

### 3. 廃棄物の組成・性状等調査

大連庄河市現地のごみ組成・性状の調査を行い、RPF 製造事業の実現性・妥当性について検討を行う。具体的に、現地ごみのサンプリングおよび試験分析は、「大連九州環境科技有限公司」に再委託を行う。

#### 3. 1 サンプリング

- ・サンプリングの場所（写真参照）：

大連庄河市生活ごみ仮置き場（N：39° 37′ 56.98”、E：122° 56′ 32.21”）

- ・サンプリング方法：

現場より任意の5つのサンプリング点をピックアップし、それぞれ上部、中部、下部より合計 50.1kg（湿ベース）のサンプルを採取する。



図 3. 1 サンプリング場所その 1



図 3. 2 サンプリング場所その 2



図 3. 3 サンプルング場所その 3



図 3. 4 ごみサンプルング拠点

### 3. 2 試験分析方法

#### ①ごみ組成の分析方法

湿ベースのサンプル 50.1kg を四分法による資料の縮分を行い、13.05 kgに縮分し、ごみの組成分析を行った。



図 3. 5 組成分析中のサンプル

### ②性状分析の試験方法

- ・灰分の測定： 焼却試験
- ・元素の測定： 蛍光 X 線分析法
- ・発熱量の測定： 発熱量分析装置

### 3. 3 試験結果

ごみ組成の分析結果を表 3. 1 に、可燃物の性状分析結果を表 3. 2 に、プラスチックの分析結果を表 3. 3 に示す。

表 3. 1 ごみ組成の分析結果（湿ベース）

サンプル名称	測定項目	測定結果	単位
大連庄河市 生活ごみ	生ごみ	59.87	%
	紙類	4.68	%
	織物	4.07	%
	木材類	0.12	%
	土類	8.51	%
	プラ・ゴム	15.13	%
	レンガ・陶器類	2.14	%
	ガラス	4.45	%
	金属類	0.27	%
	その他	0.76	%
	かさ密度	302	kg/m <sup>3</sup>

表 3. 2 可燃物の性状分析結果（可燃分湿ベース）

サンプル名称	測定項目	測定結果	単位
大連庄河市 生活ごみ	可燃分	27.69	%
	水分	35.30	%
	灰分	37.01	%
	C	12.96	%
	H	1.49	%
	O	15.29	%
	N	0.63	%
	S	0.25	%
	Cl	0.73	%
	Fe	2.02	%
	Al	1.40	%
	Pb	< 0.01	%
	発熱量	3170	KJ/kg

表 3. 3 プラスチックの分析結果

サンプル名称	測定項目	測定結果	単位
大連庄河市 生活ごみ	PE	80.33	%
	PP	9.85	%
	EPR	2.86	%
	PVC	6.96	%

## 4. RPF 製造試験

### 4. 1 試験の目的

大連地域には RPF 製造工場がないため、廃棄物の越省移動が困難であることを鑑み、本試験は大連庄河市現地の原料比率に合わせ、日本で模擬製造試験を行う。さらに製品 RPF の分析により、製品としての有効性の検証を行う。

### 4. 2 試験の概要

試験の概要を以下に整理する。

- ・試験場所： 株式会社エコ・クリーン 福井工場
- ・試験日： 2015年1月7日
- ・原料： 表4. 1、表4. 2、表4. 3
- ・試験設備・フロー： 図4. 1

現地の原料比率が実情に合わせて変動する可能性があることを鑑み、プラの比率を3つのケースに分けて設定し、試験を行った。原料、重量、攪拌状態および製品 RPF の状態を表4. 1、表4. 2、表4. 3に整理した。

- ・サンプル No.1 (木くず+畳+紙類) 7 : (廃プラ) 3
- ・サンプル No.2 (木くず+畳+紙類) 6 : (廃プラ) 4
- ・サンプル No.3 (木くず+畳+紙類) 5 : (廃プラ) 5

表 4. 1 原料の種類と配合比率

サンプル種類	材料配合比率	材料攪拌状態
<p>サンプル (No.1) (木屑+畳+紙類)7:(廃プラ)3</p>	 <p>(木屑) 50kg</p>	
	 <p>(畳) 50kg</p>	
	 <p>(紙類) 50kg</p>	<p>RPF製品</p>
	 <p>(廃プラ) 65kg</p>	

表 4. 2 原料の種類と配合比率

サンプル種類	材料配合比率	材料攪拌状態
<p>サンプル (No.2) (木屑+畳+紙類)6:(廃プラ)4</p>	 <p>(木屑) 50kg</p>	
	 <p>(畳) 50kg</p>	
	 <p>(紙類) 50kg</p>	RPF製品
	 <p>(廃プラ) 100kg</p>	

表 4. 3 原料の種類と配合比率

サンプル種類	材料配合比率	材料攪拌状態
<p>サンプル (No.3) (木屑+畳+紙類)5:(廃プラ)5</p>	 <p>(木屑) 50kg</p>	
	 <p>(畳) 50kg</p>	
	 <p>(紙類) 50kg</p>	<p>RPF製品</p>
	 <p>(廃プラ) 150kg</p>	

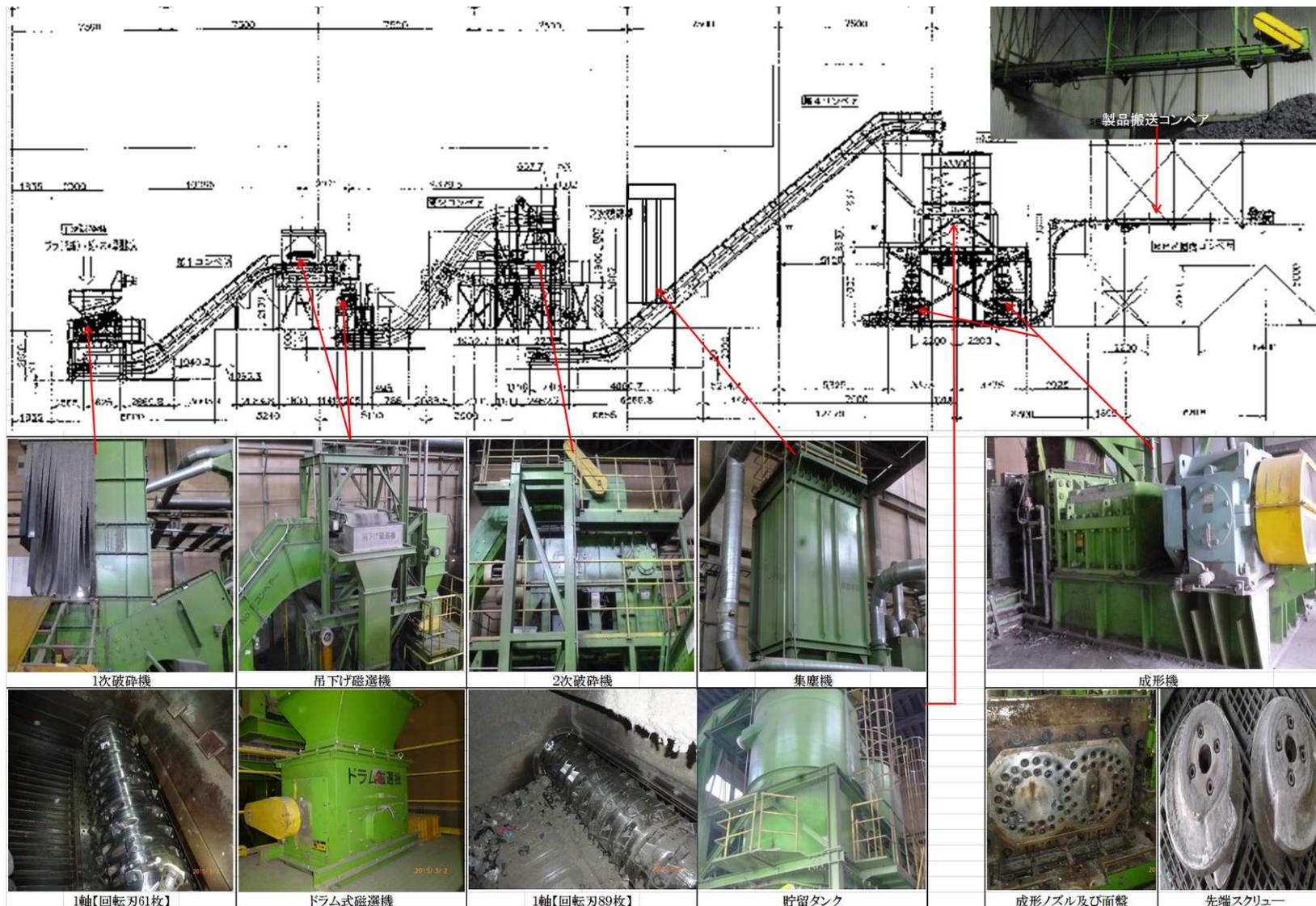


図4.1 実験設備とフロー





# 分析試験報告書

福県保協発第P1400505-001号

株式会社エコ・クリーン 様

平成 27年 1月 16日 発行

計量証明事務所 福井県 第39号  
 福井県 鯖江市 協業  
 福井県 鯖江市 第3号  
 TEL (0776) 35 - 4001  
 FAX (0776) 35 - 2140



分析試験の結果を下記のとおり御報告申し上げます。

試料の受付年月日	平成 27年 1月 8日	試料の採取年月日	平成 27年 1月 7日
試料名	プラ 50%		
採取場所	-		
試料の採取者	依頼者		

試 験 項 目	試 験 の 結 果	試 験 の 方 法
総 (高位) 発熱量 (J表示)	27.7 MJ/kg	JIS Z 7302-2
総 (高位) 発熱量 (cal表示)	6,620 kcal/kg	JIS Z 7302-2
真 (低位) 発熱量 (J表示)	26.2 MJ/kg	JIS Z 7302-2
真 (低位) 発熱量 (cal表示)	6,250 kcal/kg	JIS Z 7302-2
水分	1.6 %	JIS Z 7302-3
灰分	6.3 %	JIS Z 7302-4
塩素	0.87 %	JIS Z 7302-6
硫黄	0.12 %	JIS Z 7302-7
以下余白		
分析試験責任者	浅川 さゆり	
備考 上記元素分析の結果は、到着試料の数値です。(灰分を除く)		

## 5. 現地行政の来日研修

RPFは中国では新しい技術であり、現地行政に理解を深めてもらう目的で行政担当責任者が日本環境衛生センターの主催する廃棄物・リサイクル分野の来日研修に参加してもらった。研修には、日本廃棄物処理の歴史、公害問題から立ち直った経緯、廃棄物処理の理念と発展過程を全体的に講義して頂いた。また、清掃工場への見学、さらに期間中にRPF工場の見学および第2回ワークショップの開催を行った。研修の概要を以下に示し、研修プログラムを表5.1に示す。

- ・研修期間 2015年2月1日から2月7日
- ・参加者 大連庄河市都市建設局 副局長 王勝（生活ごみ処理の規制当局）  
大連庄河市農業経済発展局 副局長 林麗華（わら処理の規制当局）



図5.1 研修の様子

表5.1 来日研修プログラム

プログラム:A(廃棄物発電とリサイクル)						
日程	プログラム内容	講師・担当	テキスト	講義・見学のねらい、ポイント	会場	
1日目 2月1日	日 来日 (ホテルにチェックイン / 日当等支払、オリエンテーション)				東京都虎の門 日本環境衛生センター 談話室	
2日目 2月2日	10:00~ 12:30 演習	開講式 プログラムオリエンテーション 廃棄物管理に関する課題の共有	- JESC	- 廃棄物管理についての各国の課題を共有する	東京都虎の門 日本環境衛生センター 談話室	
	(昼食)					
	14:00~ 17:00 講義	日本の廃棄物管理の概要(歴史・法制度の概要等) ①日本の廃棄物処理の歴史 ②日本の廃棄物政策・法整備	JESC	①日本の廃棄物焼却の変遷および現状等について学ぶ。 ②日本の廃棄物管理の基本的な政策・法体系について学ぶ。		
3日目 2月3日	10:00~ 11:30 講義	日本の廃棄物処理技術 ①日本の廃棄物焼却技術 ②日本の廃棄物・リサイクル技術	JESC	①焼却技術の変遷、焼却技術の種類と選択、余熱利用、排ガス処理等について学ぶ。 ②日本の廃棄物・リサイクル技術について学ぶ(選別、資源化技術、埋立等)	東京都虎の門 日本環境衛生センター 談話室	
	昼食・移動					
	13:30~ 17:00 講義/見学	・横浜市の廃棄物処理行政 ・横浜市鶴見清掃工場、横浜市鶴見資源選別工場	横浜市	午前を受けた講義を踏まえ、清掃工場の実情について学ぶ。	横浜市	
4日目 2月4日	午前 講義/見学	川越テック株式会社 埼玉県川越市のRPF工場視察	FS企業	-	FS企業によるFS調査の理解を深めるための講義、ディスカッション、見学プログラム	FS企業
	昼食					
	午後 講義/見学	〃	FS企業	-	FS企業によるFS調査の理解を深めるための講義、ディスカッション、見学プログラム	FS企業
5日目 2月5日	午前 講義/見学	有明産株式会社 東京都有明のRPF工場の視察	FS企業	-	FS企業によるFS調査の理解を深めるための講義、ディスカッション、見学プログラム	FS企業
	昼食・移動					
	午後 講義/見学	今回の研修内容とFS事業についてのディスカッション	FS企業	-	FS企業によるFS調査の理解を深めるための講義、ディスカッション、見学プログラム	FS企業
6日目 2月6日	10:00~ 12:00 実習	総括ディスカッション	JESC	-	廃棄物インフラについて各国の現状やニーズについての発表、また具体的な循環産業海外展開の可能性について情報交換を行う	東京都虎の門 日本環境衛生センター 談話室
	(昼食)					
	13:00~ 15:00	評価会	JESC	-	研修プログラムを振り返り、研修運営についての評価・改善点等について指摘してもらうために研修員から研修レポートを作成、提出してもらう。	
		閉講式	JESC	-		
7日目 2月7日	土 帰国				-	

## 5. 1 横浜市資源循環局 鶴見清掃工場への見学

- ・ 訪問日 2015年2月3日 14:00から17:00
- ・ 参加者 大連庄河市都市建設局 王勝 副局長  
大連庄河市都市農業発展開発局 林麗華 副局長  
早稲田国際環境有限会社 胡浩

### ・ メモ

当施設は、敷地面積 6,1054m<sup>2</sup>、平成2年9月より着工し、平成7年4月に竣工し、総事業費が約 518 億円である。処理能力は 1,200t/D (400t×3 基) となっている。見学は一般廃棄物の収集・運搬、処理、管理まで行った。

大連庄河市では、1年前よりごみ焼却発電の導入を検討してきた経緯がある。中国北京にある某大手企業の焼却炉の導入を検討してきたが、排ガス等の懸念による住民からの反対、および施設のオペレーション管理、処理コスト等の課題から、導入には至らず、キープされているのが現状である。そこで、「日本の適正な清掃工場を見学し、大連庄河市現地では焼却発電の導入はまだ時期尚早」と王副局長がいう。中国では、焼却発電事業は売電と行政からの廃棄物処理料の2つの収入源がある。売電にはバイオマス発電の補助金が付与される。現地の計算によると 400t/D の処理量が採算性のしきい値となる。そこで、大連庄河市のごみ発生量は約 300t/D となり、量的には不適であるとみられる。

また、日本の処理状況を見学し、大連庄河市現地との違いを以下の6点が考えられると王副局長がいう。

### 1) 環境教育

鶴見工場には小学生向けの見学資料と設備を整備し、定期的に子供から環境教育を実施し、環境意識が高い。一方、中国では急速な経済発展は遂げたが、公害被害を受ける直前の段階にあり、環境意識の面ではまだ追い付いていない。行政責任者から日本に学習に来るべきである。日本の経験と理念を学び、公害の“痛み”を回避するための施策を検討すべきである。したがって、中国の課題は行政責任者への教育であり、これは子供への教育より一層難しいと考えられる。

### 2) 資金力と管理体制

日本では、委託企業によるオペレーションのほかに、環境局の中に専任のチームで一般廃棄物の適正処理に取り組んでいる。実施と管理体制が十分に整えている。しかも数十年前から整えてきて、現在はすでに安定的になっている。さらに、先進国の日本では資金力があり、約 4 万円/t の処理費を負担する能力がある。これに対して中国では生活ごみの処理は都市建設局の管轄に分類され、担当者はごみ処理のみではなく、ほかの都市建設事業も担当している。また中

国では現在、ごみの処理に回す資金力がまだまだ不足している。直轄市や沿岸の大都市では焼却発電のコストは100～200元（2,000円から4,000円以内）/t程度であり、大連地域では100元（2,000円）を切る施設もあるという。さらに国土面積が膨大な中国では、沿岸より内陸地域がさらに資金力が不足し、適正なごみ処理が中国全国規模の課題となっている。

### 3) 技術力

中国企業では技術力が不足し、しっかり処理しようとする海外の技術を導入する必要があり、コスト増になってしまう。北京では日本のタクマの炉が導入されている。この場合、行政側での委託管理も必要になるため、さらに行政負担が重くなる。

### 4) ごみの分別

本事業では、現地に RPF プラントの導入を提案している。そこで、現地の現状ではごみが分別回収されていない。というのは適正処理のインフラがないため分別していない。ところで、本事業を現地で展開するとき、すぐに分別できる体制にはなっていない。以下に分別回収を実現できるかが新たに課題として出てきている。初期段階には行政の補助や協力が必要不可欠であり、市民が自主的に分別回収を行うにはまだ長いプロセスが必要である。

焼却発電も同じく、現地では不燃と可燃の分別もなされていない。ヒアリングによると大連地域の焼却発電施設はコストを抑えるために、不燃ごみも含めて投入、焼却していると伺った。

### 5) 収集運搬・適正処理

資金力の不足にもかかわらず、ごみの収集・運搬から処理までの設備のレベルが低い。パッカー車ではなく、トラックと原始的な人力車による運搬も一部ある。また庄河市ではごみ処理のみではなく、配管が整備されていない原始的なトイレもまだ存在しているのが現状である。

### 6) 情報開示

近年中国では PM2.5 の問題により住民の環境への関心がだんだん高まってきている。とくに工場から出る排ガスが注目され、ごみの焼却発電施設の建設が住民に反対されているケースが多い。適切な情報開示と住民とのコミュニケーションが重要であると感じている。



図 5. 2 ごみピット



図 5. 2 中央管理室

## 5. 2 川越テック株式会社（RPF 工場）への見学

- ・訪問日 2015年2月4日
- ・参加者 大連庄河市都市建設局 王勝 副局長  
大連庄河市都市農業発展開発局 林麗華 副局長  
早稲田大学環境総合研究センター 招聘研究員 小林均  
株式会社松本光春商店 篠原啓祐  
株式会社エコ・クリーン 石谷吉昭  
早稲田国際環境有限会社 胡浩

### ・メモ

当施設は破砕能力 206t/D、RPF 生産能力 132t/D となっている。原料を破砕機で 45 mm程度に破砕した後、廃プラスチックを 60%~70%、紙くず、木くず・繊維くず、ゴムくずを 30%~40%の割合で混合する。混合された原料は、「スクリー式」あるいは「リング式」の成形機により、減容化され固形燃料を製造する。形状は、「スクリー式」が長さ 50 mm~100 mm、直径 30 mm程度であり、「リングダイ式」が長さ 20 mm~50 mm、直径 10 mm程度となり、発熱量は約 6000kcal である。

工場見学の様子を図 5. 3 に示す。「2月3日に見学した鶴見清掃工場と比較し、当施設の規模と処理プロセスが大連庄河市の現状にふさわしいことが明らかであり、実際に工場を見学することで RPF に対する理解を深めることができた」と王副局長がいう。しかし、当施設の原料は綺麗なプラスチックと繊維くずが搬送されてきている。大連庄河市では生活ごみからの分別が必要であり、匂いの問題があり、十分な対応策を検討する必要があると指摘された。



図5. 3 川越テック RPF 工場見学の様子

### 5. 3 有明産業株式会社への見学

- ・訪問日 2015年2月5日
- ・参加者 大連庄河市都市建設局 王勝 副局長  
 大連庄河市都市農業発展開発局 林麗華 副局長  
 早稲田大学環境総合研究センター 招聘研究員 小林均  
 株式会社松本光春商店 篠原啓祐  
 株式会社エコ・クリーン 石谷吉昭  
 早稲田国際環境有限会社 胡浩

#### ・メモ

当社は廃棄物の固形燃料化事業、自動車の解体・部品販売業、鉄・非鉄スクラップの加工処理等、一般廃棄物と産業廃棄物の総合処理会社である。今回は固形燃料化事業を中心に見学を行った。

当施設は一般廃棄物から分別された廃プラスチックを RPF への製造を行っている。当施設では処理プロセスに、手選別による前処理が行われているところが、見学で注目されている。本事業は現地の生活ごみからプラスチックを分別回収するプロセスを設置する必要がある。ここで、「手選別のラインを見ることができて、さらに RPF 事業の実現性を感じている」と王副局長がいう。



図5. 4 工場責任者との議論



図5. 5 工場の手選別ライン

## 6. 海外展開計画案の策定

### 6. 1 原料の収集・回収

原料の考え方として、劣化廃プラスチックは既存ルートでは回収されていないため、初期段階では生活ごみからの選別・回収を行う。紙くず、繊維くずの量的な排出がなく、処理に困っていない。トウモロコシわらの排出が大量であり、処理が困難であるため、トウモロコシわらを主原料とする。

本事業の処理量を 100t/D として、うち、プラスチックが 40t、トウモロコシわらが 60t とする。

将来的には、プラスチックの分別回収について、現地の習慣に踏まえ、有料の回収計画および環境教育等を含めて行政への提案を行い、行政と共同で取り組み、段々ごみ分別の概念を一般市民までに浸透していく必要があり、長いスパンを要すると考えられる。

現段階では、それぞれの回収量と回収方法を以下に整理する；

#### 1) プラスチック

##### ・回収量

生活ごみから分別して収集回収を行う。大連庄河市では生活ごみの排出量は約 300t/D であり、プラスチックの量（含有量約 15%、組成分析より）が約 45t/D である。排出量の不安定と回収ロスを考慮し、ここでは 40t/D として試算を行う。

##### ・回収方法

生活ごみの埋立処分場にオンサイトで選別プロセスを設置し、約 15%のプラスチックの選別を行う。これにより、既存の行政での回収・管理体制と回収ルートをもそのまま活用可能であり、行政負担が少なく、実現性が高いと考えられる。また、選別プロセスは、振動選別機とコンベアの手選別によって構成される。選別は屋内行う。コストを抑えるため振動選別機は中国産の製品を導入する。

検討中の振動選別機を図 6. 1 に示す。



図 6. 1 振動選別機

## 2) トウモロコシわら

### ・回収量

現地では年間トウモロコシわらの発生量が約 50 万 t/年であり、うち、10 万 t が飼料および暖房用で利用され、残り約 40 万 t が有効利用されていない。そこで、約 2.2 万 t/年を回収し、60t/D (21,900t/Y) の処理量として試算する。

### ・回収方法

現地ではトウモロコシわらの価値はほぼないが、回収するための手間賃がかかるため、農家から有料で購入して回収することとする。農家へのヒアリングにより、価格は 60 元/t として設定する。

現地ではトウモロコシを 9 月下旬から収穫し、11 月までに収穫を完了するが、最初の時期では水分が多いため、12 月から回収を行う。翌年 4 月まで少しずつ回収するように農家に依頼する。5 月中旬より種を蒔き始めるため、5 月より先の原料を保管ヤードに貯める。利用料が多いため、保管ヤードの面積から 3 か月分の貯蔵として試算を行う。

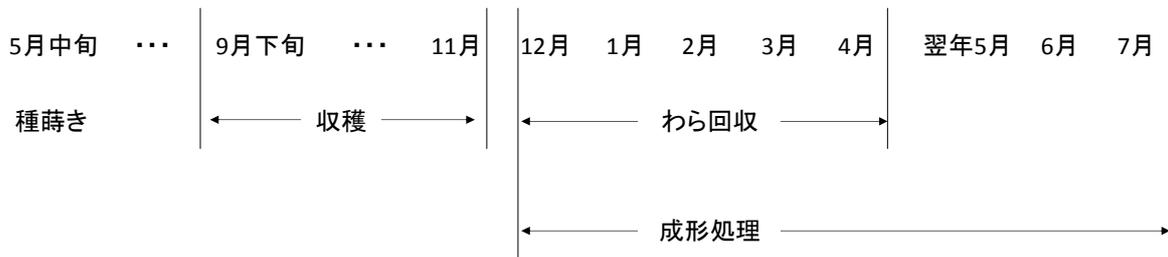


図 6. 2 わらの回収・処理時期

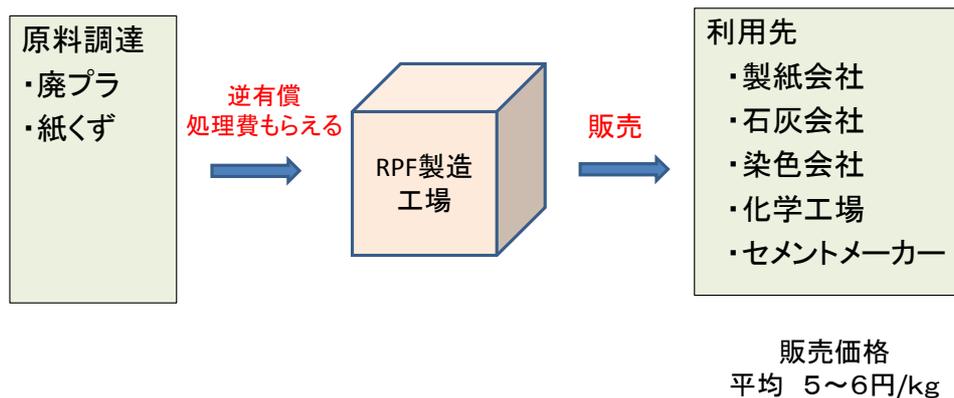
保管用の建屋イメージを図 6. 3 に示す。



図 6. 3 原料保管用建屋イメージ

## 6. 2 ビジネスモデル

日本では図6. 4に示すように、逆有償で廃プラスチックと紙くずを回収することが可能であり、さらに販売単価が5～10円/kgで高価で取引されている。これに対して、中国では原料の有償調達が必要であり、販売単価も比較的安い。また石油、石炭等の資源相場および為替レートによる変動大きい。



※2014年5月までに、韓国へ10円/kgで輸出していた。  
現在は約7～8円/kgである。

図6. 4 日本におけるRPF事業のビジネスモデル

韓国では、中国と同じく原料を購入して調達する必要がある。そこで、韓国政府はRPFの製造工場に対して10円/kgの補助金を付与している。韓国におけるビジネスモデルを図6. 5に示す。

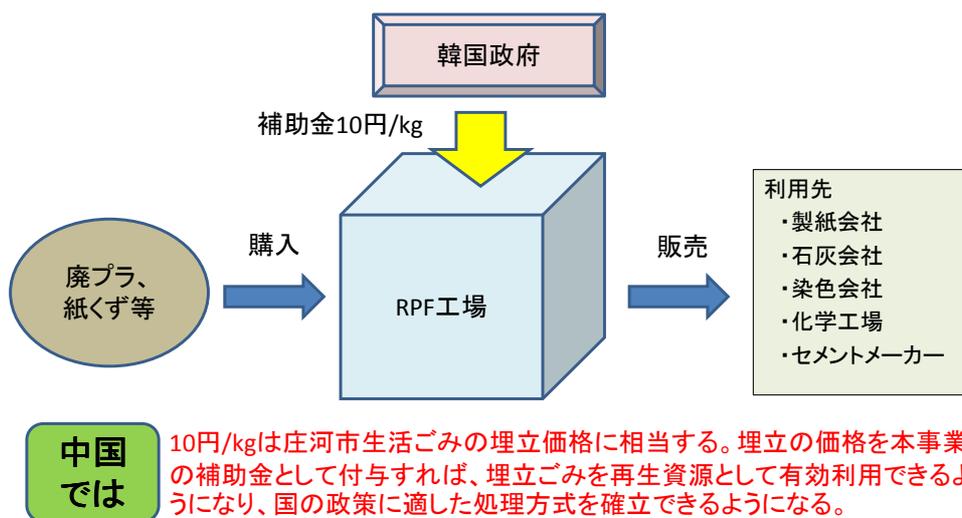


図6. 5 韓国におけるビジネスモデル

さらに、韓国は、2014年1月16日に、固形廃棄物燃料の検査を強化し輸入の許可を発表した。韓国環境部は、資源の節約及びリサイクル促進に関する法律の改正に伴い、パームシェル（ヤシ殻）等廃棄物から作られる固形廃棄物燃料（SRF）の輸入を認めると同時に、輸入・生産・利用に関する検査を強化すると発表した。

そこで、上記日本と韓国での先行事例の状況を鑑み、本事業のビジネスモデルの検討を行う。

本事業の構造と主体を図6.6に示す。本事業は現地の生活ごみから回収する廃プラスチックと農家から有償で回収するトウモロコシわらを原料とし、大連国家生態工業モデル園において破砕、成形処理を通してRPFの製造を行う。製品RPFを現地の庄河市発電所に販売し、石炭代替燃料として利用する。現地の既存のごみ回収ルートと行政管理体制をそのままに活用し、埋立処分場においてオンサイトで選別プロセスを設置する。原料となる廃プラスチックを大連国家生態工業モデル園区に運搬し、成形加工を行う。

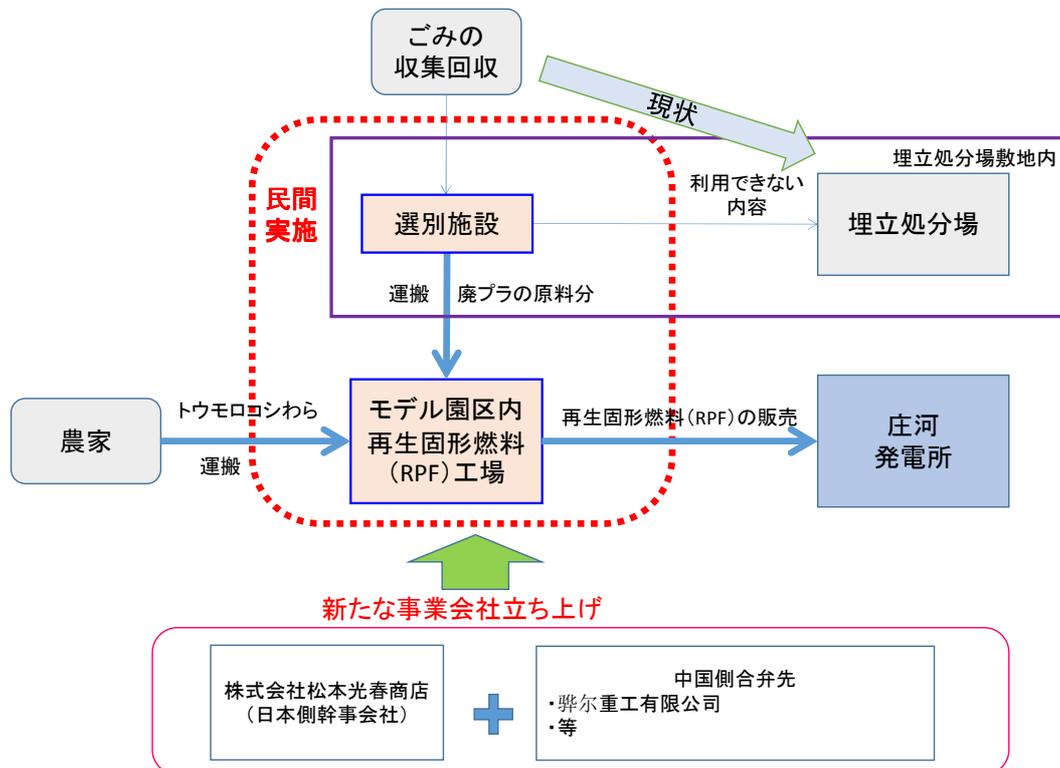


図6.6 事業の構造と主体

本事業のビジネスモデルを図6.7に示す。本事業は行政からのごみ処理費およびRPFの販売による2つの収入源から成り立つ。また、近年中国政府も再生可能エネルギーの利用を推進し、本事業の内容で獲得可能な明確な補助金を表6.1に整理した。この2つの補助金はRPFの利用側、すなわち発電所への補助金であり、この補助金を獲得するによって、RPFの販売単価が上がることや、補助金の

一部を本事業にフィードバックする可能性がある。このような中国政府が推進する補助事業との組み合わせにより、本事業の付加価値を上げることが可能であり、RPF 利用側である発電所と連携方法を協議していく予定である。

このほかに行政各部署へ申請可能な優遇政策があり、内容は2.4節を参照する。

表6. 1 本事業で獲得可能な補助金

No.	事業内容	補助や基金等の政策	補助内容
1	RPF 利用側発電所が受ける補助	再生可能エネルギー発電価格と費用分担管理 試行弁法	売電価格のほかに、0.25 元/kWh の補助金が受けられる。
2	電力会社等に対する省エネサービスの提供（RPFの導入）	合同能源管理プロジェクト財政奨励金	中央財政奨励標準価格は240 元/トン-石炭節約、地方財政奨励標準は60 元/トン-石炭節約以上

また、RPF の販売単価は販売先の実態によりまちまちであるが、ヒアリングでは北方地区より広州、深セン等の南方地区での販売単価が高いことが分かった。そこで、南方地区への販売も視野に入れながら事業を進めていく予定である。

大連庄河市は黄海沿岸部に位置しており、静脈産業専用ふ頭の整備が進められている庄河港の活用により、中国全土への RPF の内航輸送が可能である。

本事業は大連市内において再生資源の回収、加工、静脈産業形成拠点として整備が進められている大連国家生態工業モデル園（静脈産業類、中国国家認定都市鉱産モデル基地）への事業展開が容易に実施できるよう、大連市行政の支援が得られる。

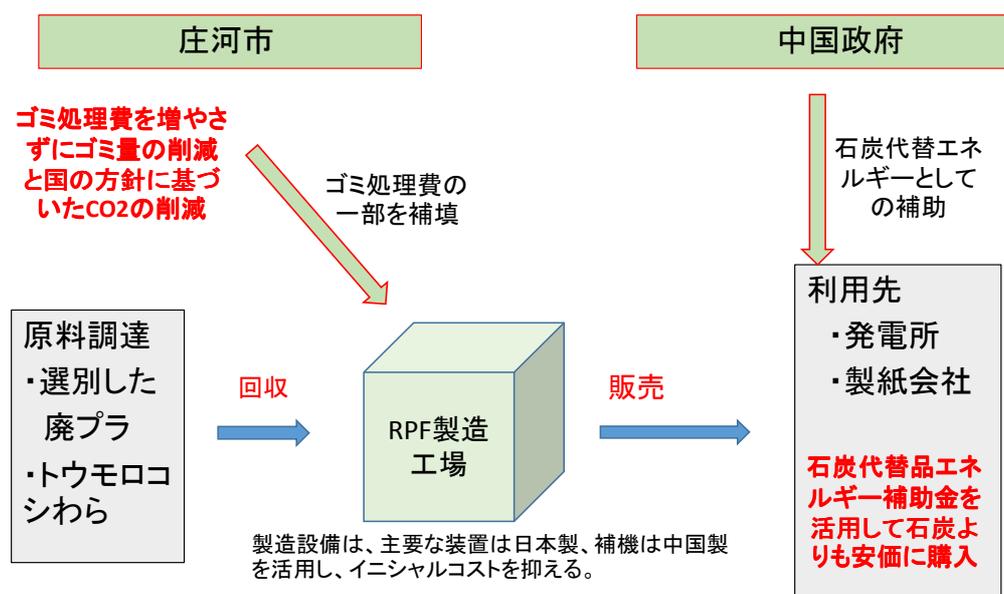


図6. 7 ビジネスモデル

### 6.3 事業立地の検討

本事業の立地状況を図6.8に示す。本事業での新たなシステムの導入により、現地行政の負担を低減させる目的で既存回収ルートと行政での管理体制をそのまま活用し、既存の埋立処分場に廃棄プラスチックの選別プロセスを設置する。

大連市では国家認定の都市鉱産モデル基地であり、大連国家生態工業モデル園（静脈産業類）の建設事業が進められている。2010年10月大連市循環経済推進条例（第27条）に基づき、再生資源のリサイクルに係る新規事業の許可がおりる唯一の場所として、翌2011年3月大連市政府公文に基づき、①12品目の再生資源の選別・加工事業について、②新規・増設事業は同園区でのみ許可すること、③既存事業についても、3年以内に全て移転を進めることが規定されることとなった。このため、RPFの成形工場の立地を大連国家生態工業モデル園区にする。

初期段階におけるRPFの販売先は、連携できている大連庄河市現地の国電電力大連庄河有限責任公司にする。将来的には、販売単価の高い南方地域への販売も視野に入れ、庄河港の整備状況、輸送単価、中国南方地区の石炭消費状況の把握等も行っていく予定である。

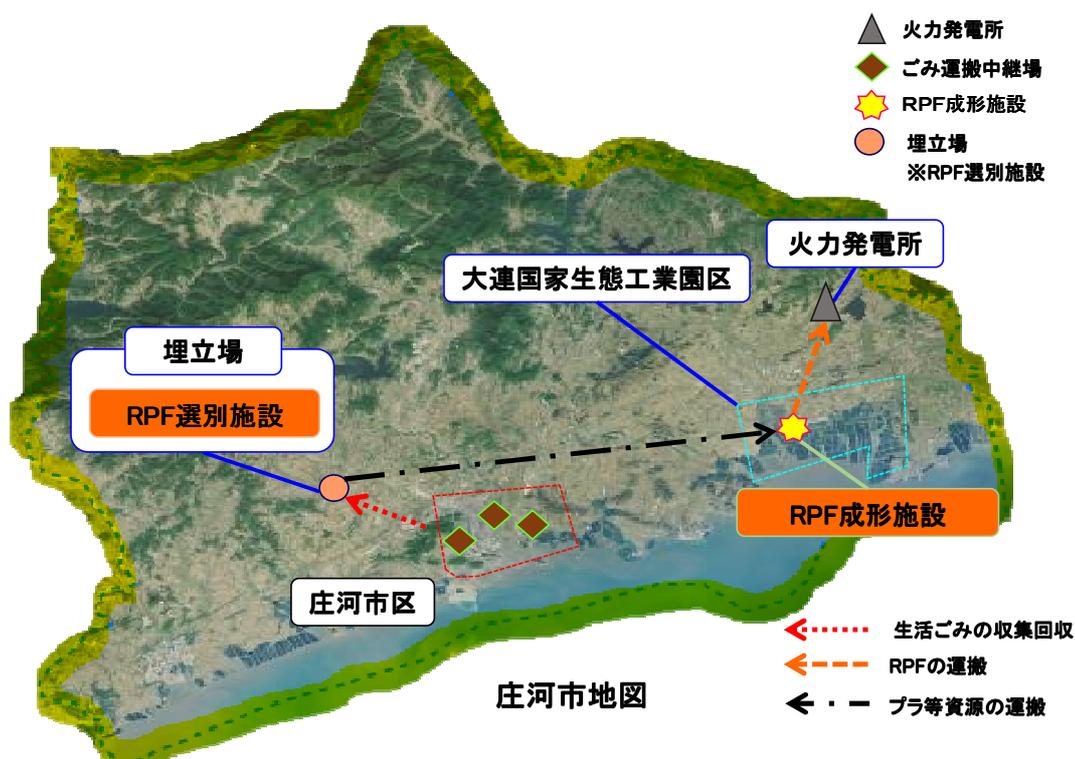


図6.8 本事業の立地

## 6. 4 プラントと設備

### 6. 4. 1 プラントの設計と処理プロセス

- ・立地場所 大連国家生態工業モデル園の土地（建屋付）
- ・生産能力 100t/D（想定）
- ・敷地面積 4,000m<sup>2</sup>
- ・工場面積 3,500m<sup>2</sup>
- ・オフィス棟 500m<sup>2</sup>
- ・原料貯蔵 3日分
- ・製品貯蔵 2日分

処理プロセスと設備を図6. 9と図6. 10に示す。

図 6. 9 処理プロセス

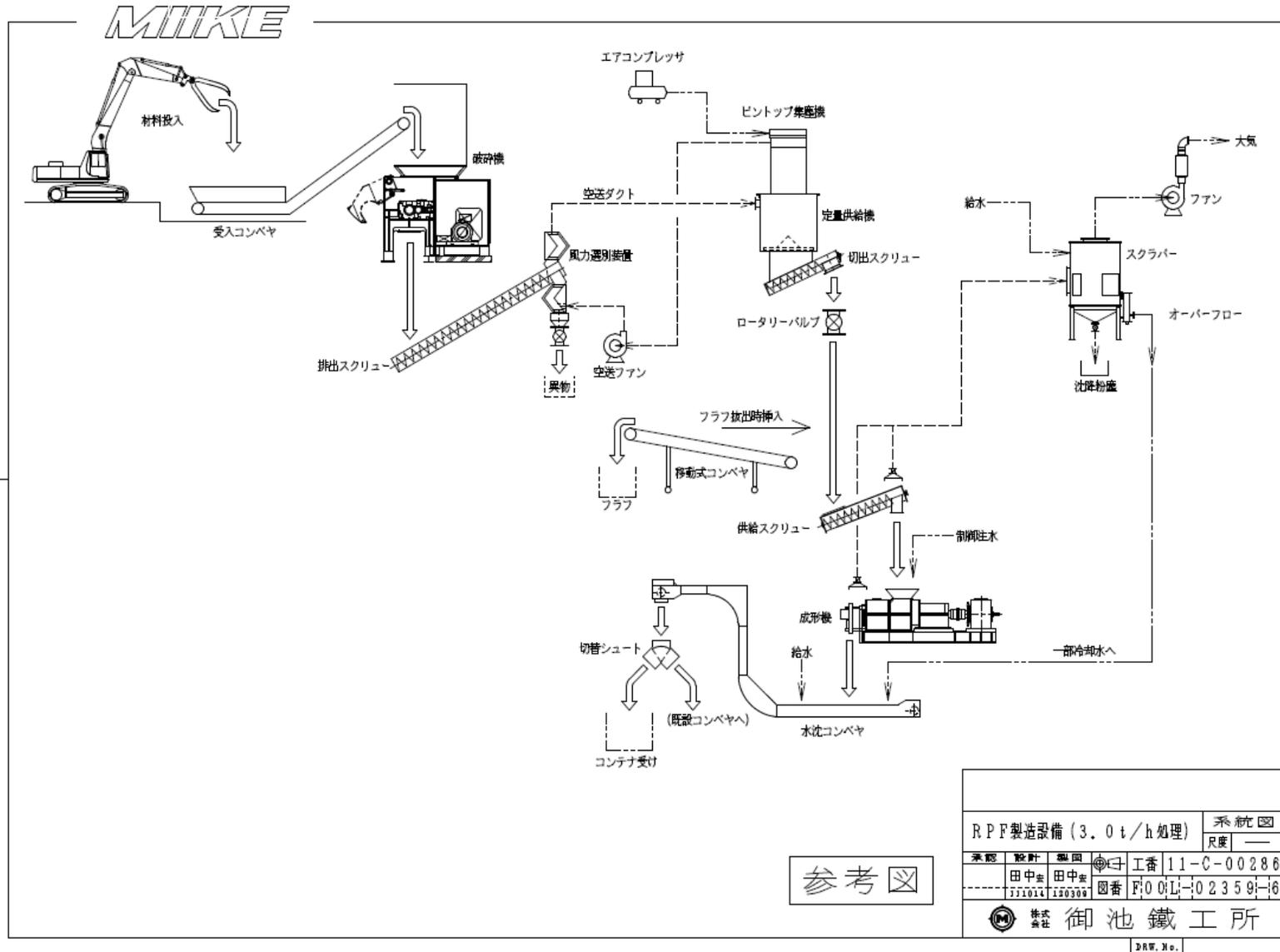
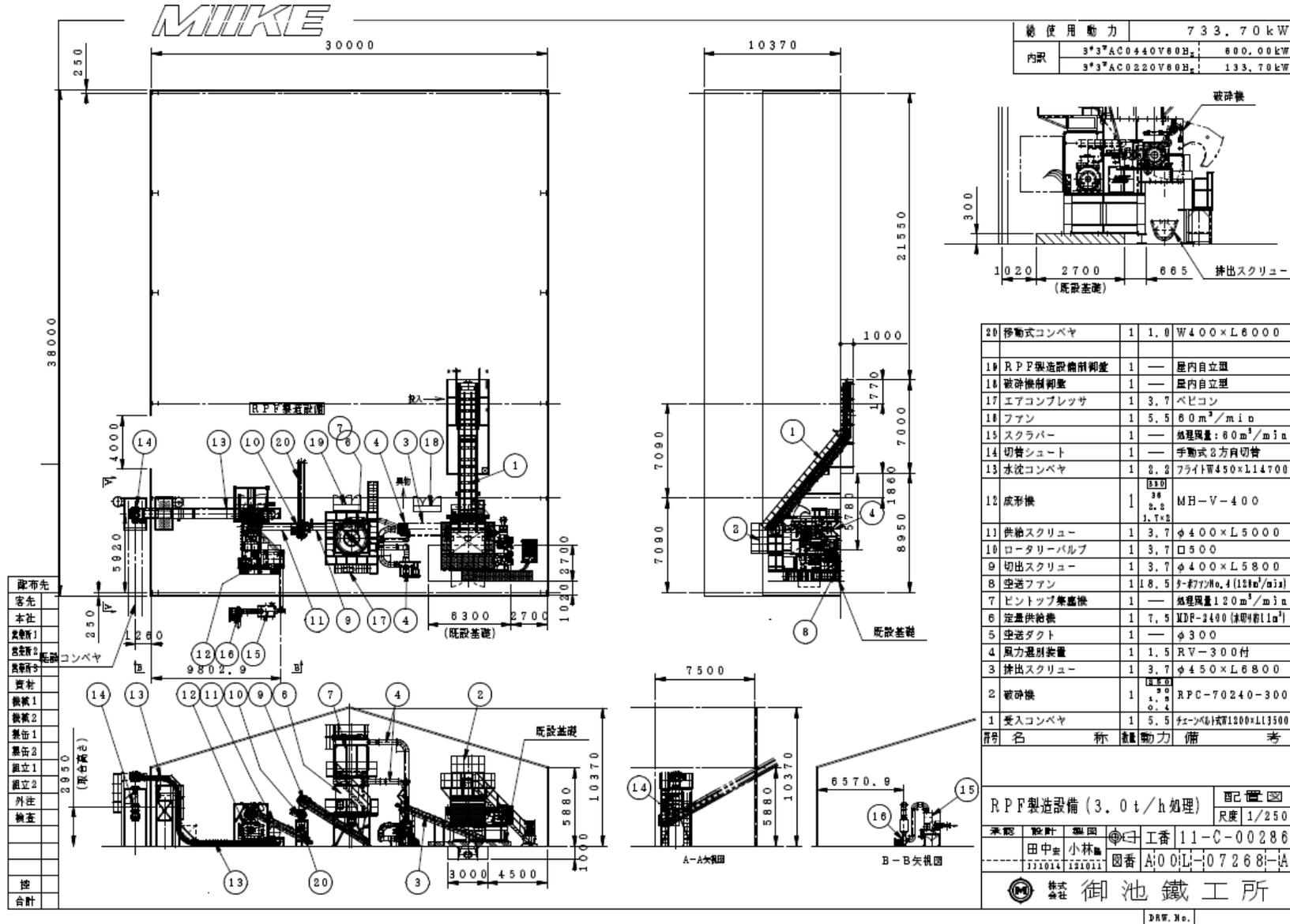


図 6. 10 処理プロセス



#### 6. 4. 2 導入設備の検討

中国では RPF の販売単価が低いことと、有償で原料の調達が必要であることから、投資回収の面ではインシヤルコストを軽減させる必要がある。そこで、中核機である成形機を日本から導入し、周辺の破碎、選別等の機械を中国現地で調達することを検討する。

これまで中国における RPF の機械メーカーを調査してきた。主要な機械およびプラントメーカーを表 6. 2 に示す。このうち、4 社を対象に現地調査を行った。この中で、費用対効果の面では、三和社の設備を導入する可能性が大きいとみられる。

表 6. 2 中国現地における RPF 機械メーカー（ネット調査より）

社名	住所
北京海鼎利通垃圾再生能源技术发展有限公司	北京市朝阳区
中能佳程环保能源科技北京有限公司	北京市朝阳区
碎得机械(北京)有限公司	北京市顺义区北务开发区
天津市辛迪加矿业成型机械厂	天津市津南区
山东福航新能源环保科技有限公司	山东禹城市高新技术开发区
上海盈锐环保科技有限公司	上海市闵行区光华路
上海申嘉三和环保科技开发有限公司	上海市奉贤区
上海申德機械有限公司	上海市松江区
四川雷鸣生物环保工程有限公司	四川省自贡市大安区
深圳恒信华天环保科技有限公司	深圳市罗湖区
广州市昕旺环保科技有限公司	广州市荔湾区

※色付：現地調査済の企業

上海申嘉三和環保科技開發有限公司（上海奉賢工場）の概要を以下に示す；

- ・会社本部（日中合弁会社）：中国上海市
- ・工場（2 箇所）：中国上海奉賢（従業員約 100 名）、張家港（従業員約 100 名）
- ・技術開発センター（1 箇所）：中国西安
- ・日本法人：三和産業株式会社@東京
- ・ホームページ：日本：<http://www.sanwa-sng.co.jp/html/jigyuu.html>  
中国：<http://www.sanwa-sng.com/>

当社設備を以下に示す；

①振動選別機

- 処理対象物：生活ごみ
- 外形寸法：6710×1494×4331mm
- 篩い板：4PCS
- 篩目開：Φ20～100mm（調整可能）
- 傾斜角度：8°～18°（調整可能）
- 処理能力：30～40m<sup>3</sup>/h
- 設備重量：12t
- 電 圧：380V/50Hz
- モーター電力：11kw



図 6 . 1 1 振動選別機

②一軸破碎機

- 処理対象物：振動選別後の軽量物
- 外形寸法：2740×3200×2080mm
- 刃の幅：1500mm
- 刃の直径：Φ490mm
- 回転数：100rpm
- 破碎後のサイズ：60～120mm
- 処理能力：3～10t/h
- 設備重量：12.3t
- 電 圧：380V/50Hz
- モーター消費電力：110+11Kw



図6. 1 2 破碎機

③スクリー式脱水機

- 処理対象物：一軸破碎機処理物
- 外形寸法：5400×2080×1750mm
- 網穴直径：Φ12mm
- スクリュー軸直径：Φ500mm
- 回転数：5～20r/min
- 気圧：0.3～0.6MPa（調整可能）
- 脱水後の含水率：20～25%
- 処理能力：8～10t/h
- 設備重量：5t
- 電 圧：380V/50Hz；
- モーター消費電力：37kW



図6. 1 3 スクリュー式脱水機

導入予定の御池の成形機を図6. 14に示す。



図6. 14 株式会社御池の成形機

### 6. 5 事業運営計画

本事業の運営については、株式会社エコ・クリーンのノウハウを活用し、オペレーションを行う。工場の運営と管理体制を図6. 15に示す。班編成は4班3交替とし、1直あたりの人員は4名×4班であり、1シフトの勤務が8時間（休憩1h、工場は24h運転）として計画する。



図6. 15 工場の運営と管理体制

RPF 工場運営には、製品の品質管理、施設の稼働状況、防災管理および安全衛生教育等が重要である。社内管理用の各書類と概要を以下に整理する；

# 社内分析試験表

RPF

測定機 蛍光X線 \_\_\_\_\_ 年 月 日 曜日

直	時間	測定者	ランク	Cl 塩素値 ppm		S 硫黄値 ppm		含水率
				測定値	平均	測定値	平均	%
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							
	:							

図 6. 1 6 塩素、硫黄、含水率の社内分析試験表

## 品質管理日報

日時 平成 年 月 日 曜日

工場長	品管	リーダー	担当

測定時間	プラ 投入物				繊維 投入物				ミル 投入物				ランク	形状	平均塩素値	含水率	備考
	繊維	紙	プラ	壘 / 枚	繊維	紙	プラ	壘 / 枚	繊維	紙	ミル	壘 / 枚			ppm	%	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	
:																	

図 6. 1 7 品質管理日報

### 成形稼働日報

工場長	リーダー	担当

日時	平成	年	月	日	曜日	直	運転時間	:	~	:	稼働	時間	t/h	t
----	----	---	---	---	----	---	------	---	---	---	----	----	-----	---

測定時間	No	Hz	Hz平均	ミルHz	成形温度	ヒット 温度	製品温度			生産t数 t / h	サイロレベル		備考
							成形	保管	出荷		プラ	繊維	
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:

成形機 減速機 温度			計 算	記 入
時間	1	2		
:	°C	°C		
:	°C	°C		
:	°C	°C		
:	°C	°C		

図 6. 1 8 成形稼働日報

### 防災巡回監視記録表

工場長	設備課長

月 日

設備名称	点検箇所	巡回時間/点検結果											
		:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:	:
ブラ二次 破砕機	シューター部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	落下物目視												
ブラ第一 コンベア	中間部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	点検口目視												
ブラ二次 破砕機	破砕室壁温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	シューター部目視												
ブラ第四 コンベア	中間部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	エンド部目視												
ブラ貯留 タンク	底部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	中間部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
繊維一次 破砕機	シューター部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	落下物目視												
繊維第一 コンベア	中間部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	点検口目視												
繊維二次 破砕機	破砕室壁温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	シューター部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
繊維第四 コンベア	中間部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	エンド部目視												
繊維貯留 タンク	底部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
	中間部温度	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C	°C
巡回者名													

図 6. 1 9 防災巡回監視

# 安全衛生教育指導書

平成 年 月 日  
講師

- 1、適用 新入社員安全衛生教育  
 2、時期 月 日 ( : ~ : )  
 3、受講者  
 4、場所  
 5、時間

指導項目	指導内容	方法	時間
1) 社員の心得	行動の基本指針	輪読	分
2) 安全衛生	5S活動について	講義	
	安全はコミュニケーションから		
	社員同士は人間尊重を大切にする		
	保護具の必要性と重要性		
	従業員が守らなければいけない法的6カ条		
	危険源を見つけて、取り除く為の仕組み作り		
	・危険予知訓練「KYT」手法		
	・リスクアセスメント手法		
熱中症の予防と応急手当			
3) ヒヤリ・ハット活動	ハインリッヒの法則『1:29:300』	講義	
4) 改善提案活動	安全・品質・生産性向上の基本	講義	
3) 製造製品 固形燃料(RPF)	RPFとは	講義	
	JIS規格認証における品質要求事項		
	RPF搬入先		
	工場設備の概要		
	重機日常点検の重要性について		
質疑応答			

※ 私は安全衛生教育で習ったルールを守り安全作業に努めます。

受講者名	受講者名	受講者名

図6. 20 安全衛生教育指導書

## 6. 6 事業実施体制

今回 FS の実施体制を図 6. 2 1 に示す。事業の実施は FS 企業を中心に、他社との連携も検討している。

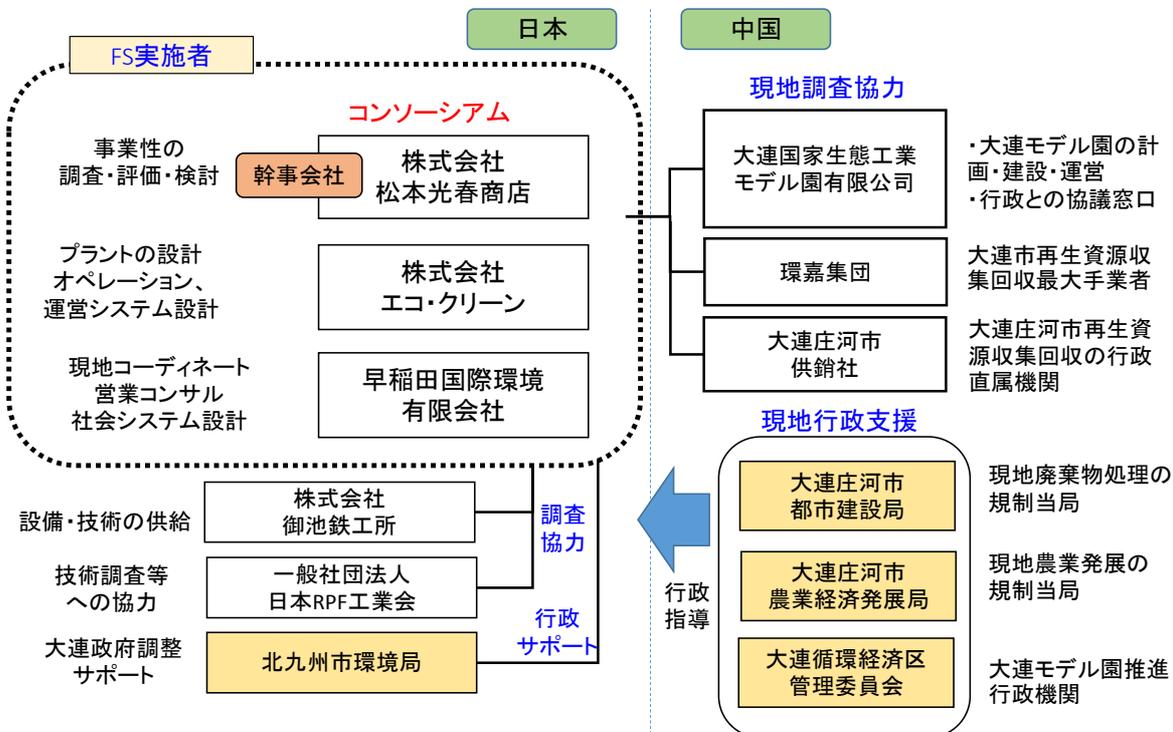


図 6. 2 1 FS の実施体制

本事業は、現地の生活ごみの処理にかかわり、行政とのやり取りとなり、長期的で良好な行政と企業を含めた社会関係の構築が必要不可欠である。このため、実施体制のなかで、「技術の提供および工場の安定的な運営」が日本側の役割であり、「原料の調達、販路の開拓」が現地合弁先の役割となる。現地行政、企業との連携体制の構築状況を以下に整理する。

### 6. 6. 1 行政との連携体制

現地生活ごみの処理に係る事業は基本的に入札制であり、入札資格が設けられている。現段階では外国資本の会社による入札が困難であり、適切な合弁先との連携が必要である。また、現在大連庄河市では大連国家生態工業モデル園區の建設とともに、日中韓三ヶ国の循環経済モデル基地の建設が進められている。このなかで、海外先進技術の導入にあたっては「先試先行」という海外技術の導入によるモデルケースの実施といった現地入札制度とは別に申請可能な枠組みが定められている。これに関しては、大連循環産業経済区管理委員会、大連庄河市都市建設局と申請の可能性を協議している。

また、本事業の内容を大連庄河市都市建設局および尚書臣副市長に提案を行っ

た。事業内容および請求する処理費等、具体的な内容について精査中であり、今後継続的に協議していく予定である。また農業経済発展局にはトウモロコシわらの収集・回収の協力要請を行い、快諾を頂いた。

## 6. 6. 2 合併体制

これまで合併先との斡旋状況を以下に整理する。

### ① 環嘉集団

この会社は大連市における鉄、非鉄、廃プラ、古紙等の資源回収・販売の大手企業である。この会社は2年前より本事業のFSに協力していただき、合併の可能性を検討してきた。現在、この会社は洗浄・選別工場を新たに数か所を展開したばかりであり、プラスチックが暴落するなかで、本業に専念し、体制を立て直す時期となっている。本事業の魅力は感じているが、現段階では新たな分野での投資が困難である結論となった。

### ② 東達集団

この会社は、汚水処理事業および大連国家生態工業モデル園區の運営・管理を主軸としている集団企業である。これまで本事業の立地拠点としてインフラの提供や、現地行政との連携等についてFSを協力してきた。この会社と協議した結果、モデル園區は国家認定の事業であり、中央政府の動向に合わせて方針の修正を行っており、現在は第十二回人民大会の期間中であり、合併の判断はできない。今後、継続的に協議していく予定である。

### ③ 大連骅尔重工有限公司

この会社は、船舶ディーゼルエンジン、風力発電、鉱山、冶金関係の機械メーカーであり、日本の主たる造船会社に機械部品を供給している。大連開発区に工場を有している。この会社は中国における廃棄物処理の市場を見据え、日本の技術企業と合併し、廃棄物処理のプラントメーカーを目指したいと考えている。大連工場では、機械の製造能力があり、生活ごみ処理に関する各地の行政ネットワークも有していると伺った。合併候補の1つとして、これから継続的に協議を行っていく予定である。

## 6. 6. 3 各種ステークホルダーとの連携

また、上記のほかに、本事業で連携できている行政部門を表6. 3に示し、各種ステークホルダー、利害関係企業リストを表6. 4に示す。

表 6. 3 連携できている現地の政府部門と担当者リスト

No.	氏名	団体名	役職
1	尚書臣	大連庄河市人民政府	副市長
2	王勝	大連庄河市都市建設局	副局長
3	孫遜	大連庄河市都市建設局埋立処分場	工場長
4	鄭洪爽	大連庄河市サービス業局	局長
5	楊光	大連循環産業経済区管理委員会	副主任
6	林麗華	大連庄河市農業経済発展局	副局長

表 6. 4 各種ステークホルダー、利害関係企業リスト

No.	役割	業務内容	企業名	連絡窓口氏名	役職
1	合弁先 候補	モデル園區の管理運営	東達集团有限公司	小林均	副総経理
2		再生資源収集回収	環嘉集团有限公司	覃虹	副総経理
3		総合機械メーカー	大連骅尔重工有限公司	郭月新	総経理
4	販売先	発電所	国電電力大連庄河發電有限責任公司	劉明遠	副総経理
5		セメントメーカー	大連小野田水泥有限公司	板屋敦	総経理
6	調査協力、 連携企業	ペレット機械メーカー	大連佳源新能源科技開發有限公司	崔淑華	総経理
7		日系企業進出サポート	北九州市事務所	田代昇三	所長
8			大連ジェトロ	荒畑稔	所長
9		貿易促進	中国国際貿易促進委員会大連分会	孫連運	副会長
10		家具メーカー	創芝家具	篠崎雪雄	総経理
11			大連非凡弁公家具有限公司	尼世山	総経理
12			大連卓尔優約木業有限公司	韓雨	総経理
13	木材関連貿易会社	黒竜江省绥芬河市大洋経貿易有限公司	斉樹友	総経理	

## 6. 7 事業展開スケジュール

これまでのFS結果に踏まえ、現地における廃棄物処理事業を展開する際に、行政との連携が肝心である。中国では人脈を大切する商習慣が強く、人的ネットワークによる推進が必要不可欠である。しかし、現地の行政判断には長いスパンを要する場合が多く、1か所を落とすために精一杯であり、広い中国では各地の行政と人脈による関係づくりが難しく、他地域への横展開が不可能に近い。

そこで、中国市場へ進出するには、1か所でのごみ処理より、日本技術の優位性を発揮できるプラントメーカーとして進出し、中国全土へ処理プラントを展開する型が望ましく、事業拡大の可能性が見えてくる。

そのときに、中国にとってRPF、引いては未利用資源の燃料化事業が新しい概念であり、モデル事業が必要である。ここで大連庄河市でモデル事業を実施し、他地域への横展開を計画したいと考える。

今後の事業展開スケジュールを図6. 22に示す。

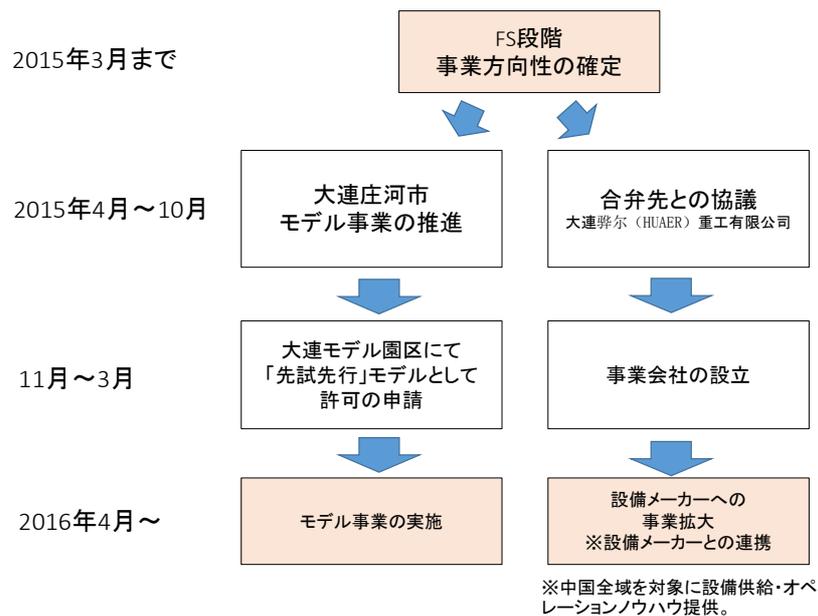


図6. 22 今後の推進スケジュール

1) 合弁先との協議

現在合弁候補として総合機械メーカーである大連驛尔重工有限公司と協議を行っている。これまで数回の意味確認を行い、本事業に対して合意を達成してきた。今後は日本側の参画各社の体制づくりを含め、この会社と具体的な製造、販売計画について協議を推進していく予定である。4月初めに、FS会社および日本側関係者が大連に出張し、この会社と協議する予定である。

2) 大連庄河市におけるモデル事業の推進

合弁先との協議と並行し、第1回目のモデル事業として大連庄河市での展開を推進している。これまでに現地行政担当者と連携体制を構築し、現地調査を踏まえ、RPF事業を市長レベルに提案を行ってきた。さらに、2月上旬に現地行政担当者を日本環境衛生センター主催の廃棄物処理に関する研修に参加してもらい、実際のRPF工場の見学、および日本の廃棄物処理の背景、経験と理念を勉強し、理解を深め、本事業の展開を賛同して頂いた。今後は、現地廃棄物処理の行政のトップである副市長を日本への見学にきてもらい、行政として事業判断を頂くように推進していく予定である。同時に、日中韓三カ国の循環経済モデル基地の建設枠組みにある「先試先行」海外技術導入モデル事業の枠組みに参加するように、現地行政と推進していく予定である。

## 7. 実現可能性の評価

### 7. 1 事業採算性

#### 7. 1. 1 事業損益試算

本事業は、中国政府が推進している廃棄物の適正処理や、再生可能エネルギーの利用促進等にあたり、行政各部署から複数の補助制度が打ち出されている。事業の推進と同時に、補助の申請を行う予定である。

また、中国の石炭生産地はほとんど北方地区にあり、石炭代替燃料へのニーズが南方地区のほうが高く、本事業の製品である RPF の販売単価は、北より南のほうが高いことがわかった。

そこで、補助金獲得の有無および販路開拓状況に合わせて、以下の4つのケースに設定し、事業の損益分析を行った。このことより、Case1 補助金なし、現地販売については、投資資金の回収の見込みがないため、事業性の可能性はない。

よって、今後、南方地区への販売チャンネルと補助金の現実性と期間について継続調査を進める必要がある。

Case1 補助なし、現地販売

Case2 補助なし、南方地区へ販売

Case3 補助あり、現地販売

Case4 補助あり、南方地区へ販売

表 7. 1 事業損益試算表 Case1

項目	細目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1. 収入	<b>1. 1 RPF販売価格 元/Y</b>	<b>7,665,000</b>	<b>10,220,000</b>	<b>10,220,000</b>	<b>10,220,000</b>	<b>10,220,000</b>
	RPF単価 元/t	350	350	350	350	350
	RPF生産能力 t/D	100	100	100	100	100
	稼働率	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
	<b>1. 2 行政処理費収入 元/Y</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>
	処理費単価 元/t	100	100	100	100	100
	処理量 t/D	40	40	40	40	40
	<b>計 元/Y</b>	<b>9,125,000</b>	<b>11,680,000</b>	<b>11,680,000</b>	<b>11,680,000</b>	<b>11,680,000</b>
2. 支出	<b>2. 1 トウモロコシ回収費用</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>
	回収単価 元/t	40	40	40	40	40
	<b>2. 2 設備減価償却 元/Y</b> ※8年として	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>
	設備費 元	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000
	<b>2. 3 電力代 元/Y</b>	<b>4,020,840</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>
	消費電力 kW	900	900	900	900	900
	電力単価 元/kWh	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	運転時間 h/D	24	24	24	24	24
	<b>2. 4 人件費 元/Y</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>
	従業員数 人	50	50	50	50	50
	平均給料 元/月	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	<b>2. 5 設備維持費 元/Y</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>
<b>2. 6 輸送費 元/Y</b>	<b>219,000</b>	<b>292,000</b>	<b>292,000</b>	<b>292,000</b>	<b>292,000</b>	
輸送単価 元/t・km	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
輸送距離 km	20	20	20	20	20	
	<b>計 元/Y</b>	<b>11,015,840</b>	<b>12,429,120</b>	<b>12,429,120</b>	<b>12,429,120</b>	<b>12,429,120</b>
<b>合計 元/Y</b>		<b>-1,890,840</b>	<b>-749,120</b>	<b>-749,120</b>	<b>-749,120</b>	<b>-749,120</b>
<b>合計 円換算/Y</b>		<b>-37,816,800</b>	<b>-14,982,400</b>	<b>-14,982,400</b>	<b>-14,982,400</b>	<b>-14,982,400</b>

表 7. 2 事業損益試算表 Case2

項目	細目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1. 収入	<b>1. 1 RPF販売価格 元/Y</b>	<b>12,045,000</b>	<b>16,060,000</b>	<b>16,060,000</b>	<b>16,060,000</b>	<b>16,060,000</b>
	RPF単価 元/t	550	550	550	550	550
	RPF生産能力 t/D	100	100	100	100	100
	稼働率	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
	<b>1. 2 行政処理費収入 元/Y</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>
	処理費単価 元/t	100	100	100	100	100
	処理量 t/D	40	40	40	40	40
	<b>計 元/Y</b>	<b>13,505,000</b>	<b>17,520,000</b>	<b>17,520,000</b>	<b>17,520,000</b>	<b>17,520,000</b>
	<b>2. 1 トウモロコシ回収費用</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>
	回収単価 元/t	40	40	40	40	40
2. 支出	<b>2. 2 設備減価償却 元/Y</b> ※8年として	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>
	設備費 元	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000
	<b>2. 3 電力代 元/Y</b>	<b>4,020,840</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>
	消費電力 kW	900	900	900	900	900
	電力単価 元/kWh	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	運転時間 h/D	24	24	24	24	24
	<b>2. 4 人件費 元/Y</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>
	従業員数 人	50	50	50	50	50
	平均給料 元/月	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	<b>2. 5 設備維持費 元/Y</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>
<b>2. 6 輸送費 元/Y</b>	<b>1,533,000</b>	<b>2,044,000</b>	<b>2,044,000</b>	<b>2,044,000</b>	<b>2,044,000</b>	
輸送単価 元/t	70	70	70	70	70	
※広州への海運単価として試算						
<b>計 元/Y</b>	<b>12,329,840</b>	<b>14,181,120</b>	<b>14,181,120</b>	<b>14,181,120</b>	<b>14,181,120</b>	
<b>合計 元/Y</b>	<b>1,175,160</b>	<b>3,338,880</b>	<b>3,338,880</b>	<b>3,338,880</b>	<b>3,338,880</b>	
<b>合計 円換算/Y</b>	<b>23,503,200</b>	<b>66,777,600</b>	<b>66,777,600</b>	<b>66,777,600</b>	<b>66,777,600</b>	

表 7. 3 事業損益試算表 Case3

項目	細目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1. 収入	<b>1. 1 RPF販売価格 元/Y</b>	<b>7,665,000</b>	<b>10,220,000</b>	<b>10,220,000</b>	<b>10,220,000</b>	<b>10,220,000</b>
	RPF単価 元/t	350	350	350	350	350
	RPF生産能力 t/D	100	100	100	100	100
	稼働率	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
	<b>1. 2 行政処理費収入 元/Y</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>
	処理費単価 元/t	100	100	100	100	100
	処理量 t/D	40	40	40	40	40
	<b>1. 3 補助金獲得 元/Y</b>	<b>2,190,000</b>	<b>2,920,000</b>	<b>2,920,000</b>	<b>2,920,000</b>	<b>2,920,000</b>
	本事業への補助分試算額 元/t	100	100	100	100	100
	<b>計 元/Y</b>	<b>11,315,000</b>	<b>14,600,000</b>	<b>14,600,000</b>	<b>14,600,000</b>	<b>14,600,000</b>
2. 支出	<b>2. 1 トウモロコシ回収費用</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>
	回収単価 元/t	40	40	40	40	40
	<b>2. 2 設備減価償却 元/Y</b> ※8年として	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>
	設備費 元	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000
	<b>2. 3 電力代 元/Y</b>	<b>4,020,840</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>
	消費電力 kW	900	900	900	900	900
	電力単価 元/kWh	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	運転時間 h/D	24	24	24	24	24
	<b>2. 4 人件費 元/Y</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>
	従業員数 人	50	50	50	50	50
平均給料 元/月	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000	
<b>2. 5 設備維持費 元/Y</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	
<b>2. 6 輸送費 元/Y</b>	<b>219,000</b>	<b>292,000</b>	<b>292,000</b>	<b>292,000</b>	<b>292,000</b>	
輸送単価 元/t・km	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	
輸送距離 km	20	20	20	20	20	
<b>計 元/Y</b>	<b>11,015,840</b>	<b>12,429,120</b>	<b>12,429,120</b>	<b>12,429,120</b>	<b>12,429,120</b>	
<b>合計 元/Y</b>	<b>299,160</b>	<b>2,170,880</b>	<b>2,170,880</b>	<b>2,170,880</b>	<b>2,170,880</b>	
<b>合計 円換算/Y</b>	<b>5,983,200</b>	<b>43,417,600</b>	<b>43,417,600</b>	<b>43,417,600</b>	<b>43,417,600</b>	

表 7. 4 事業損益試算表 Case4

項目	細目	1年目	2年目	3年目	4年目	5年目
1. 収入	<b>1. 1 RPF販売価格 元/Y</b>	<b>12,045,000</b>	<b>16,060,000</b>	<b>16,060,000</b>	<b>16,060,000</b>	<b>16,060,000</b>
	RPF単価 元/t	550	550	550	550	550
	RPF生産能力 t/D	100	100	100	100	100
	稼働率	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8
	<b>1. 2 行政処理費収入 元/Y</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>	<b>1,460,000</b>
	処理費単価 元/t	100	100	100	100	100
	処理量 t/D	40	40	40	40	40
	<b>1. 3 補助金獲得 元/Y</b>	<b>2,190,000</b>	<b>2,920,000</b>	<b>2,920,000</b>	<b>2,920,000</b>	<b>2,920,000</b>
	本事業への補助分試算額 元/t	100	100	100	100	100
	<b>計 元/Y</b>	<b>15,695,000</b>	<b>20,440,000</b>	<b>20,440,000</b>	<b>20,440,000</b>	<b>20,440,000</b>
2. 支出	<b>2. 1 トウモロコシ回収費用</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>	<b>576,000</b>
	回収単価 元/t	40	40	40	40	40
	<b>2. 2 設備減価償却 元/Y</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>	<b>2,500,000</b>
	※8年として					
	設備費 元	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000	20,000,000
	<b>2. 3 電力代 元/Y</b>	<b>4,020,840</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>	<b>5,361,120</b>
	消費電力 kW	900	900	900	900	900
	電力単価 元/kWh	0.85	0.85	0.85	0.85	0.85
	運転時間 h/D	24	24	24	24	24
	<b>2. 4 人件費 元/Y</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>	<b>3,000,000</b>
	従業員数 人	50	50	50	50	50
	平均給料 元/月	5,000	5,000	5,000	5,000	5,000
	<b>2. 5 設備維持費 元/Y</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>	<b>700,000</b>
	<b>2. 6 輸送費 元/Y</b>	<b>1,533,000</b>	<b>2,044,000</b>	<b>2,044,000</b>	<b>2,044,000</b>	<b>2,044,000</b>
	輸送単価 元/t	70	70	70	70	70
※広州への海運単価として試算						
<b>計 元/Y</b>	<b>12,329,840</b>	<b>14,181,120</b>	<b>14,181,120</b>	<b>14,181,120</b>	<b>14,181,120</b>	
<b>合計 元/Y</b>	<b>3,365,160</b>	<b>6,258,880</b>	<b>6,258,880</b>	<b>6,258,880</b>	<b>6,258,880</b>	
<b>合計 円換算/Y</b>	<b>67,303,200</b>	<b>125,177,600</b>	<b>125,177,600</b>	<b>125,177,600</b>	<b>125,177,600</b>	

## 7. 1. 2 投資回収

初期投資額を表 7. 5 に示す。

表 7. 5 初期投資額

分類	項目	投資額
イニシャルコスト	設備費 元	20,000,000
ランニングコスト ※1年分	トウモロコシ回収費 元	576,000
	電力代 元	4,020,000
	人件費 元	3,000,000
	設備維持費 元	700,000
	輸送費 元	219,000
合計 元		28,515,000
合計 円換算		570,300,000

Case2, 3, 4 の投資回収は、

Case2 : 9.1 年

Case3 : 14.0 年

Case4 : 5.0 年

## 7. 2 環境負荷低減効果

### 1) 埋立処分量の削減効果

埋立削減量=RPF 生産量=80t/D (29, 200t/Y)

### 2) エネルギーの削減効果

製品 RPF はすべて石炭の代替燃料として利用されることを想定している。

- ・生産消費エネルギー：  $900\text{kW} \times 24\text{h} / 80\text{t} / 1,000 = 0.27\text{kWh/kg} = 232.3\text{kcal/kg}$
- ・製品 RPF エネルギー： 6070kcal/kg (試験結果より)

※1kWh = 860.42065kcal として

上記より、エネルギー削減量=製品 RPF エネルギー - 生産消費エネルギー  
=5,837.7kcal/kg (5.84E+8kcal/D)

### 3) 温室効果ガスの削減効果

原料組成をプラ 40t/D、トウモロコシわら 60t/D、稼働率 80%として試算する。

表 7. 7 CO2 削減効果

項目	前提条件	節約した石炭	CO2 削減量換算
RPF	<ul style="list-style-type: none"> <li>・処理規模 100t/D</li> <li>・石炭と同等の発熱量として</li> <li>・石炭代替燃料として販売利用</li> </ul>	80t/D (29, 200t/Y)	石炭 CO2 排出量 68,036t/Y RPF CO2 排出量 40,442t/Y ⇒ CO2 削減量 27,594t/Y

※石炭燃焼 CO2 排出係数：2.33t-CO2/t

プラスチック類燃焼 CO2 排出係数：2.77t-CO2/t

環境省温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧より

## 7. 3 社会的受容性

中国を代表するモデル園区が立地する大連庄河市における埋立回避の課題に対し、日本の合理的な対策システムを提案・導入することによって日中両国の行政、市民、企業にとって国際社会においても受容性の高い事業であると考えられる。

また、本事業の整備を検討する大連国家生態工業モデル園（静脈産業類）は、庄河市の大連循環産業経済区に位置する中国国家認定の都市鉱産モデル基地であり、国から様々な資金補助や投資ライセンス申請時の指導が受けられる。

大連モデル園は中国国家環境戦略においても重要な位置付けとなっている。代表的な国家レベルの認定等を以下に示す；

◇国務院、中国国家発展改革委員会より東北地区旧工業基地を振興するための 43 件の重点推進プロジェクトの一つに指定（国務院発【2009 年】33 号公文）。

◇環境部【2009】328号公文より静脈産業と輸入廃棄物団地化管理モデル園区として承認（中国9拠点）

◇中国国家「都市鉱産」モデル基地（2011年9月認定）で、遼寧省循環経済の重点的なモデル園区でもあり、国家遼寧沿海経済ベルト「北黄海戦略」の推進力である。

◇「第12次5カ年計画」期間において大連市が重点的に支援する現代産業集中園区。（大連市曹愛華常務副市長が園区建設調整会議の組長として実行管理）

現在、中国では廃棄物の処理問題が喫緊な課題となり、廃棄物の減量化が中央政府から国力を挙げて取り組んでいる重要な課題である。そこで、中国社会に新たな技術と廃棄物処理の概念を導入し、日本の技術力の優位性を発揮し、現地の廃棄物処理と再生エネルギーの利用促進の両面に貢献できる。現地市民や庄河市において社会的な受容性が高いと見込まれる。

本事業の実現により、以下の環境・社会・経済的な効果が得られる；

#### ①環境効果

・現地インフラでは処理困難な生活ごみの一部とトウモロコシわらの適正処理を実現；

・庄河市埋立処分量が100t/Dの減量化；

・温室効果ガス排出削減量換算すると約4万t-CO<sub>2</sub>/Yの削減効果。

#### ②社会効果

・サーマルリサイクルの概念を大連市に導入し、モデルケースとして一般市民への環境教育等への活用が可能であり、環境意識の向上が図れると考えられる。

・大連モデル園内において地元行政と連携した未利用資源のリサイクルシステムモデル事業の展開（中国内への普及型モデル）

#### ③経済効果

・サーマルリサイクルとして、5.88E+8kcal/Dのエネルギー削減効果；

・石炭代替燃料として、約100t-石炭/日（約3.65万t-石炭/年）の削減効果；

本調査の途中で、以下に示す立場の方に本事業の社会的受容性についてヒアリングを行った。

#### 1) 行政

中国大連市と北九州市は循環型都市協力事業に関する覚書（2009年）に調印し、年1回のフォローアップ会議を行っている。本事業は、2013年2月下旬に開催された会議に出席し、日中両方の協力事業として大連市行政への提案を積極的に行った。今回の調査では、本事業を現地行政当局である大連庄河市都市建設局および尚書臣副市長に提案を行い、市長レベルから積極的な検討と対

応を頂いた。さらに現地担当者（都市建設局の王勝副局長と農業経済発展局の林麗華副局長）が来日し、実際の工場見学を行い、本事業の展開について積極的な対応を頂いた。上述より、日中両方の行政から本事業の受容性が高いと認識できる。

## 2) 企業

これまでに訪問した企業を対象にヒアリングを行った。その結果を以下に示す。

- ・資源回収会社

未利用資源の有効利用は国が推進する方策であり、賛同する。

- ・RPF の利用側発電所

発熱量や着火温度等の受入基準をクリアでき、コスト増にならない限り、再生可能エネルギーの推進の面では、積極的に受け入れたい。この場合、国の補助金について共同で獲得の可能性を探りたい。

- ・機械メーカー

中国の深刻なごみ処理問題を背景に、莫大な市場として捉え、日本の技術力を生かして適正処理に貢献できる事業であり、本事業に賛同する。

## 3) 一般市民

大連庄河市および大連市内の一般市民約 50 名に、本事業の受容性についてヒアリングを行った。このなかで、ほとんどの人が排ガスの有無について関心がある。これはごみ焼却によるダイオキシンの発生があると知られているからであり、一般市民の環境意識の向上を表していることだと考えられる。このため、現在中国の都市部でごみ焼却施設の新規建設に住民の反対が多い。そこで、本事業は物理的な変化であり、排ガスは伴わないことを説明し、納得が得られた。また未利用資源を有効活用できるため、ほとんどが賛同の声を頂いた。

## 8. 今後の方向性

### 8. 1 事業化に向けた課題と今後の対応

事業化に向けた主要な課題と今後の対応を以下に整理する；

#### 1) 原料の課題

本事業はマテリアルリサイクルとして不適な劣化廃プラスチックを主原料としている。中国の現状では、日本ではマテリアルとして利用しない比較的に低品質なプラスチックも回収され、マテリアルとして低品質な製品の製造に再利用されている。このため、日本と比べ RPF に回すプラスチックの割合が小さい。また、現地ではサーマルリサイクルの施設がなく、マテリアルとして利用されないものは回収せずに埋立処分されているのが現状である。

現在、大連市等の大都市では再生資源の回収拠点を増やし、使用済みビニール袋を含めて大量に回収し、リサイクルされているため、埋立ごみ中の廃プラの量が減少傾向にある。庄河市も今後資源の回収率を高める計画があり、まだ長期的な視点では廃棄したプラスチックの量は段々減少すると考えられる。

このため、廃棄物処理の視点からでは、廃プラスチックの処理より、トウモロコシわらやその他の埋立ごみのほうが適正処理のニーズが高いことがわかった。今後事業を推進していくなかで、取扱い未利用資源の処理対象物の種類や量を戦略的に検討していく必要がある。

#### 2) 中国政府の課題

現地における廃棄物処理業を行うにあたり、入札制度で実施するのが一般的である。入札資格が定められ、新たな外資企業の参入が難しい。そこで、大連庄河市では中央政府が主導する日中韓三ヶ国の循環経済モデル基地として位置づけられた大連国家生態興業モデル園区の建設が推進されている。このなかで海外の先進技術を導入する際には「先試先行」というモデル事業の枠組みがある。この枠組みは、入札制度とは別に設けられている。海外企業の入居に対する優遇政策の1つとして、申請の可能性を現地行政と協議していく予定である。

また、現地行政は、新規公共事業投資について躊躇しており楽観的ではない。習近平国家主席が就任して以来、中央政府が地方政府の腐敗、賄賂等の懸念を整頓し、余分な投資を抑えている状況にある。政府全体の姿勢を整え、担当者への監督・管理を強化している反面、投資すべき新規事業への投資判断ができなくなってしまうのが現状である。また中国の行政担当者は、2、3年という短期間で配置転換になるケースが多い。このため、行政担当者にとって、在任期間中に良い実績を出すより問題を起こさないという保守思考になっているのが現状である。

現在は中国の第12次人民大会の期間中であり、環境保護および廃棄物の適正処理の徹底を再度提唱している一方、その実行力を如何に高めるかが肝要で

ある。本事業は現地行政と連携を継続的に協議・推進していく予定である。

### 3) 現地政府のニーズ

本事業は現地の未利用資源である廃プラスチックとトウモロコシわらを燃料化し、適正処理と同時に、熱回収を行う事業であり、現地政府からの賛同と支援が得られている。トウモロコシわらの適正処理のニーズが高く、農業経済発展局から農家へ回収の呼びかけ等の協力が可能であり、積極的な姿勢を示した。一方で、生活ごみの現地当局である都市建設局と協議してきた所、行政の立場からは、廃棄物の減量化が1つのモチベーションではあるが、生活ごみの処理問題を解決するためには、廃プラスチックのみではなく、其他のごみ処理も重要であり、ごみ全体の処理方法の提案が求められている。

そこで、本事業では中国で将来的にサーマルリサイクルに回す廃プラスチックの減少を鑑み、未利用資源の燃料化の視点から、生活ごみ中のその他の可燃分の燃料化に関しても視野に入れながら事業を進めたいと考えている。

本事業ではごみ処理と再生燃料の製造販売の2つの軸があるが、中国の実態から、そのニーズは燃料の販売より生活ごみの適正処理側にあり、市場規模も断然大きいものである。今後こういった視点も含め、戦略的な中国進出の検討を行う。

### 4) ごみ分別等の環境教育の課題

本事業の実施にあたり、ごみの分別回収が肝心であり、コスト削減のポイントとなる。しかし、現地ではインフラが整備されていないがゆえ、分別回収なされていないのが現状である。そこで、初期段階では生活ごみからの分別はやむを得ないことになるが、事業のスタートと同時に、一般市民向けごみ分別の推進活動を展開する必要がある。これは行政との協働作業が必要であり、ごみ分別の行為を推進するのではなく、環境教育システムの開発を含め、計画的に推進していく必要がある。これは短期間では効果が期待できないため、一般市民からの分別項目を有料で回収するスキームも検討する。市民向けの環境教育をシステム的で長期的に実施することが必要である。一方、当面の課題として、行政責任者へ教育の必要性も感じている。これについては、日本への研修・見学が効果的であり、今後も市長レベルの行政要人を日本への見学要請をし、継続的に推進していく予定である。

### 5) 進出戦略と合弁の検討

本事業は現地未利用資源の燃料化事業から発案し、現地における RPF 工場の運営事業から検討し始めた。しかし、実際に実施する際に、日本の機械を導入するにはコストが高く、中核設備を日本から導入し、周辺設備は現地調達の方法で実施予定である。日本設備の場合、導入後のメンテナンスが遠隔

であり不便な点がある。また、廃棄物の処理は行政の業務であり、中国行政との斡旋には外資企業より、現地企業の役割であり、日本企業が工場の運営事業者としての他地域への横展開が難しい。そのため、中国に設備メーカーとして展開するほうが、大幅にコストダウンが可能であり、中国の市場に合致する。日本の技術力の優位性を発揮し、中国全土への事業拡大の可能性もあると考えられる。

## 8. 2 結語

今回の調査では、大連庄河市現地の現場で廃棄物処理が喫緊な課題であることを改めて実感できた。中国の廃棄物処理市場を実感する一方、適正な処理方式が確立されておらず、莫大な市場が眠っており、隣国である日本の技術力を発揮する絶好のチャンスであると捉えられる。

中国の廃棄物処理方式として焼却（約 1 割）と埋立が主流であり、導入された焼却施設が動いていないことや、埋立処分場が臭気の問題で稼働していないことが今回の調査の途中で他地域を含め複数件を耳にし、全国的にごみの処理に困っていることが明らかとなっている。

中国では、焼却発電事業は売電と行政からの廃棄物処理料の 2 つの収入源がある。売電にはバイオマス発電の補助金が付与される。現地の計算によると 400t/D の処理量が採算性のしきい値となる。大連庄河市のごみ発生量は約 300t/D となり、量的には不適であるとみられる。また全国からみても 400t/D 以下の地域が大半を占めている。さらに焼却発電施設の規模が大きく、オペレーションにはほとんど委託が必要であり、経済的に余裕のある地域にしか向いていない。

そこで、中国は、安価で簡易的で適正処理を実現可能なシンプルな処理プロセスが求められている。大規模な処理施設は大都市に限定的であり、国土面積が広い中国にとっては、大都市周辺のごみを固形化し、再利用可能な発電所や焼却施設へ持っていくシステムが必要である。すなわち、日本の「広域処理」の概念を導入すべきであると考えられる。

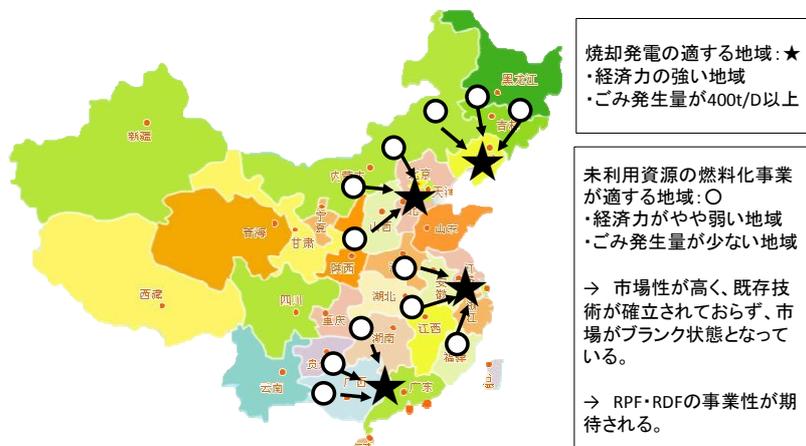


図 8. 1 中国における未利用資源の燃料化事業のニーズ

中国では、生活ごみの焼却発電事業の損益分岐点は、生活ごみの発生量が 400t/D である。大連庄河市のゴミ発生量は約 300t/D であり、量的には焼却発電設備は不適當であるとみられる。

ビジネスモデルとしては、行政の生活ごみ埋立処理場の管理費用および造成費用の削減からの費用補填、販売先では石炭代替エネルギー補助金を販売価格へ一部補填（しかも石炭価格よりも安価）により、再生固形燃料（RPF）製造・販売事業は、投資額 2 千萬元（4 億円）で、年間売上高 1.5～2 千萬元（3～4 億円）、投資回収約 6.5 年となる。現状では、地元企業と組む中で中国企業から中国政府に対し、設備投資の補助も含め各種補助を受けて初期から収益を上げていく調整が必要と考え、継続して行政と協議していく。

本事業は、大連庄河市における未利用分の劣化廃プラスチックとモロコシわらを主原料とし、RPF を製造するモデル事業をめざし、推進しているが、現地行政からは、廃プラスチックのみではなく、ほかの可燃ごみも処理してほしい依頼があった。そこで、中国における廃プラスチックのリサイクル率を高め、将来的に RPF に回す劣化プラスチックの量が減少することを鑑み、取扱い処理対象物の種類拡大も視野に入れながら、現地行政のニーズに応じて、事業展開を検討したいと考えている。

また、本事業を推進するために、現地行政と協議してきた。基本的に現地の廃棄物の処理は行政の業務であり、行政と斡旋するなかで、中国政府の考え方、対応のスピード等の実態がわかってきたと同時に、本事業の推進にあたる課題と今後の対応を明確化した。そこで、外資企業が中国における廃棄物処理に係る事業を運営するには、他地域への横展開が困難であり、モデル事業の運営のほかに、機械メーカーとしての進出方式が適していると考えられる。こういった視点を含め、現地合弁先との協議を推進していく。ここで、FS 実施者を中心に、設備メーカーの参画を含め、日本側の実施体制を見直していく予定である。