

## H24 CDM 実現可能性調査 最終報告書(概要版)

### 「埋立処分場ガス(LFG)回収発電」

(調査実施団体:三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券株式会社)

調査協力機関	Kaung Kyaw Say Engineering Co., Ltd(KKS)
調査対象国・地域	ミャンマー連邦共和国・ヤンゴン
対象技術分野	廃棄物管理
対象削減ガス	メタン(CH <sub>4</sub> )
CDM/JI	CDM
プロジェクトの概要	ミャンマー連邦共和国・ヤンゴン市にある都市廃棄物処分場において、同処分場より発生するランドフィルガス(LFG)を回収、フレア処理する。当初、回収したLFGを発電利用することを目指していたが、本調査による回収 LFG 量の予測の結果、フレア処理することとした。
適用方法論	AMS-III.G. Version 08 “Landfill methane recovery”
ベースラインの設定	ベースラインシナリオは、プロジェクト活動がなかった場合、放置されたバイオマス、及びその他の有機物が腐敗することにより、メタンガスが大気中に放出される。ミャンマーでは、LFG 回収、及びその利用に関する規制はないため、当該埋立地から発生するメタンは、すべてベースラインシナリオにおける排出量として考慮される。
モニタリング	プロジェクト開始後、排出削減量は回収された LFG 流量、メタンの品質と量を測定することにより計算される。モニタリングは、回収、フレア処理された LFG の流量計による測定、その成分、温度、圧力の連続的な測定、及びプロジェクト活動による電力消費量の測定により構成される。
GHG 削減量	8,662tCO <sub>2</sub> /年
プロジェクト実施期間/クレジット獲得期間	2013 年～2022 年/10 年間
環境影響等	ミャンマーでは環境影響評価に関する法律・規制はない。本プロジェクトによる環境への悪影響は考えられない。
追加性の証明	“Guidelines for demonstrating additionality of microscale project activities”(Version04.0) に従い、本プロジェクトはマイクロスケール CDM プロジェクトであるため、追加性が証明される。
事業化に向けて	事業実施主体である KKS は、ヤンゴン市開発委員会、及び共同実施者である韓国のエンジニアリング会社と本事業の実施にむけて協議を続けている。ミャンマーでは、外国投資法、環境保全法などの新しい法規制、及び入札制度など依然不透明なことも多く、これらの法整備の行方も事業化に影響を与える。
ホスト国における持続可能な開発への寄与	2012 年の民主化にともなう経済開放にともない、ヤンゴンには多くの外国企業の進出、地方からの人口流入が加速し、ごみ問題が益々深刻になると予想されている。本プロジェクトを早期に実施することは、ヤンゴンの都市環境・衛生問題の緩和に貢献すると期待される。

## 調査名: CDM 実現可能性調査「埋立処分場ガス(LFG)回収発電」

団体名: 三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券株式会社

### 1. 調査実施体制:

本調査は、三菱 UFJ モルガン・スタンレー証券株式会社(MUMSS)が、プロジェクト実施者である Kaung Kyaw Say Engineering Co., Ltd (KKS)と協力して実施する。KKS は、下記の役割を担う。

- 事業計画に関するデータ・情報提供
- 現地基礎情報収集
- PDD 作成のために必要な情報収集・提供
- 現地調査補助

### 2. プロジェクトの概要:

#### (1) プロジェクトについて:

ミャンマー連邦共和国・ヤンゴン市にある都市廃棄物処分場において、同処分場より発生するランドフィルガス(LFG)を回収、フレア処理する。当初、回収した LFG をガスエンジン発電設備に燃料として供給、発電利用することを目指していたが、本調査による回収 LFG 量の予測の結果、フレア処理することとした。

本プロジェクトは、ミャンマーのエンジニアリング会社である Kaung Kyaw Say Engineering Co.,Ltd (KKS)が、ヤンゴン市開発委員会 (Yangon City Development Committee: YCDC)より処分場の土地利用許可を得て実施する計画で、その実施にむけて YCDC と協議がすすめられている。

#### (2) 適用方法論について:

AMS-III.G Version08” Landfill methane recovery”

### 3. 調査の内容

#### (1) 調査課題:

##### 1. ベースラインシナリオおよびベースライン排出量

対象埋立地の現状、廃棄物の量、種類について、既存データの収集、調査が必要である。YCDC が過去にサンプリング調査を実施しているため、そのデータを参考に回収される LFG 量試算と、それに基づくベースライン排出量の試算を行う。また、想定される LFG 量により、発電事業を実施するか否かについて検討し、CDM の対象事業を明確にする必要がある。

##### 2. 温室効果ガス排出削減量算出

1. で決定する CDM 対象事業に関して、ベースライン排出量を明確にすることに加え、

プロジェクト実施による燃料燃焼や、電力消費によるCO<sub>2</sub>排出量をプロジェクト排出量として算定する必要がある。

### 3. プロジェクトの経済性

本プロジェクトは、建設・設備投資、プロジェクトの O&M コストに対し、想定される利益は CER 売却収入、廃棄物処理費用、また売電が可能であれば売電収入である。LFG 回収量により、発電量とその売電収入、発電設備費を鑑みて、事業採算性を精査する必要がある。

### 4. DNA 承認体制

ミャンマーは、これまで1件も CDM プロジェクトの登録案件がなく、CDM の実績がないといえる。DNA 組織や承認体制についても十分な情報がない。同国の承認体制、基準、プロセスについて情報収集を行う。

### 5. 環境影響評価

ミャンマーでは、環境影響評価 (EIA) に関する法制度や、具体的実施手続きが定められていない。法令の制定状況について情報収集するとともに、本プロジェクトの環境影響について調査を行う。

### 6. 利害関係者のコメント

ミャンマーでは、現在、社会影響評価や利害関係者のコメント収集に関する規定や法制度はない。埋立地周辺住民、事業関係者を対象にコメントを収集する計画である。

## (2) 調査内容:

前項に挙げる調査課題に対する調査内容、及びその結果について以下に述べる。

### 1. ベースラインシナリオ及びベースライン排出量

ベースラインシナリオは、プロジェクト活動がなかった場合、LFG は回収されることなく、メタンガスが大気中に放出されるシナリオである。ミャンマーでは、LFG 回収、及びその利用に関する規制はないため、当該埋立地から発生する LFG は、すべてベースラインシナリオにおける排出量として考慮される。

ベースライン排出量算定のため、廃棄物の量、種類について、YCDC によるサンプリング調査結果を入手したが、正確性が乏しい。そのため、本調査内で KKS の協力のもと、対象処分場に搬入されるごみの組成を分析する調査を実施した。その調査結果をもとに回収される LFG 量試算と、それに基づくベースライン排出量の試算を行った。試算によれば、回収される LFG 量は約 60~260 万 m<sup>3</sup> で、可能な発電容量は約 50kW と予想され非常に少ない。そのため、KKS との協議の結果、回収 LFG はフレア処理することとし、CDM 化の検討を行うこととした。

### 2. 温室効果ガス排出削減量算出

プロジェクト実施により、フレアからのプロジェクト排出量、及び LFG 回収設備のための電力消費が想定される。排出削減量の算定方法、及びその結果は、4.(4)に示す。

### 3. プロジェクトの経済性

本プロジェクトでは、建設・設備投資、プロジェクトの O&M コストが発生する。KKS は、韓国のエンジニアリング会社である DOARM Engineering Co.,Ltd (DOARM) と共同出資して、本プロジェクトを実施する予定である。経済性については、4.(9)、(10)に示す。

### 4. DNA 承認体制

本調査において、DNA へのヒアリングを実施した。ミャンマー DNA は実質機能しておらず、DNA 承認手順、承認基準などは未整備である。新しい環境保全法の施行に従い DNA が再編成される予定である。ヒアリングによれば、CDM 推進には積極的であり、承認手順、承認基準が整備されるまで、プロジェクトの提案があれば個別に審査される予定である。

### 5. 環境影響評価

環境影響評価に関する法整備についてヒアリングを実施した。ミャンマーでは、環境影響評価 (EIA) に関する法制度や、具体的実施手続きは未整備である。本プロジェクトによる環境影響については、4.(6)に示す。

### 6. 利害関係者のコメント

本プロジェクトに関する利害関係者のコメントを収集するために、ステークホルダーミーティングを開催した。その結果は、4.(7)に示す。

## 4. CDM プロジェクト実施に向けた調査結果

### (1) ベースライン・モニタリング方法論

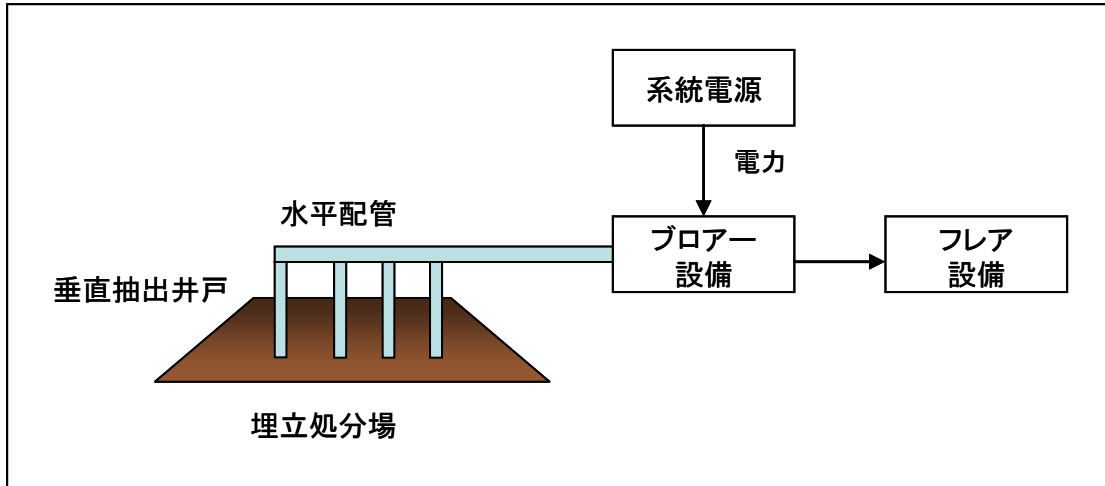
承認済み小規模方法論 AMS-III.G Version08” Landfill methane recovery (廃棄物処理におけるメタン回収)”を適用する。

AMS-III.G は、都市、産業廃棄物、及びその他の固形廃棄物の埋立地より発生するメタンの回収、及び焼却事業で、年間の削減量が 6 万 tCO<sub>2</sub> 以下のプロジェクトに適用可能である。本プロジェクトは、埋立地からのメタン回収事業で、想定される排出削減量は平均 8,662tCO<sub>2</sub>/年、最大 19,873 tCO<sub>2</sub>/年と想定されており AMS-III.G の適用条件は当該プロジェクトに合致する。

### (2) ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定:

ミャンマーでは、埋立地の LFG 回収、利用に関する規制はなく、当該最終処分場においても、本プロジェクトがなければ、廃棄物はオープンダンプ方式で処理され、LFG は回収されることなく大気中に放出される。したがって、ベースラインシナリオは、プロジェクト活動がなかった場合、放置されたバイオマス、及びその他の有機物が腐敗し、メタンガスが大気中に放出されるシナリオである。

プロジェクトバウンダリーは、LFG が回収される埋立地と、そこに設置される回収、フレアのための設備、及びブローア設備で利用する電力を供給する系統電源を含む。



### (3) モニタリング計画:

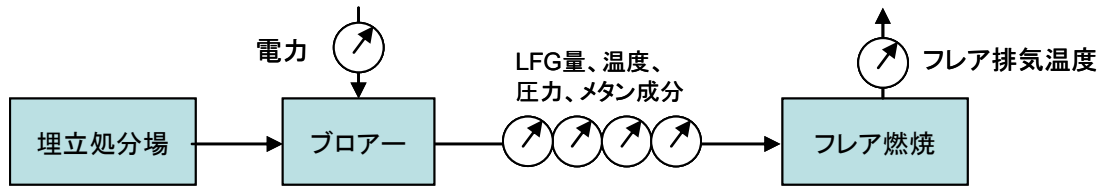
本プロジェクトのモニタリングは、承認方法論 AMS-III.G に従って計画する。

プロジェクト開始後、排出削減量は回収された LFG 流量、メタンの品質と量を測定することにより計算される。モニタリングは、回収、フレア処理された LFG の流量計による測定、その成分、温度、圧力の連続的な測定、及びプロジェクト活動による電力消費量の測定により構成される。

モニタリング項目は、下表に示す。

表 1. モニタリング項目

パラメータ	説明	単位	モニタリング 頻度	方法
$LFG_y$	$y$ 年に回収・フレア処理された LFG の量	$\text{Nm}^3$	連続	流量計による測定 月別・年別に報告
$w_{\text{CH}_4,y}$	$y$ 年の LFG 中のメタンの割合	$\text{m}^3\text{CH}_4/\text{m}^3\text{LFG}$	毎月	ガス成分分析器による定期的な測定
$T$	LFG の温度	$^{\circ}\text{C}$	連続	温度計による連続測定 (メタン比重算出のために測定)
$P$	LFG の圧力	$\text{Pa}$	連続	圧力計による連続測定 (メタン比重算出のために測定)
$T_{\text{flare}}$	フレアからの排出ガスの温度	$^{\circ}\text{C}$	連続	温度計による連続測定
$EC_{PJ,y}$	プロジェクト活動による $y$ 年の電力消費量	$\text{MWh}$	連続	電力計による測定



#### (4) 温室効果ガス排出削減量:

温室効果ガス排出削減量は、以下のように試算される。

$$ER_{y,estimated} = BE_y - PE_y - LE_y \quad (1)$$

$ER_{y,estimated}$   $y$ 年の排出削減量 (事前試算) (tCO<sub>2</sub>e)  
 $BE_y$   $y$ 年のベースライン排出量 (tCO<sub>2</sub>e)  
 $PE_y$   $y$ 年のプロジェクト排出量 (tCO<sub>2</sub>e)  
 $LE_y$   $y$ 年のリーケージ (tCO<sub>2</sub>e)

#### ベースライン排出量

$$BE_y = \eta_{PJ} \times BE_{CH_4,SWDS,y} - (1 - OX) \times F_{CH_4,BL,y} \times GWP_{CH_4} \quad (2)$$

$\eta_{PJ}$  LFG回収システムの効率 (デフォルト値 50%を適用可能)  
 $BE_{CH_4,SWDS,y}$  廃棄物処分場におけるメタン排出ポテンシャルで、"Emissions from solid waste disposal sites"ツールに従い計算される。(tCO<sub>2</sub>e)  
 $OX$  廃棄物処分場でのメタンガス酸化係数 (デフォルト値 0.1 を適用可能)  
 $F_{CH_4,BL,y}$  国、または地域の規制に従って回収・破壊されるメタン排出量  
 $GWP_{CH_4}$  メタンの地球温暖化係数 (京都議定書第 2 約束期間の値は 25)

ここで、ミャンマーでは埋立地の LFG 回収に関する規制はないため、 $F_{CH_4,BL,y}$  はゼロである。したがって、

$$BE_y = \eta_{PJ} \times BE_{CH_4,SWDS,y}$$

$$BE_{CH_4,SWDS,y} = \varphi \cdot (1 - f) \cdot GWP_{CH_4} \cdot (1 - OX) \cdot \frac{16}{12} \cdot F \cdot DOC_f \cdot MCF \cdot \sum_{x=1}^y \sum_j W_{j,x} \cdot DOC_j \cdot e^{-k_j(y-x)} \cdot (1 - e^{-k_j}) \quad (3)$$

式(3)に適用するデフォルト値を表 2、及び表 3 にまとめる。

表 2. 適用するデフォルト値

パラメータ		適用デフォルト値
$\phi$	モデルの不確実性を考慮するモデル修正係数	0.75
$f$	埋立地で回収、燃焼、また他の技術で処理・利用されているメタンガスの割合	0
$GWP_{CH4}$	メタンの地球温暖化係数	25 (京都議定書第2約束期間)
$OX$	廃棄物処分場でのメタンガス酸化係数	0.1
$F$	LFG中のメタンガス含有割合 (体積含有率)	0.5
$DOC_f$	分解されるDOC (分解性有機物炭素) の割合	0.5
$MCF$	メタン補正係数	0.4
$W_{j,x}$	ある年 $x$ に回避された有機性廃棄物 $j$ の量 (tons)	表3 $x=2002$ について
$DOC_j$	有機性廃棄物 $j$ のDOCの含有割合	表3
$k_j$	廃棄物 $j$ の分解速度	表3

表 3. 廃棄物の種類別  $W_{j,x}$ 、 $DOC_j$ 、 $k_j$ 

廃棄物の種類 $j$	$W_{j,x}$	$DOC_j$	$k_j$
Wood and wood products	1,856	43%	0.035
Pulp, paper and cardboard	14,690	40%	0.07
Food, food waste, beverages and tobacco	33,632	15%	0.4
Textiles	4,484	24%	0.07
Garden, yard and park waste	2,938	20%	0.17
Glass, plastic, metal, other inert waste	17,705	0%	0

### プロジェクト排出量

プロジェクト排出量は、フレア処理による排出、及びプロジェクト活動による電力消費による排出から構成される。

$$PE_y = PE_{flare,y} + PE_{power,y}$$

それぞれ、下記ツールに従い算出される。

- ・ “Project emissions from flaring” (Version 02.0.0)
- ・ “ Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption” (Version 01.0)

### リーケージ

本プロジェクトで導入する機器は、他のプロジェクトより移転されることはなく、リーケージはないと考える。

## GHG 排出削減量試算結果

本プロジェクトによる GHG 排出削減量の試算結果を表 4 に示す。

表 4. GHG 排出削減量試算結果

年	ベースライン 排出量 (tCO <sub>2</sub> e)	プロジェクト 排出量 (tCO <sub>2</sub> e)	リーケージ (tCO <sub>2</sub> e)	排出削減量 (tCO <sub>2</sub> e)
2013	23,600	3,727	0	19,873
2014	18,264	3,193	0	15,071
2015	14,509	2,817	0	11,691
2016	11,829	2,549	0	9,279
2017	9,882	2,355	0	7,527
2018	8,439	2,210	0	6,228
2019	7,344	2,101	0	5,242
2020	6,493	2,016	0	4,476
2021	5,813	1,948	0	3,865
2022	5,258	1,892	0	3,365
合計	111,430	24,809	0	86,617
平均	11,143	2,481	0	8,662

### (5) プロジェクト実施期間・クレジット獲得期間:

KKS は、2013 年初旬には工事開始、2013 年中旬には操業開始することを想定して調査実施、YCDC との協議を続けてきた。2013 年 2 月末、YCDC は Htein Bin 処分場における事業を入札により決定すると決めた。入札の結果、YCDC から事業実施許可が得られれば、韓国のエンジニアリング会社である DOARM が建設工事を請負う計画であり、同社との EPC 契約日がプロジェクト開始日となると考えている。

CDM としての実現可能性が確認できれば、EPC 契約日の前に Prior Consideration を UNFCCC、及びミャンマー DNA に提出する予定である。

クレジット獲得期間は、プロジェクト開始より 10 年間と考えている。

### (6) 環境影響:

ミャンマーでは、環境影響評価に関する法制度は未整備である。本プロジェクトにより、大気、水、土壌等への環境への悪影響が発生する可能性は少ないと考えられる。LFG 回収用のブローア操業による騒音、振動などが発生する可能性がある。周辺の居住地などから十分に離れているため、問題にはならないと考えられるが、十分な防音、振動措置を検討する。一方で、大気中に放出されていた LFG による悪臭、火災の防止などの環境への好影響を与える。



**(7)利害関係者のコメント:**

利害関係者のコメントを収集するため、2012年11月15日に、地域住民、地元NGO代表、地域自治体職員等の利害関係者への事業説明(ステークホルダーミーティング)を実施した。

会議では、参加者よりプロジェクトによる悪臭、火災防止による環境、地域住民の健康への好影響を評価し、本プロジェクトを支援するという意見が寄せられた。一方で、主に埋立地で有価物を回収するスカベンジャーの生計に関する質問が挙げられた。KKSは、当該CDMプロジェクトにあわせて、埋立地搬入前の廃棄物選別設備の建設も計画しているため、同設備運営のために、雇用が提供されることなどを説明した。

**(8)プロジェクトの実施体制:**

本プロジェクトは、KKSがYCDCより埋立処分場の土地利用許可を得て実施する計画である。KKSは、韓国のエンジニアリング会社であるDOARM Engineering Co.,Ltd(DOARM)と共同出資して、本プロジェクトを実施する予定である。KKSとDOARMは合弁会社を設立して、ヤンゴン市内で複数の事業を実施する計画を立てており、本事業はその1つとしてYCDCに提案、協議をすすめている。

**(9)資金計画:**

プロジェクトの建設、設備投資にかかわる初期投資は、226万USドルと試算されている。また、運転コストは、約20万USドルが見込まれている。

内訳	費用(USドル)
ガス収集システム	2,000,000
埋立地整備費用	200,000
事務所建設	60,000
合計	2,260,000

初期投資は、KKS、及びDOARMが出資する計画である。

**(10) 経済性分析:**

本プロジェクトは、KKS、及び DOARM によるごみの収集、分別、及びリサイクル事業を含む総合的な廃棄物処理事業の一環として計画されている。両社は、ヤンゴン市内において複数の事業を計画中であり、本 LFG 回収プロジェクトは両社がヤンゴン市の環境改善のため、エクイティ・ファイナンスにより実施する予定である。

本プロジェクトを CDM として実施する場合、プロジェクト登録、モニタリング、バリデーション、検証などに必要な費用は 31 万 US ドルと見込まれる。1CER=5US ドルで売却できたと仮定したキャッシュフローを下表に示す。CER 売却収入があっても、初期投資回収の見込みはない。2 年目以降の O&M コスト、及び CDM 関連費用を賄うためには、1CER=12US ドル以上で売却する必要があるが、現在の市況からは現実的ではない。

**CDM として実施する場合のキャッシュフロー (1CER=5US ドルの試算)**

年		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
支出	初期投資	2,260									
	O&M コスト	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	CDM 関連費用	40	30	30	30	30	30	30	30	30	30
CER 収入			99	75	58	46	38	31	26	22	19
キャッシュフロー		-2,320	49	25	8	-4	-12	-19	-24	-28	-31
投資回収		-2,320	-2,271	-2,245	-2,237	-2,240	-2,253	-2,272	-2,295	-2,323	-2,354

本プロジェクトは、総合的な廃棄物処理事業の一部として実施される予定で、リサイクル事業等の収益により、本プロジェクト実施コスト、及び CDM 関連費用は賄われる予定である。今後、KKS、及び DOARM により全計画の詳細な経済性分析が実施される。

**(11) 追加性の証明:**

本プロジェクトの追加性は、“Guidelines for demonstrating additionality of microscale project activities (マイクロスケールプロジェクト活動の追加性証明に関するガイドライン)” (Version04.0) に従って証明される。

同ガイドラインによれば、後発開発途上国 (LDC) で実施される年間排出削減量が 2 万トン CO<sub>2</sub> 以下の Type III プロジェクトは、追加的である。ミャンマーは、LDC であり、本プロジェクトによる最大年間排出削減量は 19,873 トン CO<sub>2</sub> と予想されている。したがって、本プロジェクトは追加的である。

**(12) 事業化の見込み:**

本プロジェクトの実施に関して、KKS は YCDC に事業の提案を行い、協議を続けてきた。KKS によれば、事業実施のための土地使用権貸与、事業実施業者の決定プロセスが不透明であったが、2013 年 2 月に YCDC により、Htein Bin 処分場における事業は入札により決定されることが通知された。KKS は、プロジェクトの CDM 化も含め提案、応札している。

また、本プロジェクトの事業化のため、KKSは、DOARMとの合弁会社設立を目指し、本プロジェクトに関する覚え書を締結し、準備をすすめている。ミャンマーでは、新外国投資法が2012年11月に成立されたばかりで、その実態は依然不明な部分が多い。これら法整備の行方も事業化の見込みに影響を与えるといえる。

本プロジェクトのCDM化に関して、2012年7月、及び11月にDNAへのヒアリングを実施した。ヒアリングによれば、ミャンマーDNAは実質機能しておらず、DNA承認手順、承認基準なども未整備であるが、新環境保全法の施行に従いDNAは再編成される予定である。DNAは、CDM推進には積極的であり、本プロジェクトについても、承認手続き等の整備を待たず、プロポーザルを提出すればレビューを実施するとのコメントを得ている。

## 5. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

現在のヤンゴン市の最終処分場はオープンダンピングで、悪臭、水質汚染、自然発火の原因となっている。埋立地で有価物を回収して生活しているスカベンジャーも多くおり、衛生上、安全上の問題が懸念されている。本プロジェクトにより、覆土を行うことにより、悪臭防止、水質汚染防止、害虫等の発生抑制、衛生面、環境面の改善が期待される。また、本プロジェクト実施により、雇用機会の創出も期待される。ヤンゴン市は、ミャンマー最大の商業都市であり、2012年の民主化にともなう経済開放とともに、多くの外国企業の進出、地方からの人口流入が加速しており、ごみ問題が益々深刻になると予想されている。本プロジェクトを早期に実施することは、ヤンゴンの都市環境・衛生問題の緩和に貢献すると期待される。