

平成 27 年度我が国循環産業海外展開事業化促進業務
中東エリアにおける都市ごみ焼却事業

報告書

平成 28 年 3 月

日揮株式会社

はじめに

2014年4月に「日本国環境省とイラン・イスラム共和国環境庁の間の環境協力に関する協力覚書」が署名された。その後、エブテカール副大統領兼環境庁長官から日揮株式会社に対して、イランでの都市ごみ管理に関する協力要請があった。

これを受けて、日揮株式会社はイラン環境庁の協力を得て、イランの都市ごみ管理状況の基礎調査を実施した。この調査ではテヘラン、マシヤド、イスファハン、およびカスピ海沿岸都市といった複数の都市で状況調査を行い、その結果、とくにカスピ海沿岸において環境汚染が深刻で、中央政府および地元自治体が強く改善を望んでいることが分かった。

今回の「平成27年度我が国循環産業海外展開事業化促進事業化促進業務」では、当該地域の環境改善を図るために都市ごみ焼却処理事業を実施することを想定し、その事業化に向けた予備的検討を実施する。サイト候補地はイラン政府に相談した結果、テヘランの北東約180kmのカスピ海沿岸に位置する中小都市・アーモル市を選定した。

本調査では対象地域における現状調査を行い、事業計画を立案し、その実現可能性を評価して課題を摘出し、解決策の提案を行うものとする。さらに、日本政府に期待することについても述べる。

Summary

JGC carried out the preliminary Feasibility Study for the Waste to Energy Project in the Middle East.

This Study includes the following items:

- Determination of the Study condition
- Technology Selection
- Plant Basic Planning
- Project Planning
- Preliminary Economic Study
- Project Evaluation

JGC evaluated that this Project is basically feasible although there are several items to be solved.

Based on this result, JGC finally proposes the action plan and its schedule towards the realization of the Project.

目次

1. 事業の目的・概要	1
2. 海外展開計画案の策定	2
2.1 事業実施都市	2
2.2 事業規模	2
2.3 事業スキーム	3
2.4 事業計画案.....	3
2.5 事業実施体制	4
2.6 事業実施スケジュール.....	5
3. 対象地域における現状調査	6
3.1 状況調査項目	6
3.2 実現可能性評価のための検討条件の確定	13
4. 廃棄物の組成・性状等調査	18
4.1 全般.....	18
4.2 分析項目の設定	18
4.3 サンプルング・分析方法.....	18
4.4 分析指導員の派遣.....	20
5. 現地政府・企業等との連携構築	21
5.1 現地政府	21
5.2 現地企業	21
6. 実現可能性の評価	22
6.1 事業採算性.....	22
6.2 環境負荷削減効果.....	28
6.3 社会的受容性	31
6.4 投資環境	31
6.5 総合評価	32
7. 海外展開計画案の見直し	33
7.1 事業実施都市	33
7.2 事業規模	33
7.3 処理システム・技術	33
7.4 プラント基本計画.....	36
7.5 プロジェクト基本計画.....	42
7.6 課題、および課題解決のための提案.....	48

1. 事業の目的・概要

本事業は、環境汚染が深刻なイラン国カスピ海沿岸都市における都市ごみ焼却処理事業である。

当該地域では都市ごみの埋め立て（オープンダンピング）に起因して、次のような環境汚染が問題となっている。

- ・ 浸出水管理が不十分のため地下水、河川、周辺の汚染あり
- ・ 臭気汚染あり
- ・ 害虫・病原菌問題あり
- ・ 温室効果ガス（メタンガス）が発生している

さらに、現在のオープンダンピング場は満杯に近く、新しい衛生理立処分場建設のための敷地確保も困難である。

本事業は、日本の成熟した焼却処理技術を用いて都市ごみを衛生的に処理し、これらの環境問題を解決するとともに、ごみの大幅な減量化を図るものである。事業スキームはPPP(BOT)方式とし、特別目的会社(SPC)を設立して地方自治体から業務受託して事業運営を行う。資金調達から施設的设计・調達・建設・運転保守業務を一括で受託し、都市ごみ処理受託収入と売電収入で事業を運営する。

2. 海外展開計画案の策定

本章では調査開始時点で策定した海外展開計画案を記す。第7章では調査結果を踏まえてこの計画案を見直し、最新の海外展開計画を立案した。

2.1 事業実施都市

イラン中央政府から紹介された複数の都市のうち、環境問題の逼迫性等を考慮して、マーズンダラーン州アーモル市を事業実施都市とする。



図 2-1 事業実施都市（アーモル市）の位置

出所) Google map をもとに一部加工

2.2 事業規模

アーモル市の人口（37万人）をもとに都市ごみ発生量を300トン/日と推定し、事業規模は都市ごみ300トン/日とする。

(6) 売電単価

事前調査の結果、イランのフィードインタリフ（以下、FiT）制度に従って、売電単価を0.17USD/kwh（20年間保証）とする。

(7) 処理受託料

事業採算性を考慮の上、都市ごみ処理受託料を決定する。

(8) 財務条件

財務条件については表 2-1 のとおり想定する。

表 2-1 ファイナンス条件

項目	条件
1. 資金借入率	70%
2. 返済期間	10年
3. 金利	10%
4. 減価償却期間	10年
5. 法人税	25%（Tax Incentive 考慮せず）

2.5 事業実施体制

(1) 特別目的会社（SPC）

日本、およびローカルの民間企業の出資により特別目的会社（SPC）を設立し、この会社が事業運営を行う。

(2) 技術プロバイダー、および EPC コントラクター

特別目的会社（SPC）は適切な技術プロバイダーと EPC コントラクターを選定し、施設的设计・調達・建設を発注する。

(3) O&M コントラクター

特別目的会社（SPC）は適切な O&M コントラクターを選定し、施設の運転保守を発注する。

2.6 事業実施スケジュール

最短の目標スケジュールを表 2-2 に示すように設定する。

本調査（「予備スタディ」）の終了後、約 1 年かけて「事業化スタディ」を実施する。「事業化スタディ」では「フィージビリティスタディ」とともに「都市ごみ性状調査」、「設備仕様の検討」、および「契約準備」を進める。この結果を踏まえて、2017 年に契約を締結し「設計」を開始する。2 年後に「建設」が終了し、2019 年には「試運転」を経て「運転開始」を目標とする。

表 2-2 事業化スケジュール

	Year	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1	予備スタディ - 施設基本計画 - 事業計画 - 予備的経済評価 - 予備的事业評価						
2	事業化スタディ - フィージビリティ・スタディ - 都市ごみ性状調査 - 設備仕様の検討 - 契約準備						
3	設計・調達・建設						
4	試運転						
5	運転開始						

3. 対象地域における現状調査

事業の実現可能性を評価するに先立ち、現地関係者からのヒアリング調査により必要情報の収集を実施した。また、関係者と協議して、実現可能性評価のための検討条件を設定した。

3.1 状況調査項目

(1) 都市ごみの発生・処理の状況

アーモル市は、テヘランから北東 180km のカスピ海沿岸に位置する、人口 37 万人の中小都市である。当市で発生する都市ごみ量は約 180 トン/日であるが、周辺の市町村からのごみを合わせると合計 300～400 トン/日のごみが当市の埋立処分場に持ち込まれている。

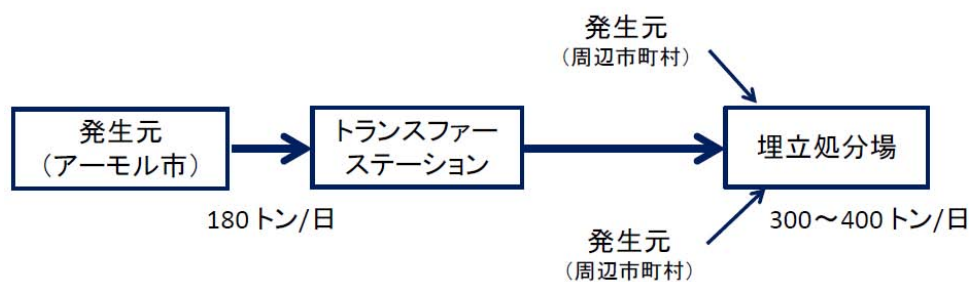


図 3-1 アーモル市の都市ごみ流れ図

出所) ヒアリング調査結果をもとに作成

イランの都市ごみ管理の体制を図 3-2 に示す。

イランでは 2004 年に廃棄物管理法(Waste Management Law)が制定され、この法律に基づいて中央政府と地方自治体の廃棄物管理体制が整備された。同法では都市で発生する一般廃棄物(都市ごみ)は地方自治体が管理責任を負い、これらの実施を所管する中央政府官庁を内務省の都市地方行政機構(MRMO)と規定した。アーモル市の場合には、アーモル市の廃棄物管理局(Waste Management Organization)が都市ごみの管理業務を実施している。

一方、環境庁は関連するガイドラインや基準策定の観点から都市ごみ管理を監督する立場にある。また、エネルギー省(および傘下の再生可能エネルギー局)は、廃棄物発電において第 3.1 章(5)に述べる役割を担っている。

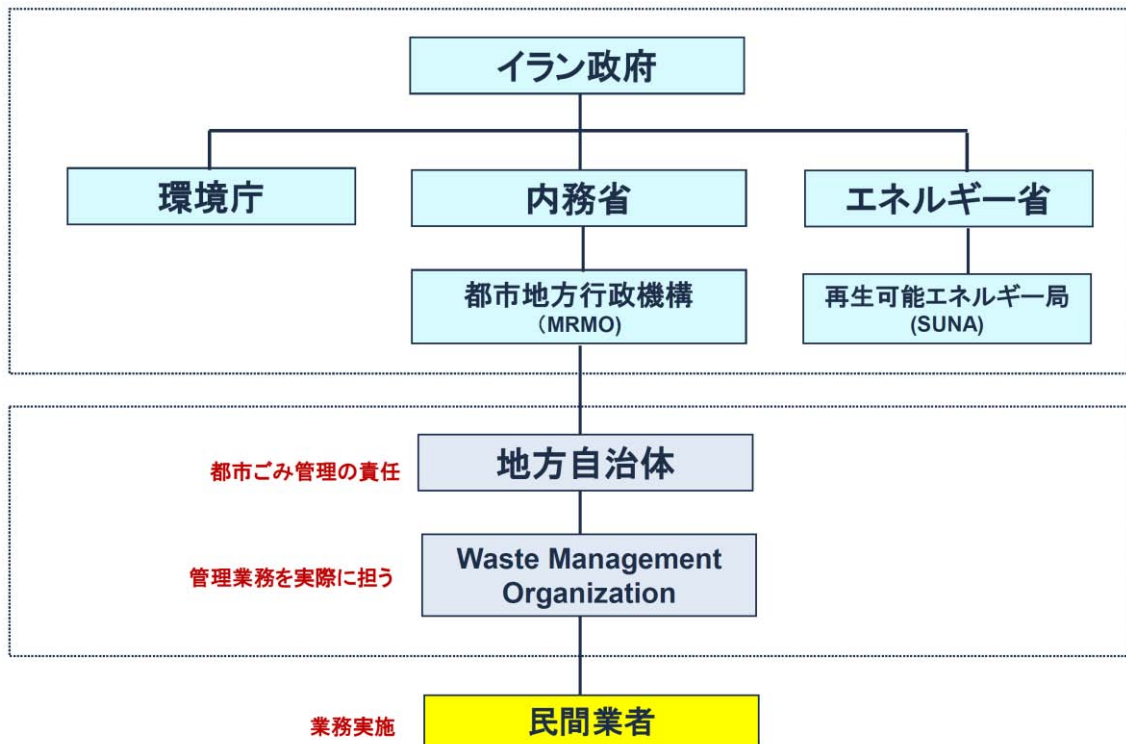


図 3-2 都市ごみ管理の実施体制

出所) ヒアリング調査結果をもとに作成

アーモル市で発生する都市ごみは、トラック（1 トン車）で収集し、一旦トランスファーステーションに運搬される。図 3-3 にトランスファーステーションの写真を示す。トランスファーステーションは市の中心から約 5km 離れた場所にあり、広さは約 1ha である。トランスファーステーションでは、夜間に運び込まれたごみを人が地面に広げ、それを大型トレーラー（10 トン車）に積み替える。トランスファーステーションでは臭気と騒音が問題になっている。近くに食品工場があり、環境改善が求められている。運搬車による道路汚染、および運搬車から漏れた浸出水による河川の汚染も問題として指摘されている。



図 3-3 アーモル市のトランスファーステーション

出所) 当社により撮影

アーモル市の埋立処分場の写真を図 3-4 に示す。

埋立処分場は市中から約 50km 離れた山の斜面に位置し、アーモル市、および周辺の市町村から発生する都市ごみは、最終的にここに持ち込まれている。22 年前から運用しており、2016 年時点であと数年分の余裕しかない。斜面の下部には道路が走り、上部には鉱山がある。埋め立て高さは約 150m に達し、これ以上のサイト拡張は困難である。「衛生埋立処分場」と称しているものの実態は覆土のみで、ガス抜き、防水シートの敷設、および浸出水管理はなされておらず、臭気汚染と地下水汚染が問題になっている。近くにダムが建設されると、ダムに浸出水が流れ込むため早期の対策が望まれる。また、現地関係者によると 10 万リットルの産業廃棄物 (液を含む) が投棄されているという指摘もある。

埋立処分場では、市の委託でアフガニスタン人によって有価物の分別回収が行われている。持ち込まれた都市ごみの中から紙やビニールなどを分別し、大きな袋に入れて回収している。一方、アーモル市には 20 か所のリサイクルステーション (リサイクル分別拠点) があり、紙、段ボール、PET、金属類、布類、パンなどが回収されている。その量は月に 20~30 トン程度である。廃棄物管理局(WMO)では教育部を設け、子供たちに分別方法などの教育を実施することで分別・リサイクルの推進を図っている。



図 3-4 アーモル市の埋立処分場

出所) 当社により撮影

(2) 都市ごみ処理・リサイクルの制度・政策

アーモル市は中小都市のため、市としての廃棄物処理に関わるマスタープランは有しておらず、中央政府の施策に沿って廃棄物管理を行っている。

中央政府の施策のひとつとして、イランの政策方針であるビジョン 2025（最高指導者の諮問機関である公益判別評議会の答申を経て 2005 年にハメネイ師から発表されたイランの 20 年長期目標）では、統合型都市ごみ処理事業を次のように定義している。

「統合型都市ごみ処理事業とは、(1) 当該地域において最も質が高く、(2) 環境への流出物が最も少なく、(3) 統合され、なめらかに機能し、(4) 関連する全ての基準を網羅した持続可能な開発の諸要素と一致するものと定義される。」

また、ビジョン 2025 を達成するための 5 ヶ年計画では、次の条項が盛り込まれている。

第 4 次 5 カ年計画 (2006–2010) 第 61 条 D 項： 全ての廃棄物の収集、輸送、リサイクル、および処分に対し、健康と環境により技術的な手法を提供する統合型廃棄物処理事業を重要視する。

第 5 次 5 カ年計画 (2011–2015) 第 193 条 a 項： 人口 20 万人以上、沿岸、および湿原近郊の市町村は、本計画の 4 年度末までに、ミミズを用いたコンポスト化を優先とする、新しい手法、新しい技術による廃棄物を実施するための都市ごみ処理事業へと向かう義務を有する。本計画の最終年からは、それらの都市内では、いかなる廃棄物の埋め立て処分も禁止する。

第 5 次 5 カ年計画 (2011–2015) 第 190 条： 適切な技術の利用と効率の向上により廃棄物を削減する。適切なシステムにより、水のリサイクル、水処理と再循環を実現する。都市ごみは、発生源での分離を重要視する。

一方、焼却処理施設に関わる規制としては、排ガス中のダスト濃度に関わる基準があるのみである。その他の排ガス規制に関する基準はないが、アーモル WMO やマーザンダラーン州政府の発言によると、イランでは USEPA 基準を適用しているとのことである。現に稼働中のテヘランの焼却処理プラントでは USEPA 基準に従っていることを現地を確認した。灰についての規制は今のところない。また、騒音基準はあるが臭気、および振動の基準はない。運転データは年 1 回、廃棄物管理局(WMO)から環境庁(DOE)への報告義務がある。

(3) 社会・経済状況

マーザンダラーン州は温暖な気候や森林、泉、鉱泉、史跡などを有し、観光的に大きな魅力を持った地域である。アーモル市はこのマーザンダラーン州の中心的な都市のひとつであり、人口は 27 万人程度を有している。南はアルボルズ山脈に囲まれ、北部はハラズ川の沖積層の平原でカスピ海に面している。山岳地帯は寒冷気候、沿岸地域は温暖湿潤気候である。

このようにアーモル市は観光資源と農業資源に恵まれた地域で、収入源は農業、とくに稲

作によって確保されている。米の他には、小麦、野菜・果物、かんきつ類が作られている。酪農や養鶏も盛んで、乳製品も製造されている。この他鉄鋼品の製造工場もあり、マーザンダラーン州の産業の5割近くがアーモル市に集中している。

市の全体予算は50MMUSD程度（財源は税込）である。

(4) 現地地方政府における都市ごみ関連予算の規模等状況

アーモル市の都市ごみ関連予算は市全体予算50MMUSDのうちの1割程度である。このうち埋立処分場の運営費用はわずか0.2MMUSD程度である。多くがごみの収集・運搬に使われている。

(5) 再生品・再生可能エネルギー（電力）の売却単価

再生品の価格はケースバイケースであるが、その一例として、回収有価物の価格が13.7US-Cent/kg、コンポスト製品の価格が0.9US-Cent/kgというヒアリング調査結果を得た。

再生可能エネルギー（電力）については、イランでは事業者とエネルギー省・再生可能エネルギー局（SUNA）の間で電力販売契約（PPA）が締結される。次の変遷により、政府に買取義務が課せられるようになった。¹

- ・ Part of The Government's Financial Regulation(2001)：エネルギー省に再生エネルギープラントからの電気の買い取り義務が課せられた。
- ・ 国家開発5か年計画(2010)：エネルギー省に長期間契約でインフレ、および為替変動を考慮した価格による買い取りが許可された。
- ・ The Law of Modifying Consumption Patterns (2011)：エネルギー省に長期間契約での保証価格による買い取り義務が課せられた。

そして、2015年7月21日、エネルギー省は再生可能エネルギーの種類別価格（水力と風力はさらに規模別）を発表した（表3-1参照）。都市ごみ焼却の場合の価格はBiomass-Incinerationの価格5,870IRRs/kwh(=0.19USD/kwh)が適用される（内務省に確認済み）。

¹ 再生可能エネルギー局ホームページ (<http://www.sun.org.ir/en/home>) をもとに調査した。

表 3-1 種類別の再生エネルギー買取価格

Item	Type of Technology	Guaranteed Purchase Price (Rials per Kw/H)
1	Biomass – Landfill	2900
	Biomass – Anaerobic Digestion	3150
	Biomass –Incineration	5870
2	Wind Farm with capacity of over 50 MW	4060
	Wind Farm with capacity of less than 50 MW	4970
	Wind generation up to 1 MW (Only for consumers and limited to their connection capacity)	5930
3	Solar Farms with capacities over 10 MW	5600
	Solar Farms with capacity of 10 MW or less	6750
	Solar energy with capacity of 100 KW or less (Only for consumers and limited to their connection capacity)	8730
	Solar energy with capacity of 20 KW or less (Only for consumers and limited to their connection capacity)	9770
4	Geothermal (Including drilling and equipment procurement)	5770
5	Expansion Turbines	1800
6	Loss recovery in industrial processes	3050
7	Small Hydropower – 10 MW and less	3700
8	Other renewable sources excluding Hydropower plants	4873

出所) 再生可能エネルギー局ホームページ (<http://www.sun.org.ir/en/home>) より

PPA の期間は 20 年で、最初の 10 年間は上記の価格が適用され、残りの 10 年間はこの 0.7 倍の価格となる。価格はインフレと為替変動に応じて毎年、表 3-2 に示す式により補正される。

表 3-2 FIT 価格の補正式

Every month, for paying the price of produced electricity, the base tariff will multiply by the Index Coefficient:

$$k = \left(\frac{CPI_{x1}}{CPI_{o1}} \right)^{\alpha} \times \left(\frac{\text{€rate}_{x2}}{\text{€rate}_{o2}} \right)^{1-\alpha}$$

k : Index coefficient,
CPI : Retail Price Index announced monthly by the Central Bank of Iran (CBI),
€rate : Annual average of the exchange rate of Euro with Rials, as announced by the CBI,
α : Power Coefficient between 0.15-0.3 set by investors,
x1 : Refers to the first month of payment year,
x2 : Refers to the year before payment date,
o1 : Refers to the first month of contract year,
o2 : Refers to the year before contract date,

出所) 再生可能エネルギー局ホームページ (<http://www.sun.org.ir/en/home>) より

プラント建設に政府補助金が出る場合には買取価格は修正される。また、エネルギー省は年々、再生可能エネルギー製造プラントが増えるに従って買取価格を下げて行く方針である。再生可能エネルギー局（SUNA）は翌年の価格修正案を検討する。

3.2 実現可能性評価のための検討条件の確定

内務省・都市地方行政機構（MRMO）、およびアーモル市・廃棄物管理局（Waste Management Organization）と協議して実現可能性評価のための検討条件を決めた。

(1) 施設建設場所の決定

現在のトランスフェーステーション、およびその周辺の土地を施設建設場所とする。アーモル市中から南に約 5km の幹線道路沿いに位置する。

アーモル市は、すでにこの場所を施設建設場所と決めており、周辺の土地の購入と造成を進めている。ここに処理施設を建設すれば、現在のごみ収集運搬ルートを変更する必要がないという大きな利点がある。また、ここで焼却処理してごみの減量化を図れば、埋立処分場への輸送費を大幅に削減できる。

図 3-5 に造成中の施設建設場所の写真を示す。



図 3-5 施設建設候補地（造成中）

出所) 当社により撮影

(2) 処理対象都市ごみの決定

アーモル市、および周辺市町村の都市ごみ 500 トン/日を処理対象ごみとする。

アーモル市によれば、現在アーモル市の埋立処分場に持ち込まれているごみ量は 300～400 トン/日（うちアーモル市から発生する 180 トン/日）であるが、さらに持ち込みを望んでいる市町村が多くあり、500 トン/日のごみは十分に確保可能である。

対象ごみの性状については、アーモル市より参考値の提供を受け、表 3-3 に示す想定値として用いることとした。

表 3-3 対象ごみ組成

項目	条件
灰分 (%)	10 %
低位発熱量 (kcal/kg)	6.5 MJ/kg

出所) アーモル市提供値

(3) 施設処理能力の決定

施設処理能力は、対象ごみ量 500 トン/日（年間 365 日発生）、年間稼働時間 8,000 時間（実績より）をベースに、550 トン/日とする。

計算： 500 トン/日×365 日×24 時間/日÷8,000 時間/年 =550 トン/日

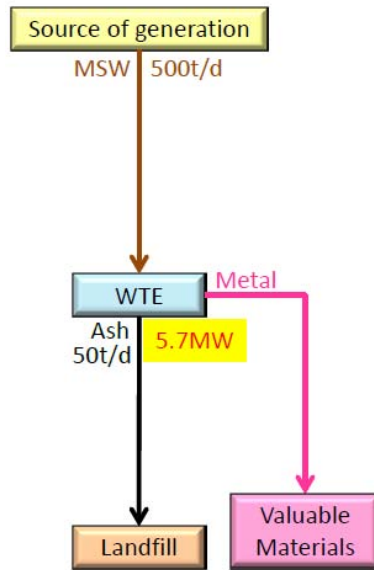
(4) 処理技術・処理システムの決定

処理システムについて、業務実施会社側から全量焼却方式（以下、Mass Burn 方式）を提案した。これは都市ごみを全量焼却する方式である。システムが簡素でごみの大幅な減量が図れるという利点がある。

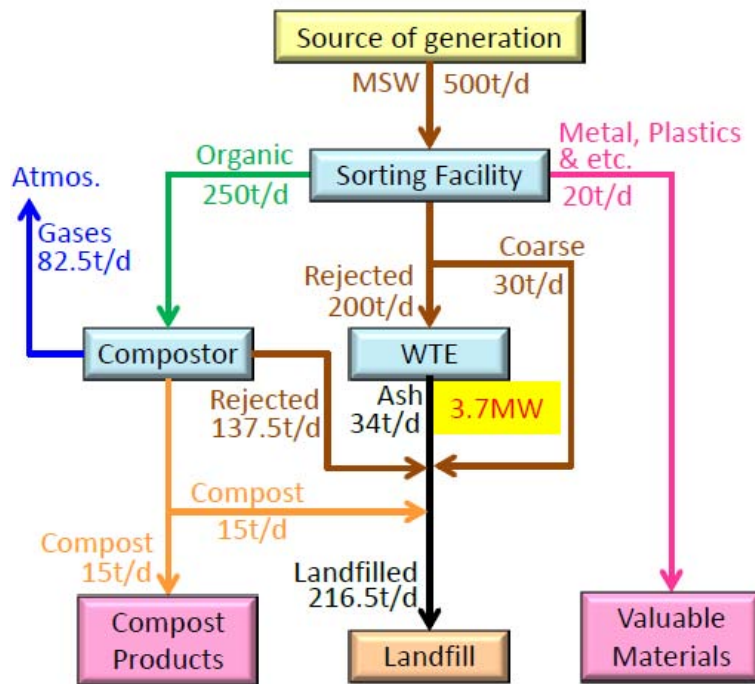
一方、アーモル市側は前処理+焼却方式（以下、MBT+WtE 方式）を提案して来た。ごみの減量化が限定されるという欠点があるものの、焼却施設の規模を抑えることができるため低コスト化が期待できることがその理由である。

両方式のフローを図 3-6 に示す。MBT+WtE 方式を採用した場合、前処理設備で有価物と有機物を分別し、有機物はコンポスト化処理する。前処理設備とコンポスト設備で除去されたごみ（Rejected Waste）は焼却処理し発電する。コンポスト製品の半分と有価物は売却して再利用する。コンポスト製品の半分と焼却設備で発生する灰分は埋立処分場で埋め立てる。アーモル市側と協議した結果、この 2 方式を比較評価して適切なシステムを選定することとする。

焼却技術については、業務実施会社側からストーカー技術を提案した。世界での実績がもっとも多く、前処理が不要などの利点があるためである。一方、アーモル市はストーカー技術をガス化焼却技術、およびガス化熔融技術と比較することを希望している。よって、これら 3 方式を比較評価して適切な技術を選定することとする。



<Mass Burn 方式>



<MBT+WtE 方式>

図 3-6 2 方式の処理システム

出所) アーモル市と協議して業務実施会社により作成

(5) 事業形態の想定

アーモル市側の提案により、イランの都市ごみ処理で前例のある BOT(Build Operation Transfer)方式、事業期間は 15 年（当初の当社の提案である 20 年を短縮して）とする。当社

も妥当と判断してこの条件で検討を進めることとした。

(6) 評価に必要な現地詳細情報の整備

その他に必要な現地詳細情報を、以下のとおり収集した。

- ・ 現在計画している建設候補地の地形図は図 3-7 に示すとおりである。市側は必要に応じて周辺の土地を買い足す用意がある。
- ・ 建設候補地には川が隣接しており、30年に1回程度氾濫の恐れがあるので、市側は敷地の周囲に3m高さの壁を設ける予定である。
- ・ 敷地のボーリング調査は一部開始している。
- ・ 本事業の実施が決まれば、市側は幹線道路とトランスファーステーションの間のアクセス道路を整備する計画である。途中に小さな橋があるが、その架け替えも含める。
- ・ 市側は近隣の食品工場に対して、都市ごみ焼却処理施設建設の理解を求めるための説明を実施して来た。この食品工場では今後、包装や真空設備などのために電力需要が増えるため、焼却処理施設での発電に期待している。
- ・ 発電した電力の接続先として、建設候補地から幹線道路沿いに3km離れた場所に高圧の変電所がある。送電ケーブルはエネルギー省に申請することにより設置可能である。
- ・ 電力の販売先としては、近隣の食品工場の他、近隣の大学や建設中の1万2千人収容のサッカー競技場も候補である。
- ・ プラント用水は地下水、又は河川水を処理して使用することになる。10~20m掘削すれば地下水を確保できる。
- ・ ガス配管は幹線道路に設置されている。

購入済みエリア

トランスファース
テーション

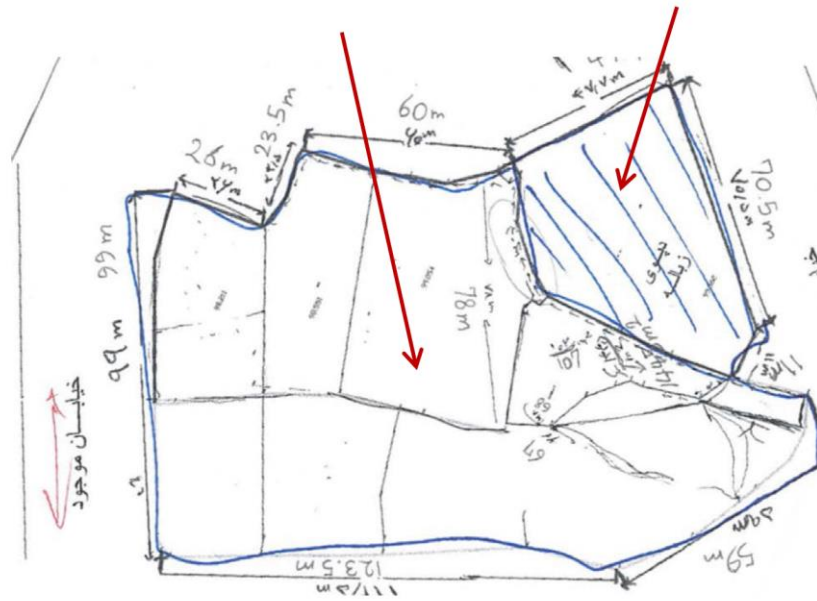


図 3-7 建設候補地の地形図

出所) アーモル市提供

4. 廃棄物の組成・性状等調査

都市ごみ焼却処理事業では、サンプリング・分析によるごみ性状の調査が不可欠である。本章では、現地政府と協議しながら今後のサンプリング・分析の方法、および計画を検討した。

4.1 全般

最適な設備を設計するためには、季節変動を考慮して幅を持たせたごみ質条件を設定する必要がある。カスピ海沿岸に位置するアーモル市は年間を通して日本と同様の四季があり、季節ごとにごみ質の変動があると考えられている。そのため、ごみ質のサンプリング・分析は、一年間を通して実施することを計画する。

また、ここで得られる結果を基に、今後の分別・リサイクルの計画や経済成長なども考慮して、アーモル市、およびイラン政府と十分に協議しながら、将来予測も検討することとする。

4.2 分析項目の設定

焼却処理設備の設計に当たっては、まず燃焼計算と収支計算を行なう。そのためには、以下に示す化学分析データと発熱量データが必要である。

- 1) 三成分 (水分、可燃分、灰分)
- 2) 化学組成 (炭素、水素、酸素、窒素、硫黄、塩素)
- 3) 低位発熱量
- 4) 見掛比重

しかし、イランにはごみのサンプリング・分析の経験が豊富な分析機関はなく、必要な分析技術や分析機器も満足には揃っていない。上記 4 項目のうち 2)の化学組成については、それぞれの典型的な値が使用できることを鑑みて今回の計画から除き、次の 3 項目を測定することとする。

- 1) 三成分 (水分、可燃分、灰分)
- 2) 低位発熱量
- 3) 見掛比重

4.3 サンプリング・分析方法

日本の方法を基に、以下の方法でごみのサンプリング・分析を実施することとする。

(1) ごみサンプリング方法

- ① 1 日当たり約 10 台の収集トラックからそれぞれ 15～20 kgのごみを採取して、合計 200 kg程度のごみをサンプリングする。なお、1 台の収集トラックについて、3 か所の位置からサンプリングを行い、その合計で 15～20 kgとする。ごみ収集トラックが密閉型の場合には、ダンピング直後に任意の 3 か所からサンプリングする。

- ② 各サンプルは、初期重量を計測・記録した後に、表 4-1 に記すとおり種類別に分別する。この際にごみ袋に入れたごみから水分が蒸発するのを防ぐために、袋には透明素材の袋を使用し、かつ袋の上部を開放したままにしないように注意する。

表 4-1 サンプルごみの分別

分別する種類
Food Waste
mix Plastic
PET
Film plastic
Polystyrene (PS)
Paper
Cardboards
Iron Metal
Non-iron metal
Textile
Glass
Wood
Rubber
nappies disposal
tetra pack
Leather
Hazardous Waste

- ③ 上表の各種別のごみ毎の重量を計測して記録する。また、重量割合（物理組成）も記録する。
- ④ 分別したごみの一部を③で測定した重量割合に従って混合し、ラボ分析用サンプル 2 kgを作成する。併せて、これとは別に見掛比重測定用の混合サンプルを作成する。

(2) 見掛比重の測定方法

- ① 予め容量のわかった容器を準備する。数百リットル程度の容量が望ましい。
- ② 容器に計測対象となるごみを詰める。
- ③ 容器を 30cm 位の所から 3 回落とし、目減りした場合には目減りした分だけサンプルを加える。
- ④ 最終の重量を計測して、重量と容量から見掛比重を算出する。

(3) 水分の分析方法

- ① 代表サンプリングとして持ち込まれた 2 kg のサンプルを使用する。
- ② サンプルをオープンに入れて 105℃ で重量変化がなくなるまで乾燥を行なう。
- ③ 乾燥後のサンプルを電子天秤で計測して、乾燥前の重量と乾燥後の重量を比較して水分を計算する。

(4) 灰分、可燃分の分析方法

- ① 乾燥後のサンプルのうち 100g を 2mm 以下になるまでを粉砕する。
- ② 10g の乾燥粉砕サンプルをオープンで、815℃ で 1 時間以上、加熱する。
- ③ 加熱後のサンプルを電子天秤で計測して、加熱前の重量と加熱後の重量を比較して灰分を計算する。減量した分が可燃分となる。

(5) 発熱量の分析方法

- ① 発熱量の計測には、ボンブ式熱量計を使用して、高位発熱量を計測する。
- ② 計測には(4)と同じく乾燥後の粉砕サンプルを使用する。
- ③ 低位発熱量は計算により算出する。

4.4 分析指導員の派遣

サンプリング・分析作業はイラン側で実施する。日本からは廃棄物分析の専門家を派遣し、イラン側を指導する（イラン側と協議済み）。

専門家の役務範囲は次のとおりとする。

- ① サンプリング・分析計画書の事前レビュー
- ② 現地出張（2回）：
 - ・ サンプリング・分析計画の内容打合せ。
 - ・ サンプリング・分析作業の立会指導
- ③ その後の分析結果報告書の月間レビュー

5. 現地政府・企業等との連携構築

本事業実施にあたり、本調査開始以前から現在に至るまでに実施してきた、現地政府および現地企業との連携構築の状況について整理した。

5.1 現地政府

(1) 環境庁

2014年4月、イランのエブテカール副大統領（環境庁長官）が来日し、「日本国環境省とイラン・イスラム共和国環境庁の間の環境協力に関する協力覚書」の署名がなされた。この環境協力の一環として、当社はエブテカール副大統領（環境庁長官）からイランの都市ごみ管理に関わる協力要請を受けた。これに応えるため、経済産業省の支援のもとで、イランの都市ごみ管理に関わる全般調査を実施した。

当社はイラン環境庁のサポートにより、内務省・都市地方行政機構(MRMO)、並びにテヘラン、マシヤド、ギラン州、マーザンダラーン州などの地方自治体を訪問し、関係者から現地の状況を教示いただくとともに、日本の都市ごみ処理状況を紹介し、意見交換を重ねた。

以上の動きを通じて、当社はまずイラン環境庁を初めとした都市ごみ関係政府機関との関係を構築することが出来た。彼らはそれまでの JICA 研修を通じて、日本人および日本の技術を大変信頼しており、このことが彼らとの関係構築に大きく役立ったことは特筆すべきである。

(2) 内務省・都市地方行政機構

当社は環境庁と内務省・都市地方行政機構(MRMO)に相談の上、現地訪問した地域の中からアーモル市をサイト候補地に選定し、将来の事業化を前提とした事業可能性検討を実施することとした。それが本調査である。

本調査は、内務省・都市地方行政機構(MRMO)の主導のもと、マーザンダラーン州、アーモル市、並びにアーモル市廃棄物管理局(Waste Management Organization)の協力で実施した。事前訪問を含めて合計3回（通算6日間）に亘り活発な議論を行った。最終的に事業可能性検討結果、および事業化に向けたアクションプランを提案した。

本事業を通じた取組みにより、MRMO 側の理解が進み、事業化に向けた当社の更なる協力を多大な期待を寄せている。

5.2 現地企業

現地政府との連携構築と並行して、現地企業候補（共同出資者、およびサブコントラクターの候補）を見つけ、意見交換を開始した。今後、具体的な関係構築を図りたい。

6. 実現可能性の評価

本章では、第2章から第5章の調査結果に基づき、プロジェクト実現可能性の予備的評価を行った。

6.1 事業採算性

都市ごみ処理量、施設規模、都市ごみ性状、売電量、売電単価、初期コスト、O&Mコスト等をもとに事業採算性予備評価を行い、適切な収益を得るためのごみ処理受託料（本報告書では都市ごみ1トン当たりの処理受託料をゲートフィーと呼ぶ）を算定する。この結果をもとにイラン政府、およびアーモル市との協議を通じて、実現可能性の予備的評価を行った。

[留意事項]

イランでは、民間企業が政府と契約する場合、政府支払額から税金として3%が、また保険料として16.67%が差し引かれる。このうち前者の3%は法人税の一部としてカウントされ、その分、法人税支払い額は免除される。もしもこの3%が法人税を上回る場合には上回った分はあとで返済される。つまり、最終的に精算される。一方、保険料16.67%は戻らない。本プロジェクトの場合、16.67%差し引いたゲートフィーがSPCに支払われることになる。以上を踏まえて、本章で示すゲートフィーは保険料を差し引いた額を示すこととした。

(1) 検討条件

表6-1に検討条件（全般）を、表6-2に検討条件（コマーシャル）を示す。

表6-1 検討条件（全般）

項目	検討条件	根拠
プラント処理能力	550 トン/日	第3.2章参照
運転年数	15年	第3.2章参照
プラント年間稼働時間	8,000 時間/年	第3.2章参照
焼却炉タイプ	ストーカー炉	第3.2章参照
都市ごみの低位発熱量	6.5MJ/kg(1,550kcal/kg)	第3.2章参照
発電量（発電端）	7.7 MW	当社による推算
発電量（送電端）	5.7 MW	当社による推算
発電効率	18.5 %	当社による推算
売電価格	0.19 USD/kwh (11年目以降は×0.7倍)	第3.1章(5)参照

表 6-2 検討条件（コマーシャル）

項目	検討条件	根拠
プラント価格	59 – 88 MMUSD	日本での価格の 1/3～1/2 と想定
年間運転保守コスト	5.3 – 8.0 MMUSD/年	同上
自己資金比率	30%	想定値（期待値）
利率	10%	想定値（期待値）
減価償却期間	15 年	イラン政府情報
法人税	25%	イラン政府情報
VAT	9%	イラン政府情報
IRR（ROE）	16%	想定値（期待値）

(2) 検討結果

イラン政府との協議の結果、次の合計 6 ケースについて検討した。

表 6-3 経済性検討のケーススタディ

	ゲートフィー ⁽¹⁾ (USD/トン)	補助金（VAT 込み） (MMUSD)	FiT 価格 ⁽²⁾ (USD/kwh)
ケース 1	本検討で算出	0	0.19
ケース 2	0	本検討で算出	0.19
ケース 3	14	本検討で算出	0.19
ケース 4	0	0	本検討で算出
ケース 5	本検討で算出	初期コストの 50%	0.19
ケース 6	0	初期コストの 50%	本検討で算出

注(1) 都市ごみ 1 トン当たりの処理受託料のこと。イランでは政府からの請負業務には 16.67%の保険料を差し引いて支払われるので、ここでは保険料 16.67%を差し引いた後のゲートフィーを示す。

注(2) 1～10 年目の FiT 価格を記す。FiT に関わる法律により 11 年目以降の FiT 価格は 1～10 年目の FiT 価格の 0.7 倍である。

以下に各ケースの試算結果を記す。

ケース1：補助金なし&現状の FiT 価格の場合、必要なゲートフィーはいくらか？

計算結果： 必要なゲートフィー = 42 ~ 86 USD/トン

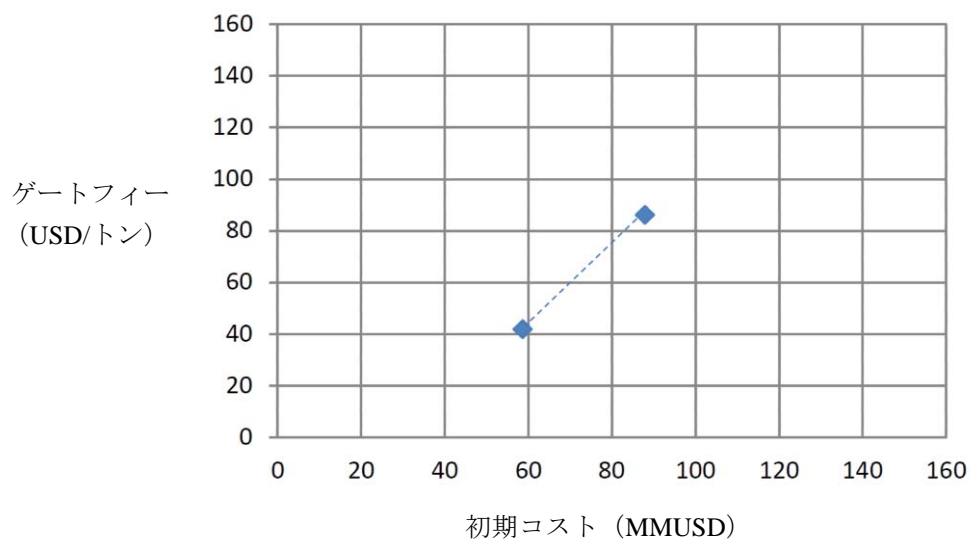


図 6-1 必要なゲートフィーvs 初期コスト (ケース1)

ケース2：ゲートフィーなし&現状の FiT 価格の場合、必要な補助金はいくらか？

計算結果： 必要な補助金 = 48 ~ 96 MMUSD (VAT 含む)

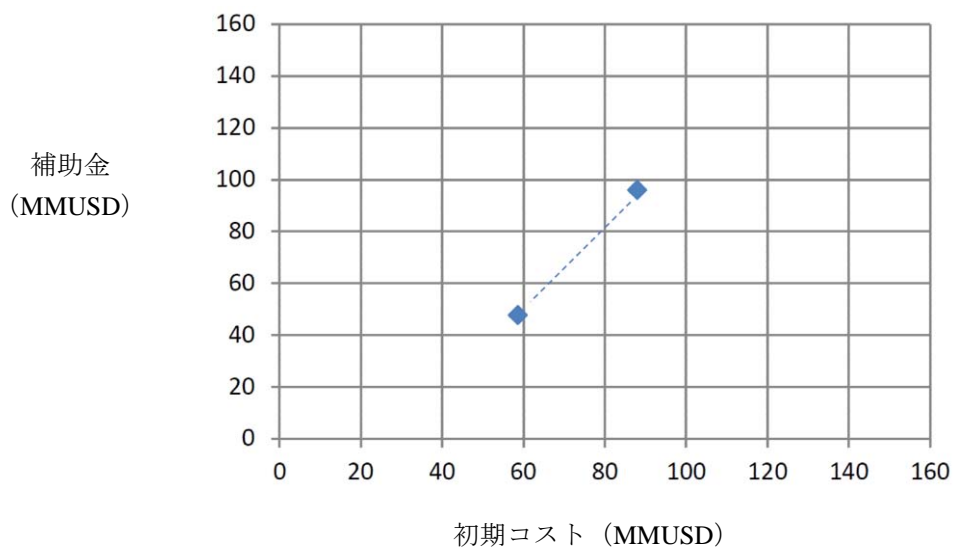


図 6-2 必要な補助金 vs 初期コスト (ケース2)

ケース 3：ゲートフィー14USD/トン&現状の FiT 価格の場合、必要な補助金はいくらか？

計算結果： 必要な補助金 = 32 ~ 82 MMUSD (VAT 含む)

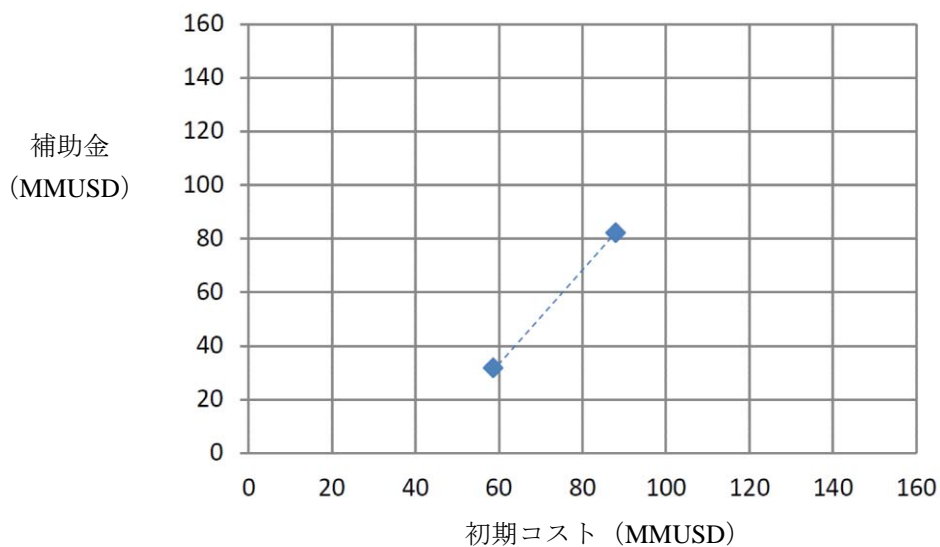


図 6-3 必要な補助金 vs 初期コスト (ケース 3)

ケース 4：補助金なし&ゲートフィーなしの場合、必要な FiT 価格はいくらか？

計算結果： 必要な FiT = 0.36 ~ 0.56 USD/kwh

(11 年目以降は×0.7)

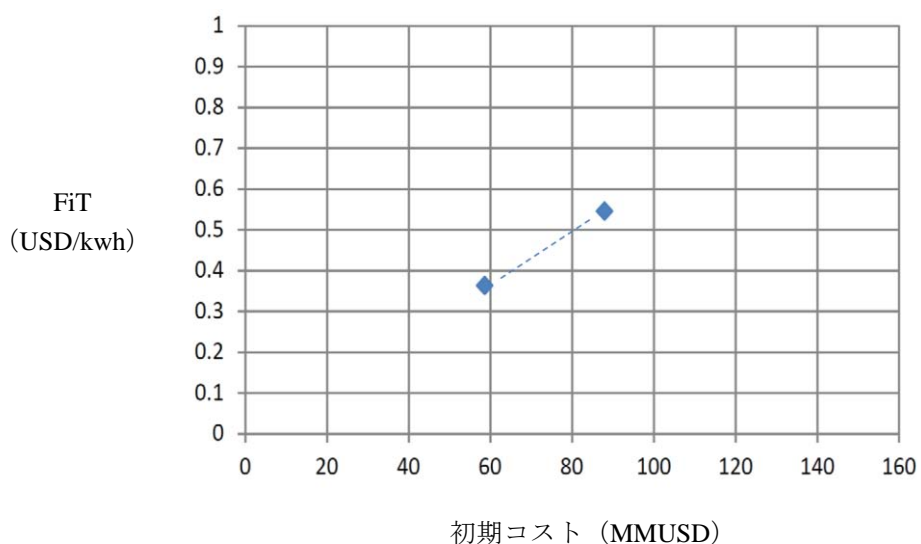


図 6-4 必要な FiT vs 初期コスト (ケース 4)

ケース 5：補助金は初期コストの 50% & 現状の FiT 価格の場合、必要なゲートフィーは？

計算結果： 必要なゲートフィー = 14 ~ 48 USD/トン

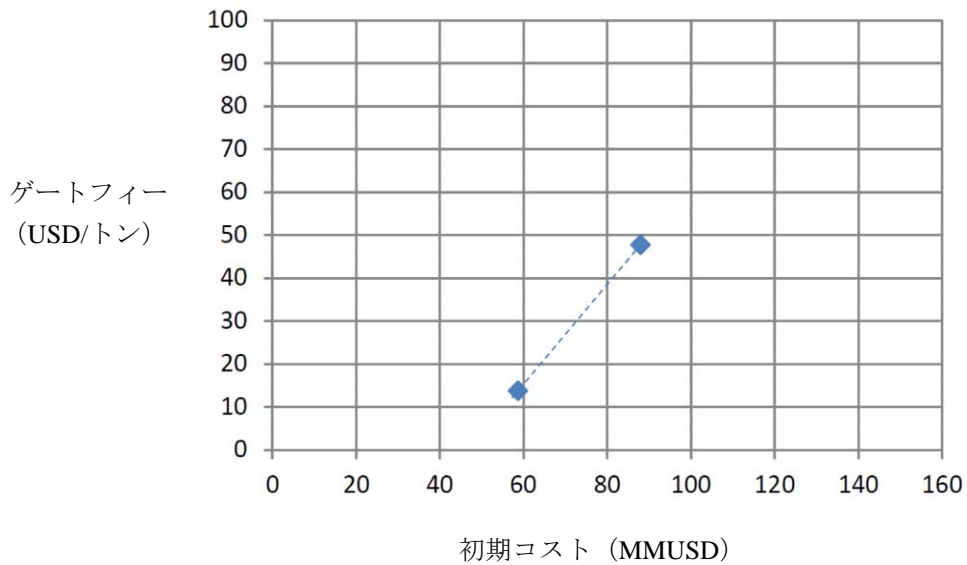


図 6-5 必要なゲートフィー vs 初期コスト (ケース 5)

ケース 6：補助金は初期コストの 50% & ゲートフィーなしの場合、必要な FiT 価格は？

計算結果： 必要なゲートフィー = 0.25 ~ 0.39 USD/kwh

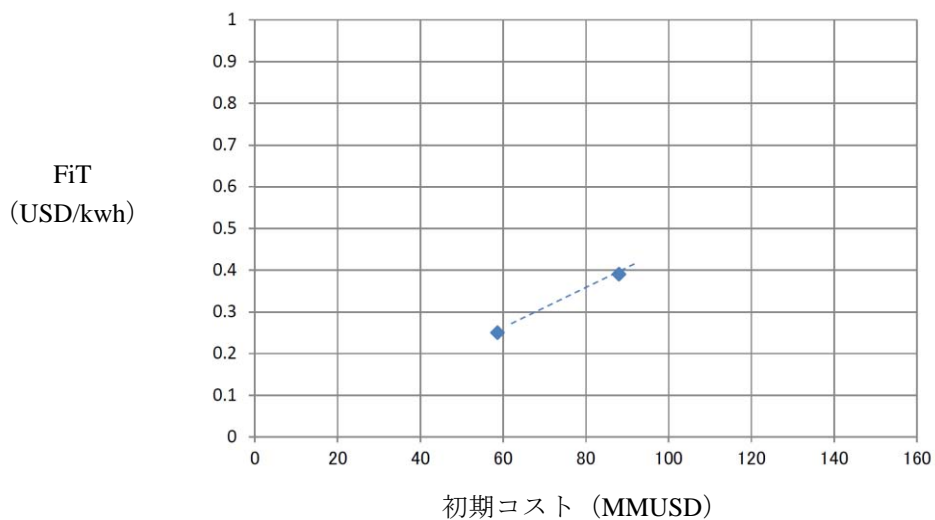


図 6-6 必要な FiT vs 初期コスト (ケース 6)

以上をまとめると表 6-4 のとおりとなる。

表 6-4 経済性検討のまとめ

	ゲートフィー ⁽¹⁾ (USD/トン)	補助金 (VAT 込み) (MMUSD)	FiT 価格 ⁽²⁾ (USD/kwh)
ケース 1	42 - 86	0	0.19
ケース 2	0	48 - 96	0.19
ケース 3	14	32 - 82	0.19
ケース 4	0	0	0.36 - 0.56
ケース 5	14 - 48	初期コストの 50%	0.19
ケース 6	0	初期コストの 50%	0.25 - 0.39

注(1) 都市ごみ 1 トン当たりの処理受託料のこと。イランでは政府からの請負業務には 16.67%の保険料を差し引いて支払われるので、ここでは保険料 16.67%を差し引いた後のゲートフィーを示す。

注(2) 1～10 年目の FiT 価格を記す。FiT に関わる法律により 11 年目以降の FiT 価格は 1～10 年目の FiT 価格の 0.7 倍である。

(3) 評価

ケース 1 の検討により、補助金なしで FiT が現状価格の場合、42～86 USD/トンのゲートフィーが確保できれば事業者として採算性が得られることが分かった。

しかし、イランではゲートフィーが支払われる例が多くないため、ケース 2 ではゲートフィーがゼロの場合に必要な補助金の額を検討した。この結果、必要な補助金額は 48～96 MMUSD との結果を得た。これは初期コストの 75～100%に相当する。ケース 3 ではイラン側からの指定によりゲートフィーが 14USD/トンの場合に必要な補助金額を求めところ、32～82 MMUSD (初期コストの 50～85%に相当) という結果を得た。

次にケース 4 ではゲートフィーがゼロ、補助金なしの条件で必要な FiT 価格を検討した。この結果、現状の FIT 価格 0.19 USD/kwh を 0.36～0.56 (2～3 倍) に上げる必要があることが分かった。

ケース 5 では初期コストの 50%が補助金で賄われた場合に必要なゲートフィーを検討したところ、14～48 USD/トンという結果を得た。

最後にケース 6 として、ゲートフィーがゼロで初期コストの 50%が補助金で賄われた場合に必要 FIT 価格を求めたところ、0.25～0.39 USD/kwh (現状の 1.3～2 倍) となった。

以上の結果をもとにイラン政府と協議した結果、ゲートフィーを出来るだけゼロにするためには、補助金の獲得と FiT 価格調整に向けて働きかけが必要であるという結論を得た。

6.2 環境負荷削減効果

(1) 浸出水問題（地下水、河川、周辺汚染）

焼却処理施設を導入すると、埋立処分場で発生している浸出水はまったく発生せず、従来の浸出水問題（地下水、河川、周辺の汚染）は完全に防ぐことが可能である。

ごみに同伴する水分はごみとともに焼却処理し、またプラント水はリサイクル利用することにより、排水クローズド化を計画する。

(2) 悪臭汚染／害虫・病原菌

都市ごみはまず焼却処理施設のごみ受入れピットに受け入れられる。受入れピットは建屋で覆われているため、施設外への悪臭漏れは防ぐことができる。ピットの空気は焼却炉に導き、燃焼して完全に無臭化される。

また、害虫や病原菌についても焼却処理により無害化される。

(3) 減容化

焼却処理施設の導入により都市ごみの大幅な減容化が図れる。減容化の効果を図 6-7 に示す。

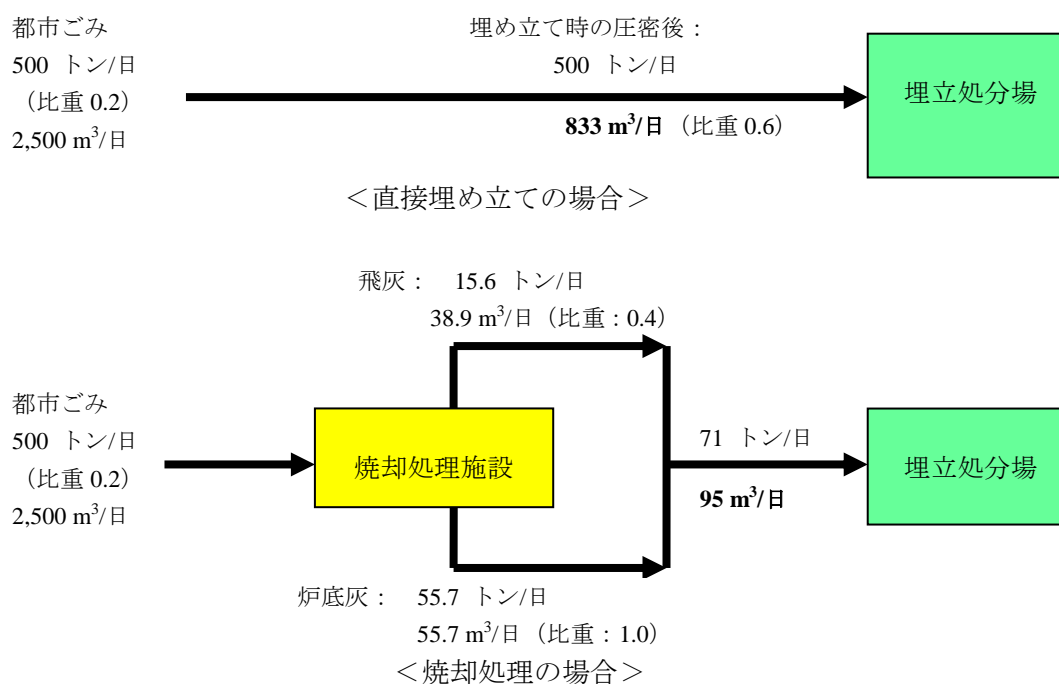


図 6-7 都市ごみ処理の物質収支比較

図 6-7 に示すとおり、2,500m³/日の都市ごみは埋め立て処分の場合には 833m³/日、一方、焼却処理した場合にはこれが 95m³/日まで減容される。埋め立て処分に対して焼却処理した場合の減容率は 11%と計算され (95 m³/日 ÷ 833 m³/日 × 100% = 11%)、処分場は 10 倍近く延

命できることになる。

(4) 温室効果ガス (GHG) の削減

過去の計算データをもとに、本施設からの温室効果ガスの削減量を推定した。この結果、温室効果ガス削減量は 15 年間の平均で約 43,000 トン/年と計算され、大幅な削減が期待できる。

温室効果ガス(GHG)発生量低減の内訳は表 6-5 に示すとおりで、内訳 1 の埋立処分場からのメタンガス発生量の低減が多くを占めている。

表 6-5 温室効果ガス(GHG)削減の内訳

内 訳	年間平均削減量 (トン CO ₂ /年)
埋立処分場からの GHG (メタンガス) 発生量の低減	- 81,000
再生可能エネルギー代替による GHG 発生量削減	- 29,000
焼却炉からの CO ₂ 発生による GHG 発生量増加	+ 63,000
焼却炉からの N ₂ O 発生による GHG 発生量増加	+ 4,000
焼却炉補助燃料による GHG 発生量増加	Nil
合 計	-43,000

なお、内訳 1 の埋立処分場からのメタンガス発生量は経年変化し、年月を経るとともに増加する。このため、温室効果ガス(GHG)削減量も図 6-8 に示すように経年増加する。

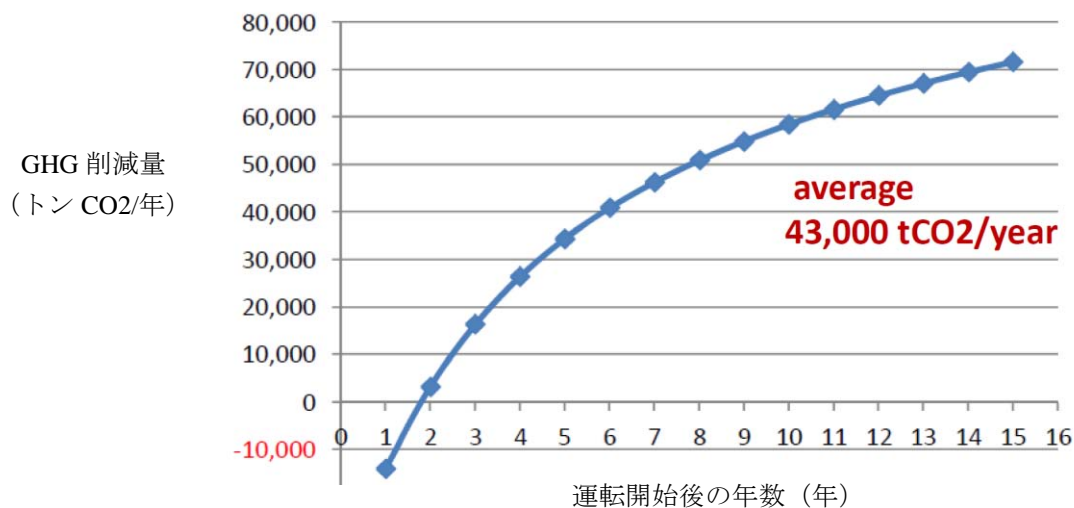


図 6-8 温室効果ガス(GHG)削減量の経年変化

温室効果ガス(GHG)発生量低減の計算は、方法論 AM0025 に従って行った。使用した主な

係数は以下に示すとおりである。

- イランのグリッド排出係数： 0.6323 トン-CO₂/MWh
(<http://pub.iges.or.jp/modules/envirolib/view.php?docid=2137> より)
- メタンガスの地球温暖化係数： 21
- 埋立処分場からの放出ガスのうちメタンの割合：0.5 (IPCC 2006 ガイドライン)
- 分解可能な有機炭素の割合：0.5 (IPCC 2006 ガイドライン)
- メタンの補正率：0.8 (IPCC 2006 ガイドライン)
- 焼却炉での N₂O 排出係数：47 g/トン (IPCC 2006 ガイドライン)

(5) まとめ

以上の検討結果を表 6-6 に整理する。

表 6-6 焼却処理施設導入による環境負荷削減効果

項目	効果
1. 浸出水問題の解消 (地下水、河川、周辺汚染)	都市ごみと共に同伴水分も焼却処理（蒸発処理）するため浸出水問題は完全に防げる。
2. 悪臭汚染の解消・害虫・病原菌問題の解消	都市ごみを焼却することにより、悪臭を防止することができる。ごみの受入ピット内は建屋で覆うこと、ピットの空気は焼却炉で燃焼処理することから、施設外への悪臭漏えいの心配はない。焼却処理により、害虫・病原菌問題は完全に解決される。
3. 廃棄物の減容化	都市ごみ焼却処理施設の導入により、埋立処分場に持ち込まれる廃棄物の容積は 10%程度まで低減される。
4. 温室効果ガス(GHG)低減	15年間の事業期間で年間平均 43,000 トンの温室効果ガス(GHG)の低減を図ることが可能になる。

表 6-6 に示すのとおり、焼却処理施設の導入により、環境負荷は大幅に改善されることが分かった。

6.3 社会的受容性

アーモル市へのヒアリングによると、市政府、並びに市民は都市ごみ焼却処理施設の建設を望んでいるとのことである。この要因として、現在の環境汚染（オープンダンピングによって引き起こされている悪臭汚染、害虫・病原菌問題、地下水汚染、周辺汚染、河川汚染等）が焼却炉の導入により解決されることへの期待がある。このため、焼却処理施設建設に対する住民の反対運動は現状では想定されない。

一方、アーモル市にはトランスファーステーションが一か所ある（第 3.1(1)参照）。市はここを焼却処理施設の建設候補地と決めており、周辺の土地をすでに購入し整地もほぼ完了している。近くには食品工場があり、アーモル市はこの工場に対して施設建設のことを繰り返し説明して来た。この結果、工場側は基本的には施設建設に理解を示している。

以上のとおり、アーモル市は焼却処理施設導入を真剣に考えており、本事業を受容する社会的素地は十分に出来ていると言える。但し、それに甘んじることなくアーモル市は住民説明を継続する必要があると考える。

6.4 投資環境

イランの投資環境について調査した。まず、インフレ状況などの一般事項を調査した。結果は次のとおりである。

- ・ イランではインフレ率が高い。2013 年 10 月には最高 40%であった。その後低くなったものの、10%以上で推移している。
- ・ 銀行の金利が高い。調査した 2015 年 10 月での金利は 27%であった。
- ・ 為替レートが安定していない。過去 2 年で対ドル相場は 20%以上下降した。

次にインフラ投資事業の実態について調査した。

- ・ イランでは高速道路や病院の事業を PPP(Public Private Partnership)で実施している実績がある。
- ・ IPP 火力発電所も BOT/BOO で運営されている例がある。
- ・ 再生可能エネルギーによる発電事業も始まっている。売電契約は SUNA（エネルギー省・再生エネルギー局）と締結している。
- ・ イランには PPP プロジェクトに関連した法律がない。各省庁が関連する法律を作っている可能性はある。
- ・ 政府保証のことが法律で規定されているかどうかについても不明である。
- ・ 制裁対象国がイランに海外投資した例はない。
- ・ FIPPA（海外投資奨励保護法）により海外投資家の権利が保護されているが、施行後の適用実績が殆どない。

以上のとおり、イランで都市ごみ焼却処理事業に投資することはリスクであると言える。

事業化を進めるに当たって、今後、以下のアクションが必要と考える。

- ・ リスク分担についての投資側の要望をイラン政府とアーモル市に伝え、十分協議すること。
- ・ アーモル市で負ってもらうリスク分担について政府保証 (Sovereign Guarantee)を得ること。
- ・ それが法的に保護されるように申し入れること。

6.5 総合評価

評価結果を表 6-7 に整理する。

表 6-7 事業可能性評価

評価項目	評価結果
1. 事業採算性	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 42～86USD/トンのゲートフィーが確保されれば採算性あり。 ➤ ゲートフィーを下げるためには、補助金獲得と FiT 価格適正化のための働きかけが必要。
2. 環境負荷低減	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 大幅な環境負荷低減が達成できる。
3. 社会的受容性	<ul style="list-style-type: none"> ➤ アーモル市では焼却処理施設導入を受け入れる社会的素地は十分に形成されている。 ➤ 但し、住民説明を継続することが重要。
4. 投資環境	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 投資環境としてはリスクが大きい。 ➤ イラン政府、アーモル市とリスク分担についての十分な協議が必要。また、政府保証 (Sovereign Guarantee)を得ること、それが法的に保護されるよう協議を重ねる必要がある。
総合評価	<p>イラン政府、アーモル市と一体となって以下の2点に留意すれば、事業化実現の可能性はあると考える。</p> <ul style="list-style-type: none"> ✓ 補助金獲得と FiT 価格適正化に向けて働きかける。 ✓ リスク分担・保証について時間をかけて協議を続ける。

7. 海外展開計画案の見直し

第2章では、本調査開始時点での海外展開計画案を策定した。本章では、今回の調査結果に基づいてそれを見直し、最新の海外展開計画を立案する。また、今後に向けて課題を整理し、課題解決のための提案を行う。さらに、プロジェクト実現に向けて日本政府に期待することについても述べる。

7.1 事業実施都市

事業実施都市は、当初の計画案のとおりアーモル市とする。施設建設場所は現在のトランスファーステーション、およびその周辺とする。



図 7-1 事業実施都市（アーモル市）の位置

7.2 事業規模

3.2章で決めたとおり処理対象ごみ量は500トン/日（発熱量6.5MJ/kg、灰分10%）、設備規模は550トン/日とする。

7.3 処理システム・技術

(1) 処理システム： Mass Burn 方式（全量焼却システム）

当社からはもともと Mass Burn 方式（全量焼却システム）を提案したが、イラン政府とア

一モル市から、MBT²+WtE 方式（機械的・生物的処理+焼却方式）と比較評価した上で適切な処理システムを決めるよう要請があった（第 3.2 章(4)参照）。

比較評価はイラン側と協議して、減容化率、環境負荷、経済性、技術移転の 4 項目について実施した。結果を表 7-1 に示す。

表 7-1 処理システムの比較評価

評価項目	MBT+WtE 方式	Mass Burn 方式
1. 減容性	<ul style="list-style-type: none"> 4,561,000m³のごみを 1,937,000 m³に減容可能（減容比：42%） 埋立処分場寿命は 2.4 倍に延長 	<ul style="list-style-type: none"> 4,561,000m³のごみを 518,000 m³に減容可能（減容比：11%） 埋立処分場寿命は 9 倍に延長
2. 環境負荷	<ul style="list-style-type: none"> 次の環境汚染は完全には解決できない。 <ul style="list-style-type: none"> 臭気汚染 害虫・病原菌問題 	<ul style="list-style-type: none"> 次の環境汚染はすべて解決できる。 <ul style="list-style-type: none"> 浸出水問題 臭気汚染 害虫・病原菌問題
3. 経済性	CAPEX(15 年)： 66～82 MMUSD OPEX (15 年)： 67～92 MMUSD 収入(15 年)： 102 MMUSD 収支(15 年)： -73～-32 MMUSD → 必要なゲートフィー収入は 15 年間で 32～73 MMUSD（Mass Burning 方式よりも多く必要）	CAPEX(15 年)： 67～ 97 MMUSD OPEX (15 年)： 82～122 MMUSD 収入(15 年)： 148 MMUSD 収支(15 年)： -70～-1 MMUSD → 必要なゲートフィー収入は 15 年間で 1～70 MMUSD（MBT+WtE 方式よりも少なくて済む）
4. 技術移転	<ul style="list-style-type: none"> ライセンス契約による技術移転であれば可能。 運転技術の移転は可能。 	
評価結果	推奨できず	推奨する

この結果をもとに、当社は従来どおり Mass Burn 方式を提案し、イラン側の理解を得た。当社からもともと提案しているとおり、Mass Burn 方式を採用すれば、破碎や選別などの前処理やコンポスト化設備などを設けずに、そのまま焼却できる点が大きなメリットである。

²MBT(Mechanical Biological Treatment:機械的・生物的処理)：混合状態の廃棄物を選別し、減容化し、資源化する一体的なシステムの総称

(2) 処理技術： ストーカー式炉

ストーカー式焼却炉は世界で 1000 を超える施設で採用されており、安定した技術である。このことから、当社はこの方式を提案した。

これに対して、イラン側からはガス化溶融炉、およびガス化焼却炉（テヘランで採用された中国製の焼却炉）と比較評価するよう要請を受けた。

検討の結果、表 7-2 のとおり整理し、イラン側の理解を得た。

表 7-2 焼却技術の比較評価

評価項目	ストーカー式焼却炉	ガス化溶融炉	ガス化焼却炉
1. 最大処理能力	1,200 トン/日/炉	300 トン/日/炉	150 トン/日/炉 (アーモル・プロジェクトの場合 4 系列必要)
2. 実績	1,000 件以上	約 130 件	16 件
3. 補助燃料	不 要	1.0 リットル/トンご みのオイルが必要	不 要
4. 前処理	不 要	粉砕が必要	分別または粉砕 が必要
5. 性能 (1) 燃焼温度 (2) 熱しゃく減量 (3) 燃焼状態 (4) 減容比	(1) 800℃ (2) < 3 % (3) 安定 (4) 93 %	(1) 1,300℃ (2) ほぼ 0 % (3) 変動あり (4) 96 %	(1) 800℃ (2) < 3 % (3) 変動あり (4) 93 %
6. 建設費（比率）	100	130	100
7. 運転保守費	特別な追加コスト なし	補助燃料費と耐火材 交換費が追加になる	特別な追加コスト なし
8. 信頼性	実績が多く、最も信頼 できる技術である	連続可能時間は 3 か月程度である	実績が少ないので信 頼性については十分 に評価できない
評価結果	推 奨	-	-

7.4 プラント基本計画

(1) プラント概要

本プラントは、ストーカー式の焼却炉を用いた高効率焼却発電設備を採用する。設備構成は日本国内の設備と同等のものとする。図7-2に一例を示す。

アーモル市、およびその周辺からのごみ収集車は、当施設のプラットフォーム内(建屋内)に到着し、受け入れピットにごみを投入する。一旦ピットに貯めたごみはクレーンによってストーカー式焼却炉に供給される。焼却炉の排熱はボイラーで回収し、高効率で発電する。排ガスは冷却した後、消石灰を吹き込んでHClとSO_xを除去し、また活性炭を投入してダイオキシンを除去する。その後、集じん機でダストを除去したあと、排気筒から大気放出する。焼却炉から発生する灰(炉底灰と飛灰)は回収して埋め立て処分する。飛灰は本施設内でキレート薬剤等を用いて重金属類の溶出防止処理を施す。

事業性を高めるために高効率発電設備を採用し、年間稼働率や連続運転性能についても高い要求仕様を設ける。排ガス、および灰の排出基準はイラン側の要求に従ってUS EPA 基準とする。設備は周辺環境を配慮して建屋内に設ける。見学者への対応や停電時の対応なども、日本の施設と同等のレベルを設定し、市民にとって受入れやすい施設とする。

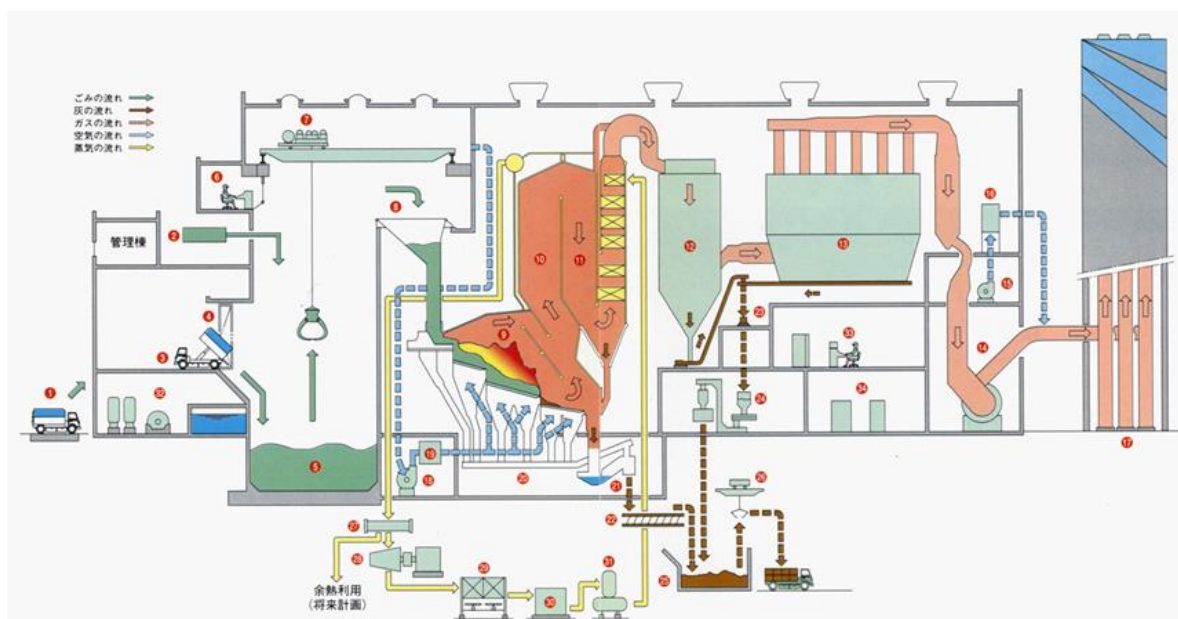


図7-2 都市ごみ焼却処理施設の設備構成(参考用) (※出典;川崎市 Website)

(2) 物質収支

図 7-3 に物質収支を示す。発電量は約 7.7MW、そのうち所内で 1.9MW 程度を消費し、5.8MW 程度の売電が可能と試算した。

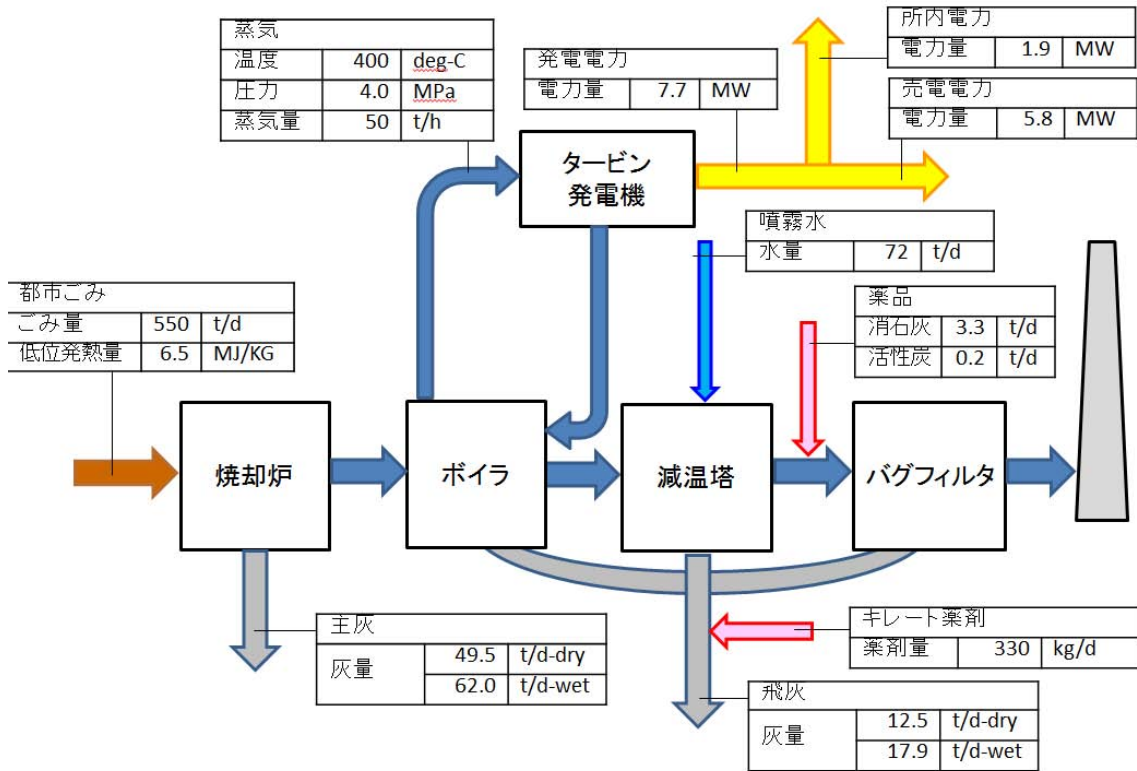


図 7-3 物質収支図

(3) プラント仕様

プラントの基本仕様を表 7-3 に示す。

表 7-3 プラント基本仕様

	項 目	仕 様
1	焼却処理能力	275 ton/日 X 2 炉 (合計 550 ton/日)
2	ボイラー蒸気条件	4.0 MPa, 400 deg-C
3	タービン発電機能力	約 8MW (詳細は今後検討)
4	発電効率	18%以上 (詳細は今後検討)
5	年間稼働率	8,000 時間/年/炉
6	連続運転日数	180 日以上
7	二次燃焼室排ガス要求	850°C、 2 秒以上
8	バグフィルタ入口排ガス温度	200°C以下
9	排ガス排出基準値	US EPA 40 CFR Part 60 Subpart Eb
10	主灰排出基準	熱灼減量 5%以下または有機炭素量 3%以下
11	飛灰排出基準	USEPA 40 CFR Section 261.24
12	ごみピット容量	8 日分以上
13	排水処理	プラント排水完全クローズド
14	送電系統遮断対策	発電電力による独立運転を可能にする。
		非常用発電機を設置する。
		計装設備用に無停電電源装置を設置する。
15	見学者対応	見学者受入れ可能なエリアを設ける
16	排ガス監視盤	施設の入口、および見学者ホールに設置する。

(4) 配置計画

アーモル市では既に焼却処理施設の用地を確保しており、市側から提供された土地の面積は約 2ha である。その土地の概略形状を基に、550 トン/日規模の施設をプロットすると図 7-4 のとおりとなる。550 トン/日規模の施設の設置には概ね満足できる用地が確保されている。

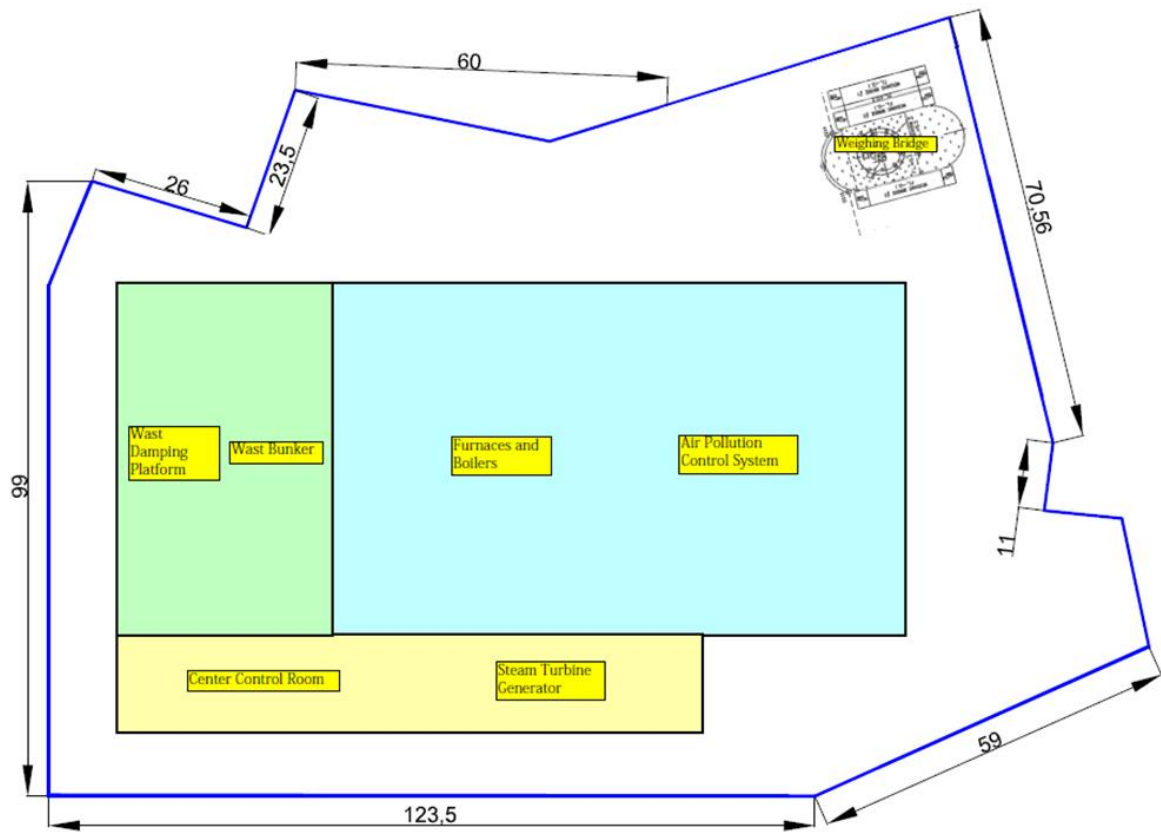


図 7-4 プラント配置計画図

(5) 年間運転計画

本事業は都市ごみの処理受託収入と売電収入により成立する事業であることから、事業採算性の観点で稼働率を高めることが非常に重要である。

本計画では、欧州での実績などを鑑みて、年間運転時間を 8000 時間/年/炉（稼働率 90% に相当）とした。詳細の運転/停止スケジュールは図 7-5 に示すとおりである。年に一度のタービン発電機の定期点検を含めた施設設全体の停止期間や、各炉毎（炉は 2 炉設置）に 3 回の点検整備期間を設けた。なお、各炉には耐火材補修工事なども加味して、2 週間程度の長期停止期間も考慮している。



図 7-5 プラント年間運転計画

この計画を模式的に示すと、図 7-6 に示すとおりである。つまり、1 炉について見ると、稼働日数 333 日/年(8,000 時間/年)、点検整備日数 32 日である。2 炉同時稼働は 308 日/年、2 炉同時停止は 7 日/年、1 炉の点検整備日数は 50 日/年である。

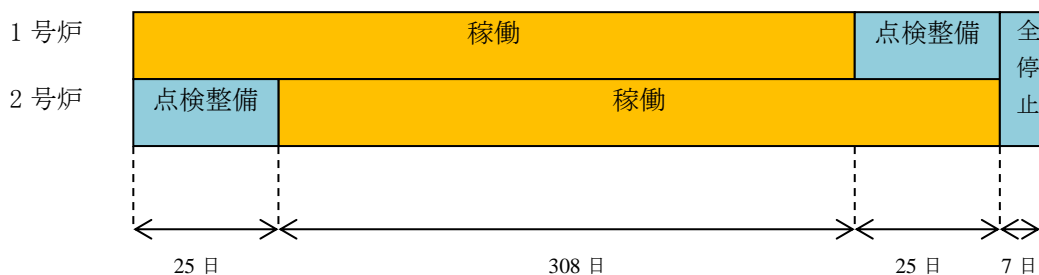


図 7-6 年間稼働日数

(6) ユーティリティ・薬品消費量

物質収支と過去の実績等に基づいて、ユーティリティ・薬品消費量を表 7-4 のとおり推定した。プラント用水については、アーモル市から地下水を使うことが指定されている。薬品のうち消石灰、および活性炭については特別な性状要求があることから、その入手可能性について今後、調査が必要である。また、キレート薬剤（飛灰中の重金属の溶出防止処理のために使用）についてもその入手可能性について調査が必要である。場合によっては今後、セメントによる代替なども検討する必要がある。

表 7-4 ユーティリティ・薬品の年間消費量リスト

項目		量	単位
燃料	起動用ディーゼル燃料	80,000	L
プラント用水	地下水	45,000	m ³
潤滑油・グリース	タービン・駆動油	3,000	L
	潤滑油類	3,500	L
	グリース類	0.5	Ton
ボイラー薬剤	清缶剤	2.5	Ton
	脱酸剤	0.2	Ton
排ガス処理薬剤	消石灰	1,100	Ton
	活性炭	63	Ton
水処理薬剤	塩酸(35%)	18	Ton
	苛性ソーダ(24%)	14	Ton
	カチオン	40	L
	アニオン	160	L
	活性炭	0.3	Ton
その他	キレート薬剤	100	Ton
	機器冷却水薬剤	1.2	Ton

7.5 プロジェクト基本計画

(1) 事業実施体制

図 7-7 に事業実施体制を示す。

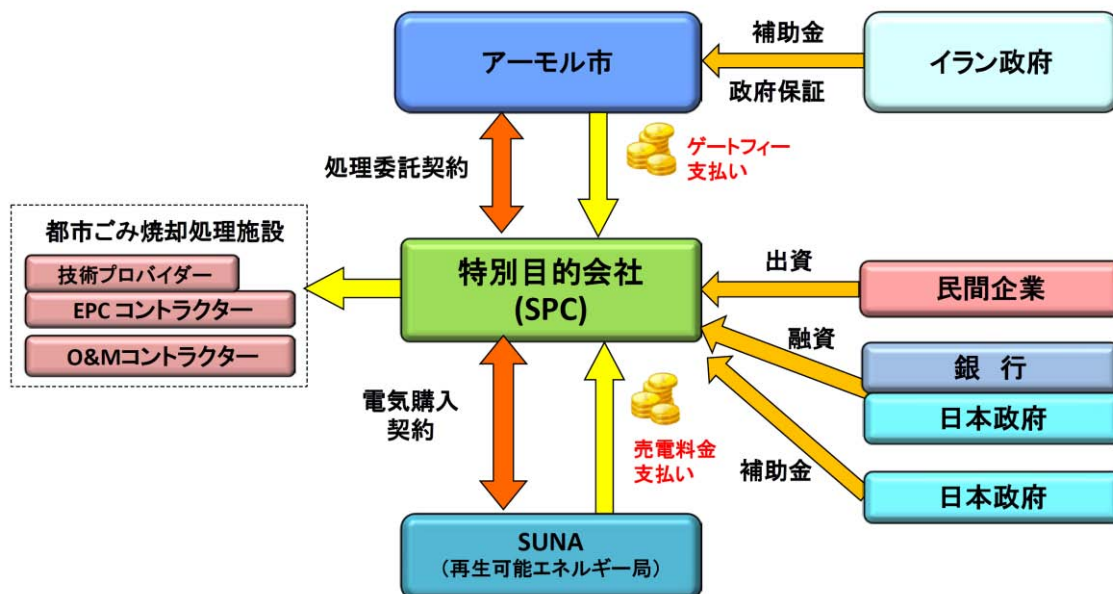


図 7-7 事業実施体制

本事業は PPP (BOT) スキームで実施し、複数の民間企業（現地企業を含む）で構成する SPC（特別目的会社）が事業を運営する。アーモル市と都市ごみ処理委託契約を締結し、SUNA（エネルギー省・再生エネルギー局）と電気購入契約を締結する。

プラント建設は技術プロバイダー（日本の焼却炉メーカー）と EPC コントラクター（エンジ会社、現地コントラクター）に発注し、SPC は事業者の立場でそれを監理する。プラントの運転保守は O&M コントラクターに発注する。

プロジェクトを成功させるためには適切な技術プロバイダー、および O&M コントラクターを慎重に選定する必要がある。表 7-5 と表 7-6 にそれぞれが有すべき資格の案を示す。

表 7-5 技術プロバイダーの資格要件（案）

	要 件
1.	都市ごみを対象とした廃棄物発電施設の設計・建設の実績を 10 件以上有すること。
2.	本プロジェクトの施設と同規模以上の処理能力で、都市ごみを対象とした廃棄物発電施設の設計・建設実績を有すること。
3.	2.について 20 年以上の稼働実績があること。
4.	2.について、1 炉当たり年間 330 日以上稼働実績、および 1 炉当たり 90 日間以上の連続安定運転の実績を有すること。

表 7-6 O&M コントラクターの資格要件（案）

	要 件
1.	メインコントラクター、又はプラントオーナーの立場で、2~4 の条件でそれぞれ 1 件以上の実績があること。
2.	本プロジェクトと同方式の都市ごみを対象とした廃棄物発電施設で 20 年以上の運転管理実績を有すること。
3.	1 炉当たり年間 330 日以上稼働実績、および 1 炉当たり 90 日間以上の連続安定運転の実績を有すること。
4.	都市ごみを対象とした廃棄物発電施設の運転経験を有する技術者を本事業の運営開始後 2 年間以上配置できること。

初期コストは自己資金、ローン、および補助金で賄う。補助金は環境省の JCM 設備補助金やイラン政府補助金を想定している。ローンは JICA 海外投融資や民間融資を期待する。

(2) 事業実施スケジュール

図 7-8 に事業実施スケジュール案を示す。

項目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目
1. 住民説明	[1年目 - 6年目]					
2. 建設サイト整備工事	[1年目 - 2年目]					
3. 予算化	[1年目]					
4. 廃棄物の性状分析	[1年目]					
5. フィージビリティスタディ	[1年目]					
6. 事業性評価		[2年目]				
7. EIA(環境影響評価)		[2年目]				
8. 契約書準備		[2年目]				
9. EPCコスト見積もり		[2年目]				
10. 最終投資決定		[2年目]				
11. 契約		[2年目]				
12. ファイナンス・アレンジメント		[2年目]				
13. プラント設計		[2年目]				
14. プラント調達/建設		[2年目]				
15. プラント試運転			[3年目]			
16. 運転開始				[4年目]		

図 7-8 事業実施スケジュール

本スケジュールでは、5年後の運転開始を目標とする。

当面実施する作業は、イラン政府とアーモル市による住民説明(上図の項目 1)、建設サイト整備工事(2)、およびイラン側の予算化(3)である。

それと並行して、都市ごみのサンプリング・分析(4)とフィージビリティスタディ(5)を開始する。サンプリング・分析は基本的にはイラン側が主体的に実施し、当社は都市ごみのサンプリング・分析専門家とともにイラン側の指導を行う。都市ごみの季節変動データが必要なため、この作業には1年を要する。フィージビリティスタディはこのデータをベースに行うため、完了するまでに1年以上を要する。

フィージビリティスタディの結果、事業可能性を確認できれば、さらなる事業化に向けたアクションを実施する。引き続き実施する作業はEIA（環境影響評価）(8)とEPCコスト見積り(9)である。合わせて、フィージビリティスタディの途中からイラン側と一体となって契約書作成の準備(8)を行う。この作業ではイラン側と協議を繰り返すことにより、SPCのリスクが可能な限り低減できるようにする。

以上の結果をもとに当社は投資のための最終決定(10)を行う。最終決定できれば速やかに契約(11)を締結し、プラント設計(13)を開始する。ファイナンスアレンジメント(12)が完了すればプラントの調達・建設(14)を開始し、試運転(15)を経て5年後に運転開始(16)となる。

(3) ワークスコープ

表 7-7 に官と民のワークスコープを示す。

表 7-7 官と民のワークスコープ

作業項目	官	民
1. 住民説明	○	
- 相互理解（説明、会話、対話）	○	
2. 予算化	○	
3. 建設サイト整備	○	
- 土地確保	○	
- 整地（地質調査含む）	○	
- インフラ整備（道路、橋等）	○	
- プラントとグリッド間の電気ケーブル敷設、保守、地主との交渉	○	
5. 環境影響評価(EIA)	○	○
6. ファイナンスアレンジメント		○
7. 申請業務		○
8. プラント設計・調達・建設・運転保守		○
9. 都市ごみ供給	○	
- 収集・運搬	○	
- 性状データの採取	○	
10. 支払い	○	
- ゲートフィー	○	
- 電気購入	○	
11. 焼却灰	○	
- 衛生埋立処分場建設	○	
- プラントからの埋立処分場への運搬	○	
12. プラント解体	○	

(4) リスク分担

PPP 事業に出資する場合、リスク分担について相手政府と十分に擦り合わせる必要がある。本プロジェクトにおいて出資会社の立場からの提案を表 7-8～7-10 に記す。イラン政府も一応の理解を示しているが、それぞれの補償の詳細を含めて今後、詰めて行く必要がある。

表 7-8 官が保証すべきリスク（その 1）

A. 全般リスク
1. 政治リスク
- 政策変更
- 政変（戦争、暴動、テロなど）
2. 法税制変更
- 法制変更
- 税制変更
3. 経済リスク
- インフレ
- 金利変動
- 為替変動

表 7-9 官が保証すべきリスク（その 2）

B. プロジェクト固有のリスク
1. 建設サイト整備上のリスク
- サイト情報・データの間違い
- 整地工事不良
- インフラ整備工事不良
2. 住民反対運動
- 住民反対運動によるプロジェクト遅延・凍結
3. 環境影響評価の遅延
4. 許認可遅延
5. ごみ供給のリスク
- 量的不足
- 性状変動
6. 支払いリスク（遅延・凍結）
- ゲートフィー
- 電気購入費
7. 灰の埋立処分に関わるリスク
- 埋立処分場の建設遅延
- 灰輸送の不備

表 7-10 民が保証すべきリスク

1. SPCのリスク
- SPC設立不全
- SPC運用不全
- SPC出資会社の破産
2. プラント建設
- 設計、調達、建設、試運転の遅延
- 仕様の逸脱
- 性能未達
3. プラント運転・保守
- 運転保守の不全
4. 資金調達の失敗

(5) 補助金とローン

本プロジェクトの資金調達の一例として以下が考えられる。

- 出資金： 15%
- ローン： 35%
- 補助金： 50%

ローンの例として以下が挙げられる。

- JICA 海外投融資
- イラン民間銀行

また、補助金の例として以下が挙げられる。

- JCM 補助金（現時点では2国間協定が締結されていないため利用できない）
- イラン政府補助金

イラン政府はJCM 補助金に大きな期待をしている。

7.6 課題、および課題解決のための提案

(1) 課題

本調査を通じて、事業化の見通しが見えて来たとともに、課題も明らかになって来た。課題を整理すると次のとおりである。

- 都市ごみの性状分析データが不十分である。
- CAPEX と OPEX について精度を上げる必要がある。
- そのためには見積用の施設設計を行う必要がある。
- また、EPC と O&M のフォーメーションについても検討する必要がある。
- 事業パートナーを決めて共同で事業化検討を進めるべきである。
- ローン（JICA 海外投融資、民間融資）の現実性について更なる調査を実施すべきである。
- 早期の事業実現を達成するためには、早々にイラン政府と契約条件についても詰めることが望ましい。リスク分担、政府保証、およびそのための法的保護についてもこの中で協議するべきである。
- 補助金（JCM 補助金、イラン政府補助金、またはそれら以外）の可能性について更なる調査を実施すべきである。

(2) 課題解決のための提案

抽出した課題を解決するため、本調査に続いて詳細なフィージビリティスタディを実施することを提案する。その内容とスケジュールを図 7-9 に示す。

項目	分担	2016年度	2017年度
1. 廃棄物のサンプリング・分析	I/J	[2016年度]	
2. 見積設計	J	[2016年度]	
3. EPC -フォーメーション -コスト見積	J	[2016年度]	[2017年度]
4. O&M -フォーメーション -コスト見積	J	[2016年度]	[2017年度]
5. 事業パートナー調査	J	[2016年度]	
6. ローン調査	J	[2016年度]	
7. 契約条件の検討	J/I	[2016年度]	
8. 補助金の可能性調査	I	[2016年度]	
9. 経済性検討	J		[2017年度]
10. 総合評価	J/I		[2017年度] ★

図 7-9 詳細フィージビリティスタディの内容とスケジュール

詳細フィージビリティスタディでは、まず1年間かけて廃棄物のサンプリング・分析（上表の項目1）を行い、廃棄物性状の既設変動データを得る。ある程度のデータが得られたらプラントの見積設計(2)を開始する。この設計をもとにEPCとO&Mの見積りを行う(3,4)。但し、廃棄物のサンプリング分析が完了した時点で、その最終結果に基づき見積結果を見直すものとする。これらの作業と並行して、事業パートナー（共同出資者）の調査(5)、ローンの調査(6)、補助金の可能性調査(8)を行う。また、第7.5章で提案した官民のリスク分担をベースにして、イラン側と契約条件の検討を進める(7)。これらの結果に基づいて、経済性検討(9)を改めて行う。そして総合評価(10)を行ってさらに事業化を進めるかどうかの判断を行う。

図7-7に示す項目10の「総合評価」が図7-6で示した事業実施スケジュールの項目6の「事業性評価」に対応する。ここで「事業性あり」という結果が出れば、2017年度末にアーモル市と事業契約を調印し、2020年度末からの運転開始に向けて鋭意事業化を進めることとなる（図7-6参照）。

7.7 日本政府への期待

今後イランにおいて都市ごみ焼却処理プロジェクトを具体化するためには、事業者としての事業計画の具体化やリスク管理を着実に実施できるよう、引き続き詳細調査を実施していきたい。加えて、都市ごみ焼却事業が公益事業であるということから、両国政府間の連携が推進されることによって、本事業の実現可能性が高まることを希望する。このことを踏まえて、以下の観点について日本政府の支援を期待する。

➤ 日本イラン政策対話

イランの現状では廃棄物分野において PPP によりインフラ整備を行うための法制度等が未整備であり、民間企業単体での進出には大きなリスクを伴う。このため、プロジェクトの実施にあたっては、政府間レベルでのプロジェクトの位置づけが不可欠であり、下記に示すような取組みを日本政府に期待する。

- ・ 本プロジェクトを日本イラン間の政策対話で取り上げていただくことにより、両国政府にその重要性を改めて認識していただく。
- ・ とくに当該地域の環境汚染状況とともに、本プロジェクト実施による改善効果と本プロジェクトの必要性を強調していただく。

➤ JCM（二国間クレジット制度）

プロジェクトの採算性の観点や、他国企業との差別化の観点から、JCM は本邦企業にとって極めて大きなサポートとなり得る。イランについては現状二国間の協定が未締結であることから、締結やその先の設備補助に向け、以下の点についての取組みを期待する。

- ・ イランが今後 1 年以内に JCM の署名国になるよう働きかけていただく。
- ・ 環境省 JCM 設備補助事業において、設備補助の予算枠を増やしていただく。
- ・ 同設備補助事業の期間（最大 3 年）を延長していただく。（補助金を供与していただくためには、事業開始後 3 年以内に建設費の支払いを完了させる必要があるが、都市ごみ焼却発電施設は設計開始から竣工まで最低 3 年はかかるため、スケジュール上大変厳しいのが実情である。）

➤ 日本イランの自治体交流促進

イランにおいては、廃棄物処理が未だ埋め立て処分中心に実施されている中で、環境上適正な処理に移行するために都市ごみ焼却処理施設の導入は極めて有効な手段である。一方で、技術導入の前提として、廃棄物行政の近代化も求められることから、わが国の焼却技術導入を前提とした廃棄物行政経験のイランへの共有が求められる。

- ・ JICA 研修などを利用して、イランと日本の自治体交流を実施していただく。
- ・ とくに住民レベルの交流を通じて、イラン側に日本の廃棄物管理を体感してもらい、分別、リサイクルなどの普及の一助とする。さらに、焼却処理施設に対するイラン住民の理解を促進してもらう。

➤ 運転員トレーニング

イランでは、今後都市ごみ焼却処理施設が導入されるにあたり、運転を行う人員の確保が必要になる。

- ・ HIDA や JICA 研修などを利用してイランからの運転員トレーニングを実施してい

ただく。

➤ 都市ごみ処理に関わる日本の基準、指針等のイランへの移転

イランでは焼却炉に関する制度、基準、指針類が未整備であることから、技術導入にあたっては、これらソフト面での支援を実施することで、本邦技術の導入可能性を高めることにつながると考える。

- ・ 例えば、以下のような日本の基準、指針をイラン側に移転していただくことにより、イランでの都市ごみ焼却処理事業普及の一助とする。
 - 廃棄物の処理及び清掃に関する法律、施行規則での技術基準
 - ダイオキシン類発生防止等ガイドライン
 - ごみ処理施設性能指針
 - 高効率ごみ発電施設の交付要件