

インド国

インド国バンガロール市
都市廃棄物処理技術等普及促進事業
報告書

平成 28 年 9 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (J I C A)

J F E エンジニアリング株式会社

民連
JR
16-108

目次

1. 背景と目的	7
1.1. 背景	7
1.2. 目的	8
2. プロジェクトの概要	9
2.1. プロジェクトの実施計画	9
2.2. プロジェクトの体制	11
3. ベンガルール市の概要	13
3.1. 基礎情報	13
3.2. 気候	13
3.3. 行政界	14
3.4. ベンガルール市の人口の増加状況	15
4. 都市廃棄物関連法規	17
4.1. インドにおける廃棄物関連法規	17
4.2. カルナタカ州の廃棄物関連法規	19
5. ベンガルール市における廃棄物管理の現状	20
5.1. 廃棄物の発生量	20
5.2. これまでの廃棄物管理の動向	21
5.3. 現状見受けられる課題	29
6. 普及対象とする技術	32
6.1. 廃棄物焼却発電施設	32
6.2. 循環型社会システム構築のノウハウ	38
7. 活動内容	43
7.1. 2月キックオフに向けた訪問	43
7.2. 4月ワークショップ	48
7.3. 9月訪印	56
7.4. 6月訪印	63
8. 活動の成果と今後に向けた方向性	72
8.1. 活動の成果	72
8.2. 課題	72
8.3. 今後の方向性	73
8.4. 今後のスケジュール	75
9. 参考資料	77
9.1. 6月訪問時カルナタカ州ベンガルール市インフラ担当大臣 George 氏向け提案資料	77

目次

図 3.1 : ベンガルール市のインド南部における位置.....	13
図 3.2 : BBMP の管轄ゾーン.....	14
図 3.3 : BBMP の管轄ゾーン (改編案)	15
図 3.4 : ベンガルール市の 2030 年までの人口増加予想.....	16
図 3.5 : 区 (Ward) 毎の人口分布.....	16
図 4.1 : 各段階における地方自治体の責任 (2015 年改正案)	18
図 5.1 : インド国内の地域別廃棄物排出比率.....	20
図 5.2 : 廃棄物排出量の推移.....	20
図 5.3 : BBMP の都市廃棄物管理体制.....	22
図 5.4 : BBMP の廃棄物管理の主要な取組み.....	23
図 5.5 : Dry Waste の回収フロー.....	24
図 5.6 : WUCU の概略スケジュール	28
図 6.1 : 横浜市資源循環局金沢工場.....	35
図 6.2 : 海外への展開状況.....	36
図 6.3 : 横浜市における廃棄物量の推移.....	39
図 6.4 : G30 の活動内容	39
図 6.5 : G30 の活動内容	40
図 6.6 : G30 における活動内容	40
図 7.1 : ベンガルール市内ごみの投棄場所.....	46
図 7.2 : DWCC の模様	47
図 7.3 堆肥化を行う大型機械 (Ramky Infrastructure 施設内)	47
図 7.4 : 周辺地図.....	50
図 7.5 : ごみ回収分別施設の模様.....	52
図 7.6 : バイオガス発電・コンポスト施設の模様.....	53
図 7.7 : コンポスト施設の模様.....	53
図 7.8 : コンポスト施設の模様.....	54
図 7.9 : バイオガス製造施設の模様.....	54
図 7.10 : 市長会議室における討議.....	58
図 7.11 : 市長および横浜市宮島氏含むメンバーでの討議風景.....	62
図 7.12 : Commissioner との討議	65
図 7.13 : Joint Commissioner との討議	66
図 7.14 : KUIDFC GM との討議	68
図 7.15 : カルナタカ州ベンガルール市インフラ担当大臣 George 大臣との討議	70

表目次

表 2.1：プロジェクト開始時点での実施計画	10
表 2.2：プロジェクトの体制	12
表 3.1：ベンガルール市の基礎情報	13
表 5.1：ウェットとドライな廃棄物の種類	23
表 5.2：現在のベンガルール市の廃棄物処理方法	25
表 5.3：ベンガルール市に存在した主要な埋立処分場	25
表 5.4：ベンガルール市におけるコンポスト施設一覧	26
表 5.5：ベンガルール市の廃棄物管理における課題（分別収集・運搬）	30
表 5.6：ベンガルール市の廃棄物管理における課題（最終処理）	31
表 6.1：技術比較図	36
表 6.2：3R 夢プラン概要	41
表 8.1：今後の想定スケジュール	76

略語表

略語	正式名称
3R	Reduce, Reuse, Recycle
BIS	Bureau of Indian Standard
BBMP	Bruhat Bengaluru Mahanagara Palike
BESCOM	Bangalore Electricity Supply Company
BWSSB	Bangalore Water Supply and Sewerage Board
CO2	Carbon Dioxide
DWCC	Dry Waste Collection Centre
EIA	Environmental Impact Assessment
EIRR	Economic Internal Rate of Return
FIRR	Financial Internal Rate of Return
FIT	Feed in Tariff
FS	Feasibility Study
GDP	Gross Domestic Products
GHG	Green House Gas
JCM	Joint Crediting Mechanism
JICA	Japan International Cooperation Agency
IGES	Institute of Global Environmental Strategies
INDC	Intended Nationally Determined Contributions
INR	Indian Rupee
JPY	Japanese Yen
KCDC	Karnataka Composting Development Centre
KREDL	Karnataka Renewable Energy Development Limited
KSPCB	Karnataka State Pollution Control Board
KUIDFC	Karnataka Urban Infrastructure Development & Finance Corporation Ltd.
MRV	Measuring, Reporting and Verification
MSW	Municipal Solid Waste
O&M	Operation and Maintenance
PPP	Public Private Partnership

略語	正式名称
RDF	Refuse Derived Fuel
RPF	Refuse Paper & Plastic Fuel
SPC	Special Purpose Company
SWM	Solid Waste Management
WTE	Waste to Energy
Y-Port	Yokohama Partnership of Resources and Technologies

※なお本提案書を提出後の2014年11月、バンガロールという呼称がベンガルールに変更されたため、本資料内ではベンガルールという呼称を利用している。

1. 背景と目的

1.1. 背景

横浜市は2003年1月に「横浜G30プラン」を策定し、市民・事業者・行政が共同してごみの減量・分別・リサイクルに携わり、環境全体を改善する取り組みを実施、その結果、2010年には10年前より30%以上のごみ削減に成功した。この成果を踏まえ、2011年1月からは「ヨコハマ3R夢プラン」として活動が拡大されている。環境改善政策を含むこれら都市開発ノウハウを海外展開するため、横浜市はY-POR T事業を推進しており、その一環として2011年には国際協力機構（以下JICA：Japan International Cooperation Agency）と包括的連携協定を締結、JICAとの連携による海外都市への技術協力活動を実施している。

横浜市内に本社を置くJFEエンジニアリング株式会社（以下JFE）のストーカ式廃棄物焼却発電施設は、高温空気燃焼と排ガス再循環により安定した低空気比燃焼により高い発電効率と低い環境負荷を実現し、日本国内外で豊富な建設実績を有している。横浜市とJFEはそれぞれが有する技術や経験を活かし「Y-POR T事業」を通じて新興国等の都市課題の解決に取り組むことを目的とした、官民連携による国際技術協力に関する「包括連携協定」を締結しており、海外各国・都市における各種インフラを対象に、共同でのソリューション提案を実施している。

インド国ベンガルール市（以下、ベンガルール市）はカルナタカ州マイソール高原の上に位置し、人口は959万人（2011年）である。人口増加のスピードが非常に速く、10年で46.7%の増加率となっている。インド経済自由化後、IT産業が集積し多くのIT企業本社も立地していることから「インドのシリコンバレー」と呼ばれるまでになり、インドの2004年のソフトウェア輸出の35%を占めるに至っている。また高い教育水準を誇る大学群と研究所群の所在地として知られ、国内第2位の識字率を誇っている。一方、急速な都市化・人口増加の反動として大気汚染、交通渋滞、廃棄物量増加などの課題を抱え、今後の成長の足かせとなっている。特に廃棄物処理の適正化は喫緊の課題となっている。

現在、ベンガルール市では一日4,500トンの廃棄物が発生しているが、分別回収は不十分な実施にとどまり、適切な中間処理施設の導入が進んでいない。その結果、6割以上の廃棄物が市内から埋立処分場に直接運ばれており、既存処分場容量は限界近くに達し飽和状態となっているが、周辺住民と行政との訴訟問題が生じており新たな処分場建設地確保の目処が立っていない。さらに廃棄物回収に一日あたり約70億円の費用がかかっており市財政圧迫の大きな要因ともなっている。

同市の廃棄物処理問題を管轄するカルナタカ州政府は、大規模な焼却処理施設の導入を含む廃棄物処理プロセスの抜本的改善に向けた検討を開始している。現在、Bruhat Bengaluru Mahanagara Palike（以下BBMP）が廃棄物分別収集のパイロットプログラムを開始しているが、さらに加速した取組が必要となっている。

このような状況下、2013年9月、横浜市はベンガルール市より廃棄物処理に関するノウハウの提供・技術支援に関する支援を要請する内容のレターを受領した。同レ

ターに応じる形で、横浜市が2014年3月に現地視察を行い現地政府関係者と意見交換を行った結果、横浜市における焼却発電処理による減量化も含めた適切な廃棄物マネジメントシステムをベンガルール市に導入する基本的合意が形成されたことが、本プロジェクトの背景となっている。

1.2. 目的

本業務では、横浜市の循環型社会システムおよびJFEの廃棄物処理施設（焼却発電施設）の導入によりベンガルール市の廃棄物処理を適正化すべく、横浜市において中核的な処理施設として位置づけられる廃棄物焼却発電施設の技術的優位性について先方政府および関係者の理解を醸成し、同技術の普及促進を図ることを主な目的とする。

前述のようにベンガルール市では現在、市全域で4,500トン/日の廃棄物が発生しているが、十分な対応ができていない状況にある。本事業の結果、ベンガルール市内の廃棄物を適切に分別回収、焼却発電処理により最終処分量を減量化する仕組みが構築されることにより、同市の廃棄物処理に関する社会的・経済的な課題が解決され、ベンガルール市地域のさらなる発展が促進される。

また、将来的には本事業で提案する本邦企業製廃棄物焼却発電技術をインド国内の廃棄物中間処理におけるスタンダードとして普及・横展開させることで、同国の環境問題を解決し都市力の向上に貢献できると考える。

その他にも、技術協力事業等を通して、循環型社会システムに関するカルナタカ州およびインド国内への専門家派遣、あるいは同国の研修員受け入れなどの連携が将来的に考えられる。

本プロジェクトでは以上を念頭に置き、目的達成に向け調査・現地活動を実施した。

2. プロジェクトの概要

2.1. プロジェクトの実施計画

事業の推進においては、単なる技術情報提供に留まらず、横浜市をはじめとする本邦自治体で廃棄物中間処理施設に多く採用されている焼却発電技術について、適切な廃棄物処理計画を構築するための同技術導入の必要性、といった観点からの理解を獲得することを企図した。また同時に、適切な廃棄物処理施設導入は衛生的な生活環境実現への重要なパーツであることから、市政府・州政府のみならず、NGO や既存事業者も含めた各ステークホルダーとの協議やディスカッションも行うこととした。活動方針の詳細は以下のとおりである。

- (1) **セミナーを通じた情報提供**：横浜市の循環型社会システムの紹介、J F Eの廃棄物焼却発電技術の紹介を政府関係者、NGO、既存廃棄物処理業者に対して実施する。技術だけでなく、横浜市がいかにして過去の廃棄物問題に対処してきたか、その過程において廃棄物焼却発電施設がどのように計画・設置されてきたか、についての実例を明示し理解を獲得する。
- (2) **「ベンガルルール・モデル」の既存パイロットを活用した検証**：現在、ごみ分別・収集パイロットを実施している地域(168区及び174区)の行政組織と協働して以下の作業を実施し、現状を理解する。
 - ・ 現状の廃棄物処理プロセスおよび課題の把握
 - ・ 横浜市・J F Eの知見に基づく改善案の提言ーベンガルルール市における理想的な廃棄物処理プロセス（「ベンガルルール・モデル」）構築支援
 - ・ 構築した循環型社会システムモデルにもとづくパイロット検証支援（本パイロットの主体は現地行政組織に委任、横浜市を中心に適宜アドバイスを行うものとする。）
- (3) **本邦受け入れ活動を通じた本質的な理解**：主要関係者を横浜市に招聘し、収集・分別の現場、リサイクル施設、J F Eが建設した横浜市内の廃棄物焼却発電施設を視察してもらうことで、本事業での提案内容について具体的な理解を醸成する。本邦企業技術による廃棄物焼却発電施設はベンガルルール市だけではなくインド国内での建設・運転事例が無いため、実施視察によりその優位性が認識されるものとする。
 - ・ 招聘メンバーはカルナタカ州関係者、ベンガルルール市政府関係者が中心
上記メンバーは横浜市が現地視察を行った際に対応いただいたメンバーであり、本事業に対して現時点で高い参加意欲を示している。
 - ・ 受入調整については、日本側の調整は提案企業であるJ F Eが実施し、P w Cがサポートする。インド側での調整はJ F Eの現地法人であるJ F E Engineering India Private Limited（以下J F Eインド）が中心となり、現地政府とのリレーションが深い、気候変動に取り組む世界の大都市

のネットワークグループである C40 Cities Climate Leadership Group (以下C40)を窓口として、PwCインドの協力の下に実施する。

(4) ワークショップを通じた政策提言：調査結果を基に「ベンガルール・モデル」を改善し、モデルに対する理解促進、今後の進め方について関係者と討議し具体化する。

- ・ 「ベンガルール・モデル」における焼却発電処理の必要性の明確化
- ・ フィージビリティ調査の Pre-TOR、入札実施に向けたカルナタカ州政府による業務実行程、地域分別収集計画書、焼却発電施設設置に必要な技術水準と入札の評価基準（案）策定支援
- ・ ベンガルール市内の他地区への啓発普及策の策定支援

上記を踏まえ、実施スケジュールを以下のように計画した。

表 2.1：プロジェクト開始時点での実施計画

活動種別	予定時期	予定期間	実施都市	活動の主な対象者（組織名・役職・人数等）	活動の目的と概要
第1回現地活動	2015年4月中旬	5日間	ベンガルール市	行政関係者（カルナタカ州政府、ベンガルール市政府、パイロット地域(168区及び174区)の行政組織) 地元廃棄物事業者等 セミナーについては30-50名程度の集客想定	目的： 1. 横浜市の循環型社会システムの紹介とJFEの廃棄物発電技術の紹介を行うことで、基本となる理解を深める。 2. 現地視察を行い、現状の課題を把握するとともに将来モデルの初期設計を支援する。 概要： 1. セミナー ・ベンガルール市、JFE、横浜市の共催により実施 ・会場は現地ホテル等を想定 ・カルナタカ州政府、ベンガルール市、JFE、横浜市、PwCインド、C40、WRIが協力して集客を実施 ・日本からはスピーカーとして、横浜市・JFEより参加 2. 現地視察・ディスカッションを通じたモデル初期設計 ・日本チームの現地視察の実施（分別収集パイロットを行っている168区及び174区、埋立処分場等） ・ベンガルール市、パイロットを実施しているBBMP社、地元住民等とのディスカッションを行い循環型社会モデルの初期設計を支援

活動種別	予定時期	予定期間	実施都市	活動の主な対象者（組織名・役職・人数等）	活動の目的と概要
第1回受入活動	2015年5月下旬	3日間	横浜市	5名程度を現時点で想定 ・ベンガルール市政府およびパイロット地域関係者 ・カルナタカ州政府局長 ・カルナタカ州政府元アドバイザー ・ベンガルール市局長 ・パイロット地域責任者（2名）	目的： 1. 現地視察を通じて、技術・ノウハウに対する理解を深めてもらう。 2. 「ベンガルール・モデル」の確立と既存パイロットにおける実証案の策定を支援する。 概要： 1. 対象地域：横浜市役所、焼却処理施設、分別収集現場、JFE横浜等を想定 2. 実施内容： ・セミナー、現地視察を通じて、横浜市、JFEの技術・ノウハウを体感してもらう。 ・ワークショップを通じて、「ベンガルール・モデル」を確立するとともに、パイロット実証案の策定を支援する。
既存パイロット活用による実証	2015年6月中旬～下旬	1～2週間	ベンガルール市	パイロット地域関係者	目的： ・既存パイロット事業の活用による「ベンガルール・モデル」の検証。 概要： ・対象地域：BBMP社が分別収集パイロットを行っている168区及び174区を想定。 ・現在のパイロット事業に付加する形で現地行政組織によるパイロットの実施を横浜市が中心にアドバイス。 ・パイロットの運営主体はBBMP社を中心とする既存事業者が行うことを想定する。
第2回現地活動	2015年7月上旬	5日間	ベンガルール市	ベンガルール市政府 パイロット地域関係者（10-15名程度）	目的： ・2か所のモデル地区におけるパイロット事業からの教訓・提言による「ベンガルール・モデル」に対する理解促進。 ・「ベンガルール・モデル」での焼却処理の必要性の明確化。 ・フィージビリティ調査の仕様項目、入札実施に向けたカルナタカ州政府による業務実施行程、地域分別収集計画書、及び焼却処施設に必要な技術水準と入札の評価基準（案）の策定を支援する。 ・ベンガルール市内の他地区への啓発普及策の策定を支援する。 概要： ・ワークショップ方式で実施（1～2回程度）。 ・パイロット地区の現地視察も合わせて実施。

2.2. プロジェクトの体制

本プロジェクトは、前述のように横浜市の循環型社会システム・廃棄物マネジメントシステムの中軸であるJFE製の先進的な焼却発電技術への理解構築を通じ、ベンガルール市での廃棄物マネジメント構築へ貢献することを目的とするものである。そ

の為、政府・企業間の交渉だけでなく、現地で活動する NGO や既存事業者等の多様なステークホルダーとの協議や、他国における事例等を踏まえた討議が必要と考え、各エリアのエキスパートによる体制を構築し、推進する。

インド国側とのコミュニケーションを円滑なものとするため、J F E の現地法人である J F E インドが現地調査や現地での受け入れ体制の構築を支援し、P w C インドオフィスも現地での討議のコーディネートを支援した。また、B B M P に対し強いコネクションを持つ C 4 0 から支援を受けることで、通常のアプローチでは極めて難しい、政府内の廃棄物関連の要人へのチャンネルを確保した。

表 2.2 : プロジェクトの体制

名称	位置づけ	配置予定者	主な役割
J F E	提案者	海外本部管理部（現：海外統括本部）、海外本部技術部（現：都市環境本部海外事業部技術部）、J F E インド	契約・履行業務の総括、技術的知見の提供、現地ワークショップ及びプレゼンテーションの実施
P w C	委託業者	官民連携・インフラ部門、都市ソリューションセンター、P w C インド	プロポーザル案作成を含む全般的な案件の組成・運営、及び日本の技術の現地への普及促進、インド側カウンターパート・住民組織等への技術移転、日本の技術を活用した世界の都市ソリューションにかかる先進事例、パイロット支援
横浜市	共同実施者	政策局共創推進室（現：国際局国際協力部国際協力課）	廃棄物分別回収にかかる住民参加・啓発普及・キャパシティビルディング・コーディネート等、地方行政・住民目線からのノウハウの提供及び横浜市の先進事例の紹介、パイロット支援
C 4 0	協力者	元カルナタカ州政府局長顧問	プロジェクトサイトの住民組織へのアプローチ、地方行政・住民目線からのノウハウの提供、及び世界の先進事例の紹介
W R I (Vijay 氏)	協力者	元世界銀行廃棄物処理専門家、元カルナタカ州政府職員	カルナタカ州政府高官を含むインド側カウンターパートとの交渉・折衝、及びベンガルール市の廃棄物処理にかかる技術アドバイスの提供

3. ベンガルール市の概要

3.1. 基礎情報

ベンガルール市はインド南部のカルナタカ州の州都であり、現時点では人口 10 百万人を超える大都市である。自動車産業や機械産業など多くの日本企業が進出しており、またマイクロソフトなどの IT 企業や航空宇宙に関する研究所や企業、バイオテクノロジー産業なども集積している。

表 3.1 : ベンガルール市の基礎情報

地域名	ベンガルール	
面積	709.5km ²	(2014 年)
人口	10,178,146 人	(2014 年)
識字率	87.67%	(2011 年)
日系企業進出数	155 社	(2010 年)
GDP	US\$ 34,921,558,372	(2012 年)
インド国 GDP 比	0.73%	(2012 年)
一人あたり GDP	US\$ 3,963	(2012 年)

出典：B B M P、2011 年国勢調査、在インド大使館、Global Cities Initiative



図 3.1 : ベンガルールのインド南部における位置

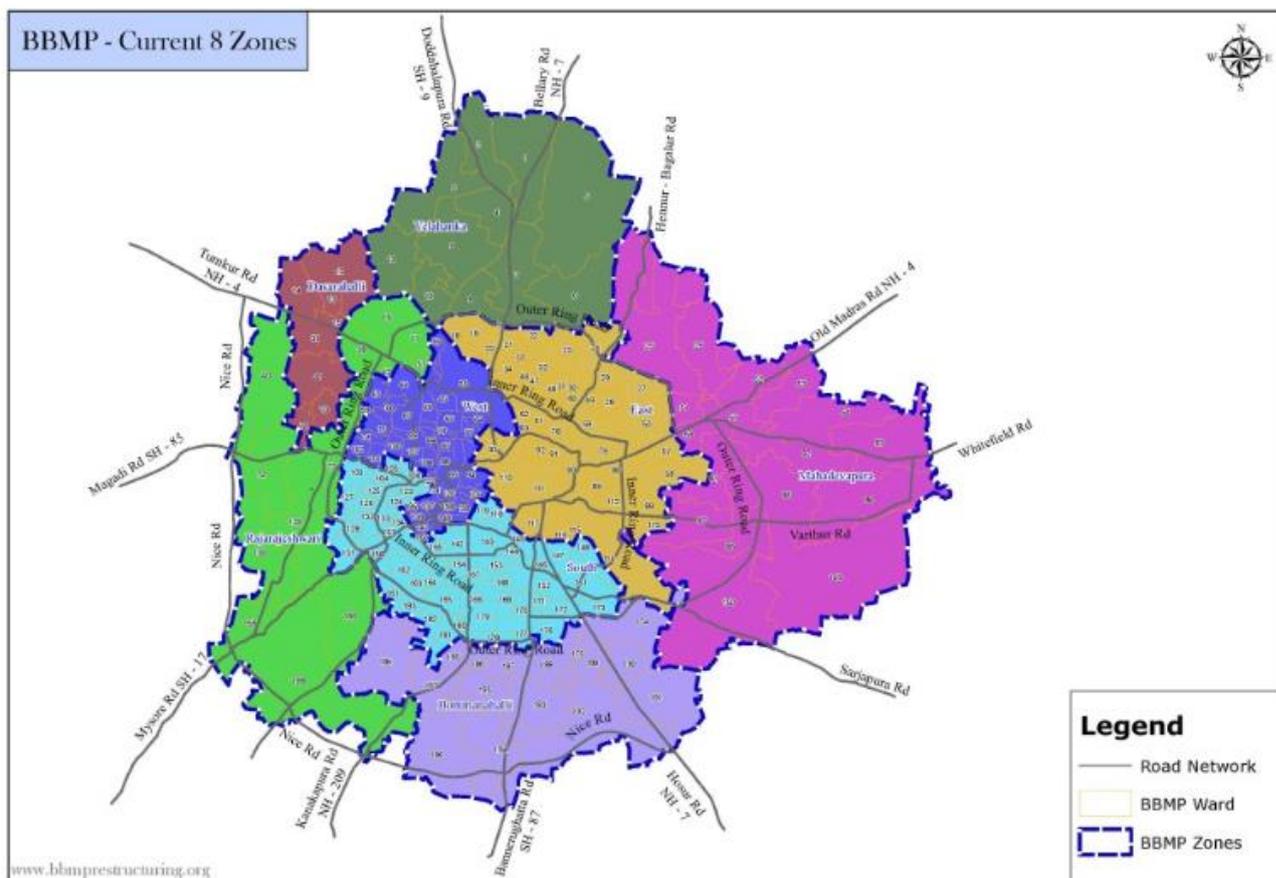
3.2. 気候

インド南部のデカン高原の一部をなすマイソール高原の中心部に位置、標高が高く通年を通して穏やかな気候であり「ガーデンシティ」と呼ばれている。

最も暑い時期は4月で平均最高気温は36度を超え、最も寒い12月の平均最低気温は15度である。また雨季と乾季が明確に分かれているサバナ気候であり、5月から11月にかけて降水量が多く、11月から4月までは降水量は少ない。

3.3. 行政界

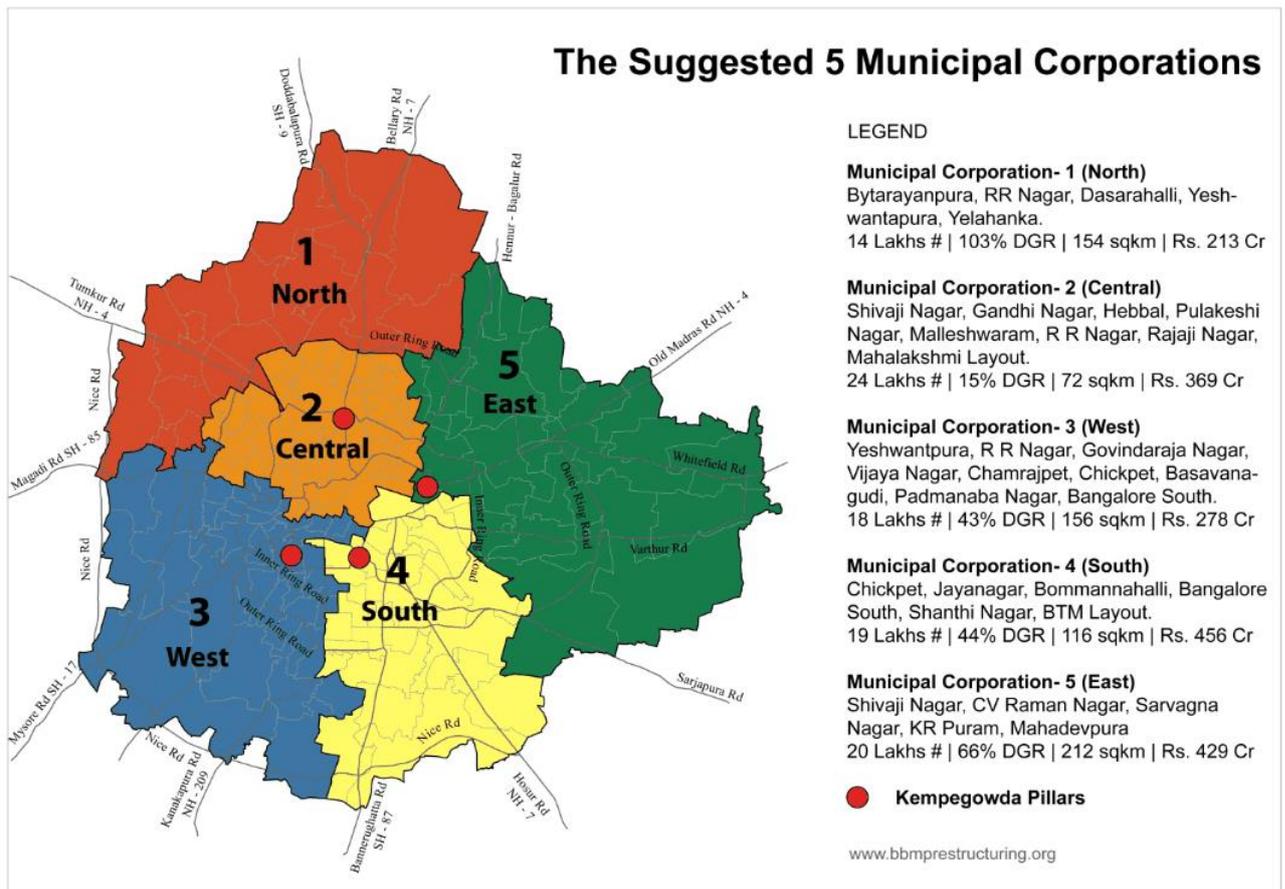
2007年に旧ベンガルール市であるBMP(Bangalore Mahanagara Palike)はCMC(Coty Municipal Council)と周辺の111の村と合併し、BBMPが組成された。現在BBMPは198の区(ward)で構成される8つのゾーンを管轄している。



出典：BBPM

図 3.2：BBMPの管轄ゾーン

しかしながら、2007年の合併により想定していた成果は上げられず、かつ急速に成長するベンガールの状況に1つの組織では対応することができなくなったため、2015年より下記のようなBBMPの組織改編が検討されていたが、いまだゾーニングは変更されていない。

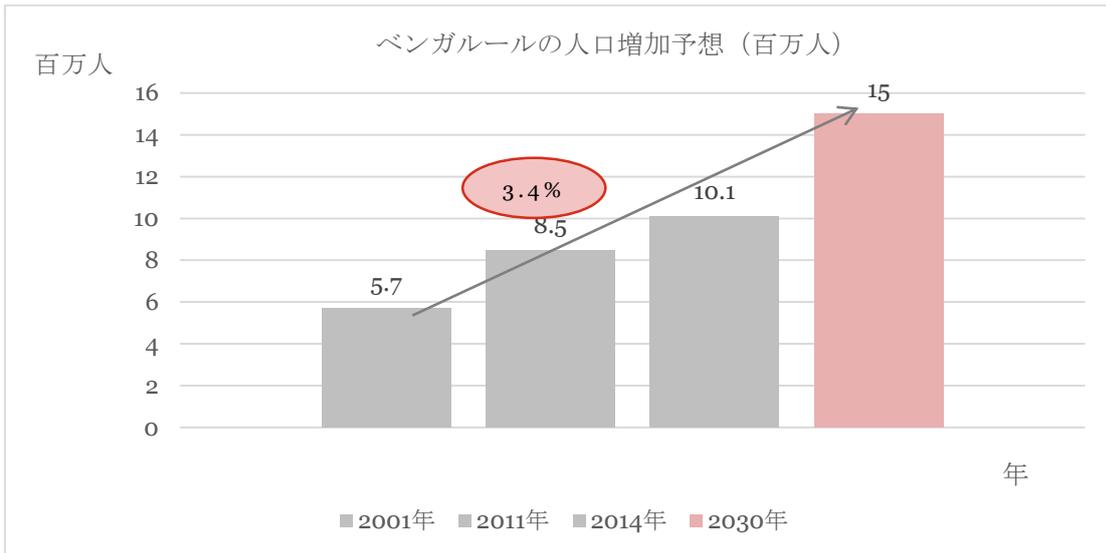


出典：BBPM

図 3.3：BBMPの管轄ゾーン（改編案）

3.4. ベンガルルール市の人口の増加状況

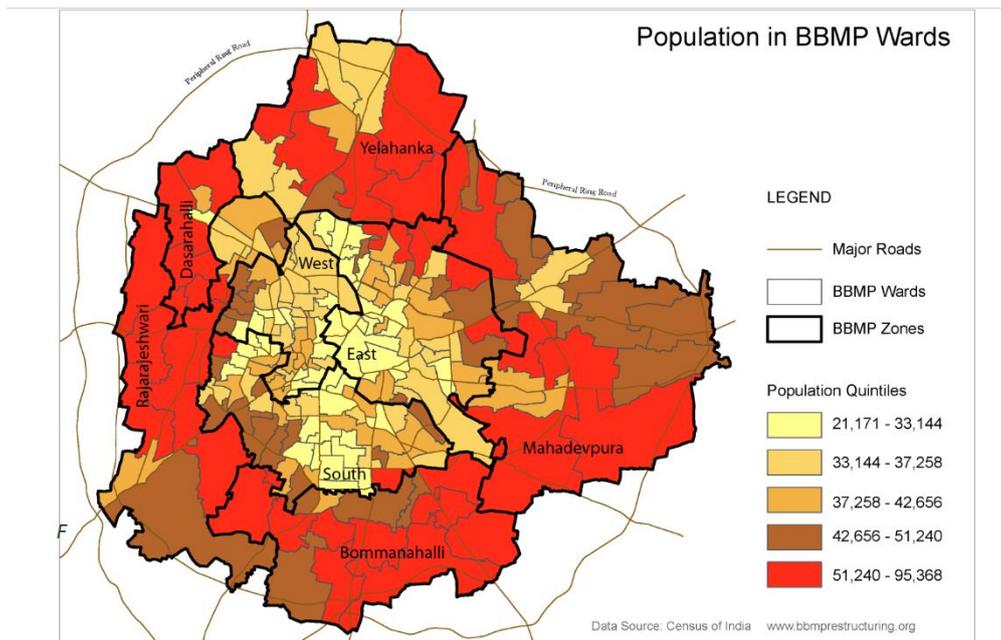
ベンガルルール市では人口が急激に増加しており、2001年以降、毎年平均3.4%で人口が増え、2030年には1500万人の人口が予想されている。



出典：B B M P

図 3.4：ベンガルール市の 2030 年までの人口増加予想

ベンガルールの中心部である West、South、East に人口が集中している。中心部の人口は今後も増加すると予想される。



出典：B B M P

図 3.5：区（Ward）毎の人口分布

4. 都市廃棄物関連法規

4.1. インドにおける廃棄物関連法規

インドにおいて、廃棄物は都市廃棄物 (Municipal Solid Waste: MSW) と有害廃棄物 (Hazardous Waste)、医療廃棄物 (Bio-Medical Waste) に分類されており、それぞれ規則が適用されている。

本プロジェクトは主に都市廃棄物を対象としているため、都市廃棄物に関する規則の概要について説明する。

4.1.1. 2000年都市廃棄物管理規則 (Municipal Solid Waste (Management and Handling) Rules, 2000)

都市廃棄物管理規則 (Municipal Solid Waste (Management and Handling) Rules, 2000) は2000年当時、133,760千トン/日の廃棄物が発生していたにも関わらず、実際に回収・処理されていたのは2.5千トン/日であった状況を改善するために制定された。

本規則ではすべての地方自治体に対して、廃棄物の収集、分別、保管、移送、加工、処分の責任と、地方自治体および州政府、中央汚染管理局 (Central Pollution Control Board: CPCB)、コミュニティなど様々なステークホルダーが都市廃棄物管理において負うべき責任について明記されている。しかしながら実際には、地方自治体が本規制に基づく取り組みをうまく進めることができなかった。そこで政府は2013年に本規制の改正案に対して多くの意見や示唆を収集、その結果を受けて、環境森林気候変動省 (Ministry of Environment and Forest and Climate Change: MoEFCC) から2015年に改正案が公表された。

改正案では家庭などごみの発生地での分別を含めた持続可能な事業モデルや回収車による回収の徹底、徹底した分別によるメタン発酵処理やコンポスト設備の活用などに重点をおいている。以下に主な改正事項を記載する。

家庭等のごみの発生地での分別保管	<ul style="list-style-type: none"> ・野焼きの禁止 ・ごみ削減、リユース、有機物のコンポスト化、有機物と非有機物の分別等の意識の向上 ・分別した廃棄物の保管と収集車への引渡しの徹底
廃棄物の収集	<ul style="list-style-type: none"> ・家庭ごとの分別されたごみの収集の組織化
路上清掃	<ul style="list-style-type: none"> ・地域組織における路上の清掃の徹底 ・二次保管場所への輸送のためにもごみを地面におかない
二次保管施設	<ul style="list-style-type: none"> ・直接最終処分場に移送できない場合のための保管施設の設置 ・利用者の保管施設へのアクセスの確保
非有機物等再利用物資の保管施設 (Material Recovery Facility)	<ul style="list-style-type: none"> ・再利用可能な非有機物や固形物等の一時保管場所の設置
移送	<ul style="list-style-type: none"> ・廃棄物収集車による回収 ・飛散やごみの露呈をさせないようにした移送
加工	<ul style="list-style-type: none"> ・有機物処理のコンポスト化 ・メタン発酵処理の活用
処分	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立される最終処分量の最小化 ・埋立処分場のある一定基準の順守

図 4.1：各段階における地方自治体の責任（2015年改正案）

4.1.2. 2011年プラスチック管理規則 (Plastic Rules (Management and Handling), 2011)

2011年に制定されたプラスチック管理規則は、プラスチックの回収や移送、回収施設の設置、環境配慮等を含めたプラスチック管理システムの測定化手続きや調整に関する地方自治体の責任について制定している。本規則に基づき、プラスチックの印やラベル付けに関するガイドラインが発行されている。おもな内容は以下の通りである。

- ・ たばこ等の保管、梱包、販売におけるプラスチックバックの使用禁止
- ・ 再利用プラスチックやコンポスト化が可能なプラスチックによる食品梱包の禁止
- ・ 再利用プラスチックバックの BIS (Bureau of Indian Standard) 規格の遵守
- ・ BIS (Bureau of Indian Standard) 規格に適合するコンポスト化が可能なプラスチックバッグの製造

- ウェストピッカーの役割の明確な規定
- プラスチックバックの有料化

4.1.3. 2011年 E-Waste 管理規則 (E-Waste (Management and Handling) Rules, 2011)

E-Waste 管理規則は、製造者や回収センター、消費者、解体業者、リサイクル業者の責任について規定し、電気機器の製造業に関わるすべての生産者や消費者、大量消費者に適用されている。同時に、E-Waste を処理するための承認や登録手続きの詳細についても記載されている。

4.1.4. その他

◆ 中央公共健康及び環境設計組織に関するマニュアル (Central Public Health & Environmental Engineering Organization (CPHEEO) Manual)

CPHEEO マニュアルは、都市や街において廃棄物管理に関わる個人を支援するために作成された。マニュアルは、収集、移送、リサイクル、資源の再活用及び処理についての包括的な情報や潜在的な課題を考慮した都市廃棄物管理計画の作成方法、効率的な都市廃棄物管理システムの運用に関わるガイドラインを提供、都市廃棄物の管理は都市化にともなう広範な課題と密接に関連していることを理解させることを目的としている。

4.2. カルナタカ州の廃棄物関連法規

カルナタカ州として、インドにおける法規とは別に廃棄物に関する規則を制定している。

4.2.1. 1976年カルナタカ地方自治体規則 (改正) (Karnataka Municipal Corporation Act, 1976)

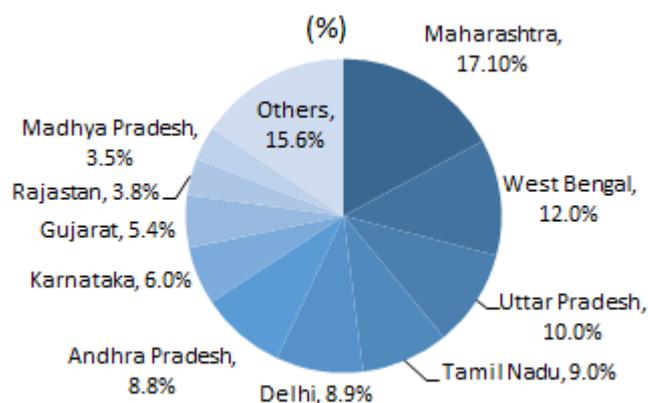
B B M P の管轄下で発生する廃棄物の処理については自動的にカルナタカ地方自治体規則が適用され、科学的方法及び 2000 年の都市廃棄物管理規則に従い処理されることが定められている。

本規則では、廃棄物収集にかかる課税について月 1,000 ルピーを超えない範囲で認められている。課税対象は廃棄物の収集、移送、処理であり、土地や建物のすべての所有者や占有者に認められている。土地や建物の置かれている状況を考慮し、異なるレートが用いられることもある。

5. ベンガルール市における廃棄物管理の現状

5.1. 廃棄物の発生量

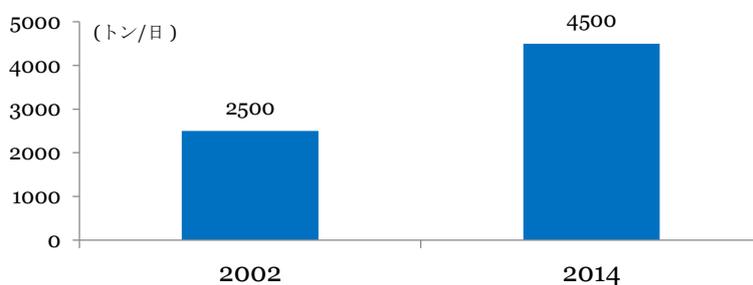
インド全域を東西南北の4つの地域的な区分に分類したとき、北部が最も廃棄物を排出している。州別ではマハラシュトラ州からの発生量が最も高く、西ベンガル州がこれに続いている。カルナタカ州から排出される廃棄物の量は全国で6番目に多い。またコルカタ、ムンバイ、デリー、チェンナイ、ハイデラバード、ベンガルール市の6つの主要都市の廃棄物発生量を合計すると、約48,000トン/日（1750万t/年）の廃棄物が発生していることを意味している。



出典：Report Sustainable solid waste management in India 2012

図 5.1：インド国内の地域別廃棄物排出比率

ベンガルール市は2000年以降のIT産業の急速な立ち上がりにより、大きな発展を遂げた。急速な都市の発展は新しい形でのインフラストラクチャの導入と、より効率的な運営を必要としており、廃棄物への対策もその一つとして考えられている。



出典：Report Sustainable solid waste management in India 2012

図 5.2：廃棄物排出量の推移

ベンガルール市における都市廃棄物発生量（有害廃棄物を除く）は、情報源によりばらつきはあるが約4,500トン/日とみられている。2008年頃には約3,000トン/日

であったとの話もあるため、近年急激に拡大していると考えられる。この4,500トン/日を基準とすると1人当り廃棄物発生量はおおむね0.45kgとなる。しかしこの数値は他の大都市よりも少ないため（2001年データによると1人当たり廃棄物排出量に関してデリーは0.57kg, コルカタは0.58kg, チェンナイは0.62kg）、廃棄物処理プロセスの過程で多くの廃棄物量がインフォーマルセクター等に抜き取られている可能性が高いと考えられる。この状況を考慮すると、実際の廃棄物発生量は5,000トン/日程度ではないかと想定される。

今後都市化が進む中で、廃棄物問題への対応はより喫緊の課題となっていくと考えられている。インドの都市化比率は2001年に27.8%であったが、2021年には41%に達する予定である¹。都市化率と廃棄物の発生量の関係は都市において異なるが、ベンガルール市では2000年頃から2015年頃までの都心部での人口増加率と、廃棄物の増加の年平均成長率が近い値となっている。現地のヒアリングでは、今後の都市化の進展は不可避であるため、廃棄物に対して有効な手を講じない限り、深刻な事態となることが予想されている。

5.2. これまでの廃棄物管理の動向

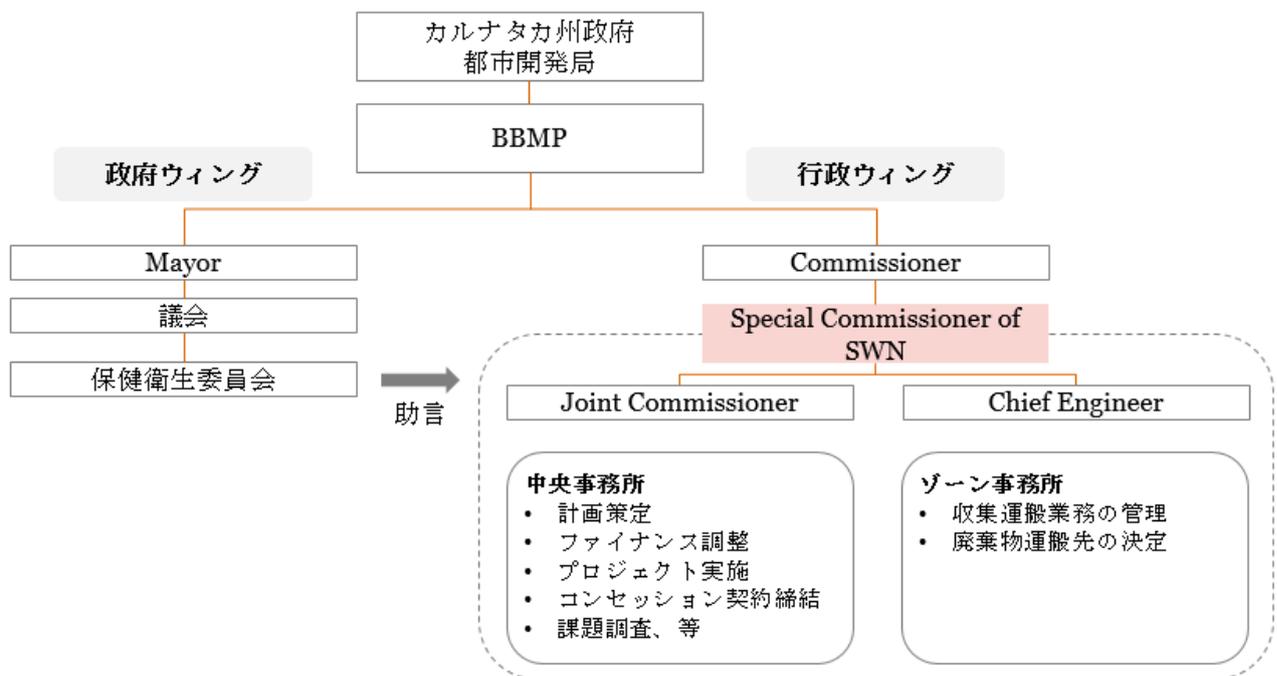
5.2.1. BBMPの廃棄物管理体制

BBMPはカルナタカ州政府内の都市開発局（Urban Development Department）が管理する組織体である。BBMPは、市長（Mayor）に率いられ、選挙により選出されたメンバーからなる政府ウィングと中央政府から派遣されるCommissionerが所属する行政ウィングで構成される。

廃棄物管理を管轄しているのは行政ウィングであり、Commissionerの下に廃棄物管理専任のSpecial Commissioner of Solid Waste Managementが配属されている。Special Commissionerの配下には、組織運営面で支援するJoint Commissionerと技術面で支援するChief Engineer（現在空席）が所属する。

Special Commissionerの統括の下、中央事務所とゾーン事務所で廃棄物管理サービスが実施されている。中央事務所は廃棄物管理全体の計画やファイナンス供与、コンセッション契約の締結など廃棄物管理サービス全体の運営管理を実施している。一方、ゾーン事務所では廃棄物の収集、運搬、回収の管理およびごみの受け入れ施設の決定などを実施している。なお廃棄物管理に関して、政府ウィング下の保健衛生委員会より政策的な助言を受けている。

¹ Source: <http://documents.worldbank.org/curated/en/2015/08/24970719/india-understanding-india%E2%80%99s-urban-frontier-behind-emergence-census-towns-india>



出典：Karnataka 州資料

図 5.3：BBMP の都市廃棄物管理体制

5.2.2. 廃棄物処理のプロセス

2007年にBBMPが組織されて以降、同組織はMavellipura埋立処分場などの廃棄物処理・処分施設建設・管理をPPPや民間委託により進めてきた。2008年には廃棄物管理マスタープランを策定しているが、急激な人口増加によりその計画を実現できていない状況にある。

同マスタープランでの計画では、BBMPが廃棄物の分別回収を行うとともに分散型の廃棄物処分場を建設することを通じ、ドライ廃棄物/ウェット廃棄物の種類ごとに効率的・効果的な廃棄物処理の実現を目指すとされている。ウェット廃棄物はコンポスト化、もしくはメタン発酵を行うことで化学コンポストやバイオガスとして販売され、ドライ廃棄物はリサイクル製品化するとされている。本プロセスを実行することで、最終処分場で埋立処分される廃棄物は全体の10%程度まで圧縮される計画となっている。



出典：B B M P 資料

図 5.4：B B M P の廃棄物管理の主要な取組み

a. 分別回収

2007 年の B B M P 発足当時、排出源での分別は徹底されておらず、様々なごみが混合された状態で埋立処理されていた。その結果、2012 年には Mavellipura 埋立処分場に対する住民反対運動が起き当該埋立処分場が閉鎖されたため、移送できない廃棄物が街中にあふれる事態となった。これを受け、ベンガルール市では排出源における分別の徹底と、分散型の廃棄物処理施設の建設を促進することで持続可能な廃棄物管理を目指すようになった。

2012 年 9 月、ベンガルール市は排出源における分別推進のためのガイドラインを策定、ウェットな廃棄物、ドライな廃棄物、庭木などの廃棄物、おむつなどの衛生廃棄物、電池・電球などの E-Waste、薬剤等の家庭系有害性廃棄物、その他灰やレンガ、ガラス等の廃棄物の 6 種類の分別を指示したが、分別の取組みはうまく進展しなかった。2015 年にはすべての廃棄物排出者に対して、排出源にてウェットな廃棄物、ドライな廃棄物（リサイクル可能なごみ）、その他の廃棄物、の 3 種別に分別することを命令するカルナタカ州裁判所の判決が下されている。

表 5.1：ウェットとドライな廃棄物の種類

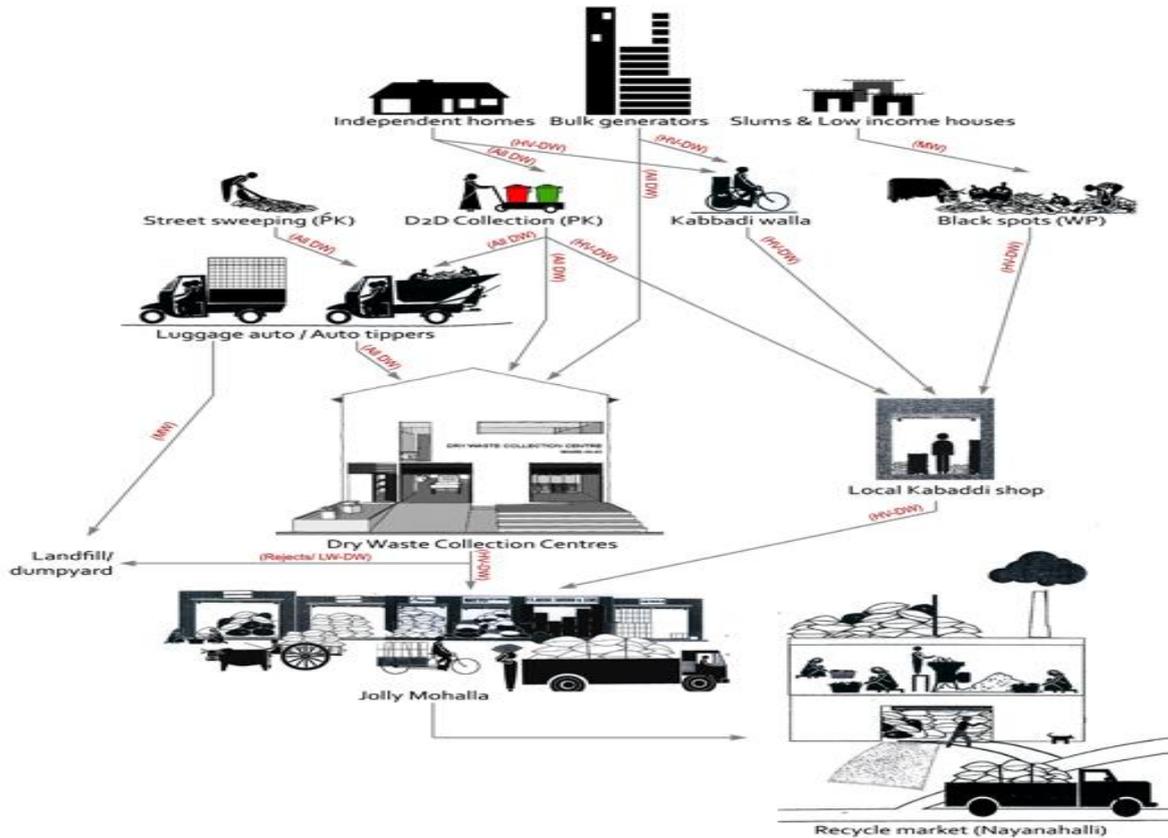
ごみの分別	ごみの中身
ウェットな廃棄物 (生物分解性廃棄物)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 野菜や果物 ・ 食品廃棄物 ・ 花や庭木
ドライな廃棄物 (非生物分解性廃棄物)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 紙類：新聞・ノート・段ボール等 ・ プラスチック類：PET ボトル、容器包装プラスチック ・ ガラスと陶器類：ビール瓶 ・ 金属類：飲料容器、スプレー容器 ・ 衣類 ・ テトラパック：ジュースやミルク容器 ・ ラミネート：ビスケット容器等

出典：B B M P 資料

b. ドライな廃棄物

家庭や工場、企業等の大量の廃棄物排出者（Bulk Generator）から排出されるドライな廃棄物は、戸別回収やウェストピッカーにより収集され、売買・リサイクルされている。また近年、B B M P は市内に 198 区の廃棄物回収センター（Dry Waste

Collection Centers (DWCC) の設置を計画、分別回収の推進を図っている。DWCC ではドライな廃棄物を一般市民から有価物として買い取り、分別し、専門のリサイクル業者に販売している。DWCC においてリサイクルができない廃棄物は最終的に埋立処分されるか、市内に取り残されたままとなっている。



出典：WUCU, 2014; Illustrations - Girish T.S., 2011

図 5.5 : Dry Waste の回収フロー

c. ウェットな廃棄物

ウェットな廃棄物は市内の不特定の場所（空き地等）に廃棄されたものがB BMPにより回収されるほか、道路が狭隘な地区等では小型三輪自動車による巡回回収が実施されている。回収された廃棄物はコンポスト施設や発電のためのバイオガス施設に運搬される。

ウェットな廃棄物の回収に関して、B BMPはプラスチックバッグの利用や廃棄物への混入を禁じている。しかし現実には買い物袋などが混入しており、分別は十分ではない。それゆえ、排出源でのさらなる分別対策やコンポスト施設、バイオガス施設における分別が求められているところである。

5.2.3. 廃棄物処理施設

現在ベンガルール市では、廃棄物中間処理施設としてコンポスト施設、バイオガス施設のほか、コンポスト施設併設のRDF（Refuse Derived Fuel、廃棄物固形燃料）施設が整備されている。埋立処分場は衛生上の問題と住民反対により閉鎖されている。また廃棄物発電施設（WTE）の建設が計画されていたが、経済的な理由や住民反対により実現化されていない。

表 5.2：現在のベンガルール市の廃棄物処理方法

廃棄物処理方法	運営の有無	注記
埋立処分場	×	衛生上の問題と住民反対により閉鎖
コンポスト施設	○	RDF施設を併設
バイオガス施設	○	-
廃棄物発電施設（WTE）	×	計画はされたが、経済的な理由や住民反対により実現化されていない。

出典：BBMP関係者ヒアリングに基づく

a. 埋立処分場

現在ベンガルール市で稼働している廃棄物最終埋立処分場は存在しない。以前は表に示すような埋立処分場が設けられていたが、近隣村落への浸出水の流出問題等による反対運動により閉鎖された。ただしその後、2015年にBingipura, Lakshmipura処分場については暫定的措置として埋立が再開されている。

表 5.3：ベンガルール市に存在した主要な埋立処分場

運営機関	稼働開始年	閉鎖年	計画受入量	受入量(t/日)
BBMP Mavellipura landfill site	2007年	2012年	ND	600
BBMP Mandur landfill site	2010年	2014年	ND	2,500
BBMP Bingipura landfill site	2012年		ND	1,200
BBMP Lakshmipura landfill site	2012年	NA	ND	1,000

出典：BBMP資料

b. Dry Waste Collection Centre (DWCC)、コンポスト施設

B B M P は、ドライな廃棄物の分別回収設備として市内 198 区ごとに 1 箇所ずつ Dry Waste Collection Centre (DWCC) を設置し、ウェットな廃棄物の処理施設としてコンポスト施設の整備を進めている。2016 年 1 月現在、6 箇所のコンポスト施設が稼働している。ただし前述のとおりベンガルール市内に最終処分場が無い状況下、計画受入量を超えた廃棄物が搬入されている施設もあり、コンポスト化作業の遅れによる臭気発生、施設からの未処理浸出水の流出、残渣物の隣接地へのオープンダンピング、等により、近隣住民による反対運動が行われ稼働を一時停止せざるを得ない状況も発生している。

なお、施設に搬入される廃棄物は処理不適物やプラスチックごみの混入が依然多いため、一部のコンポスト施設では篩分後のプラスチックごみを転売、また、ヤシ殻と混合する等水分調整処理を経たうえで R D F 化しセメント工場等に代替燃料として販売しているが、品質の悪さが指摘されており、セメント工場での再選別のうえ利用できない品質の R D F は当該工場近隣に埋立処分されている状況も確認されている。

表 5.4 : ベンガルール市におけるコンポスト施設一覧

運営機関	稼働開始年	計画能力(トン/日)	受入量(トン/日)
Karnataka Compost Development Corporation (KCDC)	1975 年	500	300
民間企業	1994 年	1000	600
民間企業	2006 年	600	300
民間企業	2014 年	600	500
B B M P (Kannahalli)	2014 年	500	600
B B M P (Seegehalli)		150	
B B M P (Dodda Bidarakallu)		300	
B B M P (Subbarayanapalaya)		200	
B B M P (Chiknagamanagala)		500	
B B M P (Lingadeerahalli)		200	

出典：B B M P 資料

c. バイオガス施設

有機系廃棄物をメタン発酵によりバイオガス化する施設も一部稼働している。今回調査では、市内マーケットの廃棄物（野菜くず等が中心）を対象としたもの、近隣レストランからの食品残渣（厨芥ごみ）を対象としたもの、といった小規模モデルプラントのほか、上述のBBMPが整備したコンポスト/RDF施設に隣接するバイオガス化プラントの存在を確認した。なお上記小型プラントはインド国内企業により建設されている。また、2015年にポーランドやオランダの企業がカルナタカ州政府とバイオガス発電施設の建設に関する覚書を締結したとの報道も確認されているが、その後施設建設または稼働開始との情報は無い。

d. 廃棄物焼却発電施設（WTE）

インド国内民間企業より2箇所の廃棄物焼却発電施設着手の動きがあったが、1つは経済的な理由により建設中止、もう1つは周辺住民に対する十分な説明を欠いたことによる住民反対運動により実現に至っていない。前者については、2008年にインド企業事業者とのコンセッション契約が締結されMandur処分場敷地内建設予定であったが、事業者が資金繰りに行き詰まり建設途中で放置され、BBMPは当該契約を破棄した。

本件からも、WTEの導入には、技術力のみならず資金力の十分な企業の選定と、ごみ処理費（チップングフィー）やFIT等の適切なレベルでの設定を含めた、中長期的な事業性の検討を入念に行うことが必要であることが示唆されている。

5.2.4. 廃棄物管理に対する市民意識の向上プログラム

BBMPは廃棄物管理に対する市民の意識を向上させるため、様々な取組みを実施している。

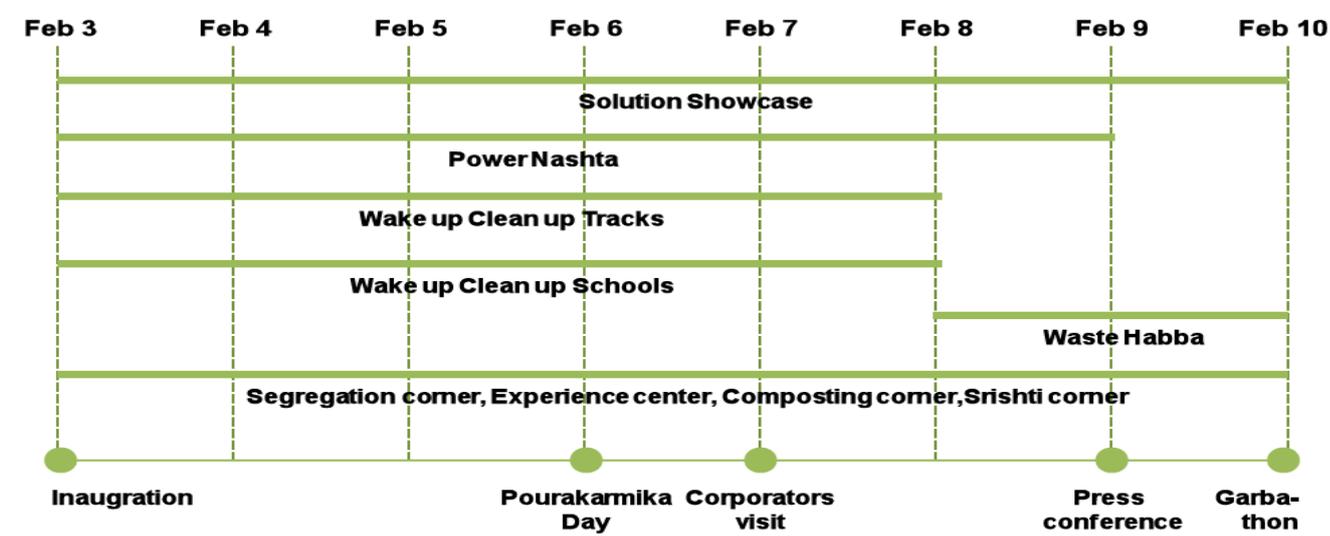
a. Wake up Clean up Bengaluru(WUCU)

WUCUは、ベンガルール市の廃棄物問題に対する持続可能かつ測定可能なソリューションを発見することを目的に2013年に開催された7日間のイベントである。衛生的なベンガルール市を実現することで「ベンガルールがかつて有していた栄光を取り戻す」ことを目標とし、様々なステークホルダーが参加し以下をテーマとした検討が行われた。

- ▶ 様々な規模の組織が活用しうる包括的なショーケースを提示し、廃棄物関連市場の市場性を向上する。
- ▶ 廃棄物を排出する住民に対して、ごみ分別の重要性や利用可能なソリューションに関する情報を提供し廃棄物に対する知識レベルを高める。

- 廃棄物に関し、政府の意思決定者や有識者が協働して課題解決を行うための仕組みを構築する。
- 政府の意思決定者や廃棄物を排出する住民に対して、ごみ分別におけるインフォーマルセクター労働者の役割に関する知識を提供し、その重要性を認識させる。

WUCU の概略スケジュールは以下の通りである。



出典：B B M P 資料

図 5.6 : WUCU の概略スケジュール

このイベント期間中、ワークショップや専門家の講演、展示会、トレーニングプログラムが行われ、集合住宅・ホテル・病院・企業・各種施設等様々な排出者の廃棄物処理に関する意識向上が実現された。イベント終盤の2日間は「Waste Habba」と称するグランドフィナーレが市民にも開放され、ステークホルダーの協議結果報告とあわせ一般市民向けの啓発活動が実施された。

b. Kasa Muktha Ward プログラム

Kasa Muktha Ward プログラムは、排出源における分別を命令したカルナタカ高等裁判所の判決を実行するために B B M P により設定されたパイロットプログラムである。現状大きな問題となっている最終処分場でのオープンダンプングを回避するために、排出源での分別、適切な処理、リサイクルの推進、を実施するための実証プロジェクトが立ち上げられた。

実証プロジェクトでは31の区(wards)をモデル地区として選定し、適切な中間処理を実現するためには分別回収が重要であることが明確化され、「1. 家庭での分別、2. 適切なごみ箱の設置、3. 異種廃棄物を混合しない」という指針が提示されている。

B B M Pより提供された資料によると、このプログラムの主な特徴は以下の通りである。

- ・ 市民の参加による、戸別回収に対する意識の向上
- ・ 排出源での分別や回収の強化をするための、スタッフや事業者に対するトレーニングの実施
- ・ 分別された廃棄物を最適な処理施設に搬入するという「最終処分システム」の構築
- ・ 排出者の意識向上を目的とした“目に見えるきれいさ”というコンセプトの区レベルでの導入
- ・ モニタリングとフィードバック
- ・ 遵守者へのモチベーションの提供、違反者を明らかにするシステムの導入
- ・ 分別による衛生的な環境づくりのための区やゾーンを越えたニーズの創出

5.3. 現状見受けられる課題

以上の通り、ベンガルール市においてはB B M P主導により適切な廃棄物管理へ向けた制度・プロセス構築への様々な動きが確認されているが、市全体の動きとしてそれが円滑かつ積極的に推進実施されているとは言い難い状況である。現在の廃棄物発生量に比較して処理手法や処理能力は著しく低レベル・小規模にとどまっており、分別・リサイクルによるごみ排出量削減に加えて、中間処理施設の能力強化による埋立処分量削減が喫緊の課題となっている。

5.3.1. 分別収集・運搬プロセス

B B M Pによる廃棄物管理システム運営に対する市民の理解・意識は依然として低く、また、分別しない排出者・事業者に対する罰則や適切な分別実施へのインセンティブ制度が存在しないため、分別が徹底されていない。

廃棄物回収の仕組みも100%確立されておらず、多くの廃棄物がそのまま路肩や不特定の集積場に放置されている状況が確認される。また、一部の収集車では荷台に設置された袋や箱により作業員が独自に分別している状況もあるが、結局は異種の廃棄物・分別不十分な廃棄物も同一の車両で収集しているため、排出源で分別されたとしてもその効果を減少させることになっている。

また多くの高品質のドライな廃棄物はDWCCに搬入される前にB B M Pの管理下に無いインフォーマルセクターにより回収されるため、DWCCに送られてくる廃棄物は

リサイクル不可能な低品質のものが多い。その結果、将来建設が計画されているリサイクルセンター規模を想定した十分な量のドライな廃棄物が収集できていない。

表 5.5：ベンガルール市の廃棄物管理における課題（分別収集・運搬）

No	課題	原因	対策がとられないことによる影響
1.	廃棄物管理システムの運営に対する理解・意識の低さ	<ul style="list-style-type: none"> • 分別のガイドラインのみであり、分別しない排出者や事業者に対して罰則がない • 分別することに対する排出者、事業者のインセンティブがない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 分別が徹底されない。
2.	分別・収集のプロセスの未確立	<ul style="list-style-type: none"> • 収集システムがうまく機能していない。 • 収集できても、回収車内で分別にしておく機能がない。 • インフォーマルセクターをプロセスにうまく組み込んでいないため、廃棄物管理システムがうまく機能しない。 	<ul style="list-style-type: none"> • 多くの廃棄物が街中や指定されていない廃棄物集積場に放置されている。 • DWCC に集まる前にインフォーマルセクターにより良質な廃棄物が回収されるため、廃棄物は質・量ともに低下し、将来既存の DWCC の設営への悪影響が生じる恐れがある。

出典：BBMP資料 および関係者ヒアリングを基にJICA調査団が作成

5.3.2. 処理プロセス

現状、不適切な処理技術の導入や処理能力の不足が課題となっている。オープンダンプや非衛生的な処理施設環境での浸出水の流出や臭気が問題となった結果、住民の反対運動が起き、最終処分場の処理施設は建設中止や閉鎖に追い込まれている。また低品質のプラスチックについては技術力不足により、リサイクルされず埋立処分もしくは不法に野焼きされるか、街中に放置されている。

表 5.6：ベンガルール市の廃棄物管理における課題（最終処理）

No.	課題	原因	対策がとられないことによる影響
1.	処理技術および処理能力不足	<ul style="list-style-type: none"> • 適切な技術の選定、臭気等への対策が実施されていない。 • 急激な都市化により、処理場用地確保が難しい。 • 低品質プラスチックをリサイクル・処理する技術が無い。 	<ul style="list-style-type: none"> • 浸出水や臭気に対する住民反対により、新規建設や事業継続が困難となる。 • 市内で処理できなかった廃棄物は他所に運ばれ処理されるため、輸送コストの増大が懸念される。 • 埋立処分、野焼き、放置、等不適切な処分が継続される。

出典：B B M P 資料 および関係者ヒアリングを基に J I C A 調査団が作成

6. 普及対象とする技術

6.1. 廃棄物焼却発電施設

6.1.1 日本製焼却発電技術の優位性

本事業では、J F E が保有する高効率な廃棄物焼却発電技術を普及提案する。

J F E を含む本邦企業が保有する廃棄物焼却発電技術は、第一号施設が 1965 年に建設されて以来現在に至る約 50 年の歴史のなかで 300 箇所以上の導入実績を重ね総発電量が 72.1 億 kWh/年にも及ぶ、非常に確立された技術である。中国・韓国・インド等のメーカーの台頭も近年顕著ではあるが、低カロリーごみから高カロリーごみまで幅広く対応しダイオキシン等汚染物質の発生を極限まで抑制する高度な燃焼・排ガス処理技術において、日本製技術の評価は高い。また、歴史的には、インドを含むアジア各国で一般的な、水分量が多くカロリーが低い廃棄物を焼却処理してきた実績も有している。

また、日本各地でのプラント稼働実績が示すとおり長期安定稼働が可能であり、マニュアル等を整備し適切かつ簡便な運転管理を継続して実施することも意識した設計を行っている。他国製廃棄物焼却発電施設と比較した場合、日本製は一般的にイニシャルコストが高額となる傾向にあるが、安定稼働による施設ライフサイクルコストで見ると場合には経済性の点でも充分優位となることが見込まれる。

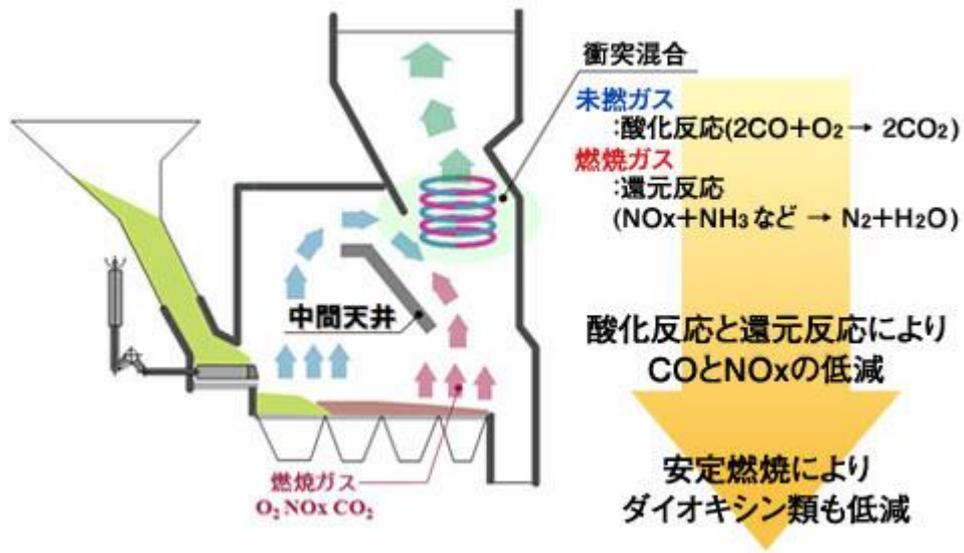
歴史的には日本各社の焼却技術は欧州メーカーから導入されたものではあるが、日本での高度な環境基準や建設条件にあわせるべく技術を高度化してきたため、現在では欧州メーカーと比較しても日本製技術がもっとも優位にある。また、統計的にも、欧米との比較において焼却発電による廃棄物処理の割合が大きいのは日本であり、建設実績の多さと稼働年数の長さに裏付けられるという点でも、優位性は確実である。

6.1.2. J F E の廃棄物焼却発電技術の特長

J F E のストーカ式焼却炉（商品名：ハイパー21 ストーカ炉）は、独自技術である二回流方式とハイパー火格子に加え、画期的な燃焼技術である「高温空気燃焼技術」を採用している。これにより、低空気比燃焼と安定燃焼を両立し、エネルギー回収率を大幅に向上させるとともにダイオキシン類・NO_x等の環境負荷物質の排出を極限まで低減することが可能である。

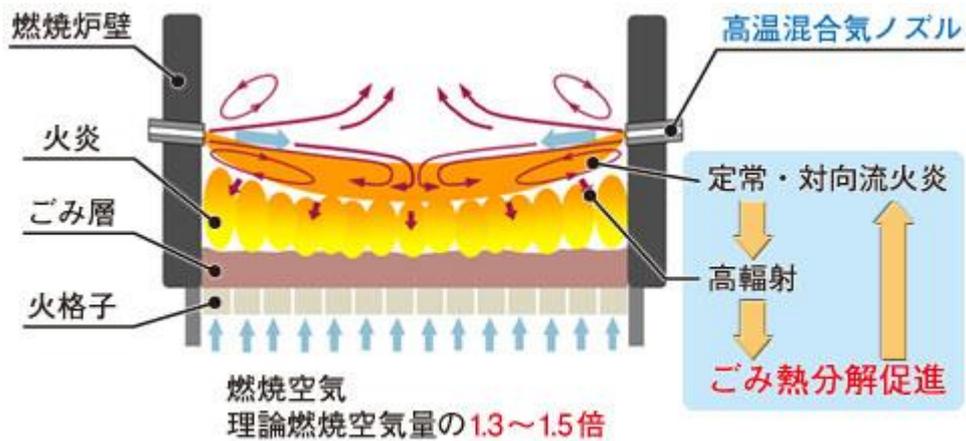
① J F E 二回流ガス流れ炉（二回流方式）

焼却炉内ガスを中間天井により二方向に分けてガス流れを形成し、燃焼過程の前半で発生する未燃ガスと後半で発生する燃焼ガスを中間天井上部のガス混合室で攪拌する。これにより未燃ガスが完全燃焼し、排ガス中のダイオキシン類や CO、NO_x を低濃度に抑制できる。



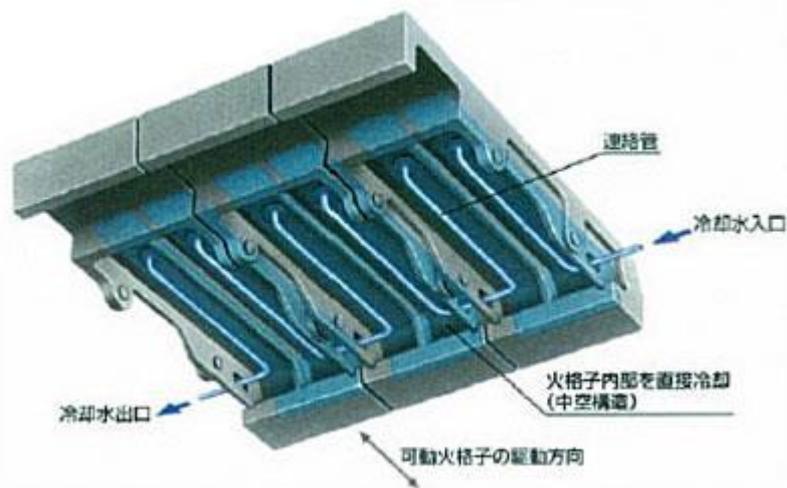
② 高温空気燃焼技術

焼却炉側面から高温空気を吹き込むことにより焼却炉内廃棄物層上部に安定的かつ均一な高温燃焼場を形成し、低空気比でもCOやNO_xを低濃度に抑制し安定燃焼を維持することが可能である。



③ 水冷ハイパー火格子

JFEが材質・構造を改善し開発したハイパー火格子とドイツSBE社の水冷火格子技術を組み合わせ、高効率・低公害運転と、高い冷却効率による長寿命化を実現している。



6.1.3. 実績

JFEは日本国内で1968年以降171プラント（354炉）の廃棄物焼却発電施設を建設した実績を有し、近年（2011～2015年）の国内シェアは24%でトップベンダーとなっている。また、79プラントのオペレーションと110プラントのメンテナンスも受託しており、建設工事だけではなくO&M分野についても豊富な実績を有している。

特徴として、都市部における施設建設に豊富な実績を有し、たとえば、目黒清掃工場（東京二十三区清掃一部事務組合発注）は東京都目黒区内の住宅密集地に立地しているが、1991年3月の完成以来、建替えのため停止予定である2016年度末まで25年間、適切な排ガス処理施設の整備等環境対策に万全を期するとともに排熱利用による発電や熱供給等の有効利用により、地域住民と融和した運転を継続している。また、住宅等廃棄物発生源に近接した立地により、廃棄物回収の迅速化と輸送コストの削減も実現している。

また、本事業の協力団体である横浜市においては、市内南部地域の廃棄物処理を担う大型廃棄物焼却発電施設である金沢工場（横浜市金沢区）の建設とO&Mを実施している。



出典：J F E

図 6.1：横浜市資源循環局金沢工場

また、日本国外でも数多くの建設実績を有している。直近では、ミャンマー国ヤンゴンにおいて、環境省 J C M (Joint Crediting Mechanism, 二国間クレジット制度) 設備補助事業として、60 トン/日の廃棄物焼却発電施設を建設中である。本施設は、ミャンマー国初・J C M制度での初・焼却発電施設であり、2016 年度末の稼動開始へ向け現在建設が進められているが、現地ミャンマー国関係者のみならず近隣国からも注目される施設となっている。



出典：J F E

図 6.2：海外への展開状況

6.1.4. 他技術との比較優位性

廃棄物の中間処理方法としては、大きくコンポスト・バイオガス化・焼却発電の3つの手法がある。新興国であるインドでは現状コンポスト、バイオガス化の2つが主流となっているが、それぞれ強み、弱みを含め比較すると以下のように整理される。

表 6.1：技術比較図

	焼却発電	機械式コンポスト	バイオガス
処理対象物	一般ごみ（家庭ごみ）、産業廃棄物 収集段階や前段での高度な分別・選別は不要	主に生ごみ、し尿処理残渣の有機系廃棄物収集段階や前段で高度な分別・選別が必要	
有価物	電量	コンポスト	バイオガス
最終排	炉底灰（主灰）、飛	選別残渣	選別残渣

	焼却発電	機械式コンポスト	バイオガス
出物	灰		
強み	<p>多種類のごみに対応可能</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ごみ質変動にも柔軟に対応 ・大規模施設による集約処理が可能 ・建設、運転実績が多く技術的に完成済み ・運転中の電力は、自家発電分で補充可能 ・ごみ質によっては簡易的な前処理により処理量あたりの発電量を増加可能 	<p>小規模施設対応が可能である</p> <ul style="list-style-type: none"> ・焼却には不向きな高水分ごみにも対応可能 ・燃焼排ガスが発生しない ・単独施設であれば、CAPEXは焼却施設より安価 	<p>小規模施設対応が可能である</p> <ul style="list-style-type: none"> ・焼却には不向きな高水分ごみにも対応可能 ・単独施設であれば、CAPEXは焼却施設より安価
弱み	<p>小規模施設の場合、費用対効果が小さくなる</p>	<p>選別残渣処理施設との併用が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・事業性がコンポストの市場性に依拠 ・高品質を確保するためには、高度な前処理が必要 ・単独施設の場合、発電設備を有さないため、エネルギー購入が必要 ・単独施設の場合、臭気対策設備を多用する必要 	<p>選別残渣処理施設との併用が必要</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安定運転のためには、高度な前処理が必要 ・一般的に、売電よりも売ガスの方が事業性がよいと言われているが、その場合、エネルギー購入が必要 ・単独施設の場合、臭気対策設備を多用する必要

出典：JICA調査団

上表に示すようにコンポスト化を行う場合、コンポストの市場性（販売量・料金、等）に事業が大きく左右され、しかも高品質なコンポストを確保するためには不適物の除去のための適切な前処理設備設置が必要である。バイオガス化を行う場合は、適

正なガス販売価格・売電価格の設定、投入不適物除去のための前処理が必要となる。さらに両方とも選別残渣・処理後残渣の適切な処理施設が設置できない場合にはこれら残渣は埋立処分されるのが通例であるため、最終処分場の延命効果が低い。またコンポスト・バイオガス施設の運転管理費（OPEX）はそれら施設単独で焼却発電施設と比較し安価になるとの想定もあるが、焼却発電により施設場内動力がカバーできること・売電収入が見込めることを勘案すると、諸条件次第だが相当程度規模施設で、かつ、本邦技術導入による長期安定運転が実現される場合にはOPEX面でも充分優位となる。

6.2. 循環型社会システム構築のノウハウ

本事業の協力団体である横浜市では、廃棄物焼却発電等の処理施設整備計画策定とあわせ、分別・回収・リサイクルを高度化することによる循環型社会システムを構築した実績と経験を有している。本事業では、その廃棄物マネジメントの中核である焼却発電技術の普及促進とあわせ、横浜市の経験とノウハウを移転する。

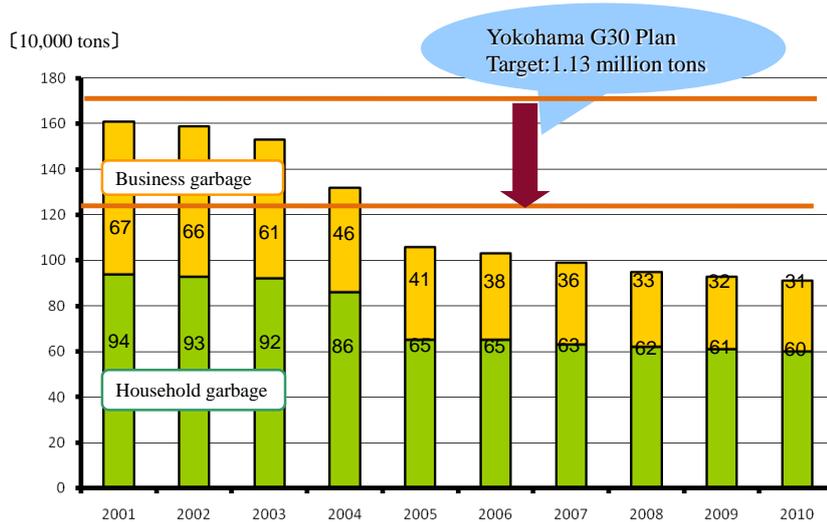
6.2.1. 横浜 G30 プラン（横浜市一般廃棄物処理基本計画）

横浜市では 2003 年 1 月に 2010 年までに廃棄物を 30%削減することを目的とした「横浜 G30 プラン」を発表し、目標を達成した。さらに後継プランとして 2011 年 1 月には「ヨコハマ 3R 夢プラン」を策定、市民・事業者・行政が協働してごみの減量・分別・リサイクルに携わり、CO2 削減とごみ処理の安心・安全・安定を実現する仕組み・体制づくりの強化を推進している。

①G30 の実績

G30 では 2010 年までに、対 2001 年比較で 30%の廃棄物削減を目標として活動を行った。その結果、2005 年時点で目標を達成し、2009 年には 40%の廃棄物削減にまで至っている。廃棄物の削減に加えて、以下の効果を得ることに成功している。

- ・ 焼却炉を建て替え費用：1,100 億円削減
- ・ 廃棄物管理に関するオペレーションコスト：30 億円削減
- ・ CO2 の削減想定量：47%低下



出典：横浜市資料

図 6.3：横浜市における廃棄物量の推移

②G30 の具体的活動

G30 では政府・企業・市民が一つになった廃棄物の削減運動を推進している。特に市民に対する廃棄物削減に向けた啓発活動に注力し、大きな成果を上げること成功している。以下に具体的な活動内容を示す。

- 市民向けの説明会：市民に対し、ごみの分別、削減に向けた説明会、教育プログラムを構築し、幅広く展開した。
- 分別セッション：11,000回（FY2004 & 2005）実施した。
- 駅前での教育セッション：600回（FY2004 & 2005）実施した。
- 回収場所での早朝セッション：3,300回（FY2004 & 2005）実施した。
- 未分別で捨てられた廃棄物セッション：10,900回（FY2009）実施した。



分別セミナー



駅前での教育セッション



回収場所での早朝セッション

出典：横浜市資料

図 6.4：G30 の活動内容

- 業務廃棄物の調査：焼却場において回収した廃棄物のチェックを2003年以降に強化した。仮に不適切な廃棄物が含まれている場合、ごみ回収車はその廃棄物を回収場所に戻すようルールを徹底した。
- 回収車の増強：2,263台（2001年）から188,243台（2012年）に増やした。
- 環境教育の普及：小中学校に訪問し廃棄物・環境に関するセッションを実施。焼却場のツアー等を高頻度で実施した。



焼却場ツアー

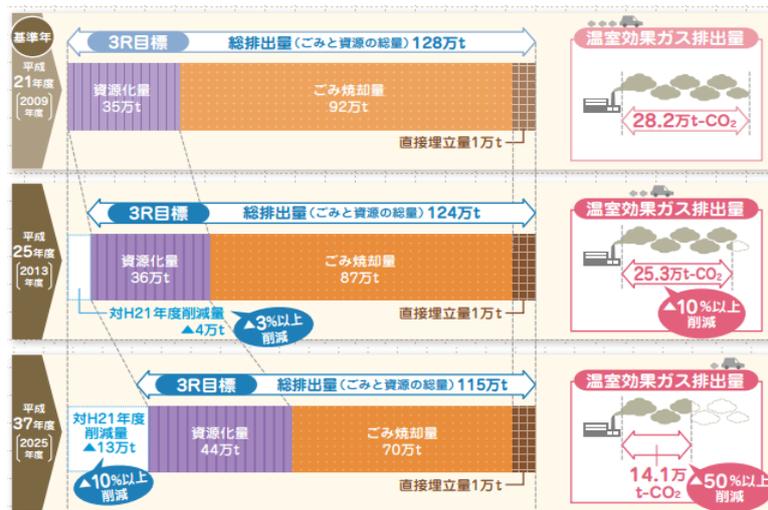
G30視察

G30提供セッション

出典：横浜市資料

図 6.5：G30 の活動内容

- 市民サービスの改善：廃棄物の運搬が困難な高齢者・障害者に向けたボランティアスタッフによる「ふれあい」回収や、道幅が狭く通常廃棄物回収車両が入れない場所に対して、スモールトラックでの回収サービスを提供した。



出典：横浜市資料

図 6.6：G30 における活動内容

6.2.2. ヨコハマ 3R 夢 (スリム) プラン

2011年1月に「G30」の成功を受け策定された。本計画では、分別・リサイクルだけでなく、ごみそのものを減らすリデュースに向けた取組を積極的に進めることで、ごみ処理に伴う環境負荷の更なる低減を図ることが目的である。

具体的には2025年までにごみの総排出量を現在の128万トンから10%削減、温室効果ガスを50%削減することが目標となっている。施策としては、2010年から2014年まで以下の取り組みを実施している。これらの取り組みを推進することで、2025年までの目標達成に向けた礎を構築していく計画となっている。

表 6.2 : 3R 夢プラン概要

取組	詳細	取組
環境学習・普及啓発	<ul style="list-style-type: none"> - ごみ・環境情報の積極的な提供 - 地域に密着した情報発信等、環境行動を実践する人づくり 	<ul style="list-style-type: none"> - 転入者・外国人・高齢者等への情報提供 - 事務所・工場の出前講座の拡充 - 地域人材を中心とした新たな推進体制の確立
リデュースの推進	<ul style="list-style-type: none"> - 市民・事業者・行政の協働によるリデュースの推進 	<ul style="list-style-type: none"> - 「ヨコハマ R (リデュース) ひろば」の設置と運営
家庭系ごみ対策	<ul style="list-style-type: none"> - 市民ニーズに対応したきめ細やかなサービスの提供 - 地域コミュニティの支援 - 新たなリサイクル - 家庭系ごみの減量・リサイクル - 家庭系ごみの適正処理 - 資源物の中間処理施設の整備運営 - 国等への働きかけ 	<ul style="list-style-type: none"> - ふれあい収集等の推進 - 市民の相談・啓発窓口としての事務所機能の充実・強化 - 集積場所改善の取組強化 - 新たな生ごみリサイクル - 分別の更なる徹底
事業系ごみ対策	<ul style="list-style-type: none"> - 事業系ごみの減量・リサイクル - 事業系ごみの適正処理 - 環境行動を実践する事業者との連携 - リサイクル事業者等の育成 	<ul style="list-style-type: none"> - 食品廃棄物のリデュース・リサイクルの促進 - 優良事業者表彰 - 焼却工場での搬入物検査や事業所への立入調査による分別指導の徹底
ごみの処理・処分	<ul style="list-style-type: none"> - 安全で安定した処理・処分 - ごみ処理における環境負荷の低減・運営の効率化 	<ul style="list-style-type: none"> - 都筑工場の耐震補強工事 - 南本牧最終処分場（第5ブロック）の整備

取組	詳細	取組
	<ul style="list-style-type: none"> - 3R や適正処理の推進に係る各種調査・研究 	<ul style="list-style-type: none"> - 焼却灰の有効利用 - 省エネルギー化の推進
きれいなまちづくり	<ul style="list-style-type: none"> - 地域と連携したきれいなまちづくり 	<ul style="list-style-type: none"> - 地域の実情に合った自主的な美化活動の支援 - 不法投棄多発地域の監視強化

出典：横浜市資料

7. 活動内容

本プロジェクトの初期段階において現地政府の政治的な混乱が発生し、BBMPにおいて当初議論を行っていたカウンターパートのメンバーが更迭され、カルナタカ州政府のステークホルダーとしての重要性が高まるなど著しい変化が生じた。

具体的には、2015年後半に行われたBBMP議会の選挙においてインド人民党（BJP）が198議席のうち100議席を確保し与党となったが、それに対し野党であるインド国民会議（Congress）と世俗派（Janata Dal）が連携し、市長選挙において僅差で勝利をおさめ、議会と市長の政党が異なるという状況を生み出した。特に市長選挙は僅差であったことからBJPからの反発を受け数度やり直され、カルナタカ司法裁判所も介入するなど混乱を見せた。カルナタカ州政府の与党がインド国民会議であることも、BBMPとカルナタカ州政府間の関係性を複雑にし、関係者の急な更迭や異動が頻繁に起こる事態となっている。

この流動的な政治状況の中で最大限の効果を発揮させるため、本プロジェクトでは当初の予定にこだわることなく、横浜市・JFEが考える廃棄物処理システムのコンセプトについて理解を深めることに専念した。この結果、当初予定していた本邦受入活動の代わりに現地訪問活動を追加実施することとなったが、結果として横浜市・JFEが提唱するコンセプトに対する理解をより深めることができたと考える。

以下に各活動の報告書を元に、その詳細を記載する。

7.1. 2月キックオフに向けた訪問

(1) 活動目的

2015年2月4日より、JFEは本プロジェクトのメンバー企業である横浜市・PwC Japanとともに、ベンガルール市のBBMPとキックオフミーティングおよび廃棄物処理の現状視察を行うため現地訪問を実施した。現地ではJICAインドオフィス、JFEインド、PwCインドからメンバーが参加し、企業・自治体・政府の各視点および知見を踏まえた包括的な体制を構築し、討議に臨んだ。

本現地活動での主な目的は以下である。

- 本プロジェクトをベンガルール市における廃棄物対策改善に向けた最初のステップとして位置付け、今後検討を具体化するための知見の共有と検討体制の構築、および次ステップの具体化が目的であることを合意する。
- BBMP内部で意思決定を行える権限を有し具体的な検討・討議を推進する体制を構築することを要請し、今後の活動の詳細化に向けた土台とすることを目指す。
- 廃棄物処理の実際の現場を視察することで、本質的な課題の特定および必要な取り組みに向けた検討材料を収集する。

(2) 主な活動内容

BBMPとのキックオフミーティングの実施

BBMPの主要メンバーおよび側近含め約20名が参加するキックオフセミナーを実施した。主な会議出席者、当日のアジェンダは以下である

会議出席者

- BBMP, Mayor, Shantha Kumari
- BBMP, Deputy Mayor, K Ranganna
- BBMP, Special Commissioner, Darpan Jain, IAS
- BBMP, Corporator, HSR Ward, K Latha Narasimhamurthy
- BBMP, Joint Commissioner, Health & SWM, Yatheesh Kumar
- BBMP, Highcourt Appointed Expert Committee on SWM, Kalpana Kar
- BBMP, Chief Engineer Solid Waste Management, M.R Venkatesh

アジェンダ

- 開会の挨拶 (JFE 高橋元)
- 参加者の紹介 (各自)
- 横浜市の紹介 (横浜市 橋本徹)
- JFEエンジニアリングの廃棄物処理技術の紹介 (JFEインド Pravin Chavan)
- 本プロジェクトの概要説明 (PwC 森厚雄)

本討議での主な討議内容は以下である。

- JICA調査団はベンガールの現状を踏まえ、ベンガールに特化したモデルを、幅広い視点で検討・構築することが必須であることが理解された。
- JICA調査団は既存技術の提供者ではなく、ベンガール市と討議を行い課題に応じたソリューション提案を行うパートナーとしてのスタンスを強調した。
- 今後のロードマップを含めた詳細を検討し、BBMP側と合意した。

詳細討議の実施

ベンガール市において廃棄物の分別をパイロットとして実施している地区 (第174地区) の代表であり、昨年横浜市で行われたアジアスマートシティコンファレン

スへ出席もしている Ms. Latha と、同氏とともに廃棄物処理改善に向けた活動を行っている NGO (Forward Foundation) との討議を実施した。

主な討議内容は以下である。

- B B M P 側で意思決定可能な体制の構築が必須となる。Joint commissioner が最終権限者であるため、Joint commissioner との討議・承認はプロジェクト実施において極めて重要である。一方で実際の検討体制としては別途構築が必要である。
- ベンガルール市は 2 年ほど前より基金を構築し、廃棄物処理問題に真剣に取り組んできている。198 地区あるうち、44 地区が現在パイロット地区として選定されており、現状の把握・改善案の提示に向けた進捗レポートを提出する予定である。
- Municipal Solid Waste rule 2000 が策定されて以降、ベンガルール市は基本ルールに沿う形で対策を進めてきているが、内容刷新の必要性について検討中である。
- 横浜市等が持つ規制やガイダンス等を踏まえたグローバルでの視点の導入を行い、オペレーション・レギュレーションの見直しを行いたい。

本討議を経た上での合意事項は以下である

- ① 現行のプロジェクトは最初のフェーズであり、今後のステップは本プロジェクトの検討を踏まえ詳細化が必要であること、② B B M P では Latha 氏が中心となり、J I C A 調査団と連携し、検討を行う現場チームの構築を早急を実施する。
- 上記を受け、直近では Latha 氏側で検討チームの構築、関連情報の提供（廃棄物収集・廃棄オペレーションデータ等）を実施し、J I C A 調査団では活動のフォローアップ、初期的分析を実行する。

ベンガルール市廃棄物処理の現状視察

Latha 氏 および NGO の協力により、ベンガルール市における廃棄物の回収から分別、コンポスト化及び埋立処分の実態の視察を実施した。

全体のスケジュールは以下である。

- ① 5 : 00 ~ : 廃棄物の回収、分別のプロセスをベンガルール市内にて視察
- ② 9 : 00 ~ : NGO との視察を踏まえた討議
- ③ 10 : 00 ~ : リサイクルショップの視察
- ④ 15 : 00 ~ : コンポスト化のプロセス、埋立場の観察

各スケジュールに応じた視察からの主な示唆は以下である。

- ① 5 : 00 ~ : 廃棄物の回収、分別のプロセスをベンガルール市内にて視察

- ごみ回収場として指定されていないエリアで、多くのごみが分別されずに散乱していた。再利用品の回収・販売を生業とする個人もしくは業者（SRP：B BMPと契約している企業）が素手でごみを分別し持ち帰る状況であった。
- ごみの種類としては、家庭用のごみを中心だが、衣服や建材が混在している（医療関連の廃棄物等は廃棄されず、2Kmほど離れたエリアで集積）。
- 視察を実施した第 101 地区（Kamakshipalya）は 30%程度の住戸回収しかできていないのが現状で、残りの 70%は道路に廃棄している。ただしこれは同市の平均的な回収レベルである。
- ごみの分別は住戸レベルではされておらず、業者が道路上で実施している。ただし、すべて手作業のため効率性は低く、くわえて素手であることによる健康へのリスクが高いように見受けられる。



図 7.1：ベンガルール市内ごみの投棄場所

② 9：00～：NGO との視察を踏まえた討議

- 現地 NGO としては、①地区別のデータが不足しているため課題の特定がしきれない点、②手作業での回収・分別による非効率および健康リスクの発生、③家庭での分別比率の低さ、④回収タイミングが決まった時間に行われていないことを主要な課題として検討している。
- 現在 NGO では、①回収車による回収比率の指標化、②回収車の GPS トラッキングを行うことで、活用しうるデータの精度を上げようと考えている。
- 現状、廃棄物処理関連予算（80 億円程度）のうち、半分が回収業務に割り当てられているが、非効率性は依然残ったままである。オペレーションの改善には、現状の財務モデル形式の変更も必要ではないかという声もある（Forward Foundation コメントより）。

③ 10：00～：Dry waste collection center 内の視察

- リサイクル用に回収された Dry 製品（紙・プラスチック等）は、ショップにてリサイクル業者向けにまとめられ販売される。ただし、以降のプロセスがまだ未成熟である為、リサイクル向け廃棄物が必ずしもリユースされていないようである。



図 7.2 : DWCC の模様

④ 15:00～: コンポスト化のプロセス、埋立場の視察

- Ramky infrastructure は現在 B BMP より受けた Wet 廃棄物の堆肥化を、機械を用いて実施した。(Forward Foundation メンバーコメントより)
- 粉じん等による業務員の健康リスクや、廃棄物埋立エリアからの周辺環境への汚水・汚泥の影響は、今後深刻になりうるとの声もある (Forward Foundation メンバーコメントより)。
- 現状のフィナンシャルモデルは、① B BMP からのフィー、② コンポストの販売により成り立つ。現状①を一部支援として上乗せしているため事業が成り立ってはいるが、その上乗せ分がない場合単独での事業維持は難しい可能性がある。



図 7.3 堆肥化を行う大型機械
(Ramky Infrastructure 施設内)

(3) 達成状況

達成できたこと

- ▶ 本プロジェクトの位置づけや体制の構築については合意を取得した (現在 B BMP 側で検討を開始)。
- ▶ 現地視察を踏まえ、既にベンガルール市で行われている取り組みや今後検討すべき課題の一部を整理した。

(4) 取り組みが必要なこと

- ベンガルール市廃棄物処理に関して影響力を有するカルナタカ州の Chief Secretary への訪問が実施できなかった為、討議機会を設けることが必須である。
 - ▶ 訪問時が議会と重なったため、訪問時間の確保が困難または短時間となった。
 - ▶ JICAインドオフィスより訪問の意向を含めた上記内容が既に連絡されており、今後、本プロジェクトに関し討議を行う機会を設定予定である。
- ベンガルール市内で廃棄物処理・管理に対し、意思決定権限を有する人物との密な討議が必要である。
 - ▶ ベンガルール市の廃棄物管理にはB BMPの他、カルナタカ州政府も関与しているため、幅広い関係者との情報共有が必須である。
 - ▶ 特に新規でのオペレーションや技術導入に向けた意思決定者、および実オペレーションの担当者との密な討議が必須である。
- 横浜市の持つオペレーションや、JFEの先進技術導入による意味合いや効果、特に住民の生活の変化等について共有・討議することが必要である。
 - ▶ 現状に対し課題意識は持つものの、最終的に目指す都市の姿に対する具体像が不透明であるため、現状B BMPが検討している対策は場当たりの短期的かつ一貫性がない。
 - ▶ 特に現状の廃棄物回収の取り組みに満足しているB BMP内もしくは現地廃棄物関連の企業等のステークホルダーに対し、長期的かつ広範囲での視野の提示が必須と考える（例：ベンガルール市が将来目指す都市像に対し、現在どういった点でギャップがあるのか、それをいかに埋めていくのかを討議する等）。

7.2. 4月ワークショップ

(1) 活動目的

2015年4月23日より、JFEおよび横浜市、PwC Japan、JFEインド、PwCインドから構成されるメンバーにて、今回の事業の対象都市であるベンガルール市のB BMP及び主要関係者を訪問し、ベンガルール市が抱える廃棄物処理問題に対し、ごみ焼却発電施設（Waste to Energy：WTE）を軸とする最適なソリューションへの技術的理解を本件事業において獲得すべく討議を実施した。なおこの訪問には、新興国の都市課題解決に関し横浜市と連携協定を有する公益財団法人地球環境戦略研究機関（IGES）が同行した。

本現地活動での主な目的は以下である。

- 本プロジェクトの主要関係者である B B M P や Mrs. Kalpana Kar, High Court Committee on Solid Waste Management (SWM) を訪問し、本プロジェクトの方向性や目的について討議し、今後の具体的な方針を共有する。
- B B M P の選挙や体制変更等による、廃棄物政策への影響の有無についての情報を収集する。
- 稼働中及び建設中の廃棄物処理施設や分別状況の調査を実施し、将来の最適な廃棄物処理システム構築へ向けた課題の整理を行う。

(2) 主な活動内容

キーパーソン (High Court Committee on SWM, Kalpana Kar) との討議:

インド国ベンガルール市において、Mrs. Kalpana Kar, High Court Committee on SWM と打ち合わせを実施した。主な会議出席者は以下である。

会議出席者

- B B M P, High Court Committee on SWM, Mrs. Kalpana Kar

本討議での主な討議内容は以下である。

- Kalpana 氏より、ベンガルール市においては今後、分別・リサイクルを推進した上で、有機系廃棄物についてはメタン発酵・発電プラントを市内各地に設置したいとの考え方が提示された。
- 有害廃棄物やドライウェイスト（リサイクルステーションで分別回収された、リサイクル不可能なプラスチックごみ等の混合ごみ）の最適な処理技術についても検討が求められているとの発言もあった。
- これに対し、J I C A 調査団側（横浜市橋本部長）より、メタン発酵・バイオガス発電プラントは有機系廃棄物処理の一つのアイデアではあるが、適切な前処理および残渣の適正処理が必要となること、またベンガルール市のような大都市における大量の固形廃棄物を当該技術だけで処理することは現実的ではないと理解されるため、ごみ焼却発電のような他処理技術も含めた包括的な検討が必要である旨、説明した。

本討議を経た上での合意事項は以下である

- 最適な分別及びリサイクルシステム構築、ドライウェイスト処理については、別の調査事業等への提案を検討する。
- 同日の午後から実施される Darpan 氏とのミーティングにおいて B B M P の意向を確認した上で、再度、Kalpana 氏と今後の方針について協議する。

Mr. Darpan Jain, Special Commissioner, BBMPとの討議

Mr. Darpan Jain, Special Commissioner, BBMPを訪問、本プロジェクトについて説明するとともに今後の活動方針について確認した。主な会議出席者は以下である。

会議出席者

- BBMP, Special Commissioner, Mr. Darpan Jain, IAS

本討議での主な討議内容・合意事項は以下である。

- 今回の訪問趣旨を説明、Kalpana 氏から提供される廃棄物処理に関する現状データと施設調査の結果により、今後のアプローチ案を再提案することで合意した。
- 現有廃棄物処理関連施設の調査スケジュールについて合意した。

ベンガルール市廃棄物処理の現状視察

Jain 氏, Kalpana 氏の協力によりベンガルール市における廃棄物分別、バイオガス発電、コンポスト施設の調査を実施した。主な調査スケジュールは以下である。

- ① 9:00 ~ : Sri Krishna Rajendra Market 内のごみ回収分別施設およびバイオガス発電施設調査
- ② 10:20 ~ : Freedom Park 内のごみ回収分別施設、バイオガス発電施設及びRDF製造施設の調査
- ③ 11:50 ~ : 200 トン/日のコンポスト製造施設（建設中）の調査
- ④ 12:30 ~ : 500 トン/日のコンポスト製造施設（建設中）の調査
- ⑤ 12:45 ~ : 300 トン/日のバイオガス製造施設（建設中）の調査

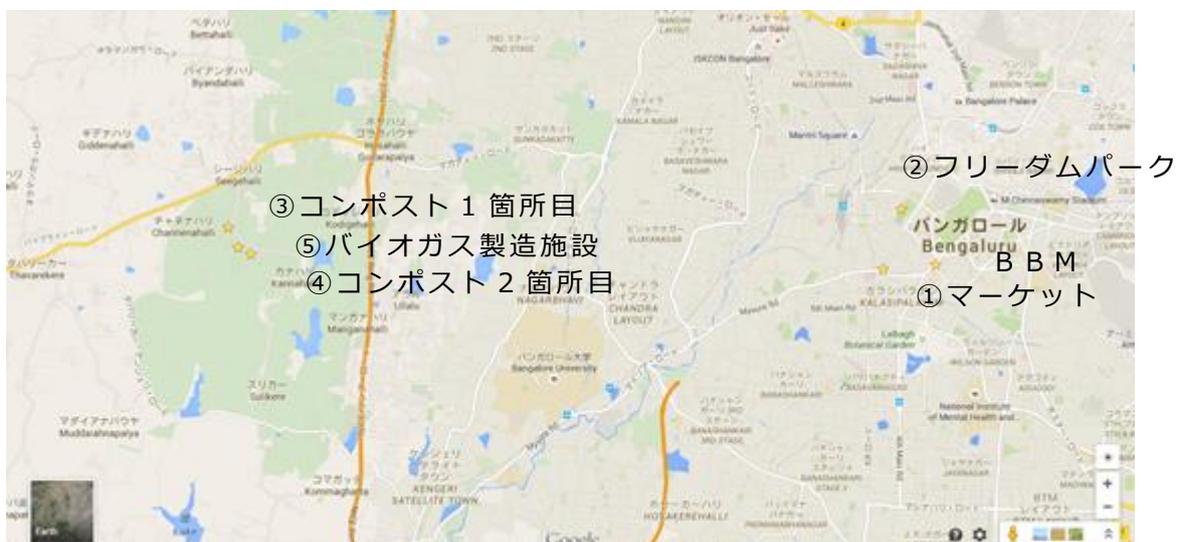


図 7.4 : 周辺地図

調査結果からの主な示唆は以下である。

①9：00 ～：Sri Krishna Rajendra Market 内のごみ回収分別施設及びバイオガス発電施設の調査

(バイオガス発電施設)

- Sri Krishna Rajendra Market から排出される野菜くず等を対象としたバイオガス発電施設を調査した。破碎、発酵（一次・二次）、バイオガス貯蔵、発電のプロセスから成る。
- 処理規模は、5 トン/日。Ashoka Biogreen PVT.LTD. 社(インド)が約 2000 万円でB BMP から受注、2014 年 3 月に完成した。バイオガス発酵槽およびガス貯蔵設備は、露天商のマーケットに近接しており、安全面が懸念される。
- 発酵槽の加温用として太陽光パネルによる温水製造器を備える。
- 同施設で発電された電気はマーケットの地下駐車場の照明用電力として使用される。

(ごみ回収分別施設)

- 市場内から発生するドライウェイト（紙ごみ、プラスチックごみ、金属、ガラス等）を回収し、分別を行う。
- 分別回収されない状態でドライウェイトを受け入れ、作業員が手作業により分別する。
- 作業は素手でかつマスクなどを付けずに行われており、作業員の健康面への懸念がある。
- 分別後、紙ごみ・プラスチックごみについては状態の良いリサイクル可能なものと、状態の悪いリサイクル不可能なものにさらに分別される。
- 搬入ごみの受領書があり、種類ごとに軽量・受入価格の計算を行う準備がされているものの、実際にそれらの書類が使用されている状況は確認できなかった。



< 破碎機 >



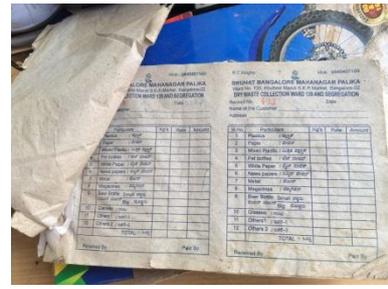
< 発酵槽 >



< 発酵後のスラッジ >



< バイオガス貯蔵設備 >



＜発電設備（ガスエンジン）＞ ＜乾燥廃棄物の分別＞ ＜回収ごみの領収書＞

図 7.5：ごみ回収分別施設の模様

②10：20～：Freedom Park 内のごみ回収分別施設、バイオガス発電施設及び R D F 製造施設コンポスト施設の調査

- 近隣レストランの厨芥残渣を原料とするバイオガス発電施設を調査した。Krishna Rajendra Market のものに比べて施設内は衛生的かつ整頓されており、ガス警報機等の安全対策も備える。
- 当該施設に隣接する R D F 製造施設ではさとうきび残渣や椰子殻を原料とし、ブリケット型およびペレット型の R D F 燃料を製造している。
- 製造された R D F はケログなど大手企業に販売されている。ただし環境面で意識の高い優良企業のみ限定されているようである。
- 原料となるさとうきび残渣は屋外に積み上げられている。残差は水分を含み、若干の腐敗臭があり、適切な保管がされているとは言えない状況である。
- 乾燥廃棄物の収集所における分別状況を調査した。分別回収の啓発ポスターや、価格表等の掲示が認められたが、分別作業自体は分別所のすぐ隣で生活する家族が素手で行っており、安全・衛生的な作業環境ではない。



＜食品残渣＞



＜破砕器にかける様子＞



＜バイオガス貯蔵設＞



＜サトウキビ残渣や椰子殻＞ ＜乾燥廃棄物の分別所＞

図 7.6：バイオガス発電・コンポスト施設の模様

③11：50～：200 トン/日の Kannahalli 地区のコンポスト施設の調査

- 施設に関して設計会社の Yanshan's Consultant 担当者による説明を受けた。土地取得、機材調達、据え付け、今後予定されている保証期間（5年）の運転、その後の運営は入札形式で実施されるようである。
- 本施設は複数のトロンメル（回転式選別篩分機）とコンベア、および発酵用のヤードから構成される。
- コンポスト用の有機系ごみとプラスチックごみ等が混合した状態で搬入されることが想定されているため、一次ふるい機ではプラごみを選別回収、RDF（フラフ）を製造する計画である。



＜レイアウトの説明を受ける様子＞＜建設中のコンポスト施設＞＜コンポスト施設＞

図 7.7：コンポスト施設の模様

④12：30～：500 トン/日の Kannahalli 地区コンポスト施設の調査

- 施設③と基本的なフローは同じだが、2系列処理の大規模コンポスト施設である。
- 同様に、選別されたプラごみはRDF化する計画であり、ヤード建屋はコンポスト発酵用区画とRDF貯蔵用区画とに分けられている。



<コンポスト施設>

図 7.8 : コンポスト施設の模様

⑤12 : 45～ : 300 トン/日の Kannahalli 地区バイオガス製造施設の視察

- 食品残渣を対象にバイオガスを製造し、ローリーやボンベに封入して販売を計画する施設である。
- 全体では7時間×3シフトの運転で300トン/日の処理能力となる計画である。
- バイオガスは民間事業者向けとして販売、発酵後の残渣は近隣の農民にコンポストとして販売する予定である。当該プラント近傍には有機栽培を志向する農家が多いため、発酵残渣の販売は容易と見込まれている。
- 4月27日に試運転等を開始する予定とのことだったが、建設は遅延している模様である。
- 建設業者は Noble Exchange Solutions 社（インド）である。

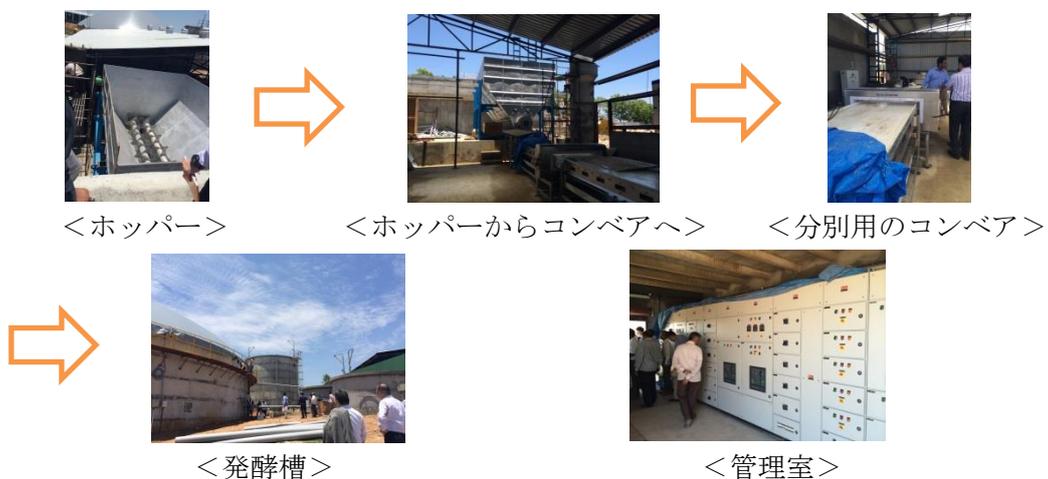


図 7.9 : バイオガス製造施設の模様

詳細討議の実施

既存施設調査結果等を含めたチーム内議論を踏まえ、Special Commissioner の Mr. Darpan Jain と Mrs. Kalpana、J F E、横浜市、P w C で最終打ち合わせを行ない、B B M P の廃棄物処理における優先課題や要望を確認した。主な会議出席者は以下である。

会議出席者

- B B M P, Special Commissioner, Mr. Darpan Jain
- B B M P, High Court Committee on SWM, Kalpana Kar

本討議での主な討議内容は以下である。

- Jain 氏からは、ベンガルール市内のごみ分別回収を確実に実施するためには、IT によるモニタリングも必要だとの考え方が表明された。
- ベンガルール市の廃棄物処理は早期に解決すべき喫緊の課題であり、J I C A 調査団の協力に大きく期待するとの発言があった。
- また、プラごみを主体としたドライウェイストを R D F (フラフ) 化し、セメント工場で受入処理するプロセスの検討について打診があった。
- 処理施設建設にあたっては、B B M P 側で土地も準備し、回収されてくるごみの品質保証についても請け負う趣旨の発言もあった。
- Jain 氏からは廃棄物処理問題を解決するために必要なファイナンス等のビジネスモデルや設備の仕様といった具体的な提案が要望された。
- 横浜市では、市民に対し分別回収・リサイクルやごみ処理に関する説明会を複数回開催することで市民の理解と協力を得て、効果的な分別回収を実施している旨を説明した。
- 調査チームからは、技術的には十分対応可能ではあるが、詳細は持ち帰り検討し、次回訪問時に提案したい旨回答し、了解を得た。

本討議を経た上での合意事項、必要な活動内容は以下である。

- ベンガルール市の早期廃棄物問題解決へ向けて、ごみ焼却発電施設の技術知見獲得を目的とした本調査事業のほかに、分別回収システム構築、ドライウェイスト処理施設検討の別プログラムの提案を検討する。
- その組み合わせにより、ベンガルール市の将来の最適な廃棄物処理システム構築を実現する。

- 分別回収システム構築、ドライウェイスト処理施設検討に適した事業プログラムを調査する。

(3) 達成できたこと

- 二度の面談を通してB B M Pの今後の方針や意向を把握することができ、本プロジェクトの今後の方向性が明確となった。また2度の討議を通じて、先方ステークホルダーとの関係を強化することができた。
- Jain氏、Kalpana氏の協力の下、稼働中及び建設中の廃棄物処理施設（バイオマスガス発電施設やコンポスト製造施設）、ごみの分別回収状況について調査、ベンガルール市の廃棄物処理の現状がより明確となり、本事業における検討の方向性を明確化することができた。

(4) 改善が必要なこと

- 今回の調査において、B B M Pとして本事業で提案するごみ焼却発電技術のみならず、分別回収、リサイクル、ごみ質に応じた複合的な処理等のさまざまな知見獲得を強く求めていることが明らかになった。
- B B M P側からは複数の個別技術を別々に検討している様子が伺えることから、横浜市のように、各種処理技術を緻密に検討した結果としての複合・統合的な廃棄物処理システム、その核となるごみ焼却発電施設、というアイデアを十分に理解させる活動の実施が必要である。
- インド側関係者の訪日研修は手続き上の困難が予想されているが、上記知見を十分に得るには、日本での実地研修が最も効果が高いと考えられるため、適切な準備と調整を行う必要がある。

7.3. 9月訪印

(1) 活動目的

2015年9月27日よりJ F E、横浜市、P w C Japan、J F Eインド、P w Cインドから構成されるメンバーにて、今回事業の対象都市であるベンガルール市B B M Pおよび主要関係者を訪問し、主に本邦受け入れ活動に向けた討議を実施した。

なお今回の訪印は、本事業を通じて構築された知見やB B M Pとの関係を活用し申請・受託された環境省平成27年度J C M案件形成可能性調査「ベンガルール市における資源循環システムによる低炭素都市推進事業（以下J C M事業）」の打合せと連携して実施したため、一部の打合せについてはJ C M事業実施企業各社（エックス都市研究所、萬世リサイクルシステムズ）も同席する形で実施した。

本現地活動での主な目的は以下である。

- 9月の選挙により新しく就任した Mayor, Commissioner に対し、本事業およびその継続的位置づけである JCM 事業について説明、前体制に続き事業推進への協力を要請する。
- 10月18日-23日実施予定の本邦研修（および同時期に実施される JCM 都市間連携ワークショップ）に対し、主要参加者に対して直接参加依頼を行うとともに、参加に向けた準備を依頼する。
- これまでの調査内容をふまえ必要な追加調査と討議を実施し、事業完了に向けた方向性の整理と検討を行う。

（２）主な活動内容

今回の訪印に際し、到着後、以下の事象が発生したため、当初想定した一部スケジュールを変更した。

- 本プロジェクトにおいて BBMP との主要なチャンネルとなり、かつ本邦研修に関するインド側のとりまとめを行っていた High Court Committee on SWM の Mrs. Kalpana Kar、および C 4 0 Regional Director, Mr. Sanjay Sridhar の両者が共に体調不良のため、討議への参加が困難となった
- その為、Sanjay 氏からのメールによる支援のもと、調査団から独自に BBMP へのコンタクトおよび打ち合わせの設定を行った。

上記を踏まえた主な活動内容は以下である。

Mayor との協議

インドベンガルール市において、Mayor である Mr. Bommanahalli Narayana Reddy Manjunatha Reddy、側近の Mr . S. Krishnappa、SWM Joint commissioner である Mr. Yatish Kumar および関係者約 20 名程度と討議を実施した。主な出席者は以下である。

会議出席者

- BBMP, Mayor, Mr. Bommanahalli Narayana Reddy Manjunatha Reddy
- BBMP, Mr. S. Krishnappa
- BBMP, SWM Joint commissioner, Mr. Yatish Kumar

本討議での主な討議内容は以下である。

- 本事業調査団および J C M 事業調査団からの説明の結果、Mayor より両事業の推進によるベンガルール市廃棄物処理適正化を歓迎する旨が表明され、特に本邦研修を通じた技術知見の獲得についての強い興味を示された。また本邦研修には今後廃棄物管理において中心的な役割を担える人物を参加させたいとのコメントが付された。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- 本討議を経た上で、J I C A 事業および J C M 事業の推進について合意が得られた。本邦研修メンバーに関し、Mayor の意向による具体的な人選を早々に提示いただくこととした。



図 7.10 : 市長会議室における討議

Commissioner との討議

B B M P 内で強い影響力を持ち、カルナタカ州政府との連携のキーパーソンでもある Commissioner, Mr. Kumaraik G および Joint Commissioner: Mr. Yathish Kumar と討議を実施した。主な出席者は以下である。

会議出席者

- B B M P, Commissioner, Mr. Kumar. Naik, G
- B B M P, SWM Joint commissioner, Mr. Yatish Kumar

本討議での主な討議内容は以下である。

- 廃棄物発電技術導入に関する活動への理解をいただき、協力提供の合意があらためてなされた。
- 本邦研修については、Commissioner からも強い興味と関心が表明されたが、政府内各種調整に時間がかかる可能性も示唆された。
- J C M スキームについても一定の理解が得られたが、本政府・インド政府間で合意に向けた積極的な討議がなされることが先ではとの意見が上がった。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- JICA事業およびJCM事業の推進について合意した。
- 本邦研修については Joint Commissioner との実務的な討議を踏まえ推進することを指示された。

Joint Commissioner との討議

廃棄物関連の事象についてフォーカスした討議を行うため、Joint Commissioner, Mr. Yathish Kumar および廃棄物専門家複数名と討議を実施した。主な会議出席者は以下である

会議出席者

- BBMP, SWM Joint commissioner, Mr. Yatish Kumar

本討議での主な討議内容は以下である。

- JICA事業およびJCM事業における廃棄物発電技術導入に関する活動への理解をいただき、JCMプログラム自体の理解や協力提供の合意があらためて得るとともにWTEについても基本的な説明がなされた。なおベンガルール市における廃棄物処理の適正化は喫緊の課題であり、両事業についても早期に取りまとめたいという期待感が示され、調査実施に必要な各種データも提供についても全面的な協力意向が表明された。
- 本邦研修については Commissioner の指示を受ける形で、BBMP内での承認プロセスのとりまとめを行う旨が表明された。

High Court Committee on SWM との討議

JICA事業における主なカウンターパートである Mrs. Kalpana との面談が体調不良により叶わなかったため、同氏と同じく Supreme Court Committee for Solid Waste Management のメンバーであり、ベンガルール市における廃棄物処理に関する専門家である Mrs. Almitra H. Patel を紹介され、討議を実施した。主な会議出席者は以下である。

会議出席者

- BBMP, High Court Committee on SWM, Mrs. Almitra Patel

本討議での主な討議内容は以下である。

- 同氏は過去数十年にわたりベンガールのみならずインド全国の廃棄物管理問題を扱い、インドにおける廃棄物管理の指針である MSW 2000 を策定したメンバーの一人である。
- インドの廃棄物管理最適化に向けた課題について過去からの経緯も踏まえ、詳細に説明された。
 - ▶ 廃棄物管理最適化の取り組みを進める際にさまざまな勢力が介入し、妨害活動（汚職含む）が発生することがある。
 - ▶ インドではオーガニック分と土・砂分が多いごみ組成であるため、従来は充分かつ適切な焼却処理が出来ていないケースが多い。
 - ▶ 分別収集が不十分である為、プラスチック燃料（RDF）等への活用も充分実施されていない。
 - ▶ また除害設備のない不適切な焼却施設が建設・運営されており、そのイメージから、インド国内では現状、焼却処理に関する受容性は極めて厳しいといわざるを得ない。
- Patel 氏からは、近似の課題とごみ質を有するインドやバングラデシュをはじめとした SAARC 諸国で「2004 年ダッカ宣言（Dhaka Declaration 2004 on Waste Management）」として当面、一般廃棄物処理には焼却処理を採用しない旨（SAARC countries agree that incineration as well as unproven technologies such as Plasma, should not be considered as an option for the treatment of their municipal solid wastes for low calorific value and environmental pollution potential.）が宣言されており、JICA 事業・JCM 事業での処理技術選定・検討にあたっては同氏がまとめたインド MSW 2000 も同宣言に準拠していることに充分留意して進めるべきとの提言があった。
- 一方、日本に対してはソフトインフラ（制度、コミュニティ全体の意識の向上等）強化に向けた支援を非常に期待したい旨も伝えられた。

本討議を経た上での合意事項、今後の活動は以下である。

- デリーで WTE が稼動開始しており、また他都市でも WTE での入札等が検討・一部実施されていることから考えると、ダッカ宣言はあるものの実際上はインド国内での焼却発電処理検討はスタートしており、宣言との整合性に留意し検討する必要があるものの、適切な除外施設を備えた本邦企業による WTE 導入を検討すること自体に異論は無いことが合意された。
- したがって、本討議でも話題となったインドの現状を踏まえ、適切な除害設備等を備えた日本製のごみ焼却発電施設の利点、優位性を事実にもとづき示すことで、議論を行っていくことの重要性が合意された。また分別等に関する知見が不足し

ているため、横浜市から回収・分別のアドバイスについても平行し積極的に進めて行くべき方向性が合意された。

Commissioner との討議

横浜市宮島氏の訪印に伴い、Commissioner との再討議を実施した。主な出席者は以下である。

会議出席者

- B B M P, Commissioner, Mr. Kumar. Naik, G
- B B M P, SWM Joint commissioner, Mr. Yatish Kumar

本討議での主な討議内容は以下である。

- 横浜市は、ベンガルール市との都市間連携関係の下、J I C A 事業および J C M 事業によるベンガルール市の廃棄物マネジメント最適化へ向けて引き続き全面的な協力体制にあることをあらためて説明した。
- また J I C A 事業による本邦研修は、J C M 事業との連携および横浜市が主催する「スマートシティ会議」への参加を含むことが横浜市より説明した。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- Commissioner からも両事業推進に対する協力を得られた。
- 「スマートシティ会議」への参加に対し大きな興味を示されるとともに必要な手続きについて順次進めてゆくことが表明された。

Mayor との討議

横浜市宮島氏の訪印に伴い、Mayor と再度討議を実施した。主な出席者は以下である。

会議出席者

- B B M P, Mayor, Mr. Bommanahalli Narayana Reddy Manjunatha Reddy

本討議での主な討議内容は以下である。

- Commissioner とのミーティングと同様に、横浜市よりベンガルール市との都市間連携関係のもと J I C A 事業および J C M 事業によるベンガルール市の廃棄物マネジメント最適化へ向けた全面的な協力体制にあることを改めて説明した。
- J I C A 事業による本邦研修についても同様に大きな興味が示され、必要な手続きについて順次進めてゆくことが表明された。
- 本邦受け入れについては、Mayor として派遣したいメンバーがいるため、早急にメンバーを推奨したい旨が、あらためて表明された。調査団側からは、ビザ手続き等を考慮すると研修実施時期まで間がないため早急な選定を実施いただきたい旨、強く依頼した。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- 事業の推進について Mayor からも協力を頂けることに合意した
- 本邦受け入れに関して、Mayor 側で早急に検討を実施することに合意した。



図 7.11：市長および横浜市宮島氏含むメンバーでの討議風景

(3) 達成状況

新規に就任した Mayor や Commissioner への 2 度の面談を通じ、本事業および継続的位置づけである J C M 事業への理解、さらに本邦研修について B B M P 主要メンバーの合意を得ることができた。また横浜市とベンガルール市の都市間連携の前提のもとに本事業が立脚しているという印象を新 Mayor, Commissioner との直接面談により認識させることができ、ベンガルール市の新体制下において両事業推進基盤の再構築をすることができた。

一方で、従来、本調査のチャネルとして協力いただいていた Sanjay 氏、Kalpana 氏の体調不良という想定外の事態が発生した結果、各種面談等について直前での変更が発生した。今後は適宜複数チャネルのコミュニケーションを実施することで、適切なリスクヘッジを行っていくことが重要とされた。また、本邦研修に関し、市長からメンバー変更の要請が出される等、招聘事務手続きに手戻りが発生する可能性が判明した。選挙後の混乱ゆえの事象と推察できるものの、今後は複数のコミュニケーショ

ンラインによる綿密、かつ必要に応じ前広なやりとりを実施することで円滑な事業実施をしていく。

7.4. 6月訪印

(1) 活動目的

2016年6月19日より、JFE、横浜市、JFEインド、PwCインドから構成されるメンバーにて、ベンガルール市BBMP及びカルナタカ州政府関係者を訪問し、主に現地でのWTE導入に向けた詳細な進め方について討議を行った。

今回の訪印では、本事業および環境省による平成27年度JCM案件形成可能性調査「バンガロール市における資源循環システムによる低炭素都市推進事業」を通じて蓄積された知見と政府に対するネットワークを活用し、具体的なプロジェクトの提案を資金調達案や導入に向けた時間軸を合わせて提案し、進め方の合意を得ることを目的とした。そのため、JCM調査にて同対象エリアに対し廃棄物関連（廃棄物固形燃料化施設：RDF）の調査を実施した萬世リサイクルシステムズも同行し、相手国政府の要望に従い、統合した廃棄物管理ソリューション（Integrated Waste Processing Facility）の提案を共同で実施した。

本現地活動での主な目的は以下のとおりである。

- 現地の主要関係者から廃棄物関連の具体的な課題情報を取得する。
- BBMPおよび州政府に対しWTEの導入提案を行い、実導入に向けた具体的な進め方について合意する。（22日はKannahalli, Seegehalliの既設廃棄物処理施設（BBMPが設置・運営）を訪問し、前回訪問後の運転管理状況を調査した。）

(2) 主な活動内容

上記を踏まえた主な活動内容は以下のとおりである。

Commissioner との協議

インドのベンガルール市にて、BBMP Commissioner Mr. N. Manjunatha Prasad および廃棄物関連の Special Commissioner Mr. Subodh Yadav, Joint Commissioner Mr. Sarfarazkhan Sardar と討議を実施した。日本からは JICA 調査団他、Indo-Japanese Chamber of Commerce & Industry の代表である Mr. P N Karanth, および横浜市ムンバイ事務所より山本氏が参加した。主な出席者は以下である。

会議出席者

- BBMP, Commissioner, Mr. N. Manjunatha Prasad IAS

- B B M P, Special Commissioner SWM, Mr. Subodh Yadav IAS
- B B M P, Joint commissioner (Health/SWM), Mr. Sarfarazkhan Sardar,
- 商工会議所, Indo-Japanese Chamber of Commerce & Industry (Karnataka), Hon. Secretary, Mr. P N Karanth

本討議での主な討議内容は以下である。

- 調査団より提案の説明を実施、特に時間軸に関して詳細な説明を行った。
- Commissioner は、B B M P としては導入まで 3 年間待つことは難しく、すぐに施設を稼働させることが重要であることを強調した。また Commissioner は Kannahalli でのプラント新設計画は、現在運営しているプラントのオペレーションに影響を与えるべきではないとした。さらに J F E と萬世リサイクルシステムズに対して、現行のオペレーションも引き継ぐことを求めた。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- 討議の結果、提案を精査、Commissioner からのフィードバックを後日共有してもらうこととなった。





図 7.12 : Commissioner との討議

Joint Commissioner との討議

Joint commissioner との討議を実施した。主な出席者は以下である。

会議出席者

- B B M P, Joint commissioner (Health/SWM), Mr. Sarfarazkhan Sardar,
- 商工会議所, Indo-Japanese Chamber of Commerce & Industry (Karnataka), Hon. Secretary, Mr. P N Karanth

主な討議内容は以下である。

- J I C A 調査団より、資金調達の内容や想定される課題等とあわせ、W T E と R D F 改質を組み合わせた複合的な処理施設を段階的に整備する提案詳細を説明した。
- Sardar 氏はすでにコンポスト・R D F 施設が一部稼働している中、調査団が今回提案したソリューションの導入に 3 年間必要ということに懸念を提示した。
- これに対し J F E 高橋より詳細スケジュール案をもとに、まず R D F 改質施設等を早期導入し、その後 W T E については詳細設計後現地工事に約 2 年間に要し全体計画では 3 年間かかることを説明した。
- Sardar 氏はベンガルールにおける廃棄物の問題では、悪臭問題が最も大きな課題であることを説明し、本ソリューションがどのように悪臭問題を解消しうるかについて質問した。

- これに対し、萬世リサイクルシステムズの久野氏は、脱水装置を用いることで廃棄物内の水分を除去し、悪臭を減少できることを明示した。更に久野氏は脱水・水処理プラントに関しては半年程度で導入が可能であることを述べた。
- 上記討議を踏まえ、Sardar 氏は J F E と萬世リサイクルシステムズに対し技術的・ビジネス的な面を踏まえた包括的な提案を提示することを要望。B B M P は提出された同提案を評価し、Swiss Challenge にて検討を行う可能性についても示唆した。
- また、Sardar 氏は提案の中で、プロジェクトチームが直ちにプラントのオペレーションを実施することを言及することが重要であると述べた。その他、Sardar 氏からは既存施設現況を再確認のうえ提案に反映してほしいとの要望があった。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- 技術的・ビジネス的な面を踏まえた提案書を作成し、1 か月後をめどに B B M P コミッショナー宛に提出する。



図 7.13 : Joint Commissioner との討議

K U I D F C General Manager との討議

カルナタカ州にて、インフラ関連プロジェクトの予算面での管理を行っている Karnataka Urban Infrastructure Development & Finance Corporation の General Manager である Mr. Ashok Jain と討議を実施した。主な出席者は以下である。

会議出席者

- Karnataka Urban Infrastructure Development & Finance Corporation, General Manager, Mr. Ashok Jain
- 商工会議所, Indo-Japanese Chamber of Commerce & Industry (Karnataka), Hon. Secretary, Mr. P N Karanth

本討議での主な討議内容は以下である。

- 調査団より、Kannahalli 地区既存処理施設を活用した Integrated Waste Processing Facility (統合廃棄物処理施設)をカルナタカ州政府予算および JICA プログラムローンを使い段階的に整備する提案について説明を行った。
- Ashok Jain 氏は、JFE が WTE の設置を考えている土地は現在、埋立地としての利用を視野に造成工事を始めているところではあるが、5,000 平方メートルレベルでの土地の確保は可能であると述べた。また、もし BBMP が合意すれば、Kannahalli 地域近くで土地を確保し、パイロット事業も実施可能であると述べた。
- さらに Ashok Jain 氏は、BBMP が廃棄物対策ソリューションの早期導入を強く欲していることを強調した。これに対し JFE 高橋は、Integrated Waste Processing Facility の考え方にに基づき、ソリューションを実施可能なものから順序立てて導入していき、それを通じて関係性を強化していくことが必要と説明した。
- Ashok Jain 氏は、ベンガルール市が現在、オランダ、US、韓国、UK 等の国より多くの提案を受けていることについても述べた。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- Ashok Jain 氏とは、まず脱水・水処理プラントを構築することで悪臭問題を解消し、その後 WTE を導入するという段階的な取組を行うことについて合意した。
- 統合廃棄物処理施設整備のステップ 1 として、カルナタカ州政府予算で RDF 改質設備および脱水・水処理施設を整備する具体的な提案を行うこととなった。



図 7.14 : K U I D F C GM との討議

Government of Karnataka, Minister および Chief Secretary との討議

カルナタカ州全体の都市開発・都市計画の責任者であり、ベンガルール市の廃棄物管理体制の方向性に対しても強い影響力をもつ、Mr. K J George, Minister for Bengaluru Development and Town Planning, Government of Karnataka およびその側近である Mr. Mahinder Jain, Additional Chief Secretary と討議を行った。主な出席者は以下である。

会議出席者

- Government of Karnataka, Minister for Bengaluru Development and Town Planning, Mr. K J George,
- Government of Karnataka, Additional Chief Secretary, Mr. Mahinder Jain

- ・ 商工会議所, Indo-Japanese Chamber of Commerce & Industry (Karnataka), Hon. Secretary, Mr. P N Karanth

本討議での主な討議内容は以下である。

- JICA調査団より、Kannahalli 地区既存処理施設を活用した Integrated Waste Processing Facility (統合廃棄物処理施設)をカルナタカ州政府予算およびJICAプログラムローンを使い段階的に整備する提案について説明を行った。
- ジョージ大臣より調査団に対し、カルナタカ州政府としてはベンガルール市においてWTE施設整備を優先して進めたいとの意向が示された。また、調査団が候補地として提案した Kannahalli 地域ではなく、Seegehalli 地域における日量 200t 規模のWTE施設整備の可能性に関するコメントが求められた。
- JFE高橋から、Seegehalli エリアは Kannahalli に比較し場所が狭く敷地内に高压線があるため施設配置に関する詳細検討の必要があるが、条件次第で設置可能性があることを述べた。
- ジョージ大臣は、ベンガルール市のWTEプロジェクトはPPPにて実施したいと強調した。州政府が現状想定するPPPスキームは、1) 土地は政府が無償で提供 2) 必要とされるごみ(無分別)を政府が無償で提供 3) PPA(Power Purchase Agreement)の契約締結を政府として支援、売電単価は現状 INR 7.9 (FITではない) 4) 施設建設・運転管理に関する費用は民間事業者が負担する。また、ごみ処理に関するティッピングフィーの設定は無く、売電収入のみで施設運営をすることが想定されるとのことであった。
- 調査団で提案したJICAローンについては、州政府方針として市内高架橋建設やメトロ延伸建設などで使うことがすでに予定されているため、現時点からWTEへの利用をJICA側に申し入れることは困難であるとのコメントがあった。
- 調査団から、他種PPP事業と比較し条件設定の困難さや限られた事業収入源等ゆえWTEのPPPには成功事例が無いため、安易にPPPを志向せず適切なリスク分担や制度設計を行う等の準備が必要であり、むしろ日本での事例のように公共予算での公共工事として整備すべきことであるとの説明を行ったが、ジョージ大臣からは、すでに他国企業からPPPスキームでのWTE施設整備の提案を複数受けていることもあり、現時点で州政府としてはPPPで整備する方針であることが言及された。
- ただし、予算整備・事業スキーム以外の技術的な内容については一定の理解を得、JICA調査団の本提案内容を州政府内WTE施設整備検討作業の俎上に乗せるべく、本ミーティングで説明した資料を整理し提出することが要求された。

本討議を経た上での合意事項は以下である。

- 6月27日までに Integrated Waste Processing Facility の提案を調査団より提出し、この内容を基に、カルナタカ州政府・ベンガルール市側で詳細な検討を実施することに合意した。



図 7.15 : カルナタカ州ベンガルール市インフラ担当大臣 George 大臣との討議

(3) 達成状況

当初の目的としては、現地の主要関係者から廃棄物関連の具体的な課題情報を取得し、提案内容を更に具体化すること、および上記提案を基に、B B M P および州政府に対しW T E 導入に向けた進め方の提案を行い、実導入に向けた具体的な進め方を合意することであった。

本訪印では、B B M P の Commissioner 等との面談を経て、B B M P が有する課題意識を特定し、R D F および脱水・水処理プラントに対する強い需要を認識でき、またカルナタカ州政府大臣との討議では、W T E の早急な導入ニーズを把握することができ、具体的な提案を行うフェーズへと進むことができた。

上記を踏まえ、今後に向けた取組としてまず本訪問から1か月後に再度現地訪問を行い、具体的な検討を行うこととなっている。またW T E とR D F や脱水・水処理プラントの優先順位はB B M P と州政府の間で異なっていることが本訪問の結果、明らかとなった。W T E についても予算や官民連携手法などの考え方について、詳細なすり合わせが必要である。今後はビジネスモデル、発注手法、技術評価などについて詳細を詰めることで、具体的な発注へとつなげていく必要があることが明確となった。

8. 活動の成果と今後に向けた方向性

8.1. 活動の成果

本事業の活動成果は以下のとおりである。

- 本事業での現地訪問と各ステークホルダーとの複数回の協議実施により、協力団体である横浜市での廃棄物処理において中核的な位置づけにあり横浜市内企業でもある J F E が保有する先進的な焼却発電技術の普及・導入が、ベンガルール市の廃棄物処理を今後適正化するために不可欠であることについて、市およびカルナタカ州政府関係者の理解を獲得することができた。
- 調査開始当初の協議等において、廃棄物焼却に対する忌避感が現地関係者の一部から想定以上に表明されたため、日本における J F E 製焼却発電技術の安全性等を説明すること等により焼却発電の優位性について理解を得ることに時間を要した。
- 本事業と並行して実施した環境省 J C M 事業での現地ワークショップ等も含め積極的な技術 P R を継続した結果、廃棄物の分別・回収・リサイクルから、中間処理・減容化、適切な最終処分、という一連の流れにおける焼却発電技術の優位性についてベンガルール市側の理解を深めることができた。
- 理解が醸成された結果として、ベンガルール市内の複数箇所において、焼却発電技術の採用を前提に今後適切に廃棄物中間処理施設を整備してゆくカルナタカ州政府方針が明確化された。この件は、カルナタカ州政府ベンガルール市インフラ整備担当大臣である George 氏から直接のコメントとして明言された。

8.2. 課題

- 上記のとおり焼却発電技術普及への理解が獲得できた一方で、同じく大臣自身のコメントとして「同種施設の整備にあたっては、民間投資による P P P 形態で推進する基本方針である」こともあわせて明確となった。調査団からは、州政府が想定している P P P 条件は事業性確保には不十分な条件であり、かつ、他国で W T E の P P P 成功事例が無いこと等を説明、横浜市をはじめ本邦自治体と同じく、適切な公共資金（外国からの資金支援を含む）を投入して整備すべきであることを提案したが、方針を変更する意向は示されなかった。J F E に限らず、先進的な技術を導入し安定的な事業実施を志向する本邦企業は P P P 入札参加することが困難な条件となっている。
- また、同様に大臣より、日本以外の各国機関・各国企業から P P P 形態での施設整備に対する興味意向が多数示されている状況も紹介された。ヒアリングベースではあるが、他国企業は他国政府による民間企業向けローン等の資金的な援助を背景に提案活動を行っているとの情報も得られており、技術的には優位にあるが建設費が一般に高額となる傾向にある本邦技術を具体的に展開するには、なんらかの資金的な支援策の導入が強く求められる状況にある。

8.3. 今後の方向性

上記課題が認識されてはいるものの、本事業および並行して進めた環境省 J C M 事業を通じ策定・提案した施設整備計画案についてはおおむねの理解が得られた。今後は以下の方針に基づき、焼却発電導入へ向けた提案活動を継続的に行っていく。

● 現地側意思決定プロセスに則った合意形成

ベンガールの廃棄物処理改善は急務であるが B B M P 内部の政治的混乱により諸事推進が遅延する傾向が強い。このような状況下現状、廃棄物処理の改善に向けた取り組みはカルナタカ州インフラ担当大臣のもと州政府主導で推進されている。

施設整備への意思決定のプロセスとしては、B B M P 内部での合意形成の後に州政府へ上申し、州政府が実施を決定する。州予算での実施の場合には K U I D F C にて、他資金を利用する場合はさらに上位組織での合意・申請というプロセスをとることされている。

今後、本事業を通じて現地側の理解を獲得した J F E 製の廃棄物焼却発電技術を導入するためには、上記既存の意思決定プロセスは尊重しつつも、州政府・B B M P を含めた多面的なアプローチが必要である。なぜなら、既存プロセスに全面的に即した場合には、投資金額が比較的高額となる本邦技術が、安価ではあるが技術力の充分でない他国企業・インド企業との価格競争にさらされ、十分な収益を確保できない可能性が懸念される。前述のように、長期安定運転が可能でかつ、公害懸念物質の排出を極限まで抑えることが可能であり、初期投資は高額でもライフサイクルコストで優位にある本邦企業技術を適正に評価させるプロセスが必要である。本事業終了後も、B B M P およびカルナタカ州政府の主要関係者との密なコミュニケーションをとっていく。

● 段階的な施設整備の早期具体的な着手

現地側との協議において、J F E の廃棄物焼却発電と萬世リサイクルシステムズによる R D F 改質プラントとの「複合型モデル施設」を、既存施設を活用しながら建設することについては基本的な了解を得ることができた。まずは、B B M P より要求された、協議時のプレゼンテーションの体裁を整えた「提案書」を提出し内部合意形成プロセスに乗せることで、州政府・市政府の資金的な負担が軽い R D F 改質プラント設置について、B B M P および K U I D F C での予算確保と発注整備の動きを促進させる。

● 早期着手による本邦技術優位性の具体的な理解の獲得

上記複合型モデル施設においては、ステップ 1 として、萬世リサイクルの技術による既存 R D F 製造施設への水分調整機器等のレトロフィット設置により、1) 既存施設内の臭気発生抑制、2) 浸出水の適切な処理、3) R D F の質向上によるセメント工場等での利用量増加による最終処分量の削減、といった改善策を、本邦企業の関与

および技術による効果として具体的に示す。なお、当該RDF改質設備は、次ステップに来る廃棄物焼却発電施設導入へ向け焼却不適物を排除し投入廃棄物の質を改善する機能としての位置づけもある(MRF=Material Recovery Facility)。単発的・一時的な処理施設整備ではなく、このような前処理等も含めた適切な施設整備が結局はライフサイクルコスト的に優位であることを、RDF改質設備の建設・運営期間を通じ現地政府関係者等へPRを継続してゆく。

● 廃棄物焼却発電施設整備へ向けた各種整備

上記のとおり、現時点では不十分なPPP条件で廃棄物焼却発電施設の整備方針が示されているが、他国事例等から考えると、適切な施設が完成する可能性は極めて低いと考えられる。また、仮に施設が完成したとしても、廃棄物焼却施設の運転収入は限られているため、安価受注をした民間業者が長期継続的に利益確保できる可能性も低い。ただし、ベンガルール市内では複数箇所での焼却発電施設整備が必要な状況でもあり、継続して、公共資金の投入による施設整備の必要性を現地関係者側へ提案してゆくこととする。なお、ベンガルール市独自予算では大規模焼却発電施設整備に対する予算確保が困難と予想されるため、中央政府からの補助金適用の可能性か、本邦政府による資金支援策についても広範に提案してゆくこととする。

本事業の共同実施者である横浜市では、公民連携による海外インフラビジネス推進に向けたプラットフォームである「Y-PORTセンター」を運営している。Y-PORTセンターは多様な機能を有しているが、その中でも「横浜市の都市づくりの経験を相手都市に伝授することを通じた、相手都市での適切な規制づくり支援」、「新興国都市のニーズの把握と、企業の有する適正な技術との積極的なマッチング」「企業との共同によるインフラソリューションのショーケース確立」が重要なものとして掲げられている。本事業を実施したJFEはY-PORTセンターのメンバー企業でもあり、今後、同センターの仕組みを活用し、上記、公共資金による施設整備の必要性に関する官民連携での提案活動を実施してゆく。

また廃棄物焼却発電施設は現状、「国際協力機構環境社会配慮ガイドライン」において環境影響の大きい「カテゴリA」に位置づけられており、各種投融資や借款事業での評価プロセスに時間と手間を要する技術と位置づけられてはいるが、本邦技術の採用によりこれら環境影響を極小化できることは日本国内における廃棄物焼却発電施設の整備・運転状況により明示されている。

現地関係者側へのPR活動と平行し、本邦政府・諸機関との協議を継続し、適切な資金的支援策導入の可能性についても検討を進める。また、現時点では日印政府間でのJCM覚書は締結されておらず、JCMのもとでの補助事業・実証事業等は実施できない状況にはあるものの、温室効果ガス削減の視点においてJCMは有効なオプションとなりうることも明確であるため、これら設備補助等でのプロジェクト実施についても視野とする。

● 排出源における分別・収集の強化

廃棄物の最終処分量を減らすためには、廃棄物焼却発電施設等の中間処理・減容化施設の整備とあわせて、排出源での分別・リサイクルの推進により廃棄物発生量そのものを減らす取組みも重要である。これら組み合わせにより廃棄物最終処分量を減らす事例は横浜市をはじめとする本邦自治体ではすでに実施されている仕組みであるが、大都市であるベンガルール市においても積極的な推進が求められる。本事業を通じ、横浜市での取組状況については理解を得ているため、今後は、技術協力事業等の活用により、横浜市のノウハウをより具体的な形で移転してゆくことを検討する。具体的にはG30にあるような市民に対する分別のセッションや教育プログラムを連携して行う他、本事業では実施に至らなかった本邦受け入れ活動による廃棄物焼却発電施設等の視察・研修があげられる。

● JICAや省庁が提供している多様なスキームの活用

ベンガルール市では上述のとおり、現状焼却発電施設をPPPにより整備する方針が明確化されているが、適切な発注条件や評価基準の不備等により、事業者決定・契約締結に時間を有することや、過去事例のようにいったん契約した事業者が資金繰り等により中断するケースも懸念される。現状、州政府としてPPPでの整備を志向している状況では、他発注方式での整備に転換させるには時間を要する可能性も懸念される。これに対しては、本邦技術導入による具体的なメリットを繰り返し提案することと平行し、各機関が設定する多様な資金支援策の活用について前広に検討・提案してゆくものとする。日本政府が掲げる「質の高いインフラ輸出」を支援するスキーム、具体的には、環境省JCM設備補助事業、事業権対応型無償資金協力・有償資金協力、アジア開発銀行とJICAによる信託基金（LEAP: Leading Asia's Private Infrastructure Fund）等といった各種スキームの適用可能性について、本事業で得られた知見および課題を関係機関・省庁と共有し、具体的な適用へ向けた協議を継続する。

8.4. 今後のスケジュール

上述のとおり、本邦技術の組合せによる廃棄物適正処理複合施設を、RDF改質プラントからスタートし、将来のWTE施設整備へつなげることを推進するべく活動を展開する。具体的には、2016年6月の本事業での訪問打合せ結果を踏まえ、複合施設の「ステップ1」として萬世リサイクルシステムズによるRDF改質プラントを具体化させる。すでに同社は7月にBBMPおよびカルナタカ州政府関係者を再訪、具体的な提案について説明し理解を得ており、本報告書作成時点ではKUIDFC側の予算措置プロセスに同社提案が上程されているところである。

JFEとも連携する横浜市内企業である萬世によるRDF改質プラントの導入が具体化されることで、本邦技術の優位性を具体的に理解させることが可能となる。RDF施設と平行し、提案した「複合型処理施設」の一角をなし、最終処分量の大幅削減を可能とする焼却発電施設の具体的な導入へ向けた提案活動を継続する。

表 8.1：今後の想定スケジュール

	R D F 改質プラント	焼却発電施設
2016 3Q	- B B M P ・ K U I D F C ・ カル ナタカ州政府による予算措置検 討 - 導入技術の詳細検討	- 資金スキームの検討
2016 4Q	- 予算措置完了、発注手続 -	- 先方政府への継続的な訴求 -
2017 1Q	- 施設建設	- プラント仕様詳細設計（最速）
2017 2Q		
2017 3Q	- 運転開始	- モデルプラント建設着手（最速）
2017 4Q		

9. 参考資料

- 9.1. 6月訪問時カルナタカ州ベンガルール市インフラ担当大臣 George 氏向け提案資料

For Discussion Purpose Only

1

Solution Proposal of “Integrated Waste Processing” for Bangalore City’s appropriate waste management under the cooperation of Bangalore and Yokohama


JFE


pwc

Study Team


OPEN YOKOHAMA


I am Mansei Recycle Systems


JICA

June, 2016

In collaboration with

Funded by



Summary of Proposal

3

- ✓ **First Project of Good Cooperation of Bangalore and Yokohama**
- ✓ **No need for New Land, as Combination with Existing Facility**
- ✓ **Decentralized Waste Processing by Integrated Japanese Technology and Know-How**
- ✓ **Loan Program by GoJ will be Possible**
- ✓ **Overall Operation will start approx. 3 years**

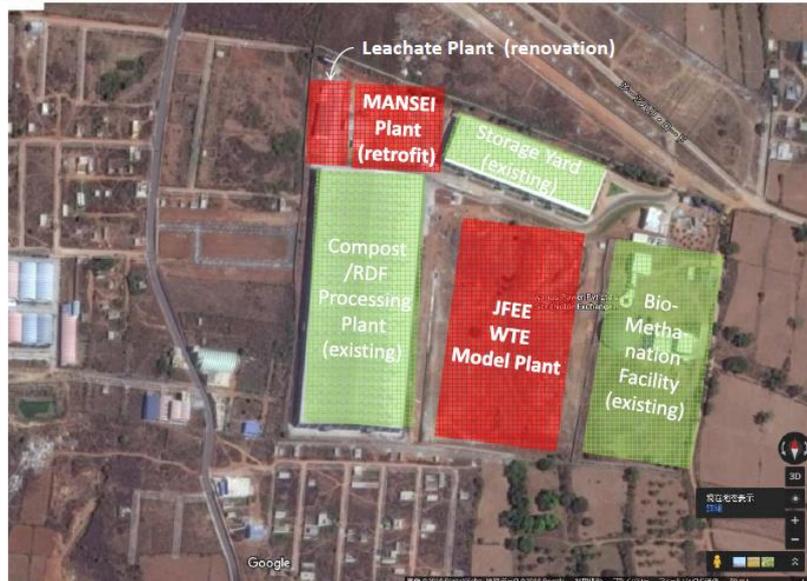
Yokohama's Solution

4

- ✓ **Reduce Bad Smell and Harmonize with Residents Nearby – Dehydrate & Shred**
- ✓ **Alternate the usage of Coal, with the Hi-Quality RDF – RDF Processing Improvement**
- ✓ **Decrease the Volume to be Landfilled, with the Thermal Recycle – Incineration & Waste Heat Usage**

Integrated Waste Processing Facility (Image)

5



Schedule

6

Activity	TIME/Period																			
	FY2016				FY2017				FY2018				FY2019				FY2020			
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4
Intention from BBMP/GOK for Program Loan	▼																			
Application of the Loan for RDF Plant		■	■	■																
Construction of RDF Plant									■	■	■	■								
RDF Plant Operation																				
Detailed design for WTE Plant																				
WTE Construction													■	■	■	■				
WTE Operation																				



Thank you

