

タイ王国におけるセメント工場を核とした 廃棄物の3Rシステムの構築

北垣 剛* 北崎樹里* 改正智洋*

Takashi KITAGAKI Juri KITAZAKI Tomohiro KAISHO

はじめに

リマテックグループは、1983年から開始した燃料化リサイクル(セメント工場向け石炭代替燃料化)による産業廃棄物中間処理を行うRF事業(RF: Reclaimed Fuel)を基幹事業として、これをバックボーンに、海難事故からの流出重油回収、汚染土(PCBやダイオキシン類等)等の困難物処理、不法投棄現場の原状回復のためのシステムデザインや施工監理、東日本大震災で発生した災害廃棄物のセメント原燃料化のための技術開発やプラント設計・処理施設運営等、国内のさまざまな「環境分野における課題解決のイノベーション」に取り組んできた。

これらの取組を通じて得た技術・ノウハウは、高い経済成長のひずみとして廃棄物に関する深刻な課題が顕在化しているタイをはじめとした東南アジア諸国においても、その課題解決に活用できると考え、まずは海外の廃棄物事情の調査研究を緒として、2007年から海外での事業展開に取り組んできた。

本稿では、平成24～25年度環境省「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」の一環として実施した「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」の内容を中心に、タイにおける弊社グループの取組を紹介する。

1. タイにおける廃棄物を取り巻く概況

タイは、我が国の製造業にとってアジアにおける直接投資先として中国に次ぐ投資国（2010年末時点投資残高：1.78兆円）であり、またタイ側から見ても日本

* リマテックR&D(株)事業開発部

は最大の投資国(2011年シェア：57.1%)となっている。ASEANにおける産業高度化をリードする国であるタイとの関係強化は、我が国にとって新興国での事業展開を考える上で重要なテーマと考えられる。

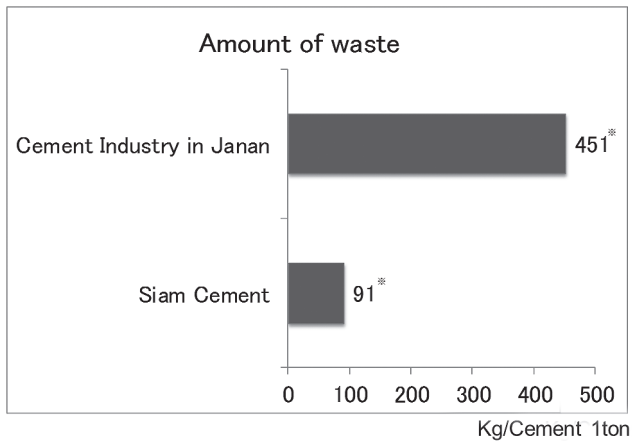
エネルギーに関しては、石油・天然ガスともに需要の90%以上を海外に依存している。天然ガスは国内で産出しているものの、その埋蔵量は需要の7年分程度と見積もられている。廃棄物を燃料として利用するシステムを普及できれば、化石燃料の使用量削減に大きく寄与できるものと考えられる。

産業高度化に反して、都市ごみ（Municipal Solid Waste：以下「MSW」という。）は、未分別（ウェィストピッカーによる有価物採取は行われているものの、）のままオープンダンピングによる埋立処分がなされており、それに伴う環境悪化が社会問題化していることから、埋立以外の廃棄物の適正処理が望まれている。日本で最もメジャーな適正処理方法である焼却処理は、初期投資額が大きい・高度な運転技術が必要となるといった理由から導入障壁が大きく、普及が進んでいない。また多くの排ガスを発生させることからさらなる社会問題を引き起こしかねないリスクも有している。

2. タイ王国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

2. 1 3Rシステム構想の概要

タイでは経済成長に伴い、国内におけるセメント需要の増加が見込まれるが、セメント工場における廃棄物の原燃料としての利用率は、日本のそれと比べて5分の1程度とかなり低い(図1参照)。言い換えると、廃棄物リサイクルの安定的な受け皿としてのセメント



※出典：Siam Cement Group “Sustainability Report 2009”

図1 セメント工場における廃棄物受入ポテンシャルの比較

工場のポテンシャルは温存されているとも言える。

これを踏まえて、単一の技術ではなく、廃棄物の発生エリアとセメント工場からの距離、そのエリアにおける廃棄物の量・性状・熱量・組み合わせに応じて、1～複数種のセメント原燃料化リサイクルシステムを構築し、既存インフラであるセメント工場に原燃料として供給することで「社会全体としての3Rシステムの構築」を目指している。

具体的には

- 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(木くず等)に廃油等を混合・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（Rufuse Derived Fuel：以下「RDF」という。）

の3種類のセメント原燃料化システムを想定している（図2参照）。

2. 2 調査概要

当該事業では、セメント工場が集積するサラブリー県を対象に、廃棄物処理・リサイクルに関する調査及びセメント原燃料化技術導入に向けた種々の調査を実施し、対象地域に適した廃棄物再資源化スキームの実現可能性の評価を行った。

主な調査項目としては、下記(1)～(6)の通り。

- (1) 対象地域における現状調査
 - ・廃棄物の組成・性状等調査
 - ・パイロット試験
- (2) 事業採算性の評価
 - ・事業モデル
 - ・投資回収年、装置規模、処理費、IRR等
- (3) 実現可能性の検討及び今後の事業展開
 - ・想定されるリスクと対応策
 - ・今後の事業展開
- (4) 環境負荷削減効果の評価
 - ・最終処分量削減効果
 - ・化石燃料使用量削減効果
 - ・温室効果ガス発生量削減効果
- (5) 社会的受容性の評価
- (6) 現地政府・企業との連携等の実施体制の構築

特に、RDF燃料化において鍵と考えるプラスチック・有機ごみの分級技術については、日本において、リサイクル業者が導入し十分な実績を有する装置を持ち込み、実際のMSWや埋立処分場からの掘り出しごみを用いたパイロット試験を実施した（写真1及び図

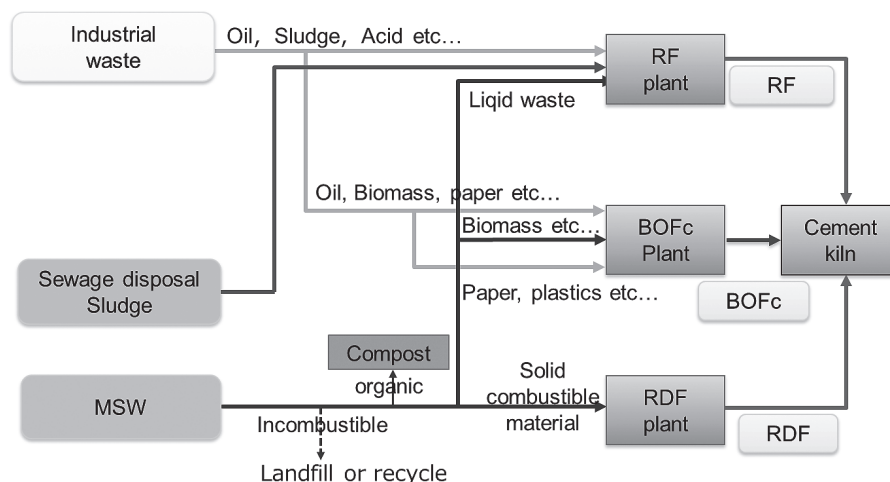


図2 セメントを核とした3Rシステム構想の概要



写真1 四分法によるごみの組成分析の実施状況

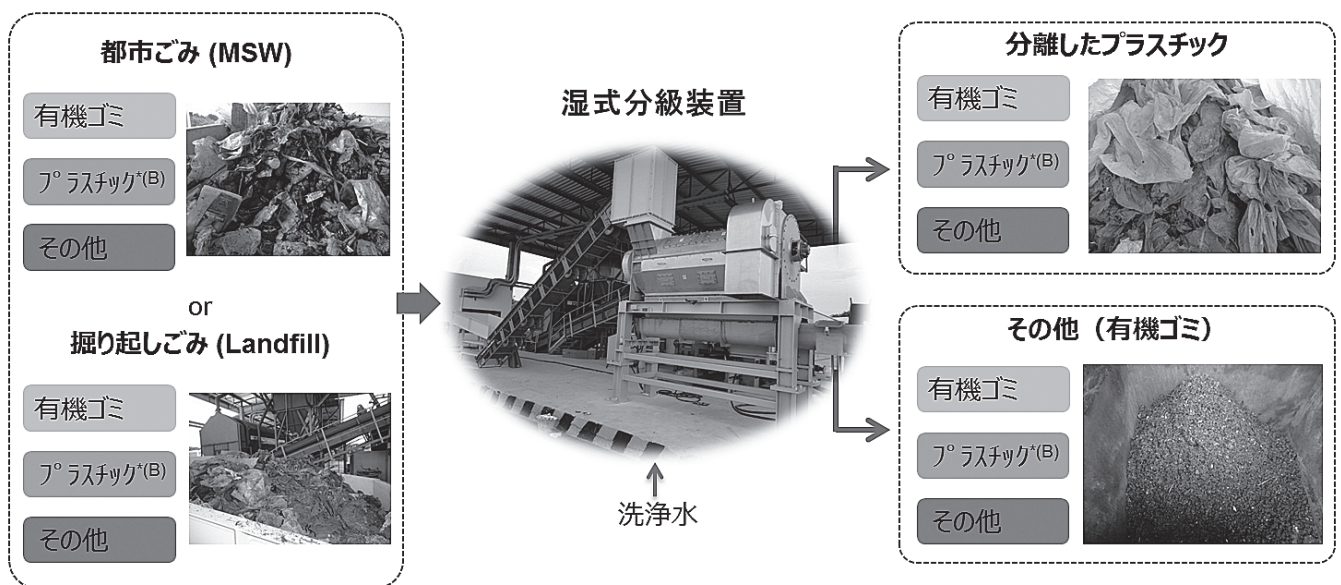


図3 分級技術パイロット試験概要

3参照)。

2. 3 結果概要

当初の計画では、事業対象地区をセメント工場が集積する地区の近傍の地域と想定していたが、実施パートナーであるサイアムセメントグループ（以下、「SCG」という。）からの提案を受けて、事業対象地区をバンコク都に変更して調査を進めた。調査結果をピックアップしてその概要を以下に示す。

(1) 対象地域における現状調査

パイロット試験結果を図4に示す。MSW、掘り起しごみともに95%以上のプラスチック回収率を得られた。また選別後のプラスチック画分に含まれるプラスチックの純度についてもMSW、掘り起しごみともに90%以上と良好な結果が得られた。

調査前は、MSW中の廃プラスチック類はウェイス

トピッカーによって十分に抜き取られており、分級技術の導入の必要性がないのではないかという懸念もあったが、結果からウェイスロピッカーは、「手っ取り早く回収できるものを回収しているに過ぎない」との仮説をたてている。

(2) 事業採算性評価

事業性を評価するに当たっては、収入源をMSW処理売上とRDF売却売上として設定した。その他の前提条件を表1に、評価結果を表2に整理した（一部データは、都合上割愛させていただく）。

初年度で3億円以上の売上高を見込み、売上総利益率は12.6%であった。売り上げのうち7割以上はRDFの販売益で占められており、RDF製造量が事業に与える影響度合いが非常に高いことが明らかになった。

現状ではMSW処理費用の支払い意志が大きい

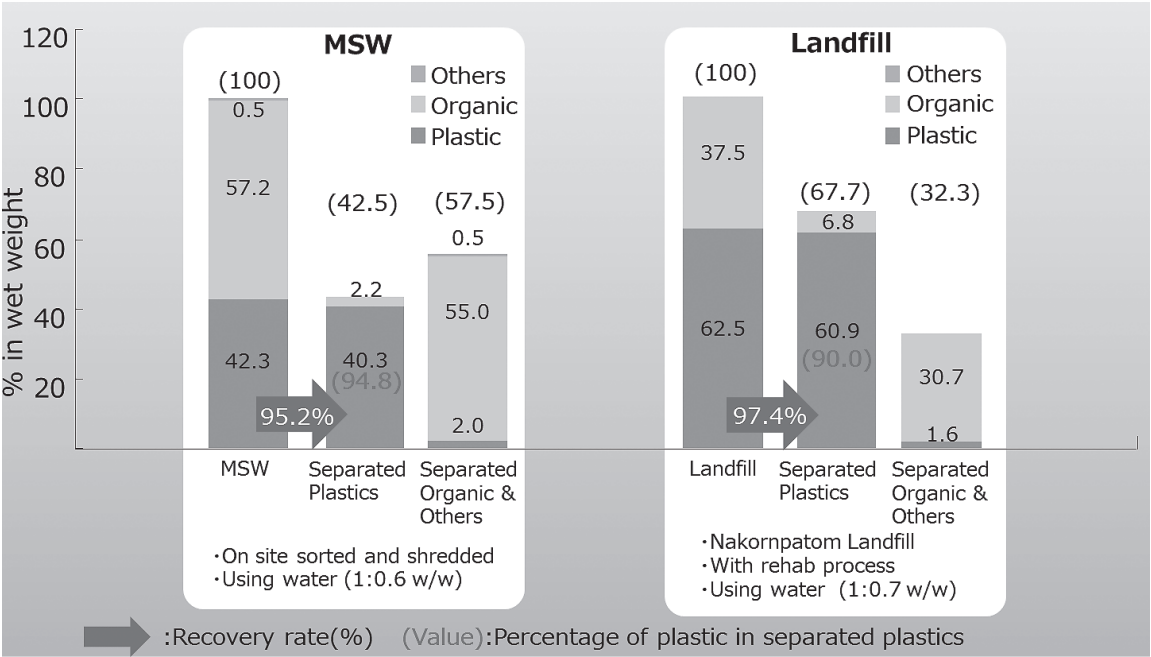


図4 分級技術パイロット試験結果概要

表1 事業性評価前提条件

事業性評価の前提	
MSW年間処理量	24.1万 t
MSW処理単価	Data not shown
RDF年間製造量	10.6万 t
RDF熱量	5,000Mcal/t
RDF熱量単価	Data not shown
工場作業員	40名
物価上昇率	2.0%
初期投資	7.8億円
減価償却期間	10年

表2 事業性評価結果

事業性評価結果	
初年度売上	336百万円
初年度売上総利益率	12.6%
利益構造	
MSW処理	29.2%
RDF売上	70.8%
IRR	14.0%
投資回収期間	6年4ヶ月

タイにおいて、日本並みの処理単価を確保することは難しい。当然ながら設備投資に対する支払意志も同様である。RDF事業が処理費のみに頼らないことは、設備投資へのインセンティブとなりうるものであり、事業の成立および水平展開を見込む上での重要なファクターと言える。

10年目のIRRは14.0%を見込んでおり、また初期投資の回収期間は6年4ヶ月と予想される。いずれもリサイクル事業を開始するに際しては、良好な水準であり、早期の立ち上げが望まれる。

コスト構造に目を移すと、23.7%を占める電力消費代が目立つ。タイの電力代はASEANの中でも特に高額で、先進国に近い水準の費用が必要となり、また将来における値上がりも予想される。その反面、人件費は11.4%と低く、総コストの抑制に貢献している。た

だし最低賃金の水準は近年増加傾向が著しく、事業継続に際して留意すべき点となっている。

一方で、工場作業員として40名を設定している。ウェストピッカーをはじめとした廃棄物処理に携わる多くの人々が、我々の事業によって職を失うことなく、より安全で衛生的に廃棄物処理に従事してもらうことも、イノベーションのひとつではないかと考える。

(3) その他

タイ及び日本において、天然資源環境省の汚染管理局長を招き、タイにおける廃棄物処理の実態と今後の方向性に関するワークショップも開催した(写真2参照)。

こうした取組は、事業化の際に大きな影響を与えるであろうサプライヤやステークホルダ(特にPCD局長に代表される「キーマン」)との協力関係の構築に



写真2 ワークショップの様子(2013年2月28日大阪にて開催)



写真3 RF化実証プラント

大きく寄与し、現在計画中のMSWからの石炭代替燃料製造実証事業(4.に後述)におけるパートナーシップ形成に繋がっていた。リマテックグループが単なるメーカーではなく、自らが処理事業者として、サプライヤやステークホルダーとの関係づくりを行ってきた長年の経験が活かされていると考えている。

3. RF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

産業廃棄物については、経済産業省「平成24年度貿易投資円滑化支援事業」の一環として委託事業として、チョンブリー県のとある工業団地を対象としてRF化の実証試験を実施した。

タイ国内最大のセメント会社であるSCG及び、そのグループ企業であるSCIECO SERVICES社(以下SCIeco社)の協力のもと、

- ・工業団地内156社からのにおける産業廃棄物の実態調査
- ・セメント工場でのRF受入基準の決定
- ・廃棄物混合条件の決定
- ・RF製造実証試験機の設計・建設及び実証試験(写真3参照)
- ・現地パートナー企業への運転指導
- ・セメントキルンでのRF利用試験

と多岐に渡る内容を実施した。

実証期間中1日平均9.6tのRFの製造を行った。熱量、塩素濃度ともSCGが提示した受入基準を満たす品質を確保できることが確認された。燃料としてのセメント工場における利用性・石炭削減効果も確認できた

一方で、経済性の観点からは複数の工業団地を対象にしなければ事業採算が合わない結果が得られた。廃棄物サプライチェーンの構築が、今後の課題となる。

一方で、我々自身も事業を通じて大きな効果を得ることができた。

日本国内の工場で実際のRF事業に携わる若いスタッフたちが、SCIeco社スタッフに対して、タイで作業指導にあたっていた(写真4参照)。自分たちが毎日使っている技術を用いて、毎日行っている作業によって、毎日作っている燃料が、遠く離れたタイの地において日本と同じように作ることができ、それがタイの人から信頼を得ていく過程は、彼らに非常に大きな経験と誇りを与えてくれた。



写真4 SCIeco社スタッフ(右)に指導する弊社スタッフ(左)

4. MSWからの石炭代替燃料製造実証事業

現在、弊社ではバンコク都の南側に接するサムットプラカーン県のとある郡を対象に、MSWからの石炭代替燃料製造に関する実証事業を計画している。

プラントは、複雑すぎて誰も使えなければガラクタだが、一方で簡単なものだと模倣されるリスクがあるといったジレンマが存在する。図5のとおり、我々が採用する要素技術はそれぞれシンプルであるが、これの一つのシステムとしてうまく統合すること、あるいはローライズすることに我々のノウハウが詰まっていると考える。2. 3で示した弱点である電力コストについては、バイオガス発電の採用によって削減も図っている。

サムットプラカーン県では2014年3月に県下の埋立処分場で大規模な火災が発生し、多数の近隣住民に避難勧告が発令される事態にまで発展したことから、適正処理に向けた気運が醸成されており、ここに拠点とする大手の自動車関連企業を処理事業の実施パートナーとしながら、引き続き代替燃料の受け皿となるSCG及びSCIecoや、政府機関であるPCDとの協力体制を維持継続している。こういった関係は、一朝一夕にで

きあがるものではなく、MOEやMETIといった政府機関による調査事業を経て得られたものであることにも感謝したい。

おわりに

分野は違えど、優れた品質・技術を誇っていた日本製のパソコンや液晶TV、携帯電話といったデジタル家電が、コモディティ化により、国際的な競争力のみならず国内シェアも脅かされていることは記憶に新しい。我々が生業としている3R・廃棄物分野においても、同様のリスクが存在していることに留意しておきたい。「提供するシステム・技術を通してどのような付加価値を創造できるか」を追求することが、社会システムも産業も法も人々の倫理感も異なるマーケットにおいて、コモディティ化を回避する切り札になると考える。

廃棄物の3Rシステム構築を通じて、タイにおける「環境分野における課題解決のイノベーション」を果たすことこそが、我々のリマテックグループのタイをはじめとした新興国での事業を成功に結び付けてくれるとの信念をもって、取り組んで行きたい。

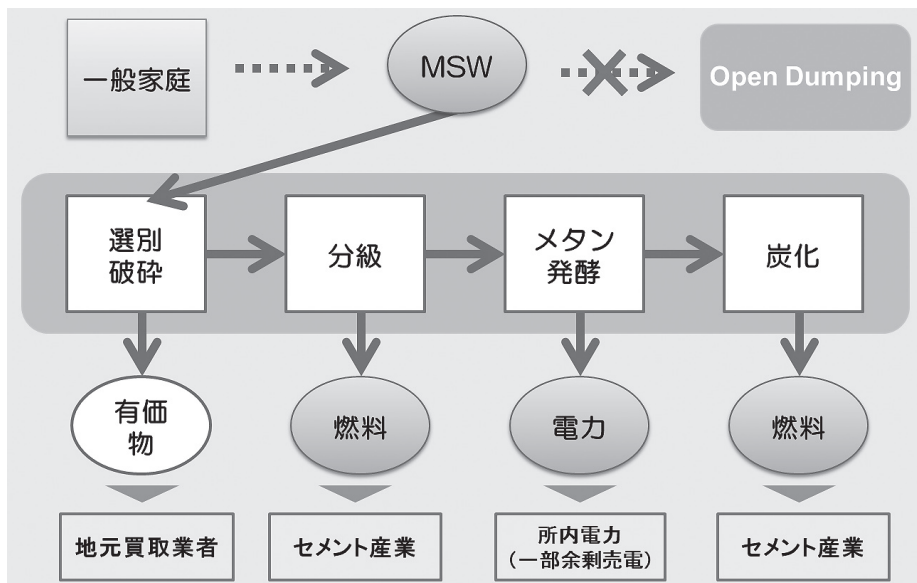


図5 MSWからの石炭代替燃料製造実証事業概要