

平成 26 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務

(I . 事業環境基礎調査)

マレーシア国における

廃蛍光灯類から水銀を分離・回収するプラント設備を

用いたリサイクル事業の事業環境基礎調査

報告書

平成 27 年 3 月

日本蛍光灯リサイクル株式会社

国際航業株式会社

プロジェクト名 : マレーシア国における廃蛍光灯類から水銀を回収するプラント設備
を用いたリサイクル事業
事業者名 : 日本蛍光灯リサイクル株式会社（共同事業実施者：国際航業株式会社）

目次

1 事業の目的・概要.....	2
2 海外展開計画案の策定	7
3 対象地域における現状調査	13
4 現地政府・企業等との連携構築.....	36
5 実現可能性の評価.....	42
6 海外展開計画案の見直し.....	53

1 事業の目的・概要

1-1 事業の目的

経済成長や人口増加に伴って世界規模で廃棄物の発生量が増加し、その質も多様化していることから、適正な廃棄物処理が世界的な課題となっている。この傾向は、経済成長が著しいアジアをはじめとした途上国で特に顕著であり、廃棄物の急増・多様化に加え、廃棄物処理体制も未整備・未成熟であることから、廃棄物の不適正な処理に伴う環境汚染が懸念されている。

一方、我が国は、これまで廃棄物処理やリサイクルに係る社会的要請に応じるため、廃棄物処理・リサイクルに関する技術を向上させてきたところである。その結果、我が国の廃棄物処理・リサイクルに係る循環産業は環境保全及び資源循環において先進的な技術を有している。

こうした先進的な我が国循環産業を、廃棄物問題を抱える国々に対して海外展開し、世界規模で環境負荷の低減を実現するとともに、我が国経済の活性化につなげる必要がある。

2013年10月9日から11日にかけて、UNEP（国連環境計画）主催による全権代表会合が熊本県水俣市及び熊本市で開催され、「水銀に関する水俣条約」（水俣条約）の採択と署名がなされた。同条約は地球規模の水銀及び水銀化合物による汚染や、それによって引き起こされる健康及び環境被害を防ぐため、国際的に水銀を管理することを目指すものであり、水銀を含有する廃棄物については環境上適正な管理を求めている。蛍光灯及び水銀灯には、その発光原理上微量ながら水銀が封入されており、廃棄される段階においては、環境に悪影響を与えないよう適正な処理が求められる。

マレーシア国は一昨年10月の国際会議には出席したものの、同会議期間中は署名を行わず、2014年9月24日に同条約の署名を行い、現在は批准に向けての準備を行っていると思われる。しかし、同国においては廃蛍光灯やHIDランプなどの廃蛍光灯類の回収や適正処理に関する制度や仕組みがなく、年間約7000万本の廃蛍光灯が廃棄されているとみられるが、不適切に処理されているものもあり水銀の環境中への放出が懸念される。また、廃蛍光灯類のガラスや口金部分はリサイクル可能な資源であり、現に我が国では専門の事業者・設備により各種のリサイクルが行われているが、同国においては廃蛍光灯類のためのリサイクル設備が存在していないためリサイクルも行われていない。

このような状況を踏まえ、本事業は日本国内で既に10県において導入済み・稼働中のSSS式蛍光灯リサイクルプラントを用いて、マレーシア国において廃蛍光灯類のリサイクル事業が実施可能かどうかを判断するための基礎的な情報を収集し分析することを目的とする。

1-2 事業の概要

1-2-1 利用する技術・設備

マレーシア国における廃蛍光灯類のリサイクル事業の実施可能性を判断するにあたり、利用する技術・設備はSSS式蛍光灯リサイクルプラントとする。同プラントは日本国内において既に10県に合計12基設置され稼働している。何れのプラントも運営主体は民間の産

業廃棄物処理業者であり、産業廃棄物及び一般廃棄物としての廃蛍光灯類の処理を請け負っている。

蛍光灯・HID ランプのサイズ・形状は多岐にわたるが、SSS 式蛍光灯リサイクルプラントは、あらゆる種類のランプ類に対応する破砕機を装備しており、海外製品に対しても対応可能である。また、当プラントは、乾式処理のため処理工程において排水を発生させないことから、排水処理設備を必要とせず、設備費及びランニングコストを抑えることができる。さらに、各装置ともシンプルな構造を有し、故障も少なくメンテナンスも容易である。

SSS 式蛍光灯リサイクルプラントは破砕機や集塵装置などの複数の設備から構成されるが、その内、廃蛍光灯類のガラス及び口金部分から水銀を除去するはたらきを持つ間接加熱式水銀除去装置「マーチ 21」については、環境省国立水俣病総合研究センター及び大成建設株式会社による共同特許技術（発明テーマ「蛍光管や水銀電池などの水銀を含む廃棄物或はこの処理物に含まれる水銀を除去する方法」、公開番号特開 2001-239229）を使用している。このマーチ 21 を使用することにより廃蛍光灯類のガラス部分及び口金部分の水銀溶出試験値は、我が国の埋立て基準である 0.005mg/L を下回り、再資源化可能な原料となっている。この内、蛍光灯の重量比で 9 割以上を占めるガラス部分については主にグラスウールの原料となっている。

SSS 式蛍光灯リサイクルプラントを構成する設備概要

①マルチ破砕機

使用済みの蛍光灯・水銀灯を安全に破砕し、ドラム缶に收容するための装置である。直管型、サークル型、電球型、コンパクト型、水銀灯といったあらゆる形状のランプ類の処理が可能であるにもかかわらず、非常にコンパクトで軽量であり、メンテナンスも容易である。



②両端カット破砕機

直管型蛍光灯両端の口金部分とガラス部分をカット、ガラス部分は破砕し、口金部分とは分別して回収するための設備である。蛍光灯は自動供給、処理物もドラム缶へ自動排出されることから、少ない作業人員での処理が可能となる。



③手作業カット破碎機

各種HIDランプや特殊な形状の蛍光灯、運搬中に破損した蛍光灯等を手作業にて処理するための設備。集塵装置に直結しているため、作業員の作業中の粉塵の吸引を防ぐことができる。



④蛍光粉分離ミキサー（磁選機付き）

各破碎機にて破碎されたガラスカレット、各種金属から蛍光パウダーを分離選別する。照明器具類に含まれる水銀の多くは蛍光パウダーに付着しているため、ミキサーによって分離選別された各種金属やガラスカレットは再資源原料として再利用に繋げることができる。さらに磁選機、トロンメルにより各種金属、ガラスカレットを種類、大きさにより選別することができる。



⑤集塵装置

各種破碎機による破碎過程、セパレーターによる分離選別過程において発生する蛍光パウダー及びダストを回収する装置である。各作業工程での集塵を徹底することによりプラント設置場所の環境を良好に保ち、操作者の健康を守ることができる。



⑥水銀除去装置マーチ21

蛍光粉分離ミキサーで処理した後のガラス・ロ金部分から水銀を回収し無害化する装置である。水銀除去については特許技術が用いられている。ドラム缶自動投入、処理後もドラム缶へ自動排出と操作も簡易である。大型の排水処理施設等は不要で、設備費及びランニングコストを抑えることができる。



⑦水銀除去装置マーチ22

蛍光粉分離ミキサーによって分離選別され、集塵装置により回収された蛍光パウダーから水銀を除去する装置である。蛍光パウダーには水銀が多く付着している一方、イットリウムをはじめとするレアアースも含まれている。蛍光パウダーから水銀を除去することにより、パウダー自体は再資源原料として利用することが可能となり、水銀を適正に処理することが可能となる。



⑧分級選別装置

プラントにおける最終工程にて金属とガラスを3種類の大きさに分級する装置である。リサイクル資源としての価値を高めることができる。



1-2-2 事業の概要

SSS 式蛍光灯リサイクルプラントを用いてマレーシア国における廃蛍光灯リサイクル事業の実施可能性を検証する。将来的に同プラントを用いて同国において廃蛍光灯リサイクル事業を実施することが出来れば、我が国の技術により廃蛍光灯類に含まれる水銀による環境及び人体への悪影響を防ぐことができ、さらに現在同国では行われていない再資源化可能な廃蛍光灯類のガラスや口金部分のリサイクルが実現することにより、同国の資源循環型社会構築の一助にもなるであろう。

SSS 式蛍光灯リサイクルプラントは、複数の設備から構成され、導入する設備によって処理後の成果物及びリサイクルの態様、最終処分に至るフローが異なる。次章の海外展開計画案の策定においては、導入するプラント設備につき複数のプランを仮定し、現地調査及び国内調査の結果の検証を踏まえ、各プランの事業採算性等の実現可能性を評価し、最も実現可能性の高いプランを決定していくこととする。

日本国内 SSS 式蛍光灯リサイクルプラント設置済み施設紹介

<p>北関東蛍光灯リサイクルセンター (群馬県渋川市)</p>	<p>広島蛍光灯リサイクルセンター (広島県大竹市)</p>
	
<p>福岡蛍光灯リサイクルセンター (福岡県福岡市)</p>	<p>新潟蛍光灯リサイクルセンター (新潟県新潟市)</p>
	

2 海外展開計画案の策定

2-1 導入規模の設定

2-1-1 事業規模

SSS 式蛍光灯リサイクルプラントは、①マルチ破碎機、②両端カット機、③手作業カット機、④蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）、⑤環境集塵機、水銀除去装置（⑥マーチ 21、⑦マーチ 22）、⑧分級選別機といった複数の設備により構成される。水銀除去装置について、⑥マーチ 21 はガラス、口金部分から水銀を除去する設備であり、⑦マーチ 22 は蛍光粉から水銀を除去する設備である。日本国内での導入先では、多くの事業者が⑦マーチ 22 を除く上記の設備の全て設置している。

一方、海外向けのプラントの販売については、以前、JETRO 福岡から中国でのリサイクルタウン構想においてプラント導入について打診があり、同国においてプラントについてのプレゼンテーションを行った。また、同時期に海外向けにプラントを紹介するための英語版のホームページを開設したところ、XXXXXXXXXX等から多くの問い合わせが寄せられたことから、海外においても蛍光灯リサイクル事業へのニーズが存在することを知るに至り、本格的に海外展開を企図するに至った。

海外向けのホームページには多くの問い合わせがあったものの、なかなか販売の実現には至らなかったため、その理由を分析したところ、海外展開に当たっては、⑦日本国内におけるプラントと同等のリサイクルシステムやフローは求められていないため、日本国内とは別の、より簡易的な設備構成やフローの開発、①プラントの低価格化の実現の 2 点が解決すべき課題として浮上した。

このうち⑦について詳述すると、日本国内におけるプラントは、①マルチ破碎機、②両端カット機、③手作業カット機、④蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）、⑤環境集塵機、水銀除去装置（⑥マーチ 21、⑦マーチ 22）、⑧分級選別機といった設備により構成される。問い合わせをしてきた海外事業者とのやり取りのなかでは、海外では、④蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）によって大部分の水銀が除去された後のガラスカレットや金属類¹から、改めてごく微量に付着している水銀までをも除去するニーズや、ガラス部分のリサイクルへの意識や需要が小さい傾向があることを知るに至った。また、蛍光パウダーについては、イットリウム等 5 種類のレアアースが含まれているため、水銀を分離・除去した後に化学薬品メーカー等に再資源原料として売却することを想定していたが、近時のレアアース取引における価格の不安定さから、プラント導入の初期段階から専用の設備であるマーチ 22 を導入して行う蛍光パウダーからの水銀分離過程の必要性は低いとの判断に至った。

本調査事業では、海外展開計画案として以下のようにプラント設備の構成プランを 3 つ仮定し（PLAN-A、PLAN-B、PLAN-C）、現地調査及び国内調査を通じて、マレーシア国における蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）処理後のさらなる水銀除去の必要性やガラスリサイクルの可能性を検証し、同国での事業開始に最適なプランを選択していくこととする。

¹ 溶出試験値 XXXXXXXXXX mg/リットル程度

PLAN-A

- ・プラント設備構成：マルチ破砕機、蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）、環境集塵機
- ・プラント価格：(非公表)²
- ・設備設置スペース：約 600 m²
- ・処理対象物：廃蛍光灯及び HID ランプ
- ・処理能力：2 トン/日
- ・必要人員：現場作業員 3 名 事務員 1 名
- ・想定処理フロー：口金部分は有価物として売却（リサイクル）、ガラス及び微細な残渣は安定型または管理型処分場にて最終処分、蛍光粉はコンクリート固化の上管理型処分場にて最終処分

PLAN-B

- ・プラント設備構成：マルチ破砕機、直管型両端カット機、手作業カット機、蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）、環境集塵機（2 基）
- ・プラント価格：(非公表)
- ・設備設置スペース：約 1,000 m²
- ・処理対象物：廃蛍光灯及び HID ランプ
- ・処理能力：4.2t/日
- ・必要人員：現場作業員 3 名 事務員 1 名
- ・想定処理フロー：口金部分は有価物として売却（リサイクル）、ガラス部分のリサイクルについては水銀の残留の許容につき調査が必要（リサイクル可能な場合は有価あるいは無償での引き取り、リサイクル不可能な場合には安定型または管理型処分場にて最終処分）、残渣は安定型または管理型処分場にて最終処分、蛍光粉はコンクリート固化の上管理型処分場にて最終処分

PLAN-C

- ・プラント設備構成：マルチ破砕機、直管型両端カット機、手作業カット機、蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）、環境集塵機（2 基）、マーチ 21、分級選別機
- ・プラント価格：(非公表)
- ・設備設置スペース：約 1,500 m²
- ・処理対象物：廃蛍光灯及び HID ランプ
- ・処理能力：4.2 トン/日
- ・必要人員：現場技術者・メンテナンス 1 名 現場作業員 3 名 事務員 1 名
- ・想定処理フロー：口金部分、ソーダガラス部分については有価物として売却（リサイクル）、鉛ガラス部分及び微細ガラス残渣については安定型または管理型

² 1 リンギット=33 円

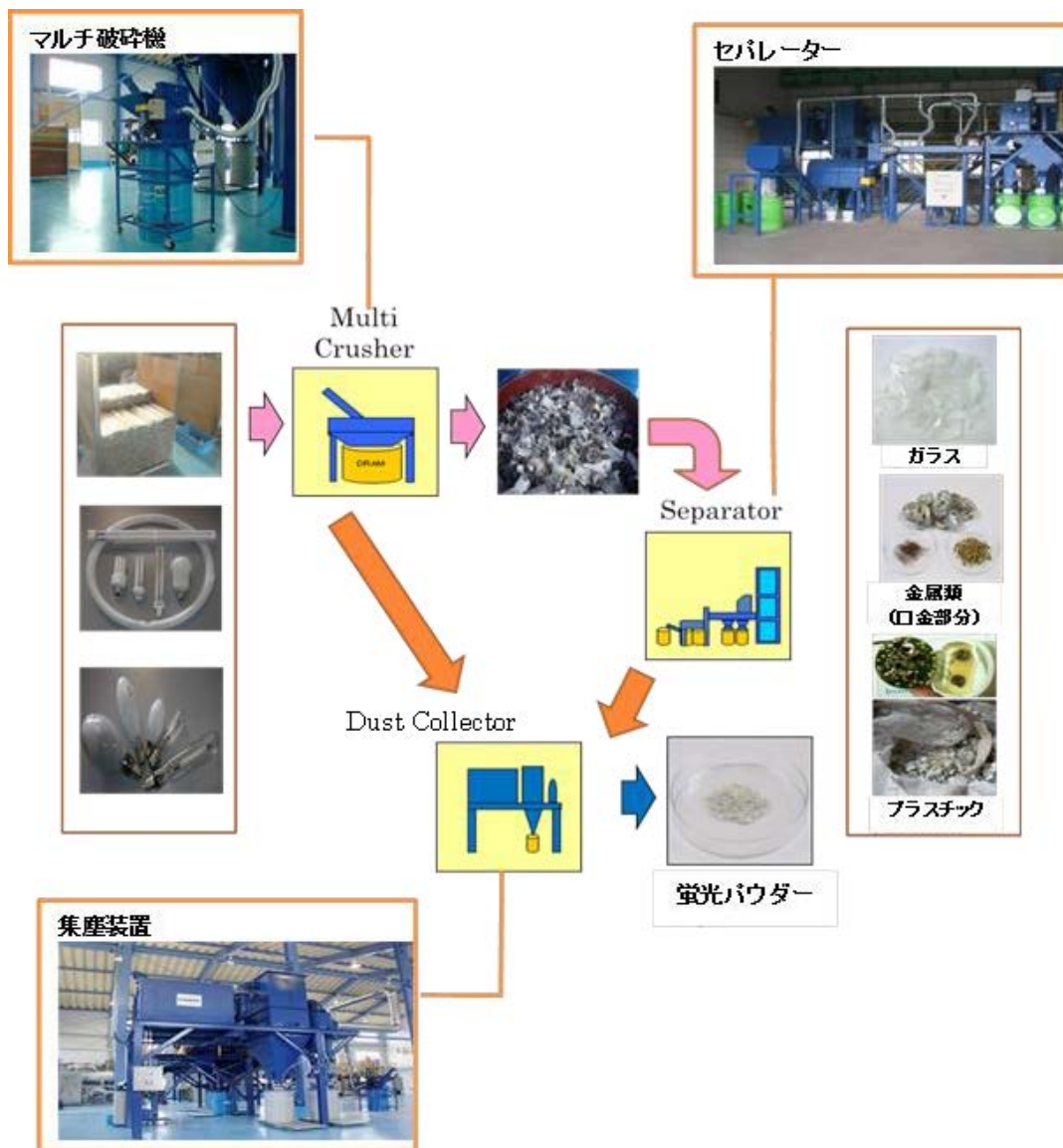
処分場にて最終処分)、残渣は安定型または管理型処分場にて最終処分、蛍光粉はコンクリート固化の上管理型処分場にて最終処分、加熱後冷却したスクラバー水（水銀を含有）は保管、精製後の再利用、あるいはその濃度により中和、焼却、蛍光粉とともにコンクリート固化し管理型処分場にて最終処分等を想定

PLAN-A は 3 つのプランのなかで最も簡易的なプラント構成である。導入する設備も 3 つに留まり、プラント設置に必要とするスペースも約 600 m²と小規模で済むことから、導入事業者としては低い投資額にて事業の開始が実現できる。一方、PLAN-A では使用する破砕機がマルチ破砕機のみであることから、破砕後の処理物は口金、ガラス部分等が混合したものとなり、口金部分は蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）処理過程において、磁選機及び手選別にてピックアップしリサイクル原料と出来るものの、ガラス部分についてはリサイクル可能なソーダガラス部分が、鉛ガラス部分や破砕後の微小な金属やプラスチックの残渣と混合してしまうため、リサイクル原料とすることは難しい。蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）によって蛍光粉を除去することにより、大部分の水銀成分は除去されていることから、コンクリート固化を要することなく処分場にて最終処分が可能となると考えられ、導入事業者としては処理費用の削減が実現でき、環境中への水銀の流出も防止できるが、蛍光灯の重量構成比で 9 割以上を占めるガラス部分のリサイクルは行えない。

PLAN-B 及び PLAN-C は、破砕過程にマルチ破砕機に加えて直管両端カット機及び手作業カット機を導入するプランである。直管両端カット機は直管型蛍光灯の口金部分とリサイクル可能なソーダガラス部分をダ自動で切断する設備である。破砕後、口金部分とガラス部分が別のドラム缶に封入されるため、PLAN-A では困難であったガラスリサイクルが可能となる。また、手作業カット機では破損した状態で搬入された蛍光灯や環状型など特殊な形状の蛍光灯、大型の水銀灯などの破砕やリサイクル可能なパーツの手分解をきめ細かく行う。マレーシア国において廃蛍光灯類から生じるガラスのリサイクルの実現可能性が高い場合には、初期段階から管両端カット機及び手作業カット機の導入の必要性は高いと考えられる。一方、導入設備が大型化し数も増えるため、PLAN-B では約 1,000 m²、PLAN-C では約 1,500 m²のスペースが必要となる。

PLAN-C は PLAN-B を構成する設備に加えて水銀除去装置マーチ 21 を導入し、日本におけるプラントとほぼ同様の構成である。マーチ 21 については上記のように我が国の特許技術を用いた設備であり、SSS 式蛍光灯リサイクルプラントにおける中心的な設備である。一方でプラントを構成する設備としては比較的大型であり、導入事業者の投資額も高額なものとなることから、現地調査及び国内調査を通じてマレーシア国における口金部分及びガラス部分のリサイクルにおいて水銀の除去がどれだけ求められるかを検証し、マーチ 21 の導入の必要性を判断することとする。

PLAN-A の想定処理フロー



2-1-2 事業展開スキーム

日本蛍光灯リサイクル㈱は SSS 式蛍光灯リサイクルプラントの総販売元として、日本国内においては 12 基のプラントの販売実績があるが、海外への販売実績はまだない。

海外事業展開のスキームとしては、①プラントの販売会社として、プラント設備の販売業務に特化し、プラントの修理や廃蛍光灯類の回収等プラント稼働に付随する業務や廃棄物処理、蛍光灯リサイクル事業自体への関与については、スーパーバイザー業務として位置付ける、②プラントの販売に留まらず現地での廃棄物処理事業、リサイクル事業自体も行う、とう 2 つが想定される。

この点については、販売実績のある日本国内においても日本蛍光灯リサイクル㈱はあくまでもプラントの総販売元としての業務に特化してきたところであり、実際のプラント運営についてのノウハウについて、技術面では実際の処理業者でありプラントの製造委託先でもある㈱ジー・ピー・ワンが、また、廃蛍光灯類の回収に向けての営業面やプラント処

理後の成果物の販売ルートや処理委託ルートについてはプラント納入先事業者や日本環境鉄道輸送㈱が有しており、現時点で日本蛍光灯リサイクル㈱が単独でプラント運営を行えるだけのノウハウや人員を有しているわけではないことから、海外展開の初期段階においては①のスキームを選択することとする。

①のスキームにて事業展開を開始する際の進出形態については、⑦マレーシアの 1965 年会社法 (Companies Act 1965) に基づく現地法人の設立 (独資または合弁)、⑧外国で設立された法人のマレーシア支店としての開設、⑨駐在員事務所/地域事務所の開設の 3 つが想定される。⑦については、事業の種類や規模に応じて資本金の投下を必要とし、常時居住の取締役が 2 名必要である点、⑧については、資本金投下は不要であるものの、居住の代理人が 1 名必要であり、監査・税務申告等の手続きも求められることから、事業開始にあたっては、日本国内外の販売代理店等を利用しつつ、⑨の形態から着手することが最も現実的であると思われる。

2-1-3 事業運営計画

マレーシア国における第 1 号基の販売先としては、同国の有害廃棄物最終処分業者であるクオリティ・アラム社やフルリカバリー施設事業者を想定している。なお、フルリカバリー施設とは、E-waste のリサイクル施設のうち、解体・分別・リサイクル処理までを行う施設である。DOE から許可を受けている事業者であり、取り扱う指定廃棄物の種類 (SW のコード) ごとにライセンスを得る必要がある (以下 FRF と表記)。2 基目以降の拡販については、中小の廃棄物処理業者を顧客として想定していることから、製造コストを削減し安価にて販売することを課題と位置付けている。そのため海外向けモデルの開発、改良及び現地又は第三国でのプラント製造を目指す。

2-1-4 事業実施体制

海外展開事業は日本蛍光灯リサイクル㈱のグループ会社全体で取り組む。その中心となる事業者と役割を以下に示す。

- ・日本蛍光灯リサイクル㈱
海外展開事業の全体像実施者、プラント販売事業、機材運転・技術指導、プラント運営指導
- ・㈱セーフティ・サポート・サービス
プラント開発製造
- ・㈱ジー・ピー・ワン
機材運転・技術指導、プラント運営指導、プラント製造
- ・日本環境鉄道輸送㈱
産業廃棄物及び一般廃棄物の収集・運搬・処分についてのコンサルタント業務、蛍光灯リサイクル事業に関する営業についてのコンサルティング業務
- ・行政書士法人・星野東京法務経営合同事務所
知的財産権及び法務全般についてのアドバイザー業務、弁護士及び弁理士との連携業務

2-1-5 事業展開スケジュール

海外展開について、時期、取り組み内容及び目指すべき成果を以下の表に示す。

時期	取り組み内容	目指すべき成果
2014 年～ 2016 年	<ul style="list-style-type: none">・ SSS 社マレーシア向けプラントの開発及び改良・ JFR 海外事業スタッフ増員・ 現地販売委託先の開拓、契約、営業活動開始	<ul style="list-style-type: none">・ SSS リサイクルプラント海外 1 号機の販売・ 日本国内にて製造（約 3 カ月間）・ 現地での設置・据付（約 1 カ月間）・ 運転・技術指導、稼働開始
2017 年	海外製造委託先の開拓、契約	3 基販売（日本国内製造）、稼働開始
2018 年～	プラント設備の海外製造開始	海外生産モデル販売、稼働開始

3 対象地域における現状調査

3-1 マレーシア国における廃蛍光灯類及び HID ランプの処理・処分の現状

本件で扱う「廃蛍光灯類」及び「HID ランプ」については、SSS 式蛍光灯リサイクルプラントで扱うことのできる水銀を含有するランプ類とする。

蛍光灯の種類には、チューブ型の蛍光灯類の種類、リング型の蛍光管、Compact Florescent Lamp (CFL)などがあり、ワット数、大きさも様々である。マレーシアでは蛍光管（チューブ型 36W タイプ）及び CFL が最も普及しており、リング型はまれである。用途は家庭用から業務用まで幅広い。HID ランプの主な種類としては、高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプなどが挙げられる。HID ランプは、照度が高く長寿命であることから、広場や道路(街灯)・工場のほかにスポーツ施設や屋内商業スペースの照明、ハロゲンランプに代わって自動車や鉄道車両などの前照灯に用いられるようになってきており、幅広い用途に使用されている。

以下に、蛍光灯・HID ランプの種類、及び代表的な蛍光管及び HID ランプの組成を示す。




<p>蛍光管 用途：マレーシアでは日本と同様に、オフィス、商業施設、飲食店及び一般家庭で広く利用されている。36W タイプが最も普及している。</p>	
<p>リング型 用途：我が国では、一般家庭での照明に広く利用されているが、マレーシアではまれである。</p>	
<p>CFL (Compact Florescent Lamp) 用途：白熱灯に替わりマレーシアにおいても広く普及している。</p>	

表: 36W の蛍光管 (200g/本) の組成の例

ソーダガラス	92.5%
鉛ガラス	2.7%
蛍光パウダー	2.0%
金属	1.4%
接着剤	0.6%
水銀	0.004%

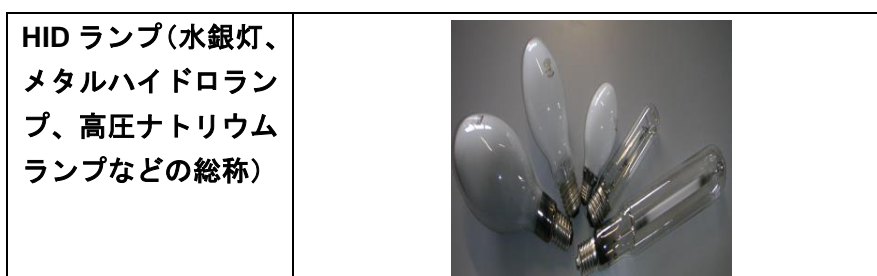


表: 400W の HID ランプ (200g/個) の組成の例

ホウケイ酸ガラス	67.8%
ニッケルメッキ黄銅、セラミック、ガラス	11.4%
鉄、銅、マンガン、ニッケル	10.7%
石英ガラス	8.9%
接着剤	0.7%
タングステン、モリブデン	0.3%
水銀	0.02%

蛍光灯より HID ランプのほうが、水銀含有量が多く、蛍光管と比較すると 5~20 倍の含有量である。また一本あるいは一個あたりの水銀含有量は少なくとも、日常生活のあらゆる場所で使用されており、総水銀量は非常に多くなる。また、ガラスが組成の大半を占めるため、蛍光灯類を処理した後のガラスのリサイクルの可能性について、本件では現地調査を行った。

3-1-1 原料や製品における水銀含有量、水銀溶出試験値、規制、内容

水銀に関する規制については、土壌での水銀濃度、含有量、溶出値についての推奨基準である” Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land”と呼ばれるガイドラインがある。このうち水銀については下表の数値のとおりである³。

Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land (Specific for Mercury Compounds)

Contaminant		Screening Levels									
Analyte	CAS No.	Residential	key	Industrial	key	Residential	key	Industrial	key	Tapwater	key
		Soil		Soil		Air		Air		ug/L	
Mercury Compounds											
Mercuric Chloride (and other Mercury salts)	7487-94-7	23	n	350	n	0.31	n	1.3	n	5.7	n
Mercury (elemental)	7439-97-6	9.4	ns	40	ns	0.31	n	1.3	n	0.63	n
Methyl Mercury	22967-92-6	7.8	n	120	n					2	n
Phenylmercuric Acetate	62-38-4	4.9	n	66	n					1.6	n

Key: n = noncancer; s = Concentration may exceed soil saturation concentration

出所 : Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land, DOE

³ Contaminated Land Management and Control Guidelines No. 1: Malaysian Recommended Site Screening Levels for Contaminated Land, June 2009, p45.

このガイドラインは、米国 EPA の汚染土壌のスクリーニングレベルの決定で採用されている考え方を適用している。

下水及び工場排水での基準値については、Malaysia's Environmental Law, ENVIRONMENTAL QUALITY ACT (EQA), 1974, the Malaysia Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents)に定められており、1リットルあたり0.05～0.005mgとなっている⁴。

なお、リサイクルガラス製品などの製品の水銀含有規制については DOE の管轄ではないため、わからなかった。製品としての蛍光灯に含まれる水銀量についても規制はなく、フィリップス社からの聞き取りでは、アジア本部のあるシンガポール・オフィスの指示に従って製造国（マレーシアの場合はタイ及びインドネシア）から輸入をしている。フィリップス社では各国での規制にそれぞれ対応し、製造・調達を行っている。実際に、2013年の電気法改正により、白熱灯の使用が2014年5月までに漸次的に使用禁止（フェードアウト）することになった⁵。フィリップス社はこの規制を遵守し、白熱灯の輸入を取りやめたが、マレーシアの特に半島東海岸沿いの地方や農村ではいまだに白熱灯が使用されており、「違法」輸入者が代わりに供給している状態であり、フィリップス社としてはマーケットを奪われ「損失」となっている、とのことであった。一方で、CFLは白熱灯の代わりにすでに広く普及している。

なお、参考として、我が国における金属水銀の大气、水質等に関する主な基準値は以下のとおりである。

	基準値	法律等
大気の基準	0.00004mg/m ³ 以下	有害大気汚染物質指針値
水質の基準	0.0005mg/リットル 以下	水質汚濁（地下水）に係わる環境基準
土壌の基準	0.0005mg/リットル 以下	土壌汚染に係わる環境基準
作業環境管理濃度	0.025mg/m ³ 以下	労働安全衛生法第 65 条

出所：一般社団法人 日本照明工業会「蛍光灯及び使用済み蛍光灯に関する Q&A」

3-1-2 規制の実施方法、現状

廃蛍光灯由来に限らず水銀については、上記のガイドラインがあるのみである。廃蛍光灯類を含む有害廃棄物については「指定廃棄物(Schedule Waste)に関する環境規則」が適用される。

マレーシアの電気・電子関連企業協会（The Electrical and Electronics Association Malaysia 以下、TEEAM）の推計によると、マレーシアでは年間7,000万本の蛍光灯（36w直管型）が廃棄されている⁶。現在、マレーシアでは、廃蛍光灯・HIDランプの回収・適

⁴ EQA 1974, the Malaysia Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents),p107

⁵ [Electricity Regulations \(Amendments\) 2013](#)

⁶ TEEAMによる推計値だが、我が国と比較しても（一人当たり約3本/年）妥当な数値である。マレーシアの人口2,995万人（2013年 マレーシア統計局）で除すると一人当たり約2.38本/年になる。

正処理に特化した制度や仕組みはなく、ほとんどが他の廃棄物に混じって処分場に投棄されているものと考えられる。これは年間約 550kg もの水銀を環境中に放出していることになる（蛍光灯類のみで試算）。工場や高速道路・街灯などで使用される HID ランプについても、特別な処理はされず全量投棄されているものと考えられるため、この数値はさらにかつ急激に上がることが懸念される。

環境被害が報告されたケースはないものの、2008 年に閉鎖した廃棄物処分場の土壌を分析したところ、水銀をはじめとする重金属が検出されたケースがあった。ただし、この水銀が廃蛍光灯からのものであるかは不明である。

3-1-3 廃蛍光灯類を含む有害廃棄物回収・処理に関する規制・制度の進捗状況

基本法は、環境質法（Environmental Quality Act）で 1974 年に制定されている。同法に基づき、各種の規則（Regulation）が制定されている。廃蛍光灯類を含む有害廃棄物については「指定廃棄物(Schedule Waste)に関する環境規則」が 1989 年に制定（2005 年、2007 年に改訂）されている。

環境質法第 51 条にもとづき有害廃棄物は定義・分類されている。同規則の第 1 表（First Schedule）により 5 分類 77 種の廃棄物が記載されている。廃蛍光灯類に関しては SW1：金属及び金属含有廃棄物の分類で、このなか SW109：水銀含有廃棄物（Waste containing mercury or its compound）が該当するとされている。ただし、現場では混乱があり、SW110 廃電気・電子機器（Waste from electrical and electronic assemblies containing components such as accumulators, mercury-switches, glass from cathode-ray tubes and other activated glass or polychlorinated biphenyl-capacitors, or contaminated with cadmium, mercury, lead, nickel, chromium, copper, lithium, silver, manganese or polychlorinated biphenyl）として扱うことを認めた州もある（後に、あくまで SW109 とするよう修正された模様）。

1) 指定廃棄物の処理・処分にに関する規則

2005 年環境規則第 12 条により、指定廃棄物の排出事業者から運搬業者、処理業者への移動を記録するマニフェスト制度が導入されている。2006 年 1 月からは電子マニフェスト制度も導入された。

指定廃棄物の処理施設については、「指定廃棄物処理・処分施設に関する環境命令」により 6 種類の施設が規定されている。自社で排出された指定廃棄物の保管、焼却・処分を除く処理施設は許可の取得は必要ないが、他社が排出した指定廃棄物の保管、処理、資源化を行う施設の稼働には環境局長の許可を取得する必要がある。2005 年に E-waste が指定廃棄物に追加されたことにともない、「指定廃棄物のリサイクル施設」が施設数として最も多い。

E-waste のリサイクル施設のうち、解体・分別のみを行う施設を「部分リカバリー施設」（Partial Recovery Facility、PRF）と呼び、解体・分別・リサイクル処理までを行う施設を「フルリカバリー施設」（Full Recovery Facilities、FRF）と呼ぶ。PRF 及び FRF ともに、DOE の許可業者であり、取り扱う指定廃棄物の種類（SW のコード）ごとにライセンスを得る必要がある。

現在、SW109 のライセンスを取得している FRF を含む指定廃棄物処理業者は合計 16 社⁷であるが、全てが廃蛍光灯を受け入れているわけではなく、廃蛍光灯以外の水銀含有廃棄物を取り扱っているものと考えられる。廃蛍光灯を扱う事業者は FRF の数社程度と考えられる。SW109 のライセンスをもつ FRF にインタビューしたところ、廃蛍光灯を受け入れても、クオリティ・アラムでの最終処分料金が非常に高いため、利益はほとんどなく社会サービスとして受け入れているとの事であった。なお、蛍光灯のメーカーからの不良品等は、直接クオリティ・アラム社に持ち込まれている⁸。



図：TXCYCLE 社（セランゴール州）に処理委託された廢蛍光灯類（搬入量が一定でないため、ある程度の量になったら、まとめて破砕している。）

7

https://eswis.doe.gov.my/contractor/contractor_list.php?s_STATUS=R&s_KATEGORI=Kemudahan+Pemerolehan+Penuh+Luar+Tapak&s_KOD_BT%5B%5D=SW110 より検索し算出。

⁸ クオリティ・アラム社からの聞き取りより。2013 年 10 月



図：TEXCYCLE 社の廃蛍光灯を処理するスペース（ドラム缶の中に蛍光管や CFL（手前）が保管されており、作業員が破砕している。）



図：Victory Recovery 社（マラッカ州）の廃蛍光灯類の破砕処理設備（同社社長が自ら製作した破砕機、CFL は処理しておらず、蛍光管のみの処理である。）

2) クオリティ・アラム社での最終処分

マレーシア国内での有害廃棄物の最終処分を行っているのが、クオリティ・アラム社である⁹。同社は 1991 年に設立され、マレーシア政府から最終処分の独占契約を 2015 年まで結んでいる。焼却施設、最終埋立処分施設を有しており、産業系の有害廃棄物の受入れ、処理、最終埋立処分を独占的に行っている。廃蛍光灯の処分料金は K 分類（クオリティ・アラム社の分類で、水銀を含む廃棄物：水銀灯、COD 液、水銀電池など）で、最高料金

⁹ <http://www.kualitiam.com/>

の 200 リットルドラム缶あたり 3,780 マレーシア・リンギットである¹⁰。

前述のとおり、現在マレーシアでは、廃蛍光灯類の回収・適正処理に特化した制度や仕組みはなく、ほとんどが他の廃棄物に混じって処分場に投棄されているものと考えられる。処分場で大量の蛍光灯が投棄されているという目撃証言もあった¹¹。これは年間約 550kg（蛍光管 7 千万本を年間に消費するものと想定）もの水銀を環境中に放出していることになる。一方で、蛍光灯に水銀が含まれており適切な処理が必要という認識はあることから、一部の事業者や個人が自主的に廃蛍光灯を回収し、適切な処理を求めて FRF やクオリティ・アラム社に処理委託を行っている。

マレーシア国内唯一の有害廃棄物最終処分会社であるクオリティ・アラム社には年間約 200 トン(36w 直管型換算で約 100 万本)の廃蛍光灯が搬入され、破碎後、コンクリートで固化され、管理型処分場にて埋立処分が行われている。しかし、同社においては SSS 式蛍光灯リサイクルプラントのような廃蛍光灯のガラスや金属から水銀を除去することのできる設備はなく、重量比で約 80%強までのリサイクルが可能である廃蛍光灯類のリサイクルは全く行われていないことを確認している。

下表にクオリティ・アラム社から聞き取った、2009 年から 2013 年までの廃蛍光灯の受入れ量を示す。このなかに廃蛍光灯類のみならず同じ SW109 とみなされる HID ランプも含まれている可能性もあり、詳細は不明である。

2009	156.797 トン
2010	137.959 トン
2011	168.358 トン
2012	229.808 トン
2013	225 トン (11 月時点)

出所：クオリティ・アラム社での聞き取り（2013 年 11 月 12 日）

¹⁰ MIDA (マレーシア投資開発庁) 資料「マレーシア：事業を行うのに必要な費用」、15-16 ページ。アラム・フローラ社へのインタビューでは、廃蛍光灯については 1 トンあたり RM3780 との回答であった。水銀を含む廃棄物には、形状が様々であることから若干の価格の違いが生じる。

¹¹ 2014 年 12 月 19 日 Kub-Burjaya Enviro Sdn.Bhd. (一般ごみの最終処分場を運営している) Peter Wong 氏からの聞き取り。



図：クオリティ・アラム社の所有する破砕機

クオリティ・アラム社では、本来の作業スペースでなく、同社の玄関前で、デモンストレーションをしてくれた。写真は、TEXCYCLE 社及び HITEC 社(後述)の所有する破砕機と同様の米 AirCycle 社製 Bulbeater¹²だが、後者のものより旧式であった。モーターの性能上、長時間の連続使用はできない。活性炭フィルターがついており、作業空間での水銀飛散はある程度軽減できるものと考えられるが、破砕後の処理物は、セメント固化している。クオリティ・アラム社から渡された資料では、活性炭フィルターが水銀を 90%以上吸着するとあるが、事実ではないと考えられる。AirCycle 社においても、アメリカ国内でのユーザーには、破砕後は水銀及びガラスのリサイクルプラントへの処理委託を推奨している。

3) 進捗状況

マレーシアにおける、廃蛍光灯類を含む有害廃棄物回収・処理に関する規制・制度については、以下の 2 点について留意する必要がある。

第一に、廃蛍光灯が有害廃棄物であることは認識されているものの、今のところ適正処理・処分を促す規制はない。発生の形態が類似している（廃棄する時点で有害廃棄物となる）ことから E-waste の適正処理・処分が 2008 年頃からマレーシアで課題になることによって、廃蛍光灯も充電池とともに、何らかの規制がなければ適正に処理されない廃棄物として捉えられるようになった。

第二に、廃蛍光灯を含む E-waste が、家庭や事業所など「一般ごみ」由来か、工場等から発生する産業由来かによって所轄が異なるものの、グレーゾーンである。産業系の E-waste については、DOE の所管であり排出者、処理業者に対して DOE が監督権限を有する。一方、家庭等の消費者から排出される E-waste については、排出源としては MHLG の管轄となるが¹³、廃棄後は有害物質となることから DOE の管轄であり、両者間での対応が協議されている最中である。

¹²<http://www.aircycle.com/bulb-eater-premium/>

¹³ MHLG のもとに廃棄物処理や道路清掃、剪定枝処理等の環境・衛生に係る政策立案を担う JPSPN (National Solid Waste Department) が設立されている。しかし、家庭由来の E-waste が JPSPN の所管であることは、JPSPN が設立された根拠法 Solid Waste and Public Cleansing Management Act 2007 (Act672) に明記されていない。

上記に関連して我が国との関連では、マレーシア政府より我が国への協力要請がなされ、JICAによる技術協力プロジェクト「廃電気・電子機器リサイクルプロジェクト」が2011年9月から2013年3月まで実施された。このプロジェクトはペナンをパイロットエリアとし、対象範囲は一般家庭から排出された対象 E-waste (6品目¹⁴) の回収から FRF への搬入まで、とした。実施形態は、FRF が一般家庭から E-waste を買い取るというものである。ペナンでのプロジェクトの教訓をもとに、国内最大手販売店が自主的に自社の店舗網を用いて他州での回収の取り組みを行っている。

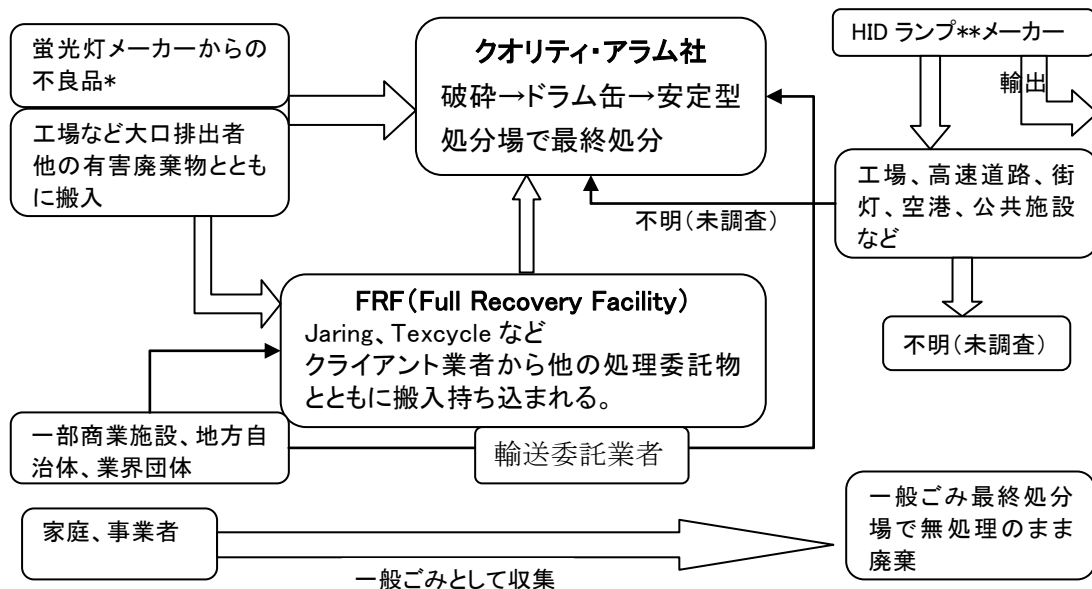
一方で、Minilab (Minilab to finalize draft of the household E-waste framework regulatory) と呼ばれるステークホルダーワークショップが設置され、EPR (拡大生産者責任) も含めた、ステークホルダー間の協議が行われることになった。直近では2014年8月19-20日に開催された。

2015年中ごろからJICAによる上記の技術協力プロジェクトのフェーズ2が実施される予定で、DOEの意向としては、SW110のE-wasteのほかに、充電式電池及び廃蛍光灯の回収を促進するプロジェクトとなることを期待している。

4) 現状の廃蛍光灯類・HIDランプのフロー

想定される現状の廃蛍光灯類・HIDランプのフローは以下のとおりと考えられる。

図：想定される現状の廃蛍光灯類・HIDランプのフロー図



¹⁴ 使用済みテレビ、エアコン、コンピュータ(アクセサリ、周辺機器、プリンターを含む)、冷蔵庫、洗濯機、携帯電話の6品目で蛍光灯は含まれない。

*マレーシアには蛍光灯製造工場は立地しておらず、全量輸入である。「不良品」とはメーカーからの出荷時に発生するもの。

**HID ランプについては、*Novabrite Lighting Sdn.Bhd.* がアセアン地域で唯一のメーカーで、同社へは野村興産が 2013 年に 9 トンの水銀の販売実績がある。

3-1-4 マレーシアにおける、廃蛍光灯類・HID ランプの課題

マレーシアにおける、廃蛍光灯類・HID ランプの課題は、以下の 3 点に集約される。

①**処理技術がない**：廃蛍光灯類を処理し、有害物質である水銀の分離や除去をしておらず、最終処分のための減容化のために破砕のみ行っている。

②**処理費用が高い**：最終処分を行うクオリティ・アラム社は、廃蛍光灯類に含まれる水銀を除去する設備や、廃蛍光灯類の金属やガラス部分をリサイクル資源化する技術を持たないために、全量を廃棄せざるを得ず、よって処理費用が高く、1 トンあたり 3,780 リンギット（日本円で 123,747 円相当¹⁵）である。積極的に適正処理をするインセンティブは排出者からはおきず、ほとんどが未処理のまま一般ごみとして投棄されていることが懸念される。

③**回収システムが非常に脆弱である**：大口排出者である工場など FRF やクオリティ・アラム社のクライアントは、他の処理・処分委託物とともに、廃蛍光灯類を持ち込んでおり、一つの回収ルートとみなすことができる。その他の大口排出者（政府機関や公共施設など）にはこの回収ルートに乗せるインセンティブがない。一方で、小口排出者である一般家庭や小規模事業者からは、一回の排出量は少なく、かつ排出場所が点在しているため、公共関与による回収システムが必要であるが、現状では存在していない。

①は SSS 式蛍光灯リサイクルプラントの導入により解決することができる。②の処理費用については、同プラントの導入によりある程度解決可能だが（後述）、プラントの稼動には継続的に廃蛍光灯類・HID ランプが搬入される必要があり、③の回収システムの強化・構築が必要である。

3-2 マレーシア国における廃蛍光灯類の回収の可能性検討

本項では、回収システムの強化・構築にあたり、現時点で想定しうる可能性について検討した。

3-2-1 FRF の既存クライアント企業に対する廃蛍光灯類の回収についての働きかけの検討

FRF の既存のクライアント企業の一部は、すでに自主的な廃蛍光灯の処理委託を FRF に対して行っている。これらの企業は、廃蛍光灯をそのまま廃棄するのは有害であり、処

¹⁵ 1 リンギット=32.74 円（2015 年 2 月 25 日時点）

処理料金を支払っても適正に処理をしたい、という社会的責任感が動機となっている。受け入れる FRF は、破碎処理をしたのちドラム缶に詰めした後、クオリティ・アラム社へ最終処分のため搬入するが、クオリティ・アラム社の処理料金は高く、クライアント企業から徴収した料金からの利益はほとんど出ておらず、「社会サービス」として引き受けている。処理料金の低下が可能な設備がマレーシア国内にあれば、より多くのクライアント企業からの回収が見込めると考えられる。

3-2-2 ビルメンテナンス会社や大型商業施設、工場等の大型排出事業者で FRF のクライアントでない事業者からの新規回収可能性

大型商業施設やホテル、オフィスビル、病院、工場などからは、毎日大量の使用済み蛍光灯が排出される。蛍光灯の交換を含むビルメンテナンスは、ビルメンテナンス会社に委託されていることも多く、マレーシアにはビルメンテナンス協会 (Malaysia Association of Cleaning Contractors) がある。2009 年より、環境に優しいビルを格付けするための基準・認証制度 Green Building Index (GBI) が、実施されていることもあり、使用済み蛍光灯の扱いについても関心は高まっていると考えられる。

あるビルメンテナンス会社へのインタビューでは¹⁶、廃棄物管理もメンテナンス項目に含まれるが、蛍光灯などの有害廃棄物は、クライアント側が処理料金を有害廃棄物処理会社に直接支払っているとのことである。ビルメンテナンス会社は、処理会社とクライアント企業間の調整をしている。クライアントの姿勢を見る限り、グローバル企業は処理料金を支払うが、マレーシア企業は支払いたがらないだろう。例えば、キャノン (マレーシア) の工場では、ISO を取得していることもあり蛍光灯を分別し、クオリティ・アラム社で処分しているという。

GBI のほか ISO の遵守や CSR の観点から、使用済み蛍光灯の適正処理へ向けた圧力はかかるものの、政府が規制をしっかりとかける必要がある。

3-2-3 官公庁、地方自治体等からの新規回収可能性

1) 自治体の現状

スバンジャヤ (クアラルンプール郊外) 市役所は、住民からの自主的な持ち込み及び自治体オフィスからの廃蛍光灯を回収し、FRF である TEXCYCLE 社に処理委託している。一定量になったのち、TEXCYCLE 社に搬入、処理料金を支払っている¹⁷。

マレー半島北部にあるペナン市 (ペナン島) では、過去に回収キャンペーンの実施経験がある (2010 年頃?)。ただし、同市には処理施設がないため市役所の倉庫に保管している状態である。ペタリンジャヤ市 (クアラルンプール郊外) は「Low Carbon City」を掲げており環境に関する活動に熱心である。同市では、市役所及び市役所が管理する街灯等から排出された蛍光灯・水銀灯について、適当な処理方法が見つかるまで保管することを決定した。マレーシアの地方自治体は、街灯の管理を所管しており、住民に最も近い政府機関である。地方自治体のイニシアチブを生かした回収促進の可能性は高い。

¹⁶ 2013 年 11 月 14 日 10:00 - 11:30 Cofreth Sdn Bhd へのインタビュー

¹⁷ スバンジャヤ市では、年 300kg ぐらいまで倉庫保管し、1000 リンギット程度支払っているとのことである。300kg/250g=1200 本相当と推測される。

2) プトラジャヤでの回収可能性

マレーシアでは官公庁はプトラジャヤに立地しており、建物やインフラのメンテナンス等はプトラジャヤ公社¹⁸が請け負っており、相当量の廃蛍光灯が排出されていることが推察される。DOE もプトラジャヤに立地しており、中央政府自らが手本を示すという意味においても、プトラジャヤ公社を通じた廃蛍光灯の回収可能性は高いと考えられる。

3-2-4 「2+1」に向けたこれまでの取り組み

マレーシア政府としては廃蛍光灯を E-waste の規制対象廃棄物の一つとして組み込みたいと考えているものの、マレーシア国内には適当な処理技術がないことから、検討課題となっている。最終的な処分方法を既存のクオリティ・アラム社の管理型処分場での投棄を想定しても、回収方法が構築されなければならない。現在、回収方法の一つとして、「2+1」の対象廃棄物とする方法が検討されている。「2+1」とは、家庭ごみ（Municipal Waste、小規模事業者から排出されるごみを含む）の週 2 回収集に加えて、週 1 回オープントラックで特別なごみを収集するというルールである。現在は、週 1 回剪定ごみのみを収集しているが、オープントラックに専用容器を搭載し、充電可能電池やボタン電池（重金属を含んでいる）及び廃蛍光灯を回収できるようにすることが可能かどうか検討している。家庭ごみの収集は、DOE ではなく JPSPN（住宅地方政府省国家固形廃棄物局¹⁹）の所轄であることから、両者での協議が行われている。

3-2-5 高速道路等で使用されている HID ランプの処理状況

一般に水銀灯とよばれているものは、HID ランプ（High Intensity Discharge Lamps）の一種である。HID ランプの主な種類としては、高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、高圧ナトリウムランプなどが挙げられる。HID ランプは、一般照明用の中でも、小形で高光束、高輝度、高効率、長寿命などの特長を有し、今後も省エネルギーに貢献する光源として利用されていくものと思われる。HID ランプは広場や道路・工場のほかにスポーツ施設や屋内商業スペースの照明など、広い用途に使用されている。また、HID ランプはその発光原理上水銀が必要不可欠なため、使用済み後、廃棄物となったとき、水銀による環境汚染を起こさないようにすることは蛍光灯の場合と同様である。さらに、下記に示すように一般に HID ランプに含まれる水銀量は蛍光灯と比べて約 3～20 倍多いことから、適正処理の必要性は高いと考えられる。

¹⁸ http://www.putrajaya.gov.my/perbadanan_putrajaya/about_perbadanan_putrajaya/

¹⁹ http://www.kpkt.gov.my/jpspn_en_2013/main.php

表：HID ランプ代表品種の水銀封入量

高圧水銀ランプ		H40・HF40X	H400・HF400X	H1000・HF1000X
	ランプ1本の重量(g)		約50	約280
水銀(mg)		約10	約60	約100
メタルハライドランプ		M(F)100・L/BU	M(F)400・L/BU	M(F)1000・L/BU
	ランプ1本の重量(g)		約100	約280
水銀(mg)		約20	約60	約100
高圧ナトリウムランプ		NH70(F)	NH360(F)・L	NH940(F)・L
	ランプ1本の重量(g)		約100	約280
水銀(mg)		約20	約25	約25

出所：一般社団法人 日本照明工業会「一般照明用H I Dランプ及び使用済みH I Dランプに関するQ&A」

表：蛍光ランプ代表品種の水銀封入量

直管型		FL20SS	FLR40S	FHF86(/RX)
	ランプ1本の重量(g)		約110	約250
水銀(mg)		10以下	10以下	30以下
環状型		FHC27	FCL40	FHD100
	ランプ1本の重量(g)		約110	約275
水銀(mg)		7以下	10以下	15以下
コンパクト型		FPL36	FPL55	FPL105
	ランプ1本の重量(g)		約160	約196
水銀(mg)		5以下	10以下	15以下
電球型		40W電球相当	60W電球相当	100W電球相当
	ランプ1本の重量(g)		約90	約100
水銀(mg)		5以下	5以下	5以下

出所：一般社団法人 日本照明工業会「蛍光ランプ及び使用済み蛍光ランプに関するQ&A」

マレーシア国における HID ランプの年間消費量や廃棄量、廃棄時の処理状況等については、TEEAM に対して情報提供を求めたが、具体的な回答を得ることはできなかったため、詳細は不明である。現状は、クオリティ・アラム社での引き取り実績が不明なことから、全量が無処理のまま廃棄されていることが懸念される。

HID ランプは一般家庭での使用はほとんどないものと思われる。広場や道路、スポーツ施設などの公共施設、工場、屋内商業スペースなどの事業者の施設での使用がほとんどと思われる。何れの施設についても大型のものであることが予想されることから、一斉交換時等に回収できる可能性がある。HID ランプの製造については、Novabrite Lighting Sdn.Bhd.²⁰がアセアン地域で唯一のメーカーで、近隣国へ輸出をしているほか、クアラルンプール国際空港、マレーシア電力公社 (Tenega Nasional Bhd.)、公共事業省、各高速道路公団に製品を供給していることから、マレーシア国内での販売シェアが高い可能性がある。

過去には、高速道路 (Federal Highway) での LED 街灯への転換が一部であり、メーカー

²⁰ <http://www.novabrite.com.my/home.htm>

(フィリップス社)が支柱・設備の設置も含め一括で直接請け負った経緯がある。マレーシア国内には蛍光灯製造工場はなく全量輸入であるが、おもなメーカー(フィリップス社、オスラム社等)は、不良品等の廃棄処分となった蛍光灯は、クオリティ・アラム社へ直接持ち込んでいる。LEDへの交換といったケースは今後もあると考えられ、メーカーへの働きかけによる回収可能性は高い。しかし、LEDへの交換は、電球設置設備ごとと交換する必要があるため、事例数としては当面はそれほど多くはならないものと考えられる。

SSS式蛍光灯リサイクルプラントではHIDランプの処理も可能である。マルチ破碎機及び手作業カット機を使用し、口金、ステム、マウント部分、石英ガラスの発光管、外套ガラスに分別し、ガラス部分は破碎し脱水銀処理を行う。口金とマウント部分はステンレスからできているので、再資源化可能な原料となり得る。金属ハンマーを用いた手作業を要することから、HIDランプの受け入れにあたっては作業員に多少の熟練と、作業時間を要するが、マレーシア国においてSSS式蛍光灯リサイクルプラントを導入した事業者は、蛍光灯のみならずHIDランプの処理を行うことが出来る。

3-3 廃蛍光灯類処理後のリサイクル資源化の可能性

マレーシアにおいて廃蛍光灯及びHIDランプは「水銀含有廃棄物」(SW109)とみなされており、現時点では、最終処分はクオリティ・アラム社のみが行っている。含有される水銀の無害化処理は行われておらず、FRFで破碎ドラム缶に詰めた後にクオリティ・アラム社に搬送、あるいはクオリティ・アラム社に直接持ち込まれた廃蛍光灯についても、同社敷地内で破碎後ドラム缶に詰めた後、セメント固化し、管理型処分場に廃棄している。処理を行っていないため、全量が廃棄物として処分されており、リサイクルはされていない。本項では、他国での水銀含有廃棄物の処理方法、他の処理方法や保管も含めた現状をレビューし、廃蛍光灯類処理後のリサイクル資源の可能性を検討する。

EUでは2005年に蛍光灯のリサイクルが法制化された。一方我が国では、2001年に廃棄物処理・ガイドラインに蛍光灯が追加されたものの、法制化にはいたっていない。規制はないものの、地方自治体は分別収集や回収箱の設置により回収し、また民間企業は産業廃棄物として分別したうえで、産業廃棄物処理業の許可を取得している業者に処理を委託し、国内にある各社の処理施設で処理を行っている。

処理後は、重量比で80%強が資源化可能であり、以下の表のとおりのリサイクル用途となっている。SSS式蛍光灯リサイクルプラントにおいても同様である。

表：廃蛍光灯類処理後のリサイクル資源の用途

施設での処理後の資源	リサイクル用途
ガラス	蛍光灯ガラス原料、グラスウール原料
水銀	水銀試薬等、歯科用アマルガム、電池、スイッチ、照明器具、計測機器等
蛍光粉	蛍光体原料、レア・アース原料
金属くず	製鉄原料、アルミ地金
プラスチック	プラスチック原料

取り出した水銀については、①精製、硫化、固形化ののちの管理型埋立、②新規リサイクル用途の確立、③暫定保管、④輸出の継続が主な行き先である。このうち、特に処理方法については、安定型埋立や焼却といった不適切な処理方法への規制、管理型埋立の際には、不溶化の基準、硫化、合金、コンクリート固化等の方法の評価基準が、我が国においても必要とされている。

余剰水銀については、ドイツ及び米国では地下（岩塩坑）に、硫化またはポリマー加工ののち永久保管している（計画を含む）。我が国では、野村興産がイトムカ鉱業所（北海道）で、水銀瓶（容量 2.55 リットル）に詰め、地上で倉庫保管している。

水銀は、水俣条約の発効を想定しても、2030 年頃まではその需要が続くと予測されている²¹。また、中国を除いたアジア地域における水銀需給状況と余剰水銀量の推移（2010 年－2050 年）のシミュレーションによれば、2048 年ごろまでは、蛍光灯などで水銀の需要があると見込まれている²²。LED への切り替えが進むものの、アジア地域ではしばらく蛍光灯の需要が続くものと予測されている。

3-4 マレーシア国におけるガラスリサイクル市場の現状

本項では、蛍光灯類及び HID ランプにおいて、90%以上の重量比を占めるのがガラスであり、このガラスのリサイクルがマレーシアにおいて可能かどうかを検証した。

3-4-1 蛍光灯ガラスの受入れ

マレーシアのガラスリサイクル市場は大きくない。特に、ガラスビンの回収はほとんど行われておらず、最大消費地であるクアラルンプール近郊にあったガラスリサイクル会社（KL グラス）は、昨年事業から撤退した。クアラルンプール近郊のリサイクラーからの聞き取りにおいても、ガラスビンを取扱うところを見つけることができなかった。現在、マレーシア国内でガラスボトルメーカーは 2 社あり、ジョホール州の OIBJC²³社は(3 色のガラス瓶をあつかっている)及びクラン州（透明ガラスのみ）にある 1 社のみである。両社とも若干のガラスリサイクル(ガラスビンからガラスビンへ)をしているものと思われるが、原料の輸入もしているようである。

マレーシアでは、PUM 社が最大のガラスリサイクル商社である²⁴。PUM 社①ガラスを溶融する際に用いる窯の製造、②シリカの採掘（マレーシアのガラスメーカーへ販売）、③ガラスリサイクル（リサイクルガラスからガラス製品のための原料製造）の 3 つを主な事業としている。シリカ採掘は 1965 年頃から開始し、マレー半島の東海岸で採掘を行って

²¹ 「水銀含有廃棄物の処理・リサイクルと水俣条約対応」藤原悌氏（野村興産（株）代表取締役社長）のプレゼンテーション、「水銀の処理処分・技術の現状、排出規制動向から水銀除去処理・回収・排水処理・リサイクル技術」講習会、2014 年 8 月 26 日

²² 「余剰水銀処理・処分における今後の課題」高岡昌輝氏（京都大学教授）のプレゼンテーション、同講習会。なお、中国は非鉄金属精錬により水銀を回収する水銀輸出国であるため、このシミュレーションから除いている。

²³

<http://www.bjc.co.th/en/bjc-supply-chain/industrial-supply-chain/08-malaya-glass-sdn-industries.php>

²⁴ <http://www.pum.com.my/>

いるが、観光地として開発されてきたため採掘しづらくなってきているとのことである。ガラスリサイクルは、新規事業として5年程前から開始した。受け入れるガラス製品の種類別の比率はガラスビン 50%、板ガラス 30%、その他 (LCD ガラス (液晶ガラス)) 20% である。

リサイクルガラス(ガラスビン)の受け入れはマレーシア国内のみならず、オーストラリア、ニュージーランド、台湾、韓国等からも輸入している。ガラスのリサイクル価格は、金属、プラスチック、紙に比べて大変低い。マレーシアでは納入してくれるリサイクラーの数も少数である。一方で、シンガポールは回収制度がある程度確立している。レストランにボトルの回収ボックスを設置したりしているため、一定量が PUM 社に持ち込まれる。



図：輸入したビン類 (選別・洗浄等を行われておらず、混入物も多い。)



図：PUM 社ガラス倉庫内 (PUM 社は回収されたガラスビンやガラスメーカーからの不良品を受入れ・買取り、分別、洗浄、破碎などを行い、客先のニーズに応じた規格化を行うガラス問屋である。)



図：搬入された板ガラス（この後、洗浄や破砕などによるサイズの規格化を行う）

PUM 社には、蛍光灯ガラスを台湾及びシンガポールから受け入れた経験がある。以下に、その概要を示す。

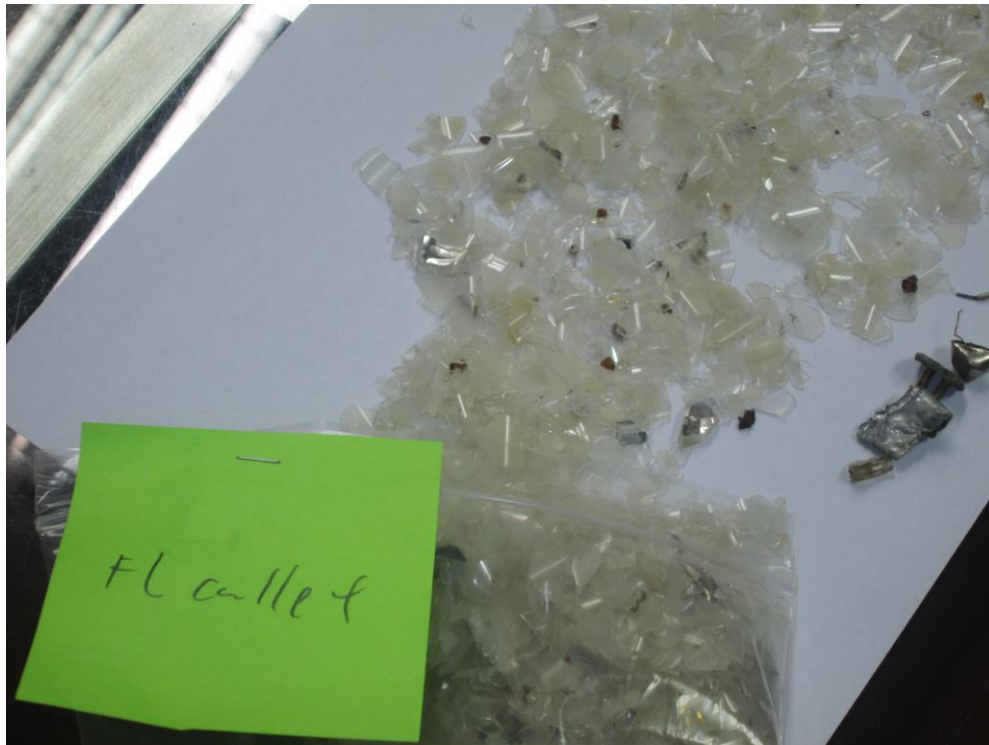
<台湾>

- ・蛍光灯ガラスはランプ製造会社の不良品と、リサイクルキャンペーンで回収されたもの。
- ・蛍光灯ガラスは、乾式処理で水銀除去されたものであった。
- ・継続的に月に 50～100 トンの入荷があった。
- ・買取価格については、良質なものは 50USD/t、混入物が多い粗悪なものは 10USD 程度か無償引き取っていた。
- ・PUM で処理後は、タイルメーカーに原料として出荷した。
- ・先方が新たな引き取り先を見つけたため、4～5 年前に取引は停止した。

<シンガポール>

- ・ランプリサイクル業者からフレコンバッグ 3～8 袋（※フレコンバッグ 1 袋は 900kg 程度）の入荷しかなく、月ごとの入荷数量の上下も大きい。混入物も多く、質が悪いことが多かった。
- ・特にタングステン（蛍光管の口金部分にわずかに使用されている）の混入には悩まされた（小さくて分別できない）。
- ・40 シンガポールドル/トンの処理料金で、引き受けていた。
- ・処理後はタイルメーカーに売却していた。

そのほか、オーストラリアの会社から蛍光灯ガラスの受け入れを打診されたが、粗悪なものであること、継続的に一定量の納入が見込めないため断った経緯がある。



図：引取りを依頼された混入物の多い処理後の蛍光灯ガラス

(金属片の混入が見られる、混入物の除去は手作業による方法のみであり、非常に困難であり、完全に除ききれない。混入物が入ったガラスとして売却価格も非常に低くなる。)

PUM 社としては、事業化が可能な納入のボリュームは月に 500 トンが目安である。これは、ほとんどの納入先が 300-500 トン/月の量を希望しているためである。また、継続的に入荷されることが重要である、とのことであった。SSS 式蛍光灯リサイクルプラントにて脱水銀したガラスカレットを提示したところ、グレードは A 相当になるので 150RM/トンで買い取れるのではないかとのことであった。

PUM によれば、隣国タイはマレーシアよりも早くガラスリサイクル事業をはじめたこともあり、事業が順調との事であった。現在、6 社ほどの大手事業者がいる。そのうちの 1 社 (GGT 社?) は、日量 40,000 トンであり、マレーシアとの規模の差を示している。

3-4-2 グラスウール (断熱材) の原料としての蛍光灯ガラス

SSS 式プラントで処理した後の廃蛍光灯ガラスのリサイクル先の一つに、グラスウール原料がある。マレーシアにもグラスウール製造会社がある。

PGF Insulation Sdn.Bhd.はマレーシア国内で唯一のグラスウールメーカーである。断熱材を製造しているメーカーはもう 1 社 (ロックウール) あるが、グラスウールは製造していない。本社機能、R&D 機能、原料調達及び製造工場はペナンにありクアラルンプール近郊にあるオフィスは営業拠点である。

製品はマレーシア国内に留まらず、オーストラリアや他の東南アジア諸国にも輸出している。日本にも EcoWool (リサイクルガラスからのグラスウールの製品名) ではないが輸出している製品がある。EcoWool は原料の 80%を地元調達のガラスカレットから製造し

ている²⁵。

マレーシアにおけるグラスウールの需要の動向について尋ねたところ、政府のグリーン調達、グリーンインデックス（※建造物の建設方法や維持・メンテに際し環境に配慮しているかを指標で表す。）や自動車部品としての利用などの影響により、堅調であるとのことであった。



図：PGF Insulation Sdn. Bhd.の EcoWool

3-4-3 蛍光灯ガラスのリサイクルの実現可能性検証

ガラスリサイクル市場が小さくないと思われるマレーシア国において、今回の調査期間中に PUM 社という廃蛍光灯類のガラスを実際に扱ったことのある同国最大手のガラスリサイクル企業とコンタクトを持ち情報交換を行えたことは、今後同国における蛍光灯リサイクル事業の実施にあたって大きな収穫であったといえる。

PUM 社から得られた情報をもとに現時点における廃蛍光灯類から生じるガラスのリサイクル原料化の可能性について検証する。

プラント処理後のガラスの買い取り価格については、混入物が少なく水銀除去がなされているものであれば約 5～6 円/kg、混入物が多い粗悪なものであっても約 1 円/kg の提示が同社よりなされた。日本国内では水銀除去装置マーチ 21 処理後の良質なガラスカレットであってもキログラムあたり [REDACTED] であることから、プラント導入事業者としては日本と比べ [REDACTED] をガラスカレットの販売から得ることができ、同国において廃蛍光灯類から生じるガラスのリサイクル原料化の可能性を示す内容である。また、日本においては廃蛍光灯類から生じるガラスについては、主にグラスウール原料に用いられているが、PUM 社ではこれをタイルメーカーに原料として売却した実績があるようで、再資源化原料として複数の用途も見込める。

一方、PUM 社からは事業化が可能な受け入れ量のボリュームとして月月間約 500 トン

²⁵ <http://www.ecowool.com.my/ecowool.aspx>

という目安が提示された。SSS 式蛍光灯リサイクルプラントの処理能力は約 2~4 トン/日であり、月間 25 日フル稼働した場合でも 50~100 トンに留まることから、PUM 社との取引を本格化させるためには複数のプラント設置が必要となる。

また、廃蛍光灯類の回収量の目安として、KA 社であっても年間約 220 トンに留まることから、PUM 社の提示する月間 500 トンという数字は、廃蛍光灯類の回収制度が確立していない現時点においては廃蛍光灯類から生じるガラスのリサイクル原料化にとって高いハードルといえる。また、受け入れに必要とされる水銀の除去のレベル（蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）のみの処理で足りるか、あるいは水銀除去装置マーチ 21 を用いた処理まで必要とするかどうか）については、今後同社へ成分分析表の提出など詳細について協議を行う必要があるが、現地でのヒアリング内容からするとマーチ 21 での処理を必要とする印象を受けた。

他にも、蛍光灯リサイクル事業開始にあたってのプラントの設置場所については、回収の利便性の点から最大排出地と思われるクアラルンプール近郊を想定しているが、PUM 社へ処理後のガラスカレットを搬入する場合、輸送コスト及び時間（自動車を利用した場合 4~6 時間程度か）も課題になると思われる。

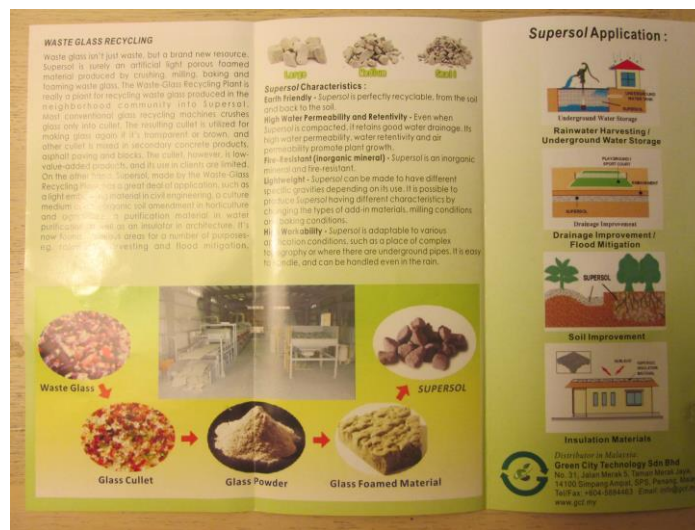
PUM 社以外からの情報としては、リサイクルガラスを原料としているグラスウール Eco Wool を製造しているマレーシア国内唯一のグラスウールメーカー PGF Insulation Sdn.Bhd.の存在を確認することができた。同社の本社機能はペナンにあることから、現地調査中に詳細な協議を行うことはできなかったが、リサイクルガラスカレットの利用については前向きな印象を受け、製造及び販売についても拡大の傾向にあるようであることから、今後、日本と同様に廃蛍光灯類から生じるガラスを原料とする可能性は認められた。

Nippon Electric Glass Malaysia(NEGM)では、廃蛍光灯類から生じるガラスにつき、瓶ガラスの原料としてリサイクルする可能性が示された。蛍光灯及び水銀灯に使用されるガラスは透明ガラスであり、茶及び緑ガラスより需要が大ききようだ。ただし、買取価格は非常に安価あるいは無償となってしまうことが予想され、その一方、搬入量としては月間 100~200 トンのボリュームが求められるのではないかと指摘を得た。

他にも現地調査期間中、新規事業としてガラスリサイクル事業の準備を行っている GREEN CITY TECHNOLOGY SDN BHD(以下、GCT 社)と協議の機会を持つことが出来た。GCT 社はリサイクルガラスを原料とする軽石（スーパーソル）を製造するためのプラントを購入し、製造したスーパーソルをマレーシアで販売する事業の実現に向けて取り組んでいる。事業化に向けての課題は販売先の確保であり、マレーシア国内で建設資材としての利用が促進されるよう公共事業省公共事業局（JKR）からのオーソライズを得るために同局と協議を行っているとのことであった。軽石（スーパーソル）については、日本国内において SSS 式蛍光灯リサイクルプラントでの処理後のガラスを原料として試作品を製造した実績がある。同社の事業については現時点では準備段階であるようだが、製造プラントの購入については既に契約を済ませ、原料となるガラスカレットの回収も開始しているとのことであった。同社の事業が本格化した際には、処理後のガラスの納入先となり得ると考えられる。



図：スーパーソルの路盤材のサンプル



図：スーパーソルの販促用パンフレット

以上からマレーシア国における廃蛍光灯類から生じるガラスのリサイクル原料化の可能性については、リサイクルの実績のある会社が存在することや、リサイクルへのニーズが認められること、多様な用途も見込めることなどから高いと思われる。その一方でどれだけ回収量が確保できるか、といった点が今後課題になると思われる。

3-5 マレーシア国における廃蛍光灯類の金属部分のリサイクルの可能性

日本国内において、SSS式蛍光灯リサイクルプラントにて処理した後の口金部分については、アルミ、鉄、銅、真鍮、ガラスなどの数種類の物質の混合体であり、最も構成質量の大きいアルミとして売却されることが多い。アルミ缶などの純度の高いアルミについては、■■■■円/kg程度で取引されているようだが、蛍光灯の口金部分については、ガラス他の異物が付着していることから■■■■円程度の査定となっている。また、■■■■を理由に取引を敬遠する業者も存在するようである。また、磁選機により採取されて鉄については■■■■円/kg程度で買い取りが行われている。

本調査においては、クアラルンプール近郊のリサイクル業者にプラント処理後のサンプルを持ち込み、買い取りの可否及び買い取り価格についての聞き取りを行った。

まず、プラント設置候補地であるクアラルンプール近郊において、金属を扱うリサイクル業者が集まるエリアがあり、工場外にアルミ缶を吊るすという特徴的な外見の建物を多く見ることが出来た(下記、写真参照)。プラントから買い取り業者までの距離的な問題は、ガラスの場合と異ならないものと思われる。



図：アルミ缶をつるしたスクラップディーラー及びその店内。金属のみを取り出し、種類ごとにまとめて売却している。



図：写真左は回収したケーブル（中から銅線を取り出す）、写真右は加工工場から出たスクラップ銅。

聞き取りを行った業者から示された買い取り価格を平均すると、口金のアルミ部分については5 マレーシア・リングgit/kg であり、日本の [REDACTED] の価格の提示がなされた。しかし、何れのリサイクル業者においても、他の付着物のないアルミニウム部分のみでの取引が求められた。マレーシア国において廃蛍光灯類から生じる金属部分のリサイクルを行う場合には、プラントにて口金部分からアルミ以外の異物の除去を手作業にて行うか、異物の混合を許容するリサイクル業者の開拓が必要となるものと思われる。

アルミ以外についても、鉄、銅線、タングステンなど蛍光灯及び水銀灯に用いられる金属類の買い取りは、聞き取りを行った業者の何れも買い取りを行っていることから、廃蛍光灯類から生じる金属部分のリサイクルの可能性は大きいと考えられる。また、水銀の除去の程度については、特段の指摘を受けることがなかったことから、蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）のみの処理で足りるとの印象を受けた。

以下、SSS 式蛍光灯リサイクルプラントでの処理後のプラスチック及び金属部分のサンプルをリサイクル事業者実際に持ち込み、買取の可否及び価格について聞き取り調査を行った。

<RJM METAL 社>

- ・プラスチック部分：電極部分の金属が外されていない状態では買い取り不可。外されている場合には0～5 マレーシア・リングット/kg で買い取り可能。
- ・直管型口金部分もアルミニウム部分のみであれば買取可能。4.5 マレーシア・リングット/kg
- ・鉄は 0.7 マレーシア・リングット/kg
- ・銅は日々変動するがおおよそ 20 マレーシア・リングット/kg
- ・被膜付き銅線は 3.5 マレーシア・リングット/kg

<SPM ASIA Sdn. Bhd.>

- ・直管型口金部分もアルミニウム部分のみであれば買取可能。5.4 マレーシア・リングット/kg (5,400 マレーシア・リングット/トン)
- ・真鍮は 4,000USD/t(1,200 マレーシア・リングット/トン)
- ・タングステンは 13,000USD/トン (銅との選別が出来ていなければ買取不可)、タングステンについては純度の高いものであればより高い値付け可能とのこと。

<PERNIAGAAN LOGAM DAARSHINI >

- ・直管型口金部分もアルミニウム部分のみであれば買い取り可能。4.8 マレーシア・リングット/kg
- ・プラスチックはその種類により買い取りの可否及び価格が異なる。ファイバープラスチックは買取できない。プラスチックボトルなど柔らかいものや、そこからリサイクルされたもの（アウトドア用の椅子等）は買い取り可能。

4 現地政府・企業等との連携構築

4-1 関係する現地政府・事業者の概要

蛍光灯類・HID ランプの回収、処理・処分に関連する主なステークホルダーの一覧を以下に示す。

DOE (天然資源省環境局) 有害物質課	有害物質に関することを所轄する。蛍光灯類・HID ランプは水銀を含有するため、その処理・処分をする事業者は SW109 のライセンスを取得する必要がある。DOE がライセンスを発行している。
JPSPN (福祉・住宅・地方政府省固形廃棄物管理局)	蛍光灯類は一般家庭・事業者からも排出されるものの、今のところマレーシアには規制がないため、一般ごみとして処分されていることが懸念される。規制をかけるなど、排出源からの分別回収を促すことが出来るのは、一般ごみの管理の国レベルの所轄機関である JPSPN である。
蛍光灯メーカー	マレーシアでは、フィリップス社、オスラム社、GE 社製の蛍光灯が過半数を占める。マレーシア国内には、蛍光灯製造工場はない。
HID ランプメーカー	HID ランプは、Novabrite 社が国内 (及びアセアン地域で) 唯一のメーカーである。工場はシャーアラム (クアラルンプール近郊) にある。
地方自治体 : ペタリンジャヤ市	一般ごみ管理の実施主体は地方自治体にあり、その他に街灯の管理も所轄している。スバンジャヤ市は廃蛍光灯の回収をすでに行っており、ペタリンジャヤ市は環境意識が高い。
アラム・フローラ社 (大手廃棄物収集運搬事業者)	州政府の選択によっては、アラム・フローラ社のような地域独占を国 (JPSPN) から許可された廃棄物収集・運搬業者が、地方自治体がこれまで行ってきた一般ごみの収集・運搬を行っている。首都クアラルンプール市は連邦直轄領で、アラム・フローラ社が一般ごみ管理を行っている。
Waste Management Association of Malaysia (廃棄物収集運搬事業者協会)	廃棄物収集運搬事業者の団体。
TEEAM (電子・電気照明器具関連業界団体・1007 社の会員企業からなる)	蛍光管・CFL の回収キャンペーンを行っている。
クオリティ・アラム社	有害廃棄物の処理・処分業者、国から最終処分の独占権を与えられている。
HITEC 社など事業系廃棄物管理業者	事業系の非有害廃棄物の管理業者。IPC ショッピング

	ングモールでは、リサイクルセンターの管理及びモール内から出る事業者からの廃蛍光灯を収集、破碎処理し、クオリティ・アラム社に処理委託している。
FRF (Full Recovery Facility)	E-waste など、有害廃棄物を含む物質をリサイクル目的のため中間処理をする業者。

4-2 想定される政府・企業間関係図（秘）

想定されるステークホルダー関係図を以下に示した。点線は今後の可能性を示している。政府機関（DOE 及び JPSPN）は、規制の実施をする機関で、実際の廃蛍光灯類の処理処分を行うのは民間企業である FRF 及びクオリティ・アラム社である。したがって、SSS 式蛍光灯リサイクルプラントを設置するのも FRF またはクオリティ・アラム社となることを想定している。

（社外秘の為、非公表）

回収システムは、排出形態毎に分けられるものと考えられる。第 2 章でもその可能性を示したとおり以下の三者に大別される。

①蛍光灯類の大口排出者：工場など FRF やクオリティ・アラム社へ搬入している既存の排出者（業者）及びホテルや病院、オフィスビル、政府機関など新規の大口排出者）

②蛍光灯類の小口排出者：一般家庭、小規模事業者など、1 回の排出量が少ないものの、分散しているため、一般ごみの収集ルートにのせる、あるいは回収拠点をもうけるなど分別回収を促進する対象者

③HID ランプの消費者/排出者：HID ランプは一般家庭での使用はほとんどなく、広場や道路、スポーツ施設などの公共施設、工場、屋内商業スペースなどの事業者の施設での使用が主である。なお、蛍光灯類のガラスと HID ランプのガラスは、成分が異なることか

ら分別して回収すべきである。

4-3 本邦研修（マレーシアでの導入可能性の協議機会）

一般財団法人日本環境衛生センターの主催により、我が国循環産業海外展開事業化促進を目的とした研修事業「平成26年度我が国循環産業海外展開事業化促進のための研修」が実施された。

同研修事業では、実施期間中の2日間についてはFS事業者が調査対象事業の現地関係者に対して独自に研修・見学プログラムを策定することが可能であったため、この機会にマレーシアから関係者を招聘し、日本における蛍光灯リサイクル事業の現場を見学してもらい、マレーシアでの導入可能性や課題等についての協議を行うことを計画した。

招聘する研修員の選定にあたっては、マレーシアにおける蛍光灯リサイクル事業の開始にあたり有害廃棄物を所管し、政策、規制の策定・実施者として重要な役割を占め、FRF事業者や収集運搬業者への影響力も大きいと考えられることから、天然資源環境省有害廃棄物課（DOE）との関係構築が不可欠であるとの観点から同課からの参加を打診した。

2014年12月14日から20日の間に同研修事業プログラムCが実施されたが、同プログラムにおいてDOEから2名を招聘し、研修を実施することができた。なお、DOE有害物質課とは、JICA調査事業実施以来合計3回にわたり現地にて協議を行っており、同国における廃家電に対する規制策定の動きを中心に、今後も情報交換を行っていく予定である。

以下では、12月17日、18日の二日間にわたり実施されたFS事業者独自の研修プログラムの内容について記す。

研修員

氏名	所属・役職
MOHD FAIZAL BIN AB JALIL	Deputy Director
MOHD ROSLI BIN MOHD NOR	Assistant Director

同行者

氏名	所属・役職
中島 雄介	日本蛍光灯リサイクル株式会社企画室室長
青木 裕子	国際航業株式会社海外事業部都市環境部 コンサルタント
山口 唯観	通訳

12月17日

10:16	東京発		
13:00	渋川市役所	群馬県渋川市石原 80番地	渋川市役所本庁舎エントランスに設置されている廃蛍光灯回収ボックスをはじめとする

			リサイクル資源の回収方法を見学した。
14 : 00	北関東蛍光灯 リサイクルセンター	群馬県渋川市上白井 2523-45	SSS 式蛍光灯リサイクルプラントを導入している処理工場を訪問し、搬入から処理前の保管、プラントにおける処理工程という一連の流れを、実演をまじえて見学した。
17 : 30	東京着		

写真：渋川市役所エントランスにおける使用済み蛍光灯回収ボックスの見学



写真：北関東蛍光灯リサイクルセンター見学



12月18日

10:00	有明興業株式会社 若洲本社及び工場	東京都江東区若洲 二丁目8番25号	産業廃棄物処理施設を見学し、廃棄物を利用した固形燃料及び工業原料の製造及び販売などリサイクルの現状について研修を受けた。
15:00	有限会社飯室商店	神奈川県綾瀬市 早川 2605-47	前日に訪問した北関東蛍光灯リサイクルセンターが、処理後のガラス等を納入している事業者の本社及び工場を訪問し、廃蛍光灯類から生じるガラスを含むガラスのリサイクル全般について研修を受けた。

写真：有明興業若洲本社及び工場見学



写真：飯室商店本社及び工場見学



DOE とは、平成 25 年度外務省政府開発援助海外経済協力事業（本邦技術活用等途上国支援推進事業）委託費による案件化調査以来、本調査事業における現地調査を含めて 3 回

にわたり協議を行ってきたが、今回の研修において初めて SSS 式蛍光灯リサイクルプラント及びその実際の稼働状況を視察していただくことができた。

施設見学後の協議においては、研修員から処理前後の対象廃棄物の保管方法や規制、作業員の業務内容、プラントのランニングコストなどについて多くの質問がなされ、マレーシア国における蛍光灯リサイクル事業の実現について、より具体的なイメージを持っていただけたものと思われる。

また、二日目に処理後のガラスカレットの納入先事業者を訪問することが出来たため、研修員には、廃蛍光灯類から生じるガラスがどのようにリサイクルされているかについて時系列に沿うかたちでフローを実感していただけたものと思われ、マレーシア国における蛍光灯リサイクル事業に向けた有意義な場になったものと思われる。あわせて同事業者からは、廃蛍光灯類から生じるガラスに留まらずガラスリサイクルについての専門的な技術、現状や展望についての話しを聞くことができた。

さらに同研修事業プログラム C の最終日に、参加者全員により行われた取りまとめディスカッションに、研修に同行した中島と青木も出席することができ、DOE 局長及び有害物質課課長とも同国における廃家電に対する規制策定の動きを中心に、今後も情報交換を行っていく予定である。

5 実現可能性の評価

5-1 事業採算性

1) プラント運搬・設置費用・関税

現地調査時訪問先からのヒアリング内容、国内調査（各種文献、ウェブサイト等）から、実現可能性の検証に際して、プラント運搬・設置費用・関税については、以下の数値を用いることとする。

プラント運搬費用

PLAN-A : 210,000 マレーシア・リングgit

PLAN-B : 240,000 マレーシア・リングgit

PLAN-C : 270,000 マレーシア・リングgit

※輸送事業者による見積もりをもとに算出した。

プラント設置費用

1,540 マレーシア・リングgit

※2011年の在マレーシア日系企業の平均賃金水準（第27回 JACTIM 賃金実態調査）「技術者・メンテナンス」1,831 マレーシア・リングgitを25日で除し日当を算出、これに想定作業日数の7日間及び想定人数の3人を乗じ算出した。

関税

マレーシアへの機械類（HSコード：8479）の輸出に際しては、一般協定上及び日本マレーシア経済連携協定上、無税となっていることを確認した

※マレーシア貿易開発公社東京事務所を通じて確認した。

2) 設置候補地の地代家賃、作業員人件費、光熱費、消耗品費

現地調査時訪問先からのヒアリング内容、国内調査（各種文献、ウェブサイト等）から、実現可能性の検証に際して、設置候補地の地代家賃、作業員人件費、光熱費、消耗品費については、以下の数値を用いることとする。

設置候補地の地代家賃

PLAN-A : 9,684 マレーシア・リングgit 約 600 m² (6,456ft²)

PLAN-B : 16,140 マレーシア・リングgit 約 1,000 m² (10,760ft²)

PLAN-C : 24,210 マレーシア・リングgit 約 1,500 m² (16,140ft²)

上記は、PUM 社、マレーシア日本人商工会議所からのヒアリング内容や、第22回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較（ジェトロ 2012年4月）等を参

考に、建物付き工場の賃貸料を1平方フィートあたり1.5マレーシア・リングットと仮定し算出した。

作業員人件費

技術者・メンテナンス：1,831マレーシア・リングット

現場作業員：1,110マレーシア・リングット

事務員：1,761マレーシア・リングット

上記は、PUM社、マレーシア日本人商工会議所からのヒアリング内容や、2011年の在マレーシア日系企業の平均賃金水準（第27回JACTIM賃金実態調査）の数字をもとに仮定した。

光熱費

業務用電気料金：月額基本料金600マレーシア・リングット、1kWhあたり0.288マレーシア・リングット、テナガ・ナショナル社

業務用ガス料金：月額基本料金600マレーシア・リングット 1MMBtuあたり10マレーシア・リングット(1m³あたり0.4マレーシア・リングット)、ガス・マレーシア社

上記は、第22回アジア・オセアニア主要都市・地域の投資関連コスト比較（ジェットロ2012年4月）等を参考に仮定した。

消耗品費

SSS式蛍光灯リサイクルプラントを稼働することにより、交換が必要となる消耗品としては、破砕機のブレード部分、ドラムリフターのチェーン部分、集塵機の活性炭などが挙げられる。交換の頻度については、プラントの稼働率、使用態様、プラント導入事業者の意向に大きく左右されるため、あくまでも概算の数字とならざるを得ない。

また、これらの部品については、現地調達も可能とは思われるが、今回の現地調査において具体的な事業者の開拓にまでは至らなかった。そこで実現可能性の検証にあたっては、日本国内で要する概算の費用を用いることとする。

3) 排出者から徴収する処理料金額見込み、リサイクル原料売却額見込み、プラント処理後残渣処理費用見込み

現地調査時訪問先からのヒアリング内容、国内調査（各種文献、ウェブサイト等）から、実現可能性の検証に際して、排出者から徴収する処理料金額見込み、リサイクル原料売却額見込み、プラント処理後残渣処理費用見込みについては、以下の数値を用いる。

排出者から徴収する処理料金額見込み

マレーシアにおいて、排出者が月間、年間で廃棄物の処理についてどの程度の費用を一般に支出しているかについて、現地調査時の訪問先にてヒアリングを行ったが、個別の会社の経理上の数字に関わることであり、具体的な情報を得ることはできなかった。日本人

商工会議所（JACTIM）に対して、会員企業への聞き取り等も打診したが、同様に個別の会社の経理上の数字に関わることが理由かと思われるが、具体的な情報を得ることはできなかった。

リサイクル原料売却額見込み

ガラス（蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）及びマーチ 21 処理後）：150 マレーシア・リンギット/トン

ガラス（蛍光粉分離ミキサー（セパレーター）処理後）：35 マレーシア・リンギット/トン

口金アルミニウム部分：5 マレーシア・リンギット/kg

プラント処理後残渣処理費用見込み

蛍光粉及びスクラバー水：3,700 マレーシア・リンギット/トン

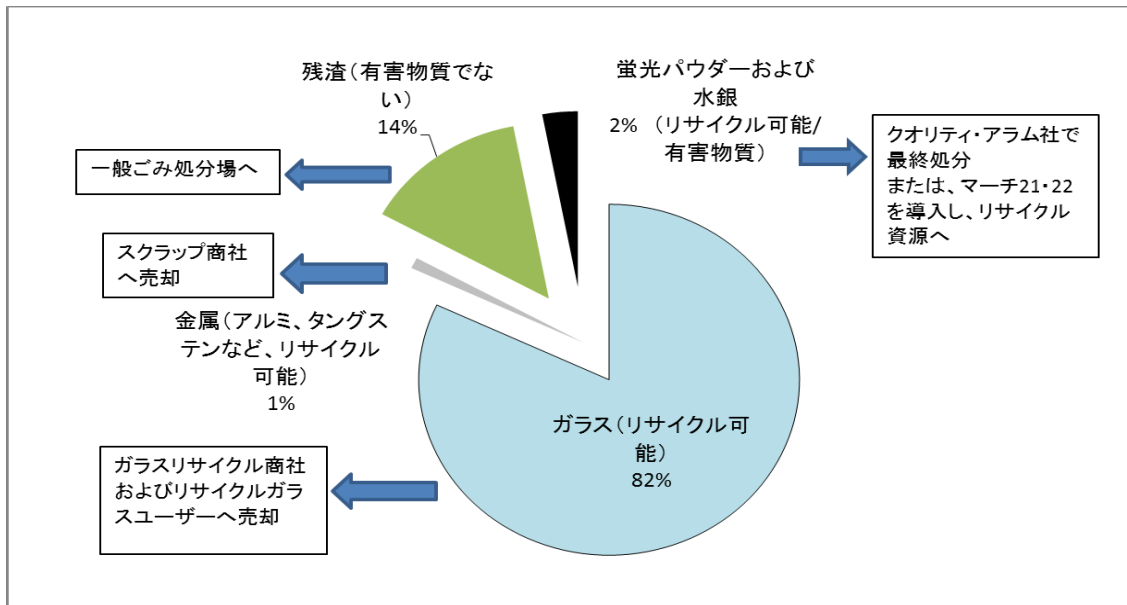
蛍光粉及びスクラバー水以外の処理後残渣：600 マレーシア・リンギット/トン

蛍光粉及びスクラバー水処理費用は水銀が付着、含有していることから、クオリティ・アラム社におけるコンクリート固化、管理型処分場への埋め立て料金を参考とした。蛍光粉及びスクラバー水以外の残渣処理費用については、個別の成分分析を必要とするが、今回は日本における安定型処分場に埋め立てる際の費用等を参考に設定した。

5-2 環境負荷削減効果

5-2-1 水銀の排出量の激減

現状は、年間約 550kg、これに HID ランプの消費量から推計される水銀量²⁶を含めれば相当量の水銀が環境中に放出されている状態である。また、クオリティ・アラム社へ持ち込まれる廃蛍光灯類は、全量が（100%）水銀含有廃棄物として、破碎後セメント固化され、安定型処分場に廃棄されている。SSS 式プラントの導入による環境負荷削減効果は以下のとおりである。



図：SSS 式プラントで処理後の各物質の組成

SSS 式プラントで処理後は、リサイクル可能資源が 83%強となり、プラントの構造上、破碎過程でのロス（ガラスを金属の刃で砕くという単純な仕組みであるため、1割のロスが出ることを前提としている）が出るものの、有害でない残渣が約 14%生じる（リサイクルには適さないが有害物質を含まないため、一般ごみとして処分できる）。したがって、これまで全量を有害廃棄物として処分していることからその処分量を 97%削減できることになる。水銀を含む蛍光パウダーが 3%（厳密には 2.004%だが 2%強として計算）で、これが最終的に有害廃棄物としてクオリティ・アラム社で処分しなければならない廃棄物量となるが、マーチ 21 やマーチ 22 を設備に加えれば蛍光パウダーや水銀のリサイクルも可能となり、有害廃棄物はゼロとなる。

5-2-2 ガラス資源の有効活用の重要性

取り出される重量比 92%のガラスについては、上述のとおりガラスユーザーにとっては重要な資源で、特に「リサイクルガラスの使用＝省エネ」となる。ガラスをバージン資源から製造するよりエネルギー使用量の削減効果があきらかで、製造コスト削減にもつながる。リサイクル資源は、他の物質が混ざっていないものが最も利用価値が高く、かつ価格

²⁶ 例えば、400W タイプの水銀灯は約 280g/個であるが、水銀は重量比で 0.02%である。蛍光管（36W タイプ/200g/個）では同 0.004%であり、5 倍の差がある。

にも反映されるが、製造工程（SSS 式プラントでの処理工程）では、他の物質が混じらず、かつ加工のしやすいガラスカレットとして取り出されることから、上述のリサイクルガラス商社 PUM によれば「A グレード」として取引されうる。

5-3 社会的受容性

蛍光灯類の分別回収や処理に関する規制の策定進捗状況は、上述のとおり現在進行中である。廃蛍光灯類が有害廃棄物であることについての市民の意識については、マレーシア電気電子機器協会（The Electrical and Electronics Association of Malaysia、TEEAM）は、UNEP の Global Environment Facility - Small Grant Program（GEF-SGP）より資金を獲得し、2013 年より CFL（Compact Fluorescent Lamp）の回収キャンペーンを実施している。当初は CFL に回収品目を絞っており、その理由としては、①まず CFL を含む蛍光灯に水銀が含まれており、そのまま廃棄すれば環境汚染を引き起こすということを知ってもらうこと（意識啓発）②CFL は（マレーシアでは使用が禁止となった）白熱電球に代わり普及が著しいこと、③蛍光管に比べてガラス部分が丈夫であるため、回収ボックスまでの持込みが比較的容易、かつ回収ボックス内での破損の危険性が低いため、である。クアラルンプール及びその近郊で、啓蒙活動を行っており、CFL 回収ボックスの設置箇所はショッピングモールや自治会集会所、自然保護団体事務所やメンバー企業の電気店など全国 26 ヶ所におよぶ。2014 年以降は、蛍光管の回収キャンペーンも始めている。回収した CFL や蛍光管は、運搬委託業者をつうじてクオリティ・アラム社で最終処分されている。



図：TEEAM が作成した、蛍光管・CFL 回収ボックス。駅のプラットフォームなど半屋外に設置する場合には、これにアクリルのカバーを装着する。蛍光管・CFL は購入時のボール紙ケースに入れてこの回収ボックスに入れることを想定しているが、そのまま入れても破損がないようにするため、ボックス内の仕切りの大きさが工夫されている。

また、下記のショッピングモールでは、ショッピングモールからの使用済み蛍光灯が回収されている。このショッピングモールでは、住民の環境意識啓発のため、リサイクルセンターが設置されている（下図参照）。



図：大型ショッピングセンター（IPC モール）内にあるリサイクルセンター。
一般住民はここに古紙、缶、ペットボトルを持ち込み、重量に応じて売却することが出来る。

回収されたリサイクル資源は、店舗からのものが圧倒的に多いものの、住民にもよく知られており、買い物ついでにリサイクル資源を持ち込んでいる。古新聞紙など、かさばるものも気軽に持ち込めるよう、自動車でのアクセスがしやすいよう屋内駐車場の一角にリサイクルセンターが一致している。

廃蛍光灯については、ショッピングモール内に設置されていたもののみで、一般住民から回収されたものではない。このショッピングモールには IKEA があるが、IKEA の環境ポリシーから、IKEA 内には CFL の回収ボックスが設置されていた。



図：リサイクルセンター倉庫内の一角にある、廃蛍光灯が保管スペース（写真左）。

このショッピングモールの廃棄物管理を請け負っている HITECH 社が、リサイクルセンター、廃蛍光灯の管理を行っている。同社が購入した破碎機も Bulbeater であるが（上記写真左）、クオリティ・アラム社、TEXCYCLE 社に比して、新しい型のものである。廃蛍光灯は定期的に破碎処理され、クオリティ・アラム社に処分委託されている。

上述のとおり、ショッピングモールは廃蛍光灯類の大口排出者であり、すでに自主的な取り組みを行っているところもあり、評価できる。一般住民への蛍光灯類の適正処理への理解に対する働きかけは、始まったばかりといえるが、小規模ながらも様々な自主的な試みが行われている。

なお、マレーシア国の水銀に関する水俣条約への対応状況については、所轄は環境天然資源省、外務省と首相府であるが、DOE は関連する事項について書類等の準備を行っている。

5-4 実現可能性の評価

マレーシア国における蛍光灯リサイクル事業の実現可能性を評価するにあたり、本項では同事業の採算性を検証していく。現地調査及び国内調査の結果から財務・経済分析に用いる前提条件を以下のように設定した。

項目	前提条件	備考
処理対象廃棄物	40W 直管型蛍光灯	250g/本
廃棄物処理量	5年度目に稼働率5割	回収量に拠る
処理料金	3,000 マレーシア・リングgit/t	KA社の処理料金の8割
リサイクル率	PLAN-A:1% PLAN-B:83% PLAN-C:83%	口金アルミニウム:1% ガラス:82% ※ガラスは1割のロス想定
金属売却価格	5 マレーシア・リングgit/kg	口金アルミニウム部分
ガラス売却価格	①150 マレーシア・リングgit/t ②35 マレーシア・リングgit/t	マーチ21処理①あり②なし
地代家賃	1.5 マレーシア・リングgit/1平方フィート	工場賃借の場合
人件費	技術者・メンテナンス:1,831 マレーシア・リングgit/月 事務員:1,761 マレーシア・リングgit/月 現場作業員:1,110 マレーシア・リングgit/月	
電気代	月額基本料金 600 マレーシア・リングgit、1kWhあたり 0.288 マレーシア・リングgit	テナガ・ナショナル社
電気使用量	PLAN-A:15.75kw/h PLAN-B:25kw/h PLAN-C:53.3kw/h	
ガス代	月額基本料金 600 マレーシア・リングgit 1 m ³ あたり 0.4 マレーシア・リングgit	ガス・マレーシア社
ガス使用量	PLAN-C:3 m ³ /h	
消耗品費	国内価格の [] に設定	破碎機のブレード、集塵機の活性炭の交換費用等
残渣処理費用	①3,700 マレーシア・リングgit/t ②600 マレーシア・リングgit/t	①蛍光粉及びスクラバー水 ②蛍光粉及びスクラバー水以外の処理後残渣

処理対象廃棄物としては、事業系を中心に最も一般的に使用されていると思われる直管

型蛍光灯 40W（1 本当たりの重量は約 250g）タイプを想定した。HID ランプについては廃蛍光灯に比べ年間の使用量や廃棄量、回収量についての確かな情報が不足していることから処理対象廃棄物からは除外した。

想定廃棄物処理量は、事業開始から 5 年度目に稼働率 50%となることとした。この数値は処理対象廃棄物の回収量、他の形状の蛍光灯や HID ランプの回収が加われば想定より上昇する。

排出者から徴収する処理委託料金については、KA 社の処理委託料金である 3,700 マレーシア・リングgit/トンから約 2 割ディスカウントした 3,000 マレーシア・リングgit/トンと設定し、排出予定者の SSS 式蛍光灯リサイクルプラントへの処理委託を促進する。

リサイクル率について、重量構成比で約 9 割を占めるガラスについては、破碎過程でリサイクルに適さない微細なガラスが約 1 割生じることを想定し設定した。

以上の条件をもとに、1-1-1 事業規模において策定した 3 つのプラント設備構成の事業採算性を検証する。

PLAN-A

プラント価格: (非公表)

輸送費用: 210,000 マレーシア・リングgit

設置費用: 1,540 マレーシア・リングgit

初期費用合計: (非公表)

(社外秘のため非公表)

PLAN-B

プラント価格: (非公表)

輸送費用: 240,000 マレーシア・リングgit

設置費用: 1,540 マレーシア・リングgit

初期費用合計: (非公表)

(社外秘のため非公表)

PLAN-C

プラント価格:非公表

輸送費用: 270,000 マレーシア・リンギット

設置費用: 1,540 マレーシア・リンギット

初期費用合計: 非公表

(社外秘のため非公表)

上述の前提条件に基づき、各プランの5か年の営業利益段階での収支状況は以上のとおりである。

まず、PLAN-A 及び PLAN-B については、事業開始後 ■■■■年という比較的短期間にプラント導入コストに見合う営業利益を得ることができると考えられる。

一方、PLAN-C については、導入設備費用が他のプランと比較し高額であることから、■■年度以降プラント稼働率 50%を維持した場合で ■■年後にはプラント導入コストに見合う営業利益が確保できるものと想定される。同プランについても、PLAN-B に比べ水銀除去を高いレベルで行っていることから、排出者から徴収する処理料金及び原料売却価格を高く設定することなどにより営業利益の拡大を図ることが出来るものと思われる。

以上から、マレーシア国における蛍光灯リサイクル事業につき、策定した3つのプランの実現可能性は肯定できるものと思われる。

6 海外展開計画案の見直し

本章では、マレーシア国における蛍光灯リサイクル事業の実現可能性を向上させるための課題を整理し、その解決のための行政施策等を検討し、その上で事業の開始にあたり実現可能性の認められる3つのプランの内、何れのプランを選択することが最も適切か、また、同プランを遂行する際の課題や今後の展望等について述べる。

6-1 実現可能性向上に向けての課題

上記 5-4 実現可能性の評価において示したように、マレーシア国における蛍光灯リサイクル事業につき、策定した3つのプランの実現可能性は何れも肯定できるものと思われるが、以下にその実現可能性を向上させるための課題をまとめる。

- ① 廃蛍光灯及び HID ランプについての回収制度の未確立
- ② HID ランプの使用、回収、処理・処分についての情報の不足
- ③ 処理費用の設定及び徴収

6-2 行政施策・課題解決策について

上記 3 点の課題の解決に資すると思われる行政施策・課題解決策について以下にまとめる。

①については、事業者からの排出分については DOE による廃蛍光灯・HID ランプに特化した回収制度についての規制策定、家庭からの排出分については DOE と JPSPN による「2+1」回収制度の本格的な開始及び同制度の廃蛍光灯・HID ランプへの適用である。

②について、HID ランプの使用、回収、処理・処分についての追加的な調査の実施である。HID ランプは蛍光灯と比較し封入されている水銀量が多く適正処理の必要性も高い。一方で蛍光灯と比較し1個当たりの重量が重いため、排出者から多くの処理料金を徴収でき事業性が向上する可能性も秘めている。

③については、処理費用の設定を目的としたパイロット事業の実施である。廃蛍光灯・HID ランプの廃棄にあたり、主に大口排出者がどの程度まで費用負担をすることが出来るかについての実証実験を行うことが考えられる。そして、この排出者が負担する処理費用を低減させるため、製造・販売者を巻き込んだ拡大生産者責任制度の導入も検討すべきと考えられる。

6-3 事業開始時におけるプランの選択

現在、廃蛍光灯について特別の回収制度を持たないマレーシア国において、蛍光灯のリサイクル事業を開始するにあたっては、回収量の確保が課題である。KA 社における近年の回収量は年間 200 トン前後を推移していることからすれば、想定回収量については PLAN-A の数値が3つのプランの内最も現実的なものといえる。

また、リサイクル原料としてのガラスの売却にあたっては、現時点では月間数百トンの納入を買い取り業者からは示されている。日本国内においてそれ程のボリュームを要求さ

れることがないのは、買い取り業者である中間処理業者が多くの取引先を持っていることが理由だと思われる。ガラスリサイクル市場が日本ほど大きくないマレーシア国においては、中間処理業者自身の事業採算性の点から、1社からの納入量がより大きく設定されているものと思われる。リサイクル原料としてのガラスカレットの売却にあたっての必要最低搬入量については、買い取り業者との交渉が必要な事項であり、この交渉は蛍光灯リサイクル事業の開始段階ではなく、事業開始後ある程度回収の実績が積みあがった段階にて行うことが妥当と思われる。SSS 式蛍光灯リサイクルプラントは、各設備が独立していることから、実施するリサイクルフローに合わせて設備を追加することができる。

以上から、マレーシアにおける事業開始時点においては、PLAN-A を選択することが最も適切であると考えられる。同プランにおいてはリサイクル可能なのは口金部分のアルミニウムのみではあるが、蛍光粉分離ミキサーにより大部分の水銀を除去することができ、コンクリート固化し管理型処分場で最終処分する量を大幅に削減することができる。同プランにて事業を開始し、回収量の確保が進んだ段階にて、中長期的に PLAN-B あるいは PLAN-C におけるプラントへ移行し、ガラス部分のリサイクルを実現する、という進め方が最も適切と思われる。

6-4 今後の展望・課題について

今後の展望について、上述の3つのプラン何れについても HID ランプの処理量を加味していない。HID ランプは蛍光灯と比べ封入されている水銀量が多いため適正処理の必要性は高い。また、そのほとんどが公共施設や大規模な商業施設等で使用されているものと思われ、排出者は限定されることから、効果的な回収制度の構築がなされればまとまった量の確保が見込める。マレーシア国における HID ランプの生産や使用状況、廃棄物としての処理状況については、今後さらなる調査が必要と思われる。

同国の FRF 運営事業者である（非公表）は蛍光灯リサイクル事業につき関心を持っており、プラントの購入について継続的に交渉を行ってきた。現段階では先方とプラントの価格面で折り合いがつかないが、低価格化の検討を行っていき、今後も販売に向けた提案を行っていくことを考えている。同時にパイロットプラントの資金に充てるため提案可能な補助金スキーム等の情報収集に努めることとする。

事業実施体制について、日本国内においては 2014 年 10 月に（非公表）に本社がある商社と海外向けプラント販売について代理店契約を締結し、同社ウェブサイトにて海外向けにプラントの紹介を行っていくことになっている。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

議事録 1
2014年8月11日(月) 14時40分～15時10分
於 PGF Insulation Sdn.Bhd. KL Office
先方: Ms. Selyn Lee (General Manager Domestic Sales)
当方: 中島、青木、Theng
議事メモ
<ul style="list-style-type: none">・PGF Insulation Sdn. Bhd. はマレーシア国内で唯一のグラスウールメーカーである(断熱材 insulation を製造しているメーカーはもう1社(ロックウール)があるが、グラスウールは製造していない)。本社機能、R&D 機能、原料調達及び製造工場はペナンにあり KL Office は営業拠点である。・正確な数字ではないが、12,000トン/年のグラスウールの売り上げがある。・製品はマレーシア国内に留まらず、オーストラリアや他の東南アジア諸国にも輸出している。日本にも EcoWool (リサイクルガラスからのグラスウール) ではないが輸出している製品がある。・調査団は、原料をアメリカから輸入しているとの情報を得ていたため、これを確認したところ、地元からも調達しているとのことであった。ただし Ms. Selyn Lee は営業部門の担当者であるため、原料としてリサイクルガラスを使用しているのか等については、ペナンの本社や工場に確認しないと詳細はわからないとのことであった (PGF Insulation 社のホームページでは EcoWool に関してはリサイクルガラスカレットが使用されているようである¹)。蛍光灯からの廃ガラスについては、受入れ可能かどうかは、ペナン本社に確認しなければわからないとのことであった。・原料の国内調達については、selective (何ガラスか、組成等、注意深く選定している) である。・マレーシアにおけるグラスウールの需要の動向について尋ねたところ、政府のグリーン調達、グリーンインデックスや自動車部品としての利用などの影響により、堅調であるとのことであった。・JFR のプラント処理後のガラスカレット (マーチ 21 処理後) をサンプルとして提供した。原料として利用が可能かをペナンの担当部署に尋ねてみるとのことであった。・製品パンフレットとグラスウールのサンプルの提供を受けた。

¹ <http://www.ecowool.com.my/ecowool.aspx>

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

議事録 2
2014年8月11日(月) 16時10分～17時15分
於 Philips Malaysia Sdn. Berhad
先方: Kittie Lim (Supply Chain Manager)
当方: 中島、青木、Theng
議事メモ
<ul style="list-style-type: none">・照明器具についてマレーシア国内におけるフィリップスのマーケットシェアは、蛍光灯、水銀灯、LED 照明等全てを含めた場合には 25～30%程度である。その内直管型蛍光灯に限って言えば 50%を越える。・フィリップス、オスラム、GE 社の 3 社で全体の約 70%を占めている。そのほかには、国内メーカー (pensonic など) や小規模な輸入などで占められる。・マレーシア国内では生産は行っていない。直管型はインドネシア (60%)、タイ (40%) にて、CFL、水銀灯は中国にて生産している。・直近の販売額総計 (蛍光灯、水銀灯、LED 含む) は 2 億 2 千万リンギットである。・蛍光灯に含まれる水銀の量についての詳しいデータは持っていない (WEB 上で確認可能か)。・不良品や在庫処分品の処理は、処理業者に処理料金を支払って委託している。どのような処理を行っているかにつき詳細は把握していない。ダンプサイトで野ざらしなど不適正な処理がなされている可能性は否定できない。・不良品や在庫処分については、オスラム、GE 社も同様の問題意識を持っているはずである。・マレーシアでは直管型 36W が最もよく使われている (全体の 90%を占めているとの発言があった)。・コンパクト形蛍光ランプでは 27W 型が最もよく使われている。・水銀の封入量について、販売国別に特段差異を設けていることはない。・リサイクルガラスが原料として使われているのか、また、不良品や使用済みの蛍光灯が生じるガラスを再度蛍光灯の原料とする「水平リサイクル」が行われているかについてはわからない。・蛍光灯の安全な廃棄方法についての一般向けの注意喚起や CSR プログラム、使用済み製品の販売店を通じての回収の取り組みなども特に行われてきてはいない。・水銀の封入量の削減については、仮に政府による規制が出来ればそれに従うことになる。・蛍光灯から LED への移行については着実に進みつつある。比率も以前は 7 : 3 程度だったものが現在は 5 : 5 程度までに至ったのではないだろうか。市場、顧客のニーズによるものであり、社の政策としていついつまでに LED に完全移行というような目標を定めているわけではない。・LED は蛍光灯に比して値段が高いため、住宅やオフィスの建設の際の導入にあたって

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

価格競争で負けてしまうため、直管型蛍光灯/CFL が導入されることが多い。一方で、LED の消費者からの LED の導入や切り替えについての要望や需要は高まりつつある。

- ・ある国営の高速道路灯 (Federal Highway) については、水銀灯から LED 照明への代替工事を国から直接請け負ったことがある。

- ・LED 照明のリサイクルについてはよくわからない。

- ・販売体制は、Philips Malaysia Sdn. Berhad を頂点に、6 つのディストリビューターが地区ごとに存在し、そのディストリビューターから卸売り (ホールセラー)、小売り (リテラー)、カスタマーショップなど様々な先に渡っていく。不良品についてはこの流れを逆流するかたちで返品処理を行っている (調査団としては、廃蛍光灯の回収についての規制の策定にあたり、この販売体制を利用し、各段階での義務を明確に定めることで効率的な回収が期待できるのではないかと期待を持った。) 廃蛍光灯の回収を念頭に置くなれば、ディストリビューター以下の各ステークホルダーの役割と責任を決めていけば、それに仕掛けていくことになるだろう。

- ・マレーシアでは白熱球 (フィラメント・バルブ) の使用は禁止されており、フィリップスも輸入を停止したが、小規模な国内企業が (秘密に) 輸入し続けている。白熱球の需要は以外と大きく、500,000pc/月といわれており、フィリップスはこのシェアを失ったことになる。おもに農村地域、マレー半島の東海岸沿いで需要がある。

- ・蛍光灯の製造はマレーシアではしていないが、Philips Illumina の工場がペナンにあり、LED のガラスチップを製造している。世界各地の Phillips の LED 製造工場に輸出されている。

- ・Osram は蛍光灯製造工場をペナンにもっている。

- ・Phillips (Malaysia) は、(Phillips) シンガポールの control 下であり、シンガポールの指示を受けて業務が行われている。

- ・Phillips の年間の照明部門の売り上げは 220million である。(照明のほかには、家電、医療機器の 3 部門がある)

- ・売り上げを把握していても、照明の販売量としては把握していない。貿易統計をみればマレーシア全体の数字を得られると思うが、(統計として数字はあるはずだが) 難しいだろう。しかし、印象として 70million 本/年というのは少ないと感じた。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

議事録 3
2014年8月12日(火) 10時00分~11時15分
於 Mines Wellness Hotel
先方: GREEN CITY TECHNOLOGY SDN BHD(以下、GCT社と省略する) Lee Wai Tuck(Managing Director), Chiew Chan Fatt(Director)
当方: 中島、青木、Theng
議事メモ
<ul style="list-style-type: none">・協議の冒頭で青木、Theng から本調査事業の目的及び概要を説明し、マレーシアにおけるガラスリサイクルについての情報提供を依頼した。・Lee Wai Tuck氏はIT関連の事業を行っているが、新規事業としてリサイクル関連の事業を開始した。GCT社は3年前からガラスリサイクルに関する事業に取り組もうとしている。・日本企業と、リサイクルガラスを原料とする軽石(スーパーソル)を製造するためのプラント及び製造したスーパーソルのマレーシアにおける販売権について契約し、事業化に向けて取り組んでいる。販売先の確保が課題であり、マレーシア国内で建設資材としての利用が促進されるよう公共事業省公共事業局(JKR)からオーソライズされるために同局と協議を行っている。・スーパーソル製造プラントの処理能力は24t/D。プラントの価格は2千万リンギット。プラントのサイズは、5,000平方フィート、高さ5-6mくらい(普通の工場のサイズ)とのこと。・プラント稼働に向けてリサイクルガラスの収集を開始している。9割は瓶ガラス。地元(ペナン)のリサイクラーから受け入れている(無償引き取り。GCTが収集を行う)。・リサイクルガラスの輸出入は行っていない。・ペナンには窓ガラスの製造者が存在し、不良品を受け入れている。・2年ほど前より、プラント稼働にむけてリサイクルガラスを集めて、倉庫にストックしている。・ペナンにおける同業者(ガラスリサイクル事業者)の存在についての情報はない。・スーパーソルの製造にあたって、水銀をはじめとする有害物質の混入についての規制や検査制度は特にない。・スーパーソルの製造プラントは各種ガラスが混合しても問題ないので、水銀を除去したガラスカレットを原料として受け入れること自体は技術的には問題ない。サイズや最低必要な入荷量も問わない。・蛍光灯から生じるガラスにつき現状では他のリサイクルガラス同様買い値は付けられない。プラントまでの輸送費を負担してもらえるのであれば受け入れは可能。・ペナンではなくクダ州の施設も利用可能である。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

議事録 4
2014年8月13日(水) 9時50分～11時30分
於 PUM 本社事務所
先方: Ng Yong Siong (Group Director), Azari Zaniat Abidin (Nippon Electric Glass (Malaysia) Sdn. Bhd. Manager)
当方: 中島、青木、Theng
議事メモ
<ul style="list-style-type: none"> ・PUMは①ガラスを熔融する際に用いる窯の製造、②シリカの採掘(マレーシアのガラスメーカーへ販売)、③ガラスリサイクル(リサイクルガラスからガラス製品のための原料製造)の3つをメインビジネスとしている。②は1965年ころ開始、マレー半島の東海岸で採掘を行っているが、観光地として開発されてきたため採掘しづらくなってきている。③は新規事業として5年程前から開始。 ・リサイクルガラスの受け入れはマレーシア国内のみならず、オーストラリア、ニュージーランド、台湾、韓国等からも輸入している。 ・受け入れるガラス製品の種類の比率はボトルガラス:50%、板ガラス30%、その他(LCDガラス(液晶ガラス))20%。 ・蛍光灯ガラスの受け入れは台湾とシンガポールから受け入れた経験がある。 ・台湾からのものについては、メーカーからの不良品と、リサイクルキャンペーンで回収されたもの。 ・乾式処理で水銀除去されたものであった。 ・コンスタントに月に50～100トンの入荷があった。 ・買取価格については、良質なものは50USD/t、混入物が多い粗悪なものは10USD程度か無償引き取り。 ・タイルメーカーに原料として出荷。 ・4～5年前に取引は停止(先方で新たな出荷先を見付けたようだ)。 ・シンガポールからのものについては、GLOBAL LAMP社からのもの。 ・月にジャンボバッグ3～8袋(※フレコンバッグのことであれば1袋は900kg程度)の入荷しかなく、月ごとの入荷数量の上下も大きかった。 ・混入物も多く、質が悪いことが多かった。特にタングステンの混入には悩まされた(小さくて分別できない)。 ・買値は付かず、40シンガポールドル/tの処理費をもらっていた。 ・処理後はタイルメーカーに売却していた。 ・1年程前に取引は終了。 ・オーストラリアの会社から蛍光灯ガラスの受け入れを打診されたが、粗悪なものであること、継続的に一定量の納入が見込めないため断った。 ・事業化が可能な納入のボリュームは月に500トンが目安(ほとんどの納入先が、300-500

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

トン/月の量を希望している)。またコンスタントの入荷されることが重要。

- ・ JFR プラントにて脱水銀したガラスカレットならば 150RM/t で買い取れるのではないか。

- ・ ガラスのリサイクル価格は、金属、プラスチック、紙に比べて大変低い。納入してくれるリサイクラーの数も少数である。

- ・ 一方で、シンガポールは回収制度がある程度確立している。レストランにボトルの回収ボックスを設置したりしている。

- ・ マレーシア国内でガラスボトルメーカーは 2 社ある (JB の OIBJC (3 色のガラス瓶をあつかっている) とクラン州 (透明ガラスのみ) に 1 社)、原料の輸入もしているようだ。

- ・ PUM の工場は週 6 日、1 日 10~11 時間稼働。工場労働者の賃金は 1,100RM/Month、フォークリフト操作者や SV クラスになるとさらに高くなる。稼働率は 40% (?) ほど。外国人労働者は、ネパール、ミャンマーから来ている。

- ・ 地元のマレー系の人間の雇用者数が定められているが、これを遵守することは難しい。

- ・ ペナンのポリグラス (Polyfiber) 社は取引先である、以前に窯を納入した。

- ・ 納入した窯のキャパシティは、35t/日。ガラスウールの製造は 1000t/月と聞いている。リサイクルガラスの原料は、FirstSolar (米) の Kulim にある工場から、おそらく無償で引き取っていると思われる。

- ・ タイで同業者を知っている。事業は大変順調なようだ。40,000/日を扱っている。必要であれば紹介できる。また、タイはガラスリサイクルを早くからはじめたこともあり、成功しているといえ、6 社ほど大手がいる。

- ・ PUM の工場の様子は、PUM cullet recycling で検索すると Youtube で見られる。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

議事録 5
2014年8月14日(木) 10時00分～11時10分
於 MINISTRY OF NATURAL RESOURCES&ENVIRONMENT DEPARTMENT OF ENVIRONMENT
先方：THAHIRAH KAMARULZAMAN(Principal Assistant Director)他1名
当方：中島、青木、Theng
議事メモ
<ul style="list-style-type: none">・協議の冒頭、青木、Theng から昨年実施した JICA 案件化調査の結果の概要、環境省調査事業の目的及び概要、前日までの訪問先との協議結果について報告を行った。・先方からは、廃家電についての規制（家電リサイクル法）策定については、各ステークホルダーとの協議（Mini Lab.）を継続し、検討を継続している。・8月18日からの週にステークホルダーを一同に集めた協議の開催が予定されている。また、その後 JICA 東京本部の担当者も来マシ協議を行う予定。それを受けて次のフェーズに進めるとを望んでいる。・JICA 本部が来週、E-waste プロジェクトのフェーズ 2 の協議のため来マする。蛍光灯を含めてプロジェクトを実施できるようにしたい。・現在想定している E-waste の回収方法は、E-waste Alliance を DOE の監視下で作り、Collectioncenter を設置することを考えている。場所は、HyperMarket など家庭からの回収をうながす。・Institution にも設置を考えており、来月には IMFU（首相府が資金供与しているマレーシア国内大学の連合組織）を活用する協議をする。・AlamFlora のような Solid Waste Concession も巻き込みたい。・まずは規制のフレームワークを作りたい。・DOE としては、廃家電についての規制に、現在予定されている 6 つのアイテム(TV, エアコン、冷蔵庫、PC、洗濯機、電子レンジと思われる)に廃蛍光灯とバッテリーを加えることも考えている。・FRF に多くの廃蛍光灯が集まらないのは、家庭から排出される廃蛍光灯をほとんど受け入れていないからだと思われる。・蛍光灯について製造者・販売者は 3 社（フィリップス、オスラム、GE）の占める割合が非常に大きい(70%程度か？利害関係を持つ会社数が少ないことを示す)。これは拡大製造者責任の制度を導入する際にスムーズに進められる要因となり得る。・蛍光灯の WasteFlow を知りたい、フローを捉えることでどこにどのように規制をかければよいかを見ることができる。・課題は収集システムの構築である。・蛍光パウダーの処理費用については KA 社が自由に設定できる。・土壌等の水銀濃度、含有量、溶出値についての規制につき資料を受領した。・製品について水銀含有規制については DOE の管轄ではない。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

- 「2+1」の回収システムについては、引き続き準備中と聞いている。
- 水銀条約への署名・批准については、直接の担当は、環境天然資源省、外務省と首相府であるが、DOEは関連する事項について書類等の準備を行っている。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

議事録 6
2014年8月15日（金） 10時00分～11時00分
於 マレーシア日本人商工会議所（JACTIM）
先方：久野幹太（事務局長）、黒田祐介
当方：中島、青木
議事メモ
<ul style="list-style-type: none">・協議の冒頭、中島から日本蛍光灯リサイクル(株)の会社概要、昨年実施した JICA 案件化調査の結果概要、環境省調査事業の目的・内容について説明を行った。・在マレーシア会員企業及び非会員の日本企業の現況については、サービス・流通業が好調であり、これは新規進出、入会する会社数の増加に顕れている。イオンは ASEAN の統括本部をマレーシアに置いており、クレジットカード事業も大規模に行っている。伊勢丹もブランドとして確かな支持を得ている。・製造業では自動車・輸送機器関連も好調で、日本ブランドが3割を占めているとも言われている。電気・電子については取り扱う種類にもよるがリーマンショック以降から回復の兆しが認められるとの声もある。・飲食業についてはラーメン店などの出店が伸びている、ただし、参入にあたって3000万円の出資が必要であり（他の業種について会社設立は2RMで可能?）、進出のハードルになっている（回避手段を講じている場合もあるのではないか）。・廃棄物処理について、会議所として取り上げているのは廃家電リサイクルについてである。これは会員企業に関係する製造業者が存在し、廃家電のリサイクルための規制について彼らにとって不利な（＝過大な処理責任や費用負担を課す）ドラフトも存在してきたことから、会として意見を集約しマレーシア政府に提言を行っている。2008年ころからテーマとしては上がってきていたが、2011年の JICA のペナンでの廃家電リサイクルについての取組以降本格化してきた。・18日からの週に開催される廃家電リサイクルについてのミニラボには JACTIM も出席する。・規制の策定にあたっては、廃パソコンなどレアメタルが取れるものと、所謂白物家電の製造者間で異なる考えが存在するようであり、今後の意見集約が課題であると聞いている。・工場労働者の賃金については、最低賃金が法律で定められている（900RM/月）。実際はここに上乘せがされている（外国人の場合は住居費等）。・事務員の一般的な人件費としては、KL ではおよそ 2,000RM/月。SV クラスで 4,000RM/月程度か。・製造業ではマレーシア人と外国人の比率は7：3程度。輸出に特化している場合はこれが逆転することも。外国人の比率についての規制は来年の1月に見直し時期が到来する。・多くの業種でマレー系の労働者の勤労意欲の低さが問題視されている。・電気料金については、商業用、工業用につき今年の1月に17%も値上げされた（好評もその直前になされた）。更なる値上げの可能性もあるようだ（政府の補助金削減が理由）。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

- ・電気料金については WEB にて公表されている（テナガ・ナショナル社）
- ・廃棄物処理に関わる取組やコストの調査先の紹介については、しっかりした回答ができる先及び紹介企業にとって何らかの利益となるものであることが求められるので、会議所として検討し後日連絡させていただく。
- ・マレーシアにおいては、家庭、産業界問わず、まずはリサイクルについての意識の発揚・向上が必要となるのではないか。

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

議事録 7
2014年8月15日(金) 15時00分～16時10分
於 Nippon Electric Glass Malaysia(NEGM)
先方：阿久根孝男(Production Advisor)、宮本雅之(Senior Batch & Furnace Advisor)、AZRI ZAINAL ABDIN(Manager BUSSINESS DEVELOPMENT)
当方：中島、青木、Theng
議事メモ
<p>※NEGM 訪問については、13日に行われた NEGM の取引先である PUM との協議に AZRI ZAINAL ABDIN 氏が同席されていたため、同氏に協議の場の設定を依頼し急遽決定した。</p> <ul style="list-style-type: none">・冒頭、AZRI ZAINAL ABDIN 氏より NEGM におけるリサイクルガラスの利用や研究についてのプレゼンテーションが行われた(ガラス繊維、ブラウン管用ガラス(CRT ガラス)、照明・医療用ガラス、耐熱ガラスの4カテゴリーに分類されていた)。・中島から環境省調査事業の概要を説明し、マレーシアにおける蛍光灯ガラスのリサイクル実施の前提となる同国におけるガラス製品の製造やリサイクルの現状、蛍光灯ガラスのリサイクルの可能性などについて情報提供や討論を求めた。・NEGM はガラス繊維、ブラウン管ガラス(CRT ガラス)、耐熱ガラス製品等を製造しているが、ガラス繊維、ホウケイ酸ガラスを用いる製品(例として乾燥機の窓部分が挙げられた。他には耐熱ガラス製品)についてはリサイクルガラスカレットが使用されている。・ガラス繊維製品やホウケイ酸ガラス製品についても、良質なガラスカレットが手に入るのであればその比率を上げていきたいと考えている。何故なら、熔融温度がガラスカレットの方が低いため、製造過程における省エネルギーが実現できるからである。ただし、現状、満足のいくガラスカレットの入手は困難である。・良質なガラスカレットとは、異種ガラスの混入がない、各種金属やセラミックの混入がない(製造時に酸化反応をおこしてしまうから)もののことをいう。・一方、CRT ガラスについては組成物について国際基準があるので、リサイクルガラスカレットの使用が容易であり、ガラスカレットの質についても高い基準を設定する必要がない。鉛ガラスの選別については紫外線やネオジウムランプの照射により可能である。・製造者としての立場からすると、必要とする原料のボリュームはコンスタントに月間100～500トンという規模のものであり、コレクターから直接にはではなく、中間処理業者から仕入れている。・蛍光灯ガラスのリサイクル方法としては、瓶ガラスの原料となり得るのではないか。蛍光灯ガラスは透明ガラスであり、茶・緑ガラスより需要は大きい。ただし、買取価格は非常に安価となってしまいうだろう。・月間100～200トンのボリュームが求められるのではないだろうか。・JFR プラントでは水銀灯も処理できるようだが、水銀灯の外套部分のホウケイ酸ガラスについても厳密には製品によって組成物や比率が異なっている。ガラスの製品の製造者とし

別添資料1_現地調査時訪問先協議録

では、その組成の違いから生じる、各製品のガラスに求められる「特性」の維持が購入者への責任である。原料についてもその観点から検討することになる。

- ・様々な組成物・比率が混在してしまっていることによる原料化不能への回避策としては、とにかく大量のものを混ぜてしまう、というものもある。ただし、この場合量の確保が求められる。

- ・廃家電のリサイクルについての規制策定については、ブラウン管の扱いについて注視している。

- ・マレーシアでは電流の変動幅が大きいからか、蛍光灯が本来の寿命を果たすことなく使用できなくなっているのではないか。

Feasibility Study on the Fluorescent Lamp Recycling

Japan Fluorescent Lamp Recycling Co., Ltd (JFR)
And
Kokusai Kogyo Co., Ltd. (KKC)

Aug 13, 2014

Who we are and why we're here?

- **Japan Fluorescent Lamp Recycling Co., Ltd. (JFR)** , one of the largest technology provider for fluorescent lamp recycling in Japan.
- **Kokusai Kogyo Co., Ltd (KKC) JAPAN**, which is a leading consultation company on environmental and waste management solutions in Japan.



We have received funding from the Ministry of Environment of Japan (MOEJ) to conduct a Feasibility Study on the Fluorescent Lamp Recycling in Malaysia

Purpose of the visit

- To find out the financial feasibility of FL recycling in Malaysia (how much recycling fee is required, who to pay, how much subsidy required, end market availability, EPR model etc.)
- Assist in developing a collection mechanism / system for FL (what the responsibility of Government, manufacturers, collectors, users and recyclers)
- Technical visit / training in Japan on FL recycling and management system

How we came?

2011

• Supported by Tokyo Metropolitan Small and Medium Enterprise Support Center for export .



• MARCH21
mercury recovery equipment

2012

• JFR Plant at International Greentech & Eco Products Exhibition & Conference Malaysia (IGEM 2012) .



• Japan pavilion at IGEM2012

2013

• “Feasibility Study on Promotion of the Fluorescent Lamp Recycling Plant” is funded by the Japan’s Ministry of Foreign Affairs (MOFA) and managed/monitored by JICA.



• meeting with Kualiti Alam⁴

Previous Study

Visiting and interviews to

Government: DOE, JPSPN

Local Authority: MBPJ

3 Full Recovery Facilities

Kualiti Alam

Alam Flora

SOWACO (Solid Waste Contractors' Association) member company

TEEAM (The Electrical and Electronics Association of Malaysia)

Building Maintenance Company

Cases of collection FL and disposal

- CFL collection campaign (by TEEAM)
- FL collection IPH mall/IKEA
- “Storage” after FL collection campaign (MPPP and other LAs)
- Send to a full recovery facility (MPSJ)
- Full recovery facility collects FL from clients
(industries)



Crushed into the drums, as there are or
mix with e-waste
go to Kualiti Alam for final disposal.

CFL collection campaign (by TEEAM)



FL collection IPC mall/IKEA



JARING METAL INDUSTRIES



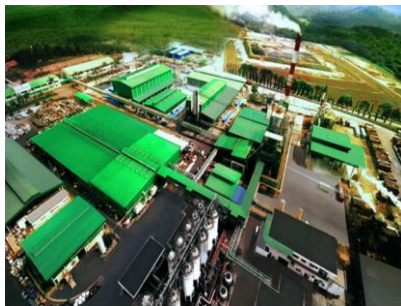
VICTORY RECOVERY RESOURCES



TEX CYCLE



Kualiti Alam



Results of the previous study

- 1. Almost all used fluorescent and mercury lamps are dumped without any treatment in Malaysia, which indicates 551kg/year of mercury is emitted into the environment.
- 2. Some factories are voluntary sending used FL for proper disposal (without recycling) at the moment. Used FL can be collected by using existing routes. Regulations and system creation by the government will be the key.

After processing



- Glass (**90-92%**) <recyclable>
with Mercury:0.023mg/liter(leaching test)
c.f. 0.2mg is Malaysian standard
- Metals (**1%**)<recyclable>
- Residue (**5-7%**)<non hazardous>
- Fluorescent Powder and mercury(**2% + 0.004%**)
<hazardous waste which is needed cementation
solidify to KA>

97 % of reduction
for cementation as Hazardous Waste.

Feasibility Study on the Fluorescent Lamp Recycling

**Japan Fluorescent Lamp Recycling Co., Ltd (JFR)
And
Kokusai Kogyo Co., Ltd. (KKC)**

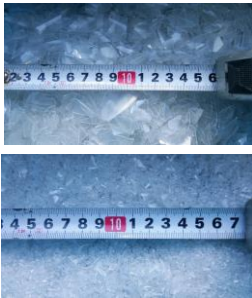
Aug 13, 2014

Purpose of the visit

- To find out the financial feasibility of FL recycling in Malaysia (how much recycling fee is required, who to pay, how much subsidy required, end market availability, EPR model etc.)
- Assist in developing a collection mechanism / system for FL (what the responsibility of Government, manufacturers, collectors, users and recyclers)
- Technical visit / training in Japan on FL recycling and management system

Finding the missing link to make an financial model of FL recycling in Malaysia

- Use of Glass from FL after carefully separated by JFR's plant



- Soda-lime glass
- Size:2 types
Φ5~10mm, Φ10~30mm
- Mercury(leaching test)
0.0023~0.11mg/l
- for Glass wool, Art object

Component of FL

In case of 36W Straight tube type
by weight (200g/1pc)

- Soda glass 92.5%
- Lead glass 2.7%
- Fluorescent powder 2.0%
- Metal base 1.4%
- Adhesive 0.6%
- **Mercury 0.004%**



Component of Mercury Lamps

In case of 400W type
by weight (280g/1pc)

- Borosilicate glass 67.8%
- Nickel plate , Ceramics, Glass 11.4%
- Iron, Copper, Manganese, Nickel 10.7%
- Quartz glass 8.9%
- Adhesive 0.7%
- Tungsten, Molybdenum 0.3%
- **Mercury 0.02%**



Ways of FL glass recycling in Japan



Glass wool (Fiber glass)



Vase



Brick



Pumice



Building materials



Lamp with a glass shade

Results of FL glass recycling/end market availability

- Polyfiber : “Eco Wool”, glass from FL is acceptable (Most of glass from FL is for glass fiber in Japan)
- GCT glass recycling : Super sol, any glass is acceptable even the hard glass (cover of the mercury/HDI lamps)
- PUM: Glass cullet processing, currently receiving FL glass from Singapore, hard glass is also acceptable

21

Polyfiber



- Currently taking the glass for EcoWool from First Solar factory in Penang.

22

GCT glass recycling

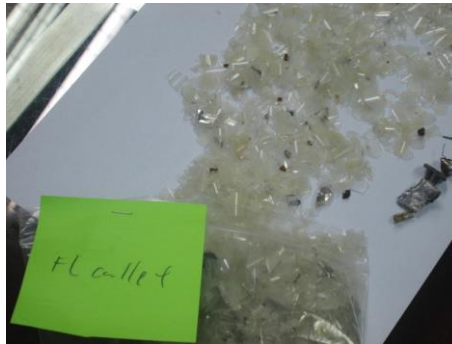


- Test to show Supersol is useful.



23

PUM



300-500ton/month is the ideal amount of glass to be received, and constantly

24

There is market of glass from FL in Malaysia

- FL glass after processed by JFR's plant is considered "good quality" (no color, no mixture)
- Buying price will be 150RM/ton

25

Collection system

- how much recycling fee is required,
- who to pay,
- how much subsidy required
- EPR model etc.

e.g. There are "Buy back" mechanism/incentive
in Singapore and Taiwan

26



Proposed model of collection

Existing routes 1:
from big generators (Government offices, Industries, office buildings and hotels etc. and street lights)

through...
full recovery facilities, maintenance companies/waste collection contractors .

Existing routes 2:

from households

- **through [2+1 collection]**
- **recyclable waste collection
(e.g. recycling centers
@shopping mall)**

Possible Cooperating Partners

- TEEAM (The Electrical and Electronics Association of Malaysia), including Phillips and Osram etc...
- ANSWERS (Association of Schedule Waste E-waste Recoveries, Malaysia)
- MFMA (Malaysia Facility Management Association)
- Local Authorities
- Alam Flora
- SOWACO (Solid Waste Contractors' Association)
- Full Recovery Facilities
- Kualiti Alam

How much to pay? How much need?

Could be tested in the pilot survey.

*RM 0.18/pc (at most) might be needed to cover
operation cost of the Plant.

1t = 1000000g = 3750RM (Disposal fee at Kualiti Alam)

1t = 1000000g = 5000 pc **0.75 RM /pc**



Only 3% need to be sent to KA

6g/pc to KA $0.75\text{RM} \times 3\% = \underline{\mathbf{0.022\text{ RM/pc}}}$

(166667pc = 1t)

Developing a collection system for FL

Roles and responsibility

- Government: Enforce the regulations, subsidiary/fund to encourage collection
- Manufacturers: Comply CSR, EPR
- Collectors: Separate and transport
- Users: Separate at source and return FL properly
- Recyclers: process to make it reuse

Technical visit / training in Japan on FL recycling and management system

- 1 week(5days), 1 person (will be 3 in total), in Sept 2014 – Feb.2015
- 3 days: waste management in Japan(lecture & site visits, will be specific area) + 2 days : visit the plants and discussion

List of questions

About the Regulation on mercury contained waste is stated in EQA. Malaysia's Environmental Law, ENVIRONMENTAL QUALITY ACT, 1974, the Malaysia Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) There is "Sewage and Industrial Effluent Discharge Standards" on mercury.

1. How about soil or waste? and is there any standard/limit of mercury for resources/materials?
2. To produce any product using the recycle materials, is there any standard or regulation regarding the inclusion of hazardous substances, other than RoHS.
3. State of progress for E-waste, Battery and FL waste regulations, State of progress on 2+1
4. Progress towards ratification on Minamata convention (any approach to the Japanese Gov.)

**Thank you very much for
your cooperation**