

カルナータカ州における固形廃棄物の管理

2017年4月

日本貿易振興機構(JETRO)

環境・インフラ課

本レポートで提供している情報は、ご利用される方のご判断・責任においてご使用下さい。ジェトロでは、できるだけ正確な情報の提供を心掛けておりますが、本レポートで提供した内容に関連して、ご利用される方が不利益等を被る事態が生じたとしても、ジェトロは一切の責任を負いかねますので、ご了承下さい。

略語一覧

GDP	国民総生産
GSDP	州内総生産
FDI	海外直接投資
IT	情報技術
ULB	都市部地方自治体
NAC	指定地域委員会
KSPCB	カルナータカ州汚染管理局
SWM	固形廃棄物管理
MSW	都市固形廃棄物
MOEF	環境森林気候変動省
SPCB	州汚染管理局
CPCB	中央汚染管理局
DWCC	乾燥廃棄物収集センター
BBMP	ベンガルール市
HDMC	フプリ・ダールワール市
MCC	マイソール市
NGO	非政府組織
RDF	廃棄物固形燃料
PHC	一次医療センター
CHC	コミュニティー医療センター
CBMWTF	一般医療廃棄物処理施設

kms	キロメートル
sq. km	平方キロメートル
gms	グラム
kgs	キログラム
MT	立方トン
TPD	1日当たりのトン
MTPA	年間立方トン
Mn	100万
US\$	米ドル
MG	メガワット
GW	ギガワット
kcal/kg	1キログラム当たりのキロカロリー
CAGR	複合年間成長率

カルナータカ州の概要

カルナータカ州の概要

- カルナータカ州はインド南西部に位置しており、面積では7番目に広く、人口は8番目に多い州である。ベンガルール(バンガロール)市が最大の都市であり、カルナータカ州の州都である。
- 同州は30の地区からなり、全体の面積は192,000平方キロメートルである。カルナータカ州の人口は2016年時点でおおよそ64,040,000人と推定されている。ベンガルールやマイソール、マンガロールといった都市は非常に高い流動人口(20%以上)を持っており、上記の数字には含まれていない。
- ベンガルールにつづいて、フブリ・ダールワール、マイソール、グルバルガ、ベルガウム、マンガロールが人口の多い都市である。
- 同州でおもに話されている言語は、カンナダ語、トウル語、コダヴァ語、ヒンディー語、英語である。



カルナータカ州経済の概要

- カルナータカ州はインド国内でもっとも急速に成長している州のひとつである。同州の国内総生産(GDP)は1,200億米ドルに達し、年率7%で健全に成長しており、国内平均とほぼ同じである。
- 2015～16年、カルナータカ州はインドのGDPの7.54%を占めた。同州の2015～16年度のGSDPIは1,562億3000万米ドルであった。これは2004年から2016年までの13.93%の複合年間成長率(CAGR)に相当する。
- また、同州はインド国内で4番目に高い海外直接投資を誘致している。同州は2000年4月から2016年3月の期間に、202億4000万米ドルに相当する海外直接投資を受け入れた。
- カルナータカ州の工業生産高はおよそ615億米ドルである。同州の総輸出額は520億米ドルであり、インドの対外輸出の13%を占めている。
- 成長目覚ましい州として有名なカルナータカ州は、成長促進政策の導入という点ではインドにおけるパイオニアである。同州は工業、情報技術、航空宇宙、バイオテクノロジー、半導体等の分野における新興企業のための政策を導入した国内第1位の州である。

■ カルナータカ州の主要産業

- IT関連サービス
- バイオテクノロジー
- 工学、電子工学
- 通信
- 自動車
- 繊維、衣服
- 航空宇宙
- 観光
- 再生可能エネルギー

カルナータカ州の企業を支えるインフラ

- カルナータカ州はインドにおけるITの中心地であり、世界で4番目に大きなテクノロジーの集積地である。47のIT/ITeS特別経済区と、3つのソフトウェア工業団地、および専門のIT投資地域が存在する。
- バイオテクノロジーの分野では、インドのバイオテクノロジー企業の60%以上が、ベンガルールに拠点を置いている。同州ではインドのバイオテクノロジー部門の総売り上げの約50%を生み出している。
 - カルナータカ州には2つの国際空港(ベンガルールおよびマンガロール)と、5つの国内空港がある。
 - カルナータカ州には11の港があり、そのうちニューマンガロール港が主要港であり、カラワル港が中規模港である。
 - 同州は隣接する6つの州との接続性に優れており、州内を走る14の高速道路を通じて、インド各地につながる。
 - カルナータカ州の鉄道網の総延長はおよそ3,175kmである。インドの他州に比べると、若干短い。
 - カルナータカ州は2016年9月の時点で17,333.92ギガワット(GW)の総発電容量を誇り、うち3,600GWは水力発電、5,115GWは再生可能エネルギー発電によるものである。
 - 同州は2020年までに全人口に24x7連続給電を行う計画を立てている。現時点で、カルナータカ州の村落の99.9%が電化されている。

カルナータカ州の行政

地方自治体	総数
自治都市	11 (BBMPを含む)
都市評議会	57
ナガル・パンチャーヤト	112
郡パンチャーヤト	91
指定地域委員会 (NAC)	05

- インドの地方公共団体(地方自治体、ULB)は、自らの都市の固形廃棄物管理(SWM)の全責任を負っている。
- 州法および地方自治体を管理する地方自治法には、廃棄物の収集、輸送および廃棄についての特別規定が含まれている。
- これらの法律ではサービス提供の責任を地方自治体の執行官に付与している。
- 廃棄物管理のためのさまざまな手法および規則が、地方自治体を通して、カルナータカ州汚染管理局(KSPCB)によって州内で実施されている。

出展: Election Commission

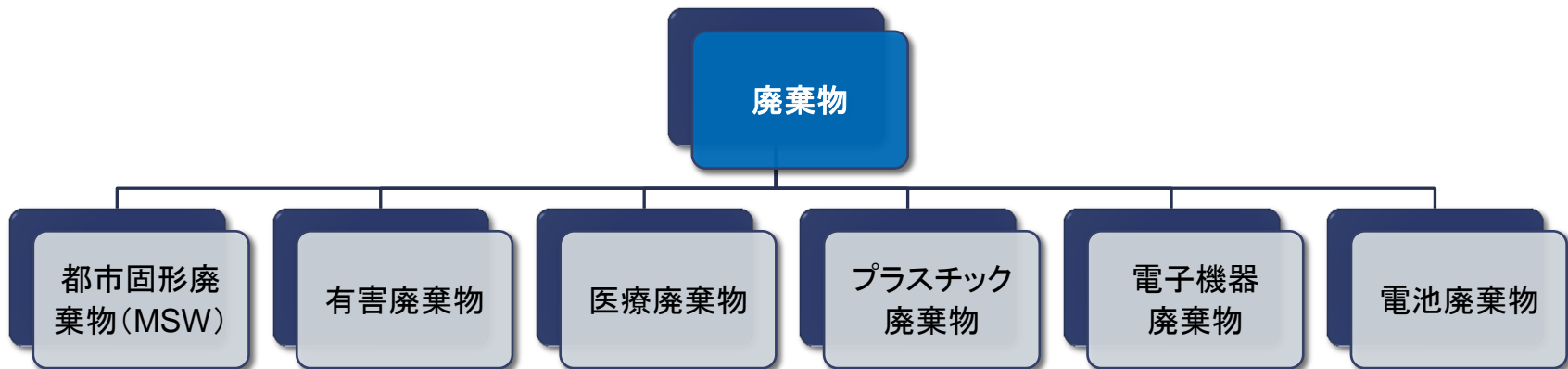
カルナータカ州の自治都市の一覧

都市	地区	人口
ベンガルール	ベンガルール市街	6,523,210
フブリ・ダールワール	ダールワール	943,857
マイソール	マイソール	887,446
グルバルガ	グルバルガ	532,031
マンガロール	ダクシナ・カンナダ	499,487
ベルガウム	ベルガウム	490,045
ダーヴァナゲレ	ダーヴァナゲレ	435,128
ベラーリー	ベラーリー	409,444
トウンクル	トウンクル	305,821
シモガ	シモガ	322,428
ビジャープル	ビジャープル	327,427

廃棄物管理

廃棄物の分類

- カルナータカ州汚染管理局 (KSPCB) は廃棄物を分類するにあたり、中央汚染管理局 (CPCB) が設定したガイドラインに従っている。



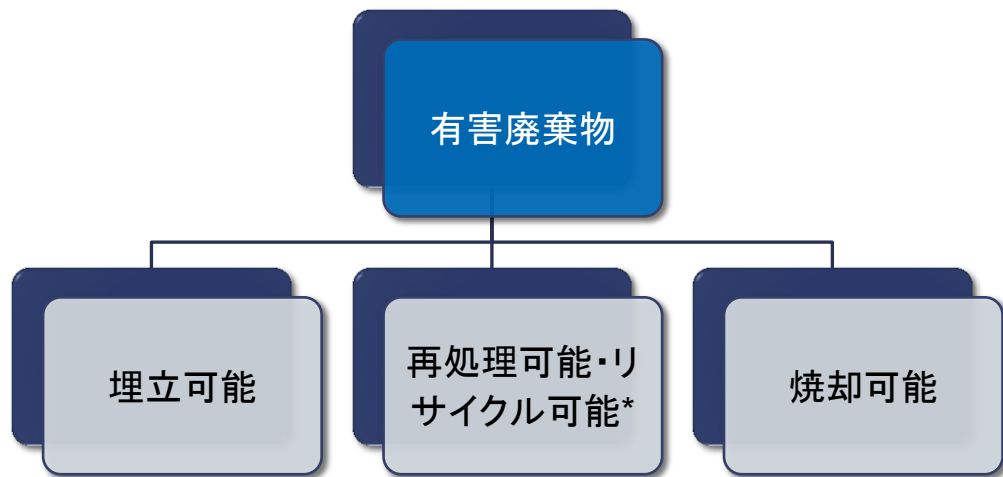
都市固形廃棄物

- 都市固形廃棄物(MSW)には、地方自治体および指定地域において発生した固形または半固形の商業廃棄物および家庭廃棄物を含む。これには有害産業廃棄物を含まないが、処理済みの医療廃棄物を含む。
- MSWは以下の廃棄物からなる。
 - 固形または半固形の家庭廃棄物、衛生廃棄物
 - 商業施設廃棄物、およびその他の非住宅廃棄物(産業廃棄物を除く)
 - 調理残渣および市場からの廃棄物
 - 街路清掃によるごみ、地上の排水溝から除去(収集)した汚泥
 - 園芸、農業、酪農廃棄物
 - 建設、解体廃棄物



有害廃棄物

- 有害廃棄物とは、その廃棄物単体で、あるいはその他の廃棄物または物質と接触することにより、物理的・化学的反応性や有毒性、可燃性、爆発性、腐食性をもつために、健康または環境に害をもたらす可能性のあるあらゆる廃棄物をさす。
- KSPCBは各産業が発生させる有害廃棄物をさらに3種類に分類している。



* エネルギー回収のため、加熱炉の燃料や溶剤などとして利用されている。(廃油等)

医療廃棄物

- 医療廃棄物とは、人体または動物の診断、治療、予防接種や、生物製剤の生成・実験に関わる調査活動、医療キャンプなどで排出されるあらゆる廃棄物をさす。
- 医療廃棄物は以下の種類からなる。
 - 組織や器官、臓器などのような解剖学的廃棄物
 - 動物病院での研究中に発生した動物廃棄物
 - 微生物学的廃棄物およびバイオテクノロジー廃棄物
 - 注射針や注射器、外科用メスや割れたガラスなどの鋭利な廃棄物
 - 廃棄された医薬品や細胞に有毒な薬品
 - 包帯や絆創膏、ギプス、血液の付着した物質、チューブ、カテーテルなどの汚染廃棄物
 - 伝染病感染地域から排出された廃棄物、焼却灰、およびその他の化学廃棄物



電子機器廃棄物

- 電子機器廃棄物とは、消費者によって廃棄された電気・電子機器、および製造・再装整備・修理プロセスにおいて不合格となった電気・電子機器をさす。
- この廃棄物には通常、廃棄されたコンピュータのモニターやマザーボード、ブラウン管(CRT)、プリント基板(PCB)、携帯電話および充電器、CD、ヘッドホン、液晶/プラズマテレビ、エアコン、冷蔵庫などの白物家電が含まれる。



プラスチック廃棄物および電池廃棄物

- プラスチック廃棄物とは、使用後または使用目的の終了後に廃棄されるあらゆるプラスチックをさす。プラスチック廃棄物にはビニール袋やプラスチックシート、プラスチック包装などが含まれる。
- 電池廃棄物とは、使用済み電池、および鉛酸蓄電池の製造、再生、輸出入により排出された鉛廃棄物をさす。



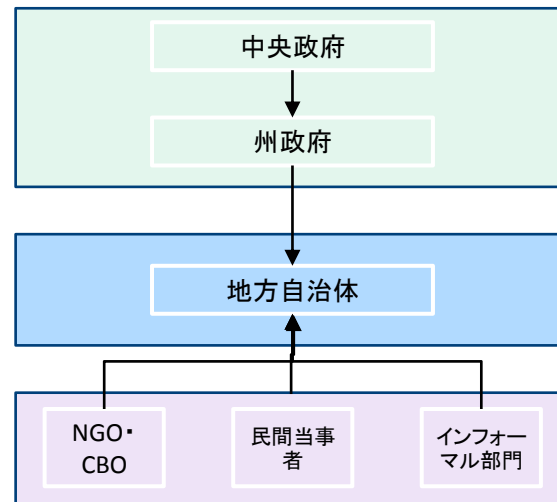
規制当局とその責任

- インドでは、さまざまな下位立法機関と環境森林気候変動省(MoEF)が、廃棄物管理規制の全体を統括する各州の汚染管理局(SPCB)と連携して廃棄物管理を行っている。
- インドの中央汚染管理局(CPCB)はMoEFの管轄下にある国家機関である。以下に挙げるのは、インドにおける廃棄物管理に関わるさまざまな規制当局である。
 - インド政府環境森林気候変動省(MoEF)
 - 中央汚染管理局(CPCB)
 - 州汚染管理局(SPCB)
 - 州政府
 - 地方自治体(ULB)

カルナータカ州における廃棄物管理サイクル

関係当局

- インドおよびカルナータカ州における都市固形廃棄物の取り扱いに関する枠組みは、中央、州、地方自治体の3つの層からなる。
- 廃棄物の発生源
 - ・ 各家庭
 - ・ 商業施設
 - ・ ホテルおよびレストランなど
 - ・ 街路清掃および市場廃棄物
 - ・ 病院
 - ・ 工業施設



- : 法律および規則の制定、政策の策定、ガイドライン・マニュアル・技術支援書の作成、財政支援の提供、法律・規則の実施の監督
- : 廃棄物の実際の収集、分別、輸送、処理、廃棄に関与
- : 廃棄物管理について地方自治体を補佐する機関

各プロセスに関わるステークホルダー

収集

地方自治体

- 利用するシステムの種類の決定
- 民営化地域の特定
- 民間業者の選定
- 収集方法の実施
- 収集手順の管理

民間業者

- 契約にもとづき地方自治体の収集を支援
- 必要に応じて設備または人材を供給

NGO

- MSWMIに関する啓発活動
- 発生源での分別の補助

輸送

地方自治体

- MSWの埋立地への毎日複数回の輸送を実施
- 輸送用ダンプカー・トラックの利用
- 平均コスト: 10~12米ドル/トン
- 都市をまたいで運行するためO&Mコストが高い

民間業者

- 毎日複数回輸送を実施
- 毎回4~5MTのMSWを輸送
- 輸送用ダンプカー・トラックの利用
- 平均コスト: 4~5米ドル/トン
- 道路の接続性の良い、埋立地に近い地域で運行

分別

プラント(処理施設)

- インドでは、発生源での分別は見られない
- 数か所の都市で実施中
- おもに埋立地で実施
- プラント所有者が分別を行い、プラントに必要な資材を収集

埋立・廃棄

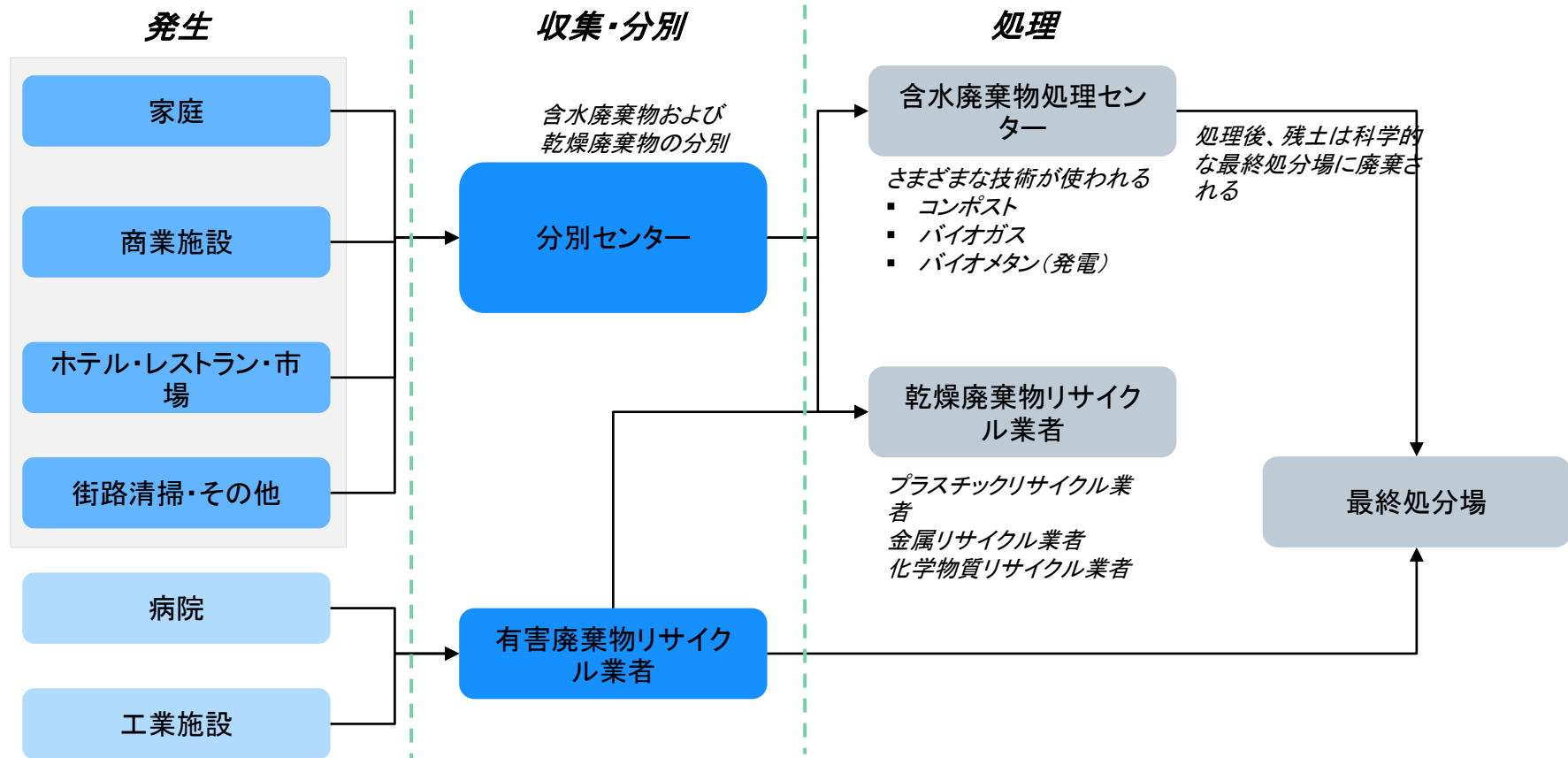
地方自治体

- 科学的方法による埋立地の開発
- 新規埋立地の選定
- MSW処理施設の候補者の特定

プラント(処理施設)

- 埋立地の開発
- 処理後の廃棄物の廃棄
- 自らMSWを収集する場合、廃棄費用を入手可能

カルナータカ州の大都市における固形廃棄物の収集・処理のバリューチェーン



カルナータカ州にはMSWを処理する焼却施設は存在しない。

カルナータカ州の主要都市における都市固形廃棄物の収集

戸別収集	青果市場の廃棄物	建設・解体廃棄物	大規模廃棄物発生者
<ul style="list-style-type: none">▪ 戸別の収集を実施している地方自治体はほとんどない。▪ 1,000世帯ごとにごみ収集車が提供され、200世帯ごとにプッシュカートが提供されている。▪ (地方自治体および請負業者合わせて)およそ50,000人のポウラカルミカ*が戸別収集や街路清掃、MSWの輸送に利用されている。	<ul style="list-style-type: none">▪ 多くの青果・花き市場から発生する固形廃棄物の収集は個別に行われている。▪ 販売者は自らの敷地内に廃棄物を保管するよう指示されており、廃棄物はポウラカルミカが収集する。市場廃棄物はコンポスト施設に輸送されることになっている。	<ul style="list-style-type: none">▪ この種の廃棄物はこれまでは道路や歩道上に廃棄されており、不便をもたらしていた。▪ BBMPIは同市内に7か所の建設・解体廃棄物の廃棄場を特定した。▪ 収集および輸送は請負業者が行い、ごみ発生者に対し、あらかじめ決定した料金を請求する。請負業者は瓦礫を第三者にリサイクル・販売することができる。第三者はそれらを埋立やレンガ・タイルの製作に使うことができる。	<ul style="list-style-type: none">▪ ホテルや施設、オフィス、市場などの大規模廃棄物発生者からの廃棄物収集は、個別に行われている。▪ 高等裁判所の決定によれば、BBMPIは指定大規模廃棄物発生者として、廃棄物を複数のカテゴリーに分別し、廃棄物を自ら管理するか、BBMPIが選定したサービス提供者のサービスを利用することができる。

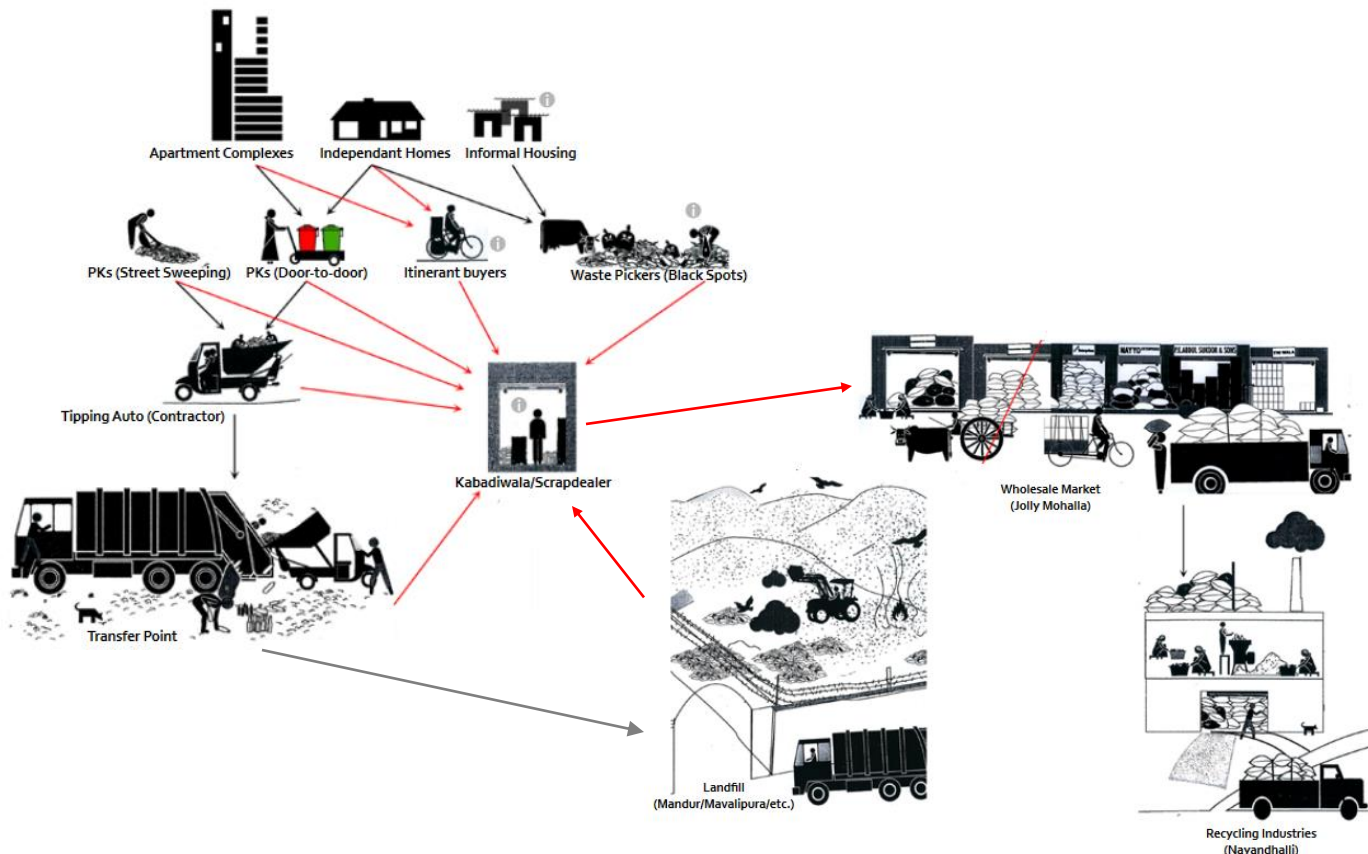
*ポウラカルミカ(pourakarmika)とは各家庭からのMSWの収集や、街路清掃などを行う人々をいう。

都市廃棄物の分別、輸送および処理

分別	輸送	処理
<ul style="list-style-type: none">発生源での分別がすべてのレベルにおいて強調されている。各家庭は廃棄物を2種類、すなわち、含水廃棄物および乾燥廃棄物に分別するよう求められている。今後、廃棄された薬品や生理用品、おむつ、電池、塗料などの家庭から出る有害廃棄物は個別に収集されることになっている。	<ul style="list-style-type: none">戸別に収集したMSWIは共通の集積所に運ばれる。廃棄物は集積所からごみ圧縮車やダンプカーを使って、廃棄場へと輸送される。輸送に用いられる車両<ul style="list-style-type: none">プッシュカートごみ収集車トラクターダンプカーごみ圧縮車	<ul style="list-style-type: none">2000年の都市固形廃棄物(管理および処理)規則に従って、地方自治体は廃棄物を処理し、残土のみを埋立地に送る責任を負っている。処理に用いられる技術<ul style="list-style-type: none">コンポストバイオメタン化バイオガスRDFミミズ堆肥

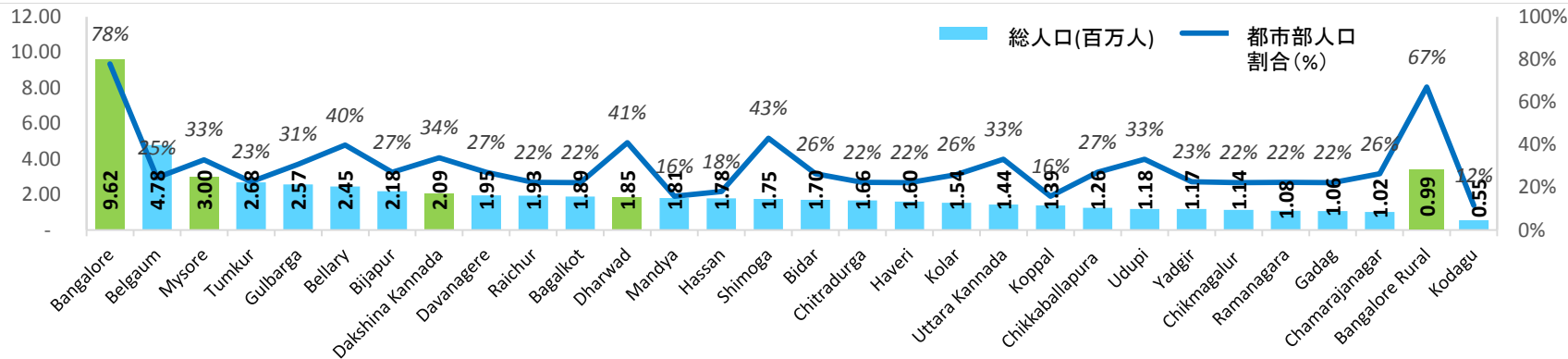
乾燥廃棄物の管理

- 乾燥廃棄物はリサイクル業者および地方自治体が各家庭および工場から収集する。
- 収集された乾燥廃棄物は分別され、地方自治体の請負業者によってリサイクル業者へと送られる。
- 乾燥廃棄物は、廃棄物の発生が少ない地域では週に2~3回収集される。
- 乾燥廃棄物収集センター（DWCC）は、地方自治体の所有地または私有地に設立されている。効果的に機能させるため、多くのNGOも誘致されている。
- サービス提供者はその後、受け取った廃棄物を販売し、利益を得ることができる。

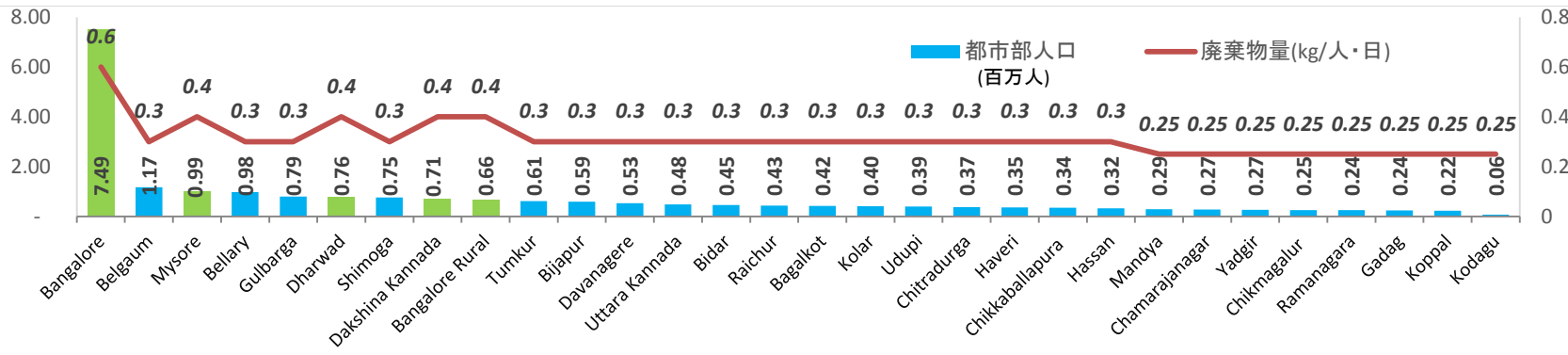


カルナータカ州の地域別人口および都市部居住者の割合

カルナータカ州の人口の37%が都市部に居住している。



カルナータカ州の都市部における一人当たりの廃棄物量は0.4 kgである。



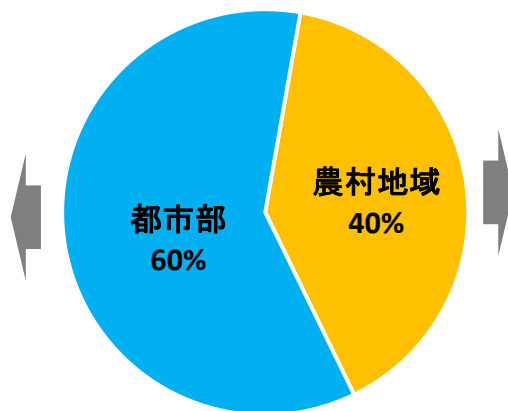
緑色で強調した都市は、この調査の対象都市である。

カルナータカ州における一日当たりの固形廃棄物発生量

都市部

- 都市部の人口はカルナータカ州の総人口の37%を占めている。
- 1人当たりの一日の固形廃棄物発生量は400 gである。
- 地方都市に居住する人口が都市部の人口と考えられている。
- 50万人以上の人口をもつ大都市のみが、集中型の廃棄物収集施設を持っているが、そのほかの都市はそのようなインフラを持っていない。

固形廃棄物発生量



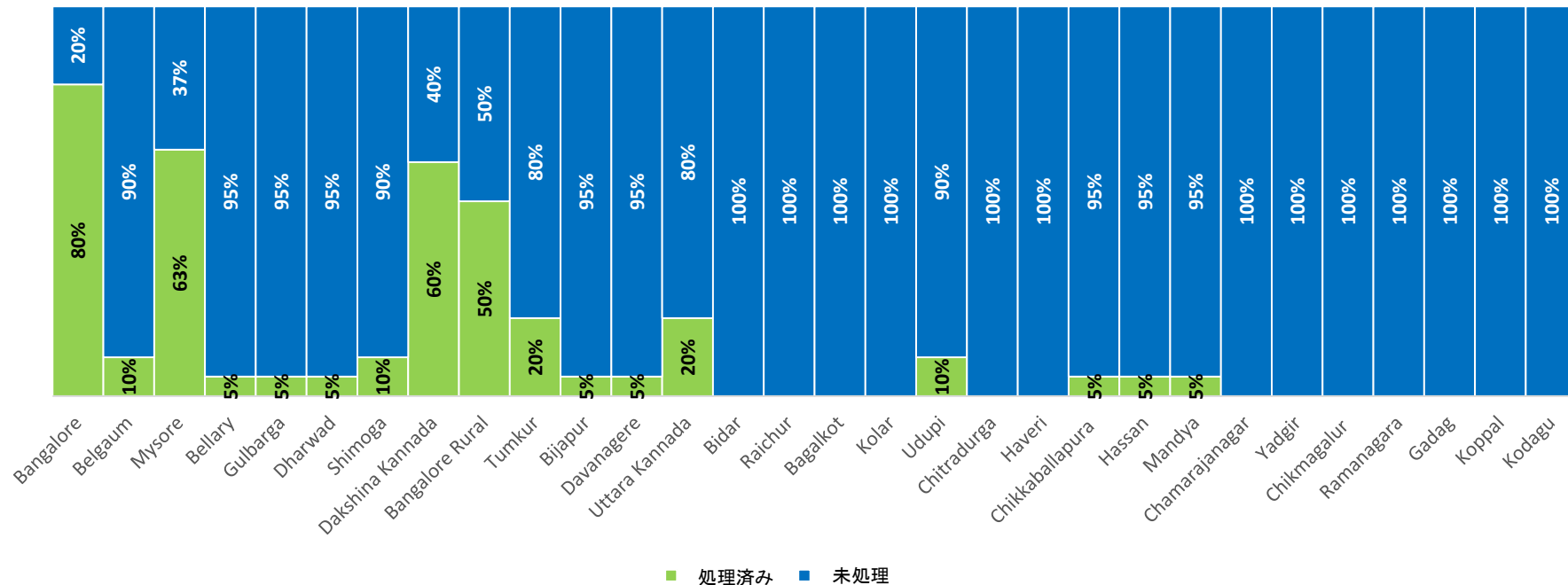
計15,000 MT/日

農村地域

- 農村地域の人口はカルナータカ州の全人口の63%を占めている。
- 1人当たりの一日の固形廃棄物発生量は150 gである。
- 農村地域からの固形廃棄物の収集は地域が広大なため経済的でなく、実現が難しい。
- 農村地域の多くの家庭が固形廃棄物を穴に埋め、肥料として再利用している。

カルナータカ州の都市ごとの固形廃棄物の処理の現状

- 発生した固形廃棄物の48%のみがカルナータカ州で処理されている。
- ベンガルール、マイソール、マンガロールでは収集した固形廃棄物の60%以上を処理している。



カルナータカ州で処理される固形廃棄物の詳細

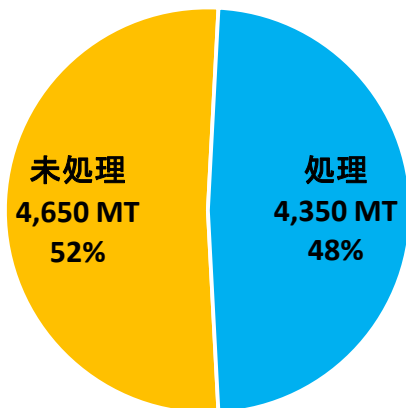
	ベンガルール	マイソール	フプリ・ダールワール	マンガロール	その他の都市
面積 (km ²)	710	152	181	185	
人口	8,728,906	887,446	943,857	623,841	2,813,324
地方自治体	ベンガルール市 (BBMP)	マイソール市	フプリ・ダールワール市 (HDMC)	マンガロール市	人口30万人以上の7都市
1日当たりの固形廃棄物の発生量 (MT)	3,500 ~ 4,000	402	400	220	550 ~ 600
1人当たりの廃棄物発生量 (g)	600	400	367	360	200 ~ 220
SWM施設数	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 10 ▪ 16 (分散型プラント、処理量5トン) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 (集中型プラント) ▪ 9 (分散型プラント、処理量5トン) 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 (10トンのミミズ堆肥プラント) ▪ 開放埋立 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1 (集中型プラント) ▪ 1 (25トンのミミズ堆肥プラント) ▪ 開放埋立 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ミミズ堆肥 ▪ 開放埋立
SWM処理量 (MT)	3,580	260	10	170	100

カルナータカ州で処理される固形廃棄物の詳細

No.	企業名 – MSW所在地	中心地	運営者	処理量 (トン/日)	稼働量 (トン/日)	利用されている技術
1	Gundlahalli – Doddaballapur	ベンガルール	Terrafirma Biotechnologies	1,000	1,200	コンポスト、RDFおよび付加価値製品
2	Hosapalya – Haralur	ベンガルール	KCDC	500	200	コンポスト– ウィンドロー (WR)、ミミズ
3	Chigeranahalli	ベンガルール	MSGP Infra	500	200	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
4	Mavallipura	ベンガルール	BBMP/ Ramky	300	200	コンポスト
5	Kannenahalli	ベンガルール	ILFS	500	200	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
6	Seegehalli	ベンガルール	ILFS	150	50	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
7	Doddabidarikallu	ベンガルール	UPL Environ. Engg Ltd.	200	80	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
8	B Subbarayappanapalya	ベンガルール	JP Morgan	200	70	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
9	Kannenahalli – BBHA	ベンガルール	Noble Exchange Soln	250	8	バイオガス – CNG貯蔵
10	Doddaballapur	ベンガルール	Maltos	100	30	バイオガス – CNG貯蔵
11	Ward wise decentralized units	ベンガルール	Mailhem Ikos Ltd., Asoka Bio-green Ltd.	5 x 16	5 x 8	バイオメタン発電
12	Kesirainakere	マイソール	ILFS	150	200	コンポスト
13	Vamanjoor	マンガロール	ILFS	200	400	コンポスト– WR、ミミズ
	総計			3,930	2,900	

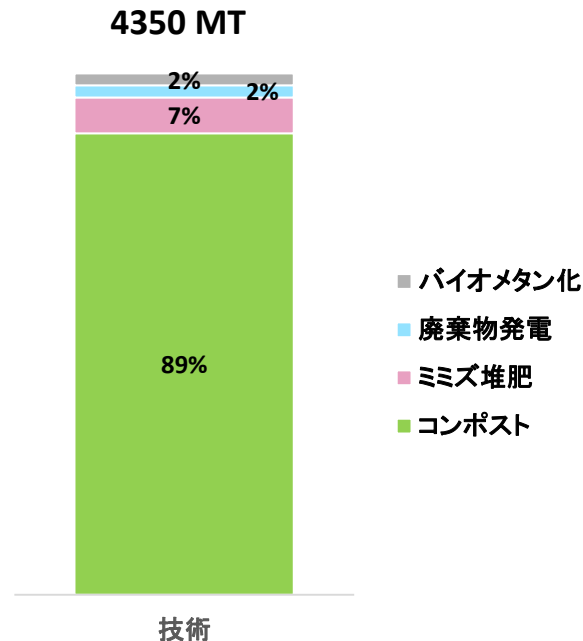
カルナータカ州で採用されている固形廃棄物処理技術の現状

都市部で発生した固形廃棄物



計: 9,000 MT/日

固形廃棄物処理に採用された技術



- 好気性コンポストがカルナータカ州の固形廃棄物処理において採用されている最も一般的な技術であり、廃棄物発電やバイオメタン技術は今なお試験段階にある。

カルナータカ州における今後の固形廃棄物管理計画

固形廃棄物 管理プラント

No.	企業名 – MSW所在地	運営者	処理量(トン/日)	現状	利用されている技術
1	Chikkanagamangala – BBMP	ILFS	500	建設中	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
2	Vidyaranyaapuram – Mysore	MCC	200	入札公示中	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
3	Mysore	MCC	200	入札公示中	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
4	Hubli	HDCC	400	入札公示中	コンポスト– WR、ミミズ、RDF
5	Mahadevapura - BBMP	M K Aromatics	10	関心表明書発行中	熱分解 – プラスチック– 石油

廃棄物発電

No.	運営者	建設予定地	処理能力 (1日当たりトン)	計画中の総出力量 (メガワット/時)	稼働中でない理由
1	Satarem (2013年、覚書に署名)	45エーカー (Gorur, Magadi)	1,000	13	暴徒による反対、地元住民による激しい抵抗
2	Essel (2015年8月、覚書に署名)	25エーカー (Yelehanka)	500	9.66	用地取得の遅れ
3	Nexus Novas	12エーカー (Thanisandra)	600	7	地元住民からの反対
4	Organic Waste India (2009年8月、覚書に署名)	15エーカー (Kannur, Bellahalli)	1,000	8	高裁の介入後、土地の再割り当てによる遅れ
			3,100	37.88	

200トン級固形廃棄物プラントの典型的なコスト構造(コンポスト-ウィンドロー方式)

No.	詳細	費用(百万ルピー)	費用(百万米ドル)
1	用地取得	0	0.0
2	物理インフラ	322	4.8
3	収集・輸送	108	1.6
4	コンポスト施設	26	0.4
5	埋立施設	169	2.5
6	動物死骸用焼却炉	8	0.1
7	ごみ集積所	9	0.1
8	GPS	3	0.0
9	環境コスト	1	0.0
10	リハビリテーションおよび再沈殿	0	0.0
11	調査研究0.1	1	0.0
12	施設の移転コスト	10	0.1
13	コンサルティングサービス	8	0.1
14	その他の規制遵守コスト	0.3	0.0
15	予備費	16	0.2
	総計	681.3	10.2

固形廃棄物1トン当たり(収集から処理まで)に、平均して350~380万ルピー(5.2~5.6万米ドル)の投資が必要とされる。

200 MT級のプラント建設に必要な設備

機械類	費用(百万ルピー)	費用(米ドル)
フィーダー、ケージドラム、ごみ・分別・輸送コンベアー、パワーパックなどを含む予備分別の段階	7.12	106,269
準備段階	5.1	76,120
チェーンドラッグコンベアー“Z”タイプ-10トン/時、トロンメル-35mm-10トン/時、35mm受入コンベアー“Z”タイプ-8トン/時; 35mmごみコンベアー“L”タイプ-2トン/時、トロンメル-16mm-8トン/時、16mm受入コンベアー“L”タイプ-8トン/時、16mmごみコンベアー“L”タイプ-2トン/時、バケット昇降機-8トン/時		
最終段階	7.5	111,940
振動分別機-6mm-7トン/時114.04、振動受入バケット昇降機フィーダーコンベアー“L”タイプ-7トン/時、振動ごみコンベアー“L”タイプ-2.5トン/時、バケット昇降機-7トン/時、セパレーター-7トン/時、石抜き機-2トン/時、バケット昇降機-3トン/時		
保管段階	3.9	58,209
保管コンベアー、振動分別機、4mm、振動受入バケット昇降機フィーダーコンベアー“L”タイプ-1.3トン/時、液体添加ミキサー、分配チェーンコンベアー		
機械類の合計	23.6	352,538

固形廃棄物1トン当たり(処理施設のみで)、平均して12~13万ルピー(1,790~1,940米ドル)の投資が必要とされる。

廃棄物発電はいまだ未発達の段階にあるが、大きな可能性を秘めている

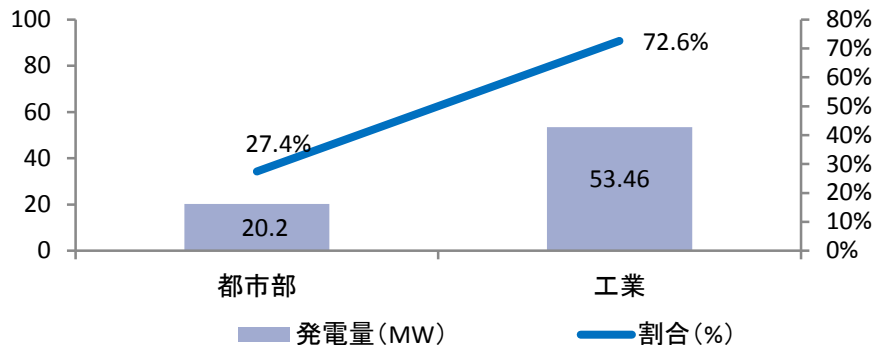
概要

- およそ143,000 MT/日の都市固形廃棄物(MSW)がインドの都市部で発生している。そのうち、32,871 MT(23%)のみが処理されている一方、24MWの電力がこの都市廃棄物から生まれている。
- インドで排出される廃棄物の量は144,165トン/日(TPD)である。
- インドには709,000MTもの堆肥を生成する処理能力を持った45基のプラントが存在するが、製品の市場が小さいため年間153,000MTしか生成していない。
- インドで発生する廃棄物の量は、1人当たり年間1~1.33%の割合で増加すると見込まれている。
- 生活排水の86%は未処理のまま湖沼に排出されており、水質汚濁や関連する健康被害をもたらしている。

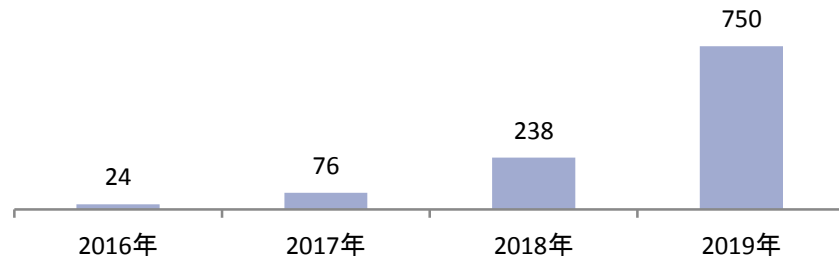
成長要因

- 複合施設が徐々に検討され始めている。好気性ウィンドロー方式によるコンポストおよびRDFがラージコート、デリーで検討中である。
- 高速バイオメタン化システムおよびRDFベースの発電は魅力的な選択肢であり、技術も実用化されている。
- 中央電力規制委員会(CERC)も固形廃棄物発電プロジェクトの一般料金を決定しようとしている。
- およそ74MWの設備容量をもつ6か所の廃棄物発電所が来年、操業を開始する予定であり、うち2か所は政府出資によるものである。

現在の廃棄物発電の設備容量



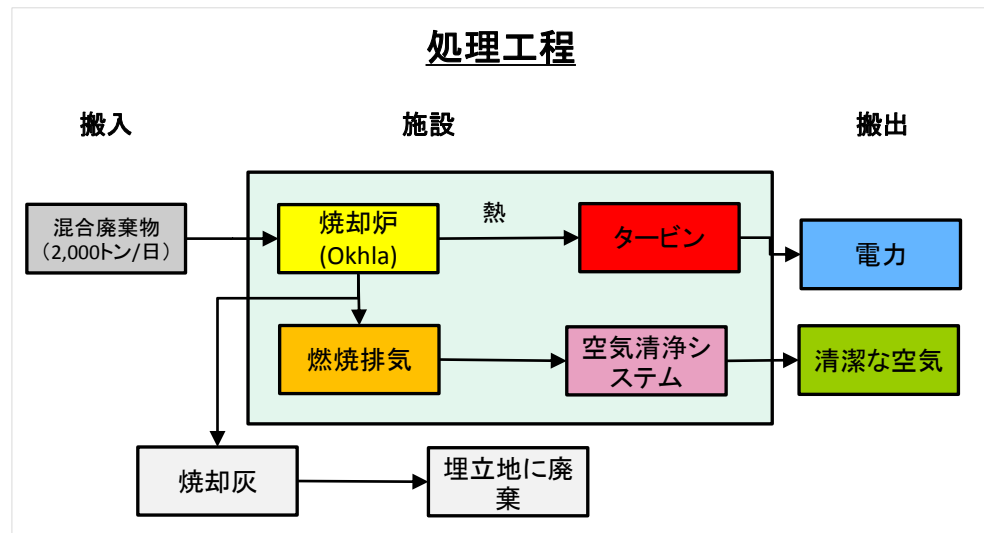
廃棄物発電による発電量(MW)



出典: 机上調査、フィードバック分析

廃棄物発電: Timarpur-Okhla廃棄物管理会社(デリー近郊のプラント)

- Jindal ITFの完全子会社であるTimarpur-Okhla廃棄物管理会社が運営するこのプラントは、16MWの電力を発電するよう設計されている。
- 同プラントで発電した電力はデリー市に販売され、デリーの配電会社であるBSESに発電量単位(kW)当たり3ルピーで販売されている。
- デリー市が回収費用なしに供給している廃棄物の搬入量は1日当たりおよそ2,000トンである。同プラントはMSW処理における大量焼却の理念に基づいている。
- 同プロジェクトの設備はシーメンス(タービン)、グリーブス(発電機)、HBG(ボイラー)により提供されている。燃焼排気のフィルター、半湿潤反応装置は中国のWuxi GHPEから提供されている。
- 廃棄物中に水分、不活性物質、建設がれきが混じっていることによる不完全燃焼という問題がきわめて多い。しばしば40%という低い値での不完全燃焼が起こることによって、ダイオキシンやフランが発生し、燃焼しなかった廃棄物は大半が近郊の埋立地に廃棄されている。
- 中央汚染管理局(CPCB)はこれまで汚染物質の量が基準値を上回っている問題を報告してきた。



注: カルナータカ州には大規模な廃棄物発電所が存在しないため、デリーその他インドの大都市の例を挙げる。

RDFプラントでの採用技術

都市固形廃棄物(MSW)からごみ固形燃料(RDF)への変換プロセスには、以下の作業がある。

- 合意にもとづき、地方自治体はMSWをごみ圧縮車やダンプカーで、規制に従い2~3回のシフトで供給する。
- 計量および検査後、ダンプカーをMSW保管所に運び、廃棄物をごみホッパに投入する。
- ごみホッパの下に取り付けられたスラットコンベアーが廃棄物を第一ベルトに運ぶ。
- 建設がれきのような不活性物質は手作業でベルトコンベアーから取り除かれる。
- メインコンベアーがMSWを手作業検査コンベアーに排出する。ゆっくりと動く検査コンベアーから、不適当な物質を手動分別ステーションで手作業によって取り除く。(陶器類、硬質プラスチック、サーモコール、動物死骸、タイヤまたはゴムが多い)
- 手作業による検査ののち、廃棄物は金属分別機にかけ、金属類を取り除く。
- その後コンベアーでも同様の作業を行い、15mm以下の穴をもつ回転分別トロンメルにかけ分別する。
- トロンメルで分別した廃棄物を第二コンベアーに投入し、準備が完了した廃棄物を保管ピットへと運ぶ。
- MSWの質とピット内の水分除去によっては、大規模な事前乾燥セクションを備えた特別設計のボイラーを使って、廃棄物は直接発電に用いられる場合もある(このRDF技術では、ボイラー自体に備え付けの乾燥装置以外の追加乾燥を行わずに利用することができる)。

- 落ち葉や園芸廃棄物を直接RDF保管ピットに受け入れる技術
- MSWをピットに受け入れる技術
- 手作業による不適切な物質の分別・除去技術
- 15mm以上の物質を取り除くための選別技術
- 砂利類を取り除くための選別技術
- 選別されたごみのストーカー炉内での乾燥技術(ボイラーは投入口に備え付けの乾燥ゾーンを持っている)

廃棄物発電プロジェクトの失敗例

Timarpur MSW処理施設(デリー)

- 1987年に設立されたデリーの地方自治体によるインド初の商業廃棄物発電所
- プラントの処理能力は1日当たり300トンを受け入れ、3.75MWを発電する予定であった。
- 持ち込まれるごみの発熱量の不適合(プラントの設計での1,460kcal/kgに対して600~700kcal/kg)と、選別されなかったごみが設備の性能に影響した問題によって、同プラントは1991年に閉鎖した。

SELCO(ハイデラバード)

- 同プラントは1999年にハイデラバードのRangareddy 地区に設立され、1日当たり700トンの受入能力を持っていた。同プラントは2003年に1日当たり1,000トンに拡大された。
- 同プロジェクトでは、1994年にムンバイのDeonar dumpyardで行われたデモプロジェクトから、RDFペレット製造技術を借用していた。
- 6.6MWを発電するRDFベースの発電所も2003年にMahboobnagar に設立された。
- 同プラントは2009年11月まで稼働していた。もみ殻を混ぜなければならないことや、非常に離れた発電所にRDFペレットを運ばなければならないことによってコストが増したために、同プロジェクトはこの期間に莫大な損失を出した。

廃棄物発電プロジェクトの失敗例

Sriram 発電プロジェクト(ビジャヤワータ)

- ハイデラバードでのSELCOのプロジェクトと並行して2003年に設立された。
- 同プロジェクトでは、同様のペレット製造技術にもとづいた6.0MWを発電する発電所がビジャヤワータに設立された。
- 廃棄物はビジャヤワータおよびグントゥール地区から収集した。
- ビジャヤワータにRDF製造プラント(400トン/日)が設立され、同時にグントゥールにペレット製造プラント(300トン/日)が設立された。
- RDFペレットはビジャヤワータへ輸送され、およそ30%のバイオマスが燃焼を維持するために添加された。
- この追加費用によって、同プラントは2008年に閉鎖することとなった。

バイオメタン化プロジェクト(ラクナウ)

- Asia Bio Energy India Ltd. (ABIL) の名称で、Enkem Engineers と特別目的事業体を通じて、ラクナウのナガル・ニガムによって、2003年に開始された。
- 同プラントは毎日300トンの固形廃棄物を利用してバイオガスを供給する予定であった。そのバイオガスは5台のガス発生器から5MWの電力を発電するのに用いられる予定であった。
- 嫌気性消化処理前の固形廃棄物の事前処理が不適切であったため、同プロジェクトは2005年に頓挫した。
- これらのプラントは原材料における不純物に非常に敏感であるため、土の含有(およそ35~50%)が高く消化処理を困難にした。

MSWで計画中のプロジェクト

- クリーン・インディア・ミッション構想では、73.6MWの電力を発電する「廃棄物から富へ」の枠組みを立ち上げ、6カ所の廃棄物発電所の計画がある。

都市名	州名	発電量(MW)
ガーズイープル	ニューデリー	12
ナレーラ	ニューデリー	24
ジャバルプール	マディヤ・プラデシュ	11
ハイデラバード	テランガーナ	11
ナルゴнда	テランガーナ	12
チェンナイ	タミル・ナドゥ	3

おもな問題と課題

廃棄物分別の無視 および不十分な環境 の記録

- 廃棄物の収集が組織化され、プラスチックや生分解性物質、リサイクル可能な物質に適切に分別されている先進国とは異なり、インドでは発生源での廃棄物の分別の流れができていない。代替手段として利用できるのは、廃棄物管理会社が廃棄物を分別するための人材を雇用することであるが、人手がかかるだけでなく、経済的にも実現が難しい。また、悪臭や浸出水、地下水の汚染などの問題によって、プラントが設置される地域の住民からの強い反対もある。

物流面での障害

- 過去には廃棄物発電所の建設が技術的に実現可能と考えられていたが、インドの運営状況では失敗している。海外の高品質な廃棄物(発熱量)向けに設計されたプラントにとっては、インドの廃棄物の特性が課題となっている。バイオマスなどを含む画期的な攪拌技術を生み出さなければならないが、コスト面で影響が大きい。

国内の体験およびス キルセット、迅速な支 払いの欠如

- こういった処理施設を運営するには人員の問題もある。能力も低く、訓練も不十分である。さらに、多くの場合、地方自治体の支払いの遅れによって、労働者は数か月も賃金を待たなければならず、このことがさらなる人員管理の問題につながっている。

住民の反対

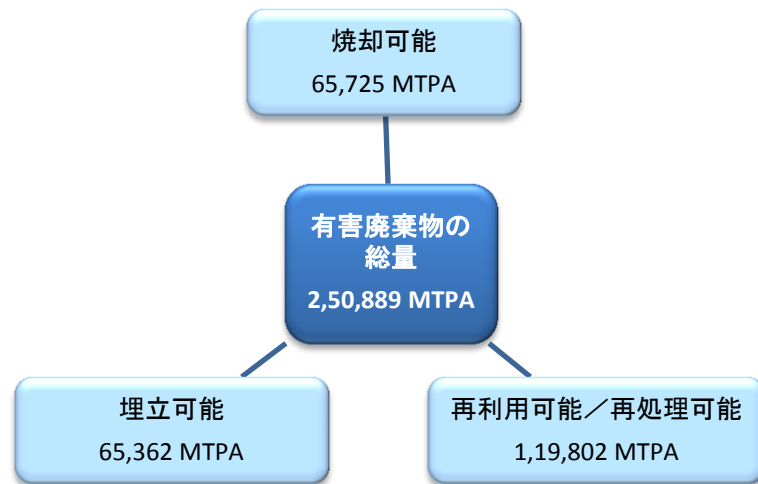
- この部門が抱える全ての課題は、常に住民の反対の恐れにさらされており、このことが専門の投資家を警戒させている。多くの州では、これらのプロジェクトは公益訴訟の一部となっており、より不確実なものになっている。特にデリーでは、この廃棄物発電に対して強く反対している住民もいる。ここ数年間、地元住民は技術の適切な利用と汚染について訴訟を起こしてきた。また、これによって、その他の廃棄物発電プロジェクトに対しても住民の反対が増えた。複数のその他のプロジェクトが、NIMBYシンドロームに悩まされている。

有害廃棄物

有害廃棄物の管理

- カルナータカ州はインドでもっとも工業の発達した地域である。
- カルナータカ州の工業の構造には、現代的なハイテク産業や、知識集約型産業がある一方で、従来の消費財産業も行われている。
- カルナータカ州はインド国内の民間の大企業にとっての製造の中心地でもある。
- カルナータカ州でさまざまな産業が排出する有害廃棄物の総量は、およそ250,000 MTPAである。全廃棄物のうち、27%が焼却可能な廃棄物、26%が埋立可能な廃棄物、47%がリサイクル可能な廃棄物である(2015年3月31日現在)。

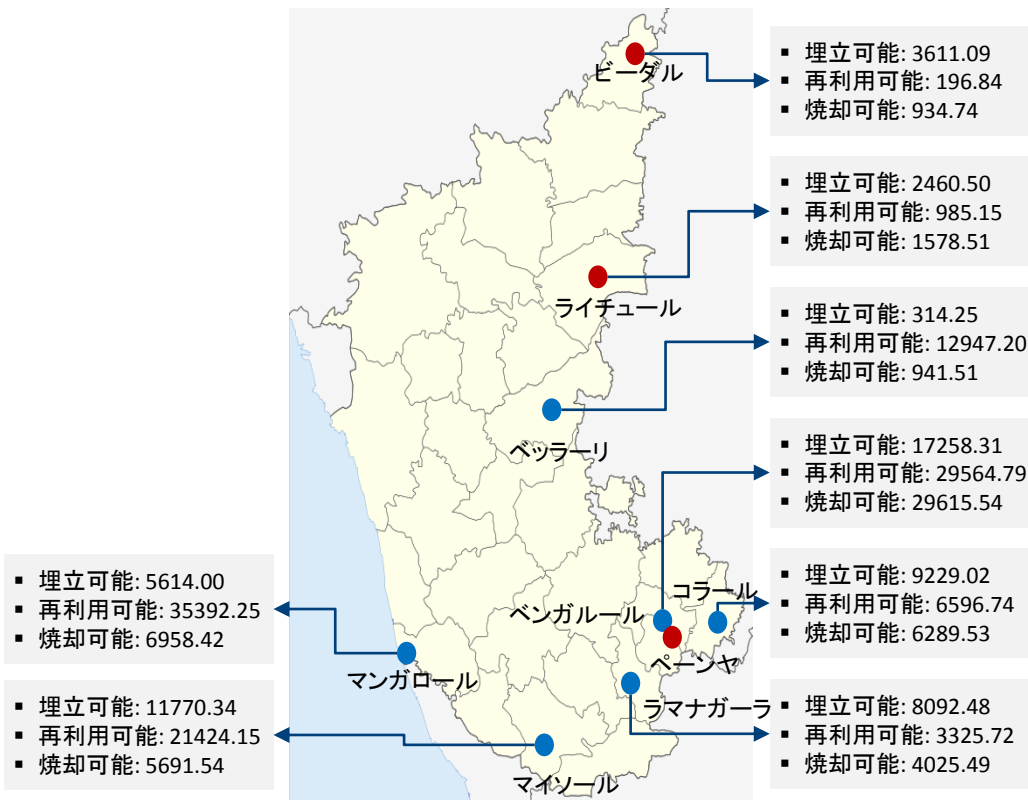
出典: KSPCB年次報告2014~15年



カルナータカ州内のおもな有害廃棄物の発生源

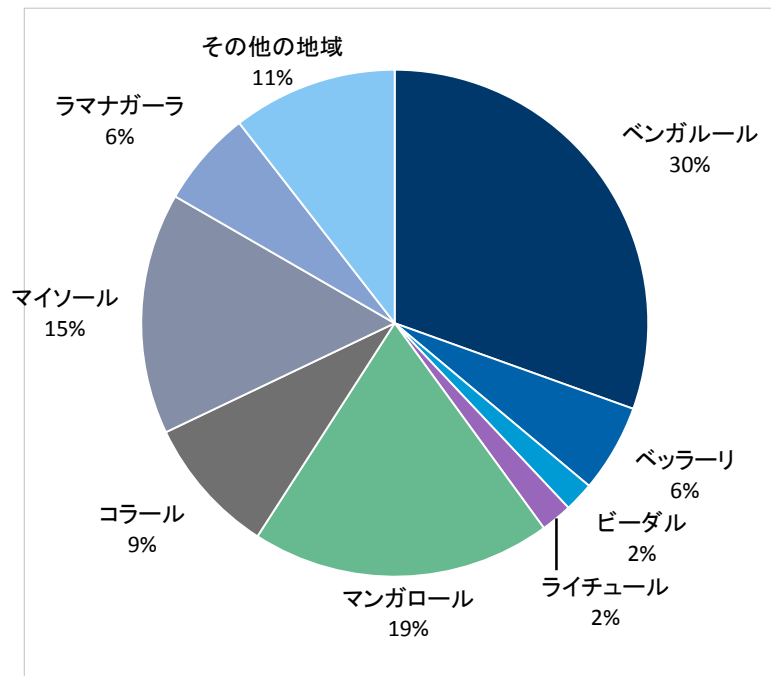
- KSPCBによれば、カルナータカ州には3,708カ所の有害廃棄物発生源が存在する。
- 3つの工業団地、すなわちペーンヤ(ベンガルール)、ビーダル工業団地(ビーダル)、ライチュール工業地域(ライチュール)がCPCBの基準に従い、KSPCBによって重度汚染区域に分類された。
- カルナータカ州にはさまざまな種類の産業が数多く存在する。
- 同州の汚染管理局は州内の主要汚染源として、18種類の企業を特定した。
- KSPCBでは頻繁に検査を行い、法令に違反するこれらの企業に対してガイドラインや警告を与えている。

出典: KSPCB年次報告書2014~15年



地域・産業別の有害廃棄物発生状況

カルナータカ各地域で発生する有害廃棄物



出典：KSPCB年次報告書2014～15年

分類	総計	汚染基準準拠	汚染基準未準拠	自ら閉鎖した企業	汚染局が閉鎖した企業
アルミニウム	1	1	-	-	-
医薬品	83	64	10	9	-
クロロ・アルカリ	1	1	-	-	-
セメント	29	24	4	1	-
石油化学	1	1	-	-	-
染料・染料中間体	3	2	-	1	-
肥料	3	3	-	-	-
鉄鋼	1	1	-	-	-
石油精製	1	1	-	-	-
殺虫剤	2	1	-	1	-
製紙・パルプ	3	2	1	-	-
製糖	24	14	2	8	-
酒造	24	19	1	3	1
皮革加工	2	-	-	-	2
熱発電	10	10	-	-	-
製糖・電熱併給	31	30	1	-	-
製糖・電熱併給、蒸留酒製造	17	16	1	-	-
総計	236	190	20	23	3

有害廃棄物:リサイクル(再処理)可能廃棄物

- カルナータカ州で発生するリサイクル可能な有害廃棄物の総量はおよそ、119,000 MTPAである。リサイクルや再処理は民間業者が行う。同州における一般的なリサイクル可能な有害廃棄物は以下のとおり。
 - 使用済み油
 - 廃油
 - 使用済み溶剤
 - 使用済み腐食液
 - 鉱山廃棄物、鉛・銅廃棄物など
- リサイクルや再処理は、KSPCBが認可した業者のみが行う。これらの業者はKSPCBにより定期的に選定・監視されている。

有害廃棄物のリサイクルの典型的なプロセス

各企業がリサイクル可能な廃棄物を発生させる



廃棄物が業者によってリサイクル工場に安全に輸送される



廃棄物の種類に応じて、適切な技術を用いてリサイクルする



リサイクルされた廃棄物が各企業に販売される



リサイクルの過程で発生した廃棄物が焼却炉または埋立地に送られる

カルナータカ州の認可を受けた有害廃棄物のリサイクル(再処理)施設

種類	処理施設数	種類	処理施設数
アルミニウム再処理	1	銅再処理	6
二次精錬銅	1	廃棄物容器洗浄施設	24
腐食液再処理	11	ニッケル・カドミウム電池	2
硫酸鉄	1	鉛再処理	28
KCLジメチルカーボネート	1	モリブデン酸	1
PCB汚泥	1	PCB廃棄物再処理	1
貴金属粉塵	1	非鉄金属	2
亜鉛再処理	6	使用済み溶剤蒸留施設	27
使用済み触媒再処理	2	廃油再処理	7
X線技術による銀抽出	1	使用済み油リサイクル施設	24
使用済み油・廃油再処理	6	その他	5

カルナータカ州のリサイクル業者の事例研究

企業名	リサイクルする廃棄物の種類	処理工程	最終製品の利用法
Lube Tech Petro Chemicals	<ul style="list-style-type: none"> 使用済み油および廃油 合計150,000～180,000ℓ/年 ベンガルール市内および近郊の自動車メーカー(8～10カ所の工場)から収集 廃棄物は業者の自社車両で収集 	<ul style="list-style-type: none"> 事前処理は行わない。 工程は脱水、真空蒸留、白土処理、ろ過がある。2～3%の土壤粉末が脱色のため追加される。 輸送および焼却コストを含み、1kg当たり14～16ルピーの廃棄物処理コストがかかる。 	<ul style="list-style-type: none"> リサイクル後の最終製品 <ul style="list-style-type: none"> ベースオイル(使用済み油から) 重油(廃油から) ベースオイルは中小企業がさまざまな石油製品を作るのに用いられる。ベースオイルに添加物を加えることにより、機械油、潤滑油、自動車オイル、油圧油などのさまざまな製品を作ることができる。 重油は中小企業が燃料や鑄造、低品質の潤滑油を作るのに用いられる。 リサイクル後に発生する廃棄物(使用済み粘土、石油のしみ込んだ綿廃棄物など)は焼却のため、HAAT焼却所に送られる。
Kannimar Enterprises	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物容器(PVC、GA、MS) ベンガルール、マイソール、ホスコートの医薬品メーカー、エンジニアリング工場、香料メーカーから収集 およそ130,000～150,000バレル/年 廃棄物は業者の自社車両で収集 	<ul style="list-style-type: none"> 事前処理は行わない。 処理工程には、石油系またはその他の化学溶剤を用いた手作業での洗浄のみが含まれる。 	<ul style="list-style-type: none"> 使用済み容器はPVC業者に販売され、業者は中小企業に販売し、水の保管や使用済み油・廃油の保管に使用する。 洗浄目的で用いられる溶剤または石油のほとんどは蒸発してしまう。ごくわずかな量の溶剤は、中小企業が潤滑油として用いるため、再販売される。

カルナータカ州のリサイクル業者の事例研究

企業名	リサイクルする廃棄物の種類	処理工程	最終製品の利用法
Satya Industries	<ul style="list-style-type: none"> 使用済み溶剤 年間およそ2,400バレル 使用済み溶剤はカルナータカ州の大規模医薬品メーカーから収集する。 使用済み溶剤は発生者が安全に保管し、その後、リサイクル業者が自社車両で収集する。 	<ul style="list-style-type: none"> 事前処理は行わない。使用済み溶剤は樽型容器に密封・保管されている。 処理はボイラーで使用済み溶剤を加熱して行う。その後、冷却剤を用いて冷却する。 	<ul style="list-style-type: none"> 最終製品はシンナーであり、塗装業で広く用いられる。 シンナーは30～40の顧客に直接販売される。 発生した汚染水は、同施設がSTPプラントを所有していないため、Green Enviro STPIに送られる。 発生した残液は、焼却のため、El Nano Incintechに送られる。
GTS Alloys	<ul style="list-style-type: none"> アルミニウムスクラップ 年間およそ2,400MT スクラップはカルナータカ州全体からアルミニウムスクラップを収集する第三者の業者がおもに収集する。 少量のスクラップがベンガルールのトヨタおよびTVSの工場から収集される。第三者の業者はリサイクル工場にスクラップを投入する一方、リサイクル業者は週に一度トヨタやTVSの工場からスクラップを収集する。 	<ul style="list-style-type: none"> 事前処理は行わない。 スクラップは高温のバーナーを使って融かされ、再鑄造のため鑄型に流し込まれる。 加熱目的でバーナーが用いられる。再鑄造したアルミニウムの品質を検査するためスペクトルが用いられる。 	<ul style="list-style-type: none"> さまざまな純度のアルミニウム地金 地金はトヨタやTVSに再販売され、道具や部品を作るのに用いられる。 発生した廃棄物、焼却灰は花火製造者に再販売される。

有害廃棄物: 焼却可能廃棄物

- カルナータカ州で発生する有害廃棄物の26%は焼却可能な廃棄物である。
- 有害廃棄物进行处理するため、カルナータカ州は5カ所の一般焼却施設と、13カ所の自社内焼却施設を設立した。
- 有害廃棄物の焼却施設はすべて、KSPCBが認可した業者である。
- 銅廃棄物については、計画・設計に関して当局の承認を得たのちに、複数の業者に自社内焼却施設の設立許可が与えられている。

焼却可能な有害廃棄物の処理の典型的なプロセス

各企業が焼却可能な廃棄物を発生させる



廃棄物が廃棄用の安全な容器に密封され、表示される



発生者によって、処理業者の施設へと輸送される



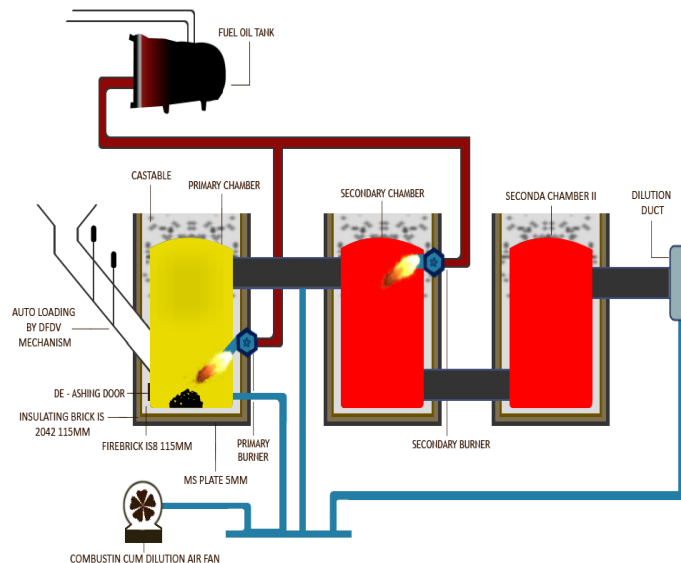
計量、分類され、一次的に保管される



さまざまな温度で焼却され、焼却灰は廃棄のためTSDFに送られる

焼却可能廃棄物の処理プロセス

- 管理者は、焼却業者に廃棄物を移送する前に、制定された規則に従い、焼却可能な有害廃棄物を分別、表示、包装する責任がある。
- 廃棄物は規則に従い、発生者または業者のいずれかが焼却施設に輸送する。大量の有害廃棄物を発生させる企業では、業者が収集のために専用の車両を用いる。
- 焼却施設に到着したら、計測・記録を行った後、焼却のため安全に保管される。その後、大気汚染防止装置の付いた二連の焼却炉で焼却される。焼却炉の温度はそれぞれ800℃および1,000℃である。
- 焼却業者が請求する料金は、以下の要素によって異なる。
 - 焼却施設からの距離
 - 廃棄物の種類と量
 - 輸送の頻度



有害廃棄物:埋立可能廃棄物

- カルナータカ州では毎年およそ65,000MTの埋立可能な有害廃棄物が発生している。これを管理するため、CPCBIは各州に対し、有害廃棄物の焼却および埋立のための「処理・保管・廃棄施設(TSDF)」を設立するよう規定した。
- カルナータカ州ではダバスペットとベンガルールの2カ所にTSDFと埋立地を保有しており、ラムナガルにもう一カ所一般焼却施設を備えたTSDFを保有している。
- ダバスペットのTSDFは、Ramki Envio Engineersが運営しており、ラムナガルのTSDFはMother Earth Environ Tech Private Limitedが運営している。
- TSDFの運営者は、特別指定車両で有害廃棄物を収集・輸送することにのみ責任を負っている。
- 廃棄物が施設に持ち込まれると、計量され、サンプルが収集される。フィンガープリント分析(FPA)がTSDFに到着した廃棄物のバッチごとに実施される。
- FPAが完了すると、廃棄物は処理のため、廃棄場または集積所に送られる。
- 有害廃棄物は発生日から90日以上保管してはならないと定められているため、適切な処理後既定期間内に廃棄される。
- ほとんどの場合、TSDFは固形の廃棄物のみを処理する(60~70%)。発生源の企業のなかには事前処理を行って、廃棄物を固形状にするところもある。
- TSDFでは、受け入れた廃棄物は以下の方法で処理される。
 - 埋立地への直接廃棄
 - 廃棄物の事前処理または安定化の後、埋立地へ廃棄
 - 直接焼却 / 事前処理後に焼却 / 事前処理後焼却した後、焼却灰を埋立
 - 廃油を再利用するために処理

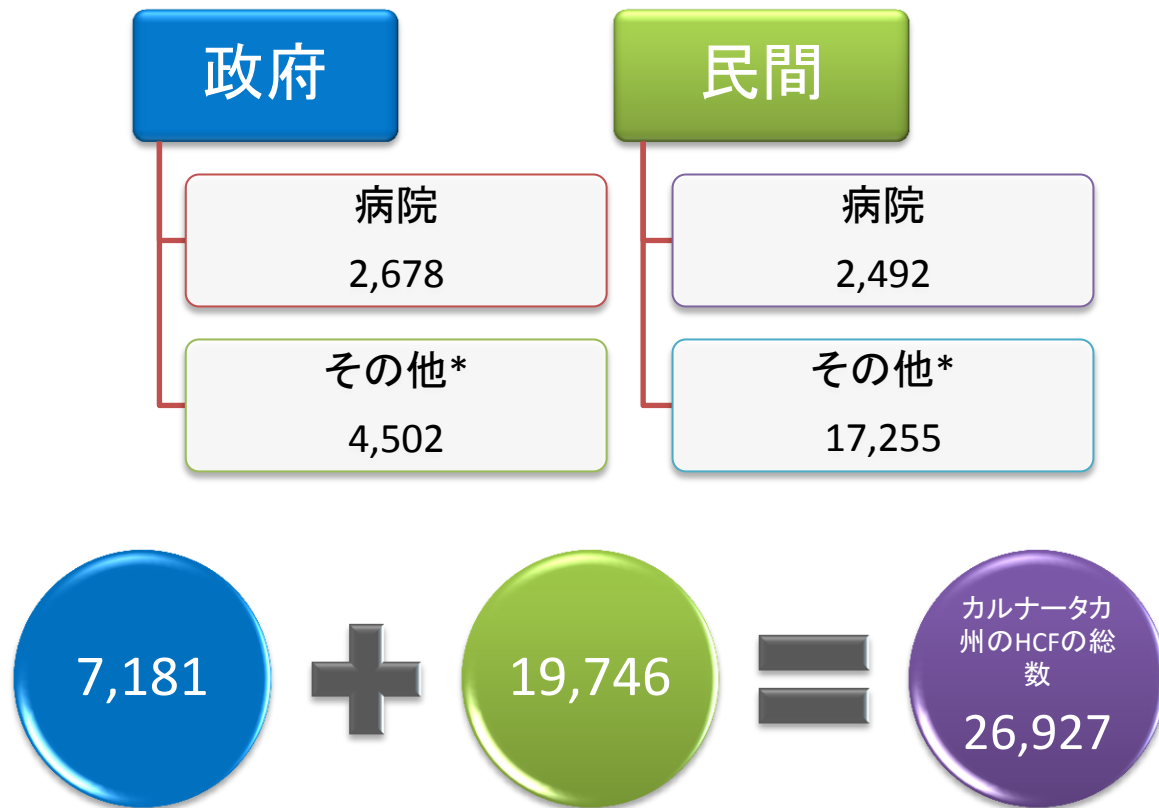
医療廃棄物

カルナータカ州における医療廃棄物の管理

- カルナータカ州では、インド各州と同様、第一次、第二次、第三次の三層構造の地方医療インフラになっている。
- 第一のレベルでは、サブセンターや一次医療センター（PHC）がある。
- 第二のレベルでは、地域医療センター（CHC）、タルク病院、郡病院がある。
- 第三のレベルでは、医科大学および専門病院がある。

一次医療センター	地域医療センター	AYUSH病院	民間医療施設
<ul style="list-style-type: none">■ 農村地域の住民に対して、予防・治療・リハビリテーション医療を提供する。■ 各一次医療センターは医師が運営し、パラメディックやその他スタッフが支えている。一次医療センターは、農村地域の住民と医師が接触する最初の場所である。■ 通常、4～6床	<ul style="list-style-type: none">■ 専門病院と同様に、農村地域の住民を紹介する。■ 必要とされる病床数は30床■ 各地域医療センターは外科医や内科医、婦人科医、小児科医といった専門医が運営している。■ これらの専門医はパラメディックやその他スタッフが支えている。■ これらは手術室やX線、分娩室、実験施設などを備えた病院である。	<ul style="list-style-type: none">■ インド特有の医療システム、すなわち、アーユルヴェーダ、ヨガ、ナチュロパシー、ユナニ、シッダ、ホメオパシーを提供する。	<ul style="list-style-type: none">■ カルナータカ州における数億ドル規模の産業である。その市場規模は、2020年には300億ドルに到達すると見込まれている。カルナータカ州全域には、中小の医院を除き、およそ600の民間医療施設があると推定されている（IIHMR）。■ カルナータカ州汚染管理局（KSPCB）は2015年3月時点で26,927カ所の医療施設（HCF）を特定している。

カルナータカ州における医療制度の概観

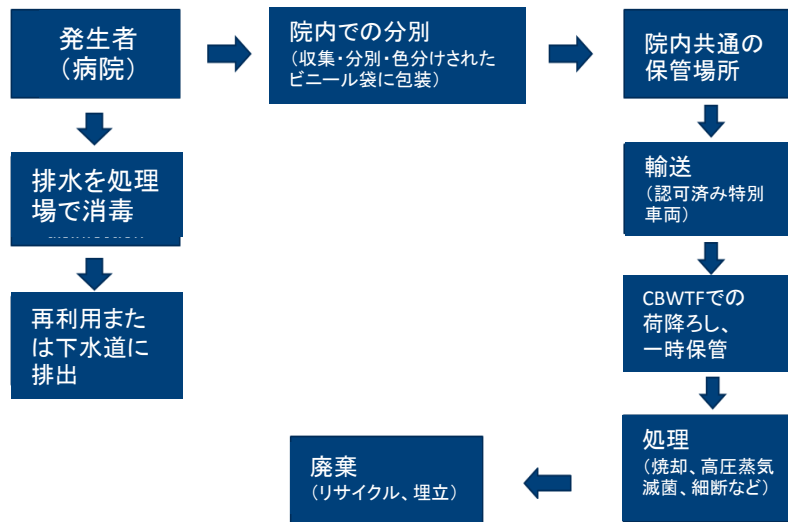


* 血液バンク、病理学研究所、診断センター、病床のないAYUSH施設、診療所、動物病院などを含む。

医療廃棄物の概観

- カルナータカ州はインドで最も医療廃棄物を発生させる州である。
- 同州では1日当たり約82トンの医療廃棄物が発生している。そのうちの約50%はベンガルールで発生したものである。
- 同州のさまざまな医療施設から発生した廃棄物は、カルナータカ州汚染管理局(KSPCB)監督のもと、中央医療廃棄物処理施設(CBWTF)を運営する民間業者が単独で処理している。
- KSPCBの職員によれば、同州では各病床につき、平均して1日当たり350～500gの医療廃棄物が発生している。

医療廃棄物のリサイクルに関する典型的なプロセス



KSPCBによる医療施設の分類

A) 人口300万人以上の都市の病院または診療所	•総数	-	2,011
	•病床数	-	35,122
	•廃棄物量	-	15,262 kg/日

B) 人口300万人未満の都市の病院または診療所	•総数	-	44
	•病床数	-	33,260
	a) 病床数500床以上	•廃棄物量	-

b) 病床数200床以上500床未満	•総数	-	64
	•病床数	-	16,392
	•廃棄物量	-	6,612 kg/日

c) 病床数50床以上200床未満	•総数	-	558
	•病床数	-	33,661
	•廃棄物量	-	13,078 kg/日

d) 病床数50床以下	•総数	-	5792
	•病床数	-	52,675
	•廃棄物量	-	24,284 kg/日

C) 上記A、Bを除く、医療廃棄物を発生するすべての施設	•総数	-	18,742
	•病床数	-	0
	•廃棄物量	-	7,890 kg/日

医療廃棄物の管理規則

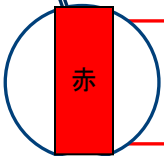
- 管理者は医療廃棄物を処理するうえで、人体や環境に悪影響を及ぼさないよう、必要なあらゆる手段を講じなければならない。
- 管理者はその場で消毒・殺菌を行い、実験室廃棄物や微生物廃棄物、血液サンプル、血液バッグを事前処理しなければならない。
- 中央医療廃棄物処理施設が75km圏内にある場合は、管理者は現地に処理・廃棄施設を設立してはならない。
- 管理者は処理済み医療廃棄物を都市固形廃棄物に含めてはならない。
- 管理者はその場で液体化学廃棄物を必ず分別し、医療施設から発生したその他の廃液と混合する前に事前処理または中和しなければならない。
- 管理者は、人体または環境に対して悪影響を及ぼさないために、収集された医療廃棄物を確実に輸送・処理・保管・廃棄し、その他必要なあらゆる手段を講じなければならない。
- 管理者はこれらの規則に規定されたとおり、医療廃棄物を適宜収集しなければならない。

出典:カルナータカ州汚染管理局

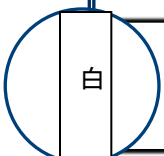
医療廃棄物の分別



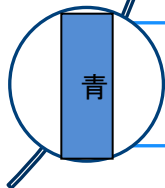
人体・動物の解剖起因廃棄物、組織、臓器、血液・体液の付着した廃棄物、血液、
期限切れまたは廃棄された薬品、微生物学・バイオテクノロジーその他の実験室廃棄物



ビニール袋や瓶、点滴チューブ、点滴器具、カテーテル、排尿バッグ、注射器(注射針なし・固定針つき)などの汚染廃棄物(リサイクル可能)



金属や外科用メス、注射針、固定針つき注射器などの鋭利な廃棄物



割れたガラス類または金属製人体移植臓器

医療廃棄物の収集および廃棄

収集

- 廃棄物は夕方にかけて、病棟、手術室、更衣室などから清掃スタッフが収集する。
- 廃棄物は特定の色を表示した厚手の耐食性のあるごみ袋に保管される。
- 中規模または大規模な病院では日報を保管する。

分別・保管

- 廃棄物が共同廃棄物保管室に持ち込まれると、清掃スタッフが分別基準に従い、色別に分別する。
- 色別に分別した袋は密封・表示され、計量される。
- 廃棄物処理業者が収集するまで安全に保管される。

輸送

- 分別された廃棄物はCBWTF業者が自社の特別目的車両で収集・輸送し、廃棄場へ運ぶ。
- 毎日午前6時までには廃棄物を収集することが義務付けられている。

廃棄

- 廃棄物がCBWTF業者の施設に運ばれ、その後、医療廃棄物の種類ごとに処理・廃棄される。
- 鋭利な廃棄物は、細断する前に高圧蒸気滅菌によって事前処理される。

病院の事例研究

病院名	月間・年間の医療廃棄物発生量	処理工程
Malathi Manipal病院 85床	黄 - 425 kg 青 - 249 kg 白 - 335 kg 赤 - 79 kg 鋭利 - 56 kg 月間合計 = 1,165 kg 年間合計 - およそ14,000 kg	<ul style="list-style-type: none"> 医療廃棄物は病棟ごとにラベル表示した容器に収集し、各階の医療廃棄物保管室に保管される。夜間に分別し、運搬業者のために準備しておく。業者は自社車両で午前6時までに毎日収集する。 鋭利な廃棄物(注射針、注射器、外科用メスなど)のみ、業者に廃棄する前に高圧蒸気滅菌で事前処理する。 液体の廃棄物は院内の排水処理場で処理し、ベンガルール上下水道局の下水道に廃棄する。 廃棄物は毎日、Maridi Eco Industries社が処理し、1日1床当たり5.2ルピーが請求される(年間およそ170,000ルピー)。
Sri Jayadeva 病院 640床	黄 - 366 kg 青 - 1311 kg 白 - 158 kg 鋭利 - 67箱 週間合計 - 1805 kg + 67箱 年間合計 - およそ94,000 kg + 鋭利800箱	<ul style="list-style-type: none"> 事前処理は行わない。 かつては、鋭利な廃棄物は廃棄前に次亜塩素酸ナトリウムに浸していたが、現在では1回のみで使用で廃棄用の容器に保管されている。 階ごとに収集・分別している。運搬業者が毎日深夜に自社車両で収集し、階ごとにその記録は保管されている。 液体の廃棄物は院内の排水処理場で処理し、ベンガルール上下水道局の下水道に廃棄する。一部は庭園用に用いられる。 廃棄物は毎日、Maridi Eco Industries社が処理する。
Rajashekar 病院 50床	毎日4~5 kg 年間合計 - およそ1,800 kg	<ul style="list-style-type: none"> 鋭利な廃棄物に対しては事前処理として高圧蒸気滅菌が行われている。 液体の廃棄物は排水処理場で処理し、下水道に廃棄する。 廃棄物は各階の個別の容器に保管される。廃棄物は夜間に病院外の廃棄物保管区域にて、色別の容器に分別され、午前3時に収集される。 廃棄物は毎日、Maridi Eco Industries社が処理する。 医療廃棄物の処理費用は、毎月およそ15,000~20,000ルピーである。
Arthi診療所 20床	診察した患者数によって日に1~3 kg 年間 0.5トン	<ul style="list-style-type: none"> 廃棄物の量は、受け入れた患者の数によって毎日異なる。 廃棄物は毎日、病棟および手術室から収集され、色別に分類される。 廃棄物は1日おきに、Maridi Eco Industries社が処理する。

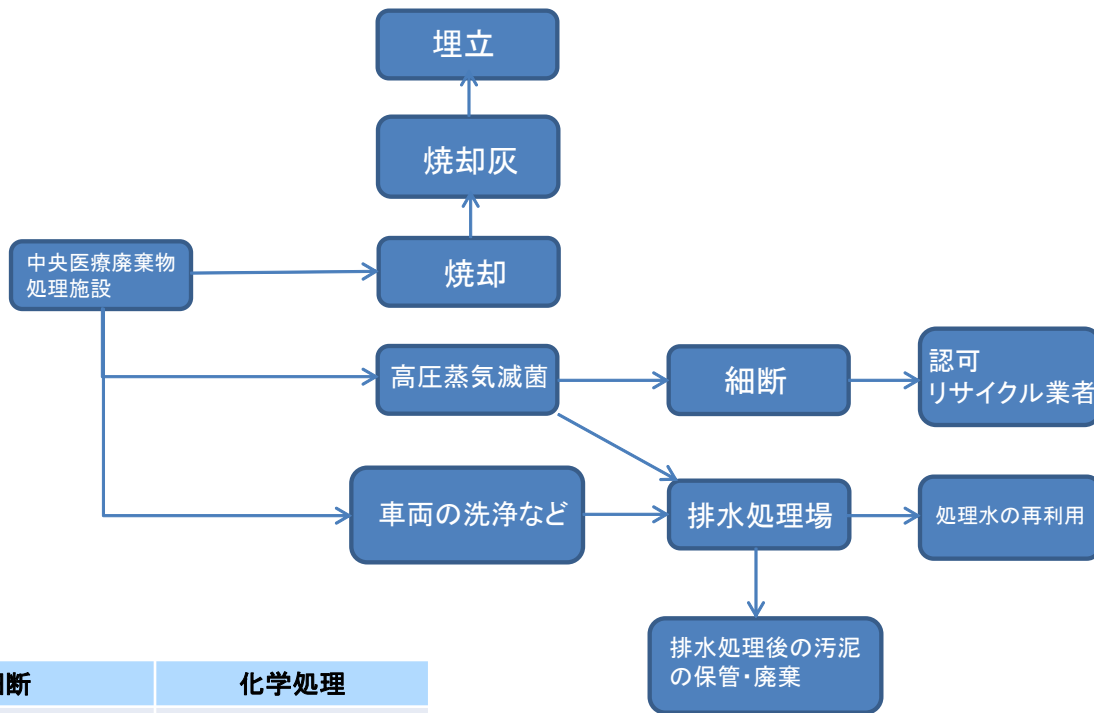
一般的な医療廃棄物の処理方法

- 化学処理: 次亜塩素酸ナトリウム、液体二酸化塩素、過酢酸、過酸化水素、無機化学薬品、およびオゾン等の化学薬品を用いて消毒をする処理方法。殺菌剤として用いられた使用済み化学薬品を再利用する場合もある。
- 高圧蒸気滅菌: 高圧蒸気滅菌は低温の熱処理であり、蒸気を用いて廃棄物を消毒する。高圧蒸気滅菌は空気の除去方法によって重力流高圧蒸気と真空高圧蒸気の2種類がある。
- マイクロ波処理: マイクロ波処理は低温の熱処理であり、湿式加熱とマイクロ波によって発生した蒸気によって、廃棄物を消毒する。
- 高温乾燥空気処理: 高温乾燥空気処理は高温の熱処理であり、廃棄物の細分化と乾燥を目的とする処理である。
- 焼却: 高温で熱焼却をする処理方法
- 圧縮: 廃棄物の容積を減らすための機械的処理である。
- 細断: 再利用を防ぐためにプラスチックや紙製の廃棄物を破壊する処理方法。消毒された廃棄物のみがシュレッダーにかけられる。

事例研究: Maridi Eco Industries社

- Maridi Eco Industries社は国内全域に展開する廃棄物処理企業であり、医療廃棄物の管理サービスを提供している。
- 同社は2001年にカルナータカ州に医療廃棄物処理施設をはじめて設立した企業である。
- 同社はベンガルールに本社を置き、東部はホスコートから、南部はホサー・ロードのカナーカプラ、アティーブルまでをカバーしている。
- 同社はラマナガーラやマンディヤにもサービスを拡大している。
- Maridi Eco Industries社はタミル・ナドゥ州に稼働中のゴミ処理プラントを保有しており、カルナータカ州チクマガルルにも新規プラントの開設を計画している。
- 同社はベンガルール郊外に4エーカーのプラントを保有し、同市内および近郊の医療施設の要望に応じている。

Maridi Eco Industries社が採用するプロセス



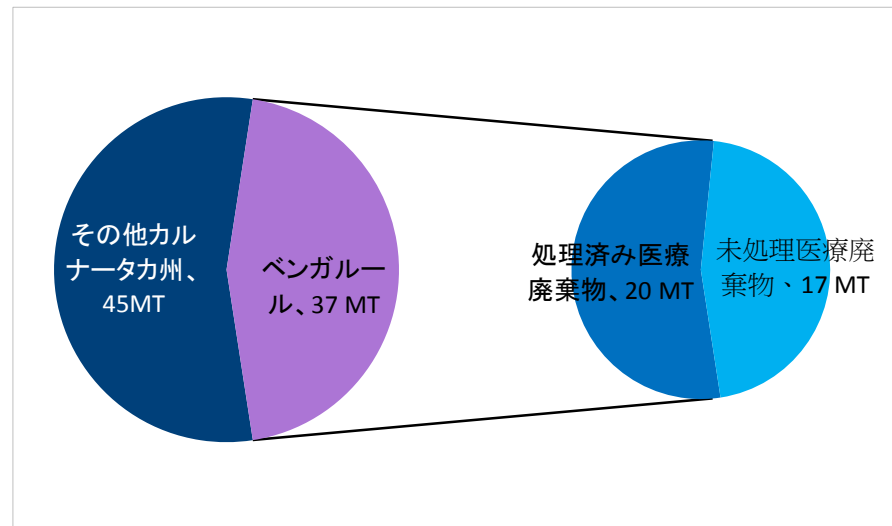
同プラントで処理される医療廃棄物の量

焼却	高圧蒸気滅菌	細断	化学処理
4,500 kg/日	800~900 kg/日	500~600 kg/日	250 L/日

出典: 直接インタビュー、年次報告書、ウェブサイト

カルナータカ州における医療廃棄物の現状

- カルナータカ州では、毎日およそ82トンの医療廃棄物が発生している。しかし、KSPCBの職員によると、現在の施設ではおよそ30トンの廃棄物しか処理できない。同州で発生する医療廃棄物の50%近くがベンガルールで発生したものであり、これは1日当たり35～40トンに相当する。Ramki、Maridi、Anuの3つの業者が、1日当たり合わせて15～20トンの医療廃棄物を処理しており、残りの廃棄物は違法廃棄されている。大量の医療廃棄物が都市廃棄物に混ぜられ、湖沼や空き地等に投棄されている。
- 現在の施設では、同州で発生する膨大な医療廃棄物を十分に処理できないのは明らかである。政府はさらにベンガルール近郊、コラール、チクバラプールに、3つの処理施設建設を計画している。
- 処理業者は1日1床当たり3～7ルピーの料金を請求している。



出典：カルナータカ州汚染管理局

個別事例研究

固形廃棄物管理の成功事例: Arora Fibres

- Arora Fibresでは廃棄されたプラスチックボトルをポリエステルにリサイクルし、包装材として再利用している。
- Arora Fibres Ltd.は同国において、生分解可能な大量のプラスチックを燃やすことで環境に多大な損害を与えているのを目のあたりにし、1994年以降、廃棄されたプラスチックボトルをポリエステル繊維にリサイクルする事業を展開。
- Aroraは、ペットボトルのポリエステル繊維への転換を専門とする韓国企業Mijungと連携して、インドに同技術を導入。
- ダーンドラーおよびナガル・ハヴェーリー連邦直轄領のスィルヴァーサー工業ベルト内の工場では、年間18,000トンのプラスチックを処理しており、2017年度中に48,000トンにまで増やす計画である。
- 100億本のペットボトルをリサイクルすることで、100万平方ヤードの埋め立て地を節約することができ、大気中に排出される二酸化炭素も25万トン除去することができる。
- Arora Fibresにとって、廃棄プラスチックの処理は収益性の高い事業である。1994年に、スィルヴァーサーのプラント設立に際し、9,600万ルピー(140万米ドル)を調達。そして、2013年度には3億4000万ルピー(500万米ドル)の収益を記録。
- 同社の収益は2016年度、7億5000万ルピー(1,100万米ドル)に達する見込みである。(2017年3月時点での予想)
- 1年間で300,000トンのペットボトルをポリエステル繊維に転換する業者は20社ほど存在するが、同業界は処理原料をごみ拾い業者に依存している。

固形廃棄物管理の成功事例: Hanjer

- Hanjer Biotech Energiesは、固形廃棄物の副産物を燃料として用いるインド初の環境志向型発電所を、2016年にマハラシュトラ州ジャルガウンに設立した。
- バイオマス発電所は発電燃料の原料となるもみ殻が利用できなかったため、閉鎖されていた。このため、Hanjerは都市固形廃棄物をごみ固形燃料(RDF)に転換させ、7MWの環境にやさしい電力を発電している。
- 同社はマハラシュトラ州、マディヤ・プラデシュ州、ラジャスタン州の4~5か所の閉鎖されたバイオマス発電所を引き継ぎ、40 MWの環境にやさしい電力を発電する計画である。その後、グジャラート州スーラトに環境志向型発電所を設立し、固形廃棄物からの燃料のみで稼働させる計画である。
- 同社が処理する9,100トンの廃棄物のうち、およそ18~20%が環境にやさしいRDFである。廃棄物をリサイクルして生成される環境にやさしいRDFを原料に、15MWの発電所を6基稼働させることができる。
- Hanjerは年に20%成長している業界において、2012~13年度に41億ルピー(6100万米ドル)の収益を記録した。
- 環境にやさしいRDFは、都市固形廃棄物を乾燥・粉碎・選別し、レンガ状に成型したものである。

固形廃棄物管理の成功事例: Cerebra Integrated Technologies

- 同社は、90,000トンの電子機器廃棄物を処理する能力を持つ、インド最大の電子機器廃棄物リサイクル工場を設立した。
- 電子機器廃棄物は貴金属その他の金属の宝庫である。Cerebraは、年間200,000トンもの電子機器廃棄物がベンガルールで発生していることにビジネスチャンスを見出した。
- 例えば携帯電話は、さまざまなレアアースや貴金属からできている。携帯電話一台には250mgの銀、24mgの金、9mgのパラジウムが含まれており、ノートパソコン一台には1,000mgの銀、220mgの金、500gの銅が含まれている。
- Cerebraは今年、世界の電子機器廃棄物市場での事業拡大を目指し、シンガポールのCimelia Resource Recovery社を11億ルピー（1,640万米ドル）で買収。
- 同社は2015年度、26億7000万ルピー（4,000万米ドル）の収益を上げ、今後5年間に30%のCAGRで成長すると見込まれている。
- Cerebraでは同事業が50億ルピー（7,500万米ドル）を超えると見込む。同社の収益の50%以上は電子機器廃棄物処理事業によるものである。

固形廃棄物管理の成功事例: VA Tech Wabag

- チェンナイに拠点を置く同社では、産業廃水および生活排水をリサイクルし、飲用水または産業用水として再利用している。
- 2017年3月現在、廃棄物処理事業は同社収益の10～15%であるが、今後10年間で50%を占めるまでになると予測している。昨年、同社はインド国内で100億ルピー（1億4900万米ドル）の収益を記録した。
- インドにおいて水は安価であり、政府が厳格な規則を制定するか、水の価格上昇がない限り、人々は水を再利用しようとしないうる。
- Wabagはインド企業の環境への意識醸成に努めている。同社は2010年、ハリヤーナー州の農民がインドの石油企業Panipat製油所の排水廃棄に対して抗議した際、同社を支援した。
- 同社ではプラントからの廃水全体をリサイクルし、飲用水として使えるほど清潔なものにしている。

SAAHASの成功事例

はじめに

- SAAHASは2001年の社団法にもとづいて、非営利団体として登録。同団体はFCRA(海外貢献規制法)の認証を得ており、海外からの支援を受けることができる。
- この非営利団体は、おもに地方自治体のような公的機関の能力開発を行い、廃棄物管理に関する積極的な政策を支援している。
- 本社－BTMレイアウト、ベンガルール市
- チェンナイおよびハイデラバードでプロジェクトを行っている。

SAAHASが従事するプロジェクト

- Bomanahalliにおけるコミュニティ廃棄物管理 – 2002年(BomanahalliおよびJanagraha)
- Jayanagarにおけるコミュニティ廃棄物管理 – 2003年(CIVIC)
- 電子機器廃棄物管理についての啓発活動および収集 – 2003年(HAWAおよびGIZ)
- 電子機器廃棄物のインフォーマル部門の改善 – 2004～2008年(GIZ、インド・ドイツ・スイスプログラム)
- プラスチック減量計画(Less Plastic for Me) – 2006年(KSPCB)
- プラスチックに関する規則の啓発活動 - CEE
- Lalbaghにおける廃棄物管理
- プラスチック減量計画(Less Plastic for Me) - 2007年(Wipro)
- Koramangalaにおける分散型廃棄物管理 - CHF/Catepillar 2009～2012年
- Koramangalaにおける分散型廃棄物管理第7ブロック – 2010年(RBEI)
- ベンガルールにおける包装廃棄物のリサイクル – Tetra Pak(2009～2013年)
- EUによる「スイッチ・アジア」 – GIZおよびMAIT – 2010～2013年

SAAHASの成功事例

採用したプロセス

- 各家庭での分別の実施
- 「埋立地へ廃棄」から「廃棄物から資源へ」へ
- 効果的な近隣の廃棄物管理の実践

政府の支援

- BBMPがベンガルールにおける乾燥・含水廃棄物の管理においてSAAHASを支援
- 廃棄物のリサイクル、分別

現行のプロジェクト(都市部)

- 2015: チェンナイ- 9トン、ハイデラバード- 8トン、マイソール- 62トン
- 2016: チェンナイ- PPC 16トン、ケンジェリ- 16トン

現行のプロジェクト(農村地域)

- 試行段階: 3村落、3,500世帯、300店舗から5.5トンを集集
- 第二段階: 9村落、10,300世帯に到達(進行中、3つの郡にわたる30村落30,000世帯を目標)

技術

- 分散型処理
- コンポスト: 乾燥廃棄物 - 30%、含水廃棄物 - 60%
- 埋立: その他(電子機器廃棄物) - 10%
- 自動データ取得

近隣住民啓発プログラム

- 1日当たり含水廃棄物2トンと乾燥廃棄物1トンの管理が可能な「Kasa-Rasa 3」と呼ばれる専用の分散型廃棄物管理センターを設立。
- Madiwala市場における各店舗での分別の実施
- バイオガスプラントでの含水廃棄物の処理
- 毎日10トンの廃棄物を埋立回避

Waste Venturesの成功と失敗

はじめに

- Waste Ventures Indiaはインドの廃棄物部門を環境的にも経済的にも持続可能なモデルへと変換させるために設立された廃棄物管理における公的企業である。
- 2013年に設立
- 2013年後半以降、同社は3,000トン以上の廃棄物をインドの投棄場所から回避させた。
- 本社 – プレス・エンクレーブ、ニューデリー
- 営業地域: ニューデリー、ビハール州、ジャールカンド州、グジャラート州、マディヤ・プラデシュ州、オリッサ州、マハラシュトラ州、テランガーナ州(ハイデラバード)
- 同社はリサイクル廃棄物(有機廃棄物)のマーケティング部門を持つ。

出典: 直接インタビューおよび二次調査

提供サービス

- 同社はハイデラバード初の、一般家庭および中小企業向けのリサイクル可能デジタル製品回収プラットフォームを立ち上げ、2017年3月現在、集合住宅向けリサイクルサービスも提供している。

家庭向けサービス

- シームレスな回収: 定期的で手間のかからない、便利な玄関口での回収
- 収益のアップ: さらにさまざまな種類のリサイクル可能な製品をリサイクルすることで収益を上げる。デジタル計測、透明性の高い価格設定、その場での支払い
- 環境にやさしい: すべての廃棄物が環境にやさしい終着点を得られるようにするPCB認定のリサイクル業者のネットワーク

企業向けサービス

- シームレスな回収: 専門業者による定期的で手間のかからない、便利な玄関口での回収
- 持続可能性および利用に関する認証: 同社は四半期ごとに持続可能性および利用に関する報告書を送付

Waste Venturesの成功と失敗

都市廃棄物の管理

- 同社の都市廃棄物の管理は、専門的・化学的なオンサイトでの有機廃棄物の処理およびすべての乾燥廃棄物のリサイクルが含まれており、始めの段階で廃棄物を90%削減している。

認証

- 同社はインド全域にわたるPCB認定のリサイクル業者と連携している。環境にやさしいリサイクル業者のネットワークにより、大容量・高品質な廃棄物を利用できる。

技術

- 分散型処理
- コンポスト: 乾燥廃棄物 – 30%、含水廃棄物 – 60%
- 埋立: その他(電子機器廃棄物) – 10%

出典: 直接インタビュー、二次調査

失敗

- ハイデラバードでは政府の支援が得られない。
- 農村地域および都市部では競合他社が大規模なため、入札が困難である。

成功

- 同社は自社トラックでアパートや公園、商業施設などから廃棄物を収集している。自社リサイクル施設も保有。
- リサイクルされた廃棄物はすべて複合有機廃棄物として、売却。これがコンポスト後の収益である。

はじめに

- 主要な廃棄物管理企業であるMailhem Engineers IndiaとフランスのLhotellier Ikosの合弁企業として、Mailhem Ikos Environmentは一貫して、協会、地方自治体、および企業を支援してきた。

採用しているプロセス

- ベンガルールやプネーのような大都市では、プロジェクトは区ごとに分けられている。
- 廃棄物は直接(戸別)および間接(アパートや商業施設からの回収)を通して収集される。
- 収集された後、廃棄物は処理施設で分別され、分散型プラントに輸送される。
- 分散化ののち、廃棄物はリサイクルされるか、コンポストまたは埋立される。

入札プロセス

- 各廃棄物管理業者は以下項目につき、企業の効率性を分析するための政府の指標であるQCBCシステムを受ける。
 - 技術的・財政的実現可能性(70:30%)
 - 経験およびULB(都市地方団体)
 - 完成品引き渡しのプロジェクトおよび契約
 - 設計モデル
 - プロジェクトの規模と可視性

QCBCシステム

- 以下にもとづいて政府がプロジェクト案を分析する。
 - 作業を行うプロジェクトの数
 - 準拠する健康・安全措置
 - これまでのプロジェクトで採用した基準および規制

はじめに

- Ramky Enviro Engineers Limited (REEL)は1998年、ハイデラバードにインド初の有害廃棄物管理施設を設立。現在、同社は年間100万トン以上の有害廃棄物を処理する12の施設を運営。

採用しているプロセス

- Ramky Enviro Engineers Limited (REEL)は各企業から有害廃棄物のみを収集。
- 各企業は廃棄物を廃棄する前に有害廃棄物発生認証を得なければならない。
- 各企業から発生した廃棄物は50～60トンであるが、Ramkyは1日当たり3,000～6,000トンの有害廃棄物を処理できる処理施設を保有している。
- 有害廃棄物の大半はコンポストまたは埋立される。

入札プロセス

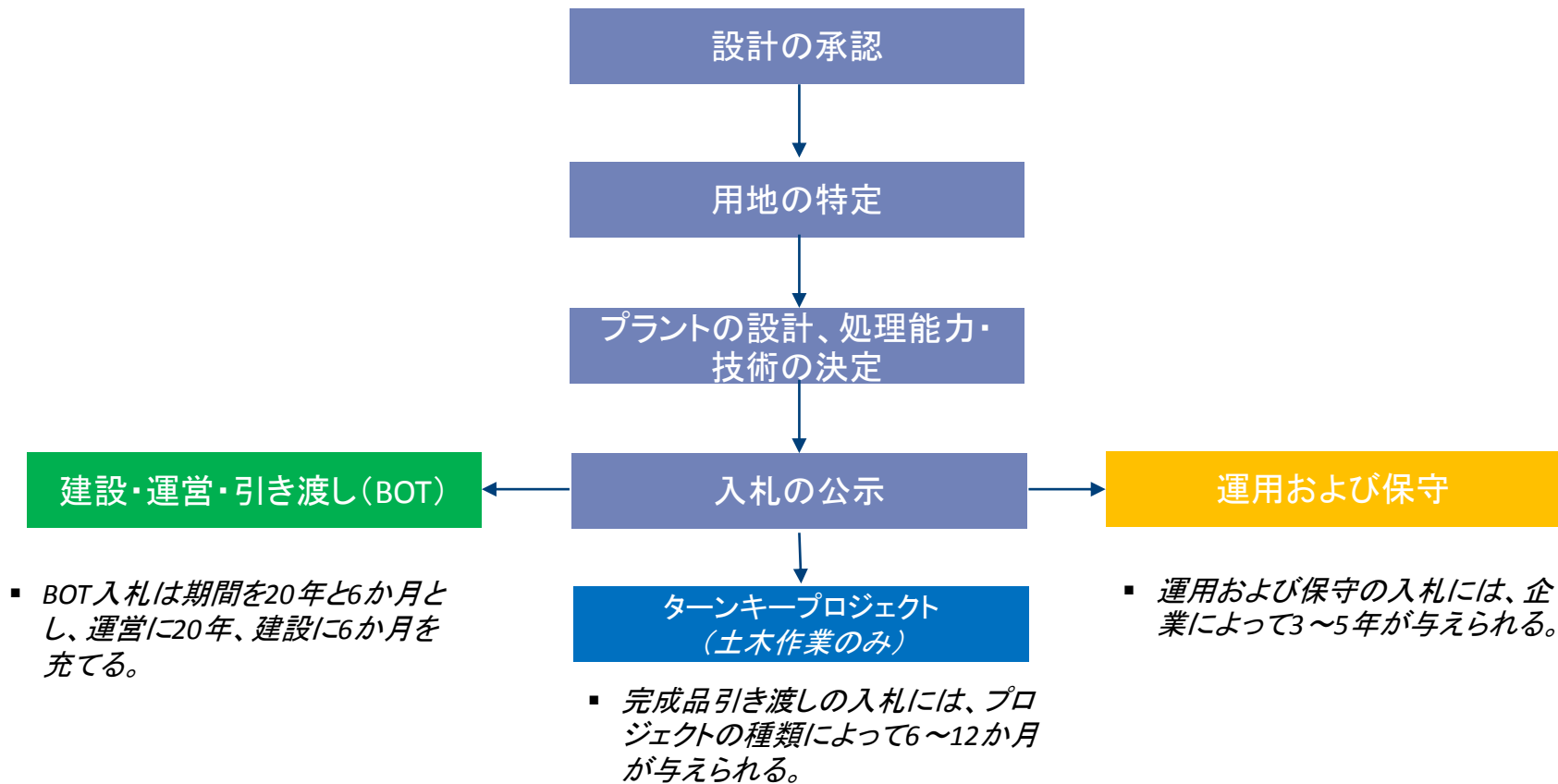
- ベンガルールでは、カルナータカ州汚染管理局(KSPCB)が各企業およびその他の部門が従うべき規則を制定している。
- 有害廃棄物および医療廃棄物が発生すると、報告書を作成するためサンプル分析が行われる。
- 報告書は発生した廃棄物の費用と量についての見積もりとともに州政府に送られる。KSPCBの2つの書式に記入し、提出しなければならない。
- 現在、入札では50年契約であり、18年ごとに運営を州政府がモニタリングする。

現行のプロジェクト

地名	プロジェクト案での廃棄物量	ボイラー数
ハイデラバード	1,200トン/日	2
ベンガルール	600トン/日	1
グワハティ	600トン/日	1

MSWの入札プロセス

入札プロセスのフローチャート



カルナータカ州におけるSWMプラントの入札方法

- 入札書類はカルナータカ州政府の電子調達ウェブサイトからダウンロードできる。- <https://eproc.karnataka.gov.in>
- 請負業者としてログイン後、入札一覧を見るには右下にスクロールする。クリックしてNITの詳細を見て、入札書類のコピーをダウンロードする。
- 入札書類はウェブサイト公開された所定の日時にダウンロードできる。
- 参加を希望する請負業者のみがウェブサイトに登録後、入札手数料をオンラインで送金する。
- 手数料は払い戻さない。
- 入札書類は、以下の支払い方法のいずれかを使って電子調達サイトからオンラインで支払われる「手付金」とともに提出しなければならない。
 - クレジットカード、デビットカード、国営電子振替決済 (NEFT) または窓口。入札書類は電子調達サイトに公開した期限までに (インターネットを通じて) オンラインで提出すること。
- 最初の開札は電子調達サイトに公開した所定の日時に、同席を希望する入札者の立会いのもと開札される。住所: 560 001 ベンガルール市N. R.通りDasappa病院内2階、BBMP固形廃棄物管理1係、上級技術者事務局。

固形廃棄物処理企業に対する資格基準

- 入札者は1956年インド企業法の登録企業、または同法の登録企業を主たる入札者とする共同事業体でなければならない。特別目的会社は利権契約を実行するため、落札者(または共同事業体)により設立される。
- 入札者または共同事業体の主会員は電子調達サイトに入札を公示した日までに最低3年間は存在していなければならない。
- 共同事業体の会員数は3社を超えてはならない。
- 共同事業体の会員はある会員を「主会員」として指名し、主会員は特別目的事業体の発行済み・払込済み株式の最低51%を所有するものとする。任命は第三章に提示した書式にしたがって、共同事業体のその他の会員全員が署名した共同入札合意書により立証される。共同事業体のその他の会員は、特別目的事業体の発行済み・払込済み株式の最低10%を所有するものとする。
- 入札者または共同事業体の会員は、入札者への指示書に提示された書式にしたがって、提案の詳細を提出しなければならない。
- 入札者または共同事業体は、過去5年の会計年度のうち、2年間は最低1億6000万ルピー(230万米ドル)の年間取引高がなければならない。

契約条件

1. 技術入札は電子調達サイトに提示された期日に開札される。
2. 技術入札を通過した入札者(共同事業体)の財務入札のみ開札される。
3. 入札評価および受託手続きは入札者への指示書に提示してある。
4. 各入札者は本提案依頼書に対して、最大1つの提案書を提出するものとする。1つを越える提案書を提出した入札者は不適格とする。
5. 提案は提案期日から180日間の期間有効であるものとする。(提案有効期間)
6. 入札書類は契約書の一部として構成される。
7. ベンガルール市(BBMP)は何らの理由なしに入札の一部またはすべてを受理または却下する権利を留保する。
8. スケジュールに記された料金は、適用されるすべての税を含むものとする。
9. 作業はBBMPの担当職員の指示にしたがって実施されるものとする。
10. すべての参加者は必要に応じて認証のための書類の原本を作成しなければならない。
11. 入札希望者は「標準入札書類」にある詳細な指示および条件を遵守しなければならない。
12. 条件付き入札は認められない。
13. 本入札に関する詳細は下記署名者の事務局で、平日の午前10時から午後5時まで入手することができる。
14. 白紙の入札書式のついた入札通知書は電子調達サイトから入手することができる。www.eproc.karnataka.gov.in
15. ベンガルール市の電子調達サイトにログインするためのユーザーIDおよびパスワードを取得していない入札希望者(請負業者)は、電子調達サイトから入手することができる。www.eproc.karnataka.gov.in
16. 正誤表、修正・訂正があれば、ウェブサイトにものみ公開される。電子調達についての説明、トレーニングを希望する場合は以下の窓口で受け付ける。住所: 560 001 ベンガルール市N. R.通りDasappa病院内2階、BBMP固形廃棄物管理1係、上級技術者事務局。電話番号: 080-22975546。

課題と成長要因

同部門における10のおもな課題

1. 分別レベルの低さ
2. 都市固形廃棄物の特性評価
3. 都市化および十分な資金の欠如
4. 基礎レベルの規則の実施
5. 金融監査および作業研究
6. 新規埋立地の通知に対する反対
7. 中央政府と州政府の調整不足
8. 適切な技術ソリューション、アウトソーシングおよび汚染者負担原則 (PPP)
9. 廃棄物発電プロジェクトの失敗
10. 組織部門の関与

	おもな問題
分別	<ul style="list-style-type: none">▪ 世帯レベルでも共同体収集所レベルでも、組織化され、科学的に計画されたMSWの分別が行われていない。▪ 廃棄物の分別は大半が組織化されていない部門によって実施されており、廃棄物発生者によって実施されることはまれである。▪ 分別・分類は非常に危険な条件の下で実施されている。組織化されていない部門がリサイクル市場において比較的高い経済的リターンを見込まれる貴重品のみを廃棄物から分別しているため、分別の効率性はかなり低い。▪ 不十分な処理により、分別された廃棄物が輸送・廃棄中に再び混ざってしまうことがたびたびある。▪ 分別不足により、十分に科学的な廃棄物の廃棄ができていない。
収集	<ul style="list-style-type: none">▪ 各家庭から発生した廃棄物は通常、金属・コンクリート製の共同体収集所に運ばれる。▪ 街路清掃で発生した廃棄物も共同体収集所に運ばれる。▪ これらの共同体収集所は家庭廃棄物同様、付近の重要な商業施設も利用しているが、一部の複合商業施設または企業は地方自治体と連携して、一定額を支払うことにより、廃棄物を廃棄場に輸送している。

	おもな問題
再利用・リサイクル	<ul style="list-style-type: none">▪ これには、廃棄物から回収して新たに製品を製作できるような物質の回収活動が含まれる。▪ 共同体収集所では未分別の廃棄物が廃棄されているため、その最適なりサイクルは不可能である。しかし、ごみ拾い業者が通常、分別してプラスチックやガラスなどのリサイクル可能な物質を回収・販売している。▪ リサイクル可能な物質はほぼすべて、ごみ拾い業者によって分別され、リサイクルを通じて物質の流れに吸収されていく。
輸送	<ul style="list-style-type: none">▪ インドで実施されているMSWの輸送方式は、手押し車、圧縮車、トラック、トラクター、トレーラー、ダンプカーである。▪ 規模の小さな町では、5～9トンを収容するトラックが適切な覆いをすることなく用いられている。▪ MSWの輸送には固定圧縮車、移動圧縮車（密閉式臨時輸送車）、防水シート付車両が用いられており、それぞれ廃棄物の65%、15%、20%がこれらの車両で輸送されている。▪ 廃棄物の輸送に用いられる車両のメンテナンスは通常、ULBが運営する作業所で行われるが、これらの作業所では簡単な修理を行うのみである。▪ 当然ながら、これらの車両の故障時には、収集・輸送・廃棄の全体の効率が大幅に落ちる。輸送中継所はいくつかの大都市に見られるだけである。

おもな問題	
廃棄	<ul style="list-style-type: none">発生した廃棄物は指定の廃棄場まで到達できずに、都市近郊、郊外、路上、低平地、排水溝、緑地などに廃棄されている。開放廃棄がほぼすべての都市に共通する特徴である。<ul style="list-style-type: none">発生したMSWは通常、衛生的な埋め立ての慣例に違反して、日常的に低平地に直接廃棄されている。ULBの大半は十分な衛生的埋立施設を持っておらず、MSWは都市郊外の路上に廃棄されている。非科学的な廃棄は洪水を多発させ、モンスーン期の地表水のおもな汚染源となっているのみならず、浸出水により地下水も汚染している。
埋立	<ul style="list-style-type: none">発電所においてMSWに必要とされる品質が確保できず、MSW内に発熱量の低い物質が混ざっているために、同州の廃棄物発電プロジェクトが頓挫してしまった。インド国内で発生する廃棄物は有機物を多く含んでおり、その割合は先進国の30%に比べて、50%程度である。

固形廃棄物管理を推進する主な要因

1. 法的要因（例：法律および規制）
2. 地域的および国際的要因（例：リサイクル可能な資源としての固形廃棄物の流れ）
3. 社会経済学的要因（例：人口傾向および国民の意識向上）
4. 技術開発および施設面での要因（例：利用可能な技術）
5. 環境保護

おもな成長要因

法的要因(法律および規制)

- 強力な立法、都市同士の競争がないため、(海外の)投資を呼び込むためには、「クリーンシティー」に十分な地方環境インフラを提供することがおもな成長要因となりうる。
- これは海外の情報技術への投資が強固なインドにおいては特に重要だろう。

地域的および国際的要因

- クリーンな開発のメカニズムが(国際的金融機関(IFI)に促進されて)途上国に拡大している。
- 都市部の貧困層の大多数に生活の糧を提供する。
- インドではいまだに産業用原料としてリサイクルされた物質の輸入に頼っている。

社会経済学的要因

- 能力開発および十分なガバナンスが(IFIにより促進された)おもな成長要因である。
- 焦点は今もお食糧、避難所、治安および生計であり、廃棄物はこれらの優先事項に健康または環境上の悪影響を与える場合にのみ問題となる。
- 特に熱帯気候においては国民の健康がおもな成長要因となる。未回収のごみによる疫病、コレラおよびその他の下痢性疾患のような病気の大発生によって、政府はSWMに関する法規制を制定することとなった。

おもな成長要因

技術開発および施設面での要因

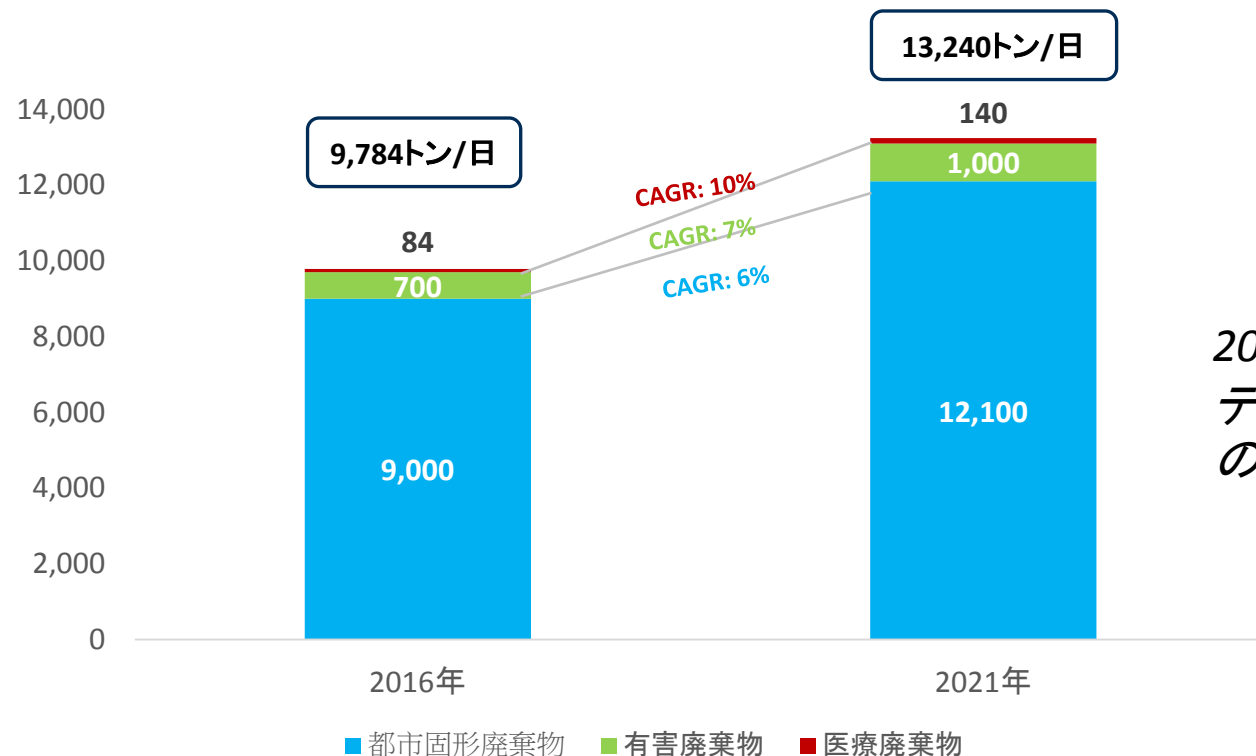
- この機能を実行する能力は今も限られている。さまざまな廃棄物発電方法が固形廃棄物の管理産業におけるおもな成長要因として重要な役割を果たすだろう。

環境保護

- 焦点は今もなお、野放しの廃棄物を段階的に廃止する初期の段階にある。
- 例えば、廃棄物による気候変動または廃棄物発電は世界中で成長要因として急浮上している。京都議定書のもとでのクリーンな開発のためのメカニズムが重要な収入源とみられており、発展途上国の都市が新規埋立地に投資しつづけることを促している。

今後の展開と機会

カルナータカ州における現在および今後の1日当たりの廃棄物発生量



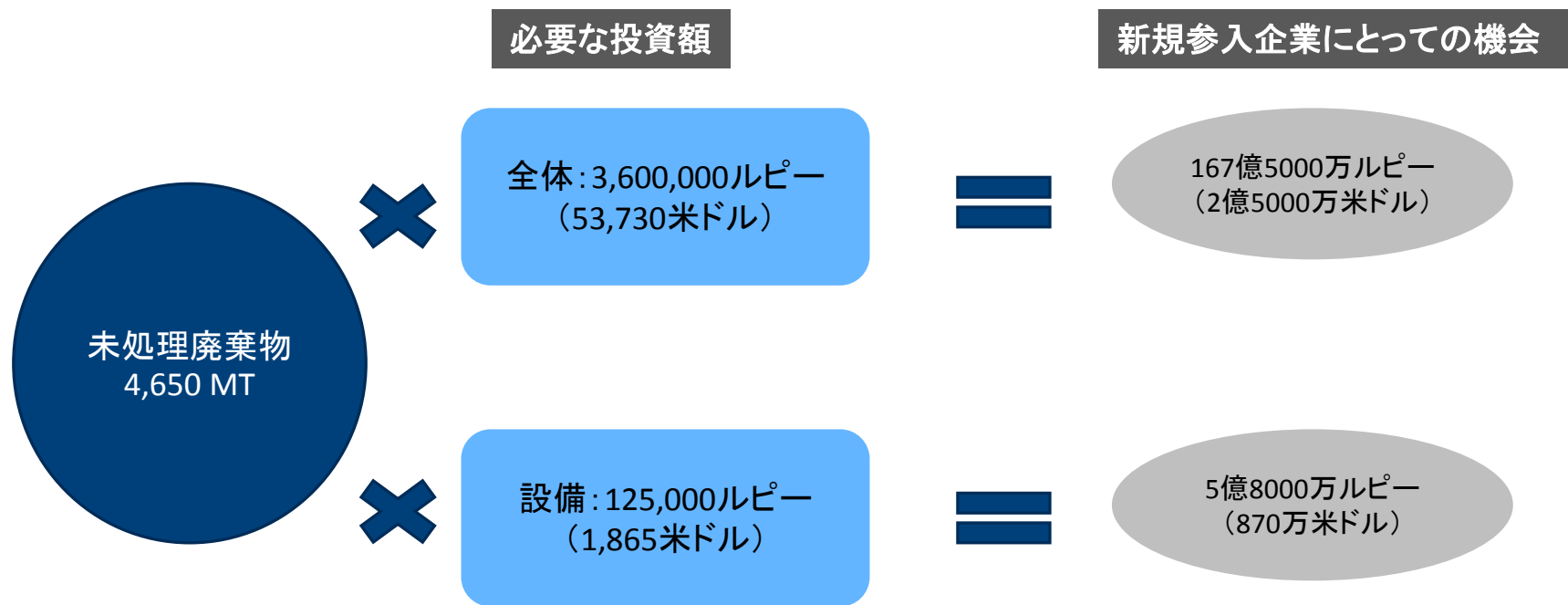
2021年までに、全てのカテゴリーで廃棄物発生量の増加が見込まれる

注: 農村地域において発生した廃棄物は都市固形廃棄物とみなす。

都市固形廃棄物の機会領域

- **都市固形廃棄物部門における分別、輸送、処理の幅広い領域**
 - 分別は手作業で行われており、機械化が必要とされている。
 - 十分な輸送設備の不足および技術の不足
 - 都市で発生する固形廃棄物の52%以上が未処理のまま埋立地に直接廃棄されている。
- **各企業は以下に注目できる**
 - 利用できる人的労働力が少ないことによる分別の機械化
 - 廃棄物の大半が覆いのないトラックで輸送されており、各企業はGPSで追跡可能な圧縮車に投資できる。
 - 52%が未処理のため、巨大な処理プラントの建設機会がある。
 - 小規模都市の大半が固形廃棄物管理のためのインフラを持っていないため、需要増加が見込まれる。

カルナータカ州における4,650 MTの未処理固形廃棄物を処理するのに必要な投資額



- **固形廃棄物の処理施設についての新規参入企業の機会は、全体で175～180億ルピー(2億5000万～6000万米ドル)**

全投資額には以下を含む。人件費、収集車、事前処理プラント、分別プラント、処理設備、プラント建設費、その他。投資額および設備費用はコンポスト施設を基準に算出。

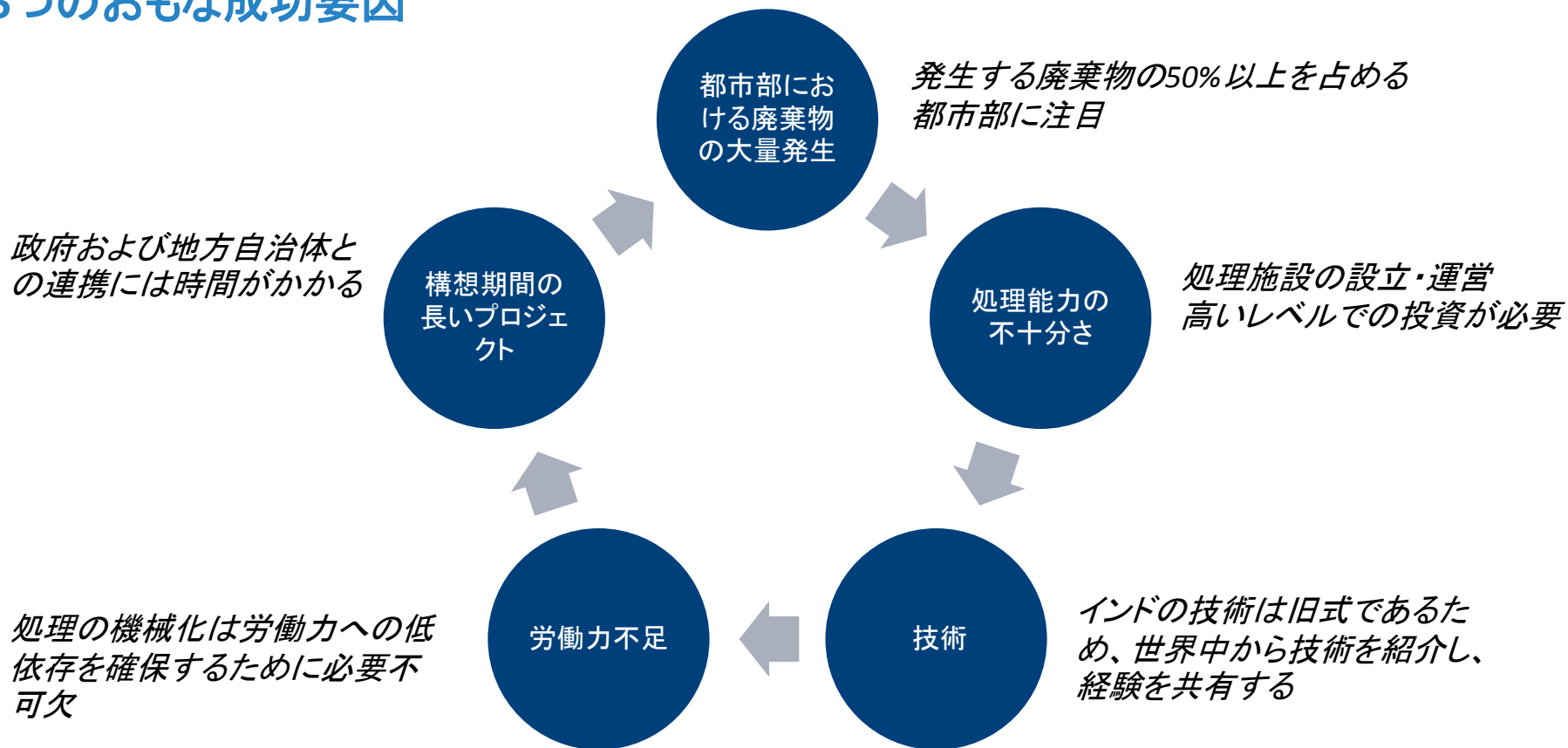
有害廃棄物の機会領域

- 現在、有害廃棄物の50%以上が民間部門のリサイクル業者によって処理されている。
 - 有害廃棄物処理企業はベンガルール市内・近郊に存在し、各企業の多くは廃棄物を処理のためベンガルールに送っている。
 - インド国内に閉鎖型の有害廃棄物処理施設はほぼ存在しない。
 - 2か所のTSDF(処理・保管・廃棄施設)の有害廃棄物用埋立地もベンガルール近郊にある。
- 各企業は以下に注目できる
 - 輸送費を節約するため、分散型の有害廃棄物処理施設をマイソール、マンガロール、フブリ、ベルガウムなどの主要都市に設置する余地がある。
 - 有害廃棄物を処理するため、費用対効果の高い効率的な新技術採用の可能性がある。

医療廃棄物の機会領域

- **医療廃棄物の35%がカルナータカ州で処理されている**
 - ベンガルールは同州における医療廃棄物の50%以上を生み出している。
 - 同州内の処理業者は3社のみで、それぞれ25～30トンの処理能力を持っている。
 - 大量の医療廃棄物が都市廃棄物と混ぜられ、湖沼や空き地、その他の場所に廃棄されている。
- **新規参入企業は以下に注目できる**
 - ベンガルールに新たに集中型の処理施設を設立する余地がある。
 - 大都市(Tier 1および2)に分散型の処理施設を設立する余地がある。
 - 医療廃棄物を処理するための費用対効果の高い効率的な新技術採用の可能性がある。

5つのおもな成功要因



機会領域

機器。設備提供者

01

- 各企業は現行および今後の施設に対して、設備および消耗品を提供することができる
- 技術協力

ターンキー請負事業者

02

- 完結型のソリューション
- 建設・運営・引き渡し(BOT)モデルが採用できる
- 有害廃棄物・医療廃棄物向けの自社処理施設の建設
- 資金提供の機会

Tier 2都市の採用

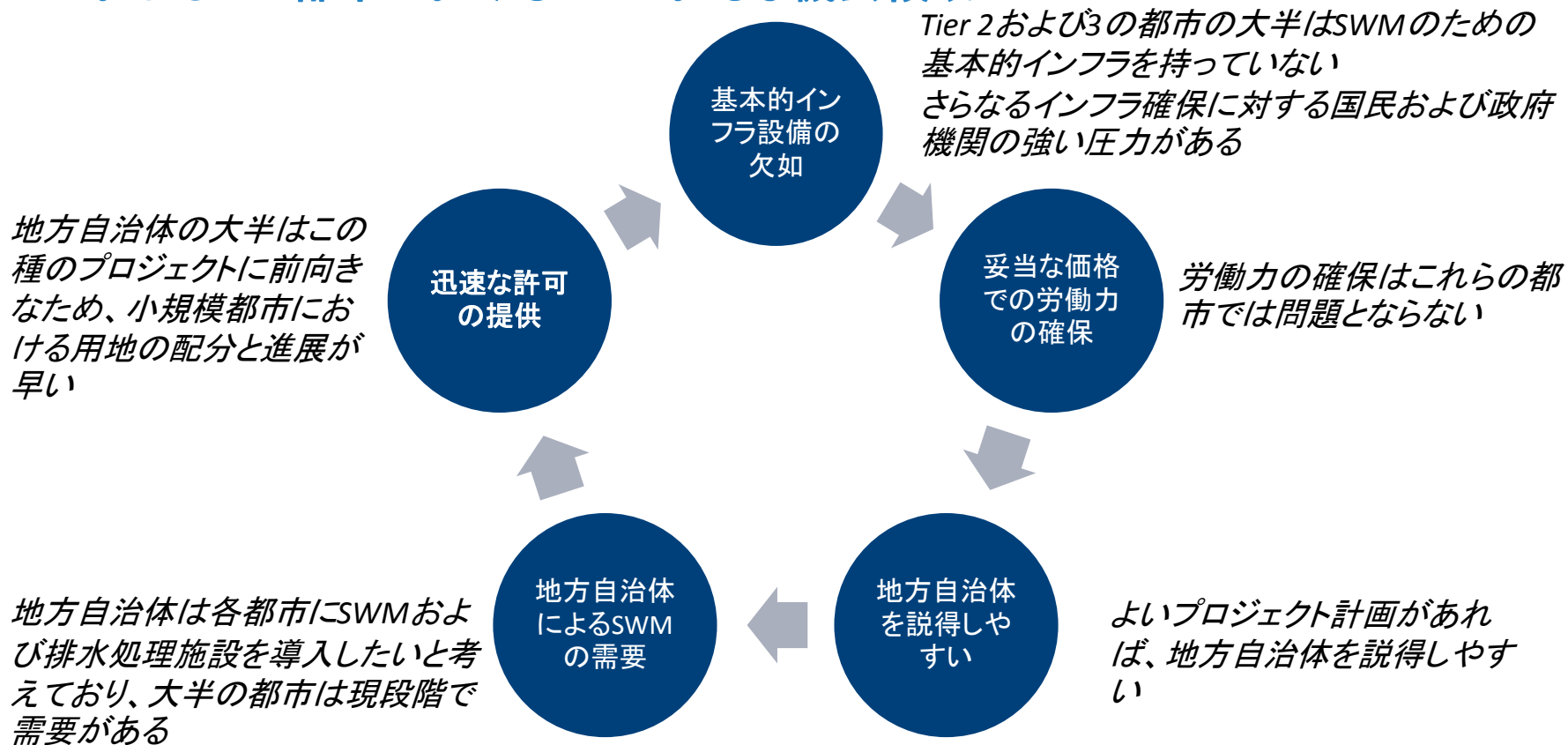
03

- 廃棄物管理のための最低限のインフラを持つTier 2の都市の採用
- モデルを開発し、その他の都市でも同様のモデルを実施する

日本企業の今後

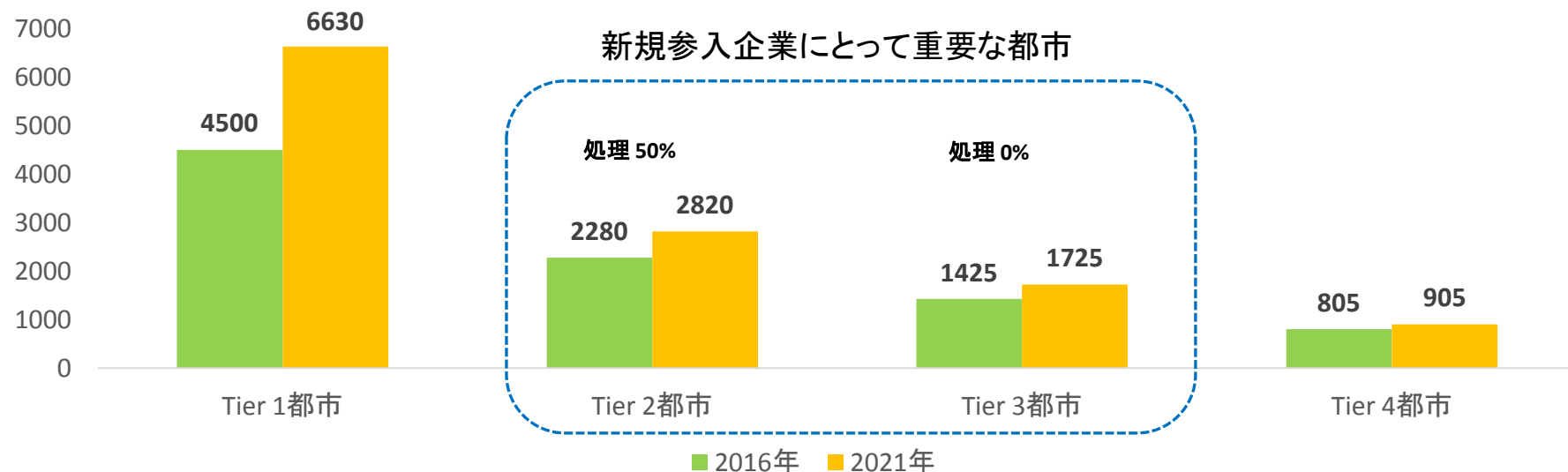
- 都市の大半が基本的なインフラのみしか持っていない、またはまったく持っていないため、日本企業は操業を開始するにあたり、Tier 2および3の都市に注目すべきである。
 - 小規模都市の方が地方自治体を説得しやすい
 - 小規模都市の方が処理の認可および用地を取得しやすい
- 日本企業はその技術を小都市で実施し、その後別の都市で同様に実施することができる。
- 日本企業が固形廃棄物の処理設備のみを提供したい場合、2021年までに1400～1500万米ドルの機会がある。

Tier 2および3の都市における5つのおもな機会領域



Tier 2都市において企業が利用可能な機会

(1/2)

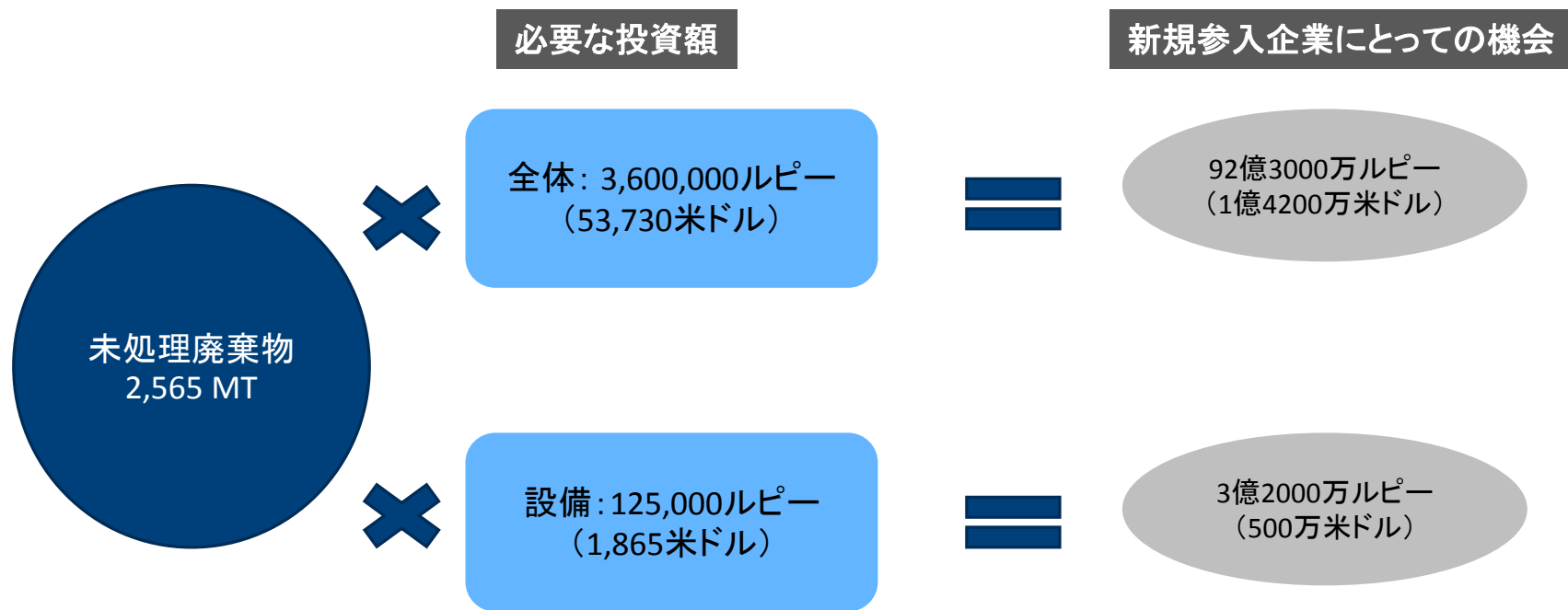


Tier 2および3都市における固形廃棄物の利用機会 (MT)



- Tier 1都市-人口150万人以上
- Tier 2都市-人口80~150万人
- Tier 3都市-人口40~80万人
- Tier 4都市-人口40万人未満

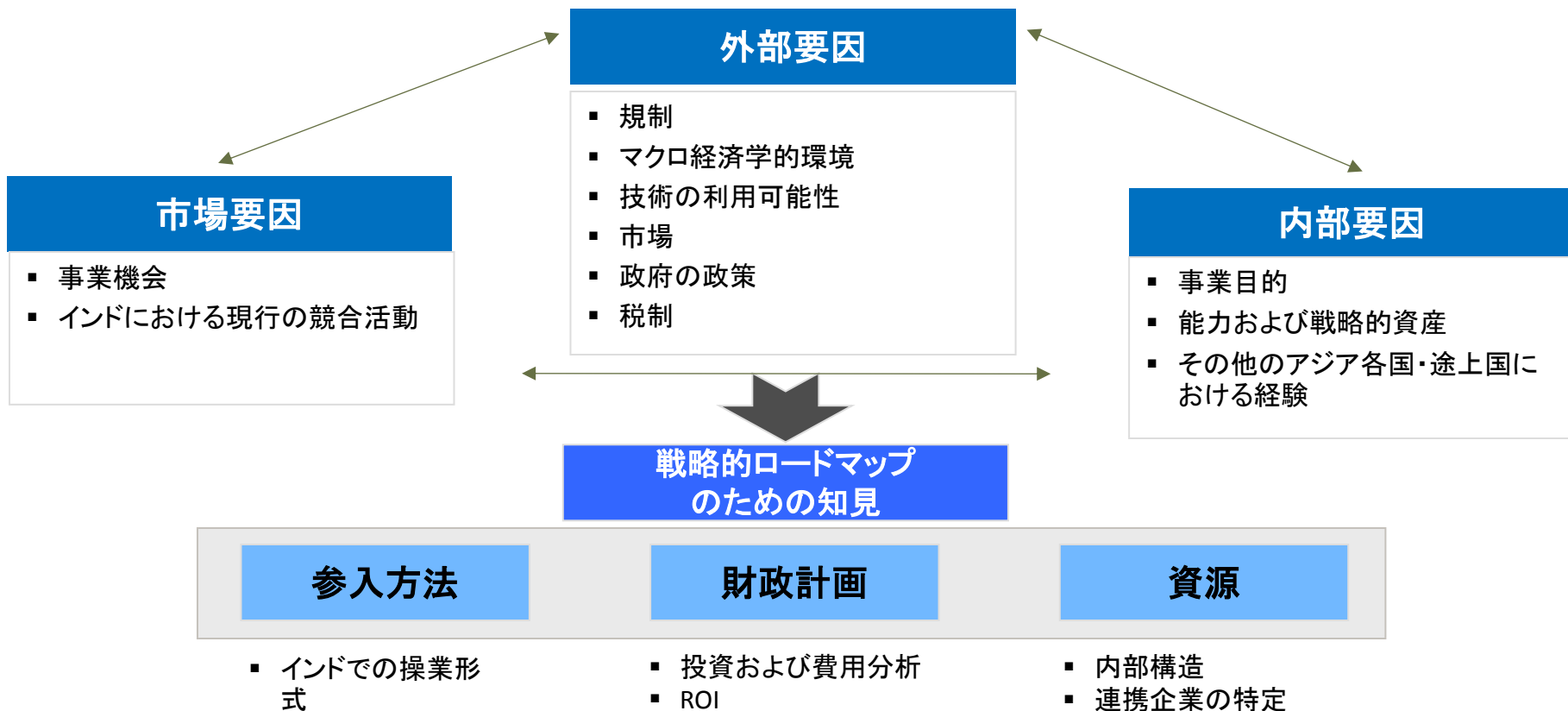
Tier 2および3の都市における2,565 MTの未処理固形廃棄物の処理に必要な投資額



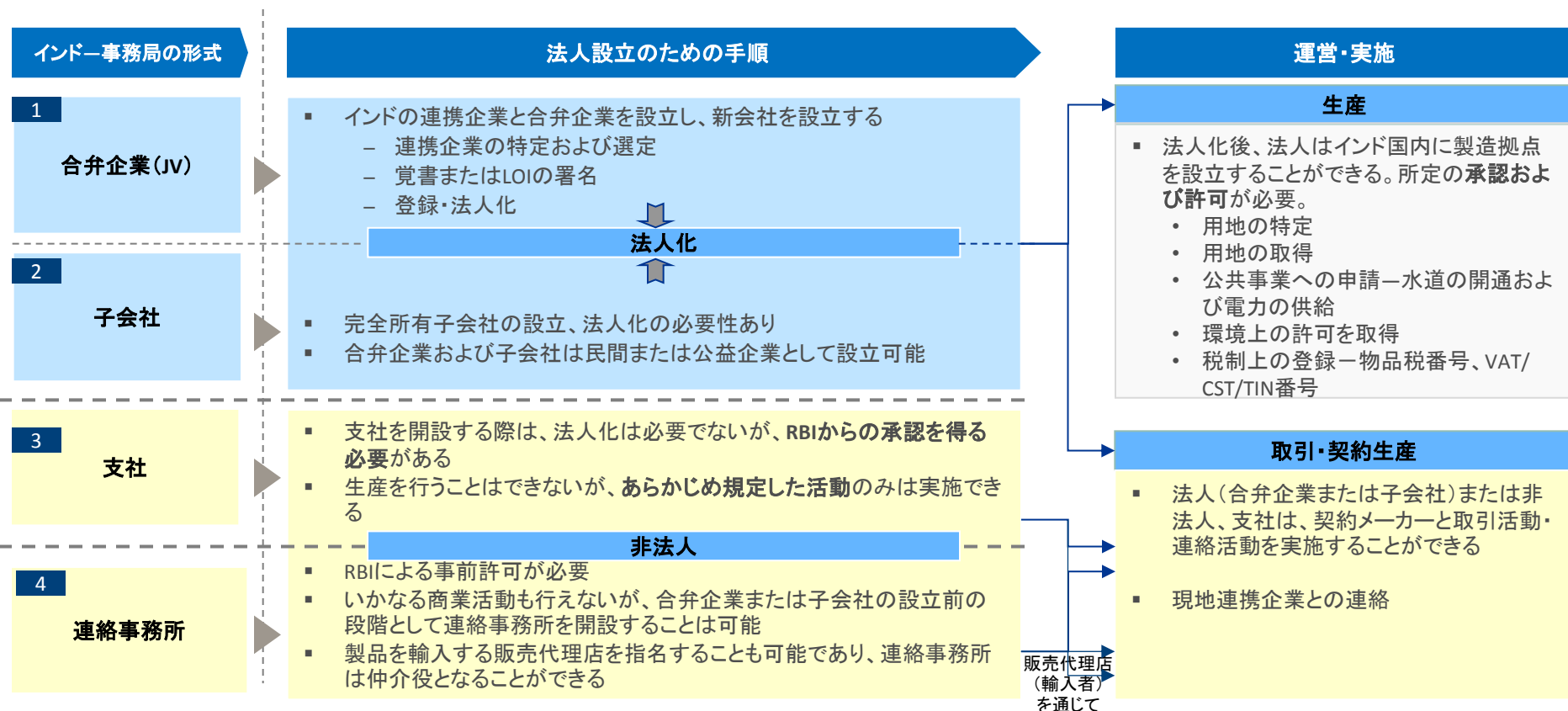
- **固形廃棄物の処理施設についての新規参入企業の機会は、全体で100～110億ルピー(1億5000万米ドル)**

全投資額には以下を含む。人件費、収集車、事前処理プラント、分別プラント、処理設備、プラント建設費、その他。投資額および設備費用はコンポスト施設を基準に算出。

インドでの戦略に対する指針



カルナータカ州において事業を設立する際の、取り組み計画に関する複数の参入オプションおよび最善のオプションの評価



日本企業が採るべき5つのステップ

1. 支局を開設し、現地パートナーを見つける
 - 製品・サービスの販売代理店
 - パートナーは公共事業部門で実績がなければならない
2. 現地パートナーを組み込み、入札に参加する
 - 個々に参加するのは困難であり、新規参入企業として政府部門を扱うには課題が伴う
3. 日本企業は政府部門における同社の信頼性を高めるBOTモデルに集中でき、今後落札の機会が増えると思込まれる
4. まず2~3件のプロジェクトのための機械類を輸入し、その後インドの地方自治体と契約する
 - 日本から機械類を完全に輸入することは長期的に見て財政上の実現性が低い
 - 現地インドで生産を行うことができる契約メーカーを見つける
5. あるプロジェクトで成功を収めれば、その他の都市でも同じモデルを実施することができる

参照情報

出典	リンク
中央選挙管理委員会	http://eci.nic.in/eci/eci.html
インド統計局	http://censusindia.gov.in/
中央汚染管理局	http://cpcb.nic.in/
カルナータカ州汚染管理局	http://kspcb.kar.nic.in/
ベンガルール市	http://bbmp.gov.in/
マイソール市	http://www.mysorecity.mrc.gov.in/
マンガロール市	www.mangalorecity.mrc.gov.in/
カルナータカ州電子調達局	www.eproc.karnataka.gov.in
環境森林気候変動省	http://envfor.nic.in/
環境教育センター	www.ceeindia.org
Semb Ramky Environmental Management	http://www.gowaste.com/
カルナータカ州工業団地開発局	www.kiadb.in/
カルナータカ州産業概要	http://www.investkarnataka.co.in/setting-up-business
カルナータカ州小規模企業開発局	http://kssidc.in/
カルナータカ州政府環境・森林局	http://parisara.kar.nic.in/
商工省	http://kum.karnataka.gov.in/

カルナータカ州の社会経済学的プロフィール

内容	2011年
人口	61,130,704人
人口成長率(2001～2011の間)	15.67%
1平方km当たりの人口密度	319人/km2
男性	31,057,742人
女性	30,072,962人
男女比(女性/男性)	968/1,000
総人口における割合	5.05%
識字率	75.6%
男性識字率	82.85%
女性識字率	68.03%
総識字者数	41,029,323人
男性識字者数	22,808,468人
女性識字者数	18,220,855人

- カルナータカ州のプロフィールは2011年の最新の国勢調査に基づいている。2016年現在のカルナータカ州の人口はおよそ64,040,000人である。ベンガルールやマイソール、マンガロールなどの都市では、非常に高い流動人口(20%以上)をもっており、上記の数値には含まれていない。



Japan External Trade Organization

本資料に関する問い合わせ先：
日本貿易振興機構(ジェトロ) ものづくり産業部 環境・インフラ課

〒107-6006
東京都港区赤坂1-12-32 アーク森ビル6階
TEL: 03-3582-5542
E-mail: MIC@jetro.go.jp

本レポートで提供している情報は、ご利用される方のご判断・責任においてご使用下さい。ジェトロでは、できるだけ正確な情報の提供を心掛けておりますが、本レポートで提供した内容に関連して、ご利用される方が不利益等を被る事態が生じたとしても、ジェトロは一切の責任を負いかねますので、ご了承下さい。