

5 キャパシティ・ビルディング (Institution Capacity Building: ICB)

5.1 目的と手法

5.1.1 目的

マスタープランを円滑に実現するためには、プノンペン市の実施機関に対する廃棄物管理と廃棄物処理事業運営に係るキャパシティ・ビルディング (ICB) が不可欠である。

そこでJICA調査団は、プノンペン市の廃棄物管理、処理事業の実施機関であるPPWM、DPWT及びDOEの管理、運営能力を強化することを目的に、次の述べるような種々のICBを実施した。

5.1.2 手法

プノンペン市の廃棄物処理技術システムは、基本的に収集（公共地域清掃を含む）システムと最終処分システムで構成されている。プノンペン市の廃棄物管理と廃棄物処理事業運営は、DPWT/DOE/PPWMが執り行っている。しかしながら、収集及び道路清掃サービスとそのサービス料金の徴収の大半は、1つの民間企業により独占的に行われている。

こうした状況を踏まえ、調査ではDPWT/DOE/PPWMの運営・管理能力を強化するために、次のようなICBプログラムを実施した。

1. パイロット・プロジェクト (PP) の実施による ICB :
実際の廃棄物処理事業運営改善を通して、OJT (On-the Job Training) を行うために、収集システムと最終処分システムの改善と住民教育キャンペーンを、パイロット・プロジェクトとして共同で実施した。
2. 学習による ICB :
各種報告書説明会、週例会議、セミナー・ワークショップ、C/P研修。

5.2 パイロット・プロジェクトの実施によるICB

5.2.1 SMC処分場の改善 (Improvement of the SMCDs)

a. ICBの内容

SMC処分場の改善は、2003年4月に計画が始まり、2004年9月改善工事が完了した。この改善PPを通して、最終処分システムの計画・運営・管理に関して、次の表に示すICBを実施した。

表 5-1: SMC 処分場の改善 PP による ICB

大項目	小項目	主なICBの内容
計画	改善計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ● 週例会議による計画手法の学習。 ● 処分場拡張部分の用地交渉の実施。 ● 処分場運営規則の策定と徹底。 ● 処分場運営業者との契約の修正。 ● 工事業者の施工管理の実施。 ● WP の登録の実施。
	改善計画の実施準備	
運営	運営計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ● 週例会議による計画手法の学習。 ● Daily Landfill Operation Plan の作成。 ● 浸出水の監視・管理。 ● 収集車、重機オペレーター及び WP への Working Face の指示とその徹底。
	運営計画の実施	
管理	搬入管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 搬入車両及び搬入ごみの確認と管理。 ● トラックスケールデータによる計測と計測データの集計。 ● 場内道路の維持管理。
	運営管理	

b. 成果と課題

b.1 成果

成果の第1は、PP実施前には、全く無秩序であったSMC処分場に、不十分ではあるものの、PPWMによる一定レベルの管理体制（処分場運営規則の策定と徹底、Working Faceの維持管理、浸出水の監視・管理、処分場の境界の確立、WPの登録・管理など。）が確立されたことが上げられる。また、策定した処分場運営規則を遵守しない処分場運営業者との契約を解除し、新たな業者と契約し、処分場運営規則の徹底を推進している。

次に、入り口に設置したトラックスケールを活用して、搬入車両及び搬入ごみの管理体制が確立されたことである。即ち、どこから、誰が、どのようなごみをどのくらい搬入し、処分しているかを管理する体制が確立した。

さらに、管理体制の強化が物理的に図れたことである。即ち、SMC処分場のPPWMの管理要員がPP実施前の1名から7名に増強された。さらに、2名の副総裁 (Deputy Governor) のうちの1名が処分場の管理責任を担うようになった。また、毎日送られるトラックスケールのデータを管理するために、PPWM本部には1名のデータ処理要員が配置された。

b.2 課題

PPWMによる一定レベルの管理体制は確立されたものの、次の点で一層のICBが最終処分システムの確立には必要である。

1. 適正処分、WP の管理、環境監視体制を確立するためのさらなる要員強化。
2. 適正処分を実現するための機材の運営・維持管理体制の強化。
3. 浸出水管理などの環境監視体制の強化。

5.2.2 収集システムの改善 (Improvement of the Waste Collection System)

a. ICBの内容

収集システムの改善は、第2フェーズでプノンペン市から未収集地区あるいはごみ収集が不十分な地域をなくためのコンテナ収集の有効性の検証と運営方法の確立を目的としたPPを実施した。第3フェーズでは、4 Sangkatに対してPPWMが現有機材を用いて顧客開拓から収集サービス提供、料金徴収まで一貫した収集サービス体制を確立するためのPPを実施し、現在も継続されている。これらのPPを通して、収集システムの計画・運営・管理に関して、次の表に示すICBを実施した。

表 5-2: 収集システムの改善 PP による ICB

大項目	小項目	主なICBの内容
計画	改善計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ● 週例会議による計画手法の学習。 ● 住民説明会の実施及びその要望・意見を反映した改善計画の策定。 ● ごみ収集料金システムの計画の策定。
	改善計画の実施準備	<ul style="list-style-type: none"> ● 1次収集作業員の組織化及び契約交渉。 ● Sangkat との交渉の実施。 ● 収集サービス受益者の登録・管理。 ● 収集サービス受益者とのサービス契約交渉。 ● 収集キャンペーンの計画と実施。
運営	運営計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ● 週例会議による計画手法の学習。 ● 緊急時の対応マニュアルの作成と説明。
	運営計画の実施	<ul style="list-style-type: none"> ● 収集車と収集作業員の配置計画の作成。 ● 収集車と収集作業員への指示とその徹底。 ● 車両ドライバーへのルート説明会と実施訓練 ● ごみ料金の徴収とその管理。
管理	顧客（収集サービス受益者）管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 顧客管理担当部署の創設と職員への教育・訓練 ● 収集サービス契約の締結と管理。 ● 苦情処理。 ● 顧客リストの作成と更新。
	運営管理	<ul style="list-style-type: none"> ● 収集車両及びコンテナの維持管理。 ● コンテナ置き場の維持管理。 ● 1次収集作業員の作業管理。

b. 成果と課題

b.1 成果

成果の第1は、収集サービスを提供するための前提条件である受益者からのサービス料金の徴収体制がある程度確立されたことである。即ち、PPWMが顧客を開拓・契約し、請求書を作成し、これに基づいてSangkatが料金を徴収するシステムが整備された。

次に、PP実施前には、PPWMの収集サービスは二次収集（一次収集されたごみを処分場に運ぶ）だけであったものが、顧客からごみ集めるために地域の状況に応じた複数の収集システムを計画、運営・維持管理する体制を整えたことである。即ち、顧客からの苦情処理、コンテナ置き場の維持管理、1次収集作業員の作業管理などがPPWMによってなされるようになった。

さらに、PP実施前には機材の維持管理は殆ど行われていなかったが、PP実施により始業点検、車両・コンテナ清掃、事故などの非常に備えた代車によるサービスの継続、無線装着による稼働状況の遠隔管理など、恒常的な収集サービスを行うため基礎が確立した。

b.2 課題

PPWMによる一定レベルの管理体制は確立されたものの、プノンペン市から未収集地区あるいはごみ収集が不十分な地域をなくしていくための収集システムを確立するために、次の点で一層のICBが必要である。

1. M/P で提案した収集サービスの拡大を実現するために、PPWM 職員のさらなる能力強化。
2. 収集サービス拡大に必要となる関係者（Sangkat、1 次収集作業員）との連携の強化。即ち、料金徴収、顧客リストの更新、収集サービスのモニタリングを行うために必要な PPWM、DOE、Sangkat、住民との協力体制の拡大強化。
3. 排出による廃棄物の飛散の防止、コンテナ置き場の維持管理、フリーライダーの排除のために必要な顧客である住民の協力体制の確立。
4. 機材を維持管理するための施設の早急な整備。

5.2.3 住民教育キャンペーン

a. ICBの内容

DOEは環境意識向上や住民参加促進を担当しているが、これらの目的を達するために今まで単純な美化キャンペーン以外に特別な事をした経験がなかった。キャンペーンにおいても、町をきれいにしようという掛け声だけで、住民にどのようにゴミを排出するのを指示したり、収集業者に問題点を指摘したりといった具体的な内容に欠けていたため、あまり成果を出せずに終わる場合が多かった。

そこで、本パイロット・プロジェクトでは、DOEが調査団と業務を遂行する中で、ゴミの散乱などの問題を解決するための知識やノウハウを確保することを目指した。ICBの視点からまとめたプロジェクトの内容を以下にまとめる。

表 5-3: 環境教育キャンペーン PP を通じた ICB

大項目	小項目	主なICBの内容
計画	改善計画の策定	<ul style="list-style-type: none"> ● ベースライン調査の実施と結果分析 ● 関係者との会合と広範な合意形成 ● 関係者との協議を通じた基本的戦略およびアプローチの決定（関係者各位の役割と責任の明確化） ● ゴミ出しルールの策定と現在のごみ収集システムの改善の必要性の有無の検討
	改善計画の実施準備	<ul style="list-style-type: none"> ● 教材の準備（関係者と協力して開発する） ● 情報の普及 ● 地域住民・事業者へのゴミの保存方法や排出方法の指導 ● 必要であれば、ゴミ収集業者への改善指導
実施	ゴミ出しルール実施	<ul style="list-style-type: none"> ● 地域住民や通行人のマナーのモニタリング ● ゴミ収集事業者のサービスモニタリング ● 問題が発生した場合の改善指導 ● 必要であればゴミ出しルールの修正

b. 成果と課題

b.1 成果

パイロット・プロジェクトを通じて、DOEはゴミ出しルールの重要性を認識することができた。プロジェクトで策定したルールは、必要最低限の単純なものであったが、DOEはどのようにルールを策定し、情報を流し、地域住民を指導していくかについてのノウハウを得ることができた。

DOEはADBとUNDPからファンディングを得て他地域で同様の事業を実施した際、本事業で得たノウハウを活用することができた。来年度はSEILAプログラムにおいて同様の事業を行う予定である。

b.2 課題

(1) 区・コミュニティやゴミ収集事業者との協力関係の強化

DOEはゴミ出しルールを市全域に広げることが求められている。しかしながらDOEの予算や人員は限られているので、区・コミュニティとの密接な協力は事業拡大の鍵といえる。DOEから各区に派遣されている2名のスタッフが中心的な役割を果たしていかなければならない。

加えて、本パイロット・プロジェクトの結果から、ゴミ出しルールの導入により収集効率が大きく改善されることが明らかとなった。CINTRIはパイロット・プロジェクト開始前にはDOEとも区とも密接な協力関係がなかった。CINTRIはもっと積極的に住民教育事業に係わる必要がある。

現在の契約では、環境教育分野における責任分担があいまいであるので、MPPはDOEとCINTRIの役割と責任をもっと明確にする必要がある。

(2) 市全域への情報普及

今回のパイロット・プロジェクトの結果から、地域住民と協力してゴミ出しルールを導入するのは決して難しくはないことが判明したが、外部から来てゴミを捨てていく通行人をコントロールするのはかなり難しい。DOEは今回策定したゴミ出しルールについてテレビ、ラジオ、新聞などを通して広く知らしめて、更なるマナーの向上に努めなければならない。

(3) 更なる環境意識の向上の必要性

今回策定したゴミ出しルールは、必要最低限の単純なものであった。住民は家の前にゴミをおくカーブサイド収集や個別回収を望むものが多い。この場合、ゴミ出し地点が家の前なのでマナーも比較的良好に保てるが、公共エリアに共有のゴミ出し場所を設定するとなると、他の住民がきちんとマナーを守るかどうか不信感が強く、ゴミ出しポイントの近くの住民から強硬な反対がおきる。

将来的には分別収集などの必要性も高くなると予想されるので、DOEは更なる環境意識の向上に努めなければならない。

5.2.4 環境モニタリングシステムの構築（SMC処分場改善PP）

パイロット・プロジェクト実施前には、MEO/DOEによる処分場のモニタリングはまったく行われていなかった。監督官庁によるモニタリングの実施は、適切な公害防止の基本である。

一方、DKDS開発計画において、調査団はモニタリング委員会の設立を提言している。DKDS運営開始後に、確実にモニタリングが実施できるよう保証するために、MOE/DOEは今からモニタリング体制構築に努めなければならない。このため、調査団はSMC処分場改善PPにおいて、MOE/DOEがモニタリングを開始できるよう支援することとなった。

予算と人員の不足から、DKDS開発計画で提言するようなモニタリングを行うことはほぼ不可能である。そこで、MOE/DOEと相談の上、現在の予算と人員で可能な範囲で月に1回SMC処分場でモニタリングを開始することとなった。非常に初歩的なモニタリングとはいえ、定期的にサンプリングを行い、分析をし、データをコンパイルした後解析を行うといった活動を通じて、MOEとDOEは将来必要な経験と知識を蓄積できると期待される。

5.3 学習によるICB

学習によるICBは、次の表にまとめた。

表 5-4: 学習による ICB

大項目	小項目	期間	内容	対象者
集団研修	ラオス国がインチャン市研修	29/9/03 – 03/10/03	M/Pの重要な提案（公共コンテナ収集システム、料金徴収及び顧客管理システム、最終処分場の運営及び搬入ごみ管理システムなど）の理解。	MOE、MPP、DPWT、DOE、PPWMから合計9名。
	カンボジア国内集団研修	29/12/03 – 02/01/04	調査成果をカンボジア全国に普及するためのワークショップを開催。M/Pの策定を、全国の地方行政体の関係者が実施するために必要な知識・情報を取得することを支援。	地方都市 29 名、MPP16名、中央政府機関 6 名の合計 51 名。
		13/09/04 – 17/09/04	調査成果をカンボジア全国に普及するためのワークショップを開催。全国の地方行政体の関係者が、適正な廃棄物事業を運営するために必要な知識・情報を取得することを支援。	地方都市 31 名、MPP14名、中央政府機関 4 名の合計 49 名。
技術移転セミナー・ワークショップ	技術移転セミナー	06/10/03	廃棄物管理マスタープラン（案）の内容説明。 優先プロジェクトを確認。 パイロットプロジェクトの内容を確認。	MPP関連38名、中央政府機関2名、NGO1名、国際機関4名、民間業者2名、メディア8名： 合計55名
		26/05/04	廃棄物管理マスタープランの内容とF/S結果説明。	MPP関連38名、中央政府機関9名、民間業者1名、NGO12名、メディア6名： 合計66名
		18/01/05	調査結果の普及とM/Pの円滑な実施のための関係者の合意形成。	MPP関連31名、中央政府機関9名、民間業者等 14 名、NGO23 名、メディア20名： 合計97名
	3R推進のためのワークショップ	08/01/04 – 09/01/04	3Rに関する市民の意識を高揚させる第1歩として、リーダーシップを取るNGO及び政府機関に廃棄物管理と3Rに関する知識・情報の提供。	NGO14名、中央政府機関8名、MPP19名の合計41名。
説明・協議	IC/R	25/02/03 – 10/03/03	調査の目的・方法等について説明・協議。	合計33名。
	P/R (1)	03/07/02	M/P、F/S、PPのコンセプトの説明・協議。	合計41名。
	IT/R	23/09/03	M/P（案）、PP（案）の説明・協議。	合計33名。
	P/R (2)	13/01/04	F/S（案）、PPの継続手法の説明・協議。	合計30名。
	DF/R (1)	25/05/04	廃棄物管理マスタープランの内容とF/S結果の説明・協議。	合計40名。
	P/R (3)	27/07/04	修正した廃棄物管理マスタープランの内容とF/S結果の説明・協議。	合計35名。
	全体週例会議	28/02/03 – 27/06/03 03/10/03 – 16/01/04 21/05/04 – 23/07/04 06/09/04 – 08/10/04	調査工程、作業、目的、内容の説明・協議。	C/P（DPWT、PPWM、DOE）5名から10名。

大項目	小項目	期間	内容	対象者
	SMCDS週例会 議	12/10/03 - 12/01/04 24/05/04 - 26/07/04 06/09/04 - 04/10/04	調査工程、作業、目的、内容の説明・協議。	C/P2名から8名。
現況調査	ごみ量・ごみ質調査	23/03/03 - 30/03/03 21/10/03 - 28/10/03	調査工程・作業・目的・内容の説明・協議、現地調査の実施（サンプリング方法、分析方法）、データの整理・分析	C/P2名から3名
	T&M調査	24/03/03 - 06/04/03 12/11/03 - 16/11/03 01/12/03 - 08/12/03	調査準備（収集車両データ整理、収集システムの分類）、調査の実施、調査結果の整理・分析	C/P2名
	水質調査	23/04/03 28/11/03	調査工程・作業・目的・内容の説明・協議、現地調査（サンプリング方法の習得）	C/P 1名から2名。
住民説明会	第1回公聴会	20/10/03	新規処分場開発計画（第1次案）・EIA調査計画の説明、質疑応答	C/P、MPP、PPWM、Khans、Sangkats、地域住民等96名
	第2回公聴会	25/12/03	新規処分場開発計画（第2次案）・EIA調査結果の説明、質疑応答	C/P、MPP、PPWM、MOE、Khans、Sangkats、地域住民等379名
	第3回公聴会	15/07/04	新規処分場開発計画（第3次案）・EIA調査結果の説明、質疑応答	C/P、MPP、PPWM、MOE、Khans、Sangkats、地域住民等352名

6 フィージビリティースタディー

6.1 優先プロジェクトの選定

M/Pをもとに、2006年までに整備すべき優先プロジェクトとして次のプロジェクトを選定し、その妥当性調査（F/S）を行った。その概要を次の表に示す。

1. Dang Kor新規処分場建設計画
2. 収集サービス拡大計画
3. SMC処分場閉鎖計画

6.2 Dang Kor新規処分場建設計画

6.2.1 計画のコンセプト

本計画は、Khan Dang Korに選定された処分場開発可能な100haのうち、MPPが第一期開発分として確保する31.4haの用地に、約6年の埋立容量を持つ処分場を建設するものである。このDang Kor処分場（仮称）は、カンボジア国で最初の衛生理立処分場として計画されるもので、浸出水処理施設をはじめとする種々の環境施設を持つ処分場として計画する。

新規処分場に計画する主な施設は、C/Pとの協議により下記を含むこととした。

- 管理施設（PPWM本部事務所、搬入ごみ計量施設など）
- 埋立及び浸出水処理施設（貯留施設、浸出水処理施設など）
- コンポストプラント（市場ごみを対象）
- 機材修理工場及び駐機場（収集車両用、埋立機材用）

6.2.2 Dang Kor新規処分場周辺の自然環境

新規処分場予定地であるDang Korでは、南西及び北東からのモンスーンの影響を受けた気候である。最も暑い月は4月、最も寒い月は1月であり、降雨量の約70%は5月から10月に発生している。処分場予定地は、大部分が田畑であり、若干の樹木及び池が存在する。付近に存在する道路は少なく、幹線道としては国道303号がある。計画予定地内及びその周辺にいくつか存在している池は、西に隣接する灌漑用水調整池を除き土取り跡に雨水が溜ってできたものである。灌漑用水路が計画予定地に東西南北に設置されている。Bassac川の支流であるPrek Thnaot川が計画予定地の南を東西に流れており、流域に住んでいる人々はこの水を飲用水として利用している。また、Dang Kor地区に散在する集落の多くが地下水を飲料水として利用している。計画予定地は、メコン河から西に広がる洪積台地の上に位置し、土壌は地表より深度10～15mまでシルト質粘土である。動植物については、樹木が少ないため少なく、またその分布も典型的なカンボジアの地方における分布を示している。

6.2.3 概略設計

a. 設計条件

a.1 計画年

第1期区画 供用開始年： 2007年1月

第2期区画 供用開始年： 2013年1月

a.2 計画処分量

埋立対象ごみは、ブノンペン市全域から収集されるごみで有害廃棄物を含まない全ての都市ごみで、計画処分量は表 6-1のとおりである。

なお、統計局が予測した人口をベースにした処分量を算定すると、第1期区画の運営期間である6年間の増加分は約11万トンとなる。これは、計画処分量の4.5%に相当するが、埋立ごみの密度を0.8ton/m³として埋立高さに換算すると約1.0mとなり、計画に及ぼす影響は微少であり、計画する施設で対応可能と判断される。

表 6-1: 計画処分量

Year	処分量		埋立区画
	年間処分量 (ton/year)	累計処分量(ton)	
2007	337,151	337,151	第1区画
2008	361,350	698,501	
2009	388,616	1,087,117	
2010	416,319	1,503,436	
2011	439,825	1,943,261	
2012	474,938	2,418,199	
2013	498,955	2,917,154	第2区画
2014	524,688	3,441,842	
2015	561,991	4,003,833	

b. 施設整備計画

施設配置図とそれぞれに割り当てた面積は以下のとおりである。

施設の配置計画では、埋立区画が最大となるようにするために、その他の施設は必要最小限の面積とした。その結果、埋立用区画に割り当てられる面積は約23.5haとなった。埋立容量は、掘込みと盛立てを併用することにより約2.3百万m³を確保する計画とした。

なお、1.2章で述べたとおり、本施設計画は第2フェーズで行った地質調査の結果をベースに実施している。このため詳細設計では、図 6-1に示す東西に流れるよう水路の北側に配置されるLandfill area、Administrative area及びVehicle depot and maintenance workshopの計画のために、地質調査を実施する必要がある。

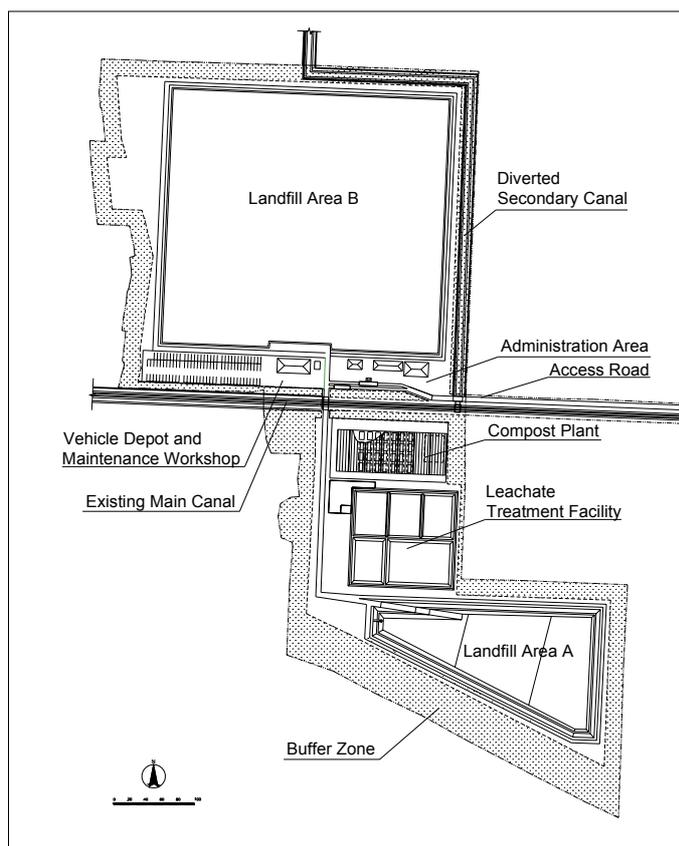


図 6-1: Dang Kor新規処分場配置図

表 6-2: 施設の面積

施設	面積(ha)
管理施設	0.7
埋立及び浸出水処理施設	17.0
コンポストプラント	1.1
機材修理工場及び駐機場	1.2
その他（緩衝緑地帯等）	11.4
合計	31.4

c. 機材整備計画

埋立用機材は下記の機材を計画する。

表 6-3: 埋立用機材リスト

機材	仕様	台数	用途
1 Bulldozer	21ton	4	ごみの転圧式均し
2 Wheel loader	1.2m3	1	ごみの式均し、場内道路の維持管理
3 Water Tank truck	6,000 liter	1	場内道路の維持管理、消火
4 Dump truck	11 ton	2	覆土の輸送
5 Pickup truck	4WD	2	場内管理用
6 Excavator	0.7m3	2	覆土の掘削、水路の維持管理

これらの機材の日常点検や軽微の修理は、処分場内に建設する修理工場で行う。オーバーホールなどの大規模な修理や整備は、民間に委託して行う。修理工場の詳細は、収集車両の維持管理計画に示す。

d. 組織及び管理体制

処分場の運営は、PPWMの下にある埋立運営担当部署が行い、下表に示す職員を強化する。

表 6-4: 処分場運営組織

職 員	現在	2007	2012	2015
1. Section chief	1	1	1	1
2. Engineer		1	1	1
3. Clerk		2	2	2
4. Truck scale operator	2	3	3	3
5. Supervisor		4	4	4
6. Operator		22	25	29
7. Worker	1	12	12	12
合 計	4	45	48	52

コンポストプラントの運営管理は、処分場運営担当部署の下に新たに設置したコンポスト工場課で行う。職員の配置は下表のとおりである。

表 6-5: コンポストプラント運営組織

職員	人数
1. Section chief	1
2. Clerk	1
3. Supervisor	2
4. Operator	2
5. Worker	25
合 計	31

e. モニタリング及びモニタリング委員会

e.1 モニタリング

処分場のモニタリングは、地下水、地表水、埋立ガス、騒音、沈下、火災、悪臭及び浸出水の流出について、図 6-2に示す位置で行う。モニタリングの項目においては、重金属等の有害化学物質の測定が重要である。しかし、これらの測定は非常に高価であること、実施主体であるMPP/PPWMの予算が限られていることから、例えば水質測定においてはpH、EC、Clといった項目のみを設定した。これらの項目は、簡便かつ安価である一方、浸出水が漏洩した際はこれらの測定結果が著しく変化するため、漏洩をすばやく探知することが出来る。その際は、重金属を含めた水質測定を改めて行い、現状の把握及び対策を早急に検討する。

モニタリング頻度は、DOE/PPWMによる内部モニタリングは毎月、モニタリング委員会（後述）との合同モニタリングは年2回を予定する。

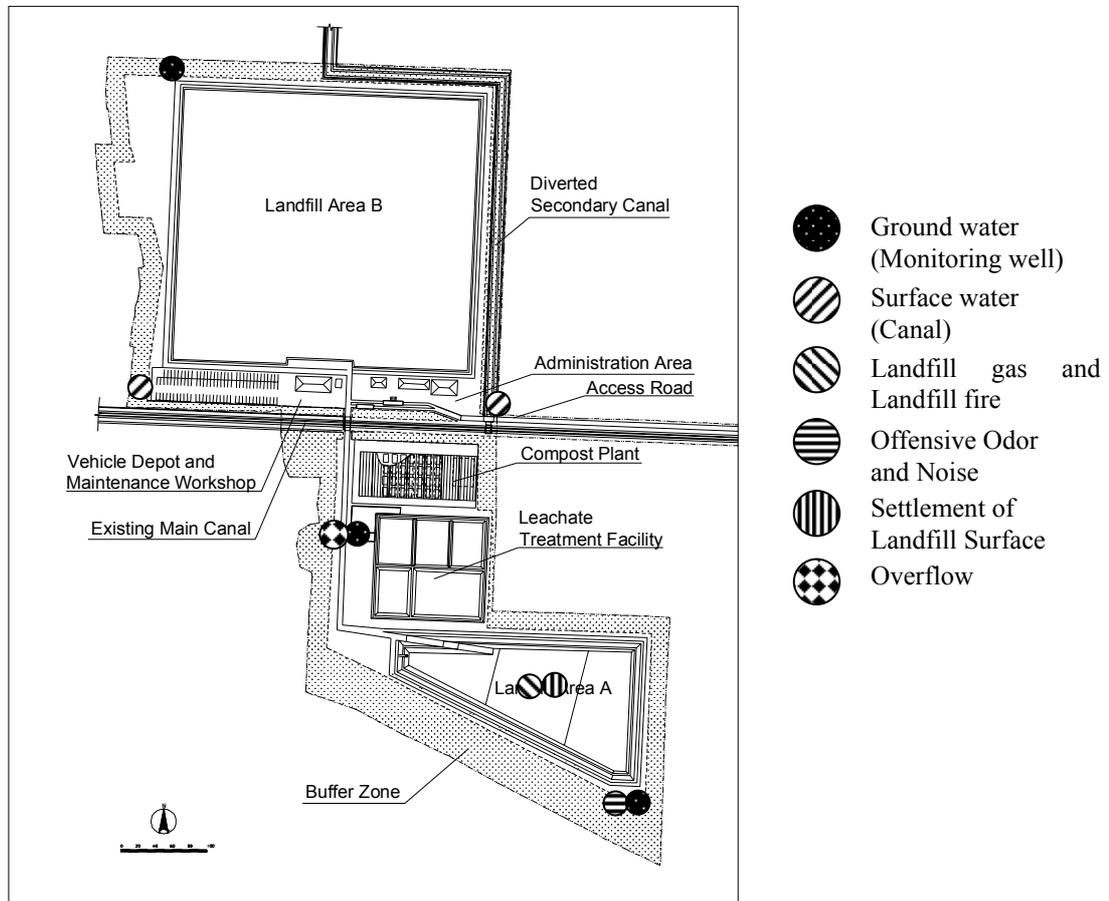


図 6-2: モニタリングポイント

モニタリングの項目及び実施段階は以下のとおりである。

表 6-6: Dang Kor Disposal Siteモニタリング計画

Items	Facility and equipment	Measuring Items	Stage		
			construction	Operation	Closure
Underground Water	Monitoring well	Electric conductivity, Cl-, pH		√	√
Surface Water	Water sampling	Electric conductivity, Cl-, pH		√	√
Landfill gas	Gas removal pipe	CH4, CO2, H2O, Temperature		√	√
Noise	Noise level meter	Odor, Noise	√	√	
Settlement	Settlement board	Settlement level		√	√
Landfill fire	Personal check,	Landfill fire		√	√
Offensive odor	Personal check,	Offensive odor		√	√
Overflow	Personal check,	Overflow of the leachate treatment facility		√	√

e.2 モニタリング委員会

上記モニタリング体制を強化していくため、MPP、MOE、DOE、NGO及びSangkat/Khanと住民の代表から成るモニタリング委員会を設置し、処分場建設時、運営時及び閉鎖時の状況と周辺環境への影響をモニタリングする。モニタリング委員会の機能と目的は以下のとおりである。

- モニタリング委員会はモニタリングに参加し処分場内・周辺の環境を監視する。
- もし処分場の運転が環境影響を及ぼす懸念が生じた場合は、委員会は調査を要求し立ち会うことが出来るものとする。
- 適切な処分場運営のため、必要なときはいつでも委員会とPPWMは会合を持つものとする。

なお、モニタリング及びモニタリング委員会の詳細については、プロジェクトの詳細設計段階で再度検討することとする。

f. 事業費

Dang Kor処分場に建設する施設のうち、修理工場を除くものの建設費とO&M費は下表のように見積もられた。

表 6-7: Dang Kor 処分場事業費(単位:千ドル)

		2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
管理施設	投資	95	1,653	0	0	0	0	4	75	0	0	0	1,827
	O&M	0	0	132	132	132	132	137	134	192	139	139	1,269
最終処分場	投資	316	6,826	0	0	0	175	193	3,349	1,724	0	0	12,583
	O&M	0	0	486	468	468	468	508	498	506	521	634	4,557
コンポスト	投資	59	1,135	0	0	0	0	0	0	110	0	0	1,304
	O&M	0	0	56	56	56	56	62	58	61	63	63	531
機材修理工場	投資	76	1,498	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1,574
	O&M	0	0	121	121	121	121	137	130	138	148	148	1,185
合計	投資	546	11,112	0	0	0	175	197	3,424	1,834	0	0	17,288
	O&M	0	0	795	777	777	777	844	820	897	871	984	7,542

6.2.4 プロジェクト評価

a. 技術評価

地質調査の結果、ごみ貯留施設予定地は全域が地表から約10m以上粘土で覆われていると思われるが、一部東寄りで地表面から3~4mの深さに砂層が潜り込んだように存在していることが確認された。この粘土層は、透水係数が 10^{-6} cm/sと極めて小さく浸出水を遮断するに

十分な材質である（日本の基準では、土質遮水材に要求される難透水性は、透水係数が $1 \times 10^{-6} \text{cm/s}$ 以下で、層厚が50cm以上）。このためごみ貯留施設は、容量を最大化することと掘削土を売却して処分費の低廉化を図る目的で、地表下9mまで掘削する計画としている。しかしながら、底盤より下にある帯水層の水圧によっては掘削により盤部膨れを引き起こし、引いては浸出水が地下水に流れ込む恐れがある。また、一部に見られる砂層が広く連続している可能性もあることから、詳細設計を行う際には追加的に地質調査を行う必要がある。また、計画では貯留施設の遮水は現地で発生する粘土を使ったクレイライナーを採用しているが、これは安全でかつ安価なものとして評価するものの、施行が難しいため施工時にクラックを発生させないための適切な含水比管理や、所定の敷設厚が確保されているかどうかなどの、厳しい施行監理が必要である。

処分場予定地周辺の住民の一部は、河川水を濾過し沸騰させて飲料水として使用している。このため、処理した浸出水を河川に放流することには問題がある。これに対して、浸出水処理は乾季には蒸発散、雨季にはごみ中に戻して有機分の分解を促進させる循環方式を採用しているが、浸出水を外部への流出させない方式として評価される。また、貯留施設は過去の最高水位に30cm上乗せした高さ（海拔10.2m）の堰堤で囲む計画である。これにより洪水など外部の要因で浸出水が流出することを防ぐことができる。しかしながら、不測の事態で浸出水が流出しないと断言できないことから、このような場合であっても周辺部への影響を最小限に止めるために、放流基準値以下に希釈することができる対策を用意する必要がある。

統計局が予測した将来人口で発生量を推計した結果、2007年から2015年間の発生量は調査で採用したものに比べて平均5%の増であることが判明した。第一期開発区画は、2007年から2012年の6年分の埋立容量を計画しているが、統計局の予測で人口が増加した場合、埋立可能期間は約3.3ヶ月短縮されることになる。従って、第一期分の事業実施計画への影響は無いが、第2期分の開発に当たっては、搬入ごみ量の継続管理と人口調査データを分析して、計画との相違を定期的にチェックして開発スケジュールを見直す必要がある。

b. 社会評価

新規処分場の建設は、様々な社会的インパクトを与えるが、定性的な社会的インパクトについて評価した。

負のインパクト

- ごみ料金の上昇
- 処分場予定地内の農民の生活基盤の喪失
- 既存処分場のウェストピッカーの生活基盤の喪失

ごみ料金の上昇に対しては、処分場内で発生する掘削土を売却することで極力処分費の高騰を抑えている。一方料金設定に際しては、事業系排出者への負担を多くするなどの検討を加え、一般家庭への負担軽減を図ることを推奨する。

予定地内で農業を営んでいる人々に対する雇用対策として、処分場の作業や同処分場に併設するコンポスト工場での作業を提供できることから、その影響は最小限にとどめることが可能である。

既存処分場のウェストピッカーの生活基盤の喪失については、6.4.3章の「SMC処分場閉鎖計画」事業評価にまとめて記してある。

c. 環境評価

c.1 結論

本プロジェクトにおけるプロジェクト内容、環境質、環境影響分析、住民参加、環境対策、代替案分析、環境管理計画及び組織能力について十分に検討を行ったところ、負の環境影響は許容範囲まで低減できると予想された。詳細は以下のとおりである。

c.2 プロジェクト

プロジェクトはプノンペン市新規廃棄物処分場であり、事業主体はMPPである。既存処分場であるSMC処分場が2007年に閉鎖予定のため、プノンペン市の適切な廃棄物行政実施及び市民への廃棄物行政サービス継続のために本プロジェクトは不可欠である。プロジェクトの実施はプノンペン市民への公共便益及びプノンペン市への廃棄物管理・環境保全に大きく寄与するものである。

プロジェクトは、処分場の建設、運転、閉鎖段階における環境配慮を網羅している。用地選定、規模、廃棄物処分方法についても十分な環境配慮がなされている。環境管理計画についても十分な検討が行われている。また、単なる緩和策だけでなく、モニタリング委員会の設置も計画されている。

c.3 EIAプロセス

本プロジェクトは、the Sub-decree on Environmental Impact Assessment Process in Cambodiaに基づき、EIAの対象となっている。このSub-decree に従ってプノンペン市は、最初にIEEを実施してMOEに提出し、2003年7月16日にMOEで承認された。次に行ったEIAの調査項目は、IEE結果に基づき決定・実施された。EIAの申請承認にあたり、事業主体であるMPPはIEE・EIAの申請・承認取得を自ら行った。また、MPPは計3回のパブリック・ヒアリング（後述）を開催し、特に第3回パブリック・ヒアリングにおいては事業内容についても十分な説明責任を果たした。調査団は、MPP単独では実施が困難なEIA調査及び新規処分場開発計画（案）作成について協力を行い、MPPが行ったEIA承認取得及びパブリック・ヒアリングをサポートした。

c.4 住民参加

EIA調査の一環としてパブリック・ヒアリングを3回行った。これらのパブリック・ヒアリングの概要を以下に示す。

c.4.1. パブリック・ヒアリングの概要

(1) 目的

パブリック・ヒアリングの主要目的は全ての関係者との合意形成であった。

第1回目のパブリック・ヒアリングはEIA調査の前に行った。参加者から出された意見やコメントをEIA調査計画やDKDS開発計画に反映する事も重要な目的の1つであった。

(2) パブリック・ヒアリングの主なターゲット

以下の3つの地域がDKDSの影響を最も受ける地域と考えられる。

- 処分場から半径1 km以内の地域
- 国道303号沿い
- Prek Thnot川下流で川の水を飲料水として利用している地域

処分場から半径1 km以内の地域では、全ての世帯がステークホルダーとして招待されたが、国道303号沿いとPrek Thnot川下流ではSangkatとPhumのみ招待された。

半径1km以内にある世帯は第1回パブリック・ヒアリングから参加すべき対象者であったが、C/PがまずDang Kor地区の行政担当者に説明するのがこのスタイルであると強く主張したため、第1回パブリック・ヒアリングでは、Dang Kor地区内の全てのSangkatとPhumを招待し、半径1 km以内の地域では、地区のHousing Group Leaderのみを招待した。

SMC処分場で働くウェストピッカーも重要なステークホルダーであったが、信頼できるリーダーも自助組織もなく、代表者を招待する事が不可能であったため、パブリック・ヒアリングへの招待は断念した。その代わりに、第1次フェーズのSocial Environment Surveyにおいて、インタビュー調査とフォーカスグループミーティングで処分場が閉鎖された場合にどうするかなどの質問を行った。加えて、ウェストピッカーを支援しているNGOやコミュニティーリーダーからなる連絡協議会を立ち上げた。調査団は、MPP/PPWMに対してこのような会議を今後も定期的開催するよう提言している。

c.4.2. フォローアップ調査

パブリック・ヒアリングでは、毎回活発な質疑応答が行われたが、多くの地方行政官や地域住民の多くは、固形廃棄物管理に関して馴染みがないためにパブリック・ヒアリングでの説明を理解するのが難しかったと想像された。加えて、参加者の中には人前で質問をするのが苦手なために発言できない者もいたと思われる。したがって、参加者がどの程度説明を理解し、開発計画に対しどのような考えを抱いているかを把握するために、パブリック・ヒアリングが終了後毎回フォローアップ調査を実施した。

フォローアップ調査の詳細は、Supporting Bookの中のAnnex 15 (1st and 2nd hearing)とAnnex 18 (3rd hearing) にまとめられている。

c.4.3. 今後の課題

関係者と合意をはかり、彼らの意見を開発計画に反映させるためにパブリック・ヒアリングを3回開催した。パブリック・ヒアリングを行うことで、事業実施者と地域住民が意見交換する機会が生まれた。しかし、地域住民だけでなくNGOもSWMについてよく理解していないために、参加者の中には説明を正しく理解できない者もいた。MPP/PPWMは、彼らがSWMに関する知識を深め、開発計画を正しく理解できるよう今後も努力を続ける必要がある。

SWMに馴染みのない人でも理解しやすいようなビジュアル化された教材の開発が行こうと思われる（すでにサンプルを作成済み）。プレゼンテーションの方法も改善の余地が大きいと思われる。地域住民向けの教材が開発できれば、PPWMとMPPのスタッフが、集落単位の小さなミーティングを数多く開催し、開発計画を説明することも可能となる。MPP/PPWMは、開発計画が実際に実施されるまで、このような地道な対話を続けていく必要がある。

c.5 事業主体のプロジェクト実施能力

事業主体はMPPである。MPPの組織下にあるPPWM及びDOEが各々プロジェクトの運営、モニタリング監視を担当する。JICA開発調査で実施したSMC処分場の改善パイロットプロジェクトを通じて、PPWM及びDOE職員はプロジェクト実施能力を強化するための実施訓練を行っている。

c.6 特段の配慮を要する事項

結果として、プロジェクトによる周辺環境への影響は、緩和策により許容範囲内まで低減される。しかし、以下の項目については、特段の配慮が必要である。

c.6.1. 適切な運営

どんなに衛生埋立のための十分な計画、設計、処分場建設が完璧に行われようとも、処分場の運営時及び閉鎖時のモニタリングは環境保全の観点から不可欠である。従って、建設、運営、閉鎖の各段階において表流水及び地下水汚染、悪臭及び火災に留意し、定期的なモニタリングを実施する。

モニタリングシステムを確立するため、プロジェクトのモニタリング委員会設置を推奨する。委員会メンバーはモニタリングに参加し、処分場及びその周辺の環境状態を監視する。委員会には以下のメンバーを含むこととする。

MPP、MOE、DOE、NGOs、周辺住民及び地方行政職員

モニタリングの実施間隔は、PPWMによる内部モニタリングが毎月1回、モニタリング監視委員会による実施が年2回とする。

c.6.2. 道路の改修

M/Pによる廃棄物収集・運搬計画では、2007年に発生する収集車両による交通量は一日あたり322トリップである。これはそれほど大きな数字ではない。しかし、アクセス道路となる国道303号線は、現在未舗装であり現状のままでは、騒音、交通渋滞、大気汚染の悪化が予想される。

緩和策として最も有効な方法は道路の舗装化である。ADBの資金拠出による“Mekong Tourism Development Project”が計画されており、この計画の中で、プノンペン市中心部からキリングフィールドメモリアルまでの交通アクセスを改善するための国道303号舗装工事が含まれている。メモリアル入り口から処分場入り口までは処分場開発プロジェクトで舗装を行う。従って、騒音、交通渋滞、大気汚染は許容範囲内であると予想される。

c.6.3. 地主への対策

プノンペン市が新規処分場を開発することにより、地主はそれまで水田として利用していた用地を失うことになる。建設工事が始まるまでの間、地主は耕作を許されるが、着工後には収入が無くなる。このため、建設中の建設労務や、供用後の処分場作業などの雇用機会を提供する必要がある。

d. 財務・経済分析

d.1 事業の概要

現在、プノンペン市から収集される一般廃棄物の埋め立て処分を実施しているSMCD処分場は、ここ数年で残余埋立て容量が尽きることから、新たな処分場の整備が必要となっている。

そこで、Dang Korに総面積が100haで2007年から20年間に渡って一般廃棄物の処分を行う新規最終処分場を整備・運営する事業が計画された。ここでは、第1期分として31.4haの処分場開発計画の採算性について分析を行った。

d.2 事業の財務分析

d.2.1. 採算性評価の条件

Dang Kor最終処分場の整備・運営事業の採算性評価は、以下の事業条件で実施した。

表 6-8: 事業採算性評価の条件

事業主体	プノンペン市廃棄物管理公社
評価期間	2005年から2015年までの11年間（ただし、処分場の埋立て可能期間は、2007年より20年間である）
収入	<ul style="list-style-type: none"> ・ 従量制に基づく2007～2015年の処分料金の徴収（料金徴収率は100%と設定） ・ 処分場整備に際しての掘削土の売却（US\$ 3.0/m³）による収入（279,000ドル/年の収入をプロジェクト期間中に毎年得られると想定） ・ 処分場内のコンポスト・プラントにおいて生産されるコンポストの売却（200リール/kg）による収入（年平均61,250ドルの収入を想定）

投資費用	2004～2006年までに初期投資として以下の設備投資を行う。 ・ 2004年：土地の購入(31.4ha) ・ 2005～2006年：施設設計・建設(処分場及びコンポスト・プラント) ・ 2012年より第二期埋立てエリアの整備を進め、2013年より開業。
運営費用	2007年～2015年までの各年度について、所定の単価及び数量に基づいて見積もった。処分場及びコンポスト・プラントを含む。
減価償却	処分場の共用部分については、20年での完全償却とし、埋立て対象部分については第1期分は6年での完全償却、第2期分は3年分の償却とした。コンポスト・プラントは施設については15年での完全償却、資機材については、7年の償却(Wheel Loaderとトロンメル)で、残存価額10%とした。
価格	2004年価格で算定し、価格上昇は見込んでいない。
割引率	M/P評価の際に用いた10%を適用した。

注：1. 埋立て区画の耐用年数は、ごみが処分される年数に同じとする。
2. 15年を経過した共通施設の残存価値は、プロジェクト資産の残存価値に含む。

d.2.2. 採算性評価

事業採算性評価は、M/Pの財務分析で実施した場合と同様に、「無償資金を導入しない場合」と「無償資金を導入する場合」の2ケースについて検討した。

i) 無償資金を導入しない場合

無償資金を導入しない場合の事業採算性基準として、ここではM/Pの財務評価の場合と同様の割引率で、トンベースでの処分料金をいくらに設定した場合に、FIRRが10%以上に達するかについて分析を行った。その結果は次の通りである。

表 6-9: ごみ処分料金設定と事業採算性

ごみ処分料金 (US\$/ton)	正味現在価値(NPV) (US\$)	財務的内部収益率(FIRR) (%)
1	-10,002,234	-13.15
2	-7,967,689	-7.81
3	-5,933,143	-2.83
4	-3,898,598	1.82
5	-1,864,053	6.20
6	170,493	10.34

上記の表に見るように、事業採算が可能なレベルと推定した財務的内部収益率10%に達するためには重量ベースでトン当たり5.92ドルの料金徴収が必要となる。現在のSMCD処分場における運営費用が1ドル/トン以下であり、SMC処分場を運営しているPPWMが現在CINTRIから徴収している処分料金が0.56ドル/トンであることを考慮すると、当マスタープランにおいて提案している衛生埋立て処分場を投資事業として実施するためには、現在の約11倍の料金設定を行わねばならず、これは現実的な意味で、採算性のある事業とするのは難しいと推定される。

ii) 無償資金を導入する場合

土地購入費を含む2005～2006年の初期投資費用を無償資金によりまかなう（土地は中央政府より無償で手当される。）ことにより、トンベースでの処分料金をどこまで抑制できることが可能かを分析した。

無償資金を導入した場合の、事業採算性は、事業期間を通じて無償資金によって得た施設の更新に必要な総費用（減価償却費＋追加設備投資費用＋運営費用）が、資金不足に陥ることなく賄われることをもって、確認することができる。

当事業が採算可能であるためには、事業によって得られる収入が、次の条件を充たしている必要がある。

- 単年度収入が、全ての年度において、減価償却ベースで算定した費用を上回っていること。
- 事業利益の蓄積額（単年度ベースでの利益を蓄積した額が、投資ベースで必要とされている費用を全ての年度において上回っていること。

分析の結果、この2つの条件を充たすために十分なトンベースでの処分料金は4.4ドル/トンとなった。

処分ごみ量1トン当たり4.4ドルという料金は、2002年時の処分費用の約8倍に相当するものとなっており、この負担をPPWM、CINTRIともに、適切な処分場運営を図るために負うことが必要となる。この処分料金の上昇は、当然ながらPPWM及びCINTRIがごみ収集を行う際の収集料金に影響してくるものである。

d.3 事業の経済分析

Dang Kor処分場事業の経済的費用対効果の分析として、以下の分析を行った。

- 処分場内のコンポスト・プラント事業の経済的費用対効果の定量的分析
- 処分場事業全体の経済的費用対効果の定性的分析

処分場事業全体の経済的費用対効果については、本来であれば定量的分析を行うことが望ましいが、処分場事業がもたらす便益・効果として想定される「周辺住民を含む人々の健康・保健衛生面での改善」や「事業実施に伴い回避される大気汚染や地下水・表流水汚染」等、精度が高くかつ信頼性のある経済的価値への換算が困難なものが多い。そこで、これについては、当事業がもたらす経済的便益の定性的な評価に留めることとする。

d.3.1. コンポスト・プラント事業の経済的費用対効果の定量的分析

i) 経済的費用対効果分析の前提

コンポスト・プラント事業の費用対効果分析に当たっては、処分場事業計画に基づいて、次のような前提で評価を行った。

表 6-10: コンポスト・プラント事業の費用対効果分析の前提

事業主体	プノンペン市廃棄物管理公社
評価期間	2005年から2015年までの11年間
便益	<ul style="list-style-type: none"> ・ 処分場内のコンポスト・プラントにおいて生産（年間 1,225 トンのコンポスト生産を想定）されるコンポスト販売による収入（コンポストの販売額は 100～500 リエル/kg の間で想定） ・ コンポスト化による処分費用の削減 コンポスト化される1,225トン/年に対してトン当り処分費用（無償を導入しないケースで10%のIRR達成に必要な5.26ドル/トン）を乗じた6643.5ドルを年間の費用削減便益とする。
投資費用	2005～2006年における以下の費用を初期投資費用とする。 施設設計費：70,000ドル（2005年：42,000ドル、2006年：28,000ドル） 施設建設費：698,000ドル（2006年） 資機材購入費：110,000ドル（2006年）
運営費用	2007年～2015年までの各年度について、所定の単価及び数量に基づいて見積もった。
減価償却	施設については15年での完全償却、資機材については、7年で残存価額10%とし、開業後7年目に更新投資を行うこととした。
価格	2004年価格で算定し、価格上昇は見込んでいない。

ii) 経済的費用対効果の評価

上記の条件のもとで、コンポストの販売価格を100～500リエルの間で複数ケース想定し、経済的内部収益率を算定した結果は、次の通りである。

表 6-11: コンポスト事業の経済的内部収益率

コンポスト価格 (riel/kg)	年間収入 (US dollar/年)	EIRR (%)
100	37,628	-10.51
200	67,893	-5.85
300	98,518	-1.36
400	129,143	2.98
500	159,768	7.18

このように、正の経済的内部収益率を得るためには、300riel/kg以上でコンポストを販売することが条件となる。400riel/kg（1ドル/kg）で約3%のEIRRを得ることが可能となる。

d.3.2. 処分場事業の便益に関する定性的評価

Dang Kor処分場事業の実施は、先に定量的評価を行ったコンポスト・プラントの便益に加えて、正確な定量化は困難なものの、以下に示すような様々な便益をプノンペン市に対してもたらすことが期待される。

- SMC処分場閉鎖の遅れによる周辺環境への悪影響の回避

ここ数年で埋立て容量が尽きると推定されるSMC処分場は、当事業による新規処分場の整備が円滑に進まなかった場合、容量を超えた廃棄物埋立てが実施される可能性が高いことは、これまでのSMC処分場における運営の現状からも明らかである。このような容量を超えた埋立ては、不適切な埋立て手法による地崩れや雨による廃棄物及び浸出水

の周辺地域への流出・浸出をもたらし、埋立地自体の安全性や環境衛生のみならず、周辺住民及び周辺で農業等を営む人々に対して深刻な健康及び経済的影響をもたらす可能性がある。新規処分場の適切な整備・運営は、このようなリスクを未然に回避することにつながる。

- **不法投棄の回避**

新規処分場整備の遅れは、既存処分場への容量を超えた埋立て処分に加え、行き場を失った廃棄物の不法投棄を促進する恐れがある。このような不法投棄は、既にプノンペン市の一部で見られるように、河川への投棄による水環境及び周辺生活環境の悪化、洪水等の被害をもたらすとともに、無秩序に不法投棄が行われることによる環境汚染の拡大・拡散、景観・美観の低下にもつながる。新規処分場の整備は、このような様々な影響を及ぼす可能性のある不法投棄を防止することができる。

- **適切なごみ処分による都市イメージの改善**

新規処分場の整備及び適切な運営は、都市環境の改善・美観形成につながり、カンボジア国の首都であるプノンペン市のイメージ・アップに大きな役割を果たす可能性がある。今後持続可能な経済発展をカンボジア国及びプノンペン市が進めていく上で、整った都市環境は、海外からの投資や観光等を通じた経済活動の活性化に不可欠な要素であり、この点で適切な処分場の整備のもたらす便益は小さくない。

- **関連経済活動の誘発効果**

M/Pでは、衛生埋立てによる都市廃棄物の埋立処分に加えて、コンポスト生産を処分場内で実施するなど、より環境保全に配慮した廃棄物管理を目指している。このような試みは、一方でその運営に追加的な費用を必要とするものの、従来は必要とされなかった新たな技術（例えば処分場からのメタン回収等）や人材の開発・育成を促進し、関連産業・経済活動の活発化を促す可能性がある。

これらの便益は、いずれも定量的に評価することが困難なものであるが、当該事業の実施に要する費用に十分見合うものであると推定される。

6.3 ごみ収集サービス拡大計画

6.3.1 計画のコンセプト

M/Pで提案された収集計画は、プノンペン市と民間業者が協力して市内の未収集地区及び収集不十分地区を無くしていくことである。プノンペン市が実行しなければならないことは、準都市部3 Khanにおいて採算性の問題からCINTRIが収集しない地域に対して収集サービスを提供することである。本プロジェクトは、プノンペン市の清掃事業実施機関であるPPWMが、このような未収集地域へ収集サービスを拡大するために必要なシステムを確立するものである。

6.3.2 概略設計

a. 設計条件

a.1 計画対象年

PPWMによる収集サービス開始： 2007年1月

a.2 収集サービス対象地域

PPWMは、準都市部3Khanの中で民間が収集できない地域に対して収集サービスを提供する。サービス対象地域はプノンペン市と民間業者との合意に基づいて確定するが、2005年2月末時点で合意されていないため、ここではエリアを特定せず下記の計画収集量に基づいて収集サービス拡大計画を策定する。

a.3 計画収集ごみ量

現地踏査及びSMC処分場への搬入ごみ量を分析し、下記の仮定に基づきPPWMの計画収集ごみ量を算定した。

- 2004年時の民間の日収集量は、SMC処分場で計測された同年10月と11月の搬入量の平均値と同値とみなす。
- 準都市部における民間の収集量は、2004年より毎年10%増加する。
- PPWMの計画収集量は、M/Pで示されている目標収集量と民間収集量の差とする。

表 6-12: 計画収集量

収集量 (ト/日)	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Households	82.6	100.2	116.7	132	145.9	158.5	188.2	216.2	242.1
Commercial-Restaurants	8.1	8.5	9.3	9.9	9.9	13.3	13.5	13.6	17.5
Commercial-Others	20.6	22.1	24.5	26.5	26.7	36.3	37.2	38.1	49.1
Markets	14.1	15	16.5	17.8	17.9	24.2	24.7	25.2	32.4
Hotels	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1
Offices	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4
Schools	1.4	1.4	1.6	1.7	1.7	2.3	2.3	2.3	3
Factories	15.9	16.5	17.9	19	18.8	25.1	25.4	25.6	32.8
Hospitals	2.7	2.8	3	3.2	3.1	4.2	4.3	4.3	5.5
Slaughter House	1.9	2	2.1	2.2	2.2	2.9	2.9	2.9	3.7
Unidentified source	8.4	9.2	10	10.9	11.8	12.7	13.7	15	16.2
Street Sweeping	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.7
計画収集量	156.5	178.7	202.7	224.4	239.2	281.1	313.8	344.8	404.4

b. 機材整備計画

収集サービスに使用する機材は、M/Pで検討した最適技術システムに基づき、下表の組み合わせとする。

表 6-13: 機材の組み合わせ

廃棄物発生源		収集システム	摘要機材	収集頻度
家庭ごみ	アクセス困難地域	一次収集+ コンテナ収集	SL、コンテナ(5m ³)、プッシュカート、リサイクルセンター	週3回
	アクセス可能地域	カーブ/ベル収集	コンパクタートラック(15、8、4m ³)	週3回
事業系ごみ	小規模	カーブ/ベル収集	コンパクタートラック(15、8、4m ³)	毎日
	大規模	コンテナ収集 (リース)	SL、コンテナ(5m ³)	適時
	その他	コンテナ収集	SL、コンテナ(5m ³)	適時
街路清掃		カーブ収集	ダンプトラック	週2回
公園清掃		コンテナ収集	SL、コンテナ(5m ³)	週2回

計画収集ごみ量に対して必要となる収集機材数を下表に示す。

表 6-14: 必要な収集用機材

機材	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
コンパクター・トラック 15m ³	8	9	10	12	12	14	16	17	19
コンパクター・トラック 8m ³	3	3	3	3	4	4	5	5	6
コンパクター・トラック 4m ³	3	4	4	5	5	5	6	7	8
スキップローダトラック	5	6	7	7	7	8	9	10	11
コンテナ (5m ³)	37	45	51	51	52	61	67	74	86
ダンプトラック	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ホイールローダ	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ピックアップ・トラック	2	2	2	2	2	2	2	2	2

c. 組織及び管理体制

収集サービスに要する職員の構成は下表のとおりである。

表 6-15: 収集サービスの要員表

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Section Chief	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Collection Engineer	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Supervisor	2	2	2	2	2	3	3	3	3
Clerk	3	3	3	3	3	4	4	4	5
Driver	22	25	27	30	31	34	39	42	47
Operator	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Worker	43	49	53	59	61	69	78	84	95
Worker in Center	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Sweeper	25	32	32	38	38	44	44	50	50
TOTAL	103	119	125	140	143	162	176	191	208

d. 施設整備計画

収集機材の維持管理は、新規処分場内に建設する修理工場で日常点検を行う体制を整える。オーバーホールなど大がかりな修理及び整備は、民間に委託する。

d.1 施設

修理工場はDang Kor処分場予定地内に建設し、収集車両と埋立用機材の定期点検及び整備な修理を行う体制を整えるために、下記の施設を整備する。

- 修理施設
- 洗車機用建物

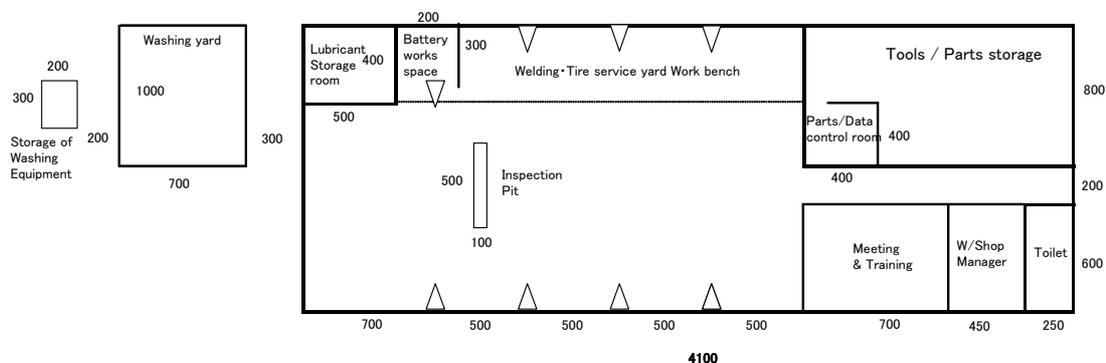


図 6-3: 修理工場の配置図

d.2 設備工具

機材を常時良好な状態にするために、定期点検と主要な部品を交換するために必要な車両及び重機車両用工具を準備する。

- 定期点検・一般修理用
- タイヤ整備
- バッテリー／溶接整備
- 部品庫
- 事務所
- 洗車場

機材維持管理に要する職員の構成を下表に示す。

表 6-16: 機材維持管理の要員表

Staff	2007	2012	2015
Director	1	1	1
Chief mechanic	2	2	2
Mechanician	6	8	9
Clerk	3	3	3
Total	12	14	15

e. 料金徴収、顧客情報管理及びモニタリング体制

料金徴収は、下図に示すように、PPWMが顧客との間で結んだ収集サービス合意書に基づいて作成された顧客管理システムより、毎月請求書を用意する。Sangkatは、この請求書

を持って住民よりごみ料金を徴収する。Sangkatは、集めた料金をPPWMに送り、手数料としてコミッションを受け取る。

顧客情報は、毎月の料金徴収時にSangkatが住民の移動を把握し、変更をPPWMに通知する。PPWMは、この情報に基づいてサービス合意書を交わし、顧客データを更新する。

PPWMが提供する収集サービスの監理は、顧客情報と同様にSangkatが料金徴収時に住民からの苦情や改善提案を受け付け、DOEとPPWMに通知する。PPWMは苦情に対して適切な改善計画を策定し、DOEの承認を得て実施する。また、PPWMが半月以上の間改善計画を提出しない場合には、DOEがPPWMに提出を催促し、これをMPPに報告する。

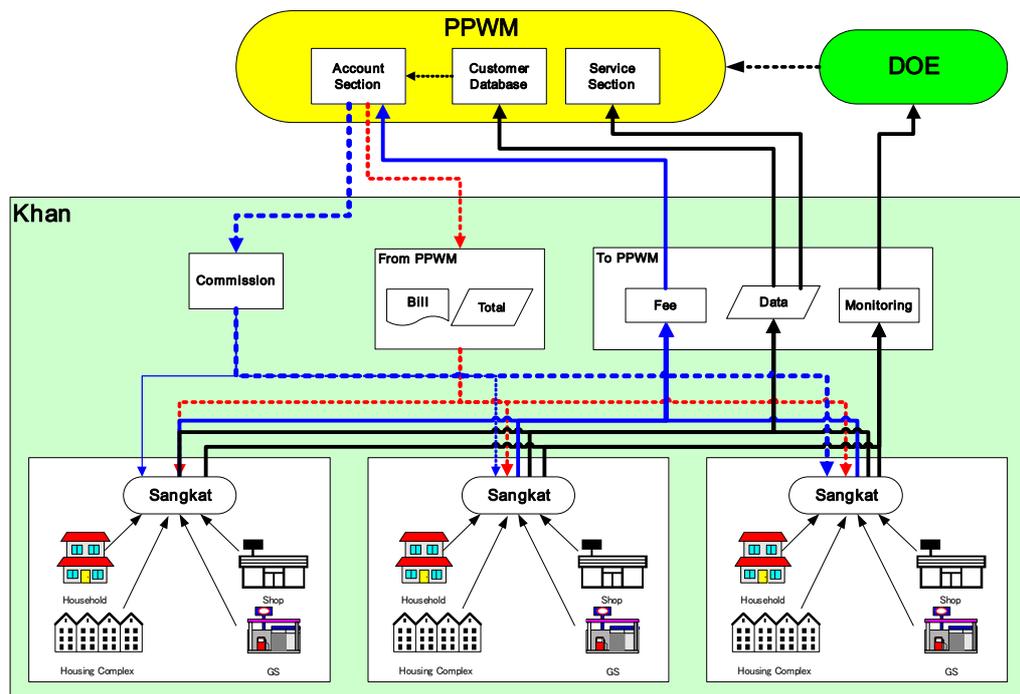


図 6-4: 料金徴収・顧客管理及びモニタリングシステム

f. 事業費

f.1 投資額の算定

2007年から2015年までの計画収集サービスを達成するための機材調達に必要な投資額は下表のとおりとなる。

表 6-17: 収集サービス拡大計画投資額(単位:千ドル)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
収集用機材	1,746	193	140	195	59	219	320	1,601	521	144
施設建設費	58	2	1	2	1	1	2	3	2	-
合計	1,804	195	141	197	60	220	322	1,604	523	144

f.2 O&M費

O&M費は、燃料代、人件費、交換部品費及び作業服等の雑費から成る。また、修理工場のO&M費は、人件費と施設の維持管理費を計上した。

表 6-18: 収集サービス拡大計画O&M費(単位:千ドル)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
燃料費	169	191	207	220	225	248	275	298	332
人件費	83	94	99	110	112	127	138	149	163
その他	3	3	4	4	4	5	5	5	6
機材維持費	61	71	77	83	86	97	108	118	133
合計 (\$US)	316	359	386	417	428	475	527	569	634

f.3 ごみ収集コスト

表 6-19: 収集費(千US\$)

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*	2015	Total
O&M費	286	325	352	379	390	434	485	524	588	3,763
原価償却費	178	203	221	245	253	281	322	210	369	2,281
合計	464	528	573	624	643	715	807	734	957	6,044

ごみ1トン当たりの収集にかかる費用は、下表のとおりで2007年から2015年までの平均単価は7.74US\$/tonである。

表 6-20: 収集単価

	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014*	2015	Total
日収集量 (ton/日)	156.2	178.4	202.3	224	238.8	280.6	313.3	344.3	403.7	
年収集量(tons)	57,017	65,120	73,850	81,760	87,169	102,430	114,358	125,673	147,358	854,735
収集単価(\$US/ton)	8.14	8.10	7.76	7.64	7.37	6.98	7.05	5.84	6.50	7.07

* Depreciation costs in 2014 were off set by sale of scrap vehicles, resulting in a significant reduction of unit costs for that year

6.3.3 プロジェクト評価

a. 技術評価

a.1 収集・運搬システム

準都市部では、十分に整備されている道路は少なく、収集車両がアクセスできない地区が多くある。これに対して計画は、道路が整備された地区へはカーブ収集用にコンパクトトラックを、アクセス困難地区へはコンテナ収集用にスキップローダトラックを採用しており、適切な機材配備である。

コンパクトトラックによるカーブ収集には実績があり、技術的な問題は発生しないと
思われる。しかしながら、運用面では排出と収集との連携が不可欠であることから、実施
主体であるPPWMにDOEと協力して住民の協力を得るようにし、適切な収集システムを構
築することが望まれる。

一方の公共コンテナを用いた収集システムは、プノンペン市には初めて導入するもので
あるが、PPで技術的な問題は克服された。しかし、コンテナの設置場所確保することには
隣接する住民の反対があったことから、事業化に向けて早くからSangkat等と協力して位置
決めをしておく必要がある。

また、収集サービス体制の確立には、多くのドライバーや収集作業員を雇用しなければ
ならない。事業化に当たっては、周到な雇用計画と訓練計画を作成し、2006年末までに体
制を作り上げることが極めて重要な課題である。

a.2 機材の維持管理

計画されている機材の維持管理施設は、収集車両の整備には十分な施設である。事業化
にあたり、十分訓練されたメカニックを雇用することと、しっかりとした部品管理体制を
構築することが重要である。また、予備部品を適切に供給するためには、相応の予算措置
が必要である。

b. 社会評価

収集サービスの拡大に伴い、インフォーマルなリサイクル活動を圧迫する可能性もある。
これには、リサイクル業者（バイヤーも含む）等と情報を共有し、リサイクル回収日と収
集日をずらす等の工夫をしてリサイクル活動を阻害しないようにしなければならない。

収集サービス拡大計画では、多くの収集作業員を必要とする。これにはできるだけ既存
処分場で廃品回収をしている多くのウェストピッカーを宛てる計画としているが、調査で
作成した既存処分場のウェストピッカー登録データを有効に利用し、透明で公平な雇用を
図ることが望まれる。

c. 環境評価

収集車両による交通量は、2007年には日当たり322トリップとなると予想される。このた
め、処分場へ通じる道路沿線への騒音振動の影響があるが、ドライバーには安全運転の励
行や騒音を極力発生させないような運転させるなど、教育の徹底が不可欠である。

運搬中にごみが飛散する恐れのある機材は、道路清掃用のダンプトラックである。これ
には、飛散防止用のネットの装着を義務付ける必要がある。他の機材はコンパクトトラ
ックとクローズタイプのコンテナであるが、ウェストピッカーによる通行中の抜き取りが
無いように厳しく取り締まる必要がある。

d. 財務・経済評価

d.1 事業の概要

当マスタープランでは、民間業者によって採算がある程度期待できる都市部4Khanへの収集サービスの提供はCINTRIが行うものとし、事業採算性が期待できない準都市部の3Khanへの収集サービスは、公共事業体であるPPWMとCINTRIとがエリアを分担して収集サービスを提供することにより、プノンペン市全域における公平な公共サービス提供の実現を図ることを提言している。

ここでは、準都市部3Khan内の未収集地域に対して、PPWMが提供するごみ収集サービス事業の経済・財務分析を行った。

d.2 事業の財務分析

財務分析は、2つのケース、すなわち無償を導入しない場合と導入する場合とで行った。

d.2.1. 採算性評価の条件

ごみ収集サービス事業の採算性評価は、以下の表に示す事業条件で実施した。

表 6-21: 事業採算性評価の条件

事業主体	プノンペン市廃棄物管理公社
評価期間	2006年から2015年までの10年間
収入	2007～2015年のごみ収集料金の利用者（一般家庭及び事業者）からの徴収 料金徴収率は、一般世帯については80%、事業所については100%ベースライン・ケースとして設定した。また、収集料金はトンベースで一般家庭と事業所ともに同様とした。
投資費用	2006年に以下の初期投資を実施 (車両) ・ Compactor Truck - 4 m ³ 、8m ³ 及び15m ³ ・ Skip Loader Truck ・ Communal Containers (5m ³) ・ Wheel Loader ・ Pushcarts ・ Pick-up Trucks ・ Dump truck (施設) ・ Container Stations ・ Vehicles Maintenance Workshop 車両については、期間中に収集対象世帯数及び地域の拡大に応じて、随時購入するとともに、所定の償却期間が過ぎたものについては更新する（買い換える）こととした。
運営費用	2007年～2015年までの各年度について、所定の単価及び数量に基づいて見積もった。
減価償却	車両、施設のそれぞれについて償却年数を設定し、車両については、償却後の残存価額を10%、施設については完全償却とした。
価格	2004年価格で算定し、価格上昇は見込んでいない。
割引率	M/Pの財務評価の場合と同様に10%と設定

d.2.2. 採算性評価

PPWMが行う収集サービス事業の採算性評価は、「無償資金を導入しない場合」と「無償資金を導入する場合」の2ケースについて検討した。

i) 無償資金を導入しない場合

無償資金を導入しない場合の事業採算性基準として、ここではM/Pの財務評価の場合と同様の割引率で、トンベースでの収集料金をいくりに設定した場合に、FIRRが10%以上に達するかについて分析を行った。その結果は次の通りである。

表 6-22: ごみ収集料金設定と事業採算性

ごみ収集料金 (US\$/ton)	正味現在価値(NPV) (US\$)	財務的内部収益率(FIRR) (%)
10	- 1,370,578	- 5.08
11	- 1,022,691	- 1.06
12	- 674,807	2.83
13	- 326,920	6.59
14	20,968	10.22
15	368,854	13.72

注：割引率を10%とする。

上表に示されているように、事業の採算性基準として設定したFIRR10%に達するために必要とされる収集トン当たりの料金は、13.94ドルとなった。この料金を設定すると想定した場合、一般家庭1世帯当たりの月額料金は、プロジェクト期間中に次のように推移することになる。

表 6-23: 一般家庭によるごみ収集料金負担額の推移

	単位	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ごみ収集量	Kg/月/世帯	102	107	113	118	124	113	119	125	113
ごみ収集料金	ドル/月/世帯	1.42	1.49	1.58	1.64	1.73	1.58	1.66	1.74	1.58

注：2012年及び2015年にごみ収集量が減少しているのは、M/Pにおいて発生源におけるリサイクル等による排出削減率がそれぞれの年度を境に上昇すると想定しているためである。

上記のように、プロジェクト期間中における収集料金は1世帯当り月額で1.42～1.74ドルの間で推移している。これは現在の一般家庭からの月額ごみ料金（収集+処分を含む）0.8～1.0ドルのおおよそ1.7から2倍である。準都市部における一般世帯の支払い意思及び支払い能力を考えると、かなり厳しい負担になることが推定される。

ii) 無償資金を導入する場合

2005～2006年に投入が必要とされる初期投資資金を無償資金によりまかなうことにより、トンベースでの収集料金をどこまで抑制できることが可能かを分析した。

無償資金を導入した場合の、事業採算性は、事業期間を通じて無償資金によって得た資
施設及び機材の更新に必要な総費用（減価償却費＋追加設備投資費用＋運営費用）が、資
金不足に陥ることなく賄われることをもって、確認することができる。

減価償却ベースでは、耐用年数に従って定額法で費用が等配分されるため、事業費用は
なだらかに上昇するが、実際の費用の流れは、2013年に収集車両を中心とする機材の更新
費が大きく上昇するため、この時期までに更新費を賄うに十分な事業収益の蓄積が、事業
の持続性を確保する上で必要となる。すなわち、当事業が無償資金を導入したこのケース
において採算可能であるためには、事業によって得られる収入が、次の条件を充たしてい
る必要がある。

- 単年度収入が、全ての年度において、減価償却ベースで算定した費用を上回っていること。
- 事業利益の蓄積額（単年度ベースでの利益を蓄積した額）が、投資ベースで必要とされている費用を全ての年度において上回っていること。

分析の結果、この2つの条件を充たすために十分なトンベースでのごみ収集料金は、11.61
ドル/トンとなった。

収集量1トン当たり11.61ドルという料金は、2002～2003年現在のトンベースでの収集料金
約7ドルのおおよそ1.6～1.7倍に相当する。無償資金を導入しない場合と比較して料金は
17%程低減されている。

表 6-24: 一般家庭によるごみ収集料金負担額の推移

	単位	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
ごみ収集量	Kg/月 /世帯	102	107	113	118	124	113	119	125	113
ごみ収集料金	ドル/月 /世帯	1.18	1.24	1.31	1.37	1.44	1.31	1.38	1.45	1.31

上表に示されているように、1世帯あたりの月額ごみ収集料金負担は、1.18～1.45ドルと
なり、現在の月額ごみ処理料金0.8～1ドルの1.2～1.5倍近くにまで達している。無償資金の
導入によりトン当たり単価が低減されるものの、さらに一般家庭への負担を軽減する方策
が必要であろう。

d.3 事業の経済分析

当調査のM/Pにおいて提案しているPPWMによるごみ収集サービス事業は、これまでサー
ビスを受けていなかった地域に対するサービスの提供を目的とするものであり、その実施
には追加的な費用を要することは、当然ながら避けられない。また、ごみ収集という公共
サービスの提供は、ブノンペン市の義務である。

また、M/Pで提案されている収集サービス事業計画は、現状の詳細調査に基づき、適切な
サービスを提供する上で最も効率的な収集・運搬方法が選択されており、事業自体の経済
効率性は高いものとなっている。

一方、現在ごみ収集サービスが実施されていない準都市部 3 Khan へのサービス提供は、その定量的評価は困難なものの、次のような便益を確実にもたらすことが期待される。

- 市民の健康・環境・衛生の改善

現在収集サービスが実施されていない地域では、ごみは周辺河川や街路へ投棄されたり、野焼きされている。これらは、未収集地域のみならず市民全体に、生活環境や健康・衛生面で深刻な影響を及ぼしている。当収集サービス事業の実施は、このような悪化しつつある健康・環境・衛生の改善に資する便益を確実にもたらすものである。

- 社会経済的発展の促進

上記のような生活環境・健康・衛生面での改善は、人々が居住し経済活動を営む場所としての価値を高め、域内における社会経済活動を活性化させる可能性がある。もとより、都市部 4 Khan と準都市部 3 Khan の経済格差は、現在相当大きいものとなっているが、このような公共サービスが広く市域に拡大することにより、過密化した都市部 4 Khan の新たな受け皿となる可能性がある。

- 住民の環境意識の向上

ごみ収集サービスの有料での提供は、これまで無料（実際には周辺の生活環境の悪化や環境汚染あるいはそれによる健康へのリスクを犠牲にしていると言う点でコストを支払っていることになる。）で周辺にごみを投棄していた住民に対して拒否反応をもたらす一方で、適切な理解が得られた場合には、発生源での抑制努力（分別排出やリサイクル・再利用）等を通じて環境意識の向上をもたらす可能性がある。

このような数多くの便益が期待されることから、当プロジェクトはその実施に要する費用に十分値する便益をもたらすものと考えられる。

6.4 既存処分場閉鎖計画

6.4.1 計画のコンセプト

新規処分場の供用に伴う既存処分場の閉鎖は、下記の事項に配慮した計画とする。

1. 新規処分場への円滑な移行
2. 既存 SMC 処分場の閉鎖に必要な作業
3. 閉鎖後のモニタリング計画
4. 将来土地利用計画

6.4.2 概略設計

a. 設計条件

a.1 閉鎖時期

既存処分場は、2006年末に閉鎖する。

a.2 対象区画

市が所有する7.5ha（道路を含む）とパイロットプロジェクトで拡張した区画3.6ha（A-1:1.6ha、B-2:2.0ha）を計画対象とする。

拡張部は、現在の借地契約によると埋立高が4mに達した段階で地主に使用权を返却することになっている。しかしながら、埋立完了後も浸出水や埋立ガスの発生及び沈下が長期間続くため、環境保全と安全確保の観点からPPWMの管理下に置くことが望ましい。従って、閉鎖計画は市が借地期間を延長することを前提に、拡張部を含める。

b. 新規処分場への移行計画

SMC処分場から新規処分場への移行は、最終処分が中断されることのないように、下記の事項を確実に実施し、円滑に遂行されなければならない。

- PPWM の管理体制の確立
PPWMは新規処分場が供用を開始するまでに、必要な人材及び機材を揃え十分な訓練を積む。
- アクセス道路の整備
新規処分場が供用を開始するまでに、市はADBの融資で実施している国道303号線の改良工事を完成させ、アクセス道路として使用できる状態にする。
- 移行計画の策定
PPWMは調査団が用意した移行計画に基づき、PPWMは2006年中期までにSMC処分場から新規処分場へ運営を移行する詳細な計画を策定する。

c. 施設整備計画

SMC処分場では、埋立完了後以下の工事を実施する。

- 埋立ごみの整形
- 雨水と浸出水を分離するための排水システムの建設とポンプ等必要機材の設置
- ガス抜き管の設置
- 最終覆土

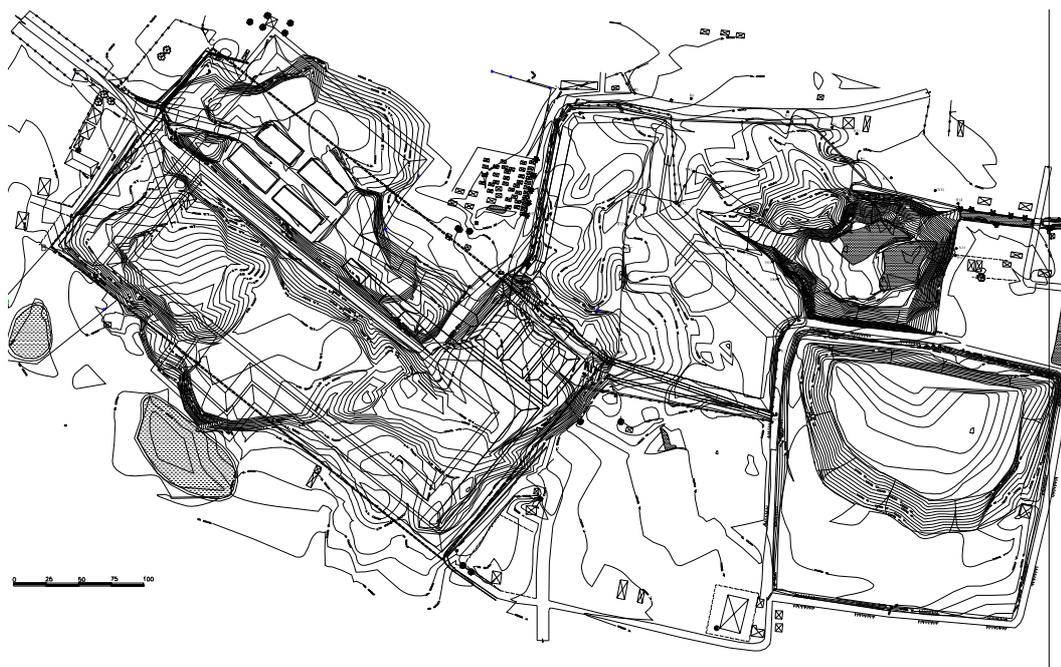


図 6-5: Final Shape of the SMC処分場

なお調査団は、埋立ガスの有効利用を奨励するために、PPWMはガス利用を提案する事業者やNGOに処分場用地を貸し出すことを提案する。

d. モニタリング計画

PPWMは、処分場のごみが安定するまでの間（閉鎖後概ね15年）稼働するモニタリング体制を整える。モニタリングの項目においては、重金属等の有害化学物質の測定が重要である。しかし、これらの測定は非常に高価であること、実施主体であるMPP/PPWMの予算が限られていることから、例えば水質測定においてはpH、EC、Clといった項目のみを設定した。これらの項目は、簡便かつ安価である一方、浸出水が漏洩した際はこれらの測定結果が著しく変化するため、漏洩をすばやく探知することが出来る。その際は、重金属を含めた水質測定を改めて行い、現状の把握及び対策を早急に検討する。モニタリング頻度は、DOE/PPWMによる内部モニタリングは毎月、モニタリング委員会（後述）との合同モニタリングは年2回を予定する。モニタリングの概要は以下のとおり。尚、詳細はメインレポート12.3 Monitoring Plan 参照のこと。

これらの計画を踏まえMOE/DOEはSMCの定期的なモニタリングを2004年7月より開始した。これらのモニタリング活動が軌道に乗れば、モニタリング委員会を設立してモニタリング活動を更に強化していく予定である。このモニタリング活動はSMCの環境保全の一環としてだけでなく、閉鎖後のDKDSにおけるモニタリング体制設立の予行演習としても位置付けられている。

モニタリング項目	詳細
1. 処分場の外見	下記事項を定期観測する。 (1) 覆土の状態 (2) 埋立ごみの形状（沈下、形状変化等） (3) 排水路の維持管理 (4) その他
2. 地下水	定期的にモニタリング井戸水の水質検査を実施する。
3. 浸出水	浸出水処理施設の流入水及び処理水の水質検査を定期的 に実施する。
4. 埋立ガス	定期的に埋立ガスの成分を分析する。
5. 火災	定期的に処分場内で発生する火災の有無をチェックする。
6. 騒音	定期的に処分場の騒音を測定する。
7. 悪臭	定期的に処分場内のごみから発生する悪臭の有無をチ ェックする。
8. 埋め立て地の沈下	沈下計を設置し、定期的に沈下量を計測する。
9. 害虫・ネズミ等の発生	定期的に処分場内から発生する害虫・ネズミ等の有無をチ ェックする。
10. 処分場運営状況	処分場に搬入されるごみが場内で適切に処分されている ことを確認する。
11. ごみの散乱	処分場に搬入されるごみが場外へ散乱していないか確認 する。

e. 将来跡地利用計画

SMC処分場は、閉鎖後も地盤沈下や埋立ガスの発生が長期間続くため、土地利用は適切
な管理の下で行われなければならない。

e.1 市有地

- 展望台のある公園
高盛土を利用して展望台を作る。
- 埋立ガスを利用した施設
埋立ガスを利用して炭焼き釜を設置して豆炭を製造する。

e.2 民有地（拡張部）

- 覆土後に地主に返却する
借地契約に基づけば、所定の高さまで埋立が完了した場合にMPPは借地を返却しな
ければならない。しかしながら、埋立ごみは安定するまでに長い時間を要し、この
間沈下や埋立ガスが爆発するなどの危険性がある。このため、ごみが安定するまで
市の管理下に置くことが望ましいため、調査団はプノンペン市に借地期間を延長す
るか、拡張部分を買収することを勧告する。やむを得ず返却する場合でも、地主は
市の許可無しに開発できないように規制する必要がある。
- 建物を含まない施設
調査団は、運動公園やゴルフ練習場のような、沈下による被害がないことやガス爆
発の危険性が少ない施設を推奨する。

f. 事業費

事業費は、閉鎖にかかる工事と閉鎖後のモニタリングに要する費用から成る。

表 6-25: SMC処分場閉鎖計画事業費(単位:千ドル)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
初期投資	75	745								
O&M費		24	14	14	24	14	14	24	14	14
合計	75	769	14	14	24	14	14	24	14	14

6.4.3 プロジェクト評価

a. 技術評価

SMC処分場は、1960年代からごみが埋立てられているが、この間一切の環境対策は講じられていない。従って、埋立ごみの最下部は地下で直接原地盤に接しているため、地下水などへの影響を遮断することは不可能である。このような状態で閉鎖することになるが、覆土により浸出水の発生量を極力抑えることと、しみ出た浸出水を可能な限り集め処理して放流すること及び埋立ガスを安全に回収して有効利用することは、現段階で取りうる最善の措置であろう。

b. 社会評価

処分場閉鎖事業による社会的インパクトを以下にまとめる。

負のインパクト

- ウェストピッカーの生活基盤の喪失
- SMC処分場周辺のリサイクル産業への打撃

正のインパクト

- SMC 処分場周辺の環境と公衆衛生の改善
- 発生ガスを利用した新しいビジネスの創出

b.1 処分場閉鎖による悪影響を最小化するための基本的アプローチ

調査団が処分場閉鎖による悪影響を最小化するためにPPWMに提案した基本的アプローチを以下にまとめる。

b.1.1. ウェストピッカー生活基盤喪失への対応

ウェストピッカーは、SMCDSの閉鎖の影響を最も受けるグループに属している。数が非常に大きいので、MPP/PPWMは必要な対策についてできる限り早めに検討しなければならない。NGOや他の援助機関などと緊密な連携をとることが望ましい。

調査団は、ウェストピッカーの現状や意見を調べるために社会環境調査 (SES) を第1次フェーズに行った。しかし、この1年間でウェストピッカーを取り巻く環境がかなり変化したので、あらためて現状についてまとめる。

(1) ウェストピッカーの現状

SESの結果によると、SMCDSのウェストピッカーは出入りが激しく、処分場と路上を歩き来する人も多い。第2次フェーズで、ワーキングエリア分離実験を行ったが(2004年1月)、その後PPWMの運営管理体制の問題で埋立エリアの作業状況が悪化し、ゴミの回収がしにくくなったため、多くのウェストピッカーが路上に出るようになった。一方、SMCDSの近くに民間業者が運営するリサイクルセンターができ100人程度のウェストピッカーが雇用された(2004年8月)。この結果、2004年に入って処分場で働くウェストピッカーの数が急減した(以下の表参照)。

表 6-26: SMCDSで働くウェストピッカーの数 (観察調査結果)

日日	子供の数	大人の数	合計
2003年			
May 30 (Morning)	112	290	402
June 2 (Afternoon)	161	360	521
June 5 (Morning)	144	369	513
2004年			
October 18	45	149	204
November 22	18	179	197
December 1	78	196	274

2004年後半に入り、SMCDSの運営管理がかなり改善されてきているので、今後路上から処分場に戻ってくるウェストピッカーの数が増加すると考えられる。

SESは、毎月多くの新規参入者が来ることも示している。2004年9月からウェストピッカーの登録作業を再開したが、そのデータから、毎月20-30名の新規参入者がいることが明らかとなった。

多くのNGOが積極的にかかわっているものの、未だに信頼できるリーダーや自助組織が存在しない。MPP/PPWMは今後ウェストピッカーと話し合いを行う際に様々な困難に直面すると思われる。

(2) 基本的アプローチ

財政的な余裕がないため、MPP/PPWMが独自にできる事は限られている。自らの役割と責任を明確にし、NGOや援助機関などと協力しながら計画を策定することが重要である。調査団がMPPに提言する基本的アプローチを以下にまとめる。

1) MPPの支援対象者の特定

SESの結果によると、SMC処分場で働くウェストピッカーは、年齢、収入、労働形態、居住形態などに関して多様性が非常に大きい。農閑期のみ地方から出てきて処分場で働く者がいる一方、収入補填のために週末だけ働く者もいる。

2003年末にMPP/PPWMが処分場でウェストピッカーの登録を始めたときには、実際は処分場で働いていない人も大勢登録に来た。このような不正な申告者を除外するために、

PPWMはIDカードの配布前に処分場でウェストピッカーのチェックを行い、3回以上チェックされた者のみにIDカードを配布した。それでも、2004年11月の時点で、1,558名の者がIDカードを受け取っている（登録者総数は2,967名）

この中には、すでに処分場で働いていない者も多く存在すると考えられるため、支援対象者を注意深く選ぶ必要がある。調査団は以下の基準で支援対象者を選ぶよう提案している。

- 処分場で長期間働いている者（最初の登録受付の際にIDカードを受け取った者が優先権を持つ）。
新規参入者は支援の対象にならない。この対応により、新規参入者の数を抑えたいと考えている。
- フルタイムで働いている者（パートタイムで働いている者は対象にならない）。
- 年間を通じて働いている者（農閑期だけ働いている者は対象にならない）
- 世帯単位で対象者を選定する（新規の仕事の数が十分でない場合は、1世帯につき1名だけが支援を受けられる。

現在、実際に処分場で働いている者の数は、IDカード所有者全体の数よりかなり少ないので、MPP/PPWMは今後月に一度、ウェストピッカーのIDナンバーをチェックし、実際に誰が働いているかを確認するようにする。実際に働いている者が、支援の対象者として優先権を持つ。

2) NGOなど他の関係者との緊密な協力関係構築

SMCでは、内戦終了以降多くのNGOが活動を行っている。ウェストピッカーへの資金貸付や住宅支援を行っているNGOもある。MPP/PPWMが支援事業を考える際には、これらのNGOの活動を阻害することのないように配慮する必要がある。

これらSMCで活動しているNGOと定期的に意見交換する場を設けることが望ましい。MPP/PPWMはこのような場を通じて、積極的に情報開示していく必要がある。このような目的で、2004年9月末に調査団とPPWMはNGOとの連絡協議会を立ち上げ、第1回の会合を設けた。調査団は、MPP/PPWMに対し、このような会合を定期的を開催することを提言している。

3) NGOへの協力依頼

SESの中で、ウェストピッカーを対象としたインタビュー調査とフォーカスグループミーティングを開催した。その中で、SMCDS閉鎖後の計画の有無などを質問したが、この時点ではまだ不確定要素が大きかったので、真剣に話し合うことができなかった。従って、MPPは緊急にウェストピッカーとの話し合う場を設置しなければならない。

本来ウェストピッカーはDKDS開発計画のパブリックヒアリングに参加する権利を持っていたが、組織化されておらず、代表者を選抜することが不可能であったので、パブリックヒアリングに招待することができなかった。従って、MPP/PPWMはできる限り早急にウェストピッカーとの協議を行う必要がある。

しかし、MPP/PPWMが直接交渉するには多くの困難があると予想されるため、NGOに協力を依頼した方が望ましいと考えられる。すでに特定のNGOの支援を受けている者は、これらNGOを通じて意見を言うことも可能にする。

MPP支援の対象者選抜基準は、できる限り早くウェストピッカーに示さなければならぬ（すでにNGOを通じて情報を得ているウェストピッカーも多い）。

4) SMCDS閉鎖計画についての情報の普及（カンボジア全体）

MPP/PPWMにとって、新規参入者の数をコントロールすることが非常に重要となっている。テレビ、ラジオ、新聞などを通じて、処分場閉鎖計画について広く知らしめると共に、新規参入者は支援の対象にならないことも強調する必要がある。

(3) MPPの支援プログラム

以下の支援プログラムが考えられる。

1) MPPのSWM事業関連

MPP/PPWMはゴミ収集事業の拡大やDKDSの運営により以下に示す雇用を新たに創出することが可能となる。しかし、数が限られているため、NGOなどと協力して他の対策も検討する必要がある。

DKDSで創出される仕事（ただし、優先権は土地を売却した元地主に与えられる）

年	業務	数
2007	埋め立て処分場の労働者	12
2007	コンポストプラントの労働者	25

PPWMによるゴミ収集作業や道路清掃に関する仕事

年	業務	数
2007	収集作業員	48
2007	道路清掃作業員	25

SMCDSに、ゴミ収集車のデポを建設する計画があるので、収集作業員は住居を替わる必要がない。

2) NGOs支援

NGOが独自事業をスムーズに実施できるように支援することもMPPの重要な役割である。

現状では、各NGOが独自に活動を行っており、業務内容にオーバーラップも見られる。NGO同士が意見交換をして、業務調整できるよう支援することも可能である。先に紹介した会合にこのような機能を持たせることも可能である。

b.1.2. リサイクル産業

SMC処分場周辺には廃棄物バイヤーなどリサイクル関連業者が集中しており、その多くがウェストピッカーから回収物を購入している。現在、これら業者の活動は非常に活発で、カンボジアの高いリサイクル率の維持に大きな貢献をしていると言える。新規処分場でウェストピッカーを受入れないため、新規処分場の操業開始まもなくは、リサイクル率がかなり落ちると予想される。今後も、現在のリサイクル率を維持あるいは向上させていくためには、廃棄物バイヤーの存在は非常に重要であり、SMC処分場閉鎖のために廃業に追い込まれる業者が多く出る事態は避けなければならない。

SMC処分場閉鎖後も現在のリサイクル率を維持するためにも、これら業者と意見交換して対応策を検討する必要がある。

c. 環境評価

c.1 概況

SMC処分場は、1960年代から始められた埋め立てで、前述のとおりこれまで何ら公害対策が取られてこなかった。従って、最修覆土をしたとしても、環境を汚染する可能性のある全てのものを防ぐことはできない。PPWMにとって、これ以上の環境問題を防ぐためにも地下水のモニタリングを継続することは非常に重要である。加えて、プノンペン市は地下水を飲料水として使用することを禁止する措置をとる必要がある。

土地利用に関し、埋め立てガスの危険がある。従って、プノンペン市は安全を確保するために処分場の将来跡地利用に関し適切な指導をする必要がある。

調査団は、閉鎖後のモニタリング期間を少なくとも15年は必要と考えている。MPP/PPWMは、モニタリング体制を確立し、この15年間運営する必要がある。

これらの計画はSMC処分場の閉鎖計画に適切に盛り込まれている。これらを確実に実施することにより、当プロジェクトが環境に与える影響を出来る限り抑えることが可能であると判断する。以下に詳細を述べる。

c.2 モニタリングシステム

モニタリング期間は概ね閉鎖後15年間を想定しているが、確実に実施されるような体制を整える必要がある。MOE/DOEはSMCの定期的なモニタリングを2004年7月より開始した。これらのモニタリング活動が軌道に乗れば、モニタリング委員会を設立してモニタリング活動を更に強化していく予定であるが、このモニタリング活動はSMCの環境保全の一環としてだけでなく、閉鎖後のDKDSにおけるモニタリング体制設立の予行演習としても位置付けられている。SMCのモニタリング実施とその体制強化は必ず継続していかなければならない。モニタリング項目は、6.4.2.dに示されている。

c.3 水質汚濁

SMC処分場から発生する浸出水は、処分場閉鎖後、質・量とも計時的に減少していくと予想されるが、完全に無くなる事はない。従って、その対策を講じる必要がある。基本的には浸出水を雨水から分離する必要があり、以下の方法で各々を分別・収集する。

- 浸出水は埋立てモデルブロック部に設置された集水施設で集め、今回のパイロットプロジェクトで建設された浸出水処理施設にポンプに移送する。
- 雨水及び場内排水は混合水として、SMC処分場周辺に設置される開渠で集水する計画である。この雨水・場内排水混合水は重力によって集水される。しかし、この排水溝はパイロットプロジェクトにより埋立て拡張部の周辺に対しては建設されたものの、処分場全域をカバーするには至っていない。集水施設を拡張建設していく必要がある。

c.4 埋立てガス

SMC処分場から発生する埋立てガスは、処分場閉鎖後、質・量とも計時的に減少していくと予想されるが、完全に無くなる事はない。従って、その対策を講じる必要がある。発生するガスは、埋立て部に設置されるガス抜き施設によって処理される。

- 埋立て作業の進捗に伴い、ガス抜き管を設置していくことが望ましい。そのためにはPPWMは予め設置箇所を検討し、当該地点の埋立て作業開始前にガス抜き管を設置する必要がある。
- 最終覆度の前にはガス抜き管を延長設置する。既存埋立て部に建設された埋立てモデルブロックの場合は、ガス抜き管は埋立て開始時に既に設置されており、最終覆度の前にガス抜き管を追加接続している。
- 埋立て後、土地をなるべく早く安定させるためには、拡張部においてもガス抜き管を設置することが望ましいが、これは将来の土地利用によって判断すべきであり、地主の意向も考慮する必要がある。PPWMは埋立てガス対策を決定する前に地主と協議する必要がある。

d. 財務・経済評価

SMC処分場の閉鎖については、ブノンペン市が適切な閉鎖に要する費用を予算措置するか、あるいは新たに整備されるDang Kor最終処分場における処分料金に上乗せをして徴収するかの2つのオプションが想定される。これについては、ブノンペン市側の具体的な回答を得ていないので、このどちらかを確定することはできないものの、ここでは実際に適切なSMC処分場の閉鎖に要する費用を示すとともに、それをDang Kor処分場における処分料金でまかなうとした場合、処分料金にどの程度影響するのかを分析した。

d.1 SMC処分場の閉鎖費用

SMC処分場の閉鎖及び閉鎖後のモニタリングに必要な費用は、表 6-25のとおりである。閉鎖の段階で最終覆土、浸出水処理施設、ガス抜き、モニタリング井戸の設置等を含めて

約82万ドル（設計・施工費を含む）の初期投資が必要となる。また、閉鎖後のモニタリング・監視費用として年間1万4000ドル、さらに3年ごとに浸出水ポンプの更新費用として1万ドルの費用が必要となる。

d.2 Dang Kor処分場の料金収入からの閉鎖費用の調達と料金への影響

ここでは、Dang Kor処分場の運営収入により、SMC処分場の閉鎖費用をまかなうと想定した場合の料金への影響を、Dang Kor処分場の内部収益率（IRR）10%を達成するには、どの程度の処分料金の設定が必要かを求めることによって分析した。その結果、必要となる処分料金は、無償資金を導入しない場合で処分トンベースで5.54ドル/トンとなり、SMC処分場の閉鎖費用を含むことによる料金への影響は0.28ドルとわずかな範囲に留まることがわかった。したがって、処分料金を通じた資金調達は、Dang Kor処分場が採算性のある事業として実施される限り十分可能であると推測される。

7 結論と勧告

7.1 結論

7.1.1 現状廃棄物管理の課題

a. 未収集地区及び収集不十分地区

プノンペン市（MPP）のごみ収集は、2002年3月にプノンペン市と民間業者（CINTRI社）が結んだ契約により、CINTRI社が一部を除き市全域のごみ収集と料金徴収の権利を持つことになっている。この契約では、CINTRI社は経済的に採算のとれない地域に対してサービス提供の義務は負っていないにもかかわらず、市域での収集サービスはプノンペン市を含むいかなる者もCINTRIの許可無しでサービスを提供することができないようになっている。

調査の結果、都市部4 Khanでは収集率が95%で準都市部3 Khanでは50%であることが判明したが、市内には多くの未収集地区や収集サービスが不十分な地区があることも明らかとなった。このような地区では、ごみは空き地や水路に投棄されている。これらのごみは、市内の住環境を著しく阻害している。また、水路に投棄されたごみは、都市の排水施設を閉塞させ洪水を引き起こす原因にもなっている。

b. オープンダンプ処分場

Stung Mean Chey（SMC）処分場はプノンペン市でただ一つの処分場であり、1960年代から使用されているが、市街化は処分場に達しており周辺には多くの家屋が立地している。こうした状況にも拘わらず、不適切な運営のため処分場はオープンダンプとなっていて、火災は日常化し煙は周辺部に広く拡散している他、悪臭や蠅が大量に発生するなど環境は劣悪であった。本調査において改善事業をパイロットプロジェクトとして実施し、多くの面で改善が図られたものの、不十分な予算（約0.5US\$/ton）のために覆土を実施できないことなど、多くの課題を現在も抱えている。また、SMC処分場の残容量は約2年（2004年末時点）と見積もられ、早急に新規処分場を確保する必要がある。

c. 市街地でのごみの散乱とごみ山

プノンペンの都市部では、ごみ収集が十分に行われているにも係わらず、排出ルールが確立されていないことから、ごみの野積みや散乱・飛散が随所に見られる。これらは、街の衛生状態を悪化させるばかりでなく、景観を損ねひいては観光産業にも悪影響を与えている。主要道路沿いの美観は過剰なほど行われている道路の清掃サービスによって保たれているが、都市の尊厳を損なっているごみの野積みや散乱・飛散状況は、排出ルールを確立し、住民協力を獲得することにより早急に改善されなければならない。

d. 脆弱な実施体制

プノンペン市の清掃事業は、長期にわたり民間に依存してきたために、官側の実施体制が脆弱なまま現在に至っている。このため、民間が放置してきた未収集地区に対して

ここに居住する市民が平等にサービスを受けられる権利を主張しても、プノンペン市はそれに応えることができない状況にある。

7.1.2 マスタープラン

以上のような現状を理解したうえで、『計画目標年の2015年までに、プノンペン市に持続可能な廃棄物管理システムを構築する』ことを目標に廃棄物管理マスタープラン(M/P)を策定した。

M/Pが実現すれば、2015年にはWaste Flowが次のように変わる。

(unit: ton/日、括弧内は%で発生量に対する比率)

年度	項目	発生量	発生源で不適正処分量	収集量	コンポストプラントでの処理量	最終処分量	リサイクル量
現状2004		978 (100)	68 (6.9)	717 (73.3)	5.3 (0.5)	693 (70.8)	93 (9.5)
目標年2015		1,739 (100)	0 (0)	1,598 (91.8)	33.3 (1.9)	1,461 (84)	242 (13.9)

M/Pでは現状の諸課題に対し、技術・制度両面で以下のような改善策を計画した。

a. 技術システム

a.1 未収集地区を無くすための収集サービスの拡大

- 民間業者（CINTRI社）は、都市部 4 Khan 全域と準都市部 3 Khan の中で採算性のとれる地域に対して収集サービスを提供する。プノンペン市／PPWM は準都市部 3 Khan で民間業者が採算上サービスを提供することが困難な地域に対して、諸外国の資金援助を得てサービスを提供する。
- 市民が公平で適切なサービスを受けられるように、市環境局（DOE）はPPWMと民間業者が提供する収集サービスを監視・管理する。
- プノンペン市は、DOEによる監視・管理の結果に基づき、PPWMと民間業者の収集サービス地域を定期的に見直し、その結果を反映するために、民間業者との契約書を必要に応じて変更する。

a.2 最終処分の改善

- プノンペン市は諸外国の資金援助を得て早急に新規衛生埋立処分場を開発する。
- PPWMは、本調査で始めたSMC処分場の改善パイロットプロジェクトを新規処分場が供用を開始するまで継続し、埋立技術や運営ノウハウを蓄積する。
- PPWMは、SMC処分場の運営について段階的に衛生埋立水準を引き上げ、周辺への環境負荷を漸次低減する。
- PPWMは、PPWMが行う処分場改善によって利用者（収集サービス提供者）が処分に要する時間の短縮や収集車の故障と修理費の低減、収集作業効率の向上などの便

益を受けることにより、衛生理立の必要性和処分料金の値上げの必要性を理解するように能動的に取り組まなければならない。こうした努力を重ねることにより、新規処分場が供用を開始するまでに4.4ドル/トンを目標に、段階的に処分費の値上げを実施する。

- PPWMは、処分場の衛生理立化により、周辺住民及び市民が廃棄物管理を正しく理解し、適正処理・処分のための料金負担の必要性を理解するようなシステムを構築する。

a.3 ごみの散乱及びごみ山の防止

- 収集サービス提供者（PPWMと民間業者）は、市民がごみを野積みしたり、散乱・飛散をしないように、地域の特性に合わせた排出ルール（排出容器、時間、曜日、場所を明記）を定める。
- 収集サービス提供者は、住民にルールを十分に広報し、協力を求める。
- 収集サービス提供者は、この排出ルールに従って、信頼できる収集サービスを提供する。
- 行政側（プノンペン市/DOE）は、受益者（住民）が厳格にルールを守るように、公衆衛生と環境保全の必要性などの基本的な教育を行い、住民の意識を向上させる。住民教育に際しては、ごみのポイ捨てをなくすために必要なプログラムも含める。

a.4 3 Rs の推進

本調査の結果、1人あたりのごみの発生量は少なく（487g/人/日）、伝統的な民間の有価物回収システムは、非常に活発で十分に確立している（発生量比のリサイクル率9.3%）ことが分かった。しかし、回収された有価物の大半はタイやベトナムでリサイクルされている。この点を踏まえ、3 Rs（Reduce、Reuse、Recycle）を推進するために、次のような方策を採ることを推奨する。

- MPPは、現在のリサイクルシステムを維持・保全するために、Et Chhay（recycler）、WPなどに対する支援（有価物の排出者と収集者への啓蒙と情報提供、小口融資制度など）の仕組みを整備する。
- リサイクル率をあげるためには、現在あまりリサイクルされておらず、ごみの組成の重量比で70%を占める分解性有機性廃棄物（厨芥類と草木類）のリサイクルを行わなければならない。そのために、ごみのコンポスト化を推進する。推進に際しては、事業の採算性と製品の市場から判断して、①市場ごみ、立ち木剪定ごみなど比較的有機物の割合が多く、選別の容易なごみを対象として、②果樹・野菜栽培農家など製品を高価で購入する需要家を対象に販売し、③需要家の増加に合わせて、漸次製造量を増やしていくために、コミュニティ・レベルでのコンポスト作りを推進していくことが大切である。

b. 制度システム

b.1 行政と組織

プノンペン市の廃棄物管理に関連する行政組織の所管を明確にする。

Cabinet：総合的な廃棄物管理政策を策定し施行する。

DPWT：市が実施する処分場建設を監理する。

DOE：PPWMと民間業者（CINTRI）とが行う処理事業を監視・管理するとともに、住民への教育・広報を担当する。

PPWM：管轄するごみ処理事業（収集、中間処理、最終処分など）を運営・維持管理する。

b.2 官・民パートナーシップの確立

- プノンペン市は、官と民が補完し合って未収集地域及び不十分な収集サービス地域を無くすために、関係者（Khan, Sangkat等）の協力体制を整える。
- プノンペン市は、官・民のサービス地域を問わず、行政として必要な住民に対する広報・教育・取締りを行う。
- 民間業者は、社会サービスに対する行政側の義務と責任を理解し、行政側の要請に対しては、誠実に対応する。同時に、行政側に対して、自らの事業を実施するうえで不可欠な住民協力（料金の支払い、排出協力など）を得るための支援を求める。

b.3 財政基盤の確立

- プノンペン市は、ごみ処理サービスを担うPPWMと民間業者が、基本的小ごみ処理料金収入のみで財務的に自立するように指導する。
- ごみ処理単価（収集・輸送、道路清掃、公園清掃、最終処分、管理のコスト）を把握して、適正なごみ収集および処分料金を定める。料金の妥当性と事業費を効率的に使用していることを示し、住民にごみ処理料金の支払いを求める。
- PPWMの収集料金については、民間業者が採算上サービスを提供することが難しい地域を担うことになるため、財政上の負担を軽減するために、諸外国の協力などを取り付け、投資費用などの負担軽減を支援する。

7.1.3 優先プロジェクト

a. 優先プロジェクト

プノンペン市廃棄物管理の課題を緊急に改善するために、以下の優先プロジェクトの実施を提案した。

表 7-1: 優先プロジェクトと投資費用

(unit: US\$ 1,000)

プロジェクト名	プロジェクトの内容	投資 (2005 - 2006)	投資 (2007)
Dang Kor 新規処分場建設計画	処分場の建設 (第1期31.4ha)	8,890	0
	コンポストプラントの建設	1,194	0
	機材修理工場の建設	1,574	
	小計	11,658	0
ごみ収集サービス拡大計画 (PPWMによる未収集地区へのサービス)		1,804	195
SMC処分場閉鎖計画		75	745
合計		13,537	940

b. 事業評価

優先プロジェクトに対し、計画内容を技術面、社会面、環境面、財務面及び経済面から評価を行い、計画が妥当であることを確認した。

Dang Kor 新規処分場建設計画

衛生理立を持続的に運営するには、諸外国から無償資金を確保できた場合でも4.4US\$/トンが必要となるため、PPWMは必要な経費を確保するために、既存処分場の運営時から利用者の理解を得る努力を重ね、段階的に処分料金を値上げしなければならない。

ごみ収集サービス拡大計画

本計画の実施には、CINTRI社が、PPWMが未収集地域に対して収集サービスを提供することに合意することが前提であるが、2004年5月12日に合意済みである。また、料金徴収率は80%以上であることが必要条件となるが、パイロットプロジェクトで既に80%の徴収率が達成されている。PPWMによる収集サービス拡大計画は、民間にとって採算のとれない地区を対象にすることから、PPWMは事業化に当たり諸外国の無償資金援助を得なければならない。

既存SMC処分場閉鎖計画

財務分析の結果、本計画の資金をDang Kor新規処分場の処分料金によって調達すると仮定した場合、0.28ドル/トンとわずかな範囲に留まることが分かった。従って、新規処分場が採算性のある事業として実施される限り、十分実施可能である。

c. 事業化における留意点

優先プロジェクトの事業化にあたり、以下の点に留意しなければならない。

技術面

- Dang Kor新規処分場建設計画では、詳細設計の段階で地質調査を実施し、浸出水による地下水汚染対策を講じる。

- 浸出水の流出を想定し、対策を講じる。
- 調査団がSMC処分場で行った改善パイロットプロジェクトは応急的な措置であり、長期的な対策として、閉鎖計画を忠実に実行すること。また、閉鎖に当たりモニタリング体制を整え、これを継続する。モニタリングの停止条件は閉鎖までに設定する。

社会面

- 新規処分場の建設と既存処分場の閉鎖により、ウェストピッカーの生活基盤の喪失や周辺のリサイクル産業への打撃が予想されるが、前者に対しては6.3.4章bに示したように、NGOの協力を得ながら時間をかけて生活基盤を確立していく必要がある。また、後者にはPPWMはこれらのリサイクル業者と意見交換をして対応策を検討する。
- 廃棄物処理の一連の流れと各段階の責任の所在を明確にし、行政、市民、民間業者、NGO等、ステークホルダー各々が役割について共通認識を持ち、それぞれが責任を果たせる素地を形成する。これにより、ごみ処理ルールの徹底が図れるようになる。

環境面

- 今回の調査で得られた環境調査（EIA調査、水質調査）の結果には、カンボジアの分析ラボの技術レベルの限界、高度な機材の不足から測定結果の定量下限値が環境基準を上回る場合や数値に見直しが必要な項目があった。これらは、SS、鉛、カドミウム、総水銀、有機水銀、BOD、COD、アンモニア性窒素及び大気調査の結果である。事業化後の環境モニタリングを有効にするために、処分場が運営を開始する前に再調査によりベースラインデータとしてこれらの値を確認しておかなければならない。（メインレポートを参照）
- 事業化後のモニタリング体制の確立には、カンボジアの環境基準値を下回る濃度レベルまで測定できる体制を整える必要がある。このためには、分析職員のレベル向上、測定機器の充実を図らなければならない。
- 新規処分場予定地で浅い部分の透水層に対して観測井を設け、水質モニタリングを行い、有害物質による地下水汚染を監視する。
- Dang Kor処分場のEIA水質調査（乾季）において、農業用水路及び新規処分場計画予定地の南を流れる河川より水銀が検出された。調査団は、原因を特定することができなかったものの、周囲に工場等の固定汚染源がないことから、水銀農薬による汚染の可能性を示唆した。農薬の場合、毒性の高い有機水銀である可能性があるため、処分場建設が実施される前までに当該地点で有機水銀の測定を行い、存在の有無を確認する必要がある。

- カンボジア国の環境基準のうちシアン、PCB等の水質基準値は、先進国と比較して不適切と思われるものがある。これらの基準値は事業を環境面から監視・管理する上で不可欠なものであるため、「カ」国環境省に対して同基準見直しを提言する。

d. Dang Kor 新規処分場建設計画の進捗状況

d.1 環境影響評価 (EIA)

最終処分場、コンポストプラント、修理工場の建設のためのDang Kor 新規処分場建設計画に係る環境影響評価 (EIA) は、先に実施したIEEの結果に基づき、環境省が承認した以下の環境項目について、その影響を調査した。

経済活動、交通・生活施設、遺跡・文化財、保健衛生、社会的弱者への配慮、湖沼・河川流況、動植物、景観、大気汚染、水質汚濁、土壌汚染、騒音、悪臭

EIAの結果全ての悪影響は適切な対策を講じることによって、許容範囲に抑えることが可能であると結論づけた。

本事業のEIAは、2004年7月15日にカンボジア国環境省により承認された。

d.2 用地買収及び住民公聴会

プノンペン市は、Dang Kor新規処分場建設計画の事業化のために、31.4haの用地とアクセス道路分5,500m²を買収済みである。

また、対象地区及び周辺部の住民を対象に住民公聴会を3回（03年10月20日（96名）、12月25日（379名）、04年7月15日（352名））開催しており、本事業に対する住民の合意が形成されている。

7.1.4 その他の廃棄物管理の課題と解決のための提案

a. 医療廃棄物管理

医療廃棄物調査の結果をもとに推定した有害医療廃棄物 (Infectious and hazardous medical wastes) の発生量は、0.96 ton/日、350 ton/年であり、早急に有害医療廃棄物の技術システム (有害医療廃棄物が発生源で分別され、他の廃棄物と別に収集、輸送、処理処分される。) を確立する必要がある。有害医療廃棄物の発生量は、都市ごみの発生量と比べ非常に限定されたもので、その処理はさほど大きな負担にはならない。ただし、非有害医療廃棄物 (general medical waste : 9.7 ton/日、3,540 ton/年) との分別が徹底されることが条件である。そのために、排出源である医療機関の適正処理を管轄する保健省 (MOH) は、発生源、医療機関内部での収集、中間処理、そして貯留・排出の各段階での分別の徹底を厳しく指導する必要がある。

非有害医療廃棄物については、有害医療廃棄物との分別を徹底したうえで、現在と同様に都市廃棄物として、収集し最終処分する。

有害医療廃棄物について、個々の医療機関での小型焼却炉による熱処理は、大気汚染の観点からも維持管理面からも問題がある。一方、大型の焼却炉の建設は、規模の面から投資費用の回収面での問題を克服しなければならない。

そこで、調査団は暫定的な措置として、個々の医療機関での小型焼却炉による熱処理とともに、環境省が認可した有害産業廃棄物の処分も可能な処分場で衛生埋め立て処分を実施することを推奨する。将来的には、有害医療廃棄物は、他の有害廃棄物とともに、焼却工場で集中的に焼却処理するものとする。有害廃棄物焼却工場が稼動した際に、厳格な大気汚染規制を現在の小型焼却炉に適用するものとする。

こうした改善には、相応の処理費の上昇が伴う。法的に医療機関は、有害医療廃棄物に対して収集から最終処分までにかかる全ての費用を負担しなくてはならない。したがって、環境省は保健省と協力して、できる限り処理費の上昇分の負担を医療機関に負わせる仕組みを検討する必要がある。

b. 産業廃棄物管理

工場調査によれば、有害産業廃棄物の発生量（1.9 ton/day, 694 ton/year）は、非有害産業廃棄物の発生量（56.3 ton/day, 20,550 ton/year）と比べ非常に限定されたものである。また、環境省が認可した有害産業廃棄物の処分も可能な産業廃棄物処分場が、隣のKandal県に立地している。従って、DOEとPPWMは有害産業廃棄物の都市廃棄物処分場での混合処分を避けるために、有害産業廃棄物が搬入・処分されないように監視体制を整備する。その上で、有害産業廃棄物を発生する可能性の高い工場からの廃棄物については、無害であることを排出者が証明しない限り、PPWMは処分場への受け入れを認めない。

一方、国レベルで、管理・規制を進めていくための基準、ガイドラインを早急に整備し、事業者責任に基づく処理原則の徹底を図る。

非有害産業廃棄物については、有害産業廃棄物との分別を徹底したうえで、現在と同様に都市廃棄物として、収集し最終処分する。

c. 浄化槽汚泥管理

浄化槽汚泥調査によれば、SMC処分場に設置された処理池で処分されている量は、2003年の実績で一日当たり平均僅か5.8m³にしか過ぎない。一方Phnom Penhの人口120万人の3割が浄化槽汚泥処理槽を使用していると仮定すれば、日本の実績からその発生量を推定すると、一日当たり306m³、現在の53倍の汚泥が発生することになる。

この結果から判断して、①大半の浄化槽は汚泥が一杯になっているため、その機能を停止しているか、②汚泥が収集されている場合には、SMC処分場に設置された処理池以外のどこかで不適正に処分されている。

こうした状況を改善するために、プノンペン市が次のような改善方策を実施することを推奨する。

- 浄化槽の設置及び浄化槽汚泥の収集処分の状況を調査し、調査の結果に基づいて、浄化槽及び浄化槽汚泥管理計画を策定する。
- 浄化槽管理のための基準を検討し、浄化槽及び浄化槽汚泥の不適正処分を取り締まるための法令を整備する。法令をもとに、不適正処分の取り締まりを行う。
- 浄化槽及び浄化槽汚泥管理計画に基づいて、収集システムを整備するとともに、新規に浄化槽汚泥処理施設を設置する。
- 新規の浄化槽汚泥処理施設が整備されるまでの間は、現在のSMC処分場に設置された処理池を維持管理して使用する。

7.2 勧告

7.2.1 マスタープラン実施に係る勧告

a. 未収集地区及び収集不十分地域

- プノンペン市と民間業者（CINTRI社）とは、市内に残る未収集地区及び収集不十分地域を特定し、これらの地区に対してPPWMが収集サービスを提供できるように契約書を修正すること。
- プノンペン市DOEは、PPWMと民間が提供する収集サービスを監視・管理できる体制を整えること。

b. 適正な最終処分の確立

- PPWMは、既存SMC処分場で実施中の改善パイロットプロジェクトを継続し、埋立管理能力を向上させること。
- PPWMは、既存SMC処分場の埋立方法について、漸次衛生理立の水準を引き上げること。
- PPWMは、処分場利用者に対して、埋立運営の改善に伴う便益増について十分に説明し、衛生理立の必要性とそれに伴う処分費用の上昇に対する理解を求めること。
- PPWMは、衛生理立の実施に必要な経費を賄うために、利用者に対して段階的に処分費の引き上げを交渉すること。
- PPWMは、改善されたSMC処分場について、周辺住民のみならず、全ての市民に対して広報し、衛生理立の必要性とそれに伴う経費負担（ごみ料金の値上げ）に対する理解を得るようにすること。

c. 優先プロジェクトの事業化

- プノンペン市は、内部での資金調達が困難な状況であることを鑑み、Dang Kor 新規処分場の建設及び収集サービス拡大計画を事業化するための初期投資について、諸外国の無償資金協力を得て資金調達するように努力すること。
- ごみ処理料金の収入のみで、事業が財務的に持続可能であること。このためには、顧客の理解を得て安定した料金収入が得られる体制を構築する必要がある、適切かつ透明性のある料金体系と料金徴収システムを確立する。
- プノンペン市は事業化の過程でDang Kor新規処分場の周辺住民へ繰り返し事業説明を行い、誤解のない住民合意の形成を図ること。
- PPWMは、事前に既存処分場のウェストピッカーとの対話の場を設定し、今後の計画と処遇について協議する必要がある。
- DOEは、Dang Kor 新規処分場の運営を監視するために、環境省、Khan及びSangkat事務所、周辺住民、NGOなどと協力して、監視委員会を創設する。

d. マスタープラン実施に必要な施設用地の確保

- プノンペン市は、M/Pを実施するために、本報告書3節に示した戦略に従って廃棄物処理・処分施設用地を確保しなければならない。時間の経過とともにこれらの用地確保には、NIMBYシンドロームが次第に高まっていくことが予測されるため、早期の手当が望まれる。