃棄物処理収入	生活生ごみ処理量					44,530		t/年			
		生活生ごみ処理費	34.100	元/t				1,518,473,000	元/年	5,542,426,450	円/年	
		その他処理量						46,720				
		その他処理費	1531.313	元/t				71,542,920	元/年	261,131,658	円/年	
	売電収入	発電量	170	Nm3/処理トン				15,512,500		Nm3/年		
		実発電量	0.39	Nm3/kWh				39,775,641		kWh/年		
		メンテナンス	30	日/年			6	26,611,200		kWh/年		
売電単価	5.0161	元/kWh	18.30877	円/kWh			133,484,440	元/年	487,218,207	円/年		
収入合計								1,723,500,360	元/年	6,290,776,315	円/年	

3.5 課題並びに対策案

(1) 課題

- 桃園市は現在、生ごみを2分別していないので、計画実施が決まってから市としての体制を整えなければならない。円滑な変更が担保される必要がある。
- 対象廃棄物の集荷については現時点でのスキームでは民間側に強制力や価格優位性が無く、責任を負えない。桃園市は、①一般系生ごみ・下水汚泥のプロジェクトサイトへの持ち込みと最低集荷保証を行い、②市内から発生する事業系廃棄物の処理先として本施設が指定され、かつ事業系廃棄物の収集運搬業務実施並びに最低限の集荷量保証が行われる必要がある。
- 日本に比べて売電単価が約4割、既存の廃棄物処理単価が約3割程度。現時点では事業を成り立たせるための確固たる柱となる収益源がない。公共サービスの提供の対価として、桃園市から処理費を受ける仕組みの検討を要する。
- 工業団地内の排水処理規制が厳しく、CAPEX・OPEXを押さえられる技術・対策の検討を要する。放流水の窒素規制値や排水量に対するリサイクル率の制限があり、設備が複雑になる恐れがある。
- 現地に生ごみメタン発酵事業経験が無いことにより、当社の提案内容に対して正当に技術評価や事業評価を含む総合評価ができる土壌が無いように思われる。従って弊社経験がコスト高の提案と評価されることに対する懸念がある。メタン発酵処理の必要性、有用性、価値に対する認識・評価を高める必要がある。

(2) 事業採算性向上のための提案

以下の対策は全て桃園市で采配可能と考えられるものである。湿式メタン発電由来のFITの買い取り単価の価格を上げることは有益であるが、桃園市で取り決められないものであることから、提案から除外している。

a) 設備投資極小化対策

i) 排水処理設備投資の極小化のための対策

1) 消化液処理

- ① 工業団地内下水処理ルール(窒素への累進課金案)の廃止、桃園市による既存工業団地内下水処理施設の改良
- ② 海洋放流の許可(一定の処理・希釈の上、配管敷設による海洋放流を提案。海洋放流基準値は図表 2-12 参照。)

2) 工業団地内排水リサイクルルールの緩和、廃止

ii) 前処理設備の極小化のための対策

- 1) 対象廃棄物の見直し(家畜加工残渣の除外)
- 2) 一般系生ごみ2分別の徹底

b) 事業性(安定収益の確保対策)

i) 集荷量の最低保証

- ① 桃園市がコントロールできる一般系生ごみについて、対象廃棄物における処理比率を高

めたうえで集荷量の最低集荷量を保証すべき。

②事業系対象廃棄物排出事業者・収集運搬事業者が本施設に廃棄物を持ち込むインセンティブの検討・設定。

ii) 一般系対象廃棄物(生ごみ、下水汚泥)に要する処理料金による事業者評価

不確定な事業系対象廃棄物収入と売電収入だけで事業は成立しないため、桃園市は一般系対象廃棄物処理(生ごみ、下水汚泥)の対価を支払うことは避けられない。

桃園市としては、一定の条件をBOT 応札者に与える一方で、その条件下で事業を成立させるために要する一般系対象廃棄物の処理単価を提示させ、その提示価格を事業者選定評価基準の重要ポイントとすることが望ましい。また桃園市は、BOT 落札者に対して当該処理単価×最低集荷量を保証するというスキームを与えるべき。

3.6 VE 案①

(1) 検討前提条件

- 桃園市では現在、台湾国内他市のように家庭からの有機性廃棄物を2分別（調理前生ごみと調理後生ごみ）していない。これがプロジェクト実施までに台湾国内他市のレベルまで行われ、調理前生ごみが計画数量、プロジェクトに持ち込まれること。
- 家畜加工廃棄物は「食肉加工業者が、その過程で排出する、皮・肉・骨・血液又は油脂を含み」、メタン発酵処理では難しい性状と判断することから、メタン発酵処理の該当から除外する。
- 一般系生ごみは公共サービスの代行として、必要な処理費を桃園市から徴収する。
- 事業系生ごみ及び下水汚泥は桃園市主導の下、計画数量が計画料金で搬入されること。
- 消化液は自社処理をしてから放流する。現在、工業団地下水処理施設運営会社が“排水中の窒素量に応じた累進課徴金制度に基づいた支払い”を行う。

(2) プラント概要

a) 対象廃棄物種類と量

VE 案①にて、メタン発酵処理を考えている廃棄物種類及び量は以下の通り。

図表 3-12: 対象廃棄物種類と量

廃棄物種類	廃棄物排出量	日換算値	年間の収入額	換算値
一般系生ごみ	44,530t/年	122 t/日	(採算性判断基準を満たす数値を逆算して算出する)	
下水汚泥	20,075 t/年	55 t/日	4,015,000 元/年	730 円/t
事業系生ごみ	19,345 t/年	53 t/日	52,925,000 元/年	9,986 円/t
合計	91,250 t/年	250 t/日	71,540,000 元/年	7,300 円/t

注記) 台湾元と円の換算レート: 1 台湾元=3.65 円

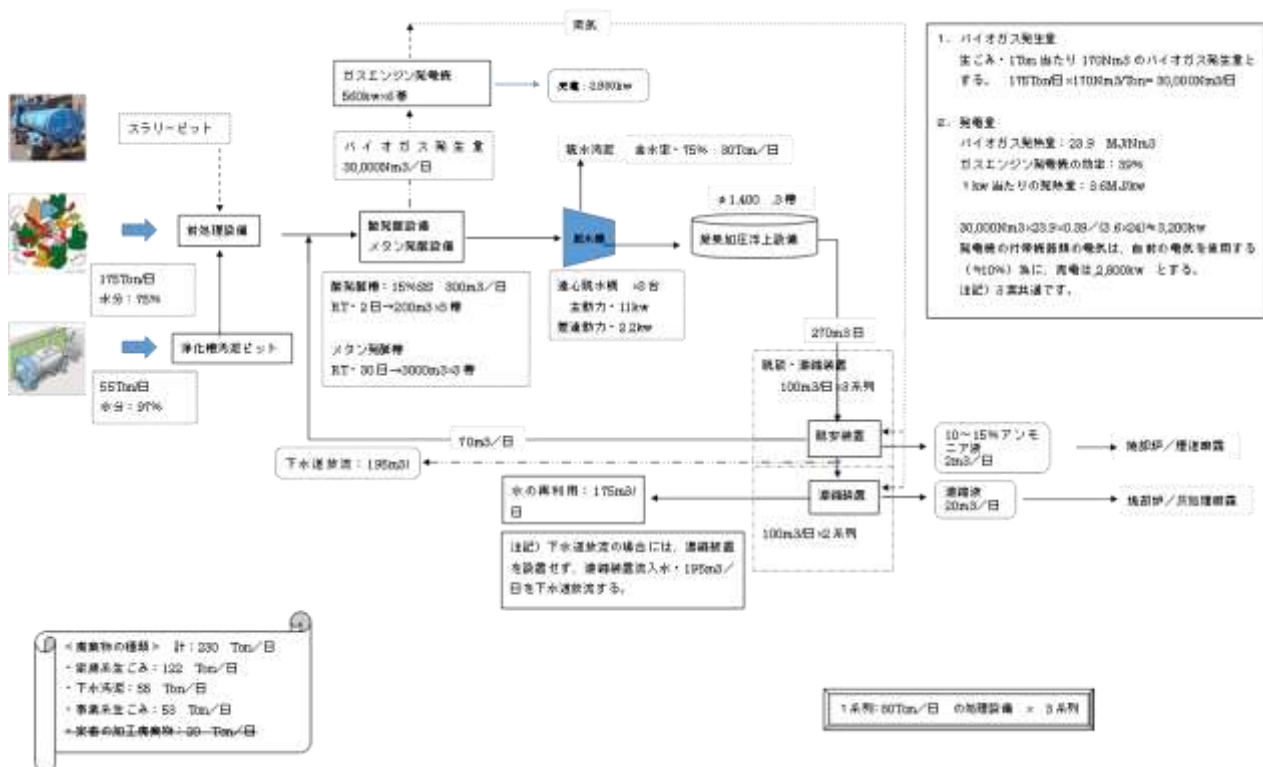
< 収入源 >

- ・全体的に運搬費は含まない。
- ・一般系生ごみ: 採算性判断基準を満たす数値を逆算して算出する。
- ・事業系食品廃棄物・下水汚泥: 有償で引き取る。
- ・売電: 再生可能エネルギー固定買い取り制度(18.30877 円/kWh とする)。

b) 対象廃棄物性状

提示無し。2.2(3)の数値を参照した。

c) フロー図



図表 3-13: VE 案①フロー図

d) 主要機器仕様

図表 3-14: VE 案①主要機器仕様

設備名	数量	仕様
酸発酵槽	3 槽	200m ³ /槽
メタン発酵槽	3 槽	3,000m ³ /槽
遠心脱水機	3 台	電動機: 11kW
凝集加圧浮上設備	3 槽	φ 1,400
脱装置	3 系列	100m ³ /日・系列
濃縮装置	2 系列	100m ³ /日・系列
ガスエンジン発電機	6 基	560kw/台

e) 前処理設備

なし

f) 排水処理設備

工業団地内下水放流基準値まで自社で整備する排水処理設備(脱安設備)で処理し、その後工業団地内の下水処理設備にて処理。処理費は現在同下水処理施設を運営している“Ling Zhen water Technology Co. LTD”が一般下水に請求する金額(20 台湾元/m³)とする。

g) 排水再利用設備

工業団地の排水再利用規定では、排水量に対して 90%以上の再利用が求められている。濃縮装置を設置し、(排水量(270m³)に対して 90.7%(循環水 70m³+再利用水 175m³)条件を満たす。

h) 建設期間

当初計画案における事業者決定(2018年12月とする)から稼働(2021年1月とする)までの2年間を建中期間とする。

i) 事業採算性

i) 採算性評価基準

20年間の財務IRRで10%と設定した。

<参考金利>

台湾中央銀行政策金利:1.375%(2017年12月)

政府系5銀行1年預金金利:1.02%(2018年1月)

ii) 初期投資

桃園市基本計画に比べ家畜加工廃棄物前処理用設備の除去を行った結果、初期投資額を52億円と設定した。途中での設備更新は考慮しない。

j) 資金調達

桃園市計画における資金調達条件は以下の通り設定した。

図表 3-15: VE 案①資金調達

項目	内容	備考
総投資額	5,200,000,000 円	230t/日
資本金	820,000,000 円	≒総投資額×10%+運転経費 0.5 年分
借入額	4,680,000,000 円	
借入タイミング	▲2年目:3,000,000,000 円 ▲1年目:2,200,000,000 円	
借入金利	3.6%	2018年3月現在2.6%前半を推移している。
返済条件	3年据え置き10年払い 元金均等	

(3) 検討結果

事業として成立させるためには、桃園市から受け取る廃棄物処理単価として33,300円/トン程度(Finance IRR 10.04%、Equity IRR:46.15%)を請求することになる。桃園市基本計画に比べ処理単価は2.45%下げられた。

図表 3-16: VE 案①支出項目及び収入項目

検討ケース		VE案①										
前提条件						生活系生ごみ	122		0			
年間稼働日数			360	日/年		下水汚泥	55		200			
稼働時間			24	時間/日		事業系生ごみ	53		2736			
円/台湾元			3.65	円/台湾元		家畜加工残渣	0		2000			
賞与			2.91	ヶ月分		合計	230		4936			
社会保障事業者負担分			12.45%			平均						
廃棄物量			230	t/日	365	日/年	83950		t/年			
生活系生ごみ単価			122	t/日		台湾元/t	44530		t/年			
その他平均単価			108	t/日	1444.519	台湾元/t	39420		t/年			
製造原価	固定費	備品リース代					2,191,781	元/年	8,000,000	円/年		
		車両リース代					821,918	元/年	3,000,000	円/年		
		定期点検代					31,780,822	元/年	116,000,000	円/年		
		清掃費						元/年		円/年		
		予備費					3,287,671	元/年	12,000,000	円/年		
		小計						38,082,192	元/年	139,000,000	円/年	
	変動費	汚泥処分費	汚泥発生量	70	m3/日	360	日/年	25200		m3/年		
			汚泥処分費	700	台湾元/t				17640000	元/年	64,386,000	円/年
		廃プラ処理費	廃プラ発生量			13%	搬入量	10913.5		t/年		
			廃プラ処分費	4000	台湾元/t				43,654,000	元/年	159,337,100	円/年
		上水	使用量	65	m3/日			23400		m3/年		
			上水費	11.5	台湾元/m3				269,100	元/年	982,215	円/年
		下水	放流量	195	m3/日			70200		m3/年		
			処理費	20	台湾元/m3				1,404,000	元/年	5,124,600	円/年
		設備予備品						2,739,726	元/年	10,000,000	円/年	
		薬品費	438.3562	台湾元/処理t				36,800,000	元/年	134,320,000	円/年	
		運転課消耗品費						547,945	元/年	2,000,000	円/年	
		脱硫剤						2,465,753	元/年	9,000,000	円/年	
		活性炭						821,918	元/年	3,000,000	円/年	
		買電	買電量	175	kWh/時			1512000		kWh/年		
			基本料金	6					12,600	元/年	45,990	円/年
	従量料金		0.09	台湾元/kWh				136,080	元/年	496,692	円/年	
		小計						106,491,122	元/年	388,692,597	円/年	
	現場労務費	運転課	課長クラス	1	人	66,205	元/月	987,117	1,110,013	元/年	3,330,038	円/年
			係長クラス	3	人	42,113	元/月	1,638,617	1,842,625	元/年	5,527,874	円/年
運転班		班長	3	人	42,113	元/月	1,638,617	1,842,625	元/年	5,527,874	円/年	
		班員	6	人	33,206	元/月	2,487,461	2,797,150	元/年	8,391,451	円/年	
		受入事務	2	人	26,946	元/月	725,117	815,394	元/年	2,446,182	円/年	
	小計						8,407,806	元/年	25,223,418	円/年		
販売管理費	本社経費	社長	1	人	80,000	元/月	1,192,800	1,341,304	元/年	4,023,911	円/年	
		副社長	1	人	70,000	元/月	1,043,700	1,173,641	元/年	3,520,922	円/年	
		事務員	5	人	40687	元/月	2,559,619	2,878,292	元/年	8,634,875	円/年	
		一般管理費	15%					17,234,839	元/年	51,704,518	円/年	
	小計						22,628,075	元/年	67,884,226	円/年		
支出合計							175,609,196	元/年	620,800,241	円/年		
収入	廃棄物処理収入	生活生ごみ処理量					44,530		t/年			
		生活生ごみ処理費	33.300	元/t				1,482,849,000	元/年	5,412,398,850	円/年	
		その他処理費	1444.519	元/t				56,942,920	元/年	207,841,658	円/年	
	売電収入	発電量	170	Nm3/処理トン			14,271,500		Nm3/年			
		実発電量	0.39	Nm3/kWh			36,593,590		kWh/年			
		メンテナンス	30	日/年		6	台	26,611,200		kWh/年		
		売電単価	5.0161	元/kWh	18.30877	円/kWh			133,484,440	元/年	487,218,207	円/年
収入合計							1,673,276,360	元/年	6,107,458,715	円/年		

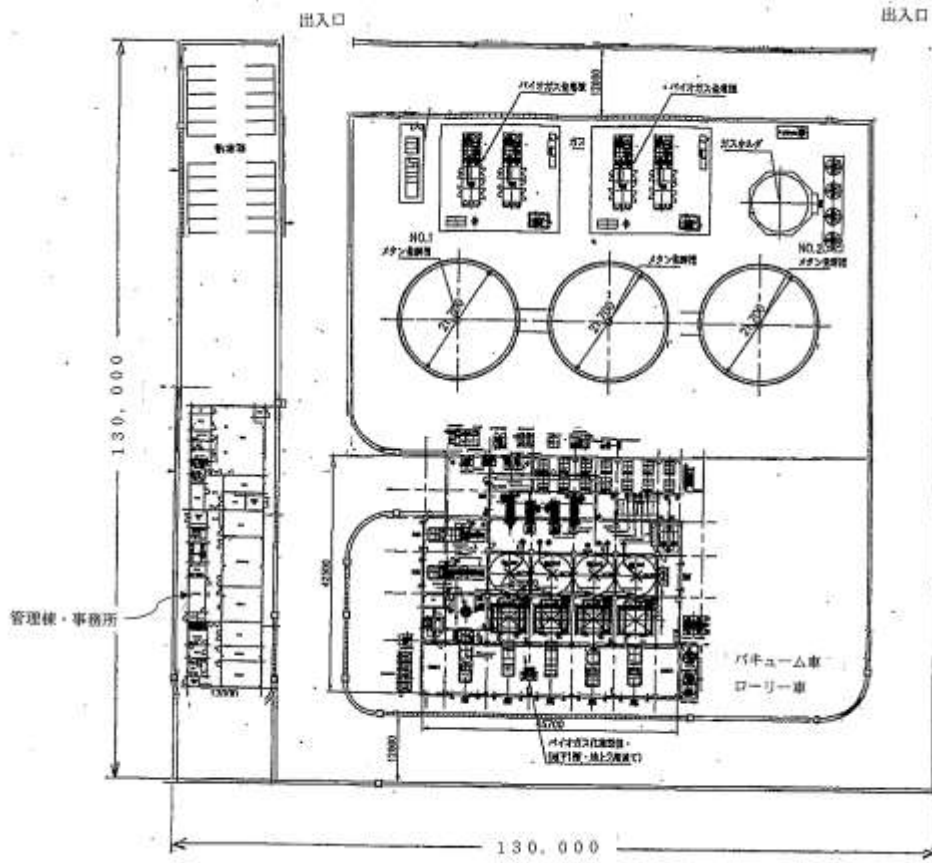
図表 3-17: VE 案①損益計算書並びにキャッシュフロー計算書

【損益計算書 (P/L)】 (単位:100万円)	損益計算書																					
	VE案①																					
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
営業収入	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000
営業支出	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000	4,800,000
営業利益	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073	16,666,073
経常利益	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000	3,400,000
経常損失	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000	1,800,000
営業収入	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000	8,751,000
営業支出	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000	5,200,000
営業利益	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
経常利益	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000	3,000,000
経常損失	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000	751,000
営業収入	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040	10,040
営業支出	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150	46,150
営業利益	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000	-3,751,000
経常利益	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000	-820,000
経常損失	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000	820,000

(4) 参考図面

a) 配置図

敷地面積は 17,000m² (建設予定地面積全体のうち、メタン発酵処理施設には 37%を使用)。



図表 3-18: VE 案①配置図

3.7 VE 案②

(1) 検討前提条件

- 桃園市では現在、台湾国内他市のように家庭からの有機性廃棄物を2分別（調理前生ごみと調理後生ごみ）していない。これがプロジェクト実施までに台湾国内他市のレベルまで行われ、調理前生ごみが計画数量、プロジェクトに持ち込まれること。
- 家畜加工廃棄物は「食肉加工業者が、その過程で排出する、皮・肉・骨・血液又は油脂を含み」、メタン発酵処理では難しい性状と判断することから、メタン発酵処理の該当から除外する。
- 下水汚泥はガス発生量の見込みが小さいため処理対象から除外する。
- 一般系生ごみ公共サービスの代行として、必要な処理費を桃園市から徴収する。
- 事業系生ごみは桃園市主導の下、計画数量が計画料金で搬入されること。
- 排水はアンモニア除去の上、海洋放流する。
- 工業団地規定（排水量に対して90%以上の水の再利用）規定を特例として除外。

(2) プラント概要

a) 対象廃棄物種類と量

VE 案②にて、メタン発酵処理を考えている廃棄物種類及び量は以下の通り。

図表 3-19: 対象廃棄物種類と量

廃棄物種類	廃棄物排出量	日換算値	年間の収入額	換算値
一般系生ごみ	44,530t/年	122 t/日	(採算性判断基準を満たす数値を逆算して算出する)	
事業系生ごみ	19,345 t/年	53 t/日	52,925,000 元/年	9,986 円/t
合計	91,250 t/年	250 t/日	71,540,000 元/年	7,300 円/t

注記) 台湾元と円の換算レート: 1 台湾元=3.65 円

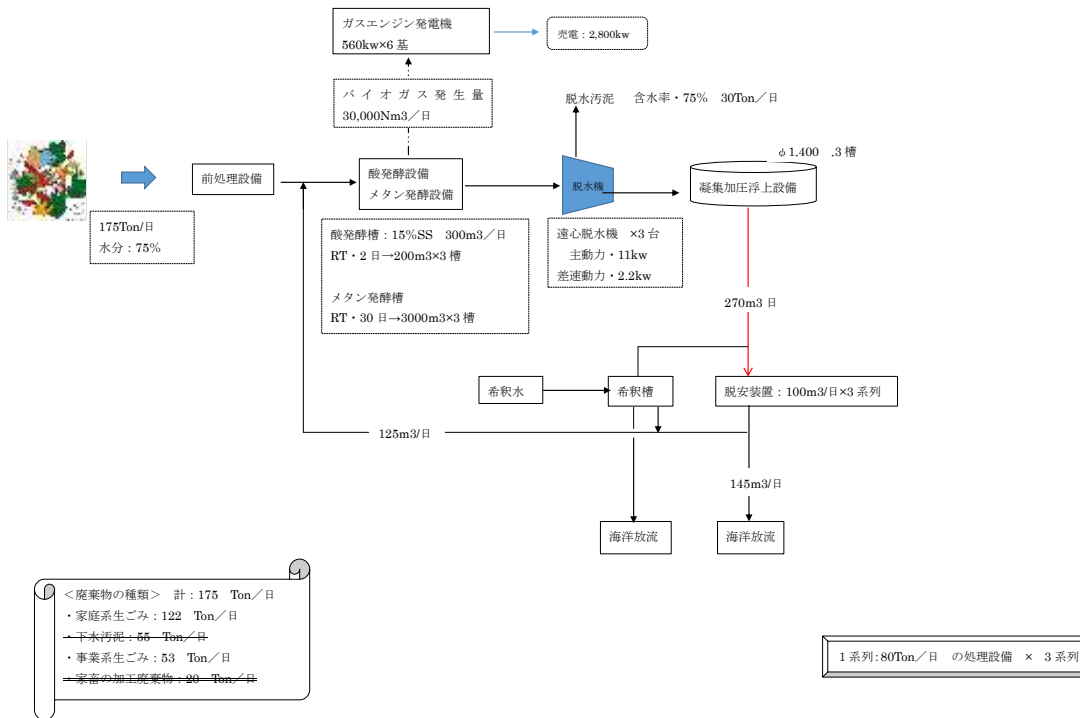
<収入源>

- ・全体的に運搬費は含まない。
- ・一般系生ごみ・下水汚泥: 採算性判断基準を満たす数値を逆算して算出する。
- ・事業系食品廃棄物: 有償で引き取る。
- ・売電: 再生可能エネルギー固定買い取り制度(18.30877 円/kWh とする)。

b) 対象廃棄物性状

提示無し。2.2(3)の数値を参照した。

c) フロー図



図表 3-20:VE 案②フロー図

d) 主要機器仕様

図表 3-21:VE 案②主要機器仕様

設備名	数量	仕様
酸発酵槽	3槽	200m ³ /槽
メタン発酵槽	3槽	3,000m ³ /槽
遠心脱水機	3台	電動機：11kW
凝集加圧浮上設備	2槽	φ1,400
脱装置	3系列	100m ³ /日・系列
ガスエンジン発電機	6基	560kw/台

e) 前処理設備

なし

f) 排水処理設備

海洋放流が許される水質まで落とす設備を設備費に含む。希釈の上、海洋放流。

g) 排水再利用設備

なし

h) 建設期間

当初計画案における事業者決定(2018年12月とする)から稼働(2021年1月とする)までの2年間で建中期間とする。

i) 事業採算性

i) 採算性評価基準

20年間の財務 IRR で 10%と設定した。

< 参考金利 >

台湾中央銀行政策金利:1.375% (2017 年 12 月)

政府系 5 銀行 1 年預金金利:1.02% (2018 年 1 月)

ii) 初期投資

桃園市基本計画に比べ家畜加工廃棄物前処理用設備並びに濃縮装置の除去を行った結果、初期投資額を 50 億円と設定した。途中の設備更新は考慮しない。

j) 資金調達

桃園市計画における資金調達条件は以下の通り設定した。

図表 3-22: VE 案②資金調達

項目	内容	備考
総投資額	5,000,000,000 円	175t/日
資本金	800,000,000 円	≒総投資額×10%+運転経費 0.5 年分
借入額	4,500,000,000 円	
借入タイミング	▲2 年目:3,000,000,000 円 ▲1 年目:2,000,000,000 円	
借入金利	3.6%	2018 年 3 月現在 2.6%前半を推移している。
返済条件	3 年据え置き 10 年払い 元金均等	

(3) 検討結果

事業として成立させるためには、桃園市から受け取る廃棄物処理単価として 30,300 円/トン程度 (Financial IRR:10.03%、Equity IRR:45.72%) を請求することになる。桃園市基本計画と比べて廃棄物処理単価を 11.2% 下げることができた。

図表 3-23: VE 案②支出項目及び収入項目

検討ケース		VE案②										
前提条件						生活系生ごみ	122		0			
年間稼働日数			360	日/年		下水汚泥	0		200			
稼働時間			24	時間/日		事業系生ごみ	53		2736			
円/台湾元			3.65	円/台湾元		家畜加工残渣	0		2000			
賞与			2.91	ヶ月分		合計	175		4936			
社会保障事業者負担分			12.45%			平均						
廃棄物量		175	t/日	365	日/年	63875			t/年			
生活系生ごみ単価		122	t/日		台湾元/t	44530			t/年			
その他平均単価		53	t/日	2736	台湾元/t	19345			t/年			
製造原価	固定費	備品リース代				2,191,781	元/年	8,000,000	円/年			
		車両リース代				821,918	元/年	3,000,000	円/年			
		定期点検代				31,780,822	元/年	116,000,000	円/年			
		清掃費										
		予備費										
				小計			3,287,671	元/年	12,000,000	円/年		
							38,082,192	元/年	139,000,000	円/年		
	変動費	汚泥処分費	汚泥発生量	70	m3/日	360	日/年	25200	m3/年			
			汚泥処分費	700	台湾元/t			17640000	元/年	64,386,000	円/年	
		廃プラ処理費	廃プラ発生量			13%	搬入量	8303.75	t/年			
			廃プラ処分費	4000	台湾元/t			33,215,000	元/年	121,234,750	円/年	
		上水	使用量	65	m3/日			23400	m3/年			
			上水費	11.5	台湾元/m3			269,100	元/年	982,215	円/年	
		下水	放流量	0	m3/日			0	m3/年			
			処理費	20	台湾元/m3			0	元/年	0	円/年	
		設備予備品					2,739,726	元/年	10,000,000	円/年		
		薬品費	438,3562	台湾元/処理t			28,000,000	元/年	102,200,000	円/年		
		運転課消耗品費					547,945	元/年	2,000,000	円/年		
		脱硫剤					2,465,753	元/年	9,000,000	円/年		
		活性炭					821,918	元/年	3,000,000	円/年		
買電		買電量	175	kWh/時		1512000		kWh/年				
		基本料金	6				12,600	元/年	45,990	円/年		
	従量料金	0.09	台湾元/kWh			136,080	元/年	496,692	円/年			
			小計			85,848,122	元/年	313,345,647	円/年			
現場労務費	運転課	課長クラス	1	人	66,205	元/月	987,117	1,110,013	元/年	3,330,038	円/年	
		係長クラス	3	人	42,113	元/月	1,638,617	1,842,625	元/年	5,527,874	円/年	
	運転班	班長	3	人	42,113	元/月	1,638,617	1,842,625	元/年	5,527,874	円/年	
		班員	6	人	33,206	元/月	2,487,461	2,797,150	元/年	8,391,451	円/年	
		受入事務	2	人	26,946	元/月	725,117	815,394	元/年	2,446,182	円/年	
				小計			8,407,806	元/年	25,223,418	円/年		
販売管理費	本社経費	人件費	社長	1	人	80,000	元/月	1,192,800	1,341,304	元/年	4,023,911	円/年
			副社長	1	人	70,000	元/月	1,043,700	1,173,641	元/年	3,520,922	円/年
		事務員	5	人	40687	元/月	2,559,619	2,878,292	元/年	8,634,875	円/年	
		一般管理費	総人件費	15%				14,138,389	元/年	42,415,168	円/年	
				小計			19,531,625	元/年	58,594,876	円/年		
			支出合計			151,869,746	元/年	536,163,941	円/年			
収入	廃棄物処理収入	生活生ごみ処理量				44,530			t/年			
		生活生ごみ処理費	30,300	元/t			1,349,259,000	元/年	4,924,795,350	円/年		
		その他処理量					19,345					
		その他処理費	2736	元/t			52,927,920	元/年	193,186,908	円/年		
	売電収入		170	Nm3/処理トン			10,858,750		Nm3/年			
		発電量	0.39	Nm3/kWh			27,842,949		kWh/年			
		実発電量	560	kW	6	台	26,611,200		kWh/年			
		メンテナンス	30	日/年								
		売電単価	5,0161	元/kWh	18,30877	円/kWh		133,484,440	元/年	487,218,207	円/年	
					収入合計			1,535,671,360	元/年	5,605,200,465	円/年	

図表 3-24: VE 案②損益計算書並びにキャッシュフロー計算書

財務分析領域	VE案②																						
	損益計算書																						
	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	
【損益計算書 (P/L)】 (単位:100万円)	175																						
	事業年度	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	事業収入	0	1330.0	665.388	1,044.621	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776
	事業コスト	0	58.101	41.782	61.782	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005
	事業利益	0	1271.899	1,002.606	982.839	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771
Total	0	1271.899	1,002.606	982.839	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	1,278.771	
【現金・預金】	175																						
	事業年度	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	現金	0	1330.0	665.388	1,044.621	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776
	預金	0	58.101	41.782	61.782	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005
	Total	0	1388.101	707.170	1,106.403	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781
【キャッシュ・フロー計算書 (C/F)】 (単位:100万円)	175																						
	事業年度	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042
	現金	0	1330.0	665.388	1,044.621	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776	1,330.776
	預金	0	58.101	41.782	61.782	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005	52.005
	Total	0	1388.101	707.170	1,106.403	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781	1,382.781

3.8 VE 案③

(1) 検討前提条件

- 桃園市では現在、台湾国内他市のように家庭からの有機性廃棄物を2分別（調理前生ごみと調理後生ごみ）していない。これがプロジェクト実施までに台湾国内他市のレベルまで行われ、調理前生ごみが計画数量、プロジェクトに持ち込まれること。
- 家畜加工廃棄物は「食肉加工業者が、その過程で排出する、皮・肉・骨・血液又は油脂を含み」、メタン発酵処理では難しい性状と判断することから、メタン発酵処理の該当から除外する。
- 一般系生ごみ並びに下水汚泥は公共サービスの代行として、必要な処理費を桃園市から徴収する。
- 事業系生ごみは桃園市主導の下、計画数量が計画料金で搬入されること。
- 既存の工業団地内下水処理施設を桃園市が実施し、高濃度窒素を含む排水の受け入れを可能とする（桃園市の投資額は本 VE 案に含まない）。
- 投資額・運転コストの高い発電は最小限とし、ガスを工業団地内企業や隣接発電所等に販売。
- 汚泥は施設な余熱で乾燥させ、固形燃料化（約 23,000kJ/kg）して販売する。
- 工業団地規定（排水量に対して 90%以上の水の再利用）規定を特例として除外。

(2) プラント概要

a) 対象廃棄物種類と量

VE 案③にて、メタン発酵処理を考えている廃棄物種類及び量は以下の通り。

図表 3-25: VE 案③対象廃棄物種類と量

廃棄物種類	廃棄物排出量	日換算値	年間の収入額	換算値
一般系生ごみ	44,530t/年	122 t/日	(採算性判断基準を満たす数値を逆算して算出する)	
下水汚泥	20,075 t/年	55 t/日	4,015,000 元/年	730 円/t
事業系生ごみ	19,345 t/年	53 t/日	52,925,000 元/年	9,986 円/t
合計	91,250 t/年	250 t/日	71,540,000 元/年	7,300 円/t

注記) 台湾元と円の換算レート: 1 台湾元=3.65 円

<収入源>

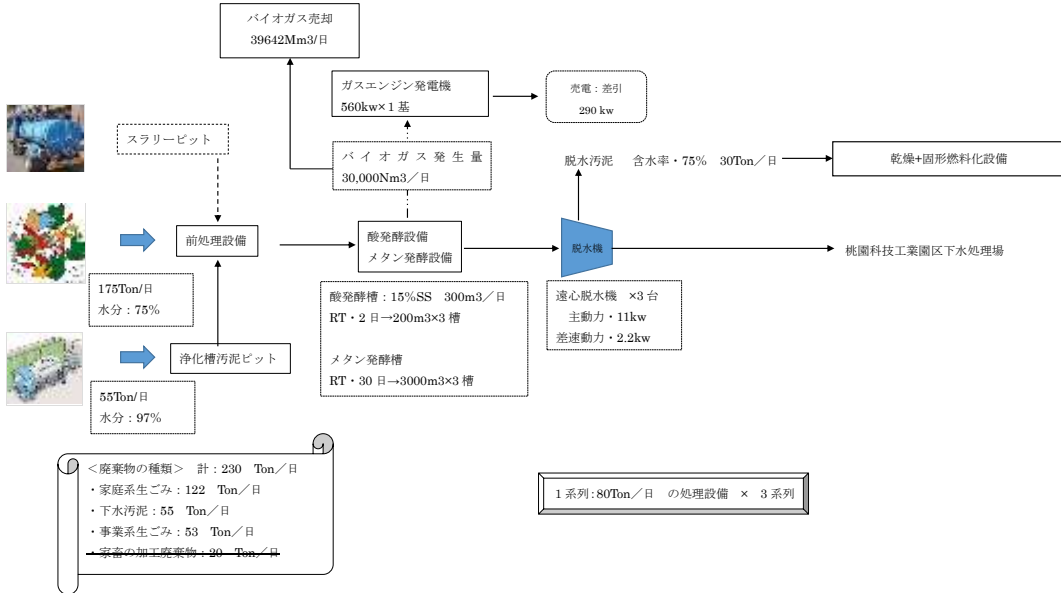
- ・全体的に運搬費は含まない。
- ・一般系生ごみ・下水汚泥: 採算性判断基準を満たす数値を逆算して算出する。
- ・事業系食品廃棄物: 有償で引き取る。

- ・売電:再生可能エネルギー固定買い取り制度(18.30877 円/kWh とする)。
- ・ガス:30 円/Nm³
- ・固形燃料:5 円/kg

b) 対象廃棄物性状

提示無し。2.2(3)の数値を参照した。

c) フロー図



図表 3-26:VE 案③フロー図

d) 主要機器仕様

図表 3-27:VE 案③主要機器仕様

設備名	数量	仕様
酸発酵槽	3 槽	200m ³ /槽
メタン発酵槽	3 槽	3,000m ³ /槽
遠心脱水機	3 台	電動機:11kW
ガスエンジン発電機	1 基	560kW/台
乾燥機+固形化設備	1 式	180t/日汚泥処理

e) 前処理設備

なし

f) 排水処理設備

なし。

g) 排水再利用設備

なし

h) 建設期間

当初計画案における事業者決定(2018年12月とする)から稼働(2021年1月とする)までの2年間を建中期間とする。

i) 事業採算性

i) 採算性評価基準

20年間の財務IRRで10%と設定した。

<参考金利>

台湾中央銀行政策金利:1.375%(2017年12月)

政府系5銀行1年預金金利:1.02%(2018年1月)

ii) 初期投資

桃園市基本計画に比べ家畜加工廃棄物前処理用設備並びに濃縮装置の除去を行った結果、初期投資額を50億円と設定した。途中の設備更新は考慮しない。

j) 資金調達

桃園市計画における資金調達条件は以下の通り設定した。

図表 3-28: VE 案③資金調達

項目	内容	備考
総投資額	3,600,000,000 円	230t/日
資本金	660,000,000 円	≒総投資額×10%+運転経費 0.5 年分
借入額	3,240,000,000 円	
借入タイミング	▲2年目:3,000,000,000 円 ▲1年目:240,000,000 円	
借入金利	3.6%	2018年3月現在2.6%前半を推移している。
返済条件	3年据え置き10年払い 元金均等	

(3) 検討結果

事業として成立させるためには、桃園市から受け取る廃棄物処理単価として 10,300 円/トン程度 (Financial IRR:10.06%、Equity IRR:40.18%) を請求することになる。桃園市基本計画と比べて廃棄物処理単価を約 70% 下げることができた。

図表 3-29: VE 案③支出項目及び収入項目

検討ケース VE案③										
前提条件						生活系生ごみ	122		0	
年間稼働日数			360 日/年			下水汚泥	55		200	
稼働時間			24 時間/日			事業系生ごみ	53		2736	
円/台湾元			3.65 円/台湾元			家畜加工残渣	0		2000	
賞与			2.91 ヶ月分			合計	230		4936	
社会保障事業者負担分			12.45%			平均				
廃棄物量		230 t/日	365 日/年	83950						
生活系生ごみ単価		122 t/日	台湾元/t	44530						
その他平均単価		108 t/日	1444.519 台湾元/t	39420						
製造原価	固定費	備品リース代				2,191,781	元/年	8,000,000	円/年	
		車両リース代				821,918	元/年	3,000,000	円/年	
		定期点検代				31,780,822	元/年	116,000,000	円/年	
		清掃費								
		予備費								
				小計			3,287,671	元/年	12,000,000	円/年
							38,082,192	元/年	139,000,000	円/年
	変動費	汚泥処分費	汚泥発生量	0 m3/日	360 日/年	0		m3/年		
			汚泥処分費	700 台湾元/t			0	元/年	0	円/年
		廃プラ処理費	廃プラ発生量		13%/搬入量	10913.5		t/年		
			廃プラ処分費	4000 台湾元/t			43,654,000	元/年	159,337,100	円/年
		上水	使用量	65 m3/日		23400		m3/年		
			上水費	11.5 台湾元/m3			269,100	元/年	982,215	円/年
		下水	放流量	0 m3/日		0		m3/年		
			処理費	20 台湾元/m3			0	元/年	0	円/年
		窒素処理	窒素量	kg/日				kg/年		
			処理費	500 台湾元/Nkg				元/年		円/年
		設備予備品					2,739,726	元/年	10,000,000	円/年
		薬品費	438.3562 台湾元/処理t				36,800,000	元/年	134,320,000	円/年
		運転課消耗品費					547,945	元/年	2,000,000	円/年
		脱硫剤					2,465,753	元/年	9,000,000	円/年
		活性炭					821,918	元/年	3,000,000	円/年
	買電	買電量	175 kWh/時		1512000		kWh/年			
		基本料金	6			12,600	元/年	45,990	円/年	
		従量料金	0.09 台湾元/kWh			136,080	元/年	496,692	円/年	
		小計			87,447,122	元/年	319,181,997	円/年		
現場労務費	運転課	課長クラス	1 人	66,205 元/月	987,117	1,110,013 元/年	3,330,038 円/年			
		係長クラス	3 人	42,113 元/月	1,638,617	1,842,625 元/年	5,527,874 円/年			
	運転班	班長	3 人	42,113 元/月	1,638,617	1,842,625 元/年	5,527,874 円/年			
		班員	6 人	33,206 元/月	2,487,461	2,797,150 元/年	8,391,451 円/年			
		受入事務	2 人	26,946 元/月	725,117	815,394 元/年	2,446,182 円/年			
			小計			8,407,806 元/年	25,223,418 円/年			
販売管理費	本社経費	人件費	社長	1 人	80,000 元/月	1,192,800	1,341,304 元/年	4,023,911 円/年		
			副社長	1 人	70,000 元/月	1,043,700	1,173,641 元/年	3,520,922 円/年		
	一般管理費	事務員	5 人	40687 元/月	2,559,619	2,878,292 元/年	8,634,875 円/年			
		総人件費	15%			14,378,239 元/年	43,134,718 円/年			
		小計			19,771,475 元/年	59,314,426 円/年				
		支出合計			153,708,596 元/年	542,719,841 円/年				
収入	廃棄物処理収入	生活生ごみ処理量			44,530	t/年				
		生活生ごみ処理費	10,300 元/t			458,659,000	元/年	1,674,105,350 円/年		
		その他処理量				39,420				
		その他処理費	1444.519 元/t			56,942,920	元/年	207,841,658 円/年		
	売電収入	売電単価	5.0161 元/kWh	18,30877 円/kWh		22,247,407 元/年	81,203,035 円/年			
		発電量	170 Nm3/処理トン		14,271,500	Nm3/年				
		実発電量	0.39 Nm3/kWh		36,593,590	kWh/年				
		メンテナンス	560 kW	1 台	4,435,200	kWh/年				
	ガス販売収入	残ガス量	14271282			117,298,205 元/年	428,138,448 円/年			
	固形燃料販売収入	ガス単価	8.219178 元/m3							
固形汚泥量		53 t/日		19,080	t/年					
	汚泥燃料単価	1369.863			26,136,986 元/年	95,400,000 円/年				
		収入合計			537,849,327 元/年	2,486,688,491 円/年				

3.9 事業性の比較と考察

桃園市基本計画に対して VE 案③は発電を捨てることで大幅に初期投資を削減しつつ、バイオガスの供給で再生可能エネルギー活用 of 新たな形を提案している。桃園市の実質的な負担は既存工業団地内下水処理施設の改造を要するが、桃園市基本計画と比べれば 1 年の稼働で十分回収が可能である。

図表 3-31: 検討結果一覧

	桃園市基本計画	VE 案①	VE 案②	VE 案③
廃棄物量				
1) 一般系生ごみ	122t/日	122t/日	122t/日	122t/日
2) 下水汚泥	55t/日	55t/日	0t/日	55t/日
3) 事業系生ごみ	53t/日	53t/日	53t/日	53t/日
4) 家畜加工廃棄物	20t/日	0t/日	0t/日	0t/日
合計	250t/日	230t/日	175t/日	230t/日
設備投資	5,300,000 千円	5,200,000 千円	5,000,000 千円	3,600,000 千円
排水再利用設備	設備費に含む	設備費に含む	設備費に含まない	設備費に含まない
窒素除去	下水放流基準まで落とす設備を設備費に含む	下水放流基準まで落とす設備を設備費に含む。	海洋放流が許される水質まで落とす設備を設備費に含む。	自前廃水処理設備無し。工業団地内の下水処理施設の改良で対応。
売電単価	18.30877 円/kWh			
売電量	26,611,200kWh			
目標 FIRR	10.0%	10.4%	10.03%	10.06%
桃園市請求単価	34,100 円/t	33,300 円/t	30,300 円/t	10,300 円/t
総廃棄物量	91,250t/年	83,950t/年	44,530t/年	83,950t/年
桃園市請求対象量	64,605t/年	64,605t/年	44,530t/年	64,605t/年
桃園市年間負担額	2,203,031 千円	2,151,347 千円	1,349,259 千円	665,432 千円
年間売電額	487,218 千円			81,203 千円
年間その他売上	246,469 千円	193,179 千円		731,380 千円
合計売上	2,936,988 千円	2,831,744 千円	2,209,656 千円	1,478,015 千円

3.10 環境負荷低減評価、社会的受容性評価

(1) 環境負荷低減効果

a) CO₂ 削減効果

桃園市基本計画、VE 案①、VE 案②、VE 案③の 4 つのケースについては、次の考えを根拠に、すべてのケースにおいてバイオガス発生量はすべて共通と考えた。

①腐敗槽からの下水汚泥はバイオガスがほぼ発生しないほど反応が進んでいる

②家畜加工残渣は 20t/日のうち夾雑物として排出されず、かつ実際バイオガスを発生する性状のものは極めて少ない

また発電量は発電機的能力によって決まるため、VE 案③は他の 3 ケースに比べ発電量は 1/6 となる。

一方、買電量については設備の数の関係で消費電力量が、“桃園市基本計画 > VE 案① > VE 案②”、となるので若干の差異が出てくる。下表は VE 案①を想定した買電量を示している。

図表 3-32: 想定売電量に基づいた CO₂ 削減効果(桃園市基本計画、VE 案①、VE 案②共通)

1. 発電設備 CO ₂ 削減効果				
項目	単位		備考	
1	搬入量	t/日	230	
2	バイオガス発生量	Nm ³ /日	43,700	
3	バイオガス発熱量	MJ/日	408,000	21.477MJ/Nm ³ の条件
4	ガスエンジン	単体kW×台数	560kW×6	
		kW	3,360	
5	電気のCO ₂ 排出係数	kg-CO ₂ /kWh	0.601	
6	A重油CO ₂ 排出係数	kg-CO ₂ /L	2.71	
①	再生電力発電によるCO ₂ 削減効果	発電量: kWh/日	80,640	
		CO ₂ 削減量: kg-CO ₂ /日	48,465	
②	排熱有効利用によるCO ₂ 削減効果	発熱量: MJ/日	231,610	
		CO ₂ 削減量: kg-CO ₂ /日	17,832	
③	CO ₂ 削減効果合計値	合計: CO ₂ 削減量: kg-CO ₂ /日	66.30	
		年間のCO ₂ 削減量(t-CO ₂ /年)	23,867	1年=30日/月×12=360日
2. 買電の影響: 買電量・690kw と仮定する。				
④	グリッド電力消費によるCO ₂ 排出量	買電量: kW	5,961,600	非再生可能エネルギーの購入分
		年間のCO ₂ 排出量(t-CO ₂ /年)	3,583	
⑤	CO ₂ 削減効果総計	年間のCO ₂ 削減量(t-CO ₂ /年)	20,284	

VE 案③の買電量も上記 3 ケース同様とする。VE 案③は他の 3 ケースとは違い、残余ガスは発電機の容量やメンテナンス期間を無視してすべて販売できるとした。また固形燃料は熱量ベースで一般炭との相対的な評価を行ったところ、CO₂ 削減量は他の 3 ケースの 3 倍以

上の効果が得られた。

図表 3-33: 想定売電量+想定売ガス量に基づいた CO2 削減効果 (VE 案③)

1. 発電設備 CO2削減効果			
項目	単位		備考
1	搬入量	t/日	230 実質175t
2	バイオガス発生量	Nm3/日	43,700
3	バイオガス発熱量	MJ/日	408,000 21.477MJ/Nm3の条件
4	ガスエンジン	単体kW×台数	560kW×1
		kW	560
5	電気のCO2排出係数	kg-CO2/kWh	0.601
6	A重油CO2排出係数	kg-CO2/L	2.71
①	再生電力発電によるCO2削減効果	発電量: kWh/日	13,440
		CO2削減量: kg-CO2/日	8,077
②	排熱有効利用によるCO2削減効果	発熱量: MJ/日	38,601
		CO2削減量: kg-CO2/日	2,972
③	CO2削減効果合計値	合計: CO2削減量: kg-CO2/日	11.05
		年間のCO2削減量(t-CO2/年)	3,978 1年=30日/月×12=360日
2. 買電の影響: 買電量・200kw と仮定する。			
④	グリッド電力消費によるCO2排出量	買電量: kW	1,728,000 非再生可能エネルギーの購入分
		年間のCO2排出量(t-CO2/年)	1,039
⑤	CO2削減効果総計	年間のCO2削減量(t-CO2/年)	2,939
3. 売ガス効果			
	ガス販売量	Nm3/年	14271282
	単位発熱量	GJ/1000Nm3	43.5 天然ガス
	発熱量当たりCO2	tCO2/GJ	0.051 天然ガス
	CO2削減効果総計	年間のCO2削減量(t-CO2/年)	31,661
4. 固形燃料販売効果(運搬によるCO2排出は無視する)			
	販売量	kg/年	19080000
	単位発熱量	GJ/kg	22.9 一般炭の約90%
	発熱量当たりCO2	tCO2/GJ	0.080729183 同上とした
	CO2削減効果総計	年間のCO2削減量(t-CO2/年)	35,273
	合計CO2削減量		69,873 t-CO2/年

(2) 社会的受容性評価

本調査では、桃園市が計画している BOT プロジェクトご目標としている廃棄物に含まれる生ごみやし尿汚泥などの有機性廃棄物を活用し、再生可能エネルギーとして活用するとともに、BOT プロジェクトとして政府(桃園市)の投資と運営コストを低減させることの可能性を検討してきた。桃園市の目的については図表 3-1 に記載の本プロジェクト承認情報に記載の通りである。

結果的には本調査のいずれのケースにおいても、桃園市にメタン発酵施設が設置されることにより廃棄物のリサイクル率の向上並びに上述の通り再生可能エネルギー発電量は増えることとなった。

但し、実現への前提条件としては、①生ごみが2分別になることに対する市民の認知と実行、②処理費の税金からの負担が発生することの容認、という2つの大きな課題がある。このことは調査の過程でカウンターパート並びに桃園市関係者へのヒアリングで共有している。

また調査では桃園市基本計画と比べ、特に事業性に着目し検討してきた結果、VE案を3ケース提案することとなった。

特にVE案③は事業性向上(=財政負担軽減)のため再生可能エネルギーの解釈を電力販売からガス販売に広げている。またメタン発酵後の排水処理に関しても桃園市の見立てはコスト負担が大きいことから、VE案②では海洋放流(実施できることに関しては行政院環境保護署でヒアリング済み)、VE案③では既存工業団地下水処理施設の使用されていない設備の改造利用(改造費は桃園市負担)の提案をしている。

これらの提案は現時点では桃園市と共有できていない内容であるため、桃園市へのカウンターパートを通じたアプローチの中でこうした考え方の受容性を確認していく。

4. 関係者向け活動

4.1 桃園市政府向け活動

既に計画概要が公表されていることもあり、桃園市環境保護局との接触を試みているものの、桃園市の計画が遅れ桃園市が各業者との接触を拒んでいるため、桃園市に対するプレゼンテーションは実施できなかったが、プレゼンテーション資料は桃園市に提出した。また、カウンターパートである中台科技公司および Cleanaway に対してプレゼンテーション・調査結果報告を行い、桃園市が各業者と接触できるようになれば速やかにプレゼンテーションを実施できるよう打合せを行った。時期を待って当社あるいはカウンターパートにて桃園市にプレゼンテーションを実施することとしている。

4.2 その他都市・投資家向け活動

本調査により、台北市内湖清掃局、台北市下水道局との接点を持ち、また、環境保護署の水質保護処、桃園市環境保護局、桃園環境工業団地の管理センターと面会し、訪日・視察を働きかけた。

それらを通して、2.5 に記載の通り、台北市、台南市、雲林県についてメタン発酵整備計画を把握できた。

また、中台科技公司の筆頭株主で産廃処分場運営最大手の Cleanaway への当社紹介を行い、訪日・視察を働きかけた。

本調査期間終了後も引き続き桃園市と同様の資料を使用し、既に接触し始めている台北市の他、主要都市環境保護署への接触を行う。

4.3 プレゼンテーション資料

Kitchen Waste Anaerobic Digestion Project Planning

~ From our experience of over 10 years operation ~

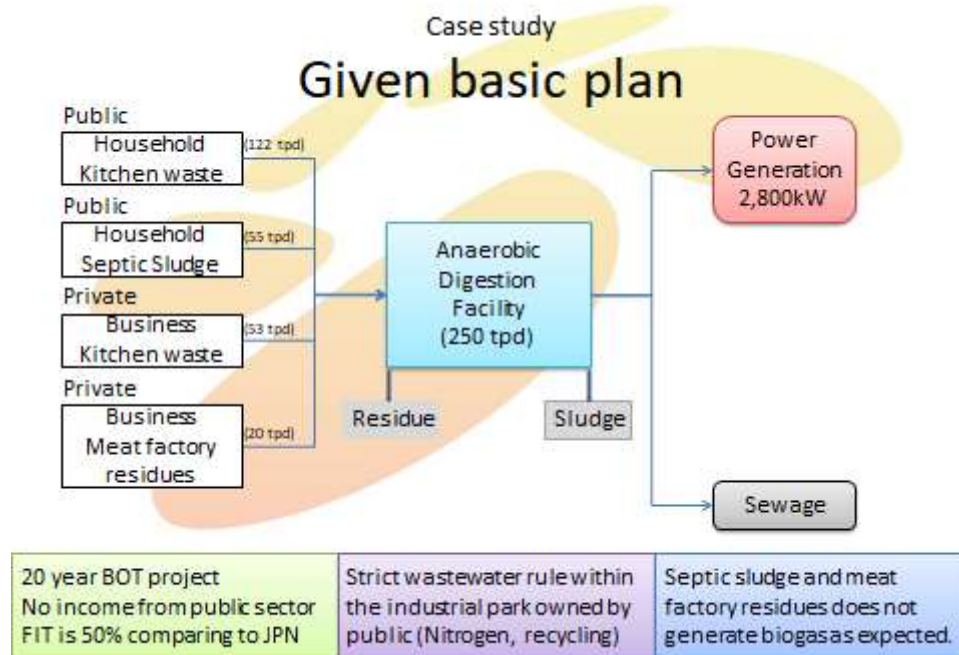
Our concepts of being “owner’s advisor” or “your co-investing partner” are:

- Planning and appraisal from “practical approach”
- Comprehensive evaluation based on purpose of each project characteristics
 - Study/Plan reviewing,
 - Technical designing,
 - Operation management,
 - Human resource training ,
 - Economical/ Financial advisory

BIOENERGY

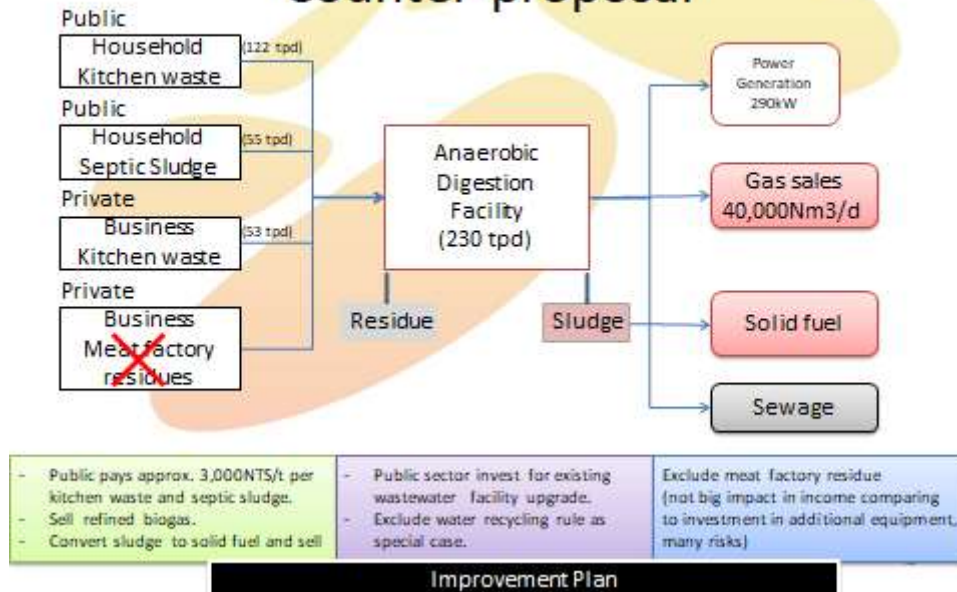
Copyrights of Bio Energy Co., LTD

1



Case study

Counter-proposal



Our Service

- Project planning advisory/appraisal
- Basic designing
- EPC company evaluation/selection advisory
- EPC management consultation
- Human resource training
- Provide "Bio-Start©" microorganism
- Vertical start-up support
- Operation support (remote monitoring)
- Emergency support (engineer direct support within 48 hours)

BIOENERGY

Copyrights of Bio Energy Co., LTD

4

5. まとめ、当社海外展開計画

5.1 まとめ

- ・桃園市の都合により、実施計画が調査申請当初の予定から 1 年程度遅延しているが、Cleanaway(現地 CP 筆頭株主)を中心とした BOT コンソーシアムの形成を進めて備えている。但し桃園市案件全体的には焼却施設が中心技術に位置付けられており、コンソーシアム形成は焼却炉メーカーを中心となる模様。
- ・当社はメタン発酵部分におけるコンソーシアムに対するコンサルティングを軸に、投資の検討を引き続き進める。
- ・本調査を通じて、台湾の生ごみ分野・家畜糞尿分野において大きな潜在市場があることを把握した。

図表 5-1: 調査目標に対する達成度(結果)と考察

修正後目標	結果	考察・代替実施事項
推定される PQ 条件に基づいた DBO コンソーシアム体制の構築。	中台科技公司並びに Cleanaway を中核とした BOT 事業全体に関するコンソーシアム(その他エンジニアリング会社、商社、建設業、焼却炉メーカー、メタン発酵処理設備メーカー) 構築を検討中。	当社はメタン発酵部分のコンサルティング参加を軸に、一部投資の検討を引き続き行う。
本案件に関する DBO コンソーシアム形成に関する MOU 案の作成。	DBO コンソーシアム形成について中台科技公司および Cleanaway と大枠合意できた。MOU 案の詳細について両社と協議中。	引き続き調整を進める。
他県/他市案件のリスト化並びに発注者・投資家等との接触、訪日・視察の働きかけ実施。	行政環境保護署において、現在台湾国内 3 か所に対して補助金をつけて生ごみ湿式メタン発酵処理施設建設計画を立て始めているという情報を得た。 台北市、台南市、雲林県についてメタン発酵整備計画を把握できた。 台北市内湖清掃局、台北市下水道局との接点を持った。 中台科技公司の筆頭株主で産廃処分場運営最大手の Cleanaway への当社紹介を行った。	当社城南島工場への台湾関係者受入れ働きかけを含め、本調査終了後も継続的に関係維持・情報交換を行う。
桃園市案件の実施スケジュールに関する情報収集。	桃園市の案件が 2017 年末に財務省の PPP 案件として承認を得たこと、および 2018 年 5 月～6 月に PQ に進む予定となっていることを本調査により把握することができた。	

5.2 当社海外展開計画

(1) 生ごみメタン発酵処理事業

a) 桃園市案件

- ・カウンターパートを通じて案件に対する当社考察を引き続き桃園市に提示していく。
- ・コンソーシアムに対して当社提案を提示するとともに、焼却炉を含めた全体最適計画の具体的検討を支援する。
- ・コンソーシアムに対する出資を引き続き検討する。

b) その他都市案件

- ・基本的には当社の経験/実績を売るオーナーへの“コンサルティング”や“アドバイザー”を中心に営業展開を図る。
- ・また現在当社で開発中の“メタン発酵設備遠隔管理システム”を活用し、安価で的確な運営管理支援を武器とした営業展開を図る。
- ・Cleanaway 社、中台科技公司、元培大学・陳准教授等を通じ、他市・他社の計画に関して引き続き情報収集を進める。
- ・具体的には、台北市環境保護署、台北市下水公社との接点ができたため、引き続きフォローを行い、台北市の計画にアドバイザーとして参画できるよう営業展開を行う。

(2) 養豚ふん尿メタン発酵処理事業

- ・平成 30 年度は、台湾市場が形成されつつある家畜糞尿メタン発酵分野も生ごみ分野と同時並行で事業進出を検討していきたい(基礎調査応募予定)。
- ・行政環境保護署の強い意向や補助制度構築の動きもあり、本分野のほうに早期に立ち上がると思われる。
- ・当社が提携検討中の家畜糞尿用メタン発酵処理設備メーカーと協力し、当社が生ごみ分野で培った知見を結集させた“遠隔監視システム”を家畜糞尿分野に応用し、技術的に差別化を図る。
- ・遠隔監視システムにより省力での複数箇所運転管理が容易となる。更に設備のリースを組み合わせた運営管理請負会社を Cleanaway 社等投資家との設立を検討し、早急に立ち上がる市場に対して事業者の負担を抑えた形で市場参入していくことを検討していきたい。

添付資料

添付資料1. 下水道放流基準

科学工業園区汚水下水道系統放流水標準

附表一

項目	規制値	備考
水温	摂氏38度以下(適用 於5月至9月)	非海面水域への排水に適用。
	摂氏35度以下 (適用 於10月至翌年4月)	
	排水が直接海洋に 排出される場合、排 出口の水温は摂氏42 度を超えてはなら ず、排出口から500 メートルの地表水温 差は摂氏4度を超え てはならない。	非海面水域への排水に適用。
水素イオン濃度指数	6.0-9.0	
フッ化物塩	15	
硝酸塩窒素	50	
アンモニア性窒素	10	水源水質保護区域の廃棄物（公害）水の排 出に適用される。
	20	2012年10月12日以前に計画を完了していな いか、または計画を完了しているが、プロ ジェクトの入札を完了しておらず、水源水 質保護区域に廃棄物（下水）水を排出して いる科学工業パークの下水道システムに適 用できる。
	75	2012年10月12日までに工事、施工、工事完 了時に完成した科学工業園区の下水道シス テムに適用され、水源水質保護区域外に排 水される。
	30	2012年10月12日以前に建設、建設、建設中 に完成した科学工業園区の下水道シス テムに適用され、水源水質保護区域外に排出さ れる。 2017年1月1日に実施しました。
オルトリン酸塩（三価リン酸と して計算）	4.0	水源水質保護区域の廃棄物（公害）水の排 出に適用される。
フェノリックス	1.0	
アニオン性界面活性剤	1.0	
シアン化物	1.0	
油脂（ノルマルヘキサン抽出 物）	10	
可溶性鉄	10	
可溶性マンガン	10	
カドミウム	0.03	
鉛	1.0	
総クロム	2.0	
六価クロム	0.5	
メチル水銀	0.0000002	
総水銀	0.005	
銅	3.0	

亜鉛		5.0		
銀		0.5		
ニッケル		1.0		
セレン		0.5		
ヒ素		0.5		
ホウ素		1.0		
硫化物		1.0		
BOD	最大値	30		
	七日平均値	25		
COD	最大値	100		
	七日平均値	80		
SS	最大値	30		
	七日平均値	25		
BOD	最大値	25	<p>1. 2016年1月1日施行。 2. 1)2009年7月31日以前に完了していない、または完了したがまだプロジェクトが請け負われていない科学工業パークの下水道システム、若しくは2) 2009年7月31日以前プロジェクトの入札が完了し、排水量が1,000立方メートル/日を超える科学産業園の下水道システムに適用</p>	
	七日平均値	20		
COD	最大値	80		
	七日平均値	65		
SS	最大値	25		
	七日平均値	20		
色度		550		
インジウム		0.1		ウエハ製造及び半導体製造及び光電子材料及び部品製造で、排水量の50%以上を再利用する科学工業パーク下水道システムに適用される。
ガリウム		0.1		
モリブデン		0.6		
総毒性有機物		1.37		

科学工業園区汚水下水道系統放流水標準

附表二

排出管理区別	適用対象	項目	規制値	備考
レベル1：地域内の特定の水域の水質が、灌漑用水の水質基準を満たしていない	サイエンスパーク内の新しい下水道制度：地方自治体、郡（管轄区域）の管轄機関は、総管理区域の前に許可証（文書）を取得していないと発表した	カドミウム	<0.005	1、 1.自治体、郡（市）の管轄機関、または中央管轄区域直轄の自治体が、農地保護のために水域の総排出区域に特別な保護を与える旨を発表した日に実施されるものとする。 2、 2.この列は実際の定量可能な限界値を採用し、"<"記号で表されます。
		総クロム	<0.01	
		六価クロム	<0.02	
		銅	<0.01	
		亜鉛	<0.01	
		ニッケル	<0.02	
	科学工業団地の下水道システム：自治体、郡（市）、または自治体の所管官庁は、総管理区域の前に許可証（文書）を取得している	カドミウム	0.015	地方自治体の管轄当局が農地水域の総排出面積を保護するために特別に指定すると発表してから2年後に実施されるものとする。
		総クロム	1.0	
		六価クロム	0.25	
		銅	1.5	
		亜鉛	2.5	
ニッケル		0.5		
レベル2：地域内の特定の水域の水質が、灌漑用水の水質基準を満たしている		カドミウム	0.015	自治体、郡（市）の所管官庁又は自治体又は郡（市）の管轄下にある自治体が、農地保護のために水域の総排出区域に特別な保護を与える旨が発表された日に実施されるものとする。
		総クロム	1.0	
		六価クロム	0.25	
		銅	1.5	
		亜鉛	2.5	
		ニッケル	0.5	
		カドミウム	0.015	地方自治体の管轄当局が農地水域の総排出面積を保護するために特別に指定すると発表してから2年後に実施されるものとする。
		総クロム	1.0	
		六価クロム	五0.25	
		銅	1.5	
		亜鉛	2.5	
		ニッケル	0.5	

添付資料2. 再生可能エネルギー—固定買い取り価格

TAIWAN FEED-IN-TARIFFS

TENTATIVE 2018 FEED-IN-TARIFFS FOR RENEWABLE ENERGY (NT\$/ KWH)

Based on: BOE, compiled by Digitimes, September 2017



* Solar Rooftop PV systems have ranges depending on capacity and part of the year of 2018 from 4.2942 to a max of 5.3848 TWD/ kWh - ** Wind Onshore >30 kW depending on LVRT equipment used or not - *** Wind Offshore depending on duration of FIT (20 years/ 10 years + 10 years)

出典: www.thinkgeoenergy.com/

添付資料3. 現地投資関連基礎情報

JETRO・台湾投資関連コスト情報(JETROホームページより)

JETRO 投資関連コスト				都市名:台北(台湾)		
調査実施時期:2016年10月~2017年1月				換算レート:1ドル= 31.962台湾元(2017年1月5日のインターバンクレート仲値)		
※特に追記がない場合はVATを含む。						
調査項目				米ドル	現地通貨	備考
製造業	1	ワーカー(一般工職) (月額)	1,039	33,206	出所:アジア・オセアニア進出日系企業実態調査(2016年10~11月 ジェットロ実施) 正規雇用(実務経験3年程度の作業員) 基本給 年間負担額:17,095ドル(546,380台湾元)(基本給、諸手当、社会保 障、残業代、賞与等含む)	
	2	エンジニア(中堅技術者) (月額)	1,318	42,113	出所:同上 正規雇用(専門学校/大卒以上・実務経験5年程度のエンジニア) 基本給 年間負担額:21,947ドル(701,484台湾元)(基本給、諸手当、社会保 障、残業代、賞与等含む)	
	3	中間管理職(課長クラス) (月額)	2,071	66,205	出所:同上 正規雇用(大卒以上・実務経験10年程度のマネージャー) 基本給 年間負担額:34,817ドル(1,112,813台湾元)(基本給、諸手当、社会 保障、残業代、賞与等含む)	
非製造業	4	スタッフ(一般職) (月額)	1,273	40,687	出所:同上 正規雇用(実務経験3年程度の一般職) 基本給 年間負担額:22,801ドル(728,755台湾元)(基本給、諸手当、社会保 障、残業代、賞与等含む)	
	5	スタッフ(営業職) (月額)	調査対象外			
	6	マネージャー(課長クラス) (月額)	2,259	72,205	出所:同上 正規雇用(大卒以上・実務経験10年程度のマネージャー) 基本給 年間負担額:39,253ドル(1,254,618台湾元)(基本給、諸手当、社会 保障、残業代、賞与等含む)	
	7	店舗スタッフ(アパレル) (月額)	843	26,946	出所:労働部 商店販売員(アパレルに限らない)の基本給(諸手当、月次業績賞与 含む) 非正規スタッフを含む。	
	8	店舗スタッフ(飲食) (月額)	636	20,338	出所:同上 飲食店店員の基本給(諸手当、月次業績賞与含む) 非正規スタッフを含む。	
賃金	9	法定最低賃金	657/月	21,009/月	出所:労働部 改定日:2017年1月1日	
	10	賞与支給額 (固定賞与+変動賞与)	基本給の2.91カ月分		出所:アジア・オセアニア進出日系企業実態調査(2016年10~11月 ジェットロ実施)	
	11	社会保険負担率	事業主負担率:12.45% 従業員(本人)負担率:3.5% 事業主負担率の内訳: 健康保険:4.5% 労働保険:7.95% 従業員(本人)負担率の内訳: 健康保険:1.4% 労働保険:2.1%		出所:労働部労働保険局、衛生福利部中央健康保険署 月額賃金28,800円の場合 労働保険の内訳: ・事業主負担は(1)~(3) (1)労働保険普通事故保険費 (2)労働保険職業保険費 (3)就業保険費 ・従業員(本人)負担は(1)と(3)	
	12	名目賃金上昇率	2014年:3.58% 2015年:2.52% 2016年:0.26%(1~10月)		出所:行政院主計総処 基準年:2011年	

地価・事務所賃料等	13	工業団地(土地)購入価格(1平方メートル当たり)	2,082	66,550	出所:台湾工業用地供給服務資訊網 中●工業団地 ●は土備に歴、歴の木の部分が禾 税・管理費・諸経費別	
	14	工業団地借料(1平方メートル当たり、月額)	3.32	106	同上	
	15	事務所賃料(1平方メートル当たり、月額)	13	402	出所:信義房屋 松山区復興北路(金融ストリート) 169.3m2 税・管理費・諸経費別	
	16	市内中心部店舗スペース/ショールーム賃料(1平方メートル当たり、月額)	45	1,448	出所:同上 南京東路商店街(台北市中心部、MRT南京復興駅出口) 262.5m2 税・管理費・諸経費別	
	17	駐在員用住宅借上料(月額)	1,971	63,000	出所:スターツ台湾 天母地区(台北市北部)、158.7m2(3LDK) 税・管理費・諸経費別	
公共料金	電気料金	18	業務用電気料金(1kWh当たり)	月額基本料:5.22~7.38 1kWh当たり料金:0.07~0.10	月額基本料:167~236 1kWh当たり料金:2.35~3.13	出所:台湾電力公司 月額基本料、1kWh当たり料金とも夏季(6月1日~9月30日まで)とそれ以外で異なる。
		19	一般用電気料金(1kWh当たり)	月額基本料:1.02 1kWh当たり料金:0.05~0.19	月額基本料:32.6 1kWh当たり料金:1.63~6.13	出所:同上 月額基本料は使用量20kWh以下の場合 1kWh当たり料金は夏季とそれ以外で異なる。 支払いは2カ月に1回
	水道料金	20	業務用水道料金(1立方メートル当たり)	月額基本料:0.56~1,818 1m3当たり料金:0.23~0.38	月額基本料:18~58,120 1m3当たり料金:7.35~12.08	出所:台湾自來水公司 月額基本料はメーター口径によって13~400mm以上の13段階 1m3当たり料金は月間使用量によって異なる。
		21	一般用水道料金(1立方メートル当たり)	月額基本料:0.56~1,818 1m3当たり料金:0.23~0.38	月額基本料:18~58,120 1m3当たり料金:7.35~12.075	同上
	ガス料金	22	業務用ガス料金(単位当たり)	月額基本料:6.26~26 1m3当たり料金:0.37	月額基本料:200~840 1m3当たり料金:11.76	出所:大台北區瓦斯股份有限公司 都市ガス
		23	一般用ガス料金(単位当たり)	月額基本料:1.88~7.35 1m3当たり料金:0.37	月額基本料:60~235 1m3当たり料金:11.76	同上

輸送	24	コンテナ輸送(40ftコンテナ) 対日輸出	80~100	2,560~3,200	出所:日系物流会社(2017年1月時点) 都市名:台北 最寄り港:基隆港 対日輸出:基隆港→横浜港 陸上輸送費別
	25	コンテナ輸送(40ftコンテナ) 第三国輸出	2,002~2,203	64,000~70,400	出所:同上 都市名:台北 最寄り港:基隆港 第三国仕向け港:ロサンゼルス港 第三国輸出:基隆港→ロサンゼルス港 陸上輸送費別
	26	コンテナ輸送(40ftコンテナ) 対日輸入	250~300	8,000~9,600	出所:同上 都市名:台北 最寄り港:基隆港 対日輸入:横浜港→基隆港 陸上輸送費別
	27	レギュラーガソリン価格(1リットル当たり)	(1)0.90 (2)0.84 (3)0.79	(1)28.8 (2)26.8 (3)25.3	出所:台湾中油 (1)98号ガソリン (2)95号ガソリン (3)92号ガソリン
	28	軽油価格(1リットル当たり)	0.72	23.1	出所:同上
税制	29	法人所得税(表面税率)	(1)免税 (2)(課税所得額-12万円)÷2 (3)17%		出所:所得税法第5条 (1)12万円以下 (2)12万円超~18万1,818元以下 (3)18万1,818元超
	30	個人所得税(最高税率)	45%		出所:同上 5~45%の6段階の累進課税
	31	付加価値税(標準税率)	5~10%		出所:加価値型および非加価値型営業税法第10条 営業税(国税)
	32	日本への利子送金課税(最高税率)	10%		出所:所得に対する租税に関する二重課税の回避及び脱税の防止のための公益財団法人交流協会と亜東関係協会との間の取決め(日台租税協定)
	33	日本への配当送金課税(最高税率)	10%		同上
34	日本へのロイヤルティー送金課税(最高税率)	10%		同上	

添付資料4. 組成分析手順

一般廃棄物分析方法総則

- 一、 方法概要
本方法総則は一般廃棄物サンプル特性及び性質、保存、処理、測定或は機器分析等の総合手引きである。一般廃棄物サンプルの指定項目分析の際の参考とする。本方法総則の中の“生ごみ”とは未焼却の廃棄物を指す。“熟成ごみ”は焼却後の灰残滓(飛灰、ボトムアッシュ)を指す。
- 二、 適用範囲
本総則の適用範囲は、一般廃棄物の物性、組成、元素、重金属及び特性認定の分析であり、一般廃棄物のサンプリング方法、保存及び分類方法を記述する。詳細は“一般廃棄物のサンプリング方法”を参照。一般廃棄物の測定分析項目及び方法は表一を参照。
- 三、 干渉
一般廃棄物は都市間の違いと人民生活習慣の変化により、そのサンプルの特性は地域によって、季節によって異なる。サンプリング計画の制定、サンプルの前処理、測定範囲と項目の選択により異なった結果となる。その時々々の干渉の違いから適当な方法を選択し執行する。干渉資料詳細は各測定方法を参考。溶剤、試薬、ガラス容器皿及びその他サンプル処理過程の中で使用した器皿は、サンプルの分析に誤差或いは干渉を生じさせる可能性がある。これらの物質は全て設定した分析条件下で空白分析を行い、無干渉を証明したうえで使用する。
- 四、 設備及び材料
 - (一) サンプル容器：150°Cに耐えるプラスチック袋或はプラスチック容器。
 - (二) サンプル前処理設備：
 - 1 .乾燥箱：循環送風式乾燥箱。排気設備があり 105±5°Cに設定できること。
 - 2 高強度ハサミ、粉碎機（サンプルを切断及び1mm以下に粉碎する）。
 - (三) 分析機器
 - (四) 試験室の安全防護設備
 - 1 排気設備：サンプル前処理場所或は汚染発生場所であるため分析機器の排気口から排気設備を設置する。揮発性有機物或は超低濃度重金属の試験室は、適当な間隔を設け及び独立空調の正圧室とする。毒性の高い化合物例えばダイオキシンの測定は負圧室を設けること。
 - 2 緊急洗顔器、洗浄シャワー設備及び消火施設。
- 五、 試薬
 - (一) 全ての試験に使用する試薬は必ず指定試薬を使用、特に説明がない限り、全ての試薬は指定試薬の規格品であること。もしその他の試薬を使用する場合、必ず事前に試薬の純度が十分高いかを確認し、試験結果の精度を下げないことに努めること。
 - (二) 試薬水：重金属及び一般の試験分析の阿合、通常水道水を過濾しイオン交換樹脂処理し、更に蒸留器或は逆浸透膜で処理する。
- 六、 サンプリング
サンプリングと保存方法については「一般廃棄物のサンプリング方法」を参照。サンプルはサンプリングの現場で容積分析、分類、包装、重量計測後、試験室に持ち帰り前処理を行う。
- 七、 手順
 - (一) 生ごみの前処理及び試験項目（試験項目、方法及び分析結果記録紙は参考表一、表二）
 1. サンプルの前処理：
 - (1) 「一般廃棄物サンプリング方法」による採取したサンプルは均一に混合四分法で分類した半分のサンプルを小分けに包装し、重量を計る。
 - (2) サンプルは空気乾燥を12時間行い、重量を計り、ごみの固有水分を求める。
 - (3) 試験室に持ち帰り、乾燥させる。「一般廃棄物(ごみ)の縮分測定方法」(NIEARR213)に基づき重量を計り各類サンプルの水分総水分を測定する。
 - (4) 混合サンプル、7種類の可燃性サンプルはドライベースにおけるg比例で約1から2kg採取する。
 - (5) 破碎、破碎混合のサンプルは1mm以下まで粉碎する。
 - (6) 縮分、四分法においては1から2kgにつき縮分粉碎サンプルは0.5～1kg採取する。
 2. 分析項目：単位容積、総水分、発熱量
 - (1) 単位容積の重さ：「一般廃棄物単位容積重さ測定方法-外観密度測定法」を参照、サンプルの輸送過程及び干渉の発生を避けるため、サンプリング現場でこの項目を測定する。

- (2) ゴミ組成成分水分：「一般廃棄物水分測定法方法」を参考、サンプリング現場で「単位容積重さ」の測定を終えたサンプルはすぐに分類を行うこと。小分け、計量、記録後、再びサンプルは試験室に戻し乾燥しサンプル組成と水分を計測。
- (3) 発熱量：「廃棄物発熱量測定方法-燃焼カロリー計測法」を参照。本法で測定した発熱量はドライベースの高位発熱量で、再び計算方式でウェットベースの高位発熱量とウェットベースの低位発熱量を求める。
- (4) 灰分、可燃分：「廃棄物中灰分・可燃分の測定方法」を参照。水分測定後直ちに本項の計測を行う。
- (5) 元素分析：本計測項目は「廃棄物中元素含有量測定方法-燃焼管法」或は「廃棄物中炭素、水素、硫黄、酸素、窒素元素の含有量の測定方法-元素分析機器法」で分析を進める。
- A. 「廃棄物中の元素含有量の測定方法-燃焼管法」或は「廃棄物中の炭素、水素元素含有量測定方法-燃焼管法」、「廃棄物中硫黄、塩素元素含有量測定方法-燃焼管方法」及びユニット方法「廃棄物中のケーリー窒素含有量測定方法」。(酸素元素含有量は註2方式から求める)
- B. 「廃棄物中炭素、水素、硫黄、酸素、窒素の元素含有量測定：元素分析機器法」

(二) 熟成ごみの測定項目（測定項目、方法及び分析結果の記録表は表一、表二を参考）

1. サンプルの前処理：サンプルを均一に混ぜる。

2. 分析項目：水分、pH、毒性の溶出、灼熱減量

(1) 水分：「廃棄物含水量測定方法-間接測定法」を参考

(2) pH：「廃棄物のイオン濃度指数（pH値）測定法」を参考

(3) 毒性の溶出：「事業廃棄物毒性特性の溶出順序」を参考

(4) 灼熱減量：「焼却炉残滓の灼熱減量測定法」を参考、焼却燃焼後の灰残滓（飛灰、ボトムアッシュ）の灼熱減量。

八、 表示

単位：一般廃棄物計測は別に規定がない限り、全て国際単位システム（SI）で表示、一般廃棄物通常は mg/L（ドライベース）で表示、水分は%で表示。溶出毒性溶出試験（TCLP）は mg/L で表示。

九、 品質管理

環境保護署環境検査所の公告「環境検査室品質管理指針通則（NIEA PA101）」及び「環境検査室品質分析執行手引き（NIEA PA104）」

十、 参考資料

1. 日本厚生省環境衛生局水道環境部環境整備課・焼却施設各種試方法、昭和58年（1983）
2. 日本工業分析方法標準 1994
3. 行政院環境保護署・事業廃棄物測定方法総則（NIEA R101.01C）民国91年3月（2002）
4. 行政院衛生署環境保護局・ごみサンプリング分析手引民国73年5月（1984）

註1：一般廃棄物（ごみ）サンプルの物理的組成は 1.紙類 2.繊維布類 3.木竹藁類 4.生ごみ 5.プラスチック 6.皮革橡膠類 7.鉄金属類 8.非鉄金属類 9.ガラス類 10.その他不燃物（陶器、砂泥塊） 11.その他（含5mm以下の雑物）等：其の内可燃性は第1から第6及び第11類等7類。

1. 廃棄物組成換算

廃棄物の物理的組成、発熱量或は実験で得た数値を用いてドライベース元素組成の割合をウェットベース%に換算する。

(一) ドライベース物理組成のウェットベース物理組成への換算

1) 必要な情報

- | | |
|--------------------|--------------------------|
| (1) 各組成のドライベース重量 | : WD1-WD3...WDN |
| (2) 各組成のドライベース百分比 | : PD1、PD2、PD3...PDN |
| (3) ドライベース総重量 | : (必ずしも必要ではない、100に仮定できる) |
| (4) ドライベースの総重量 WDT | : (必ずしも必要ではない、100に仮定) |
| (5) 各組成の水分 | : PH1、PH2、PH3...PHN |

$$PH1 = (Ww1 - WD1) / Ww1$$

2) 計算の順序下記

- (1) 個別組成のドライベース重量を計算
 $PD1 \times WDT = WD1$
- (2) 個別組成中の水分重量を計算
 $WH1 = WD1 \times PH1 / (1 - PH1)$

- (3) 個別組成のウェットベース重量を計
 $Ww1 = WD1 + WH1$
- (4) ウェットベース組成総重量を計算
 $WwT = Ww1 + Ww2 + Ww3 + \dots + WwN$
- (5) 個別ウェットベース物理組成百分比
 $PW1 = Ww1 / WwT$
 $PW2 = Ww2 / WwT$

(二) ウェットベース物理組成をドライベース物理組成に換算

1) 準備する情報

- (1) 各組成のウェットベース組成の百分比 $Pw1$ 、 $Pw2$ 、 $Pw3$ 、 Pwn
- (2) ウェットベース総重量 WWT (必要でない、100 に仮定できる)
- (3) 各組成の水分 $PH1$ 、 $PH2$ 、 $PH3$ 、 \dots 、 PHN

2) 計算順序

- (4) 個別組成のウェットベース重量： $PW1 \times WW1 = WW1$
- (5) 個別組成の水重量を計算： $WH1 = WW1 \times PH1$
- (6) 個別組成のドライベース重量を計算： $WDT = WW1 - WH1$
- (7) ドライベース組成総重量を計算： $WDT = WD1 + WD2 + WD3 + \dots + WDN$
- (8) 個別ドライベース物理組成百分比： $PD2 = WD2 / WDT$

(三) ドライベース元素分析をウェットベース元素分析の比例への換算

乾燥サンプルで元素分析の結果、ウェットベースの元素分析比の換算がより広範囲に応用できる。

1) 総水分量の計算 (水の重量)

- (1) 水重量 = ウェットベース組成 \times 水分 = $PW1 \times PH1$
- (2) 個別組成の水重量合算すると総水分が得られる： $\text{総水分} = \Sigma (PW1 \times PH1 / 100)$
- (3) 水分重量 = ウェットベース総重量 - ドライベース総重量 = $WWT - WDT$
- (4) 水分 = 総水分 / ウェットベース総重量

2) 既に知っているドライベース灰分・ウェットベースの灰分を計算

$$\text{ウェットベース灰重量} = \text{ドライベース灰重量} \times (100 - \text{総水分}) / 100$$

3) ウェットベース可燃分 = $100 - \text{水分} - \text{ウェットベース灰分}$

4) 個別元素のウェットベース百分比 (炭素、水素、窒素、硫黄、塩素)

$$(\text{炭素、水素、窒素、硫黄、ドライベースの実験結果}) \times \text{ウェットベース可燃分} / \text{ドライベース可燃分}$$

$$\text{酸素} = \text{ウェットベース可燃分} - \Sigma (\text{カーボン} + \text{水素} + \text{窒素} + \text{サルファ} + \text{CL}) \text{の百分比}$$

(四) 発熱量間の換算

1) ドライベース発熱量 hD : 実際に実験室での測定で得た数値

2) ウェットベース高位発熱量 hh : $hh = \text{ドライベース発熱量} \times (100 - \text{水分}) / 100$

3) ウェットベース低位発熱量 hI : $hI = \text{ウェットベース高位発熱量} - 6 \times (9H + W)$

H : 水素含有量、W : 総水分

表一 一般廃棄物測定分析項目及び方法一覧表

適用対象	測定項目	測定方法	公告番号
一般廃棄物	サンプリング	一般廃棄物（ごみ）サンプリング方法	NIEA R124
	測定総則	一般廃棄物（ごみ）測定方法 総則	NIEA R125
	単位容積重量	一般廃棄物（ごみ）単位容積 重量測定方法-外観密度測定方法	NIEA R215
	総水分	一般廃棄物（ごみ）水分測定法	NIEA R213
	発熱量	廃棄物発熱量測定方法-燃焼カプセル熱カロリー計測 法	NIEA R214
可燃性ごみ	水分	一般廃棄物（ごみ）水分測定法	NIEA R213
	三成分 元素 分析	灰分、可燃廃棄物中の灰分、可燃分測定方法 廃棄物中炭素・水素含有量測定方法-燃焼管法 廃棄物中硫黄・塩素含有量測定方法-燃焼管法 廃棄物中空素含有量測定方法 酸素、窒素元素含有量測定方法-元素分析機器法、 事業廃棄物サンプリング方法 廃棄物含水量測定方法-間接測定法 廃棄物の水素イオン濃度指数（pH 値）の測定方法 事業廃棄物の毒性特性の溶出順序	NIEA R205 NIEAR R403 NIEAR R404 NIEAR R410 NIEAR R409 NIEA R118 NIEA R203 NIEA R208 NIEA R201
焼却飛灰、 ボトムアッシュ	灼熱減量	焼却灰の灼熱減量測定方法	NIEA R216

表二 ごみ分析結果登録録

サンプル NO. 分析日時 記録

項目		第1回	第2回	第3回	第4回	平均
可燃物	紙類 (%)					
	繊維布類 (%)					
	木竹、藁、落葉 (%)					
	生ごみ (%)					
	プラスチック類 (%)					
	皮革、ゴム類 (%)					
	その他 (含 5mm 以下の雑物) (%)					
	合計 (%)					
不燃物	鉄金属 (%)					
	非鉄金属類 (%)					
	ガラス類 (%)					
	その他不燃物 (陶器、砂土) (%)					
	合計 (%)					
三成分分析	水分 (%)					
	灰分 (%)					
	可燃分 (%)					
元素分析 ドライベース	炭素 (%)					
	水素 (%)					
	酸素 (%)					
	窒素 (%)					
	硫黄 (%)					
	塩素 (%)					
	発熱量					
ドライベース						
ウェットベース 高位発熱量 (kcal/kg)						
ウェット低位発熱量 (Kcal/kg)						

三成分組成	可燃分			灰分		水分	
化学成分	炭素、水素、窒素、酸素 硫黄、塩素			純灰分	不燃分	固有水分	付着水分
乾燥ドライベース物理組成	紙	生ごみ	プラスチック	不燃物		可燃物	
風乾ドライベース物理組成	紙	生ごみ	プラスチック	不燃物			
湿ベース物理	紙	生ごみ	プラスチック	不燃物			

一般廃棄物サンプリング方法
2004年2月3日環署検字第0930008114号公告

2004年5月15日より実施

一、 方法概要

この方法は一般生ごみの処理、処理前・該当地区のごみ組成及びその他成分の分析結果を理解するための調査、処理或は管理の用途とするサンプリング仕様の適用範囲、設備及び材料、サンプリングの場所、サンプリング数、方法、保存及び輸送、サンプリング時の安全処置、品質管理等、廃棄物サンプリングの原則性手引きとする。

二、 適用範囲

- (一) 本方法は「廃棄物清掃法」で規定しているごみ処理、処理場所の設置・回収及びその他各種異なる目的の一般廃棄物サンプリング作業に適用される。
- (二) 本方法はごみ埋め立て場、処理工場及び転送ステーションにまだ容積の減量や処理がされる前の生ごみのサンプリングに適用する。
- (三) ごみの基本組成の調査以外のその他目的（例えばコンポスト、焼却炉貯留ピット）のサンプリングの場合、その目的及びローケーションの特性を把握し、予めサンプリング計画を作成し執行の基とすること。
- (四) 収集したサンプルは物理組成分析及び化学特性の測定に使用する。

三、 干渉

- (一) ごみのサンプリングは天候の影響を受けやすく、雨天はそのごみの水分量を変え、サンプルの代表性に影響を与える。サンプリングは曇りか晴天に行う。
- (二) ごみのサンプルは代表性があることが重要。ごみの基本組成調査は市場、学校、工業団地等代表性を持たない廃棄物は排除すべきである。重大災害及び祭り期間のごみ質量は、代表性がないので排除すべき。
- (三) 雑物混入の恐れがある事業廃棄物は、焼却炉貯留ピット及びその他既に干渉を受けているサンプリング点ですべきで、直接サンプリングを避ける。
- (四) ごみは水分を含むため、使用する貯留容器は不透水及び水分を吸収しないものを選ぶこと。サンプルはサンプリング後即分類すること。

四、 設備及び材料

(一) サンプリング器材

サンプリング器材は必ず廃棄物の貯蔵状況により選択すること。ごみの種類、体積、数量と測定待ちなど目的から有用な道具を選択すること。

1. サンプリングスコップ：ステンレス製或は樹脂製の材質、規格は大から小、大型はセメントの攪拌、小型は園芸用、適当な大小のスプーン、柄杓等で代替できる。
2. 単位容積重量測定容器：0.1 m³の金属盒（0.5m×0.5m×0.4mH）
（ステンレス製が望ましい。耐重力、投げ捨てに耐える合金。）
3. 破袋工具、熊手、鎌或はハサミ等各種工具。
4. 攪拌工具：大型ブルドーザー、パワーシャベル或はバケット、或は足でサンプルをひっくり返す：人手による攪拌工具は例えばスコップ、熊手或は柄の長い取手等。
5. 分類工具：防水布（6m×6m以上）、磁石、穴径5mm標準篩、鉄鋏み。
6. その他補助工具、ポール、黄色い警戒ロープ、タグ、ガムテープ、計算機、巻き尺、20kg以下計量秤（精度は0.01kg）、40kg以上計量秤、（精度0.1kg）及び補助照明設備、電気供給設備等。

(二) サンプル容器

サンプル容器選択時、廃棄物の性質により、サンプルの体積と測定待ちの項目を考慮する。分類後のサンプルの貯蔵容器は500gから5kgを選定、不吸水、耐酸アルカリ及び直接乾燥機でサンプルを乾燥できる、耐熱温度150°C以上のプラスチック袋或は容器。

(三) 安全防護装備

1. ごみには鋭利の物品が含まれており、例えば釘、カミソリの刃注射針及びガラス片等があることを作業員には必ず知らせる。素手で力を出して攪拌混合しないこと。作業員がごみに接触し分類を行なう時、必ず適当な防護・ごみサンプリング時の個人防護装備（Personal protection equipment 略称 PPE）：(1) 呼吸保護器：活性炭防塵マスク或は顔当てマスク、(2) 防護装備：内外式化学防護手袋、厚手手袋、安全防護の厚手長（半）安全靴、安全帽、防護メガネ。
2. 工場での防護設備：現場隔離及び作業区別（例えば廃棄物放置場所、サンプリング場所、勤務者支援場所、人員の休憩場所等）の警告或は隔離表示。
3. その他設備：通信機材、交通手段、廃棄物運搬道具その他。

五、 試薬：なし

六、 サンプリング

ごみのサンプリング作業では個別にサンプリング書を設定し、サンプリング方法、ウェットベース物理組成の分類、サンプルの保存及び輸送、安全防護及び作業場の復元等を下記の通り計画する：

- (一) サンプリングの計画書の作成：サンプリングを行う前にサンプリング計画書を作成する。サンプリング計画書に最低限記載する事項は次の通り：

1. 背景の説明
2. サンプリング組織と分担
3. 現場設備と相関措置
4. サンプルの管理、輸送及び作業
5. 安全衛生及び汚染防止処置

- (二) サンプリング点の設置

ごみのサンプリング点はサンプリングの目的の違いにより区別する。進めている地区のごみ基本組成の分析者はサンプリングする前にごみ埋め立て場、処理工場或は転送ステーション内の一カ所の安全な場所を選び、清潔で平坦な 10m×10m の場所（コンクリート或は鉄板を敷き）に、表示ポール及び警戒ロープでサンプリング作業場所を隔離すること。ごみをサンプリングするところはサンプリング計画区域内、該当地域の代表性があり、一回の運送車両が積載したごみを対象とする。その車両の積載重量は約 2～5 トンの間。重量不足或は高圧縮式車両は避ける。

前項で代表性のある車両は、学校、市場或は特定機関のごみではなく、調査地区の主要形態（例えば商業地区、住宅と商業地区の混在等）のごみ収集車両を選ぶ。

抽出した車両が該当地区で通るすべての運搬路線を事前確認し、代表性のない路線車両を排除する。目的及び地域の性質に応じてサンプリング地域を分割する。毎地域から代表性のあるごみ車をサンプルの源とし、特定点例えば青果市場等は単独のサンプリング地区に設定する。一回の車につき一件のサンプルを取る。

- (三) サンプリングの頻度及び数

ごみのサンプリング分析は恒久性作業・長期連続のサンプリング記録をするほど示した数値は確実性及び代表性がある。毎年公布されるごみ組成特性の数値は学術上の統計意義がある。

1. サンプリングの頻度

季節の要素によりサンプリング結果への影響を避けるためサンプリングは四季の季節を通じて平均して行う、或いは毎月或は隔月サンプリングを行う。

2. サンプル数

サンプリング時のサンプル計算数は 0.1 m^3 の単位容積重量のごみで計算。サンプリングの結果は要求の信頼度及び精密度の元で必要なサンプル数をサンプリング、計算の結果不足の時はサンプルのサンプリング数を増やす。

サンプリング数 n の計算は測量精密度を満足する必要がある。信頼期間を考慮し、サンプリング数計算公式は下記の通りとする。

$$n = \left(\frac{t \times S}{e \times x} \right)^2$$

t = サンプリング数 n_0 及び要求信頼区間対応する統計学のパラメーター。表一で示した通り。（註： n_0 は実際にサンプリングした時の概略サンプル数）

x = n 回サンプリングで得た単位容積重量の平均値

s = n 次サンプリングで得た単位容積重量の標準偏差

e = 求めているサンプリング精密度

- (四) サンプリング方法

サンプルの採取は目視サンプリング器具設備状況、下記の網格子法或は四分法で初期のサンプルを得る。再び四分法で縮分し最終サンプルを得る。初歩のサンプル量は 200～300kg が適切で、最終サンプルは 0.1 m^3 が 3 個の単位容積が適切。サンプルは現場での容積重量後、即座ウェットベース物理組成を分類と重量測定する。

1. 初歩のサンプル取得

- (1) グリット法で初歩のサンプルを取得

A . 予め区分したサンプル区域内に $6\text{m} \times 6\text{m}$ の正方形を作り、一車のごみ（3～4 トン）をこの正方形内におろす。正方形の四つ角にポールをたて、警戒ロープを四辺に張る。必要に応じ一辺を重量型攪拌機の出入り口とする。これらのごみはシャベルが底に触れな

い情況下で、仕切内で平らにならず。6m×6m の正方形、40～60cm 厚さのごみ面を完成させる。

- B. 四辺に黄色い警告テープを張った後、巻尺で四辺を量り、2m を一つの単位とし、赤いテープを警告テープ上に結ぶ。6m×6m の正方形の区域を九個の 2m×2m の子区域が完成する。
- C. 毎子区域の中心点から前後左右に 0.25m 延伸させ、その点から垂直に真下 0.4m～0.6m の深さ掘り、この区域の全てのごみを 0.1 m³の金属盒内に詰めこむ。詰めこむ時破袋の恐れが無いように気を付ける。もし大型ごみ(廃冷蔵庫、廃テレビ等代表性のないごみ)にあたった場合、それは捨てる。
- D. 九つの子区域からとったごみはあらかじめ敷いてある鉄板の上に撒き、鎌を使いごみ袋を解体し、鍬で攪拌し均等にならず。

若しくは：

- A. 一車分のごみを予め設置したサンプリング区内に荷下ろしし、底はコンクリート或は鉄板を敷き、一車のごみは破袋攪拌する。それw p 円形または正方形に積上げる、平均に四等分する。
- B. 対角の二個は廃棄、残った部分を重複して平らに均し、四等分する。半分を廃棄し、これをごみの量が約 200～300kg になるまで行う。一般的に 3～4 トン前後のごみの場合、約 3～4 回で達成する。

2. 四分法圧縮で最終サンプルを取得

四分法で初歩のごみサンプル量を圧縮し、約 0.3 m³の最終サンプルを得る：

(1) 0.3 m³に圧縮したサンプルの量

- A. 初歩は 200～300kg のサンプル量を得る。全てのごみ袋は手作業方式で破袋を行う。ごみは攪拌後、四等分の対角の 2 個を選択し、残った 2 個は廃棄する。
- B. 選択した対角の 2 個は再び攪拌混合し、新たに 4 等分し、再び対角の 2 個を取る。これを繰り返して、圧縮して約 0.3 m³の容積のごみする、
- C. 四分法圧縮過程でもし比較的大きい物品があった場合は破碎して再混合する。現場で簡単に破碎できない物品は事前にとり出す(絨毯、タイヤ等)。

(2) 測定サンプルの単位容積重量

- A. 調整後の 0.3 m³のサンプルは、攪拌混合後、0.1 m³の金属盒に装填し、金属盒が八分目になった時、複数人で力を合わせ地上 30cm まで持ち上げ自然落下させ、ごみが固く詰った事を把握しながら金属盒内にサンプルを一杯にする。前述の動作を三回繰り返す。
- B. 適当天秤或は秤でその重量を測る。この重量から金属盒の重量を引いた後、得た数値に 10 を掛ける。みの単位容積の重量、単位容積の計算に関する詳細手順は別紙「一般廃棄物単位容積の測定方法、外観密度測定法」参照のこと。
- C. 余ったごみで上記の手順の A.及び B.を繰り返し、改めて新しい単位容積重量を得る。二回の単位容積重量差が 10%以内の時、サンプルとして受け入れる。二回の平均値はその単位容積重量とするが、差が 10%より大きい時、二回のサンプルは 0.3 m³のごみの中に戻して攪拌混合し、三回目のサンプリングを行う。第三回の単位容積重量と前二回単位容積重量の平均値の差が 5%以内の時サンプルとして受け入れ、三回の平均値を単位容積重量とするが、これでもまだ差異がある場合は上記のサンプル採取手順 A.B.C の手順で改めて混合サンプリングする。
- D. 規定に合った単位容積重量を登録する。

3. ウェットベース物理組成分類サンプル

サンプルはウェットベース及びドライベースでの物理組成分析を行うが、サンプルの干渉の発生を避けるため、ウェットベース物理組成のための分類は現場で行うべきである。これは水分の流失或は吸収から誤差が発生するのを防ぐためである。

ごみのサンプリングに重要なのはそれぞれのごみの種類の基本特性を理解することである。1.紙類；2.繊維布類；3.木竹藁類；4.生ごみ；5.プラスチック；6.皮革ゴム類；7.鉄金属類；8 非鉄金属類；9.ガラス類；10.その他不燃物（陶器、土砂）；11.その他（5mm 含む以下の雑物、屑）等、11 類各別の物理組成詳細に関する分類は表二で示している、分類作業の手順は下記の通り：

- (1) 単位容積重量を測定したサンプルは、6m×6m のビニールシートの上に広げる。

- (2) 分類貯留容器は分類サンプル付近に置く。ごみは種類ごとに適当な容器の中に分類して入れる。
- (3) ごみの中の複合物のうち簡単に分解ができると判る物は、分解後材質分類し適当な容器に入れる。判定の難しいものは、下記 C の原則で処理する。
 - A. 複合材質物品、主要材質が同じ貯留容器に入れる。
 - B. 破碎できない物は表二の分類規定により、或はその他項目の組成比例を目測し、単独物として記録する。
 - C. 分類規定に属さない判定のできない物は、「その他」或は「その他不燃物」の容器の中に入れる。
- (4) 5mm 大の物品を完全に分類した後の残った細かいごみはその他の項目に入れる。
- (5) 適当な天秤でその重量を測り、その数値を記録する。

(五) サンプルの保存と輸送

1. 単位容積重量のサンプルはウェットベース物理組成分類後に分類

サンプルの重量を測定した後は、水分の蒸発はサンプル保存上、重要な問題ではない、但し出来る限り容器は密閉し、包装が完全か確認し、異なったサンプルの干渉を避ける。ビニール袋を容器とする場合、輸送時の容器の破損に注意する。

2. サンプルを輸送する前、指定した人員が責任をもって数量を確認し、可能な限り当日試験室に運び込む。遅くとも 24 時間超えてはならない。
3. サンプル記録はサンプルと同時に試験室に送る。
4. 試験室の人員に渡しサンプルを確認する。
5. サンプルの中に有機物に属する部分、特に生ごみは、試験室に送った後、直ちに乾燥処理を行う。すぐ乾燥できない物は、4±2°C で 24Hr 冷蔵する。乾燥したサンプルは 60 日保存する。

(六) 安全注意事項

1. サンプルング及び分類人員は実地作業前に安全防護及び作業手順を確認する。
2. ごみの中に鋭利の物品が含まる（例えば釘、カミソリの刃、注射針及び破碎したガラス等）可能性があるため、作業員には必ずその危険性を知らせる。素手でカー杯攪拌混合しないこと、また人員がごみに接触し分類を行う時、必ず確実に適当な個人防護装備で防護すること。
3. ごみを運搬器具から荷下ろしする時、碎けやすい或は塊状の廃棄物（例えばガラス容器の破片、プラスチック或は金属容器の蓋）などは重量物に押されて飛び出す可能性がある。この問題はごみを高圧で圧縮した時に特に深刻である。作業人は必ずこれらの危険性を理解し、ごみの荷下ろし点付近或は重機作業点付近で作業する時、確実に防護装備を着用すること。

七、手順：略

八、処理結果

ごみのサンプルング及びウェットベース物理組成分析後、結果数値を表三（ごみのサンプルング及びウェットベース物理組成分析登録表）に登録する。サンプルを試験室に送った後、即刻ドライベース組成分析を行う。有機物の分解によるごみ性質の変化を減らして後続の分析結果に影響させず、引き続き重要な三成分分析を行うほか、元素分析・発熱量分析及びその他必要な分析を行う（参考「一般廃棄物（ごみ）測定方法総則」）。

九、品質管理

(一) サンプルング過程の完全性を確保するため、現場のサンプルング記録が必要である。現場サンプルング記録内容は下記のとおり：

1. サンプルングの目的
2. サンプルング場所及び相関資料
3. サンプルング日付、時間と気象状況
4. サンプルング点、数量、使用したサンプルング方式、サンプルング器材とサンプルング容器
5. サンプルの名称とシリーズ番号
6. 現場単位容積重量及びウェットベース物理組成結果
7. サンプルング者署名

(二) 現場重複サンプル: サプリングしたサンプルの品質を確保するため、サンプルに対して適当な品質管理策を取る。毎同一サンプル区（毎ロット）は適当な品質管理が必要で、ごみサプリングの品質管理はサンプルの現場重複品（Field Duplicates）で行う。現場重複サンプルは同一ごみ車両のから採取したごみサンプルを使う。二個と見なされたサンプルは異なる容器入れる。そして重複サンプルの単位容積重量及びその他相関組成分析・サプリングの正確性を判定する。重複サンプルとサンプルの単位容積重量相対格差値は 10%を超えてはならない。現場の重複サンプルは執行しているサプリングのサンプル数に計上しない。

(三) サンプル管理関連: サンプルを試験室に輸送する時、使用する輸送記録紙内には下記資料を記載する:

1. サプリング計画（目的）名称
2. サプリング日付・時間
3. 毎サプリングの番号と容量
4. サプリングした機関、サプリング者の名前
5. 試験室名称或は人員
6. サンプル輸送方式
7. サンプル受取人のサイン

十、精密度と正確度: 略

十一、参考資料

サプリング単位: 最適なサプリングを調整する時、試誤法（Trial and Error Method）サンプルのサプリング回数を求める。その手順は次の通り:

- (1) まず任意のサプリング数 n_0 （約 6~10 回）の単位容積重量の平均値 \bar{x} 、及び変異数 S^2 の見積値を設定する。
- (2) 要求信頼度調査表で得た t^* 値のほか、設定の精密度 e 値を求める。
- (3) 前述 (1) (2) で得た数値に基づき \bar{x} 、 s^2 、 t^* 及び e 値をサプリング数計算公式に代入し、推定サプリング数 n_1 を得る。
- (4) もし $n_0 > n_1$ の場合はサプリング回数既に十分で、サプリング回数を増やす必要がない。
- (5) もし $n_0 < n_1$ の場合は再びサプリング回数 n_1 に基づき、多く $n_1 - n_0$ 個のサンプルを採取。
- (6) 設定した信頼区間での調査表一で t^* を得る。真の値の区間に代入 ($CI = \bar{x} \pm t^*s/\sqrt{n}$) の公式で信頼区間を求める。信頼区間外になった場合はハズレ値と判定し削除する。
- (7) n_1 からハズレ値の回数がでたサプリング回数を n_1 として、調査表で新しい \bar{x} 及び S^2 を計算し、サプリング回数計算公式に代入する。新しいサプリング n_2 として計算。
- (8) n_2 と n_1 を比較し、もし $n_1 > n_2$ の場合、サプリングは十分足りており、サプリングの追加の必要がない。もし違ふなら本節の手順 (5) ~ (8) を再度行い、実際のサプリング数が計算で出たサプリング数より大きくなるまで行う。例えば: サプリングが 80% の信頼度を選択、精密度 95%・即ち相対精密度は 5%、 $e=0.005$ 、その他特殊要求のサプリング信頼度・精密度は可視で別に制定する。毎回のサプリングのごみ車は出来る限り各行政区内に分散して行う。

表一 95%の精密度で80%の信頼度のサンプリング t*配分表

サンプリングのサンプル数 (n) a	80%	サンプリングのサンプル数 (n)	80%
2	3.078	19	1.330
3	1.886	20	1.328
4	1.638	21	1.325
5	1.533	22	1.323
6	1.476	23	1.321
7	1.440	24	1.319
8	1.415	25	1.318
9	1.397	26	1.316
10	1.383	27	1.315
11	1.372	28	1.314
12	1.363	29	1.313
13	1.356	30	1.311
14	1.350	41	1.303
15	1.345	61	1.296
16	1.341	121	1.289
17	1.337	∞	1.282
18	1.333		

註 a : 本表中の n 値は自由度を指す (df=n-1) 中の n

註 b : 表の中の値は別々に 95%を指す精密度下で 90%或は 80%の信頼度値

表二 ごみの物理組成の詳細項目の分類

組成	詳細項目の分類
紙類	新聞紙、固い板紙、コルゲート紙雑誌、書籍、包装紙、チラシ、手紙、事務用紙、コンピュータ用紙及びその他ティッシュ、紙オムツ、アルミ箔、紙コップ、皿、空き箱、写真、濾紙等。
繊維布類	衣服、例えば帽子ズボン、絨毯、毛製手袋、裁縫の布切れ、綿、カーゼ及びその他繊維、人造繊維布類製品
木竹藁類	使い捨て箸、街路樹の落葉、家庭の落葉、選定した芝生、灌木、冠婚葬祭の花植物、市場の野菜梱包藁、木製玩具、その他、ホウキの柄、垣根、及び木製家具。
生ごみ	厨房及びレストランの余った動植物の残滓、食事後の野菜滓、野菜汁、スープ、動物の死体、市場で余って捨てた動植物
プラスチック	PVC、HDPE、LDPE、PET、PS、発泡 PS、PP 及其他プラスチック容器、生活用品、玩具、包装材料
皮革ゴム類	皮靴、ベルト、運動靴、バスケット及びその他ゴムパッキング
鉄金属類	鉄、鋼、ブリキ及びその他鉄金属成分を含み磁石で吸える金属
非鉄金属類	アルミ容器、アルミドア窓及びその他有色金属例えばマグネフレーム銅線、合金等
ガラス類	透明、茶色及び緑色ガラス容器或は板ガラス、その他ガラス玉、ガラス芸術品
その他不燃物（陶器、土砂）	陶器の花瓶、茶碗、建築廃材例えばセメントの塊、石膏、コールタールその他外観から分類判断のできないもの、5mm で篩い分け、網上に残った物質
その他 (含 5mm 以下の雑物)	分類のできない有機物質及び篩分けから出てきた 5mm 以下の物質