

平成 24 年度 静脈産業の海外展開促進のための実現可能性
調査等支援事業（タイ王国バンコク特別市周辺発生廃棄物の
集中中間処理設備プロジェクト）に係る業務

報告書

平成 25 年 3 月

イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社

目次

1. 業務の概要	1
1.1 業務の目的.....	1
1.2 業務の内容.....	3
2. 現状調査の結果	9
2.1 中間処理施設導入に係るニーズ及び社会受容性の把握	9
2.2 タイ及びバンコク都における焼却技術の導入事例、及び検討事例に係る調査.....	12
2.3 中間処理設備導入の際に要する許認可に係る調査.....	23
2.4 環境負荷削減効果の検討に要するベースラインデータの収集	25
2.5 都市ごみの基礎データの収集.....	29
2.6 採算性の評価に要する基礎データの収集	31
3. 事業計画の検討結果.....	34
3.1 事業への参入機会についての分析	34
3.2 事業構想の検討	35
4. 実現可能性の評価結果	38
4.1 事業性（採算性）の評価.....	38
4.2 環境負荷低減効果・社会受容性の評価.....	46
4.3 実現可能性の評価.....	47
5. ワークショップの開催記録.....	50
5.1 第1回ワークショップ	50
5.2 第2回ワークショップ	53

別添資料 1-1	民間による政府事業参入又は実施関連法（1992年）の和訳
別添資料 1-2	1972年1月26日発令、第58号の革命評議会の利権に関する法律の和訳
別添資料 2	バンコク都の都市ごみの量と質についての調査結果
別添資料 3	タイ国の再生化可能エネルギーの開発目標に係る資料

略語集

略語	正式名称	和名または略語の説明
ASTM	American Society for Testing and Materials	世界最大・民間・非営利の国際標準化・規格設定機関
BMA	Bangkok Metropolitan Administration	バンコク都庁
DIW	Department of Industrial Works	タイ国の工業省の一部門であり、工場の設置に係る許認可を付与する機関
EES	E&E Solutions Inc.	イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
MNRE	Ministry of Natural Resource and Environment	タイ国の環境省
ONEP	Office of Natural Resources and Environmental Policy and Planning	MNRE の一部門であり、環境アセスメントの監督機関
PCD	Pollution Control Department	MNRE の一部門であり、公害防止に係る法規及び統計の監督機関

為替

1THB=3.2 円（2013 年 3 月 8 日時点の為替レート）と仮定

1. 業務の概要

1.1 業務の目的

タイ王国の首都であるバンコク都は合計 50 の区（ケート）から構成されている。バンコク都庁（Bangkok Metropolitan Administration、以下、「BMA」）によると、2011 年 12 月時点における総人口は約 830 万人（BMA への未登録人口を含む）と推計されており、バンコク都の総人口は年々増加している。この近年の人口増加に伴い、都内における都市ごみの発生量も増加している。

バンコク都内で発生する都市ごみは、BMA によって収集されており、その収集量は 2009 年時点で約 8,700 トン/日となっている。BMA は、都内 50 区の各区に清掃事務所を設置しており、各区内で発生した都市ごみは、各区の清掃事務所のトラックにより収集され、都内 3 箇所（東部：オンヌット、西部：ノンケム、北部：サイマイ）のごみ処理センターに運搬される。各ごみ処理センターに運搬された都市ごみは、BMA から委託された民間業者のトラックに積み換えられ、バンコク都外に位置するナコーンパトム、及びチャチューンサオの埋立処分場に運搬され、埋立処分されている（図 1-1 参照）。なお、オンヌットごみ処理センター内にはコンポスト施設があり、同施設において BMA から委託された民間業者が生ごみを手選別及び機械選別後、コンポスト化している。

その一方、BMA は、年々増加傾向にある都市ごみについて、都市ごみの発生抑制、再利用、再活用、及び熱回収を推進することにより、バンコクを 3R 都市にするという大きな構想を掲げている。また、近年の経済発展に伴い、バンコクを含めたタイ国内における電力消費量が増加していることから、ごみ発電（Waste to Energy）への期待が高まっている。

このような背景を受けて、本業務では、バンコク都内に焼却施設を建設し、選別・焼却・発電を組み合わせた中間処理を行う事業に関する実現可能性を検討することを目的とする。事業検討にあたっては施設の建設・所有・操業を BMA が民間委託することを想定し、本業務を通して、基礎データの収集・検討、関係者とのフレームワークの構築等を目指すものである。

本業務は平成 23 年度（1 年目）からの継続業務であり、1 年目の業務¹では、BMA の焼却処理に係るニーズを把握するとともに、焼却事業を行う上での課題を整理すること等により、事業計画の方向性を検討した。2 年目（今年度）業務では、1 年目業務の結果を踏まえ、事業計画の検討、及びその実現可能性の検討を行った。

¹ 平成 23 年度 静脈産業の海外展開促進のための実現可能性調査等支援事業（タイ王国バンコク特別市周辺発生廃棄物の集中中間処理設備プロジェクト）

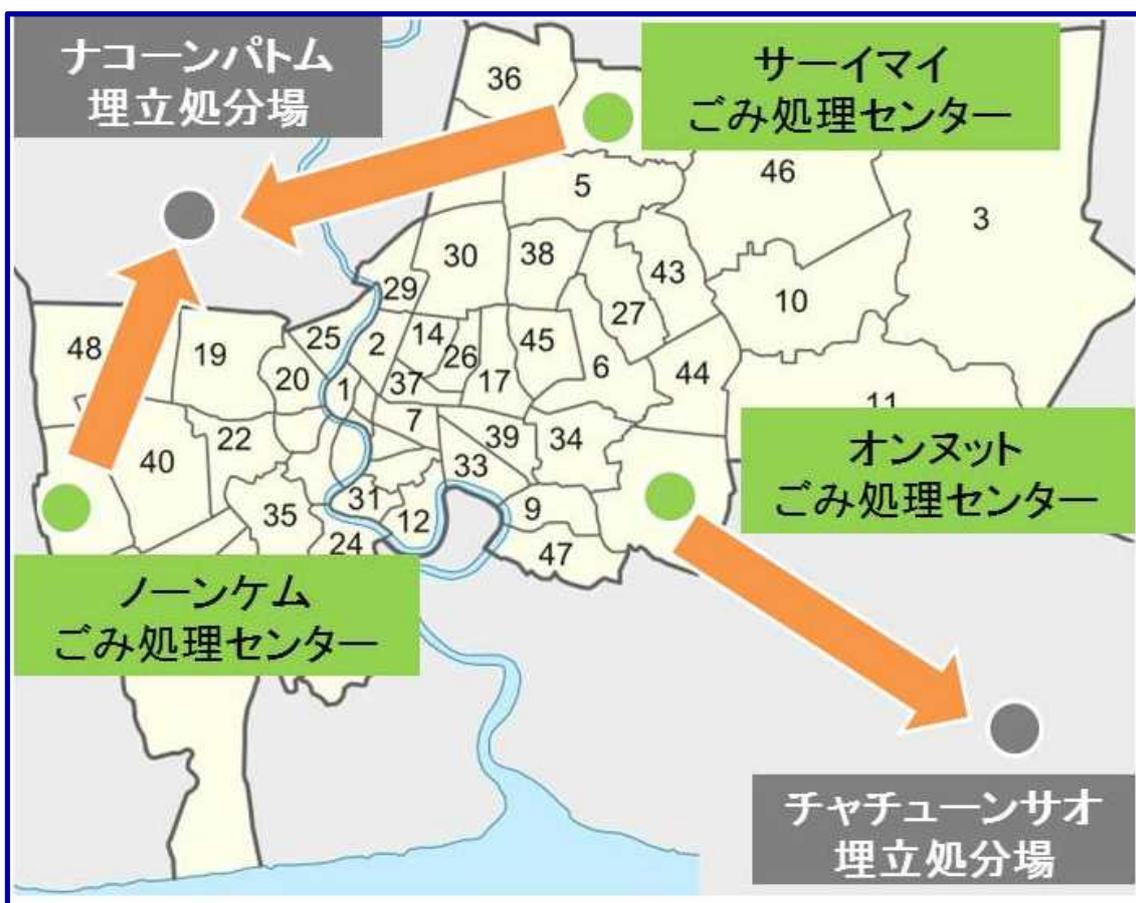


図 1-1 バンコク都におけるごみの収集と処分

1.2 業務の内容

1.2.1 業務における調査・検討項目

(1) 現状調査

事業計画の検討、及び実現可能性の評価を行う上で必要となる基礎情報を収集・整理することを目的として、現状調査を行った。現状調査は、現地調査での関係者へのヒアリング、都市ごみ処理関連施設への視察、現地でのごみ組成調査などを通して行った。また、本業務で計 2 回開催したワークショップも活用した。現状調査での調査項目は、以下のとおりである。

- 1) 中間処理施設導入に係るニーズ及び社会受容性の把握
- 2) タイ王国及びバンコク都における焼却技術の導入事例、及び検討事例に係る調査
- 3) 中間処理設備導入の際に要する許認可に係る調査
- 4) 環境負荷削減効果の検討に要するベースラインデータの収集
- 5) 都市ごみの基礎データの収集
- 6) 採算性の評価に要する基礎データの収集

(2) 事業計画の検討

現状調査で得た情報に基づき事業への参入機会について分析を行い、事業計画検討にあたっての前提条件を整理した。その上で、当該前提条件に基づき、事業構想の検討を行った。検討した主な項目は以下のとおりである。

- 1) 事業の範囲
- 2) 対象地域
- 3) 民間委託の方式

(3) 実現可能性の評価

事業構想の実現可能性を、事業採算性、環境負荷低減効果、及び社会受容性の観点から評価した。事業採算性の評価にあたっては、事業期間の累計収支のバランス及び内部収益率（IRR）を評価の指標として用いた。事業の実現可能性の評価は、主に事業採算性の評価結果に基づき、参入機会を評価するとともに、参入にあたっての制約条件（課題等）を整理し、最後に総合的な評価を行った。

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

(4) ワークショップの開催

BMA を初めとするタイ側及び日本側との連携関係の一層の深化及び拡大、並びに基礎情

報を収集するという目的で、本業務では2回、バンコクでワークショップを行った。

1.2.2 業務の実施方法

1) 現地調査（ワークショップ含む）

現地調査及びワークショップでは、主に以下の機関に対してヒアリングを行い、基礎情報の入手、事業構想検討にあたっての必要な情報を得ている。表 1-1 から表 1-7 に現地調査の行程を示している。

- ✓ タイ国中央官庁（天然資源環境省、エネルギー省）
- ✓ 日本及びタイ国の廃棄物処理施設に関連するエンジニアリング会社及び事業者
- ✓ 日本及びタイ国の有識者
- ✓ 日本の政府系関係者、自治体等

また、現地調査時には、主に以下の場所を視察し、基礎情報の入手や、関係者との関係構築を行った。

- ✓ プーケットの都市ごみの焼却炉
- ✓ バンコク都における都市ごみの埋立処分跡地
- ✓ バンコク都での都市ごみの焼却施設の導入の候補地

2) BMA の日本招待

環境省の「平成 24 年度日系静脈産業メジャーの海外展開促進のための情報発信及び研修企画・運営等業務」の下で、2013 年 2 月 3 日から 2 月 9 日までの期間来日した BMA の 2 名（本業務の BMA 側のカウンタパート）と、2 月 6 日と 7 日の 2 日間にわたり面談を行い、基礎情報の入手、焼却施設導入に向けた日本・タイの協力事業の方向性、実現のための制約要件の整理などを行った。

表 1-1 第 1 回現地調査 調査行程

日程	訪問先/面談相手	主な作業内容
6月5日(火)	日系エンジニアリングメーカー現地法人	● 現地での廃棄物処理施設導入の実施体制等に係る情報収集
	キングモンクット工科大学北バンコク校	● 本業務の実施計画に係る各種調整
6月6日(水)	BMA 環境事務局	● 本業務の実施計画に係る各種調整
6月7日(木)	天然資源環境省 公害管理局	● 許認可に係る基礎データの収集
6月8日(金)	現地エンジニアリング・コンサルティング会社	● 採算性に係る基礎データの収集についての各種調整
	天然資源環境省 環境政策計画局	● 許認可に係る基礎データの収集

表 1-2 第 2 回現地調査 調査行程

日程	訪問先/面談相手	主な作業内容
7月24日(火)	BMA 環境事務局	● 都市ごみの基礎データの収集に係る各種調整
	オンヌットごみ処理センター	● 中継基地、コンポスト施設、都市ごみの埋立処分場跡地、感染ごみ用焼却施設等の視察
7月25日(水)	現地エンジニアリング・コンサルティング会社	● 都市ごみの基礎データの収集に係る各種調整
	バンカピ区清掃事務所	● 都市ごみの基礎データの収集に係る各種調整

表 1-3 第 3 回現地調査 調査行程

日程	訪問先/面談相手	主な作業内容
8 月 21 日 (火)	BMA 環境事務局	● 都市ごみの基礎データの収集に係る各種調整
8 月 22 日 (水)	ジェトロ・バンコク事務所	● 許認可に係る基礎データの収集
	バンカピ区清掃事務所	● 都市ごみの基礎データの収集に係る各種調整 (現地視察)
8 月 23 日 (木)	BMA 環境事務局	● 第 1 回ワークショップ開催に係る各種調整
	プーケット市役所	● プーケットの都市ごみ焼却炉の視察
8 月 24 日 (金)	BMA 環境事務局	● 中間処理施設導入のニーズに係る情報収集

表 1-4 第 4 回現地調査 調査行程

日程	訪問先/面談相手	主な作業内容
10 月 15 日 (月)	バンカピ区清掃事務所	● 都市ごみの基礎データの収集
10 月 16 日 (火)		● 組成調査 (現地調査)
10 月 17 日 (水)		
10 月 18 日 (木)	ノーンケムごみ処理センター	● ノーンケムごみ処理センターに導入が計画されている都市ごみ焼却施設に係る情報収集
	キングモンクット工科大学ト ンブリ校	● 分析ラボ視察 (成分調査・分析 関連)

表 1-5 第 5 回現地調査 調査行程

日程	訪問先/面談相手	主な作業内容
10 月 31 日 (水)	BMA 環境事務局	● 第 1 回ワークショップ開催に係る各種調整
11 月 1 日 (木)	エネルギー省代替エネルギー 開発局	● 再生エネルギーの政策目標とごみ発電に係る電力買取制度に係る情報収集
11 月 2 日 (金)	第 1 回ワークショップ開催	

表 1-6 第 6 回現地調査 調査行程

日程	訪問先/面談相手	主な作業内容
1 月 22 日 (火)	現地エンジニアリング・コンサル ルディング会社	● 採算性に係る基礎データの情報 収集
1 月 24 日 (木)	BMA 環境事務局	● 焼却事業の事業計画の素案、及 びその実現可能性に係る協議
	キングモンクット工科大学北 バンコク校	● 焼却事業の事業計画の素案、及 びその実現可能性への意見収集

表 1-7 第 7 回現地調査 調査行程

日程	訪問先/面談相手	主な作業内容
3 月 7 日 (木)	BMA 環境事務局	● 第 2 回ワークショップ開催に係 る各種調整
3 月 8 日 (金)	第 2 回ワークショップ開催	
	BMA 環境事務局	● 焼却事業の事業計画の素案、及 びその実現可能性に係る協議 ● 今後の事業展開に係る協議

1.2.3 業務のスケジュール

本業務のスケジュールを表 1-8 に示す。

表 1-8 2012 年度の業務のスケジュール

年月	国内作業	現地作業		特記事項
		現地調査	ワークショップ	
2012 年 6 月	✓ 業務の開始	✓ 第 1 回目		
7 月	✓ 現状調査	✓ 第 2 回目		
8 月		✓ 第 3 回目		✓ プーケット市都市ごみ焼却施設視察
9 月				
10 月		✓ 第 4 回目		✓ バンカピ区でごみ組成調査の実施
11 月			✓ 第 1 回目	
12 月	✓ 事業計画の検討			
2013 年 1 月		✓ 第 5 回目		✓ 事業計画の素案の BMA への提示
2 月	✓ 事業計画の再検討	✓ 第 6 回目		✓ (BMA の訪日研修)
3 月	✓ 実現可能性の検討	✓ 第 7 回目	✓ 第 2 回目	✓ (バンコク都知事選)

2. 現状調査の結果

2.1 中間処理施設導入に係るニーズ及び社会受容性の把握

2.1.1 BMA の意向

(1) 設備導入に係る計画

a) 都市ごみ管理マスタープラン

BMA は、「都市ごみ管理マスタープラン (Master Plan on Solid Waste Management in Bangkok)」を 2012 年 10 月に策定している。このマスタープランは、今後の BMA の都市ごみ管理政策に関する方向性 (概念) を示したものであり、BMA の内部資料と位置付けられている (一般公開は行われていない)。マスタープランの内容については、前都知事政権時代の都知事のアドバイザリコミッティー²が承認している。

BMA は、マスタープランにおいて、埋立処分に依存する都市ごみ管理の現状を変えるため、都市ごみの発生抑制、減量化、再使用、再利用、及び熱回収を推進することにより、バンコクを 3R 都市にするという大きな構想を掲げている。

この 3R 都市構想を実現するための方策の一つとして、BMA は都内 3 箇所の既存ごみ処理センターの高度化、及び機能強化を計画している。表 2-1 に各ごみ処理センターの現状と将来計画を示す。

表 2-1 各ごみ処理センターの現状と将来計画

センター名	現 状	将 来
オンヌット	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 中継施設 (圧縮・梱包) ❖ コンポスト施設 	<Green Technology> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 中継施設 (圧縮・梱包) ❖ コンポスト施設 ❖ MBT^{*1}施設
ノンケム	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 中継施設 	<Thermal Technology> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 中継施設 ❖ 焼却施設
サイマイ	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 中継施設 	<Complete Transfer Station> <ul style="list-style-type: none"> ❖ 中継施設 (圧縮)

*1: Mechanical Biological Treatment

マスタープランでは、ノンケムごみ処理センターにおいて 2021 年までに合計 2,500 トン/日 (500 トン/日×1 基、1,000 トン/日×2 基) の焼却処理を行う構想が掲げられている。この構想に沿う形で、現在、同センターでは、500 トン/日の焼却施設を建設中であり、当該施設は 2015 年の商業運転開始を予定している。なお、オンヌットごみ処理センターがグリーンテクノロジーの拠点と位置付けられているのは、周囲に住居が密集していることも

² バンコク都管理法に従い設置され、バンコク都の政策を検討する専門家チーム。都知事に任命権がある。通常、環境、土木、下水それぞれの専門家 1 名、合計 3 名から構成される。バンコク都では、2013 年 3 月 3 日に都知事選挙が行われ現職が再選を果たしたものの、都知事のアドバイザリコミッティーのメンバーは刷新されることが見込まれており、それに伴いマスタープランの内容も見直される可能性がある。

理由の一つとされている。一方、ノーンケムごみ処理センターは住宅密集地に位置しておらず、そのため焼却の拠点とされた。

b) 新都知事の選挙公約

バンコク都では、2013年3月3日に都知事選挙が行われ、現職が再選を果たした。この選挙にあたり、新都知事は都市作りについて以下に示す6つの方針を掲げ、2017年までの4年間の在任期間中に種々の施策の展開を公約している。

- ① 豊かな都市（例：トンネル建設、鉄道敷設）
- ② 学習都市（例：バンコク都の学生の英語力の強化）
- ③ グリーンアンドクリーン都市（例：緑地の増加）
- ④ 全ての人に機会のある都市（例：i-Bangkokを通した都民の行政参加の促進）
- ⑤ 安全都市（例：運河沿いの道路への太陽光エネルギー街頭の設置）
- ⑥ ASEANでの中核都市（例：医療サービスと観光の促進）

このうち③グリーンアンドクリーン都市の方針は、環境の4分野（1. 緑化、2. 汚水処理、3. 都市ごみ管理、4. 景観）毎に決められており、都市ごみ管理については、主に以下の事項が選挙公約として掲げられている。

- ① 最低300トン/日の焼却施設を更に2か所、都内に建設する
- ② 1,000トン/日のコンポスト施設を導入する
- ③ 収集運搬機能強化のため、サブ中継施設を新たに6か所建設する
- ④ タイ国内で初めての建設廃棄物の処理施設を導入する
- ⑤ ごみ分別の運動を継続的に行う

(2) 予算措置

上述のマスタープラン及び新都知事の選挙公約にもあるとおり、今後、BMAは焼却処理を推進していく方針を明確に打ち出している。その一方、BMAは、焼却施設の建設・操業・維持管理のための財政面、及び人的資源面に係る予算に制約があることを課題としている。したがって、現時点においてBMAは、BOT方式を最も実現可能な事業スキームと捉えている。

なお、タイでは、1992年に「民間による政府事業参入又は実施関連法」（以下、「投資法」）が制定されており、公共事業への投資額が10億THB（約32億円）を超える場合、内閣の承認が必要となり、この承認手続きには通常2年以上の期間を要すると言われている。しかしながら、焼却施設への投資額が10億THBを下回る場合には、投資法の適用外となることから、BMAは事業の早期実現が可能な10億THB以下の事業を期待している。

2.1.2 社会受容性

ノンケムごみ処理センターで建設中の焼却事業（500 トン/日）においては、すでにタイ王国の環境影響評価制度に従って、住民説明会が二回開催されている。住民説明会では、事業に賛成の意見と反対の意見の両方が提出された。反対意見が出された背景としては、住民にとって都市ごみ焼却施設のイメージ、及びその概念がないためとも考えられている。

また反対運動については、2012年10月に、バンコク都知事が上記の焼却事業を記者会見で公表した際、記者会見会場の外で200人程度の反対派がデモ活動を行ったようである。さらに、タイの環境NGOの反地球温暖化協会は、BMAがノンケムでの焼却事業の推進を続けるのであれば、①事業により周辺環境が汚染され得る、②BMAは事業推進にあたりタイ国憲法のいくつかの条項を無視したおそれがあることを理由に、BMAを中央行政裁判所に訴えるとしている。

2.2 タイ及びバンコク都における焼却技術の導入事例、及び検討事例に係る調査

2.2.1 プーケットで稼働中の都市ごみの焼却炉（事例調査）

タイで都市ごみの焼却処理・ごみ発電を行っている事例は少なく、稼働しているのはプーケット市の施設のみである。都市ごみをどのような技術で、どのように運用しているのか、また稼働状況、実施体制などを把握するために、プーケット市のごみ焼却施設の視察を行っている（2012年8月23日に実施）。視察にあたっては日本側の知見収集のほか、より現実的に導入をイメージして、焼却施設設置、運営にかかるディスカッションを行うために、BMA 職員が視察に同行している。また、タイでの焼却技術研究の第一人者であるキングモンクット大学の研究者も視察の同行を行っており、タイでの導入経緯などについて助言を得ている。

なお、視察時に説明等の対応を行ったプーケット職員は2012年11月2日に開催した本FSの第1回ワークショップにおいても講演を行っており、プーケット市の焼却施設導入、運営に係る説明を行うとともに、BMA 職員と意見交換を行っている。

プーケット市のあるプーケット県はタイ南部に位置し、タイ国内の県では唯一の島であり、国際的な観光都市である（位置を図2-1に示す）。



図 2-1 プーケットの位置

焼却施設を導入しているプーケット市はプーケット県に位置し、プーケット県全体の人

口は約 36 万人、面積は 570km² である。プーケット県及びプーケット市のごみ発生量を以下に示す。

- プーケット県全体ごみ発生量：600 トン/日以上
- プーケット市全体ごみ発生量：132 トン/日

プーケット市は以下に示す通り 2 つの焼却炉を有している（以後、「1 号炉」、「2 号炉」と称する）。焼却施設の概要は以下の表 2-2 に示すが、1 号炉は 1998 年に運転を開始しており、処理能力 250 トン/日（1 基のみ）であり、焼却炉は日本製である。実施体制として政府が投資し、プーケット市が運転を行っていたが、操業開始後 2 年目以降は運転については業者への委託を行っている。以下に示す 2 号炉の運転が始まっているが、1 号炉については大規模改修を行った後に、引き続き利用する計画である。

2 号炉については 2012 年より運転を開始しており、本 FS 事業での視察時には商業運転を実施している状況であった。2 号炉の処理能力は 700 トン/日（350 トン/日×2 基）であり、炉メーカーは中国の China United Engineering Corporation (CUC) であり、発電能力は 14MW を計画している。規模、炉メーカーも 1 号炉と異なるが、実施（調達）体制も 1 号炉と異なり BOT 方式を採用している。

表 2-2 プーケット市の焼却施設の概要

	1 号炉	2 号炉
運転開始年	1998 年	2012 年
処理規模	250 トン/日（250 トン/日×1 基）	700 トン/日（350 トン/日×2 基）
発電容量	2.5MW	14MW
焼却技術	ストーカ式焼却技術	ストーカ式焼却技術
事業実施体制	公設公営（政府が炉へ投資し、市が炉を運転する） *運転は操業 2 年目から民間委託	BOT 方式 -PJT（タイ企業）と IRIS（マレーシア企業）が、炉の建設・運転を行う。
炉メーカー	三菱重工	China United Engineering Corporation (CUC)他中国・台湾企業

プーケット市における焼却施設の導入経緯、焼却施設の状況などを以下に示す。

- 焼却炉（1 号炉）の必要性、導入までの経緯

焼却炉（1 号炉）が建設される以前は、オープンダンプ形式で埋め立てが行われていたが、ハエが大量発生するなど、問題が顕在化し、プーケットは特に観光都市でもあり、ごみ処理の衛生処理が検討され、焼却施設が計画、設置された。計画、建設にあたっては、住民等による反対運動があったようであるが、これらへの対応として、プーケット県内の周辺自治体職員のトップレベルを対象に、シンガポールに設置されている焼却炉の視察を行い、焼却炉は都市と共存可能（住宅地等の近傍に立地）であるなど

の理解を得ている。

- 焼却施設の状況

プーケット市におけるごみ処理の状況を以下の図 2-2 に示す。プーケット市では埋立処分場の残余容量が少なく、この状況を以下の図 2-2 に示している。図 2-2 では埋立処分場と 1 号炉（250 トン/日）の位置関係も示している。



図 2-2 プーケット市のごみ処理の状況（埋立処分場と 1 号炉（250 トン/日））

- 1 号炉の概要

- 規模、能力：処理能力：250 トン/日、発電能力：2.5MW
- 操業等：1998 年操業開始。大規模補修（2012 年実施）を経て、継続利用（予定）。
- プーケット市が建設し、操業 1 年目はプーケット市による操業を実施。操業開始 2 年目からは民間に操業委託している。なお、民間への委託費（単価）は、500THB/トン。
- コスト：建設費は約 7 億 8 千万 THB、維持管理コストは 6 千万 THB/年（操業費：4 千万 THB/年、メンテナンス費：2 千万 THB/年）。



図 2-3 1号炉の概観（出典：プーケット市によるプレゼンテーション資料）

● 2号炉

- 規模、能力：処理能力：700 トン/日、発電能力：14MW
- 操業開始：2012 年より商業運転を開始。
- 実施体制：IRIS（マレーシア企業）が投資を行い(BOT 方式で落札)、中国企業が炉を設置、PJT（タイ企業）が炉を操業。（炉は中国で製造し、タイへ輸入。BOI 認証により、輸入関税は免除されている。）
- コスト：建設費：不明、市から事業者への委託費は 300THB/トン（ただし、130 トン/日までは委託費は支払われない）。
- その他：事業者の収益源は主に売電収益（約 5 億 THB/年）とされている。プーケット市は、周辺自治体からの受付も行っており、焼却処理の委託を受ける際は、528THB/トンの委託費を周辺自治体から徴収を行っている。

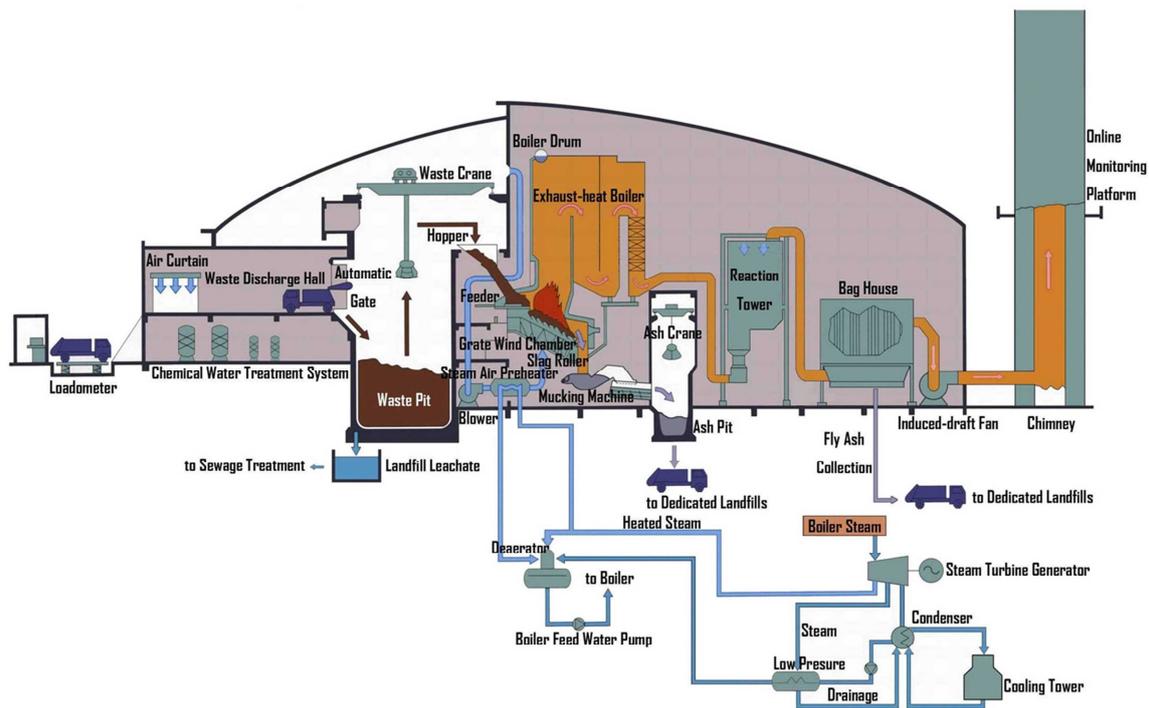


図 2-4 2号炉の処理フロー（出典：プーケット市によるプレゼンテーション資料）

視察を通じて得られた本 FS にとって有用な知見を以下に示す。

（1）水分

ごみ発電を行うにあたって、水分は発電量を確保するにあたってのマイナス要因である。プーケットの焼却施設（2号炉）においては、搬入されるごみの水分は 1,000kcal/kg と想定されているが、ごみ投入ピットにおいて水分を落としており（ピットでのメッシュによる脱水）、1,400kcal/kg～2,000kcal/kg 程度の熱量を確保している。

（2）社会受容性

1号炉建設前のプーケットの住民も焼却施設の具体的なイメージがなく、漠然とネガティブなイメージを有していたと言われている。住民レベルではないが、周辺自治体の職員（ハイレベル）を都市ごみ焼却施設の先進事例であるシンガポールの施設への視察を行うことにより、焼却施設が都市に立地可能であることの理解を深め、プーケットへの設置が円滑に進んだと言われている。バンコクでも多くの住民が都市ごみ焼却施設自体の具体的なイメージを有していないと思われ、今後導入を進めるにあたっては、どのような施設か、他の国(日本等)ではどのように設置、運営されているのかなどを適切に説明していくことが必要と思われる。

(3) 実施・運営体制

1号炉は市が建設（費用は国が負担）し、操業も市が実施（2年目以降は委託）しているが、2号炉はBMAなども想定しているBOT方式である。2号炉については日本の技術に比べて、安価な施設が導入されていると推定されるが、商業運転が開始した段階であり、具体的な操業状態（トラブル等）は確認されていない。プーケット市職員によるとメンテナンス面において1号炉に比べて負担がかかるとの意見も聞かれるが、今後操業状態を確認し、日本の技術、方法の優位性あるいは現地化の観点から参考となるポイントなどを確認することが望ましいと考えられる。

以下に視察時の状況を示した写真を記載する。

	
写真：煙突（煙突の高さは50m）（2号炉）	写真：施設概観（2号炉）
	
写真：オペレーションルーム（2号炉）	写真：施設の稼働状況を示すモニター(2号炉)



プーケットの焼却施設の概要を取りまとめた内容を以下の表 2-3 に示す。

表 2-3 プーケットの焼却施設の概要

	1号炉	2号炉
運転開始年	1998年	2012年
処理規模	250トン/日(250トン/日×1基)	700トン/日(350トン/日×2基)
発電容量	2.5MW	14MW
焼却技術	ストーカ式焼却技術	ストーカ式焼却技術
現状	フィルター類に損傷が確認されており、オーバーホール準備のために操業停止	商業運転中 －視察時の処理量：約600トン/日 －視察時の発電量：約10MW
事業実施体制	公設公営(政府が炉へ投資し、市が炉を運転する) *運転は操業2年目から民間委託	BOT方式 －PJT(タイ企業)とIRIS(マレーシア企業)が、炉の建設・運転を行う。 (なお、PJTとIRISは、タイ国アマタ工業団地においても産廃の焼却施設の建設・操業を行っている)
炉メーカー	三菱重工	China United Engineering Corporation (CUC)他中国・台湾企業
計画・建設期間	－	アセスに1年、建設に2年
技術的特徴	－	炉への投入前に、ピットでごみを5日間攪拌することにより水分を減らし、発熱量を1,000kcal/kgから1,400kcal/kg

	1号炉	2号炉
		まで上げている。
財務面	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費： 約 2,400 百万円 ・操業費： 約 130 百万円/年 ・維持費： 約 60 百万円/年 ・売電収益： 約 90 百万円/年 ・処理委託費：なし（公営スキーム） ・事業収益：赤字（市の予算で補てん） 	<ul style="list-style-type: none"> ・建設費：不明 ・操業費：不明 ・維持費：不明 ・売電収益：約 1,500 百万円/年 ・処理委託費：300THB/トン（単価） ・事業収益：約 750 百万円/年の利益
操業上の留意事項	1号炉は、政府が投資したことから、民間投資により建設された2号炉に比べて、各 부품の耐用年数が長く、操業上の問題が発生しにくい（プーケット市職員のコメント）。	
住民対応	事業計画がオープンになった時点では住民から反対意見が表明されたが、プーケット市役所が村長等を通して、住民への説明を繰り返し、住民の理解を得る。説明にあたっては、技術的に問題が予見されないということを説明した。また、三菱重工の炉が当時シンガポールで稼働しており、プーケット市役所は周辺自治体を連れて、シンガポールの炉を視察し、情報収集等を行っている。	既に1号炉が稼働していたことから、導入にあたり住民から特段の反対を受けることはなかった。

2.2.2 バンコク都内への導入が検討されている都市ごみの焼却施設

(1) 都東側での過去の動き

BMA は、2000 年から 2003 年頃にかけてバンコク都東側に位置するオンヌットごみ処理センターに都市ごみの中間処理施設（2,000 トン/日の分別施設、700 トン/日のコンポスト施設、1,300 トン/日の焼却施設）の導入を計画し、当該事業の採算性評価、及び環境影響評価を行う等、種々の調査・手続きを進めていた。なお、当該事業では、JBIC（当時）の円借款を利用する計画であった。しかしながら、2004 年に都知事が交代したこと、及び円借款を活用するためにはタイ国政府経由で JBIC と手続きを行う必要があったこと等から、BMA 内部での手続きが行われず、当該中間処理施設の導入は実現されなかった。

(2) 都西側で現在進行中の計画

現在、中国企業である C&G Environmental Protection Holdings Ltd.のタイ国現地法人である C&G Environmental Protection (Thailand) Co., Ltd.（以下、「C&G 社」）は、ノンケムごみ処理センター内に BOT 方式による都市ごみの焼却施設（処理能力：500 トン/日、発電能力：9.8MW）を建設中であり、2015 年に商業運転を開始し、20 年間にわたり操業する計画である。

① 入札仕様書の作成、及び公示

当該焼却施設の入札にあたり、先ず BMA 内部に入札仕様書（以下、「入札 ToR」）を作成するためのコミッティーが設置され、当該コミッティーにおいて入札 ToR（案）が作成された。その後、BMA の環境事務局財務部の Web site にて入札 ToR（案）全文が掲載され、入札 ToR（案）に対するコメントを受付けていた。このコメント期間終了後、BMA の環境事務局ごみ施設部により入札 ToR がファイナライズされ、2012 年 2 月 13 日～2 月 17 日の期間中に BMA の環境事務局財務部において当該入札 ToR が公示された。なお、当該入札 ToR は 12 万 THB（約 38 万円）で販売されており、入札 ToR の購入が入札への参加資格となっていた。

② 本入札への応札者

本入札には、C&G 社を含む 2 社が応札している。

③ 入札の評価方法

入札の評価は、技術点と価格点による総合評価方式であり、技術点と価格点の配分は 6 対 4 の割合であった。なお、技術点に関する評価項目の大項目は以下のとおり。

- i. 事業実施計画に関する事項
- ii. 設計・建設業務に関する事項
- iii. 運営・維持管理業務に関する事項

- iv. 循環型社会形成に関する事項
- v. 経営等に関する事項

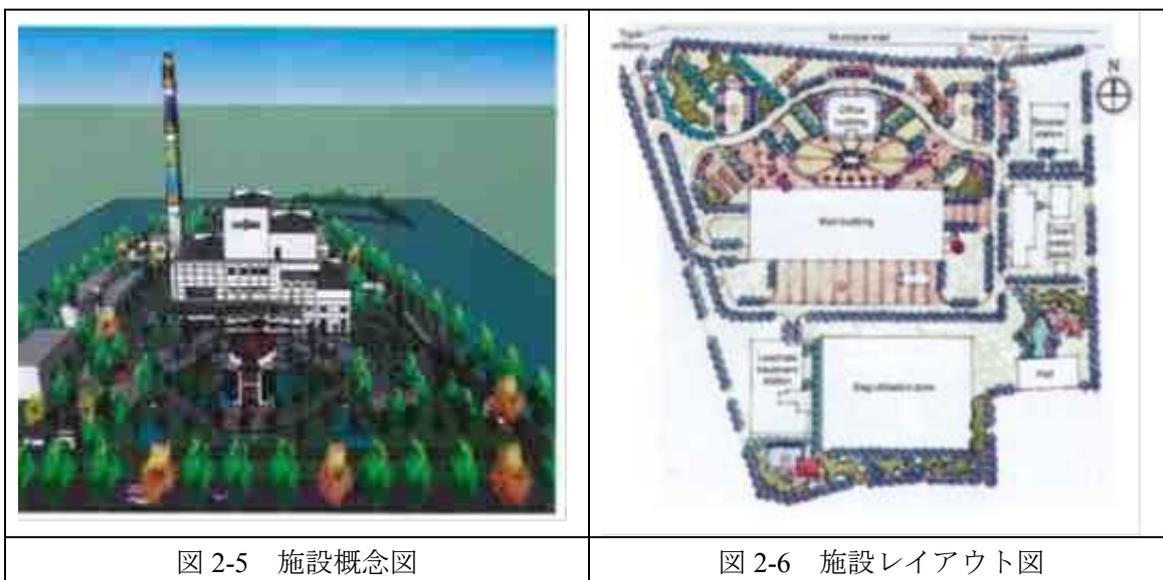
④ 住民対応

本事業において、C&G社は、タイ王国の環境影響評価制度に基づく住民説明会を既に二回開催済みである。住民説明会における主な意見は、「2.1.2 社会受容性」に記載している。

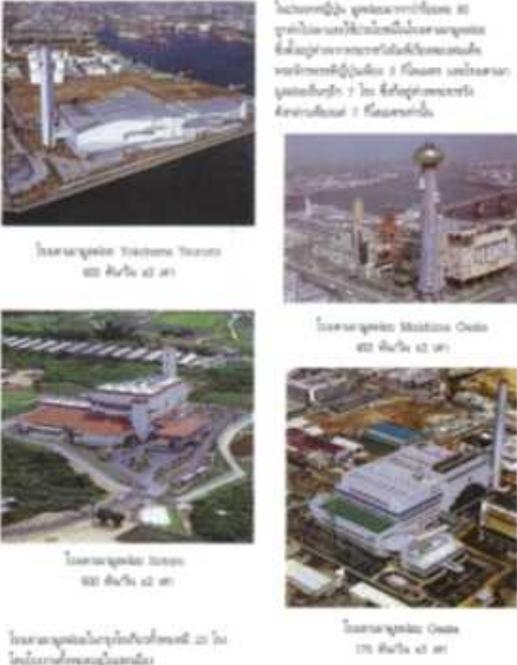
⑤ 事業の概要

C&G社の親会社（中国企業：C&G Environmental Protection Holdings Ltd.）は、香港に所在するごみ焼却・発電所の投資、建設、及び運営をおこなっており、これまで、中国において10ヶ所（合計処理能力10,350トン/日）を運営している（C&Gパンフレットより）。

以下にC&Gが作成している焼却施設導入にかかるパンフレットの抜粋（施設レイアウト、概念図）を示す。



また、同パンフレットでは焼却施設の各国での導入事例を紹介している（C&G社が建設したものではない施設）。この中では日本（東京）の導入事例として皇居に近いところで設置、操業ができていることを示している部分もある。

 <p>Incineration facility 1 (C&G)</p> <p>Incineration facility 2 (C&G)</p> <p>Incineration facility 3 (C&G)</p> <p>Incineration facility 4 (C&G)</p>	 <p>Incineration facility 5 (C&G)</p> <p>Incineration facility 6 (C&G)</p>
<p>図 2-7 他社による焼却施設の導入事例 (C&G 社パンフレットより)</p>	<p>図 2-8 他社による焼却施設の導入事例 (皇居との近さをアピール) (C&G 社パンフレットより)</p>

2.3 中間処理設備導入の際に要する許認可に係る調査

2.3.1 ごみ処理に係る許認可

タイにおける廃棄物処理を規定した法制度として、公衆衛生法 (Public Health Act B.E.2535, 1992) がある。公衆衛生法第 18 条と第 19 条において、都市ごみの処理は、地方自治体の責任の下で行われるものと規定されているが、地方自治体の許可があれば、民間企業が都市ごみ処理を担うことも可能であるとも規定されている。

当該許可を地方自治体から取得するために民間企業が満たすべき要件は、公衆衛生法自体に明記されておらず、地方自治体によって異なる。例えば、ノンケムごみ処理センターに焼却事業の場合、BMA が公衆衛生法に基づき委託先の C&G 社に求めたのは、入札の TOR を遵守すること (例えば、炉の処理規模は最低 300 トン/日を満たすこと等) である。

2.3.2 環境アセスメントに係る許認可

10MW 以上の規模の発電事業を行う場合は、国家環境保全推進法に基づき、環境影響評価レポートを作成し、ONEP から承認を取得する必要がある。一方、10MW 以下の発電事業の場合は、環境影響評価レポートの作成は不要であるものの、IEE と呼ばれる EIA に比べて簡易な手続きを行う必要がある。

2.3.3 産業設備導入に係る許認可

工場を新規建設する際は、タイ国工業省工業局 (DIW) から、建物の建築許可、及び産業設備の導入・操業に係る許可を取得する必要がある。

2.3.4 投資に係る許認可

タイ王国の「民間による政府事業参入又は実施関連法 (1992 年)」³ (以下、「投資法」) によると、投資額 (または資産額) が 10 億 THB (約 32 億円) 以上の政府事業 (政府機関の資産を使う必要性を持つ事業、都市ごみの処理サービスを提供する事業を含む) の場合、地方自治体は独自の判断で実施することができず、国家社会経済発展委員会による承認が必要になる。事業への投資者が、①地方自治体、②民間企業、③地方自治体と民間のジョイントベンチャーのいずれであっても、投資額 (または資産額) が 10 億 THB を超える場合、国家社会経済発展委員会による承認が必要となる。

承認手続きには、最短でも 2 年を要し、手続きが煩雑であるとのことであり、プーケットの焼却施設 (2 号炉) 及びノンケムの焼却施設は投資額が 10 億 THB 以下に抑えられたと言われている。

現行の投資法は以下の問題を抱えていると指摘されており、現在、タイ国の国会におい

³ タイでは、1992 年以前までは、政府事業への出資の妥当性を検証するための権限の多くが、一人、または、一団体により握られており、規則の下での確実な検証が行われていなかった。そこで、特に、10 億 THB 以上の投資 (または資産) が生じる事業に関して、具体的な方針及び手続きを決めるために、本法律が制定された。

て改正手続きが行われている。

- ✓ 10 億 THB 以上の事業の承認手続きには、最短でも 2 年の時間を要する
- ✓ 法律に使われている用語の定義が不明瞭である
- ✓ タイでの民間投資を活用したインフラ PPP の実情に、現行法は対応出来ていない

改正後の投資法では、10 億 THB という線引きは残るものの、手続きの簡素化が行われ、事業承認に要する時間が 1 年程度となることが目標とされている。また、法律で用いられる用語の定義を明確化すること等により、民間投資を活用したインフラ PPP を促進することをねらいとしている。ただし、改正後の法律の具体的な施行時期については明らかになっていない。

別添資料 1-1 に、現行の投資法の和訳資料を添付する。別添資料 1-2 には、「1972 年 1 月 26 日発令、第 58 号の革命評議会の利権に関する法律」の和訳を添付する。現行の投資法が施行される以前の 1992 年までは当該法により政府事業への民間投資が規制されていたが、具体的な実施方法が当該法に定められておらず、したがって、全ページの脚注に記載したような問題が生じており、現行法が成立するに至っている。

2.4 環境負荷削減効果の検討に要するベースラインデータの収集

2.4.1 都市ごみの埋立処分量のベースライン

バンコク都では、約 8,700 トン/日の都市ごみが収集されており、このうち 1,000 トン/日はオンヌットごみ処理センター内のコンポスト施設で処理されており、残り 7,700 トン/日のうちの 5,300 トン/日はナコンパトム埋立処分場で、2,400 トン/日はチャチュンサオ埋立処分場で埋立処分されている。本業務では、都市ごみの埋立処分量のベースラインを 7,700 トン/日として、環境負荷削減効果の検討を行った。

2.4.2 都市ごみの埋立処分に伴うメタン発生量のベースライン

今後 20 年間にわたり埋立処分に伴い発生するメタンの量を推定し、これを環境負荷削減効果の評価する際のベースラインデータとした。推定にあたっては、前提条件を以下のとおり設定した。

- ✓ 現在の都市ごみの埋立処分量（7,700 トン/日）が今後 20 年間にわたり同一
- ✓ 現在の都市ごみの物理組成（表 2-4 の値）が今後 20 年間にわたり同一
- ✓ ナコンパトム埋立処分場とチャチュンサオ埋立処分場に処分される都市ごみの物理組成は同じ（表 2-5 の平均値）で、埋立処分に伴い発生するメタンの割合も両処分場で同じ

推定方法としては、CDM 方法論ツールの一つである ”Tool to determine methane emissions avoided from disposal of waste at a solid waste disposal site”(Version 05.1.0)を用いた。当該方法論に従うと、メタンの発生量は以下の式で計算される。

$$BE_y = \phi \cdot (1 - f) \cdot GWP \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j(y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j})$$

ここで、上式の各変数は以下のとおり設定した。変数は、保守的なスタンスで（事業活動により回避したメタン量が少なくなるように）、また利用可能な文献を参照し、表 2-4 のとおり設定した。

表 2-4 メタン発生量を推定する際に使用した各変数の値

変数	値
BE_y	埋立開始から y 年までに、発生したメタンの量 (tCO ₂)
Φ	不確実性係数 (=0.9)
f	回収・焼却、またはほかの方法で処理されたメタンの割合 (=0)
GWP	メタンの温暖化係数 (=21)
OX	酸化係数 (=0.1)
F	ガス中のメタンの割合 (=0.5)

変数	値
DOC	腐敗する分解性有機炭素の割合 (=0.5)
MCF	メタン変換率 (=0.8)
$W_{j,x}$	年 x における、物理組成 j の埋立処分量 (トン/年)
DOC_j	物理組成 j の分解性有機廃棄物の割合
k_j	物理組成 j の腐敗率 (腐敗速度)
j	物理組成 (表 2-5 の平均値)
x	埋立開始年 (1 年目から y 年目まで)
y	メタン排出を計算する対象年

表 2-5 メタン発生量を推定する際に使用した都市ごみの物理組成

物理組成	都市ごみの物理組成 (測定値) [%]			
	オンヌット 中継基地	サイマイ 中継基地	ノーンケム 中継基地	平均値
厨芥	48	44	41	45
プラスチックごみ	27	24	25	26
紙ごみ	10	12	13	12
木	5	6	5	5
繊維	3	4	6	4
金属	1	2	2	2
ガラス	1	3	4	3
石・セラミックス	1	1	1	1
骨・貝	2	2	2	2
その他	2	1	2	2
合計	100	100	100	100

(出典) 2011 年度のごみ組成調査の結果 (BMA 環境事務局)

方法論に従った推定によると、20 年間で総計 1,500 万 tCO₂e のメタンガスが発生し、20 年間で平均すると年間 77 万 tCO₂e のメタンガスが発生する推定される。表 2-6 は、埋立処分に伴い発生するメタンの量の経年変化を表す。

埋立開始後 1 年目、7,700 トン/日の都市ごみの埋立処分に伴い発生するメタンの量は、28 万 tCO₂e/年である。埋立開始後 5 年目、埋立開始後 1 年間に埋立処分した都市ごみから発生するメタンの量は、5.7 万 tCO₂e/年に減少している。また、埋立開始後 5 年間の累計で、74 万 tCO₂e/年のメタンが発生する。

表 2-6 埋立処分に伴い発生するメタンの量の経年変化 [単位：tCO₂e]

	1	5	10	15	20
1	281,759	56,980	7,787	1,110	191
2		84,950	11,577	1,626	264
3		126,673	17,229	2,395	370
4		188,913	25,658	3,539	528
5		281,759	38,229	5,245	762
6			56,980	7,787	1,110
7			84,950	11,577	1,626
8			126,673	17,229	2,395
9			188,913	25,658	3,539
10			281,759	38,229	5,245
11				56,980	7,787
12				84,950	11,577
13				126,673	17,229
14				188,913	25,658
15				281,759	38,229
16					56,980
17					84,950
18					126,673
19					188,913
20					281,759
小計	281,759	739,276	839,757	853,672	855,788
				20年総計	15,370,964
				年平均	768,548

2.4.3 都市ごみの運搬に要する燃料の消費量に係るベースライン

都内3箇所のごみ処理センターから都外2箇所の埋立処分場まで都市ごみを運搬する際に消費する燃料を推計し、これを環境負荷削減効果の検討の際のベースラインデータとした。推定に用いた前提条件は表 2-7 のとおりである。

燃料消費量の推定はオンヌット、サイマイ、ノーンケム、各ごみ処理センターを起点とするケースについて行い、各推定結果を足し合わせた結果をベースラインデータとした。また、推計では、埋立処分場からごみ処理センターまでの都市ごみ未積載の状態での移動に係る燃料消費量も考慮した。推計に用いた式は、次に示すとおりである。

$$[\text{燃料消費量[L/日]}((\text{未積載時})]= \text{片道走行距離[km/台]} \times \text{燃費}((\text{未積載時})[\text{L/km}]) \\ \times \text{運搬量 [トン/日]} - \text{積載量[トン/台]}$$

結果、都内3か所のごみ処理センターから都外2か所の埋立処分場までの都市ごみの運搬に係る燃料消費量は、8,500 L/日と推定された。また、参考として燃料消費に伴う二酸化炭素排出量も推定したところ、推定結果は22 トン/日であった。

表 2-7 都市ごみの運搬に要する燃料消費量を推計する際に用いた前提条件

ごみ処理センター (起点)	埋立処分場 (終点)	運搬量 [トン/日] ^{*1}	片道走行距離 [km] ^{*2}	積載量 [トン/台] ^{*3}	燃費 [L/km] ^{*4}	
					積載時	未積載時
オンヌット	チャチューンサオ	2,400	90	50	4	11
サイマイ	ナコーンパトム	2,000	90	20	4	11
ノーンケム	ナコーンパトム	3,300	70	20	4	11

*1:BMA からのヒアリング

*2:推定値

*3:オンヌットを起点とするケースの積載量は BMA からのヒアリング値。他は推定値。

*4:省エネ法に基づく重量車燃費基準（トップランナー基準）

2.5 都市ごみの基礎データの収集

2.5.1 バンコク都内の都市ごみの発生量、発生源、組成、発熱量

本業務では、①焼却施設の技術スペックの検討、及び②焼却する都市ごみの発熱量を高めるための方策の検討のために必要な基礎データを得ることを目的として、バンコク都においてごみ組成調査を実施した。なお、本調査では、バンコク都内 50 区のうち、バンコク都に存在する典型的な都市ごみ発生源（住居、オフィス、市場、屋台、ショッピングモール等）が区内に存在するバンカピ区を調査対象区とした。今回実施したごみ組成調査の概要を以下に取りまとめる。なお、別添資料 2 では、ごみ組成調査の詳細を記載するとともに、組成調査の背景情報にあたる、バンコク都全域の都市ごみの量と質をまとめている。

(1) 調査方法

バンカピ区内において、5つのエリア（住居エリア、オフィスエリア、市場エリア、屋台エリア、モールエリア）を選定し、各エリアから発生した都市ごみを約 1m^3 ずつ収集し、バンカピ清掃事務所に搬入した。調査対象エリアの位置を図 2-9 に示す。

各エリアから搬入された約 1m^3 の都市ごみのうちの 0.125m^3 程度を物理組成調査に、残りの一部を 3 成分（水分、可燃分、灰分）、元素組成、及び発熱量の化学分析試料として使用した。

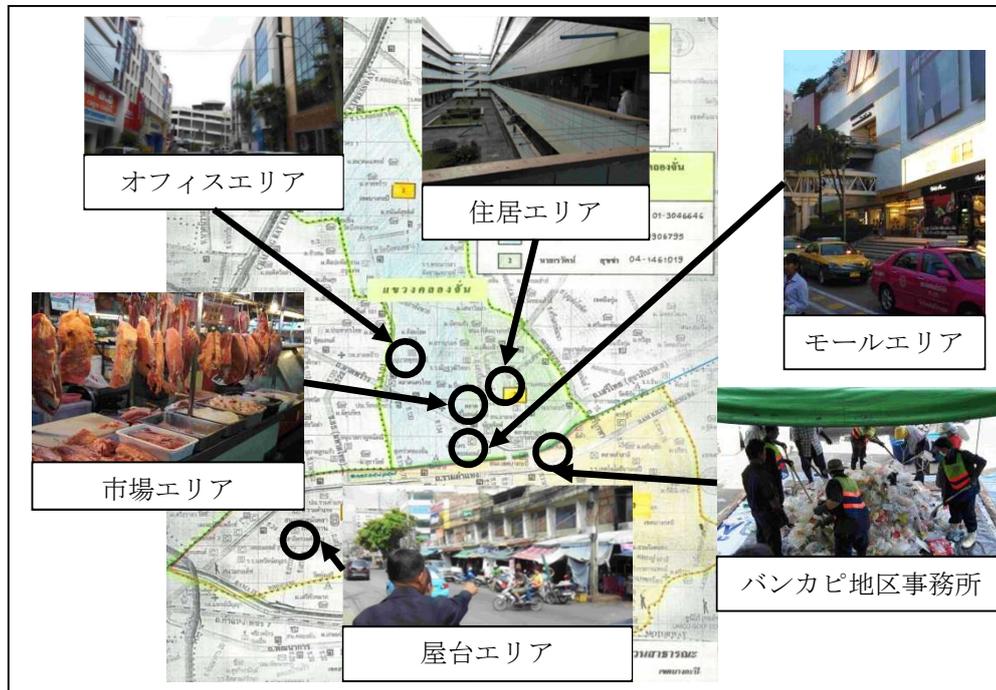


図 2-9 調査対象エリアの位置

(2) 調査時期

都市ごみのサンプリング、及び物理組成調査は、2012 年 10 月 15 日～17 日の 3 日間実施し、一方、化学分析については、キングモンクット大学のラボにおいて 2012 年 10 月から

11月にかけて実施した。

(3) 調査結果

本調査による調査対象エリア毎の物理組成、3成分（水分、可燃分、灰分）、元素組成、及び発熱量を表2-8に示す。当該調査結果によると、調査対象エリアにおける3成分（水分、可燃分、灰分）は日本における一般的な成分データと類似していることが判明した。一方、発熱量については日本における一般的なデータよりも高い数値となっていることから、3成分データを用いた発熱量の推定式、元素組成データを用いた発熱量の推定式、及び物理組成データを用いた発熱量の推定式により、今回得られた発熱量の数値の信頼性を検証したが、この数値が正常値であると結論付けることはできなかった。故に、後述の焼却施設の技術スペック検討にあたっては、日本における一般的なごみ低位発熱量の数値を暫定的に援用しているが、今後精度向上のためにも現地でのデータ・ノウハウの蓄積が重要と考えられる。

表 2-8 ごみ組成調査結果

Survey item		Residential Area	Office Area	Food Stall Area	Market Area	Shopping Mall Area
Physical composition (%)	Burnable	95.4	92.5	92.6	99.0	94.0
	Paper	17.5	19.7	5.6	4.7	36.4
	Textile	7.4	0.0	8.4	0.0	0.0
	Plastic	37.0	30.5	33.5	45.4	25.4
	Wood and Leave	1.4	0.8	0.6	15.8	1.3
	Kitchen waste	31.9	41.5	44.5	33.1	30.9
	Rubber	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
	Unburnable	4.6	7.5	7.4	1.0	6.0
	Bone and shell	0.2	0.1	4.4	0.1	0.0
	Metal	1.1	0.8	0.9	0.1	1.6
	Glass	1.9	6.6	1.6	0.9	4.4
Stone	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	
Other	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	
Three component (%)	Moisture	39.8	30.4	28.5	47.2	37.4
	Combustible	52.5	61.2	61.6	49.2	53.4
	Ash	7.67	8.44	9.88	3.67	9.17
Higher calorific value (kcal/kg)		2,963	3,660	4,019	2,984	2,615
Lower calorific value (kcal/kg)		2,453	3,150	3,552	2,442	1,994
Bulk density(kg/L)		0.216	0.221	0.348	0.434	0.194
Elemental composition (%)	Carbon	31.1	34.1	33.4	31.3	29.6
	Hydrogen	4.54	5.60	4.85	4.71	4.32
	Nitrogen	0.295	0.390	0.465	0.322	0.413
	Oxygen	13.6	18.0	19.6	9.2	16.4
	Sulfur	0.542	0.042	0.086	0.063	0.056
	Chlorine	2.47	3.03	3.22	3.60	2.64

2.6 採算性の評価に要する基礎データの収集

本業務では事業の採算性を評価しており、第3章にその事業の範囲を、第4章に評価の結果を記載している。本節では、事業採算性に係る基礎情報の収集結果を示す。なお、本業務では、THBの為替を3.2円/THBと設定し、事業の採算性評価等を行っている。

2.6.1 人件費単価・ユーティリティ単価

現地調査から、タイでプラントの操業維持管理に従事する人員の人件費単価は、概ね表2-9のとおりであることが分かっている。

表 2-9 プラントの操業維持管理に従事する人員の人件費単価

人件費単価	日本円 (円/人年)	現地通貨 (THB/人年)
代表クラス	5,760,000	1,800,000
技術者クラス	3,072,000	960,000
事務職クラス	1,344,000	420,000
運転員クラス	691,200	216,000

また、現地調査から、タイでプラントの操業維持管理にあたり用いるユーティリティの単価としては、概ね表2-10のとおりであることが分かっている。

表 2-10 プラントの操業維持管理にあたり用いるユーティリティ単価

項目		ユーティリティ単価				
		日本円		現地通貨		
用水費	用水	51	円/cm ³	16	THB/cm ³	
燃料費	軽油	96	円/liter	30	THB/liter	
	消石灰	6	円/kg	2	THB/kg	
	活性炭	112	円/kg	35	THB/kg	
薬剤費	ボイラ薬剤	清缶剤	256	円/kg	80	THB/kg
		脱酸剤	400	円/kg	125	THB/kg
		塩酸 (35%)	38	円/kg	12	THB/kg
		苛性ソーダ	64	円/kg	20	THB/kg
		次亜塩素酸ソーダ	38	円/kg	12	THB/kg
		カチオン	160	円/liter	50	liter/kg
		アニオン	544	円/liter	170	liter/kg
	排水処理剤	滅菌剤	320	円/kg	100	THB/kg
	油脂類	油圧剤	2,667	円/liter	833	THB/liter
		潤滑油	2,667	円/liter	833	THB/liter
グリース		2,311	円/kg	722	THB/kg	
タービン油		1,440	円/liter	450	THB/liter	

2.6.3 焼却処理への委託費

関係者へのヒアリングによると、C&G 社が BOT スキームで行う焼却事業に対する BMA の委託費（ティッピングフィー）は、800THB/トン（2,560 円/トンに相当）程度である。

2.6.4 タイ国における今後の売電価格動向（電力買取制度に基づく補助金の交付要件を含む）

タイ国エネルギー省代替エネルギー開発局は、再生化可能エネルギーの開発目標を定めており、この中で、2021 年までに全国のエネルギー消費量の 25%をまかなう代替エネルギーを開発すると掲げている。具体的な内訳は、表 2-11 のとおりである。なお、別添資料 3 は、当該開発目標に係る資料である（2012 年 11 月 1 日にタイ国エネルギー省代替エネルギー開発局より受領）。

表 2-11 再生可能エネルギーの開発目標

種類	単位	容量/消費量 (2012 年 6 月現在)	2021 年 (目標)
天然エネルギー			
風力	MW	7.28	1,200
太陽光	MW	316.12	2,000
太陽熱	ktoe	3.5	100
水力	MW	95.7	1,608
バイオエネルギー			
バイオマス（電気）	MW	1828.5	3,630
バイオマス（熱）	ktoe	4502	8,200
バイオガス（電気）	MW	172.85	600
バイオガス（熱）	ktoe	447.23	1,000
都市ごみ（電気）((a)+(b)+(c))	MW	27.48	160
(a) 焼却・ごみ発電	MW	4.22	-
(b) ランドフィルガス発電	MW	21.23	-
(c) 廃棄物由来バイオガス発電	MW	2.034	-
都市ごみ（熱）	ktoe	48.55	35
バイオ燃料			
エタノール	MI/d	1.28	9
バイオディーゼル	MI/d	2.81	5.97
代替バイオディーゼル	MI/d	-	25

(出典) タイ国エネルギー省からの受領資料に基づき作成

この流れに沿ってタイでは、現在 3 件のごみ焼却事業（プーケットの焼却施設×2、及びアマタ工業団地の焼却施設）に対して、再生可能エネルギー促進に係る制度に基づき、補助金が交付されており、これらの 3 つの焼却施設で発電した電気は通常の売電単価に 3.5THB/kWh が上乘せされ、売電されている。補助金の交付期間は、交付開始から 7 年間である。なお、タイの売電単価は、燃料調整税（Fuel Tariff）により変わり、当該燃料調整

税は時と場所により異なる。現在のバンコクでの売電単価は 3THB/kWh である。

タイ政府は、現在、FIT 制度の導入について検討しており、仮に今後 FIT 制度が導入されることとなった場合は、現在の 3.5THB/kWh の補助金は廃止され、その代わりに長期間（例えば、20 年間）、3.5THB/kWh より低額の補助金が交付される可能性があるようであるが、詳細は政府内で検討中のため未定である。

2.6.5 財務的支援制度

日本には、地方自治体が都市ごみの焼却施設を新設する際に中央政府から地方自治体に補助金が交付される制度があるものの、タイにはこのような制度が根付いていない。タイの地方自治体は独自の予算により焼却施設を導入し、操業・維持管理することが求められている⁴。したがって、現段階では、タイ国政府からの補助金に大きな期待はできない。

一方、BOI（タイ投資委員会）のスキームに基づき、タイで事業を行う企業は、法人税の免除、または輸入関税の免税の恩恵を受けられる。

我が国について見ると、JICA が近年、協力準備調査（PPP インフラ事業）と呼ばれる事業を始めており、日本企業の海外の PPP インフラ事業（BOT スキーム含む）への参画を支援している。当該事業の下では、技術支援（キャパシティビルディング含む）、FS 支援、事業体への低金利の長期ローンなど、事業のフェーズに応じた支援メニューが用意されている。

⁴ ただし、プーケット市は、1号炉の新設の際、プーケット市が観光地であり、ごみの焼却が必要である旨を主張し、環境法に基づき、タイ政府から補助金を得ている。当該補助金は建設費に充てられた。タイの環境法では、環境改善、及びグリーンエリアを広くするための事業には補助金が拠出される旨が定められている。

3. 事業計画の検討結果

3.1 事業への参入機会についての分析

3.1.1 バンコク都での焼却・ごみ発電事業の推進傾向

上述の 2.1.1 で記載のとおり、BMA は、都市ごみ管理マスタープランにおいて、2021 年までに 1,000 トン/日の焼却・ごみ発電施設を更に 2 基、ノンケムごみ処理センターに導入する構想を掲げている。また、再選した都知事は、2017 年までに 300 トン/日以上焼却・ごみ発電施設を更に 2 基、バンコク都内に導入すると公約している。このように、現在バンコク都では焼却・ごみ発電事業を推進する傾向にあり、今後焼却・ごみ発電事業への新規参入にあたっては、この流れに乗ることが重要である。

3.1.2 日本への関心事項

本業務では、現地調査、ワークショップ、訪日研修などのイベントを通して、BMA のニーズと、それに対応する BMA の日本への関心事項への把握に努めてきており、これまでに得た情報は概ね以下のとおり整理できる。

(1) 日本の自治体を持つノウハウ

BMA は、日本の自治体で行われている、分別、収集運搬、それらと処分が一体となった管理システムをグッドプラクティスとして捉えており、そのノウハウをバンコクに取り込むことに意欲的である。例えば、第 2 回ワークショップでは、事業系一廃の減量化をテーマに日本の自治体が講義を行ったところ、日本の行政ノウハウをバンコクに取り込むことを想定した立ち位置で BMA から多数の質問が提出され、BMA 側に高い関心があることが伺えた。

(2) 日本の事業者を持つノウハウ

BMA は、日本の事業者が持つ都市ごみの焼却処理に関するノウハウにも関心を示している。環境に配慮した方法により都市の中心部で焼却事業が行われていること、事業者の住民対応などに関心が高い。第 2 回ワークショップでは、日本の自治体が焼却事業の歴史や住民対応について講演したところ、BMA からは、今後も日本の事業者から助言や知見の提供を受けたいとのコメントが出されていた。

このように、日本は十分な公害対策を施した焼却・ごみ発電施設を建設し、それを安全に安定的に操業するノウハウを持つ国と捉えられているとともに、焼却処理が、その上流の収集運搬、さらにその上流の分別と一体的に行われていると捉えられている。今後、バンコク都での焼却・ごみ発電事業へ日本側が新規参入するにあたっては、これらの BMA の日本への関心事項を的確に取り込んでいくことが重要である。

3.1.3 事業計画検討にあたっての前提条件

上記の分析結果を踏まえ、バンコク都での焼却・ごみ発電事業への参入にあたっては、以下の要件を満たすことが望ましいと考えられる。本業務で事業の実現可能性を検討する際も、以下を前提条件とした。

(1) 施設の処理規模

本調査では、今後建設が考えられている焼却施設の規模として以下の2つを挙げている。

- ・ 1,000 トン/日：マスタープランで提示
- ・ 300 トン/日以上：2013年3月に再選した知事の公約で提示

特に後者の300 トン/日以上については、具体的な根拠は確認できていないが、事業の早期実現化を目標として、投資法適用の目安（10億 THB（32億円））を下回る規模を想定しているものと思われる。

これは既述のノンケムで建設中の焼却施設の建設コストが500 トン/日程度の施設で10億 THBを下回ることも根拠の一つとして考えられるが、一般的な日本の施設では300 トン/日の施設においても10億 THBを満足することは厳しいと考えられ、本調査ではマスタープランで掲げられている1,000 トン/日の施設規模での実現性評価を行っている（300 トン/日の施設の場合の概算コストの検討は4.1.7に示している）。

ただし、1,000 トン/日の場合は投資法の適用となることが確実であり、BMA（あるいは都知事）の意向に即していないことも想定され、今後スケールメリットの理解を深めてもらう、あるいは管理などのソフト的なアプローチとのパッケージでの提案を行うことが必要になると思われる。

(2) 施設の公害対策：日本の都市ごみ焼却施設と同等の機能を持つ

BMA が日本に期待しているのは、公害を引き起こすことのない設計技術であり、また、安定的に焼却施設を操業するノウハウである。したがって、このBMAの期待に応えることを想定し、本業務で実現可能性の評価対象とする施設は、日本の都市ごみ焼却施設と同等の公害対策の機能を持つこととする。

3.2 事業構想の検討

3.2.1 事業の範囲

先行するC&G社の焼却・ごみ発電事業の場合、都民・事業者から未分別の状態では排出された都市ごみを、BMAが収集、焼却・ごみ発電施設まで運搬し、都市ごみの焼却、及びごみ発電をC&G社が行い、焼却残渣の処理については、C&G社とは別の業者が行う計画のようである。したがって、本業務においても、先行事例にならぬ、事業の範囲を図3-1に示すとおりとし、その実現可能性を評価することとする。

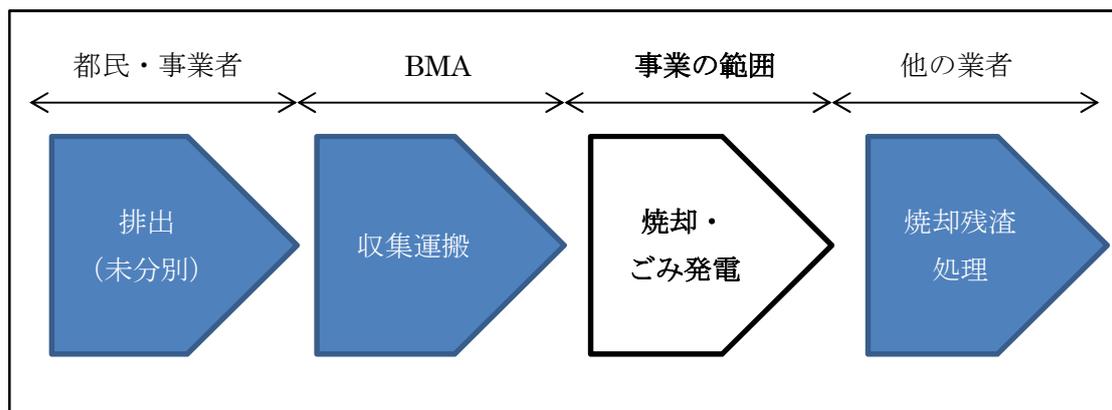


図 3-1 本業務で実現可能性の評価の対象とする事業の範囲

3.2.2 対象地域

マスタープランでは、2021年までに1,000トン/日の焼却・ごみ発電施設を更に2基、ノンケムごみ処理センターに導入する構想を掲げている。本業務では、この焼却事業を実現することを想定し、焼却施設はノンケムごみ処理センターに導入すると仮定する。また、運搬の効率性を考え、ノンケム区及びその周辺区で収集された都市ごみを、焼却処理するものと仮定する。ただし、再選した都知事の公約では場所は特定されていない。

(参考情報)

タイ国の都市計画法 (City Planning Act) に従い、バンコク都は用途別に以下の13のエリアに分けられており、当該法上焼却・ごみ発電施設が導入可能なエリアは⑬のみである。

- ① 住宅用地 (低密集地)
- ② 住宅用地 (中程度の密集地)
- ③ 住宅用地 (高密集地)
- ④ 商業用地
- ⑤ 工業用地 (倉庫)
- ⑥ 倉庫
- ⑦ 特定工業用地 (工業団地)
- ⑧ 農業用地
- ⑨ 教育用途 (教育施設)
- ⑩ 農業用地、保護住宅用地
- ⑪ 文化保護支援用地
- ⑫ 宗教用途 (宗教施設)
- ⑬ インフラ用途

上記⑬に該当する土地のうち、BMA がその所有権を有しているのは、ノンケムごみ処理センター、オンヌットごみ処理センター、サーイマイごみ処理センターの3つのセンターのみである。そのため、ノンケムごみ処理センターに焼却施設を導入するのであれば、都市計画法の要求事項を満たすとともに、BMA から土地の利用権（または所有権）を取得できれば、新たな土地取得を行う必要は生じない。

3.2.3 民間委託の方式

BMA は、焼却・ごみ発電施設を建設するための財政面、及び人的資源に係る予算に制約があることを課題として捉えており、バンコク都内で焼却事業を行う場合、BOT 方式を最も実現可能な事業スキームと考えている。したがって、本業務においても、BMA の現状に即し、BOT 方式で焼却・ごみ発電事業が民間委託されることを想定（図 3-2 参照）し、その実現可能性を評価することとする。

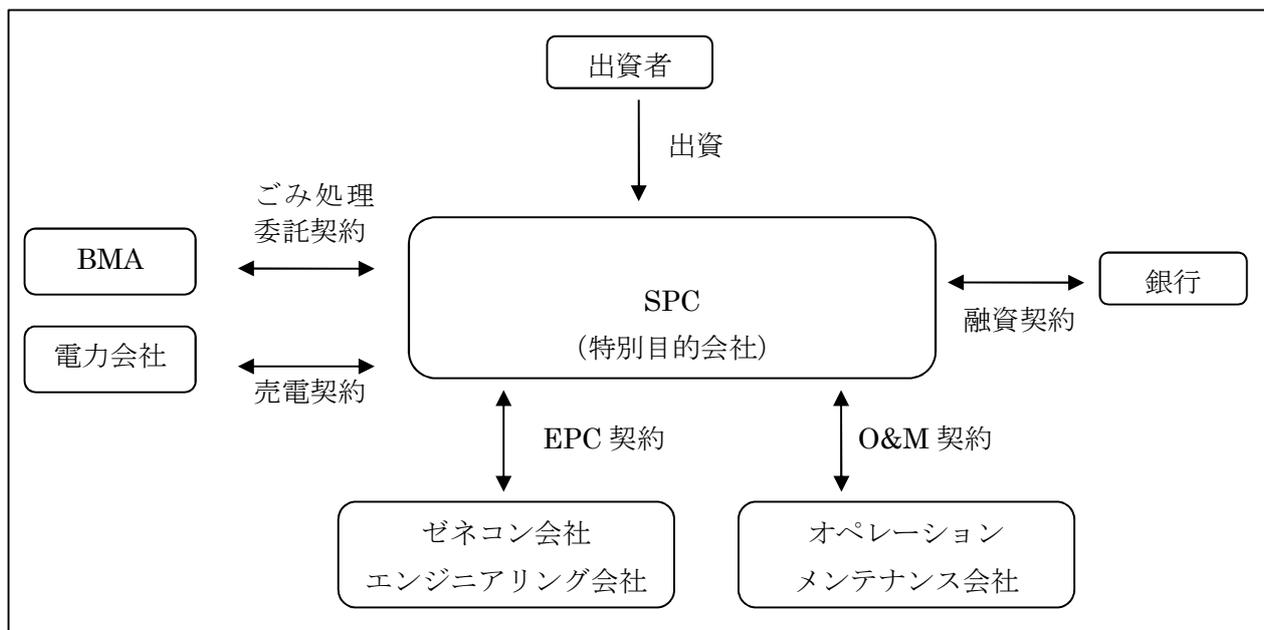


図 3-2 BOT スキームによる事業の実施体制

4. 実現可能性の評価結果

4.1 事業性（採算性）の評価

本節では、タイ国バンコク都ノンケムごみ処理センターに、処理規模 1,000 トン/日の焼却・ごみ発電施設を建設し、20 年間にわたり所有・操業する事業の採算性を評価する。事業は、BMA から BOT 方式で民間委託されるものと想定する。

事業の支出としては、建設費、及び操業維持管理を評価対象とする。なお、事業の許認可（DIW が発行する操業許可、ONEP が発行する EIA 承認等）取得に要する費用は、評価の範囲から除外する。事業の収入としては、BMA との委託契約に基づく委託費収入、及び余剰電力の売却益を評価対象とする。事業採算性は、事業の支出と収入のバランスから評価する。また、タイ国の投資法の要求事項、及び先行事業における委託費単価に起因する制約条件等も考慮し、事業の課題を整理する。

4.1.1 焼却・ごみ発電施設の仕様

エンジニアリングメーカーからのヒアリング結果等を参考に、焼却・ごみ発電施設の仕様を、表 4-1 のとおり設定した。

施設の処理規模については、BMA のマスタープラン・都知事の公約に応えることを想定し、1,000 トン/日とした。施設は 500 トン/日の 2 系列から構成されると想定し、この場合、メンテナンスに必要な日数を除いた年間稼働日数は 315 日となる。バンコク都で発生する都市ごみを、都市ごみ焼却炉で最も実績があるストーカ式焼却方式により焼却するものと想定した。また、BMA の期待に応えることを想定し、施設は日本の都市ごみ処理施設と同等の公害対策を持つとした。

表 4-1 施設の仕様

項目	条件
処理能力	1,000 トン/日（500 トン/日・系列×2 系列）
年間稼働日数	315 日/年（24 時間/日）
焼却方式	ストーカ式
発電容量	14.4 MW （発電量：109GWh/年、所内電力：28GWh/年、余剰電力：81GWh/年）
焼却方式	ストーカ式
公害対策	日本の都市ごみ処理施設と同等の公害対策

4.1.2 建設費の試算

タイでは近年の天然ガス焚き火力発電所の建設件数の増加によりローカル企業（エンジニアリング会社）が技術を蓄積してきており、備品調達や施設生産を現地化することにより、建設費を低コスト化できることが明らかになってきている。そこで、本業務においては、タイのローカル企業を活用し可能な限り低価格化の努力を行うことを前提条件として付し、表 4-1 の技術仕様を持つ焼却・ごみ発電施設の概算建設費をエンジニアリングメーカーにヒアリングしたところ、150 億円（建設単価：1,500 万円/（トン/日））と試算された。

なお、施設を導入するための用地は、BMA から無償で借用するものと想定した。

4.1.3 操業維持管理費の試算

(1) 人件費

現地調査や文献調査の結果から、表 4-2 の施設の操業・維持管理に係る人員体制を表 4-2 と設定した。各クラスの人件費を第 2 章の表 2-9 の人件費単価と仮定すると、総人件費は 63 百万円/年（19 百万 THB/年）と試算された。

表 4-2 操業維持管理体制

役職	クラス	人数（人年/年）
事業責任者	代表クラス	1
技術者（工場長）	技術者クラス	1
技術者（機械）		1
技術者（電気）		1
技術者（運転総括）		1
技術者（施設保全）		1
技術者（化学分析）		1
技術者（計量）		1
技術者（プラットフォーム管理）		2
運転員（クレーン）		運転員クラス
運転員（炉・ボイラー）	8	
運転員（電気施設）	4	
運転員（機械管理）	4	
運転員（保守点検）	2	
運転員（ごみショベルローダー）	8	
運転員（灰ショベルローダー）	1	
事務職（営業）	事務職クラス	1
事務職（財務）		1
事務職（総務）		1
事務職（庶務）		2
合計		46

(2) ユーティリティ費

現地調査や文献調査の結果から、操業段階におけるユーティリティの使用量を表 4-3 と設定した。ユーティリティの単価を第 2 章の表 2-10 と仮定すると、ユーティリティ費は 55 百万円/年（17 百万 THB/年）と試算された。

表 4-3 ユーティリティの使用量

項目		使用量	単位	
用水費		81,300	m ³ /年	
燃料費	軽油	61,100	liter/年	
薬剤費	消石灰	1,468,800	kg/年	
	活性炭	32,400	kg/年	
	ボイラ薬剤	清缶剤	2,246	kg/年
		脱酸剤	1,423	kg/年
		塩酸（35%）	37,290	kg/年
		苛性ソーダ	59,580	kg/年
		次亜塩素酸ソーダ	2,010	kg/年
		カチオン	24	liter/年
		アニオン	69	liter/年
	排水処理剤	滅菌剤	159	kg/年
	油脂類	油圧剤	2,400	liter/年
		潤滑油	3,900	liter/年
		グリース	800	kg/年
タービン油		5,000	liter/年	

(3) メンテナンス費

操業期間中は、日常点検で機器を維持管理するとともに、施設を定期的に停止させ、その期間、メンテナンスを実施する。これらメンテナンス費については、現地調査、文献調査、エンジニアリングメーカーへのヒアリングの結果、建設費用の 4%にあたる 600 百万円/年（188 百万 THB/年）と試算された。

(4) 焼却残渣処理費

BMA へのヒアリングによると、2015 年から操業スタートの C&G 社の焼却事業で生じる焼却残渣については、まだその処理方法が確定しておらず、今後、民間企業からの提案等に基づき、処理技術、実施主体、処理費用等が決められるようである。したがって、本業務では、事業で生じる焼却残渣について、民間企業にその処理を委託すると仮定するが、現段階でその処理技術と処理主体は特定しない。

委託処理の単価は、都市ごみの運搬・埋立処分に係る現在の費用を考慮し、設定した。現在、バンコク都では、オンヌット中継基地からチャチェーンサオ埋立処分場までの都市ごみの運搬、及び当該埋立処分場での埋立処分を BMA から委託された民間業者が行ってお

り、その単価は、1,634 円/トン（512THB/トン）である。焼却残渣の場合、都市ごみに比べて高度な管理が求められることが想定されるため、本業務では、焼却残渣の処理単価を、都市ごみの2倍にあたる3,277 円/トン（1,024THB/トン）と設定した。また、焼却により、都市ごみの10%（重量ベース）が焼却残渣として残ると仮定した。結果、焼却残渣処理費は103 百万円/年（32 百万 THB/年）と試算された。

(5) 操業維持管理費のまとめ

以上の(1)から(4)の操業維持管理費をまとめると、表 4-4 のとおりとなる。

表 4-4 操業維持管理費の試算結果

項目	日本円	THB
人件費	63 百万円/年	19 百万 THB/年
ユーティリティ費	55 百万円/年	17 百万 THB/年
メンテナンス費	600 百万円/年	188 百万 THB/年
焼却残渣処理費	103 百万円/年	32 百万 THB/年
合計（操業維持管理費）	820 百万円/年	256 百万 THB/年

4.1.4 営業利益の試算

(1) 委託費収入

現地調査によると、2015 年から操業スタートの C&G 社の焼却事業での処理委託費の単価は2,560 円/トン（800THB/トン）程度のものである。本業務においても、焼却事業の処理委託費の単価を、この先行他社と同程度の2,560 円/トン（800THB/トン）と設定した。結果、委託費収入は806 百万円/年（252 百万 THB/年）と試算された。

(2) 売電収益

現地調査から、現在バンコク都で発電事業をした際、その売電単価は、売電事業開始後7年間は20.8 円/kWh（6.5THB/kWh）、8年目以降は9.6 円/kWh（3THB/kWh）であることが分かっている。本業務では、現在の売電価格が今後も継続すると仮定し、結果、操業開始後7年目までは1,675 百万円/年（523 百万 THB/年）、8年目以降は773 百万円/年（242 百万 THB/年）と試算された。

表 4-5 営業利益の試算結果

項目	日本円	THB
委託費収入	806 百万円/年	252 百万 THB/年
売電収益	操業開始後7年間	1,675 百万円/年
	操業開始後8年目以降	773 百万円/年
合計 (営業利益)	操業開始後7年間	2,481 百万円/年
	操業開始後8年目以降	1,579 百万円/年

4.1.5 支出と収入のバランス

操業開始後 20 年間にわたる累計の収入と支出を、表 4-6 にとりまとめた。建設費については、金融機関からの借入金により支払うものと仮定し、その支払金利については、タイのインフレ率（3%前後）を考慮し、5%と設定した。結果、利益はマイナスとなり、採算性の点で、実現可能性が困難と評価された。

表 4-6 20 年間の累計収支

項目	20 年間累計	
	日本円	THB
(1) 営業利益 ((1a) + (1b))	37,899 百万円	11,843 百万 THB
(1a) 委託費収入	16,128 百万円	5,040 百万 THB
(1b) 売電収益	21,771 百万円	6,803 百万 THB
(2) 総事業費 ((2a) + (2b))	31,404 百万円	9,814 百万 THB
(2a) 操業維持管理費	16,404 百万円	5,126 百万 THB
(2b) 初期投資額	15,000 百万円	4,688 百万 THB
(3) 営業損益 ((1) - (2))	6,495 百万円	2,030 百万 THB
(4) 営業外費用 (支払金利: 5%)	7,125 百万円	2,227 百万 THB
(5) 利益 ((3) - (4))	(-) 630 百万円	(-) 197 百万 THB

※処理委託費の単価：2,560 円/トン（800THB/トン）

4.1.6 感度分析

事業に与える影響の大きいパラメーターである処理委託費の単価について、2,560 円/トン（800THB/トン）ではなく、その 1.5 倍の 3,840 円/トン（1,200THB/トン）とした場合の収支のバランスを分析した。なお、他のパラメーターは 4.1.4 の分析に変更を加えない。結果は、表 4-7 のとおりであり、20 年間累計で 7,434 百万円（2,323 百万 THB）の利益（税抜）が見込まれた。また、内部収益率（IRR）を算定したところ、7.6%となり、財務的に実現可能と評価された。

表 4-7 20 年間の累計収支（委託費単価：3,840 円/トン（1,200THB/トン））

項目	20 年間累計	
	日本円	THB
(1) 営業利益 ((1a) + (1b))	45,963 百万円	14,363 百万 THB
(1a) 委託費収入	24,192 百万円	7,560 百万 THB
(1b) 売電収益	21,771 百万円	6,803 百万 THB
(2) 総事業費 ((2a) + (2b))	31,404 百万円	9,814 百万 THB
(2a) 操業維持管理費	16,404 百万円	5,126 百万 THB
(2b) 初期投資額	15,000 百万円	4,687 百万 THB
(3) 営業損益 ((1) - (2))	14,559 百万円	4,550 百万 THB
(4) 営業外費用 (支払金利: 5%)	7,125 百万円	2,227 百万 THB
(5) 利益 ((3) - (4))	7,434 百万円	2,323 百万 THB

4.1.7 課題の整理

(1) 委託費単価の観点

上記の分析で見たように、委託費単価が先行他社の 1.5 倍の 3,840 円/トン (1,200THB/トン) であれば財務的に実現可能性と評価されたが、先行他社と同等の 2,560 円/トン (800THB/トン) では 20 年間累計の利益はマイナスになると試算された。仮に、先行他社が次の焼却事業へ水平展開を試み、その委託費単価として 2,560 円/トン (800THB/トン) を BMA に提示してきた場合、価格競争力の点で、本業務で対象とする事業は不利な立場に立たされる。

しかしながら、価格面を除くと、本業務で対象とする事業のコンセプトは BMA の期待に沿うものであり、技術面では優位性を発揮でき得ると考えられる。したがって、次の焼却事業にはその構想段階から関与し、入札の技術評価で高い評価を得るための働きかけをする（例えば、日本の技術や社会システムをバンコクに導入する場合の環境面・社会面でのメリットを伝える、共同で入札仕様書の検討を行う等）とともに、必要な予算措置の検討を促す（例えば、処理委託費の単価上昇が見込まれることを伝える等）ことにより、早期の段階から BMA 側に種々の判断材料を提供していくことが重要である。

(2) 初期投資額の観点

タイでは、焼却・ごみ発電事業を含む公共事業への初期投資額が 32 億円 (10 億 THB) を超える場合、投資法に従って、内閣の承認が必要となり、この承認手続きには通常 2 年以上の期間を要すると言われている。一方、投資額が 10 億 THB を下回る場合には、投資法の適用外となることから、BMA は事業の早期実現が可能であると考えており、また、これを望んでいるようである。

本業務で対象とした事業の初期投資額は 150 億円 (47 億 THB) であることから、投資法に従い内閣承認を得るための手続きが必要になり、また、これは BMA の方針に即していない。

そこで、本業務では、都知事が公約として掲げている最低 300 トン/日の焼却事業の最低ラインである 300 トン/日の処理規模の焼却・ごみ発電施設について、その建設費の概算見積を行い、初期投資額を 32 億円 (10 億 THB 以下) に抑えられるか否かの検討を行った。対象とした施設の仕様は表 4-8 に掲げるとおりであり、見積は、海外で既に建設されている焼却施設の建設費用に、タイ国のロケーションファクターを掛けることで求めた。概算見積に必要な基礎情報は、エンジニアリングメーカーへのヒアリングから入手した。

表 4-8 施設の仕様（処理能力：300 トン/日）

項目	条件
処理能力	300 トン/日（300 トン/日・系列×1 系列）
年間稼働日数	310 日/年（24 時間/日）
焼却方式	ストーカ式
発電容量	6.4 MW （発電量：48GWh/年、所内電力：18GWh/年、余剰電力：30GWh/年）
焼却方式	ストーカ式
公害対策	日本の都市ごみ処理施設と同等の公害対策

結果、建設費の概算費用は 60 億円（19 億 THB）（建設単価：2,000 万円/（トン/日））と試算され、300 トン/日に規模を落としても、初期投資額が 32 億円（10 億 THB）を超えた。反対に、初期投資額を 32 億円（10 億 THB）以下に抑えるためには、建設単価が約 1,000 万円/（トン/日）以下でなければならない。このように、300 トン/日の規模ではスケールメリットを発揮できず、日本の強みを生かした施設（安定操業が可能となる施設、日本の都市ごみ処理施設と同等の公害対策を持つ施設等）の導入は、1000 万円/（トン/日）の建設単価では困難であると考えられる。

先行する C&G 社のプレスリリースによると、彼らが現在建設中の 500 トン/日の焼却施設の初期投資額は、29 億円（9 億 THB）（建設単価：560 万円/（トン/日））であり、32 億円（10 億 THB）以下に抑えることができているようである。初期投資額が 32 億円（10 億 THB）を超えるのは、日本の技術を入れることを想定した場合に生じる問題であると推察された。

したがって、バンコク都での次の焼却事業の構想段階から関与し、たとえ 300 トン/日の規模の施設であっても日本の技術を導入する場合は初期投資額が 32 億円（10 億 THB）を超えてしまう可能性が否定できないことを説明する一方で、初期投資額が 32 億円（10 億 THB）を超えることになっても日本の強みを生かした施設を入れることのメリットを伝え、早期の段階から BMA の理解を得ていくことが重要である。

(3) スケールメリットの観点

投資法の制約要件の観点と相反するが、焼却・ごみ発電事業そのもののメリットを引き出すという観点から見ると、施設の規模は、300 トン/日規模ではなく、1,000 トン/日規模であることが望ましい。そこで、本業務では、BMA 側に、焼却・ごみ発電事業のスケールメリットを伝えるための基礎情報を得る目的で、表 4-8 に技術仕様をまとめた 300 トン/日の処理規模の焼却・ごみ発電施設について、その建設と操業に係る収支の分析を行った。

300 トン/日の施設の建設費については上で示したとおり、60 億円である。操業維持管理費は 4.1.3 に記載した方法、営業利益については 4.1.4 に記載した方法と同等の考え方に基づき試算した。結果は表 4-9 のとおりである。結果、利益はマイナスとなり、採算性の点で、実現可能性が困難と評価された。

表 4-9 20 年間の累計収支 (処理規模 : 300 トン/日)

項目	20 年間累計		
	規模 : 1,000 トン/日 (参考値)	規模 : 300 トン/日	
		日本円	THB
(1) 営業利益 ((1a) + (1b))	45,963 百万円	15,190 百万円	4,747 百万円
(1a) 委託費収入	24,192 百万円	7,142 百万円	2,232 百万円
(1b) 売電収益	21,771 百万円	8,047 百万円	2,515 百万円
(2) 総事業費 ((2a) + (2b))	31,404 百万円	14,949 百万円	4,671 百万円
(2a) 操業維持管理費	16,404 百万円	8,949 百万円	2,796 百万円
(2b) 初期投資額	15,000 百万円	6,000 百万円	1,875 百万円
(3) 営業損益 ((1) - (2))	14,559 百万円	241 百万円	75 百万円
(4) 営業外費用 (支払金利 : 5%)	7,125 百万円	2,850 百万円	891 百万円
(5) 利益 ((3) - (4))	7,434 百万円	(-) 2,609 百万円	(-) 815 百万円

※委託費単価 : 3,840 円/トン (1,200THB/トン)

※規模 : 1,000 トン/日の場合の値は、表 4-7 に記載した値と同じであり、参考値として掲げている。

スケールメリットは、総事業費において顕著に表れている。300 トン/日の規模の場合、総事業費は 20 年累計で 149 億であるのに対して、1,000 トン/日の規模の場合は 314 億円であり、規模は 3.3 倍にスケールアップしているにも関わらず、総事業費の増加は 2.1 倍に抑えられている。一方、営業利益については、300 トン/日の規模の場合は 20 年累計で 152 億円、一方、1,000 トン/日の規模の場合は 460 億円であり、営業利益は 3 倍増加している。結果、300 トン/日の規模の場合、営業損益はプラスマイナスがほぼゼロであったのに対して、1,000 トン/日の規模の場合、20 年累計で約 150 億円の営業損益が見込まれている。このように、1,000 トン/日の規模の場合、300 トン/日に比べてスケールメリットが働き、利益の向上が見込まれる。

BMA は投資法の手続きが不要になるという観点から初期投資額を 32 億円 (10 億 THB) 以下に抑えることを希望しているが、技術的、経済的観点からは、施設の規模はスケールメリットが働く 1,000 トン/日であることが望ましいと言える。

4.2 環境負荷低減効果・社会受容性の評価

4.2.1 環境負荷低減効果の評価

今後20年間にわたり7,700トン/日の都市ごみの埋立処分が続くシナリオをベースラインとし、1,000トン/日の焼却・ごみ発電施設をノンケムごみ処理センターに導入（年間365日稼働と仮定）することにより、どの程度の埋立処分量、埋立処分に伴うメタン発生量、及び運搬のための燃料消費量の削減効果が見込まれるかを評価した。以下の表4-10に結果を示す。なお、焼却処分による減容効果は10%とし、焼却残渣は全量埋立処分（100トン/日）すると仮定した。また、運搬に伴う燃料の消費量の削減効果を推定するにあたっては、ノンケムごみ処理センターに搬入される都市ごみが1,000トン/日焼却処分され、それに伴い埋立処分場まで運搬すべき都市ごみの量が900トン/日削減されると仮定した。

表 4-10 環境負荷の低減効果

評価項目	現状	焼却施設導入後	低減効果
埋立処分量	7,700 トン/日	6,800 トン/日	900 トン/日
埋立処分に伴うメタン発生量 (20年合計)	15.4 百万トン (tCO ₂ e)	13.6 百万トン (tCO ₂ e)	1.8 百万トン (tCO ₂ e)
運搬に伴う燃料の消費量	8,478 L/日	7,285 L/日	1,193 L/日

表4-10に示すとおり、施設の導入により環境負荷低減効果は見込まれるものの、評価では焼却処分そのものに伴って排出される二酸化炭素の量などが取り込めておらず、評価の高精度化は課題として残されている。

4.2.2 社会受容性の評価

C&G社の焼却事業に係る住民説明では反対意見が提出されたものの、焼却炉のイメージ、概念がないため反対意見が出されたと考えられていることから、法制度に基づく住民説明会だけでなく、自主的な情報提供を積極的に行う（日本での事例を紹介する等）ことにより、住民の不安は低減すると思われる。ただし、住民説明会以外の場において、ノンケムごみ処理センターへの焼却施設導入に反対の運動が起こっていることから、社会受容性に係るリスクは存在していると思われる。また、バンコクでは、既存の業者が都市ごみの埋立事業を行っており、焼却事業は埋立事業の事業領域を縮小させるものと捉えることもできることから、計画の進展に伴い、既存の埋立業者との調整が必要になることも想定される。

4.3 実現可能性の評価

4.3.1 機会

(1) 焼却事業への期待

BMA は、2012 年 10 月に策定したマスタープランにおいて、2021 年までに、ノンケムごみ処理センターで合計 2,500 トン/日の焼却処理を行う構想を掲げている。現在、この構想に沿う形で、当該センターでは 500 トン/日の焼却施設が建設中である。また、2013 年 3 月 3 日に再選を果たしたバンコク都知事は、「Green & Clean City」構想を選挙公約で掲げており、この構想に従って、300 トン/日以上処理規模を持つ焼却施設が 2 基、2017 年までに、市内に導入される可能性がある。このように、バンコク都では、現在、焼却処理への期待が高まっている状況にある。

(2) BMA の日本への期待

2 か年かけて本 FS を進める中、ワークショップ、訪日研修などを通して、主に以下に示すような焼却事業に関連して日本に蓄積されているノウハウを BMA に情報提供を行い、BMA へ日本への期待を高めるための働きかけを行ってきた。BMA 側からは、今後、焼却事業を推進するにあたり、日本側から助言や知見の提供を受けたいとのコメントが出されていることから、関心事項を把握し、期待に応えていくことが重要である。

- ✓ 焼却施設を設計・建設する技術、施設を安定操業するためのノウハウ
- ✓ 焼却事業の推進に伴い生じる住民の不安等に対応するノウハウ
- ✓ 焼却事業における民間業者の有効活用に係るノウハウ

4.3.2 課題

(1) 先行他社の水平展開

C&G 社は、バンコク都で初めての都市ごみ焼却事業を BMA から受注し、現在、施設を建設中である。当該事業の初期投資額、処理委託費の単価は、ともに日本の視点から見ると低く抑えられている。今後、知事が公約に掲げる次の焼却事業（処理規模：300 トン/日以上）の構想が具体化され、仮に C&G 社が水平展開してきた場合、現状の入札手続きにおいて、日本側は実績面、価格競争力の両面で不利な立場に立つことが想定される。

(2) 処理委託費の単価

先行する C&G 社は、処理委託費の単価が 2,560 円/トン（800THB/トン）で BMA と契約をしているようである。一方、本業務で対象とした事業の場合、処理委託費の単価が先行他社の 1.5 倍の 3,840 円/トン（1,200THB/トン）でなければ財務的な実現可能性が期待できない。BMA 側にとっては、先行他社に比べて、処理委託費に係る支出が増加することになるため、この点について、今後、日本側が参入する上で、BMA 側から理解を得る必要がある。

(3) 投資額の上限

本業務では、1,000 トン/日及び 300 トン/日の両方の処理規模の焼却施設の建設費の概算見積を行ったが、どちらも 32 億円（10 億 THB）以上と試算され、投資法に基づく手続きが必要になると想定される。BMA は、投資額が 32 億円（10 億 THB）以下の事業を望んでおり、このため、今後、日本側が参入するにあたっては、投資法に基づく手続きが必要になる可能性があることにつき、BMA 側から理解を得る必要がある。

4.3.3 総合評価

バンコク都では、現在都市ごみ焼却事業への期待が高まっており、具体的な案件の構想も現れている。また、日本側への期待もある。特に、3 月 3 日には現職のバンコク都知事が選挙で再選を果たし、今後都知事の選挙公約に基づき新しい施策がバンコク都で展開されようとしている。このようにバンコクでは新たな焼却施設の導入にかかる検討をこれから行おうというタイミングにある。

ただし、日本企業としては先行事例からみた場合、参入にあたっては不利な状況にあると考えられる。先行している中国系企業が次の焼却事業に水平展開してきた場合、実績、それと価格競争力の点で、日本側より優位に立つと考えられる。また、日本企業参入にあたっては事業採算性確保のために、先行事業に比べて処理委託費の単価の増加が必要な条件になりうるかと思われる。さらに、事業実現のためには投資法に基づく手続きが必要になることも想定される。後者二つの条件は、BMA の現時点における方針に込んでいるとは言えない。

このように、現在が事業参入の時期としてよいタイミングであると考えられるものの、日本側の事業参入にあたっての制約条件もある。したがって、今後バンコク都での焼却・ごみ発電事業に参入するためには、本業務等を通して構築した日本と BMA との関係を活用し、日本への関心事項をバンコク都のニーズに反映させるなど、事業の早期の段階から関与するなどの取組を行うことが重要である。

4.3.4 今後の取組

(1) Phase I（2013 年 3 月～2013 年 9 月頃）

2013 年 3 月に、弊社は本業務にかかるサマリーレポートを BMA に対して提出する計画である。サマリーレポートには本 FS で得られた知見のほか、バンコクのニーズに即した日本の経験などを盛り込み、今後検討されるバンコクでの焼却施設設置検討の際に、官民あわせた日本サイドが関与できるような機会を盛り込むことも提案する考えである。

(2) Phase II（2013 年 10 月～2014 年 9 月頃）

BMA が提案内容に関心を示した場合、BMA の年度初めである 10 月から 1 年間かけて、

BMA と日本側が共同して次の 1,000 トン/日（マスタープラン上の値、規模は今後決定）の焼却事業の仕様作成に係る関連情報の調査・検討することを想定している。当該 Phase に想定している取組は以下のとおりである。

- ✓ 処理委託費の単価上昇に係る分析材料の提供
- ✓ 投資法に基づく承認取得に係る分析材料の提供
- ✓ ごみ質の詳細データの入手
- ✓ 公共と民間でのリスク負担の考え方に関する BMA 側の知識向上

また、焼却施設の更なる低価格化についての検討を推進するため、当該 Phase に日本メーカー、及びタイ王国のローカル企業との更なる関係構築を行うことを想定している。

なお、BMA は日本からの支援、協力には関心あるが、本事業にかかわらず、日本の民間企業とバンコク都（BMA）との直接的な連携は難しく、現地国政府対日本政府（G to G）、または現地国自治体対日本国自治体（local to local）などの公的な枠組みが想定されることであった。この意味で、現地の都市ごみ事業への日本企業参入を想定した場合、日本の公的機関の関与は重要だと思われ、官と民との協同体制を作っていくことが期待される。

(3) Phase III (2014 年 10 月～)

次の 1,000 トン/日の焼却事業については、BMA 内部での検討も経た後、入札により委託業者が選定されることが想定されるものの、その入札仕様書の作成段階に関与することにより、事業のリスク低減が期待され、結果、日本側の焼却事業への参入機会が増すものと期待される。

5. ワークショップの開催記録

5.1 第1回ワークショップ

(1) 日時

- 2012年11月2日（金）9時～12時30分

(2) 場所

- Century Park Hotel Bangkok（タイ国バンコク都内）

(3) 出席者

【現地行政機関】

- BMA 環境事務局
- BMA 地区清掃事務所
- プーケット市

【現地大学関係者】

- キングモンクット大学

(4) 議事概要

(a) FSの進捗報告

- 発表者：イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社
- 発表概要：
 - ◇ FSの概要
 - ◇ プーケット焼却施設への視察概要
 - ◇ バンカピでのごみ組成調査の視察概要

(b) プーケット市での都市ごみ処理のケーススタディ

- 発表者：プーケット市環境業務部長
- 発表概要：
 - ◇ プーケット県のごみ管理マスタープラン
 - ◇ ごみ焼却施設（250トン/日）（投資、収入、支出）
 - ◇ ごみ焼却施設（700トン/日）（BOT）（状況と確認された問題点）

(c) 今後のFSのとりまとめ方針

- 発表者：イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社
- 発表概要：
 - ◇ FSのとりまとめ方針

(5) 主な討議内容

(a) FS の進捗報告についての討議

【BMA 環境事務局からイー・アンド・イー ソリューションズへのコメント・質問】

- コメント：中継基地で測定されたごみ（あらゆる発生源からのごみがミックスされたもの）の水分が56%であるのに対して、ごみの発生エリア別にごみの水分を求めてみると、例えば事務所エリアから出るごみの水分は30%台であることが分かったのは興味深い。
- 質問：ごみの水分と物理組成はコンシステントな関係になっているのか？
- 回答：調べたところ、例えば、食品ごみの割合が高いと、それに比例して水分も高くなっていることが確認されている。

【キングモンクット大学からイー・アンド・イー ソリューションズへのコメント】

- コメント：今回の調査時期は乾季だったが、雨季に行えば水分はより高い結果になっただろう。また、BMA が毎月行っている中継基地でのごみ組成調査の結果と、今回のごみ組成調査の結果を比べてみることで、BMA にとって有益な新しい知見を提供し得る。例えば、プラスチックごみについて、発生エリアで採取したごみでは多くが確認されるのに対して、中継基地で採取したごみで確認されている割合は少ない。この理由として、プラスチックごみが有価という点を挙げられるのではないか。

(b) プーケット市での都市ごみ処理のケーススタディ

【BMA 地区清掃事務所からプーケット市への質問】

- 質問：ノーンケムごみ処理センター周辺の住民は、焼却施設が導入されることで公害が生じることはないかと心配している。プーケットでの経験を踏まえて、何かコメントをいただけるか？
- 回答：プーケットの焼却施設の技術は良く、これが住民とコミュニケーションを取る上で大事な要素となる。その他の大事な要因としては、焼却炉のオペレーターを信頼できるか否か。マネージメントの面からは、環境モニタリングを適切にすることが大事。

【BMA 環境事務局からプーケット市への質問】

- 質問：プーケット市には古い焼却炉（250 トン/日）と新しい焼却炉（700 トン/日）がある。古い炉で発生した主なトラブルを教えていただけるか？
- 回答：古い炉は14年間操業を行ったが、昨年発生した経年劣化に係るトラブル以外、大きなトラブルは発生しなかった。反対に、新しい炉はいく

つかのトラブルを抱えている。古い炉は政府により投資されたが、新しい炉は民間により投資された。民間投資の場合、安価で、耐障害性の低い部品が選択される可能性があるのではないかと考えている。

【イー・アンド・イー ソリューションズからプーケット市への質問】

- 質問：住民との合意形成の経験について詳しく教えていただけるか？
- 回答：古い炉の事業計画がオープンになった時点では、住民から反対意見が表明されたが、村長等を通して、住民への説明を繰り返した。また、操業後も、住民と年1回程度のコミュニケーションをとるなどしている。補足であるが、三菱重工の炉が当時シンガポールで稼働していたことから、周辺自治体を連れてシンガポールの炉を視察し、情報収集も行った。

(c) 今後のFSのとりまとめ方針

【キングモンクット大学からイー・アンド・イー ソリューションズへのコメント】

- コメント：今後も引き続き、FSでは、ごみ分別、ごみ運搬、それとごみ処分のそれぞれに問題意識を持って進めるのだと理解している。ごみ分別については、例えば、東京で既に導入されているような発生源でのごみ分別システムが、バンコクに導入できるのか否か、検討いただきたい。ごみ運搬については、運搬計画と運搬車両が検討対象になり得る。ごみ処分については、規制、技術、財務面が検討対象だろう。
- コメント：プーケット市が成功した要因としては、市は他の自治体からごみを受入れ、それを焼却処分していたことが挙げられると思う。この意味で、他の自治体を助けている。一方、バンコク都は他の自治体でごみの埋立処分を行っている。ここにプーケット市とバンコク都の違いがある。

	
<p>写真 ワークショップ：会議風景</p>	<p>写真 ワークショップ：代表者による記念撮影（集合写真にかえて撮影）</p>

5.2 第2回ワークショップ

(1) 日時

- 2013年3月8日（金）9時～12時30分

(2) 場所

- Century Park Hotel Bangkok（タイ国バンコク都内）

(3) 出席者

【現地行政機関】

- BMA 環境事務局
- BMA 地区清掃事務所

【現地大学関係者】

- キングモンクット大学

【日本の行政機関及び関連機関】

- 公益財団法人東京都環境公社
- 東京二十三区清掃一部事務組合
- JICA タイ事務所

(4) 議事概要

(a) 東京における多量にごみを排出する排出者

- 発表者：公益財団法人東京都環境公社
- 発表概要：
 - ◇ 法の下でのごみの処理の責任主体
 - ◇ 事業用大規模建築物のごみ減量義務
 - ◇ 集合住宅のごみ・資源保管場所

(b) 焼却事業における公共と民間の役割

- 発表者：東京二十三区清掃一部事務組合
- 発表概要：
 - ◇ 東京23区におけるごみ焼却の歴史
 - ◇ 焼却事業に求められるもの
 - ◇ 焼却事業の行政と民間企業の役割

(c) FSのとりまとめ

- 発表者：イー・アンド・イー ソリューションズ株式会社
- 発表概要：

- ◇ 背景と FS の概要
- ◇ 主な調査の結果
- ◇ BMA への提案

(5) 主な討議内容

(a) 東京における多量にごみを排出する排出者

【BMA 地区清掃事務所から公益財団法人東京都環境公社への質問】

- 質問：東京都の条例により、3,000m²以上の事業用大規模建築物の所有者は、廃棄物管理責任者を選任することを求められていると言うが、バンコクで同じような取り組みを行う場合、役所がビル管理者を一か所に呼んでそこで規則を伝えた方がよいのか、一軒一軒ビルを訪問してそこで規則を説明したほうがよいのか、どちらが良いと思うか？また、リサイクルを促進した事業者に対して、ごみ処理の委託費を安くするなどのインセンティブを与えているのか？
- 回答：東京都では両方の方法を採用している。講習会を開き、そこにビル管理者を呼ぶ方法と、都の職員がビルを訪問する方法。また、インセンティブについては、現在のところ、表彰をすることまでにしか行えていない。ただ、そもそも、事業者には、条例でごみを減らす義務が課されている。

(b) 焼却事業における公共と民間の役割

【BMA 環境事務局から東京二十三区清掃一部事務組合へのコメント】

- コメント：日本はごみ処理に関して先進国だと思っていたが、講義を通して、現在のごみ処理体系にたどりつくまでに100年以上の時間を要したということを知り、とても驚いている。また、ごみ戦争も興味深い。日本は、焼却工場などを建設する際の住民との交渉が長けていると思っていたが、過去の歴史を経ているからこそ現在のような住民との関わりができていたということを理解できた。バンコクでは現在焼却工場を建設中であるが、今後、また他の案件においても、日本側から、住民対応などについての知見や助言をいただけたら幸いである。
- 回答：これまでに操業している清掃工場では、年2回、協議会を開き、住民から意見をいただく場を持っている。そのような取り組みを30年間積み重ねており、その積み重ねがあるところでは、建て替えにあたって住民からの反発は基本的でない。長い時間をかけて住民との関係を作っていくことが、事業を円滑に進めるうえでは大事だと思っている。

(c) 焼却事業における公共と民間の役割

【キングモンクット大学からイー・アンド・イー ソリューションズへのコメント】

- コメント：FS の調査内容そのものが、バンコク都の方針とマスタープランに即している。3R の発展系である熱回収（ごみ発電）についても、BMA は今後進める方針を掲げている。今後、BMA が焼却事業者との契約の ToR を作る際など、FS の結果はそれをサポートするものになるのではないかと思う。バンコク都に焼却施設を導入するにあたっては、いくつかの投資形態がある。バンコク都の場合、民間まかせにしているきらいがあり、これはバンコク都にとってよいことなのだろうか？（したがって、バンコク都に適切な投資形態を選ぶ必要がある）。



写真 ワークショップ：会議風景



写真 ワークショップ：会議講演者及び出席者の集合写真