

ブータン国  
国民総幸福委員会

ブータン国  
廃棄物管理改善計画  
準備調査報告書

令和2年5月  
(2020年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社  
一般財団法人日本環境衛生センター

環境
CR(2)
20-035





ブータン国  
国民総幸福委員会

ブータン国  
廃棄物管理改善計画  
準備調査報告書

令和2年5月  
(2020年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社  
一般財団法人日本環境衛生センター

## 序文

独立行政法人国際協力機構は、ブータン王国の廃棄物管理改善計画にかかる準備調査を実施することを決定し、同調査を八千代エンジニアリング株式会社・一般財団法人日本環境衛生センター 共同企業体に委託しました。

調査団は、2019年7月から2020年5月までブータンの政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

2020年5月

独立行政法人国際協力機構

地 球 環 境 部  
部 長 岩 崎 英 二



## 要約

### 1. 国の概要

ブータンは、ヒマラヤ山脈の南東部に位置し、南側インド国境の標高約 100m から最高地点が約 7,500m に達する北側ヒマラヤ山系まで、標高差が大きく、地形は険しく広大な平地は限られた面積約 38,400km<sup>2</sup> (九州とほぼ同じ) の小国である。ティンブー市 (標高約 2,300m) は中部に位置しており、他 3 市 (プンツォリン市 (標高約 300m)、ゲレフ市 (標高約 220m)、サムドゥブジョンカル市 (標高約 170m)) は南部のインドとの国境沿いに位置している。ティンブー市は中部モンスーン気候で盆地や比較的広い谷が分布し、プンツォリン市・ゲレフ市・サムドゥブジョンカル市は亜熱帯性気候に分類され、気温が高く、雨季 (5 月から 9 月) の降水量が多い。

ブータンの 2018 年の GDP は 24.5 億米ドル、GDP 成長率は 3.0%、一人当たり GDP は 3,243 米ドルであった (世銀)。1961 年以降、5 年ごとに策定される開発計画に基づく社会経済開発を実施しており、2013 年 7 月以降、第 11 次 5 ヶ年計画が開始された。就労人口の多くが農業に従事しており、農業がブータン経済において重要な位置を占めているが、近年は水力発電所の建設や周辺国への売電を含む電力セクターの開発により、工業部門の GDP に占める割合が上昇している。

2018 年の貿易額は、輸出額約 5.92 億米ドル、輸入額約 10.22 億米ドルであり、貿易収支は 4.3 億米ドルの赤字であった。主要輸出品目 (2018 年) は、電力、シリコン、石類、セメント等である一方、主要輸入製品 (2018 年) は、軽油、ガソリン、鉄製品、米等であり、これら 4 品目で全輸入品目の 80%以上を占めている。ブータンは現在、大半の消費財や資本財をインド及び他国からの輸入に依存しているため、貿易収支は恒常的に赤字である。インドとの輸出入が圧倒的なシェアを占める中で、インド・ルピー以外の外貨収入を得る手段として、豊かな観光資源の開発も重要な課題となっている。

ブータンでは人口の約 6 割が農村地域に居住し、小規模な地域自給自足型の労働集約的農業を中心とした農業に従事しており、農業は同国の主要セクターとなっている。他方、近年の傾向としては、急速に拡大する労働市場において、民間セクターが雇用機会を創出する重要なセクターとして現出しつつあることが挙げられる。失業率は 2.4% (2018 年) であるが、都市部においては雇用機会を求める 20 代の若者が増加しており、若年者の雇用が問題となっている。

### 2. プロジェクトの背景、経緯及び概要

ブータンでは近年の経済成長に伴い、農村部から都市部への人口流入が進んでいる。また、経済発展に伴うテレビやインターネットの普及による情報量の増加は人々の購買意欲を増進させており、輸入品の増加に伴う生活レベル向上へ繋がっている。これら都市人口増加、輸入品の増加に伴う生活レベル向上は、廃棄物発生量の増加を促しており、生活環境・公衆衛生の悪化を招いていることから、廃棄物管理システムの整備は急務である。

ブータンでは、国民総生産 (GNP) に加えて国民総幸福度 (GNH : Gross National Happiness) の概念が重要視されており、GNH を最大化するという国の政策実現のため、様々な取り組みがなさ

れている。GNHには4つの重点課題が掲げられており、その一つに廃棄物分野関連として「環境の保全と持続的利用」がある。廃棄物政策として4Rs（Reduce, Reuse, Recycle, Responsibility）の定義がなされ、適切な廃棄物管理体制による生活環境及び公衆衛生の改善を通して、国民の幸福度増加を目指している。

上述の背景を踏まえ、廃棄物管理に関して、対象4都市（ティンパー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市）における適切な収集・運搬システムの構築が最も重要な課題として位置づけられている。このような中、対象4都市は廃棄物管理体制の強化に取り組んでいるものの、廃棄物収集運搬機材の不足及び老朽化が大きなボトルネックとなっている。このような状況を踏まえて、ブータン政府は我が国に対して、廃棄物管理改善計画に関する無償資金協力を要請した。

### 3. 調査結果の概要とプロジェクトの内容

JICAは、第1次現地調査（2019年8月10日から同年8月31日）及び第2次現地調査（2019年9月21日から同年10月26日）として調査団を派遣し、本プロジェクトに係る要請内容の確認を含め、現地調査を実施した。さらに帰国後には現地調査結果を基に国内解析を行い、概略設計を実施するとともに、概略事業費の積算を行った。その結果を基に、2019年12月7日から同年12月14日まで概略設計概要説明調査を行った。

本プロジェクト調査団が帰国後、現地調査及びブータン側との協議結果を基にとりまとめた基本事項は、次のとおりである。

#### (1) プロジェクトのコンポーネント

本プロジェクトのコンポーネントは以下のとおりである。

##### 1) 廃棄物収集運搬機材調達

対象4都市における調達廃棄物収集運搬機材は次表のとおりである。

表-1 対象4都市における廃棄物収集運搬機材の調達

対象市	廃棄物収集運搬機材					
	コンパクター			コンテナ キャリア	コンテナ (4~6m <sup>3</sup> )	維持管理用 ツール
	中型	小型	計			
ティンパー市	6	11	17	3	24	1組
プンツォリン市		5	5			1組
ゲレフ市		4	4			1組
サムドゥブジョンカル市		2	2			1組
合計	6	22	28	3	24	-

備考：標準スペアパーツは車両それぞれに含まれる。

出典：JICA 調査団

##### 2) 最終処分場運用機材調達

対象4都市の調達最終処分場運用機材を次表に示す。

表-2 対象4都市における最終処分場運用機材の調達

対象都市	最終処分場運用機材		
	ブルドーザー	エクスカベーター	バックホーローダー
ティンブー市	1		
ブンツォリン市		1	
ゲレフ市			1
サムドゥブジョンカル市			1
合計	1	1	2

備考：スペアパーツも含む

出典：JICA 調査団

### 3) ソフトコンポーネント

ソフトコンポーネントは、本プロジェクトで整備する機材の円滑な導入及び長期間にわたり適正に運営・維持管理するための支援を通じ、効率的な廃棄物収集・運搬・処分サービスを実現して協力成果の持続性を確保することを目的として、以下の支援を計画している。

- 予防保全技術改善
- 車両故障時対応指導
- スペアパーツ・消耗品の保管、管理改善
- 収集・運搬及び埋立処分の改善
- 住民啓発の実施
- 労働安全衛生の徹底指導

### 4. プロジェクトの工期及び概略事業費

本事業を実施する場合、概算事業費は6.45億円（日本側4.95億円、ブータン側150百万円）と見積もられる。またブータン側の負担事業は、グリーン税の負担、銀行手数料の負担、整備機材の運営維持管理費及び人員等の負担、駐車スペース・ワークショップの整備であり、本計画の工期は、現地調査・詳細設計から事業完了まで約20カ月程度が必要とされる（ソフトコンポーネントを含む）。

### 5. プロジェクトの評価

#### (1) プロジェクトの妥当性

##### 1) プロジェクトの裨益対象

裨益対象は本プロジェクトにおける対象4都市全体で約17万人である。

##### 2) 緊急性

ブータンでは排出される廃棄物量が増大しているが、収集運搬機材は不足していると共に老朽化しており、適切な収集・処分が実施されておらず、未収集地域もある状況である。そのため、本プロジェクト実施による緊急的な生活環境の改善が求められている。

##### 3) ブータン国の廃棄物管理政策との整合性

2019年に策定されたブータン国の国家廃棄物管理戦略（2019-2030）では、長期目標の一つとして「2030年までにゼロ・ウェストを達成する」ことが掲げられており、「ごみを極力出さず、出されたごみを回収することを通じた効果的な廃棄物管理」を実現することを目指している。また、

施設整備としてリサイクル促進のためのドロップインセンター整備、衛生埋立処分場の建設あるいは既設処分場の改善等が掲げられている。本プロジェクトは、収集・運搬及び処分に必要な機材を調達することにより、上記項目の達成に資するものである。

#### 4) 我が国の援助政策・方針との整合性

2015年の対ブータン国別援助方針によると、援助の重点分野に「ブータンは、気候変動による自然災害や経済社会的変化に伴う自然環境・都市環境の悪化に対し脆弱であるため、都市環境改善、気候変動対策・防災により環境問題・気候変動への対応を支援する。」が示されている。本プロジェクトは衛生・都市環境の改善、行政の廃棄物管理能力・サービス向上に資するものであり、我が国の援助政策・方針とも合致している。

### (2) プロジェクトの有効性

#### 1) 定量的効果

本プロジェクトから得られる定量的効果の指標を「対象4都市の廃棄物収集量 (t/d)」と設定する。現状の数値（基準値）及び実施後の目標値は次表のとおりである。

**表-3 プロジェクト実施で期待される定量的評価**

対象都市	基準値 (2019年) (t/d) (実績値)	目標値 (2023年) (t/d) (事業完成2年後)	目標値 (2024年) (t/d) (事業完成3年後)
4市合計	78.2	95.5	97.0
ティンプー市	52.4	66.9	68.6
プンツォリン市	15.3	17.1	17.3
ゲレフ市	5.4	5.8	5.8
サムドゥブジョンカル市	5.1	5.7	5.8

出典：JICA 調査団

#### 2) 定性的効果

事業の定性的効果として、以下を掲げる。

- (1) 不法投棄廃棄物の減少等を通じた対象4市の生活環境改善
- (2) 対象4市の廃棄物管理能力の向上

以上のとおり、本プロジェクトでは十分な裨益効果が期待でき、我が国の無償資金協力事業の実施が妥当であると判断される。

なお、本プロジェクトをより効率的・効果的に実施するために、運営・維持管理体制を確立し、要員の適切な配置を遅延なく行い、適切な運営・維持管理費が確保されなければならない。

## 目 次

序文	
要約	
目次	
位置図／写真	
図表リスト／略語集	

<b>第1章</b>	<b>プロジェクトの背景・経緯</b> .....	<b>1</b>
1-1	当該セクターの現状と課題.....	1
1-1-1	現状と課題.....	1
1-1-2	開発計画.....	26
1-1-3	社会経済状況.....	28
1-2	無償資金協力の背景・経緯及び概要.....	28
1-3	我が国の援助動向.....	29
1-4	他ドナーの援助動向.....	30
<b>第2章</b>	<b>プロジェクトを取り巻く状況</b> .....	<b>31</b>
2-1	プロジェクトの実施体制.....	31
2-1-1	組織・人員.....	31
2-1-2	財政・予算.....	40
2-1-3	技術水準.....	43
2-1-4	既存施設・機材.....	44
2-2	プロジェクトサイト及び周辺の状態.....	46
2-2-1	関連インフラの整備状況.....	46
2-2-2	自然状況.....	50
2-2-3	環境社会配慮.....	52
2-3	当該国における無償資金協力事業実施上の留意点.....	53
2-4	その他（グローバルイシュー等）.....	53
2-4-1	無償資金協力相乗効果を発揮する基礎的検討.....	53
2-4-2	ジェンダー.....	55
<b>第3章</b>	<b>プロジェクトの内容</b> .....	<b>56</b>
3-1	プロジェクトの概要.....	56
3-1-1	上位目標と目標.....	56
3-1-2	プロジェクトの概要.....	56
3-2	協力対象事業の概略設計.....	58
3-2-1	設計方針.....	58

3-2-2	基本計画（機材計画）	59
3-2-3	概略設計	81
3-2-4	調達計画	83
3-2-5	安全対策計画	92
3-3	相手国側分担事業の概要	93
3-3-1	日本側及び相手国側の負担事項	93
3-3-2	相手国側の負担事項	94
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画	95
3-4-1	廃棄物収集運搬機材の運営・維持管理計画	95
3-4-2	最終処分場運用機材の運営・維持管理計画	96
3-5	プロジェクトの概略事業費	97
3-5-1	協力対象事業の概略事業費	97
3-5-2	運営・維持管理費	98
<b>第4章</b>	<b>プロジェクトの評価</b>	<b>100</b>
4-1	事業実施のための前提条件	100
4-2	プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項	100
4-3	外部条件	100
4-4	プロジェクトの評価	100
4-4-1	妥当性	100
4-4-2	有効性	101

## 添付資料

- 資料-1 調査団員・氏名
- 資料-2 調査行程
- 資料-3 関係者（面会者）リスト
- 資料-4 討議議事録（M/D）
- 資料-5 ソフトコンポーネント計画書
- 資料-6 参考資料
  - 資料-6-1 再委託調査結果
  - 資料-6-2 計画機材台数根拠
  - 資料-6-3 運営維持管理費計算書



位置図

写真

ティンプー市



日本の草の根無償資金協力で整備され、グリーナーウェイ社に貸与された中古コンパクター。(2019年8月)



ベルシステムを用いたコンパクターによる廃棄物収集作業の様子。ドライごみとウェットごみの2分別が行われている(写真はドライごみ)。(2019年8月)



ティンプー市の車両基地兼車両整備工場内にある車両整備施設の様子。(2019年8月) この敷地内にスペアパーツ等を保管する倉庫を整備する予定である。



ドロップインセンター(住民が廃棄物を持ち込み、分別してコンテナに捨てることのできる施設)の様子。市は同じ機能をもつ施設を2020年6月迄に新たに3カ所を整備する予定である。(2019年8月)



市の処分場の風景。斜面上部から下部への落とし込みによる処分となっている(2019年10月)。残余年数は約3年であり、JICA草の根技術協力により、処分場の一部拡張工事が進められる予定である。



処分場でのブルドーザー(2007年製)による転圧・敷き均しの様子。ブルドーザーは小型のため、転圧がしっかりとされていない。(2019年8月)

## プンツォリン市



インド製のコンパクターによる廃棄物収集の様子。浸出水を垂れ流しながら街中の廃棄物を収集している。(2019年10月)



プンツォリン市では、コンパクター収集の他にコンテナを用いた収集を行っている。(2019年10月) コンテナ周辺には廃棄物が散らかっている。



プンツォリン市の車両基地の様子。(2019年10月) 本車両基地にスペアパーツ等を保管する予定である。



プンツォリン市内のスクラップディーラー（民間企業）の様子。(2019年10月) 有価物を回収し、インドに売却している。



市内のウェストピッカーの様子。(2019年10月) ペットボトル等の有価物を回収している。



プンツォリン市の処分場の風景。崖下に廃棄物を投棄している。旧処分エリアの改修工事が予定されている。(2019年10月)

## ゲレフ市



コンパクターによる廃棄物収集の様子。(2019年10月) 市街地は狭い道が多く存在し、廃棄物収集の際、道路を封鎖している。そのため、収集の際、渋滞が発生している。



ダンプトラックによる廃棄物収集の様子。(2019年10月) 2人の作業員が下から廃棄物を持ち上げ、車両に排出している。



ゲレフ市が契約（1年更新）している民間ワークショップの様子。(2019年10月)



ゲレフ市の車両基地の様子。(2019年10月) スペアパーツ等を保管する場所についても本車両基地に確保する予定である。



処分場に併設されている浸出水調整池の様子。(2019年10月) 処分場からの排出管はあるものの浸出水が貯まっておらず、草木が生い茂っている。



市の処分場の風景。オープンダンピングであり、覆土や転圧は行われていない状況である。(2019年10月)

## サムドゥプジョンカル市



コンパクターによる廃棄物収集の様子。(2019年10月) 市街地は狭い道が多く存在し、廃棄物収集の際、道路を封鎖している。そのため、収集の際、渋滞が発生している。



トラクターによる廃棄物収集の様子。(2019年10月) コンパクターが通ることが難しい道での廃棄物収集を主に担当している。2人の作業員が下から廃棄物を持ち上げ、車両に排出している。



サムドゥプジョンカル市が契約（1年更新）している民間ワークショップの様子。(2019年10月) 機材調達後も、民間が車両の維持管理及び修理を行う予定である。



サムドゥプジョンカル市内のスクラップディーラー（民間企業）の様子。(2019年10月) 市内のリサイクルは民間が行っており、有価物を回収し、インドに売却している。



サムドゥプジョンカル市の車両基地の様子。(2019年10月) スペアパーツ等を保管する場所についても本車両基地に確保する予定である。



市の処分場の風景。オープンダンピングであり、覆土や転圧は行われていない状況である。(2019年10月)

図 表 リ ス ト

表 1-1-1	人口予測とごみの発生量 .....	1
表 1-1-2	ティンパー市のごみの収集・処分量 .....	2
表 1-1-3	民間 2 社の収集サービスの概要 .....	3
表 1-1-4	メメラカ処分場の概要 .....	6
表 1-1-5	プンツォリン市における人口予測とごみの発生量.....	8
表 1-1-6	プンツォリン市による収集サービスの概要.....	9
表 1-1-7	ペカシン処分場の概要 .....	12
表 1-1-8	ゲレフ市における人口予測とごみの発生量.....	13
表 1-1-9	ゲレフ市による収集サービスの概要 .....	15
表 1-1-10	ブアー処分場の概要 .....	17
表 1-1-11	サムドゥブジョンカル市における人口予測とごみの発生量.....	19
表 1-1-12	サムドゥブジョンカル市による収集サービスの概要.....	21
表 1-1-13	タシポト処分場の概要 .....	24
表 1-1-14	廃棄物管理に関する主な戦略および規制、基準.....	26
表 1-1-15	日本と EU のディーゼル車排気ガス基準比較 .....	27
表 1-2-1	ブータンからの要請内容（収集機材） .....	29
表 1-3-1	我が国のブータン国への援助動向 .....	29
表 1-3-2	我が国のブータン国への援助実績（廃棄物分野） .....	29
表 1-4-1	他ドナーの援助動向（廃棄物分野） .....	30
表 2-1-1	ティンパー市環境部の人員体制 .....	34
表 2-1-2	ティンパー市総務部における廃棄物管理にかかる人員体制.....	35
表 2-1-3	クリーンシティ社の体制 .....	35
表 2-1-4	プンツォリン市環境部における人員体制.....	36
表 2-1-5	ドルクトラッシュソリューション社の人員体制.....	37
表 2-1-6	ドルクトラッシュソリューション社が使用している車両.....	37
表 2-1-7	ゲレフ市環境部における廃棄物管理にかかる人員体制.....	38
表 2-1-8	サムドゥブジョンカル市環境部における廃棄物管理にかかる人員体制.....	39
表 2-1-9	ティンパー市の財政状況 .....	40
表 2-1-10	ティンパー市における廃棄物管理にかかる現在の支出（推計値） .....	40
表 2-1-11	プンツォリン市の財政状況.....	41
表 2-1-12	プンツォリン市における廃棄物管理にかかる現在の支出（推計値） .....	41
表 2-1-13	ゲレフ市の財政状況 .....	41
表 2-1-14	2019 年時点でのゲレフ市におけるごみ処理費の詳細.....	42
表 2-1-15	ゲレフ市における廃棄物管理にかかる現在の支出（推計値） .....	42
表 2-1-16	サムドゥブジョンカル市の財政状況.....	42
表 2-1-17	サムドゥブジョンカル市における廃棄物管理にかかる現在の支出（推計値） ...	43
表 2-1-18	既存の収集車両のリスト .....	44

表 2-1-19	ブンツォリン市における既存の収集車両のリスト	45
表 2-1-20	ゲレフ市における既存の収集車両のリスト	45
表 2-1-21	サムドゥブジョンカル市における既存の収集車両のリスト	45
表 2-1-22	ティンパー市における既存の最終処分場運用機材リスト	46
表 2-1-23	ブンツォリン市における既存の最終処分場運用機材リスト	46
表 2-1-24	ゲレフ市における既存の最終処分場運用機材リスト	46
表 2-1-25	サムドゥブジョンカル市における既存の最終処分場運用機材リスト	46
表 2-2-1	対象 4 都市の降雨量 (2017 年)	51
表 2-2-2	対象 4 都市の湿度 (2017 年)	52
表 2-2-3	対象 4 都市の気温 (2017 年)	52
表 3-1-1	上位目標とプロジェクト目標 (案)	56
表 3-1-2	対象 4 都市における廃棄物収集運搬機材の調達	56
表 3-1-3	ワークショップに調達する維持管理用ツール	57
表 3-1-4	対象 4 都市における処分場機材の調達	57
表 3-2-1	調達する機材の種類と数量 (案)	60
表 3-2-2	ティンパー市における 2023 年のごみ発生量、目標収集率と収集量	61
表 3-2-3	有効率	62
表 3-2-4	車両の平均車齢 (日本のケース)	62
表 3-2-5	積載時の廃棄物の比重	63
表 3-2-6	対象 4 都市における新規車両 (コンパクター) のシフト数及びトリップ数	63
表 3-2-7	対象 4 都市における既存車両の 2019 年の収集能力及び 2023 年時点の収集運搬能力	63
表 3-2-8	ティンパー市における調達する収集機材の種類と数量 (案)	64
表 3-2-9	既存車両 (コンテナキャリア) の 2019 年の収集能力及び 2023 年時点の収集運搬能力 (ティンパー市)	64
表 3-2-10	ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量	65
表 3-2-11	埋立作業用機材の選定 (ティンパー市)	65
表 3-2-12	埋立作業用機材の調達計画 (ティンパー市)	66
表 3-2-13	埋立作業用の調達機材まとめ	66
表 3-2-14	ブンツォリン市における 2023 年のごみ発生量、目標収集率と収集量	67
表 3-2-15	ブンツォリン市における調達する収集機材の種類と数量 (案)	68
表 3-2-16	ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量 (ブンツォリン市)	69
表 3-2-17	埋立作業用機材の選定 (ブンツォリン市)	70
表 3-2-18	埋立作業用機材の調達計画 (ブンツォリン市)	70
表 3-2-19	埋立作業用の調達機材まとめ (ブンツォリン市)	71
表 3-2-20	ゲレフ市における 2023 年のごみ発生量、目標収集率と収集量	72
表 3-2-21	ゲレフ市における調達する収集機材の種類と数量 (案)	73
表 3-2-22	ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量 (ゲレフ市)	74
表 3-2-23	埋立作業用機材の選定 (ゲレフ市)	74

表 3-2-24	埋立作業用機材の調達計画（ゲレフ市） .....	75
表 3-2-25	埋立作業用の調達機材まとめ（ゲレフ市） .....	75
表 3-2-26	サムドゥプジョンカル市における 2023 年のごみ発生量、目標収集率と収集量 .....	76
表 3-2-27	サムドゥプジョンカル市における調達する収集機材の種類と数量（案） .....	77
表 3-2-28	ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量（サムドゥプジョンカル市） .....	78
表 3-2-29	埋立作業用機材の選定（サムドゥプジョンカル市） .....	79
表 3-2-30	埋立作業用機材の調達計画（サムドゥプジョンカル市） .....	79
表 3-2-31	埋立作業用の調達機材まとめ（サムドゥプジョンカル市） .....	79
表 3-2-32	ティンパー市における調達機材の優先順位 .....	80
表 3-2-33	プンツォリン市における調達機材の優先順位 .....	80
表 3-2-34	ゲレフ市における調達機材の優先順位 .....	80
表 3-2-35	サムドゥプジョンカル市における調達機材の優先順位 .....	81
表 3-2-36	免税手続きについて .....	84
表 3-2-37	本プロジェクトの機材調達先（調達国、原産国） .....	87
表 3-2-38	初期操作指導に関わるメーカー技術者の要員計画 .....	88
表 3-2-39	ソフトコンポーネントの活動内容 .....	89
表 3-2-40	成果達成度の確認方法 .....	89
表 3-2-41	成果品一覧表 .....	90
表 3-2-42	各活動の実施機関の担当 .....	90
表 3-2-43	ソフトコンポーネントの実施工程 .....	91
表 3-2-44	事業実施工程表 .....	91
表 3-3-1	日本側及びブータン側の負担事項 .....	94
表 3-3-2	主要な先方負担事項 .....	95
表 3-5-1	概略事業費（日本側負担分） .....	97
表 3-5-2	各都市において想定される廃棄物管理にかかる運営維持管理費 .....	98
表 4-4-1	プロジェクトの裨益対象 .....	100
表 4-4-2	プロジェクト実施で期待される定量的評価 .....	101
図 1-1-1	ティンパー市のごみ組成 .....	1
図 1-1-2	ティンパー市のごみフロー（2019 年） .....	2
図 1-1-3	収集サービスエリアと廃棄物関連施設の位置図 .....	3
図 1-1-4	メメラカ処分場の拡張計画 .....	7
図 1-1-5	プンツォリン市のごみフロー（2019 年） .....	8
図 1-1-6	プンツォリン市におけるごみ収集地点と廃棄物関連施設の位置図 .....	10
図 1-1-7	ゲレフ市のごみフロー（2019 年） .....	14
図 1-1-8	ゲレフ市におけるごみ収集地点と廃棄物関連施設の位置図 .....	15
図 1-1-9	ゲレフ市における収集エリア .....	16
図 1-1-10	サムドゥプジョンカル市のごみフロー（2019 年） .....	20
図 1-1-11	サムドゥプジョンカル市におけるごみ収集地点と廃棄物関連施設の位置図 .....	22

---

図 1-1-12	サムドゥブジョンカル地区の詳細図.....	22
図 1-1-13	デワタン地区の詳細図 .....	23
図 1-2-1	廃棄物発生量増加の要因 .....	28
図 2-1-1	GNHC の組織図 .....	31
図 2-1-2	NEC/NECS の組織図 .....	32
図 2-1-3	MoWHS の組織図 .....	33
図 2-1-4	ティンプー市の組織図 .....	34
図 2-1-5	プンツォリン市の組織図 .....	36
図 2-1-6	ゲレフ市の組織図 .....	38
図 2-1-7	サムドゥブジョンカル市の組織図 .....	39
図 2-2-1	ティンプー市における 2023 年の開発計画.....	47
図 2-2-2	プンツォリン市の開発計画（2013 年～2028 年） .....	48
図 2-2-3	ゲレフ市の開発計画（2005 年～2025 年） .....	49
図 2-2-4	サムドゥブジョンカル市の開発計画（2005 年～2025 年） .....	50
図 2-2-5	地質断面模式図 .....	51
図 3-2-1	ティンプー市のごみフロー（2023 年） .....	61
図 3-2-2	プンツォリン市のごみフロー（2023 年） .....	68
図 3-2-3	ゲレフ市のごみフロー（2023 年） .....	72
図 3-2-4	サムドゥブジョンカル市のごみフロー（2023 年） .....	77
図 3-2-5	輸送計画 .....	85

## 略語集

略語	英文名	和文名
ADB	Asia Development Bank	アジア開発銀行
A/P	Authorization to Pay	支払い授權書
B/A	Banking Arrangement	銀行取極め
B/L	Bill of Loading	船荷証券
BTN	Bhutanese Ngultrum	ブータンニュルタム
C/P	Counterpart	カウンターパート
E/N	Exchange of Notes	交換公文
FOB	Free on Board	本船渡し
G/A	Grant Agreement	贈与契約
GCF	Green Climate Fund	緑の気候基金
GHG	Green House Gas	温室効果ガス
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GNHC	Gross National Happiness Commission	国民総幸福委員会
GVW	Gross Vehicle Weight	車両総重量
HP	Horse Power	馬力
JESC	Japan Environmental Sanitation Center	一般財団法人日本環境衛生センター
JICA	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JPY	Japanese Yen	日本円
LAP	Local Area Plan	地区計画／地区計画区
LFS	Landfill Site	埋立処分場
M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
MoF	Ministry of Finance	財務省
MoWHS	Ministry of Works and Human Settlement	公共事業省
MRF	Material Recycling (or Recovery) Facility	資源回収施設
MTO	Motor Transport Officer	車両担当官
NEC	National Environmental Commission	国家環境委員会
NECS	National Environmental Commission Secretariat	国家環境委員会事務局
O/M	Operation and Maintenance	運営維持管理
PPP	Public Private Partnership	公民連携／官民連携
SWM	Solid Waste Management	廃棄物管理
t/d	Ton per day	トン／日
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画
USD	United States Dollar	米ドル

## 第1章 プロジェクトの背景・経緯

### 1-1 当該セクターの現状と課題

#### 1-1-1 現状と課題

##### 1-1-1-1 ティンブー市

##### 1-1-1-1-1 ごみ量・ごみ質

#### (1) 人口予測とごみ発生量

ティンブー市の人口予測とごみの発生量を表 1-1-1 に示す。本事業の目標年次である 2023 年のごみ発生量は 70.4t/d であり、ドライごみとウェットごみの内訳は、それぞれ 30.7t/d と 39.7t/d である。ごみの原単位発生量は 0.53kg/capita/day（出典：MoWHS）を適用している。

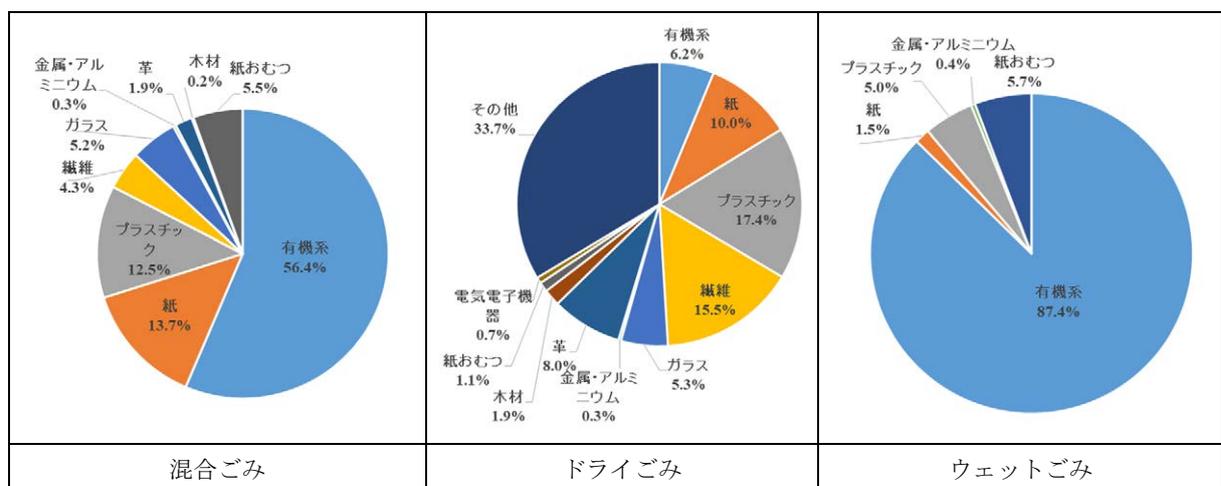
表 1-1-1 人口予測とごみの発生量

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	
人口	114,551	117,415	120,350	123,359	126,443	129,604	132,844	136,165	139,569	143,059	146,635	150,301	154,058	157,910	
ごみ発生量 (t/d)	60.7	62.2	63.8	65.4	67.0	68.7	70.4	72.2	74.0	75.8	77.7	79.7	81.7	83.7	
分類	ドライごみ (t/d)	26.5	27.1	27.8	28.5	29.2	29.9	30.7	31.5	32.3	33.1	33.9	34.7	35.6	36.5
	ウェットごみ (t/d)	34.2	35.1	36.0	36.9	37.8	38.7	39.7	40.7	41.7	42.8	43.8	44.9	46.1	47.2

出典：（人口）Statistic Yearbook Bhutan 2018、（ごみ発生量・分類）JESC 2018 年・JICA 調査団

#### (2) ごみ組成

ティンブー市では、2015 年以來、発生源での 2 分別（ドライごみ（紙、プラスチック、繊維等）とウェットごみ（有機系ごみ））が行われているが、図 1-1-1 のごみ組成に示すとおりである。混合ごみにおける有機ごみの割合は 56.4%に対し、分別されたウェットごみの有機ごみの割合は 87.4%となっている。



出典：JESC、NEC（2018 年）

図 1-1-1 ティンブー市のごみ組成

### 1-1-1-2 ごみフロー

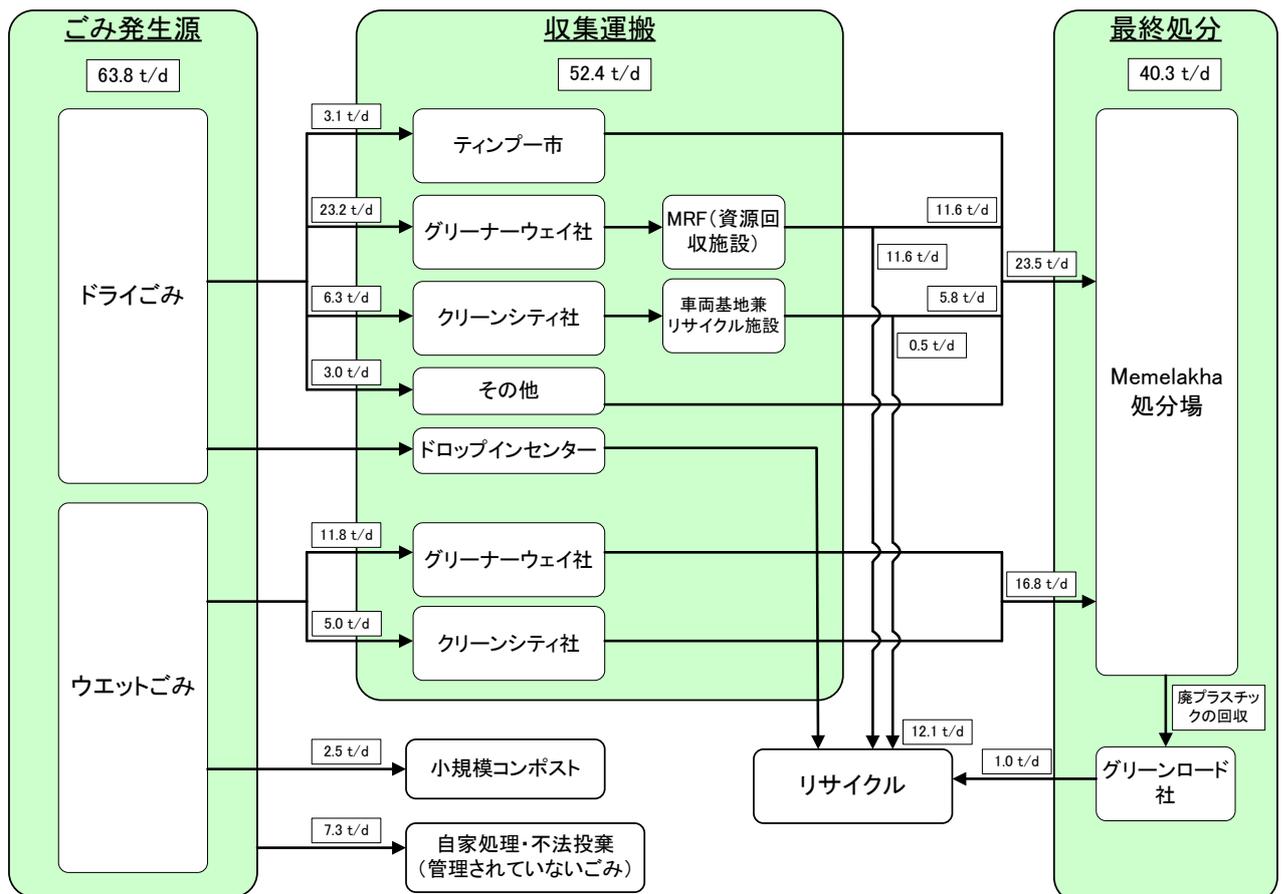
ティンブー市でのごみ収集は、市の直営と民間の収集会社（2社：グリーンナーウェイ社、クリーンシティ社）への委託で行われている。ごみの収集量と処分量を表 1-1-2 に示す。グリーンナーウェイ社では資源回収施設（Material Recycling Facility：以下 MRF）を整備しており、同社が収集したドライごみは一旦 MRF に搬入され、約半分はリサイクルのために回収されている。

表 1-1-2 ティンブー市のごみの収集・処分量

項目	ドライごみ (t/d)		ウェットごみ (t/d)	合計 (t/d)	
	収集量	処分量	収集量/処分量	収集量	処分量
ティンブー市	3.1		0	3.1	
グリーンナーウェイ社	23.2	11.6	11.8	35.0	23.4
クリーンシティ社	6.3	5.8	5.0	11.3	10.8
その他	3.0		0	3.0	
合計 (t/d)	35.6	23.5	16.8	52.4	40.3

出典：ティンブー市、2019年

ティンブー市のごみフロー（2019年）を図 1-1-2 に示す。発生量に対する収集量の割合から、収集率は 82.1% (=52.4 t/d / 63.8 t/d) となる。



出典：JICA 調査団

図 1-1-2 ティンブー市のごみフロー（2019年）

### 1-1-1-3 収集運搬

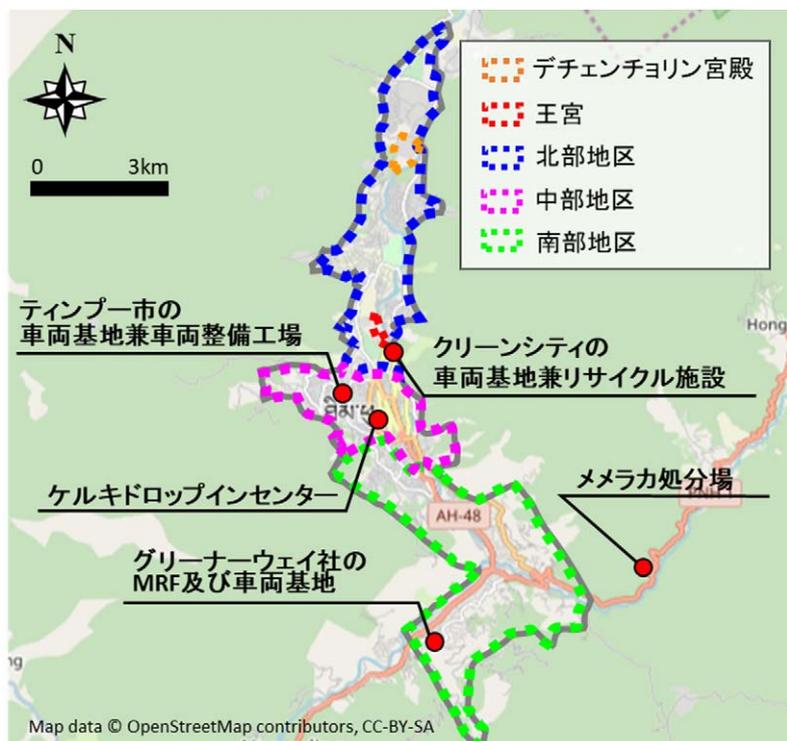
ティンブー市でのごみ収集は、基本的にグリーナーウェイ社及びクリーンシティ社への委託で行われているが、収集車両は市から貸与されている。グリーナーウェイ社は、市の中央部及び南部を担当し、クリーンシティ社は市の北部を担当している。なお、ティンブー市は、民間会社が入れない地域（王室関係の施設・エリア等）を担当している。民間2社の収集サービスの概要を表 1-1-3 に示す。

表 1-1-3 民間2社の収集サービスの概要

項目	グリーナーウェイ社	クリーンシティ社
勤務日	週6日	週6日
勤務時間、シフト	午前7時～午後10時 2シフト（昼間シフト、夜間シフト） 収集作業が深夜に及ぶこともある	午前7時～午後9時 2シフト（昼間シフト、夜間シフト）
収集方法	戸別収集	戸別収集
従業員数	70～80人	30人
契約期間	5年間 2019年まで	5年間 2021年まで
コンパクター	16台 (1台故障中、9台廃棄状態)	4台 (1台故障中)
コンテナキャリア	1台	1台
1シフト当たりのトリップ数	ドライごみ：2～3トリップ ウェットごみ：2～3トリップ	ドライごみ：1～3トリップ ウェットごみ：1～3トリップ

出典：ティンブー市

収集サービスエリアと廃棄物関連施設の位置を図 1-1-3 に示す。ティンブー市のほぼ全域をカバーしているが、東西の丘陵部の一部でカバー出来ていない地域が存在する。



出典：JICA 調査団

図 1-1-3 収集サービスエリアと廃棄物関連施設の位置図

なお、グリーナーウェイ社は、大規模な MRF を建設・運営しており、また、クリーンシティ社は新たなリサイクル施設の整備に着手していること等から、両社の経営能力は評価でき、社会貢献度も高い。しかし、グリーナーウェイ社の収集サービスエリアについては機材不足もあり、収集が行き届いていないため、市民のクレームが市に寄せられている。そのため、市は機材の調達や同社との契約内容の変更等を通じ、同社のパフォーマンス改善を促すことが必要と考えている。



なお、ティンパー市は東西が丘陵地となっており、急峻な地形と狭い道幅が特徴であり、これらの地域では小型のコンパクターによる収集作業が有効である。また、中心部の主要道路についても、片側或いは両側に駐車帯が設けられているケースが散見され、収集作業のための十分な道路幅が確保できないことから、大型のコンパクターは不適切と判断される。



#### 1-1-1-1-4 中間処理・リサイクル

ティンパー市では、以下に示すとおり、民間を活用してのリサイクルが行われている。

##### (1) ドロップインセンター

ティンパー市は、2018年にケルキドロップインセンターを整備し、運用している。当該センターでは、4m<sup>3</sup>のコンテナを6つ設置し（紙類、廃プラ等、それぞれ別個の有価物を指定）、ドライごみを持ち込んだ住民は、指定されたコンテナに有価物を排出する。ティンパー市は、数年以内に10カ所（既存施設を含む）のドロップインセンターを整備する計画を有しており、2020年6月迄に新たに3カ所を整備することとしている。土地、インフラ、機材等は市が提供し、運営は地域住民に委ねている。



## (2) コンポスト

ティンパー市では、コミュニティーコンポストが軍関係の居住地など、市内 15 ヶ所程度で普及している。

## (3) MRF [Material Recycling (Recovery) Facility] (資源回収施設)

MRF は、グリーンナーウェイ社が建設・運営している。搬入されたドライごみは、ホイールローダーでホッパーに搬入され、その後ベルトコンベアで手選別にて有価物が選別されている。選別された有価物は圧縮・梱包機で成形され、インドに売却されている。また、プラスチックリサイクルとして、廃プラを利用したポールの制作が行われている。



## (4) その他

グリーンロード社は、最終処分場から回収した廃プラ（約 1.0 t/d）を利用して、アスファルト舗装の材料に利用している。また、クリーンシティ社は収集段階で有価物を回収してリサイクルを行っている。

### 1-1-1-1-5 最終処分

ティンパー市では、メメラカ（Memelakha）処分場でごみの埋立処分を行っている。JICA 草の根技協（日本環境衛生センターが実施中）の支援で、施設整備及び運営管理の改善が一部行われている。当該処分場の概要を表 1-1-4 に示す。

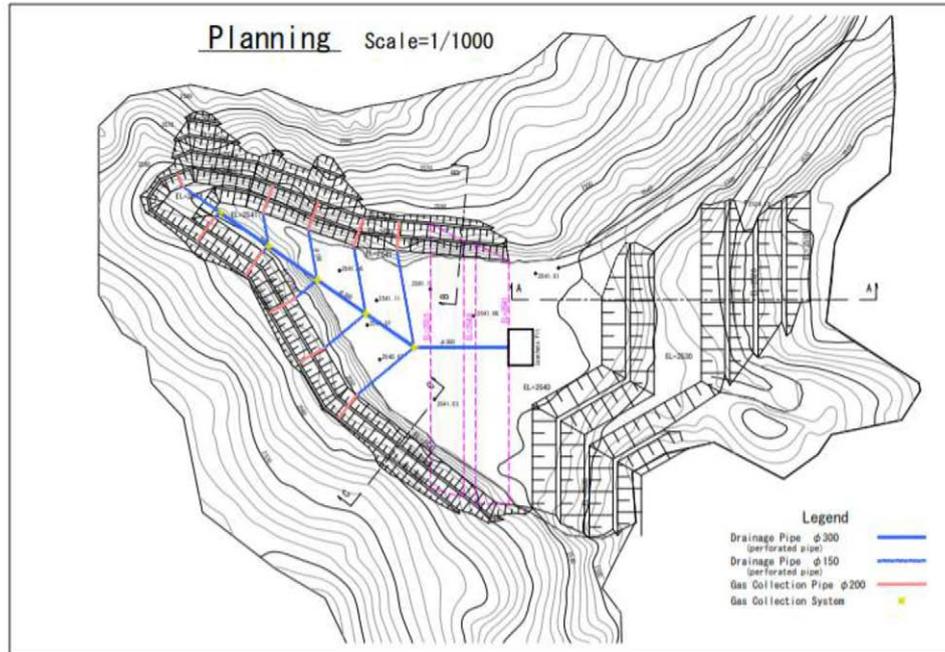
表 1-1-4 メメラカ処分場の概要

項目	内容
面積 (ha)	0.63 ha
最終処分場の種類	管理型埋立地 (ごみの敷均し、覆土 (不定期) の実施)
最終処分場残余年数 (年)	3.4 年 (残余容量: 約 40,000m <sup>3</sup> )
受け入れごみ量 (t/d)	40.3 t/d
作業状況	週 6 日 午前 9 時～午後 6 時 従業員数: 7 人 (監督: 1 人、操作員: 3 人、運転手: 1 人、作業員: 2 人)
最終処分場設備	覆土 ガス抜き管 浸出水集排水管 浸出水調整池 (10m×10m×1.5m=150m <sup>3</sup> 、浸出水はバキュームカーによって下水処理施設に運搬される。)
ウェストピッカーの活動	クリーンシティ社及びグリーンロード社のスタッフによって有価物の回収を行っている。(約 10～20 人)

出典: JICA 調査団

		
ガス抜き管	急峻な埋立斜面	浸出水調整池
		
エクスカベーター	小型ブルドーザー	最終処分場での有価物回収

ティンプー市は、上述の JICA 草の根技協の支援で当該処分場の拡張工事を予定しており (2019 年 12 月に着工)、拡張後の容量は約 103,000m<sup>3</sup> で、埋立可能年数は約 10 年を想定している。現在、工事着工に向けての、環境及び森林伐採に係る許認可の手続き中である。最終処分場拡張計画図を図 1-1-4 に示す。



出典：JSEC（2018年）

図 1-1-4 メメラカ処分場の拡張計画

#### 1-1-1-1-6 車両基地・ワークショップ

現在、民間2社に貸与している車両も含め、収集車両の維持・管理や修理は、民間のワークショップに委託している。ティンプー市は、今後、自前で実施する必要があるとの判断から、既存の車両基地の敷地内に、ワークショップの建屋の建設及び整備機材の調達に着手している。点検・整備用の3列のベイは建設済みである。



ティンプー市の車両基地・ワークショップ

点検・整備用のベイ

#### 1-1-1-2 プンツォリン市

##### 1-1-1-2-1 ごみ量・ごみ質

##### (1) 人口予測とごみ発生量

ブンツォリン市の人口予測とごみの発生量を表 1-1-5 に示す。本事業の目標年次である 2023 年のごみ発生量は 18.0t/d であり、2019 年と比べ約 5%のごみが増加する。また、ブンツォリン市はインドとの国境に接しており、ブータンとの商業活動や建設工事等で多くのインド人が流入している。そのため、その流入人口をフローティング人口とし、フローティング人口から発生

するごみ量をプンツォリン市の人口から発生するごみ量の 15%と想定した。なお、ごみの原単位発生量は 0.53kg/capita/day（出典：MoWHS）を適用している。2023 年のドライごみとウェットごみの内訳は、それぞれ 7.8t/d と 10.2t/d である。

表 1-1-5 プンツォリン市における人口予測とごみの発生量

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
人口	27,658	27,962	28,270	28,581	28,895	29,213	29,534	29,859	30,188	30,520	30,855	31,195	31,538	31,885
ごみ発生量 (t/d)	14.7	14.8	15.0	15.1	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.2	16.4	16.5	16.7	16.9
フローティング人口による ごみ発生量 (15%)	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5
合計 (t/d)	16.9	17.0	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2	19.4
分類														
ドライごみ (t/d)	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5
ウェットごみ (t/d)	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.0	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0

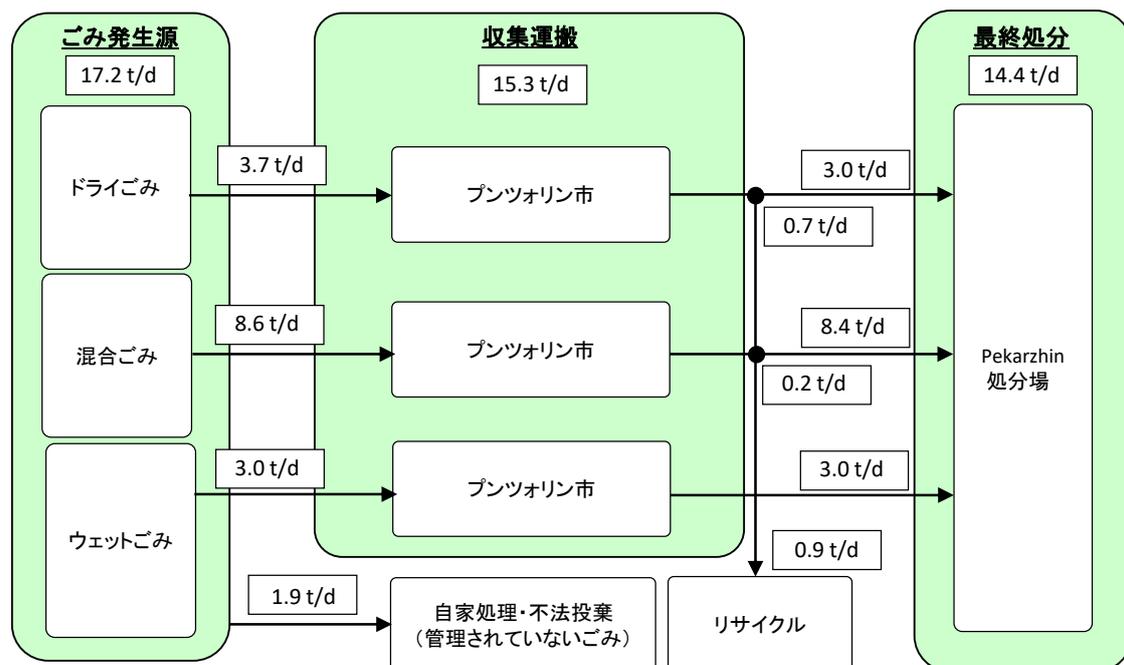
出典：（人口）Statistic Yearbook Bhutan 2018、（ごみ発生量・分類）JESC 2018 年・JICA 調査団

## (2) ごみ組成

プンツォリン市におけるごみ質は前項 1-1-1-1(2)に示したごみ組成を適用する。

### 1-1-1-2-2 ごみフロー

プンツォリン市のごみフロー（2019 年）を図 1-1-5 に示す。ごみ発生量、ごみ収集量及びごみ処分量はそれぞれ 17.2 t/d、15.3 t/d 及び 14.4 t/d と想定される。また、ごみの最終処分場搬入量調査や市担当者への聞き取りにより、ごみリサイクル量及び管理されていないごみ量はそれぞれ 5%及び 10%と想定した。プンツォリン市における収集率（2019 年）は 89%（=15.3 t/d / 17.2 t/d）と推計された。



出典：JICA 調査団

図 1-1-5 プンツォリン市のごみフロー（2019 年）

### 1-1-1-2-3 収集運搬

プンツォリン市中心部の道路の状態は下の写真に示すとおりである。プンツォリン市は平地が少ないため広い道幅を確保することができず、また、道路脇の駐車場の必要性から道路の殆どが一方通行となっている。市中心部の主要道路の道幅は約 7m であり、その他道路の道幅は約 3.5 ～4 m 程度である。



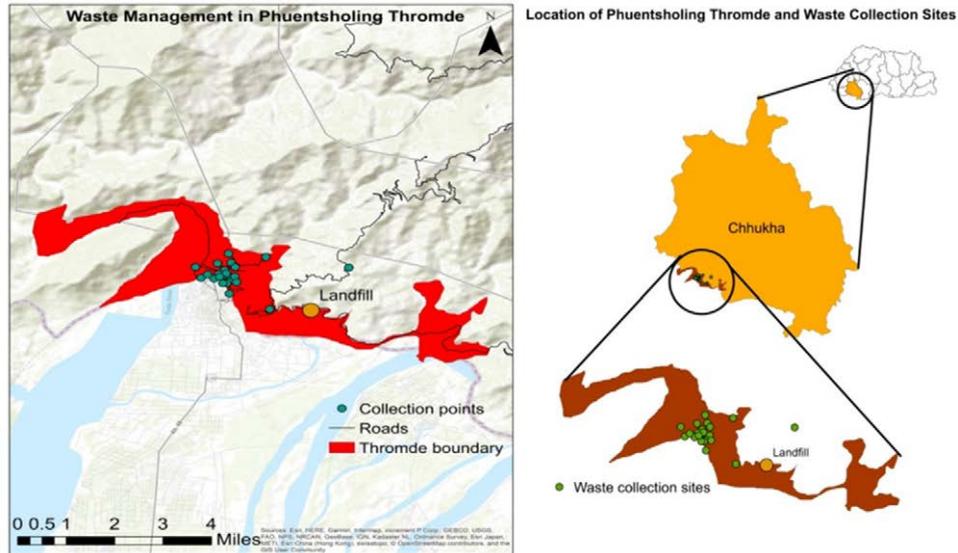
プンツォリン市によるごみ収集サービスの概要は以下の表 1-1-6 に示す。プンツォリン市は 2019 年 9 月 1 日より民間業者「ドゥルクトランスソリューション」とごみ収集サービスについて委託契約を締結し、民間企業との契約に基づいたサービス提供を開始した。収集機材の多くは市から民間企業へ貸与され、収集サービス対象地域は市全体である。

**表 1-1-6 プンツォリン市による収集サービスの概要**

項目	内容
勤務日	週 7 日
勤務時間	午前 6 時～午後 4 時
収集方法	戸別収集及びコンテナ収集
従業員	83 人
コンパクター	5 台
コンテナキャリア	2 台
ダンプトラック	1 台
1 日当たりのトリップ数	平均 2 トリップ

出典：プンツォリン市

収集サービスエリアと廃棄物関連施設の位置を図 1-1-6 に示す。



出典：JICA 調査団

図 1-1-6 プンツォリン市におけるごみ収集地点と廃棄物関連施設の位置図

コンパクターによるごみ収集では、居住地域及び商業地域において戸別収集を行っている。コンパクターが居住地域または商業地域に収集に来た際、人々はごみを自身で家から持ち出しコンパクターに排出する。住民や店のごみ保管方法は統一されていない、ごみの保管には種々のごみ箱、コンテナ、ごみ袋、段ボール箱等が用いられている。なお、プンツォリン市はドライごみとウェットごみの 2 種類に分別する発生源分別を推進している。市中心部におけるごみ収集の様子を以下の写真に示す。



プンツォリン市における主要なごみ収集方法はコンパクターを用いた収集であるが、コンテナを用いた収集も行われている。約 2m<sup>3</sup> のコンテナを 2 つ積むことができるコンテナキャリアを用い、市内 16 ヶ所に置いてあるコンテナの回収を行っている。市担当者の報告によると、コンテナの設置場所はごみの集積場となり汚くなることから、今後はコンテナ収集を廃止し、コンパクターを用いた戸別収集に切り替える方向としている。

		
コンテナキャリア	コンテナ	コンテナ設置場所

野菜市場の様子を以下に示す。市場から排出されるごみはテナント毎にコンテナに集積され、コンパクターが収集に来た際に排出する。

		
市中心部に位置する野菜市場		

#### 1-1-1-2-4 中間処理・リサイクル

リサイクルは主に民間業者が行っている。ペットボトル、プラスチック、段ボール、金属、ビン等を回収し、インドに売却している。

		
リサイクル業者/スクラップディーラー (民間業者)		ウェイトピッカー

#### 1-1-1-2-5 最終処分

現在、プンツォリン市ではペカシン (Pekarzhing) 処分場でごみの埋立処分を行っている。当該処分場の概要を表 1-1-7 に示す。

表 1-1-7 ペカシン処分場の概要

項目	内容
面積 (ha)	2.9 ha (現在使用している埋立地の面積は約 0.5 ha)
最終処分場の種類	管理型処分場 (ごみの敷均し、覆土 (不定期) の実施)
最終処分場残余年数 (年)	約 10 年
受け入れごみ量 (t/d)	14.6 t/d
作業状況	週 7 日 8 時間/日 従業員: 5 人
最終処分場設備	門及びフェンス ガス抜き管及び浸出水集排水管 (以前使用していた埋立地) 浸出水調整池
ウェストピッカーの活動	なし

出典: JICA 調査団

		
門 (入口)	現在使用している最終処分場	ごみの排出
		
浸出水調整池 (機能せず)	以前使用していた埋立地	バックホローダー (修理中)

現在、プンツォリン市は以前使用していた埋立地を修復し、「福岡方式」を利用した最終処分場の建設を計画している。

#### 1-1-1-2-6 車両基地・ワークショップ

現在、収集車両の維持管理や修理は、民間のワークショップに委託している。ごみ収集サービスの民間業者への委託後も車両の維持管理や修理については現在と同様の方法で行う。

プンツォリン市の収集車両の車両基地は以下の写真に示すとおりである。ごみ収集サービスを民間業者に委託後も同様に本車両基地を使用する。また、本無償資金協力により調達する機材の交換部品や維持管理用のツールを保管する場所についても本車両基地に確保する予定である。



### 1-1-1-3 ゲレフ市

#### 1-1-1-3-1 ごみ量・ごみ質

##### (1) 人口予測とごみ発生量

ゲレフ市の人口予測とごみの発生量を表 1-1-8 に示す。本事業の目標年次である 2023 年のごみ発生量は 6.1t/d であり、2019 年と比べ約 2%のごみが増加する。また、ゲレフ市はインドとの国境に接しておりブータンとの商業活動や建設工事等で多くのインド人が流入している。そのため、それらの流入人口をフローティング人口として、フローティング人口から発生するごみ量をゲレフ市の人口から発生するごみ量の 15%と想定した。なお、ごみの原単位発生量は 0.53kg/capita/day (出典：MoWHS) を適用している。2023 年のドライごみとウェットごみの内訳は、それぞれ 2.6t/d と 3.4t/d である。

表 1-1-8 ゲレフ市における人口予測とごみの発生量

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
人口	9,858	9,876	9,894	9,911	9,929	9,947	9,965	9,983	10,001	10,019	10,037	10,055	10,073	10,091
ごみ発生量 (t/d)	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
フローティング人口による ごみ発生量 (15%)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
合計 (t/d)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2
分														
類	ドライごみ (t/d)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
	ウェットごみ (t/d)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5

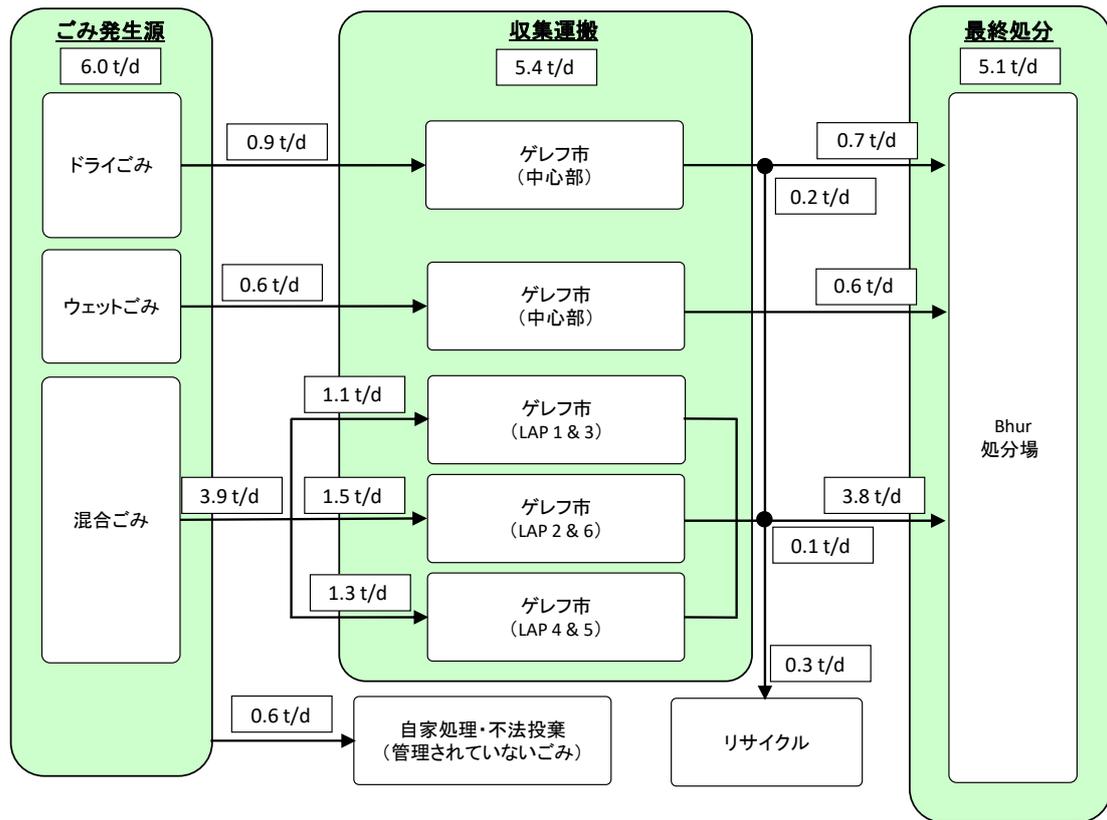
出典：(人口) Statistic Yearbook Bhutan 2018、(ごみ発生量・分類) JESC 2018 年・JICA 調査団

##### (2) ごみ組成

ゲレフ市のごみ質は、前項 1-1-1-1(2)に示したごみ組成を適用する。

#### 1-1-1-3-2 ごみフロー

ゲレフ市のごみフロー (2019 年) を図 1-1-7 に示す。ごみ発生量、ごみ収集量及びごみ処分量はそれぞれ 6.0 t/d、5.4 t/d 及び 5.1 t/d と想定される。また、ごみの最終処分場搬入量調査や市担当者への聞き取りにより、ごみリサイクル量及び管理されていないごみ量はそれぞれ 5%及び 10%と想定した。ゲレフ市における収集率 (2019 年) は 90% (=5.4 t/d/6.0 t/d) と推計された。



出典：JICA 調査団

図 1-1-7 ゲレフ市のごみフロー（2019 年）

### 1-1-1-3-3 収集運搬

ゲレフ市中心部の道路の状態は以下の写真に示すとおりである。ゲレフ市の市街地の道幅は狭く、また、道路脇の駐車場の必要性から道路の殆どが一方通行となっている。市中心部を通る主要道路の道幅は約 7m であり、その他の道路の道幅は約 3.5～4m 程度である。市中心部外の主要道路の道幅は約 8～9m 程度である。



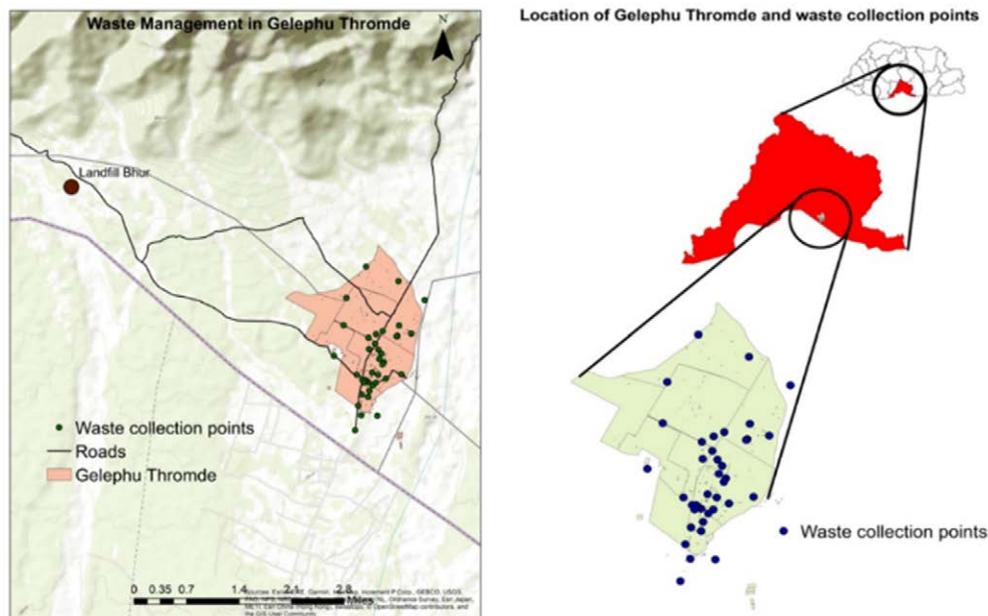
ゲレフ市におけるごみ収集はゲレフ市が行っており、市中心部ではドライごみとウェットごみの 2 種類に分別する発生源分別が導入されている。市によるごみ収集サービスの概要は以下の表 1-1-9 に示す。

表 1-1-9 ゲレフ市による収集サービスの概要

項目	内容
勤務日	週 6 日
勤務時間	午前 7 時半～午後 4 時
収集方法	戸別収集
エリア別収集システム	エリア 1 : 中心部 エリア 2 : LAP1 & LAP3 エリア 3 : LAP2 & LAP6 エリア 4 : LAP4 & LAP5
発生源分別	発生源分別は中心部のみ行われている。エリア 3 (LAP2 & LAP6) は将来的に発生源分別を行っていく。2019 年における発生源分別を行っている人口は全体の 18%と想定される。
従業員数	36 人
コンパクター	3 台 (内 1 台は修理中)
ダンプトラック	1 台
1 日当たりのトリップ数	1 エリア 1 トリップ

出典：ゲレフ市

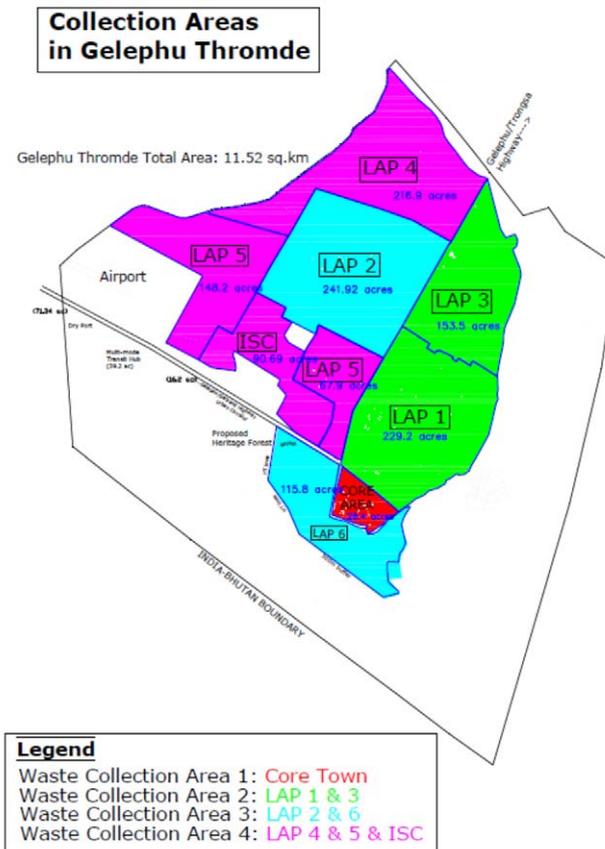
ゲレフ市における収集サービスエリアと廃棄物関連施設の位置を図 1-1-8 に示す。



出典：JICA 調査団

図 1-1-8 ゲレフ市におけるごみ収集地点と廃棄物関連施設の位置図

ゲレフ市では市を 4 つのエリアに分け、エリア別に収集を行っている (図 1-1-9)。



出典：ゲレフ市

図 1-1-9 ゲレフ市における収集エリア

居住地域及び商業地域ではコンパクター及びダンプトラックによる戸別収集を行っている。収集車両が居住地域または商業地域に収集に来た際、住民は自身でゴミを持ち出し収集車両に排出する。住民や店のごみ保管方法は統一されていなく、ごみの保管には種々のごみ箱、コンテナ、ゴミ袋、段ボール箱等が用いられている。市中心部及びLAPにおけるごみ収集の様子を以下の写真に示す。



野菜市場の写真を以下に示す。テナント毎に様々なコンテナに保管され、後に野菜市場にある660Lのコンテナにまとめて排出する。週末開催の野菜市場に隣接している常設の野菜市場では

緑（ウェットごみ専用）及び青（ドライごみ専用）の2種類の240Lのコンテナが市場の様々な場所に設置されている。排出されたごみはコンパクターによって週6日の収集が行われている。



市中心部に位置する野菜市場（660L 及び 240L のコンテナが使用されている）

#### 1-1-1-3-4 中間処理・リサイクル

リサイクルは主に民間業者が行っている。民間業者はペットボトル、プラスチック、段ボール、金属、ビン等を回収し、インドに売却している。



リサイクル業者/スクラップディーラー（民間業者）

#### 1-1-1-3-5 最終処分

現在、ゲレフ市ではブアー（Bhur）処分場でごみの埋立処分を行っている。当該処分場の概要を表 1-1-10 に示す。

表 1-1-10 ブアー処分場の概要

項目	内容
面積 (ha)	4.5 ha
最終処分場の種類	オープンダンピング (衛生理立地の施設は一部整備されているものの、実際の埋立処分は別の場所で行われている。)
最終処分場残余年数 (年)	約 10 年
受け入れごみ量 (t/d)	4.9 t/d
作業状況	週 6 日 8 時間/日 (午前 9 時～午後 5 時) 従業員：1 人
最終処分場設備	門及びフェンス 浸出水集排水管 浸出水調整池 (2 つ)
ウェストピッカーの活動	なし

出典：JICA 調査団

		
門（入口）	最終処分場	浸出水調整池及び遮水シート
		
最終処分場への道路	最終処分場	最終処分場下流側からの風景

#### 1-1-1-3-6 車両基地・ワークショップ

ゲレフ市での収集車両の車両基地を以下の写真に示す。本無償資金協力により調達する機材の交換部品や維持管理用のツールを保管する場所についても本車両基地に確保する予定である。



一方、本無償案件のためにゲレフ市は新たに市庁舎のすぐ近くにある市有地に車両基地（兼ワークショップ）を整備する予定もある。現在、予定地にある車両基地は民間業者に貸し出されており、本年の年末に市に返却される予定である。予定地は収集車両の駐車場や交換部品や維持管理用ツールの保管場所を整備するのに十分な広さをもつ。



現在、収集車両の維持管理及び修理は民間業者に委託しており、本無償資金協力で整備する機材の調達後も同様に民間業者が維持管理及び修理を行う予定である。民間業者はゲレフ市による入札によって決定され、1年ごとの契約となっている。



#### 1-1-1-4 サムドゥブジョンカル市

##### 1-1-1-4-1 ごみ量・ごみ質

###### (1) 人口予測とごみ発生量

サムドゥブジョンカル市の人口予測とごみの発生量を表 1-1-11 に示す。本事業の目標年次である 2023 年のごみ発生量は 6.0t/d であり、2019 年と比べ約 4%のごみ発生量が増加する。また、サムドゥブジョンカル市はインドとの国境に接しておりブータンとの商業活動や建設工事等で多くのインド人が流入している。そのため、それらの流入人口をフローティング人口として、フローティング人口から発生するごみ量をサムドゥブジョンカル市の人口から発生するごみ量の 15%と想定した。なお、ごみの原単位発生量は 0.53kg/capita/day（出典：MoWHS）を適用している。2023 年のドライごみとウェットごみの内訳は、それぞれ 2.6t/d と 3.4t/d である。

表 1-1-11 サムドゥブジョンカル市における人口予測とごみの発生量

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
人口	9,325	9,415	9,505	9,596	9,688	9,781	9,875	9,970	10,066	10,162	10,260	10,358	10,458	10,558
ごみ発生量 (t/d)	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6
フローティング人口による ごみ発生量 (15%)	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
合計 (t/d)	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	6.0	6.0	6.1	6.1	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4
分 類														
ドライごみ (t/d)	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8
ウェットごみ (t/d)	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6	3.6

出典：（人口）Statistic Yearbook Bhutan 2018、（ごみ発生量・分類）JESC 2018 年・JICA 調査団

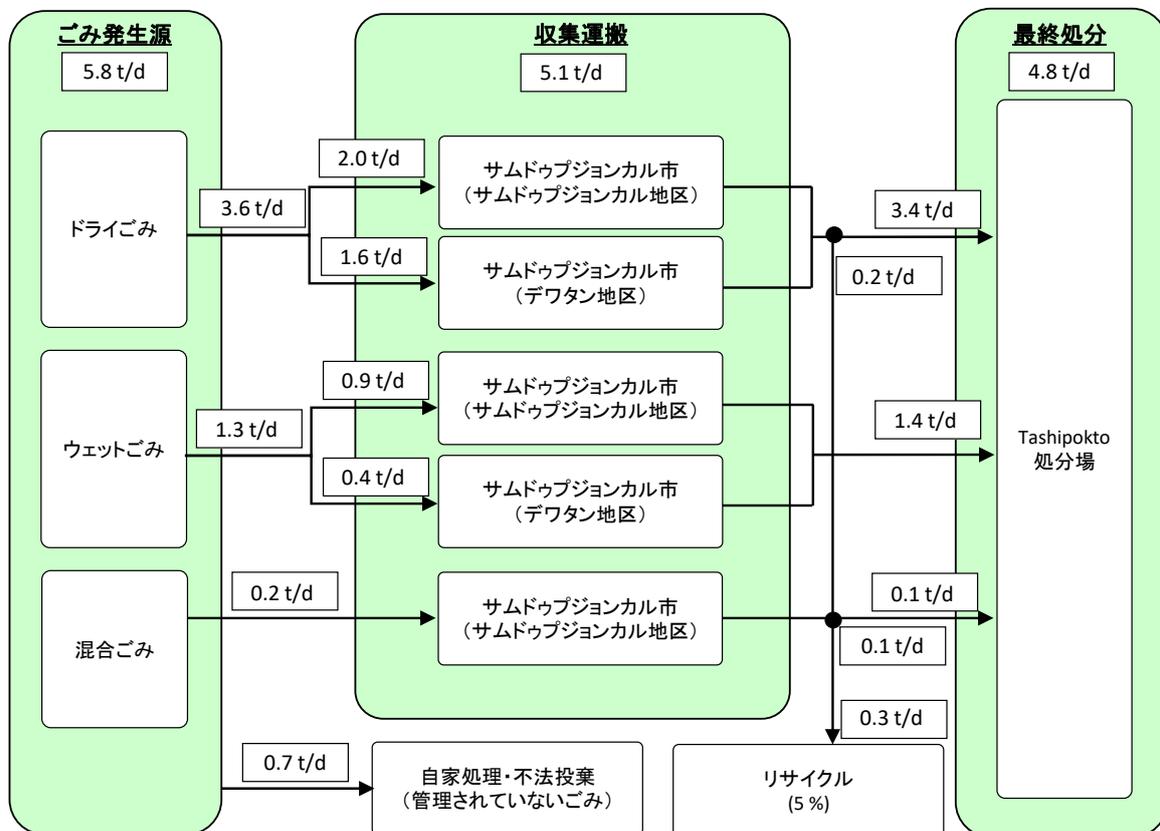
###### (2) ごみ組成

サムドゥブジョンカル市におけるごみ質は前項 1-1-1-1(2)に示したごみ組成を適用する。

##### 1-1-1-4-2 ごみフロー

サムドゥブジョンカル市のごみフロー（2019 年）を図 1-1-10 に示す。ごみ発生量、ごみ収集

量及びごみ処分量はそれぞれ 5.8 t/d、5.1 t/d 及び 4.8 t/d と想定される。また、最終処分場搬入量調査や市担当者への聞き取りにより、ごみリサイクル量及び管理されていないごみ量はそれぞれ 5%及び 10%と想定した。サムドゥブジョンカル市における収集率（2019 年）は 88%（=5.1 t/d / 5.8 t/d）と推計した。



出典：JICA 調査団

図 1-1-10 サムドゥブジョンカル市のごみフロー (2019 年)

### 1-1-1-4-3 収集運搬

サムドゥブジョンカル市はサムドゥブジョンカル地区と同地区から北に約 18km 離れた場所に位置するデワタン地区から構成されている。2 地区の人口比は約 58 : 42 となっている。

サムドゥブジョンカル市の道路の状態は下の写真に示すとおりである。サムドゥブジョンカル市中心部は道幅が狭く、また、道路脇の駐車場の必要性から道路の殆どが一方通行となっている。市中心部を通る主要道路の道幅は約 7m であり、市中心部外の主要道路の道幅は約 8~9m 程度である。一方、デワタン地区における主要道路及びその他道路の幅はそれぞれ約 6~7m、4~5m である。



サムドゥブジョンカル地区中心部における道路の状態

デワタン地区における道路の状態

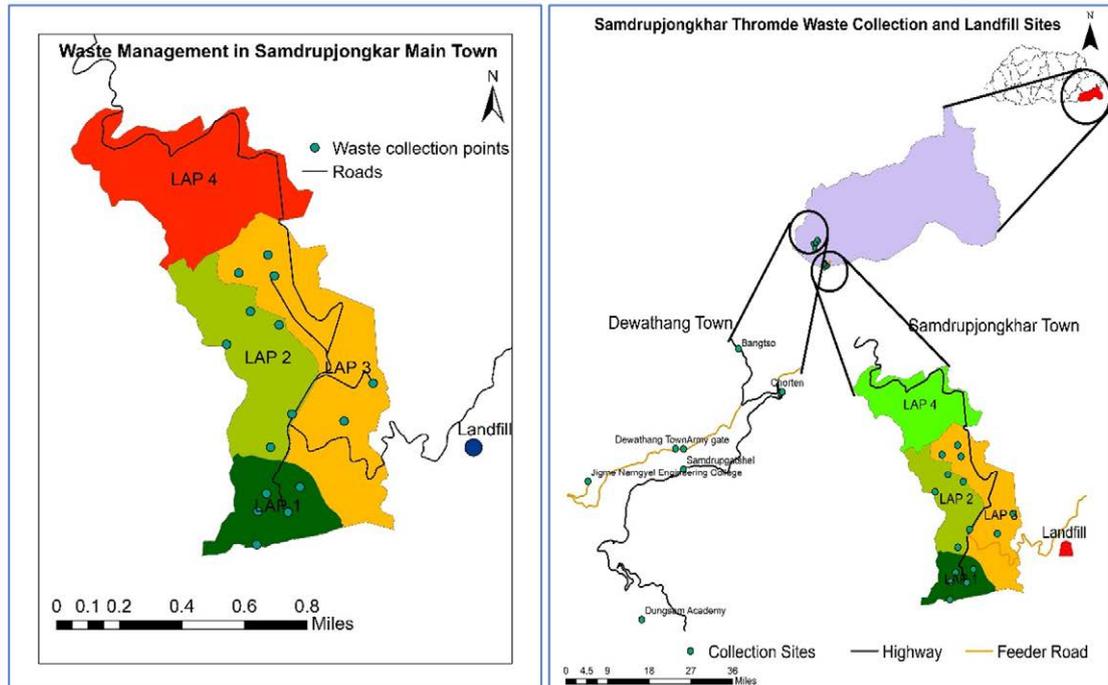
サムドゥブジョンカル市におけるごみ収集はサムドゥブジョンカル市が行っている。市によるごみ収集サービスの概要は以下の表 1-1-12 に示す。

表 1-1-12 サムドゥブジョンカル市による収集サービスの概要

項目	内容
勤務日	週 6 日
勤務時間	午前 7 時～午後 4 時
収集方法	戸別収集
エリア別収集システム	エリア 1: サムドゥブジョンカル地区 (LAP1 (中心部)、LAP2、LAP3 及び LAP4 ) エリア 2: デワタン地区
発生源分別	発生源分別は殆どの地域で行われている。2019 年における発生源分別を行っている人口は全体の 85%と想定される。
従業員数	36 人
コンパクター	3 台 (1 台修理中)
ダンプトラック	1 台
1 日当たりのトリップ数	サムドゥブジョンカル地区: 1～2 トリップ デワタン地区: 1 トリップ

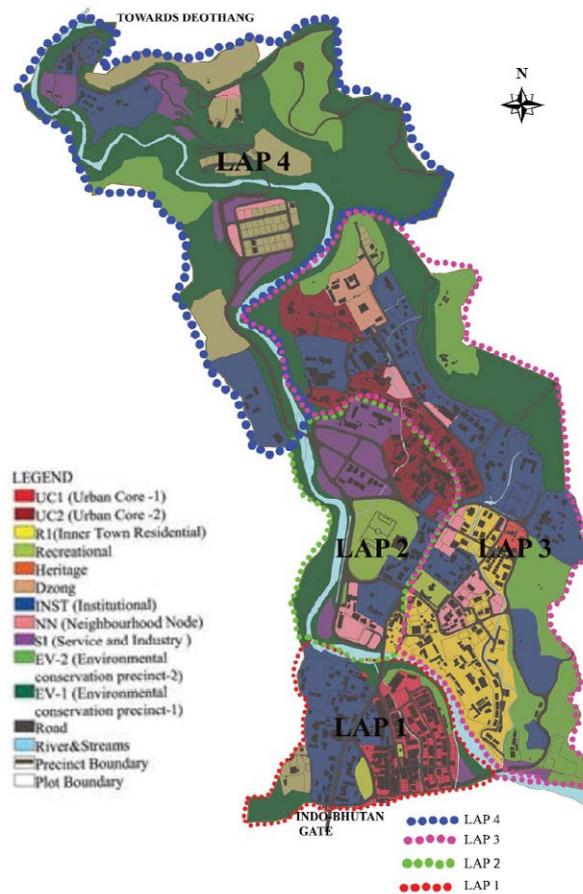
出典: サムドゥブジョンカル市

サムドゥブジョンカル市における収集サービスエリアと廃棄物関連施設の位置を図 1-1-11 に示す。サムドゥブジョンカル地区及びデワタン地区それぞれの詳細図は図 1-1-12 及び図 1-1-13 に示す。



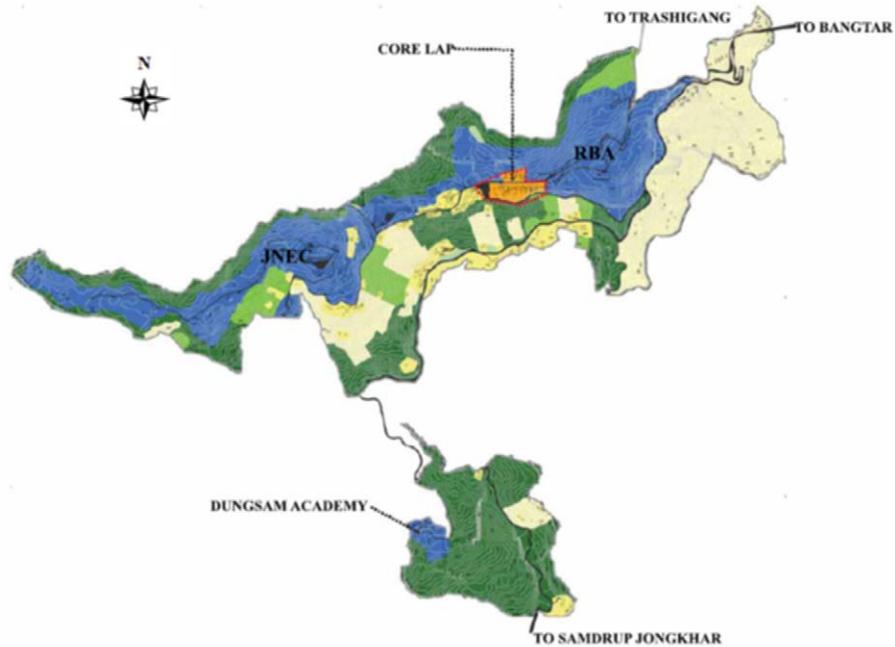
出典：JICA 調査団

図 1-1-11 サムドゥブジョンカル市におけるごみ収集地点と廃棄物関連施設の位置図



出典：サムドゥブジョンカル市

図 1-1-12 サムドゥブジョンカル地区の詳細図



出典：サムドゥブジョンカル市

図 1-1-13 デワタン地区の詳細図

居住地域及び商業地域では戸別収集によるごみ収集をコンパクター及びトラクターを用いて行っている。収集車両が居住地域または商業地域に収集に来た際、人々は自身でごみを持ち出し、コンパクターに排出する。住民や店のごみ保管方法は統一されていなく、ごみの保管には種々のごみ箱、コンテナ、ごみ袋、段ボール箱等が用いられている。なお、サムドゥブジョンカル市はドライごみとウェットごみの2種類に分別する発生源分別を推進している。市中心部（LAP1）におけるごみ収集の様子を以下の写真に示す。

		
コンパクターによる収集	コンパクターによる収集	トラクターによる収集
戸別収集		

野菜市場の様子を以下に示す。市場から排出されるごみはテナント毎にコンテナに集積し、コンパクターまたはトラクターが収集に来た際に排出する。市場における収集頻度は1日2回である。



市中心部に位置する野菜市場

#### 1-1-1-4-4 中間処理・リサイクル

リサイクルは主に民間業者が行っている。民間業者はペットボトル、プラスチック、段ボール、金属、ビン等を回収し、インドに売却している。民間業者の1社は廃棄段ボールを用いて卵用トレイを作製している。



リサイクル業者/スクラップディーラー（民間業者）

#### 1-1-1-4-5 最終処分

現在、サムドゥプジョンカル市ではタシポト（Tashipokto）処分場でごみの埋立処分を行っている。当該処分場の概要を表 1-1-13 に示す。

表 1-1-13 タシポト処分場の概要

項目	内容
面積 (ha)	1.2 ha
最終処分場の種類	オープンダンピング
最終処分場残余年数 (年)	約 10 年
受け入れごみ量 (t/d)	4.8 t/d
作業状況	週 6 日 8 時間/日 (午前 9 時～午後 5 時) 従業員: 2 人
最終処分場設備	門とフェンス
ウェストピッカーの活動	なし

出典: JICA 調査団

		
門（入口）	最終処分場及び管理棟	最終処分場
		
最終処分場への道路	エクスカベーター（JCB JS 205）	ロボットスキッド（JCB155）

#### 1-1-1-4-6 車両基地・ワークショップ

現在、サムドゥブジョンカル市が運営する車両基地やワークショップは存在しない。収集車両は運転手の家の近くの空きスペース等に駐車されている。

本無償資金協力により調達する機材の交換部品や維持管理用のツールを保管する場所は以下の写真の場所となる。予定地は市有地であるが、2019年10月現在、市は民間業者に土地を貸与しており、貸与を受けた民間業者がワークショップを運営している。2019年末に民間業者との契約が切れ、市に所有権が戻る予定となっている。

		
サムドゥブジョンカル市の車両基地予定地		

現在、収集車両の維持管理及び修理は民間業者（イースタンオートモビルワークショップ（EAW））に委託しており、本無償資金協力での機材調達後も同様の方法で維持管理及び修理が行われる予定である。民間業者はサムドゥブジョンカル市による入札によって決定し、1年ごとの契約となっている。EAWは過去4年連続で同業務の委託を受けている。



## 1-1-2 開発計画

### 1-1-2-1 当該セクターにおける戦略と規制

ブータン国憲法では、第5項において、同国政府に「汚染や環境劣化を防止」し、かつ「安全で健康な環境を確保」することを義務付けている。この義務を果たすため、同国では数多くの関連法、規制、基準、戦略が策定され、実施されている。以下に主な戦略および規制、基準を示す。

表 1-1-14 廃棄物管理に関する主な戦略および規制、基準

名称	制定年	内容
<b>【法】</b>		
刑法	2004	第408項において、環境汚染に関する記載が含まれている。
廃棄物管理法	2009	同法は、排出源における廃棄物の発生を抑制し、廃棄物の分別、再利用、リサイクル、環境的に健全な方法での廃棄物の処理を促進し、実施機関の機能・調整を確実なものとすることを意図している。
都市法	1999	同法は、各市に対し、廃棄物の収集、処理を実施し、廃棄物処理施設を建設・運営すること、また廃棄物管理に関する適切な規制、規則を策定し、運用することを義務付けている。
環境評価法	2000	同法では、すべての廃棄物管理に関する活動に対し、環境面での手続きを適用することを求めている。また、すべてのプロジェクトに対し、環境的に健全な方法での実施を求めている。
水法	2011	同法は、河川、下水システム、その他水に関する施設等に廃棄物を投棄することを制限している。
<b>【政策／戦略／計画／プログラム】</b>		
統合廃棄物管理に関する国家戦略および行動計画	2007	同戦略および行動計画は、公衆衛生および環境に対して負の影響を及ぼす廃棄物の効果的な除去に関する方向性を示している。
国家統合廃棄物管理戦略	2014	同戦略は、排出源における廃棄物の発生を抑制し、4Rの観点から、最終処分場に搬入される廃棄物の量を最小化することを目的としている。
国家廃棄物管理戦略	2019	同戦略は、どのように廃棄物を定期的に適切な方法で除去すべきか方向性を示している。同戦略は、主に廃棄物の排出者が責任をもって、十分に教育された人材により廃棄物汚染を管理し、4Rの観点から、最終処分場に搬入される廃棄物の量を最小化することに焦点を置いている。
ティンプーにおける行動計画	1992	同行動計画では、廃棄物管理に関する計画を自ら計画、実施し、必要な規制を設定し、都市をきれいに保つための移動型検査チームを創設するための事務的、財務的に自主性を有することを、ティンプー市に対し推奨している。
第12回5カ年計画（FYP）	2018	同計画は、最終処分場に搬入される廃棄物の割合を2017年の75%から2023年には50%に低減させ、家庭廃棄物の排出源分別を2017年の37%から2023年には70%に増大させることを目標としている。
廃棄物管理フラッグシッププログラム	2019	同プログラムは、排出源における廃棄物の量を低減させ、強力なマネジメントおよび慎重な監視システムを確立することを目標としている。
ゼロ・ウェスト・アワー・イニシアティブ	2019	同イニシアティブは、すべてのブータン国の公務員に対し、毎月2日に、周辺を清掃するために1時間を割くことを義務付けている。

名称	制定年	内容
【規制／規則】		
廃棄物管理規則	2012 2016年 改正	同規則は、2009年の廃棄物管理法を実施するために制定された。同規則には、各関係者の責任と所掌、収集・分別に関して記述されている。
市における規則	2011	同規則では、「最終処分場およびリサイクル施設を含む廃棄物収集・処理、廃棄物管理を実施・運営すること」を市の機能の一つとして明記している。
ティンブー都市廃棄物管理規則	2007	同規則では廃棄物の分別を義務付け、廃棄物の分別・保管、廃棄物を取り扱う者への安全に関する最低限の基準を記載している。
水衛生規則	1995	同規則には、容器への廃棄物の廃棄、公的廃棄物収集施設の保護と管理、廃棄物の野焼きの禁止等に関する条項を含んでいる。同規則は、市に対し、罰金を徴収し、滞納者に対し、廃棄物を取り除くために労働提供することを求める権限を付与している。
プラスチック製の袋および包装材の使用・販売に関する禁止令	1999/ 2005/ 2019	同令は、プラスチック製の袋及び包装材の使用・販売を禁止している。

出典：NEC、ティンブー市

### 1-1-2-2 排気ガスへの規制

ブータンの車両排気ガス規制は、基本的に「環境基準 (Environmental Standard) 2010」により、次の2項目が守られなければならない。総合基準は Euro2 であり、同等以上の基準準拠が求められている。

- ✧ CO：4%以下
- ✧ HSU (Hartridge Smoke Unit)：70%以下

日本とEUのディーゼル車排気ガス基準比較は表 1-1-15 のとおりである。

表 1-1-15 日本とEUのディーゼル車排気ガス基準比較

国	規制	耐久距離	試験方法	窒素酸化物 NOx	炭化水素 HC	非メタン 炭化水素 NMHC	一酸化炭素 CO	粒子状物質 PM
日本	2018 regulation	80,000km	WSTC cold	0.05	-	0.10	1.15	0.005
EU	Euro2 (1996) (直噴式)	80,000km	EU mode cold	NOx+HC: 0.9		-	2.2	0.10
	Euro2 (1996) (副室式)	80,000km	EU mode cold	NOx+HC: 0.7		-	2.3	0.08
	Euro4 (2005)	100,000km	New EU mode cold	NOx+HC: 0.30 NOx: 0.25		-	1.0	0.025
	Euro6c (2017)	160,000km	New EU mode cold	NOx+HC: 0.17 NOx: 0.08		0.068	1.0	0.0045

出典：今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第十三次報告）参考資料 - [https://www.env.go.jp/air/car/taisaku/t07-2901\\_1.pdf](https://www.env.go.jp/air/car/taisaku/t07-2901_1.pdf) より JICA 調査団作成

ブータンでは燃料をインドから輸入していることから、インドの基準が参考となる。インドの基準は Bharat であり、Euro に準拠していて、現在 Bharat Stage 4 (Euro 4 に相当) である。日本のメーカーは、日本基準のエンジンを作ることは容易であるが、質の悪い燃料の場合、目詰りや電子機器の故障を起こしやすく、維持管理に問題を生じることが考えられるので、日本基準の規制ではなく、Euro2 以上の基準も受け入れることが考えられる。

### 1-1-3 社会経済状況

ブータンの2018年のGDPは24.5億米ドル、GDP成長率は3.0%、一人当たりGDPは3,243米ドルであった（世銀）。1961年以降、5年ごとに策定される開発計画に基づく社会経済開発を実施しており、2013年7月以降、第11次5ヶ年計画が開始された。就労人口の多くが農業に従事しており、農業がブータン経済において重要な位置を占めているが、近年は水力発電所の建設や周辺国への売電を含む電力セクターの開発により、工業部門のGDPに占める割合が上昇している。

2018年の貿易額は、輸出額約5.92億ドル、輸入額約10.22億ドルであり、貿易収支は4.3億ドルの赤字であった。主要輸出相手国（2018年）は、インド、バングラデシュ、イタリア、オランダ、ネパール、ドイツである。主要輸入相手国（2018年）は、インド、韓国、中国、シンガポール、タイ、日本である。主要輸出品目（2018年）は、シリコン、電力、石類、セメント等であり、主要輸入製品（2018年）は、軽油、ガソリン、鉄製品、米等であり、これら4品目で全輸入品目の80%以上を占める。

ブータンは現在、大半の消費財や資本財をインド及び他国からの輸入に依存しているため、貿易収支は恒常的に赤字である。インドとの輸出入が圧倒的なシェアを占める中で、インド・ルピー以外の外貨収入を得る手段として、豊かな観光資源の開発も重要な課題となっている。

ブータンでは人口の約6割が農村地域に居住し、小規模な地域自給自足型の労働集約的農業を中心とした農業に従事しており、農業が主要セクターとなっている。急速に拡大する労働市場において民間セクターが雇用機会を創出する重要なセクターとして現出してきている。失業率は2.4%（2018年）であるが、都市部においては、雇用機会を求める20歳代の若者が増加しており、若年者の雇用が問題となっている。

### 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

ブータンは北を中国、南をインドに囲まれた仏教王国であり、面積は日本の10分の1程度である。ブータンでは近年の経済成長に伴い、農村部から都市部への人口流入が進んでいる。また、経済発展に伴うテレビやインターネットの普及による情報量の増加は人々の購買意欲を増進させていると共に、輸入品の増加を促しており、生活レベルの向上へ繋がっている。これら都市人口増加、輸入品の増加に伴う生活レベル向上は、廃棄物発生量の増加を促しており、生活環境・公衆衛生の悪化を招いていることから、廃棄物管理システムの整備は急務である。

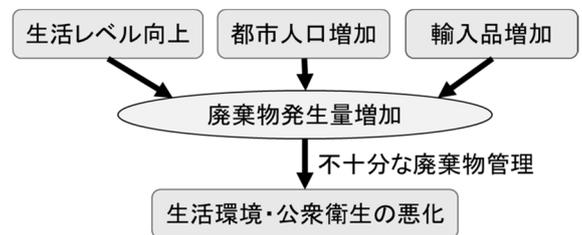


図 1-2-1 廃棄物発生量増加の要因

ブータンでは、国民総生産（GNP）に加えて国民総幸福度（GNH: Gross National Happiness）の概念が重要視されており、GNHを最大化するという国の政策実現のため、様々な試行錯誤がされている。GNHには4つの重点課題が掲げられており、その一つに廃棄物分野関連として「環境の保全と持続的利用」がある。廃棄物政策として4Rs（Reduce, Reuse, Recycle, Responsibility）

の定義がなされ、適切な廃棄物管理体制による生活環境及び公衆衛生の改善により、国民の幸福度の増加が期待される。

上述の背景を踏まえ、廃棄物管理に関して、対象4都市（ティンブー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市）において、適切な収集・運搬システムの構築が最も重要な課題として位置づけられている。ブータン政府の方針では、廃棄物管理体制の強化に取り組んでいるものの、廃棄物収集運搬機材の不足及び老朽化が大きなボトルネックとなっている状況である。このような状況を踏まえて、ブータン政府は我が国に対して、廃棄物管理改善計画に関する無償資金協力を要請した。要請機材（廃棄物収集運搬機材）は下記の表 1-2-1 に示すとおりである。

表 1-2-1 ブータンからの要請内容（収集機材）

項目	ティンブー市	プンツォリン市	ゲレフ市	サムドゥブジョンカル市	合計
要請台数	25 台	10 台	5 台	2 台	42 台

出典：JICA 調査団

### 1-3 我が国の援助動向

我が国のブータンへの援助実績は表 1-3-1 のとおりである。

表 1-3-1 我が国のブータン国への援助動向

（単位：百万ドル）

年度	円借款	無償資金協力	技術協力	合計
2012	—	5.09	7.20	12.29
2013	—	2.50	9.26	11.76
2014	—	28.24	11.08	39.32
2015	—	11.52	10.47	21.99
2016	—	14.04	14.98	29.02
累計	—	61.39	52.99	114.38

備考：支出純額ベース。技術協力は JICA に加え、関係省庁及び地方自治体による技術協力を含む。  
出典：外務省ホームページより JICA 調査団作成

また、我が国の廃棄物分野での技術協力及び無償資金協力の実績は表 1-3-2 のとおりである。

表 1-3-2 我が国のブータン国への援助実績（廃棄物分野）

協力内容	実施年	案件/その他	概要
都市環境改善分野の草の根技術協力	2013~2016	ティンブー市における廃棄物に起因する環境汚染対策に関する技術移転事業	1. 既存最終処分場の改善、新規最終処分場の設計に関する技術指導。 2. 既存処理計画の評価・修正に関する技術指導。 3. モニタリング、記録システムに関する技術指導。 4. 清掃行動計画策定に関する技術指導。 5. 普及啓発活動に関する技術指導。
	2017~2020	ティンブー市における廃棄物適正管理に関する技術移転事業	1. 既存施設・機材の維持管理技術を習得する。 2. 新規処理施設の導入に向けた技術を習得する。 3. 行政・学校・民間企業が連携し、市民を対象にした環境教育体制が整う。
草の根無償資金協力	2002	ごみ収集車整備	中古ごみ収集車整備：ティンブー（5 台）
	2004	ごみ収集車整備	中古ごみ収集車整備：プンツォリン（3 台）
	2010	ごみ収集車整備	中古ごみ収集車整備：ティンブー（4 台）
	2013	ごみ収集車整備	中古ごみ収集車及びバキュームカー整備：プムタン（各 1 台）
2013	ごみ収集車整備	中古ごみ収集車整備：ティンブー（4 台）	
青年海外協力隊/シニア海外ボランティア	~2019		都市環境改善

出典：JICA ホームページより JICA 調査団作成

## 1-4 他ドナーの援助動向

廃棄物分野における他ドナーの援助動向は表 1-4-1 のとおりである。

表 1-4-1 他ドナーの援助動向（廃棄物分野）

ドナー	プロジェクト名	期間	主な支援
UNDP	ティンブー市における総合廃棄物管理 PPP 試験的導入	2009~2013	<ul style="list-style-type: none"> <li>ティンブー市総合廃棄物管理 PPP</li> <li>ティンブー市における試験的 PPP 導入による廃棄物管理サービス改善</li> </ul>
インド政府	ごみ収集機材供与（SDP：Small Development Projects）	2015~2016	<ul style="list-style-type: none"> <li>主要 4 市へのごみ収集車整備（ティンブー市 5 台、プンツォリン市 2 台、ゲレフ市 1 台、サムドゥプジョンカル市 2 台）</li> </ul>
EU	SUNYA - 南アジアにおけるゼロ・ウェストへ向けて	2011~2014	<ul style="list-style-type: none"> <li>ブータン国プンツォリン市を含む南アジアにおける廃棄物管理（収集、分別、リサイクル等）の改善</li> </ul>

出典：ティンブー市より JICA 調査団作成

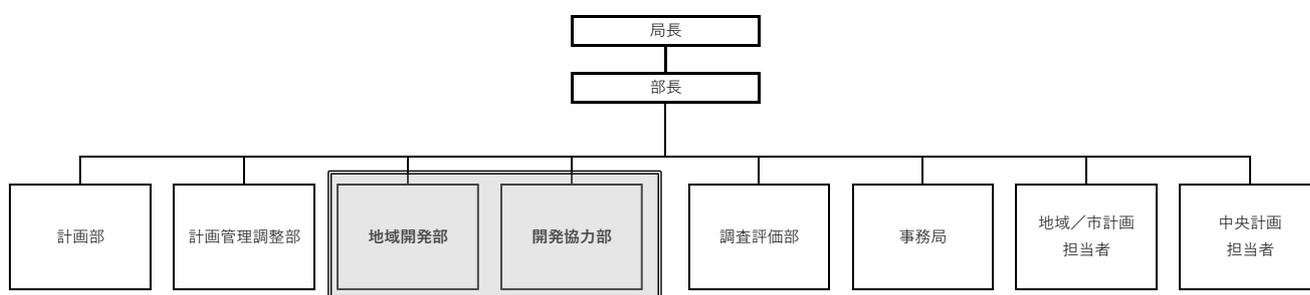
## 第2章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

##### 2-1-1-1 国民総幸福委員会（GNHC）の組織・要員

国民総幸福委員会（Gross National Happiness Commission：以下「GNHC」）は主に、外部ドナーとの調整の窓口の役割を果たしている。本調査では、責任機関として、日本側の主要なカウンターパートとして機能しており、開発協力部および地域開発部が主に担当している。GNHCの組織図は図 2-1-1 のとおりである。職員数は全体で 80 名である。



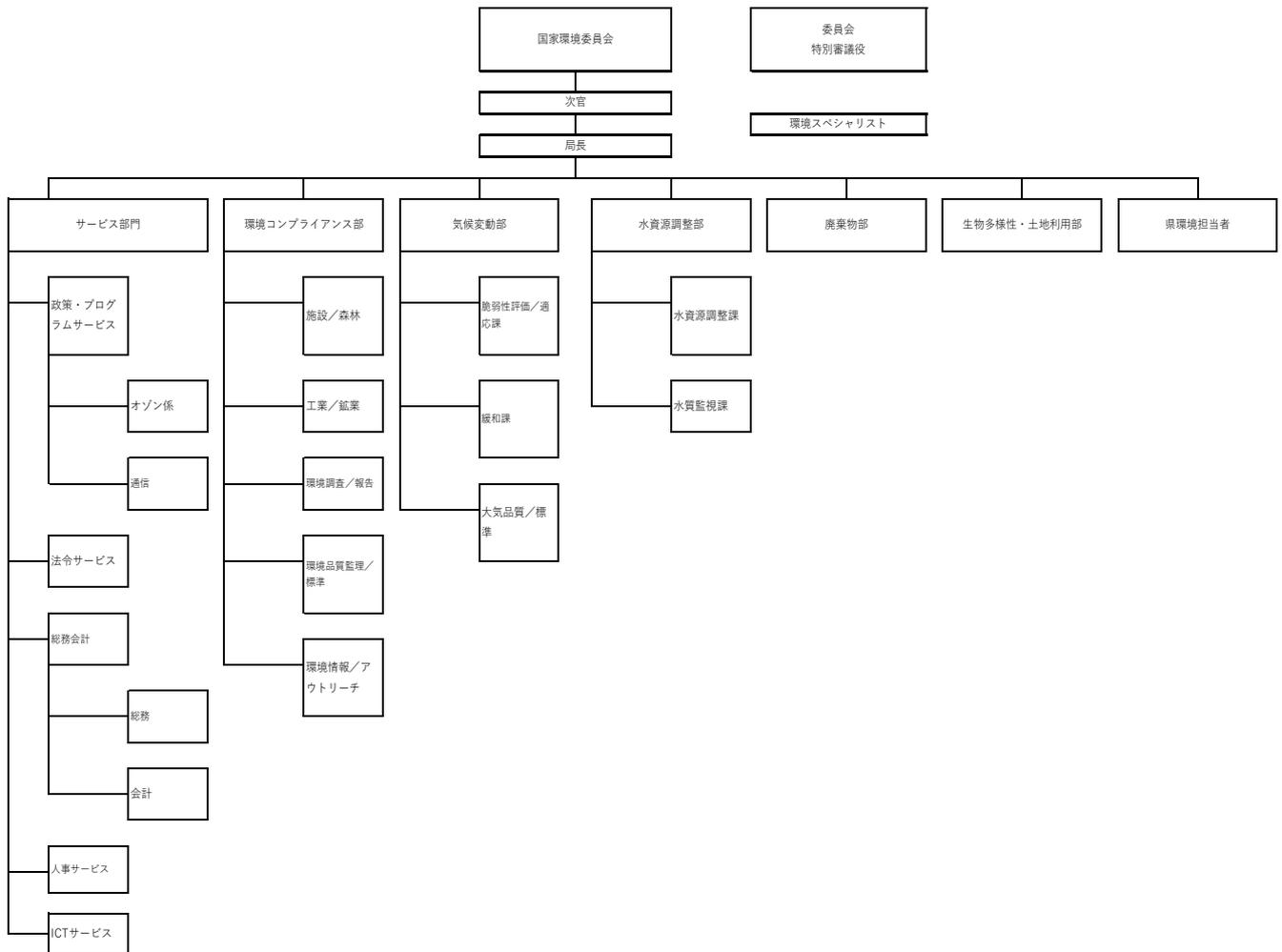
出典：GNHC 発表資料（2018 年）より JICA 調査団作成

図 2-1-1 GNHC の組織図

##### 2-1-1-2 国家環境委員会（事務局）（NEC/NECS）の組織・要員

国家環境委員会（事務局）（National Environmental Commission (Secretariat)：以下「NEC/NECS」）は主に、廃棄物管理における政策管理、計画策定、環境影響評価等を実施している。本調査においては、ブータン国における環境政策、規制の情報提供等で調査に協力している。

NEC/NECS の組織図については、図 2-1-2 に示す。



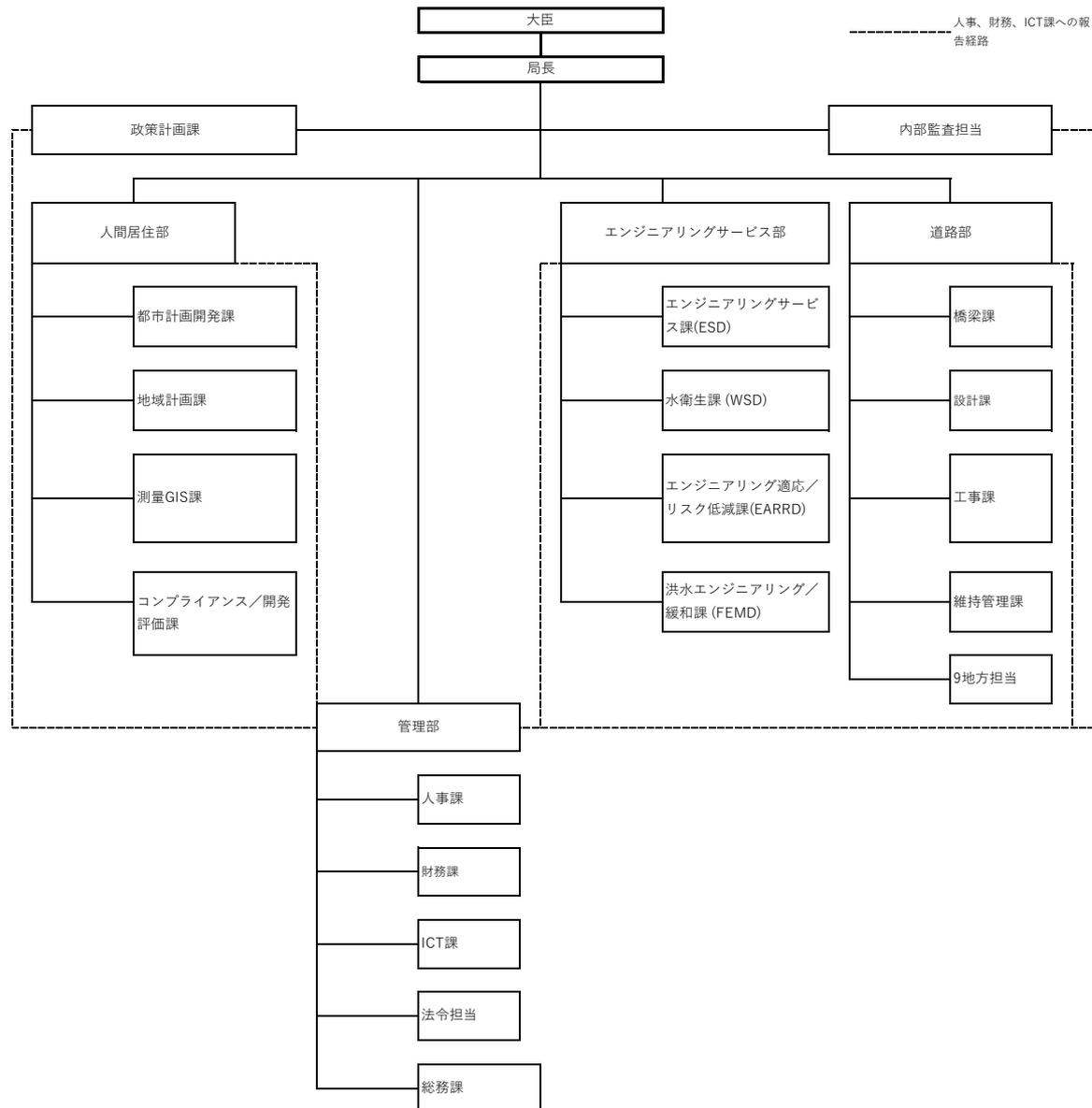
出典：NECS 提出資料より JICA 調査団作成

図 2-1-2 NEC/NECS の組織図

### 2-1-1-3 公共事業省 (MoWHS) の組織・要員

公共事業省 (Ministry of Works and Human Settlement : 以下「MoWHS」) は、廃棄物管理における技術的サポートの役割を果たしている。特に、複雑な施設建設等、地方自治体レベルで対応が難しい設計等においては、MoWHS が地方自治体に代わり、計画・設計等を実施する。本調査では、廃棄物管理における技術情報の提供等で調査に協力している。

MoWHS の組織図は図 2-1-3 のとおりである。



出典：MoWHS 提出資料より JICA 調査団作成

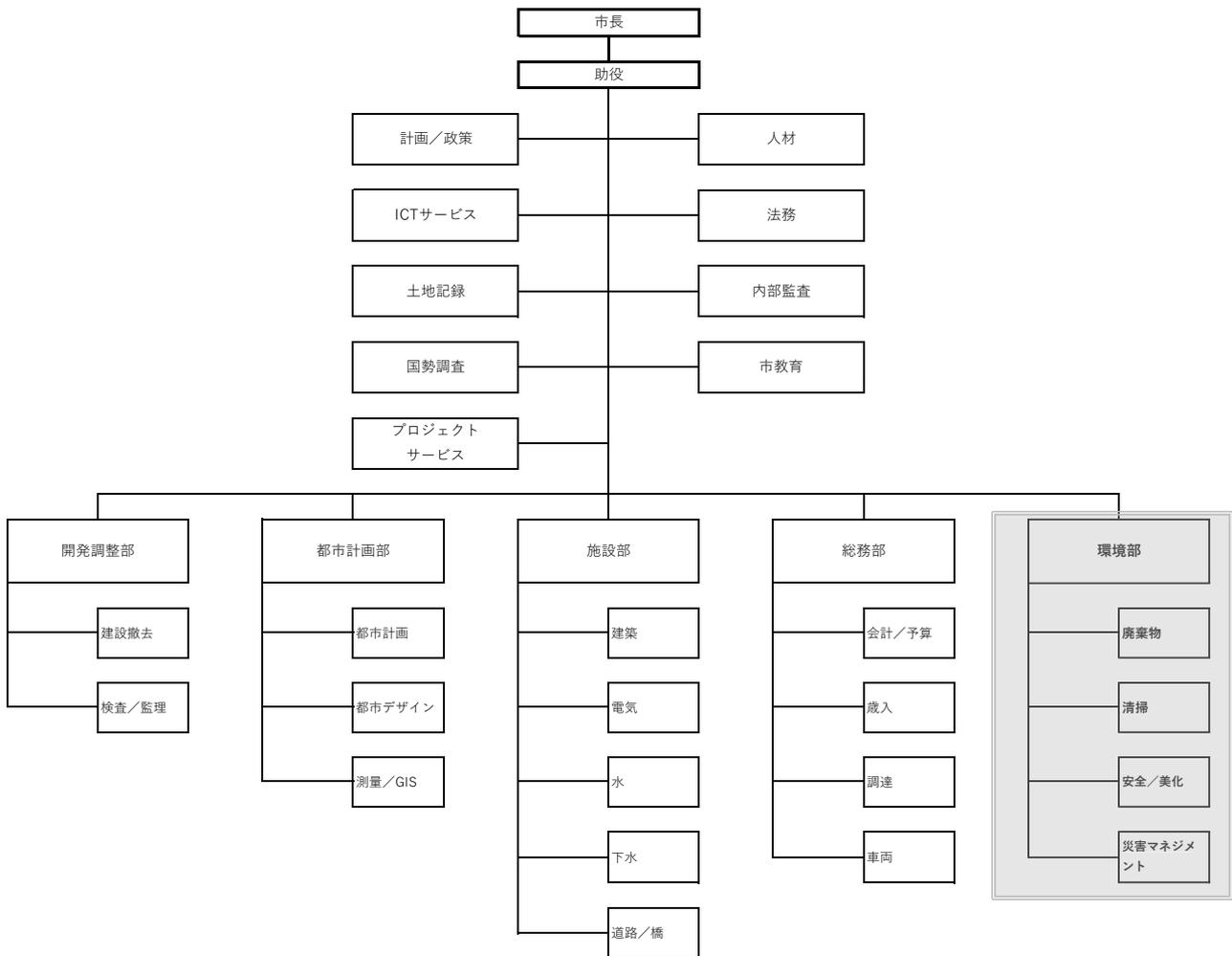
図 2-1-3 MoWHS の組織図

廃棄物管理に関しては、技術サービス局の中の水・衛生部が施設計画、設計における技術的サポートを担当している。また、都市局は都市計画、地域計画の策定、GIS、測量等を担当している。

#### 2-1-1-4 ティンパー市の組織・要員

ティンパー市は、廃棄物管理において、主要な運営・維持管理機関である。本調査では、日本側の主要なカウンターパートとして機能しており、調達される機材の運転管理について責任を有している。

ティンパー市の組織図は図 2-1-4 のとおりである。



出典：ティンプー市提出資料より JICA 調査団作成

図 2-1-4 ティンプー市の組織図

### (1) ティンプー市における廃棄物管理体制

ティンプー市では、現在2社の民間企業（グリーナーウェイ社（Greener Way）、クリーンシティ社（Clean City））に廃棄物の収集事業を委託している他、市自身でも一部の収集を実施している。また、ティンプー市は最終処分場の運営管理を実施している。

#### 1) ティンプー市による直営事業（廃棄物の収集、最終処分場管理）

ティンプー市における廃棄物管理の人員体制は表 2-1-1 のとおりである。

表 2-1-1 ティンプー市環境部の人員体制

職位	人数
環境管理者	1
衛生検査官	9
上級技術者	1
現場監督官	2
最終処分場担当者	7
労務員（主に道路・側溝清掃）	87

出典：ティンプー市提出資料より JICA 調査団作成

また、表 2-1-2 に示す収集車の運転手、補助員については、総務部門に所属している。

**表 2-1-2 ティンブー市総務部における廃棄物管理にかかる人員体制**

職位	人数
収集車運転手	6
補助員	6

出典：ティンブー市提出資料より JICA 調査団作成

ティンブー市では、現在 3 台のコンパクターと 3 台のトラクターが稼働しているため、その台数に合わせて、運転手、収集補助員を雇用していると考えられる。運転手は全員 1 か月間に及ぶ維持管理研修を受講しており、日常点検を含む簡易な車両の整備は自身で行うことができる。また車両の重大な故障時等の場合には、年間契約をしている民間修理工場および各車両のディーラーショップにおいて修理を実施している。

## 2) グリーナーウェイ社による廃棄物の収集

グリーナーウェイ社では、70～80 名程度の従業員を雇用しており、その内、運転手が 25 名、維持管理技術者が 2 名とのことである。収集補助員は、各車両に最低 2 名は乗るとのことである。

グリーナーウェイ社では、現在、市から借り上げている車両を含め、計 16 台のコンパクター（内 1 台修理中、9 台廃棄状態）を有しており、運転手の人数は十分に確保されている。車両の日常点検、簡易な整備は、雇用している 2 名の整備士が実施しているが、重大な故障時には、民間修理工場において修理を実施している。

## 3) クリーンシティ社による廃棄物の収集

クリーンシティ社では、30 名の従業員を雇用しており、その内訳は表 2-1-3 に示すとおりである。

**表 2-1-3 クリーンシティ社の体制**

職位	人数
事務職員	4
運転手	5
補助員	10
分別作業員	11

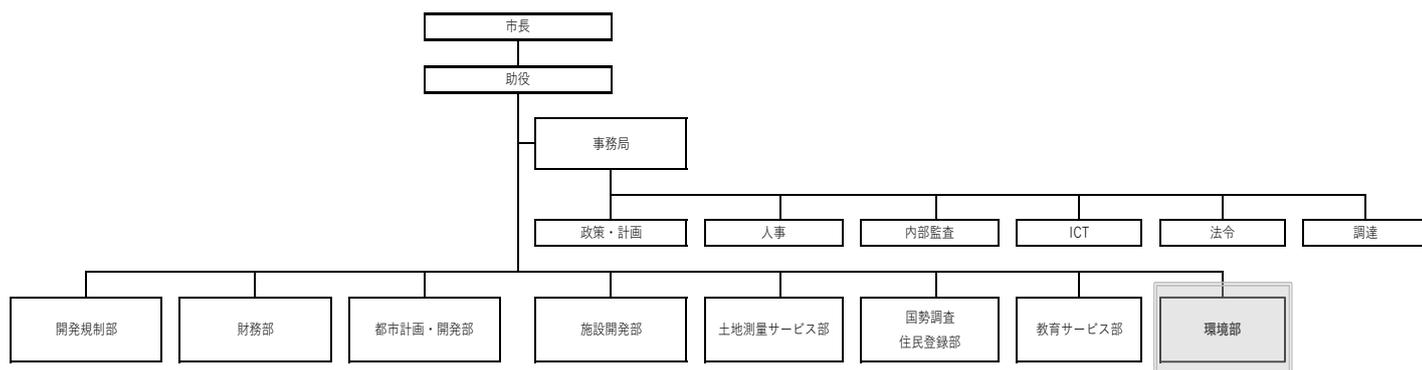
出典：ティンブー市提出資料より JICA 調査団作成

クリーンシティ社では、現在、市から借り上げているコンパクター計 4 台（内 1 台修理中）を有しており、その台数に合わせて、運転手、収集補助員を雇用していると考えられる。車両の日常点検は運転手が実施しているが、故障時には、民間修理工場において修理を実施している。

### 2-1-1-5 プンツォリン市の組織・要員

プンツォリン市は、本調査では、日本側の主要なカウンターパートとして機能しており、調達される機材の運転管理について責任を有している。

プンツォリン市の組織図を図 2-1-5 に示す。



出典：プンツォリン市提出資料より JICA 調査団作成

図 2-1-5 プンツォリン市の組織図

### (1) プンツォリン市における廃棄物管理体制

プンツォリン市では、2019年9月から民間企業1社（ドルクトラッシュソリューション社（Druk Trash Solution））に廃棄物の収集事業、最終処分場の管理を委託している。

#### 1) プンツォリン市の体制

現在、プンツォリン市では、表 2-1-4 に示すと通りの廃棄物管理に関する人員を有している。

表 2-1-4 プンツォリン市環境部における人員体制

職位	人数
部長	1
環境管理者	1
衛生検査官	8
運転手	8

出典：プンツォリン市からの聞き取りより JICA 調査団作成

プンツォリン市は、廃棄物収集車両として、現在 5 台のコンパクトカーと 1 台のダンプトラック、2 台のコンテナキャリアー（内 1 台は修理中）を保有しており、その台数に合わせて、8 名の運転手を雇用している。総務課に所属する車両担当官（MTO）が、車両の維持管理に関する責任を有している。車両の故障の際には、車両担当官が民間の修理工場に修理を依頼している。

プンツォリン市では、最終処分場運用機材として、バックホローダーを 1 台保有しているが、現在修理中である。この重機についても車両担当官が維持管理の責任を有している。最終処分場では、このバックホローダーを用いてごみの埋立作業を行なっているが、環境部専用の機材ではなく、他部署と共用しているため、頻繁に使用することは難しい。

民間企業への委託を実施する以前は、プンツォリン市は道路清掃員 75 名、最終処分場作業員 5 名を雇用していたが、現在は、委託業者が市に代わりその大部分を雇用している。

#### 2) ドルクトラッシュソリューション社による廃棄物の収集、最終処分場の管理

ドルクトラッシュソリューション社では、現在 66 名の従業員を雇用しており、その内訳は表 2-1-5 に示すとおりである。

**表 2-1-5 ドルクトラッシュソリューション社の人員体制**

職位	人数
管理者	1
監督員	1
清掃員／分別要員	16
道路清掃員	39
最終処分場作業員	3
運転手	5
重機運転手	1

出典：プンツォリン市からの聞き取りより JICA 調査団作成

ドルクトラッシュソリューション社では、現在市から借り上げている計 8 台の車両（内 1 台修理中）を使用している。車両の内訳は表 2-1-6 のとおりである。

**表 2-1-6 ドルクトラッシュソリューション社が使用している車両**

車両種類	所有者	状態	数量
コンパクター	プンツォリン市	稼働中	5
その他	プンツォリン市	稼働中	2
コンテナキャリア	プンツォリン市	修理中	1
小計	プンツォリン市	稼働中	7
		修理中	1
計			8

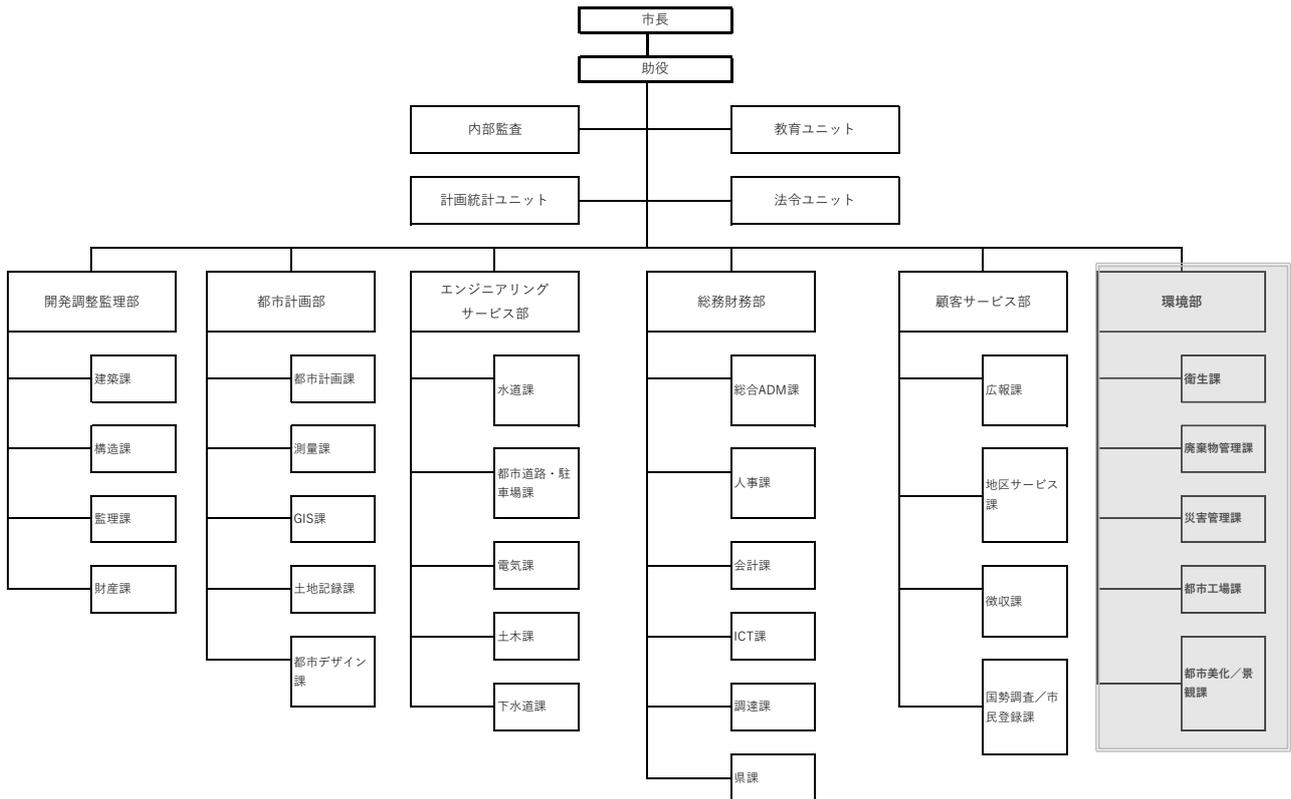
出典：プンツォリン市提出資料より JICA 調査団作成

清掃員の人数は、ドルクトラッシュソリューション社が使用している車両の数と比較して十分である。車両の燃料費および維持管理費は、プンツォリン市の負担となっている。

#### 2-1-1-6 ゲレフ市の組織・要員

ゲレフ市は、本調査では、日本側の主要なカウンターパートとして機能しており、調達される機材の運転管理について責任を有している。

ゲレフ市の組織図を図 2-1-6 に示す。



出典：ゲレフ市提出資料より JICA 調査団作成

図 2-1-6 ゲレフ市の組織図

(1) ゲレフ市における廃棄物管理体制

ゲレフ市では、廃棄物管理を市の直営で実施しており、廃棄物管理に関して表 2-1-7 に示す人員を有している。

表 2-1-7 ゲレフ市環境部における廃棄物管理にかかる人員体制

職位	人数
廃棄物管理課長	1
衛生検査官	2
運転手	6

出典：ゲレフ市提供資料より JICA 調査団作成

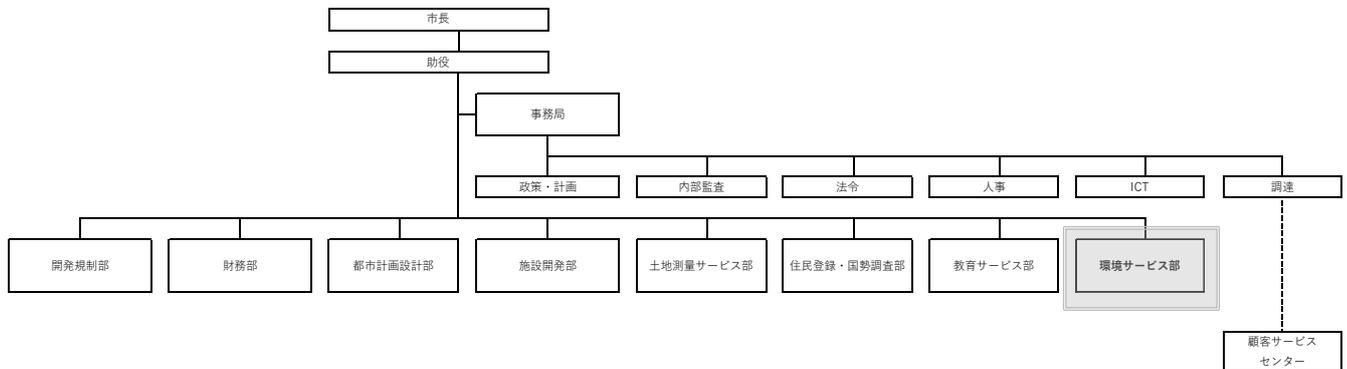
ゲレフ市では、現在3台のコンパクター（内1台は修理中）と1台のダンプトラックが稼働しており、6名の運転手を雇用している。運転手の数は、保有する車両の数に対し現状十分である。総務課に所属する車両担当官（MTO）が、車両の維持管理に関する責任を有している。車両の故障の際には、車両担当官が民間の修理工場に修理を依頼している。

ゲレフ市では、バックホーローダーを1台保有しているが、現在修理中である。この重機についても車両担当官が維持管理の責任を有している。最終処分場では、このバックホーローダーによりごみの埋立作業を行なっているが、環境部専用の機材ではなく、他部署と共用しているため、頻繁に使用することは難しい。ゲレフ市では、必要に応じて収集補助員を日雇いしている。原則として収集車1台につき、収集補助員2名が同乗し作業を行う。

## 2-1-1-6-2 サムドゥブジョンカル市の組織・要員

サムドゥブジョンカル市は、本調査では、日本側の主要なカウンターパートとして機能しており、調達される機材の運転管理について責任を有している。

サムドゥブジョンカル市の組織図を図 2-1-7 に示す。



出典：サムドゥブジョンカル市提出資料より JICA 調査団作成

図 2-1-7 サムドゥブジョンカル市の組織図

### (1) サムドゥブジョンカル市における廃棄物管理体制

サムドゥブジョンカル市では、廃棄物管理を市の直営で実施しており、廃棄物管理に関して表 2-1-8 に示す人員を有している。

表 2-1-8 サムドゥブジョンカル市環境部における廃棄物管理にかかる人員体制

職位	人数
環境管理者	1
衛生検査官	2
運転手	4
清掃員／収集補助員	27
園芸員	2

出典：サムドゥブジョンカル市提供資料より JICA 調査団作成

サムドゥブジョンカル市では、現在 3 台のコンパクター（内 1 台は修理中）と 1 台のトラクターが稼働しているため、4 名の運転手を雇用している。原則として収集車 1 台につき、収集補助員 2 名が同乗し作業を行う。顧客サービスセンターに所属する車両担当官（MTO）が、車両の維持管理に関する責任を有している。車両の故障の際には、車両担当官が民間の修理工場に修理を依頼している。

サムドゥブジョンカル市では、エクスカベーター 1 台とロボットスキッド 1 台を保有している。これらの重機についても車両担当官が維持管理の責任を有している。最終処分場では、これらの重機によりごみの埋立作業を行なっているが、環境部専用の機材ではなく、他部署と共用しているため、頻繁に使用することは難しい。

## 2-1-2 財政・予算

### 2-1-2-1 ティンブー市の財政・予算

過去5年間のティンブー市における歳入、歳出（予算ベース）、中央政府からの補助金等による収入額は表 2-1-9 のとおりである。

表 2-1-9 ティンブー市の財政状況

(単位:百万 BTN)	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
歳入	84.750	86.676	113.871	109.431	227.076
中央政府からの補助金およびその他の収入	222.345	361.615	355.107	(不明)	(不明)
支出（予算ベース）	251.880	249.000	302.043	453.000	653.546

出典：歳入・支出：ティンブー市提出資料  
中央政府からの補助金およびその他の収入：ブータン国財務省提出資料

ティンブー市の歳入は、主に税収から得られている。人件費、労働者給与、委託費、機器修繕費等は、この税収と中央政府からの補助金およびその他の収入で賄われている。

廃棄物管理にかかる費用は、市が収集している財産税（Property Tax）の一部により賄われているが、ティンブー市においては、廃棄物管理にかかる歳入、歳出を区分して整理していない。

ごみ収集における民間業者が使用している車両の燃料費、日常的な維持管理にかかる費用は、市からの貸し出しであるかどうかに関わらず、委託費に含まれることとなっている。そのため、ティンブー市が負担しているのは、職員人件費、委託費の一部および直接使用している3台のコンパクターと3台のトラクター、最終処分場で稼働している重機の燃料費および大規模な修繕（エンジンのオーバーホール等）等の場合の維持管理費となる。ティンブー市における廃棄物管理にかかる現在の支出を JICA 調査団が試算した結果を表 2-1-10 に示す。

表 2-1-10 ティンブー市における廃棄物管理にかかる現在の支出（推計値）

項目	金額 (BTN)	備考
車両燃料費	1,720,000	
重機燃料費	3,276,000	最終処分場
車両維持管理費	395,000	
重機維持管理費	183,000	
車両にかかる保険の費用 等	27,000	
重機にかかる保険の費用 等	22,000	
運転手給与	936,000	
補助員給与	702,000	
最終処分場作業員給与	1,410,000	
廃棄物管理にかかる委託費	17,400,000	グリーナーウェイ社及び クリーンシティ社
合計	26,071,000	

備考：本支出に職員給与は含んでいない。

出典：ティンブー市からの聞き取りをもとに、JICA 調査団が試算

現在の廃棄物管理にかかる支出は、ティンブー市における全支出に対しておよそ 4%程度に相当する。

### 2-1-2-2 プンツォリン市の財政・予算

過去5年間のプンツォリン市における歳入、歳出、中央政府からの補助金等による収入額は表 2-1-11 のとおりである。

表 2-1-11 プンツォリン市の財政状況

(単位:百万 BTN)	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
歳入	—	—	322.850	349.847	429.646
中央政府からの補助金およびその他の収入	105.857	234.155	248.219	(不明)	(不明)
支出	—	—	317.603	328.330	319.440

出典：歳入・支出：プンツォリン市提出資料  
中央政府からの補助金およびその他の収入：ブータン国財務省提出資料

プンツォリン市の歳入は、主に税収から得られている。人件費、労働者給与、委託費、機器修繕費等は、税収で十分に賄うことができている。

廃棄物管理に関してプンツォリン市が負担しているのは、職員人件費、委託費および車両および重機の燃料費および修繕等の場合の維持管理費である。

プンツォリン市における廃棄物管理にかかる現在の支出を JICA 調査団が試算した結果を表 2-1-12 に示す。

表 2-1-12 プンツォリン市における廃棄物管理にかかる現在の支出（推計値）

項目	金額 (BTN)	備考
車両燃料費	5,213,900	
車両維持管理費	3,360,000	
車両にかかる保険の費用等	72,000	
運転手給与	1,056,000	
車両運転手貸出費用	-1,080,000	
廃棄物管理にかかる委託費	9,361,992	ドルクトラッシュソリューション社
合計	17,983,892	

備考：本支出に職員給与は含んでいない。  
出典：プンツォリン市からの聞き取りをもとに、JICA 調査団が試算

現在の廃棄物管理にかかる支出は、プンツォリン市における全支出に対しておよそ 5%程度に相当する。

### 2-1-2-3 ゲレフ市の財政・予算

過去 5 年間のゲレフ市における歳入、歳出、中央政府からの補助金等による収入額は表 2-1-13 のとおりである。

表 2-1-13 ゲレフ市の財政状況

(単位:百万 BTN)	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
歳入	16.957	31.615	24.133	45.122	38.115
中央政府からの補助金およびその他の収入	121.325	202.358	235.871	(不明)	(不明)
支出	118.186	156.948	274.492	363.724	340.986

出典：歳入・支出：ゲレフ市提出資料  
中央政府からの補助金およびその他の収入：ブータン国財務省提出資料

ゲレフ市の歳入は、主に税およびごみ収集費を含む施設利用費から得られている。人件費、労働者給与、機器修繕費等は、この歳入と中央政府からの補助金およびその他の収入により賄われている。

廃棄物管理に関してゲレフ市が負担しているのは、職員人件費、車両の燃料費および修繕等の

場合の維持管理費である。ゲレフ市は、2018年にLAP4(Local Area Plan:地区計画区、以下「LAP」とする)を除く地域でのごみ収集費の徴収を開始しており、LAP4においても間もなく開始される見込みである。ゲレフ市においては、歳入および支出は、その用途により分類されていない。

ごみ処理費の詳細は表 2-1-14 のとおりである。

表 2-1-14 2019年時点でのゲレフ市におけるごみ処理費の詳細

地域	種別	分類	単価 (BTN/月)	ユニット 数	徴収額 (BTN/月)	割合 (%) (ユニット数 ベース)	割合 (%) (徴収額 ベース)
中心部	大規模排出者	—	1,000	7	7,000	0.4%	8.2%
	建物/世帯	—	60	736	44,160	43.1%	51.6%
小計				743	51,160	43.5%	59.7%
地区計画 区 (LAP)	大規模排出者	—	1,000	8	8,000	0.5%	9.3%
	建物/世帯	1	40	402	16,080	23.5%	18.8%
		2	30	200	6,000	11.7%	7.0%
		3	20	86	1,720	5.0%	2.0%
		4	10	270	2,700	15.8%	3.2%
小計				966	34,500	56.5%	40.3%
計				1,709	85,660	100.0%	100.0%

出典: ゲレフ市からの情報をもとに JICA 調査団にて試算

ゲレフ市における廃棄物管理にかかる現在の支出を JICA 調査団が試算した結果を表 2-1-15 に示す。

表 2-1-15 ゲレフ市における廃棄物管理にかかる現在の支出 (推計値)

項目	金額 (BTN)
車両・機器燃料費	1,680,000
車両・機器維持管理費	960,000
車両にかかる保険の費用 等	36,000
運転手給与	979,200
収集補助員給与	672,000
最終処分場作業員給与	252,000
合計	4,579,200

備考: 本支出に職員給与は含んでいない。

出典: ゲレフ市からの聞き取りをもとに、JICA 調査団が試算

現在の廃棄物管理にかかる支出は、ゲレフ市における全支出に対しておよそ 1%程度に相当する。ごみ処理費による収入は、廃棄物管理にかかる支出の約 2 割をカバーしている。

#### 2-1-2-4 サムドゥブジョンカル市の財政・予算

過去 5 年間のサムドゥブジョンカル市における歳入、歳出、中央政府からの補助金等による収入額は表 2-1-16 のとおりである。

表 2-1-16 サムドゥブジョンカル市の財政状況

(単位:百万 BTN)	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
歳入	4.123	5.589	3.317	2.843	32.280
中央政府からの補助金 およびその他の収入	128.602	181.940	162.975	(不明)	(不明)
支出	103.323	203.741	182.022	261.770	130.435

出典: 歳入・支出: サムドゥブジョンカル市提出資料

中央政府からの補助金およびその他収入: ブータン国財務省提出資料

サムドゥブジョンカル市の歳入は、主に税収から得られている。人件費、労働者給与、機器修繕費等は、この税収と中央政府からの補助金およびその他の収入により賄われている。

廃棄物管理に関してサムドゥブジョンカル市が負担しているのは、職員人件費、車両の燃料費および修繕等の場合の維持管理費である。サムドゥブジョンカル市においては、歳入および支出は、その用途により分類されていない。

サムドゥブジョンカル市における廃棄物管理にかかる現在の支出を JICA 調査団が試算した結果を表 2-1-17 に示す。

**表 2-1-17 サムドゥブジョンカル市における廃棄物管理にかかる現在の支出（推計値）**

項目	金額 (BTN)
車両・機器燃料費・維持管理費	4,185,000
車両にかかる保険の費用 等	28,000
運転手給与	576,000
収集補助員給与	672,000
最終処分場作業員給与	252,000
合計	5,713,000

備考：本支出に職員給与は含んでいない。  
出典：サムドゥブジョンカル市からの聞き取りをもとに、JICA 調査団が試算

現在の廃棄物管理にかかる支出は、サムドゥブジョンカル市における全支出に対しておよそ 4%程度に相当する。

### 2-1-3 技術水準

#### (1) ティンプー市の技術水準

ティンプー市の収集・運搬は、直営と民間会社 2 社への委託で構成されており、市による民間会社の監理・監督も適切に行われている。老朽化した収集機材が多い中、市のほぼ全域で発生源分別が行われており、収集率は 82%を確保している。埋立処分については、草の根技協の支援で処分場の改善が行われており、不定期ではあるが覆土も行われている。また、3R については、市民参加型のリサイクルとしてドロップインセンターが稼働しており、今後 10 ヶ所に拡大する計画を有している。また、車両・機材の点検・修理は、市の機材部で行われ、点検・整備ペイのある簡単なワークショップに事務所・倉庫などを整備する計画である。民間委託されている収集サービスでは、委託業者が日常点検を行うこととされている。大きな修理は民間に委託される。以上により、ティンプー市の廃棄物管理は、収集・運搬及び処分機材の更新は必要ではありが、一定レベルの実施能力を持っていると評価できる。

#### (2) プンツォリン市の技術水準

ブンツォリン市の収集・運搬は、コンパクターとコンテナキャリアで行われており、収集率は 89%を確保、発生源分別も普及している。収集業務はこれまで直営で行われていたが、2019 年 9 月以降、民間委託に移行している。埋立処分は、不定期ではあるが覆土をしており、旧処分場を改修して衛生埋立処分場（福岡方式）を建設する計画を有している。リサイクルは民間のインフォーマルセクターに委ねられている。機材の維持管理・修理は民間業者に委託され、実施されている。以上により、ブンツォリン市の廃棄物管理は、収集・運搬及び処分機材の更新に加え、埋

立処分や 3R の面で改善の余地がある。

### (3) ゲレフ市の技術水準

ゲレフ市の収集・運搬は、コンパクターとダンプトラックで行われており、収集率は 90%を確保している。収集業務は直営で行われており、市の中心部で発生源分別が行われている（人口カバー率は約 18%）。埋立処分は、衛生埋立処分場の施設は整備されているものの、適切に運用されていない。リサイクルは民間のインフォーマルセクターに委ねられている。機材の維持管理・修理は民間業者に委託され、実施されている。以上により、ゲレフ市の廃棄物管理は、収集・運搬及び処分機材の更新に加え、発生源分別の普及・埋立処分や 3R の面で改善の余地がある。

### (4) サムドゥブジョンカル市の技術水準

サムドゥブジョンカル市の収集・運搬は、コンパクターで行われており、収集率は 88%を確保している。収集業務は直営で行われており、発生源分別の人口カバー率は約 85%である。埋立処分は、オープンダンピングである。リサイクルは民間のインフォーマルセクターに委ねられている。機材の維持管理・修理は民間業者に委託され、実施されている。以上より、サムドゥブジョンカル市の廃棄物管理は、収集・運搬及び処分機材の更新に加え、埋立処分や 3R の面で改善の余地がある。

## 2-1-4 既存施設・機材

### 2-1-4-1 廃棄物収集運搬機材

#### 2-1-4-1-1 ティンプー市

既存の廃棄物収集運搬機材のリストを表 2-1-18 に示す。

表 2-1-18 既存の収集車両のリスト

番号	車種	メーカー	製造年	容量 (m <sup>3</sup> )	平均トリップ数	2019 年時点の稼働率
ティンプー市管理機材						
1	コンパクター	TATA	2004	4.00	2	50%
2	コンパクター	TATA	2017	8.90	2	100%
3	コンパクター	TATA	2002	4.00	2	故障中
4	コンテナキャリア	EICHER	2011	4.00	2	100%
5	トラクター	不明	2016	3.00	2	100%
6	トラクター	不明	2012	3.00	2	100%
7	トラクター	不明	2016	3.00	2	100%
クリーンシティ社貸与機材						
8	コンパクター	TATA	2011	8.90	2	50%
9	コンパクター	TATA	2016	8.90	2	100%
10	コンパクター	日野	2001	6.80	2	故障中
11	コンパクター	日産	2002	3.20	2	故障中
12	コンテナキャリア	EICHER	2006	4.80	2	50%
グリーナーウェイ社貸与機材						
13	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
14	コンパクター	TATA	2016	3.75	2	100%
15	コンパクター	TATA	2016	3.75	2	100%
16	コンパクター	TATA	2016	3.75	2	100%
17	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
18	コンパクター	いすゞ	1994	3.75	2	故障中
19	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
20	コンパクター	いすゞ	1994	3.75	2	故障中

番号	車種	メーカー	製造年	容量 (m <sup>3</sup> )	平均トリップ数	2019年時点の稼働率
21	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
22	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
23	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
24	コンパクター	TATA	2016	3.75	2	100%
25	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
26	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
27	コンパクター	不明	不明	不明	不明	廃棄
28	コンパクター	TATA	2014	19.5	2	100%
29	トラクター	ACE	2017	2.00	2	故障中
30	コンテナキャリア	EICHER	2011	4.50	2	故障中
31	トラクター	ACE	2017	2.00	2	100%
32	ダンプトラック	EICHER	2003	4.50	2	故障中
33	ダンプトラック	TATA	2019	4.50	2	100%

出典：ティンブー市

### 2-1-4-1-2 プンツォリン市

既存の廃棄物収集運搬機材リストを表 2-1-19 に示す。

表 2-1-19 プンツォリン市における既存の収集車両のリスト

番号	車種	メーカー	製造年	容量 (m <sup>3</sup> )	平均トリップ数	2019年時点の稼働率
1	コンパクター	Eicher	2011	7.00	1	50%
2	コンパクター	TATA	2012	7.00	2	50%
3	コンパクター	TATA	2011	7.00	2	50%
4	コンパクター	TATA	2017	7.00	2	100%
5	コンパクター	TATA	2015	7.00	2	100%
6	ダンプトラック	TATA	2005	5.00	2	50%
7	コンテナキャリア	TATA	2012	4.00	5	50%
8	コンテナキャリア	TATA	2011	4.00	5	故障中

出典：プンツォリン市

### 2-1-4-1-3 ゲレフ市

既存の廃棄物収集運搬機材のリストを表 2-1-20 に示す。

表 2-1-20 ゲレフ市における既存の収集車両のリスト

番号	車種	メーカー	製造年	容量 (m <sup>3</sup> )	平均トリップ数	2019年時点の稼働率
1	コンパクター	日野	2008	6.00	2	故障中
2	コンパクター	TATA	2016	7.00	2	100%
3	コンパクター	TATA	2017	7.00	2	100%
4	ダンプトラック	TATA	2012	8.00	2	100%

出典：ゲレフ市

### 2-1-4-1-4 サムドゥブジョンカル市

既存の廃棄物収集運搬機材リストを表 2-1-21 に示す。

表 2-1-21 サムドゥブジョンカル市における既存の収集車両のリスト

番号	車種	メーカー	製造年	容量 (m <sup>3</sup> )	平均トリップ数	2019年時点の稼働率
1	コンパクター	TATA	2014	13.80	2	故障中
2	コンパクター	TATA	2016	7.00	2	100%
3	コンパクター	TATA	2016	7.00	2	100%
4	トラクター	Sonalika	2016	3.30	4	100%

出典：サムドゥブジョンカル市

## 2-1-4-2 最終処分場運用機材

### 2-1-4-2-1 ティンブー市

既存の最終処分場運用機材のリストを表 2-1-22 に示す。

表 2-1-22 ティンブー市における既存の最終処分場運用機材リスト

種類	プレートナンバー	モデルナンバー	購入年	状態
エクスカベーター	BG-1A-0714	IC20010	2013年	普通
エクスカベーター	BG-1A-0008	IC205	2003年	悪い
ブルドーザー	BG-1A-0581	331	2007年	悪い、規格不十分
ダンプトラック	BG-1A-0723		2013年	普通

出典：ティンブー市

### 2-1-4-2-2 プンツォリン市

既存の最終処分場運用機材のリストを表 2-1-23 に示す。

表 2-1-23 プンツォリン市における既存の最終処分場運用機材リスト

種類	プレートナンバー	モデルナンバー	購入年	状態
バックホローダー	BG-2-A0008	JCB-3D	2004	悪い（修理中）

出典：プンツォリン市

### 2-1-4-2-3 ゲレフ市

既存の最終処分場運用機材のリストを表 2-1-24 に示す。

表 2-1-24 ゲレフ市における既存の最終処分場運用機材リスト

種類	プレートナンバー	モデルナンバー	購入年	状態
バックホローダー	BG-3-A0098	JCB 3DX	2010年	修理中

出典：ゲレフ市

### 2-1-4-2-4 サムドゥブジョンカル市

既存の最終処分場運用機材のリストを表 2-1-25 に示す。

表 2-1-25 サムドゥブジョンカル市における既存の最終処分場運用機材リスト

種類	プレートナンバー	モデルナンバー	購入年	状態
エクスカベーター	BG-4-A0193	JCB JS205	2013年	良い
ロボットスキッド	BG-4-A0196	JCB 155	2013年	良い

出典：サムドゥブジョンカル市

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

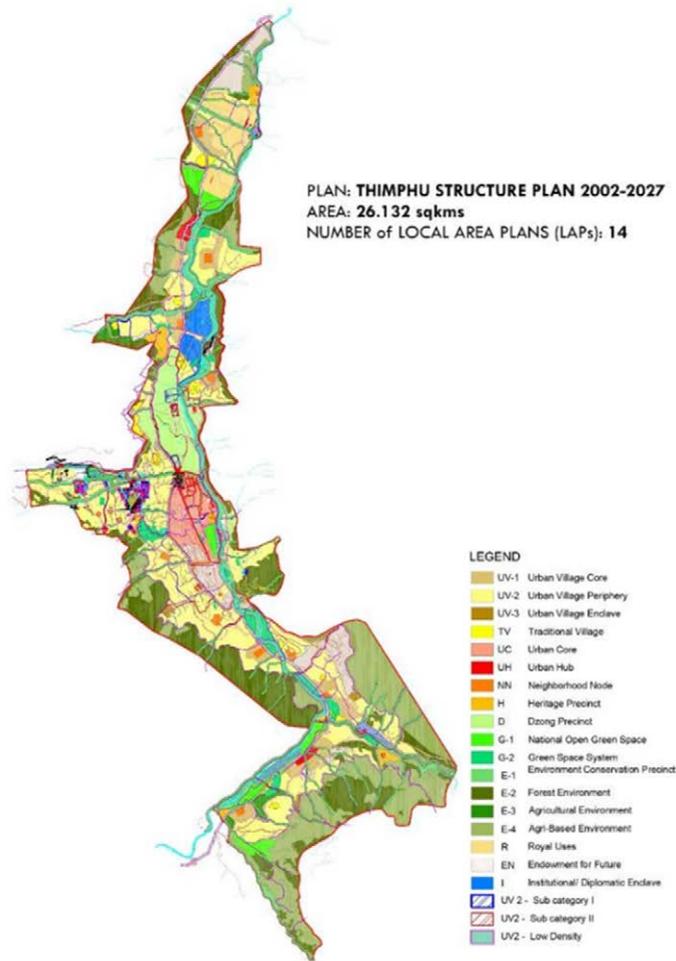
### 2-2-1 関連インフラの整備状況

#### 2-2-1-1 土地利用・都市開発・社会配慮

##### 2-2-1-1-1 ティンブー市

ティンブー市は緩やかな谷の間に北から南にかけて形成され、平坦な土地が限られている。市中心部は昔ながらの公共施設や商業・居住地区から形成されている。南部地域には居住区や公共・工業地が点在し、多くの低層アパートが建設中である。北部地域には多くの居住地があり、

現在、多くのアパートが建設中である。ティンプー市の開発計画を図 2-2-1 に示す。



出典：MoWHS

図 2-2-1 ティンプー市における 2023 年の開発計画

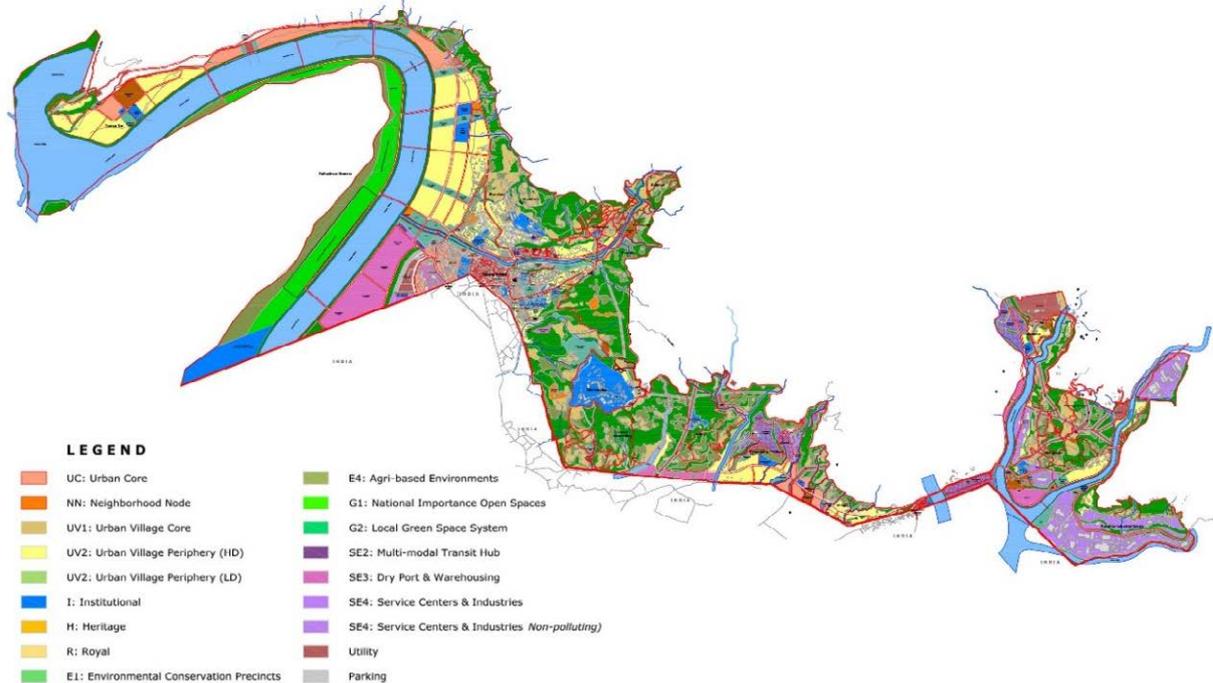
### 2-2-1-1-2 プンツォリン市

ブンツォリン市はインドとの国境に接し、山に囲まれた狭い平坦地に形成している。民間施設、商業地域、居住区や工業地帯は市中心部に集まっている。また、市近郊の山には科学技術大学があり、市の東の孤立した地域には工業地帯が広がっている。トルサ川の西側には大きな都市開発計画がある。現在、堤防の建設が行われており、数軒の中規模集合住宅の建設が完了している。都市開発終了後、人口が急増することが予想される。

入国管理ゲートを超えて、多くのインド人を始めとする外国人がブンツォリン市に流入している。特に冬の祭りの季節には多くの旅行者が流入している。そのような流入人数は、ブンツォリン市との協議に基づき、フローティング人口としてブンツォリン市の登録人口の 15%と想定した。

ブンツォリン市の開発計画を図 2-2-2 に示す。

PLAN: PHUENTSHOLING STRUCTURE PLAN 2013-2028  
AREA: 12.715 sqkms  
NUMBER of LOCAL AREA PLANS (LAPs): 12



出典：MoWHS

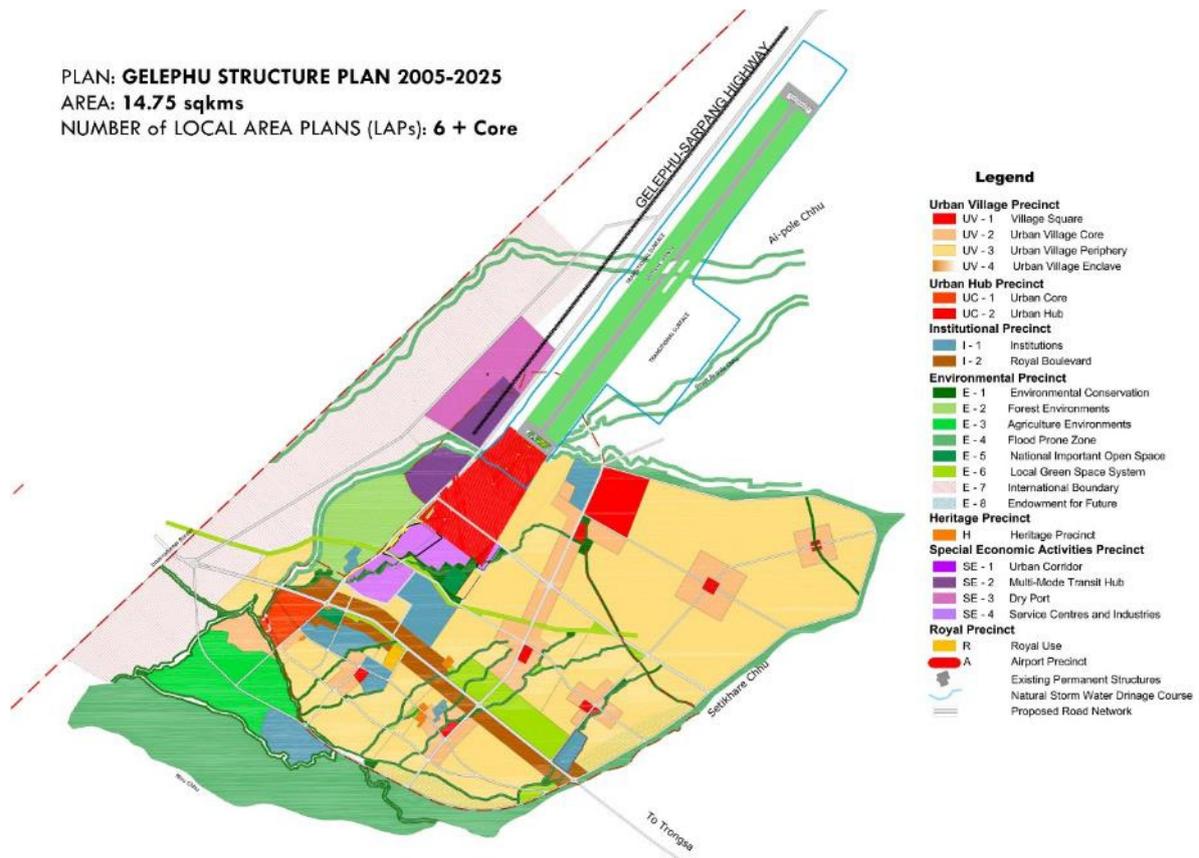
図 2-2-2 プンツォリン市の開発計画（2013年～2028年）

### 2-2-1-1-3 ゲレフ市

ゲレフ市はマナス川の扇状地に位置しており、インドとの国境に接している。重要な交易地の一つであるゲレフ市には、商業施設、民間施設や居住施設等が多く存在している。国内線専用の空港もゲレフ市に建設された。インドからのアクセスは容易であり、多くのインド人が商業活動や建設等のためにゲレフ市にて働いている。このようにインドとの交流が頻繁に行われている状況を鑑み、ゲレフ市との協議に基づき、フローティング人口としてゲレフ市の人口全体の15%を想定した。

インドとの交易活動を拡大する目的で、市を北に拡張する計画が考えられている。拡大される面積は約300haとしている。本拡張計画が実行すると、ゲレフ市の人口はより増加することが考えられる。

ゲレフ市の開発計画を図 2-2-3 に示す。



出典：MoWHS

図 2-2-3 ゲレフ市の開発計画（2005 年～2025 年）

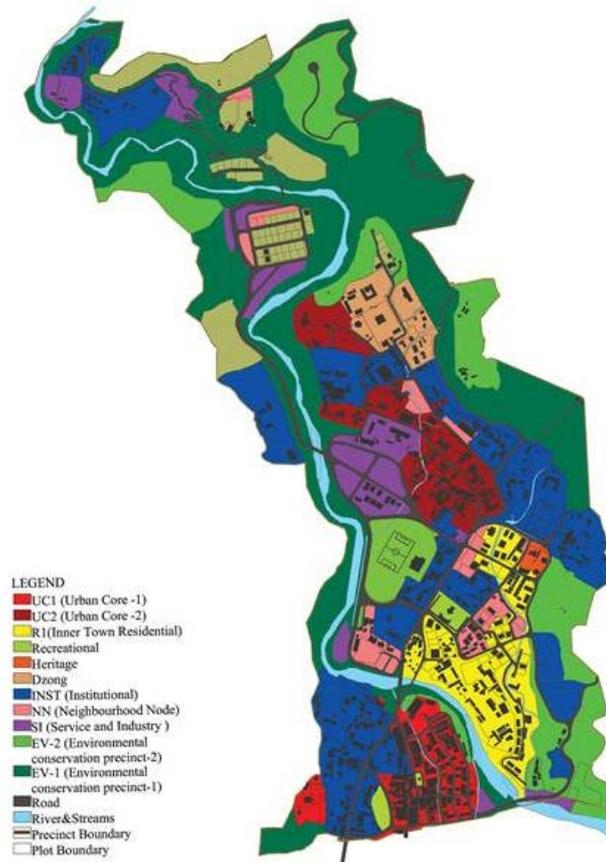
#### 2-2-1-1-4 サムドゥブジョンカル市

サムドゥブジョンカル市は山麓に位置しており、インドとの国境に接している。サムドゥブジョンカル市は標高約 200m の平坦な場所にあるサムドゥブジョンカル地区と標高 900m を超えるデワタン地区から構成される。サムドゥブジョンカル地区とデワタン地区は約 18km 離れており、人口比は約 6 : 4 となっている。サムドゥブジョンカル地区はインドからの容易なアクセス環境からインドとの重要な交易地となっており、商業施設、公共施設やアパート等が固まって存在する。一方、デワタン地区では居住区が多く点在しており、大学や寺院も存在する。このようにインドとの交流が頻繁に行われている状況を鑑み、サムドゥブジョンカル市との協議に基づき、インドからのフローティング人口としてサムドゥブジョンカル市の人口全体の 15% を想定した。

インドからの交易活動を活発にするため、市の拡張計画が考えられている。拡張計画の最優先地域はサムドゥブジョンカル地区から約 7km 離れているマタンガという地域であり、次の優先地域はデワタン地区に接しているガパウンという地域である。拡張計画が完了すると、サムドゥブジョンカル市の人口はより増加することが考えられる。インドとの保安上の問題から、インドとの国境は封鎖されることがある。しかし、2019 年 10 月時点では、国境に関する問題は特になかった。

サムドゥブジョンカル市の開発計画を図 2-2-4 に示す。

PLAN: SAMDRUP JONGKHAR URBAN DEVELOPMENT PLAN 2013-2033  
AREA: 1.94 sqkms + 2.39 sqkms  
NUMBER of LOCAL AREA PLANS (LAPs): 4 + Dewathang LAP



出典：MoWHS

図 2-2-4 サムドゥブジョンカル市の開発計画（2005 年～2025 年）

## 2-2-2 自然状況

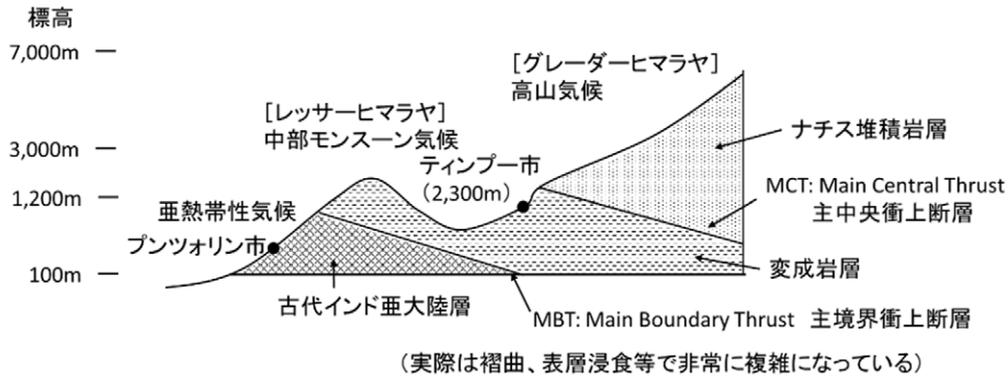
### (1) 気候区分

ブータンは、ヒマラヤ山脈の南東部に位置し、南側インド国境の標高約 100m から北側ヒマラヤ山系のピーク約 7,500m まで標高差が大きく、広大な平地はない。ティンプー市（標高約 2,300m）は中部に位置している。また、他 3 市 {プンツォリン市（標高約 300m）、ゲレフ市（標高約 220m）、サムドゥブジョンカル市（標高約 170m）} は南部のインドとの国境沿いに位置している。

ブータンは、以下の気候に分類される。

- 1) 北側グレーターヒマラヤの標高 3,000m 以上の高地：高山気候
- 2) 盆地や比較的広い谷が分布する標高 1,200m～3,000m の中部：中部モンスーン気候
- 3) 標高 100～1,200m の南部：亜熱帯性気候

ティンプー市は中部モンスーン気候、プンツォリン市・ゲレフ市・サムドゥブジョンカル市は亜熱帯性気候に分類される。ブータンの地質・地形・気候について図 2-2-5 にまとめた。



出典：JICA 調査団

図 2-2-5 地質断面模式図

## (2) 降雨

ブータンでは年間降水量の大半が雨季（6～9月）に集中しており、地域ごとの年平均降雨量は以下のとおりである。

- 1) 3,000～5,000mm（南部のインド国境近く）
- 2) 1,200～2,000mm（南部ヒマラヤ斜面地帯）
- 3) 500～1,000mm（中部内陸峡谷地帯）
- 4) 500mm以下（標高4,000m以上の高山地帯）

ティンブー市は「中部内陸峡谷地帯」に属しており、1年の中で雨季である6～9月に最も雨が降る。プンツォリン市・ゲレフ市・サムドゥブジョンカル市は「南部のインド国境近く」に立地している。表 2-2-1 に4市の月ごとの降雨量を示す。

表 2-2-1 対象4都市の降雨量（2017年）

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ティンブー市（観測地：シムトカ）												
月総降雨量 (mm)	2.6	0.8	60.5	45.4	84.6	88.2	162.6	93.3	56.0	11.9	0.8	0.0
日最大降雨量 (mm)	2.6	0.8	37.0	16.3	19.2	23.2	30.4	19.5	18.5	6.9	0.8	0.0
プンツォリン市												
月総降雨量 (mm)	4.7	9.0	92.4	325.4	450.9	488.6	1317.7	1506.9	653.0	129.8	1.0	0.0
日最大降雨量 (mm)	4.7	5.5	18.2	118.4	86.2	81.0	280.0	285.4	117.3	30.6	0.6	0.0
ゲレフ市（観測地：プアー）												
月総降雨量 (mm)	7.2	15.7	50.2	153.6	455.8	1075.3	923.7	2077.8	1032.0	127.1	11.9	0.0
日最大降雨量 (mm)	6.2	7.3	28.1	48.8	87.4	174.4	179.4	258.2	126.4	36.3	10.6	0.0
サムドゥブジョンカル市（観測地：デワタン）												
月総降雨量 (mm)	5.2	39.8	66.1	262.6	148.3	830.6	490.1	787.1	764.0	175.5	12.4	0.0
日最大降雨量 (mm)	5.2	13.0	15.0	50.6	35.0	167.0	131.4	147.0	113.2	61.4	12.4	0.0

出典：Climate Data Book of Bhutan 2018, National Center for Hydrology and Meteorology

### (3) 湿度

対象4都市での湿度は雨季(6~9月)で高い。対象4都市における月ごとの湿度は表 2-2-2 に示す。

表 2-2-2 対象4都市の湿度(2017年)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ティンブー市(観測地:シムトカ)												
月平均(%)	51.8	49.6	50.1	51.6	51.5	51.2	67.6	65.0	61.4	53.5	45.8	47.8
月最大(%)	79.0	73.0	100.0	83.0	80.0	95.0	90.0	100.0	81.0	89.0	76.0	93.0
月最低(%)	28.0	21.0	35.0	27.0	34.0	26.0	52.0	46.0	43.0	34.0	24.0	17.0
ブンツォリン市												
月平均(%)	71.4	59.3	63.5	71.4	78.8	81.7	86.5	88.7	88.3	76.1	63.3	63.2
月最大(%)	93.0	85.0	95.0	95.0	92.0	97.0	96.0	96.0	96.0	96.0	76.0	84.0
月最低(%)	34.0	34.0	42.0	44.0	56.0	61.0	65.0	65.0	71.0	55.0	50.0	36.0
ゲレフ市(観測地:ブアー)												
月平均(%)	61.0	65.3	68.5	78.7	85.8	90.7	89.8	92.9	92.8	79.3	71.5	70.1
月最大(%)	89.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	90.0	90.0
月最低(%)	43.0	41.0	53.0	32.0	63.0	73.0	72.0	72.0	84.0	61.0	54.0	47.0
サムドゥブジョンカル市(観測地:デワタン)												
月平均(%)	51.0	56.8	66.5	78.2	81.0	87.3	86.8	92.2	92.9	79.4	56.7	59.3
月最大(%)	78.0	89.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	80.0	91.0
月最低(%)	28.0	38.0	32.0	41.0	65.0	71.0	65.0	81.0	81.0	54.0	34.0	22.0

出典: Climate Data Book of Bhutan 2018, National Center for Hydrology and Meteorology

### (4) 気温

ティンブー市の気温は年平均約20°C付近で推移しており、穏やかな気候である。他3市の気温は冬であっても暑くなる傾向にある。表 2-2-3 に対象4都市の月ごとの気温を示す。

表 2-2-3 対象4都市の気温(2017年)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
ティンブー市(観測地:シムトカ)												
最大気温(°C)	16.3	18.1	18.4	22.9	23.8	27.4	26.6	28.0	27.9	24.6	20.6	19.4
最低気温(°C)	-3.8	0.9	3.2	7.3	10.3	14.0	15.3	15.1	14.0	9.4	0.6	-2.3
ブンツォリン市												
最大気温(°C)	28.6	26.1	28.7	30.9	30.6	30.2	29.1	29.5	30.0	29.2	28.1	26.2
最低気温(°C)	21.5	20.7	15.2	18.5	19.6	22.2	22.0	22.3	21.8	19.5	15.4	13.4
ゲレフ市(観測地:ブアー)												
最大気温(°C)	24.5	26.0	25.7	27.1	29.0	29.0	29.7	28.9	28.6	29.0	28.0	25.9
最低気温(°C)	15.0	17.4	18.2	21.0	22.8	23.7	24.6	24.1	23.4	22.2	18.3	16.6
サムドゥブジョンカル市(観測地:デワタン)												
最大気温(°C)	22.5	23.6	24.0	25.6	27.2	27.8	28.8	27.9	27.8	27.1	25.6	23.4
最低気温(°C)	10.9	12.8	13.7	16.9	19.0	20.3	20.9	21.3	20.6	18.1	14.1	12.0

出典: Climate Data Book of Bhutan 2018, National Center for Hydrology and Meteorology

## 2-2-3 環境社会配慮

### 2-2-3-1 環境影響評価

本事業は以下の理由からカテゴリーCに分類される。(国際協力機構環境社会配慮ガイドライン(2010年4月発行))

- 1) 本事業は機材調達であり、環境社会面での負の影響はない。
- 2) 本事業の事業サイトは環境社会配慮上の特別な配慮が必要な場所ではないため、環境許可等は必要としない。

一方、一般的に環境や健康の観点からブータン国内で用いられる車両は Euro2 の排気ガス規制に従う必要がある。よって、本事業において調達される車両は、Euro2 以上またはそれに準ずる規制に従う必要があることを NEC 及び GNHC と確認を行った (1-1-2-2 参照)。

## 2-3 当該国における無償資金協力事業実施上の留意点

実施機関・責任機関が GNHC、助言機関が NEC・MoWHS であって、実際に運営・維持管理はティンプー市など対象 4 市である。従って、GNHC と各市の連携及び GNHC による免税等の手続きが確実に実施される必要がある。

また、3-3-2 相手国側の負担事項で詳述されるが、車両に対するグリーン税は各市から支払いが行われるので、各市が必要な費用を 2021 年度の予算で確保しなければならない。

## 2-4 その他（グローバルイシュー等）

### 2-4-1 無償資金協力相乗効果を発揮する基礎的検討

本無償資金協力事業との相乗効果を発揮する関連事業として、緑の気候基金（GCF）あるいは JICA 技術協力プロジェクトを検討する。第 1 回現地調査時の GNHC との協議においても、廃棄物管理は近年ブータンが抱える重要課題の一つに掲げられており、国が設定した廃棄物戦略を実施するために、持続可能な廃棄物管理を目指した、キャパシティーディベロップメントを含めた包括的な取り組み（Integrated Approach）が必要との見解が GNHC から示された。

#### 2-4-1-1 緑の気候基金

##### 1) 公共事業省（MoWHS）

緑の気候基金（Green Climate Fund: GCF、以下「GCF」）については、MoWHS がコンセプトペーパー（“ゼロ・ウェストに向けた持続可能な廃棄物管理の実践”）を作成し、当該基金の事務局に打診したが、温室効果ガス（GHG）の削減量が期待できないとの理由で、受け入れられなかった経緯がある。当該コンセプトペーパーの概要は下記のとおりである。

- 有機ごみのコンポスト化
- 中継基地（リサイクル施設）でのリサイクルの強化（コンテナ、圧縮・梱包機の調達等）
- ごみの収集、処分に係る施設整備（収集車両、処分場重機の調達、処分場の建設等）
- RDF（Refuse Derived Fuel：ごみ固形燃料）の導入

本無償資金協力の対象都市であり、ブータンの主要 4 都市（ティンプー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市）のごみの発生量が合計でも 100t/d に満たないことを考えると、GHG の削減量は限定的と言わざるをえない。GCF の趣旨に適合させるためには、他のセクターとの抱き合わせ、近隣諸国の廃棄物セクターとの協働等、といったことが考えられる。

## 2) 国連開発計画 (UNDP)

UNDP (United Nations Development Programme、以下「UNDP」) も同様に廃棄物管理に関するコンセプトペーパー ("NAMA サポートプロジェクト") を NEC、GNHC 及び MoWHS と作成し、当該基金の事務局に打診した。しかし、温室効果ガス (GHG) の削減量が期待できないとの理由から、受け入れられなかった。実際、UNDP 自身もブータンにおける廃棄物管理分野では温室効果ガスの削減が限定されていることから GCF の活用は非常に難しいことを示唆している。当該コンセプトペーパーの概要は下記のとおりである。

- 民間企業の廃棄物管理分野への投資リスク削減のための民間連携 (PPP) を活用した温室効果ガスの削減
- 3R を普及するためのキャパシティーディベロップメントや住民の啓蒙活動を含めた最先端コンポスト技術の導入やごみ発電技術の支援
- 民間企業による最新技術の導入やコンポスト販売のための低金利ローンの提供 (NAMA サポート基金)

### 2-4-1-2 技術協力プロジェクト

廃棄物管理セクターにおける JICA の技術協力プロジェクトは世界中の開発途上国で広く実施されている。一般的に、組織・制度、財務、技術の能力強化、廃棄物管理のマスタープラン・行動計画・ガイドラインの作成、3R の推進、中央政府や地方自治体キャパシティーディベロップメント等が行われている。

廃棄物セクターを強化するためにブータン政府は本無償資金協力とシナジー効果を発揮する JICA の技術協力プロジェクトに期待するとしている。

現在のブータンにおける国家レベルまたは地方自治体レベルの廃棄物に関する現状を考慮して提案される一案としての JICA の技術協力プロジェクトの概略は以下のとおりである。

プロジェクト名	ブータン国における 3R 及び廃棄物適正管理のためのキャパシティーディベロップメント支援プロジェクト
実施機関	<b>実施機関:</b> 公共事業省 (Ministry of Works and Human Settlement (MoWHS)) 対象 4 市 (ティンプー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市) <b>合同調整委員会メンバー:</b> MoWHS、国家環境委員会 (NEC)、国民総幸福委員会 (GNHC)、首相府 (Prime Minister Office) 対象 4 市 (ティンプー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市)
対象地域	ブータン国全体 対象市: ティンプー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市
実施期間	3 年
上位目標	ブータン国の国家廃棄物管理戦略に沿って、適切な廃棄物管理 (ISWM) が地方自治体で実施される
プロジェクト目標	対象市における 3R/4R に沿った適切な廃棄物管理 (ISWM) が実施される
成果	成果-1: 中央政府 (公共事業省) による自治体の廃棄物マスタープラン策定のためのガイドライン類の策定支援 成果-2: 対象 4 市の廃棄物管理マスタープラン及び行動計画の策定 成果-3: 対象 4 市にてパイロットプロジェクトの実施 (①収集・運搬/車両維持管理改善、②埋立処分改善、ごみ料金徴収、③住民参加型リサイクル) 成果-4: パイロットプロジェクトを通じての担当部局及び職員のキャパシティービルディング
備考	提案するパイロットプロジェクト (案) ● (本無償案件にて調達する機材を活用した) ごみ収集システムの向上 ● (本無償案件にて調達する機材を活用した) 処分場管理能力の向上 ● ごみ料金徴収の導入 ● コミュニティーコンポストの導入

出典: JICA 調査団 (コンサルタントによる一案)

## 2-4-2 ジェンダー

ジェンダーに関し、ブータンでは特段の差別はないが、本事業による収集改善によって、女性によるごみ出しの負担が低減されることが考えられる。

## 第3章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標と目標

本プロジェクトの上位目標及びプロジェクト目標は、表 3-1-1 に示すとおりである。

表 3-1-1 上位目標とプロジェクト目標（案）

上位目標	廃棄物管理能力向上を図り、もって対象地域の衛生環境の改善に寄与する。
プロジェクト目標	ティンプー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥプジョンカル市の4市の廃棄物収集・運搬・処理能力の強化を通して、各実施機関が地域住民に対して衛生的な廃棄物管理サービスを提供できるようにする。
成果1	対象4都市の収集・輸送が強化・改善される。
成果2	対象4都市における廃棄物管理能力が向上する。
指標	[定量的効果] ・ごみ収集・処分量 [定性的効果] ・生活及び自然環境の改善 ・廃棄物管理行政サービスの向上

出典：JICA 調査団

#### (1) 計画目標年度

計画目標年度は国家廃棄物管理戦略（NWMS 2019）の短期計画終了年度の2023年とする。これは、計画機材が引き渡される予定の2021年の2年後に当たる。

#### 3-1-2 プロジェクトの概要

本プロジェクトのコンポーネントは以下のとおりである。

##### 3-1-2-1 廃棄物収集運搬機材調達

対象4都市に調達する廃棄物収集運搬機材は表 3-1-2 のとおりである。

表 3-1-2 対象4都市における廃棄物収集運搬機材の調達

対象市	廃棄物収集運搬機材					
	コンパクター			コンテナ キャリア	コンテナ (4~6m <sup>3</sup> )	維持管理用 ツール*
	中型	小型	計			
ティンプー市	6	11	17	3	24	1組
プンツォリン市		5	5			1組
ゲレフ市		4	4			1組
サムドゥプジョンカル市		2	2			1組
合計	6	22	28	3	24	-

備考：標準スペアパーツは車両それぞれに含まれる。

出典：JICA 調査団

#### \*対象4都市に調達する維持管理用ツール

対象4都市それぞれのワークショップに調達する維持管理用ツールは表 3-1-3 のとおりである。

表 3-1-3 ワークショップに調達する維持管理用ツール

番号	機材名	単位	数量
1	ラチェットセット (3/4 インチ)	組	1
2	ラチェットセット (3/8 インチ)	組	1
3	標準スパナセット	組	1
4	大型スパナセット	組	1
5	モンキーレンチ	組	1
6	トルクレンチ	組	1
7	帯鉄レンチ	組	1
8	プライヤセット	組	1
9	圧着工具	組	1
10	ドライバースセット	組	1
11	長尺六角棒セット	組	1
12	ゴムハンマー	組	1
13	スレッジハンマー	組	1
14	デモリションバール	組	1
15	プライバール	組	1
16	普通パイプレンチ (250 ミリ)	組	1
17	スチールキャビネット	組	1
18	大型パイプレンチ (450 ミリ)	組	1
19	標準六角棒セット	組	1
20	大型六角棒セット	組	1

出典：JICA 調査団

### 3-1-2-2 最終処分場運用機材調達

対象 4 都市に調達する最終処分場運用機材を表 3-1-4 に示す。

表 3-1-4 対象 4 都市における処分場機材の調達

対象都市	最終処分場運用機材		
	ブルドーザー	エクスカベーター	バックホーローダー
ティンブー市	1		
プンツォリン市		1	
ゲレフ市			1
サムドゥプジョンカル市			1
合計	1	1	2

備考：スペアパーツも含む

出典：JICA 調査団

### 3-1-2-3 ソフトコンポーネント

調達機材の技術的操作や維持管操作の向上に向けて、ソフトコンポーネントとして以下の活動を行う。

- 予防保全技術改善
- 車両故障時対応指導
- スペアパーツ・消耗品の保管、管理改善
- 収集・運搬及び埋立処分の改善
- 住民啓発の実施
- 労働安全衛生の徹底指導

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

対象4都市で、市街からの廃棄物収集のための機材の不足が重大な問題となっているため、4市の収集機材の整備を最優先とする。また、対象4市では分別収集が普及していることから、分別収集用の機材を考慮する。収集したごみは適正に処分される必要があり、最終処分場運用のための機材も併せて整備することを計画する。また、これら機材が長期間、運営できるよう、円滑な維持管理を可能とするよう配慮する。

#### 3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

ブータン国は、地域によって年間雨量が多く、排出されるごみは水を含み比重が大きくなる。特にコンパクターについては、汚水タンクを設置し、車格、ブレーキ及びサスペンションも支障のないよう検討する。また、過積載とならないよう指導する必要がある。

#### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

ブータン国は、市街地で道路の舗装及び幅が十分ではない場所が多く、収集作業による交通渋滞を悪化させることのないよう検討を行う。また、悪路でも収集ができる車種を選択する。

#### 3-2-1-4 調達事情に対する方針

ブータン国では日本の車両メーカーと提携を結んでいる企業（現地代理店）があり、車の販売・修理を実施している。既に長年の日系車両メーカーと提携して事業を営んでいる。提携企業の技術スタッフ（エンジニア、メカニック等）数は整備工場の規模によるが、工場当たり10～30人程度と想定される。

廃棄物収集運搬機材の修理についての技術水準は、日常点検は支障なく実施できるレベルであり、重大な故障の修理はメーカー・代理店のエンジニアが派遣されて対応できると考えられる。日本の車両メーカーのスペアパーツに関しては、一般的なパーツはインドから、特殊なパーツは、シンガポール・日本等から3週間ぐらいで調達可能である。ただし、電気系統のマイコンの修理のような特殊な部品が必要な場合、現地で類似部品を調達して修理を実施すると、トラブルの原因の可能性がことから、日本から部品を調達して修理を実施することを推奨している。その場合、部品調達に数カ月の時間を要することに留意するとともに、必要な予算を実施機関が確保することが不可欠となる。

#### 3-2-1-5 現地業者の活用に対する方針

対象機材は、本邦あるいは第三国調達となるため、製作において現地業者は係わらない。運営・維持管理段階で現地業者が活用されることになる。

### 3-2-1-6 運営・維持管理に対する方針

本プロジェクトで調達される機材は、対象4都市に配備され、各都市により運営・維持管理される。各都市に配備されるコンパクターは、現在も各都市で使用されており、運営・維持管理上の問題は特になくとも考えられる。なお、ティンプー市及びプンツォリン市では収集サービスを民間に委託していることから、市の機材は民間に貸与される。ティンプー市においては、現在整備中の市営修理工場及び民間の修理工場で、その他の都市においては、民間の修理工場で整備されることが想定される。また、最終処分場管理で使用される重機についても同様である。

### 3-2-1-7 機材等のグレードの選定に係る方針

本プロジェクトの機材のグレードは、ごみの収集運搬が問題なく行え、最終処分場の運用ができ、維持管理が容易な標準的なグレードとする。

### 3-2-1-8 調達方法、工期に係る方針

廃棄物収集運搬機材については、本邦調達を原則とする。最終処分場運用機材については、ブルドーザー、エクスカベーター、バックホローダーは、本邦調達では競争性が確保できないことから第三国調達とする。工期については、大量の機材を輸送するという点及び対象がティンプー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市という4都市となることに留意し、インド・コルカタ港までの海上輸送の日程及びプンツォリンまでの輸送ルートを十分に留意して計画する（「3-2-4-2-4 輸送計画」に詳細あり）。

## 3-2-2 基本計画（機材計画）

### 3-2-2-1 ティンプー市

#### 3-2-2-1-1 基本方針

本調査で調達を想定している機材の設計方針は以下のとおりである。

#### (1) 廃棄物収集運搬機材

- ティンプー市の急峻な地形や狭い道路状況、現況の排出方法（袋及びコンテナ排出）等を勘案し、収集運搬に最も効率的で衛生的な中型（8m<sup>3</sup>）と小型（4m<sup>3</sup>）のコンパクターの整備を基本とする。
- ティンプー市では、①発生源での2分別（ドライごみとウェットごみ）、②地域区分ごとの民間委託（北部地区、中部・南部地区）、を行っていることから、これらに適用した収集サービスを基本に機材を整備する。
- 新規車両の収集サービスのシフト数やトリップ数、稼働時間は、既存の車両でみられるような車両への過度の負担を避けることを基本として設定する。
- ティンプー市では、住民参加型のリサイクル強化を目途に、ドロップインセンターの実践と整備計画を有していることから、当該センターに必要な機材であるコンテナキャリア及び

コンテナを整備する。

## (2) 最終処分場運用機材

- 最終処分場の運用に必要なブルドーザー（ごみ及び覆土の敷均し・転圧）を整備する。なお、覆土運搬に必要なダンプトラック及び、覆土掘削に必要な機材であるエクスカベーターは、既存の機材を活用する。
- 最終処分場内の調整池に溜まった浸出水を下水処理場に運搬するためのバキューム車を検討する。

## (3) 車両整備機材

機材の維持管理用のツール一式を整備する。

### 3-2-2-1-2 機材基本計画

運営・維持管理能力及び必要性、効率性を勘案した機材の種類と数量は表 3-2-1 のとおりである。

表 3-2-1 調達する機材の種類と数量（案）

機材種類	内容		ティンプー市			合計
			市直営	北部エリア	中央・南部 エリア	
廃棄物収集運搬機材	コンパクト カー	8m <sup>3</sup>	0 台	1 台	5 台	6 台
		4m <sup>3</sup>	2 台	4 台	5 台	11 台
	コンテナキ ャリア	車両	1 台	1 台	1 台	3 台
		コンテナ	6 個	6 個	12 個	24 個
最終処分場運用機材	ブルドーザー		1 台			1 台
維持管理用ツール			1 組			1 組

備考：コンテナキャリア（車両及びコンテナ）はドロップインセンター（4カ所）用の機材として整備。

出典：JICA 調査団

なお、ティンプー市から要請のあったバキューム車については、①管轄する市の部局が違うこと（廃棄物管理は環境局の管轄であるが、バキューム車は下水を管理するインフラ部の管轄）、②バキューム車の用途はし尿処理が主目的であり、浸出水の下水処理場への運搬は雨季の一定期間内の数回に限定されることから、浸出水の処理については下記の技術面での提言に留める。

雨季において、ピットに溜まった浸出水は、ポンプアップして最終処分場内に戻し、蒸発散を含めた場内での循環処理を行うことを提案する。

## (1) ごみ量・ごみフロー

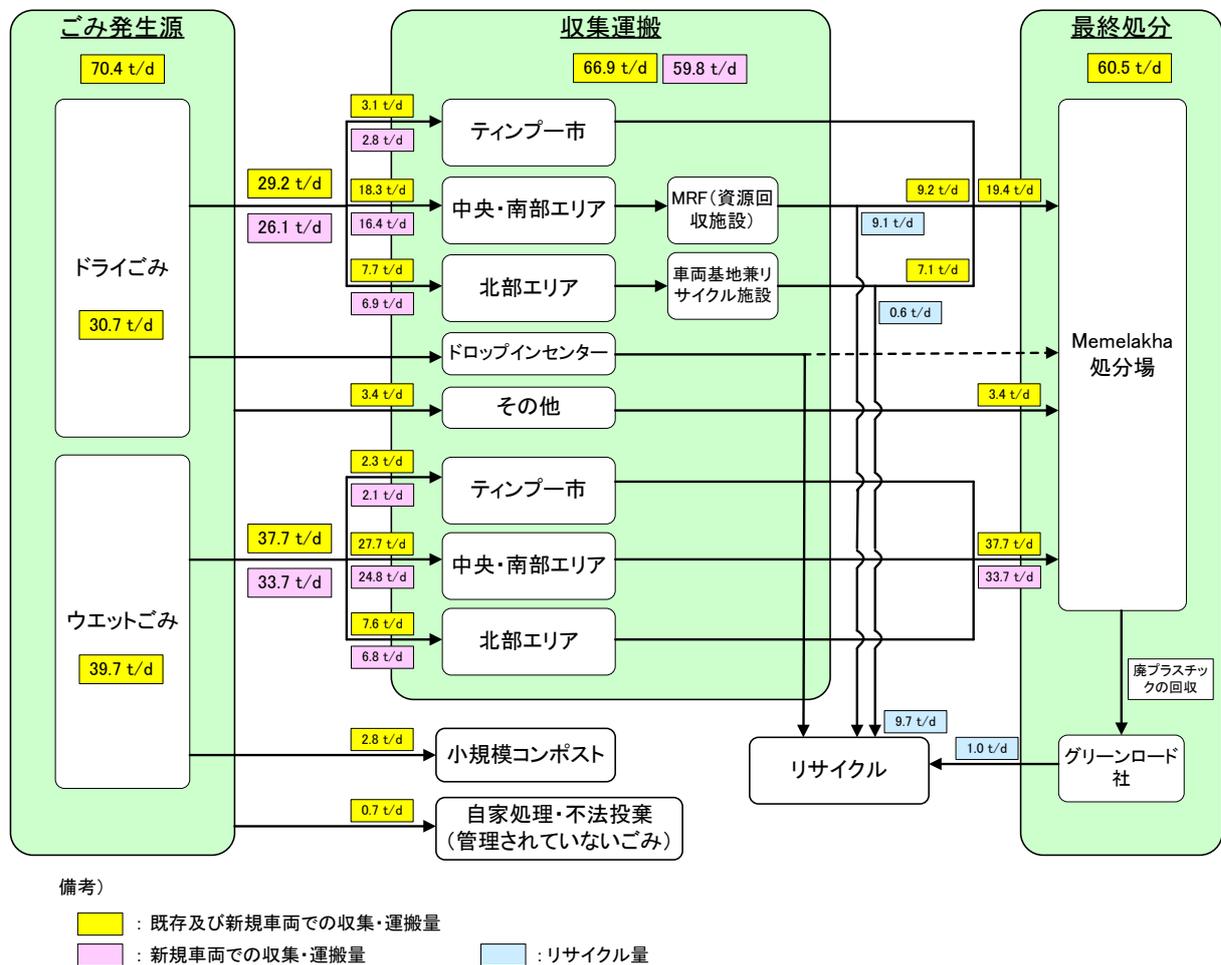
目標年次の 2023 年におけるごみ発生量と目標収集量を表 3-2-2 に示す。目標収集率は、2023 年で 95%、2030 年で 100%と設定した。

表 3-2-2 ティンブー市における 2023 年のごみ発生量、目標収集率と収集量

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
人口	114,551	117,415	120,350	123,359	126,443	129,604	132,844	136,165	139,569	143,059	146,635	150,301	154,058	157,910
ごみ発生量 (t/d)	60.7	62.2	63.8	65.4	67.0	68.7	70.4	72.2	74.0	75.8	77.7	79.7	81.7	83.7
(内訳)														
ドライごみ (t/d)	26.5	27.1	27.8	28.5	29.2	29.9	30.7	31.5	32.3	33.1	33.9	34.7	35.6	36.5
ウエットごみ (t/d)	34.2	35.1	36.0	36.9	37.8	38.7	39.7	40.7	41.7	42.8	43.8	44.9	46.1	47.2
収集率 (%) 現状/目標			82%				95%							100%
収集量 (t/d)			52.4				66.9							83.7
(内訳)														
ドライごみ (t/d)			35.6				29.2							36.5
ウエットごみ (t/d)			16.8				37.7							47.2

出典：JICA 調査団

2023 年におけるティンブー市におけるごみフローは図 3-2-1 のように推計される。



出典：JICA 調査団

図 3-2-1 ティンブー市のごみフロー (2023 年)

機材計画にあたっては、ごみフローに示したとおり、収集形態 (分別収集、エリア別の収集)、収集運搬量、最終処分量、ドロップインセンターの整備計画等を踏まえて計画する。

## (2) 廃棄物収集運搬機材（対象 4 都市に共通）

### 1) 廃棄物収集運搬機材の調達数量計算方法

廃棄物収集運搬機材の調達数量は以下の手法で検討した。

- (1) 目標年次（2023 年）における各市のごみ発生量を算出
- (2) 目標年次における各市の既存車両のごみ収集能力を算出
- (3) 目標年次稼働の既存車両で不足する収集能力を新規調達車両でカバーできるように設定
- (4) コンパクターは道路状況（狭隘かどうか）や最終処分場への輸送距離を考慮し、中型、小型の 2 車種とし、トリップ数を各市、市・委託先、車種及びウェット・ドライごみ毎に設定

既存ごみ収集車両は、車齢 12 年以上の老朽化した車両が多く、維持管理費が高く、故障等により運営上も問題が大きい。廃棄物収集運搬計画では、これらの既存ごみ収集車両の能力を評価し、適正な調達台数を算出する。

ごみ収集車両の収集運搬能力は、以下の式のとおり算出する。

$$\text{収集能力 (t/d)} = \text{容量 (m}^3) \times \text{トリップ数 (回/d)} \times \text{比重 (t/m}^3) \times \text{積載率} \times \text{稼働率} \times \text{有効率}$$

積載率： 収集運搬車両の 1 回当たりの公称運搬能力を 100%とした場合の実際に積載できる廃棄物量。本調査では、90%とした。

稼働率： 休日・待機日・修理日等の非稼働日なしで 1 日当たりの計画作業量を実施した場合の合計作業量（日数）を 100%とした場合の実際の作業量（日数）。本調査では、週 6 日の稼働を想定して 86%（=6 日÷7 日）とした。

有効率： 機材の老朽化に伴う稼働率の低下に関わる指標。本来可能であると考えられる適切な稼働率での作業量（日数）を 100%とした場合の実際の作業量（日数）。本調査では、以下の値を採用する。

対象 4 市では、既存の車両への日々の負担が大きいことから（2 シフト、2-3 トリップ、深夜に及ぶ作業等）、有効率の指標として表 3-2-3 に示すとおり、100%（2019 年製造以降）及び 50%（2014～2018 年製造）を設定した。なお、日本における平均車齢（出典：財自動車検査登録情報協会）を表 3-2-4 に示す。

**表 3-2-3 有効率**

計画目標年次における機材年齢	計画有効率
2019 年製造以降	100%
2014 年～2018 年製造	50%
2013 年製造以前	0%（廃棄）

出典：JICA 調査団

**表 3-2-4 車両の平均車齢（日本のケース）**

年	平均車齢	
	乗用車（普通車・小型車の平均）	貨物車（普通車・小型車の平均）
1990 年	4.64 年	5.29 年
1995 年	4.88 年	5.76 年
2000 年	5.84 年	7.14 年
2005 年	6.77 年	8.36 年
2010 年	7.56 年	9.62 年

出典：財自動車検査登録情報協会

ごみ収集車に積載した際に廃棄物の比重は、表 3-2-5 のとおり設定する。

表 3-2-5 積載時の廃棄物の比重

車種	比重 (t/m <sup>3</sup> )
コンパクター	0.50
コンテナキャリア (リフトタイプ)	0.35
トラクター	0.30
ダンプトラック	0.35

出典：JICA 調査団

新規車両のシフト及びトリップ数は、既存車両のトリップ数を参考として表 3-2-6 のとおりの計画とする。市内に中継施設を持たない4市では、基本的にコンパクターを2トリップとした。

表 3-2-6 対象4都市における新規車両（コンパクター）のシフト数及びトリップ数

市	シフト数/日	トリップ数/シフト
ティンブー市	1	2
ブンツォリン市	1	2
ゲレフ市	1	1
サムドゥブジョンカル市	サムドゥブジョンカル地区 デワタン地区	1 1

出典：JICA 調査団

a) 計画年次における既存機材の収集運搬能力

2019年の既存車両の評価及び計画年次である2023年時点の既存機材の収集運搬能力は、表 3-2-7 に示すとおりである。既存機材のトリップ数は2とした。算出根拠は添付資料（資料-6-2）に示す。

表 3-2-7 対象4都市における既存車両の2019年の収集能力及び2023年時点の収集運搬能力

	ティンブー市	ブンツォリン市	ゲレフ市	サムドゥブジョンカル市
2019年時点の既存機材台数（廃棄及び故障を含まない）				
コンパクター	9	5	3	2
トラクター	4	0	0	1
ダンプトラック	1	1	1	0
コンテナキャリア	— *	2	0	0
合計	14	8	4	3
2019年時点の既存機材の収集運搬能力（廃棄及び故障を含まない）				
既存機材の収集運搬能力 (t/d)	52.4	31.3	7.6	6.2
2023年時点の既存機材台数（ダンプトラック及びトラクターを含まない）				
コンパクター	5	2	2	2
トラクター	0	0	0	0
ダンプトラック	0	0	0	0
コンテナキャリア	— *	0	0	0
合計	5	2	2	2
2023年時点の既存機材の収集運搬能力（ダンプトラック及びトラクターを含まない）				
既存機材の収集運搬能力 (t/d)	7.1	5.6	2.8	4.2

備考：\*ティンブー市のコンテナキャリアはドロップインセンター設置の資源回収用のコンテナのみを運搬するため、収集運搬能力計算に含めない。

出典：JICA 調査団

なお、ティンブー市では、トラクターによる収集が一部行われているが、山間部に位置するメラカ処分場への搬入も含め、収集運搬の作業効率が低いため、コンパクターに切り替える。

b) 新規調達台数の検討（ティンブー市の調達台数）

新規の収集車両の調達台数の検討結果を表 3-2-8 に示す。エリア毎及び分別種別ごとに新規車両が受け持つごみ収集運搬量を設定して台数を算出している。

表 3-2-8 ティンブー市における調達する収集機材の種類と数量（案）

2023 年の必要収集量 (t/d)		66.9 t/d		
		ドライごみ	ウェットごみ	
		29.2 t/d	37.7 t/d	
2023 年の既存機材の台数（コンパクター）		5 台		
2023 年の既存機材（コンパクター）による収集量 (t/d)		7.1t/d		
2023 年の新規機材による収集量 (t/d)	合計	59.8 t/d (= 66.9 t/d - 7.1t/d)		
	ドライ及びウェットごみの内訳	26.1 t/d	33.7 t/d	
	市の直営及び 地域毎の内訳	市の直営	2.8 t/d	2.1 t/d
		北部	6.9 t/d	6.8 t/d
中部・南部		16.4 t/d	24.8 t/d	
2023 年の新規機材の台数	合計（市全体）		17 台	
	車体容量の内訳	8m <sup>3</sup>	3 台	3 台
		4m <sup>3</sup>	4 台	7 台
	市の直営 車体容量の内訳	8m <sup>3</sup>	0 台	0 台
		4m <sup>3</sup>	1 台	1 台
	北部地区 車体容量の内訳	8m <sup>3</sup>	1 台	0 台
		4m <sup>3</sup>	1 台	3 台
	中部・南部 地区 車体容量の内訳	8m <sup>3</sup>	2 台	3 台
4m <sup>3</sup>		2 台	3 台	

出典：JICA 調査団

(3) ドロップインセンター用機材計画

1) ドロップインセンターの整備計画

ティンブー市は、住民参加型リサイクル活動の強化の目的で、市内 10 カ所のドロップインセンターの整備計画があり、そのうち、既存のケルキドロップインセンターを含め、4 カ所のセンターについては 2020 年 6 月を目途に整備する予定である。土地（市・国有地）や建屋等は市が手配・整備し、本事業では必要機材としてコンテナキャリア及びコンテナを調達する予定である。

ティンブー市は、現在 3 台のコンテナキャリアを所有しているが（1 台は市が運用、2 台はクリーンシティ社及びグリーンナーウェイ社に貸与）、いずれも車齢が古く、更新対象の機材である。なお、各ドロップインセンターでは、それぞれ 6 個（4m<sup>3</sup>）のコンテナを設置する計画である。

2019 年の既存車両（コンテナキャリア）の評価と、計画年次である 2023 年時点の収集運搬能力を表 3-2-9 に示す。算出根拠は添付資料（資料-6-2）に示す。

表 3-2-9 既存車両（コンテナキャリア）の 2019 年の収集能力及び  
2023 年時点の収集運搬能力（ティンブー市）

	台数または運搬量
2019 年時点の既存機材台数（廃棄及び故障を含まない）	
コンテナキャリア	3
合計	3
2019 年時点の既存機材の収集運搬能力（廃棄及び故障を含まない）	
既存機材の収集運搬能力 (t/d)	4.3
2023 年時点の既存機材台数	
コンテナキャリア	0
合計	0
2023 年時点の既存機材の収集運搬能力	
既存機材の収集運搬能力 (t/d)	0

出典：JICA 調査団

## 2) 新規調達機材の検討

新規に調達するコンテナキャリアは、ドロップインセンター（4カ所）の運用機材として位置付けており、現況と同様、市直営の1台及び民間企業2社用（北部地区、中・南部地区）の2台の、合計3台の調達とする。また、コンテナについては、4カ所 x 6個/カ所=24個の調達とする。

## (4) 最終処分場運用機材

### 1) 最終処分場運用計画

最終処分場運用計画を以下に示し、最終処分場運用機材に求められる計画作業量を表 3-2-10 に示す。

#### 【最終処分場運用計画】

- 受け入れ時間は午前9時から午後6時までの9時間とする。
- 重機の稼働時間は最大6時間とする。
- 覆土量は埋立ごみ量の10%（ごみ層2mごとに、20cmの覆土を行う）とする。
- ごみの埋立作業重機は、①ごみ・覆土敷均し転圧機材、②覆土掘削機材、③覆土運搬機材を基本とする。ただし、②及び③については、既存の機材を活用する。

**表 3-2-10 ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量**

項目	ティンプー	備考
a. ごみ搬入量 (t/d)	60.5	
b. ごみ比重 (敷均し・転圧前)	0.5	
c. ごみ埋立量 (敷均し・転圧前) (m <sup>3</sup> /d)	121	=a / b
d. 覆土量 (敷均し・転圧後) (m <sup>3</sup> /d)	12	c x 10%
e. 計画作業量		
e-1. ごみ・覆土転圧機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	133	=c+d
e-2. 覆土掘削・運搬機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	12	=d

出典：JICA 調査団

## 2) 最終処分場運用機材の調達方針

### a) 機材の選定方針

ごみ・覆土敷均し転圧機材は、①最終処分場が谷部に立地しており、最終処分場の下流側に幹線道路が走っていることから、転圧による埋立地の安定化が求められていること、②最終処分場容量が限られていることから、転圧による容量の確保が求められることから、十分な転圧能力を有する21トンクラス以上のブルドーザーとする。

### b) 機材の種類を選定

ごみ埋立作業用機材の種類を設計方針と計画条件から表 3-2-11 のように選定した。

**表 3-2-11 埋立作業用機材の選定（ティンプー市）**

市	計画条件			ごみ埋立作業用機材
	ごみ・覆土埋立量 (m <sup>3</sup> /d)	地形	最終処分場容量	ごみ・覆土敷均し転圧機材
ティンプー	133	谷部	限定的	ブルドーザー

出典：JICA 調査団

### c) 機材能力の設定

ごみ埋立作業用の機材の標準作業量は我が国の各指針\*1を基に以下のように算出する(\*1:国土交通省土木工事積算基準、道路土工 施工指針)。

#### 【標準作業量の算出方法】

- 1) ブルドーザー  
21 トン級ブルドーザー：600 m<sup>3</sup>/d

### 3) 埋立作業用機材の調達計画

最終処分場の埋立作業用機材の調達計画を表 3-2-12 に示す。

表 3-2-12 埋立作業用機材の調達計画 (ティンブー市)

項目	計画作業量 (m <sup>3</sup> /d)	新規機材						備考
		台数 (台)	規格	標準作業量		作業時間 (h)	作業量 (m <sup>3</sup> /d)	
				作業時間 (m <sup>3</sup> /h)	作業量 (m <sup>3</sup> /d)			
ごみ・覆土敷均し 転圧機材	133	1	20トンクラス	—	600	4	133	午前・午後の 2回稼働

注：国交省の積算基準の掲載値から21トンで検討し、メーカ製品の種類から仕様は20トンとした  
出典：JICA 調査団

### 4) 最終処分場運用機材まとめ

埋立作業用の調達機材を表 3-2-13 に示す。

表 3-2-13 埋立作業用の調達機材まとめ

市名	機材名	規格	台数	備考
ティンブー	ブルドーザー	20トン以上	1台	覆土、敷き均し

出典：JICA 調査団

## 3-2-2-2 プンツォリン市

### 3-2-2-2-1 基本方針

プンツォリン市におけるごみ収集車両及び廃棄物管理に係るその他車両等の基本方針は以下のとおりである。

- 目標年次の2023年におけるごみ収集率は95% (表 3-2-14 参照)、2030年におけるごみ収集率を100%とした。
- コンテナからごみが溢れ出て周辺に散乱している不衛生な状況から、プンツォリン市ではコンパクター等による戸別収集が適切な収集方法であると考えられる。
- プンツォリン市には狭い道路や急峻な道路が多いことを勘案し、調達するコンパクターは小型(4m<sup>3</sup>)の車両とする。
- プンツォリン市中心部における主要道路は一方通行で駐車スペースが限られているため、収集作業に必要な作業スペースも限られている。そのため、小型コンパクターが適切である。
- 収集車両への負荷を減らし、収集車両を長い間適切に運用するため、作業員のシフトを1

シフトとし、収集車両の稼働時間を1日6時間程度に抑える必要がある。

- 上記と同様の理由から、収集車両の平均トリップ数は2トリップとする必要がある。
- 集合住宅、市場や公共施設等を始めとする多くのごみが発生し、排出される施設では現在コンテナ収集が行われているが、廃止する方向である。
- プンツォリン市の現在使用している車両基地において、交換部品や維持管理ツールを保管する建物を新たに整備する必要がある。
- ペカシン処分場ではごみを収集車両から排出する際、丘の上から斜面に向かって排出しており、地滑りが起きる危険がある。最終処分場を適切に運用するために、適切な最終処分場運用機材についても考慮する必要がある。

### 3-2-2-2 機材基本計画

#### (1) ごみ量・ごみフロー

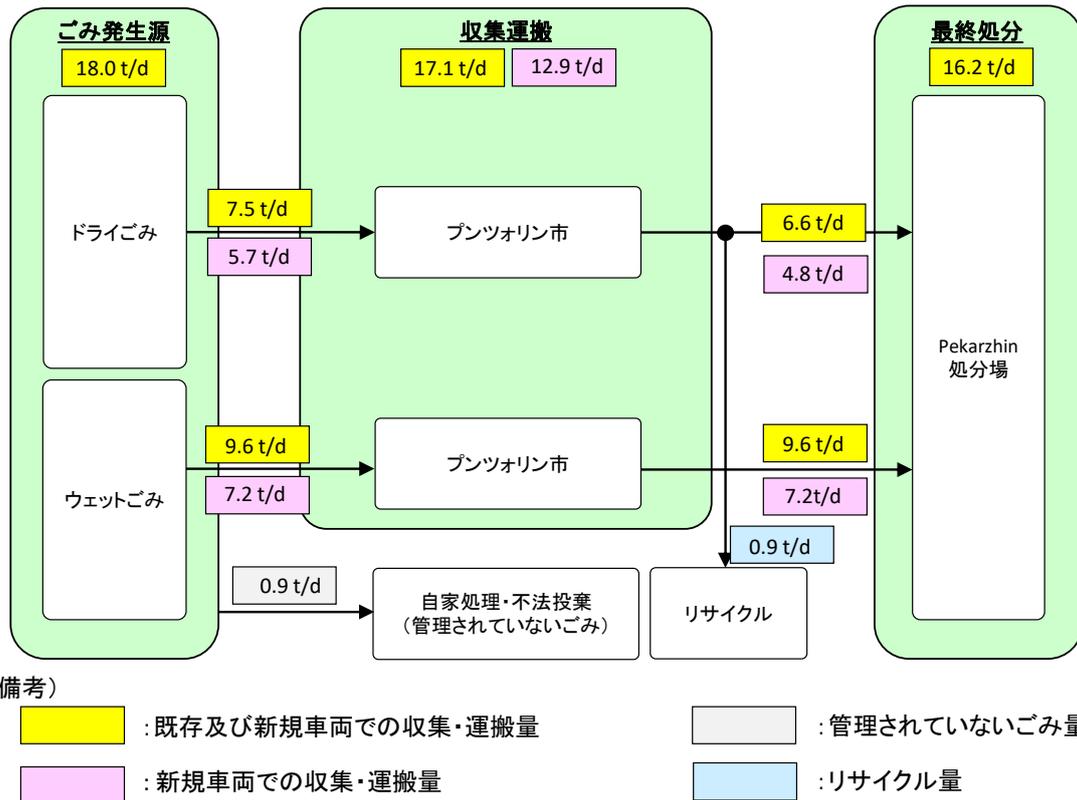
目標年次の2023年におけるごみ発生量と目標収集量を表3-2-14に示す。目標収集率は2023年で95%、2030年で100%とした。

**表 3-2-14 プンツォリン市における2023年のごみ発生量、目標収集率と収集量**

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
人口	27,658	27,962	28,270	28,581	28,895	29,213	29,534	29,859	30,188	30,520	30,855	31,195	31,538	31,885
ごみ発生量 (t/d)	14.7	14.8	15.0	15.1	15.3	15.5	15.7	15.8	16.0	16.2	16.4	16.5	16.7	16.9
フローティング人口より発生するごみ量 (15%) (t/d)	2.2	2.2	2.2	2.3	2.3	2.3	2.3	2.4	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.5
合計 (t/d)	16.9	17.0	17.2	17.4	17.6	17.8	18.0	18.2	18.4	18.6	18.8	19.0	19.2	19.4
(内訳)	ドライごみ (t/d)	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.9	8.0	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5
	ウェットごみ (t/d)	9.5	9.6	9.7	9.8	9.9	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8	11.0
収集率(%) 現状/目標			89%				95%							100%
収集量 (t/d)			15.3				17.1							19.4
(内訳)	ドライごみ (t/d)			3.7			7.5							8.5
	ウェットごみ (t/d)			3.0			9.6							11.0
	混合ごみ (t/d)			8.6			0.0							0.0

出典：JICA 調査団

2023年におけるプンツォリン市におけるごみフローは図3-2-2のように推計される。



出典：JICA 調査団

図 3-2-2 プンツォリン市のごみフロー (2023 年)

## (2) 廃棄物収集運搬機材計画

### 1) 廃棄物収集運搬機材の調達数量計算方法

廃棄物収集運搬機材の調達数量計算手法は前項 3-2-2-1-2 (2)に示したとおりである。

### 2) 新規調達機材の検討

#### a) 廃棄物収集運搬機材

プンツォリン市における新規の収集車両の調達台数の検討結果を表 3-2-15 に示す。分別種別ごとに新規車両が受け持つごみ収集運搬量を設定して台数を算出している。

表 3-2-15 プンツォリン市における調達する収集機材の種類と数量 (案)

2023 年の必要収集量 (t/d)		17.1 t/d		
		ドライごみ	ウェットごみ	
		7.5 t/d	9.6 t/d	
2023 年の既存機材の台数		2 台		
2023 年の既存機材による収集量 (t/d)		5.6 t/d		
2023 年の新規機材による収集量 (t/d)	合計	11.5 t/d (= 17.1 t/d - 5.6 t/d)		
	ドライ及びウェットごみの内訳	5.0 t/d	6.5 t/d	
2023 年の新規機材の台数	合計	5 台		
	車体容量の内訳	8m <sup>3</sup>	0 台	0 台
		4m <sup>3</sup>	2 台	3 台

備考：1. ドライごみとウェットごみの割合はごみ組成に基づいて想定している。  
2. ドライごみとウェットごみの収集にはそれぞれ専用のコンパクターを用いる。

出典：JICA 調査団

**b) 維持管理用ツール**

ブンツォリン市に調達する維持管理用ツールは1組とする。

**(3) 最終処分場運用機材**

**1) 最終処分場運用計画**

ブンツォリン市のペカシン処分場の運営計画を以下に示し、最終処分場運用機材に求められる計画作業量を表 3-2-16 に示す。

**【最終処分場運用計画】**

- 受け入れ時間は午前9時から午後5時までの8時間とする。
- 重機の稼働時間は最大6時間とする。
- 覆土量は埋立ごみ量の10%（ごみ層2mごとに、20cmの覆土を行う）とする。
- ごみの埋立作業重機は、①ごみ・覆土敷均し転圧機材、②覆土掘削機材、③覆土運搬機材を基本とする。

**表 3-2-16 ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量（ブンツォリン市）**

項目	ブンツォリン	備考
a. ごみ搬入量 (t/d)	16.2	
b. ごみ比重 (敷均し・転圧前)	0.5	
c. ごみ埋立量 (敷均し・転圧前) (m <sup>3</sup> /d)	32.4	=a / b
d. 覆土量 (敷均し・転圧後) (m <sup>3</sup> /d)	3.2	c x 10%
e. 計画作業量		
e-1. ごみ・覆土転圧機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	35.6	=c+d
e-2. 覆土掘削・運搬機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	3.2	=d

出典：JICA 調査団

**2) 最終処分場運用機材の調達方針**

**a) 機材の選定方針**

- ① ペカシン処分場は、搬入量 16.2t/d（2023 年予測）の小規模な最終処分場であることから、最終処分場運用機材は、ごみの各種埋立作業（ごみ・覆土の転圧、部分敷均し、覆土の採取）に1台で対応できる機材として、エクスカベーターを選定する。
- ② 覆土は場内で採取することとするが、場外で採取する場合は、エクスカベーターは覆土の運搬が出来ないことから、定期的にダンプトラックを借り上げて実施する。
- ③ ペカシン処分場では、旧埋立エリアの掘り起こしによるリハビリ作業を予定しており、エクスカベーターは当該作業にも活用する。
- ④ なお、ペカシン処分場では山の斜面の上から下への落とし込みによる処分を行っているが、斜面崩壊による人身事故等の危険性があるため安全な埋立方式に改める必要がある。これについてはソフトコンポーネントで埋立指導を行う。

**b) 機材の種類を選定**

ごみ埋立作業用機材の種類を設計方針と計画条件から表 3-2-17 のように選定した。

表 3-2-17 埋立作業用機材の選定（プンツォリン市）

市名	計画条件			ごみ埋立作業用機材		
	ごみ・覆土埋立 量 (m <sup>3</sup> /d)	地形	最終処分場容量	ごみ・覆土の 転圧、部分敷 均し機材	覆土 掘削機材	旧埋立エリア の掘起し
プンツォリン	35.6	山の斜面	約 10 年	エクスカベーター		

出典：JICA 調査団

### c) 機材能力の設定

ごみ埋立作業用の機材の標準作業量は我が国の各指針\*1を基に以下のように算出する（\*1：国土交通省土木工事積算基準、道路土工 施工指針）。

#### 【標準作業量の算出方法】

##### 1) エクスカベーター

以下の式により、標準作業量を算出する。

$$Q = 3,600 \times q_0 \times K \times f \times E / C_m$$

Q: 運転時間当たりの作業量 (m<sup>3</sup>/h)、q<sub>0</sub>: バケット容量 (m<sup>3</sup>)、K: バケット係数 (0.8)、f: 土量換算係数 (1.0/1.25)、E: 作業効率 (0.8)、C<sub>m</sub>: サイクルタイム (ごみ・覆土の敷均し作業：83 sec、覆土掘削作業：36 sec) ( ) 内：採用した値

バケット容量 0.8 m<sup>3</sup> の場合、ごみ・覆土の敷均し作業及び覆土掘削作業量は、それぞれ以下のとおり、17.8 m<sup>3</sup>/h と 41.0 m<sup>3</sup>/h になる。

$$Q = 3,600 \times 0.8 \times 0.8 \times (1.0/1.25) \times 0.8 / 83 = 17.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 3,600 \times 0.8 \times 0.8 \times (1.0/1.25) \times 0.8 / 36 = 41.0 \text{ m}^3/\text{h}$$

##### 3) 埋立作業用機材の調達計画

最終処分場の埋立作業用機材の調達計画を表 3-2-18 に示す。

表 3-2-18 埋立作業用機材の調達計画（プンツォリン市）

項目	計画作業量 (m <sup>3</sup> /d)	新規機材				
		台数 (台)	規格	標準作業量		作業時間 (h)
				(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /d)	
ごみ・覆土敷均し機材	35.6	1	0.8m <sup>3</sup> バケット	17.8	—	2.0
覆土掘削機材	3.2			41.0	—	0.1
合計	—	—	—	—	—	2.1

出典：JICA 調査団

なお、旧埋立エリアの掘り起こしによる最終処分場のリハビリ作業については、上表の埋立作業の時間外に実施することとする。

##### 4) 最終処分場運用機材まとめ

埋立作業用の調達機材一覧を表 3-2-19 に示す。

表 3-2-19 埋立作業用の調達機材まとめ（プンツォリン市）

市名	機材名	規格	台数	備考
プンツォリン	エクスカベーター	150HP 以上	1 台	ごみ・覆土の転圧、部分敷均し、覆土採取、旧埋立エリアの掘起し

出典：JICA 調査団

### 3-2-2-3 ゲレフ市

#### 3-2-2-3-1 基本方針

ゲレフ市におけるごみ収集車両及び廃棄物管理に係るその他車両等の基本方針は以下のとおりである。

- 目標年次の 2023 年におけるごみ収集率は 95%（表 3-2-20 参照）、2030 年におけるごみ収集率を 100%とした。
- コンパクターによるベルシステムを用いた戸別収集はゲレフ市に最適な収集方法である。ダンプトラック収集はごみを集積する作業が非効率的であることから廃止すべきである。
- ゲレフ市では発生源での 2 分別（ドライごみとウェットごみ）を推進していることから、これに適用した収集サービスを基本に機材を整備する。
- ゲレフ市には狭い道路や急峻な道路が多いことを勘案し、調達するコンパクターは小型（4m<sup>3</sup>）の車両とする。
- 上記に加え、ゲレフ市中心部における主要道路は一方通行で駐車スペースが限られているため、収集作業に必要な作業スペースも限られている。そのため、小型コンパクターが適切である。
- 収集車両への負荷を減らし、収集車両を長い間適切に運用するため、作業員のシフトを 1 シフトとし、収集車両の稼働時間を 1 日 6 時間程度に抑える必要がある。ゲレフ市では現状の収集システムを継続し、1 日当たり 1 シフト 1 トリップとすることが望まれる。
- 交換部品や維持管理ツールを保管する場所を整備する必要がある。ゲレフ市が現在使用している車両基地はやや狭いため、民間業者に貸し出している別の車両基地を 2019 年末までに市に戻し、本事業で調達する機材の車両基地として使用する案がある。その場合、同車両基地には交換部品や維持管理ツールの保管場所が現時点では未整備のため、今後整備する必要がある。
- プアー処分場を適切に運用するために、適切な最終処分場運用機材についても考慮する必要がある。

#### 3-2-2-3-2 機材基本計画

##### (1) ごみ量・ごみフロー

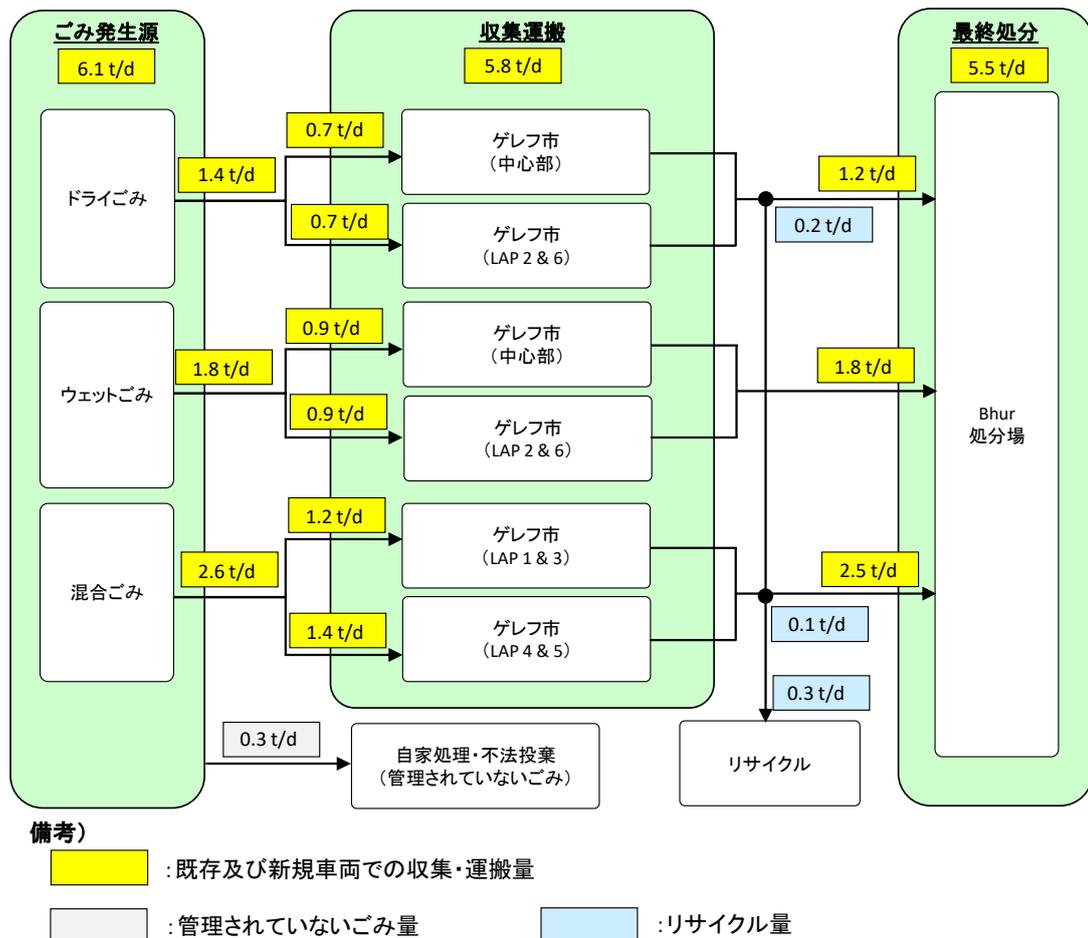
目標年次の 2023 年におけるごみ発生量と目標収集量を表 3-2-20 に示す。目標収集率は 2023 年で 95%、2030 年で 100%とした。

表 3-2-20 ゲレフ市における 2023 年のごみ発生量、目標収集率と収集量

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
人口	9,858	9,876	9,894	9,911	9,929	9,947	9,965	9,983	10,001	10,019	10,037	10,055	10,073	10,091
ごみ発生量 (t/d)	5.2	5.2	5.2	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3
フローティング人口より発生するごみ量 (15%) (t/d)	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
合計 (t/d)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.1	6.2
(内訳)	ドライごみ (t/d)	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7	2.7
	ウェットごみ (t/d)	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5
収集率 (%) 現状/目標			90%				95%							100%
収集量 (t/d)			5.4				5.8							6.2
(内訳)	ドライごみ (t/d)			0.9			1.4							2.7
	ウェットごみ (t/d)			0.6			1.8							3.5
	混合ごみ (t/d)			3.9			2.6							0.0

出典：JICA 調査団

2023 年におけるゲレフ市におけるごみフローは図 3-2-3 のように推計される。



出典：JICA 調査団

図 3-2-3 ゲレフ市のごみフロー (2023 年)

## (2) 廃棄物収集運搬機材計画

### 1) 廃棄物収集運搬機材の調達数量計算方法

廃棄物収集運搬機材の調達数量計算手法は前項 3-2-2-1-2 (2)に示したとおりである。

### 2) 新規調達機材の検討

#### a) 廃棄物収集運搬機材

ゲレフ市における新規の収集車両の調達台数の検討結果を表 3-2-21 に示す。分別種別ごとに新規車両が受け持つごみ収集運搬量を設定して台数を算出している。

表 3-2-21 ゲレフ市における調達する収集機材の種類と数量 (案)

2023 年の必要収集量 (t/d)		5.8 t/d	ドライごみ	ウェットごみ
収集エリアごとの内訳	中心部	1.6 t/d	0.7 t/d	0.9 t/d
	LAP 1 & 3	1.2 t/d	1.2 t/d (混合ごみ)	
	LAP 2 & 6	1.6 t/d	0.7 t/d	0.9 t/d
	LAP 4 & 5	1.4 t/d	1.4 t/d (混合ごみ)	
2023 年の新規機材台数	合計		6 台 (新規機材：4 台、既存機材：2 台)	
	中心部	4m <sup>3</sup>	1 台	1 台
	LAP 1 & 3	7m <sup>3</sup>	1 台 (既存機材)	
	LAP 2 & 6	4m <sup>3</sup>	1 台	1 台
	LAP 4 & 5	7m <sup>3</sup>	1 台 (既存機材)	

備考：1. ドライごみとウェットごみの割合はごみ組成に基づいて想定している。

2. それぞれの LAP での収集における分別収集（ドライごみとウェットごみ）は専用のコンパクターを用いる。

出典：JICA 調査団

#### b) 維持管理用ツール

ゲレフ市に調達する維持管理用ツールは 1 組とする。

## (3) 最終処分場運用機材計画

### 1) 最終処分場運用計画

ゲレフ市のブアー処分場の運営計画を以下に示し、最終処分場運用機材に求められる計画作業量を表 3-2-22 に示す。

#### 【最終処分場運用計画】

- 受け入れ時間は午前 7 時半から午後 4 時までの 8 時間半とする。
- 重機の稼働時間は最大 6 時間とする。
- 覆土量は埋立ごみ量の 10%（ごみ層 2m ごとに、20cm の覆土を行う）とする。
- ごみの埋立作業重機は、①ごみ・覆土敷均し転圧機材、②覆土掘削機材、③覆土運搬機材を基本とする。

表 3-2-22 ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量（ゲレフ市）

項目	ゲレフ	備考
a. ごみ搬入量 (t/d)	5.5	
b. ごみ比重 (敷均し・転圧前)	0.5	
c. ごみ埋立量 (敷均し・転圧前) (m <sup>3</sup> /d)	11.0	=a / b
d. 覆土量 (敷均し・転圧後) (m <sup>3</sup> /d)	1.1	c x 10%
e. 計画作業量		
e-1. ごみ・覆土転圧機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	12.1	=c+d
e-2. 覆土掘削・運搬機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	1.1	=d

出典：JICA 調査団

## 2) 最終処分場運用機材の調達方針

### a) 機材の選定方針

- ① ブアー処分場は、搬入量 5.5 t/d (2023 年予測) の小規模な最終処分場であることから、最終処分場運用機材は、ごみの各種埋立作業（ごみ・覆土の敷均し、覆土の採取・運搬）に 1 台で対応できる汎用性のある機材として、バックホーローダーを選定する。
- ② バックホーローダーは、ごみ・覆土の転圧が出来ないことから、定期的にブルドーザーを借り上げて、締固めを実施する。
- ③ 雨季においてはアクセス道路のぬかるみ等で収集車が埋立エリアまで搬入できないケースが報告されている。雨季におけるアクセス道路の整備もバックホーローダーで行う。
- ④ 現状では山の中腹の平地に処分を行っているが、今後は、浸出水調整池として整備されたエリアに搬入して、セル方式による埋立処分を推奨する。これについては、ソフトコンポーネントで埋立指導を行う。

### b) 機材の種類を選定

ごみ埋立作業用機材の種類を設計方針と計画条件から表 3-2-23 のように選定した。

表 3-2-23 埋立作業用機材の選定（ゲレフ市）

市名	計画条件			ごみ埋立作業用機材		
	ごみ・覆土埋立量 (m <sup>3</sup> /d)	地形	最終処分場容量	ごみ・覆土敷均し機材	覆土掘削機材	覆土運搬機材
ゲレフ	12.1	山の斜面	約 10 年	バックホーローダー		

出典：JICA 調査団

### c) 機材能力の設定

ごみ埋立作業用の機材の標準作業量は我が国の各指針\*1 を基に以下のように算出する (\*1：国土交通省土木工事積算基準、道路土工 施工指針)。

#### 【標準作業量の算出方法】

##### 1) バックホーローダー

以下の式により、標準作業量を算出する。

$$Q = 3,600 \times q_0 \times K \times f \times E / C_m$$

Q: 運転時間当たりの作業量 (m<sup>3</sup>/h)、q<sub>0</sub>: バケット容量 (m<sup>3</sup>)、K: バケット係数 (0.8)、f: 土量換算係数 (1.0/1.25)、E: 作業効率 (0.8)、C<sub>m</sub>: サイクルタイム (ごみ・覆土の敷均し作業: 83 sec、覆

<p>土掘削・運搬作業：173 sec) ( ) 内：採用した値</p> <p>バケツ容量 0.8 m<sup>3</sup> の場合、ごみ・覆土の敷均し作業及び覆土掘削・運搬作業量は、それぞれ以下のとおり、17.8 m<sup>3</sup>/h と 8.5 m<sup>3</sup>/h になる。</p> <p><math>Q = 3,600 \times 0.8 \times 0.8 \times (1.0/1.25) \times 0.8 / 83 = 17.8 \text{ m}^3/\text{h}</math></p> <p><math>Q = 3,600 \times 0.8 \times 0.8 \times (1.0/1.25) \times 0.8 / 173 = 8.5 \text{ m}^3/\text{h}</math></p>
---

### 3) 埋立作業用機材の調達計画

最終処分場の埋立作業用機材の調達計画を表 3-2-24 に示す。

表 3-2-24 埋立作業用機材の調達計画（ゲレフ市）

項目	計画作業量 (m <sup>3</sup> /d)	新規機材				
		台数 (台)	規格	標準作業量		作業時間 (h)
				(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /d)	
ごみ・覆土敷均し機材	12.1	1	0.8m <sup>3</sup> バケツ	17.8	—	0.7
覆土掘削・運搬機材	1.1			8.5	—	0.1
合計	—	—	—	—	—	0.8

出典：JICA 調査団

### 4) 最終処分場調達機材まとめ

埋立作業用の調達機材を表 3-2-25 に示す。

表 3-2-25 埋立作業用の調達機材まとめ（ゲレフ市）

市名	機材名	規格	台数	備考
ゲレフ	バックホーローダー	90HP 以上	1 台	ごみ・覆土の敷均し、覆土掘削・運搬

出典：JICA 調査団

## 3-2-2-4 サムドゥプジョンカル市

### 3-2-2-4-1 基本方針

サムドゥプジョンカル市におけるごみ収集車両及び廃棄物管理に係るその他車両等の基本方針は以下のとおりである。

- 目標年次の 2023 年におけるごみ収集率は 95%（表 3-2-26 参照）、2030 年におけるごみ収集率を 100%とした。
- コンパクターによるベルシステムを用いた戸別収集は、サムドゥプジョンカル市に最適な収集方法である。トラクター収集はごみを集積する作業が非効率的であることから廃止すべきである。
- サムドゥプジョンカル市では、発生源での 2 分別（ドライごみとウェットごみ）を行っていることから、これに適用した収集サービスを基本に機材を整備する。
- サムドゥプジョンカル地区における中心部やデワタン地区には狭い道路や急峻な道路が多いことを勘案し、調達するコンパクターは小型（4m<sup>3</sup>）の車両とする。
- 上記に加え、サムドゥプジョンカル市中心部における主要道路は一方通行で駐車スペースが限られているため、収集作業に必要な作業スペースも限られている。そのため、小型コ

ンパクターが適切である。

- 収集車両への負荷を減らし、収集車両を長い間適切に運用するため、作業員のシフトを1シフトとし、収集車両の稼働時間を1日6時間程度に抑える必要がある。サムドゥブジョンカル地区では1日当たり1シフト2トリップとし、デワタン地区は中心部から非常に遠く、山間部に位置していることから、1日当たり1シフト1トリップが適切である。
- 本無償資金協力にて調達する車両を駐車する車両基地及び交換部品や維持管理ツールを保管する建物を新たに建設する必要がある。
- タシポト処分場を適切に運用するために、適切な最終処分場運用機材についても考慮する必要がある。

### 3-2-2-4-2 機材基本計画

#### (1) ごみ量・ごみフロー

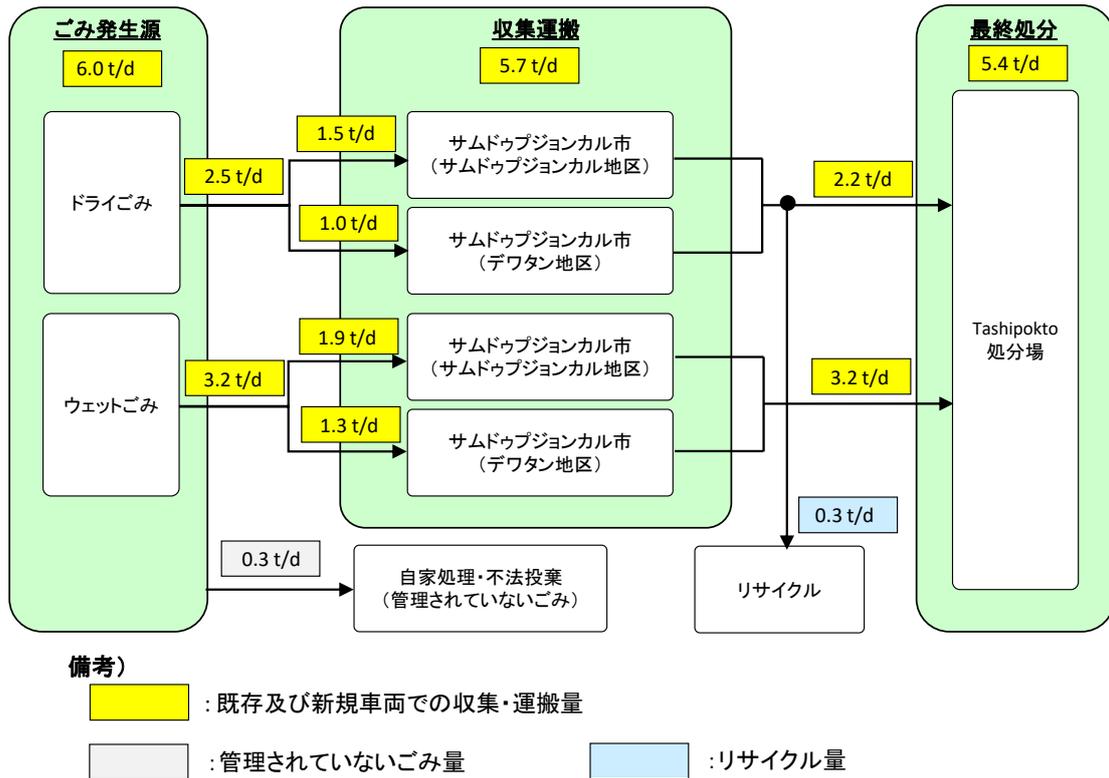
目標年次の2023年におけるごみ発生量と目標収集量を表3-2-26に示す。目標収集率は2023年で95%、2030年で100%とした。

表 3-2-26 サムドゥブジョンカル市における2023年のごみ発生量、目標収集率と収集量

年	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
人口	9,325	9,415	9,505	9,596	9,688	9,781	9,875	9,970	10,066	10,162	10,260	10,358	10,458	10,558
ごみ発生量 (t/d)	4.9	5.0	5.0	5.1	5.1	5.2	5.2	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5	5.5	5.6
フローティング人口より発生するごみ量 (15%) (t/d)	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
合計 (t/d)	5.7	5.7	5.8	5.8	5.9	6.0	6.0	6.1	6.1	6.2	6.3	6.3	6.4	6.4
(内訳)	ドライごみ (t/d)	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.6	2.6	2.7	2.7	2.7	2.8	2.8	2.8
	ウェットごみ (t/d)	3.2	3.2	3.3	3.3	3.3	3.4	3.4	3.4	3.5	3.5	3.5	3.6	3.6
収集率 (%) 現状/目標			88%				95%							100%
収集量 (t/d)			5.1				5.7							6.4
(内訳)	ドライごみ (t/d)			3.6			2.5							2.8
	ウェットごみ (t/d)			1.3			3.2							3.6
	混合ごみ (t/d)			0.2			0.0							0.0

出典：JICA 調査団

2023年におけるサムドゥブジョンカル市におけるごみフローは図3-2-4のように推計される。



出典：JICA 調査団

図 3-2-4 サムドゥブジョンカル市のごみフロー (2023 年)

## (2) 廃棄物収集運搬機材計画

### 1) 廃棄物収集運搬機材の調達数量計算方法

廃棄物収集運搬機材の調達数量計算手法は前項 3-2-2-1-2 (2)に示したとおりである。

### 2) 新規調達機材の検討

#### a) 廃棄物収集運搬機材

サムドゥブジョンカル市における新規の収集車両の調達台数の検討結果を表 3-2-27 に示す。分別種別ごとに新規車両が受け持つごみ収集運搬量を設定して台数を算出している。

表 3-2-27 サムドゥブジョンカル市における調達する収集機材の種類と数量 (案)

2023 年の必要収集量 (t/d)		5.7 t/d	ドライごみ	ウェットごみ
収集エリアごとの内訳	サムドゥブジョンカル地区	3.4 t/d	1.5 t/d	1.9 t/d
	デワタン地区	2.3 t/d	1.0 t/d	1.3 t/d
2023 年の新規機材台数	合計		4 台 (新規機材：2 台、既存機材：2 台)	
	サムドゥブジョンカル地区	4m <sup>3</sup>	1 台 (既存機材)	1 台 (新規機材)
	デワタン地区	4m <sup>3</sup>	1 台 (既存機材)	1 台 (新規機材)

備考：1. ドライごみとウェットごみの割合はごみ組成に基づいて想定している。

2. サムドゥブジョンカル地区及びデワタン地区での収集における分別収集はそれぞれ専用のコンパクターを用いる。

出典：JICA 調査団

b) 維持管理用ツール

サムドゥブジョンカル市に調達する維持管理用ツールは1組とする。

(3) 最終処分場運用機材計画

1) 最終処分場運用計画

サムドゥブジョンカル市のタシポト処分場の運営計画を以下に示し、最終処分場運用機材に求められる計画作業量を表 3-2-28 に示す。

【最終処分場運用計画】

- 受け入れ時間は午前9時から午後5時までの8時間とする。
- 重機の稼働時間は最大6時間とする。
- 覆土量は埋立ごみ量の10%（ごみ層2mごとに、20cmの覆土を行う）とする。
- ごみの埋立作業重機は、①ごみ・覆土敷均し転圧機材、②覆土掘削機材、③覆土運搬機材を基本とする。

表 3-2-28 ごみ埋立量及び最終処分場運用機材の計画作業量（サムドゥブジョンカル市）

項目	サムドゥブジョンカル	備考
a. ごみ搬入量 (t/d)	5.4	
b. ごみ比重 (敷均し・転圧前)	0.5	
c. ごみ埋立量 (敷均し・転圧前) (m <sup>3</sup> /d)	10.8	=a / b
d. 覆土量 (敷均し・転圧後) (m <sup>3</sup> /d)	1.1	c x 10%
e. 計画作業量		
e-1. ごみ・覆土転圧機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	11.9	=c+d
e-2. 覆土掘削・運搬機材の作業量 (m <sup>3</sup> /d)	1.1	=d

出典：JICA 調査団

2) 最終処分場運用機材の調達方針

a) 機材の選定方針

- ① タシポト処分場は、搬入量 5.4 t/d (2023 年予測) の小規模な最終処分場であることから、最終処分場運用機材は、ごみの各種埋立作業（ごみ・覆土の敷均し、覆土の採取・運搬）に1台で対応できる汎用性のある機材として、バックホーローダーを選定する。
- ② バックホーローダーは、ごみ・覆土の転圧が出来ないことから、定期的にブルドーザーを借り上げて、締固めを実施する。
- ③ 雨季においてはアクセス道路のぬかるみ等で収集車が埋立エリアまで搬入できないケースが報告されている。雨季におけるアクセス道路の整備もバックホーローダーで行う。
- ④ なお、タシポト処分場では山の斜面の上から下への落とし込みによる処分を行っているが、斜面崩壊による人身事故等の危険性があるため安全な埋立方式に改める必要がある。これについては、ソフトコンポーネントで埋立指導を行う。

b) 機材の種類選定

ごみ埋立作業用機材の種類を設計方針と計画条件から表 3-2-29 のように選定した。

表 3-2-29 埋立作業用機材の選定（サムドゥブジョンカル市）

市名	計画条件			ごみ埋立作業用機材		
	ごみ・覆土埋立 量 (m <sup>3</sup> /d)	地形	最終処分場容量	ごみ・覆土敷 均し機材	覆土 掘削機材	覆土 運搬機材
サムドゥブ ジョンカル	11.9	山の斜面	10年以上	バックホーローダー		

出典：JICA 調査団

### c) 機材能力の設定

ごみ埋立作業用の機材の標準作業量は我が国の各指針\*1を基に以下のように算出する（\*1：国土交通省土木工事積算基準、道路土工 施工指針）。

#### 【標準作業量の算出方法】

##### 1) バックホーローダー

以下の式により、標準作業量を算出する。

$$Q = 3,600 \times q_0 \times K \times f \times E / C_m$$

Q: 運転時間当たりの作業量 (m<sup>3</sup>/h)、q<sub>0</sub>: バケット容量 (m<sup>3</sup>)、K: バケット係数 (0.8)、f: 土量換算係数 (1.0/1.25)、E: 作業効率 (0.8)、C<sub>m</sub>: サイクルタイム (ごみ・覆土の敷均し作業：83 sec、覆土掘削・運搬作業：173 sec) ( ) 内：採用した値

バケット容量 0.8 m<sup>3</sup> の場合、ごみ・覆土の敷均し作業及び覆土掘削・運搬作業量は、それぞれ以下のとおり、17.8 m<sup>3</sup>/h と 8.5 m<sup>3</sup>/h になる。

$$Q = 3,600 \times 0.8 \times 0.8 \times (1.0/1.25) \times 0.8 / 83 = 17.8 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$Q = 3,600 \times 0.8 \times 0.8 \times (1.0/1.25) \times 0.8 / 173 = 8.5 \text{ m}^3/\text{h}$$

##### 3) 埋立作業用機材の調達計画

最終処分場の埋立作業用機材の調達計画を表 3-2-30 に示す。

表 3-2-30 埋立作業用機材の調達計画（サムドゥブジョンカル市）

項目	計画作業量 (m <sup>3</sup> /d)	新規機材				
		台数 (台)	規格	標準作業量		作業時間 (h)
				(m <sup>3</sup> /h)	(m <sup>3</sup> /d)	
ごみ・覆土敷均し機材	11.9	1	0.8m <sup>3</sup> バケット	17.8	—	0.7
覆土掘削・運搬機材	1.1			8.5	—	0.1
合計	—	—	—	—	—	0.8

出典：JICA 調査団

##### 4) 最終処分場調達機材まとめ

埋立作業用の調達機材を表 3-2-31 に示す。

表 3-2-31 埋立作業用の調達機材まとめ（サムドゥブジョンカル市）

市名	機材名	規格	台数	備考
サムドゥブジョ ンカル	バックホーローダー	90HP 以上	1 台	ごみ・覆土の敷均し、覆土掘削・運搬

出典：JICA 調査団

### 3-2-2-5 優先順位と選定

#### 3-2-2-5-1 ティンブー市における優先順位

ティンブー市における廃棄物管理の現状を考慮し、ごみ収集機材を優先順位 1 位とする。優先順位を表 3-2-32 に示す。

表 3-2-32 ティンブー市における調達機材の優先順位

優先順位	機材
1 位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コンパクター (8m<sup>3</sup> 及び 4m<sup>3</sup>) (スペアパーツを含む)</li> <li>● コンテナキャリア (スペアパーツを含む) 及びコンテナ</li> <li>● 維持管理用及び修理用ツール</li> </ul>
2 位	● メメラカ処分場におけるブルドーザー
3 位	● メメラカ処分場におけるバキュームカー

出典：JICA 調査団

(優先順位 2 位)：処分場にはエクスカベーターと小型のブルドーザーが使われている。処分場のごみを敷均し、転圧するために大型のブルドーザーが必要である。

(優先順位 3 位)：現在、浸出水は一旦処分場にある浸出水貯留池に貯め、その後、バキュームカーを用い下水処理場に搬入し、処理している。バキュームカーは小型であるため、大型のバキュームカーが必要である。しかし、浸出水の量や質や処理方法についても調査及び検討する必要がある。

#### 3-2-2-5-2 プンツォリン市における優先順位

プンツォリン市における廃棄物管理の現状を考慮し、ごみ収集機材を優先順位 1 位とする。優先順位を表 3-2-33 に示す

表 3-2-33 プンツォリン市における調達機材の優先順位

優先順位	機材
1 位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コンパクター (4m<sup>3</sup>) (スペアパーツを含む)</li> <li>● 維持管理用及び修理用ツール</li> </ul>
2 位	● ペカシン処分場におけるエクスカベーター

出典：JICA 調査団

#### 3-2-2-5-3 ゲレフ市における優先順位

ゲレフ市における廃棄物管理の現状を考慮し、ごみ収集機材を優先順位 1 位とする。優先順位を表 3-2-34 に示す。

表 3-2-34 ゲレフ市における調達機材の優先順位

優先順位	機材
1 位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コンパクター (4m<sup>3</sup>) (スペアパーツを含む)</li> <li>● 維持管理用及び修理用ツール</li> </ul>
2 位	● プアー処分場におけるバックホーローダー

出典：JICA 調査団

#### 3-2-2-5-4 サムドゥブジョンカル市における優先順位

サムドゥブジョンカル市における廃棄物管理の現状を考慮し、ごみ収集機材を優先順位 1 位と

する。優先順位を表 3-2-35 に示す。

**表 3-2-35 サムドゥブジョンカル市における調達機材の優先順位**

優先順位	機材
1 位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● コンパクター (4m<sup>3</sup>) (スペアパーツを含む)</li> <li>● 維持管理用及び修理用ツール</li> </ul>
2 位	<ul style="list-style-type: none"> <li>● タシボト処分場におけるバックホーローダー</li> </ul>

出典：JICA 調査団

### 3-2-3 概略設計

#### 3-2-3-1 ティンブー市

##### 3-2-3-1-1 廃棄物収集運搬機材

廃棄物収集運搬機材の概略仕様は以下のとおりである。

##### 1) 小型コンパクター (4m<sup>3</sup>)

- ボディ容量：4m<sup>3</sup> 級
- 車両総重量 (GVW)：7 トン以上
- エンジン：135PS 以上

##### 2) 中型コンパクター (8m<sup>3</sup>)

- ボディ容量：8m<sup>3</sup> 級
- 車両総重量 (GVW)：13 トン以上
- エンジン：240PS 以上

##### 3) コンテナキャリア (リフトタイプ) (コンテナ 4m<sup>3</sup>)

- ボディ容量：4m<sup>3</sup> 級
- 車両総重量 (GVW)：12 トン以上
- エンジン：240PS 以上

##### 3-2-3-1-2 最終処分場運用機材計画

最終処分場運用機材の概略仕様は、以下のとおりである。

##### 1) ブルドーザー

- エンジン最大出力：200 HP
- 運転重量：20 トン級

#### 3-2-3-2 プンツォリン市

##### 3-2-3-2-1 廃棄物収集運搬機材

廃棄物収集運搬機材の概略仕様は以下のとおりである。

1) **小型コンパクター (4 m<sup>3</sup>)**

- ボディ容量：4m<sup>3</sup> 級
- 車両総重量 (GVW)：7 トン以上
- エンジン：135PS 以上

**3-2-3-2-2 最終処分場運用機材**

最終処分場運用機材の概略仕様は、以下のとおりである。

1) **エクスカベーター**

- バケット容量: 0.8m<sup>3</sup>
- エンジン最大出力：150HP

**3-2-3-3 ゲレフ市**

**3-2-3-3-1 廃棄物収集運搬機材**

廃棄物収集運搬機材の概略仕様は以下のとおりである。

1) **小型コンパクター (4 m<sup>3</sup>)**

- ボディ容量：4m<sup>3</sup> 級
- 車両総重量 (GVW)：7 トン以上
- エンジン：135PS 以上

**3-2-3-3-2 最終処分場運用機材**

最終処分場運用機材の概略仕様は、以下のとおりである。

1) **バックホーローダー**

- バケット容量：0.8m<sup>3</sup>
- エンジン最大出力：90 HP

**3-2-3-4 サムドゥブジョンカル市**

**3-2-3-4-1 廃棄物収集運搬機材**

廃棄物収集運搬機材の概略仕様は以下のとおりである。

1) **小型コンパクター (4 m<sup>3</sup>)**

- ボディ容量：4m<sup>3</sup> 級
- 車両総重量 (GVW)：7 トン以上
- エンジン：135PS 以上

### 3-2-3-4-2 最終処分場運用機材

最終処分場運用機材の概略仕様は、以下のとおりである。

#### 1) バックホローローダー

- バケット容量: 0.8m<sup>3</sup>
- エンジン最大出力: 90 HP

### 3-2-4 調達計画

#### 3-2-4-1 調達方針

本プロジェクトの無償資金協力に係る交換公文（以下、E/N）・贈与契約（以下、G/A）締結後、ブータン側と本邦コンサルタントが契約され、実施設計・入札業務・調達監理業務が実施される。実施設計結果に基づく入札図書の完成後、入札によって決定した本邦請負業者と契約を行い、機材調達が実施される。

#### 3-2-4-1-1 事業実施主体

##### (1) 責任機関

本プロジェクトのブータン側責任機関は GNHC である。GNHC は本プロジェクトの責任機関として、日本のコンサルタント及び請負業者と密接な連絡並びに協議を行い、プロジェクトを円滑に実施するための体制を整備する必要がある。

##### (2) 実施機関

本プロジェクトの実施機関は GNHC である。GNHC のもと、直接的に廃棄物管理事業の実施において、整備機材を運営・維持管理するのは対象 4 都市である。MoWHS、NEC は助言・支援機関である。

#### 3-2-4-1-2 コンサルタント

本プロジェクトは、機材調達を推進するため、日本のコンサルタントが GNHC と契約し、本プロジェクトに係る詳細設計と機材調達監理業務を実施する。また、コンサルタントは、入札図書案を作成すると共に、事業実施主体である GNHC の代わりに入札業務を実施する。本プロジェクト実施の各段階におけるコンサルタント業務は以下のとおりである。

##### (1) 詳細設計

概略設計を基に詳細設計を行い、入札図書を作成する。その他、機材仕様書の確認及び入札業者・企業の評価を実施する。また、入札図書の内容に係る技術的な質疑応答や、入札業者の技術プロポーザル部分の評価を実施する。

## (2) 調達監視

コンサルタントは、機材調達監視を実施する。コンサルタントは、調達機材における品質・機能・員数の確認、輸送中における外観上の損傷等の確認等を行う。なお、確認事項に異常が認められた場合、速やかに報告書を作成し、関係者にて対処協議を行う。

### 3-2-4-1-3 請負業者

我が国の無償資金協力の枠組みに基づき、一般公開入札によりブータン側から選定された日本法人の請負業者が、本プロジェクトの機材調達、初期操作指導・運用指導を実施する。請負業者は本プロジェクトの完成後も、引き続きスペアパーツの供給、故障時の対応等のアフターサービスが必要であるため、機材の引き渡し後の連絡調整についても十分に配慮する必要がある。

機材調達の入札に関しては本邦業者による日本製品の調達を原則とするが、一部のメーカーに偏ることのない仕様とし、広く多くの調達業者・メーカーが入札参加できる内容とする。必要に応じて、第三国調達も含める。

### 3-2-4-2 調達上の留意事項

#### 3-2-4-2-1 ブータン側への技術移転

機材調達後に機材供給メーカーは、各市に技術者を派遣し、ブータン側技術者（収集車両の運転者及び車両整備士）に初期操作・運用指導を実施し、技術移転を図る。

#### 3-2-4-2-2 免税手続きについて

本プロジェクトで調達する資機材に関するブータン側の免税手続き（消費税を含む）は表 3-2-36 に示す通り先方負担となる。

表 3-2-36 免税手続きについて

税目	免税	免税方式	根拠法、条項	税率	【免税に必要な情報（手順、申請先、所要期間）】
輸入関税 (Custom duty)	○	事前	Sales tax, custom and excise act of the Kingdom of Bhutan	50%～5%	所管：財務省、国税局 Ministry of Finance, Department of Revenue and Customs 申請書類： ・送り状・パッキングリスト ・GNHC のレター ・免税申請書式 ・E/N、G/A の写し 所要期間：7 営業日
消費税 Sales tax	○	免税	Sales tax, custom and excise act of the Kingdom of Bhutan	50%～5%	所管：経済省・貿易局 Organization in charge: Department of Trade, Ministry of Economic Affairs 申請書類： ・送り状・パッキングリスト、原産地証明書、船荷証券 ・輸入承認書、GNHC のレター ・輸入許可書式 所要期間：7 営業日
グリーン税 Green tax (Grant Aid)	○	免税（還付）	Sales tax, custom and excise act of the Kingdom of Bhutan	3000cc 以上の車両は FOB の 30%	税関では免税とならない。各市が税を支払う。（その額は各市の予算において財務省からの補助金のような枠で必ず認められるので問題ない）（重機はグリーン税の対象外）

出典：JICA 調査団

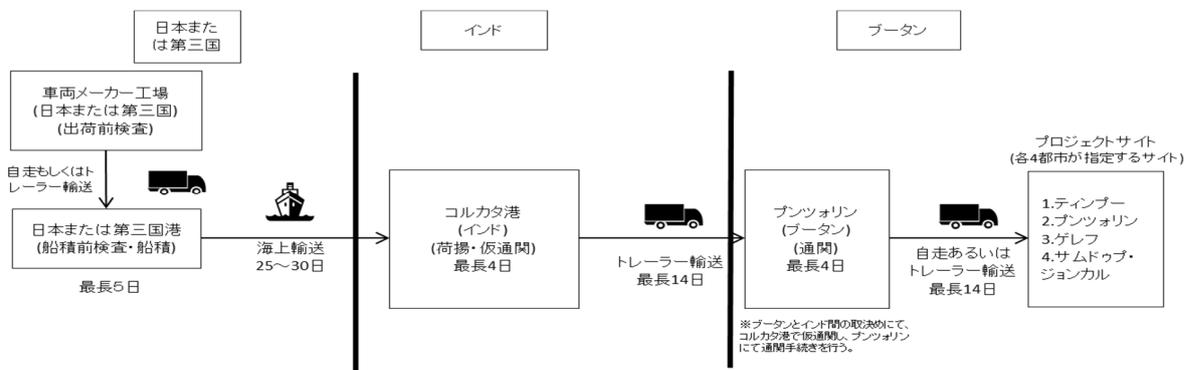
### 3-2-4-2-3 プロジェクトのロット分け

本プロジェクトでは、ティンプー市（20台）、プンツォリン市（5台）、ゲレフ市（4台）、サムドゥブジョンカル市（2台）と地域的に分かれるが、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市はコンパクターの台数が少なく、市ごとにロット分けした場合、各ロットが非常に小規模になり、条件の悪い地方小都市が敬遠されることが懸念される。また、機材種ごとのロット分け（車両：31台と重機：4台で分ける）とすると重機のロットが小規模になり、手続きの煩雑な重機のロットの魅力が薄れることが懸念される。従って、1ロットとした。

### 3-2-4-2-4 輸送計画

機材調達地である日本からインド主要港であるコルカタ港までの調達機材の輸送は、海上輸送が主となり、コルカタ港で仮通関手続きを行い、コルカタ港からプンツォリンの通関まではトレーラー輸送とする。プンツォリン市の通関手続き後、それぞれ対象地域までについてもトレーラー輸送を基本とするが、道路状況（雨季や冬季）等から自走による輸送についても考慮する。また、海上輸送については基本的に RO-RO 船（Roll on/Roll off ship）（自走可能な車両等の輸送に用いられる船舶）を使用する計画とする。

機材調達地である日本または第三国（インドを想定）からブータンまでの所要輸送期間はプンツォリンの通関手続きを含め、最大 60 日程度である。なお、これらの調達機材の輸送には長期間の海上輸送、港の荷揚げ、各プロジェクトサイトまでの内陸輸送並びに保管に十分耐え得る梱包方法を採用する。



出典：JICA 調査団

図 3-2-5 輸送計画

### 3-2-4-2-5 据付工事計画

本プロジェクトにおける調達機材の据付工事は発生しない。全てが船積前に工場で作成しているため、現地での調整や施設の試運転作業は発生しない。海上輸送の際に一部のパーツが取り外されることがあるが、その取付けは通常の納品業務と考えられるため、特段の取付・調整作業の計画はしない。

### 3-2-4-3 調達・据付区分

本プロジェクトが実施された場合の我が国とブータン側の負担区分は、3-3-1 節に示す。

### 3-2-4-4 調達監理計画

我が国の無償資金協力制度に基づき、コンサルタントは概略設計の趣旨を踏まえ、調達監理業務について一貫したプロジェクトチームを編成し、円滑な業務実施を図る。コンサルタントは、機材製品検査、現地初期操作指導及び運用指導等の進捗に併せて専門技術者を派遣し、計画に基づいた運用及び安全管理が実施されるよう努める。以下に主要な調達監理上の留意点を示す。

#### (1) 工程監理

コンサルタントは、請負業者が契約書に明示された業務完了期限を遵守するよう求め、各月毎に進捗監理を行う。工程遅延が予測されるとき、コンサルタントは JICA に報告すると共に請負業者に対して注意を促し、対策案の提出と実施を求める。

#### (2) 品質、出来高管理

コンサルタントは、調達機材が、契約図書に明示されている品質、出来高を満足するよう下記項目に基づき品質・出来高監理を実施する。確認及び照査の結果、品質や出来高の確保が危ぶまれるとき、コンサルタントは直ちに請負業者に訂正、変更、修正を求める。

- 機材仕様書の照査
- 機材の製作図及び仕様書の照査
- 工場検査への立会い又は工場検査結果の照査
- 機材の初期操作指導、調整・運用指導及び検査要領書の照査

#### (3) 機材調達監理の基本方針

本プロジェクトにおける調達機材は物量が多いため輸送日数を考慮するとともに、ブータン側で想定される許認可手続き等にも留意する。また、各地より調達される機材が要求仕様を満たしているか、確実に検査を行い確認する。

### 3-2-4-5 品質管理計画

品質管理は、前述の調達監理と一体として実施される。品質管理計画において、コンサルタントは、製作・納入された機材が、契約図書で要求されている機材の品質、仕様を満足しているか監理する。

#### (1) 工程管理

調達に係る請負業者の工場管理に基づく工程管理として、コンサルタントは請負業者の報告から進捗状況を確認し、必要に応じて工程遵守の警告等を発する。なお、コンサルタントの調達の工程管理として、以下の作業を実施する必要がある。

- 無償資金協力制度で要求される期間と機材製作に必要と考えられる期間を考慮し、必要かつ十分な工期を設定し、機材調達契約条件となる計画工程表を作成する。この計画工程表は入札図書で提示する。
- 入札時に請負業者の提示する工程が工期厳守に十分であることを確認する。
- 計画工程と請負業者の実績を比較しながら工程の進捗状況を確認する。
- 請負業者の工程が計画から大きく遅れてきた場合、請負業者に対する警告を発し、請負業者の工期遵守を促す。また、必要に応じて工期遵守への対応策の検討・提案を行う。

## (2) 品質管理

無償資金協力で調達する調達機材は、工場で作成される。したがって、請負業者の工場の管理に基づく品質管理を原則とし、コンサルタントは完成時の性能検査確認等から機材品質を確認する。なお、コンサルタントは品質管理のため以下の業務を実施する。

- 概略設計を踏まえた機材仕様を入札図書で提示する。
- 入札時に、請負業者の提案する機材が入札図書で規定した仕様を満たしていることを確認する。
- 必要に応じ、入札図書規定より詳細な部分の仕様を請負業者の承認図書等を通じて確認する。
- 工場製作完了時の品質検査への立会い及び検査結果報告書のレビュー等を通して機材の品質を出荷前に確認する。必要に応じて、製品の手直し等を請負業者へ指示する。

### 3-2-4-6 資機材等調達計画

本プロジェクトで調達される機材の調達先は表 3-2-37 の想定により計画する。

**表 3-2-37 本プロジェクトの機材調達先（調達国、原産国）**

機材番号	項目	調達国			原産国		
		日本	現地	第三国	日本	現地	第三国
1-1	小型コンパクター	○			○		
1-2	中型コンパクター	○			○		
1-3	コンテナキャリア	○			○		
2-1	ブルドーザー			○			○
2-2	エクスカベーター	○			○		
2-3	バックホーローダー			○			○
1-4	コンテナ	○			○		
3	維持管理用ツール	○			○		

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-7 初期操作指導・運用指導等計画

#### 3-2-4-7-1 初期操作指導実施計画

機材引渡しの際に、取扱説明及び維持管理に係る説明が必要であり、車両メーカーの技術者（1名）及び重機メーカーの技術者（1名）が行う計画とする。本指導に必要な日数を、積算時点で想定される機種及び地域から計画する。初期操作指導は、対象4都市に対して行うが、効率を考慮して開催することとする。表 3-2-38 に要員計画を示す。

表 3-2-38 初期操作指導に関わるメーカー技術者の要員計画

対象都市	対象機材	作業場所（想定）	所要人工 （車両メーカー1名、 重機メーカー1名）	対象人数	
				ドライバー	メカニック
1.ティンブー市	収集機材 20 台 重機 1 台	ティンブー市	6 日×2 人	約 40 人	約 6 人
2.プンツォリン市	収集機材 5 台 重機 1 台	プンツォリン市	4 日×2 人	約 20 人	約 4 人
3.ゲレフ市	収集機材 4 台 重機 1 台	ゲレフ市	4 日×2 人	約 10 人	約 2 人
4.サムドゥブジョンカル市	収集機材 2 台 重機 1 台	サムドゥブジョンカル市	3 日×2 人	約 10 人	約 2 人
計			17 日×2 人=34 日		

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-7-2 運用指導実施計画

上記の初期操作指導に続き、機材請負業者は、ブータン側受講者に対し定期点検方法、故障時の診断方法、メーカーへの修理依頼手順、連絡方法等、日常の維持管理に必要なノウハウを指導する。機材請負業者は、上記初期操作指導及び運用指導終了後、完了報告書をコンサルタントへ提出する。同報告書の内容がブータン及びコンサルタントによって機材引渡しが可能であることが確認された場合、コンサルタントは、ブータンの承認をもって、機材請負業者へ技術指導完了証明書を発行する。

### 3-2-4-8 ソフトコンポーネント計画

#### 3-2-4-8-1 ソフトコンポーネントを計画する背景

ブータン国では、近年の経済成長に伴い、農村部から都市部への人口流入が進み、経済発展による人々の購買意欲が増進するとともに、輸入品が増加し、生活レベルの向上へ繋がっている。この都市人口の増加と輸入品の増加は廃棄物発生を促している。しかし、不適切な廃棄物管理は生活環境と公衆衛生の悪化を招き、廃棄物管理システムの整備・改善が急務となっている。

本プロジェクトの対象である4主要都市（ティンブー市、プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市）では、廃棄物管理体制の強化に取り組んでいるものの、廃棄物収集機材の不足及び老朽化が大きな問題となっている状況である。上記の状況を踏まえ、分別収集を前提とした適切な廃棄物収集・運搬システムの構築が最も重要な課題として位置づけられている。

#### 3-2-4-8-2 ソフトコンポーネントの目標

本プロジェクトは、地域住民へ廃棄物管理サービスが適切に提供されることを目標としている。ソフトコンポーネントは、本プロジェクトで整備する機材の円滑な導入及び長期間にわたり適正に運営・維持管理するための支援を通じ、対象4市における廃棄物管理能力を向上させて、分別収集を踏まえた効率的な廃棄物収集サービス、安全な埋立処分の実施を実現し、協力成果の持続性を確保することを目的とする。なお、持続性の確保のためにはブータン側の主導で実施することが重要であることから、それぞれの成果について、ブータン側が主体的に関与することに留意する。

### 3-2-4-8-3 ソフトコンポーネントの成果

本プロジェクトは、ソフトコンポーネントの成果を、下記の4項目とする。

- 成果① 整備機材の維持管理能力（予防保全、車両故障時対応、スペアパーツ・消耗品の保管・管理）が向上する。
- 成果② 対象地域の廃棄物の収集・運搬、処分方法が改善する。
- 成果③ 住民の排出源分別に対する意識が高まる。
- 成果④ 廃棄物管理に携わる市職員の労働安全衛生に対する意識が高まる。

### 3-2-4-8-4 ソフトコンポーネントの活動（投入計画）

各成果に対し、表 3-2-39 に示す活動を本ソフトコンポーネントにて実施する。

表 3-2-39 ソフトコンポーネントの活動内容

成果	活動概要
成果①	<b>活動①-1：予防保全技術改善</b> 車両が不具合を起こす前に整備する「予防保全」の意識付け、ルール作り、運転手による日常点検の徹底実施の支援を行う。 <b>活動①-2：車両故障時対応指導</b> 車両修理の必要性・内容の判断支援、修理実施・確認システム改善の指導を行う。 <b>活動①-3：スペアパーツ・消耗品の保管、管理改善</b> スペアパーツ・消耗品の保管、管理改善の指導を行う。
成果②	<b>活動②：収集・運搬及び埋立処分の改善</b> 分別収集を前提とした収集計画（各戸収集、定時・定点収集、曜日収集等）の改訂・実施の指導を行う。整備機材を活用しての安全な埋立処分方法の指導を行う。
成果③	<b>活動③：住民啓発の実施</b> 排出源分別に係る住民意識の向上を目的に、市職員に対する住民啓発のための指導者の育成（Trainer's Training）を行う。具体的には、ティンブー市での JICA・草の根技術協力プロジェクトの成果を他の3市に普及させる。
成果④	<b>活動④：労働安全衛生の徹底指導</b> 作業員の巻き込み事故、大型コンテナ使用の作業など重大事故につながる要因が多数存在するため、今回の機材整備にて運転手・作業員への安全指導を行う。また、労働環境（安全・衛生）改善に関する指導を行う。

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-8-5 成果達成度の確認方法

成果達成度を確認するための成果・指標とその測定方法は表 3-2-40 のとおりである。

表 3-2-40 成果達成度の確認方法

成果	活動	項目	成果	指標	測定方法
成果①	活動①-1	予防保全技術改善	日常及び定期点検が改善される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予防保全指導書が作成される。[対象4市]</li> <li>・ セミナーが実施される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 予防保全指導書[対象4市]</li> <li>・ セミナー記録</li> </ul>
	活動①-2	車両故障時対応指導	市の規模、能力、民間工場の能力、故障・不具合の程度によって車両修理が適正に実施される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 車両の故障時対応指導書が作成される。[対象4市]</li> <li>・ セミナーが実施される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 故障時対応指導書 [対象4市]</li> <li>・ セミナー記録</li> </ul>
	活動①-3	スペアパーツ・消耗品の保管、管理改善	スペアパーツ・消耗品の保管、管理が改善される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ スペアパーツ・消耗品の保管・管理台帳（指導書）が作成される。[対象4市]</li> <li>・ セミナーが実施される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ スペアパーツ・消耗品の保管・管理台帳（指導書）[対象4市]</li> <li>・ セミナー記録</li> </ul>
成果②	活動②	収集・運搬及び埋立処分の改善	分別収集を前提とした収集サービスが改善される。 埋立処分方法が改善される。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 分別収集の収集計画が改訂される。*1)</li> <li>・ 埋立処分作業の方法書が策定される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 収集計画（改訂版）</li> <li>・ 埋立処分作業の方法書</li> </ul>

成果	活動	項目	成果	指標	測定方法
成果③	活動③	住民啓発の実施	住民の廃棄物の排出源分別に対する意識が向上する。また、継続的な住民啓発活動実施のため、指導者を育成する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>市職員を対象に、住民啓発活動の実施手法に関する講習会が開催される。</li> <li>住民啓発活動計画が策定される。</li> <li>地域コミュニティ等の住民組織を対象に、排出源分別に関する講習会が開催される。</li> <li>講習会参加者の排出源分別に対する理解が改善する。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>住民啓発活動計画</li> <li>講習会記録</li> <li>講習会参加者への理解度確認アンケートの結果</li> </ul>
成果④	活動④	労働安全衛生の徹底指導	収集運搬に係る運転手及び作業員への労働安全衛生教育や作業指導により適切な収集作業が行われる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働安全衛生指導書が作成される。[4市共通]</li> <li>講習会が実施される。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>労働安全衛生指導書 4市共通]</li> <li>講習会記録</li> </ul>

備考：\*) 分別収集の収集計画は各市で作成・適用済みであり、ソフトコンポーネントでは、整備機材の有効活用の目的で既存の計画を改訂するものである。

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-8-6 ソフトコンポーネントの成果品

表 3-2-41 の成果品を実施機関側及び JICA に提出する。

表 3-2-41 成果品一覧表

活動	項目	成果品
活動①-1	予防保全改善	予防保全指導書
活動①-2	故障時対応指導	故障時対応指導書
活動①-3	スペアパーツ・消耗品の保管、管理改善	スペアパーツ・消耗品管理台帳（指導書）
活動②	収集・運搬、埋立方法の改善	収集計画（改訂版）、埋立処分作業の方法書
活動③	住民啓発	住民啓発教材、住民啓発活動計画
活動④	労働安全衛生指導	労働安全衛生指導書
全体	進捗報告 完了報告	ソフトコンポーネント実施状況報告書（英文） ソフトコンポーネント完了報告書（和文）

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-8-7 相手国側の責務

責任機関となる GNHC は、担当（Director または Senior Programme Coordinator）を 1 名任命し、ソフトコンポーネント全体を管理する必要がある。実施機関となる各 4 市は、それぞれ以下を担当として任命し、日本人専門家と協力して活動を行う。

表 3-2-42 各活動の実施機関の担当

活動	担当
活動 ①	車両維持管理担当者
活動 ②	収集運搬担当者／埋立処分担当者
活動 ③	担当者
活動 ④	労働安全衛生担当者

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-8-8 ソフトコンポーネントの実施工程

ソフトコンポーネントの実施工程を表 3-2-43 に示す。活動①、②、③については、下記の理由で 2 回に分けての実施とし、活動④については 2 回目のみでの活動とする。

活動①：1 回目では準備調査時から変化している実態を確認して標準指導書案を作成し、中間期間で各市担当者が各標準指導書（案）に沿って実施し、2 回目では、その結果を踏まえて標準

指導書案を最終化する。

活動②：1回目で実施状況を確認し、それを踏まえて収集計画書の策定指導を行い、計画書案を作成し、中間期間では市担当者は計画書案に基づいた収集改善を行い、2回目では収集計画書を修正・最終化し、計画の実施指導を行う。また、埋立実施については、1回目で実施状況を確認した上で埋立処分作業の方法書の立案指導を行い、方法書案を作成し、中間期間では市担当者は方法書に基づいた埋立作業を行い、2回目では方法書案を修正・最終化し、埋立作業の実施指導を行う。

活動③：住民啓発活動の成果を図る目的で、住民意識の理解度についての事前（1回目）及び事後（2回目）アンケートを実施することから、一定期間をおいての（1ヵ月半の想定）活動を行う。また、住民啓発普及のために各市の指導者の育成及び住民啓発活動計画の作成支援（1回目）と、指導者による住民啓発活動の実施指導（2回目）を行う。

表 3-2-43 ソフトコンポーネントの実施工程

項目	2021年			2022年		
	10月	11月	12月	1月	2月	3月
機材 引渡し	■					
機材 初期操作指導	■					
機材 各4市 Taking-over Certificate		◆				
<b>ソフトコン</b>						
<b>機材運用・維持管理方法改善</b>						
国内作業		■			■	
現地作業			■	■	■	■
現地備人雇用期間			⇔	⇔	⇔	⇔
<b>住民意識改善・労働安全衛生管理改善</b>						
国内作業		■			■	
現地作業			■		■	■
現地備人雇用期間			⇔		⇔	⇔
<b>報告書提出</b>						
				▲		▲
				実施状況報告書		完了報告書

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-9 実施工程

本プロジェクトの E/N、G/A 締結後の実施工程は表 3-2-44 に示すとおりである。

表 3-2-44 事業実施工程表

項目	通算月	月																						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
契約	交換公文(E/N)締結	▼																						
	無償資金拠出協定(G/A)締結	▼																						
実施設計	計画内容最終確認		■																					
	機材仕様等のレビュー・入札図書作成			■	■																			
	入札図書承認				■																			
	公示					▼																		
	図渡し、内説						■																	
	入札							▼																
	入札評価								■															
調達工程	業者契約								▼															
	製作図作成・承認取得									■														
	機器製作・調達										■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
	機材輸送(製品検査・出荷前検査・船積み前検査)																					■	■	■
	検査・引き渡し(初期操作指導等含む)																							■

出典：JICA 調査団

### 3-2-4-10 事業リスクの検討

本プロジェクトでは、以下のような事業リスクが想定され、各々の対応を検討した。

- ロ 先方負担事項の実施可能性を踏まえた事業スコープ  
先方が運営維持管理でき、先方負担も小さくなるような事業スコープを協議の上、決定した。
- ロ クリティカルパスにある先方負担事項の取り込み  
クリティカルパスにある先方負担事項はない。
- ロ 詳細設計やソフトコンポーネントでの対応によるリスク軽減  
先方の運営・維持管理の問題で、整備機材の稼働率が低下するなど、適切に活用されないリスクを軽減するため、運営維持管理能力強化に係るソフトコンポーネントを提案している。
- ロ その他
  - 自然条件にかかるリスク  
ブータンでは、地震・暴風・洪水が発生し得るが、万が一、これら自然災害が発生した場合、車両・機材を安全な場所に移動させることで、車両・機材への影響は回避できる。
  - 現地政府のガバナンスにかかるリスク  
ブータン国は国王を中心に中央政府及び自治体とも政治・経済状況、治安状況は安定しており、ガバナンスに係るリスクは低い。
  - 治安にかかるリスク  
ブータン国内ではこれまで大規模なテロ行為等の発生事例はないため、治安に係るリスクは低い。

### 3-2-5 安全対策計画

#### 3-2-5-1 都市間道路の状況

ブータンは、南部の標高約 100m から北部ヒマラヤ山系の 7,000m 級以上まで、標高差が大きく、広大な平地はない。ティンパー市は標高約 2,300m の中西部に位置しており、他の 3 市（プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥップジョンカル市）は同国南部に位置し、標高約 200～300m である。

都市間道路はほぼ山岳道路で、同国西部のティンパー市から東部のタシガン市を結ぶ東西の主要道路は、3,500m 級の山々を超えるルートとなっており、直線距離は 200km 程度であるが、車による移動では、約 2 日間かかるとされている。また、ティンパー市～プンツォリン市間、トロロンサ市（中部の都市）～ゲレフ市間、タシガン市～サムドゥップジョンカル市間は、南北を縦断する道路で結ばれているが、標高差約 3,000m を下る（上る）山岳道路となっている。

同国の主要道路であり比較的整備されているティンパー市～プンツォリン市間の道路においても、特に雨季（6～9 月）には土砂崩れによる道路の寸断が頻繁に報告されており、本調査に

においても、安全確保の観点から、雨季における当該道路の通行は避けることとしている。調査団は、10月にティンプー市～プンツォリン市間の道路を車で移動したが、土砂崩れを改修する現場が散見された。上述の状況から、特に雨季における国内移動は危険を伴うことから、本調査での調達機材の国内移動に当たっては、特に留意する必要がある。

他方、本調査では、ゲレフ市及びサムドゥブジョンカル市への移動は、プンツォリン市からインドに一旦出国して、インド国内の道路を利用しての移動手段とした。インド国内の当該地域は平坦な地形であり、東西の国道部分は片側2車線が確保された舗装道路であり、ブータンの国内移動との比較では、物理的な弊害はない。従って、本調査の調達機材の輸送ルートについても、インド国内の道路を利用しての運搬を想定している。

### 3-2-5-2 インド出入国時の治安の問題

陸路によるインド・ブータン間の出入国にあたっては、当然ながら両国の出入国手続きが必要になる。プンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市は、いずれもインド国境に接しており、国境付近に両国の税関が設置されている。調査団は、第二次現地調査時には、インド経由でゲレフ市及びサムドゥブジョンカル市に入ったが、両国の通関手続きでは特に問題はなかった。しかしながら、サムドゥブジョンカル市からの出入国については、インド側の治安の問題で幾度となく出入国が制限された事例がある、との報告を受けており、出入国の度に最新状況を確認する必要がある。

### 3-2-5-3 デング熱や狂犬病

ブータン南部のプンツォリン市、ゲレフ市、サムドゥブジョンカル市では、デング熱の広がりが報告されており、注意が必要である。対策としては、予防接種、虫よけの携帯等となる。

また、ブータンでは動物愛護の観点（殺傷の禁止）から、市内随所に多くの野犬が見られる。犬たちは特に夜間に活発に活動しており、注意が必要である。対策としては、予防接種、夜間の外出は控える、むやみに近づかない、噛まれた場合の応急措置等が考えられる。

## 3-3 相手国側分担事業の概要

### 3-3-1 日本側及び相手国側の負担事項

本プロジェクトが実施された場合の我が国とブータン自治政府側の負担区分は、2019年8月23日付及び2019年12月11日付のM/D（資料-4参照）で、表3-3-1のとおり確認された。

表 3-3-1 日本側及びブータン側の負担事項

ステージ	手続き	注	ブータン	日本	JICA	コンサルタント	業者	銀行
公式要請	外交チャンネルを通しての無償の公式要請	公式要請は評価の前	x	x				
1. 準備	(1) 準備調査 概略設計と積算作成	—	x		x	x		
2. 評価	(2) 準備調査 積算、負担事項を含む概略設計案の説明。		x		x	x		
	(3) 実施条件の合意	条件は日本政府の合意前に署名される E/N 案と G/A 案とともに協議される。	x	x (E/N)	x (G/A)			
	(4) 日本政府内閣の合意	—		x				
3. 実施	(5) 交換公文 (E/N)		x	x				
	(6) 贈与契約 (G/A) の署名		x		x			
	(7) 銀行取極 (B/A)	JICA に通知	x					x
	(8) コンサルタント契約と A/P 発行	JICA の認証	x			x		x
	(9) 詳細設計 (D/D)	—	x			x		
	(10) 入札図書を作成	JICA の認証	x			x		
	(11) 入札	JICA の認証	x		—	x	x	
	(12) 業者契約と A/P 発行	JICA の認証	x				x	x
	(13) 調達	大きな設計変更、契約変更に JICA 認証	x			x	x	
	(14) 完了証明	—	x			x	x	
4. 事後モニタリング・評価	(15) 事後モニタリング	一般的に 1、3、10 年後に実施	x		x			
	(16) 事後評価	基本的に完成 3 年後に実施	x		x			

注：「x」は負担事項を示す。  
出典： JICA 調査団

### 3-3-2 相手国側の負担事項

本プロジェクトの協力対象事業に必要な主要先方負担事項は以下のとおりである。これらは協力対象事業の円滑な実施に不可欠なものであるため、ブータン側は確実に各業務を完了する必要がある。

- (1) コンサルタント／請負業者への無償資金協力からの支払いのために、我が国の銀行に口座を開設し、取消不能支払授權書 (Irrevocable Authorization to Pay: A/P) の発行手続き及び発行手数料負担を行う。また、支払時における支払手数料を負担する。
- (2) 無償資金協力で調達する機材の免税措置を行う。
- (3) 機材の運用管理に必要な人材、費用を遅滞なく確保し配置する。
- (4) 整備機材が適切に管理されるよう駐車場を確保する。
- (5) 無償資金協力で調達する車両に対するグリーン税は各市が負担するため、各市は必要な費用を 2021 年度の予算で確保する。

ブータン側の負担事項の詳細は2019年8月23日付及び2019年12月11日付M/D（資料-4参照）において、確認された。

表 3-3-2 主要な先方負担事項

No.	項目	締切	責任	概算金額	備考
(入札前までに行う必要がある項目)					
1	銀行取極め (B/A) の開設	G/A署名後1カ月以内	GNHC	B/A開設金額	
2	支払授權書 (A/P) の指定銀行への発行 (コンサルタント費支払)	契約書署名後1カ月以内	GNHC	約USD50/回	
3	B/Aに基づく次の銀行手数料の負担				
1)	信用状通知手数料 (Advising commission)	契約書署名後1カ月以内	GNHC		
2)	支払手数料 (Payment commission)	契約書署名後1カ月以内	GNHC	-	
4	整備機材保管スペースの確保と不要物撤去	入札公示まで	対象4市		
5	詳細設計を含むプロジェクト・モニタリング・レポートの提出	入札図書作成前	GNHC	-	

(事業実施中に行う必要がある項目)					
1	支払い授權書A/Pの指定銀行への発行 (業者への支払)	契約書署名後1カ月以内	GNHC	-	
2	B/Aに基づく次の銀行手数料の負担				
	1) A/Pの信用状通知手数料	契約書署名後1カ月以内	GNHC	約USD50/回	
	2) A/Pの支払手数料	支払毎	GNHC	-	必要な場合
3	迅速な通関と業者の国内輸送の支援	プロジェクト実施中	GNHC	-	
4	日本人とプロジェクトの調達・サービスに係り必要な第三人の滞在許可	プロジェクト実施中	GNHC	-	
5	プロジェクトの物品・サービスに係る免税、関税免除	プロジェクト実施中	GNHC	-	
6	本プロジェクト実施に必要で無償資金協力に含まれない費用	プロジェクト実施中	GNHC	-	
7	環境、住民、作業員に重大な悪影響を及ぼす事象、事故のJICAへの迅速な通知	プロジェクト実施中	GNHC		
8	プロジェクト・モニタリング・レポートの提出	船積み等の後1カ月以内	GNHC /4市	-	
9	プロジェクト完了報告書の提出	完了後1カ月以内	GNHC /4市		

(事業完了後に行う必要がある項目)					
1	調達機材が適正に効果的に維持管理できるよう 1) 維持管理費の割当 2) 維持管理体制 3) 日常点検/定期検査	プロジェクト完了前	GNHC /4市		

[プロジェクト資金でブータン側が実施する項目]

No.	項目
1	機材の整備 1) 次の輸送 a) 日本または第三国からのブータンへの海上輸送 b) 荷揚げ港からプロジェクトサイトまでの国内輸送
2	詳細設計、入札支援、調達監理 (コンサルティング・サービス)

### 3-4 プロジェクトの運営・維持管理計画

#### 3-4-1 廃棄物収集運搬機材の運営・維持管理計画

##### 3-4-1-1 運営計画

今回調達を予定している廃棄物収集運搬機材であるコンパクター及びコンテナキャリアは、現

在ブータン国の対象都市において一般的に利用されており、利用や配車計画については、民間委託（貸与）も含め、現在各都市で実施している手法を踏襲することで実施できると考えられる。現在の利用において問題が発生している点については、本プロジェクトのソフトコンポーネントにおいて、日本人専門家から運用指導を行うことにより改善することが可能である。

### 3-4-1-2 維持管理計画

首都のティンプー市においては、現在、公営の修理工場を整備している途中であり、間もなく完成が見込まれている。また、現在は、各運転手が実施する日常点検を除き、市内に複数存在する民間の修理工場、販売ディーラーに修理を依頼しているため、本プロジェクトで調達した機材についても同様の維持管理体制で対応可能である。

他の対象3都市については、現在、車両の維持管理は民間の修理工場で実施しており、本プロジェクトで調達した機材についても同様に民間の修理工場を活用して維持管理することが可能である。なお、ゲレフ市、サムドゥップジョンカル市においては、機材に重大な故障等が生じた場合に限り、プンツォリン市にある民間修理工場に修理を依頼している。なお、本プロジェクトのソフトコンポーネントにおいては、機材の予備保全技術、車両故障時の対応、スペアパーツ・消耗品の保管管理について指導を実施し、具体的な対応の改善を図ることとしている。

## 3-4-2 最終処分場運用機材の運営・維持管理計画

### 3-4-2-1 運営計画

最終処分場運用機材としては、ティンプー市にブルドーザー、プンツォリン市にエクスカベーター、ゲレフ市、サムドゥップジョンカル市にバックホローダーを調達する予定としているが、どの機材についても、対象4都市で一般的に利用されており、問題なく運転することができると考えられる。また、本プロジェクトのソフトコンポーネントにおいて、日本人専門家とともに、埋立処分作業の方法書を各都市で作成することにより、適切な作業を継続的に実施することが可能となる。

### 3-4-2-2 維持管理計画

最終処分場運用機材についても、首都のティンプー市においては、建設中の公営修理工場が間もなく完成する予定であり、将来的には公営修理工場において修理することが可能となる見込みである。また、民間の修理工場、販売ディーラーが複数存在しており、現在は、各運転手が実施する日常点検を除き、民間の修理工場、販売ディーラーに修理を依頼し実施しているため、本プロジェクトで調達した機材についても同様に維持管理することが可能である。

他の対象3都市については、現在、機材の維持管理は、民間の修理工場で実施しており、本プロジェクトで調達した機材についても同様に維持管理することが可能である。なお、ゲレフ市、サムドゥップジョンカル市においては、機材に重大な故障等が生じた場合に限り、プンツォリン市にある民間修理工場に修理を依頼している。

### 3-5 プロジェクトの概略事業費

#### 3-5-1 協力対象事業の概略事業費

本プロジェクトを実施する場合に必要な概略事業費総額は約 6.45 億円となり、日本側とブータン側との負担区分に基づく双方の経費内訳は、以下のように見積もられる。ただし、当該額は交換公文 (E/N) 上の供与限度額を示すものではない。また、積算条件は下記 3-5-1-3 節に示すとおりである。

##### 3-5-1-1 日本側負担経費

概略事業費：約 495 百万円

**表 3-5-1 概略事業費 (日本側負担分)**

工種	細目	概略事業費 (百万円)
機材調達費	小型コンパクター (22台)	456
	中型コンパクター (6台)	
	コンテナキャリア (3台)	
	コンテナ (24個)	
	ブルドーザー (1台)	
	エクスカベーター (1台)	
	バックホローダー (2台)	
	維持管理用ツール (4組)	
詳細設計・調達監理・技術指導		39
合計		495

出典：JICA 調査団

##### 3-5-1-2 相手国側負担経費

先方負担の概算事業費： 89,400 千 BTN (約 150 百万円)

(銀行手数料：400 千 BTN)

(グリーン税：89,000 千 BTN)

##### 3-5-1-3 積算条件

- (1) 積算時点                    2019 年 10 月
- (2) 為替交換レート           1US\$    =    108.36 円  
    1BTN    =     1.68 円  
    1EUR    =    120.91 円
- (3) 調達期間                    入札及び機材調達の期間は、3-2-4-9 実施工程に示したとおり。
- (4) その他                        積算は、無償資金協力の制度を踏まえて行うものとする。

### 3-5-2 運営・維持管理費

#### 3-5-2-1 廃棄物収集運搬機材の運営・維持管理費

既存機材及び本プロジェクトでの新規調達機材の数量に応じて、各都市では運営・維持管理費を確保する必要がある。収集車両が増加する一方で、一部機材の燃費及び修理費の削減を見込むことができる。

収集にあたっては、原則として車両1台につき運転手1名、補助員2名が作業にあたるものとして算出した。機材の運営維持管理にかかる費用については、原則として、各都市の税込等から支出されるが、不足する場合、財務省からの補助金により補填されている。2023年に想定される運営・維持管理費については、最終処分場運用機材と併せて表3-5-2に示した。

#### 3-5-2-2 最終処分場運用機材の運営・維持管理費

既存機材及び本プロジェクトでの新規調達機材の数量に応じて、2023年に想定される最終処分場改善機材の運営・維持管理費を表3-5-2に算出した。機材の運営維持管理にかかる費用については、原則として、各都市の税込等から支出されるが、不足する場合、財務省からの補助金により補填されている。

表 3-5-2 各都市において想定される廃棄物管理にかかる運営維持管理費

都市	項目	運営維持管理費(BTN)	備考
ティンブー市	運転手・補助員給与	1,116,000	
	収集車燃料費	670,271	
	収集車維持管理費(市使用分)	475,000	
	収集車維持管理費(委託業者使用分)	3,635,100	総維持管理費の内90%を計上
	最終処分場作業員・重機運転手給与	825,000	ダンプトラック含む
	重機燃料費	2,359,032	ダンプトラック含む
	重機維持管理費	1,289,000	
	その他	172,500	
	委託費	19,191,720	管理費として直接経費の40%を計上
	計	29,733,623	2019年時点 BTN26,071,000-
ブンツォリン市	運転手・補助員給与	1,056,000	
	収集車燃料費	2,974,752	
	収集車維持管理費	1,220,000	
	最終処分場作業員・重機運転手給与	162,000	
	重機燃料費	319,488	
	重機維持管理費	412,000	
	その他	46,500	
	委託費	4,377,000	管理費として直接経費の40%を計上 委託業者への機材貸出費用差引
計	10,567,740	2019年時点 BTN13,397,492-	
ゲレフ市	運転手・補助員給与	2,076,000	
	収集車燃料費	987,985	
	収集車維持管理費	1,050,000	
	最終処分場作業員・重機運転手給与	441,000	ダンプトラック含む
	重機燃料費	515,424	ダンプトラック含む
	重機維持管理費	381,000	
	その他	42,000	
	計	5,493,409	2019年時点 BTN4,579,200-
サムドゥブジョンカル市	運転手・補助員給与	1,560,000	
	収集車燃料費	1,500,973	
	収集車維持管理費	710,000	
	最終処分場作業員・重機運転手給与	420,000	ダンプトラック含む
	重機燃料費	454,272	ダンプトラック含む
	重機維持管理費	381,000	
	その他	33,000	
	計	5,059,245	2019年時点 BTN5,713,000-

(注) ブンツォリン市の 2019 年時点での委託額から、道路清掃にかかる委託費用として BTN 4,586,400-を控除した。  
(BTN84,000/人×39人×(1+0.40(管理費)d)) 運営維持管理総額 BTN17,983,892-4,586,400=13,397,492

出典：JICA 調査団

各都市における 2023 年時点での運営維持管理費は、2019 年時点と比較し、最大で 2 割程度の増額となっているが、市の支出全体から考えると 1%に満たない額であり、財務省からの補助金による補填で賄うことが可能な範囲であると考えられる。

## 第4章 プロジェクトの評価

### 4-1 事業実施のための前提条件

事業実施のための前提条件は、以下のような先方の負担事項が確実に実施されることである。

- 遅延のない免税措置の実施
- 運営・維持管理費の確保
- 人材の確保
- 駐車スペースの確保（ティンプー市及びプンツォリン市は既存の駐車スペースを利用、ゲレフ市及びサムドゥブジョンカル市は新規の駐車スペースを市が整備）

### 4-2 プロジェクト全体計画達成のために必要な相手方投入（負担）事項

プロジェクトの効果を発現・持続するために先方が取り組むべき事項は、以下のとおりである。

- (1) 機材が適切に配車され、運用される。
- (2) 各市の維持管理能力が改善され、定期点検の徹底・交換部品の管理等が適正に行われる。
- (3) 持続的な廃棄物管理の枠組みを示す戦略が改訂され、最終処分場の管理が行われる。

### 4-3 外部条件

本プロジェクト実施のための外部条件として、以下が挙げられる。

- (1) ブータンの廃棄物管理行政に大きな政策上の変更が生じないこと。
- (2) 中間処理、最終処分場の運用及び廃棄物管理に関して収集・運搬体制が継続される。

### 4-4 プロジェクトの評価

#### 4-4-1 妥当性

##### (1) プロジェクトの裨益対象

裨益対象は本プロジェクトにおける対象4都市全体で約17万人である。

表 4-4-1 プロジェクトの裨益対象

対象都市	裨益対象人口（人）
ティンプー市	126,202
プンツォリン市	28,057
ゲレフ市	9,467
サムドゥブジョンカル市	9,381
合計	173,107

出典：Statistic Yearbook Bhutan 2018, MoWHS 2008, JESC 2018, JICA 調査団

## (2) 緊急性

ブータンでは排出される廃棄物量が増大しているが、適切な収集・処分が実施されておらず、未収集地域もある。このような状況にもかかわらず、収集運搬機材は老朽化しており、本プロジェクト実施による緊急的な改善が求められている。

## (3) 国家廃棄物管理戦略に資するプロジェクト

2019年に策定された国家廃棄物管理戦略（2019-2030）の長期目標は「2030年までにゼロ・ウェイスト達成」であり、「最大限の回収と最低限のごみ排出をとおした効果的な廃棄物管理」である。処分場については衛生埋立処分場の建設あるいは既設処分場の改善がうたわれている。本プロジェクトは、収集・運搬及び処分に必要な機材を調達することにより、上記項目の達成に資するものである。

## (4) 我が国の援助政策・方針との整合性

2015年の「対ブータン国別援助方針」によると、援助の重点分野の一つとして、ブータンは気候変動による自然災害や経済社会的変化に伴う自然環境・都市環境の悪化に対し脆弱であるため、都市環境改善、気候変動対策・防災により環境問題・気候変動への対応を支援することが掲げられている。本プロジェクトは衛生・都市環境の改善、行政の廃棄物管理能力・サービス向上、に資するものであり、我が国の援助政策・方針と合致している。

### 4-4-2 有効性

#### 4-4-2-1 定量的効果

本プロジェクトから得られる定量的効果の指標を「対象4都市の廃棄物収集量（t/d）」と設定する。現状の数値（基準値）及び実施後の目標値は、以下のとおりである。

表 4-4-2 プロジェクト実施で期待される定量的評価

対象都市	基準値（2019年）（t/d） （実績値）	目標値（2023年）（t/d） （事業完成2年後）	目標値（2024年）（t/d） （事業完成3年後）
4市合計	78.2	95.5	97.0
ティンブー市	52.4	66.9	68.6
プンツォリン市	15.3	17.1	17.3
ゲレフ市	5.4	5.8	5.8
サムドゥブジョンカル市	5.1	5.7	5.8

出典：JICA 調査団

#### 4-4-2-2 定性的効果

事業の定性的効果として、以下を掲げる。

- (1) 不法投棄廃棄物の減少等を通じた対象4市の生活環境改善
- (2) 対象4市の廃棄物管理能力の向上

**添付資料**



## 資料-1 調査団員・氏名



## 資料-1 調査団員・氏名

(JICA)

氏名	担当業務	所属
伊藤 民平	総括	独立行政法人国際協力機構 (JICA)
小岩 謙一郎	協力企画	独立行政法人国際協力機構 (JICA)

(コンサルタント)

南 直行	業務主任／廃棄物管理 1	八千代エンジニアリング株式会社
山内 尚	機材計画／廃棄物管理 2	八千代エンジニアリング株式会社
山本 誠	組織体制／維持管理計画	一般財団法人日本環境衛生センター
加藤 篤志	調達計画／積算	八千代エンジニアリング株式会社
石原 大輝	業務調整 (自社負担)	八千代エンジニアリング株式会社



## **資料-2 調查行程**

(A2-1 第一次現地調査)

(A2-2 第二次現地調査)

(A2-3 第三次現地調査)



## A2-1 第一次現地調査



## 資料-2 調査行程

### A2-1 第一次現地調査

			官団員 (JICA)		コンサルタント					
			総括	協力企画	業務主任/ 廃棄物管理 1	機材計画/ 廃棄物管理 2	組織体制/ 維持管理計画	調達計画/ 積算	業務調整 (自社負担)	
			伊藤 民平	小岩 謙一郎	南 直行	山内 尚	山本 誠	加藤 篤志	石原 大輝	
1	8月10日	土			移動 (東京発)					
2	8月11日	日			移動 (ティンブー市着)					
3	8月12日	月			JICA ブータン事務所との打合せ、GNHC と説明・協議					
4	8月13日	火			MoWHS と説明・協議、NEC と説明・協議、ティンブー市と説明・協議、現地再委託との協議					
5	8月14日	水			関連施設視察 (ドロップインセンター、処分場、コンポストセンター、廃棄物関連民間企業、リサイクルセンター)					
6	8月15日	木			関連施設視察 (廃棄物関連民間企業、コンポストセンター、野菜市場)					
7	8月16日	金			ティンブー市との協議、関連施設見学 (廃棄物関連民間企業)					
8	8月17日	土			資料整理					
9	8月18日	日	移動		資料整理					
10	8月19日	月	関連施設視察 (リサイクルセンター)、JICA との協議							
11	8月20日	火	ジョイントミーティングの開催 (GNHC、MoWHS、NEC、ティンブー市、JICA)、ティンブー市との協議							
12	8月21日	水	関連施設視察 (ドロップインセンター、処分場、廃棄物関連民間企業、リサイクルセンター)		基礎データ調査	調達事情調査	関連施設視察			
13	8月22日	木	他ドナーに関する調査		フィールドレポート-1 の取り纏め	基礎データ調査	調達事情調査	フィールドレポート-1 の取り纏め		
14	8月23日	金	ミニッツ署名			基礎データ調査	調達事情調査	ミニッツ署名		
15	8月24日	土	移動		資料整理					
16	8月25日	日	移動		資料整理					
17	8月26日	月			ティンブー市との協議、フィールドレポート-1 の取り纏め					
18	8月27日	火			関連施設視察 (ドロップインセンター、コンポストセンター、リサイクルセンター)	基礎データ調査	調達事情調査	関連施設視察		
19	8月28日	水			ティンブー市と説明・協議、フィールドレポート-1 の取り纏め					
20	8月29日	木			フィールドレポート-1 の説明・協議、JICA ブータン事務所報告					
21	8月30日	金			移動 (ティンブー市発)					
22	8月31日	土			移動 (東京着)					



## A2-2 第二次現地調査



## A2-2 第二次現地調査

			コンサルタント				
			業務主任/ 廃棄物管理 1	調達計画/ 積算	機材計画/ 廃棄物管理 2	組織体制/ 維持管理計画	業務調整 (自社負担)
			南 直行	加藤 篤志	山内 尚	山本 誠	石原 大輝
1	9月21日	土			移動 (東京発)		
2	9月22日	日			移動 (ティンブー市着)		
3	9月23日	月			JICA ブータン事務所との協議、ビザ手続き		
4	9月24日	火			ブータン祝日		
5	9月25日	水			現地再委託先との協議、ビザ手続き		
6	9月26日	木			NEC との協議、ティンブー市の調査		
7	9月27日	金			ティンブー市の調査、ビザ手続き		
8	9月28日	土	移動 (東京発)		資料整理		
9	9月29日	日	移動 (ティンブー市着)		資料整理		
10	9月30日	月	GNHC との協議、ティンブー市の調査、ビザ手続き				
11	10月1日	火	現地再委託との協議				
12	10月2日	水	移動 (ティンブー市→ブンツォリン市)				
13	10月3日	木	ブンツォリン市との協議、廃棄物関連施設 (処分場、車両基地、コンテナ収集等) の視察				
14	10月4日	金	廃棄物関連施設 (コンパクター収集、コンテナ収集、市場等) の視察				
15	10月5日	土	資料整理		移動 (ブンツォリン市→ゲレフ市)		
16	10月6日	日	資料整理		資料整理		
17	10月7日	月	調達事情調査 (各ディーラーへのヒヤリング)、ブンツォリン市の調査		ゲレフ市とへの説明・協議、廃棄物関連施設 (処分場、スクラップディーラー、ワークショップ、市場、車両基地等) の視察		
18	10月8日	火	ブータン祝日				
19	10月9日	水	調達事情調査 (各ディーラーへのヒヤリング)、ブンツォリン市の調査		廃棄物関連施設 (コンパクター収集、ダンプトラック収集、ワークショップ) の視察		
20	10月10日	木	廃棄物関連施設 (ワークショップ) の視察、ブンツォリン市の調査		ゲレフ市の調査		
21	10月11日	金	ブンツォリン市への説明・協議		ゲレフ市への説明・協議		
22	10月12日	土	移動 (ブンツォリン市→ティンブー市)		移動 (ゲレフ市→サムドゥルプジョンカル市)		
23	10月13日	日	資料整理		資料整理		
24	10月14日	月	GNHC との協議、財務省との協議、ティンブー市への説明・協議		サムドゥルプジョンカル市への説明・協議、デワタン地区への視察		
25	10月15日	火	NEC との協議、ティンブー市の補足調査		廃棄物関連施設 (コンパクター収集、トラクター収集、処分場、スクラップディーラー、学校、市場、病院、ワークショップ) の視察		
26	10月16日	水	現地再委託の最終成果品確認、ティンブー市補足調査		サムドゥルプジョンカル市の調査		
27	10月17日	木	ティンブー市との協議、調達事情補足調査		サムドゥルプジョンカル市への説明・協議		
28	10月18日	金	ティンブー市補足調査、フィールドレポート-2の取り纏め		サムドゥルプジョンカル市の調査、フィールドレポート-2の取り纏め		
29	10月19日	土	資料整理		移動 (サムドゥルプジョンカル市→グワハティ市)		
30	10月20日	日	資料整理		移動 (グワハティ市→ティンブー市)		
31	10月21日	月	現地再委託との協議、JICA ブータン事務所との協議、GNHC との協議、フィールドレポート-2の取り纏め				
32	10月22日	火	UNDP との協議、MoWHS との協議、フィールドレポート-2の取り纏め				
33	10月23日	水	NEC との協議、フィールドレポート-2の取り纏め				
34	10月24日	木	フィールドレポート-2の説明 (GNHC、MoWHS、NEC、対象4市、JICA ブータン事務所)				
35	10月25日	金	移動 (ティンブー市発)				
36	10月26日	土	移動 (東京着)				



## A2-3 第三次現地調査



### A2-3 第三次現地調査

			官団員 (JICA)		コンサルタント	
			総括	協力企画	業務主任/ 廃棄物管理 1	機材計画/ 廃棄物管理 2
			伊藤 民平	小岩 謙一郎	南 直行	山内 尚
1	12月7日	土			移動 (東京発)	
2	12月8日	日	移動 (東京発)		移動 (ティンブー市着)	
3	12月9日	月	移動 (ティンブー市着)			
			GNHC への表敬訪問及びドラフト・ファイナル・レポートに関する協議 JICA ブータン事務所との協議			
4	12月10日	火	ドラフト・ファイナル・レポートの説明及びミニッツ協議 (GNHC、MoWHS、NEC、対象4市)			
5	12月11日	水	ミニッツ協議及び署名			
6	12月12日	木	移動 (ティンブー市発)		GNHC、MoWHS、NEC、ティンブー市との協議	
7	12月13日	金	移動 (東京着)		移動 (ティンブー市発)	
8	12月14日	土			移動 (東京着)	



### 資料-3 関係者（面会者）リスト



### 資料-3 関係者（面会者）リスト

役職 / 所属部署	名前
<b>国民総幸福委員会 (Gross National Happiness Commission: GNHC)</b>	
Director	Rinchen Wangdi
Chief Program Coordinator / Development Cooperation Division	Wangchuk Namgay
Senior Program Coordinator / Development Cooperation Division	Sonam Yarphe
AMCO / Development Cooperation Division	Jigme Tenzin
Program Coordinator / Local Development Division	Sonam Choden
Assistant Program Officer / Local Development Division	Kuenzang Dorji
Motor Transport Officer	Karma
<b>公共事業省 (Ministry of Works and Human Settlement: MoWHS)</b>	
Director	Karma Dupchuk
Deputy Executive Engineer / Department of Engineering Service	Sonam Jamtsho
Chief Engineer / Department of Engineering Service	Dechen Yangden
Principal Engineer / Department of Engineering Service	Thinley Choden
Engineer / Department of Engineering Service	Ugyen Wangchuk
Chief Urban Planner / Department of Human Settlement	Bhawana Chhetei
Urban Planner / Department of Human Settlement	Tshering Pelden
Urban Planner / Department of Human Settlement	Yangki Dorji
Office Director / Department of Human Settlement	Tashi Penjik
<b>国家環境委員会 (National Environmental Commission: NEC)</b>	
Director	Phento Tshering
Chief / Waste Division	Thinley Dorji
Environment Officer / Waste Division	Rinchen Penjor
Assistant / Waste Division	Kezang Choden
Assistant / Waste Division	Nidup Zangmo
Assistant / Waste Division	Ugyen Tshomo
<b>財務省 (Ministry of Finance: MoF)</b>	
Chief / Department of National Budget (DNB)	Namgay Wangchuk
Budget Analyst / Department of National Budget (DNB)	T. N. Sharma
Budget Officer / Department of National Budget (DNB)	Dechon Wangmo
Regional Director / Regional Revenue & Customs Office	Sonam Dorji
<b>ティンプー市 (Thimphu Thromde)</b>	
Mayor	Kinlay Dorjee
Head / Environment Division	Yeshe Wangdi
Environment Officer / Environment Division	Tshering Yangzom
Program Officer / Environment Division	Karma Dorji
<b>プンツォリン市 (Phuntsholing Thromde)</b>	
Mayor	Utter Kumar Rai
Executive Secretary	Lungten Jamtsho
Environment Officer / Environment Division	Lhendup

役職 / 所属部署	名前
Senior Technician / Environment Division	Migma Sherpa
Assistant Engineer / Environment Division	Sonam Jamtsho
Junior Engineer / Environment Division	Migma Sherpa
Sanitary Inspector / Environment Division	Tandin Zangmo
Sanitary Inspector / Environment Division	Tshering Tashi
Planning Officer / Policy and Planning Services	Dorji Wangchuk
Chief Developing Regulatory Officer / Development Regulatory Division	Tshewaug Jeipo
Accountant Assistant / Finance Management Division	Ugyen Thinley
<b>ゲレフ市 (Gelephu Thromde)</b>	
Mayor	Tikaram Kafley
Executive Secretary	Tashi Wangmo
Environment Officer / Environmental Division	Karma Gyeltshen
Planning Officer / Environmental Division	Needup Zargmo
Chief / Engineering Service Division	Ugyen Dorji
Chief / Development Control and Monitoring Division	Jigme Tshering
Chief / Urban Planning Division	Chophey Dorji
AMCO / Planning and Stastical Unit	Gyem
<b>サムドゥプジョンカル市 (Samdrupjongkhar Thromde)</b>	
Mayor	Karma Sherab Thobgyal
Executive Secretary	Taugay Choedup
Environment Officer / Environment Services	Sonam Choden
Engineer / Environment Services	Pema Chokey
Policy and Planning Officer / Secretariat	Cheda Jamtsho
Urban Planner / Urban Planning Design Division	Dorji Wangdi
Executive Engineer / Infrastructure Development Division	Nima Dorji
Senior Finance Officer / Finance Management Division	Lekdhen
Human Resource Officer / Humarn Resource Section	Sonam Jamtsho
Deputy Executive Engineer / Development Regulatory Division	Sangay Jamtsho
Census Officer / Civil Registration and Census Section	Dewdup Tshering
Senior ICT Officer / Information Communication Technology Section	Jigme Wangchuk
Administration Officer / Customer Care Service	Thusm Phuntsho
<b>国家統計局 (NSB)</b>	
Deputy Chief Statistic Officer / Economic and Environmental Statistic Division	Tobden Tobden
Deputy Chief Statistic Officer / Economic and Environmental Statistic Division	Tashi Namgay
<b>グリーナーウェイ社 (Greener Way)</b>	
CEO	Karma Yonten
<b>クリーンシティ社 (Clean City)</b>	
Head (Adm. & Operations)	Jyoti Gurung

役職 / 所属部署	名前
<b>JICA ブータン事務所</b>	
所長	渡部 晃三
職員	若林 康太
企画調査員	瀬古 英蔵
Chief Program Officer	Krishna Subba
Program Officer	Tshering Dorji

