年報　タイ研究　No.13, 2013　43－60.

【論 文】3

循環型社会構築に向けたタイの産業廃棄物管理の現状と課題

The Present Conditions and the Problems of Industrial Waste Management in Thailand For Establishment of Sound Material-Cycle Society

佐々木　　創＊
SASAKI So

This paper is intended as an investigation of industrial waste management in Thailand for establishment of Sound Material-Cycle Society analyzed by the multifaceted method of Regime-Actor and material flow analysis. There has no study that tried to compare exactly the waste management situation of Thailand and Japan. The second section is an overview of industrial waste policy by DIW which is focused on the optimization of industrial waste treatment and recycling market. And then, it was found from the result that there is greatly room for the improvement of recycling by types of industry, such as casting industry by material flow analysis. Finally, the cement industry in Thailand does not so much play an important role of establishment of Sound Material-Cycle Society compared with Japan. As mentioned above, a policy implication is described.

1．問題の所存

マプタプット問題に代表されるように、タイにおいても経済発展が進むにつれて、環境問題への関心が高まっている。産業廃棄物問題においても、国民の関心が後押しとなり、不適正処理・不法投棄に関連する報道も増加し、産業廃棄物管理の所轄官庁である工業省工場局（กรมโรงงานอุตสาหกรรม Department of Industrial Works：以下DIW）によって対応がなされている[1)]。産業廃棄物を適正に管理し、リサイクルを推進し循環型社会を構築するためには、社会システムの変革が必要であり、DIWのこれまでの施策は国際援助機関の潮流と合致しているといえる。

国連環境計画（United Nations Environment Programme 以下：UNEP）は、能力、制度、環境リスク、社会あるいは文化までをも包含した統合的な廃棄物政策（Integrated Sustainable Waste Management: 以下ISWM）を推進し、ISWMが「新しい廃棄物管理の設計と実施、既存システムの分析と最適化のための基準となる枠組みである」としている［Klundert and Anschütz 2001］。

一方、世界銀行は廃棄物管理における社会関係資本（Social Capital）の概念の適用を追及している。社会関係資本とはネットワーク、組織・メンバーシップ、規範・価値観、信頼、集団行動などの非可視的な従来の社会配慮要件・要素を成長や開発にとって有用な社会資源とみなし、これらを「計測可能」かつ「蓄積可能」なキャピタル（資本）と考え、外部からの介入によって変化しうる

＊中央大学経済学部

ものと位置づけている［Pargal, Huq. and Gilligan, D. 1999］。

日本においても、国際協力機構（Japan International Cooperation Agency 以下JICA）がこれまで処分場や焼却炉などハード面を重視してきた廃棄物分野の援助を「廃棄物問題は社会全体を写す鏡ということができ、この問題を単一のセクターの問題として捉えることは不適切である」と見直し、社会面をも重視したキャパシティ・ディベロップメント概念の導入の方向性を探っている［JICA 2004］。JICAによれば、これまでソフト面の援助においては、相手側に欠けているキャパシティを技術移転や技術協力で埋めることで相手側の成長を促すキャパシティ・ビルディング型（Donor-led, Expert-led）のアプローチであったのに対し、キャパシティ・ディベロップメント概念はさらに一歩進んで、開発途上国側の内発的・継続的な向上のプロセスを支援することに眼目を置いている[2)]。

以上のように多くの国際援助機関が「行政・市民・NGO・企業・ドナーの有機的なパートナーシップが重要」と唱えているが、国際援助機関の理論に共通することは援助ドナーの性格上、いわゆるベスト・プラクティスと呼ばれる個別優良事例の分析に留まっている感が否めない。そのため、キャパシティ・ディベロップメント概念や社会的環境管理能力、社会関係資本といった「非可視的な要因」が個別優良事例にあったからといって、それが効率的な廃棄物管理に必ず繋がるとは現時点では証明されてはいない。換言すれば、効率的な廃棄物管理が行われているところには、個別優良事例に「非可視的な要因」があるようだ、ということしか証明されていないといってよい。

ISWMを除く理論においては、理論構築に重点を置きすぎており、廃棄物管理を考慮する上で不可欠な「可視的な要因」である物資循環（モノの流れ）を捉えることを軽んじている。そこで本稿では、レジーム・アクター分析と物質循環の複眼的手法を用いて、タイの産業廃棄物管理における現状と課題を分析し、循環型社会構築の課題を導出することを目的とする[3)]。

一方で、これまでのタイにおける産業廃棄物の先行研究は、工学的な研究による処理・リサイクル工程の見直しに関する論文が中心であった。管見する限りではPanate and Sujitra（2011）による家電廃棄物のリサイクル制度設計に関連する論文が、社会システムの変革に言及した数少ない研究であり、タイにおいては社会科学的な見地による廃棄物管理の制度設計の研究は萌芽段階にあるといって良いであろう[4)]。

以下、本稿では次節でDIWが産業廃棄物政策の変遷を概観し、アメとムチの施策を使い分けて、産業廃棄物処理・リサイクル市場の適正化に注力していることを論じる。次に、タイの処理方法を日本の産業分類別の副産物（産業廃棄物・有価発生物）発生状況調査の定義に当てはめて、「有価物発生量」、「中間処理量」、「直接埋立量」に分類して比較することで、鋳物産業などの業種によってリサイクルの改善の余地が大いにあることを分析する。最後に、分析結果と現地調査に基づき、日本の循環型社会の主要な担い手であるセメント産業がタイにおいては役割を担えていない要因を明らかにし政策的含意を述べる。

２．産業廃棄物・リサイクル政策の変遷

(1) 産業廃棄物・リサイクル市場の適正化

タイにおける産業廃棄物政策は、1）1996年までの産業廃棄物政策を整備する時期（第一期）、2）1997年～2001年までの有害廃棄物処理における独占市場が形成された時期（第二期）、3）2002年以降の産業廃棄物処理・リサイクル市場の規制緩和の時期（第三期）、以上の３つに大別できると筆者は指摘してきた［佐々木 2008:194-201］。特に、第三期では、2001年に規制が緩和されたことによって、タイの産業廃棄物処理・リサイクル市場は、業者数の増加、処理費の低下、リサイクル率が向上するなど規制緩和のメリットが生まれた一方で、産業廃棄物処理・リサイクル業者数の増加により業者間の過当競争が起こり、不適正処理や不法投棄が度々発生するなどデメリットも生じた。

産業廃棄物管理の所轄官庁であるDIWは、規制緩和デメリットを解決するにあたり、2005年末にそれまでの工場法に関する工業省告示を抜本的に改正しประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ 2548（The Notification of MOI B.E. 2548）を発布した。本告示により、これまで不明瞭であった廃棄物の定義を見直し、有害廃棄物の処理に対してE-マニフェスト制度を導入して、排出者責任を明確化した。2012年２月現在においても、その後の発布された告示や通達等で補完されているが、本告示がタイの産業廃棄物管理の根幹を成している［DIW 2011］。しかしながら、2005年末に工場法に関する工業省告示というレジームの変革では、上述した通り、市場緩和のデメリットをこれまで改善できなかった。

そこでDIWは2010年以降に、第一期から第三期のような法制度（レジーム）の大きな変更ではなく、排出企業や産業廃棄物処理・リサイクル業者などの主要なアクターの行動変化に作用する取組を開始し、産業廃棄物・リサイクル市場の適正化に注力している。具体的には、環境コストを支払わないことで価格競争力を有している不適正な事業者ではなく、適正な廃棄物処理・リサイクル業者に廃棄物（再生資源）が委託されるような「アナウンス効果」が発揮されることを目的に2010年にDIWは優良事業者認定制度を導入した。さらに、2012年には、これまで工業省地方事務所員が行っていた産業廃棄物処理・リサイクル業者の立入検査を、産業廃棄物管理の所轄官庁であるDIW本局の職員で組織された20名の監査チームが行うことに変更し、複数の事業者に事業停止命令や事業改善命令などの罰則が相次いで履行されている。

したがって、DIWは産業廃棄物・リサイクル業者に対するアメの施策としての優良事業者評価制度とムチの施策としての取締りの強化によって、産業廃棄物・リサイクル業者の行動変化を促している。さらに、これらのアメとムチの施策よって、産業廃棄物・リサイクル業者の質の情報を排出企業に提供することになり、これまで抱えてきた産業廃棄物・リサイクル市場の「情報の非対称性」を解消し、排出企業の行動変化も促している。つまり、第一期から第三期まで実施してきた産業廃棄物・リサイクル業者に直接作用するレジームの変更ではなく、間接的に排出企業というアクターの行動を変化させることで、産業廃棄物・リサイクル市場の適正化を目指す第四期の段階に入ったと見なすことができ、表１のように整理できる。以下では優良事業者評価制度と取締強化について詳細を記述する。

表１　タイにおける産業廃棄物・リサイクル政策の変遷

第一期	産業廃棄物政策の整備（～ 1996年まで）
	→法令の整備、インフラの不備
	1975年　工場法改正　→産業廃棄物の取締りの開始
	1988年　タイ初の有害廃棄物処理センター設立、一般廃棄物と産業廃棄物の分離保管の義務付け
	1992年　工場法改正　→罰則強化
第二期	有害廃棄物処理における独占市場の形成（1997年～ 2001年）
	→法規制の強化、処理費の高騰
	1997年　第3セクター General Environmental Conservation Public Co., Ltd.（GENCO社）設立
	同　年　有害産業廃棄物の再定義
	1998年　非有害産業廃棄物の定義
第三期	産業廃棄物処理・リサイクル市場の規制緩和（2002年～ 2009年）
	→業者数の増加、不適正処理・不法投棄の増加
	2001年末　産業廃棄物処理産業の参入規制緩和策
	2004年　GENCO社が間接関与した大規模な不法投棄事件の発生
	2005年　工場法に関する工業省告示（排出者責任、廃棄物定義の見直し、Ｅ－マニフェストの導入）
第四期	産業廃棄物処理・リサイクル市場の適正化（2010年～現在）
	→処理・リサイクル業への施策により排出企業の行動変化を促進
	2010年　優良事業者認定制度の導入
	2012年　中央省庁（DIW）による不適正処理・不法投棄の取締強化

（出所）筆者作成

（2）産業廃棄物・リサイクル優良事業者認定制度

DIWでは優良事業者認定制度を実施するに際し、産業廃棄物処理処分サービス提供に関して優良事例（good practice：以下、GP）マニュアルを作成し公開した。その内容は、産業廃棄物処理における一連のプロセス（交渉、運搬、受取、工場内の貯蔵、処理処分、処理過程で生じた汚染物処理）における法律上の規定及び、廃棄物処理工場のためのGPの基準を明示している［DIW 2011］。

GPマニュアルから考察すると、優良化基準で規定されている法令が17もあることや、最も管理が厳しい有害廃棄物の再利用・処理処分工場が遵守しなければならない法令の項目数を足し合わせると58項目にもなり、法体系として非常に複雑になっている。また、「電子方法による廃棄物処理の報告方法に関する工業省告示（2004年）」で規定されている内容は、廃棄物を808種類、産業廃棄物の処理・リサイクル方法を37分類も報告する必要があり、排出企業の負担が大きいことから、処理・リサイクル業者による代行が横行しており、排出者責任の不明瞭化の遠因となっている可能性がある。さらに、タイの優良事業者評価制度は、表彰という「アナウンス効果」しか認定された事業者のメリットとして存在せず、日本の優良産廃処理業者認定制度のように事業許認可更新期間の延長などの、事業者が表彰を取得するインセンティブが包含されていないことが改善点である［佐々木 2012:37-44］。

タイにおける産業廃棄物・リサイクル優良事業者認定数の推移（図１）をみると、2010年に認定

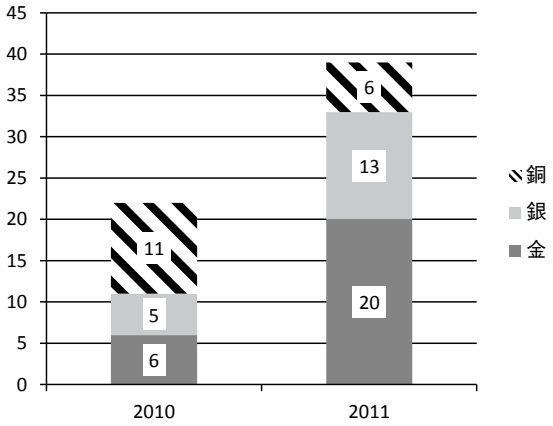


図１　タイにおける産業廃棄物・リサイクル優良事業者認定数の推移

（出所）DIW 2012より作成

された事業者の大半は、旧知である大手の産業廃棄物リサイクル事業者22社であり、初年度としては当初の目的であるアナウンス効果は乏しかったと考えられる。しかし2011年においては新規参入の事業者も含めて39社を認定し合計61社に増えた。さらに、2010年の事業者も併せてパンフレットを作成・配布しDIWのホームページ上で公開するなど、アナウンス効果が発揮されるよう改善されている［DIW 2012］。

（3）産業廃棄物・リサイクル取締強化

上述した通り2012年に入ってから、DIWによって産業廃棄物処理・リサイクル業に対して事業停止命令や事業改善命令などの複数の事業者に罰則が履行され取締りが再強化され、これまで工業省地方事務所員が行っていた立入検査をDIW本局の職員で組織された20名の監査チームが行うことに変更された。この背景には、以前の取締りでは地方事務所員が立入検査し、不法投棄・不適正処理が立証された場合、当該地方事務所員の監督責任も問われ人事考課に影響するため、報道されるような大きな問題にならない限り地方事務所員が摘発しないという「官の不作為」が起きやすい構造があり、この構造を是正したと考えられる。

この結果、2012年７月までの調査で96の産業廃棄物処理・リサイクル業者による不法投棄の疑いが発覚し、そのうち14の事業（９つの業者）に対して、現行法令の違反、不適正処理が確認されて事業改善命令が履行された。これまで非公開であった取締りの様子や事業改善命令を下した事業者名が報道されるようになり「立入検査の際に、検査官が４人の銃を持った男に妨害された」ことや「敷地内から銃が発見された」ことなどが克明に報道されている［Bangkok Post 2012a］。

さらに、事業改善命令が下された９つの業者のうち、KSD Recycle、World Waste、Wax Garbage Recycle Center、Asia Waste Managementの少なくても４つの産業廃棄物処理・リサイクル業者に複数の日系企業が処理を委託していた。現行の排出者責任は、2005年工場法に関する工業省告示第12項に「廃棄物運搬・処理業者が受け取る前、もしくは処理サービス契約外での不適正処理・不法投棄等が起きた場合は排出者の責任である」と明記されているため、適法で処理・リサイクルの委託契約をしていれば、日本とは異なり排出企業が不法投棄の原状回復義務をタイでは問われることはない。

しかし、有害廃棄物の移動を管理するE-マニフェストや廃棄物処理の年次報告を処理・リサイクル業者が代行することが横行しており、相次ぐ不適性処理・不法投棄に関して排出者責任が問われる可能性は否定できない[5)]。2012年８月より、DIWでは不適処理・不法投棄の防止策として、有

害廃棄物の運搬車両にGPS（Global Positioning System）の設置を義務付け、同年８月末までに1,800台が登録された［Bangkok Post 2012b］。

以上の通り、本節では2010年よりタイにおける産業廃棄物・リサイクル政策は、産業廃棄物・リサイクル市場の適正化を目指す第四期の段階に入ったとみなして産業廃棄物・リサイクル政策を概観した。アナウンス効果が発揮されるように優良事業者評価制度が改善されていることや取締強化によって不適性処理・不法投棄の防止策を講じており、DIWは産業廃棄物・リサイクル市場の適正化に注力していると考えられる。第四期の政策の本質は、第一期から第三期まで実施されてきた産業廃棄物・リサイクル業者に直接作用するレジームの変更ではなく、間接的に排出企業というアクターの行動を変化させることにあると考えられ、今後発表される産業廃棄物発生量等の関連統計によりアクターの行動変化の確認が必要である。

３．産業廃棄物・リサイクル現状の日本・タイ比較

(1) タイにおける産業廃棄物・リサイクル量の現状

DIWによると、2011年にＥ－マニフェスト制度及び廃棄物処理の年次報告により正規に処理され把握された産業廃棄物発生量は、非有害産業廃棄物が2,420万トン、有害産業廃棄物が260万トンとなっている（図２）。

主要な非有害産業廃棄物の平均リサイクル率は、規制緩和直前の2000年は43％だったのに対して、2010年では66％まで上昇しており、前節で指摘した通り、規制緩和によって業者数の増加によりリサイクル率が向上している（図３）。

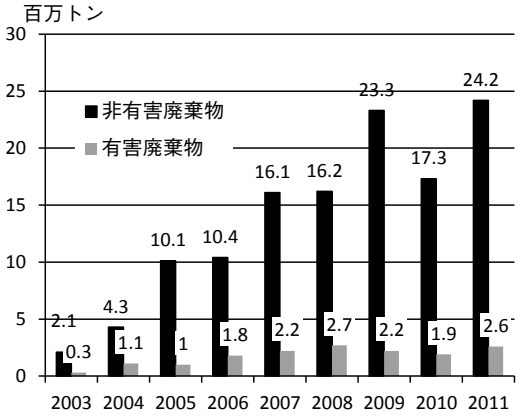


図２　タイにおける産業廃棄物発生量の推移

（出所）DIW資料より作成

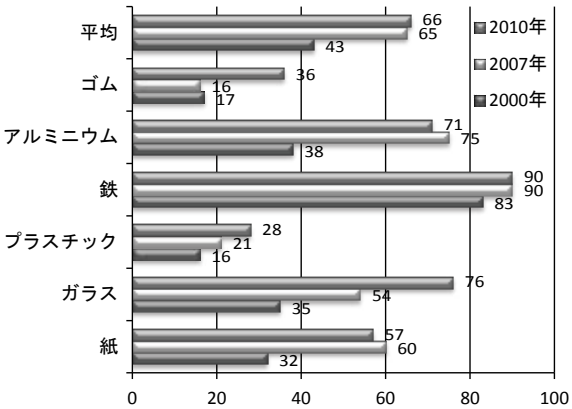


図３　非有害産業廃棄物種類別のリサイクル率の推移（％）

（出所）สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย各年版より作成

日本のリサイクル率は、紙63％（2011年古紙利用率）［古紙再生促進センター 2012］、プラスチック22％（2009年マテリアルリサイクル率）［経済産業省 2012］、鉄90％（2010年）［JOGMEC 2012］であることから、タイのリサイクル率は再生資源ベースにおいては日本と遜色ない。

マクロの産業廃棄物総量ベースにおいては、正規に処理された産業廃棄物の大半が「再利用」や

「エネルギーとしてリサイクル」、または「原材料としてリサイクル」されており、これらの合計は非有害産業廃棄物で91％、有害産業廃棄物で80％となっている。また、焼却処理や埋立処理の量は有害廃棄物であっても2割以下となっている［Pattamawan 2010］。日本の産業廃棄物のリサイクル率は96％（2009年の産業廃棄物排出量に占める再生利用量と中間処理減量化量の合計）［環境省2012］であり、マクロの産業廃棄物総量ベースにおいては、公開資料の限りではタイのリサイクルは善戦しているといえる。

(2) 日本とタイの産業廃棄物・リサイクル量の比較手法

前節において、日本とタイのリサイクル率を再生資源ベースとマクロの産業廃棄物総量ベースから比較した。しかしながら、リサイクル率が排出量に占めるリサイクル量なのか、または原材料投入量に占める再生資源使用量なのか、定義が定まっていないため厳密な比較ができない。そこで、近畿経済産業局とDIWの間で協力文書（Cooperation Program）が締結されたことにより、アマタナコーン工業団地に入居する工場がE-マニフェスト制度によってDIWに報告したデータを入手でき、そのデータを分析した。タイにおける現行の産業廃棄物管理の運用法令である2005年工場法に関する工業省告示においては、2006年より排出事業者は産業廃棄物を排出する度に廃棄物の種類、量、委託先、処理方法をE-マニフェスト制度によって報告することを義務付けている。

ただし、守秘義務の観点から、排出企業の個別データは排出業種[6]ごとに統合されたデータとして提供された。また、守秘義務やリサイクル・廃棄物処理業界のパワーバランスを間接的に公開することは問題となることから、委託先については非公開とされた。

入手したデータの種類と概要は、表2の通りである。

表2で示したとおり、タイにおける廃棄物の分類は808種類あり、日本の20種類より非常に多くなっている。また、処理方法は大分類で8種類、小分類では37分類ある（表3）。

表2　DIW提供データの概要

データの種類	概要
排出企業	個別工場ではなく、アマタナコーン工業団地に入居している48業種
廃棄物の種類	産業廃棄物を19のカテゴリーに分けて、非有害産業廃棄物400物質、有害産業廃棄物230物質、有害か非有害か計測しなければならない産業廃棄物178物質が指定されており、合計808種類に分類
有害性	上記の分類によって分類された有害廃棄物・非有害廃棄物の2分類
排出量	排出企業（372社）からの排出量を業種ごとに合計
処理方法	タイにおける産業廃棄物の処理・リサイクル方法である37分類
委託先	非公開

（出所）筆者作成

表３　タイにおける産業廃棄物の処理・リサイクルの方法の分類

処理コード	リサイクル・処理方法
01 การคัดแยก（売却）	
011	คัดแยกประเภทเพื่อจำหน่ายต่อ（売却）
02 การกักเก็บในภาชนะบรรจุ（保管）	
021	กักเก็บในภาชนะบรรจุ（保管）
03 การนำกลับมาใช้ซ้ำ（リユース）	
031	เป็นวัตถุดิบทดแทน（原料/代替原料として利用）
032	ส่งกลับผู้ขายเพื่อกำจัด（購買先に返却）
033	ส่งกลับผู้ขายเพื่อนำกลับไปบรรจุใหม่หรือใช้ซ้ำ（包装材として売却）
039	นำกลับมาใช้ซ้ำด้วยวิธีอื่นๆ（他の方法でリユース）
04 การนำกลับมาใช้ประโยชน์อีก（リサイクル）	
041	เป็นเชื้อเพลิงทดแทน（代替燃料）
042	ทำเชื้อเพลิงผสม（混合燃料）
043	เผาเพื่อเอาพลังงาน（エネルギー回収目的の焼却）
044	เป็นวัตถุดิบทดแทนในเตาเผาปูนซีเมนต์（セメント産業における代替原料）
049	นำกลับมาใช้ประโยชน์อีกด้วยวิธีอื่นๆ（他の方法でリサイクル）
05 การนำกลับคืนมาใหม่（再生）	
051	เข้ากระบวนการนำตัวทำละลายกลับมาใหม่（溶剤の再生）
052	เข้ากระบวนการนำโลหะกลับมาใหม่（金属回収）
053	เข้ากระบวนการคืนสภาพกรด/ด่าง（pH 調整）
054	เข้ากระบวนการคืนสภาพตัวเร่งปฏิกิริยา（触媒再生）
059	นำสิ่งปฏิกูลหรือวัสดุที่ไม่ใช้แล้วอื่นๆกลับคืนมาใหม่（再生不可能なもの）
06 การบำบัด（処理）	
061	บำบัดด้วยวิธีชีวภาพ（生物分解処理）
062	บำบัดด้วยวิธีทางเคมี（化学分解処理）
063	บำบัดด้วยวิธีทางกายภาพ（物理分解処理）
064	บำบัดด้วยวิธีทางเคมีและฟิสิกส์（化学・物理分解処理）
065	บำบัดน้ำเสียทางเคมีฟิสิกส์（排水の化学・物理分解処理）
066	เข้าระบบบำบัดน้ำเสียรวม（一般的な排水処理）
067	ปรับเสถียรด้วยวิธีทางเคมี（化学的中和）
068	ปรับเสถียร/ตรึงทางเคมีโดยใช้ซีเมนต์หรือวัสดุ pozzolanic（セメント固化）
069	วิธีบำบัดอื่นๆ เพื่อลดค่าความเป็นอันตราย（有害物のその他の処理）
07 การกำจัด（処分）	
071	ฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล เฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น（非有害廃棄物の埋立）
072	ฝังกลบอย่างปลอดภัย（衛生埋立）
073	ฝังกลบอย่างปลอดภัย เมื่อทำการปรับเสถียรหรือทำให้เป็นก้อนแข็งแล้ว（安定化後、衛生埋立）
074	เผาทำลายในเตาเผาขยะทั่วไป（キルンでの焼却）
075	เผาทำลายในเตาเผาเฉพาะสำหรับของเสียอันตราย（有害廃棄物のキルンでの焼却）
076	เผาทำลายร่วมในเตาเผาปูนซีเมนต์（セメント産業での焼却）
077	อัดฉีดลงบ่อ ใต้ดิน หรือชั้นดินใต้ทะเล แนบเอกสารอนุญาตจากหน่วยงานอื่น（他の機関が認証済みの海中、水路への放出）
079	กำจัดด้วยวิธีอื่นๆ（その他の処理）
08 การจัดการด้วยวิธีอื่นๆ（その他の処理方法）	
081	รวบรวมและส่งออกนอกประเทศ（輸出）
082	ถมทะเลหรือที่ลุ่ม เฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น（非有害廃棄物の水路、海中放出）
083	หมักทำปุ๋ยหรือเป็นสารปรับปรุงคุณภาพดิน เฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น（非有害廃棄物の堆肥化、土壌改良剤）
084	ทำอาหารสัตว์ เฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น（非有害廃棄物の飼料化）

（出所）ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ 2548（The Notification of MOI B.E. 2548）より作成

したがって、通常DIWが公開している大分類の全国データだけでは、例えば大分類07（処分）の中に、埋立処理以外に焼却処理も小分類に含まれており、日本の処理方法とは大きくことなっていることから、日系企業はタイの処理・リサイクル市場の実態を大きく見誤る可能性がある。そこで、本研究においては、タイの処理方法を日本の産業分類別の副産物（産業廃棄物・有価発生物）発生状況調査の定義に当てはめて、「有価物発生量」、「中間処理量」、「直接埋立量」に分類して比較した（表4）。

(3) 日本とタイの産業廃棄物・リサイクル量の比較結果と考察

上述した通り、DIW提供データを日本の定義に当てはめて、アマタナコーン工業団地から産業分類別直接埋立量を把握したところ、上位4業種の産業廃棄物の埋立量は、「鉄鋼の精錬、溶解、鋳造、圧延、又は第一次製品製造（鋳物産業）」が29,528トン、「自動車、又はトレーラー関連」が10,619トン、「ゴム関連製品」が7,613トン、「石鹸、化粧品」が3,749トンとなっており、これらの4業種の埋立量でアマタナコーン工業団地からの埋立総量の80%を占めていた（表5）。

表4　分析に使用した日本とタイの処理方法の分類

日本の処理方法の分類	タイにおける処理方法の分類
有価物発生量	011　คัดแยกประเภทเพื่อจำหน่ายต่อ（売却）
中間処理量	処理コード011,071,072,073以外全て
直接埋立量	071　ฝังกลบตามหลักสุขาภิบาล เฉพาะของเสียไม่อันตรายเท่านั้น（非有害廃棄物の埋立）
	072　ฝังกลบอย่างปลอดภัย（衛生埋立）
	073　ฝังกลบอย่างปลอดภัย เมื่อทำการปรับเสถียรหรือทำให้เป็นก้อนแข็งแล้ว（安定化後、衛生埋立）

（出所）筆者作成

表5　アマタナコーン工業団地における直接埋立量上位業種

順位	業種	排出量	排出総量比率	埋立量	総量埋立率
1	鉄鋼の精錬、溶解、鋳造、圧延、又は第一次製品製造	45,138	7.9%	29,528	46%
2	自動車、又はトレーラー関連	155,231	27.2%	10,619	16%
3	ゴム関連製品	25,176	4.4%	7,613	12%
4	石鹸、化粧品	14,750	2.6%	3,749	6%
5	ガラス、光ファイバー、又はガラス製品の製造	9,269	1.6%	1,759	3%
6	製造を行わない、製品又は同部品の装飾、又は加工	7,726	1.4%	1,274	2%
7	鉄鋼以外の金属の精錬、混合、純化、溶解、鋳造	11,709	2.1%	1,172	2%
8	輸送用の機械器具のタイヤ又はチューブの修理、又は鋳造	7,441	1.3%	1,170	2%
9	吸水機、空気又はガス圧縮機、送風機、エアー・コンディショナー	15,765	2.8%	1,162	2%
10	原動機、プロペラ、又は同関連機器の製造、組付、改造、又は修理	39,751	7.0%	781	1%
その他（Top10以外合計）		237,765	41.7%	5,681	9%
合計		569,721	100.0%	64,508	100%

（出所）筆者作成

また、鉄鋼の精錬、溶解、鋳造、圧延、又は第一次製品製造の「有価物発生量」、「中間処理量」、「直接埋立量」を比較すると、埋立比率が日本の5％に対しタイは65％と大きな差があることが判明した（図4）。さらに、埋立されている廃棄物の種類は、鋳物砂やスラグなどが多く、他の直接埋立量上位業種の廃棄物の種類においても、日本においてはセメント産業においてリサイクルされている廃棄物が多い傾向となった（図5）[7]。

本節では、タイの処理方法を日本の産業分類別の副産物（産業廃棄物・有価発生物）発生状況調査の定義に当てはめて、「有価物発生量」、「中間処理量」、「直接埋立量」に分類して比較した結果、直接埋立が中心であり、リサイクルが進んでいない業種が導出された。また、これらの業種が埋立処理する廃棄物の多くは、セメント産業で活用できる可能性があることが示された。

4．セメント産業の廃棄物利活用の現状と課題

（1）セメント産業の現状

前節で示した通り、直接埋立が中心で、リサイクルが進んでいない業種があり、これらの業種が埋立処理する廃棄物の多くは、セメント産業で活用できる可能性がある。そこで、本節ではタイのセメント産業の廃棄物利活用の現状と課題を整理

図４　鉄鋼の精錬、溶解、鋳造、圧延、又は第一次製品製造（鋳物産業）の処理方法の比較

（出所）筆者作成

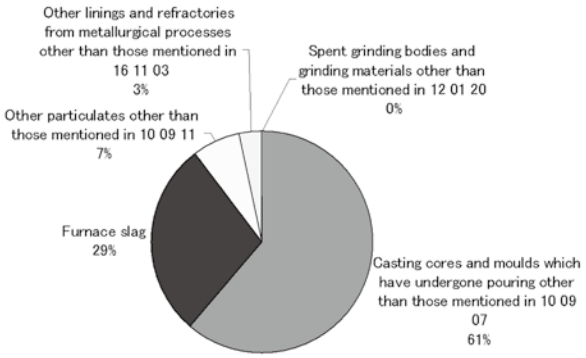


図５　鉄鋼の精錬、溶解、鋳造、圧延、又は第一次製品製造（鋳物産業）の埋立廃棄物の種類

（出所）筆者作成

する。

Thai Cement Manufacturers Associationの加盟８社のセメント生産能力は合計5,642万トンであり、大手３社で生産能力の84％を占めている（図６）。

一方で、国内需要は2,200～2,700万トンの間で横ばいで推移しており、2010年セメント国内需要は2,450万トンであった。したがって、現状の国内需要ではタイ・セメント産業全体の生産能力の43％しか満たせないため、輸出市場の開拓による売上を増加させることが各社の課題となっている（図７）。

現地調査におけるヒアリングでは、廃棄物のAFR（Alternative Fuel and Raw material）利用の拡大について、新たな収益源（廃棄物処理手数料収入）であり、かつエネルギー費用削減の可能性があるため、AFR利用の許可を有している大手３社の関心は高かった[8)]。

(2) SCGセメント社における廃棄物利用の現状

タイにおけるセメント産業の廃棄物利用の現状を把握し日本と比較するためには、廃棄物利用量を再集計する必要があり、筆者は近畿経済産業局の委託調査の中で、SCGセメント社（旧サイアムセメント社）と同社の子会社で廃棄物リサイクル会社であるSCI ECO SERVICES社と共同で実施した。具体的には、SCGセメント社では、廃棄物を代替燃料として利用する場合は熱量換算（ペタジュール：PJ）で集計し、また代替原料として利用する場合は重量換算で把握しているため、同社全体におけるAFR利用量（重量換算）を再推計した。

SCGのSustainability Report 2009によれば、2009年におけるセメント原料に占めるリサイクル原料の投入量は２％となっている（表６）。

代替原料として56万トンが利用されていることになるが、これには代替燃料の使用量が含まれていない。同報告書ではSCGセメント社において、バイオマス燃料を8.84PJ、代替燃料を10.9PJ利用したと報告されている。

バイオマス燃料と代替燃料の使用量の推計にあ

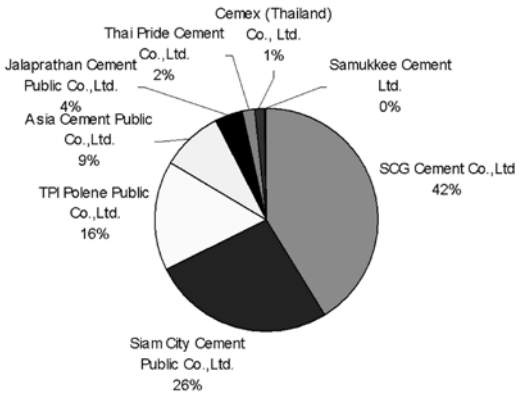


図６　タイにおけるセメント生産能力とシェア（合計5,642万トン　2010年）

（出所）Thai Cement Manufacturers Association より作成

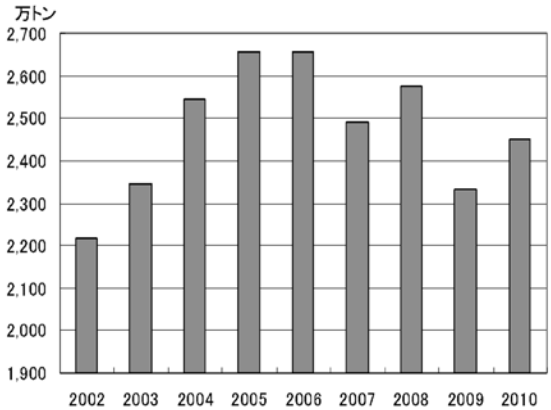


図７　タイにおけるセメント国内需要の推移（万トン）

（出所）Thai Cement Manufacturers Association より作成

たっては、UNFCCC（United Nations Framework Convention on Climate Change）のCDM（Clean Development Mechanism）プロジェクトを活用した。同報告書によると、クリンカ年間生産量が1,824,890トンであるサイアムセメント（当時）Kaeng Khoi工場における年間燃料消費量は表７のように報告されている。

表７の値を原単位に活用し、バイオマス燃料の使用量については、籾殻と木材チップの加重平均を取り、代替燃料については、熱量からタイヤとその他の廃棄物であると仮定し加重平均を取り計算すると、2009年の代替燃料使用量は、213万トン（内訳：廃油・タイヤ等の代替燃料72万トン、バイオマス原料140万とン）となり、表６の代替原料と合わせて、SCGセメント社全体で廃棄物利用は269万トンと推計できる（表８）。

したがって、SCGセメント社の2009年の年間セメント生産量は2,951万トンと報告されていることから、セメント1t生産するためのリサイクル原料使用量は、91kg／セメント・トンと計算できる。SCGセメント社へのヒアリングでは、代替燃料と代替原料の合計使用量（重量換算）は把握していないが、おおよそ100kg／セメント・トン以下であるとのことであり、同推計値の妥当性は

表６　SCGセメント社における原料投入量（2009年、トン）

	投入量	割合
石灰岩	24,172,000	80%
粘土	3,540,000	12%
砂	408,000	1%
ラテライト	189,000	1%
石膏	1,205,000	4%
リサイクル原料	560,000	2%
合計	30,074,000	100%

（出所）Siam Cement Group“Sustainability Report 2009”より作成

表７　サイアムセメントKaeng Khoi工場における年間燃料消費量（2008年、トン／年）

	熱量（Kcal/kg）	キルンにおける消費量	焼成装置における消費量	合計年間消費量	熱量割合
石炭	5,147	85,672	97,171	182,843	68%
重油	9,650	280	393	673	0%
褐炭	3,941	38,599	44,465	83,064	24%
タイヤ	7,128	3,310	0	3,310	2%
籾殻	2,794	0	17,410	17,410	4%
木材チップ	2,532	0	9,169	9,169	2%
産業有害廃棄物	0	11,901	0	11,901	0%
その他の廃棄物	6,172	0	2,105	2,105	1%

（出所）UNFCCC Project 2697：Siam Cement（Kaeng Khoi）Waste Heat Power Generation Project, Thailand（KK6 Project）より作成

確認された。

一方で、日本におけるセメント1t生産するためのリサイクル原料使用量は、469kg／セメント・トン（2010年）と報告されている［セメント協会 2013］。

以上の通り、セメント1t生産するためのリサイクル原料使用量は、タイと日本の約5.2倍の開きがあり、タイにおいてはセメント工場を有効活用することで資源生産性を向上させる余地が多分にあると推察できる。

(3) セメント産業における廃棄物利活用の課題

タイにおけるセメント産業の廃棄物利用の阻害要因について、社会的要因、経済的要因、技術的要因の３点から整理する。

１）社会的要因：廃棄物受入に関する大手セメント会社とDIWとの合意条件

大手セメント会社によれば、AFRとして受入可能な廃棄物の性状においてDIWとの合意条件がある。この背景は、業界３位TPI Polene社が代替燃料や代替原料の使用を始めた時期にいくつか事故が発生したため、環境影響評価に基づきセメント会社各社とDIWとの間で設定されたことである（表９）。

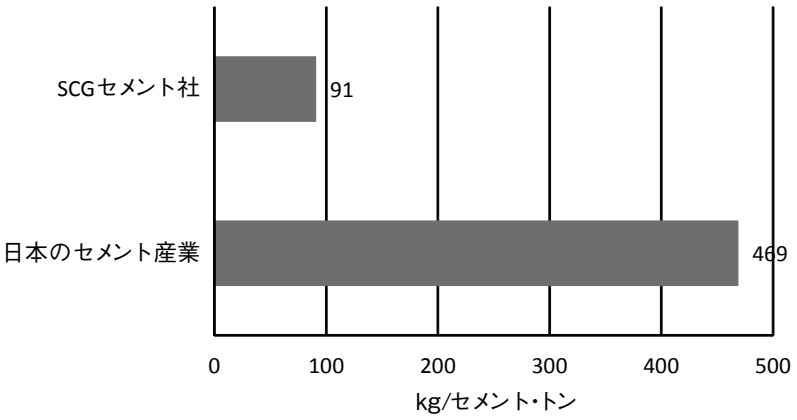
上記の合意条件の中で、熱量は日本の乾燥重量と異なり湿重量換算での数値であるため、実質的に水分が含まれるスラッジ等の廃棄物の受入にお

表８　SCGセメント社全体で廃棄物利用（2009年、トン）

代替燃料		2,131,864
内訳	廃油・タイヤ等の代替燃料	724,111
	バイオマス原料	1,407,753
代替原料		560,000
代替燃原料合計		2,691,864

（出所）各種資料より作成

図８　日本とタイのセメント産業におけるリサイクル原料使用量比較



（出所）各種資料より推計し作成

表９　廃棄物受入に関する大手セメント会社とDIWとの合意条件

	SCG	SCCC	（参考）日本のセメントA社	
代替燃料利用	2,800kcal/kg 以上（湿重量）	2,000kcal/kg 以上（湿重量）	熱量 （絶乾）	2,000kcal/kg以上
			SO_3	1.0％以上
			P_2O_5	10％以上
			R_2O	5.0％以上
			Cr（Ⅲ）	300ppm以下
			Pb	500ppm以下
			Cd	100ppm以下
			Cu	5,000ppm以下
			Ni	2,000ppm以下
			Zn	10,000ppm以下
			As	30 ppm以下
			Hg	5 ppm以下
			Mo	100 ppm以下
			塩素	1,000ppm以下
代替原料利用	原料利用に関しては代替成分（カルシウム、アルミナ、鉄分、シリカ）のうち一つが10％（湿重量換算）		熱量 （絶乾）	1,000kcal/kg以上
			化学成分は同上	
			塩素	7,000ppm以下

注）R_2O = Na2O+0.658*K2O
（出所）各種資料・ヒアリング調査より作成

いて障害となっていると考えられる。一方で、DIW担当者に対するヒアリングでは、これらはセメント会社が廃棄物の受入の初期段階に設けた条件であり、各セメント会社の能力が向上している中で、条件緩和の時期にきていると考えており、業界として要望すれば、条件緩和が進む可能性を示唆している。

２）経済的要因：埋立処理コストとの競合

セメント業界のみならず、多くの産業廃棄物関係者からタイでは埋立料金が安価であり、セメント会社の廃棄物の受入料金が高いため、排出企業は埋立を選択しているとの指摘を受けた。この価格構造は、日本においても同様で通常埋立料金が安価で、セメント会社の廃棄物の受入料金が高いとされており、タイにおいてはさらに社会的・技術的な要因も影響していると考えられる。SCGセメント社によれば、現状の廃棄物の運送費は３バーツ／トン・キロであり、主要な工業団地のあるタイ東部チョンブリ県やラヨーン県からサラブリ県までは200 ～ 300km程度の距離があることから、前処理により容積を軽減し輸送効率を向上させることが重要となる。

さらに、輸送コスト以外に原料と燃料のコスト構造も廃棄物利用状況に影響している。原料においては、タイのセメント会社の多くは、原料立地として石灰石が産出されるサラブリ県に工場が設立され安価に入手できている。したがって、廃棄

物利用が拡大するまで石灰石は輸入に依存していた日本と比較すると、タイにおいては廃棄物の受入による代替原料のコスト削減効果は相対的に低くなっていると考えられる。一方燃料においては、石炭や重油、褐炭に対するコスト削減インセンティブは働いており、表7からタイのセメント産業におけるエネルギー代替廃棄物等の使用比率は9％程度であり、日本のエネルギー代替廃棄物等の使用比率14％（2008年実績）と比較すると、さらに5％程度は向上させることができると考えられる［セメント協会 2009］。

3）技術的要因：塩素バイパスシステムの未導入

日本とタイのセメント産業における廃棄物投入工程を比較すると、廃棄物投入口の設備においては遜色がないと推察される。一方で、SCGセメント社によれば、化学産業、紙パルプ産業を含んだサイアムセメントグループとして、2012年までにゼロ埋立を達成する目標を立てており、SCGセメント社はその一翼を担っている。現在、ゼロ埋立達成の障害となっている廃棄物は、製紙業で発生する製紙汚泥、スラッジ、フライアッシュということである。

これらの廃棄物は、先述した受入可能な廃棄物の性状において、DIWとの合意条件が阻害要因となっていることも考えられるが、廃棄物中の塩素を取り除く塩素バイパスシステムを導入していないため、廃棄物の受入を拡大できないという技術的な要因も指摘できる。これは、業界第2位のサイアムシティセメント社でも同様であり、塩素バイパスシステムは導入されていない。

2001年に太平洋セメントは、サイアムセメント社Kaeng Khoi工場に対して、廃棄物燃料活用とエネルギーの有効利用に貢献するプロジェクトについての調査を実施している。この調査結果では、「廃タイヤ投入システム」、「廃油類吹込システム」、「固形廃棄物吹込システム」並びに安定操業確保のための「塩素バイパスシステム」等を適用することにより、約38％の化石燃料使用削減と、約4.1％の二酸化炭素排出削減が可能であるという結果になった［太平洋セメント 2002］。しかしながら、その後同工場では、「廃タイヤ投入システム」、「廃油類吹込システム」、「固形廃棄物吹込システム」を導入したが、「塩素バイパスシステム」は導入しなかった。

タイのセメント業界からは新規の設備導入に関して、2010年ではコスト面から慎重な意見があったが、2011年以降から廃棄物の受入に関連する設備が導入されており、近い将来、塩素バイパスシステムは導入されると考えられる。

以上の通り、本節ではタイにおいて循環型社会を形成する上で、日本と同様に主要な産業と想定されるセメント産業に着目し、同産業の廃棄物利活用の現状と課題を考察したところ、タイにおけるセメント産業の廃棄物利用については、社会的要因、経済的要因、技術的要因の3点の阻害要因が考えられ、これらを改善するためには、政府間対話や環境協力・環境ビジネスが必要であると政策的含意が導出される。

4．結論

本稿では、レジーム・アクター分析と物質循環の複眼的手法を用いて、タイの産業廃棄物管理における現状と課題の分析を行った。

まず、2010年よりタイにおける産業廃棄物・リサイクル政策は第四期の段階に入ったとみなして産業廃棄物・リサイクル政策を概観し、適正な処理・リサイクル事業者に廃棄物や資源が排出されるアナウンス効果が発揮されるように優良事業者評価制度が改善されていることや、取締強化によって不適性処理・不法投棄の防止策を講じており、DIWは産業廃棄物・リサイクル市場の適正化に注力していることを示した。

次に、タイの処理方法を日本の産業分類別の副産物（産業廃棄物・有価発生物）発生状況調査の定義に当てはめて、「有価物発生量」、「中間処理量」、「直接埋立量」に分類して比較した結果、直接埋立が中心で、リサイクルが進んでいない業種が導出され、これらの業種が埋立処理する廃棄物の多くは、セメント産業で活用できる可能性があることが示された。

最後に、タイにおいて循環型社会を形成する上で、日本と同様に主要な産業と想定されるセメント産業に着目し、同産業の廃棄物利活用の現状と課題を考察したところ、タイにおけるセメント産業の廃棄物利用については、社会的要因、経済的要因、技術的要因の３点の阻害要因が考えられ、これらを改善するために政府間対話や環境協力・環境ビジネスが必要であると政策的含意が導出された。

以上を踏まえると、本稿で論じた通り、第四期の産業廃棄物・リサイクル政策の本質が、第一期から第三期まで実施されてきた産業廃棄物・リサイクル業者に直接作用するレジームの変更ではなく、間接的に排出企業というアクターの行動を変化させることで、産業廃棄物・リサイクル市場の適正化を目指すのであれば、セメント産業で活用することによって、タイにおいて循環型社会を構築する実現可能性はより高まるであろう。今後の課題としては、行政の執行能力のさらなる向上やリサイクル関連施策の充実を図っていくことといえる。特に、産業廃棄物埋立税やリサイクル関連施設導入に関わる税制優遇や低利融資制度など、これまで導入されてこなかったリサイクルへの経済的インセンティブ策の拡充が必要となる。この時、タイにおいては萌芽段階にある社会科学的な廃棄物管理の制度設計の研究が本格的に貢献することになろう[9)]。

注

1）タイ語ではกากอุตสาหกรรมでありIndustrial Wasteと英訳される。しかし、実際は工場から発生する廃棄物だけが対象となっており、タイ独自の定義となっていることに留意が必要である。定義を考慮すると「工場廃棄物」とすべきであるが、慣例通り本稿においても産業廃棄物を使用する。

2）ただし、それ以前にJICAが環境分野に適用してきた社会的環境管理能力の形成とキャパシティ・ディベロップメント概念の理論的差異については記載がない。

3）レジーム・アクター分析とは「レジーム（制度）が一方的にトップダウンでアクター（参画者）の動きを制御するとみるのではなく、アクターがレジームを作り上げていく側面とアクター間の相互作用の側面、そのダイナミクスを同時にみることができ、廃棄物管理全体を鳥瞰し問題の所在を明らかにする上で有効である」とされている。また、レジーム・アクター分析によって、制度が参画者の行動にどのように作用し廃棄物の流れがどのように変化しているかの物質循環を把握することが、制度設計に肝要となる主張している［吉田 2004］。

4）これらの若手研究者らが所属するチュラロンコン大学のNational Center of Excellence for Environmental and Hazardous Waste Managementは、近年DIWより産業廃棄物の埋立税の制度設計などを受託しており、今後タイにおいても社会科学的見地からの廃棄物研究の深化が望まれる。

5）2012年に大規模な不法投棄が発覚したチャチューン

サオ県の原状回復費用は、少なくても9億バーツを要すると見積もられている。仮に関与した産業廃棄物処理・リサイクル業者を特定できたとしても、業者だけで費用負担することは困難であろうから、排出者にも費用負担を強いる可能性をDIW担当官は指摘している。

6）工場の許認可権を有するDIWでは、製造業を107業種に分類している。

7）日本の製造業の廃棄物の受入割合において、セメント産業は12.6％を担っており循環型社会形成する主要なアクターとなっている［環境省　2010］

8）本稿は産業廃棄物を対象とするため分析の対象外とするが、2011年よりTPI Polene社、2012年よりSCGセメント社が、家庭から発生する都市ごみのリサイクルを実施している。両社ともに都市ごみが自治体から持ち込まれた場合は、処理費を徴収しておらず（無償または買取）、生ごみを分別した後に残った紙やプラスチックを燃料としてリサイクルしている。この背景には、生産コストに占めるエネルギーコストが60％も占めており、国際市場で取引される化石燃料の高騰により、円やドルなどと比べれば相対的にタイ・バーツの国際的価値が低いため、生産コストに占めるエネルギーコストの比率は、日本よりも高くなるという構造的な問題を抱えているからであると推察される。両社の都市ごみのセメント利用の取組は、一般に先進国では実施されていないため、途上国の循環型社会形成のみならず、エネルギー問題の改善の一助を成す可能性が高い注目すべき取組といえる。

9）筆者らはDIWより委託を受けて、チュラロンコン大学等の研究者と共同で、日本で実施されているリサイクルを促進する経済的インセンティブ策を導入することを念頭に、日本とタイの産業廃棄物・リサイクル政策の比較研究に2013年10月より着手する予定である。

【付記】

本稿は、近畿経済産業局による2010年度「タイ　チョンブリ県における循環型経済の発展に向けた事業化可能性調査」及び2011年度「ワンストップサービス検討委員会」の中で入手した資料の一部について公表許可を頂き活用している。

引用文献

Bangkok Post 2012a “Industrial illegal dumping widespread, inspectors say”, *Bangkok Post*, July 31, 2012.

—— 2012b “Goal is 80% factory waste compliance” *Bangkok Post*, 22 August 2012.

กรมโรงงานอุตสาหกรรม (Department of Industrial Works, DIW) 2011 “หลักปฏิบัติที่ดีสำหรับการให้บริการบำบัด กำจัดกากอุตสาหกรรม” (Best practice for treatment, Waste Treatment) DIW

—— 2012 “โรงงานที่ได้รับการรับรองมาตรฐานโรงงานจัดการกากอุตสาหกรรม ปี 2553 และปี 2554” (The factory has been certified waste management plant in 2553 and 2554) DIW

国際協力機構（JICA）2004『開発途上国廃棄物分野のキャパシティ・ディベロップメント支援のために』独立行政法人国際協力機構

環境省 2010及び2012『環境・循環型社会・生物多様性白書』

経済産業省 2012『資源循環ハンドブック2012　法制度と3Rの動向』

Klundert, A., and Anschütz, J. 2001 “Integrated Sustainable Waste Management: the Concept” WASTE

石油天然ガス・金属鉱物資源機構（Japan Oil, Gas and Metals National Corporation, JOGMEC）2012『鉱物資源マテリアルフロー 2012 鉄（Fe）』

古紙再生促進センター 2012『日本の紙リサイクル』

ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม พ.ศ 2548 (The Notification of MOI B.E. 2548)

Siam Cement Group “Sustainability Report 2009”

セメント協会 2009「セメント産業における地球温暖化対策の取り組み」

—— 2013「セメント業界の廃棄物・副産物の使用状況」
http://www.jcassoc.or.jp/cement/1jpn/jg2a.html accessed on 12 February 2013

佐々木創 2008「タイにおける産業廃棄物処理とリサイクルの現状―規制緩和政策を中心として―」小島道一編『アジアにおけるリサイクル』アジア経済研究所 pp.193-224

—— 2012「タイにおける産業廃棄物処理・リサイクル業の市場動向」『タイ国情報』第46巻第5号 財団法人日本タイ協会 pp.37-44

Pargal, S., Huq. M. and Gilligan, D. 1999 "Social Capital in Solid Waste Management: Evidence from Dhaka, Bangladesh" *Social Capital Initiative Working Paper No.16* Washington D.C., World Bank

Panate Manomaivibool and Sujitra Vassanadumrongdee 2011 "Extended Producer Responsibility in Thailand: Prospects for Policies on Waste Electrical and Electronic Equipment" *Journal of Industrial Ecology* Volume 15, Issue 2, pp.185–205

Pattamawan KHUNPRASERT 2010 "THAILAND CURRENT ENVIRONMENTAL CONDITIONS AND REGULATIONS FORINDUSTRIES" *Thailand Investment Seminar* Opportunity in Environment-Related Industry

กรมควบคุมมลพิษ (Pollution Control Department) 2001及び2008及び2011 "สรุปสถานการณ์มลพิษของประเทศไทย" (State of Thailand's Pollution)

United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) 2010 "Project 2697: Siam Cement (Kaeng Khoi) Waste Heat Power Generation Project, Thailand (KK6 Project)" UNFCCC

Thai Cement Manufacturers Association http://www.thaicma.or.th/ accessed on 12 February 2013

太平洋セメント株式会社 2002「タイ国サイアムセメント社における廃棄物燃料活用総合調査」新エネルギー・産業技術総合開発機構

吉田文和 2004『循環型社会』（中公新書1743）中央公論新社