

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

「タイ王国北部地域におけるセメント工場
を核とした一般廃棄物及び産業廃棄物の
3R システムの構築」に係る業務報告書

平成 24 年 3 月



リマテック株式会社

目次

第1章 事業の目的・概要

第2章 対象地域における現状調査

2.1 調査項目

2.2 調査結果

第3章 事業採算性の評価

3.1 評価手法

3.2 評価結果

第4章 環境負荷削減効果の評価

4.1 評価手法

4.2 評価結果

第5章 社会的受容性の評価

5.1 評価手法

5.2 評価結果

第6章 現地政府・企業との連携等の実施体制の構築

第7章 実現可能性の検討

第8章 今後の事業展開

別添資料1 サラブリ県自治体の廃棄物管理に関する情報

別添資料2 現地調査の結果

別添資料3 セメント産業の概況調査

別添資料4 環境負荷削減効果の計算根拠

別添資料5 次年度行政施策の提案に向けた日本国内の関連事項における情報調査

別添資料6 ワークショップの開催概要

【第1章】 事業の目的・概要

現在、アジアを中心とした途上国では、急速な経済成長に反して廃棄物適正処理が追いつかず、環境汚染が指摘されており、途上国においては不適切な廃棄物処理が多数報告されている。一方で、我が国は時代のニーズから廃棄物処理およびリサイクル技術を向上させ、我が国の静脈産業はアジアの中でも環境保全および資源循環において最も先進的な技術を有している。こうした我が国の先進的な技術を廃棄物の急増が予測される地域を中心に海外展開していくことは、世界規模での環境負荷低減を実現し、我が国の静脈産業、ひいては我が国の経済の活性化に貢献するものと考えられる。

タイ王国のサイアム・セメント・グループ（以下「SCG」という）ならびにそのグループ会社で事業系廃棄物の処理を行うエス・シー・アイ エコ社（以下「SCIECO」という）、タイ王国天然資源環境省 第3地域環境事務所（Regional Environmental Office 3：以下「REO3」という）やタイ王国工業省工業局（Department of Industrial Works：以下「DIW」という）との一連のヒアリングの中で、タイでは廃棄物を焼却処分するシステムが未整備のため、そのほとんどがオープン・ダンプ（野積・投棄）など不適切に最終処分されている現状が明らかになった。また、それに伴い下記のような問題についてこれらの関係省庁、地方自治体の間で懸念されている。

- ①埋立処分場における違法投棄
- ②処分場からの浸出水による周辺地区への影響
- ③病虫害防止のため搬入ゴミを燃やすことによる周囲への煙害
- ④収集体制の未整備
- ⑤処分場のスキャベンジャーの治安・衛生問題
- ⑥ゴミの分解ガスによる自然発火

また一方で、タイ王国では上述のSCGなどをはじめとしてセメント産業が急成長する中、セメントに使用する莫大な化石燃料の使用量削減が言われている。こうした背景から、廃棄物をセメント原燃料化することで上記の問題とセメント産業が抱える問題を解決することが可能となる。

具体的には、単一の技術を提供するのではなく、種々の廃棄物を下記のように原燃料化し、既存のインフラであるセメント工場に廃棄物を原料・燃料として供給することで将来的な「社会全体としての3Rシステムの構築」を本事業の目的とする（図1）。

- ①廃棄物を利用した再生燃料（Reclaimed Fuel：以下「RF*」という。）
- ②バイオマス（木屑等）に廃油類等を混合・含浸させるリサイクル燃料（Biomass & oily Sludge Fuel coarse：以下「BOFc」という。）
- ③廃棄物固形燃料（Refuse Derived Fuel：以下「RDF」という。）

*RFとは、リマテック株式会社が発明した「可逆的チキソトロピー性を有するセメント焼成用補助燃料組成物（特許第3039644号）」をいう。

本事業では、タイ王国における廃棄物処理・リサイクルに関する調査およびセメント原燃料化技術導入に向けた廃棄物分析調査を行い、対象地域における実態調査を行うこと、ならびに導入地域に適した廃棄物資源化スキームの基本データを得るために、以下の業務を実施する。

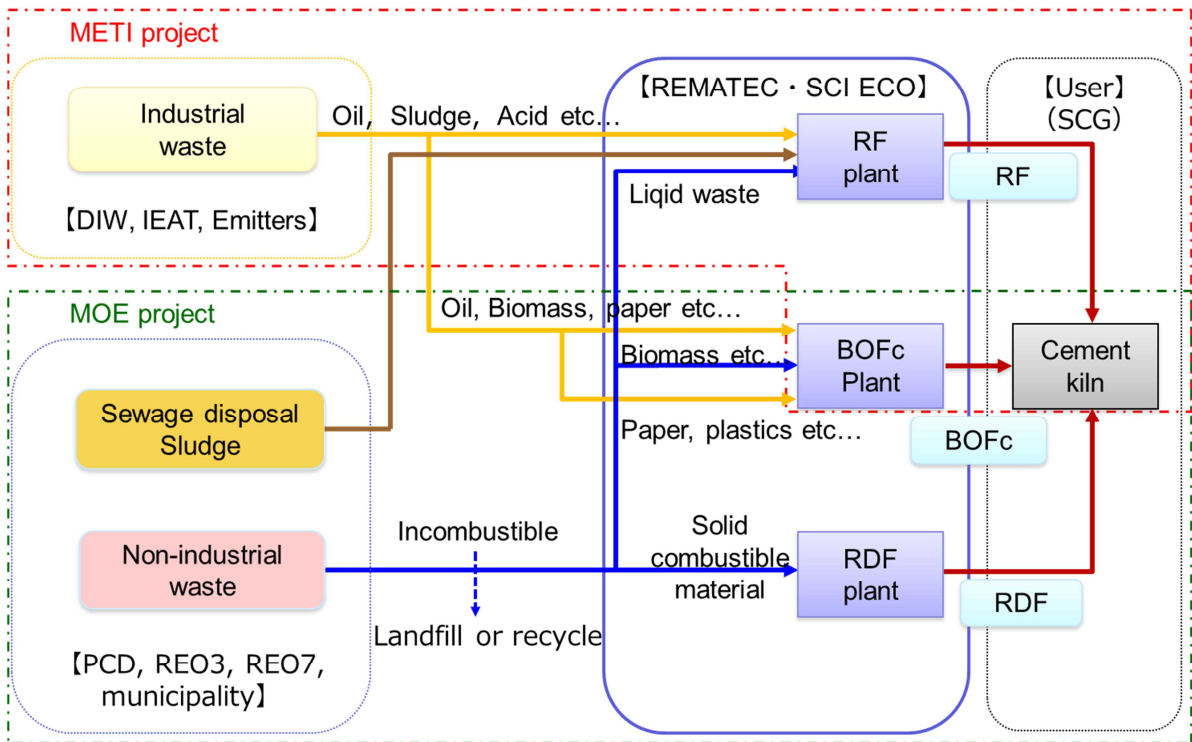


図 1. セメント工場を核とした 3R システムの構築

*なお本事業では緑の点線の枠内で示したように主に一般廃棄物を対象としており、赤線の枠内で対象としている産業廃棄物の RF 化に関しては、経済産業省の平成 24 年度貿易投資円滑化支援事業「タイにおける廃棄物サプライチェーン構築に向けたセメント工場への RF（廃棄物燃料化）技術を活用した原燃料製造システムの有効性の実証事業」にて実地試験を行った。

【第2章】 対象地域における現状調査

2.1 調査項目

タイ国内において本事業を検討する上で必要となる下記の点について調査を行い、得られた情報を整理・分析することで事業実現性を評価する。

- (1) 廃棄物処理・リサイクルに係る制度・政策に関する調査
- (2) 対象廃棄物の発生・処理状況調査
- (3) 受入先であるセメント産業の概況調査
- (4) RF, BOFc, RDF 事業化に係る関連コスト情報の調査

2.2 調査結果

- (1) 廃棄物処理・リサイクルに係る制度・政策に関する調査

- (1-1) 一般廃棄物管理の所轄官庁の複雑性

タイにおける地方の一般廃棄物管理においては、1) 地方自治、2) 環境政策、3) 一般廃棄物政策が鼎立しており、それぞれの制度自体がそもそも複雑であるため、理解しにくいものになっている。

本節では、1) 地方自治については永井(2012)¹、2) 環境政策については森(2006)²、佐藤(2008)³、3) 一般廃棄物政策については佐々木(2004)⁴、藤井(2005)⁵に依拠し、タイにおける地方の一般廃棄物管理について概観すると、以下のように整理できると考えられる。

1) 地方自治

地方分権が進む中で地方自治に対する内務省の権限は依然として強いが、廃棄物処理施設整備については内務省公共事業局から自治体に移管されている。

2) 環境政策

国全体の環境政策については、「1992年国家環境保全法」(Enhancement and Conservation of National Environmental Quality Act, B.E.2535)を根拠法にし、天然資源環境省(Ministry of Natural Resources and Environment : MNRE)が所管している。

3) 一般廃棄物政策

国家としての一般廃棄物管理の方向性、ガイドライン、管理監督については

¹ 永井史男(2012)「タイの地方自治—「ガバメント」強化の限界と「ガバナンス」導入—」、船津鶴代・永井史男編『変わりゆく東南アジアの地方自治』第4章に所収、アジア経済研究所

² 森晶寿(2006)「タイ環境保全基金支援事業事後評価」国際協力機構編『2006年度 円借款事業評価報告書』

³ 佐藤仁(2008)「タイの環境政策と地方分権—計画の重層性と行政のインセンティブ—」、寺尾忠能・大塚健司編『アジアにおける分権化と環境政策』第2章に所収、アジア経済研究所

⁴ 佐々木創(2004)「バンコクにおける一般廃棄物管理の現状と課題—レジーム・アクター分析を応用して—」、『年報タイ研究』、第4号、pp.21-39

⁵ 藤井美文(2005)「タイにおける廃棄物問題の構造と国際協力の課題—タイ南部での協力事例をもとに—」、寺尾忠能・大塚健司編『アジアにおける環境政策と社会変動—産業化・民主化・グローバル化—』第8章に所収、アジア経済研究所

MNRE 中の公害管理局 (Pollution Control Department : PCD)、政策支援は天然資源環境政策計画局 (Office of Environmental Policy and Planning : ONEP) が担当し、実施主体は自治体 (以降でいう自治体とは図 2 の赤字で囲ったものを指す) となっている。

地方行政組織及び地方環境政策の重層性と権限について整理すると、図 2 のようになる。

タイの地方自治研究によると、地方分権を標榜した 1997 年憲法によって、「地方統治ラインの自治体への直接関与は禁止された。とはいえ、… (中略) …自治体の条例や年次予算、年次開発計画などは、自治体の種類に応じて内務大臣、県知事、群長の承認を必要とする⁶」など内務省の権限は残されている。

また、地方の環境計画においては、「重要な水系を単位に全国を 16 地域 (Phaak) に分け、傘下にある県や地方自治体に対して技術や情報の面で支援を行う天然資源環境地域担当官 (Regional Environmental Officer : REO)」と「県レベルの環境政策を統括する天然資源環境県担当官 (Provincial Environmental Officer : PEO)」が天然資源環境省から人員派遣、管理監督し、地方自治の担い手である県自治体、テーサバーン、タンボン自治体と連絡調整を実施している⁷。

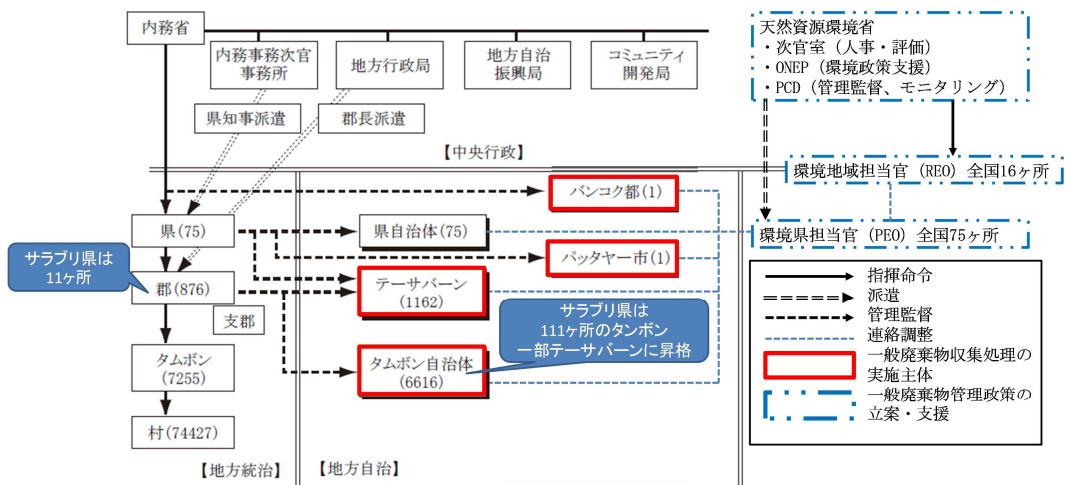


図 2. 地方行政組織及び地方環境政策の重層性と権限

(出所) 佐々木 (2004)、藤井 (2005)、森 (2006) 佐藤 (2008)、永井 (2012) を基に作成

⁶ 永井 (2012) 前掲書

⁷ 佐藤 (2008) 前掲書。ただし、2012 年 10 月の組織再編により、REO は PCD の直轄組織に編成されている。

(1-2) 一般廃棄物政策の概要

廃棄物行政の権限と責務を市に求めた初期の法律では廃棄物問題の量や質（産業廃棄物、有害廃棄物など）、さらには地域的な広がりに対応できず、現行の廃棄物行政は八つもの法律によって複合的に体系化され、複雑である⁸。

ただし、タイの一般廃棄物⁹（Municipal Solid Waste）に係る根拠法は、公衆衛生法（Public Health Act B.E.2535）といえる。同法において、一般廃棄物は「紙屑、布屑、残飯、廃品、プラスチック袋、食品容器、灰、動物の糞、動物の死骸をいい、その他道路、市場、動物飼育場またはその他の場所から掃除し集めたものを含む」と第4条で定義されている。

また、同法第18条で処理責任主体は地方公共団体とされている。地方公共団体とは、自治市（เทศบาล เทศาバーン）、衛生区（สุขาภิบาล สกาปีบาバーン）、県自治体（อบจ อ่าบ่าอ่า）、バンコク都、パッタヤー特別市または法律が地方公共団体と規定する地方自治体を指す。しかし、1997年憲法以降の地方分権化の動きに伴い、新たにタンボン自治体（ตำบล Tambon Administration Organization）が法人格を有し、衛生区は廃止になっている¹⁰。

さらに、第8次国家社会経済開発計画（1997-2001）で、一般廃棄物管理（収集・輸送・処分）は2001年以降、従来の内務省公共事業局の予算からではなく、自治体の予算で実施されることになった。したがって、地方公共団体が一般廃棄物の衛生埋立処分地整備事業を推進するための資金源として、ONEPが所管する環境保全基金に対する資金需要を生み出すことになった。

ただし、資金不足もあいまって、自治体ごとに衛生埋立地を整備するのではなく、地域の中心的な自治体が衛生埋立処分地を整備し、そこで周辺の自治体管轄地域外の固形廃棄物を衛生埋立処分するという地域集中処理政策（cluster policy）をPCDが打ち出した。そして周辺の自治体管轄地域外の固形廃棄物を受け入れる地方公共団体のプロジェクトに優先的に資金を配分することを方針とするようになった。そして、REOが、具体的な地方公共団体間のグループ化の調整を担っている。地方公共団体の能力不足と廃棄物処分地の用地確保をめぐる係争の頻発を解決する方法として、PCDは廃棄物処理の民営化も打ち出している。そして適正処理を確保するために、民間処理企業に対する認証制度と情報公開制度を整備し、市民による監視を強化しようとしている¹¹。

ただし、地域集中処理政策については、タクシン元首相の下で打ち出された政策であったため、クーデター後に予算が執行されず、実行されていない。

以上のように地方分権化の動きを受けて一般廃棄物管理制度も大きく変化しているが、一般廃棄物管理の根拠法である公衆衛生法の改訂と処理責任主体である自治

⁸ 藤井（2005）前掲書

⁹ タイ語で廃棄物を指す語には、①「มูลฝอย（ムーン・フォイ）」、②「กาก（ガーク）」、③「ของเสีย（コーン・シィア）」、④「ขยะ（カヤ）」などがある。タイ語の論文や新聞、行政の報告書でもそれほど厳密に意味を使い分けるとは言い難く、一般的に日本語訳すると①・②が「廃棄物」、③・④が「ゴミ」というニュアンスに近い。

¹⁰ 佐々木（2004）前掲書

¹¹ 森（2006）前掲書

体の対応などが追いついていないのが現状である。

(1-3) 一般廃棄物の収集料金制度

自治体による一般廃棄物収集に対して、住民からサービス料を徴収できる。この法的根拠は1962年の公衆衛生法にもとづく措置である。同法第20条4項で「省令が定める金額内で、汚物または廃棄物の収集及び輸送についての地方自治体のサービス料を設定できる」としている。

現在、MNREのPCDの省令で定められている最高金額は表1の通りであり、これ以下であれば自治体によって金額を設定できる。

容積	収集料金の規定
一日当たり 20 ㊦まで	月 40 パーツまで
同 20～40 ㊦まで	月 80 パーツまで
同 40～60 ㊦まで	月 120 パーツまで
同 60～80 ㊦まで	月 160 パーツまで 以後 20 ㊦毎に 40 パーツ増加

表 1. 省令で定められた一般廃棄物収集料金の最高金額
(出所)PCD 資料より作成

国際協力銀行 (JBIC) が円借款により支援したタイの 21 都市においては、「平均で処理費用 (収集、運搬、最終処分) の約 24% が賄えているにすぎない。… (中略) …、財政基盤が弱いタイの地方都市にとっては、何らかの方法で徴収を強化しない限り、持続的な運営を行うことが難しい。… (中略) …、半数以上の自治体では、料金を 1 世帯 1 カ月 40 パーツとした上で徴収効率を 100% に近づければ処理費用を賄うことが可能であるものの、自治体によっては 40 パーツ以上に上げる必要がある¹²⁾」と指摘されている。

(1-4) 一般廃棄物の発生量変遷と適正処理の実態

PCD によれば、2011 年タイ全国で発生する一般廃棄物量は 43,427 トン/日と推計している。この内訳は、バンコクが 9,237 トン/日 (全体の 21.3%)、都市部 17,475 トン/日 (同 40.2%)、農村部 16,715 トン/日 (同 38.5%) となっている¹³⁾ (図 3)。

¹²⁾ 齋藤法雄 (2003) 「円借款における環境保全—タイの事例を中心として—」環境経済・政策学会編『公共事業と環境保全』、東洋経済新報社、pp. 221-234

¹³⁾ 2011 年の数値は、下表の通り、タイの大洪水の影響による震災廃棄物を含めた平均値であることに留意が必要である。

タイ大洪水の震災廃棄物の影響

行政区分	平常時	洪水時	平均値
バンコク都	9,126	9,790	9,237
都市部	16,360	23,034	17,475
農村部	16,045	20,056	16,715

(出所)PCD (2012), “รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย (State of Thailand Pollution Report 2011)”より作成

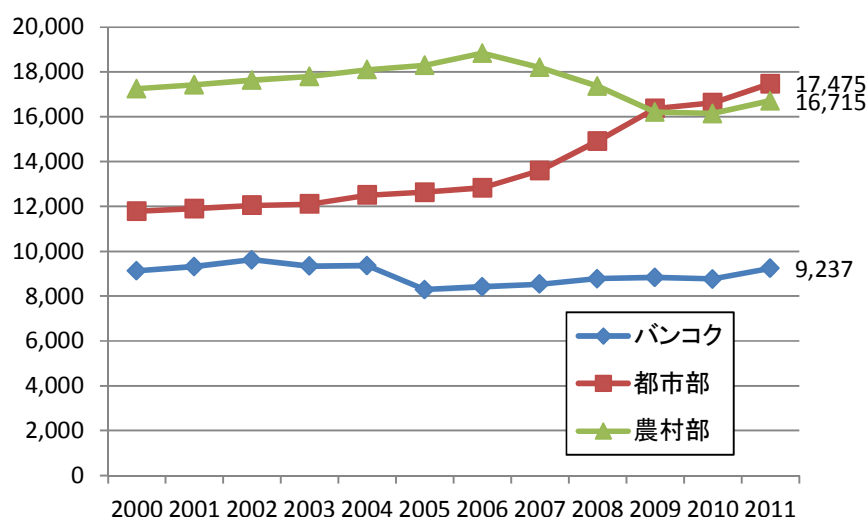


図 3. タイにおける一般廃棄物の発生量変遷

(注) PCD へのヒアリングによれば、自治体の行政単位の見直しで農村部から都市部に昇格する自治体が増えてことによって都市部と農村部の発生量が変化しており、都市部の排出量の増加が主要因ではない。

(出所)PCD, “รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย (State of Thailand Pollution Report)”各年版より作成

2011 年における行政区分の施設状況においては、バンコク都では 100%適正処理が実施されて、都内 3 か所の中継基地を経て、近隣県の 2 か所で埋立処理されている。都市部においては、127 の処理システム中 107 ヶ所適正処理されており、12 ヶ所が操業停止中で、8 ヶ所が不適正処理として停止命令が出されている。農村部においては、1,757 トン/日（農村部の発生量の 11%）だけが適正処理されていると報告されている¹⁴。

また、2012 年における一般廃棄物発生量に対して、23.6%が衛生処理、21.4%がリサイクルなどで廃棄物が利用され、55%が不適正処理となっており、5 年間で約 7,200 万トンが不適正処理の廃棄物が累積している。リサイクルなど廃棄物の活用量の内訳（総量 528 万トン/年）は、リサイクルが 402 万トン/年、堆肥化が 114 万トン/年、エネルギー回収が 12 万トン/年である¹⁵。

¹⁴ PCD (2012) , “รายงานสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย (State of Thailand Pollution Report 2011)”

¹⁵ Anuphan (2013) 前掲書

(2) 対象廃棄物の発生・処理状況調査

(2-1) 生活系廃棄物

今回のワークショップで正式に決定した FS 調査実施場所となるサラブリー県内の各地域における一般ごみの発生量を図 4 に示す。またサラブリー県の廃棄物管理に関する情報については、サラブリー県を管轄する REO7 の報告書（日本語に翻訳）を別添資料 1 としてまとめてある。

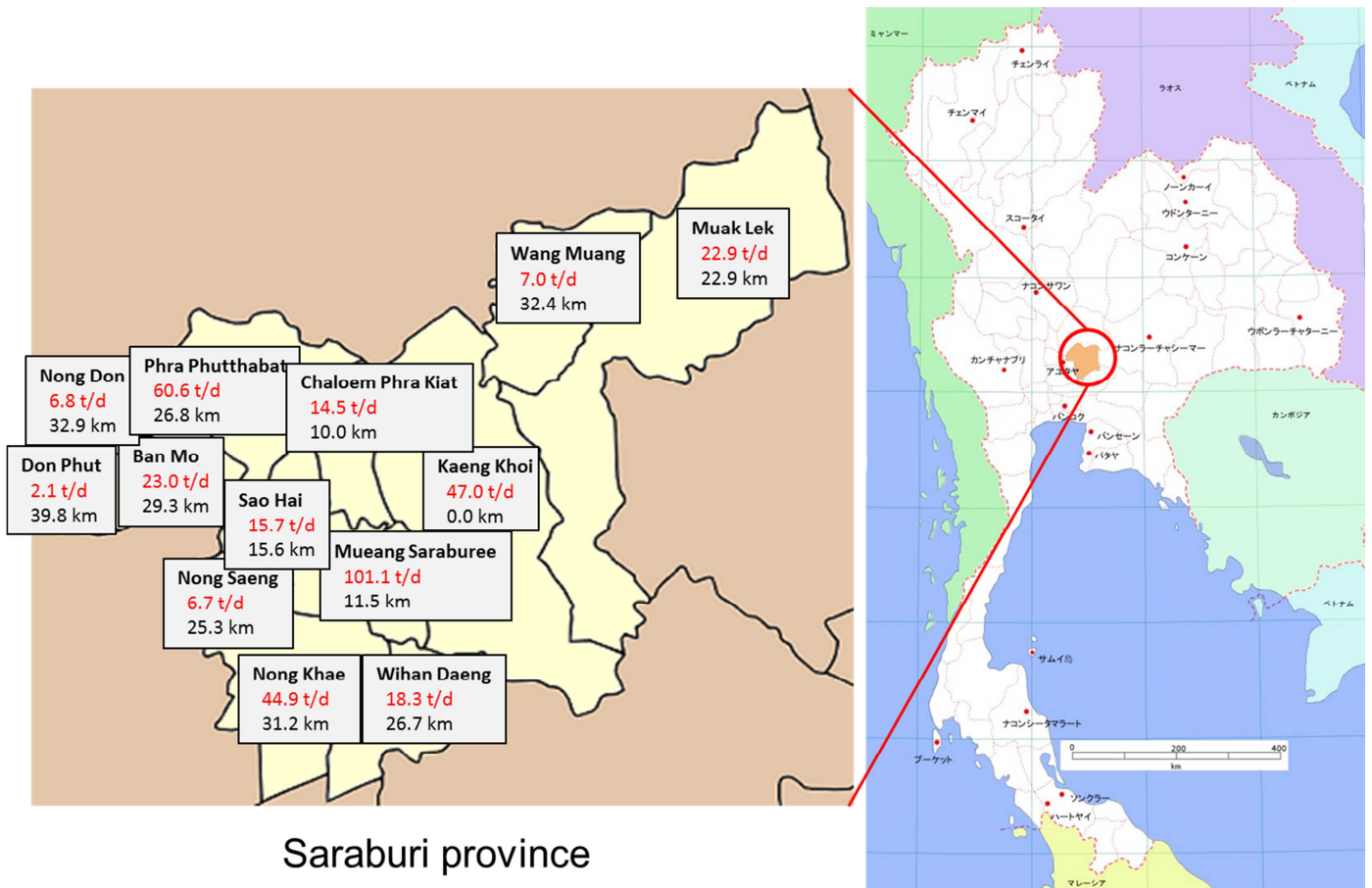


図 4. サラブリー県

左：サラブリー県の各地域の廃棄物発生量（赤字）とセメント工場からの距離（黒字）
右：タイにおけるサラブリー県の位置

サラブリー県には我々と協力関係にある SCG のセメント工場が Kaeng Khoi にあるのを始めとして TPI のセメント工場なども存在していることから、2013 年 2 月 13 日に行ったナレースワン大学での PCD, REOs との打ち合わせでサラブリー県を本 FS 実施場所として選定した。図 4 の各地域の一般ごみの発生量は PCD から提供されたデータに基づく。タイ国内には埋立処分場が全国に約 2,000 ヶ所存在するが、実際はそのほとんどがオープンダンプングであり、衛生埋立処分場は 188 ヶ所のみとなっている。

オープンダンプングのタイにおける一般的な処分場であるサラブリー県の Mueang Phra Phutthabat 処分場の様子を写真 1 に示す。同処分場の面積は約 40,000m² で、現在も拡張

が行われており、Mueang Phra Phutthabat から 40t/日、その他 4 つのテーサバーンから合計 10t/日の廃棄物を受け入れている。他のテーサバーンからは、受入量に関係無く、5,000THB/月を徴収している。なお、周辺地域から臭気に対する苦情のため、毎週金曜日に消臭剤の散布を行っているが、根本的な解決に至っていない。



写真 1 Mueang Phra Phutthabat 処分場

サラブリー県内の Ban Mo 地区には SCG とサラブリー県が共同で建設した Mechanical-biological waste treatment (MBT) 施設が存在する（写真 2）。当施設の処理フローを図 5 に示す。ここでは県が初期投資分（3,000 万～5,000 万 THB）を負担しているものの、費用を抑えるため中国から機器を保障なしで購入しており、その結果ラインが機能せず SCG が持ち出しで改装費を負担している状況となっている。この施設では隣接する埋立処分場のスキャベンジャーを手選別の工程に配置しているが、雇用ではなく有価ゴミの回収費を彼らの収入源として与えている。こういったことからタイでの廃棄物問題の解決には自治体を含めた廃棄物管理に関する教育活動と施策提案が不可欠である。また埋立処分場の廃棄物の観察から、分別がほとんど行われていない状況のため、タイにおいて一般廃棄物のセメント原燃料化には選別技術の選定が特に重要となってくると考えられる。本年度の調査ではオープンダンピングなどのタイ国内における一般的なごみ処理状況と合わせて先進的な施設を有する処分場の調査も行ってきた。その詳細な調査内容に関しては別添資料 2 に取りまとめる。

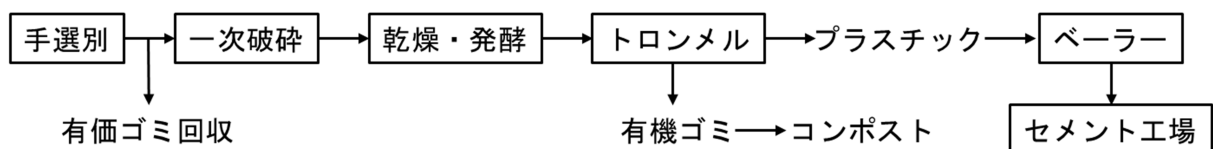


図 5. MBT 施設の処理フロー



写真2 Ban Mo 地区の MBT 施設

左上：手選別工程 右上：乾燥・発酵工程 左下：トロンメル 右下：ベーラー

(2-2) 事業系廃棄物

今回訪問した企業 8 社は、機械製品の組み立て加工、容器への充填加工などを行う企業が多かったため、廃棄物の発生量は小さかった。しかし、ヒアリングを実施した各工場から発生する廃棄物の中にも、RF の原料として利用出来る廃棄物は幾つか見つかった。

それらの大半が既にリサイクルルートに流れていた上に、タイにおける廃棄物処理費用は、一般的に非常に安価（3～5B/kg 程度）であるため、事業採算性を確保するのが難しいと考えられる。一方で、タイ国におけるマニフェスト制度上、さらには排出者責任の考え方上、リサイクル処理委託先移行の廃棄物の流れは管理していないため、特に日系企業において、確実に最終処分されるセメントでの再生燃料利用促進への期待感は強かった。

(3) 受入先であるセメント産業の概況調査

各国の 1 人あたりのセメント国内需要量と 1 人あたりの GDP には相関関係が認められている。セメントの消費量は一人あたりの GDP が 15,000 ドルを超える時期まで増加し、その後緩やかな減少傾向に転じることも知られている（図 6）。地域性が大きく影響するものの、産業の発展段階においては、1 人あたりの GDP の増加に伴い、積極的にインフラ整

備が行われ、その結果として、セメント国内需要量が増加する。その後一定の期間はインフラ整備のためにセメント需要量が増加、或いは高水準で推移するが、一定期間が過ぎれば概ねインフラ整備が一段落するため、セメント国内需要量は減少する。

近年、タイは高い経済成長を続けている。一人あたりの GDP は 2011 年に 5,000 ドルを超え、引き続き力強く成長することが見込まれている（図 7）。このように、タイにおけるセメント需要は今後も増加傾向が続くことが予想される。一方で、セメント産業における原燃料としての廃棄物の受け入れ状況は日本と比較して 5 分の 1 程度の水準である（図 8）。それゆえ、セメント製造における原燃料としての廃棄物受入ポテンシャルは高く、当社のセメント工場を活用した廃棄物処理技術がタイのごみ処理問題や石炭代替燃料としての使用による環境負荷低減に大きく貢献できるものと考えられる。また、本技術は既存のインフラであるセメント工場を活用することから、焼却施設のような大規模な設備投資を行う必要もなく、タイ国内で埋立処分量・化石燃料使用量の削減と資源循環の推進を促進し、同国の環境問題を解決する上で非常に有効な手段の一つであると考えられる。

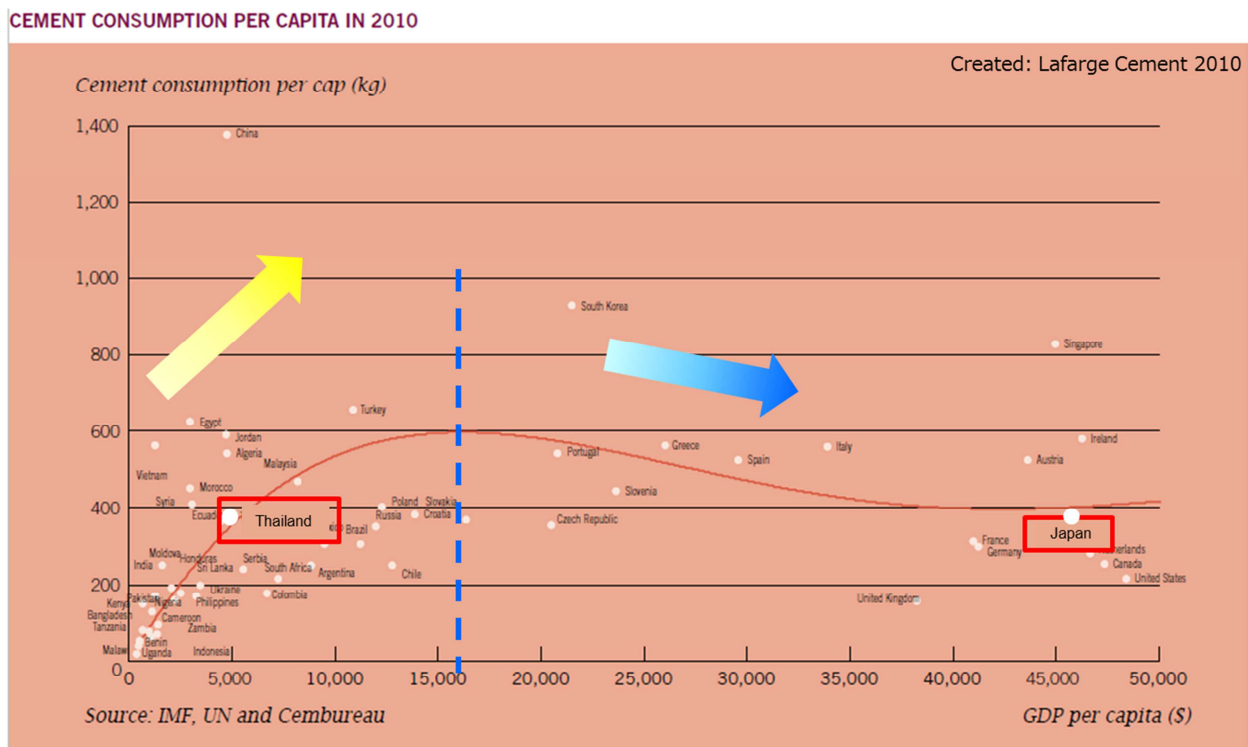


図 6. 一人あたりの GDP とセメント消費量の相関性
 (出典：Lafarge Cement Annual Report 2010)

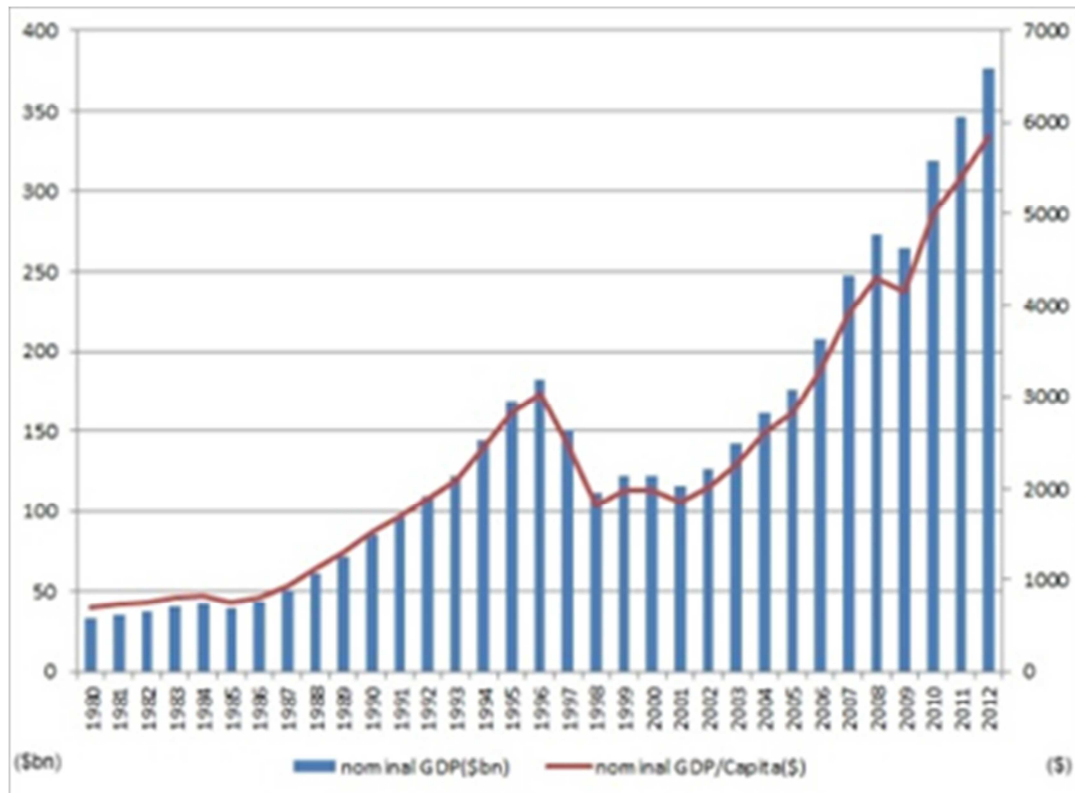


図7. タイの GDP と一人あたりの GDP 推移（ともに名目値）
 （出典：IMF World Economy Outlook 2012）

セメント1tあたりに利用される廃棄物の量

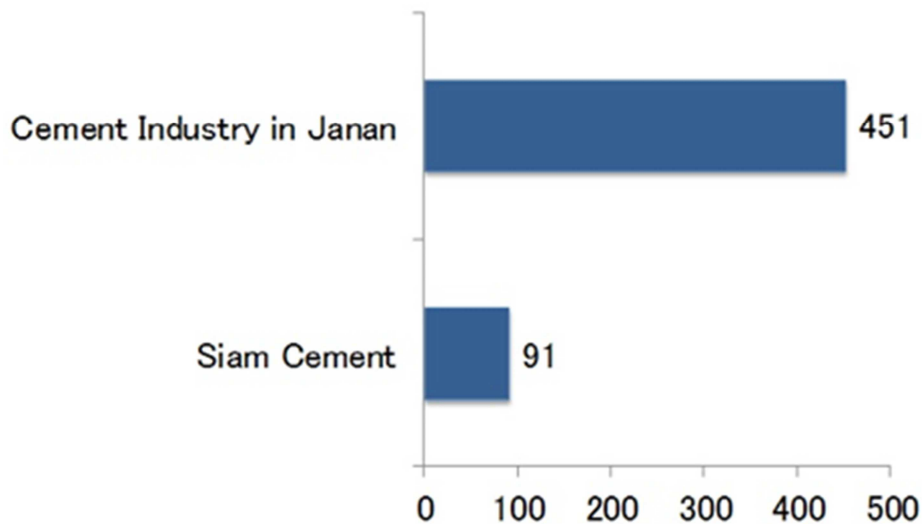


図8. セメント原燃料として利用される廃棄物の日タイ比較
 （出典：Siam Cement Group “Sustainability Report 2009”）

詳細な概況調査報告については別添資料3「セメント産業の概況調査」を参照。

(4) RF, BOFc, RDF 事業化に係る関連コスト情報の調査

RF, BOFc, RDF 事業化に係る関連コスト情報についてはPCD, REOs, ナレースワン大学および SCIECO の協力により調査を行った。これまでに収集した関連コスト一覧を表 2 に示す。

項目	金額	項目	金額
電力費	6.25 円/kWh	石炭	6,500 円/t
水道費	30 円/m ³	人件費	50,000 円/人/月
廃棄物収集費	300 円/t	燃料運搬費	1,200 円/t
燃料費 (ディーゼル)	75 円/L	廃棄物処理費 (埋立)	1,300 円/t ^{*1}
購入 (原料) 油 ^{*2}	15,000 円/t	廃棄物処理費 (産廃)	6,000 円/t ^{*2}

表 2. これまでの調査によって明らかになっている燃料製造に係る費目と金額

^{*1}SCIECO とのヒアリングから得られた金額であるが、処理地域・処理体制によって大きく変動するため参考値として記載。

^{*2}Amata 工業団地から排出される RF の原料として可能な廃棄物処理費の平均値

^{*2}RF 製造のカロリー調整に必要な原料油

【第3章】 事業採算性の評価

3.1 評価手法

日本国内において本事業の収益は廃棄物処理費と RF, RDF および BOFc の燃料販売費から構成される（図 9）。そのためタイ国内での廃棄物処理費・販売費と RF, RDF および BOFc 燃料生産に係るコスト（設備費、人件費、運搬費）等を算出することで本事業の採算性を評価することが可能となる。

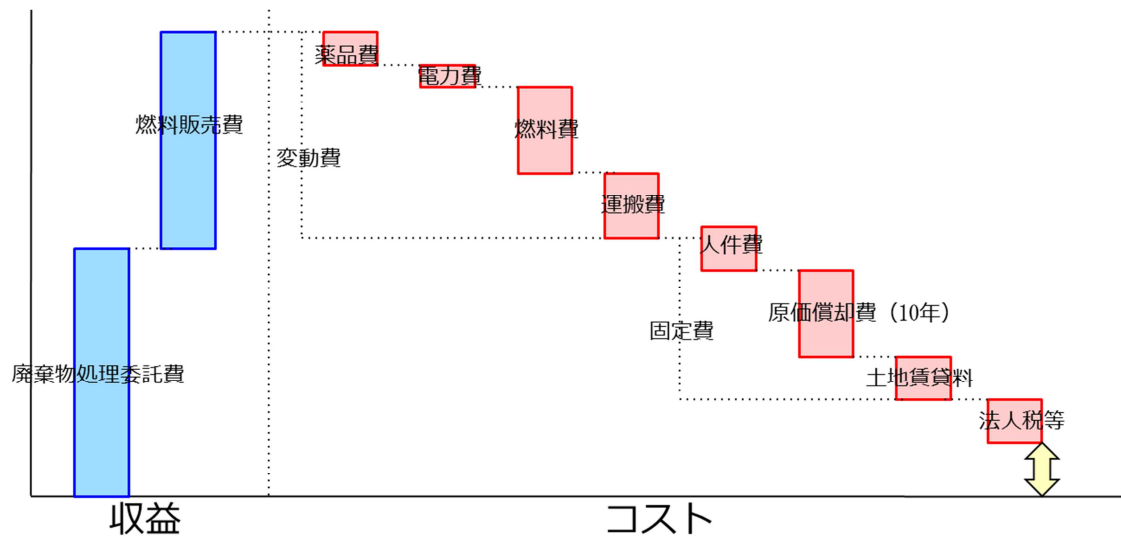


図 9. 本事業における収益構造

3.2 評価結果

現在、タイ国内における廃棄物処理費をはじめとする図 9 の項目についての一般的な金額について調査を行っており、金額が明らかになっているものについて図 2 に既に示している。本項では Clean and green city プロジェクトにおいて一番の課題となっている都市ごみの処理の事業性について検討する。これまでの調査からタイにおいて安価な廃棄物処分費および比較的 RDF の燃料としての価値が高いことがわかっている。そこで日本のように高度な選別工程を導入するのではなく有機物（生ごみ、木など）とその他の高カロリーごみ（プラスチックを中心とした生ごみ以外のごみ）を簡便に選別する処理フローを設計した（図 10）。また対象とする廃棄物は SCG のセメント工場がある Kaeng Khoi から 100km 圏内の区域から排出される約 400t/日の都市ごみとする。

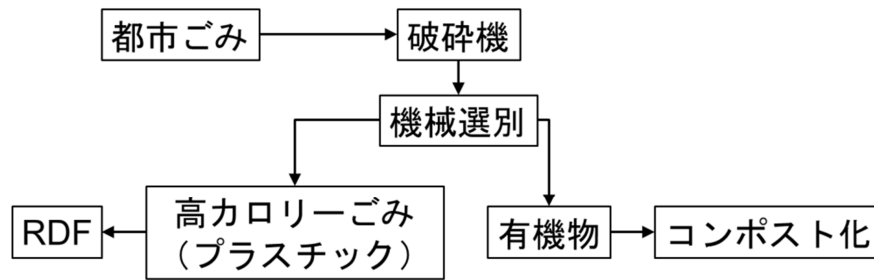


図 10. 処理フロー

処理施設	
機械選別および RDF 製造施設	生物処理施設
稼働時間：8 時間/日 稼働日数：300 日/年 処理量：400t/日 廃棄物組成*：有機物 50 wt%、プラスチック 20 wt%、その他 30 wt% 破碎・選別装置：2 軸破碎機、湿式分級 RDF 製造装置：ベアラー	稼働時間：8 時間/日 稼働日数：300 日/年 処理量：200t/日 方式：堆積方式のうち通気堆肥舎方式 設備：コンポストターナー、ホイールローダー

表 3. 前提条件および処理施設

*バンコク都 2010-2011 環境白書参照

本事業に係るコストは、表 3 に示した施設の設計・建設に要するイニシャルコストと施設運営に要するランニングコストから構成される。為替レートを 1 円=3.15 バーツ（2013 年 3 月現在）に設定した場合、現地ヒアリングをもとにコストを算出するとイニシャルコストは 5.3 億円、ランニングコストは年間 9 千 5 百万円となった。収益に関しては現地の石炭価格 0.6 バーツ/Mcal に準じて燃料販売費を決定し、あえて廃棄物処分費は得られず、コンポストに関しても無償という非常に厳しい条件で算出した。キャッシュフローによる簡易的な事業性の評価を行ったところ、初期投資時期を除き事業開始次年度から 10 年目までは常にプラスであった。これに関しては非常に簡易的な処理設備であることに依る。ただし、本事業の収益性は廃棄物の量・組成に大きく依存するため（燃料として得られるプラスチックの量に依存する）、廃棄物の正確な発生量・組成・性状分析については FS 実施場所が確定した次年度の最優先事項として取り組む予定である。また収益を最大化するためにタイ国内における廃棄物処理に係る制度・費用を把握する必要があるため、タイの関係省庁およびナレースワン大学の協力のもと調査を進めている。これらの情報収集を行った上で、最終的な事業性の評価は、財務的内部収益率 (FIRR)、経済的内部収益率 (EIRR)、キャッシュフローなどに基づいて行う。

一方、最適な事業形態を構築するために、タイで法人を設立する際の免税制度をはじめとする投資奨励恩典や特典、奨励対象業種等に関するタイ王国投資委員会 (The Board of Investment of Thailand：以下「BOI」という) の資料を入手し、その詳細な内容について調査を行っている。

【第4章】 環境負荷削減効果の評価

4.1 評価手法

別添資料4「環境負荷削減効果の計算根拠」参照

4.2 評価結果

環境負荷削減効果に関してはRF, BOFc, RDFの生産量に依存する。生産量を下記とした場合、

(生産量)

RF=100 t/day BOFc=50 t/day RDF=100 t/day

予想される環境負荷低減効果は次のように計算される。

- ・約 109,000 t/year の埋立量軽減
- ・約 59,000 t/year の石炭使用量削減
- ・約 284,000 t/year のCO₂排出量削減

環境負荷低減効果を算出するための計算式は基本的に変わらない。現時点での評価結果は予測であり、次年度の調査によって現地で実際に生産可能な量を決定することで、環境負荷削減効果について改めて評価する予定である。

【第5章】 社会的受容性の評価

5.1 評価手法

本事業のタイにおける社会的受容性に関しては下記の4つの点について調査を行う。具体的には既存文献、資料に基づく調査に加えて、現地の行政機関が実施しているタイ王国における一般廃棄物ならびに産業廃棄物に関連する行政施策の状況を調査する。そのため国際協力機構（Japan International Cooperation Agency：以下「JICA」という）が活動拠点を置く REO3 が有する情報や知見の収集活動を行う。生活系廃棄物に関しては REO3 をはじめとする行政機関を、事業系廃棄物に関しては SCG 各社環境対策部署、SCI ECO 社近隣の関連工場に対するヒアリングを中心として情報収集を行う。

調査項目

- (1) 適正処理に対する自治体・地域住民からの要求の高まり
- (2) 3R の推進に向けた法規制等の強化
- (3) セメント産業の競争力強化
- (4) 新たな雇用の創出

5.2 評価結果

現在、REO3 だけでなく次年度以降に実証試験を予定している SCG の工場が位置するサラブリーを管轄する REO7 やナレースワン大学の Dr. Charoon の協力により、より詳細な社会的受容性の評価を行う体制が整っている。

(1) に関しては REO3 へのヒアリングから、適正処理を行っている自治体は REO3 が管轄する全自治体 381 のうち約 1.3%程度であることがわかっている。自治体としてこのような状況を改善していきたいが解決手段が分からないというのが実際のところである。また PCD とのヒアリングから、リサイクルが可能なゴミは全体で 80%程度であり、そのうち実際にリサイクルされているものは 22%となっている。(2) に関しても、後述するように PCD はタイで 3R を推進するための”Clean and green city”プロジェクトを 2012 年 11 月に開始しており、自治体の資源循環に対する関心の高まりだけでなく廃棄物管理の法規制に繋がる基盤整備のための行政の取り組みについて確認することが出来ている。

(3) に関して SCG へのヒアリングの中で、タイ国内のセメント業界における競争からコスト削減を行う必要があり、これまでに徹底的な人員・設備投資削減を行ってきたが、現在はセメント燃料の削減を検討している状況を聞いている。そのような背景から、本事業の目的である我々の提案「廃棄物を原料・燃料として活用する 3R システムの構築」に対して SCG の賛同が得られている。SCG では今後 RDF をセメントの石炭代替燃料として積極的に受け入れる方針を打ち出しており、2017 年度には RDF を年間 36 万 t 受け入れる計画を発表した。(4) に関しては現在調査中であるものの、タイ国内でこのように潜在的なニーズがこれまでの調査で把握できており、本事業はタイにおいて社会的に十分受容されるものであると考えている。

【第6章】 現地政府・企業との連携等の実施体制の構築

6.1 申請時の計画

- ・構築する予定の実施体制 等

SCI ECO：事業を行う上でのパートナー。SCG との強い関係。

DIW, REO3：廃棄物に関連する行政施策の状況を調査するための協力機関。

●現時点での状況

- ・実施体制構築の状況（図 11）

上記機関とは予定通り協力関係を構築済み。

- ・構築した実施体制 等

(1) PCD, REO3, REO7, ナレスワン大学：対象廃棄物の発生・処理状況を調査するための協力機関。本事業をタイ側でサポートしていくためにナレスワン大学を窓口として PCD, REO3, REO7 による合同チームを結成。FS 実施場所を REO7 が管轄するサラブリ県で行うことで合意。合同チームに対する TOR の最終調整中。

(2) SCI ECO：廃棄物の分析（廃棄物の含水率・灰分および可燃分・元素組成・発熱量の計測・重金属の分析）を当初予定していたが、最終的な TOR ではナレスワン大学の可能性あり。SCI ECO とは実地試験を協力して行う予定。

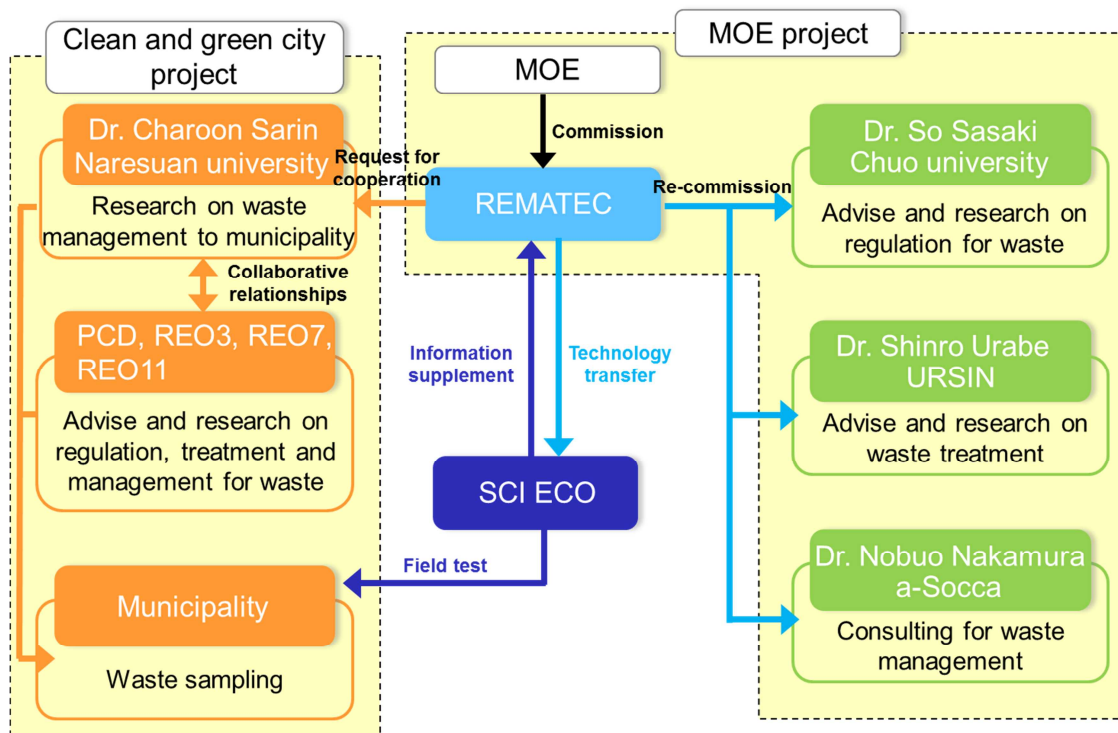


図 11. FS 実施体制図

【第7章】 実現可能性の検討

タイにおける本事業の実現可能性を検討する上で重要であると考えられる以下の項目について本年度調査を行うこととした。

(1) 対象地域の現状調査

- ①廃棄物処理・リサイクルに係る制度・政策
- ②対象廃棄物の発生・処理状況
- ③受入先であるセメント産業動向等の調査

(2) 廃棄物の組成・性状等調査 (1年目)

廃棄物の調査・分析を行い RF, BOFc, RDF 製造に関する最適な製造方法を提案

(3) 実現可能性を改善する行政政策の提案

- ①市民、排出業者の 3R に対する意識の向上
- ②3R を構築するための制度の推進
- ③処理業界に対する規制・監督の徹底 等を検討

(1) に関しては「第2章 対象地域の現状調査」で記載したとおり、タイのセメント産業は非常に高い廃棄物受入ポテンシャルを有している。また SCG は 2017 年度までに RDF を年間 36 万 t 受け入れる中期経営計画を打ち出している。このように廃棄物の受け皿となるセメント産業に関しては本事業に対する強いニーズがあると考えられる。(3) に関しても、PCD では廃棄物処理を取り組むべき最優先課題として国家プロジェクトとして”Clean and green cityproject”を昨年末に発足させている。後述するように「環境ビジネス」には、優れた技術・ノウハウに加えて「仕組み」が重要である。受け皿であるセメント産業のニーズに加えて、「仕組み作り」のために行政と連携を取りながら進めていくことができれば、タイにおける本事業の実現可能性は高いと予測される。「仕組み作り」すなわち実現可能性を改善する行政施策提案のためには、まず、日本の廃棄物処理システムについて整理する必要がある。今年度は日本の廃棄物処理の現状について整理を行った（別添資料 5「次年度行政施策の提案に向けた日本国内の関連事項における情報調査」参照）(2) に関しては残念ながら今年度実施することが出来なかった。その理由については「第8章 今後の事業展開」にて記載する。

【第8章】 今後の事業展開

対象地域の現状調査に関しては REO3 を介して REO7、PCD、ナレスワン大学との協力体制を構築することが出来ており、順調に調査が進むものと考えている。廃棄物の組成・性状調査に関しては予定のスケジュールより遅れているが、PCD、REOs 協力下での FS 実施場所がサラブリに決定し、上記の協力体制に加えて SCI ECO との密な連携により今後調査は加速していくものと考えられる。現時点の調査結果および進捗を踏まえて、本支援事業期間中の FS 事業の再構築を検討する必要はなく、当初の計画通り廃棄物のセメント原料燃料化事業を行う上で解決すべき3つの課題（経済的・技術的・制度的課題）を中心に調査・実地試験を行う。図12に次年度のスケジュールを示す。

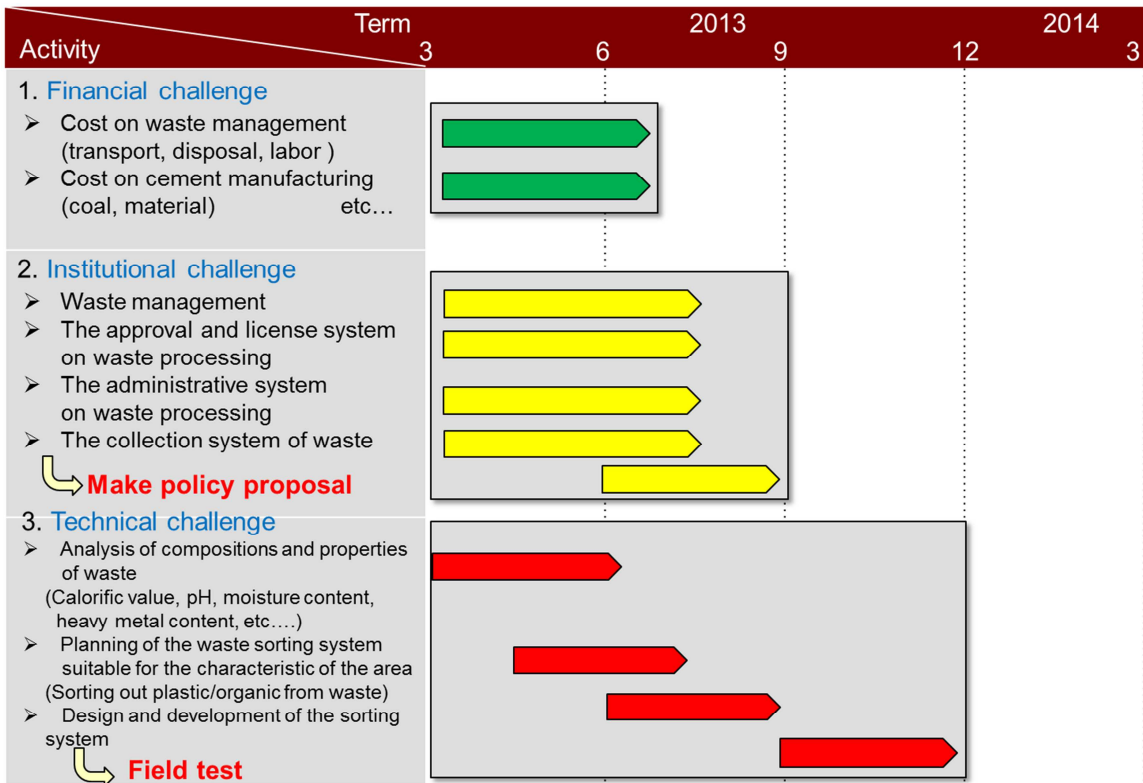


図12. 解決すべき3つの課題と次年度のスケジュール

今年度は計画通り事業を進めることが出来たが、廃棄物の組成・性状分析についてのみ実施することが出来なかった。一般廃棄物の組成調査には行政・自治体の許可だけでなくサポートも不可欠であることから、当初 REOs と FS 実施場所について話し合いを進めていた。しかし、2012年10月の天然資源環境省内の組織改編により REOs が PCD の直轄組織に編成されたため、FS 実施場所に関して改めて PCD の理解を得る必要が生じてしまった。そのため、PCD、REOs との関係構築に時間を費やした結果、廃棄物の組成・性状分析を実施することはできなかった。しかし、今年度はそれを補う成果が得られたのではな

いかと考えている。「環境ビジネス」には、単に技術やノウハウに優れるだけではなく、諸条件を融合しつつ整備統合して高い価値を生み出すための「マネジメント体系とそれに基づく仕組み作り」が必要である。これまで静脈産業に関わる日本の企業がアジアでの事業展開が困難である一つの原因がそれに関係している。我々は、単に技術を提供するだけでなく行政と協力した「仕組み作り」を目指し、PCD 局長を始めとしたタイの環境政策における”キーマン”との協力関係を構築することに本年度努めてきた（タイで 3R システムの構築を目指したワークショップ開催の概要に関しては別添資料 6 を参照）。

日本におけるセメント原燃料としての廃棄物の有効利用には、廃棄物管理に関する法制度の整備が必要不可欠であった。タイ王国に関しても同様であり、本事業を進めていく上で廃棄物管理における制度的な課題（規則・制度の整備、監督・実施機関の未整備）を解決していく必要がある。「環境ビジネス」は、21 世紀の成長産業といわれる。この領域は、わが国の産業が成長発展の過程で基礎から最先端に及ぶノウハウを多く蓄積してきた得意分野である。熾烈化する競争の中で、中進国や発展途上国を援助しつつ、わが国の産業が健全に優位性を保てるマネジメント力の育成が求められている。従来のビジネスとは異なり、複合技術を用いて高い付加価値創造を行う業際的な環境ビジネスの展開では克服すべき要素が多々ある。そのためにも前述したように、技術やノウハウに優れるだけではなく、「仕組み作り」が重要となってくる。現在、PCD では Clean and green city プロジェクトに象徴されるように廃棄物処理を取り組むべき最優先課題としている。次年度は廃棄物の組成調査を早急に行い、タイに適した廃棄物処理スキームを構築するとともに、PCD の Clean and green city プロジェクトを上手く活用しながら、行政に対して政策提案も行っていく社会全体としてのシステムを提案したいと考えている。日本経済再生の切り札とされるインフラ輸出の主要項目「環境ビジネス」の一つである静脈産業をアジア諸国に展開する上で、民間レベルだけでなく国レベルで廃棄物管理の法制度に関する協議は必要であり、日本政府によるタイ政府への廃棄物管理における政策支援を含めた「仕組み作り」を是非ご検討いただきたい。