

中華人民共和国
日中友好環境保全センター/中国-ASEAN 環境保護センター

中華人民共和国循環型経済推進プロジェクト
サブプロジェクト3
静脈産業類生態工業園整備の推進
サブプロジェクト事業完了報告書

平成 25 年 3 月
(2013 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社
JFE テクノリサーチ株式会社

為替レート（2013年3月 JICA 精算レート）
1 元 = 14.490 円

目次

第1章	はじめに.....	1
1.1	循環型経済推進プロジェクトとサブプロジェクト3の関連.....	1
1.2	サブプロジェクト3の活動フロー.....	4
第2章	サブプロジェクト3の概要と活動内容.....	6
2.1	成果達成状況.....	6
2.1.1	サブプロジェクト目標の達成状況.....	6
2.1.2	成果の達成状況.....	6
第3章	現状分析と対象廃棄物の実態.....	10
3.1	既存資料の収集と現状分析.....	10
3.2	対象廃棄物の選定.....	13
3.3	対象廃棄物の実態調査.....	14
3.3.1	調査内容.....	14
3.3.2	再委託業者の選定.....	15
3.3.3	瀋陽市の調査結果概要.....	15
3.3.4	臨沂市の調査結果概要.....	18
3.3.5	蘇州市の調査結果概要.....	22
第4章	静脈産業類生態工業園の整備計画案.....	27
4.1	計画シナリオ.....	28
4.1.1	瀋陽市のシナリオ.....	28
4.1.2	臨沂市のシナリオ.....	28
4.1.3	蘇州市のシナリオ.....	29
4.2	瀋陽市の整備計画.....	30
4.2.1	対象廃棄物の収集及び循環資源の物流.....	30
4.2.2	施設に関する計画.....	32
4.2.3	園区の発展・運営の支援計画.....	36
4.3	臨沂市の整備計画.....	40
4.3.1	対象廃棄物の収集及び循環資源の物流.....	40
4.3.2	施設に関する計画.....	42
4.3.3	園区の発展・運営の支援計画.....	46
4.4	蘇州市の整備計画.....	50
4.4.1	対象廃棄物の収集及び循環資源の物流.....	50
4.4.2	施設に関する計画.....	52
4.4.3	園区の発展・運営の支援計画.....	55
第5章	静脈産業類生態工業園整備ガイドライン（案）.....	59
5.1	ガイドライン案作成の意義と位置づけ.....	59
5.2	静脈産業類生態工業園の計画シナリオ.....	61

5.2.1	産業園区の類型化	61
5.2.2	静脈産業園区構築が目指す将来ビジョン	61
5.2.3	計画目標と指標	62
5.3	静脈産業類生態工業園の整備計画	63
5.3.1	園区の中核事業の設定	63
5.3.2	園区の適地選定	63
5.3.3	園区の適地選定を踏まえた効率的な物流と収集エリアの選定	64
5.3.4	適正技術の導入	65
5.3.5	資源循環利用	68
5.4	静脈産業類生態工業園整備の効果分析	68
5.4.1	計画内容の財務的・経済的效果分析	68
5.4.2	計画内容の環境的效果分析	69
5.5	静脈産業類生態工業園整備に対する支援措置	70
5.5.1	園区運営の組織機構の構築	70
第6章	インベントリ調査結果	72
6.1	日本でのインベントリ調査の実施方法	72
6.2	廃棄物処理の変遷	72
6.2.1	日本の廃棄物処理に係わる法律の変遷	72
6.2.2	廃棄物処理に関わる法律	73
6.2.3	日本で起きた代表的な廃棄物処理の問題と解決策	75
6.3	日本の環境技術・資源再利用技術の体系	75
6.3.1	日本の廃棄物処理の基本方針	75
6.3.2	技術体系	75
6.4	個別の環境技術・資源再利用技術の概要	77
6.4.1	既存資料を基にした環境技術・資源再利用循環技術を網羅した事例集	77
6.4.2	対象廃棄物に対する個別技術の事例集	81
第7章	リエンジニアリングの検討	87
7.1	調査の方法	87
7.1.1	現状や課題に関する調査の方法	87
7.1.2	日本の技術による対策の検討方法	87
7.1.3	経済性の検討方法	88
7.1.4	事業性の評価方法	88
7.1.5	感度分析の方法	89
7.1.6	日本の技術の変更点、適応性の検討方法	89
7.2	対象廃棄物の検討結果	90
7.2.1	廃プラスチック	90
7.2.2	廃家電、廃電気電子機器	96
7.2.3	廃電線ケーブル	102
7.2.4	廃自動車	106
7.2.5	廃タイヤ	110

7.2.6	鉛蓄電池	116
7.2.7	廃エンジンオイル・廃乳化液	120
7.2.8	食品廃棄物	125
7.2.9	下水汚泥	130
7.2.10	都市生活ごみ	137
7.2.11	汚染土壌	140
第8章	資源循環空間データベース	146
8.1	園区立地計画の手順	146
8.2	日本の地図情報による GIS を使った解析例（数種類の循環資源を対象とする園区立地計画の検討）	147
8.2.1	住民側からのアプローチによる適地抽出	148
8.2.2	経営者側からのアプローチによる適地選定	151
8.2.3	住民側と経営者側のアプローチを統合した候補地の選定	155
8.3	中国への適用性の検討	157
第9章	3都市セミナー/ 公聴会	162
9.1	第1回現地セミナー（2011年10月）	162
9.1.1	循環型経済促進プロジェクト中間成果発表会	162
9.1.2	サブプロジェクト3 静脈産業類生態工業園整備の推進に係わるセミナー	163
9.1.3	まとめおよび今後の方針	168
9.2	第2回現地セミナー（2012年11月）	170
9.2.1	日系企業を対象とした事前説明会	170
9.2.2	事業進捗報告書第3号説明・協議会	176
9.3	最終現地セミナー（2013年2月）	179
9.4	調査対象3都市での公聴会	184
9.4.1	第1回公聴会（2012年1月）	184
9.4.2	第2回公聴会（2012年6月）	185
第10章	全国の静脈産業類工業園の基本構想案	198
10.1	中国の静脈産業の発展における問題	198
10.2	中国の静脈産業の発展における政策提言	199
第11章	サブプロジェクト3の実施運営上の課題・工夫・教訓	200
11.1	C/Pとの協働による本プロジェクトの実施	200
11.2	セミナー・公聴会を活用したコミュニケーションの向上	200
11.3	継続的な成果及び関連情報の共有	200
11.4	民間連携のアプローチ	201
11.5	廃棄物管理・循環資源に係る所掌範囲と本サブプロジェクトの活動範囲	201
11.6	急速に変化している中国への対応	202
11.7	関連プロジェクト間の連携	202

第12章 提言.....	203
12.1 静脈産業の推進で取り組むべき優先課題	203
12.2 リサイクル事業への政策・制度による支援策の提言	203
12.3 基本構想案に基づく静脈産業類生態工業園区の全国展開	204
12.4 ガイドライン案に基づくパイロット事業の実施	204
12.5 関連省庁間の連携	205
12.6 民間連携のアプローチ	205
12.7 資源循環空間データベースの適用	206

図リスト

図 1-1	中国側のスーパーゴールの達成に向けた本プロジェクトの位置づけ	2
図 1-2	本サブプロジェクトと本プロジェクトの目標及び成果.....	2
図 1-3	サブプロジェクトの実施体制	3
図 1-4	プロジェクト対象地（北京市、瀋陽市、臨沂市、蘇州市）の位置.....	4
図 4-1	瀋陽市の現況図.....	31
図 4-2	瀋陽市の将来計画図	31
図 4-3	環境産業基地での施設間の相互活用とカスケード利用.....	35
図 4-4	園区の管理体制の全体像	37
図 4-5	ホームページ掲載する投資・企業誘致に係る情報.....	38
図 4-6	資源収集の地域範囲のイメージ.....	41
図 4-7	臨沂市の現況図.....	41
図 4-8	臨沂市の将来計画図	42
図 4-9	山東省徳力西再生塑料生態工業園での施設間の相互活用とカスケード利用.....	46
図 4-10	園区の管理体制.....	47
図 4-11	ホームページ掲載する投資・企業誘致に係る情報.....	48
図 4-12	蘇州市の現況図.....	51
図 4-13	蘇州市の将来計画図.....	51
図 4-14	蘇州市光大国家静脈産業モデル園での施設間の相互活用とカスケード利用.....	55
図 4-15	園区の管理体制.....	56
図 4-16	ホームページ掲載する投資・企業誘致に係る情報.....	57
図 5-1	静脈産業類生態工業園区整備のフロー図.....	60
図 5-2	静脈産業類生態工業園の適地選定手法	64
図 5-3	日本・欧米等の環境・資源化技術を導入・応用する際のフロー	66
図 5-4	政府と民間企業の協力体制	70
図 6-1	施策体系	74
図 6-2	3R を軸とする廃棄物処理フロー	76
図 7-1	プラスチックの識別表示の例	92
図 7-2	廃プラスチック処理フロー図	92
図 7-3	近赤外線分離システムの例.....	93
図 7-4	廃プラスチックリサイクルの物質収支	93
図 7-5	年間受入れ量と単純回収年の関係図.....	94
図 7-6	廃プラスチック購入価格と単純回収年の関係図	95
図 7-7	補助金の補助率による年間受入れ量と単純回収年の関係図	95
図 7-8	廃プラスチック購入価格と単純回収年の関係図	95
図 7-9	湿式精錬における貴金属回収フローの例.....	98
図 7-10	廃家電の金属類の処理フロー図.....	98
図 7-11	廃家電の金属類の物質収支	99
図 7-12	年間受入れ量と単純回収年の関係図.....	100
図 7-13	スクラップ銅購入価格と単純回収年の関係図.....	100

図 7-14	回収銅販売価格と単純回収年の関係図	101
図 7-15	LME(London Metal Exchange)の銅の相場変動	101
図 7-16	廃電線ケーブル処理のフロー図	103
図 7-17	廃電線ケーブルリサイクルの物質収支	103
図 7-18	年間受入れ量と単純回収年の関係図	105
図 7-19	廃電線購入価格と単純回収年の関係図	105
図 7-20	回収銅販売価格と単純回収年の関係図	105
図 7-21	廃電線購入価格と回収銅販売価格が同率で変動した場合の単純回収年との関係図	106
図 7-22	廃自動車解体のフロー図	108
図 7-23	廃自動車の破碎選別と焼却・熱回収のフロー図	109
図 7-24	廃自動車の物質収支	109
図 7-25	廃タイヤの破碎機の例	111
図 7-26	廃タイヤ熱分解システムのフロー図	112
図 7-27	廃タイヤリサイクルの物質収支	112
図 7-28	瀋陽市調査結果を基にした廃タイヤ熱分解の収入と支出の関係	113
図 7-29	年間受入れ量と単純回収年の関係図	114
図 7-30	廃タイヤ購入価格と単純回収年の関係図	114
図 7-31	補助金の補助率が変化した場合の年間受入れ量と単純回収年の関係図	115
図 7-32	再生油・圧縮炭販売価格と単純回収年の関係図	115
図 7-33	廃鉛蓄電池の解体フロー図	117
図 7-34	廃鉛蓄電池リサイクルの物質収支	117
図 7-35	年間受入れ量と単純回収年の関係図	119
図 7-36	回収鉛販売価格と単純回収年の関係図	119
図 7-37	廃鉛蓄電池購入価格と回収鉛販売価格が同率で変動した場合の単純回収年との関係図	119
図 7-38	LME(London Metal Exchange)の鉛の相場変動	120
図 7-39	廃エンジンオイルの写真	122
図 7-40	再生潤滑油の製造フロー	122
図 7-41	廃乳化液の固形燃料化システムのフロー図 ²⁸	122
図 7-42	固形燃料の構成図	123
図 7-43	廃エンジンオイル・廃乳化液リサイクルの物質収支	123
図 7-44	年間受入れ量と単純回収年の関係図	124
図 7-45	再生潤滑油販売価格と単純回収年の関係図	124
図 7-46	食品廃棄物メタン発酵のフロー図	126
図 7-47	食品廃棄物メタン発酵の物質収支	127
図 7-48	年間受入れ量と単純回収年の関係図	128
図 7-49	食品廃棄物処理単価と単純回収年の関係図	129
図 7-50	補助金の補助率が変化した場合の年間受入れ量と単純回収年の関係図	129
図 7-51	売電単価と単純回収年の関係図	129
図 7-52	下水汚泥メタン発酵のフロー図	131
図 7-53	下水汚泥燃料化用の乾燥機の図	132

図 7-54	下水汚泥（メタン発酵）の物質収支.....	132
図 7-55	下水汚泥（燃料化）の物質収支.....	132
図 7-56	年間受入れ量と単純回収年の関係図.....	134
図 7-57	下水汚泥処理単価と単純回収年の関係図.....	135
図 7-58	補助金の補助率が変化した場合の年間受入れ量と単純回収年の関係図.....	135
図 7-59	売電単価と単純回収年の関係図.....	135
図 7-60	年間受入れ量と単純回収年の関係図.....	136
図 7-61	下水汚泥処理単価と単純回収年の関係図.....	136
図 7-62	下水汚泥燃料販売単価と単純回収年の関係図.....	137
図 7-63	都市生活ごみ焼却発電のフロー図.....	138
図 7-64	都市生活ごみ焼却発電施設の改造部分.....	149
図 7-65	オンサイト型土壌洗浄プラント.....	142
図 7-66	事前調査の実施例.....	143
図 7-67	電子線マイクロアナライザーによる汚染物質の化合物形態の解析例 ²	144
図 7-68	日本と中国における事前調査費用の比較.....	145
図 8-1	住民側からのアプローチによる適地抽出のための GIS による空間解析のワークフロー図.....	149
図 8-2	物理的・環境的・社会的要素のオーバーレイ結果.....	150
図 8-3	住民側からのアプローチによる適地の選定結果と適地候補地の一覧検索結果.....	150
図 8-4	経営者側からのアプローチによる候補地選定の GIS による空間解析のワークフロー図.....	153
図 8-5	経営者側からのアプローチによる廃棄物発生源・静脈産業工場・交通インフラ整備状況および廃棄物別総合立地評価.....	154
図 8-6	住民側と経営者側のアプローチを統合した候補地の一覧表.....	155

表リスト

表 1-1	本サブプロジェクトの関連機関	3
表 2-1	サブプロジェクト目標と指標	6
表 2-2	指標 1 の達成状況と今後の見通し	6
表 2-3	指標 2 の達成状況と今後の見通し	6
表 2-4	サブプロジェクト 3 の成果と指標	6
表 2-5	指標 1 の達成状況と今後の見通し	7
表 2-6	指標 2-1 の達成状況と今後の見通し	7
表 2-7	指標 2-2 の達成状況と今後の見通し	7
表 2-8	指標 2-3 の達成状況と今後の見通し	8
表 2-9	指標 2-4 の達成状況と今後の見通し	8
表 3-1	中央政府に係る収集資料リスト	10
表 3-2	瀋陽市に係る収集資料リスト	11
表 3-3	臨沂市に係る収集資料リスト	12
表 3-4	蘇州市に係る収集資料リスト	13
表 3-5	当初提案のあった対象廃棄物	13
表 3-7	再委託調査で収集した資料	15
表 3-8	再委託業者の概要	15
表 3-9	廃家電のヒアリング調査結果	15
表 3-10	廃タイヤのヒアリング調査結果	16
表 3-11	廃エンジンオイル・廃乳化液のヒアリング調査結果	16
表 3-12	汚染土壌のヒアリング調査結果	17
表 3-13	廃プラスチックのヒアリング調査結果	18
表 3-14	廃家電のヒアリング調査結果	19
表 3-15	廃電線ケーブルのヒアリング調査結果	20
表 3-16	廃鉛蓄電池のヒアリング調査結果	21
表 3-17	廃自動車のヒアリング調査結果	22
表 3-18	食品廃棄物のヒアリング調査結果	23
表 3-19	下水汚泥のヒアリング調査結果(1/2)	24
表 3-20	下水汚泥のヒアリング調査結果 (2/2)	24
表 3-21	都市生活ごみのヒアリング調査結果	25
表 4-1	調査対象 3 都市のモデル化	27
表 4-2	瀋陽市（近海経済区環境産業基地）のシナリオ	28
表 4-3	臨沂市（徳力西再生塑料産業園）のシナリオ	29
表 4-4	蘇州市（光大国家静脈産業モデル園区）のシナリオ	29
表 4-5	近海経済区環境産業基地の整備目標	32
表 4-6	廃家電処理施設の施設計画	32
表 4-7	廃タイヤ処理施設の施設計画	33
表 4-8	廃エンジンオイル処理施設の施設計画	34
表 4-9	基幹環境ビジネス規模の目標	36
表 4-10	人材育成支援の計画	39

表 4-11	想定される金融サービス	39
表 4-12	徳力西再生塑料産業園の経営に係る目標	42
表 4-13	廃プラスチック処理施設の施設計画	43
表 4-14	廃家電処理施設の施設計画	44
表 4-15	廃家電処理施設の施設計画	44
表 4-16	廃鉛蓄電池処理施設の施設計画	45
表 4-17	基幹環境ビジネス規模の目標	47
表 4-18	想定される金融サービス	49
表 4-19	光大国家静脈産業モデル園区の都市生活ごみの資源化利用の具体的指標	52
表 4-21	下水汚泥処理施設の施設計画	53
表 4-22	廃自動車処理施設の施設計画	54
表 4-23	都市生活ごみ処理施設の施設計画	55
表 4-24	基幹環境ビジネス規模の目標	56
表 4-25	想定される金融サービス	58
表 5-1	生態類産業園区整備計画策定ガイドラインで規定されている整備計画の内容	59
表 5-2	生態類産業園区整備計画策定ガイドラインと本ガイドライン案の対比表	60
表 5-3	静脈産業園区の種類	61
表 5-4	園区モデルパターン別の評価指標の重みづけ	62
表 5-5	循環資源ごとの日本の代表的なリサイクル技術（一部抜粋）	65
表 5-6	既存システム・技術に対する技術的な検討の一般例	66
表 5-7	代表的な問題点の事例とその対策等（日本の一部の事例）	67
表 5-8	支援政策の形式、参加の主体、効果	71
表 5-9	園区企業に融資する金融機関と園区の支援活動	71
表 6-1	廃棄物処理関連法の変遷	72
表 6-2	廃棄物処理に関わる法律	73
表 6-3	環境技術・資源再利用技術の一覧	76
表 6-4	対象廃棄物	77
表 6-5	環境技術・資源再利用技術インベントリ（1/2）	78
表 6-6	環境技術・資源再利用技術インベントリ（2/2）	79
表 6-7	環境技術・資源再利用技術（例）	80
表 6-8	対象廃棄物に対する日本の個別技術	82
表 6-9	環境技術・資源再利用循環技術の個別表（例 1）	83
表 6-10	環境技術・資源再利用循環技術の個別表（例 2）	85
表 7-1	ヒアリング企業のリスト	87
表 7-2	検討対象の環境技術・リサイクル技術	90
表 7-3	事業性の検討のための運転経費の単価	93
表 7-4	事業性の検討結果	94
表 7-5	事業性の検討のための運転経費の単価	99
表 7-6	事業性の検討結果	99
表 7-7	事業性の検討のための運転経費の単価	104
表 7-8	事業性の検討結果	104
表 7-9	部品補修の工程	108

表 7-10	事業性の検討のための運転経費の単価	112
表 7-11	事業性の検討結果	113
表 7-12	事業性の検討のための運転経費の単価	118
表 7-13	事業性の検討結果	118
表 7-14	事業性の検討のための運転経費の単価	123
表 7-15	事業性の検討結果	124
表 7-16	事業性の検討のための運転経費の単価	127
表 7-17	事業性の検討結果	128
表 7-18	事業性の検討のための運転経費の単価	133
表 7-19	事業性の検討のための運転経費の単価	133
表 7-20	事業性の検討結果	134
表 7-21	発電効率向上のための技術的対策とその効果	139
表 7-22	土壌汚染対策の例	141
表 7-23	事前調査の手順	143
表 7-24	1m ³ 当りの事前調査費	144
表 8-1	静脈産業園立地計画の評価要素と評価基準の例	147
表 8-2	業種別の産業廃棄物の発生原単位（抜粋）	152
表 8-3	業種別の産業廃棄物の組成（抜粋）	152
表 8-4	住民側からのアプローチによる適地抽出に利用した地図情報の中国での入力方法	158
表 8-5	経営者側からのアプローチによる候補地選定に利用した地図情報の中国での入手方法	161
表 9-1	プログラム（10月26日）	163
表 9-2	セミナー出席者	164
表 9-3	セミナープログラム（10月27日）	165
表 9-4	事前説明会出席者（東京開催）	171
表 9-5	事前説明会出席者（大阪開催）	173
表 9-6	出席者リスト	180
表 9-7	公聴会スケジュール	184
表 9-8	瀋陽市公聴会の参加者	184
表 9-9	済南市公聴会の参加者	185
表 9-10	蘇州市公聴会の参加者	185
表 9-11	公聴会スケジュール	185
表 9-12	公聴会プログラム	186
表 9-13	瀋陽市公聴会の参加者	186
表 9-14	済南市公聴会の参加者	189
表 9-15	蘇州市公聴会の参加者	193
表 10-1	中国の静脈産業の発展における政策提言	199

第1章 はじめに

1.1 循環型経済推進プロジェクトとサブプロジェクト3の関連

1970年代末以来、中華人民共和国（以下、「中国」と称す）は市場経済化に伴い、急速な経済成長を遂げる一方、資源の相対的な不足、生態環境の脆弱さ、環境容量の不足などの環境問題が顕著に現れている。中国政府は国際的な支援を得ながら環境問題への対応能力を高め、環境保全のために尽力してきたが、依然として環境汚染は非常に深刻な状況にある。特に、企業の事業活動における環境配慮不足、国民の環境意識の低さ、資源再利用の産業の未確立、廃棄物の管理体制不備等、様々な問題を抱えており、これらの問題に対して総合的に対処することが必要となっている。

中国は「第11次5ヵ年計画（2006年～2010年）」において循環型経済の推進を掲げ、リフューズ（節約）、リデュース（減量化）、リユース（再利用）、リサイクル（資源化）を基本として、資源採掘、生産、消費、廃棄等の各段階で資源循環利用体系を構築していくことを掲げた。さらに「国家環境保護第11次5ヵ年計画」（2007年12月）において循環型経済に関する各種施策を推進するとともに、固形廃棄物環境汚染防止法など循環型経済に関する法令の立案・整備を進めており、基本法となる循環経済促進法も2009年1月から施行されている。また、昨年「第12次5ヵ年計画（2011年～2015年）」が公表され、循環経済発展については、「減量化、再利用、資源化の原則に従い、減量化を優先し、資源生産効率の向上を目標にして、生産、流通、消費各段階の循環型経済の発展を推進し、全社会を網羅する資源循環利用体系〈システム〉の構築を加速する」と記載されており、資源生産率を15%高めることを目標としている。

日中両国は、1990年代以降日中友好環境保全センターを中心に環境分野の技術協力を推進してきており、今後ともセンターを拠点としつつ、環境分野の協力を推進していくことが両国首脳間で合意されており、その合意に基づいて開始された「循環型経済推進プロジェクト（以下、「本プロジェクト」と称す）」は、2008年10月から2013年10月までの5年間の予定で実施されている。

本サブプロジェクト「静脈産業類（資源再生利用産業）生態工業園整備の推進」は、本プロジェクトのサブプロジェクト3として位置づけられている。本プロジェクトは、以下の通り本サブプロジェクトも含め、5つのサブプロジェクトで構成されている。

- サブプロジェクト1：環境に配慮した事業活動の推進
- サブプロジェクト2：国民の環境意識向上
- サブプロジェクト3：静脈産業類生態工業園整備の推進
- サブプロジェクト4：廃棄物適正管理の推進
- サブプロジェクト5：日中循環型経済協力の推進

本プロジェクトでは、下図に示すとおり、中国の政策目標（スーパーゴール）のひとつである「資源節約型・環境友好型社会の構築」に貢献することを目指している。本サブプロジェクトでは、日本のエコタウン整備の経験・知見や廃棄物処理・リサイクル技術をもとに、調査

対象3都市（瀋陽市、臨沂市、蘇州市）での調査・分析を行い、静脈産業類生態工業園整備の整備計画を作成した。さらに整備計画を策定する過程で得られた知見や、中国の現状を分析し、静脈産業類生態工業園整備のガイドライン案を作成した。

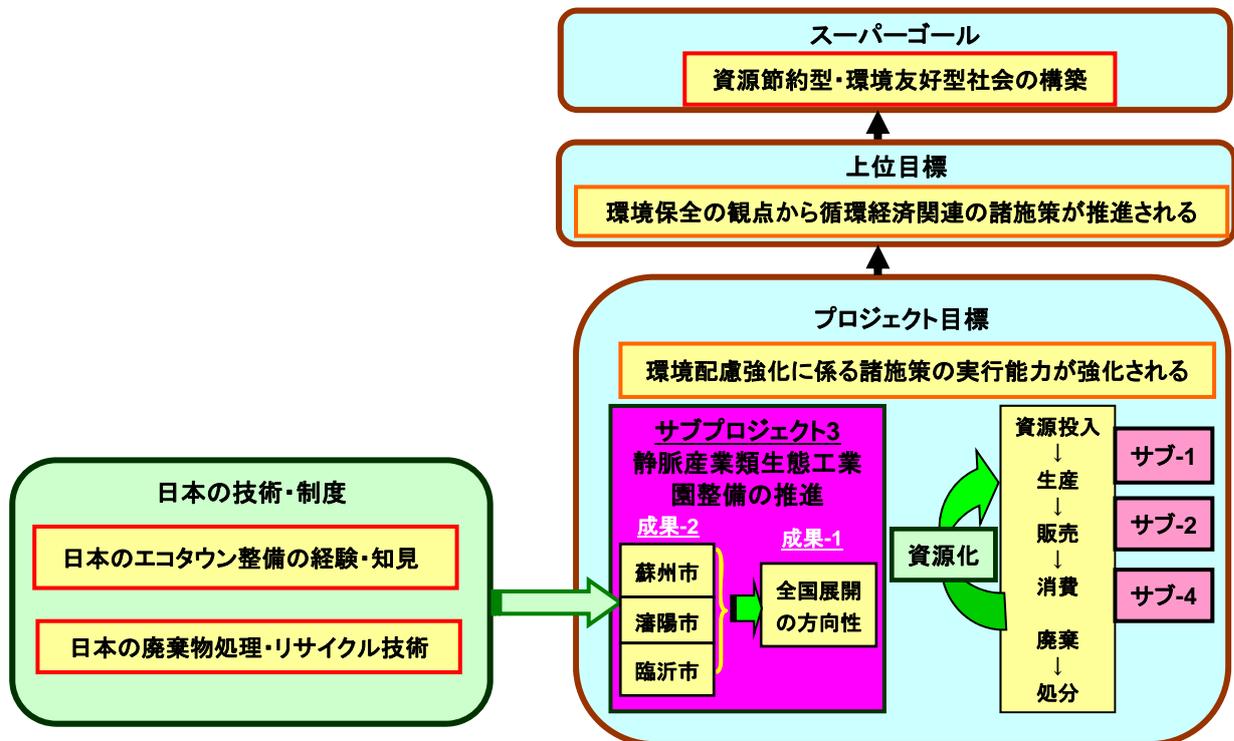


図 1-1 中国側のスーパーゴールの達成に向けた本プロジェクトの位置づけ

本サブプロジェクトと本プロジェクトの目標及び成果は、下図に示すとおりである。

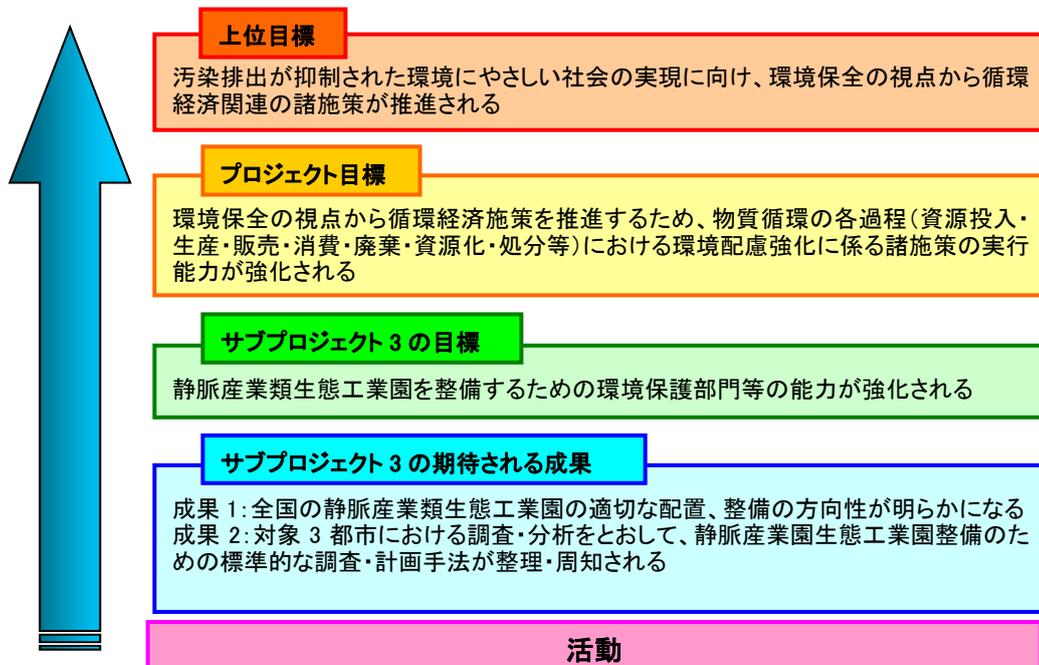


図 1-2 本サブプロジェクトと本プロジェクトの目標及び成果

本サブプロジェクトの実施体制は、JICA 長期専門家が運用する本プロジェクトの中に位置

づけられている。本サブプロジェクトの実施体制は、以下に示すとおりである。

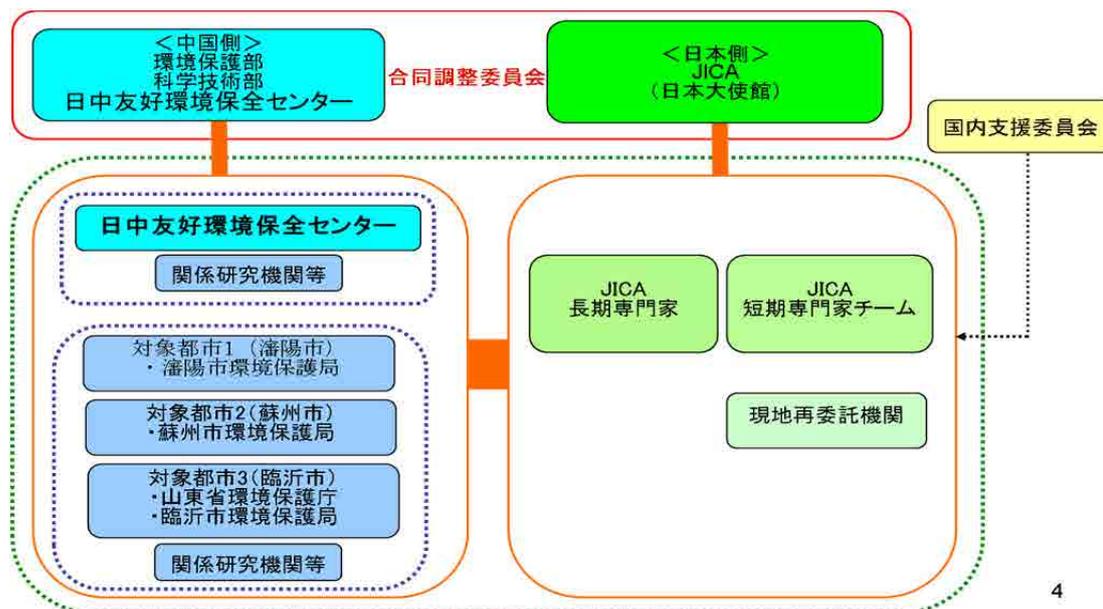


図 1-3 サブプロジェクトの実施体制

本サブプロジェクトのカウンターパート（以下、「C/P」と称す）は、日中友好環境保全センター／中国—ASEAN 環境保護センター（以下、「センター」と称す）である。一方で、瀋陽市、臨沂市及び蘇州市が調査対象として選定されている。また調査対象 3 都市では、整備計画の対象となる園区が既に選定されており、本サブプロジェクトでは、これらの園区を中心に調査・分析を行った。

表 1-1 本サブプロジェクトの関連機関

分類	機関
1. カウンターパート機関	日中友好環境保全センター／中国—ASEAN 環境保護センター (李霞、趙旭、周軍、王恵、蘇嵐 5名)
2. 調査対象 3 都市	
(1) 瀋陽市	瀋陽市環境保護局
(2) 臨沂市	山東省環境保護庁
(3) 蘇州市	蘇州市環境保護局
3. 調査対象となる園区	
(1) 瀋陽市	近海経済区内の環境産業基地
(2) 臨沂市	徳力西再生塑料産業園
(3) 蘇州市	光大国家静脈産業モデル園区の核心区とその周辺



図 1-4 プロジェクト対象地（北京市、瀋陽市、臨沂市、蘇州市）の位置

1.2 サブプロジェクト3の活動フロー

本サブプロジェクト3の活動フローを下図に示す。

第2章 サブプロジェクト3の概要と活動内容

2.1 成果達成状況

2.1.1 サブプロジェクト目標の達成状況

サブプロジェクト目標と指標は、下表に示すとおりである。

表 2-1 サブプロジェクト目標と指標

サブプロジェクト目標	指標
静脈産業類生態工業園整備の全国基本構想を策定する環境保護部門等の能力が強化される。	1. 基本構想が生態工業園に関する MEP の政策立案や認定審査に使用される。 2. 静脈産業類生態工業園整備ガイドラインが MEP により承認され、地方政府等関係者が利用できるようになる。

各指標の達成状況と今後の見通しを下表に示す。

表 2-2 指標 1 の達成状況と今後の見通し

指標	基本構想が生態工業園に関する MEP の政策立案や認定審査に使用される。
達成状況	先進国及び途上国における静脈産業の事例研究、中国における静脈産業の重点業界の選定・分析と発展政策等を「中国静脈産業の発展要素及び政策研究」として中国側 C/P がとりまとめた。
今後の見通し	中国側 C/P の研究成果が、MEP の政策立案や認定審査に使用される。

表 2-3 指標 2 の達成状況と今後の見通し

指標	静脈産業類生態工業園整備ガイドラインが MEP により承認され、地方政府等関係者が利用できるようになる。
達成状況	静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案を取りまとめた。取りまとめるプロセスにおいて、セミナー及び公聴会を開催したが、センターの C/P、対象 3 都市の関係者に加え、MEP を含む中央政府の関係者の参画を得ている。また、第 3 回セミナー（最終セミナー）においては、中国側の意向で、対象 3 都市以外の地方政府関係者及び民間企業を招集して、ガイドライン案の発表を行った。
今後の見通し	ガイドライン案について MEP において確認・承認手続きがおこなわれる。

2.1.2 成果の達成状況

サブプロジェクト 3 では、下表に示す通り 2 つの成果が設定されている。成果 1 は中国側が主体的に実施するものであり、専門家チームは助言を行う。成果 2 は、中国側との協働で実施するものである。

表 2-4 サブプロジェクト 3 の成果と指標

成果	指標
1. 全国の静脈産業類生態工業園の適切な配置、整備の方向性が明らかになる。	1. 全国静脈産業類生態工業園整備基本構想案が策定される。

2. 静脈産業類生態工業園整備のための標準的な調査・計画手法が整理され、周知される。	2-1 モデル地域において対象とした廃棄物の管理・処理ガイドラインが策定される。 2-2 モデル地域の静脈産業類生態工業園整備計画が策定される。 2-3 静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案が策定される。 2-4 整備ガイドラインに関するセミナー、研修の受講者数、理解度、満足度。
--	--

成果に対する各指標の達成状況と今後の見通しを下表に示す。

表 2-5 指標 1 の達成状況と今後の見通し

指標	全国静脈産業類生態工業園整備基本構想案が策定される。
達成状況	短期専門家チームは、全国基本構想案に資するため、環境技術・資源再利用循環技術のインベントリを含む日本の事例の研究、対象3都市のモデル化を踏まえた整備計画の策定、対象廃棄物の選定と実態把握・リエンジニアリング、園区の適地選定のための資源循環空間データベースの構築等の活動をC/Pとの協働で行い、静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案として取りまとめた。 中国側は、これらの活動と平行して、先進国及び途上国における静脈産業の事例研究、中国における静脈産業の重点業界の選定・分析と発展政策等を「中国静脈産業の発展要素及び政策研究」として取りまとめた。
今後の見通し	循環型経済推進プロジェクト（全体プロジェクト）の完了時（2013年10月）を目途に、全国基本構想案をさらに進める。

表 2-6 指標 2-1 の達成状況と今後の見通し

指標	モデル地域において対象とした廃棄物の管理・処理ガイドラインが策定される。
達成状況	各対象都市が選定した対象廃棄物について、日本の環境技術・資源再利用技術を日本企業へのヒアリング調査を踏まえて「インベントリ報告書」として取りまとめた。また、対象都市のリサイクルの取り組み等について実態調査を行い、対象廃棄物に関する日本の先進技術と対象都市で実践されている技術を比較し、中国で適用できる適正技術を検討すべくリエンジニアリングを行い、「環境技術・資源循環利用技術リエンジニアリング報告書」として取りまとめた。
今後の見通し	指標は達成。

表 2-7 指標 2-2 の達成状況と今後の見通し

指標	モデル地域の静脈産業類生態工業園整備計画が策定される。
達成状況	対象3都市の都市形態、第12次5ヵ年計画を含む状来計画、選定された対象廃棄物、対象園区の現況・将来計画等に基づいて、各対象都市の静脈産業類生態工業園の整備計画を策定し、「各対象都市の静脈産業類生態工業園の整備計画」として取りまとめた。 園区の適地選定については、中国での地図情報の取り扱いの制限から、日本（北海道）でのデータにもとづいて資源循環空間データベースを構築し、必要なデー

	タを明示すると共に、データの分析手法を確立した。
今後の見通し	指標は達成。

表 2-8 指標 2-3 の達成状況と今後の見通し

指標	静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案が策定される。
達成状況	対象3都市での静脈産業類生態工業園のモデル化及び整備計画、園区の適地選定手法、技術及び政策に係る事項等を勘案し、既存の「生態型産業園区整備計画作成ガイドライン：HJ/T 409-2007 国家環境保護総局」を補完する形で、「静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案」としてとりまとめた。 ガイドライン案は、①計画当初に検討すべき項目、②静脈産業類生態工業園の計画シナリオ、③整備計画、④効果分析、⑤支援措置、⑥中国における静脈産業の展望、から構成される。
今後の見通し	指標は達成。

表 2-9 指標 2-4 の達成状況と今後の見通し

指標	整備ガイドラインに関するセミナー、研修の受講者数、理解度、満足度。			
達成状況	北京でのセミナーを2011年10月（第1回）、2012年10月（第2回）、2013年2月（第3回）の3回開催した。また、対象3都市でのセミナー兼公聴会を2012年1月及び6月に開催した。なお、第2回セミナーについては、日中の政治的問題から規模を縮小して、事業進捗報告書第3号の説明・協議の場として開催した。第2回セミナーに先だって、民間連携を目途に、日本企業を招集することを目的に、2012年9月に東京及び大阪にて第2回セミナーの事前説明会を日本企業を対象に開催した。 セミナー及び公聴会では、センター、国家環境保護部、中国環境科学院、対象3都市の環境保護局、園区の関係者等が参加して、静脈産業園区の整備の政策・技術等に関して活発な議論が行われ、本サブプロジェクト3に対する中国側の主体性が向上した。第3回セミナー（最終セミナー）では、中国側の意向で、対象3都市以外の3都市及び日中双方の民間企業を招集しての開催となった。 セミナーの参加者数は下表のとおり。			
	第1回セミナー	3都市公聴会 (2012年1月／6月開催)	第2回セミナー	第3回セミナー
参加者数	29名	11名／21名(瀋陽市) 12名／17名(濟南市) 11名／16名(蘇州市)	18名 [事前説明会] 18社(東京開催) 24社(大阪開催)	107名
	本邦研修は、2012年2月（幹部研修及び技術者研修）、2012年11月（実務者研			

	修)、2013年1月(幹部研修)に実施した。日本のエコタウン整備について、国レベルの政策、自治体、事業者及び市民の取組を通じて、研修員は積極的に研修に取り組み、意識の高さが伺われた。また、2013年1月の幹部研修では、研修の最終日に環境省、経済産業省、国立環境研究所、JICA本部の合同意見交換会を開催し、エコタウン整備の政策等について活発な議論が行われた。 本邦研修の受講者数は下表のとおり。				
	開催時期	2012年2月		2012年11月	2013年1月
	研修タイプ	幹部研修	技術者研修	実務者研修	幹部研修
	研修期間	7日間	24日間	13日間	9日間
	受講者数	9名	3名	5名	8名
今後の見通し	指標は達成。				

第3章 現状分析と対象廃棄物の実態

3.1 既存資料の収集と現状分析

中央政府及び調査対象 3 都市について、既存資料の収集、整理及び分析を実施した。既存資料は関連機関が把握する行政の公式資料とした。以下に示す資料を収集し、これら进行分析し、後述する静脈産業類生態工業園の整備計画や、静脈産業類生態工業園整備ガイドライン（案）を作成した。

表 3-1 中央政府に係る収集資料リスト

項目	No.	資料名
1-1 国家政策、 計画	1-1-1	第十二次五カ年計画提案
	1-1-2	(第十二次五カ年計画草案)
	1-1-3	(第十二次五カ年計画)
1-2 適用法律	1-2-1	中華人民共和國環境保護法
	1-2-2	クリーン生産促進法
	1-2-3	中華人民共和國環境影響評価法
	1-2-4	固体廃棄物環境汚染防止法
	1-2-5	省エネルギー法
	1-2-6	中華人民共和國循環型經濟促進法
	1-2-7	(計画の環境影響評価条例)
	1-2-8	都市建設ゴミ管理弁法 中華人民共和國建設部令第 139 号
	1-2-9	再生資源回収管理弁法
	1-2-10	電子廃棄物環境汚染防止管理弁法
	1-2-11	廃電気・電子製品回収処理に関する管理弁法
	1-2-12	都市景観及び環境衛生管理条例
	1-2-13	都市生活ごみ管理弁法
	1-2-14	(廃棄電気電子製品処理資格許可管理弁法)
	1-2-15	電子情報製品による汚染の抑制に関する管理弁法
	1-2-16	「原料への利用可能な固体廃棄物の輸入に係わる環境保護管理規定」と「シリコンクズの輸入に係わる環境保護管理規定」の公告 公告 2011 年 第 23 号
1-3 生態工業園区 関連基準、 ガイドライン	1-3-1	総合類生態工業園区の基準 (HJ274-2009 HJ/T274-2006 代替)
	1-3-2	総合類生態工業園区の基準 (HJ/T274-2006)
	1-3-3	静脈産業類生態工業園区の基準 (試行) (HJ/T275-2006)
	1-3-4	生態型産業園区整備計画作成ガイドライン(HJ/T 409-2007)
	1-3-5	国家生態工業モデル園区管理弁法 (試行)
	1-3-6	(環境影響評価ガイドライン)
	1-3-7	業種別類生態工業園区の基準 (試行) HJ273-0006
1-4 統計	1-4-1	(中国循環型經濟年鑑 2010)
	1-4-2	(環境保護基準目録) 環境関連標準一覧表
1-5 廃棄物関連計 画・基準	1-5-1	都市生活ごみの処理及び汚染防止技術政策：建城 [2000] 120 号
	1-5-2	(生活ごみ処理技術ガイド)：建城[2010]61 号
	1-5-3	都市ごみの発生源の分類とごみの排出 中華人民共和國都市建設業種基準 CJ/T 3033-1996
	1-5-4	生活ごみ埋立処分場の汚染規制基準 中華人民共和國国家標準 GB 16889-2008 (GB 16889-1997 からの改定)
	1-5-5	生活ごみ焼却汚染の規制基準 国家環境保全基準 GWKB 3-2000(代替；HJ/T18-1996)
	1-5-6	都市生活ごみの堆肥処理工場の技術評価指標：中華人民共和國都市建設業種基準 CJ/T 3059-1996
	1-5-7	(固体廃棄物鑑別ガイドライン) 公告 2006 年 第 11 号
	1-5-8	一般工業固形廃棄物の貯蔵・処理場汚染防止基準：GB18599-2001
	1-5-9	都市建設ゴミ管理規定

項目	No.	資料名
		中華人民共和國建設部令第139号
	1-5-10	(危険廃棄物汚染防止技術政策：環發：[2001]199号)
	1-5-11	(危険廃棄物識別技術規範：HJ/T298-2007)
	1-5-12	国家危険廃棄物リスト
	1-5-13	(危険廃棄物の貯蔵に係わる汚染防止標準：GB18597-2001)
	1-5-14	(危険廃棄物の埋立てに係わる汚染防止標準：GB 18598-2001)
1-5 廃棄物関連計画・基準	1-5-15	危険廃棄物の焼却に係わる汚染防止標準 (GB 18484-2001 代替 GWKB 2-1999)
	1-5-16	危険廃棄物(医療廃棄物含む)の焼却処理施設の性能試験に係わる技術規範(HJ 561-2010)
	1-5-17	危険廃棄物集中焼却処理施設の運営監督管理に係わる技術規範(試行)(HJ 515-2009)
	1-5-18	廃棄家電製品及び電子製品汚染防止技術政策(環發[2006]115号)
	1-5-19	電気廃棄物発展計画ガイドライン 環發公告 2010年 第82号
	1-5-20	廃棄電器・電子製品処理汚染抑制技術規範 HJ527-2010
	1-5-21	廃棄機械・電子製品集中解体利用処置区環境保護技術規範(試行)
	1-5-22	廃棄電池汚染防止技術政策
	1-5-23	(再生非鉄金属産業発展推進計画)
	1-5-24	(廃鉛蓄電池処理汚染防止技術規範)
	1-5-25	(再生プラスチック回収再生利用汚染防止技術規範)
1-5-26	レアアース工業汚染物質排出基準 中華人民共和國国家基準 GB26451-2011	
1-6 その他廃棄物関連資料	1-6-1	(循環經濟発展計画編成ガイド)
	1-6-2	(廃自動車回収・解体企業名簿)
	1-6-3	(汚染物質の排出エントリー登録統計表)(試行)
	1-6-4	【発表資料】中国の固体廃棄物管理法律・法規の現状 環境保護部固体廃棄物管理センター
	1-6-5	【発表資料】中国固体廃棄物の分類研究についての進展状況 環境保護部固体廃棄物管理センター
	1-6-6	【発表資料】中国の都市生活ごみ処理の現状 環境保護部固体廃棄物管理センター
	1-6-7	【発表資料】12次5カ年計画における危険廃棄物汚染防止計画の作成状況 環境保護部固体廃棄物管理センター
	1-6-8	【発表資料】中国における【危険廃棄物マニフェスト管理方法】の改訂状況 環境保護部固体廃棄物管理センター
1-7 水処理関連	1-7-1	污水総合排出基準 (GB8978-1996 代替 8978-88)
	1-7-2	(水汚染物名称番号 HJ525-2009)
	1-7-3	(都市污水処理場汚泥処理処置にかかわる汚染防止の利用可能な最善の技術のガイドライン)
	1-7-4	(フロテーション法による污水処理技術規範)
	1-7-5	(汚水ろ過処理技術規範 HJ 2008-2010)
	1-7-6	(生活ごみ埋立て処分場浸出液処理技術規範；試行 HJ564-2010)

注：() 付きは和文がないもの

表 3-2 瀋陽市に係る収集資料リスト

項目	No.	資料名
2-1 都市計画	2-1-1	瀋陽市の都市計画の展示館
	2-1-2	(瀋陽の都市マスタープラン(2011-2020年))
	2-1-3	(瀋陽市土地利用のマスタープラン(2006-2020年))
	2-1-4	瀋陽市生態市建設全体計画(2008-2012年)改訂版 瀋陽市人民政府 2009年11月 【和文】
	2-1-5	(瀋陽市固体廃棄物汚染防止“十一五”計画)
	2-1-6	(瀋陽市環境保護“十一五”計画)
2-2 省の法規制	2-2-1	(遼寧省固体廃棄物汚染環境防止法)
2-3	2-2-2	(遼寧省危険廃棄物処理計画)

市の法規則	2-3-1	(瀋陽市再生資源回収管理規則)
	2-3-2	(瀋陽市ごみ管理規定)
2-4 統計	2-4-1	(瀋陽統計年鑑内分2010)
2-5 廃棄物	2-5-1	2009年瀋陽市固体廃棄物環境汚染防止情報発表
	2-5-2	(2008年瀋陽市固体廃棄物環境汚染防止情報発表)
	2-5-3	(瀋陽市廃バッテリーのリサイクルボックスの設置場所)
	2-5-4	(2005年度輸入廃棄物指定加工と利用企業リスト)
	2-5-5	瀋陽市JICAプロジェクトの業務報告：瀋陽市環境保護局 (PDF：和文)
	2-5-6	(リサイクル回収ネット) 再生資源市場価格など
	2-5-7	(廃棄物管理業務報告書)
2-6 その他	2-6-1	瀋陽市既存資料目次等 2011.5.9入手
	2-6-2	(瀋陽市老虎沖ごみ処理有限責任会社パンフレット)
	2-6-3	(瀋陽市老虎沖ごみ処理有限責任会社企業文化手帳)
	2-6-4	(瀋陽振興固体廃棄物処置有限公司、遼寧省危険廃棄物埋め立て処理センター パンフレット)
	2-6-5	(東芝エレベーター(瀋陽)有限公司 環境報告書)
	2-6-6	(瀋陽航天三菱自動車発電機製造有限公司 会社案内)

注：() 付きは和文がないもの

表 3-3 臨沂市に係る収集資料リスト

項目	No.	資料名
3-1 都市計画	3-1-1	(臨沂市都市総合計画 文本)
	3-1-2	(臨沂市都市総合計画 説明書)
	3-1-3	(臨沂市生態市建設マスタープラン)
	3-1-4	(臨沂市住宅建設発展計画 (2008-2012))
3-2 省の法規制	3-2-1	(山東省環境保護条例)
	3-2-2	山東省都市景観及び環境衛生管理規則 (省政府令第218号)
	3-2-3	(山東省地方標準 廃プラスチック資源化行業汚染防止技術政策)
3-3 市の法規制	3-3-1	臨沂市都市建築ごみ管理規則の印刷物による発表に関する通知 臨政弁発 [2010] 52号
	3-3-2	(臨沂市東区河ひ再生資源回収利用管理規則：試行)
	3-3-3	(羅庄区再生資源回収利用管理規則)
	3-3-4	(羅庄区再生資源回収利用ネットワーク建設の施行法案)
	3-3-5	(蒼山県再生資源回収利用ネットワーク建設の施行法案の返信)
	3-3-6	(蒼山県再生資源回収利用ネットワーク建設先頭グループの知らせ)
3-4 統計(一般)	3-4-1	(臨沂市統計年鑑2010)
3-5 廃棄物関連 データ	3-5-1	(2009年臨沂市環境状況公報)
	3-5-2	(2008年臨沂市環境状況公報)
	3-5-3	(2007年臨沂市環境状況公報)
	3-5-4	(2010年ごみ量集計表)
	3-5-5	臨沂市静脈産業施設種類、数量、分布処理能力等
3-6 組織体制	3-6-1	(臨沂市発展改革員会職能配置、内設機構)
	3-6-2	(臨沂市環境保護局主要職責の内設機構及び要員編制規定)
	3-6-3	(臨沂市建設再生資源回収利用ネットワーク)
3-7 工業園区	3-7-1	(山東徳利再生資源置業有限公司 説明資料)
	3-7-2	山東徳利再生資源置業有限公司パンフレット【英文】パンフレット
	3-7-3	山東徳利再生資源置業有限公司紹介PPT
	3-7-4	(徳力西再生塑料生態工業園区紹介パンフレット)
3-8 その他	3-8-1	(臨沂市再生資源生態工業園区の企業誘致)
	3-8-2	(中国再生資源開発有限公司 会社案内)

注：() 付きは和文がないもの

表 3-4 蘇州市に係る収集資料リスト

項目	No.	資料名
4-1 省の法規制	4-1-1	(江蘇省環境保全条例)
	4-1-2	(江蘇省固体廃棄物環境汚染防止条例)
4-2 市の法規制	4-2-1	(蘇州市都市建築ごみ管理規則)
	4-2-2	(蘇州市食品廃棄物管理規則)
	4-2-3	(江蘇省固体廃棄物環境汚染防止条例)
	4-2-4	(蘇州市危険廃棄物の経営免許保有者のリスト) (更新)
	4-2-5	(2011年度工業廃棄物オンライン登録に関する報告)
	4-2-6	(都市全体計画に関する決議について 2007-2020)
	4-2-7	(行政機関の概要及び職責と職務)
4-3 統計 (一般情報)	4-3-1	(江蘇省統計年鑑 2010)
	4-3-2	(蘇州市統計年鑑 2010)
4-4 廃棄物関連 データ	4-4-1	(2009年度 蘇州市環境状況報告)
	4-4-2	(蘇州市固体廃棄物汚染環境防止情報報告 2009年度)
	4-4-3	(蘇州市固体廃棄物汚染環境防止情報報告 2008年度)
	4-4-4	(蘇州市固体廃棄物汚染環境防止情報報告 2007年度)
	4-4-5	(蘇州市固体廃棄物汚染環境防止情報報告 2006年度)
	4-4-6	(蘇州市生活ごみの特性分析及び処理対策)
4-5 工業園区	4-5-1	(光大国家静脈産業モデル園区パンフレット)
4-6 その他	4-6-1	(蘇州同和資源総合利用有限公司会社案内)
		Company Profile Dowo Holdings Co., Ltd. 【英文】
	4-6-2	(蘇州市固体廃棄物管理センターの紹介)
	4-6-3	(蘇州市固体廃棄物管理センターの責任)
	4-6-4	(資源総合利用インベントリー) (1996年修正)
	4-6-5	(江蘇省環境保護庁危険廃棄物の経営免許発行状況表)

注：() 付きは和文がないもの

3.2 対象廃棄物の選定

短期専門家チームは、本サブプロジェクトを開始した2011年3月から6月にかけて、調査対象3都市を訪問し、対象廃棄物の選定に関する協議を行った。調査対象3都市から提案のあった対象廃棄物は、下表に示すとおりであった。

表 3-5 当初提案のあった対象廃棄物

	対象廃棄物
瀋陽市	廃プラスチック、廃家電、都市ごみ、廃タイヤ
臨沂市	廃プラスチック、鉛蓄電池、排水汚泥
蘇州市	廃プラスチック、PET ボトル、廃家電、焼却灰

上述の当初提案のあった対象廃棄物について、2011年10月の現地セミナーにて、関係者と協議・最終確認を行った。この際、中国側上位機関から対象廃棄物の重複があり、再整理するべきとの指摘があった。これを受けセンターが中心となって、各都市の都市形態や対象園区で処理が予定・実施されている廃棄物との整合性に配慮して、最終的に下表に示す対象廃棄物を短期専門家チームに提示した。対象廃棄物は、各都市の特徴が反映されており、重工業地域の瀋陽市では、廃エンジンオイル・廃乳化液や、工場の操業に起因して社会問題となっている土壌汚染が対象として提示された。高度な都市化が進んでいる蘇州

市では、住民の生活活動や、いわゆる第三次産業に起因した都市生活ごみ、下水汚泥、食品廃棄物が対象廃棄物として選定された。一方、都市化が進みつつある臨沂市では、電動自転車が急速に普及しており、この部品である鉛蓄電池（廃鉛蓄電池）が選定されるとともに、「白色汚染」として全国的にも注目された廃プラスチックが対象廃棄物となっている。

ただし、この時点では対象廃棄物が選定されたが、その廃棄物を原料として、どのような再生製品を製造したいかまでは示されなかった。その後、2012年1月に実施した調査対象3都市での公聴会にて、対象廃棄物から製造する再生製品が確認された。

表 3-6 対象廃棄物と再生製品

都市	対象廃棄物	再生製品
瀋陽市	廃家電	鉄、ミックスメタル、銅、アルミ、プラスチック、ブラウン管ガラス、基板
	廃タイヤ	活性炭、軽油、重油、鉄
	廃エンジンオイル・廃乳化液	再生重油、再生潤滑油、固形燃料
	汚染土壌	汚染除去（安全な土地）
臨沂市	廃プラスチック	付加価値の高い再生プラスチック製品
	廃家電	鉄、ミックスメタル、銅、アルミ、プラスチック、ブラウン管ガラス、基板
	非鉄金属（電線ケーブル）	銅
	廃鉛蓄電池	回収鉛、プラスチック
蘇州市	廃自動車	自動車部品（リユース部品、補修再生部品）
	食品廃棄物	メタン発酵・発電技術による電力
	下水汚泥（脱水汚泥）	メタン発酵・発電技術による電力、乾燥・造粒による固形燃料
	都市生活ごみ	高効率発電技術による電力（既存施設を対象）

上述の対象廃棄物及び再生製品を前提として、日本の技術のリエンジニアリングを行った。2012年6月の調査対象3都市での公聴会で、リエンジニアリングの中間結果を受け、瀋陽市の廃タイヤについては再生製品を「圧縮炭、再生油、鉄」へ見直した。

3.3 対象廃棄物の実態調査

3.3.1 調査内容

廃棄物実態調査は、調査対象3都市で2012年1月から現地の研究機関等に再委託して実施した。再委託調査では、対象廃棄物を取り扱っている処理業者・収集業者等へヒアリングを行い、基礎データを収集した。質問事項は、対象廃棄物によって多少の差異があるが、概ね以下のとおりである。

- ✓ 施設概要及び処理現状（施設名、処理プロセスの概要、受入れ対象、処理能力など）
- ✓ 受入れ資源の状況（受入れ実績、受入れ資源の品質・条件、受入れ単価など）
- ✓ 再生製品の状況（生産量、再生製品の品質、売却単価、売却条件など）

- ✓ リサイクルの現状（施設のフロー、課題）
- ✓ 課題など（受入れ・売却単価の変動、受入れ資源の確保など）

ヒアリングを実施した件数は、以下のとおりである。

- ✓ 瀋陽市：4件
- ✓ 臨沂市：6件
- ✓ 蘇州市：4件（ただし、下水汚泥について十分なデータが得られなかったため、もう1社ヒアリングを行った）

再委託調査では、ヒアリングのほか、各市の静脈産業類生態工業園の整備計画策定に必要な資料の収集も合わせて行った。収集した資料は、以下のとおりである。

表 3-7 再委託調査で収集した資料

都市	収集資料
瀋陽市	環境産業基地の概要を示した資料 近海経済区（動脈産業）と環境産業基地（静脈産業）の連携に関する資料
臨沂市	徳力西再生塑料生態工業園区建設規則 徳力西再生塑料生態工業園区事業環境影響評価報告書
蘇州市	光大国家静脈産業モデル園区規則 プロジェクト環境影響評価報告書など

3.3.2 再委託業者の選定

再委託調査は、現地の実情に通じた業者に委託するべきと考え、3都市それぞれ別の業者に委託した。再委託業者の選定にあたっては、各市の環境保護局から候補となる業者を3社推薦してもらった。これらの業者から見積を徴収し、仕様を満たしかつ最低価格を提示した業者との契約ネゴを行い、契約ネゴでの合意に基づいて契約した。

契約した業者は、以下のとおりである。

表 3-8 再委託業者の概要

都市	業者名	住所
瀋陽市	瀋陽航空航天大学	瀋陽市瀋北新区道義南大街 37 号 486 郵便箱
臨沂市	山東省国合循環経済研究センター	済南市曆城区七里河路 2 号産学研基地 11 号棟東单元二階
蘇州市	蘇州市環境科学研究所	蘇州市南門内馬路 9-2 号

3.3.3 瀋陽市の調査結果概要

(1) ヒアリング調査の結果

ヒアリング調査結果を、以下に示す。

表 3-9 廃家電のヒアリング調査結果

調査項目	調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源 名 廃家電	テレビ、洗濯機、冷蔵庫、エアコン

調査項目		調査依頼資料	調査結論
(市の情報)	称		
	受入れ想定量 (t/年)	瀋陽市全体の発生量	100万台(2008年)
		処理想定量(事業化想定時期)	160万台(2010年)
		建設費の補助金制度とその内容	冷蔵庫補助金の目安は約10元~12元/台。エアコン、洗濯機は5元~7元/台。テレビは10元~12元/台。 テレビは400元/台、冷蔵庫は300元/台、洗濯機は250元/台、エアコンは350元/台。
受入れ資源の状況	異物混入の状況	異物混入の状況	異物混入なし
	受入れの荷姿	受入れの荷姿	荷姿は完全で、傷がなし。
	受入れ時の単価	受入れ時の単価	20-800元/台
リサイクルの現状	リサイクルの状況 (単価)	その他のリサイクルの状況	そのうち、40%-50%は回収市場に販売する。40%は親戚や友達にあげる。10%はそのまま家で使わずに置く。
		鉄、ミックスメタル、銅、アルミ、プラスチック、ブラウン管ガラス、基板の各々の売却単価(元/t)	鉄は2300元/トン、銅は36000元/トン、アルミは12000元/トン、プラスチックは6000元/トン、ガラスは300元/トン。
	現状の課題	現状の課題	廃棄家電品の処理方法は単一であるが、産業はまだ形成していない

表3-10 廃タイヤのヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件 (市の情報)	受入れ資源名称	廃タイヤ	
	受入れ想定量 (t/年)	瀋陽市全体の発生量	545万本/年(2008年)
		処理想定量(事業化想定時期)	更生タイヤは10万本/年で、ゴム粉、カーボンブラック、鉄も少しある。
		建設費の補助金制度とその内容	なし
受入れ資源の状況	異物の付着状況	異物の付着状況	異物の付着は大体なし
	受入れの荷姿	受入れの荷姿	完全
	受入れ時の単価	受入れ時の単価	乗用車のタイヤと更生できないタイヤは1500-1600(元/t)で、更生タイヤは400-800元/本。
リサイクルの現状	リサイクルの状況 (単価)	収集箇所	回収業者は約600社あるが、タイヤ更生の大手企業は4社ある
		その他のリサイクルの状況	ゴム粉、カーボンブラック、鉄は少しある
	リサイクル施設の概要	処理規模(t/日)	瀋陽市が更生するタイヤは年間約10万本
	現状の課題	現状の課題	国家の産業支援は強化しなければいけないが、現在瀋陽市の処理方法はかなり単一である。

表3-11 廃エンジンオイル・廃乳化液のヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	廃エンジンオイル、廃乳化液	
	受入れ想定量	瀋陽市全体の発生量	廃エンジンオイル:16100トン(2008);6679トン(2009);7530(2010);廃乳化液:5900(2009)
		処理想定量(事業化想定時期)	廃エンジンオイル:8751トン(2008)
		建設費の補助金制度とその	関連補助金制度はなし

調査項目		調査依頼資料	調査結論
受入れ資源の状況	廃エンジンオイルの性状	油分、水分、金属粉などの異物 (%)	廃鉱物油の不純物は 0.611%; 含油率は約 $6.9 \times 10^4 \sim 2.4 \times 10^4 \text{mg/L}$
	廃乳化液の性状	油分、水分、金属粉などの異物 (%)	含油率: 20 000~40 000 mg/L
	受入れ時の荷姿	受入れの荷姿	乳白色或いは暗い黄色で強い腐った臭いを持つ。深緑で浮上油がある
再生製品の状況	売却条件	瀋陽市における固形燃料の需要	2006年の石炭消費量は 1600 万トン
リサイクルの現状	リサイクルの状況 (単価)	収集個所	5社
		許可業者が現在、製造している再生潤滑油の品質	40℃の粘度 Pa·s: 0.061-0.074; 酸価 mg/g: 0.27; 引火点 (開放式引火点) °C: 190; CO (不純物) %: 0.008; 水: なし
		再生潤滑油及び再生重油、固形燃料の売却単価	800-900 元/缶で、約 5000 元/トン
	リサイクル施設の概要	処理規模 (t/日)	廃エンジンオイル: 6 トン/日; 廃乳化液: 30 トン/日
	現状の課題	正規ルートでない処理 (關市、黒市) の実態とそれによる環境問題	瀋陽には環境保護部門に認可されて資格を持つ廃エンジンオイル回収処理企業はわずかある。これらの企業が去年回収した廃エンジンオイルは廃エンジンオイルの年間総量の 20%以下であった。
	その他の現状の課題	リサイクル率は低い	

表 3-12 汚染土壌のヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	汚染土壌	現在、瀋陽市には主に重金属、有機溶剤、及び両者の複合汚染という三種類の汚染土壌がある。
	受入れ想定量	瀋陽市全体の汚染量	瀋陽市における汚染量 (2010年) は 395 万立方メートル
		処理想定量 (事業化想定時期)	処理想定量が 350 万立方メートルで 2011 年から 2021 年にかけてプロジェクトの建設ができる見込である
		建設費の補助金制度とその内容	国家はまだ関連補助金制度を制定していない
汚染土壌の状況	汚染物質	汚染物質	重金属による土壌汚染の汚染種類: Cd、As、Cu、Hg、Pb、Zn、Cr 及び Ni; 有機溶剤による汚染土地の種類: ベンゼン、キシレン、スチレン、ナフタリン
	適正処理の単価	原位置処理と掘削処理の各処理費用 (内、政府補助金)	現在、原位置処理はなし。全部掘削処理で処理するが、費用は 300-3500 元/m ³
再生土地の状況	売却条件	売却条件	汚染された土地を譲渡するためには無害化処理をしなければいけない。「汚染土地リスク評価技術ガイドライン」に基づいて、処理された土地を譲渡できるどうかを判断する。
土壌汚染の現状	汚染土壌浄化の状況 (単価)	汚染土壌浄化の状況	今、瀋陽市では、瀋陽市冶煉廠、蓄電池廠、瀋陽助劑廠、瀋陽ガス会社の 4 社が移転した後の土壌汚染処理は既に完成したが、汚染土壌の処理量は累計 50 万立方メートル程度であった。
		汚染土壌の処理単価	汚染土壌の処理単価 (元/m ³): 300-3500 元/m ³
		輸送費	・運送費 (元/m ³): 2 元/m ³ /キロ
		人件費: 技術員、作業員別 (元/年・人)	技術員と作業員により異なる。技術員は 60000 元/年で、作業員は 36000 元/年
	リサイクル施設の概要	処理規模	200-400m ³ /日
	処理方式	掘り上げてから処理する。重金属による汚染土地: 埋め戻し、固化。有機による汚染土地: 焼却、埋め戻しなど	

調査項目	調査依頼資料	調査結論
現状の課題	現状の課題	処理量は少ない

3.3.4 臨沂市の調査結果概要

(1) ヒアリング調査の結果

ヒアリング調査結果を、以下に示す。

表 3-13 廃プラスチックのヒアリング調査結果

調査項目	調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	廃プラスチック 臨沂市の廃プラスチック発生量は年間 100 万トン以上であるが、15%~20%の成長率で年毎に増加している。廃プラスチックの取引量は 86.8 万トンである。2011 年、徳力西園区は 38 万トンの廃プラスチックを回収した。
	受入れ想定量 (t/年)	臨沂市全体の予想発生量 (2015 年) 2015 年までに、徳力西園区のポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニールの生産能力はそれぞれに 8.5 万トン、5.5 万トン、2.8 万トンに増加する。同時にポリスチレン、ポリアミド、ポリカーボネート、ポリエステルも導入されるが、生産能力はそれぞれに 2.5 万トン、3.2 万トン、7.4 万トン、2.1 万トンになる。
	処理想定量 (事業化想定時期)	「臨沂市再生資源回収利用管理方法」、「臨沂市再生資源回収体系建設試点方案」、「臨沂市再生資源企業回収網点建設標準試行方案」などの関連制度はある。
	建設費の補助金制度とその内容	廃プラスチックの表面には埃、泥、動物油と植物油、少量の石油などが付着するが、金属などはない。
受入れ資源の状況	汚れの付着状況	汚れの付着状況 廃ポリエチレンは加工処理によって、再生資源のリサイクル率が 96.3%となる。廃ポリプロピレンは加工処理によって、再生資源のリサイクル率が 96.0%となるポリ塩化ビニールは加工処理によって、再生資源のリサイクル率が 97.0%となる。その他の廃プラスチックは加工処理によって、再生資源のリサイクル率が 95.7%となる。
	純度	純度 廃プラスチックは主にプラスチックボルト、管材、容器、フィルム、弁当箱、ビニール袋、電気製品のハウジング、プラスチックトレイ、板材、料理道具、カーテンなどを含むが、形は片状と棒状のほうが多い。
	受入れの荷姿	受入れの荷姿 2009 から 2011 年にかけて、廃プラスチックの回収価格は上げる傾向にあった。2011 年、ポリプロピレンの回収価格は 10500 元/トン、ポリエチレンの回収価格は 5400 元/トン、ポリ塩化ビニールの回収価格は 2100 元/トンであった。
再生製品の状況	売却条件	再生プラスチック製品の売却条件 高級製品は ABS エンジニアリング樹脂と ABS 合金であるが、主に家具の部品、電子製品のハウジング、自動車の部品、プラスチック合金などに使われる。
	回収品の単価	ペレットの売却価格 現在、園区は主に初級製品を生産しているが、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニールの再生プラスチックの粒体が中心製品である。その内、ポリエチレンの販売価格は 7000 元/トン、ポリプロピレンのは 12300 元/トン、ポリ塩化ビニールのは 3900 元/トン。
		再生プラスチック製品名とその価格 徳力の回収体系は (1) 既存の廃物回収ネットワーク (臨沂市には回収ネットワークが 14600 箇所ある) を利用すること、(2) プラスチック使用量が多い企業や地方などと契約して回収すること、(3) 物流会社と提携すること、という三つの方式を含む。
リサイクルの現状	リサイクルの状況 (単価) 回収箇所 ポリエチレンは主に山東、河北、河北清河县方寧包装廠、山東潤宝工貿有限公司などに、ポリプロピレンは主に河北、江蘇、張家港聯冠環保科技有限公司、瀋陽中達プラスチック製品廠、陽中達塑料制品厂に、ポリ塩化ビニールは主に	

調査項目		調査依頼資料	調査結論
			江蘇、浙江、山東、山東新光実業集团有限公司などに販売される。
		再生プラスチック製品名とその販売先	廃プラスチックの回収量は年毎に増加している。2009年から2011年にかけて、徳力西園区の回収量はそれぞれに20.2万トン、29.3万トン、38.6万トンであった。
		その他のリサイクルの状況	2009年から2011年にかけて廃プラスチックの回収価格は年毎に増加していた。2011年、ポリプロピレンの回収価格は10500元/トン、ポリエチレンは5400元/トン、ポリ塩化ビニールは2100元/トンであった。
		廃プラスチックの種類ごとの購入単価	現在、園区は主に初級製品を生産しているが、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニールの再生プラスチックの粒体が中心製品である。その内、ポリエチレンの販売価格は7000元/トン、ポリプロピレンは12300元/トン、ポリ塩化ビニールは3900元/トン。
		再生プラスチック製品名とその売却単価	工業用電力の電気料金の単価は1.0元/kwh、工業用水道の使用料金の単価は2.10元/m ³ 、生活用水道の使用料金の単価は1.55元/m ³ 、工業汚水処理費は1.0元/m ³ 、生活汚水処理費は0.70元/m ³ 。
		電気、水、下水、灯油の各単価	プラスチックの回収、選別、分類、及び再生プラスチックの初加工に携わる。主にプラスチックの粒体を生産するが、新しいプラスチックを添加しない。
		調質のために添加する新規プラスチックの単価	主に汚泥及び生産ごみは発生するが、123元/トンの費用で処分される。
		残渣処分費単価	人件費は約3.0万元/年・人。
		人件費：技術員、作業員別	2011年、徳力西園区は38万トンの廃プラスチックを回収した。
		リサイクル施設の概要	処理規模
運転人員	主要な回収リサイクル設備はプラスチックのストッカ装置とコンベヤー、プラスチック破砕機、プラスチック切れの洗濯ライン、プラスチック切れの脱水乾燥ライン、プラスチックの造粒機、プラスチック粒体の脱水機、プラスチック粒体（プラスチック切れ）の梱包装置などである。		
リサイクル施設のフロー	リサイクル施設のフロー（図がある場合は別紙）	資源の集積範囲を積極的に広げて、19市を含める山東省全地域をカバーする山東省再生プラスチック回収選別ネットワークを構築する。2015年までに、山東省における廃プラスチックの購入量は40万トンに達するが、他の地域での購入量は20万トンに増加する。	
現状の課題	廃プラスチック量の確保と今後の予想	再生プラスチックの技術規範と標準を制定して、産業の発展を規範にあわせる。	
	再生プラスチック製品の売却状況と今後の予想	(1) 関連優遇政策はない。一致した分類基準と技術規範はない。(2) 再生資源利用に関する技術力は高くない。	
	その他の現状の課題	なし	

表 3-14 廃家電のヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	廃家電	臨沂市の廃家電発生量は年間200万台以上であるが、15%~20%の成長率で年毎に増えている。全市の廃家電及び廃電子製品の取引量は年間500万台以上である。
	受入れ想定量(t/年)	処理想定量(事業化想定時期)	なし
		建設費の補助金制度とその内容	家電補助金:新製品の販売価格の10%を補助金として支払うが、最高金額が400元/台である。解体補助金:テレビは15

調査項目		調査依頼資料	調査結論
			元/台、冷蔵庫（アイスボックスを含む）は20元/台、洗濯機は5元/台、パソコンは15元/台、エアコンはなし。
受入れ資源の状況	異物混入の状況	異物混入の状況	異物なし
	受入れの荷姿	受入れの荷姿	家電品の買い替え政策に基く。購入する時、家電の外形だけではなく、主要な部品も完全でなければいけない。
	受入れ時の単価	受入れ時の単価	中緑が購入した廃家電は主に買い替え補助政策によるものである。テレビは25元/台、冷蔵庫は50元/台、洗濯機は45元/台、パソコンは20元/部、エアコンは55元/台。その内、リサイクル家電の価格は約27元/台。
再生製品の状況	売却条件	売却条件（純度など）	なし
	回収品の単価	各回収品々の売却単価	プラスチックは4.45元/kg、ガラスは0.24元/kg、銅は30.4元/kg、鉄は2.24元/kg、アルミは6.45元/kg。
リサイクルの現状	リサイクルの状況 (単価)	回収個所	企業は各地に事務所を設立して廃家電品を収集する。
		その他のリサイクルの状況	2011年に、中緑はテレビを212万台、冷蔵庫を3.9万台、洗濯機を13.6万台、エアコンを0.24万台、パソコンを16.8万部を回収した。
	エアコン、テレビ、冷蔵庫、洗濯機、パソコンの各々の購入単価（元/t）	中緑が購入した廃家電は主に買い替え補助政策によるものである。テレビは25元/台、冷蔵庫は50元/台、洗濯機は45元/台、パソコンは20元/部、エアコンは55元/台。その内、リサイクル家電の価格は約27元/台。	
	鉄、ミックスメタル、銅、アルミ、プラスチック、ブラウン管ガラス、基板の各々の売却単価（元/t）	プラスチックは4.45元/kg、ガラスは0.24元/kg、銅は30.4元/kg、鉄は2.24元/kg、アルミは6.45元/kg。	
	電気、水、下水、灯油の各単価	工業用電力の電気料金の単価は1.0元/kwh、工業用水道の使用料金の単価は2.10元/m ³ 、生活用水道の使用料金の単価は1.55元/m ³ 、工業汚水処理費は1.0元/m ³ 、生活汚水処理費は0.70元/m ³ 。	
	残渣処分費単価（元/t）	蛍光粉は4700元/トン、フロンは60000元/トン、配線盤は2000元/トン、冷凍機油は6000元/トン。	
	人件費：技術員、作業員別（元/年・人）	技術員は4.2万元/年・人、作業員は0万元/年・人。	
	リサイクル施設の概要	処理規模（tまたは台/日）	処理規模は年間250万台に達する。
		運転人員	技術員は34人、作業員は202人。
		上記以外のリサイクル施設の概要	テレビの解体ラインは6本あるが、冷蔵庫、洗濯機、コンプレッサー、配線盤はそれぞれ1本ある。
現状の課題	現状の課題	(1) 廃家電の数量の確保、(2) 技術問題	

表 3-15 廃電線ケーブルのヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	非鉄金属（電線ケーブル）	臨沂市の廃金属発生量は250万トンである。2010年の全市の廃有色金属の取引量は200万トン以上であったが、全国取引量の20%くらい、山東省の50%以上を占めた。全市の各種類の廃有色金属の加工使用量は60万トンを超えた。
	受入れ想定量（t/年）	処理想定量（事業化想定時期）	なし
		建設費の補助金制度とその内容	国家は認可された「都市鉱産」のモデル基地に資金の10%を補助する。
受入れ資源の状況	異物混入の状況	受入れた廃銅中の異物の種類と割合（%）	源宏銅業が購入した廃銅には生産要求に合わない廃銅線とプラスチックなどが混入するが、割合が約10%くらい。
	受入れの荷姿	受入れの荷姿	廃銅線、廃混合銅

調査項目		調査依頼資料	調査結論	
再生製品の状況	受入れ時の単価	廃銅の単価	2011年度の廃銅線購入単価は43240元/トン。	
	売却条件	銅の原料として非鉄精錬で引き取られる条件	銅含量が95-99%以上のものは直接に加工工場に送って利用されるが、銅含量が85以上のは再び精錬処理される。	
	再生製品の単価	回収された銅の売却単価	銅棒の単価は55230元/トン。	
リサイクルの現状	リサイクルの状況 (単価)	収集箇所	なし	
		回収された銅の売却先	(1) 銅の製錬プロセスで発生した廃品、廃物、(2) 機械加工プロセスからの廃品と廃物が含む銅、(3) 使用で発生した廃棄計器、メーター、道具、機械が含む銅	
		その他のリサイクルの状況	源宏銅業が2011年に購入した廃銅線は約14528トン。	
		廃銅の購入単価	2011年の廃銅線の購入単価は43240元/トン。	
		回収された銅の売却単価	銅棒の単価は55230元/トン。	
		電気、水、下水、灯油の各単価	生活用水道の使用料金の単価は1.55元/m ³ 、工業用水道の使用料金の単価は2.10元/m ³ 、石炭の単価は730元/トン、電気の単価は1.0元/kwh、天然ガスの単価は2.34元/立方、工業汚水処理費は1.0元/m ³ 、生活污水処理費は0.70元/m ³ 。	
		被覆プラスチックと残渣処分単価	銅の残渣は原料として販売されるが、単価は約13000元/トン。水膜除塵の灰分は原料として販売されるが、単価は約200元/トン。廃乳化液、廃有機溶剤の処分費用は2.00元/kg。	
		人件費：技術員、作業員別	技術員は9.96万元/年・人、作業員は2.6万元/年・人。	
		リサイクル施設の概要	処理規模	源宏銅業が去年処理した廃銅は14000トン上。
			建家部分の建設費(面積)	工事の建設費用は約7000万元(工事費用、設備の購入費用、インストール料金など)。
上記以外のリサイクル施設の概要	梱包作業の作業員、製錬炉工程作業の作業員、鋳込み作業の作業員、圧延作業の作業員、引戻し作業の作業員などが必要。運営費用は年間200万元以上。			
現状の課題	現状の課題	(1) リサイクル工程は小さくてばらばらである、(2) 深加工能力は足りない。(3) 技術能力は足りないが、コストは高い。		

表 3-16 廃鉛蓄電池のヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件		廃鉛蓄電池	全省の廃鉛酸電池の発生量は約50万トン。そのうち、電気自動車の廃鉛酸電池は16~18万トン。
	受入れ想定量	臨沂市全体の予想発生量(2015年)	なし
		処理想定量(事業化想定時期)	国家は廃鉛酸電池の回収製錬企業に対して増値税優遇政策を実施していた。2009年、2010年にそれぞれ、70%と50%の比例で税金を返還した。この政策は2011年よりキャンセルされた。
		建設費の補助金制度とその内容	廃鉛酸電池は9%のプラスチック(ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリ塩化ビニール、ABSなど)、20%の希硫酸電解液、26%の金属鉛、45%の含鉛酸化物を含む。
受入れ資源の状況	受入れ蓄電池の種類	自動車用、バイク用、産業用(無停電電源装置など)の区別	なし
	受入れの荷姿	受入れの荷姿	2010年度は約9500元/トン、電動バイク用鉛酸蓄電池は約38-40元/個。

調査項目		調査依頼資料	調査結論	
	受入れ時の単価	自動車用、バイク用、産業用の区分別の購入費用	廃鉛酸電池は20%の希硫酸電解液を含むが、前処理が必要である。	
再生製品の状況	売却条件	回収鉛への硫酸付着などの非鉄精錬での買取の制約条件	腐食された極板と活性物に材料を充填してできた泥漿	
		純度、附着物などの制約条件	回収鉛は16100元/トン、鉛合金は30000-90000元/トン。	
	再生製品の単価	回収鉛の売却単価、その内、政府補助金	7500元/トン	
		回収プラスチックの売却単価	30%は電池生産企業、70%は自営業者によって提供される（一部分は粗鉛である）。	
リサイクルの現状	リサイクルの状況（単価）	収集個所	回収鉛を生産する原料の90%は廃鉛蓄電器から得る。	
		鉛の売却先	2009年の収集鉛酸蓄電池は21000トンで、2010年は23000トンであった。	
		その他のリサイクルの状況	38-40元/個	
		鉛蓄電池の購入費単価	回収鉛は16100元/トン、鉛合金は30000-90000元/トン。	
		回収鉛の売却単価	7500元/トン	
		回収プラスチックの売却単価	工業用電力の電気料金の単価は1.0元/kwh、工業用水道の使用料金の単価は2.10元/m ³ 、生活用水道の使用料金の単価は1.55元/m ³ 、工業汚水処理費は1.0元/m ³ 、生活污水処理費は0.70元/m ³ 。	
		電気、水、灯油の各単価	山東省の処分基準単価は2.0元/kg。	
		硫酸廃液処理費用	重金属（銅、鉛、亜鉛、カドミウム、三価クロムなど）を含む汚泥、廃液、酸アルカリ液、廃乳化液、廃有機溶剤などの処分単価は2.0元/kgで、生活ごみの処分費用は123元/トン。	
		残渣処分単価	人件費は約3.0万元/年・人	
		人件費：技術員、作業員別	バッテリーセルの破碎処理規模は400トン/日で、乾式冶金の処理規模は66トン/日。	
		リサイクル施設の概要	処理規模（t/日）	敷地面積は72000平方メートル。投資総額は1.5億元であるが、その内、固定資産は6800万元。
			建家部分の建設費（面積）	解体作業場、回収粗鉛作業場、精錬作業場
		現状の課題	現状の課題	(1) 回収しにくい、(2) 処理技術は強化しなければならない

3.3.5 蘇州市の調査結果概要

(1) ヒアリング調査の結果

ヒアリング調査結果を、以下に示す。

表 3-17 廃自動車のヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	廃自動車	リサイクル可能な自動車部品の一部分を回収する
	受入れ想定量（t/年）	蘇州市全体の予想発生量（2015年）	5000 t/年
		光大の処理想定量（事業化想定時期）	3000 t/年

調査項目		調査依頼資料	調査結論
受入れ資源の状況	受入れ車種の予想	受入れ車種の予想	原材料：廃自動車と廃金属、軍隊の廃棄装置、没収された自動車、そのほかの危険品（ボイラ、シリンダー） 注：これは蘇州直属の支社の廃自動車経営状況に関する調査資料である
	受入れ時の単価	受入れ時の単価	回収コスト：每台×3.5トン×600元
再生製品の状況	回収品の単価	鉄くず、銅くず、アルミ鋳物、タイヤ、鉛蓄電池、バンパーなどのプラスチックの単価	リサイクル製品は主に廃金属で、単価が2000元/トンである。リサイクル率は約75%。
リサイクルの現状	リサイクル施設の概要	処理規模（tまたは台/日）	3000
	現状の課題	現状の課題	国家の政策はまだ実施していないが、廃自動車のリサイクル産業は混乱。

表 3-18 食品廃棄物のヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	食品廃棄物	
	受入れ想定量（t/年）	蘇州市全体の予想発生量	2015年に蘇州市における食品廃棄物のごみ発生量は約600トン/日になって、年間発生量は約21.6万トンになる。
		光大の処理想定量（事業化想定時期）	600トン/日
		建設費の補助金制度とその内容	政府の補助金：118.8元/トン
受入れ資源の状況	食品廃棄物の性状	三成分（水分・可燃分・灰分）	固形と液状の混合物であるが、生活ごみが8%、水分が77%を占める。地溝油（下水油）の成分：水分：50%、不純物：10%、油脂：40%。
		固形分中の有機物（%）	
	受入れの荷姿	受入れの荷姿	有機物含量は15%
	受入れ時の単価	受入れ時の単価	無料
再生製品の状況	売却条件	売却条件（電力供給の安定性など）	レストランなどからのごみ
リサイクルの現状	リサイクルの状況 （単価）	収集個所	レストランで臨時に収集されるが、指定の置き場はなし。
		その他のリサイクルの状況	処理場は一つあるが、レストランからのごみを収集する車を30台、地溝油を収集する車を50台持つ。
		食品廃棄物の処理単価（元/t）	レストランからのごみの処理単価は170元/トン。地溝油（レストランなどの分離装置に溜まっている油）の処理単価は¥1700元/トン。
		電気の売却単価（元/kWh）	バイオガスは1.8元/m ³ 、生物重油は約8000元/トン。
		残渣（汚泥）処分単価（元/t）	廃水の処分単価は48元/トンで、残渣の埋立単価は83元/トン。
		人件費：技術員、作業員別（元/年・人）	単価に含まれる。
	リサイクル施設の概要	処理規模（t/日）	現在の処理規模は350トン/日。地溝油の処理規模は50トン/日。
	上記以外のリサイクル施設の概要	ホッパーローダ、巻き上げ機関、粉碎機、送水ポンプ、加熱タンク、タンク、前発酵装置、スクリーンプレス、ガスタンク、バイオガス圧縮装置、汚水処理装置、脱臭装置	

調査項目		調査依頼資料	調査結論
	現状の課題	食品廃棄物以外の異物混入割合	収集されたレストランごみに混入した生活ごみが多いから、嫌気発効を妨げる。
		その他の課題	収集されたレストランごみは水含量が安定していないから、制御しにくい。加熱脱脂プロセスの脱脂率を妨げる。

表 3-19 下水汚泥のヒアリング調査結果(1/2)

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	下水汚泥（脱水汚泥）	污水处理場の汚泥を集中処理する。
	受入れ想定量	蘇州市全体の予想発生量	700 トン/日（2015 年）
		光大の処理理想定量	蘇州市の汚泥想定量は 700 トン/日（2015 年）である。七子山汚泥処分プロジェクトの全体規模は 900 トン/日であるが、三期に分けられる。一期は 300 トン/日となる。補助金制度については政府と契約をする時に話し合う。
		建設費の補助金制度と その内容	なし
受入れ資源の状況	脱水汚泥の性状	三成分（水分・可燃分・灰分）	水含量は 70%-80%くらい
	受入れの方法	受入れの方法	車で運送する。
リサイクルの現状	リサイクル施設の概要	処理規模（m ³ /日）	七子山汚泥処分プロジェクトの全体規模は 900 トン/日であるが、三期に分けられる。一期は 300 トン/日となる。敷地面積が約 30 ムーで、吳中区、新区、旧市街の西南地域にある污水处理場からの汚泥を主に処理する。総投資額は 1.8 億元で、一期の投資は 8000 万元である。
	リサイクル施設のフロー	リサイクル施設のフロー（図がある場合は別紙）	乾燥処理と焼却処理の無害化処理（汚泥処理場は汚泥の乾燥処理ししない）方式である。ごみ焼却処理場の余熱を利用してロータリー乾燥技術より汚泥の水含量を 40%以下に乾燥処理させる。そして、ごみ焼却処理場の焼却炉で焼却する。乾燥処理過程から発生した煙は送風として焼却処理場の焼却炉で処理される。汚水は浸出液処理場で処理される。残渣は埋立処理場で埋立てられる。
	現状の課題	現状の課題	なし

表 3-20 下水汚泥のヒアリング調査結果 (2/2)

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源名称	下水汚泥（脱水汚泥）	污水处理場の汚泥を集中処理する。
	受入れ想定量	蘇州市全体の予想発生量	1559 トン/日（2015 年）
		光大の処理理想定量	蘇州工業園の汚泥の処理理想定量は 600t/d。
		建設費の補助金制度と その内容	なし。污水处理場は污水处理者に 200 元/トンの補助金を支払う。
受入れ資源の状況	脱水汚泥の性状	三成分（水分・可燃分・灰分）	水含量は 80%で、灰分含量は 20 %以下。
		固形分中の有機物	有機物含量は 50%（可燃部分）。
	受入れの方法	受入れの方法	車で運送する。運送費は污水处理場によって負担される。
	受入れ時の単価	処理費用	無料

調査項目		調査依頼資料	調査結論
再生製品の状況	再生製品の単価	電気の売却単価（内、政府補助金）	運営コスト：蒸気0.7-0.8トン/トン泥（泥の水含量は80%）、電気40-50kw/トン泥。市政府は別途に補助金を支払。
		固形燃料の売却単価（元/tまたは元/kJ）	再生製品は水含量が10%の乾燥汚泥である。熱価は3000kcal/キログラムで、売却単価は石炭の50%。
リサイクルの現状	リサイクルの状況（単価）	収集個所	汚水処理場の汚泥置き場は一つある（七日間の汚泥保管量）が、汚泥を運送する車を6台持つ。
		その他のリサイクルの状況	生活、工業廃水がそれぞれ50%を占める汚水処理場の脱水汚泥
		下水汚泥の処理単価（元/t）	脱水汚泥の処理単価は200元/トン。
		電気の売却単価（元/kWh）	
		残渣（汚泥）処分単価（元/t）	乾燥処理プロセスから発生した廃水の処理単価は5元/トン。
		人件費：技術員、作業員別（元/年・人）	単価に含まれる。
	リサイクル施設の概要	処理規模（m ³ /日） 上記以外のリサイクル施設の概要	現在の処理規模は300t/d。 オフロード区：三つの汚泥のアンロードシュート（18m ³ ）、キャリッジ、スクリーポンプ（2台）、三つの汚泥貯蔵プール（100m ³ ）ある。単層蒸発器区：区域には生産ラインが3本あるが、主に単層蒸発器、蒸気供給装置、熱回収装置及びその他の関連装置からなる。ベルト式乾燥剤（3台）、コンベヤ（2セット）はある。加工により固形含量を45%から70-90%に上げる。
現状の課題	現状の課題	脱水汚泥の固形含量は安定していないから、乾燥汚泥の生産能力を妨げる。	

表 3-21 都市生活ごみのヒアリング調査結果

調査項目		調査依頼資料	調査結論
基本条件	受入れ資源 名称	都市生活ごみ	2011年度は120万トン
	受入れ想定量	光大の処理量および施設規模	一期：3×350トン/日，2×9MW； 二期：2×500トン/日，1×20MW
		建設費の補助金制度とその内容	設備改造の補助金はなし。 一期と二期は毎月、2000トン/日以内の単価が88.835元/トンで、超過部分の単価が70元/トン。
		設備改造費の補助率	なし
受入れ資源の状況	ごみ質	低位発熱量（kJ/kg） 三成分（水分・可燃分・灰分）	5700kJ/kg 水分≤50%，可燃分≥25%， 灰分≤60%
	受入れ時の単価	処理費用	なし
リサイクルの現状	リサイクルの状況（単価）	発電量と売電量の運転状況	1トンのごみの発電量：375度/トン 一期、二期の平均発電量は毎日90万kwhで、売電量は72万kwh/日
		その他のリサイクルの状況	焼却炉の残渣は煉瓦としてリサイクルされる。処理によりコンクリート煉瓦として政府工事に利用される。 焼却飛灰はキレート処理により、光大の危険固形廃棄物の埋立処理場で埋め立てられる。
		都市ごみの処理単価（元/t）	270（プロセス全体）
		電気の売却単価（元/kWh）	単価は0.635
		焼却灰、飛灰の埋立て処分単価（元/t）	処分単価は730元/t
		人件費：技術員、作業	技術員は5万、作業員は3万

調査項目	調査依頼資料	調査結論
	員別 (元/年・人)	
	上記以外の年間運転管理費 (薬剤費、燃料費、水、電気、補修費、その他)	380 元/t
リサイクル施設の概要	ボイラ、蒸気タービン、腹水器などの蒸気系機器	焼却炉からの熱は余熱ボイラを通して蒸気を発生して、タービン発電機を通して電気エネルギーに転換する。余熱ボイラはワンパイプ式の自然循環と平衡通風水管ボイラである。煙道は三つの縦通路、一つの横通路、二つの節炭器の煙道からなる。気分装置にはエアーエジェクタがあるが、ドレーンタンクとドレーンポンプは関連設備とパイプからの排水を収集して脱気装置へ送る。それで、蒸気と水分の損失を減少して装置の経済性を上げる。
	上記以外のリサイクル施設の概要	焼却炉はストーカ式焼却炉の燃焼技術を利用する。 焼却残渣の処理装置：ボイラからの残渣、反応塔からの灰分、火格子の隙間に漏れた残渣、ボイラの底の煙道の飛灰、集塵器が収集した飛灰などを含める。 飛灰のコンベヤーと処理装置：半乾燥反応塔と布袋式集塵機の灰バケットからの飛灰で、フローコンベヤーで処理場の固化工場へ送って固化処理する。 ボイラの給水処理装置：ボイラの給水は逆浸透と混床を利用する。
リサイクル施設のフロー (図がある場合は別紙)	フローシート (ごみ関連、蒸気関連)	1 トンのごみは 1.4 トンの蒸気を発生する。1 トンの蒸気は 260kwh の電気エネルギーを発電する。焼却炉の出口には主蒸気流量計を設置する。
	機器配置図 (各階平面図、縦断面図)	ごみ焼却による発電プロセスは添付図参照
	熱収支図 (熱量のフロー図)	余熱ボイラ内部の主蒸気は温度が 390°C-405°Cになる時、タービンに入る。40 キロの過熱蒸気は圧力をかけられてメインパイプを経てタービンに入る。発電してから、タービンから出る排水の温度は 40°Cくらいに下がる。
	物質収支図 (各部の排ガス量と温度)	焼却炉の内部温度 850°C-950°C→ 蒸発器、過熱器、蒸発器、節炭器を経て温度は 260°Cに下がる→ 半乾燥脱酸タワー、乾燥脱酸タワー、活性炭吸着装置、袋式集塵機を経て、温度は 150°C-160°Cくらいを保つ。余熱ボイラ→出口からの煙の温度は 130°Cくらい。
現状の課題	現状の課題	なし

第4章 静脈産業類生態工業園の整備計画案

本サブプロジェクトでは、調査対象として、瀋陽市、臨沂市、蘇州市の3都市が選定されている。調査対象3都市において、地域の産業、都市の開発計画、廃棄物の現状などを把握し、静脈産業類生態工業園の整備計画を策定する。そして、本サブプロジェクトでは、そこから得られる経験やノウハウ等を取りまとめ、全国に静脈産業生態工業園を整備するためのガイドライン案を策定することとしている。したがって、本整備計画の目的は、各調査対象都市の静脈産業生態工業園整備の方向性を示すのみならず、ガイドライン案の策定を念頭に入れた調査・研究でもある。

本整備計画の策定に当たっては、ガイドライン案の策定を視野に入れ、調査対象3都市のモデル化を行った。調査対象3都市のモデル化の内容は、後述のとおりであるが、概要は下表に示すとおりである。

表 4-1 調査対象3都市のモデル化

対象都市	瀋陽市	臨沂市	蘇州市
都市形態	重工業都市	発展途上にある 急速な経済発展型都市	ハイテク産業及び観光都市
モデル	製造業廃棄物型国家級静脈産業モデル園区	都市発展途上地域型静脈産業モデル園区	世界レベル都市ごみ型産業モデル園区
ポイント	<ul style="list-style-type: none"> 周辺産業資源を活用し、動脈・静脈産業連携の実現 園区の土地資源、多種の資源を活用し、資源、エネルギーの閉鎖的循環を実現 東北地区における重工業の産業高度化、循環型経済発展の模範 	<ul style="list-style-type: none"> 都市及び農村地区の廃プラ回収処理問題の対応 伝統的な強みを活用した、専門化、技術化の発展への道筋の形成 廃棄物処理・再資源化を基とした地方産業の活性化 	<ul style="list-style-type: none"> 焼却施設を中核とした既存静脈産業モデル園区の拡大による都市生活ごみ問題の解決 経済発展地区の都市化、土地資源不足等の都市問題対策としての都市固形廃棄物の総合処理機能の集約 蘇州の国際的地位のさらなる向上による静脈産業地域としての国際交流機能の実現

中国側中央政府及び調査対象3都市の開発理念を達成するため、本整備計画を策定するに当たっては、以下の事項に留意し、循環経済分野における日中両国協力プロジェクトの“モデル”になることを目指した。

- 1) 理念上の先導性、技術上の実用性、運営管理上の安定性にある計画づくり（先端性、成熟性）
- 2) 該当地域の産業発展に貢献できる産業計画づくり（経済性、持続性）
- 3) 他地域にも適用できるようなビジネスモデル（標準性、展開性）

また通常、静脈産業類生態工業園は、数種類から多種類の廃棄物を対象とするなど形態は多種多様であるが、本計画では各都市で選定された4種類の廃棄物を対象として、整備計画を策定する。また、対象廃棄物を処理・リサイクルする技術は、日本国の民間企業が有している技術を、現地状況に応じて仕様を変更したものである。

4.1 計画シナリオ

4.1.1 瀋陽市のシナリオ

瀋陽市は循環型経済と生態工業及び低炭素理念という特色のある国家エコタウン整備を上位目標としている。さらに、全国生態工業モデル都市、静脈産業モデル都市を構築することを目指している。

対象園区（環境産業基地）は近海経済区内に位置しており、同経済区には多くの製造業を集積している。また、近海経済区は東北部内陸域における唯一の保税物流センター及び遼寧省における唯一の国家級環境保護産業モデル基地である。

瀋陽市“12次5ヵ年計画”では、対象静脈産業園区はごみ焼却処理、電子廃棄物、汚水処理施設からの中水・余熱の活用などのプロジェクトを推進することを定めている。また、対象静脈産業園区を進めるとともに、既存の廃棄物総合回収利用体系を完備し、産業の発展を推進することも定めている。

したがって、短中期において、対象園区の整備は遼寧省における重工業の産業高度化とともに、動脈産業と静脈産業の連携を実現させて、廃オイル、廃家電、廃タイヤを中心とした産業廃棄物の適正処理及び資源利用のモデル基地を構築することが期待される。さらに、長期的に見れば、物流センター機能を生かして、遼寧省に閉じず、東北三省向けの廃家電、廃オイル、鋼鉄くず、廃自動車等々の産業廃棄物を処理・リサイクルする一大拠点となる。さらに園区には研究開発から、インキュベーション、産業化まで、静脈産業化の育成機能を完備すべきである。

以上の視点により、瀋陽市（近海経済区環境産業基地）のシナリオは、下表のとおりとした。

表 4-2 瀋陽市（近海経済区環境産業基地）のシナリオ

対象年	イメージ	シナリオ
中期 2015年	遼寧省における静脈産業モデル園区	<ul style="list-style-type: none"> ・ 廃オイル、廃家電、廃タイヤを中心とした廃棄物適正処理及び資源再生利用基地 ・ 近海経済区の資源優位性を生かし、製造業廃棄物リサイクル基地 ・ 瀋陽市ないし遼寧省における重工業の産業高度化とともに、動脈産業と静脈産業の連携実現
長期 2020年	製造業廃棄物型国家級静脈産業モデル園区	<ul style="list-style-type: none"> ・ 遼寧省に閉じず、東北三省向けの廃オイル、廃家電、廃タイヤ、廃自動車等々の産業廃棄物処理・リサイクルを特徴とした静脈産業園区 ・ 研究開発から、インキュベーション、産業化まで、静脈産業の育成システム完備 ・ 産業園区におけるマテリアル、エネルギーを循環し、ゼロエミッションの実現

4.1.2 臨沂市のシナリオ

臨沂市“12次5ヵ年計画”では、魯南蘇北区域特大核心都市の構築、環境配慮型資源節約型社会整備改革モデル区及び発展途上地区区域経済発展モデル区の構築を目標としている。また、従来からの貿易物流上の優位性を生かし、全国商品貿易物流センター、国際的商品物流センターを構築する計画である。

循環経済社会の構築において、臨沂市は「再生資源回収利用ネットワークシステム実施方案（試行）」を策定し、システムの構築を推進している。既にリサイクル産業は臨沂市の重要産業となり、年間取引売上が100億元を超えており、そのうち、廃プラスチックの取

引量は全国2位といわれている。

対象園区は臨沂市ないし山東省における重点静脈産業園区として、高付加価値のプラスチック再生製品の産業化、廃プラスチック回収から、搬送、解体、加工再生、販売までの産業チェーンの構築を実現すべきである。臨沂市の商品貿易物流センターを生かし、全国におけるプラスチック再生品取引・展示・情報発信センターを構築する。全国多くの発展途上地区にとって、廃プラスチックリサイクル事業により、当地経済規模を拡大し、都市化を推進する新たな発展モデルの創出となる。以上の視点により、臨沂市（徳力西再生塑料産業園）のシナリオは、下表のとおりとした。

表 4-3 臨沂市（徳力西再生塑料産業園）のシナリオ

対象年	イメージ	シナリオ
中期 2015年	廃プラスチックリサイクルハイテック産業園区	<ul style="list-style-type: none"> 日中技術協力による高付加価値のプラスチック再生製品産業化の実現 回収から、搬送、解体、加工再生、販売までの産業チェーンの実現
長期 2020年	都市発展途上地域型静脈産業モデル園区	<ul style="list-style-type: none"> 環境保全と産業促進を両立するための静脈産業を基点とした地方産業推進モデル 全国におけるプラスチック再生品取引・展示・情報発信センター

4.1.3 蘇州市のシナリオ

蘇州市は2004年から循環経済の推進を開始し、全国循環経済発展の先行地区である。循環経済産業チェーンにおいては、火力発電残渣循環利用、電子廃棄物総合利用、石化廃棄物総合利用、冶金余熱利用、化工廃液総合利用、再生資料回収利用、尾鉱資源回収利用、ならびに光大国家静脈産業モデル園区（対象園区）を中心とした都市ごみ综合利用の8大産業チェーンをほぼ形成している。

蘇州市“12次5ヵ年計画”では、循環経済産業チェーンの完備を促進し、循環経済企業の水準を向上し、循環経済に関する産官学の提携を促進する方針である。

蘇州市は長三角経済発達地区にあり、利用可能な土地が不足している。経済の発展にともなう都市人口の急増により、都市生活ごみの発生量は毎年伸びている。都市生活ごみのみならず、食品残渣、下水汚泥、廃自動車などの都市環境問題が発生しつつある。それらの廃棄物の適正処理は長三角ないし中国沿岸部の経済発達地区にとって、今後より重要な課題となる。そこで、対象園区は全国初の都市生活ごみと工業廃棄物の集中処理産業園区として、今後起こりうる都市化の推進、土地資源の不足などの都市問題に解決する都市廃棄物総合処理モデル園区となることが望ましい。

以上の視点により、蘇州市（光大国家静脈産業モデル園区）のシナリオは、下表のとおりとした。

表 4-4 蘇州市（光大国家静脈産業モデル園区）のシナリオ

対象年	イメージ	シナリオ
中期 2015年	国家級都市ごみ型静脈産業モデル園区	<ul style="list-style-type: none"> 都市型廃棄物を廻った焼却発電、下水汚泥、食品残渣、廃自動車などの産業クラスターを集積するモデル園区 都市化の推進、土地資源の不足などの都市問題に面している経済発達地区における都市廃棄物総合処理モデル園区
長期 2020年	世界レベル都市ごみ型産業モデル園区	<ul style="list-style-type: none"> 産業園区における処理施設の相互連携によるマテリアル・エネルギーの閉鎖系循環システム 研究開発、展示教育、産業観光などの多機能を集合した国際交流拠点

4.2 瀋陽市の整備計画

4.2.1 対象廃棄物の収集及び循環資源の物流

対象園区は、中国東北部の重工業地域に位置しており、短期的には周辺地域から対象廃棄物を回収し、再生製品を供給する。また、近海経済開発区内に位置し、動脈産業との緊密な連携も可能である。現在、遼寧省及び東北3省では、重化学工業の高度化を図っている。これらの動脈産業と対象園区の静脈産業が有機的に連携し、再生資源が当該地域の重化学工場で利用されることを目指している。

廃鋼については、20億元の投資をして、中鋼集団北方金属資源基地に製鉄工場が整備される予定で、この基地全体で200万トンの需要が見込まれている。この他に、瀋陽市九星銅業集団と艾克ケーブル会社が製鉄工場を建設する計画であり、それぞれの工場で廃銅が40万トン、20万トン使用される。

その一方、同園区には輸入循環資源分解加工産業区があり、税関施設や保税施設も建設が進んでいる。将来的には、周辺地域のみならず、港湾施設や輸出入関連を活用して、中国国内の他地域や海外からの対象廃棄物の受け入れも可能である。

対象園区の立地を含む周辺地域のインフラ状況、産業集積地区及び物流拠点の現況と将来計画を下図に示す。他の工業園区や物流園区は、主に瀋陽市中心地域から南地区と西地区に多く存在している。対象園区はこれらの工業園等とは少し離れた位置に立地しているが、道路ネットワークの発達により有機的な連携が可能となっている。また対象園区は瀋陽市と国際港営口港との延長線状に位置しており、港湾施設を活用した広域物流の潜在能力を有している。実際に同園区には輸入循環資源分解加工産業区があり、既に税関施設や保税施設の建設が進んでいる。将来的には、周辺地域のみならず、港湾施設や輸出入関連を活用して、中国国内の他地域や海外からの対象廃棄物の受け入れも可能である。

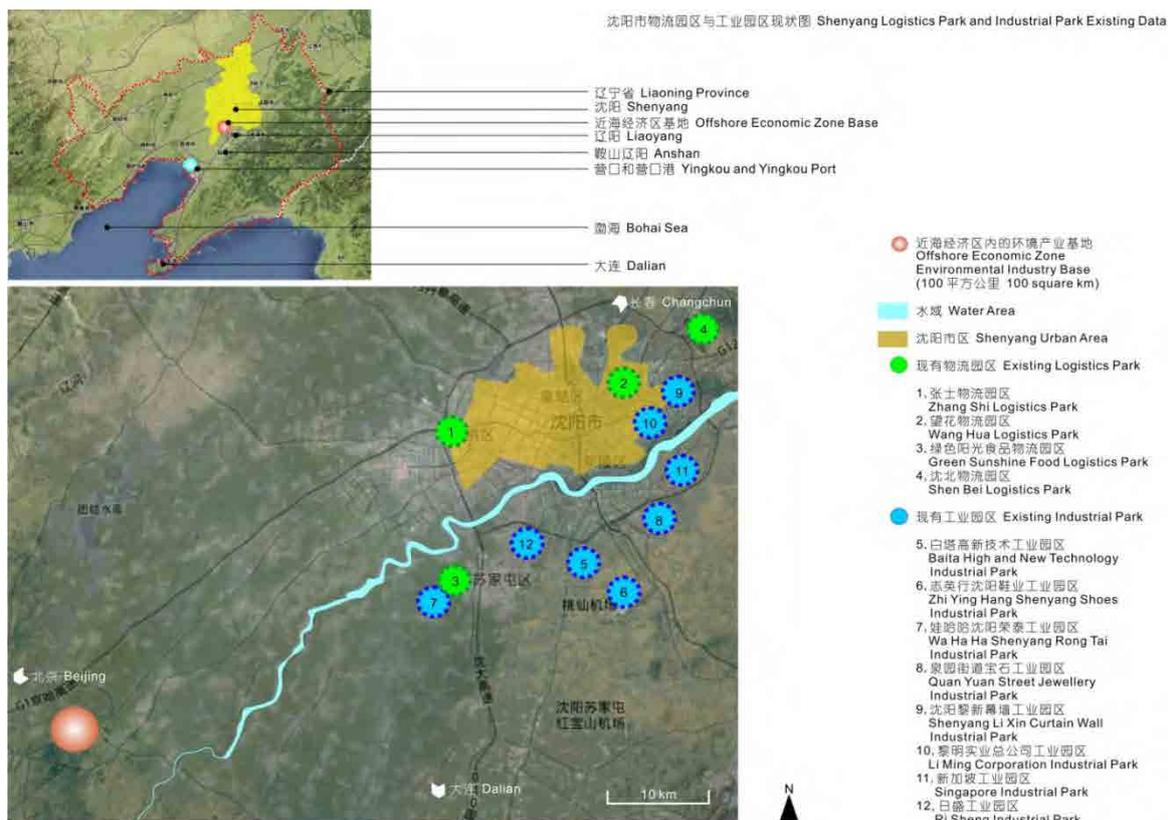


图 4-1 沈阳市的现状图

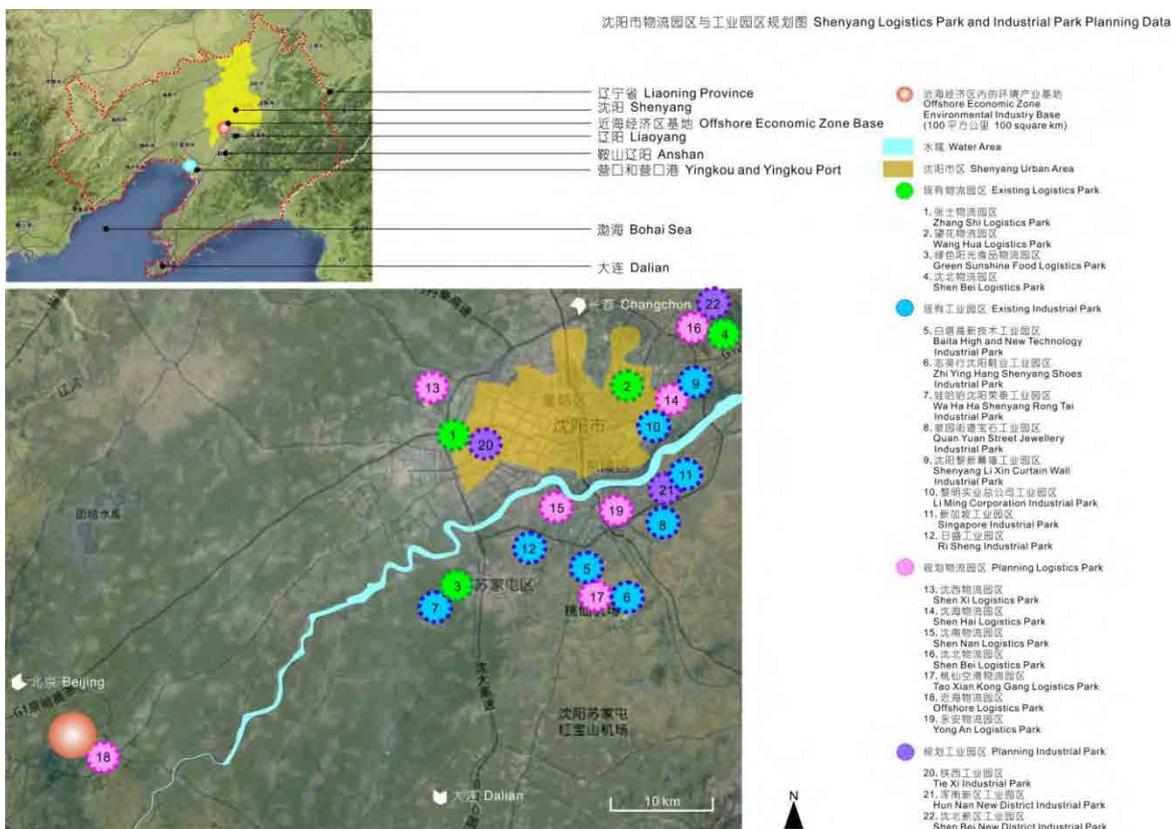


图 4-2 沈阳市的将来计画图

4.2.2 施設に関する計画

本対象園区が立地している近海経済開発区は、地理及び交通インフラ等の優位性を十分に活用し、全国でもトップクラスの生態産業園の整備を進めている。特に、環境産業基地を全国最大規模の「都市鉱山」とみなし、瀋陽市の環境保全・経済発展を進めている。本対象園区の整備シナリオは、2015年までを第1ステージ、2020年までを第2ステージとし、それぞれ以下に示す目標を設定した。

表 4-5 近海経済区環境産業基地の整備目標¹

目標年	立地企業数	生産額	処理能力	循環利用率
中期 2015年	200社	450億元	500万トン 鉄類：350万トン、非鉄類：80万トン、 ゴム：50万トン、その他：20万トン	70%
長期 2020年	400社	1,000億元	800万トン 鉄類：500万トン、非鉄類：150万トン、 ゴム：100万トン、その他：50万トン	国際的レベル

(1) 廃家電の発生状況と施設計画

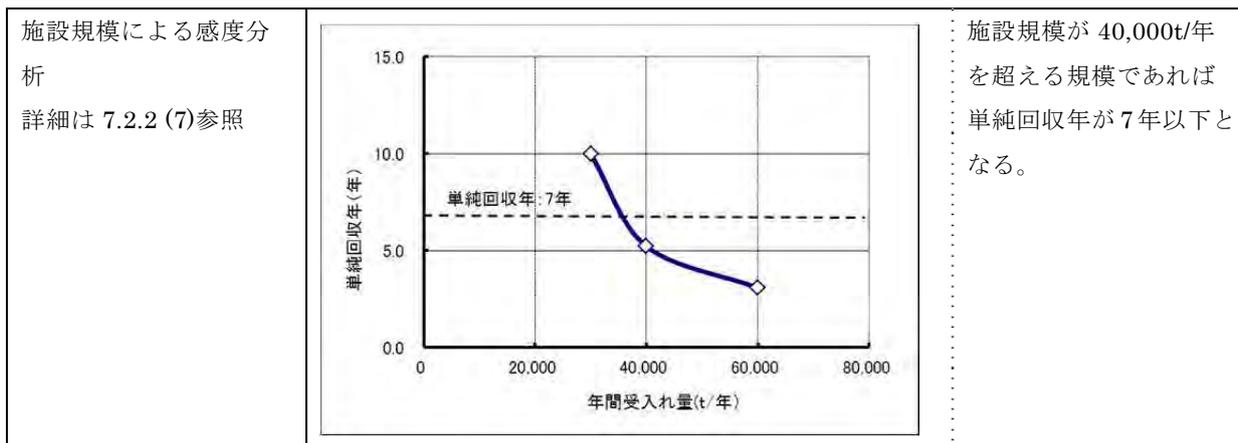
瀋陽市の家電の年間平均販売台数は240万台、保有台数の年間増加数は120万台といわれていることから、約100万台が廃棄されていると推測される。一方、対象園区の環境産業基地では、既に瀋陽市秋実新天地有限公司が、廃家電処理施設を整備・運営している。近隣からの廃家電も受入れて処理するため、その処理能力は200万台/年である。一般的に、中国の家電処理施設では、手解体を主体とした粗解体が主流である。瀋陽市秋実新天地有限公司でも同様の処理システムが採用されている公算が高い。

本計画では既存処理施設等で粗解体された金属スクラップを、破碎・選別し、再生金属を回収する計画とする。施設規模に関連して、瀋陽市秋実新天地有限公司から発生する金属スクラップが、概算で約4万-5万t/日と推測されることから、経済性分析の結果も考慮し40,000t/年とした。

表 4-6 廃家電処理施設の施設計画

対象廃棄物	廃家電（金属スクラップ）
発生及び処理の現状	瀋陽市で約100万台の家電が排出されている。 対象園区には既に瀋陽秋実新天地有限公司が廃家電リサイクル事業を進めている。
受入れ・処理の方針	既存廃家電処理施設で粗解体された金属スクラップを受入れ、破碎・選別し、再生金属を回収する
再生製品	鉄、ミックスメタル、銅
処理方法	破碎・選別
施設規模	40,000t/年

¹出典：瀋陽市資料



注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として 7 年とした。

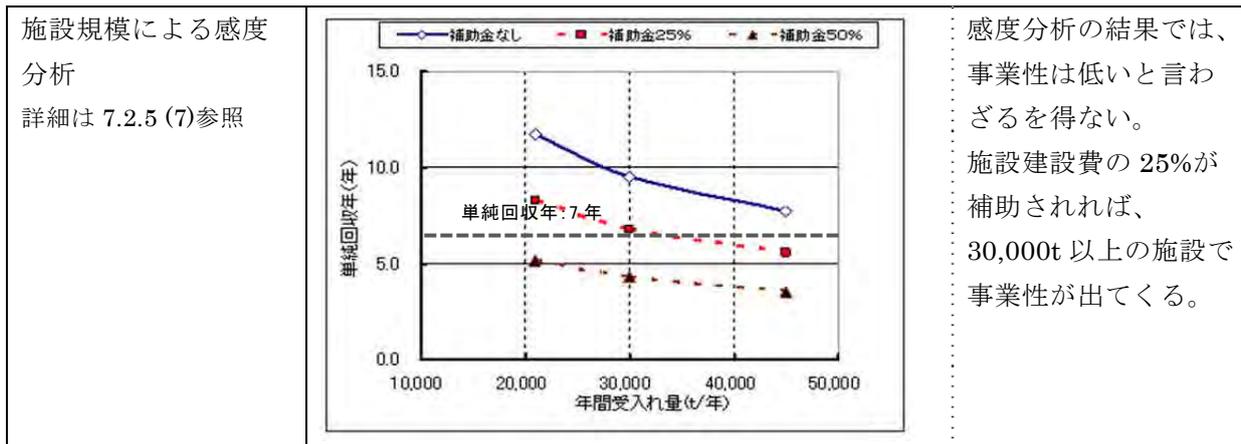
(2) 廃タイヤの発生状況と施設計画

瀋陽市では生活レベルの向上に伴い、自動車の普及が急速に広まりつつあり、これに付随して、タイヤの需要も拡大している。廃タイヤの発生源は、廃自動車から解体されたものと、自動車修理工場で交換のため回収されたものがある。廃タイヤの回収量は、全体で 14.35 万トン（約 550 万本相当）である。しかし、瀋陽市では廃タイヤのリサイクル業者が少なく、回収された廃タイヤの約 70%は、市外のリサイクル施設で、再生タイヤとして再生利用されている。また瀋陽市では、廃タイヤの不法投棄、火災、害虫の発生などの問題が発生している。

本計画では、市内に不法投棄等がある現状を加味して、市外で処理されていない約 30%（150 万本相当の 39,000t/年）を処理し、再生油、圧縮炭、鉄を製造する。しかし、経済性分析の結果では、本施設の事業性は低いと言わざるを得ず、建設費の 30%程度の補助金もしくは再生製品の販売価格が上昇した場合に事業が成立する。さらに将来的に、非正規企業による再生タイヤの生産が制限されれば、原料となる廃タイヤの購入価格が低下し、事業として成立つ可能性が高まる。

表 4-7 廃タイヤ処理施設の施設計画

対象廃棄物	廃タイヤ
発生及び処理の現状	瀋陽市では年間約 14 万トンの廃タイヤが排出されているが、約 70%は市外で再生利用されている。一方で、不法投棄による環境汚染が問題となっている。
受入れの方針	市内での廃タイヤ産業の育成のため、発生量の約 30%を回収・処理する。
再生製品	再生油、圧縮炭、鉄
処理方法	熱分解・油化
施設規模	39,000t/年（150 万本相当）



注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として7年とした。

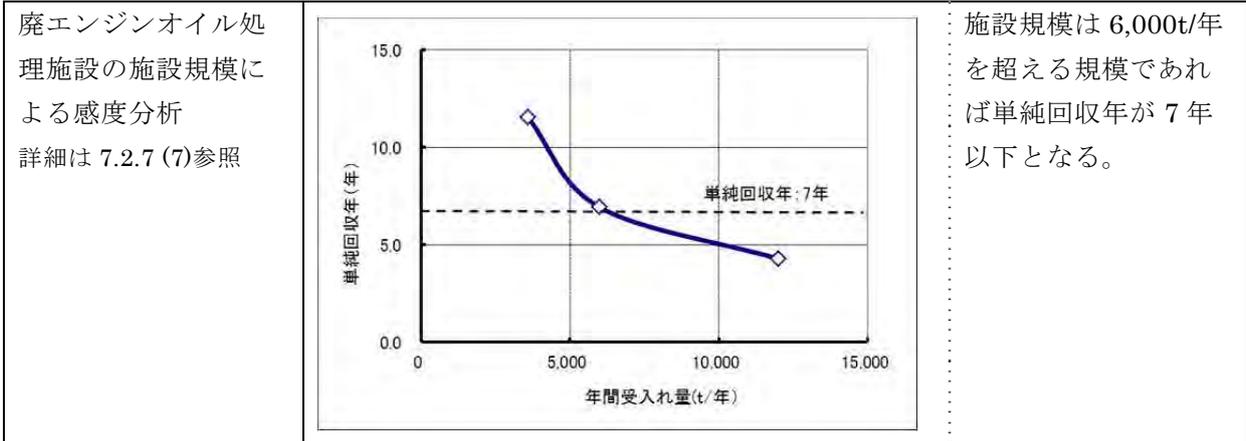
(3) 廃エンジンオイル・廃乳化液の発生状況と施設計画

瀋陽市の自動車保有台数は、107万台を超えており、これらの自動車から1年間に1万トン程度の廃エンジンオイルが発生していると推測される。廃エンジンオイルは、自動車販売店や自動車修理工場を通じて流通している。しかし、処理施設や回収システムの整備の遅れが課題となっており、2010年の廃エンジンオイルの回収量は、7,350トン/年である。一方、廃乳化液については、2008年に5,900トンが発生している。これらは正規ルートで回収されている量であり、これ以外に非正規のルートで回収・流通している部分が相当量存在すると推測される。

本計画では、これら非正規ルートからの回収も視野に入れ、施設規模を決定した。

表 4-8 廃エンジンオイル処理施設の施設計画

対象廃棄物	廃エンジンオイル、廃乳化液
発生及び処理の現状	瀋陽市では約7,000トンの廃エンジンオイル、約6,000トンの廃乳化液が正規ルートで回収されている。ただし、非正規ルートに回っている量も相当あると推測されている。
受入れの方針	非正規ルートに回っているものも含め回収・処理する。
再生製品	再生潤滑油、固形燃料
処理方法	蒸留、化学処理、混合、造粒
施設規模	廃エンジンオイル 12,000t/年、廃乳化液: 18,000t/年、農業廃棄物等: 4,500t/年



注) 廃乳化液については、詳細な情報が入手できなかったため、評価は行っていない。

注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として 7 年とした。

(4) 土壌汚染の発生状況と施設計画

瀋陽市では約 400 万 m³ (深度 1m を想定) の汚染土壌が存在している。しかし、現状で処理できる会社は 2 社しか存在しない。土壌汚染は、市全域に広がっており現場での原状回復を基本とするため、本園區での処理施設は検討しない。

(5) 施設間の相互活用と循環資源のカスケード利用

近海経済開発区の環境産業基地には、既に廃プラスチック処理施設と廃家電処理施設が整備されている。これに加え、本計画の対象廃棄物の処理施設を整備した場合、下図に示すような施設間の相互活用と循環資源のカスケード利用が可能となる。特に、廃エンジンオイル処理施設と廃プラスチック処理施設で発生する残渣等は、環境産業基地内での他の施設で再利用が可能となる。

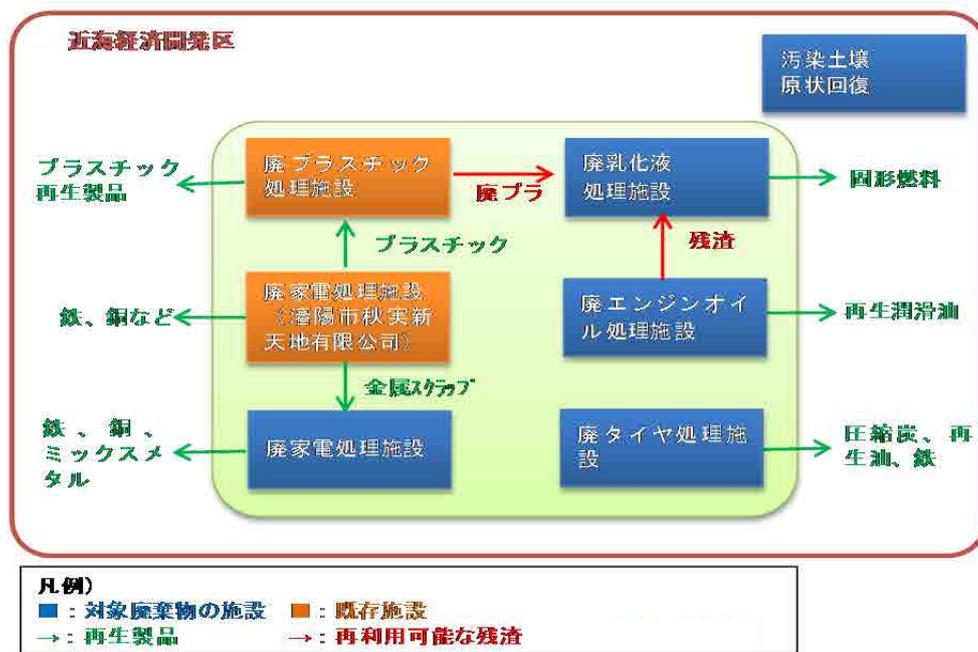


図 4-3 環境産業基地での施設間の相互活用とカスケード利用

4.2.3 園区の発展・運営の支援計画

(1) 環境ビジネスの創出・育成の目標設定

近海経済開発区は、重化学工業、新材料産業、物流産業などの動脈産業を基幹産業として育成する計画である。さらに将来は、環境産業も新たな基幹産業とすべきである。本静脈産業園区は、廃家電、廃タイヤ、廃エンジンオイルと廃乳化液の再生利用及び汚染土壌の処理を基幹環境産業として育成し、環境ビジネスを創出する。特に、廃家電、廃タイヤ、廃エンジンオイルと廃乳化液の再生利用は、再生製品を製造し、新たな商品として流通させる。

4.2.2 で示した施設計画に沿って対象廃棄物の施設を整備すると、下表に示すビジネス規模が期待される。対象廃棄物の処理施設全体でのビジネス規模(売上)は7億元/年となる。このビジネス規模を達成するため、本園区の運営・発展に係る支援計画を以下に示す。

表 4-9 基幹環境ビジネス規模の目標

基幹環境産業	施設規模	ビジネス規模(売上)
廃家電再生利用	金属スクラップ 4 万トン/年	6 億元/年
廃タイヤ再生利用	3.9 万トン/年	1400 万元/年
廃エンジンオイルと廃乳化液の再生利用	廃エンジンオイル：1.2 万トン/年 廃乳化液：1.8 万トン/年	1 億元/年
土壌汚染の処理	—	—
四大の環境産業	—	7 億元/年

注) ビジネス規模は施設規模に売却単価を乗じて算出。売却単価は、再委託調査報告書より引用

(2) 園区の管理体制

本静脈産業園区は総合的な工業園区である近海経済開発区に位置しており、同開発区には管理委員会が既に整備されている。本静脈産業園区は開発区の管理委員会の指導の下で、『政府主導型』の管理体制を採用する。地方政府(及び近海経済区管理委員会)直轄の外郭団体である「環境保護産業モデル基地管理委員会」が、管理・運営会社に委託して、本静脈産業園区の計画づくり、インフラ投資、企業誘致、園区全体の運営を担当する。本園区の管理体制の全体像及び各機関のかかわりは、下図に示すとおりである。

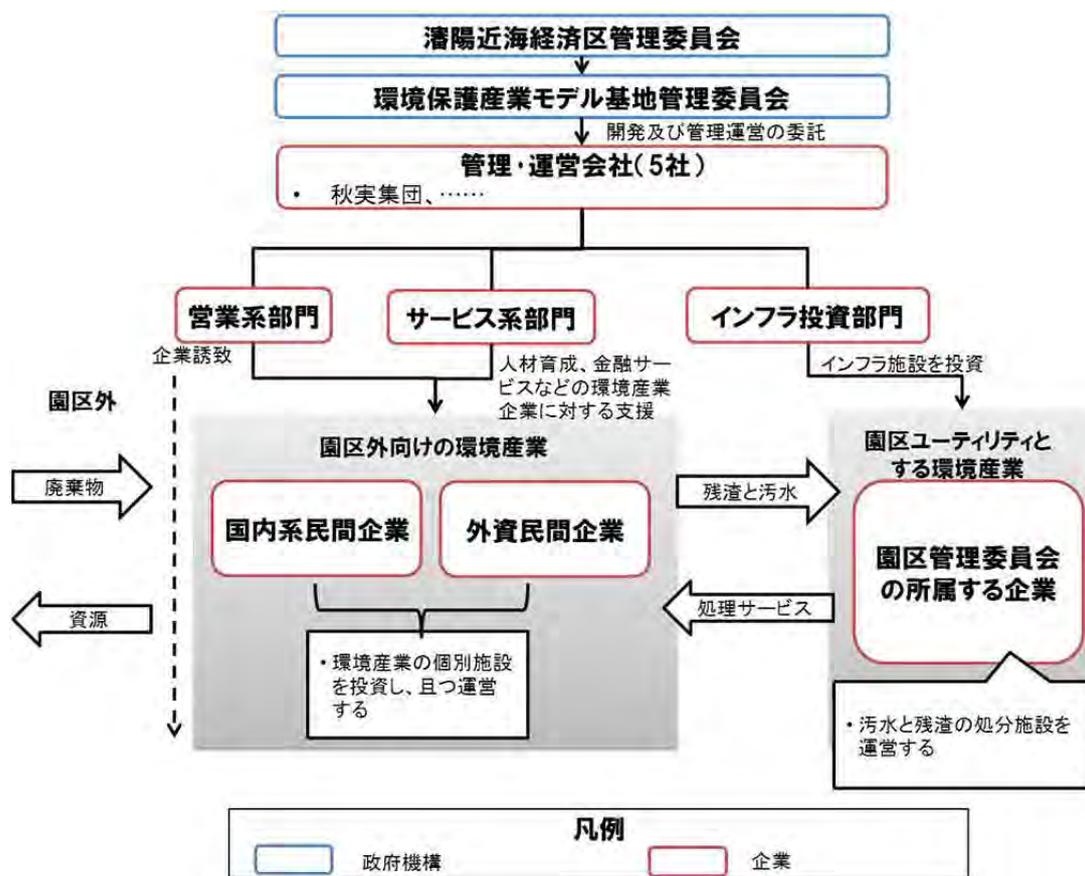


図 4-4 園区の管理体制の全体像

環境保護産業モデル基地管理委員会には、企業誘致を担当する営業系部門、人材育成などを行うサービス部門及び共有インフラを整備するためのインフラ投資部門が必要となる。本園区内の民間企業は国内系民間企業と外資民間企業から成り立ち、園区外から廃棄物を調達し、再生製品として園区外へ出荷する。また民間企業から製造の過程で発生した残渣や汚水は、管理委員会所属の企業が処理する。

(3) 投資・誘致等を促進するためのビジネス情報支援

外部からの投資を呼び込み、企業を誘致するには、本園区へ投資・入居することのメリットを、いかにしてPRできるかにかかっているため、地道な営業活動のほか、インターネットを活用した情報発信が極めて重要となる。そのため園区の管理委員会は、ホームページを整備し、積極的な情報発信を行う必要がある。ホームページに掲載する情報は、下図に示すとおり、本園区の事業誘致計画と本園区で調達する対象廃棄物と出荷する再生製品の需給情報である。

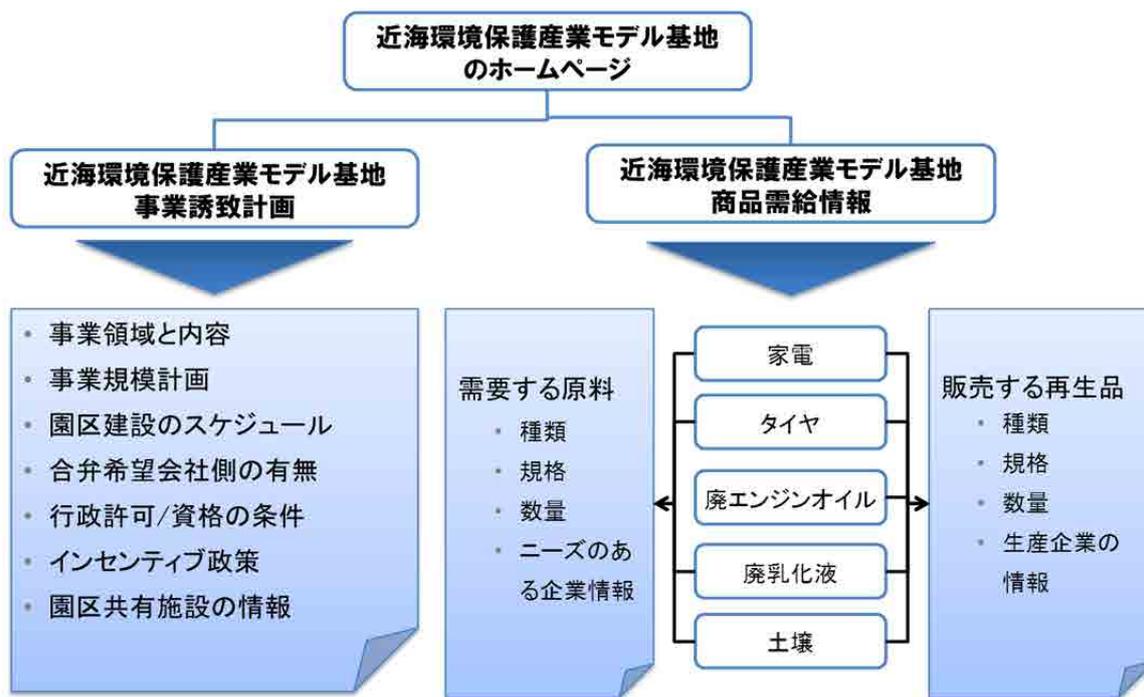


図 4-5 ホームページ掲載する投資・企業誘致に係る情報

(4) 上位政府への政策提言（法令・制度面の支援）

本園區での環境ビジネスでは、現地ニーズに合った最適技術を導入することと、規制緩和や需要促進などの政策・制度的な支援が、ビジネス促進の両輪となる。園區の管理委員会は、省や市地方政府に対して政策提言を行い、環境ビジネスを促進させる。対象廃棄物ごとに、現在想定される政策提言は、以下のとおりである。

< 廃家電・廃電気電子機器 >

- IT産業の技術進歩により、将来、基板中の貴金属含有量は減少することが予想される。さらに、現状でも認可事業者が貴金属を高濃度に含む基板を必要量確保するのは困難と考えられる。そこで、パソコンや携帯電話の基板を無認可企業が引き取れないように規制の強化を図るなどの政策的な保護措置が必要となる。
- 小規模な湿式精錬施設では経済面から排水処理施設を設置する余裕が無いと考えられる。このため非鉄精錬所で基板から貴金属を回収するためには、大規模な非鉄精錬所に湿式精錬設備を増設するなど政策的に誘導する必要がある。
- ・既存の家電リサイクル工場から、粗解体の金属を優先的に搬入できる仕組みを構築する。

< 廃タイヤ >

- 更正タイヤの安全性確保のため、廃タイヤの台タイヤとしての品質基準や利用基準を厳しくして無認可業者を規制し、廃タイヤが再生タイヤ以外にも利用されるよう政策的に誘導する。
- 無認可事業者の事業内容や環境保全対策を監視し、適正な処理が行われるように指導する。これらの対策が結果的に適正価格での取引につながる。

< 廃エンジンオイル・廃乳化液 >

- ・ 現在、無許可業者に流れている分の廃エンジンオイルを優先的に認可企業に引き渡すよう政策的に誘導する。
- ・ 無認可企業による粗悪品の製造は、正規企業の事業を経済的に圧迫するだけでなく、市場全体の信用を失わせることになるため、粗悪品を厳しく規制する必要がある。
- ・ 廃乳化液を利用した固形燃料は公共施設で優先的に利用する等の施策が必要である。

<汚染土壌>

- ・ 低コストで土壌浄化する計画とするためには詳細な事前調査が必要であるため、事前調査に十分な補助金を付けて浄化計画の策定を誘導する必要がある。その結果により浄化対策の優先順位を決定すべきである。
- ・ 近隣住民の健康のため土壌汚染地域の周辺に観測井戸を設けて地下水のモニタリングをするよう指導する(日本では対象箇所を3ヶ月に一回測定している)。また、汚染土壌が大気中に飛散することを防止するため、覆土やアスファルト舗装、植栽などをするよう指導する。

(5) 人材育成支援の計画

本園区の管理委員会は、園区内の民間企業に対して様々な研修・訓練を提供し、企業の人材育成を支援する必要がある。人材育成支援のメニューは、下図に示すとおり、静脈産業経営フォーラム・技術検討会、海外研修、講師による講義及び園区管理委員会が補助金を出して専門家を雇用した OJT が想定される。

表 4-10 人材育成支援の計画

内容	対象	効果
家電リサイクル、工業廃棄物処理、土壌改善の業界の経営フォーラム・検討会	園区民間企業の経営者 園区管理委員会の管理者	園区のブランド力を拡大 ビジネス情報の交換 国際合作のプラットフォーム 先進技術の紹介
海外・国内での研修・視察 (都市間での情報共有含む)	園区民間企業の経営者と主任技術者 管理委員会の管理者	海外の環境産業ビジネスモデルと 技術動向を把握
講師を招く教育コース	モデル基地管理委員会は出資者とする 近海のテナント企業の技術担当者が参加	園区企業の技術者を育成
専門技術者を雇用した OJT (民間企業が雇用、管理委員会は補助金支給)	園区の民間企業	専門技術者を育成

(6) 金融サービスに関する支援

静脈産業の業界には中小企業が多く、融資が課題になっているため、園区の運営会社或いは管理委員会は下表に示す金融サービスに関する支援体制を整備する必要がある。

表 4-11 想定される金融サービス

金融機関の種類	金融機関	園区の支援活動
民間系投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● VC/PE ● 銀行のグリーンファイナンス部 	<ul style="list-style-type: none"> ● FOF のファンド (fund of fund) を設立し、VC/PE の投資を奨励する

	<ul style="list-style-type: none"> ● 門担保会社 	<ul style="list-style-type: none"> ● 企業の融資を担保する。 ● 園区企業をサービスする担保会社を補助する ● 園区企業と金融機関の取引をマッチングする
中央政府の政策銀行と投資ファンド	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家開発銀行 ● 中国進出口銀行 ● 中国農業発展銀行 ● 中国投資公司 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中国の政策金融機関に園区企業を紹介する
地方政府の政策金融機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方政府の設立する産業促進ファンド <ul style="list-style-type: none"> ■ 遼寧省創業投資引導基金、瀋陽市創業投資引導基金など ● 地方政府の政策性担保企業 <ul style="list-style-type: none"> ■ 瀋陽市中小企業信用担保中心など 	<ul style="list-style-type: none"> ● 園区企業のために、地方政府の金融支援を申請する

4.3 臨沂市の整備計画

4.3.1 対象廃棄物の収集及び循環資源の物流

臨沂市は山東省の東南部に位置し、東は黄海、南は江蘇省に隣接し、西は中原へと通じている。さらに北京と上海の間に位置し、全国的な商業貿易物流都市である。人・モノ・資金・情報などが四方から臨沂市に集まり、商業都市としての発展し、同地域の静脈産業の発展に大きな影響を与えている。臨沂市には、各種製品の専門卸市場が98カ所あり、年間取引高は1,100億元に上る。これに関連し物流関連企業が3,000社以上、配送ルートも2,000本程度ある。商品の販売と仕入れは、26の省・市・自治区に達し、1日当たりの取引高は10億元で、江北地域最大の商品集積地となっている。このため2011年8月には「中国物流の都」の称号を授与された。さらに同年11月に「中国物流モデル基地」の称号が授与され、山東省初の中国物流モデル園区となった。

臨沂市の静脈産業の発展は著しく、既に大型再生資源集散市場が10数ヶ所、リサイクル所が14,600ヶ所、従業員数は10万人に達している。市全体の年間取引量は、非鉄金属120万トン、鉄類130万トン、廃プラ87万トン、廃タイヤ30万トン、廃家電500万トン、古紙16万トンで、年間取引高は230億元となっている。

廃プラスチックをはじめとした対象廃棄物については、短期的には山東省各地域、長期的には江蘇省、浙江省、河北省、上海、北京などからも収集する。再生された循環資源は、臨沂の物流都市としての利点を生かし、省内にとどまらず、近隣の省まで供給する。循環資源収集のエリアのイメージを下図に示す。



図 4-6 資源収集の地域範囲のイメージ²

対象園区の立地を含む周辺地域のインフラ状況、産業集積地区及び物流拠点の現況と将来計画を下図に示す。現在、臨沂市では中心部に物流拠点が集積し、その周辺部に工業園が位置している。本園区も物流拠点の北東端に位置しており、物流拠点を活かした対象廃棄物の集積が可能な位置に立地している。さらに将来は、周辺に新規の工業園の建設がいくつも計画されており、これら動脈産業と連携した産業チェーンの強化が期待される。

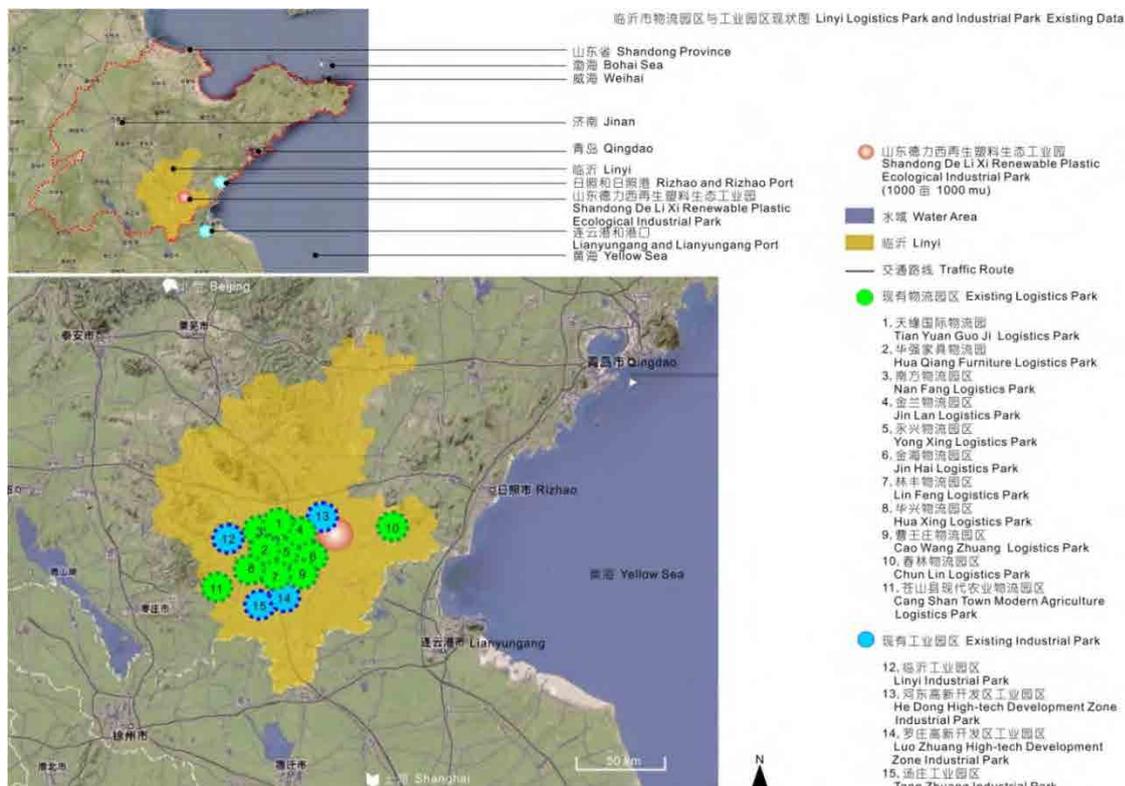


図 4-7 臨沂市の現況図

²出典：山東省德力西再生塑料生態工業園整備計画

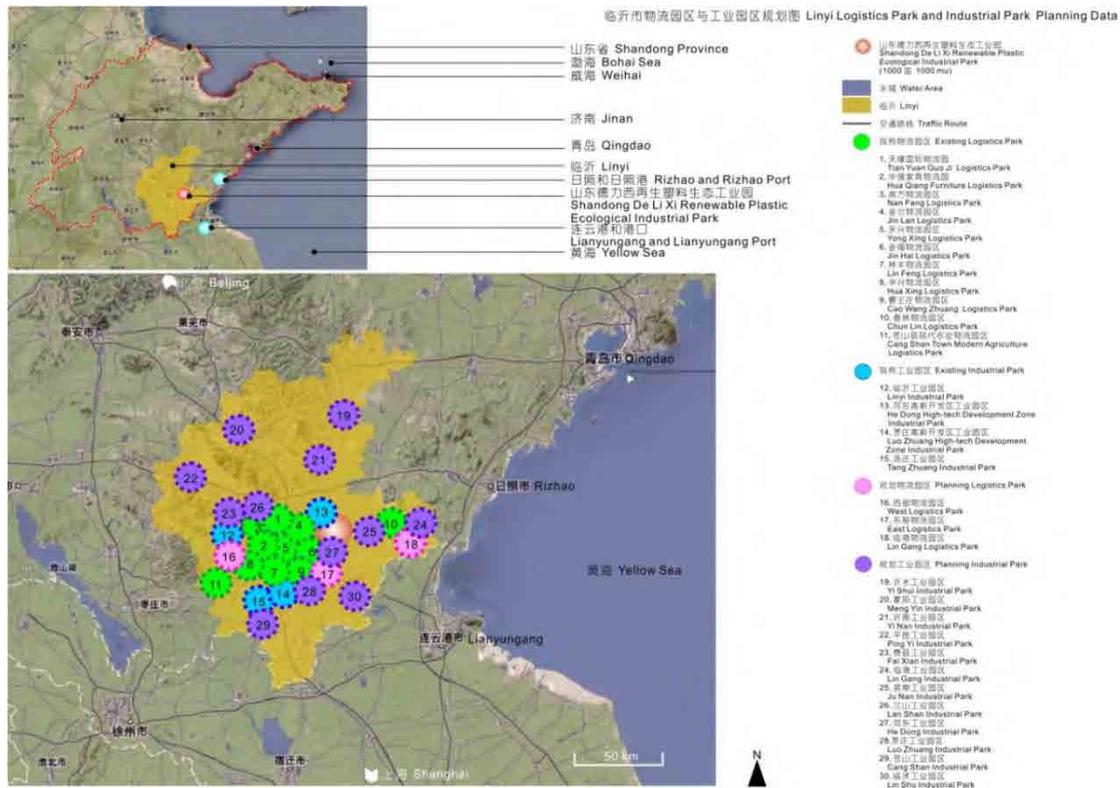


図 4-8 臨沂市の将来計画図

4.3.2 施設に関する計画

本園区（徳力西再生塑料生態工業園）では、第 1 期事業で整備した廃プラスチックリサイクルを中核事業とし、段階的な技術開発によって、より高付加価値のある廃プラスチックのリサイクルを目指している。特に、これまでリサイクルできていない ABS 樹脂 (Acrylonitrile Butadiene Styrene Copolymer) などについても処理を行う。その一方、リサイクル技術のみならず、貯留・輸送、再生利用といった一連のシステムを構築し、大規模・集約型生態工業園区とする。これらの取組みによって安定的な産業チェーンを構築する。

本園区では、2009 年を基準年として、2015 年までを中期計画、2020 年までを長期計画とする。各計画の経営に係る目標を、以下に示すとおり設定した。

表 4-12 徳力西再生塑料産業園の経営に係る目標³

項目	単位	2009 年	中期 2015 年	長期 2020 年	
経営目標	工業生産総額	億元	11.39	25.84	52.00
	一人当たり工業生産額	万元/人	54.87	109.68	218.49
	廃棄物の再生資源への転化が園区工業 増加値の上昇に対する貢献率	%	100	100	100
	単位工業生産額の 総合エネルギー消費	t 標準石 炭/万元	0.067	0.040	0.026
	単位工業生産額の新鮮水消費	m ³ /万元	11.53	7.3	4.22
潜在能力	工業生産額に対する R&D 投入割合	%	0.5	1.4	2.0

³出典：再委託調査報告書

目標	R&D が工業生産額に対する貢献率	%	15	40	60
----	-------------------	---	----	----	----

(1) 廃プラスチックの発生状況と施設計画

臨沂市では、毎年、生産、流通、消費活動によって、約 100 万トンもの廃プラスチックが発生している。既に対象園区の山東省徳力西再生塑料生態工業園が廃プラスチックのリサイクル事業を進めており、年間処理量は 380,000 トン/年である。しかし、本園區では廃プラスチックの収集量が足りないことが深刻な問題となっている。省内だけでの収集が困難なので、省外からも収集している。また量を確保するため、様々な廃プラスチックを受け入れている結果、廃プラスチックの質もバラツキがでている。本園區では、混合回収された廃プラスチックを分別する技術の導入が急務となっている。

本計画では、既存施設に混合プラスチックを専用に処理する施設を増設することとする。施設規模は現状の受入れ量 38 万トンの 20% (70,000t/年) を想定した。

表 4-13 廃プラスチック処理施設の施設計画

対象廃棄物	廃プラスチック (混合廃プラスチック)											
発生及び処理の現状	臨沂市では年間 100 万トンの廃プラスチックが発生している。本園區で、年間約 38 万トンのリサイクルしている。ただし、分別された廃プラスチックの回収難から、混合プラスチックを一部受け入れている。											
受入れの方針	分別された廃プラスチックの処理ラインは存在するため、混合プラスチック専用の施設を増設して処理する。											
再生製品	高度材料リサイクル											
処理方法	破砕、選別、加工											
施設規模	70,000t/年											
施設規模による感度分析 詳細は 7.2.1 (7)参照	<table border="1"> <caption>Figure 4-13: Simple Payback Period vs. Annual Intake Volume</caption> <thead> <tr> <th>年間受入れ量 (t/年)</th> <th>単純回収年 (年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>20,000</td> <td>7.0</td> </tr> <tr> <td>40,000</td> <td>~4.5</td> </tr> <tr> <td>60,000</td> <td>~3.5</td> </tr> <tr> <td>80,000</td> <td>~3.0</td> </tr> </tbody> </table>	年間受入れ量 (t/年)	単純回収年 (年)	20,000	7.0	40,000	~4.5	60,000	~3.5	80,000	~3.0	施設規模が 30,000t/年を超える規模であれば単純回収年が 7 年以下となる。
年間受入れ量 (t/年)	単純回収年 (年)											
20,000	7.0											
40,000	~4.5											
60,000	~3.5											
80,000	~3.0											

注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として 7 年とした。

(2) 廃家電の発生状況と施設計画

臨沂市では、毎年 200 万台の廃家電が発生しているとされており、さらに年々 15% 以上の割合で増加している。また臨沂市は全国的な商業貿易物流都市であり、様々な製品・資源などが全国から集積している。この中には、廃家電も含まれており、毎年 300 万台程度の廃家電が省外から運び込まれている。臨沂市には、既に家電処理施設として、山東中緑資

源再生有限公司(処理能力 200 万台/年)、中国臨沂家電リサイクルセンター(処理能力 1,000 万台/年) が立地している。これらの家電処理施設では、手解体を主体とした粗解体が主流である。

本計画では両社等で粗解体された金属スクラップを園區で受入れ、破碎・選別し、再生金属を回収する計画とする。また本園區には、2 社以外の他の金属スクラップも合わせて処理する計画とする。施設規模は、廃家電の発生量等を考慮し、10 万 t 程度の金属スクラップの発生量が期待されることから 80,000t/年とした。

表 4-14 廃家電処理施設の施設計画

対象廃棄物	廃家電									
発生及び処理の現状	臨沂市では、年間約 500 万台の廃家電が排出されている。 既に廃家電のリサイクル事業者が数社存在し、その処理能力は年間 1,200 万台である。									
受入れの方針	既存廃家電処理施設で粗解体された金属スクラップを受入れ、破碎・選別し再生金属を回収する									
再生製品	鉄、ミックスメタル、銅、アルミ、プラスチック、貴金属、レアメタル									
処理方法	破碎、選別									
施設規模による感度分析 詳細は 7.2.2 (7)参照	<table border="1"> <caption>感度分析グラフのデータ</caption> <thead> <tr> <th>年間受入れ量 (t/年)</th> <th>単純回収年 (年)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>30,000</td> <td>10.0</td> </tr> <tr> <td>40,000</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>60,000</td> <td>3.5</td> </tr> </tbody> </table>	年間受入れ量 (t/年)	単純回収年 (年)	30,000	10.0	40,000	5.0	60,000	3.5	施設規模が 40,000t/年を超える規模であれば単純回収年が 7 年以下となる。
年間受入れ量 (t/年)	単純回収年 (年)									
30,000	10.0									
40,000	5.0									
60,000	3.5									
施設規模	80,000t/年									

注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として 7 年とした。

(3) 廃電線ケーブルの発生状況と施設計画

臨沂市には、都市鉱物の再生資源を取り扱う専用取引市場が設置されている。2010 年の臨沂市での廃非鉄金属の取引量は 200 万トン（このうち、廃銅は 100 万トン）に達しており、全国の総取引量の 20%を占めている。臨沂市では、既に臨沂市源宏銅業有限会社が電線ケーブルのリサイクル事業を進めており、2011 年の処理実績は約 1.5 万トンである。

本計画では、園區内に新規に電線ケーブル処理施設を建設することを計画する。施設規模は既存処理施設の規模を参考として、10,000t/年とした。

表 4-15 廃家電処理施設の施設計画

対象廃棄物	電線ケーブル
発生及び処理の現状	同市における廃銅の取引量は、年間 100 万トンとなる。同市には電線ケーブルのリ

	サイクル業者が存在し、その処理実績は 1.5 トン（2011 年）であった。
受入れの方針	独自に廃電線ケーブルを受入れ、ナゲット処理を行い、銅とプラスチックを回収する。
再生製品	銅、プラスチック
処理方法	ナゲット処理（詳細は 7.2.3 (5)参照）
施設規模	10,000t/年
施設規模による感度分析 詳細は 7.2.3 (7)参照	

注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として 7 年とした。

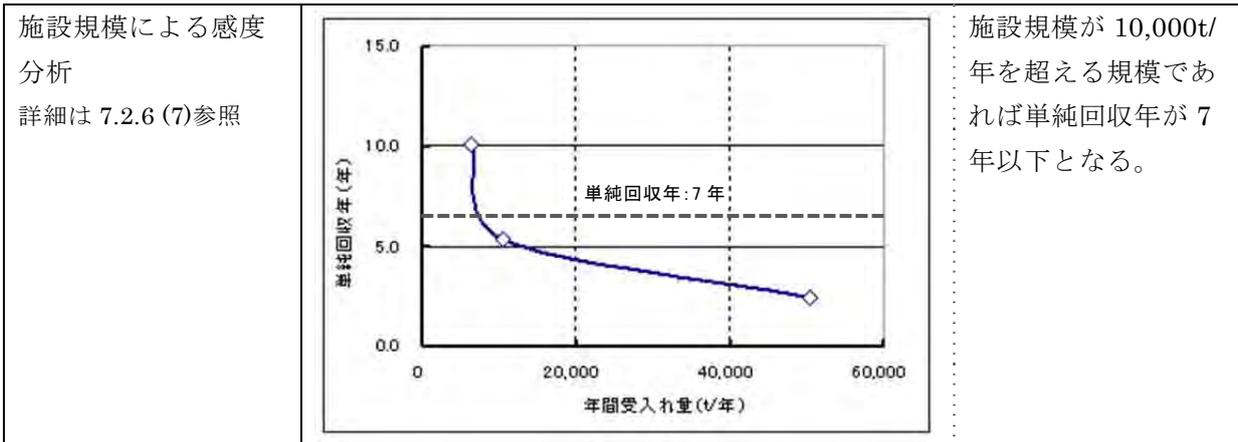
(4) 廃鉛蓄電池の発生状況と施設計画

2010 年、山東省の電池メーカーでは、約 990 万 kWh 相当の鉛蓄電池を生産している。このうち、電動自転車等に装備する動力型鉛蓄電池が 610 万 kWh 相当分である。省全体での廃鉛蓄電池の発生量は約 50 万トンと推計されている。また山東省自動車業協会年初統計によれば、2011 年省全体で低速電動乗用車 51,310 台を生産予定で、鉛蓄電池 41 万個を装備する計画である。近年、鉛蓄電池の使用量が大幅に増大しており、数年後には廃鉛蓄電池の発生量も大幅に増加すると推測されている。臨沂市では、既に利升鉛業有限会社が鉛蓄電池のリサイクル事業を進めており、その処理能力は 18 万トン/年、2010 年の処理実績は 5.3 万トンである。

本計画では、園区内に新規に鉛蓄電池処理施設を建設することを計画する。施設規模は、10,000t/年以上であれば事業性があるとの試算結果ではあるが、同国の法令で鉛蓄電池処理施設は 50,000t/年以上とすることが規定されているため、最小規模の 50,000t/年とした。

表 4-16 廃鉛蓄電池処理施設の施設計画

対象廃棄物	廃鉛蓄電池
発生及び処理の現状	山東省では、約 50 万トンの鉛蓄電池が廃棄されている 臨沂市では、既に鉛蓄電池のリサイクル事業者がおり、2010 年の処理量は 5.3 万トンである。
受入れの方針	独自に鉛蓄電池を受入れ、解体して鉛とプラスチックを回収する。
再生製品	鉛、プラスチック
処理方法	解体
施設規模	50,000t/年



注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として7年とした。

(5) 施設間の相互活用と循環資源のカスケード利用

臨沂市には、既に複数の廃家電処理施設が整備されている。これに加え、本計画の対象廃棄物の処理施設を整備した場合、下図に示すような施設間の相互活用と循環資源のカスケード利用が可能となる。

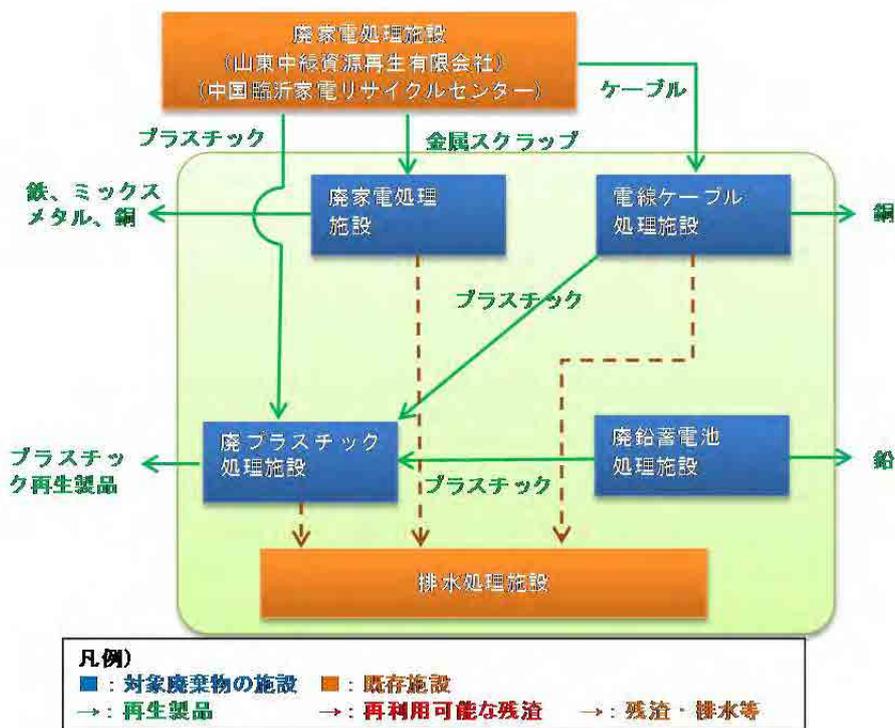


図 4-9 山東省徳力西再生塑料生態工業園での施設間の相互活用とカスケード利用

4.3.3 園区的发展・運営の支援計画

(1) 環境ビジネスの創出・育成の目標設定

徳力西再生塑料産業園は既存の廃プラスチックの再生利用を基軸として、環境ビジネスの産業チェーンを拡大させる。園区は将来、廃プラスチックの他、廃家電、廃電線ケーブル

ルと灰鉛蓄電池の再生利用を基幹環境産業として、環境ビジネスを創出する。

4.3.2で示した施設計画に沿って対象廃棄物の施設を整備すると、下表に示すビジネス規模が期待される。対象廃棄物の処理施設全体でのビジネス規模（売上）は25億元/年となる。このビジネス規模を達成するため、本園區の運営・発展に係る支援計画を以下に示す。

表 4-17 基幹環境ビジネス規模の目標

基幹環境産業	施設処理規模の計画	ビジネス規模の目標
廃プラスチック	7万トン/年	4.5億元/年
廃家電	金属スクラップ8万トン/年	12億元/年
電線ケーブル	1万トン/年	2億元/年
鉛蓄電池	5万トン/年	7億元/年
四大の環境産業	—	25億元/以上の売上げ

注) ビジネス規模は施設規模に売却単価を乗じて算出。売却単価は、再委託調査報告書より引用

(2) 園區の管理体制

本園區には、臨沂市副市長を委員長とする園區管理委員会が設置されている一方で、民間企業の中国徳力西集団を親会社とする山東徳利再生資源置業有限公司が実際の事業を進めている。そのため、本園區は一般的な開発区と異なって、『企業主導型』の管理体制を採用する。山東徳利再生資源置業有限公司は園區の計画づくり、インフラ投資、企業誘致、園區全体の運営を担当する。

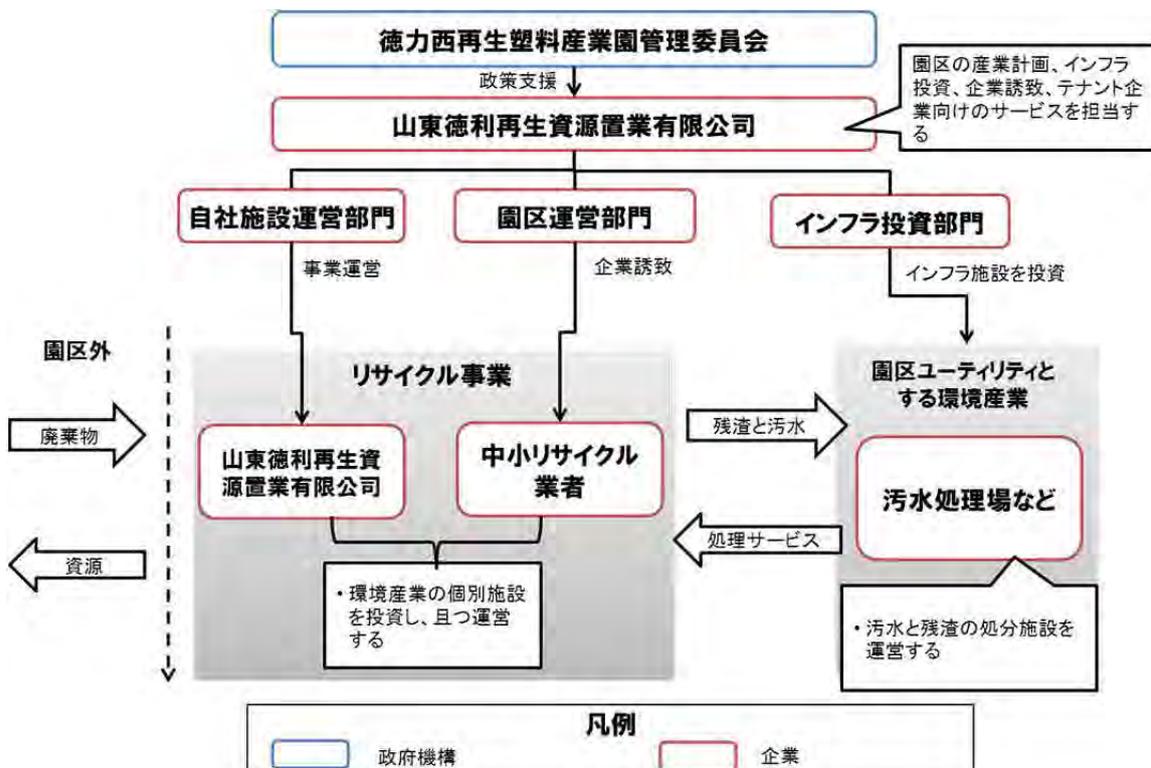


図 4-10 園區の管理体制

山東徳利再生資源置業有限公司には、管理委員会の指導の下、企業誘致を担当する営業系部門、人材育成などを行うサービス部門及び共有インフラを整備するためのインフラ投

資部門が必要となる。本園区内の民間企業は山東徳利再生資源置業有限公司と中小リサイクル業者から成り立ち、園区外から廃棄物を調達し、再生製品として園区外へ出荷する。また民間企業から製造の過程で発生した残渣や汚水は、山東徳利再生資源置業有限公司が処理する。

(3) 投資・誘致等を促進するためのビジネス情報支援

外部からの投資を呼び込み、企業を誘致するには、本園区へ投資・入居することのメリットを、いかにしてPRできるかにかかっているため、地道な営業活動のほか、インターネットを活用した情報発信が極めて重要となる。そのため園区の管理委員会は、ホームページを整備し、積極的な情報発信を行う必要がある。ホームページに掲載する情報は、下図に示すとおり、本園区の事業誘致計画と本園区で調達する対象廃棄物と出荷する再生製品の需給情報である。

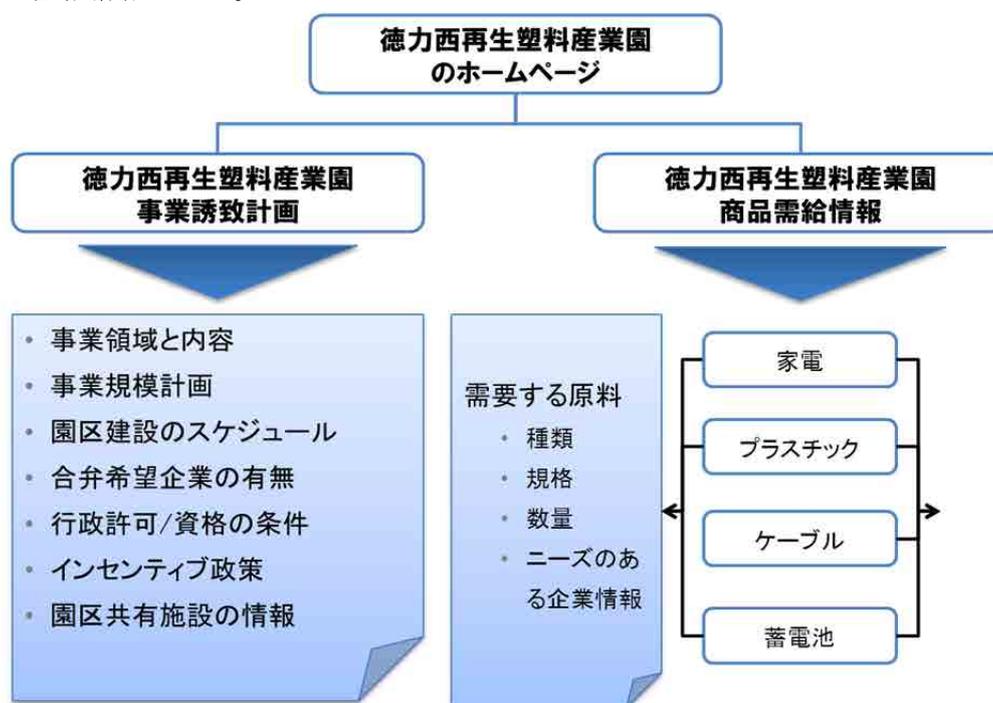


図 4-11 ホームページ掲載する投資・企業誘致に係る情報

(4) 上位政府への政策提言（法令・制度面の支援）

本園区での環境ビジネスでは、現地ニーズに合った最適技術を導入することと、規制緩和や需要促進などの政策・制度的な支援が、ビジネス促進の両輪となる。園区の管理委員会は、省や市地方政府に対して政策提言を行い、環境ビジネスを促進させる。対象廃棄物ごとに、現在想定される政策提言は、以下のとおりである。

< 廃プラスチック >

- ・ 施設建設の補助金や収集に係わる優遇措置などによる支援策でリサイクル産業を持続的に育成する。
- ・ 再生製品の規格を規定し、または再生処理ガイドラインを作成し、粗悪製品を排除する。さらに、識別マークや材質表示の普及により質の高い分別収集を推進する。

- 再生製品の利用を積極的に推進する環境に配慮した動脈産業を育成することにより、再生製品の需要が増え、リサイクル産業が活性化する。

< 廃家電・廃電気電子機器 >

- IT産業の技術進歩により、将来、基板中の貴金属含有量は減少することが予想される。さらに、現状でも認可事業者が貴金属を高濃度に含む基板を必要量確保するのは困難と考えられる。そこで、パソコンや携帯電話の基板を無認可企業が引き取れないように規制の強化を図るなどの政策的な保護措置が必要となる。
- 小規模な湿式精錬施設では経済面から排水処理施設を設置する余裕が無いと考えられる。このため非鉄精錬所で基板から貴金属を回収するためには、大規模な非鉄精錬所に湿式精錬設備を増設するなど、政策的に誘導する必要がある。
- 既存の家電リサイクル工場から、粗解体の金属を優先的に搬入できる仕組みを構築する。

< 廃電線ケーブル >

- 電線は良質な銅が使用されているが、非正規企業によって行われている電線の被覆部を焼いて回収する銅は表面が酸化し品質が劣るため、このような銅線が市場に出回らないようにする必要がある。そのためには高い純度の銅が回収できるナゲット処理の導入を計画している企業を経済的に支援するなどの政策が必要である。
- 非正規企業に廃電線が流れないように、大口の排出工場から優先的に搬入できる仕組み作りが必要である。
- 国際的に銅の価格が上昇した場合は廃電線の購入価格も上がり、試算ではリサイクル事業の経営が厳しくなる。このような場合は、補助金などで認可企業の経営を支援するなどの政策が必要である。

< 鉛蓄電池 >

- 鉛蓄電池から回収した鉛は、環境保全設備が不完全な小型キュポラなどで溶解することを禁止し、排ガス処理設備が完備した大規模な非鉄精錬所で溶解するよう政策的に誘導する必要がある。
- 適正なりサイクルを普及させるために、適正な処理費用に基づく買い入れ価格になるように、違法なりサイクル工場の取り締まりを強化する必要がある。

(5) 人材育成支援の計画

(瀋陽市の人材育成支援の計画と同様)

(6) 金融サービスに関する支援

静脈産業の業界には中小企業が多く、融資が課題になっているため、園区の運営会社或いは管理委員会は下表に示す金融サービスに関する支援体制を整備する必要がある。

表 4-18 想定される金融サービス

金融機関の種類	金融機関	園区の支援活動
民間系投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● VC/PE ● 銀行のグリーンファイナンス部門 ● 担保会社 	<ul style="list-style-type: none"> ● FOF のファンド (fund of fund) を設立し、VC/PE の投資を奨励する

		<ul style="list-style-type: none"> ● 企業の融資を担保する。 ● 園区企業をサービスする担保会社を補助する ● 園区企業と金融機関の取引をマッチングする
中央政府の政策銀行と投資ファンド	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家開発銀行 ● 中国進出口銀行 ● 中国農業発展銀行 ● 中国投資公司 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中国の政策金融機関に園区企業を紹介する
地方政府の政策金融機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方政府の設立する産業促進ファンド <ul style="list-style-type: none"> ■ 臨沂市創業投資引導基金など ● 地方政府の政策性担保企業 <ul style="list-style-type: none"> ■ 臨沂市中小企業信用担保中心など 	<ul style="list-style-type: none"> ● 園区企業のために、地方政府の金融支援を申請する

4.4 蘇州市の整備計画

4.4.1 対象廃棄物の収集及び循環資源の物流

本計画では、対象廃棄物の収集エリアは、対象園区である「光大国家静脈産業モデル園区」の収集範囲である蘇州市内を想定する。一方、対象廃棄物からリサイクルされる再生製品については、廃自動車のリユース部品以外のものは、ガスや電気であり、長距離輸送に適さない。廃自動車リユース部品については、木流自動車専門市場と相互連携関係を構築し、木流自動車産業チェーンを形成する。その上で、中古車取引市場及び廃棄自動車解体生産ラインを整備する。解体の過程で発生する廃棄バッテリー、廃油、エババック、廃タイヤなどは、近隣の他園区に供給する。

対象園区の立地を含む周辺地域のインフラ状況、産業集積地区及び物流拠点の現況と将来計画を下図に示す。将来的には、本園区の周辺をはじめ、市内にいくつもの工業園が整備される計画となっており、これらとの有機的な連携が期待される。

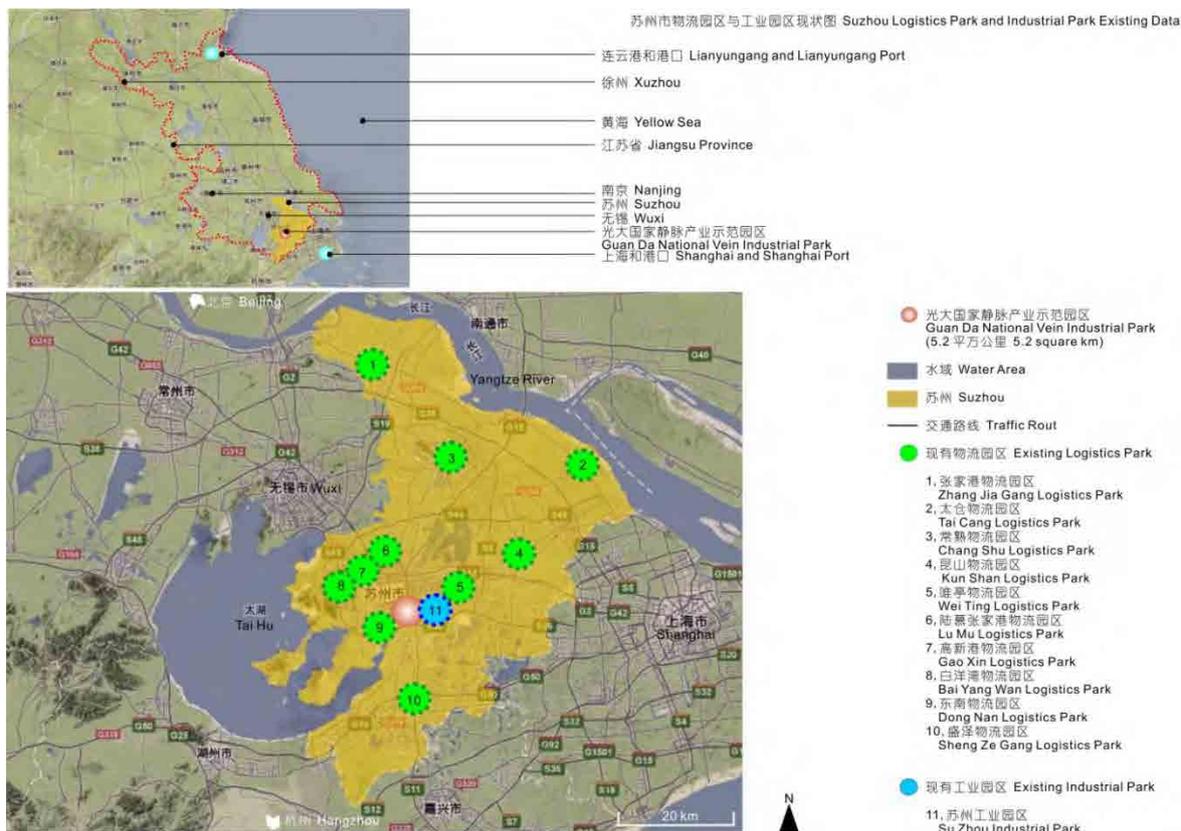


図 4-12 蘇州市の現況図

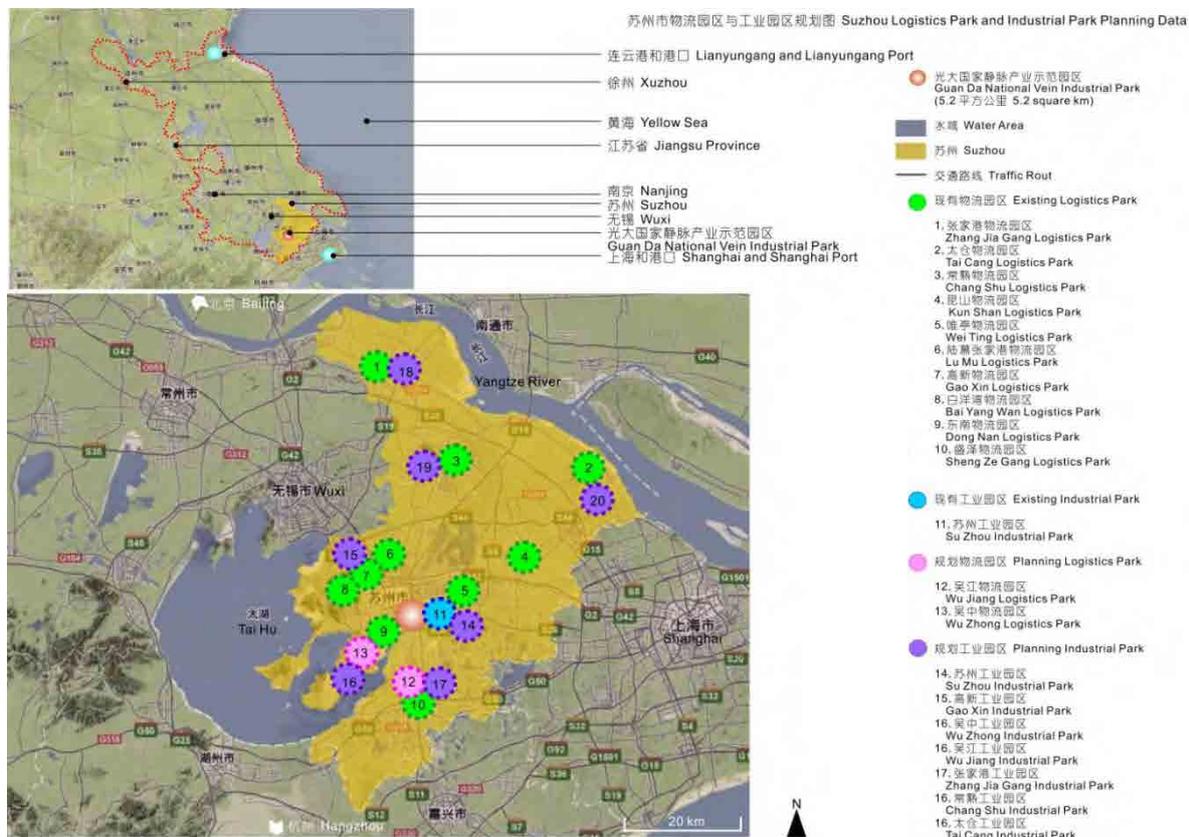


図 4-13 蘇州市の将来計画図

4.4.2 施設に関する計画

本園區では、都市生活ごみの「減量化・資源化・無害化」を目指している。都市生活ごみの資源化に関する技術開発に注力し、都市生活ごみの処理・処分のレベルを全国トップクラスとする。その上で分別収集の実現、さらなる総合利用率の向上、ごみ焼却発電を中核とするエコ工業チェーンの構築を図る。また本園區では経済発達地域に立地する特徴を活かして、園區の建設・運営を通じて地域環境の改善と住民の生活品質の向上、地域経済の成長とその持続的発展に貢献し、同地域全体の競争力を高める。

本園區では、2009年を基準年として、2015年までを中期計画、2020年までを長期計画とする。対象園區の都市生活ごみの資源化利用に係る目標を、以下に示すとおり設定した。

表 4-19 光大国家静脈産業モデル園區の都市生活ごみの資源化利用の具体的指標⁴

指標		単位	指標値または要求		
			2007年	2010年	2020年
資源の循環と利用	1人1日当たりごみ発生量	kg	0.6	<0.5	<0.5
	ごみ焼却発電施設の整備	t/日	1,000 (2006年)	3,000	4,000
	都市生活系ごみ処分量	%	100	100	100
	埋立メタンガス発電量	kwh/a	1600	2400	2400
	ごみ灰・残渣利用率	%	0	100	100
	余熱利用率	%	100	100	100
汚染抑制	危険廃棄物適正処分量	%	100	100	100
	単位工業増加値当たりの廃水排出量	t/万元	2.5	2.0	1.5
	汚染物質排出基準達成率	%	100	100	100

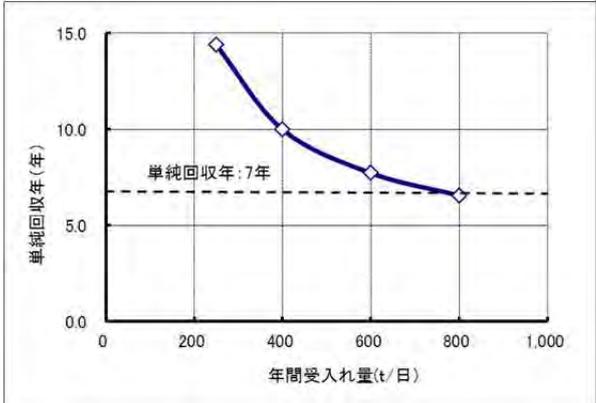
(1) 食品廃棄物の発生状況と施設計画

蘇州市の2015年の食品廃棄物の発生量は、600トン/日と推計され、年間21.6万トンとなる。本園區では、既に350t/日のメタン発酵施設が稼働しており、発電を行っている。

本計画では、残り250t/日の施設を計画するものの、施設規模の面から事業性が著しく低いことから、家庭からの食品廃棄物も対象とすることで、施設規模400t/日を計画する。施設規模400t/年でも単純回収年は10年であるが、食品廃棄物の処理事業は市政府からの委託事業であり、市政府から長期間にわたり量と処理費が保証されるため、単純回収年は一般的な民間事業の評価基準より長くなっても問題はない。また、食品廃棄物の処理は、市民生活に直接影響するものであり、公共サービスの観点から、経済性が低くても確実な処理が求められる性質の事業である。事業として成り立たせるため、行政側は食品廃棄物が大量発生し、高めの処理料金の回収が見込まれるレストランやホテルから優先的に搬入される仕組みを構築したり、施設建設費の補助や、処理単価を現状より高く設定する必要がある。

⁴出典：再委託調査報告書

表 4-20 食品廃棄物処理施設の施設計画

対象廃棄物	食品廃棄物
発生及び処理の現状	蘇州市では 2015 年に 600 トン/日の食品廃棄物が発生すると予測されている。本園區で、既に 250 トン/日が処理され、バイオディーゼルとメタンガスが製造されている。
受入れの方針	現在はレストランやホテルの食品廃棄物のみであるが、家庭からも回収し、メタンガスを製造する。
再生製品	メタンガス（電力）
処理方法	メタン発酵
施設規模	400t/日（140,000t/年）
施設規模による感度分析 詳細は 7.2.8 (7)参照	 <p>単純回収年を 7 年以下とするには、施設規模が 800t/日以上とする必要がある。 単純回収年 10 年は、施設規模 400t/年である。</p>

注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。

(2) 下水汚泥の発生状況と施設計画

蘇州市の中心 5 地区では、2015 年に含水 80%の脱水汚泥が 1,559m³/日、56.9 万 m³/年発生すると推計されている。現在、蘇州市には蘇州工業園区内に処理量 300t/日の汚泥乾燥化施設が存在する。この施設は、火力発電所と污水处理場に隣接し、火力発電所の熱を利用した施設となっている。その一方、対象園區では、900t/日の下水汚泥処理施設の建設計画があり、その第 1 期処理規模は 300t/日とされている。

本計画では、第 1 期の処理施設を建設することを計画する。

表 4-21 下水汚泥処理施設の施設計画

対象廃棄物	下水汚泥
発生及び処理の現状	蘇州市中心 5 区では、2015 年に 1,500m ³ /日の下水汚泥が発生すると予測されている。既に蘇州工業園区には、300t/日の汚泥乾燥化施設が存在する。
受入れの方針	300t/日の汚泥を受入れ、ごみ焼却発電施設の余熱を活用して、乾燥汚泥を製造する。
再生製品	固形燃料
処理方法	乾燥、固形燃料化

施設規模による感度分析 詳細は 7.2.9 (7)参照		施設規模が 150t/日を超える規模であれば単純回収年が 7 年以下となる。
施設規模	300t/年	

注) 感度分析において、金利支払い、物価上昇は考慮しない。単純回収年は日本における事業化判断の一般的な目安として 7 年とした。

(3) 廃自動車の発生状況と施設計画

2011 年末時点で、蘇州市の各種自動車の保有台数は合計 227 万台である。近年の自動車増加傾向から、今後数年、自動車保有台数は毎年 20%の割合で増加すると予想される。自動車は「自動車強制廃棄基準」によって、その使用年数に基づき管理することになっており、一般的に使用年数は 10 年～15 年に制限されている。現状では、まだ自動車の廃車率は低く、廃車台数は 5,000 台/年と推定される。

本園區では、3,000 台/年の処理施設が計画されている。そこで本計画では、同園區内に新たに廃自動車処理施設を整備することを計画する。

表 4-22 廃自動車処理施設の施設計画

対象廃棄物	廃自動車
発生及び処理の現状	蘇州市の 2011 年時点の自動車所有台数は、230 万台である。廃車台数は年間 5,000 台と推計されている。
受入れの方針	対象園區では、将来的に年間 3,000 台を受入れ、部品、素材の回収のほか、ASR の焼却・溶融を計画する。
再生製品	部品のリユース
処理方法	解体、破碎、選別、焼却・溶融 (ASR)
施設規模	3,000 台/年

注) 詳細な情報が入手できなかったため、感度分析による評価は行っていない。

(4) 都市生活ごみの発生状況と施設計画

蘇州市政公用局統計によると 2007 年の蘇州市市街地の都市生活ごみの発生量は、3,150 トン/日を超え、さらに増加し続けている。一方、対象園區のごみ焼却発電プロジェクトの計画は、4 期に分けて 2020 年までに 4,000 トン/日のごみ焼却発電施設を整備する計画である。既に第 1 期 1,050 トン/日、第 2 期は 1,000 トン/日が整備済みで、現在第 3 期整備が計画されている。

ごみ焼却発電施設については、既に既存施設が稼働し、第 3 期の建設も計画されている。そのため本計画では、施設建設の計画ではなく、既存施設の高効率発電化の検討を行う。

表 4-23 都市生活ごみ処理施設の施設計画

対象廃棄物	都市生活ごみ
発生及び処理の現状	2007年の蘇州市市街地の都市生活ごみの発生量は3,150トン/日を超え、さらに増加し続けている。
受入れの方針	本園區では2015年までに3,000t/日、2020年までに4,000t/日のごみ焼却発電施設の建設が計画されている。
再生製品	焼却施設での発電（電気）
処理方法	焼却・発電

注) 施設建設の計画ではなく既存施設の高効率発電化であるため、感度分析の評価は行わない。

(5) 施設間の相互活用と循環資源のカスケード利用

蘇州市光大国家静脈産業モデル園には、既に複数の処理施設が整備されている。これに加え、本計画の対象廃棄物の処理施設を整備した場合、下図に示すような施設間の相互活用と循環資源のカスケード利用が可能となる。特に、ごみ焼却・発電施設は、他の施設へ電力や余熱を供給することができ、同園區の中核的施設となる。

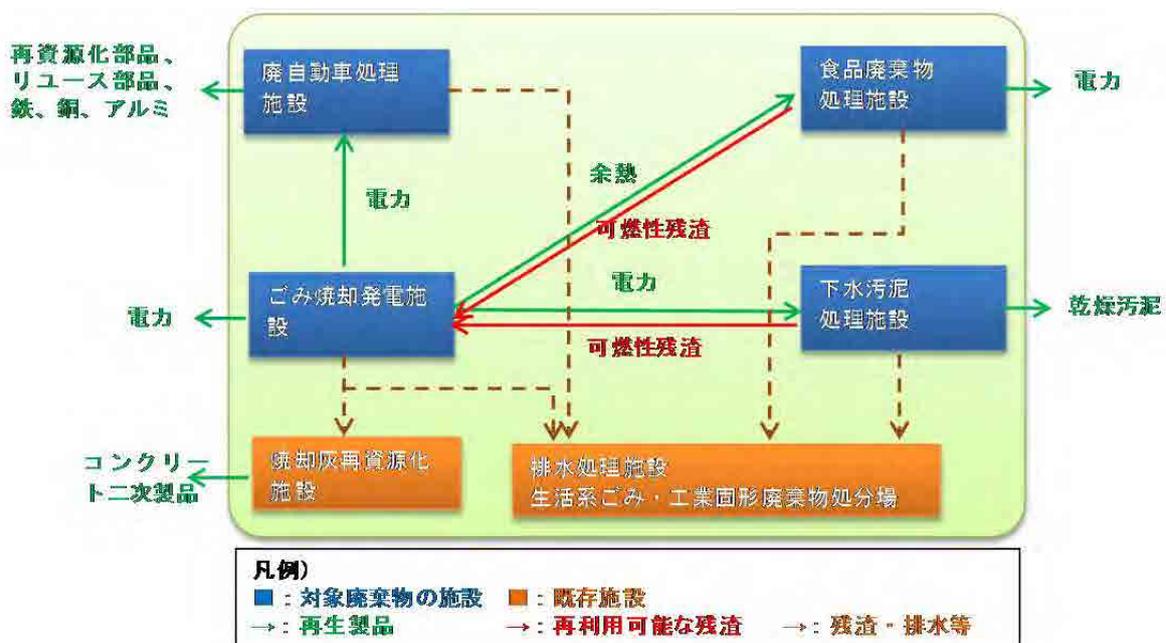


図 4-14 蘇州市光大国家静脈産業モデル園での施設間の相互活用とカスケード利用

4.4.3 園区的发展・運営の支援計画

(1) 環境ビジネスの創出・育成計画

光大国家静脈産業モデル園区は、ごみ焼却・発電施設を中心とする都市廃棄物の総合利用産業を發展させる。園区は将来、ごみ焼却・発電施設の他に、廃自動車、食品廃棄物及び下水汚泥も基幹環境産業として、環境ビジネスを創出する。

4.4.2で示した施設計画に沿って対象廃棄物の施設を整備すると、下表に示すビジネス規模が期待される。対象廃棄物の処理施設全体でのビジネス規模(売上)は3億元/年となる。

このビジネス規模を達成するため、本園區の運営・発展に係る支援計画を以下に示す。

表 4-24 基幹環境ビジネス規模の目標

基幹環境産業	施設処理規模の計画	ビジネス規模の目標
廃自動車	3000 台/年	3000 万元/年
食品廃棄物	14 万トン/年	3600 万元/年
下水汚泥	9.9 万トン/年	3000 万元/年
都市生活ごみ	2400 トン/日	1.8 億元/年
合計	—	3 億元/以上の売上げ

(2) 園區の管理体制

「蘇州市光大国家静脈産業モデル園區」は、光大国際有限公司と蘇州市人民政府が共同で計画・建設したである。そのため、本園區は蘇州市政府と光大国際有限公司が、それぞれ役割を分担して、共同で管理にあたる。市政府は園區の計画づくりと産業政策支援を担当して、光大国際有限公司は、自社施設の管理をはじめ、インフラ投資、企業誘致、テナント企業へのサービス提供を担当する。

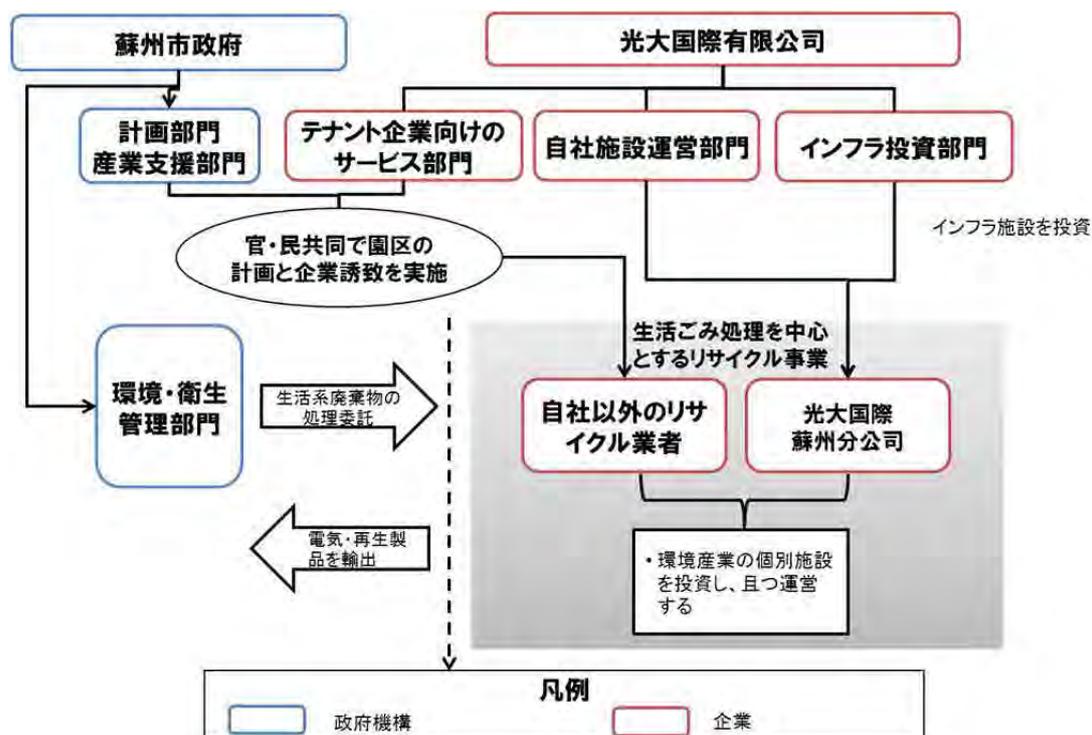


図 4-15 園區の管理体制

本園區内の民間企業は光大国際有限公司の施設とそれ以外の民間企業から成り立ち、園區外から廃棄物を調達し、再生製品として園區外へ出荷する。また製造の過程で発生した残渣や汚水は、光大国際有限公司が処理する。

(3) 投資・誘致等を促進するためのビジネス情報支援

同園區では光大国際有限公司が直接投資しない施設に関しては、外部からの投資を呼び

込み、企業を誘致することになる。企業誘致の成否は、本園區へ投資・入居することことのメリットを、いかにしてPRできるかにかかっているため、地道な営業活動のほか、インターネットを活用した情報発信が極めて重要となる。そのため光大国際有限公司は、ホームページを整備し、積極的な情報発信を行う必要がある。ホームページに掲載する情報は、下図に示すとおり、本園區の事業誘致計画（光大国際有限公司が直接投資しないもの）と本園區で調達する対象廃棄物と出荷する再生製品の需給情報である。

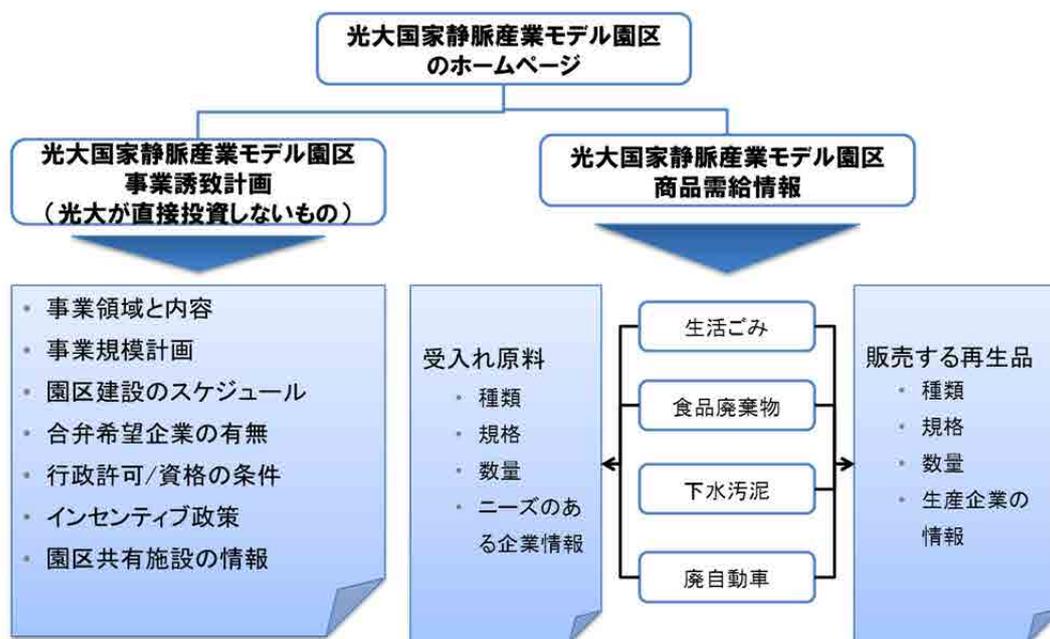


図 4-16 ホームページ掲載する投資・企業誘致に係る情報

(4) 上位政府への政策提言（法令・制度面の支援）

本園區での環境ビジネスでは、現地ニーズに合った最適技術を導入することと、規制緩和や需要促進などの政策・制度的な支援が、ビジネス促進の両輪となる。市政府は、省や関連地方政府等に対して政策提言を行い、環境ビジネスを促進させる。対象廃棄物ごとに、現在想定される政策提言は、以下のとおりである。

< 廃自動車 >

- ・ 有価物にならない廃棄物が不法投棄されないように、フロンや LLC（エンジン冷却液）の処理で料金を受け取れる仕組みをつくる必要がある。
- ・ 部品リユースに向けてまずは品質基準と保証基準（保証期間と保証内容）を国内統一し、同時に部品リユースを解禁する必要がある。それらの条件が揃ったところで、自動車整備工場をインターネットで結び、どこにどのような部品があるか在庫確認の共有化ができるようにすれば部品リユースが推進する。この中古部品流通ネットワークがスムーズに構築されるよう支援する。

< 食品廃棄物 >

- ・ 安定的な搬入量の確保のために、食品廃棄物が大量発生するレストランやホテルから優先的に搬入される仕組みづくりの支援が必要である。

- ・ 事業として成り立たせるためには、施設建設費の補助が必要であり、処理単価を現状より高く設定する必要がある。

<下水汚泥>

- ・ 下水汚泥を乾燥する熱源として、ごみ焼却施設の余剰熱の使用が有望であるため、条件が合う場合はごみ焼却施設に隣接して汚泥燃料化施設を建設する計画とする。

<都市生活ごみ>

- ・ 現状の蘇州市光大国家静脈産業モデル園のごみ発電は高い発電効率で運転されている。エネルギーの有効利用のためにも、都市生活ごみ以外の可燃性の産業廃棄物も受け入れて高効率発電を推進する。

(5) 人材育成支援の計画

(瀋陽市の人材育成支援の計画と同様)

(6) 金融サービスに関する支援

静脈産業の業界には中小企業が多く融資が課題になっているため、園区の運営会社或いは管理委員会は、下表に示す金融サービスに関する支援体制を整備する必要がある。

表 4-25 想定される金融サービス

金融機関の種類	金融機関	園区の支援活動
民間系投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● VC/PE ● 銀行のグリーンファイナンス部門 或いはハイテク企業向けの技術融資部門 ■ 交通銀行蘇州科技支行など ● 担保会社 	<ul style="list-style-type: none"> ● FOF のファンド (fund of fund) を設立し、VC/PE の投資を奨励する ● 企業の融資を担保する。 ● 園区企業をサービスする担保会社を補助する ● 園区企業と金融機関の取引をマッチングする
中央政府の政策銀行と投資ファンド	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家開発銀行 ● 中国進出口銀行 ● 中国農業発展銀行 ● 中国投資公司 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中国の政策金融機関に園区企業を紹介する
地方政府の政策金融機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方政府の設立する産業促進ファンド ■ 蘇州融聯基金など ● 地方政府の政策性担保企業 ■ 蘇州高新区中小企業担保有限公司など 	<ul style="list-style-type: none"> ● 園区企業のために、地方政府の金融支援を申請する

第5章 静脈産業類生態工業園整備ガイドライン（案）

5.1 ガイドライン案作成の意義と位置づけ

本静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案は、中国において静脈産業類生態工業園を全国的に普及させることを目的に、その指針を示すものである。

中国では、生態類産業園区の整備が進められており、同園区はその特徴に応じて、業種別生態型産業園区、総合類生態産業園区及び静脈産業類生態産業園区に分類されている。現在、国家からの承認状況は、業種別生態型産業園区が11か所、総合類生態産業園区が44か所であるのに対して、静脈産業類生態産業園区は青島市の1か所にとどまっている。さらに、中国には、既に以下のガイドライン及び基準が制定されている。

- 生態類産業園区整備計画策定ガイドライン（HJ/T409-2007）
- 業種別生態型産業園区基準（試行）（HJ/T273-2006）
- 総合類生態産業園区基準（試行）（HJ/T274-2006）
- 静脈産業類生態産業園区基準（試行）（HJ/T273-2006）

特に、生態類産業園区整備計画策定ガイドライン（HJ/T409-2007）は、生態類産業園区整備計画策定にあたっての原則、方法、内容及び要件を規定してのものである。同ガイドラインに規定されている整備計画の計画内容は、以下のとおりである。

表 5-1 生態類産業園区整備計画策定ガイドラインで規定されている整備計画の内容

項目	記載内容
1. 生態型産業園区概況と現状分析	概況、社会実態、環境の実態
2. 生態型産業園整備の必要性分析	園区の環境影響の回顧・分析、生態型産業園区整備の必要性と意義、生態型産業園区整備の有利条件についての分析
3 生態型産業園区整備の全体設計	整備計画の作成ポリシー、基本原則、整備計画の対象範囲、整備計画の期限、整備計画の根拠、計画目標と指標、全体の枠組
4 園区の中核業種の生態型産業発展計画(静脈産業類生態型産業園区の場合)	現状分析と廃棄物を資源化することの実行可能性、指標体系の構築、園区の静脈産業の減量化・リサイクル等の取組み、生態型産業チェーンの設計、静脈産業の発展計画
5 資源循環利用と汚染抑制計画	水循環利用と汚染抑制計画、大気汚染抑制と循環利用計画、固形廃棄物の循環利用と汚染抑制計画、エネルギー利用計画
6 中核事業及びその投資と効果分析	中核事業、投資と効果分析
7 生態型産業園区整備に係る保証措置	政策保証、組織機構の建設、技術保証体系、環境管理ツール、住民参加、宣伝教育と交流、その他保証措置

本静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案は、上述の既存ガイドライン等を踏まえつつ、特に「生態類産業園区整備計画策定ガイドライン」を静脈産業園区整備の視点から補完すると共に、以下の知見をもとに、地方政府や民間企業が静脈産業類生態産業園区を計画する際の課題や方法論等を取りまとめたものである。

- 調査対象3都市における整備計画書の策定プロセスで得られた知見

- 日本の技術や制度・政策の経験、知見

既存の「生態類産業園区整備計画策定ガイドライン」と本「静脈産業類生態工業園整備ガイドライン案」の目次の対比表を下表にします。

表 5-2 生態類産業園区整備計画策定ガイドラインと本ガイドライン案の対比表

生態型産業園区整備計画作成ガイドライン	静脈産業類生態工業園整備ガイドライン (案)
1. 生態型産業園区概況と現状分析	1. 計画初期に検討すべき項目
2. 生態型産業園区整備の必要性分析	1.1 現状分析、1.2 必要性分析
3. 生態型産業園区整備の全体設計	2. 静脈産業類生態工業園の計画シナリオ
4. 園区の中核業種の生態型産業発展計画	3. 静脈産業類生態工業園の整備計画
5. 資源循環利用と汚染抑制計画	
6. 中核事業及びその投資と効果分析	4. 静脈産業類生態工業園整備の効果分析
7. 生態型産業園区整備に係る保証措置	5. 静脈産業類生態工業園整備の支援措置

静脈産業類生態工業園区を整備する上での、本ガイドライン案で示した適用手順を下図に示す。

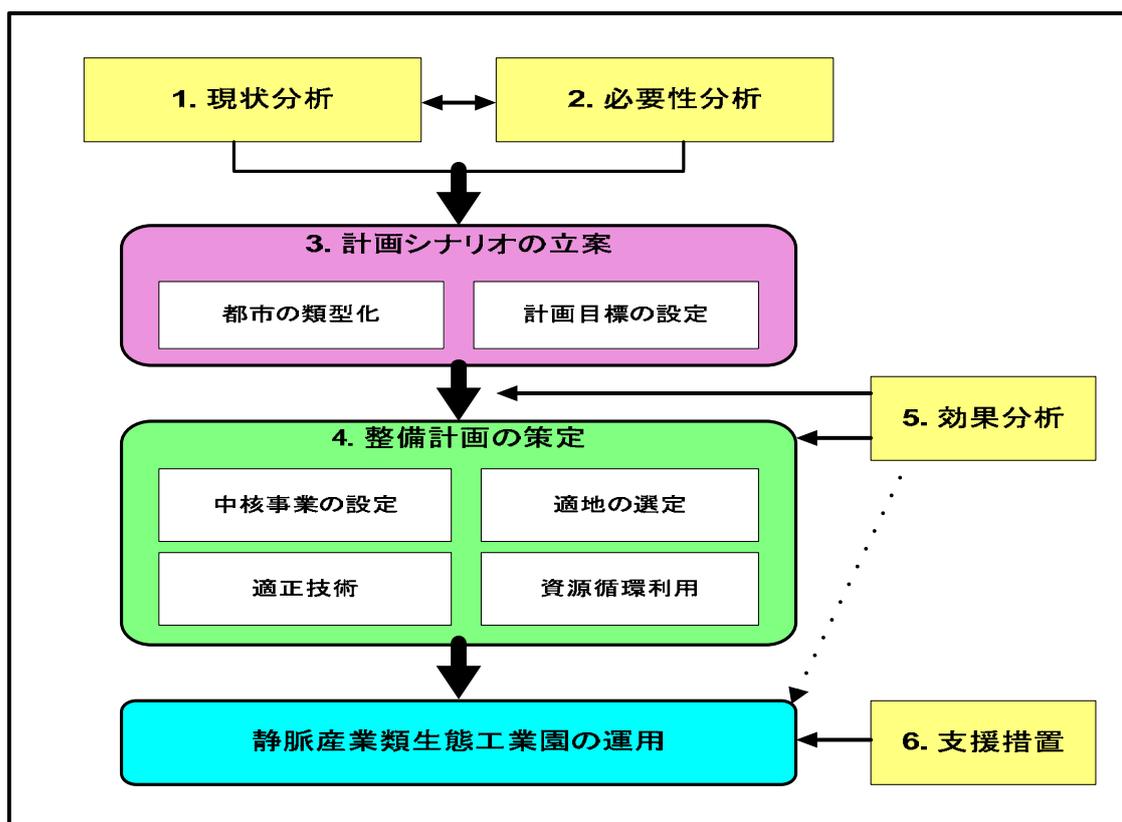


図 5-1 静脈産業類生態工業園区整備のフロー図

5.2 静脈産業類生態工業園の計画シナリオ

5.2.1 産業園区の類型化

(1) 中国静脈産業園区の考え方

産業ならびに都市の発展が著しい中国において、循環型経済を形成していくことが求められており、その中核となるのが静脈産業園区である。廃棄物の適正処理を前提に、循環資源の種類ごとに地域の特性と広域の特性をおり混ぜていくことが必要で、これが静脈産業園区整備に課せられる役割である。静脈産業園区では、単なる資源循環システムづくりだけではなく、地球温暖化対策としての低炭素社会づくりや、自然共生社会の構築も視野に入れ、新しい循環ビジネスや環境への取組をしていくことが肝要である。

(2) 静脈産業園区にもとめられる機能軸

静脈産業については、従来、廃棄物処理の延長線上に捉えることが多かったが、これを「産業」として認識し、経済発展と同期する社会基盤を支える成長分野としてとらえることが必要である。静脈産業園区の形成に関しては、以下の3つの基本軸で構成されることが望ましい。

- 地域特性を踏まえた資源循環
- 効率的で経済的な資源循環
- 地域生活・産業を活性化する資源循環

(3) 静脈産業園区の分類

前述のような3つの機能軸に、生産と生活の2軸で園区の類型を整理すると、再生物流型、高成長都市化型、公害防止型、戦略社会基盤型の4つの類型に分類することができる。

表 5-3 静脈産業園区の分類

	イメージ	典型的な事例	特徴的な廃棄物
再生物流型	沿岸部の輸出加工区(今後も産業園区として継続発展していく)	十大都市群(後述。瀋陽市を中心とした遼中南都市群を含む)、生産基地都市などの開発区	工業固形廃棄物(産廃)
高成長都市化型	沿岸都市(産業園区をベースに成立し、今後の都市化に伴い居住・商業機能が強化されていく)	GDP高成長率都市(蘇州など) 新産業育成成長都市(臨沂など)	生活ごみ、電子廃棄物、古紙など
公害防止型	内陸の伝統的産業開発区	農村、石炭・鉱業都市、油田都市	畜糞、わら、石炭残渣、重金属汚泥、生活排水など
戦略社会基盤型	中国を代表するエコタウン	天津生態都市、重慶両江新区、上海浦東新区など	建築物残渣、排熱(熱利用)、下水(再生水用)

5.2.2 静脈産業園区構築が目指す将来ビジョン

静脈産業園区の構築に当たっては、「地域特性を踏まえた資源循環」をベースに、「効率的で経済的な資源循環」とともに、「地域生活・産業を活性化する資源循環」を目指すことが重要である。

ここでいう「資源」は「廃棄物」が主な対象となるが、急速な経済成長が進んだ今日の中国においては、エネルギー使用量の急増とエネルギー資源の確保が国家政策の重要な課題となっているため、「エネルギーの効率利用」も、「廃棄物の循環利用」と並んで重要な視点となっている。廃棄物処理と地域エネルギーマネジメントを融合させ、生産面や生活面のエネルギー効率を改善する取り組みは、静脈産業がもたらすエコシステムの一つとして有意義である。

5.2.3 計画目標と指標

静脈産業類生態工業園区の評価項目と計画指標について、中華人民共和国の静脈産業類の規定（HJ/T275）では、「経済発展」、「資源循環と利用」、「汚染制御」、「園区管理」という4項目と、その下に20指標を設定している。

さらに、静脈産業類の規定（HJ/T275）に盛り込まれている評価項目の下に、「エネルギー回収」、「最終処分の割合」、「住民の満足度/認知度」、「人材育成」などの観点を伴う指標を加えることも適切だと思われる。追加の指標と、産業園区の類型に基づき、それぞれの類型にとって特に重要性が高いと思われる指標を整理したのが下表である。

表 5-4 園区モデルパターン別の評価指標の重みづけ

①再生物流型、②高成長都市化型、③公害防止型、④戦略社会基盤型

			①	②	③	④	
経済発展	一人当りの工業増加値	≥5 万元/人					
	工業増加値の年増加率への貢献率	≥70%					
資源循環と利用	廃棄物処理量	≥3 万 ton					
	廃家電資源化率	≥80%					
	廃自動車資源化率	≥90%					
	電子廃棄物資源化率	≥80%					
	廃タイヤ資源化率	≥90%					
	廃プラスチック資源化率	≥70%					
	その他廃棄物資源化率	別途規定					
	廃棄物からのエネルギー回収量	処理量 1t 当たり外部供給熱量		○	○		○
		処理量 1t 当たり熱回収量		○	○		○
		処理量 1t 当たり発電量		○	○		○
廃棄物のうち最終処分される割合	直接埋立最終処分率		○		○		
	焼却残渣最終処分率		○		○		
	処理残渣最終処分率		○		○		
汚染制御	危険廃棄物処理率	=100%					
	単位工業付加価値当たりの排水排出量	≤7ton/万元					
	園区内企業の汚染物排出達成率	=100%					
	廃棄物集中処理施設設置	具備					
	集中式污水处理施設設置	具備					
生活ごみ無害化処理率	=100%		○		○		
園区管理	園区環境監督制度	具備					
	園区内企業の廃棄物処理と生産加工技術	国際的な同業の先端水準					
	園区緑化率	≥35%		○		○	
	システム基盤の完成度	=100%	○	○		○	
	静脈物流システムの設計と管理		○				
	園区内の見学観光学習訪問人数	≥のべ5000 人/年				○	
	園区内の環境保護に関する報告書作成	年 1 回発行	○	○		○	

	重点企業のクリーン生産（清潔生産）実施率		=100%	○		○	
	住民の生態工業に対する認知度		≥90%		○		○
	住民の環境満足度		≥90%		○	○	
	環境管理/静脈産業事業人材育成						
	廃棄物処理技術人材育成					○	
地球規模的課題 対応	廃棄物処理に伴う 温室効果ガスの人 口一人1日当たり の排出量	収集量1t当たり収集過程排出量					
		収集量1t当たり中間処理過程排出量					
		収集量1t当たり最終処分過程排出量					
園区経営	資源回収費用の経済性			○			○
	園区運営事業のライフサイクルコスト（LCC）			○			○
	園区營運事業バランスシート			○			○

5.3 静脈産業類生態工業園の整備計画

5.3.1 園区の中核事業の設定

(1) 対象循環資源の選定

静脈産業類生態工業園で再資源化するは、多種多様な廃棄物・循環資源が対象となりうる。また園区の規模が多くなればなるほど、入居する事業者の数が増え、結果的に、対象とする循環資源の種類も増えてくる。このため計画当初段階から、園区で再資源化する循環資源をすべて決めることは困難である。しかし、園区の中核となる事業（再資源化施設）については、計画段階から対象とする循環資源及びその再生製品を定め、戦略的に事業を推進していく必要がある。中核事業の対象とする循環資源の選定にあたっては、①循環資源及び再生製品の現地でのニーズを把握したうえで、②当該技術・ソリューションの有無や開発動向を見極めながら選定する。

(2) 対象循環資源及び再生製品の需要確認

対象循環資源とそれから製造される再生製品の需要は、対象事業の成否を大きく左右する。特に、想定している施設規模に対しては、回収を想定している地域で十分な量が発生、もしくは集積しているのか、また過去の傾向から将来の発生量の見通しはどうかなど、詳しい調査・検討が必要となる。また、再生品に関しては、まずは競合する既存施設は存在しないか、また競合施設の有無にかかわらず、地域に流通している再生製品の価格動向なども確認する必要がある。

5.3.2 園区の適地選定

(1) 対象循環資源の調達先及び再生製品の供給先

園区の整備計画においては、対象とする循環資源の調達及び再生製品の供給を慎重に検討する必要がある。対象とする循環資源の発生地と、再生製品の消費地（供給地）が同じ地域であれば望ましいが、仮に異なる場合は、多大な輸送費用が発生する。特に、省を超えるような遠方から循環資源を調達もしくは、遠方へ再生製品を供給する場合は、輸送費が上昇し利益を圧迫し、事業の持続可能性に支障をきたす懸念がある。さらに、循環資源の回収ネットワーク、再生製品の産業チェーンを確立し、安定的に事業を行えるよう、十分に検討・計画する必要がある。

対象とする循環資源の調達については、以下の点に留意する必要がある。

- 収集を想定している範囲内で十分な発生量が見込まれているか。
- 着実に収集できるシステム・ネットワークを構築できているか
- インフォーマルセクターによる不適正回収が行われ、そちらに大量の循環資源が流れていないか
- 循環資源の種類によっては、季節的な変動があるものがあり、これらを考慮できているか
- 循環資源の買取価格（もしくは引取り価格）の見通しはあるか

再生製品は、工場などのユーザーに供給されることになる。再生製品の供給については、以下の点に留意する必要がある。

- 再生製品を販売する工場などのあてはあるのか
- 再生製品のみならず、必要に応じてバージン材の市場動向を把握できているか
- 競合する施設はないか

5.3.3 園区の適地選定を踏まえた効率的な物流と収集エリアの選定

一般施設の立地選定では、多様な評価要素から必要な要素を抽出して、個別の評価基準を設定した後、それらの評価値を合計した総合評価値を算出して適地を求める一段階の手順が使われる事が多い。しかし、静脈産業類生態工業園にはさまざまな廃棄物が集まることにより、予定地に選定された地域の住民にとっては迷惑施設となり近隣に誘致を望まない遠隔立地要求施設となる。それに対して、静脈産業園を運営する経営者にとっては、処理する廃棄物の発生源や動脈産業工場に近接していることで産業チェーンが強化されるため隣接立地要求施設となる。

このように静脈産業園の立地計画では、以下に示すように住民と経営者の評価基準が異なるため、次のように二段階に分けて選定を行う。

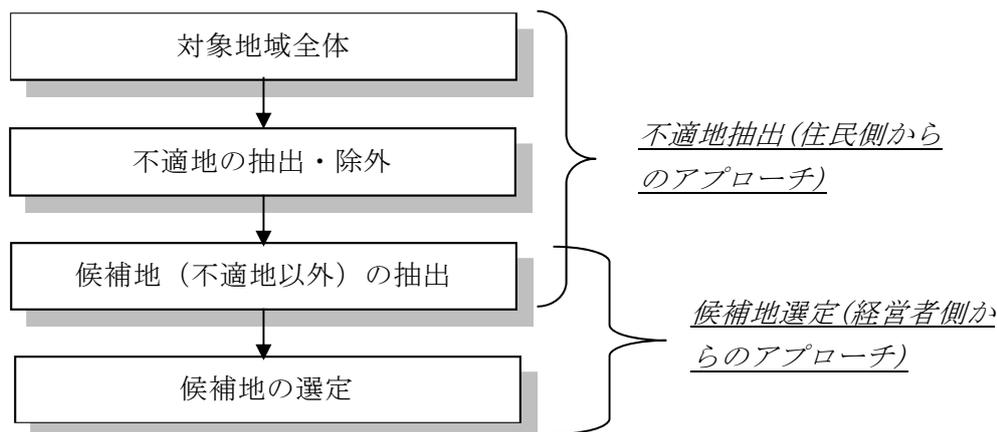


図 5-2 静脈産業類生態工業園の適地選定手法

(1) 不適地抽出(住民側からのアプローチ)

周辺住民から拒否反応が発生しやすい評価要素を物理的、環境的、社会的の三要素から抽出し、それぞれの地図情報から該当する地域を不適地として確定する。そして、す

すべての不適地を重ね合わせた地図を作成することにより、それらの不適地を除外した地域が静脈産業立地に適する地域として選定する。

(2) 候補地選定(経営者側からのアプローチ)

静脈産業立地に適する候補地を選定するための評価要素を抽出し、それぞれの要素の評価基準と評点を設定して、その評価結果を立地評価図として作成する。そして、すべての要素の立地評価図を重ね合わせることにより、それぞれの評点が足し合わされた総合立地評価図が作成され、合計評点の大きい地域ほど静脈産業立地に適する地域となる。

5.3.4 適正技術の導入

(1) 対象廃棄物(循環資源)ごとに適用可能な技術の対応表

園區には、「ハイテク・高効果原則⁵」に基づき、海外の先進的な技術導入することになる。しかし、環境保全・リサイクルに係る技術は、多様化する廃棄物に対応するため、日々進化を続け、様々なものが存在している。下表は日本国における代表的なリサイクル技術の一覧である。リサイクル技術の選定にあたっては、発生の形態、性状と量、サプライチェーンの動向を把握し、どのような再生製品を製造したいか見極めたうえで、慎重に検討する必要がある。

表 5-5 循環資源ごとの日本の代表的なリサイクル技術

循環資源		日本の代表的なリサイクル技術	再生製品
一般廃棄物	一般廃棄物	破砕選別による資源ゴミ回収	鉄、アルミ、プラスチック、ガラス等
	資源ゴミ	破砕技術(シュレッダー) 分別収集、埋め立て技術	プラスチック、ゴム、木材粉、繊維等
容器包装	スチール缶	磁選	鉄原料
	アルミ缶	アルミ選別	アルミ原料、高炉脱酸材
	ガラスびん	選別、カレット化	リターナブルびん、ガラス容器、土木・建築材料
	ペットボトル	ペレット化、フレーク化	再生ペレット、再生フレーク、繊維、シート
		ペット to ペット	ペットボトル
	紙製容器	製紙原料、燃料化	再生紙、固形燃料、敷料
	プラスチック製容器(容器包装以外も含む)	マテリアルリサイクル	再生ペレット、パレット、車止め、コンクリート型枠用パネル
	プラスチック製容器	ケミカルリサイクル(ガス化)	アンモニア
		ケミカルリサイクル(高炉還元剤)	鉄鉱石の還元剤
		ケミカルリサイクル(コークス炉化学原料化)	原料炭代替
ケミカルリサイクル(油化)		炭化水素油	
サーマルリサイクル(固形燃料化)	固形燃料		
発泡スチロール	マテリアルリサイクル(溶解、再生ペレット化)	スチロール樹脂ペレット	
廃プラスチック	塩ビ管	マテリアルリサイクル(塩ビ再生、塩ビ鉄分離技術)	塩ビ管、床材
	塩ビ	マテリアルリサイクル(高炉原料化)	高炉原料
	塩ビ系廃棄物	マテリアルリサイクル(溶解、残渣分)	再生塩ビ資材(農ビ、電線、防水シート)

⁵生態型産業園區整備計画作成ガイドライン、5.4.2、HJ/T 409-2007

循環資源	日本の代表的なリサイクル技術	再生製品
	離、乾燥)	
木材との混合利用	マテリアルリサイクル (押出成型、攪拌混合・成型)	建材、再生ボード
石炭灰との混合利用	マテリアルリサイクル (混合・成型)	プラスチック原材料
農業用ポリエチレン	マテリアルリサイクル (選別、破碎、造粒、油化)	プラスチック原材料、再生油

出典：JICA 短期専門家チーム

(2) 日本・欧米等の環境・資源化技術を導入・応用する際の手法

日本や欧米で開発された技術は、その地域の社会特性、文化・慣習、法律や制度的な背景に立脚している。このため無暗に技術を導入することはできず、その背景を十分に理解して上で、園區を取り巻く様々な状況に合わせて応用することになる。応用する際の検討フローを、右図に示す。

まずは施設で受け入れる廃棄物とその廃棄物から製造する再生製品を選定する。その次に、受入れ廃棄物の発生量や発生時の荷姿・品質・買取価格や、再生製品の需要・販売価格・競合施設の有無など調査する。その後、施設の概略設計として、適用する日本や欧米等の既存技術を選定し、その基本処理フロー、施設規模をなど決定する。この際、施設の物質収支や経済性の評価も行う。既存技術は、開発された地域の社会特性、文化・慣習、法律や制度的な背景に立脚したものとなっているため、日本や欧米で開発された技術を現地に適用させるには、これら考慮して技術的な検討を行い、具体的な仕様の変更を行う。技術的な検討の一般例としては、以下に挙げる事例が考えられる。

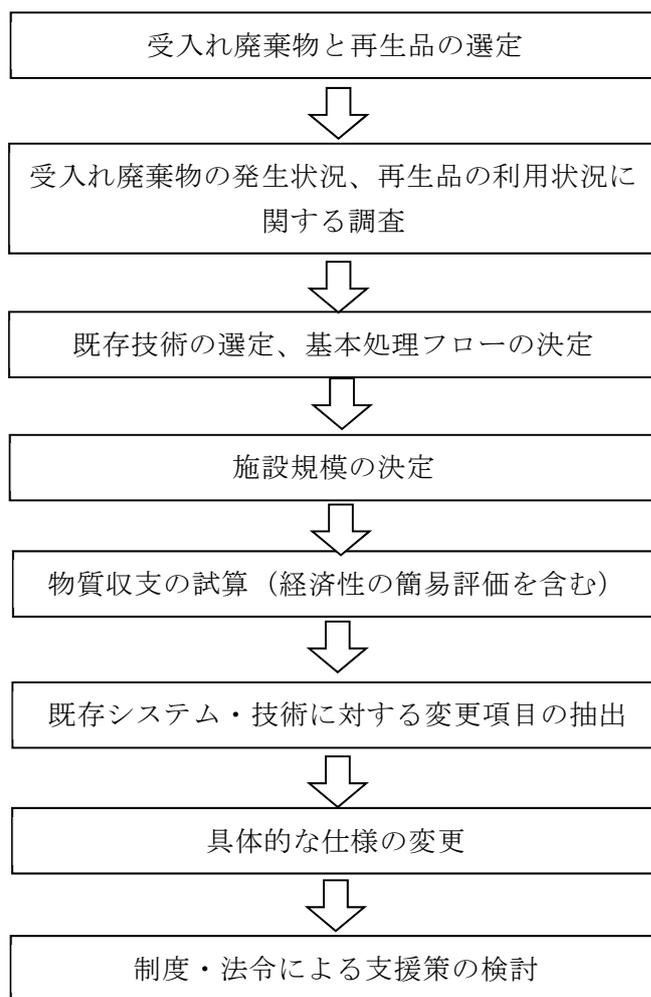


図 5-3 日本・欧米等の環境・資源化技術を導入・応用する際のフロー

表 5-6 既存システム・技術に対する技術的な検討の一般例

地域条件をもとにした前提条件	リアエンジニアリングの方向性
受入れ原料の分別や受入れ制限により、開発地より高い受入れ原料の品質が確保できる場合	前処理・分別プロセスをシンプル化できる
再生製品の利用先で純度などの面で厳しい制限が	再生製品精製プロセスを簡素化できる

無い場合	
環境基準が日本ほど厳しくない場合	排水処理プロセスや排ガス処理設備を基準値に合わせた仕様に変更する

(3) 技術導入と併せて検討すべき制度・法令

リサイクル及び静脈ビジネスの発展は、「技術」と「制度・法令」が両輪となって推進するものである。日本や欧米の先進技術を導入しても、それだけでは廃棄物のリサイクル・静脈ビジネスの拡大は困難である。導入した技術を活かし、リサイクルを促進するための制度や法令の整備が不可欠である。

下表は、日本国のエコタウン整備において、これまでに確認された代表的な問題点の事例とその対策等を整理したものである。中国と日本では、社会的背景が異なり、日本の事例をそのまま中国に当てはまることはできないが、今後の園区整備によって発生する問題とその対策を検討する上での一助とする。

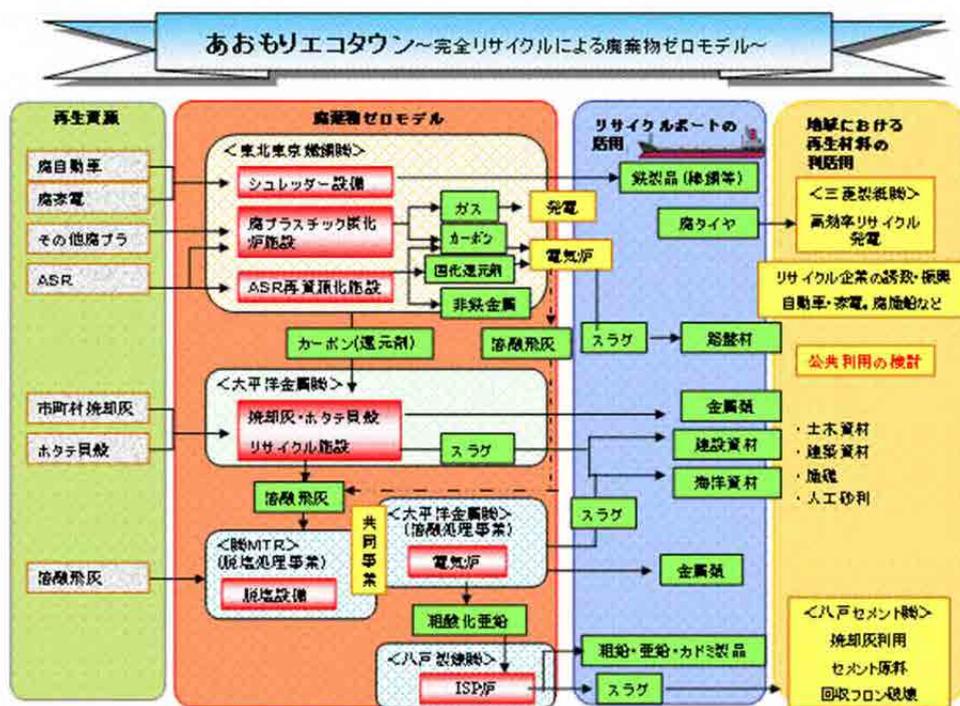
表 5-7 代表的な問題点の事例とその対策等（日本の一部の事例）

	問題	対策	日本での政策
投資ステージ	リサイクル技術はあるが、循環資源の回収や再生製品の需要への不安があり、投資が進まない	初期投資や運営への財政支援	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 設備投資への補助金 ➢ 税の減免措置
		技術開発支援	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 経済産業省、NEDO、環境省などの各種研究開発支援
回収ステージ	循環資源の回収量が足らず、事業が成立しない	公的な回収システムの構築・強化	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 自治体による分別収集の導入
		住民や事業者の資源回収・リサイクルへの参加	<ul style="list-style-type: none"> ➢ コミュニティーでの資源回収（集団回収など） ➢ 大規模小売店舗立地法に基づいた事業者への指導
	環境汚染を引き起こしている不適正リサイクル業者が存在し、適正な処理を行っている事業者を圧迫している	汚染に関する取締の強化	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 1970年代の大気汚染、水質汚濁に関する取締強化 ➢ 不法投棄等への取締強化
		不適正業者の排除及び適正業者の育成	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 廃棄物処理法などのリサイクル業の許可制度
		公害防止投資の支援	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 公害防止投資低利融資制度
供給ステージ	再生製品の価格が、天然資源から製造された製品に比べ高い	排出者責任に基づいた応分の処理費用負担の導入	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 家電リサイクル法⁽³⁾、自動車リサイクル法⁽⁶⁾
		廃棄物の排出者責任、製造者責任の導入による費用負担の明確化	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 容器包装リサイクル法⁽²⁾、家電リサイクル法⁽³⁾、食品リサイクル法⁽⁴⁾、建設リサイクル法⁽⁵⁾
	再生製品の需要がない、もしくは小さい	技術開発支援	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 経済産業省、NEDO、環境省などの各種研究開発支援
		再生製品の品質確保・強化	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 再生製品の工業規格の整備 ➢ 再生製品のガイドライン策定（プラスチック製容器包装再生処理ガイドラインなど）
	法令による再生製品使用の拡大	<ul style="list-style-type: none"> ➢ グリーン購入法⁽⁷⁾ 	
	動脈産業での再生製品の利用促進	<ul style="list-style-type: none"> ➢ 資源有効利用促進法⁽¹⁾ 	

5.3.5 資源循環利用

静脈産業類生態工業園区には、多種多様な再資源化施設や環境保全施設が整備される。この際、「静脈産業の発展案を提出し、マテリアル、エネルギーの集約的利用、階段式利用及びインフラストラクチャーと情報の共有化をを通して、地域における廃棄物の総合利用の最大化と排出量の最少化を実現して、各類廃棄物ベースの循環型経済を主な特徴とする新たな経済成長メカニズムを構築する⁶」ことが求められる。ある再資源化施設で残渣として発生した廃棄物が、他の施設では受入れ廃棄物（資源）として活用できる可能性がある。このように静脈産業類生態工業園の複合的かつ多様な静脈産業の集積地としてのメリットを生かし、循環資源のカスケード利用（階段式利用）を促進し、廃棄物の総合利用を最大化と、廃棄物の発生量を最小化が求められる。さらに廃棄物のみならず、再資源化施設などから発生する余熱なども園区内で最大限に活用し、エネルギー利用の効率化を図ることも必要となる。

【日本のあおもりエコタウンにおけるカスケード利用（階段式利用）の事例】



出典：あおもりエコタウン HP を一部編集

5.4 静脈産業類生態工業園整備の効果分析

5.4.1 計画内容の財務的・経済的效果分析

園区の整備に当たっては、事業性を分析し、実現可能な施設群を整備することが求められる。事業性の分析に当たっては、さまざまな手法が想定されるが、本ガイドライン案では「単純投資回収」と「内部収益率」による評価を紹介する。

⁶生態型産業園区整備計画作成ガイドライン、5.4.3 e)、HJ/T 409-2007

(1) 単純投資年数による効果分析

単純投資年数による効果分析は、「投資額を、年々の増分現金流入額で回収すると、何年で回収できるか」を計算し、その回収期間が短いプロジェクトを望ましいと判定する方法である。⁷

園区の再資源化施設には、施設規模、受入れ廃棄物の購入価格、再生品の販売価格などさまざまな要因が影響を及ぼす。そのため販売価格の変動が事業性に与える影響を、単純投資期間法で感度分析し評価する。ただし、事業性を左右する要因は、施設の種類、地域環境などによって異なるため、その都度、園区ごとに選定し、分析する必要がある。

(2) 内部収益率による効果分析

内部収益率による効果分析は、「投資に必要な増分現金流出額の現在価値合計」と「投資によって生ずる年々の増分現金流入額の現在価値合計」とを等しくするような「割引率」を試行錯誤的に求め、この割引率が高いものを「望ましい」と判定する方法である。

⁸

一般的には、事業者の財務的持続可能性を分析するため、財務的内部収益率（FIRR: Financial Internal Rate of Return）を算出することになる。ただし、園区の整備にあたって、国家機関等からの補助金や税制面等での優遇制度を受ける場合、当該事業から得られる経済的便益を評価するため経済的内部収益率（EIRR : Economic Internal Rate of Return）も算出する。

EIRR 算出時の留意点⁹ :

事業の実施に伴う経済的便益は、広範囲かつ多岐にわたるため、園区整備においては、以下のようなものを想定する。

- ① 排出者が各自で処理を行うのに要した時間と運搬費用の節減
- ② 資源再生
- ③ 最終処分場の使用期間延長
- ④ 衛生改善及び害虫と疫病の現状
- ⑤ 表層水・大気汚染の防止
- ⑥ 土壌汚染の防止
- ⑦ 環境改善に伴う土地価格の上昇
- ⑧ 観光地であれば、環境改善に伴う観光客の増大
- ⑨ 廃棄物が河川・下水などに投棄されていたのであれば、これの改善による水害の現状 など

5.4.2 計画内容の環境的効果分析

ライフサイクルアセスメント（LCA）の活用によって、園区整備がもたらす環境影響を、定量化・一元化することができる。LCA は資源の採取・製造から廃棄までのライフ

⁷ <http://www.sky-high-dream.jp/decision/decision06.htm>

⁸ <http://www.sky-high-dream.jp/decision/decision06.htm>

⁹ 円借款事業の内部収益率（IRR）算出マニュアル、国際協力銀行、2002年9月をもとに作成

サイクル全体における環境への影響を定量的・客観的に分析する手法で、園區の最適化設計を進める上で、また環境負荷の小さい設備を選択するうえで重要である。

特に、以下の3つを評価することによって、園區間の比較が可能になる。

- 循環の促進によって、「回避される」天然資源の消費量
- 環境負荷の発生量（影響の大きさに換算して集計した量）
- 回避量＝「循環せずに処理・処分する際の資源消費・環境負荷」＋「バージン材で製品を製造する際の資源消費・環境負荷」－「循環によって新たに発生する資源消費・環境負荷」

5.5 静脈産業類生態工業園整備に対する支援措置

5.5.1 園區運営の組織機構の構築

(1) 園區の管理体制

園區の開発～運営プロセスは概ね図 5-1 のように整理できる。政府がインフラ整備や企業誘致を単独で担うのは財政負担が高く、企業ニーズも把握しにくいいため、開発～運営を担う企業体を組織して、そこと共同で実施するのが効率的である。

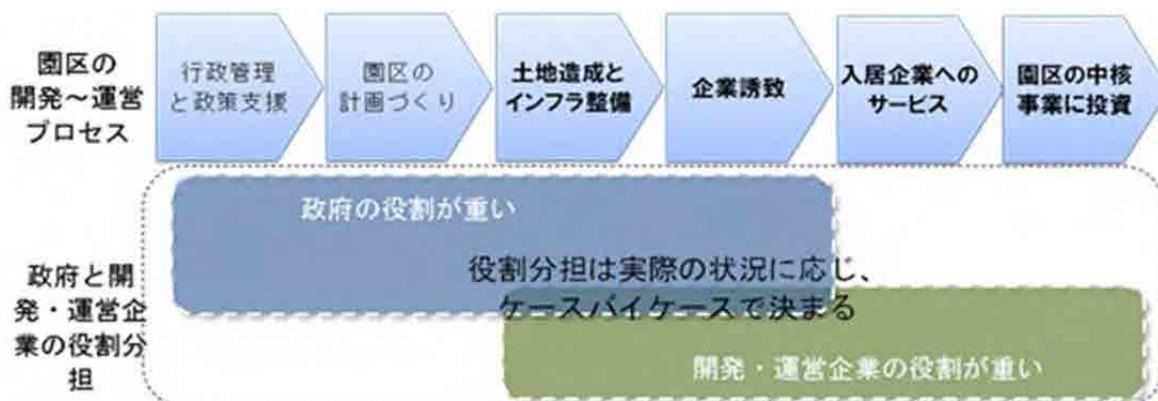


図 5-4 政府と民間企業の協力体制

(2) 投資・誘致等を促進するためのビジネス情報支援

投資誘致活動は大きく「戦略的企業誘致」と「PR 活動に基づく企業誘致」の2タイプに分けられる。「戦略的企業誘致」は、各地・各園區の既存資源（既に根付いている産業、技術、人材など）や今後の産業発展ビジョン、産業政策等に応じて、誘致対象の製品・技術、企業を選定し、誘致のためのコンタクトを行う活動である。また、「PR 活動に基づく企業誘致」はニュースレター、ホームページ、セミナー等の PR ツール・PR 活動を利用した誘致活動である。

こうした活動によって発掘される企業に対して、投資が完了するまで継続的にフォロー支援を提供することが必要になる。企業が投資を検討・実行する際に必要とする情報や支援は、検討・実行の各段階によって異なり、細かな支援が求められる。

また、企業の進出をより促進するためには、投資環境に関する情報を提供するだけでなく、静脈産業に関連するデータ・情報などの提示も重要となる。例えば、園區のホームページ等を使って、園區の静脈産業に必要な原料（廃棄物）や園區で生産される製品（再生品）の種類、規格、数量などを明示し、企業の参考に供するようなことも必要となる。

(3) 人材育成・教育支援策

園区は国際交流と技術教育を通じて、園区に入居するリサイクル事業者の人材育成をサポートし、園区としてのブランドを高める。そのため園区の運営者、入居するリサイクル事業者の経営者、及び技術者に対して、異なる教育コースを提供する（下表参照）。なお、園区の対外的な宣伝活動においては、周辺住民等に対する環境教育も重要な意味を持ち、人材育成の活動は園区内部を対象とするだけでなく、周辺住民等も対象とし、教育宣伝活動とリンクさせる視点も必要である。

表 5-8 支援政策の形式、参加の主体、効果

内容	対象	効果
廃棄物別の静脈産業の経営フォーラム・検討会	園区民間企業の経営者 園区管理委員会の管理者	園区のブランド力を拡大 ビジネス情報の交換 国際合作のプラットフォーム 先進技術の紹介
国内外研修・視察 (都市間での情報共有を含む)	園区民間企業の経営者と主任技術者 管理委員会の管理者	海外の環境産業ビジネスモデルと 技術動向を把握
講師を招く教育コース	モデル基地管理委員会は出資者とする 近海のテナント企業の技術担当者が参加	園区企業の技術者を育成
専門技術者を雇用した OJT (民間企業が雇用、管理委員会は補助金支給)	園区の民間企業	専門技術者を育成

(4) 金融サービスに関する支援

静脈産業の業界には中小企業が多く、融資が課題になっているため、園区の運営会社或いは管理委員会は下表に示す金融サービスに関する支援体制を整備する必要がある。

表 5-9 園区企業に融資する金融機関と園区の支援活動

金融機関の種類	金融機関	園区の支援活動
民間系投資機関	<ul style="list-style-type: none"> ● VC/PE ● 銀行のグリーンファイナンス部門 ● 担保会社 	<ul style="list-style-type: none"> ● FOF のファンド (fund of fund) を設立し、VC/PE の投資を奨励する ● 企業の融資を担保する。 ● 園区企業をサービスする担保会社を補助する ● 園区企業と金融機関の取引をマッチングする
中央政府の政策銀行と投資ファンド	<ul style="list-style-type: none"> ● 国家開発銀行 ● 中国進出口銀行 ● 中国農業発展銀行 ● 中国投資公司 	<ul style="list-style-type: none"> ● 中国の政策金融機関に園区企業を紹介する
地方政府の政策金融機関	<ul style="list-style-type: none"> ● 地方政府の設立する産業促進ファンド ● 地方政府の政策性担保企業 	<ul style="list-style-type: none"> ● 園区企業のために、地方政府の金融支援を申請する

第6章 インベントリ調査結果

6.1 日本でのインベントリ調査の実施方法

2011年6月の現地調査および関係者と協議の結果、単に環境技術・資源再利用循環技術の紹介をするだけでなく、日本の廃棄物処理の変遷、特に廃棄物処理に係る問題や解決方法などの紹介する必要があることが明らかになった。したがって、インベントリ調査は、以下の内容で実施した。

- ① 日本の廃棄物処理の変遷
- ② 日本の環境技術・資源再利用技術の体系
- ② 個別の環境技術・資源再利用技術の概要

6.2 廃棄物処理の変遷

6.2.1 日本の廃棄物処理に係わる法律の変遷

日本の廃棄物処理対策は伝染病の予防を目的として始まった。公衆衛生面での対策として焼却処理が奨励されるようになり、1900年に汚物掃除法が制定され、法による焼却方針と市町村のごみ処理責任が明確化された。なお、焼却処理は1930年の汚物掃除法改正により奨励から義務になった。

1955年から1970年代初めの高度経済成長期には大量消費・大量廃棄に伴いごみ量が急増したため、焼却炉の機械化・高度化・大型化が進み焼却処理の拡大が推進された。しかし焼却施設からのばい煙等の二次公害が問題となったため、1970年に清掃法を全面改正した「廃棄物の処理および清掃に関する法律(廃棄物処理法)」が制定され、産業廃棄物と一般廃棄物の区分定義と、事業者処理責任の原則の明確化が図られた。その後ごみ処理施設構造指針、有害産業廃棄物の判定基準、最終処分場指針など各種基準が策定され処理体系の整備が進められた。

1970年後半以降は、バブル経済によるごみ量の急増、ごみ質の多様化、また最終処分場の確保難が深刻となったため、処理体系の見直しと強化を目的として1991年に廃棄物処理法の大改正が行われ、排出抑制と資源化が進められるようになった。同1991年、「再生資源の利用の促進に関する法律(リサイクル法)」が、1993年には環境基本法が施行され、ごみ処理は資源化対策へ方向転換された。さらに天然資源の消費抑制と環境への負荷の低減が図られた「循環型社会」を形成に向けた政策が進められるようになり、2000年には「循環型社会形成推進基本法」が制定され、3Rと処理の優先順位（①発生抑制、②再使用、③再生利用、④熱回収、⑤適正処分）が始めて定義された。以降、品目ごとのリサイクル法が次々に整備され、現在の法体系になった。表6-1に廃棄物政策及び法律の変遷を記す。

表 6-1 廃棄物処理関連法の変遷

年代	背景・諸問題	政策・方針	法律など
1968年以前	・人口集中によるごみ量増大 ・衛生問題	・共同ごみ捨て場 ・海面埋立	なし

年代	背景・諸問題	政策・方針	法律など
1968～	<ul style="list-style-type: none"> ・伝染病の流行 ・埋立用地の不足、環境悪化 ・焼却時のばい煙発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・衛生埋立 ・法による焼却方針の明確化 →焼却炉の増設進む ・高温焼却、除じん技術の開発 	1900 汚物掃除法 1930 汚物掃除法改正
1945 ～ 1970 年 代	<ul style="list-style-type: none"> ・埋立用地の確保難 ・埋立地の非衛生状態 ・高度経済成長によるごみ量増大 ・低いごみの発熱量 →焼却不安定・公害発生 	<ul style="list-style-type: none"> ・国が焼却を最良の処理法として奨励 ・焼却推進、焼却率の増加 ・焼却の機械化、高度化、大型化 	1954 清掃法 1963 生活環境整備緊急措置法 (焼却炉に国庫補助) 1970 廃棄物処理法
1970 ～1994	<ul style="list-style-type: none"> ・プラスチックの割合増加 →塩化水素問題 ・焼却からの排ガスによる汚染 ・煤塵が特別管理廃棄物に ・バブル経済・使い捨てによるごみ量増加 	<ul style="list-style-type: none"> ・プラスチックの分別 ・排ガス処理による対応 ・焼却灰の安定化処理 ・自治体による資源化推進 	1977 ごみ処理施設構造指針 1990 ダイオキシンガイドライン 1991 廃棄物処理法改正 リサイクル法制定 1992 地球サミット 1993 環境基本法施行
1995 ～2000	<ul style="list-style-type: none"> ・容器包装ごみの増加 ・ダイオキシン問題 ・温暖化等地球環境問題 	<ul style="list-style-type: none"> ・資源化の推進 ・循環型処理、非焼却処理、埋立量削減の推進 	1995 容器包装リサイクル法 1997 廃棄物処理法改正 1998 家電リサイクル法 1999 ダイオキシン類対策特別措置法 2000 循環型社会形成推進法 廃棄物処理法改正 資源有効利用促進法 建築リサイクル法 食品リサイクル法 グリーン購入法
2000 ～現在	<ul style="list-style-type: none"> ・PCB 廃棄物の保管、処理 ・不法投棄の増加 ・アスベスト廃棄物 ・有害廃棄物の越境問題 	<ul style="list-style-type: none"> ・PCB 廃棄物の適正処理推進 ・地球環境の回復推進 ・アスベスト廃棄物の管理 ・廃棄物の輸出入の管理 	2001 PCB 廃棄物の適正処理の推進 に関する特別措置法 2002 自動車リサイクル法 2003 特別廃棄物に起因する支障の 除去等に関する特別措置法 2006 廃棄物処理法改正 改正容器包装リサイクル法 2007 改正食品リサイクル法

6.2.2 廃棄物処理に関わる法律

日本における循環型社会形成推進のための施策体系を図 6-1 に示す。循環型社会形成基本法が理念法となっており、一般的な仕組みを定めるものとして廃棄物の適正処理を規定する廃棄物処理法、リサイクルの推進を規定する資源有効利用促進法が制定されている。これらに従って、各個別物品に対応したリサイクル関連法が制定されている。(表 6-2 参照)

表 6-2 廃棄物処理に関わる法律

法律名	施行年
廃棄物の処理及び清掃に関する法律 (廃棄物処理法)	1970 年
循環型社会形成推進基本法	2000 年
資源の有効な利用の促進に関する法律 (資源有効利用促進法)	1991 年
容器包装に係る分別収集及び再商品化の促進等に関する法律 (容器包装リサイクル法)	1995 年
特定家庭用機器再商品化法 (家電リサイクル法)	1998 年
建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律 (建設リサイクル法)	2000 年
食品循環資源の再生利用等の促進に関する法律 (食品リサイクル法)	2000 年
使用済み自動車の再資源化等に関する法律 (自動車リサイクル法)	2002 年
国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律 (グリーン購入法)	2001 年

特定有害廃棄物等の輸出入等の規制に関する法律（バーゼル法）	1992年
ポリ塩化ビフェニル廃棄物の適正な処理の推進に関する特別措置法（PCB 特措法）	2001年
特定製品に係わるフロン類の回収及び破壊の実施の確保等に関する法律（フロン回収破壊法）	2001年
家畜排せつ物の管理の適正化及び利用の促進に関する法律（家畜排せつ物法）	1999年

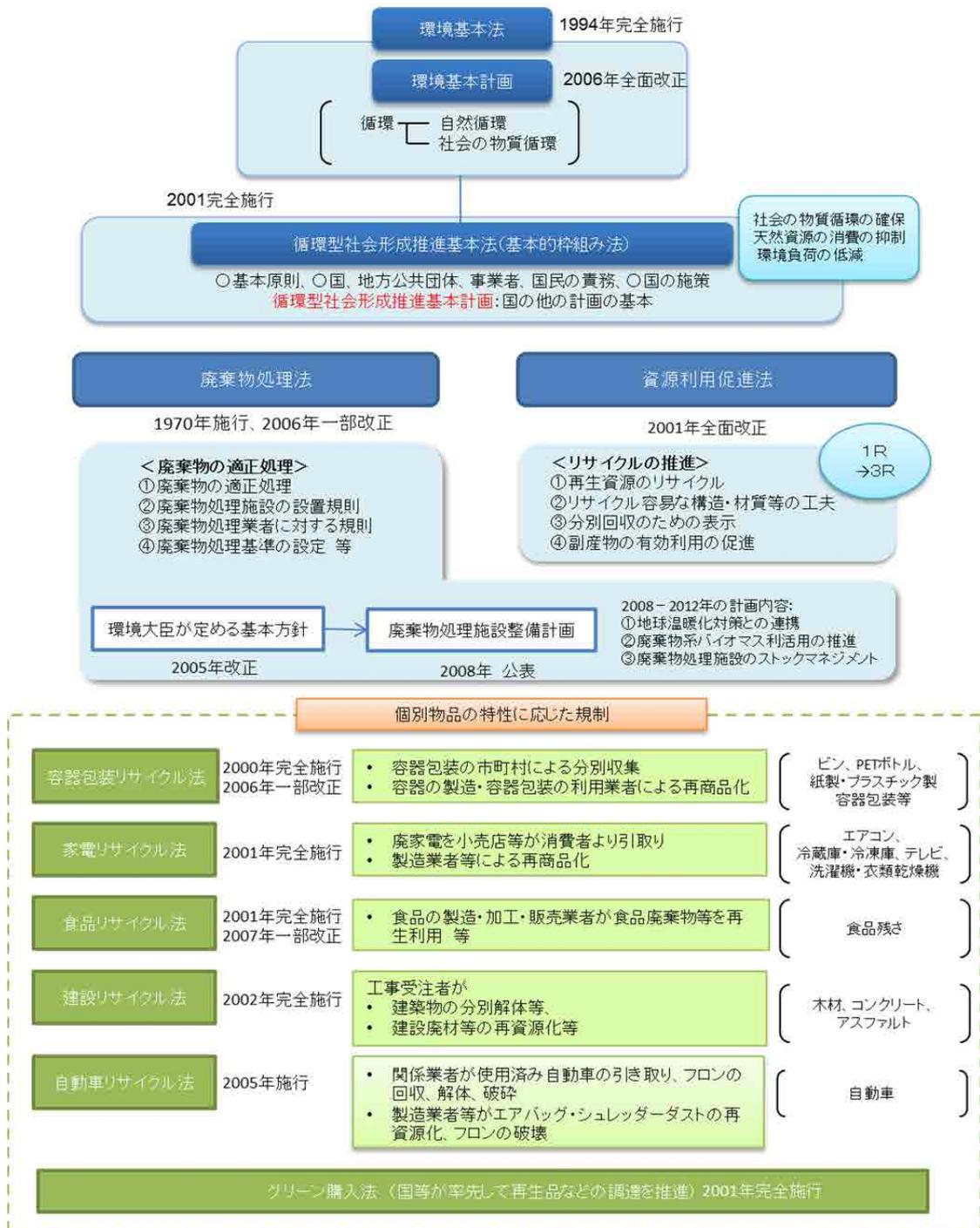


図 6-1 施策体系

出典：環境白書・循環型社会白書・生物多様性白書平成 22 年版より作成

6.2.3 日本で起きた代表的な廃棄物処理の問題と解決策

日本で起きた代表的な廃棄物処理の問題と解決策として、以下の事項について取りまとめた。

- ① 伝染病の蔓延
- ② ごみ量の増加問題
- ③ ダイオキシン類問題
- ④ 浸出水の漏水問題
- ⑤ RDF 発電施設の事故
- ⑥ 不法投棄問題
- ⑦ 施設立地の困難化
- ⑧ 有害廃棄物の越境移動
- ⑨ 地球温暖化

6.3 日本の環境技術・資源再利用技術の体系

6.3.1 日本の廃棄物処理の基本方針

日本では、経済成長と共に大量生産・大量消費型社会を迎え、それに伴い大量の廃棄物が排出されるようになり、廃棄物処理では量の増加以外にも、質の多様化、処分場の確保困難といった問題を抱えるようになった。

こうした問題に対処するため、現在では、「廃棄物の排出抑制と再使用、再生利用及び適正処理」を廃棄物処理法の目的と定めており、廃棄物の発生を可能な限り減らし、それでも排出される廃棄物については中間処理により再利用し、資源の循環利用に貢献し、減量化を図る。そして、どうしても利用できないものを最終処分として埋め立てるようになっている。

6.3.2 技術体系

日本では 3R（排出抑制：Reduce、再利用：Reuse、再資源化：Recycle）を軸とした廃棄物処理フローが構築されており、処理の各段階において、衛生面の向上や環境保全のために多様な技術が開発され、活用されている。（図 6-2 参照）

表 6-3 に日本での廃棄物処理の各段階における環境技術・資源再利用技術の概要を示す。

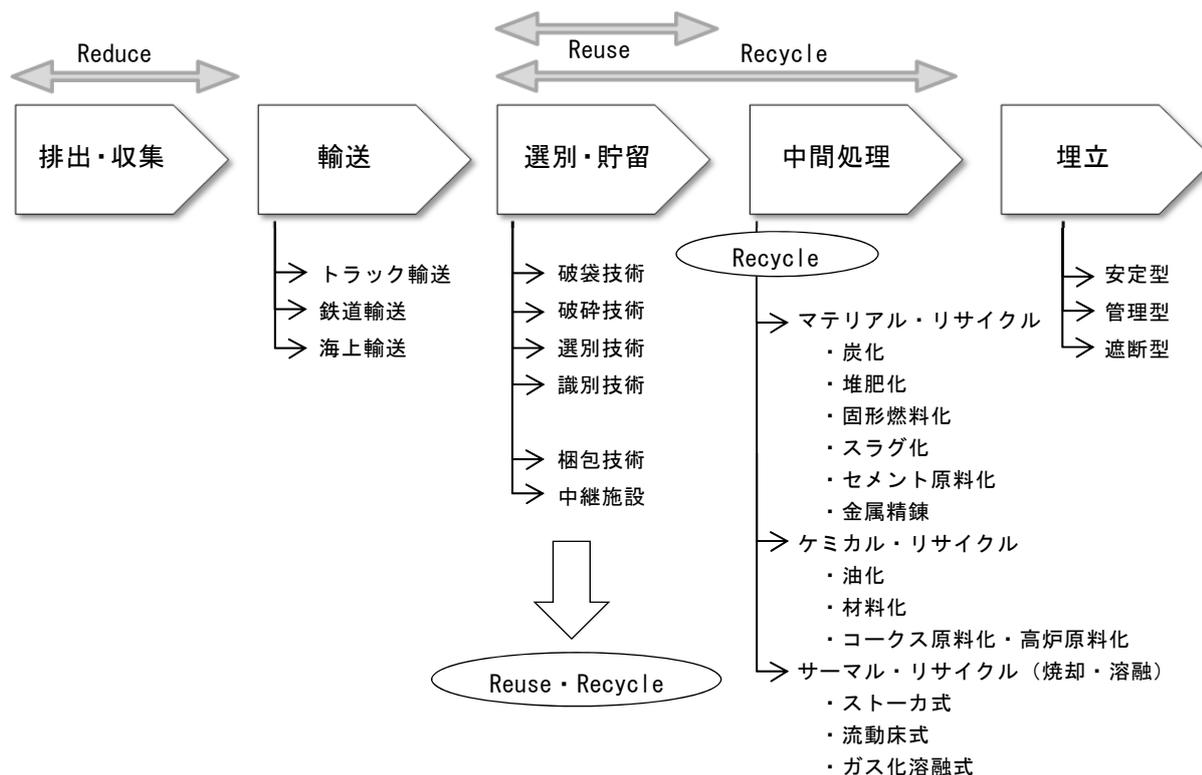


図 6-2 3R を軸とする廃棄物処理フロー

表 6-3 環境技術・資源再利用技術の一覧

分類	技術	対象廃棄物	処理概要	回収物
輸送	トラック輸送	廃棄物全般	—	—
	鉄道輸送	廃棄物全般	—	—
	海上輸送	廃棄物全般	—	—
選別・貯留	破袋技術	袋収集された廃棄物	破袋	—
	破碎技術	大型、粗大廃棄物等	破碎	—
	選別技術	ガラスびん、プラスチック等	選別	有価物
	識別技術	ガラスびん、プラスチック等	識別	—
	中継施設	生ごみ、プラスチック等	圧縮・積替	—
	梱包技術	缶、びん、プラスチック等	梱包	—
中間処理	マテリアル・リサイクル			
	炭化	有機性廃棄物、木くず	炭化	炭化物
	堆肥化	生ごみ、汚泥等	堆肥化	堆肥
	固形燃料化	木質バイオマス、プラスチック類	圧縮等	固形燃料
	スラッグ化	焼却残渣	熔融	スラッグ・メタル
	セメント原料化	焼却残渣	焼成	エコセメント・普通セメント
	金属精錬	焼却飛灰、熔融飛灰	山元還元	精錬原料
	ケミカル・リサイクル			
	油化	プラスチック類	油化	生成油
	材料化	プラスチック類	ガス化、モノマー化	アンモニア、PET 樹脂
	コークス原料化・高炉原料化	プラスチック類	コークス原料化 高炉原料化	—
	サーマル・リサイクル			

分類	技術	対象廃棄物	処理概要	回収物
	焼却・溶融			
	ストーカ式	可燃物	焼却	—
	流動床式	可燃物	焼却	—
	ガス化溶融式	可燃物・不燃物	溶融	—
最終処分	安定型	無機性の固形状のもの (廃プラスチック類、金属くず、ガラス・陶磁器くず、ゴムくず、がれき類)	埋立	—
	管理型	安定型と遮断型に該当しないもの (燃え殻、汚泥、鉱さい、ばいじん、紙くず、繊維くず、動植物性残渣、タール・ピッチ類、廃石綿及び安定型で処分できるもの)	埋立	—
	遮断型	有害(特別管理)産業廃棄物 (有害な重金属を含む燃え殻、ばいじん、汚泥、鉱さい)	埋立	—

6.4 個別の環境技術・資源再利用技術の概要

インベントリ調査では、個別の環境技術・資源再利用技術について、以下の内容で調査・整理を行った。

- ①既存の資料・情報に基づいて日本の技術の概要を網羅的に整理する事例集
- ②対象廃棄物のリエンジニアリングのための基礎情報としての個別技術の事例集。調査対象廃棄物は以下のとおり。

表 6-4 対象廃棄物

瀋陽市	廃家電	廃タイヤ	廃エンジンオイル・廃乳化液	汚染土壌
臨沂市	廃プラスチック	廃家電	非鉄金属(電線ケーブル)	廃鉛蓄電池
蘇州市	廃自動車	食品廃棄物	下水汚泥(脱水汚泥)	都市生活ごみ

6.4.1 既存資料を基にした環境技術・資源再利用循環技術を網羅した事例集

本事例集は、公開されている既存の資料(各種報告書、インターネット情報等)にもとづいて、日本の環境技術、資源再利用循環技術の概要を整理・統合し、資料集として取りまとめたものである。

(1) 調査対象

表 6-5、表 6-6 に示すエコタウンの補助対象企業の 56 社。

(2) 調査結果

表 6-7 の様式で、各企業の環境技術、資源再利用循環技術を整理し、取りまとめた。

表 6-5 環境技術・資源再利用技術インベントリ (1/2)

No.	循環資源	環境技術・資源再利用技術	リサイクル製品	施設名	事業者名	地域
1	廃プラスチック	マテリアルリサイクル	廃プラスチック利用新建材	廃プラスチック利用新建材製造施設	秋田ウッド㈱	秋田県
2		マテリアルリサイクル	廃プラスチック活用二次製品	石炭灰・廃プラスチックリサイクル施設	秋田エコブラッシュ㈱	秋田県
3		マテリアルリサイクル	エコプライ、パーチクルボード、原料チップ	廃木材・廃プラスチックリサイクル施設	㈱東京木工所	千葉県
4		マテリアルリサイクル	再生塩ビコンパウンド、再生炭カル	建設系廃内装材のマテリアルリサイクル施設	リファインバース㈱	千葉県
5		マテリアルリサイクル	NFボード、再生ペレット	廃プラスチック製コンクリート型枠用パネル製造施設	JFE環境㈱	川崎市
6		マテリアルリサイクル	再生ペレット、フレーク	ハイブリット型廃プラスチックリサイクル施設	㈱ブリテック	富山市
7		マテリアルリサイクル	固形燃料	難処理繊維及び混合廃プラスチックリサイクル施設	㈱エコ マインド	富山市
8		マテリアルリサイクル	ペレット	廃プラスチックリサイクル（ペレット化）施設	岐阜清掃事業協同組合	岐阜県
9		マテリアルリサイクル	車止め、パレット	廃プラスチックリサイクル（製品製造）施設	タイボープロダクツ㈱	岐阜県
10		マテリアルリサイクル	廃プラスチック製建築資材	廃木材・廃プラスチック製建築資材製造施設	㈱エコウッド	北九州市
11		ケミカルリサイクル	液化アンモニア	廃プラスチックアンモニア原料化施設	昭和電工㈱	川崎市
12		ケミカルリサイクル	再生プラスチック粒	廃プラスチック高炉還元施設	JFE環境㈱	川崎市
13	ペットボトル	ペレット化、フレーク化	再生PETフレーク	廃ペットボトルフレーク化施設	北海道ペットボトルリサイクル㈱	札幌市
14		ペレット化、フレーク化	再生PETシート	廃ペットボトルシート化施設	ポリテック㈱	札幌市
15		ペレット化、フレーク化	再生ペレット、再生フレーク	ペットボトルリサイクル施設	西日本ペットボトルリサイクル㈱	北九州市
16		ペット to ペット	再生PETボトル	ペット to ペットリサイクル施設	㈱ペットリバース	川崎市
17	廃自動車	解体部品回収	鉄、スクラップエンジン、アルミ、バンパー	高純度メタル・プラスチックリサイクル施設	東日本資源リサイクル㈱	千葉県
18		解体部品回収（手解体）	中古部品、鉄スクラップ、バンパー	自動車リサイクル施設	西日本オートリサイクル㈱	北九州市
19	食品残渣	メタン発酵、バイオガス発電	メタンガス	メタン発酵ガス化施設	ジャパンリサイクル㈱	千葉県
20	家電及びOA機器	分解・選別・破砕	ガラス、鉄、ウレタン、プラスチック、銅、アルミなど	家電製品リサイクル施設	北海道エコリサイクルシステムズ㈱	北海道
21		分解・選別・破砕	鉄、銅、アルミニウム、ガラス	家電製品リサイクル施設	㈱エコリサイクル	秋田県
22		分解・選別・破砕	金、銀、銅、鉛、蒸気	非鉄金属回収施設	㈱小坂製錬	秋田県
23		分解・選別・破砕	ガラス、非鉄金属、基板類、鉄、樹脂類、ウレタン	家電製品リサイクル施設	東日本リサイクルシステムズ㈱	宮城県 栗原市
24		分解・選別・破砕	スチレン系再生樹脂	廃プラスチック高度利用・リサイクルシステム施設	鈴鹿富士ゼロックス㈱	四日市市
25		分解・選別・破砕	金・銀・銅	有価金属リサイクル施設	三菱マテリアル㈱直島製錬所	香川県 直島町
26		分解・選別・破砕	金属くず、ガラスくず、プラスチック破砕品、ハーネス	OA機器リサイクル施設	㈱リサイクルテック	北九州市
27		分解・選別・破砕	プラスチック（PS、PP）、鉄、非鉄、ガラス、（廃）廃プラスチック	家電製品リサイクル施設	西日本家電リサイクル㈱	北九州市
28	焼却灰・溶融飛灰	山元還元	鉛、亜鉛、スラグ	溶融飛灰リサイクル施設	㈱MTR	八戸市
29		溶融	コンクリート、アスファルト用骨材、護岸材、人工海洋石材	焼却灰・ホタテ貝殻リサイクル施設	大平洋金属（株）	八戸市
30		セメント原料化	エコセメント	エコセメント製造施設	市原エコセメント㈱	千葉県

表 6-6 環境技術・資源再利用技術インベントリ (2/2)

No.	循環資源	環境技術・資源再利用技術	リサイクル製品	施設名	事業者名	地域
31	焼却灰・溶融飛灰	セメント原料化	セメント原料(脱水ケーキ)	ごみ焼却灰のセメント原料化施設	山口エコテック(株)	山口県
32		焼却	土木資材(道路路盤材、盛土材、埋戻材)、土壌改良材	製紙スラッジ焼却灰の土木資材製造施設	大王製紙(株)	愛媛県
33		山元還元	再資源化飛灰	溶融飛灰再資源化施設	三菱マテリアル(株)直島製錬所	香川県直島町
34	可燃ごみ、不燃残渣、汚泥等	溶融	メタル、スラグ、(廃)飛灰	直接溶融施設	(株)かずさクリーンシステム	千葉県
35	古紙	粉砕	古紙敷料	紙製容器包装リサイクル施設	(株)丸升増田本店	北海道
36		溶解、乾燥異物除去、漂白	トイレットペーパー、廃プラスチック、ペーパーズラッジ	難再生古紙リサイクル施設	コアレックスグループ	川崎市
37		ファイバー化	セルロースファイバー	古紙リサイクル施設	エコトピア飯田(株)	飯田市
38		水溶化	エコバルブ、プラスチック、脱水汚泥	使用済み紙おむつリサイクル施設	トータルケア・システム(株)	大牟田市
39	廃木材	炭化技術	木炭ボード、木炭、床下調湿用木炭等	木質系廃棄物リサイクル施設	アイオーティカーボン(株)	富山市
40		ニードルマシン成形、蒸気加熱処理接着、成形	フレキシブルマット、エンボスマット	低環境負荷・高付加価値マット製造施設	三幸毛糸紡績(株)	愛知県
41		炭化技術	炭化物	木質系廃棄物炭化リサイクル施設	(株)日本リサイクルマネジメント	岡山県
42	水産資源	粉砕、分解、濃縮、脱塩	ペプチド、コラーゲン、コンドロイチン、EPA、DHA、フコキサンチン、フォタニン	水産加工廃棄物リサイクル施設	協同組合マリンテック釜石	岩手県釜石市
43		破砕、防臭防除	破砕貝殻	貝殻リサイクル施設	富津市水産加工業協同組合	千葉県
44	ゴム	再生、成形	ゴムマット、ゴムボール等	原料廃ゴムのマテリアルリサイクル施設	(株)INBプランニング	愛知県
45		熱分解	ガス、軽質油、重質油、乾留カーボン、ワイヤー	廃タイヤガス化リサイクル施設	関西タイヤリサイクル(株)	兵庫県
46		再生、成形	粉末ゴム、人工芝用下地材、弾性舗装材	廃合成ゴム高付加価値リサイクル施設	(株)リックス	富山市
47	RDF	固形燃料化	スラグ、金属	RDF発電、灰溶融施設	福山リサイクル発電(株)	広島県備後地域
48		固形燃料化	電力	RDF発電施設	大牟田リサイクル発電(株)	大牟田市
49	建設混合廃棄物	選別、摩砕洗浄	粒度調整砂(洗い砂)、脱水ケーキ	建設混合廃棄物の高度選別リサイクル施設	(株)リサイクル・ピア	東京都
50	有価金属含有スラッジ	乾燥、溶融還元	ニッケル合金、溶融スラッジ	ニッケルリサイクル施設	大同原料サービス(株)	愛知県
51	有機塩素系廃溶剤	亜臨界水反応	アルコール、有機酸、塩化ナトリウム、バイオディーゼル燃料、粗グリセリン、低級燃料油	亜臨海水反応を用いた廃棄物再資源化施設	リマテック(株)	大阪府
52	ポリエステル含有繊維	酵素分解、ペレット化	ペレット(PET)、廃プラスチック(PET)残渣	ポリエステル混紡衣料品リサイクル施設	(株)エコログ・リサイクリング・ジャパン	広島県備後地域
53	発泡スチロール	マテリアルリサイクル(溶解、再生ペレット化)	再生ポリスチレンペレット	発砲スチロールリサイクル施設	(株)エコライフ土佐	高知市
54	再生填料	DIPフロス抽出	再生填料	再生填料製造施設	大王製紙(株)	愛媛県
55	蛍光管	水銀除去・破砕、洗浄	蛍光管、ガラスカレット、金属類(鉄、アルミ)、蛍光体、粗水銀	蛍光管リサイクル施設	(株)ジェイ・リライツ	北九州市
56	びん	選別、カレット化	丸め済ガラスカレット、軽量土木骨材	びんのリユース、リサイクル施設	(株)田中商店	水俣市

表 6-7 環境技術・資源再利用技術（例）

No. 3	株式会社東京木工所		
技術	マテリアルリサイクル		
循環資源	廃プラスチック		
施設概要	施設名称	廃木材・廃プラスチックリサイクル施設（株式会社東京木工所）	
	施設住所	千葉県木更津市木材港4	
	稼働年月日	2004年11月	
	処理方法	混合成型	
	処理概要	廃木材と廃プラスチックを混合し、再生ボードを製造する。	
	処理能力	廃プラスチック類：6,900t/年、木くず：4,600t/年	
	処理工程		
再生製品	<p>建築現場などでコンクリートの型枠材などに使われるほか、独特の色彩を生かした家具や小物など用途は様々である。熱可塑性樹脂を接着剤に使用しているため何度でもリサイクル可能である。</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>再生ボード(エコプライ)</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>テーブル</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>シューズラック</p> </div> </div>		
物質 収支量	循環資源の 投入状況	受入量	廃プラスチック類：6,900t/年、木くず：4,600t/年
	再生製品の 回収状況	回収量	112万枚/年

6.4.2 対象廃棄物に対する個別技術の事例集

本事例集は、中国側から要請のあった「対象廃棄物」の資源再利用循環技術について、産業廃棄物処理業者、環境装置メーカ及びその他企業等への調査に基づいて対象廃棄物に対する事例集としてとりまとめたものである。対象廃棄物に対する日本の個別技術、及び環境技術・資源再利用循環技術の個別表の例を下表にそれぞれ示す。

表 6-8 対象廃棄物に対する日本の個別技術

対象廃棄物	No.	調査対象	運営主体	施設名	循環技術	処理能力
都市生活ごみ（生ごみ）	1	J F E エンジニアリング(株)	J F E 環境(株)	横浜エコクリーン	焼却+灰溶融	200 t / 日
	2		J F E 環境(株)	川崎エコクリーン	焼却+灰溶融	220 t / 日
	3	川崎重工業(株)	グリーンパーク千葉新港(株)	千葉市新港清掃工場	焼却+灰溶融	405 t / 日
	4	新日鉄エンジニアリング(株)	北九州市	北九州市新門司工場	シャフト炉式ガス化溶融	720 t / 日
	5	株神鋼環境ソリューション	相模原市	相模原市南清掃工場	流動床式ガス化溶融	525 t / 日
	6	三菱重工環境・化学エンジニアリング(株)	千葉市	千葉市北清掃工場	焼却・発電	570 t / 日
廃プラスチック	7	J F E エンジニアリング(株)	J F E 環境(株)	横浜プラスチックリサイクル工場	選別・圧縮・梱包 (ペール化)	136.8 t / 日
	8		新港リサイクル(株)	仙台プラスチックペール化工場	選別・圧縮・梱包 (ペール化)	70 t / 日
	9		新港リサイクル(株)	プラ材料リサイクル施設	破碎・選別・造粒 (材料化)	85 t / 日
	10		J F E 環境(株)	扇島原料化工場	破碎・圧縮固化 (RPF 化)	85.5 t / 日 42.0 t / 日
	11		J F E 環境(株)	福山 R P F 工場	破碎・造粒・成形 (RPF 化)	52.8 t / 日 24.0 t / 日
廃家電	12	J F E エンジニアリング(株)	J F E アーバンリサイクル(株)	家電リサイクルプラント	解体・破碎・選別	—
廃自動車	13	J F E エンジニアリング(株)	J F E ビーレック(株)	A S R 資源化工場	選別・破碎・成形	159.6 t / 日
汚泥（下水汚泥、脱水汚泥）	14	株神鋼環境ソリューション	自治体	流域下水汚泥広域処理場	焼却+灰溶融	290WS t / 日
鉛蓄電池	15	J F E エンジニアリング(株)	J F E 環境(株)	バッテリーリサイクル施設	切断	42.46 t / 日
汚染土壌	16	三重中央開発(株)	三重中央開発(株)	—	不溶化・溶融・浄化	—
廃タイヤ	17	神鋼産業(株)	神鋼産業(株)	—	切断・破碎 (熱利用・加工利用)	—
非鉄金属（電線ケーブル）	18	高山金属商事(株)	高山金属商事(株)	—	破碎・選別 (材料化)	—
廃油（廃エンジンオイル、廃乳化液）	19	株東亜オイル興業所	株東亜オイル興業所	—	油水分離処理 (再生重油)	60m ³ /日
食品廃棄物	20	J F E エンジニアリング(株)	ジャパン・リサイクル(株)	千葉バイオガスセンター	メタン発酵 バイオガス発電	30 t / 日

表 6-9 環境技術・資源再利用循環技術の個別表 (例 1)

No. 3	川崎重工業株式会社		
技術	焼却・溶融		
循環資源	都市生活ごみ (生ごみ) (一般廃棄物)		
運営主体	グリーンパーク千葉新港株式会社		
施設の概要	施設名称	千葉市新港清掃工場	
	施設住所	千葉県千葉市美浜区新港 226 番地 1、新港 225 番地 24 他	
	稼働年月日	2002 年 12 月	
	処理能力	405 t / 日 (135 t / 24 h × 3 基)	
	再生製品	路盤材他 (溶融スラグの有効利用)	
	処理方法	全連続燃焼式焼却炉 (ストーカ式)	
	処理フロー		
公害防止設備の種類・内容	<ul style="list-style-type: none"> ・バグフィルタ (ろ過式集じん器) : 排ガス中のばいじんや有害成分を円筒状のろ布に付着させて除去。 ・ガス洗浄塔 : 排ガスに苛性ソーダ水溶液を吹きかけて排ガス中の硫黄酸化物、塩素水素を除去する。また、液体キレートを注入し水銀も除去。 ・脱硝反応塔 : 排ガス中に含まれる窒素酸化物は、反応塔にアンモニアガスを吹き込み、触媒の働きで無害な窒素と水にして除去。 		
	施設を設計・建設したメーカー等	プラント設備 : 設計・施工 川崎重工業(株)	
概算事業費	建設費	設計・建設費	約 270 億円
		合計	約 15.57 億円
	維持管理費	人件費	約 4.1 億円
		需要費	約 3.4 億円
		保守点検費	約 3.4 億円
		修繕更新費	約 4.5 億円
		測定試験費	約 0.17 億円
		残渣処理費	-

物質収支量	循環資源の投入状況	受入品目	都市生活ごみ（生ごみ）
		受入区分	無料で引き取り
		受入要件（性状等）	千葉市の分別・排出ルールによる。 「資源物」「可燃ごみ」「不燃ごみ・有害ごみ」「粗大ごみ」
		受入量	108,000 t/年
		受入範囲	千葉市内
	再生製品の回収状況	再生製品の内容	路盤材等
		活用状況	-
		回収量	-
		製品の活用範囲	-
	処理残渣の処分状況	残渣物の内容	-
		処分方法	-
		処分状況	-
		残渣量	-
		処分先	-
ユーティリティの量	電気使用量	-	
	灯油使用量	-	
	助燃使用量	-	
	水道水使用量	-	
	薬剤使用量	-	
	排水量	-	
運転人員	約 15 人		
敷地面積	31202.6 m ²		
建築面積	10115.5 m ²		
特筆すべき技術	ごみ焼却ボイラで発生させた蒸気を、さらにガスタービンの排熱によって高温化し、蒸気タービンで発電を行うスーパーごみ発電を採用している。		
課題	技術面	維持管理費の低減につながる技術開発	
	運営面	維持管理費の低減	
作業環境	作業環境について作業マニュアルを設定し、マニュアルの遵守を徹底している。		

表 6-10 環境技術・資源再利用循環技術の個別表 (例 2)

No. 9	J F Eエンジニアリング株式会社		
技術	破砕・選別		
循環資源	廃プラスチック (一般廃棄物)		
運営主体	新港リサイクル株式会社		
施設の概要	施設名称	プラ材料リサイクル施設	
	施設住所	宮城県仙台市宮城野区港 1-6-1	
	稼働年月日	2006年4月	
	処理能力	85 t / 日	
	再生製品	PE・PP混合減容品 (プラスチック再生原料)・プラスチックパレット	
	処理方法	容器包装プラスチックペール品を破砕・選別・洗浄・乾燥・脱水・造粒してプラスチック再生原料を製造。	
処理フロー			
公害防止設備の種類・内容	集塵機・活性炭脱臭設備		
施設を設計・建設したメーカー等	J F Eエンジニアリング株式会社		
概算事業費	建設費	設計・建設費	-
	維持管理費	合計	-
		人件費	-
		需要費	-
		保守点検費	-
		修繕更新費	-
		測定試験費	-
		残渣処理費	-

物質収支量	循環資源の投入状況	受入品目	処理費を徴収
		受入区分	処理費を徴収
		受入要件（性状等）	容器包装リサイクル法のその他プラスチック
		受入量	14,000 t /年
		受入範囲	仙台市内
	再生製品の回収状況	再生製品の内容	-
		活用状況	-
		回収量	13,000 t /年
		製品の活用範囲	容器包装リサイクル法に基づき、指定法人（容リ協会）主催の入札により登録再生処理事業者へ。
	処理残渣の処分状況	残渣物の内容	-
		処分方法	-
		処分状況	-
		残渣量	-
		処分先	-
	ユーティリティの量	電気使用量	440,000 kWh /年
灯油使用量		-	
助燃使用量		-	
水道水使用量		-	
薬剤使用量		-	
排水量		-	
運転人員	20 人		
敷地面積	8,975 m ²		
建築面積	2,790 m ²		
特筆すべき技術	揺動式種類選別機によりプラスチックをフィルム系とボトル系に選別し、手選別工程を効率化。		
課題	技術面	施設老朽化と震災時の水没によるトラブルの増加。安定操業維持のための予防保全体制の拡充。	
	運営面	従業員の高齢化にともない、要員入れ替えと技術の継承。	
作業環境	-		

第7章 リエンジニアリングの検討

日本では循環型社会形成推進基本法をはじめとして、各種リサイクル法(容器包装、家電、食品、建設、自動車)やガイドライン(35品目・18業種)などが整備され、これに対応したリサイクル技術やリユース技術などが進展してきた。しかし、日本のリサイクル技術は、日本のリサイクル法などに基づいて収集された受入れ資源に応じたリサイクル技術であるので、海外でそのまま活用することはできない。

日本の技術を中国でのリサイクル事業に適用する場合には、日本での技術やプロセスをそのまま展開するのではなく、現地の社会制度や技術レベルなど現地の実情に適した技術やプロセスに変更する必要がある。そこで、調査対象3都市から要望のあった廃棄物を対象に、日本の進んだリサイクル技術をどのように変更したら中国に適した技術になるかを検討した。

ここで、章のタイトルであるリエンジニアリングとは、現地の社会制度や技術レベルなど移転先の実情に適した技術やプロセスに変更することとして検討することである。

7.1 調査の方法

7.1.1 現状や課題に関する調査の方法

中国全体の現状については、文献調査や中国のインターネット情報により最新情報を収集した。また、調査対象都市の現状および課題については、調査対象都市の研究所や大学に再委託することにより調査した。この調査では同時に受入れ資源の購入価格や再生製品の販売価格などの価格情報についても得ることができた。さらに、現地公聴会(2012年1月、2012年6月)及び2011年10月の第1回セミナーにおける意見交換会で得られた情報もニーズを知る上で貴重な情報であった。

7.1.2 日本の技術による対策の検討方法

調査対象都市の課題を解決するための対策として日本のリサイクル技術のインベントリの中から該当する技術を選定した。

次に、この技術を保有し、かつ協力が得られた企業にヒアリングした。ヒアリングした企業のリストを表7-1に示す。

表7-1 ヒアリング企業のリスト

NO.	受入れ資源	資源化プロセス	ヒアリング企業名
1	廃プラスチック	高度選別技術	株式会社リサイクルワン
		リサイクルパレット製造技術	日本プラパレット株式会社
		成形技術	株式会社コーハン
2	廃家電 廃電気電子機器	破砕選別	株式会社リーテム
		分解技術(基板の回収)	DOWA エコシステム株式会社
3	電線ケーブル	被覆材の分離	高山金属商事株式会社
4	自動車	中古部品回収、補修技術	西日本オートリサイクル株式会社
5	廃タイヤ	熱分解焼成技術	有限会社チャコール豊新

		破砕技術	近畿工業株式会社
6	鉛蓄電池	解体技術	JFE環境株式会社
7	廃エンジンオイル	加熱攪拌・遠心分離技術	株式会社東亜オイル興業所
	廃乳化液	固形燃料化技術	
8	食品廃棄物	メタン発酵技術	JFE エンジニアリング株式会社
9	下水汚泥	メタン発酵技術	JFE エンジニアリング株式会社
		固形燃料化技術	月島機械株式会社
10	都市生活ごみ	高効率発電(改造)	JFE エンジニアリング株式会社
11	汚染土壌	原位置・掘削処理技術	清水建設株式会社
		事前調査技術	JFE テクノリサーチ株式会社

この内、中国での事業に関心があり、事業性の検討を行うために必要な運転データの提供があった企業のリサイクルシステムを例として取り上げた。このシステムをセミナーにおいて中国側に説明し、関心を示したシステムや特に異論がなかったシステムを最終的に選定した。

7.1.3 経済性の検討方法

経済性の検討をするにあたり、まず企業へのヒアリング内容をもとに物質収支を試算した。ここで、施設の規模は原則として、日本で実際に事業として成り立っている規模としたが、中国の法令などによる設定や発生量など現地の状況に応じて変更した。次に、具体的な用役使用量や運転人員、建設費などのデータは公表しないとの条件で日本の企業にヒアリング調査を実施した。また、受入れ資源の単価や再生製品の単価は再委託調査による各都市の単価を使用し、該当する単価が得られなかった場合は他都市の単価を使用した。

以上の情報を基に事業の収支を計算した。収入は再生製品販売費と受入資源処理費(処理費用を徴収する場合)からなる。支出は、受入資源購入費(原料として購入する場合)や用役費、人件費、残渣処分費の他、用地取得については、土地借用料として算入し、維持管理費は設備費の3%と仮定、また一般管理費は支出合計値の10%と仮定した。

7.1.4 事業性の評価方法

事業性の評価は単純投資回収年(法人所得税を考慮しない場合と考慮した場合の2種類)とIRR (Internal Rate of Return : 内部収益率) の2種類の指標とした。

ここで、単純投資回収年は建設費を年間収益で返却した場合に要する年数で、投資の回収スピードを示す。また、IRRは投資に対する収益率(回収できる利回り)を示す。

(1) 単純投資回収年

単純投資回収年は次式で求められる。

$$\text{単純投資回収年} = \text{設備投資額} / (\text{収入} - \text{支出} - \text{法人所得税})$$

ここで、単純回収年を求めるにあたって減価償却費や租税公課(法人税など)、補助金、支払金利の項目は含めていない。

また、税引き前と税引き後の単純回収年を求めたが、税引き前の場合は法人所得税を考慮

せず 0 元とし、税引き後の場合は法人所得税を考慮して次式で求めた。ただし、感度分析ではなるべく単純化するため税引き前で試算した。

法人所得税＝経常利益×税率

ここで、経常利益＝収入－（支出（法人所得税を除く）＋減価償却費）

税率＝25%

減価償却費＝設備投資額／償却年数

ここで、償却年数は、民間事業の場合 10 年とし、公共性が高く、長期の継続事業が見込まれる場合 15 年とした。受入資源や再生製品の単価が市場に左右され、事業のリスクが高い場合は償却年数を短く 10 年とした。また、長期間にわたり循環資源の量と処理費が保証される場合は事業のリスクが低いため、償却年数を長く 15 年と設定した。

(2) IRR

IRR と設備投資額の間には次式の関係がある。

$$\text{設備投資額} = \sum_{i=1}^n (\text{i 年目の収支}) / (1 + \text{IRR})^i$$

ここで、IRR の計算に必要な事業期間（上式では n に相当）は償却年数と同じにした。また、投資に対する収益率を単純化するために金利を見込まずに算出した。

7.1.5 感度分析の方法

施設規模や受入れ資源の購入単価、再生製品の売却単価に関して感度分析を行った。その際、以下の仮定にもとづいて、計算を行った。

- 施設規模と設備費は、0.6 乗則に従う。
- 施設規模と用役費は比例する。
- 施設規模と人件費や借地料（必要敷地面積）の関係は施設の構成やシステムによって異なる。

事業性の評価は単純回収年で行った。民間企業における事業化判断は対象廃棄物によって異なり、例えば、金属資源回収事業などの場合は、回収金属の売却単価が乱高下しリスクが高いので、5 年以下で回収することが求められることもある。また、下水汚泥の場合には公共の関与により一定の価格が維持されるのでリスクが低く、10 年程度でも事業として成り立つと評価される場合もある。

7.1.6 日本の技術の変更点、適応性の検討方法

現地の情報を基に日本の状況と比較し、異なっている点を明らかにし、この相違点を基に現地に適した処理プロセスとする。そのために変更すべき項目を検討した。さらに、コストダウンに結びつくプロセスの変更項目を検討した。ただし、中国に適応するためのプロセスの変更項目は必ずしも建設費のコストダウンに結びつくとは限らない。ここでは、運転経費の削減に結びつく場合も含めて検討した。

7.2 対象廃棄物の検討結果

調査対象の蘇州市、臨沂市及び瀋陽市の3都市から要望のあった対象廃棄物と提案する環境技術・リサイクル技術を表7-2に示す。

表7-2 検討対象の環境技術・リサイクル技術

NO.	受入れ資源	再生資源	資源化プロセス	要望都市
1	廃プラスチック	高度材料リサイクル	高度選別技術	臨沂市
2	廃家電 廃電気電子機器	鉄、ミックスメタル、銅、 アルミ、プラスチック 貴金属	破砕選別	瀋陽市 臨沂市
3	電線ケーブル	銅、プラスチック	ナゲット処理、被覆材分離技術	臨沂市
4	廃自動車	リサイクル、部品リユース	解体技術、補修技術、 焼却・発電技術	蘇州市
5	廃タイヤ	再生油、活性炭	熱分解油化技術	瀋陽市
6	鉛蓄電池	鉛、プラスチック	解体技術	臨沂市
7	廃エンジンオイル・廃乳化液	再生潤滑油 固形燃料	加熱攪拌・遠心分離技術 固形燃料化技術	瀋陽市
8	食品廃棄物	メタンガス	メタン発酵技術	蘇州市
9	下水汚泥	メタンガス または固形燃料	メタン発酵技術 または固形燃料化技術	蘇州市
10	都市生活ごみ	電気	低空気比燃焼などによる高効率発電（改造）	蘇州市
11	汚染土壌	安全な土地	事前調査技術	瀋陽市

7.2.1 廃プラスチック

(1) 中国全体の現状

- 再生プラスチック回収再生利用汚染防止技術規範には廃プラスチックの回収、輸送、保管の基準が制定されており、前処理やリサイクル技術、環境対策についても基本的な事項が定められている。
- 廃プラスチックの発生量は634万t（2004年）で、リサイクルが80%、埋立が15%、焼却が5%である。リサイクルの内訳は、材料リサイクルが78%、ケミカルリサイクルが18%、油化が4%である¹⁰。
- プラスチックのリサイクル企業数は1万社以上あり、全国に回収ネットワークがある。引き取り金額は数10億元に達する¹¹。
- 中国では少なくとも毎年500万トンの廃プラスチックが排出されている。この内、大部分はリサイクルされている¹²。

¹⁰ 出典：寺園淳「中国の循環型社会づくりへの取り組み」環境研究、No.149、2008

¹¹ 出典：中国資材回収ネットワーク(2009.3.19) www.bmlink.com

¹² 出典：蘇州資材回収有限公司 (2011.1.31)

<http://hi.baidu.com/xyb082956/blog/item/6f2330a18a7809b9caefd05d.html>

(2) 臨沂市の現状

- ・ 山東徳力西再生塑料生態工業園では、現在、手選別で種類ごとに分別されたプラスチックが搬入され、園内の157社で380,000 t/年をリサイクルしている。
- ・ 山東省では2020年には600,000 t/年の廃プラスチックを回収することを見込んでいる。この中には混合プラスチックもあり、海外からの輸入プラスチックも含まれる。

<日本の状況との相違点>

リサイクル施設での残渣発生率は3.0~4.3%で、一次分別されたプラスチックが搬入されている。

一次選別された廃プラスチックが搬入され、汚れの付着や異物の混入は少ない。また、輸入した混合プラスチックのリサイクルの場合でも、資源として輸入したものであるため、日本における容器包装プラスチックのような汚れは付着していない。このため、前処理設備は簡素化できる。

ペレット製造設備の機器リストを入手できたが、日本の設備とほとんど変わらない。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 高付加価値の再生製品を製造することを希望している。
 - ・ 廃プラスチックのリサイクル施設の処理能力を増加させる必要がある。
- (山東省で回収する廃プラスチックを全量リサイクルするために、今後設置が必要な設備能力は220,000 t/年である。)

(4) 日本の技術による対策

- ・ 日本の廃プラスチックリサイクル技術によって、現在リサイクルされている再生製品の質を向上させる。
- ・ 日本のエコタウンにおける経験をもとに、回収プラスチックを種類ごとに高純度に分別し、付加価値の高いプラスチック原料を製造する。
- ・ 中国側の当初のニーズは高付加価値製品であった。日本における例として、原料調達から販売までを含めた品質管理を行っている再生パレットの事例と家電製品の低グレード部位への利用の事例を紹介した。以下にこれらの事例を示す。しかし、取り扱い量が少なく、中国側の量的なニーズに合わないことが判明したため、具体的な提案に至らなかった。
 - i. 再生パレットの例：品質確保のため、契約した排出者からの廃プラスチックで材質（PPまたはPE）が明らかなものに限って受入れている。再生パレットの販売先（物流企業）から廃パレットを下取りすることにより、受入れ先と販売先が同時に確保できるメリットがある。さらに専用のパレットや通い箱による物流の提案により、再生製品の販売先が確保でき、古くなった再生製品の回収も可能になる。
 - ii. 家電製品の例：再生プラスチックを同様の家電製品の低グレード部位に使用している。商品イメージ対策として地球環境に積極的に取り組んでいる家電メーカーが対象となる。家電のリサイクル率向上に貢献するだけでなく、受入れ資源の材質が確実で、利用先も確保される。
- ・ 粗悪製品を排除するために再生製品の規格を規定し、または再生処理ガイドラインを作成する。以下に具体的な事例を示す。

例1：再生プラスチック加工品の一部には日本工業規格が定められており、再生製品の品

質管理が行なわれている。制定されている規格を下記に示す。これらの規格には外観、形状、寸法（許容差含む）、圧縮強さ、曲げ強さ、衝撃強さ、耐熱性、耐候性、試験方法などが定められている。

また、下記の④と⑤については再生プラスチックの使用率が70%以上と規定されている。

- ①再生プラスチック製棒、板及び杭（JIS K 6931） ②再生プラスチック製標識くい（JIS K 6932） ③再生プラスチック製宅地内に使用する雨水ます及びふた（JIS A 5731） ④再生プラスチック製中央分離帯ブロック（JIS A 9401） ⑤再生プラスチック製駐車場用車止め（JIS A 9402）

例 2：プラスチック製容器包装の材料リサイクル向け再生ペレットやフレークの場合、次の3項目の品質基準¹³が設定されている。

- ①塩素分：0.45%以下 ②主成分（PE・PP混合品、PE単体、PP単体、PS単体）：85%以上 ③水分：3%以下

- ・ 識別マークや材質表示により、質の高い分別収集を推進させる。図7-1にプラスチックの識別表示の例を示す。



図7-1 プラスチックの識別表示の例¹⁴

(5) 提案するシステムの例

廃プラスチック処理フローを図7-2に示す。混合プラスチックを近赤外線分離機により種類ごとに分別し、それぞれを単一のプラスチックのペレットにし、高品質のプラスチック原料を製造する。

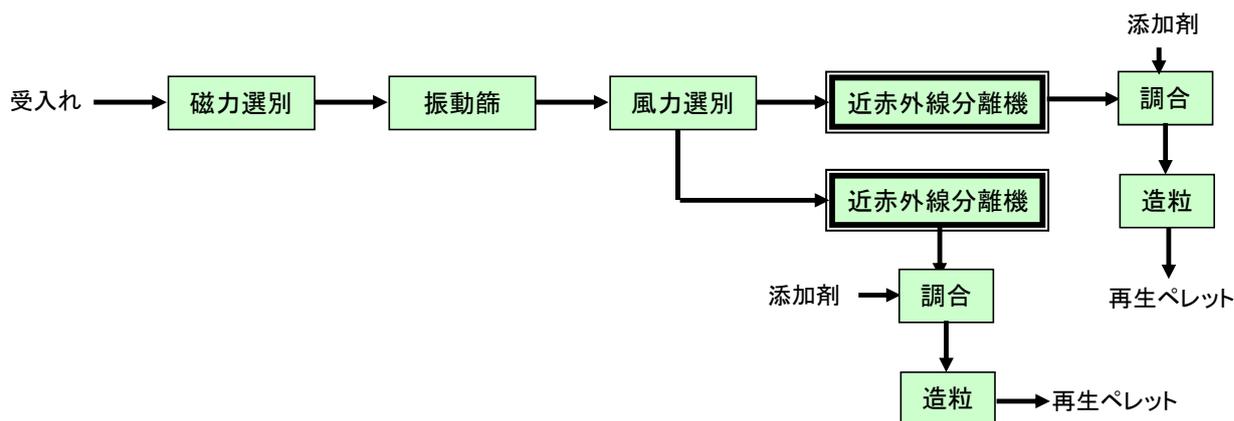


図7-2 廃プラスチック処理フロー図¹⁵

¹³ 出典：「プラスチック製容器包装再生処理ガイドライン」公益財団法人日本容器包装リサイクル協会、2012.7

¹⁴ 出典：「識別表示の義務」経済産業省、2008.3

¹⁵ 出典：株式会社リサイクルワンのヒアリングを基に作成

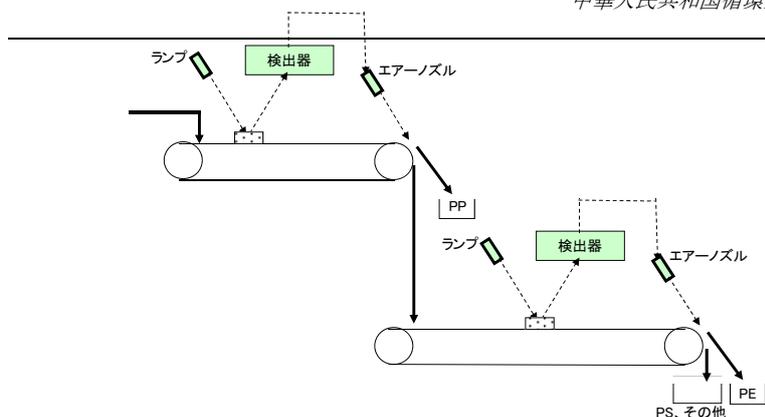


図 7-3 近赤外線分離システムの例

(6) 物質収支

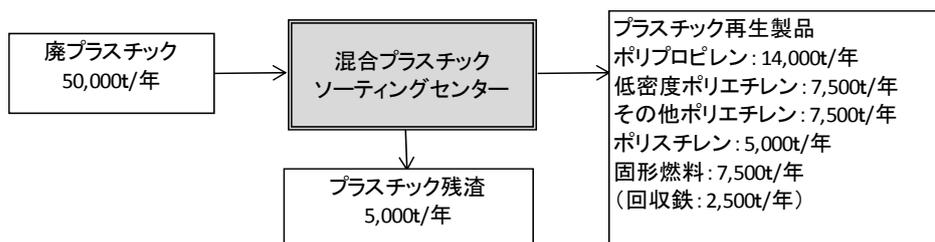


図 7-4 廃プラスチックリサイクルの物質収支

(7) 事業性の検討

① 算出条件

基本条件： 施設規模 50,000 t/年 、廃プラスチック購入単価 5,400 元/ t

表 7-3 事業性の検討のための運転経費の単価

経費項目		単価	単位	出典
収入	再生 PP 販売費	12,300	元/ t	臨沂市調査価格
	再生 LDPE 販売費	7,000	元/ t	臨沂市調査価格
	再生 PE 販売費	7,000	元/ t	臨沂市調査価格
	再生 PS 販売費	7,800	元/ t	臨沂市調査価格
	固形燃料販売費	668	元/ t	瀋陽市調査価格
	回収鉄	2,240	元/ t	臨沂市調査価格
支出	廃プラスチック購入費	5,400	元/ t	混合プラの価格 ¹⁾
	残渣処分費	123	元/ t	臨沂市調査価格
	電気料金	1.0	元/ k W h	臨沂市調査価格
	人件費：作業員	30,000	元/人	臨沂市調査価格
	技師	42,000	元/人	臨沂市調査価格
	土地借用料	180	元/ m ²	瀋陽市価格
	経費・管理費 ²⁾	支出計の 10%		

備考：1) 混合プラスチックの購入価格は一次選別された PE の購入単価と同じ値で設定。

2) 経費・管理費の主な項目は、保険料（損害保険、火災保険）、通信費、福利厚生費、交際費、事務所経費・雑費。（以下の廃棄物の検討においても同様とする。）

② 検討結果

表 7-4 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年 (年)	税引き後 単純回収年 (年)	IRR (%)
廃プラスチック	10 年	3.52	4.20	19.95

③ 感度分析

基本条件に対して年間受入れ量と廃プラスチック購入単価、再生プラスチック販売単価を変化させた場合および補助金の補助率が変化した場合、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図 7-5～図 7-8 に示す。また、感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 年間受入れ量が多いほど経済性が改善されるが、事業を安定的に継続させるには少なくとも約 30,000 t/年以上を確保する必要がある。
- ・ 混合プラスチックの購入価格が 5,600 元/t を超えると急激に経済性が悪化する。
- ・ 補助金の割合が多いほど経済性が改善され、リサイクル事業が確実になる。
- ・ 再生プラスチックの販売価格が現状よりも低下すると急激に経済性が悪化する。

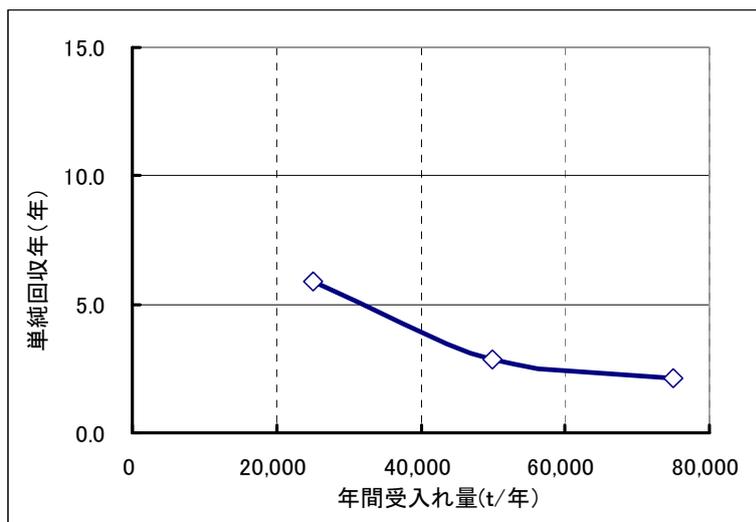


図 7-5 年間受入れ量と単純回収年の関係図

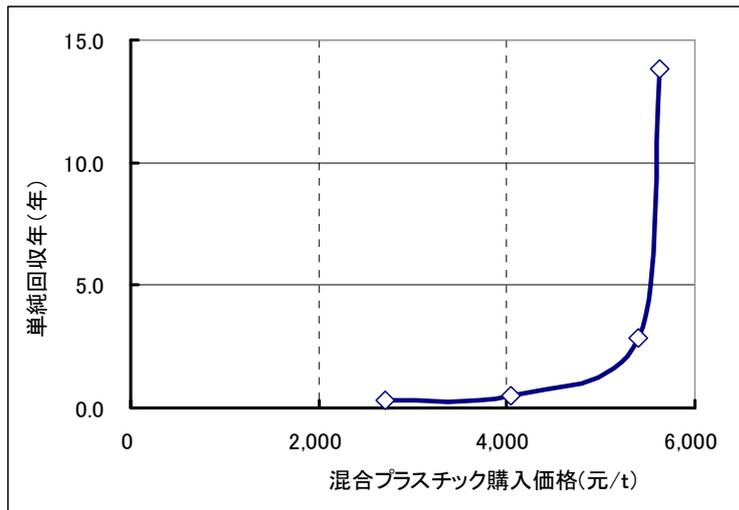


図 7-6 廃プラスチック購入価格と単純回収年の関係図

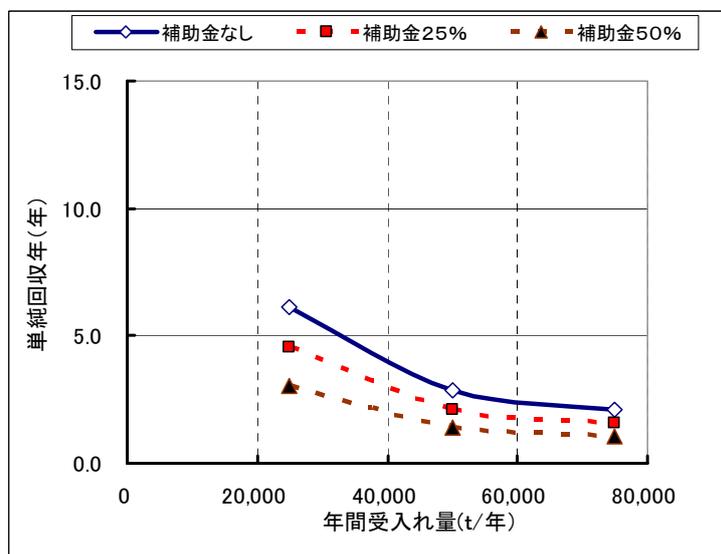


図 7-7 補助金の補助率による年間受入れ量と単純回収年の関係図

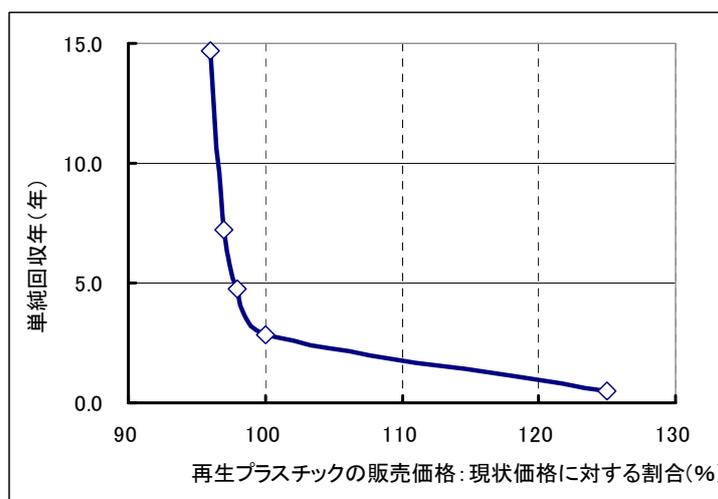


図 7-8 廃プラスチック購入価格と単純回収年の関係図

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 事業性の検討結果によると、定常的に 30,000t/年以上の廃プラスチックを収集できれば、事業として成り立つ可能性がある。ただし、購入価格の上昇や再生ペレットの売値の低下には留意する必要がある。
- ・ 高品質ペレットが製造できれば家電や自動車の部品を製造し、再生製品を高付加価値化することができる。高付加価値化は臨沂市の要望でもあり、ニーズに合致した技術である。高品質ペレットにするには、できれば原料の調達先を限定し、材質が明らかなものに限定することが好ましい。ただし、量的に限定されるため取り扱い量は少量になる。
- ・ 添加剤によりプラスチックの物性を改善し、品質管理をすることにより、高付加価値化が可能になる。また、微細な異物の混入によりクラックが生じ、機械的強度を低下させてしまうので、相溶剤や金属不活性化剤で異物との親和性を高める。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

日本の容器包装プラスチックのような汚れや異物の混入は少なく、前処理設備における洗浄や選別は簡素化できる。ただし、どの程度簡素化できるかは実際の収集状況をみて判断する必要がある。

7.2.2 廃家電、廃電気電子機器

(1) 中国全体の現状

- ・ 廃電気・電子製品回収処理に関する管理条例が 2011 年 1 月 1 日に施行され、エアコン、冷蔵庫、洗濯機、テレビ、パソコンについては生産者が中古家電の処理費用を支払うことになっている。国家が専門の中古家電処理基金を設立し、徴収した基金の大部分を解体企業の補助に使用する。ただし、多くは中古家電を分解して、リユース可能な部品を一部回収するだけである。
- ・ 電子廃棄物環境汚染防止管理規則が 2008 年 2 月 1 日に施行され、電子廃棄物の分解、利用、貯蔵について規定している。露天での電子廃棄物の焼却は禁止され、簡易反射炉や簡易酸浸漬も禁止されている。また、電子廃棄物の処理施設建設にあたり環境影響評価を提出し許可を得る必要がある。
- ・ 再生資源回収管理弁法により回収業者は営業許可を取得し、登録する必要がある。
- ・ 2005 年の廃電気電子機器の発生量は 111 万t/年である。2003 年から北京、天津、青島、杭州でリサイクルのモデル事業が開始されたが、廃電気電子機器の回収量が少ない状況が続いた¹⁶。
- ・ 家電保有量の最新のデータでは、テレビが 3.5 億台、洗濯機が 1.7 億台、冷蔵庫が 1.3 億台、パソコンが 1600 万台である。これから、使用寿命を 10～15 年として計算すると、毎年廃棄されるテレビは 500 万台、洗濯機は 500 万台、冷蔵庫は 400 万台になる。最近では電子通信機材(パソコン・携帯・VCD 機器・DVD 機器・CD・レコード等)の廃棄量が急速に増加している¹⁷。

(2) 臨沂市及び瀋陽市の現状

- ・ 臨沂市における廃家電の集積量は 500 万台/年になる。新旧家電買い替え制度による回収が主体であったが、現在はこの制度は終了し、収集量が不足している。輸送と解体に対して補助金が支給される。

¹⁶出典：寺園淳「中国の循環型社会づくりへの取り組み」環境研究、No.149、2008

¹⁷出典：中国資材再生協会ネットワーク(2009.3.19) www.bmlink.com

- ・ 主なリサイクル事業者は山東中緑資源再生有限会社(処理能力250万台)、中国臨沂家電リサイクルセンター(処理能力1,000万台。ただし手解体が主体)。発生量に対する処理能力は十分ある。
- ・ 瀋陽市では100万台/年回収されるが、内20%(18~20万台/年)が解体され、80%は修理して中古市場に流れる。買い替え時に旧家電が回収される。輸送と解体に対して補助金が支給される。
- ・ 臨沂市および瀋陽市では廃家電発生量に対して十分処理できる設備能力を有している。また、一般的な家電リサイクルはすでに臨沂市及び瀋陽市で実施または計画されている。

<日本の状況との相違点>

- ・ 現状の廃家電解体設備のレベルは日本と変わらない。
- ・ 中国の家電リサイクル工場は中小工場が多く、基板からの貴金属の回収は小規模で簡単な湿式精錬(酸浸出処理)の装置で行われている。
- ・ 非鉄精錬では貴金属を回収する設備はなく、銅だけが回収されている。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 臨沂市では家電の分解だけなので、金属やプラスチックを種類ごとに分別回収する技術を導入する。
- ・ 基板からの貴金属回収工程で発生する廃液や残渣を無害化処理する。
- ・ 解体・分解現場の作業環境対策も課題となっている。

(4) 日本の技術による対策

- ・ 廃家電を分解した金属類は破碎選別施設で集中処理し、鉄や非鉄を回収する。
- ・ 基板を単独の小規模な湿式精錬施設(酸浸出処理)で処理する場合は排液処理の経済的な負担が大きくなり、不適正処理の原因にもなるので、大規模銅精錬工場の銅電解の後に湿式精錬施設を増設し、貴金属を回収する。下図¹⁸に貴金属回収フローの例を示す。溶解する液として硝酸や塩酸、硫酸が一般的に使用されるが、溶解液やフローは回収物に含有するの貴金属の種類や濃度、組成、形態などによって決められる。現在、日本では基板に含まれる金や銀、白金は回収されているが、レアメタルは含有量が微量なため、抽出するコストが高く回収されていない。
- ・ 基板のはんだを手作業で除去して電子部品を取りはずしている。このはんだ除去作業は、作業員が鉛を吸い込む可能性が高いため、日本で採用されている環境集塵機を設置し、作業環境を改善する。

備考) 基板からの貴金属回収を事業として成り立たせるためには、貴金属を高濃度に含有する基板を収集する必要がある。しかし、日本の企業へのヒアリングによると、中国では基板から部品を取り出し再利用しており、貴金属を多く含有した基板を収集するのは困難な状況にあるとのことであった。

¹⁸ 出典：「貴金属・レアメタルのリサイクル技術集成」株式会社エヌ・ティー・エス、2007.10.19

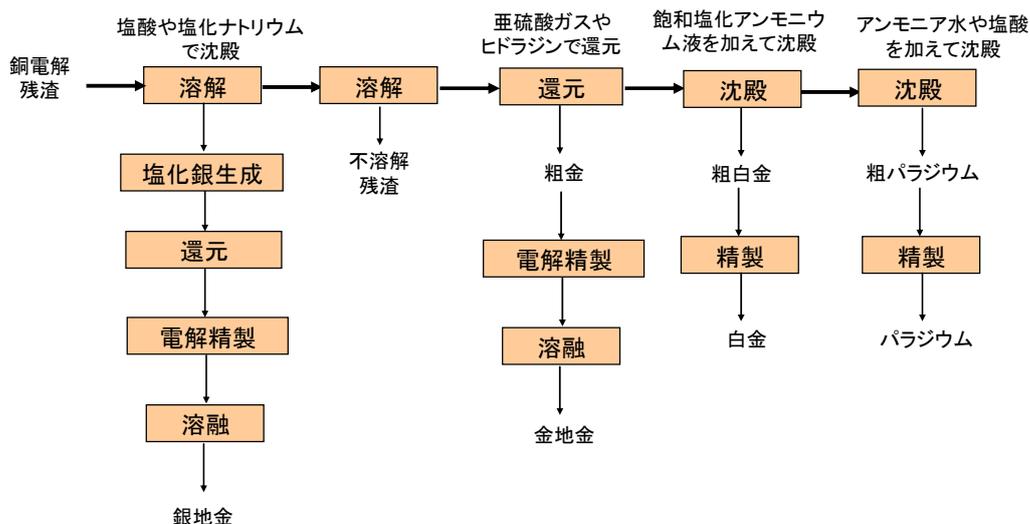


図 7-9 湿式精錬における貴金属回収フローの例

(5) 提案するシステムの例

日本でも前処理工程は手解体が基本であり、通常の家電リサイクル技術については中国の設備と同等である。廃家電の分解工程で回収された金属類の多い部材を破碎選別するシステムの例を図 7-10²⁰に示す。

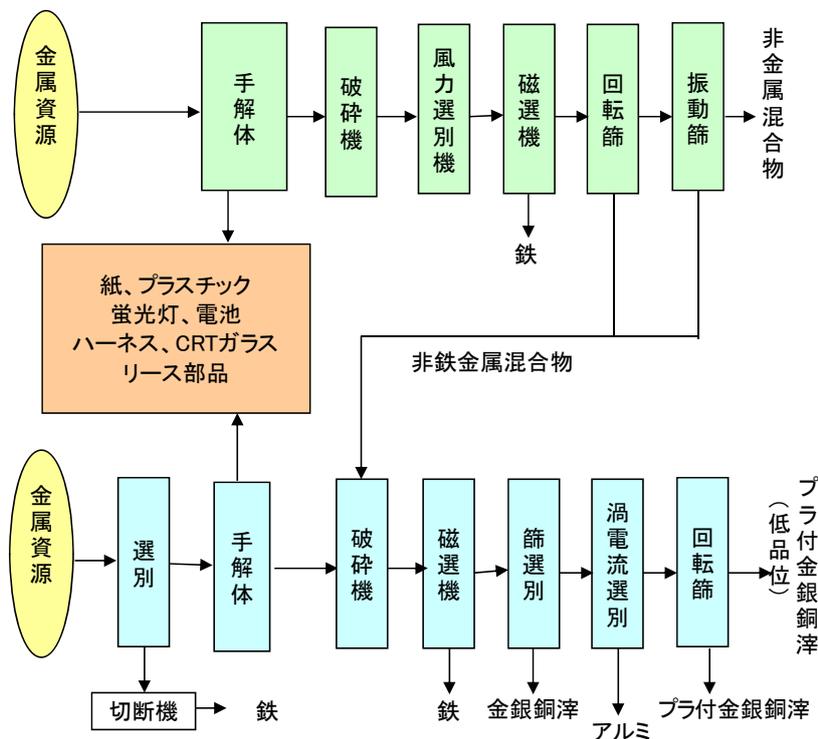


図 7-10 廃家電の金属類の処理フロー図

²⁰ 株式会社リーテムのパンフレットを基に作成

(6) 物質収支

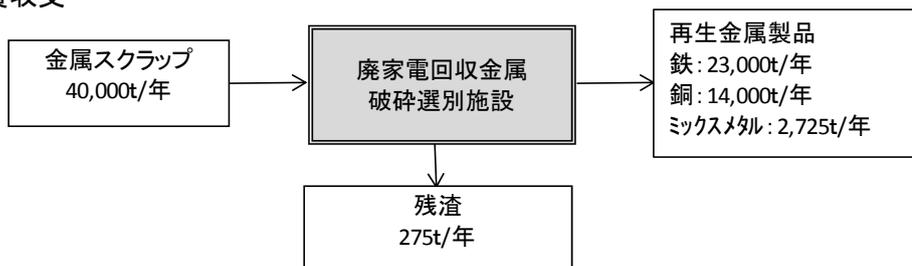


図 7-11 廃家電の金属類の物質収支

(7) 事業性の検討

① 算出条件

基本条件：施設規模 40,000t/年、スクラップ銅の購入単価 15,600 元/t
 施設規模は日本における実績の規模から設定した。

表 7-5 事業性の検討のための運転経費の単価

経費項目		単価	単位	出典
収入	回収鉄販売費	2,300	元/t	瀋陽市調査価格
	回収銅販売費	36,000	元/t	瀋陽市調査価格
	回収ミックスメタル販売費	25,200	元/t	銅の価格から推定
支出	スクラップ鉄購入費	1,560	元/t	日本の価格から推定
	スクラップ銅購入費	15,600	元/t	日本の価格から推定
	残渣処分費	123	元/t	臨沂市調査価格
	電気料金	1.0	元/kWh	臨沂市調査価格
	重油料金	3,600	元/kl	日本の価格から推定
	都市ガス料金	2.34	元/m ³	臨沂市調査価格
	工水料金	2.1	元/m ³	臨沂市調査価格
	排水料金	1.55	元/m ³	臨沂市調査価格
	人件費：作業員	30,000	元/人	臨沂市調査価格
	技師	42,000	元/人	臨沂市調査価格
	土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市調査価格
	修繕費	建設費の2%		
	経費・管理費	支出計の10%		

② 検討結果

表 7-6 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年 (年)	税引き後 単純回収年 (年)	IRR (%)
廃家電・廃電気電子機器	10年	5.23	5.94	10.79

③ 感度分析

基本条件に対して年間受入れ量とスクラップ銅購入単価、回収銅販売単価を変化させた場合、

単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図7-12～図7-14に示す。また、銅価格の国際相場の推移を図7-15に示す。感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 年間受入れ量が多いほど経済性が良くなるが、40,000t/年以下の規模では経済的に厳しく、一定量以上の確保が必要であることがわかる。また、事業継続のため、受入れ量の安定的な確保が重要である。
- ・ スクラップ銅の購入価格が15,600元/tを超えると急激に経済性が悪化する。
- ・ 回収銅の販売価格が現状の36,000元/tから低下すると急激に経済性が悪化する。LME(London Metal Exchange)の銅の相場は激しく変動しており、価格が低下した場合も、リサイクル事業が継続できるよう政策面からの支援が必要である。

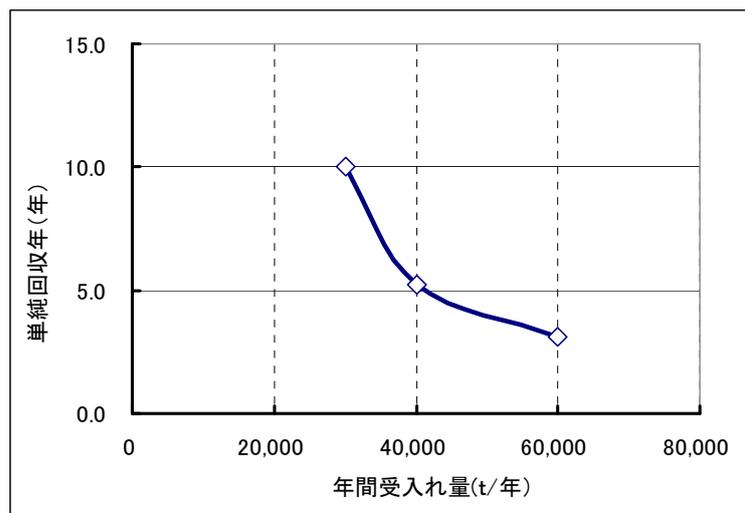


図7-12 年間受入れ量と単純回収年の関係図

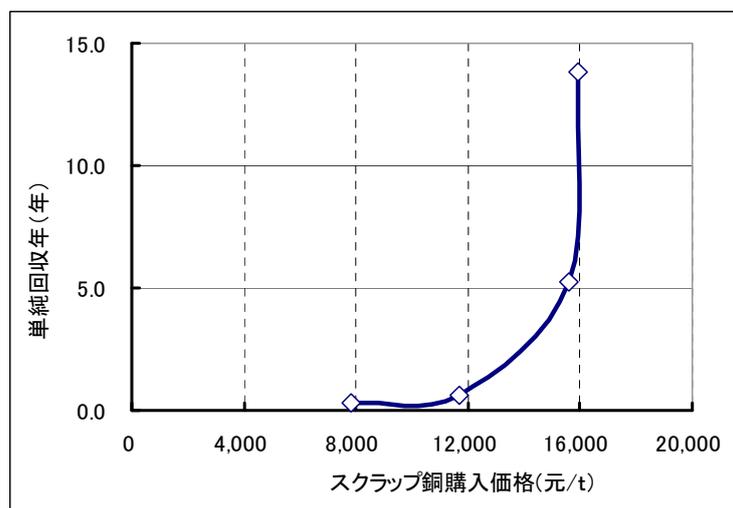


図7-13 スクラップ銅購入価格と単純回収年の関係図

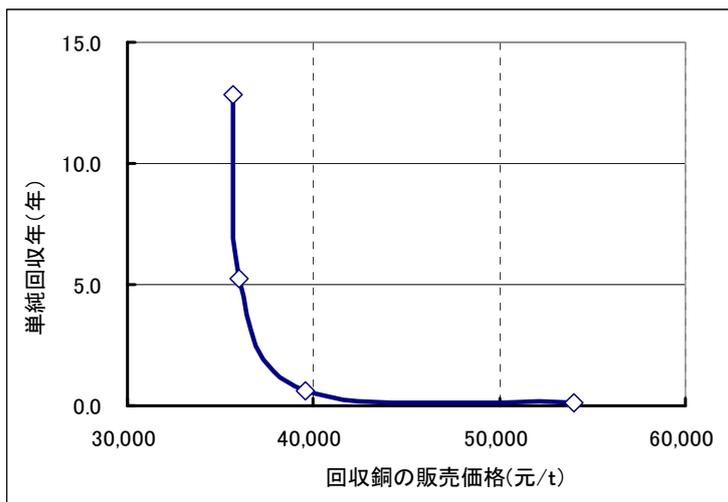


図 7-14 回収銅販売価格と単純回収年の関係図

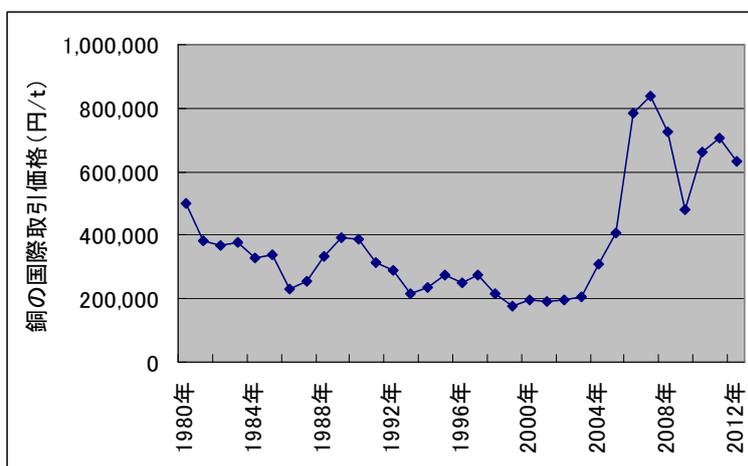


図 7-15 LME(London Metal Exchange)の銅の相場変動²²

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 国際的な銅の価格変動は激しいため、事業のリスクは高い。このため、単純回収年が短いことが事業化の条件になる。
- ・ 基板からの貴金属の回収のニーズが高いが、小規模な湿式精錬で貴金属を回収するよりも、大規模な非鉄精錬に湿式精錬設備を増設することにより回収する方が合理的である。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

現状の中国の場合、家電は手解体されており、ある程度の大きさになった金属類の状態を受け入れている。破碎機の大きさは投入物の大きさに決まるため、破碎機を小型化することができ、設備費のコストダウンが期待できる。

²²出典: IMF - Primary Commodity Prices

7.2.3 廃電線ケーブル

(1) 中国全体の現状

- ・ 中国の電線生産量は世界最大であり、現在の世界シェアは 25%に達している。企業数は多いが、巨大企業は少ない²³。
- ・ 50 の都市鉱物モデル基地が建設される予定で、補助金としてプロジェクト全体資金の 10%程度が支給される。さらに、リサイクル企業には所得税の優遇制度がある。
- ・ 中国の銅の生産量は世界の 25%を占め、廃銅のリサイクル量は大幅に増加した。2013 年の廃銅のリサイクル量は 300 万 t になる見込み。ただし、現状の課題として ①廃銅の収集量は不安定である。 ②リサイクル施設の技術レベルは低く、リサイクル工場は多いが、規模は小さく、リサイクル率が低い。 ③環境汚染が深刻化しており、資源の浪費も多い。多くの工場が小規模なキューポラで直接溶融処理をしている²⁴。
- ・ 再生資源回収管理弁法が 2007 年 5 月 1 日から施行され、廃金属の回収業者は許可制度になった。

(2) 臨沂市の現状

- ・ 臨沂市の廃銅発生量は 100 万 t /年(2012 年)の見通しである。
- ・ 臨沂市源宏銅業有限会社では廃銅線を 14,528t/年(2011 年)受入れ、精錬・銅線製造をしている。ただし、廃銅線には廃プラスチックが 10%も付着している。
- ・ 東部銅業株式有限会社では銅スクラップを受入れ再生銅線を製造しているが、既存施設だけでは処理量が不足している。

<日本の状況との相違点>

- ・ 廃電線ケーブルから被覆部分をはぎ取った廃銅線の情報は得られたが、廃電線ケーブルのリサイクルに関する情報は得られなかった。回収された廃銅線に廃プラスチックが 10%も付着していることから、廃電線ケーブルは適正な処理が行われていないことが推測できる。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 小規模工場が多く、回収された銅は低品質であり、これを改善する必要がある。
- ・ 臨沂市は非鉄廃棄物が集積しており、現在の処理施設だけでは処理量が不足しているため、処理能力を増加させる必要がある。
- ・ 電線ケーブルのリサイクル工場は分解作業だけの簡単な設備しかなく、処理技術を改善する必要がある。

(4) 日本の技術による対策

- ・ 実績のある日本のナゲット処理技術により高純度の銅を回収する。
- ・ 回収銅の品質向上のために、電線ケーブルの受入れ検査を行う。被覆をむいて、電線ケーブルの種類を確認することによって、外観からは見分けがつけられないアルミ電線を除去し、回収銅の純度を高くする。
- ・ 電線ケーブルの被覆部分を材質ごとに選別回収しリサイクルする。

²³出典：「中国・台湾における電線メーカー及びリサイクル動向調査」、社団法人 電線総合技術センター、2007.3

²⁴出典：智研データ研究センター(2012.7.25) <http://www.abaogao.com/c/nengyuan/l58532RC9S.html>

(5) 提案するシステムの例

日本で実績の多いナゲット処理による廃電線ケーブル処理のフローを図 7-16 に示す。ナゲット処理の特徴を以下に示す。

- ・ ナゲット処理により剥線機（皮むき機）では処理しきれないような細かい雑電線の処理も可能である。また、剥線機（皮むき機）による処理では処理量が少量であるが、ナゲット処理は大量の処理に対応できる。
- ・ ナゲット処理は被覆部分を焼却処理するのに比べ環境に影響が少なく、銅が酸化しないため高い純度の銅が回収できる。また、形状が一定している為、扱いやすい。
- ・ ナゲット処理により全量、粉碎されるので、銅の回収だけでなく、被覆の部分（プラスチック製）も比重選別により塩化ビニルとポリエチレンに分離できる。日本の例では、回収率は銅が 55%、塩化ビニルが 27%、ポリエチレンが 9%である。

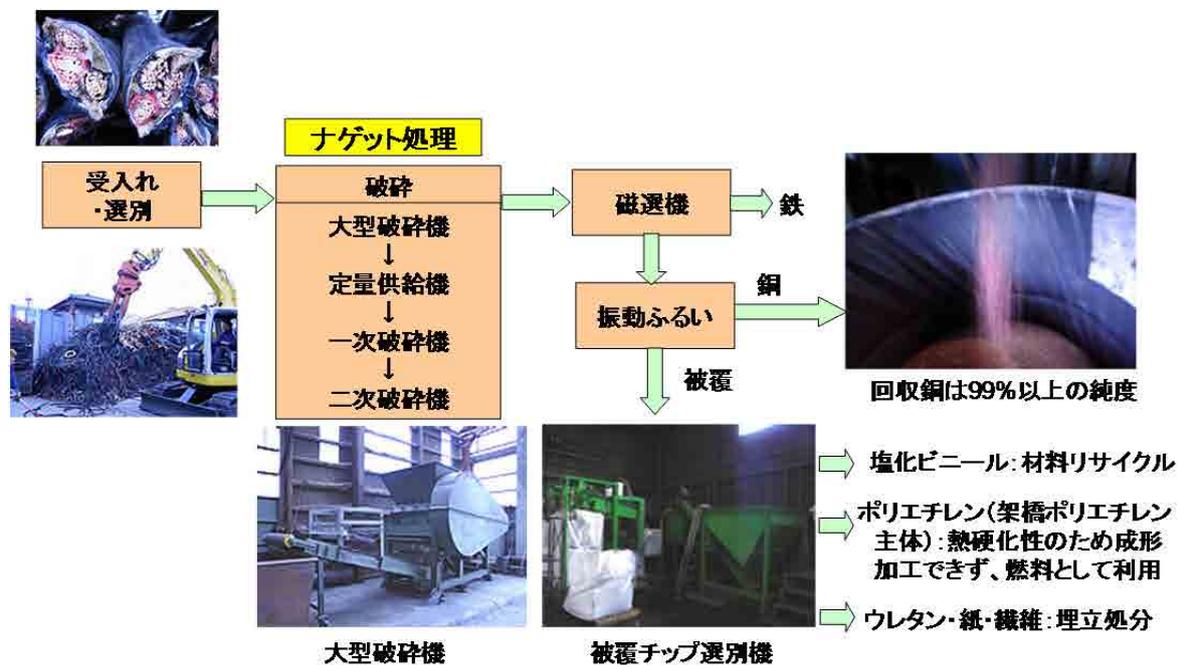


図 7-16 廃電線ケーブル処理のフロー図²⁵

(6) 物質収支

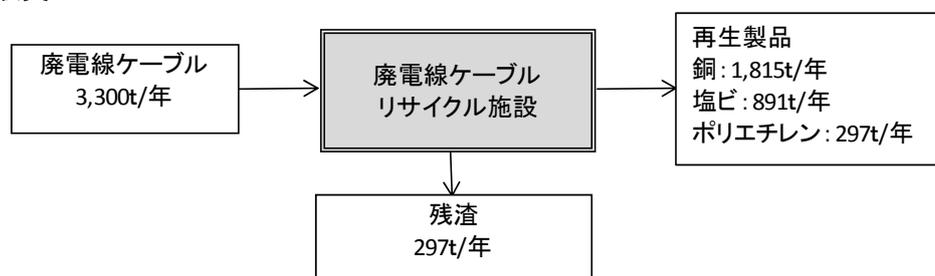


図 7-17 廃電線ケーブルリサイクルの物質収支

²⁵出典：高山金属商事（株）HP を基に作成

(7) 事業性の検討

① 算出条件

基本条件： 施設規模 3,300 t/年、廃電線購入単価 28,000 元/t

表 7-7 事業性の検討のための運転経費の単価

経費項目		単価	単位	出典
収入	再生製品・銅販売費	55,230	元/t	臨沂市調査価格
	塩ビ	3,900	元/t	臨沂市調査価格
	ポリエチレン	7,000	元/t	臨沂市調査価格
支出	廃電線購入費 ¹⁾	28,000	元/t	臨沂市調査価格
	残渣処分費	123	元/t	臨沂市調査価格
	電気料金	1.0	元/kWh	臨沂市調査価格
	人件費：作業員	30,000	元/人	臨沂市調査価格
	技師	42,000	元/人	臨沂市調査価格
	土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市価格
	修繕費	建設費の2%		
	経費・管理費	支出計の10%		

備考:1) 臨沂市調査価格では、一次処理され被覆部が10%程度付着した状態の廃銅線購入単価が43,240元/tであった。この価格から廃棄された状態の廃電線ケーブルの購入単価を廃銅線の約65%の価格と仮定した。

② 検討結果

表 7-8 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年 (年)	税引き後 単純回収年 (年)	IRR (%)
電線ケーブル	10年	3.08	3.72	23.67

③ 感度分析

基本条件に対して年間受入れ量と廃電線購入単価、回収銅販売単価を変化させた場合、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図 7-18～図 7-21 に示す。また、感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 年間受入れ量が多いほど経済性が良くなる。廃電線の購入単価が基本条件の単価であることが前提ではあるが、受入れ量は経済性にあまり影響を及ぼさない。
- ・ 廃電線の購入価格が 28,000 元/t を超えると急激に経済性が悪化する。
- ・ 回収銅の販売価格は 54,000 元/t を低下すると急激に経済性が悪化する。
- ・ 銅の国際取引価格 (LME) が低下すると、回収銅の販売価格だけでなく廃電線購入価格も同時に低下すると考えられる。同じ比率で変化した場合は単純回収年にあまり敏感に反応しないことがわかる。試算では価格が低い方が経済的に有利になる結果となっているが、実際の市場は同じ比率で変化するとは限らないので留意する必要がある。

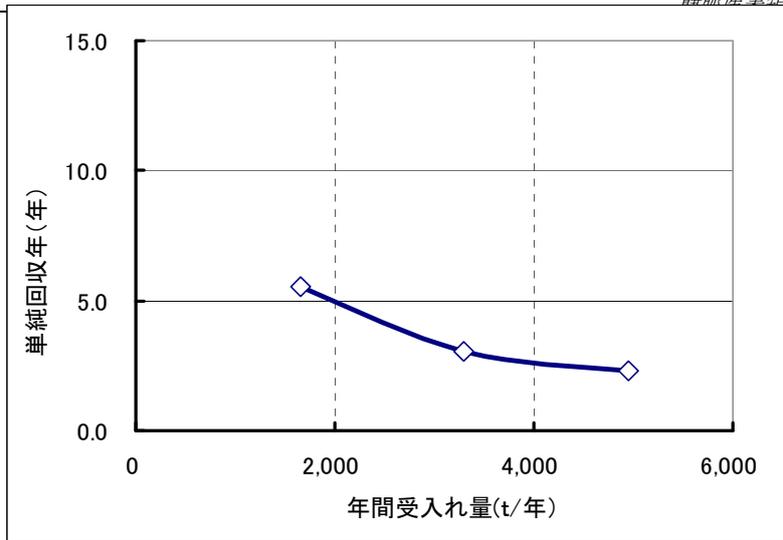


図 7-18 年間受入れ量と単純回収年の関係図

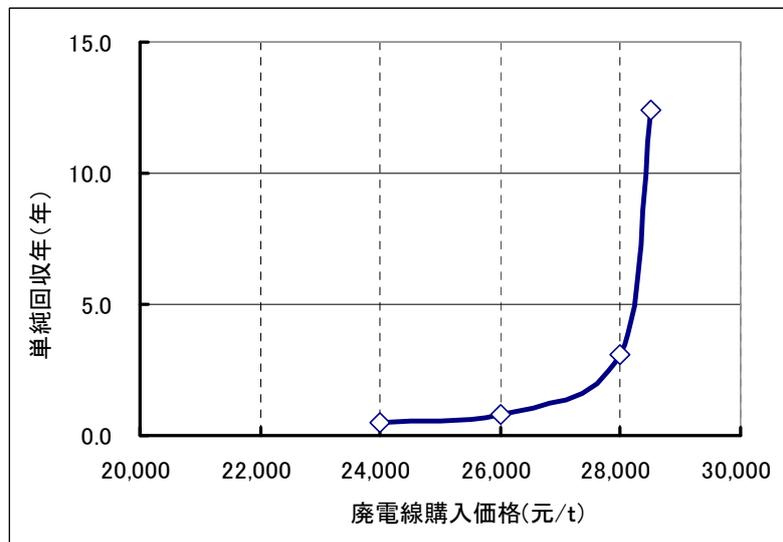


図 7-19 廃電線購入価格と単純回収年の関係図

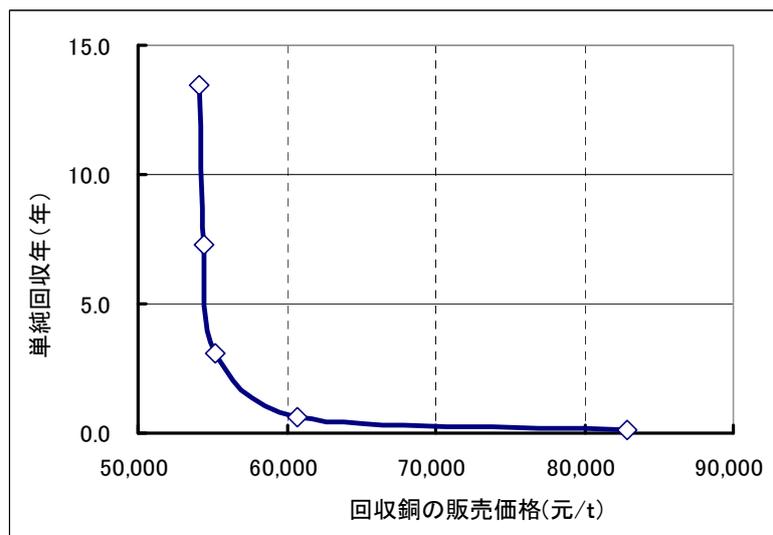


図 7-20 回収銅販売価格と単純回収年の関係図

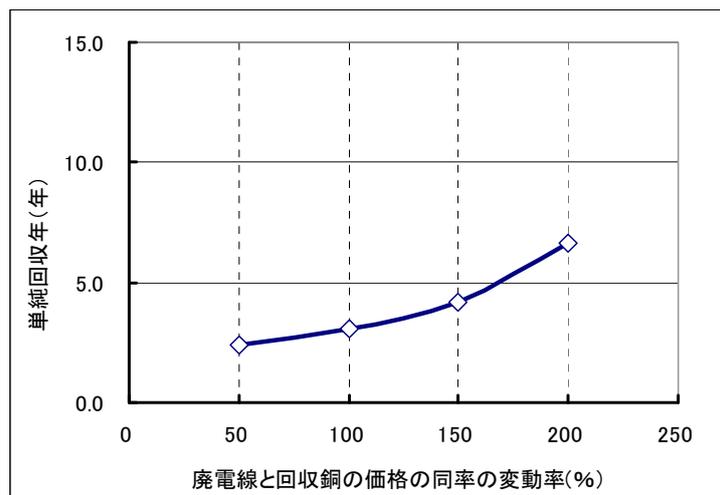


図 7-21 廃電線購入価格と回収銅販売価格が同率で変動した場合の単純回収年との関係図

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 廃電線の購入価格が 28,000 元/t 以下であれば事業として成り立つ可能性は高い。ただし、国際的な銅の価格変動が激しいので、リスクが高い事業となる。このため、単純回収年はより短いことが条件になる。
- ・ ナゲット処理により廃電線を全量、粉碎できるので、銅の回収だけでなく被覆の部分も塩化ビニルとポリエチレンに分離できるので、リサイクル率が向上する。
- ・ 回収銅の品質向上のために、日本で行われているような受入れロットごとに被覆をむいて電線ケーブルの種類を確認し、徹底的な受入れ検査を行う。
- ・ 自動車や家電のワイヤーハーネスと呼ばれる内部配線には端子などが付着しているが、剪断式破砕機で分離し、除去することによりナゲット処理が可能になり、大量処理の可能性が確認されている。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

日本では高い回収純度が要求されるため、すずメッキ電線や亜鉛メッキの電線は受入れ検査で手選別し、別ラインで処理している。日本ほど回収銅の純度が要求されない場合は、メッキ電線処理用のラインが不要になり、1ライン削減できコストダウンになる。

7.2.4 廃自動車

(1) 中国全体の現状

- ・ 廃車台数は 238 万台(2008 年)で、解体業者は 366 社あるが、手解体と機械作業の組み合わせで環境汚染が深刻になっている。回収率の目標を 2010 年に 85%、2017 年には 95%としており、今後、この目標達成のために破砕処理が必要になる。²⁶
- ・ 500 社以上が解体工場の認定を受けている。廃棄自動車回収解体企業技術規範では敷地面積が 10,000m² 以上、解体工場の面積が 6,000m² 以上などの基準が決められている。
- ・ 無認可企業に流れている廃車も含めると 2015 年には 444 万台になると予測される。廃車の平均買い

²⁶ 出典：劉庭秀「アジアにおける自動車リサイクル制度の現状と課題」、廃棄物資源循環学会誌、vol.21、NO.2,2010

取り価格は 500 元/t である。²⁷

- ・ 廃車回収量は 148 万台 (2010 年) で、認定企業は 520 社、回収拠点が 3,000 ヶ所ある。(2009 年の廃車回収量は 39 万台)²⁸
- ・ 2012 年の中国の自動車の保有量は 6,300 万台であり、630 億元の市場であるが、リユース部品は 8 億元にも達していない。その原因として ①非正規の部品が新規部品として使われている。②補修部品の品質が保証されていない。③行政の監視が徹底されていない。などが上げられる。²⁹

(2) 蘇州市の現状

- ・ 蘇州市の廃車量は 5,000 台/年で、蘇州市光大国家静脈産業モデル園での処理量は 3,000 台の見込みである。
- ・ 自動車のリサイクルは自動車の部品回収が主体である。

<瀋陽市の情報>

- ・ 瀋陽市の廃車量は 8,000 台/年 (9,500t/年)。
- ・ 瀋陽市の自動車のリサイクルは瀋陽秋実廃棄処分自動車回収会社の 1 社だけで行われている。

<日本の状況との相違点>

自動車を解体し、リユースできる部品や材料を回収するだけで、車体ガラの破碎選別や ASR の処理はされていない。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 主要な部品(エンジン、ステアリング、変速機、車軸、フレーム)のリユースが禁じられている。(廃棄自動車回収管理法:2001 年 6 月 16 日公布)
- ・ 回収したフロンの破壊工場や LLC(エンジン冷却液:long life coolant)の処理工場など、中国国内でまだインフラが整備されていない。

(4) 日本の技術による対策

- ・ 自動車を解体し、リユースできる部品や材料として再資源化できる部品を取り除いた後、車体ガラを破碎して鉄や銅、アルミを回収できる施設を整備する。今後、廃自動車は多量に発生することが予想されるため、処理量の大きい破碎処理設備の導入が必要になる。これによって、埋立処分量が削減できる。
- ・ さらに、素材を回収した後のプラスチック主体のダスト(ASR)を焼却し、発電する施設を整備する。

(5) 提案するシステムの例

日本では部品や有価物、危険物を回収した後、残りを全量破碎処理することにより、磁選機で鉄を回収し、風力選別や重液選別、手選別の組み合わせで、銅などの非鉄金属が回収されている。残ったダスト(ASR)は焼却処理によって熱回収・発電もできる。日本では、焼却以外にガス化溶融炉による発電、メタル・スラグの回収や、選別・成形処理による固形燃料化が行われている。

中国の現状から日本で実施されているような自動車のリサイクルチェーンの産業はすぐには事業として

²⁷出典：「中国における自動車リサイクル事業に関する実施可能性調査報告書」、経済産業省、2011.12

²⁸出典：「中国の廃車ビジネス 進出する日本企業」日刊自動車リサイクル、第 10 号、2012.1

²⁹出典：泰興ネットワーク (2012.8.27) <http://www.tai-xing.com/NewsView.asp?id=15>

成り立たないと判断される。そこで、将来の提案としてリサイクルシステムを下記に示す。

- ・ 自動車解体施設では、再利用できる部品と素材として利用できる部品を回収する。(図 7-22 参照)
- ・ 部品リユースでは、自動車整備工場をインターネットで結び、在庫確認が自由にできるようにし、リユース部品の保証基準を統一する。(表 7-9 参照)
- ・ 破碎選別施設では、破碎物から鉄や銅、アルミを回収する。破碎処理によって大量の廃自動車処理に対応でき、さらに、埋立処分量が削減できる。(図 7-23 参照)
- ・ 焼却施設またはガス化溶融施設では、熱回収により発電し、電力として回収する。(図 7-23 参照)

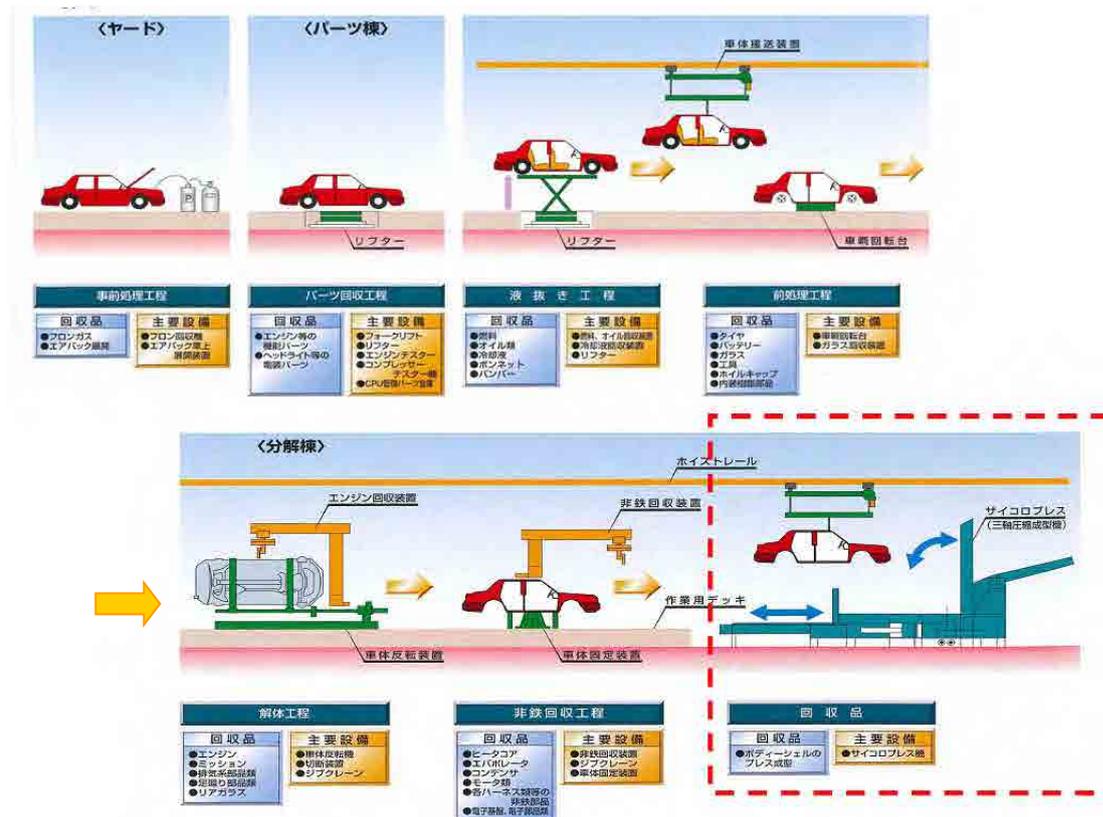


図 7-22 廃自動車解体のフロー図³⁰

備考:ここに示す例では、部品を回収した後の車体ガラはプレス(図中の赤枠内)し、電気炉で溶融処理し鉄分を回収しているが、破碎処理の後、銅や鉄を回収し、残った残渣(ASR)を焼却処理し、熱回収・発電をするケースが多い。

表 7-9 部品補修の工程

手順	補修工程	補修の内容
1	受入れ検査	補修が可能かを目視で判断する。 本体が破損したり、配線が焼けている場合はスクラップとする。
2	解体	手解体により単一部分になるまで完全に解体する。
3	洗浄 ・ 表面処理	再利用できるように灯油や熱湯による洗浄や、ガラスビーズなどによるショットブラストなどでグリスや錆を落とし、表面処理する。

³⁰ 出典：西日本オートリサイクル (株) パンフレット

4	塗装	必要個所に塗装をする。
5	下加工 ・再組立	切削や研磨などにより部品レベルで新品に近い状態まで加工する。 部品が再利用不可能な場合は新品の部品に交換する。 元通りに組み立てる。
6	最終検査	品質検査を行ってから出荷する。

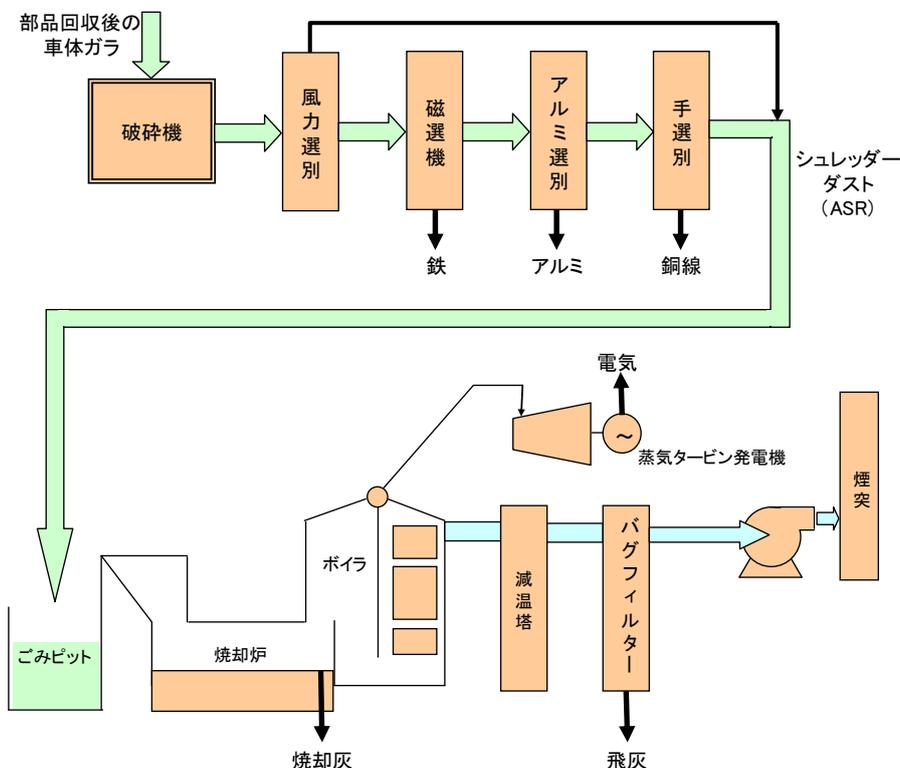


図 7-23 廃自動車の破碎選別と焼却・熱回収のフロー図

(6) 物質収支

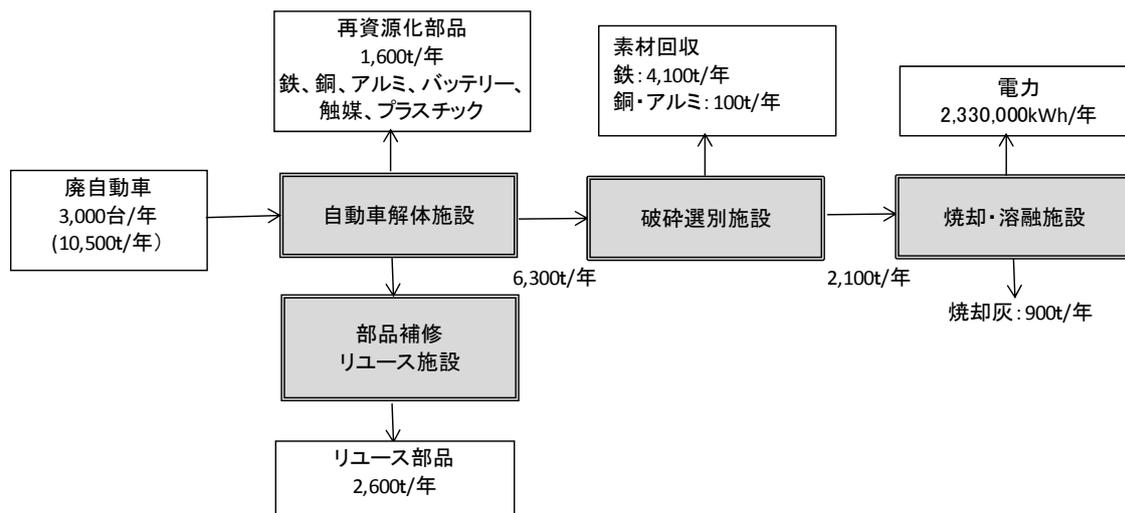


図 7-24 廃自動車リサイクルの物質収支

(7) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 廃自動車のリサイクルには多くの工程が必要で、日本の自動車リサイクル産業の例からも産業チェーンの構築が有効である。すなわち廃自動車の解体業と部品リユース業、シュレッダー業、ASR処理業の4種類が連携してリサイクルする必要がある。これら一連の技術は日本の技術で対応できる。
- ・ 現在、中国では廃自動車から部品や有価物が回収されているので、ここに日本で行われているような危険物を回収するシステムを加え、残りの廃車ガラを全量破碎処理する。これによって破碎物から磁選機で鉄を回収し、風力選別や重液選別、手選別の組み合わせで、銅などの非鉄金属を回収する。
- ・ 残ったダスト(シュレッダーダスト:ASR)は焼却処理し、熱回収して発電する。その他、ガス化熔融炉による発電・メタル回収・スラグ回収や、選別・成形処理による固形燃料化も事業化の可能性がある。
- ・ 中国では、今後、廃自動車は大量に発生することが予想されるため、処理量の大きい破碎処理設備の導入が必要になり、日本の大型の破碎選別施設が参考になる。これによって、埋立処分量の削減効果が期待できる。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

日本では廃車ガラは輸送効率を向上させるためにプレスして搬送されている。中国では手解体で小さいサイズまで解体されているので、破碎設備は車体ガラの大きさより小さなサイズを受入れることになるため、さらに小さな破碎機で対応できる。これによって破碎機を小型化でき、設備費をコストダウンできる。

7.2.5 廃タイヤ

(1) 中国全体の現状

- ・ 廃タイヤの排出量は約2億本/年であり、総量は520万tになる。リサイクル率は10%と非常に低い。更生タイヤ企業は400社以上あり、更生能力は1,000万本/年である。山東省の山東西迪艾万達新能源有限公司で廃タイヤの発電事業が開始された。³¹
- ・ 廃タイヤの発生量は2.3億本で860万tになる。(2010年) 廃タイヤのリサイクルは正規企業が少ない。³²
- ・ 廃タイヤの再資源化に対する補助制度はない。

(2) 瀋陽市の現状

- ・ 瀋陽市の廃タイヤ回収量は545万本/年(143,500t/年)である。(2008年)
- ・ 廃タイヤは自動車修理工場で回収している。自動車修理工場は600社ある。
- ・ 瀋陽市内で処理されている廃タイヤは30%で、70%は市外でリサイクルされている。
- ・ 廃タイヤのリサイクル先は更生タイヤへの利用が多く、チップ化して燃料にしている量はわずかである。活性炭製造は行われていない。

<日本の状況との相違点>

- ・ 日本では廃タイヤは主に燃料として利用されており、廃タイヤの確保が困難な状況であるが、中国では廃タイヤの不法投棄が社会問題になっている。
- ・ 中国の廃タイヤは非正規企業の再生タイヤが多く、リレッド部の接着に用いられる接着剤が熱分解工程で急激にガス化することが想定されるので、その対応が必要になる。

³¹出典：中国資材再生協会ネットワーク(2009.4.18)

http://www.chinaacc.com/new/287_296/2009_4_18_wa5733473981490021376.shtml

³²出典：「廃タイヤ循環利用プロジェクト進展状況簡約報告」JICA、2011.10.16

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 瀋陽市では廃タイヤのリサイクル企業が少ないため、再生タイヤ以外の再生油や圧縮炭、活性炭を製造するリサイクル産業を育成したい意向がある。

(廃タイヤの買入れ金額が高いだけでなく、製造した活性炭は石炭や竹から製造される活性炭との競合があるので安く、現状の中国では経済的に成り立たない。)

(4) 日本の技術による対策

- ・ 日本の廃タイヤリサイクル技術で、廃タイヤから再生油や圧縮炭などを製造する。回収カーボンを経済的に蒸気賦活することにより活性炭を製造する技術はあるが、経済性の問題から活性炭まで製造している企業はほとんどない。

備考: 台タイヤの受入れ検査など品質管理を徹底している再生タイヤの例を紹介したが、中国では古くから広く行われているため、改めて品質管理に興味がないようであったため、提案に至らなかった。

(5) 提案するシステムの例

廃タイヤの破碎機の例を図 7-25 に示す。また、廃タイヤ熱分解システムのフローを図 7-26 に示す。

- ・ 廃タイヤや廃工業用ゴムを搬入し、チップ状に粉碎する。図 7-25 に示す破碎機は本体内で循環作用により細片に裁断され、切れ目が入った帯状のゴムはなくなる。
- ・ 乾留炉で還元燃焼させ、ガス化したガスは冷却して油として回収する。油は軽油に近い性状で、燃料として利用できる。また、回収したガスはすぐに燃焼して熱回収することが可能である。
- ・ 乾留炉の残渣から鉄分を選別し、残った炭を圧縮し燃料にする。活性炭製造は過去には行われていたが、現在は事業として経済的に成り立たなくなり、日本で活性炭を製造している会社は少ない。

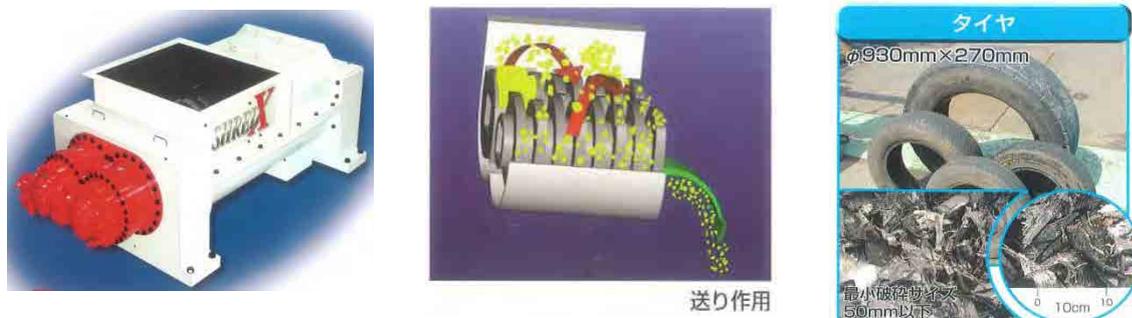


図 7-25 廃タイヤの破碎機の例³³

³³ 出典：近畿工業（株）パンフレット

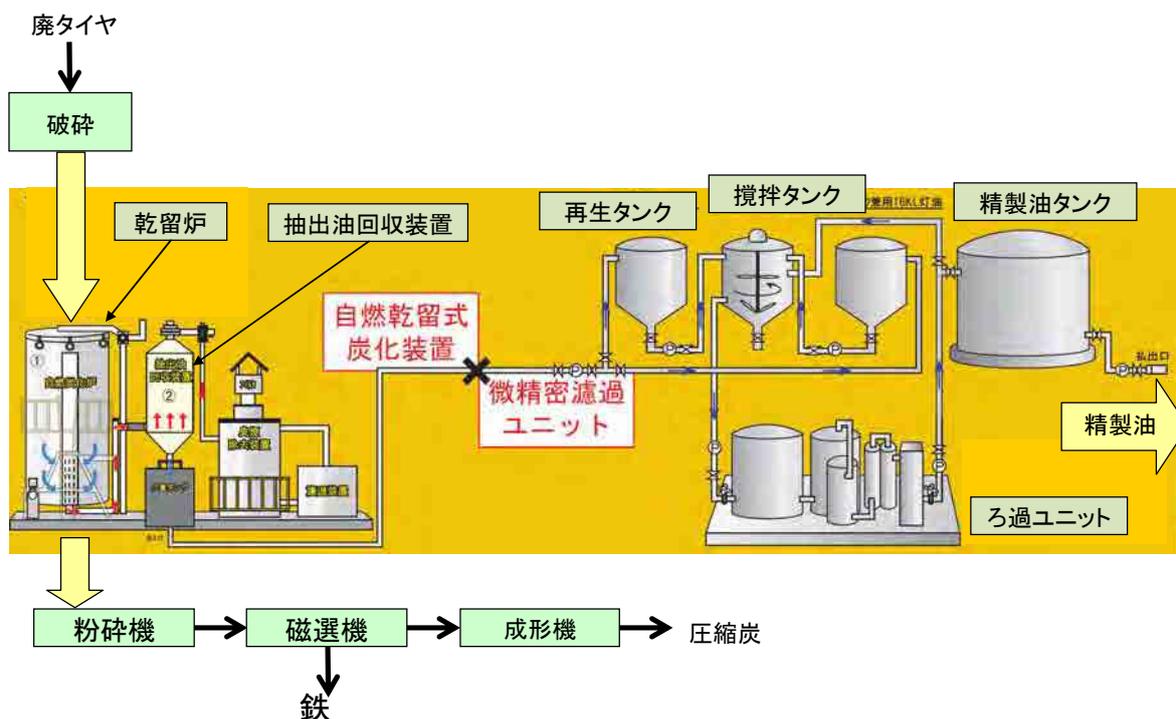


図 7-26 廃タイヤ熱分解システムのフロー図³⁴

(6) 物質収支

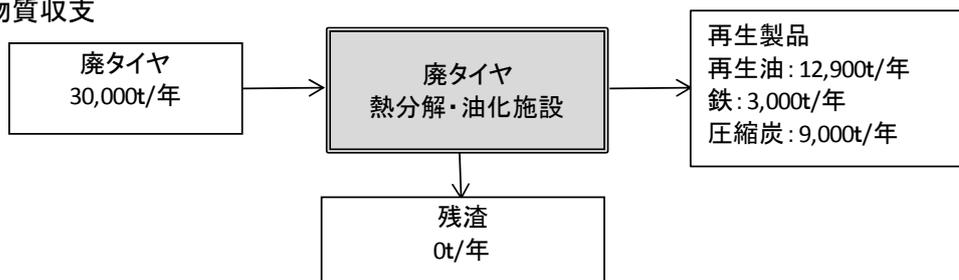


図 7-27 廃タイヤリサイクルの物質収支

廃タイヤの熱分解でガスも生成される。このガスは燃焼させて熱回収できるが、一般的には外部での熱の利用先がなく、場内で熱利用されることが多い。

(7) 事業性の検討

① 算出条件

基本条件： 施設規模 30,000t/年、廃タイヤ購入単価 150 元/t

表 7-10 事業性の検討のための運転経費の単価

経費項目		単価	単位	出典
収入	再生製品・再生油販売費	225	元/ t	石炭の熱量比
	回収鉄販売費	2,300	元/ t	瀋陽市調査価格
	圧縮炭販売費	668	元/ t	瀋陽市の石炭価格
支出	廃タイヤ購入費 ¹⁾	225	元/ t	瀋陽市調査価格
	残渣処分費	123	元/ t	臨沂市調査価格

³⁴出典：チャコール豊新パンフレット

電気料金	1.0	元/kWh	臨沂市調査価格
人件費：作業員	30,000	元/人	臨沂市調査価格
技師	42,000	元/人	臨沂市調査価格
土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市価格
修繕費	建設費の2%		
経費・管理費	支出計の10%		

備考：1) 廃タイヤ購入費は瀋陽市調査価格では 1,500 元/t であったが、以下に示すように年間収支がマイナスになるため、廃タイヤ購入費として 10%の価格を設定した。

瀋陽市調査価格をもとに試算すると、図 7-28 に示すように再生油と回収鉄、圧縮炭の販売価格の合計が廃タイヤ購入費より安価であるため、補助金が投入されないと事業として成り立たない。

現在、瀋陽市では廃タイヤの不法投棄が社会問題になっており、すなわち廃タイヤは価値がなく廃棄されていると考えられるため、いずれ廃タイヤの購入価格は低下することが予測される。ここでは、事業として成り立つ廃タイヤ購入単価として、瀋陽市調査価格の 10%を設定した。

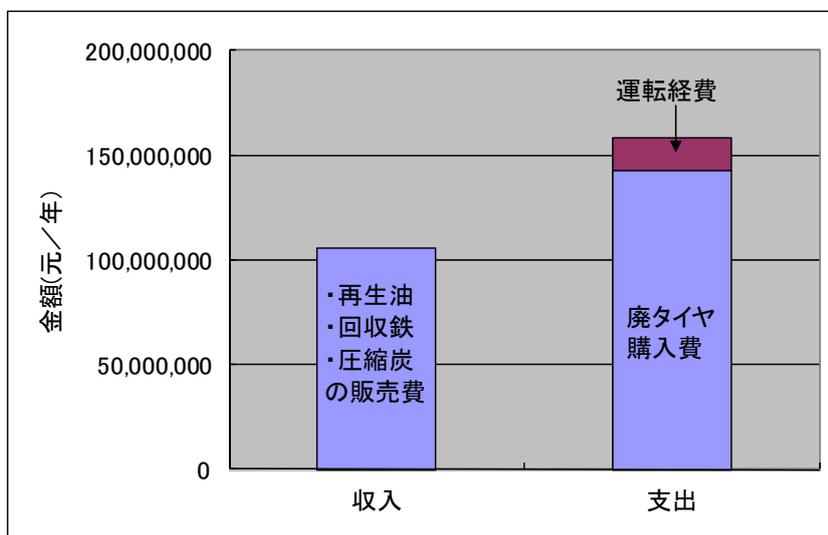


図 7-28 瀋陽市調査結果を基にした廃タイヤ熱分解の収入と支出の関係

② 検討結果

表 7-11 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年 (年)	税引き後 単純回収年 (年)	IRR (%)
廃タイヤ	15 年	9.56	10.51	4.81

③ 感度分析

基本条件に対して年間受入れ量と廃タイヤ購入単価、再生油・圧縮炭販売単価を変化させた場合および補助金の補助率が変化した場合について、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図 7-29～32 に示す。また、感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 年間受入れ量が多いほど経済性が改善されるが、廃タイヤの購入単価が基本条件の単価であること

を前提とし、受入れ量が 45,000t/年であっても単純回収年は 7 年以上であり、事業性は厳しい。

- ・ 廃タイヤの購入価格が 75 元/tまで低下しても単純回収年は改善されず、経済的に厳しいことが分かる。
- ・ 建設費の補助金が 50%であれば単純回収年はかなり改善され、リサイクル事業が成り立つ可能性が高くなる。
- ・ 将来的に、エネルギー価格が上昇し、再生油や圧縮炭の販売単価が現状単価の 2 倍以上になれば、単純回収年は改善される。

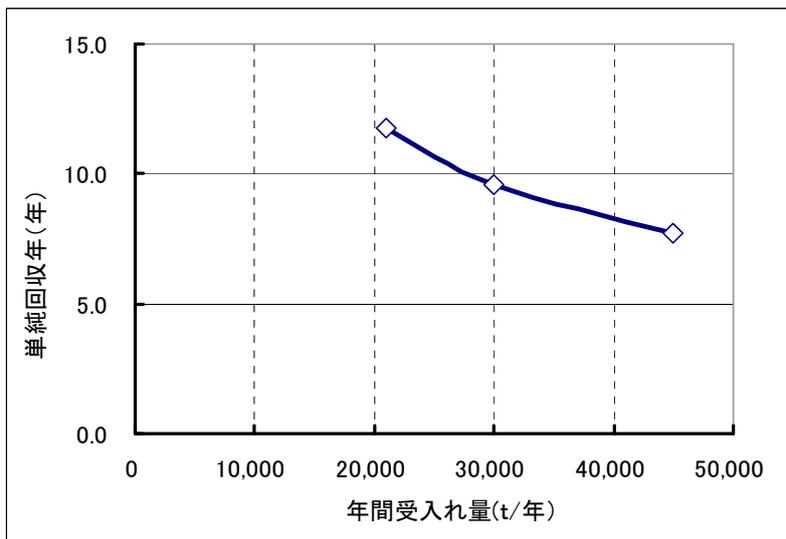


図 7-29 年間受入れ量と単純回収年の関係図

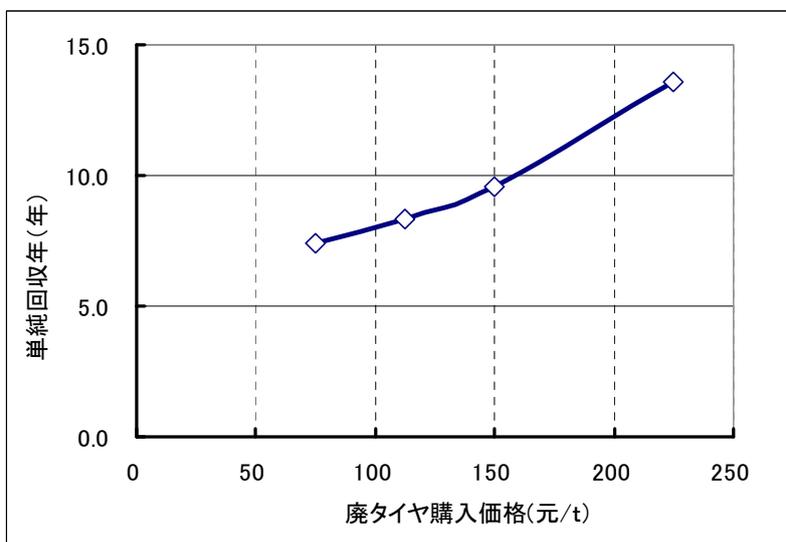


図 7-30 廃タイヤ購入価格と単純回収年の関係図

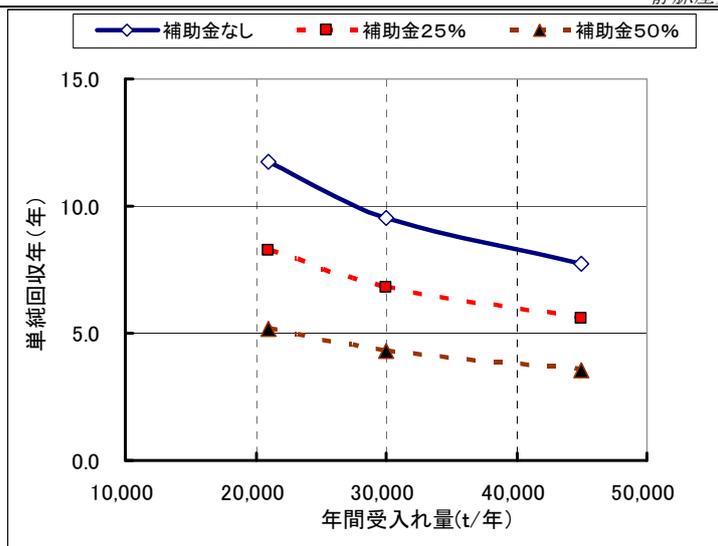


図 7-31 補助金の補助率が変化した場合の年間受入れ量と単純回収年の関係図

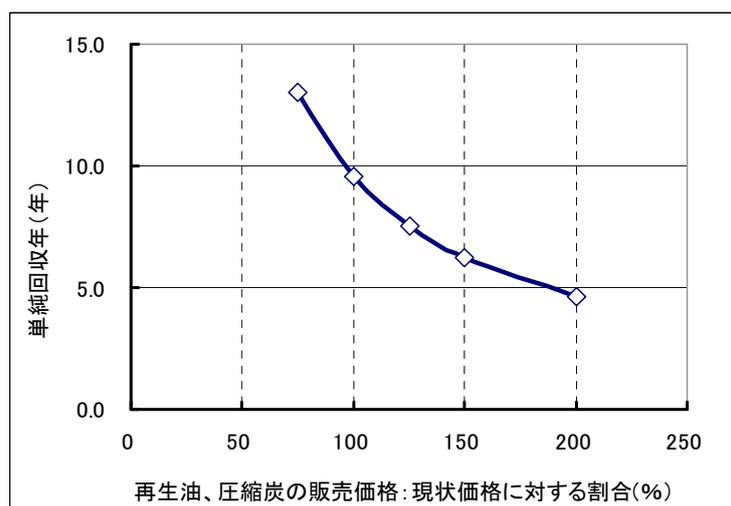


図 7-32 再生油・圧縮炭販売価格と単純回収年の関係図

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 瀋陽市の調査結果によると再生タイヤとの競合状態にあるため、廃タイヤの購入単価は高価であり、この価格のままではリサイクル事業として成り立たない。購入単価が低下した場合でも事業の収益性は厳しい。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

- ・ 活性炭の製造は中国でも経済的に無理があり、再生油と炭化物の回収システムが妥当であると考えられるため、蒸気賦活による活性炭製造設備は削除できる。
- ・ 中国では廃タイヤのチップ化産業が整備されていないので、廃タイヤをチップ化する設備を設置する必要がある。設備的にはコストアップになるが、廃タイヤの購入費は安価であり、運転経費が軽減される。

7.2.6 鉛蓄電池

(1) 中国全体の現状

- ・ 「廃鉛蓄電池の汚染処理抑制技術規定」では工場排水の基準の他、解体作業を密閉式装置内とし工場内空気を浄化処理することなどが規定されている。また、施設規模も規定されており、既存工場の場合は10,000t/年以上とし、新設の場合は50,000t/年以上となっている。³⁵
- ・ 廃鉛蓄電池は国家危険廃棄物リスト HW31 で指定されており、危険廃棄物として管理する必要がある。「危険廃棄物汚染防止技術政策」と「廃電池汚染防止政策」により、廃鉛蓄電池は必ずリサイクルするよう規定されている。
- ・ 廃鉛蓄電池の回収は収集会社やリサイクル会社、鉛蓄電池製造会社、再生鉛会社、個人回収業者が行っている。廃鉛蓄電池は高く買い取られるので、不法投棄はなく、回収システムが構築されている。しかし、小規模事業者は環境保全の意識が少なく、収集・運送段階で分解して廃液を廃棄することが多い。また、リサイクル段階でも環境汚染の問題が発生している。³⁶
- ・ 鉛蓄電池のリサイクル製錬企業に対し、かつては税の優遇政策があり、2009年には70%、2010年には50%の税金を払い戻していたが、2011年よりこの優遇政策は廃止されている。

(2) 臨沂市の現状

- ・ 臨沂市の廃鉛蓄電池の発生量は50万t/年（2010年）である。
- ・ 臨沂市利升鉛業有限公司では廃鉛蓄電池のリサイクル量は5.3万t/年（2010年）であり、処理能力は18万t/年ある。
- ・ 正規リサイクル企業は9,500元/t（2009年）で買い取るのに対して、非正規リサイクル企業は10,300元/tで買い取っている。このため正規企業の回収量が少なく、70%の廃鉛蓄電池が非正規リサイクル企業（多くは個人の零細企業）で処理されている。リサイクルに対する優遇措置はない。

<日本の状況との相違点>

- ・ 日本の施設規模は1,000t/年以下が多いが、中国では既存工場の場合は10,000t/年以上とし、新設工場の場合は50,000t/年以上とすることが規定されている。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 非正規リサイクル企業の中には廃酸を不法投棄している例もあり、プラスチックはほとんどリサイクルされていないため、適正な処理が必要である。
- ・ 廃鉛蓄電池の回収・リサイクル企業の規模が小さく、設備が十分でない工場が多い。再生鉛の企業は古いタイプの小型反射炉や小型キューポラなどで鉛を溶解している工場が多いため、高い純度の鉛が得られない。

(4) 日本の技術による対策の提案

- ・ 日本の廃鉛蓄電池のリサイクル技術により鉛とプラスチックを回収する。ただし、中国の鉛蓄電池汚染防止技術規範で規定されている規模以上にする必要がある。

³⁵出典：廃鉛蓄電池の汚染処理抑制技術規定

³⁶出典：「科技情報」2010年NO.23 <http://wenku.baidu.com/view/5ead2f4fe518964bcf847c54.html>

(5) 提案するシステムの例

廃鉛蓄電池の解体フローを図 7-33 に示す。鉛蓄電池 1 t 当たり、850kg の鉛が回収できる。10% が電解液で中和・不溶化処理をしている。

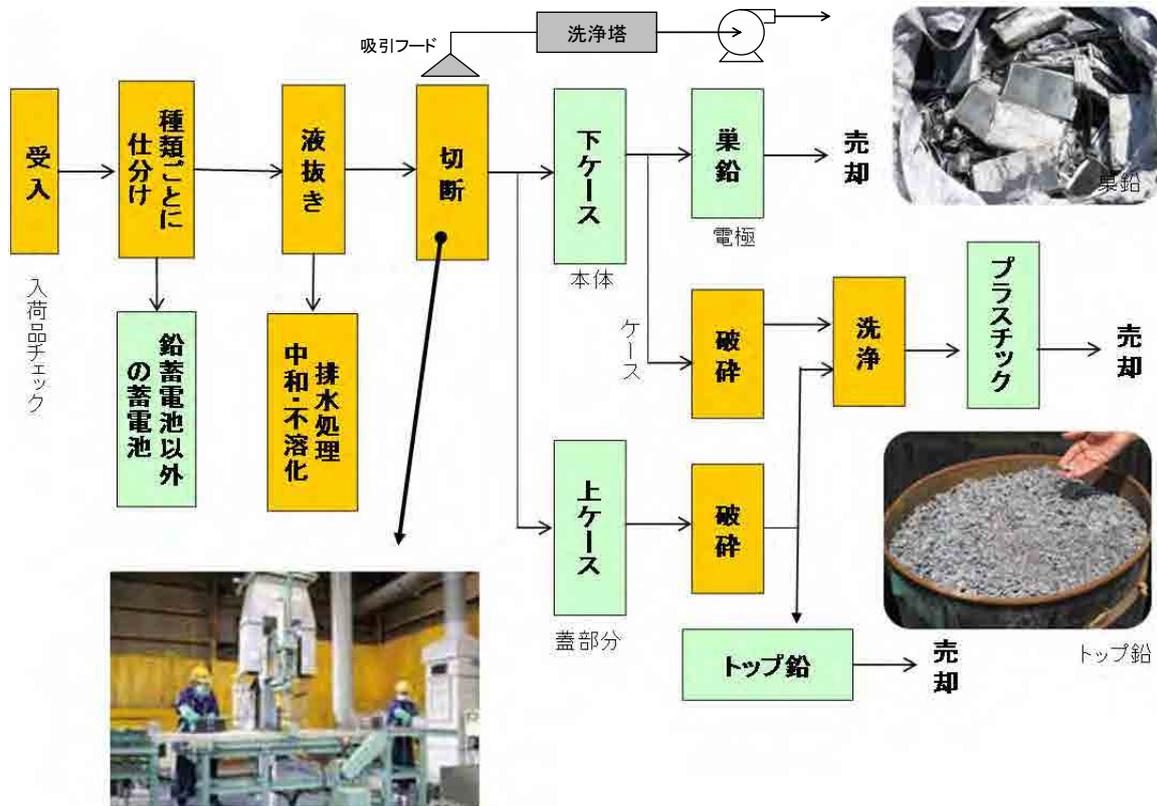


図 7-33 廃鉛蓄電池の解体フロー³⁷

(6) 物質収支



図 7-34 廃鉛蓄電池リサイクルの物質収支

(7) 事業性の検討

① 算出条件

基本条件： 施設規模 10,500 t/年、回収鉛販売単価 12,550 元/ t

³⁷出典：JFE 環境（株）のパンフレットとヒアリングをもとに作成

表 7-12 事業性の検討のための運転経費の単価

経費項目		単価	単位	出典
収入	回収鉛販売費 ¹⁾	12,550	元/ t	臨沂市調査価格
	ポリプロピレン	7,500	元/ t	臨沂市調査価格
支出	廃鉛蓄電池購入費	9,500	元/ t	臨沂市調査価格
	残渣処分費	123	元/ t	臨沂市調査価格
	電気料金	1.0	元/kWh	臨沂市調査価格
	工水料金	2.1	元/m ³	臨沂市調査価格
	排水料金	2,000	元/m ³	臨沂市調査価格
	人件費：作業員	30,000	元/人	臨沂市調査価格
	技師	42,000	元/人	臨沂市調査価格
	土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市価格
	修繕費	建設費の2%		
	経費・管理費	支出計の10%		

備考：1) 臨沂市の調査結果には回収鉛の販売単価がなかったため、還元鉛の単価（16,100 元/ t）の約 78%として販売価格を設定した。

② 検討結果

表 7-13 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年（年）	税引き後 単純回収年（年）	IRR（%）
鉛蓄電池	10 年	5.37	6.08	10.26

③ 感度分析

基本条件に対して年間受入れ量と回収鉛販売単価、廃鉛蓄電池購入価格と回収鉛購入価格が同じ率で変動した場合について、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図 7-35～図 7-37 に示す。また世界の鉛の相場変動を図 7-38 に示す。感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 法定規模の 10,000 t/年以上であれば、経済的に安定している。新規工場設置の場合は 50,000 t/年以上の規模が必要であるが、この規模では単純回収年は 2.4 年になり、事業として成り立つ可能性が高い。
- ・ 回収鉛販売単価が 12,550 元/ t を下回ると急激に経済性が悪化する。
- ・ 鉛の国際取引価格（LME）が低下すると、回収鉛の販売価格だけでなく廃鉛蓄電池の購入価格も同時に低下すると考えられる。同じ比率で変化した場合は単純回収年にあまり敏感に反応しないことがわかる。試算では価格が低い方が経済的に有利になる結果となっているが、実際の市場は同じ比率で変化するとは限らないので留意する必要がある。

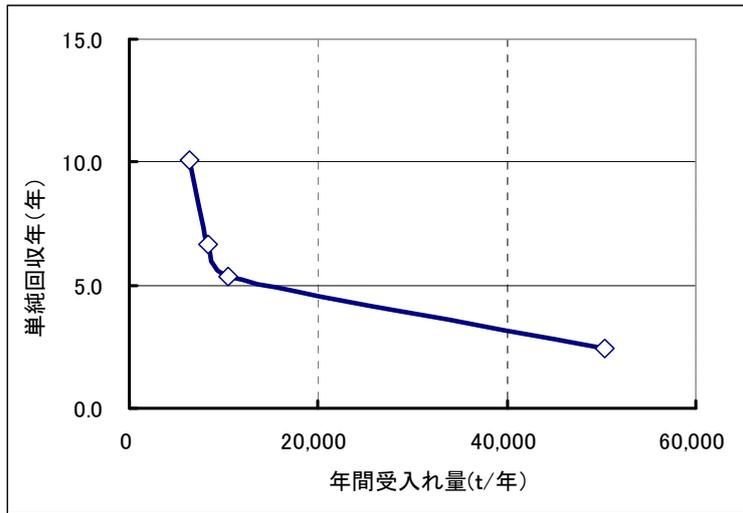


図 7-35 年間受入れ量と単純回収年の関係図

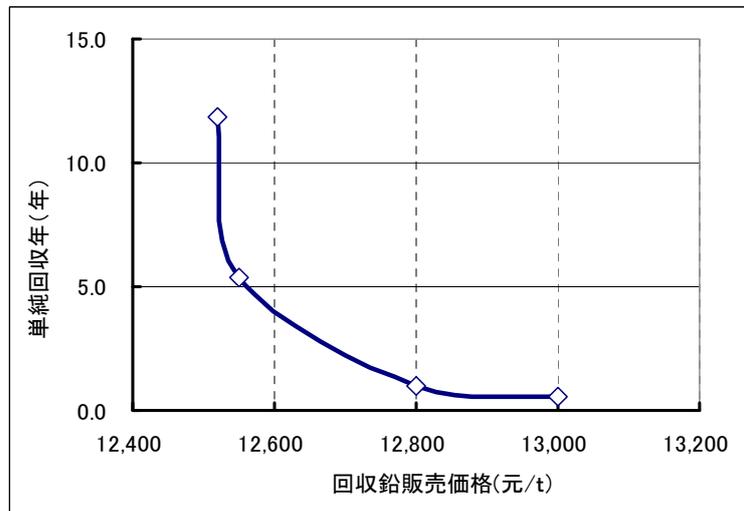


図 7-36 回収鉛販売価格と単純回収年の関係図

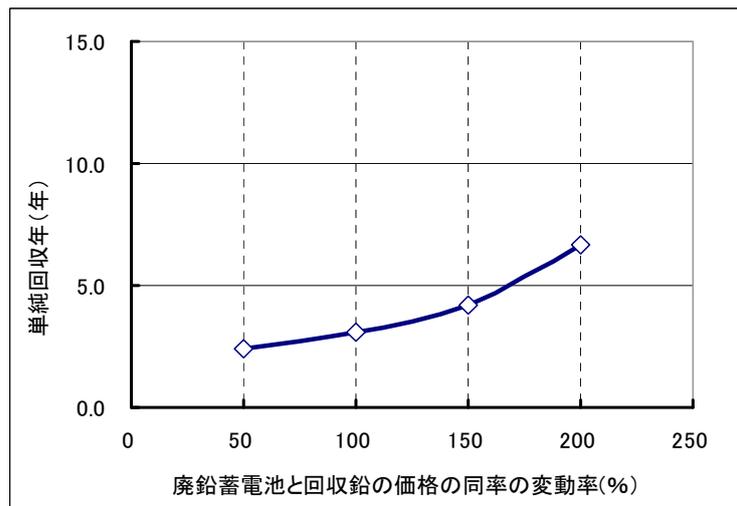


図 7-37 廃鉛蓄電池購入価格と回収鉛販売価格が同率で変動した場合の単純回収年との関係図

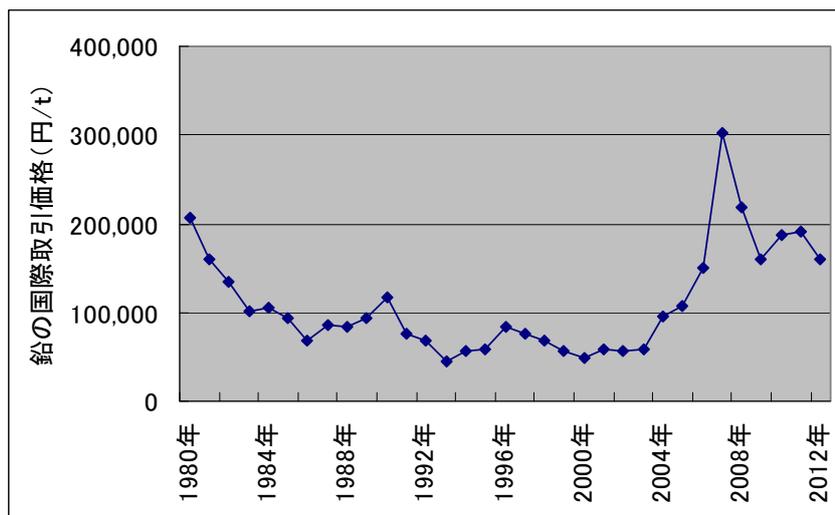


図 7-38 LME (London Metal Exchange) の鉛の相場変動³⁸

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- 鉛鉱石は硫化鉛のため、日本の鉛精錬所には脱硫設備が設置されている。このため、日本では回収鉛に硫酸が付着していても処理が可能で、回収鉛を水洗する必要は無い。中国でも回収鉛の売却先の設備によっては洗浄設備を設置する必要がない場合もある。
- 回収した鉛蓄電池のケースは良質なプラスチック (PP) として売却することができる。
- 日本で行なわれているように鉛蓄電池の切断機の上部に吸引フードを設置し、切断機周辺の空気を吸引することにより、作業環境を改善することができる。吸引した空気は水スプレー式のスクラバーで水洗し、鉛蓄電池の硫酸廃液に混合して処理する。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

新規工場設置の場合は 50,000 t/年以上の規模が必要であるため、廃液などの排水量が多い。排水の外部委託処理よりも自工場に専用の排水処理設備を設置して処理した方が運転経費が安価になる可能性がある。園區で計画される排水処理設備の性能との比較検討が必要である。

7.2.7 廃エンジンオイル・廃乳化液

(1) 中国全体の現状

- 廃エンジンオイルと廃乳化液は共に国家危険廃棄物リストに廃鉛物油として指定されており、固体廃棄物環境汚染防止法に基づき収集、貯蔵、処理をする必要がある。
- 現在、中国では廃潤滑油のリサイクル市場が求められている。廃潤滑油のほとんどは個人事業者で回収されており、回収率は 4% に過ぎない。個人事業者は回収された廃油を小規模な製油工場へ売却しているが、ここでの環境汚染が問題になっている。³⁹

(2) 瀋陽市の現状

<廃エンジンオイル>

- 瀋陽市での廃エンジンオイルの正規ルートの回収量は 7,530t/年 (2010 年) である。

³⁸出典: IMF - Primary Commodity Prices

³⁹出典: 廃油ネットワーク (2011.8.27) <http://www.feiyou8.com/Article/29648.html>

- ・ 廃エンジンオイルの回収は4S店(新車販売、アフターサービス、部品供給、顧客情報の4種の機能を持つ販売店)172店と自動車修理工場600社で行われている。
- ・ 廃エンジンオイルは処理資格のある瀋陽市内の4工場で処理されている。ここでは再生エンジンオイルが製造されているが、他の正規ルートではほとんどは燃料としてリサイクルされるか廃棄処分されている。

< 廃乳化液 >

- ・ 廃乳化液の発生量は81,000t/年(2008年)
- ・ 廃乳化液は重工業や製薬会社、製油工場などから回収される。油含有は20~70%である。
- ・ 廃乳化液は瀋陽盛竜環境物業管理有限公司で3万t/年が処理されている。
- ・ 廃乳化液の発生量は81,000t/年(2008年)
- ・ 廃乳化液は重工業や製薬会社、製油工場などから回収される。油含有は20~70%であり、かなり変動する。
- ・ 廃乳化液は瀋陽盛竜環境物業管理有限公司で3万t/年が処理されている。

< 日本の状況との相違点 >

- ・ 日本では再生潤滑油の需要がなく現在は製造されていないが、中国では多くが無認可工場で製造され流通している。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 現状では、非正規企業との競合により回収量に限界があり、収集の改善が必要である。

(4) 日本の技術による対策

- ・ 専用の車両で回収地点を巡回して、回収量を確保する。
- ・ 廃エンジンオイルから再生潤滑油を製造し、その製造工程から発生する残渣を廃乳化液と共に固形燃料にする。

(5) 提案するシステムの例

- ・ 受入れ資源の確保のため、特殊車両で廃エンジンオイルを収集する。収集まで含めた事業とし、専用の収集車両で凝集剤を混入し成分調整する。専用の収集車両により廃エンジンオイルを発生工場まで収集に回ることにより、定期的な排出事業者を確保し、安定的な原料の確保が可能になる。(図7-39参照)
- ・ 再生潤滑油の製造フローを図7-40に示す。廃エンジンオイルの90%が再生潤滑油として回収可能であり、廃エンジンオイルの5%が残渣となり、水分蒸発が5%になる。
- ・ 廃乳化液の固形燃料化システムのフローを図7-41に示す。また、固形燃料の構成図を図7-42に示す。収集した廃棄物の熱量に応じてブレンドする廃棄物を選定する。固形燃料は発熱量を4,000~8,000kcal/kgに調整し、石炭とほぼ同じ熱量にする。固形燃料製造システムの特徴として、廃乳化液とバイオマスの均一な混合が可能で、混合固化だけで加熱工程がないことがあげられる。また、固形燃料の材料はバイオマスとして農業廃棄物を主体とし、油性廃棄物として廃乳化液の他、廃エンジンオイル処理の残渣や廃油、廃インクなどが利用できる。



図 7-39 廃エンジンオイルの写真⁴⁰

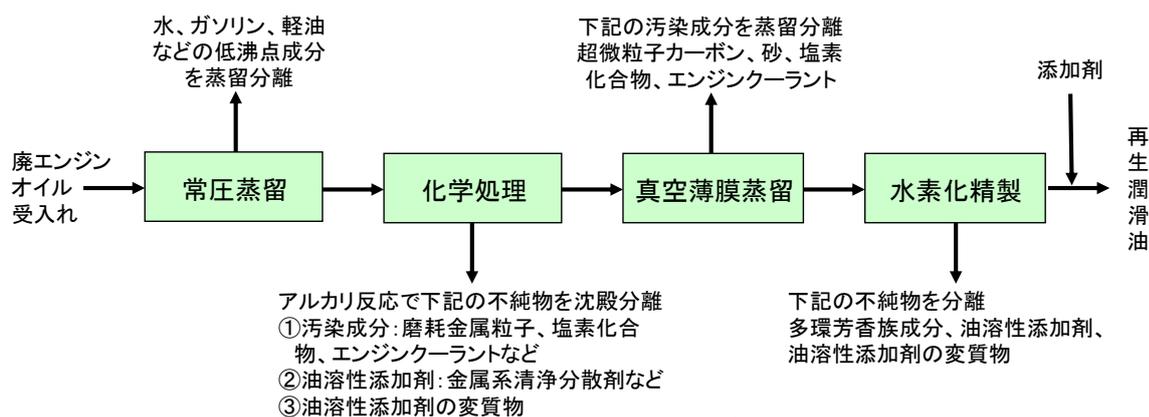


図 7-40 再生潤滑油の製造フロー

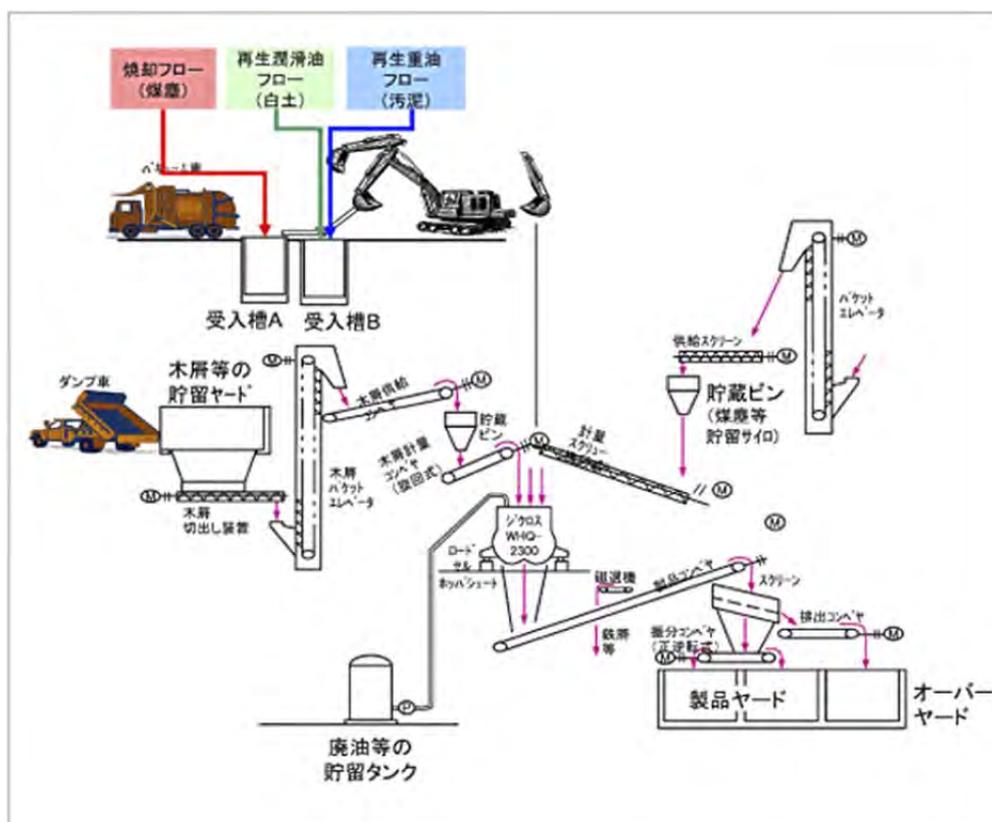


図 7-41 廃乳化液の固形燃料化システムのフロー²⁸

⁴⁰出典：(株)東亜オイル興業所技術資料

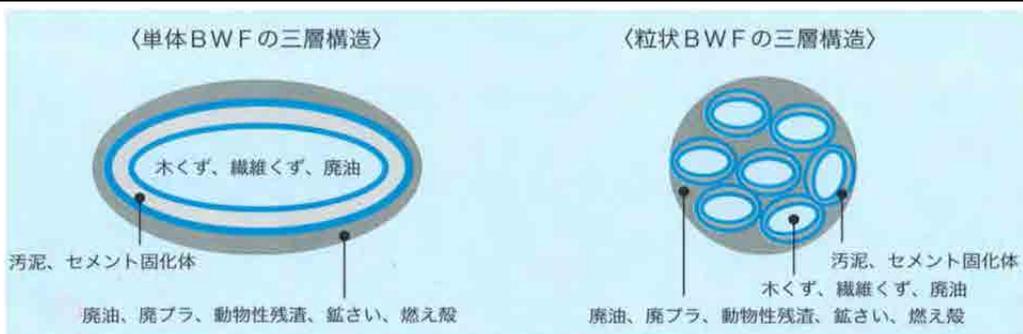


図 7-42 固形燃料の構成図⁴¹

(6) 物質収支

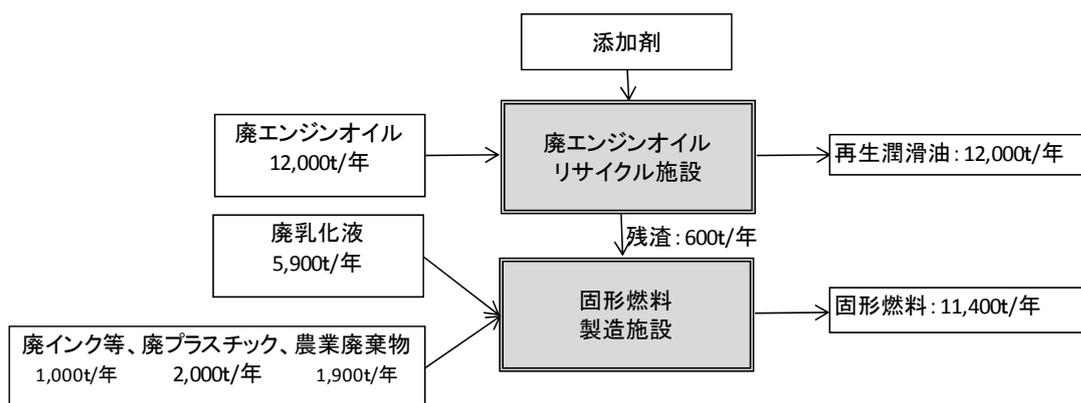


図 7-43 廃エンジンオイル・廃乳化液リサイクルの物質収支

(7) 事業性の検討

① 算出条件

廃エンジンオイルの事業性の検討(固形燃料化施設の事業は含まない)

基本条件: 施設規模 12,000t/年、再生潤滑油販売単価 6,500 元/t

表 7-14 事業性の検討のための運転経費の単価

	経費項目	単価	単位	出典
収入	再生製品・潤滑油販売費	6,500	元/t	瀋陽市価格
支出	廃エンジンオイル購入費	5,000	元/t	瀋陽市調査価格
	電気料金	1.00	元/kWh	臨沂市調査価格
	都市ガス料金	2.34	元/m ³	臨沂市調査価格
	工水料金	2.10	元/m ³	臨沂市調査価格
	人件費: 作業員	36,000	元/人	瀋陽市調査価格
	技師	60,000	元/人	瀋陽市調査価格
	土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市価格
	修繕費	建設費の2%		
	経費・管理費	支出計の10%		

② 検討結果

⁴¹出典: (株) 東亜オイル興業所

表 7-15 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年 (年)	税引き後 単純回収年 (年)	IRR (%)
廃エンジンオイル	10 年	4.29	5.00	15.09

③ 感度分析

基本条件に対して年間受入れ量と再生潤滑油販売単価が変動した場合について、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図 7-44～図 7-45 に示す。また、感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 年間受入れ量が多いほど経済性が改善する。事業を安定的に継続させるには少なくとも約 10,000t/年以上を確保する必要がある。
- ・ 再生潤滑油販売単価が 6,500 元/tを下回ると急激に経済性が悪化する。

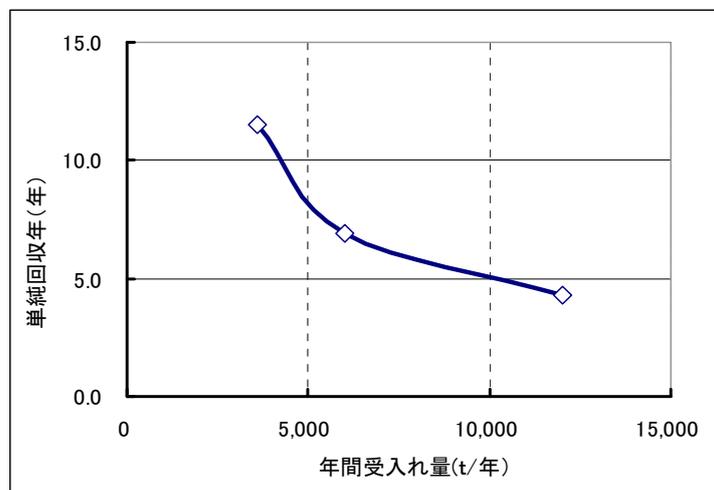


図 7-44 年間受入れ量と単純回収年の関係図

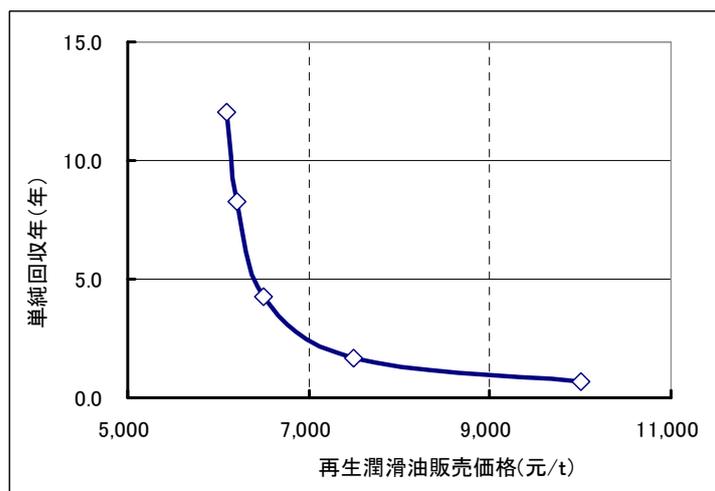


図 7-45 再生潤滑油販売価格と単純回収年の関係図

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 回収業者に収集を委託するのではなく、専用の収集車両により廃エンジンオイルの発生工場まで収集に回ることにより、効率的な収集が可能になり、定期的な排出量が確保でき、安定的な原料の確保が

可能になる。専用の収集車はタンク容量が大きく、タンク内をいくつかに分けているので複数の種類のエンジンオイルに分けて回収できる。

- ・ 日本ではマーケットがないため再生潤滑油の製造はされていないが、中国では再生潤滑油の需要があり、事業性が高いと考えられる。
- ・ 廃乳化液を利用した固形燃料は安定した熱量にコントロールすることができ、石炭の代替として利用でき、価値の高い燃料になるため、エネルギー資源の多様化の面からも有望な事業になると考えられる。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

日本では再生潤滑油の需要がなく現在は製造されていないが、かつて日本では特定の工場で発生する廃エンジンオイルを対象にしたリサイクルシステムにしていたため、不特定多数の廃エンジンオイルを対象にする場合は当時のシステムをそのまま導入することはできない。このため、当時のシステムを改造する必要があり、最新の低コストなシステムを検討し選定する必要がある。

7.2.8 食品廃棄物

(1) 中国全体の現状

2007年における中国の食品廃棄物の排出量は9,000万tになった。主な処理方法は次の7方式。①焼却処理 ②好気性生物処理による肥料製造 ③バイオディーゼルの生産 ④固形発酵技術による蛋白飼料の生産 ⑤嫌気性発酵 ⑥高温炭化処理 ⑦高温加水分解処理⁴²

(2) 蘇州市の現状

- ・ 2015年の食品廃棄物の発生量は600t/日と予測されている。
- ・ 蘇州市光大国家静脈産業モデル園内の食品廃棄物の処理量は350t/日で、メタン発酵・発電をしている。(処理フローや設備は日本の設備と同じである。)回収には補助金が付くが、リサイクル事業や施設建設への補助金制度はない。
- ・ レストランやホテルから無償で回収している。

<日本の状況との相違点>

- ・ 地溝油の処理は日本では行われていない。日本でのバイオディーゼル製造は排水が混合していない食用油や菜の花などから製造している。
- ・ 食品廃棄物の成分は有機物が15%、生活ごみ(不純物)が8%、水分77%の組成となっている。日本では水分が90%であるが、固形分中では有機物が85%あり、固形分中の有機物は日本より少ない。

(3) 課題として挙げられた内容

当初、課題として挙げられたのは生活ごみの混入がメタン発酵に悪影響を及ぼしているため、これを改善する提案を出して欲しいとのことであったが、その後、操業面での改善があり、現在はこの課題は解決されている。処理フローや設備は日本の設備と同じレベルであり、現状では操業面でも順調に運転されており、課題は特に無い。

⁴²出典：環境衛生ネットワーク (2011.8.24) <http://www.cn-hw.net/html/sort064/>

(4) 日本の技術による対策

- ・ 今後はレストランやホテルからだけでなく、一般家庭の厨芥も回収し、食品廃棄物のメタン発酵による電力回収を推進する。
- ・ ここで使用する省エネタイプの脱水機はスクリー軸が出口に向かって次第に太くなることにより、汚泥が圧縮され脱水される。同時に蒸気で加熱することによって脱水効率がさらに向上する。

(5) 提案するシステムの例

食品廃棄物メタン発酵のフローを図 7-46 に示す。省エネ設備を採用してランニングコストを抑え、蒸気を利用した高効率の脱水機を採用する。

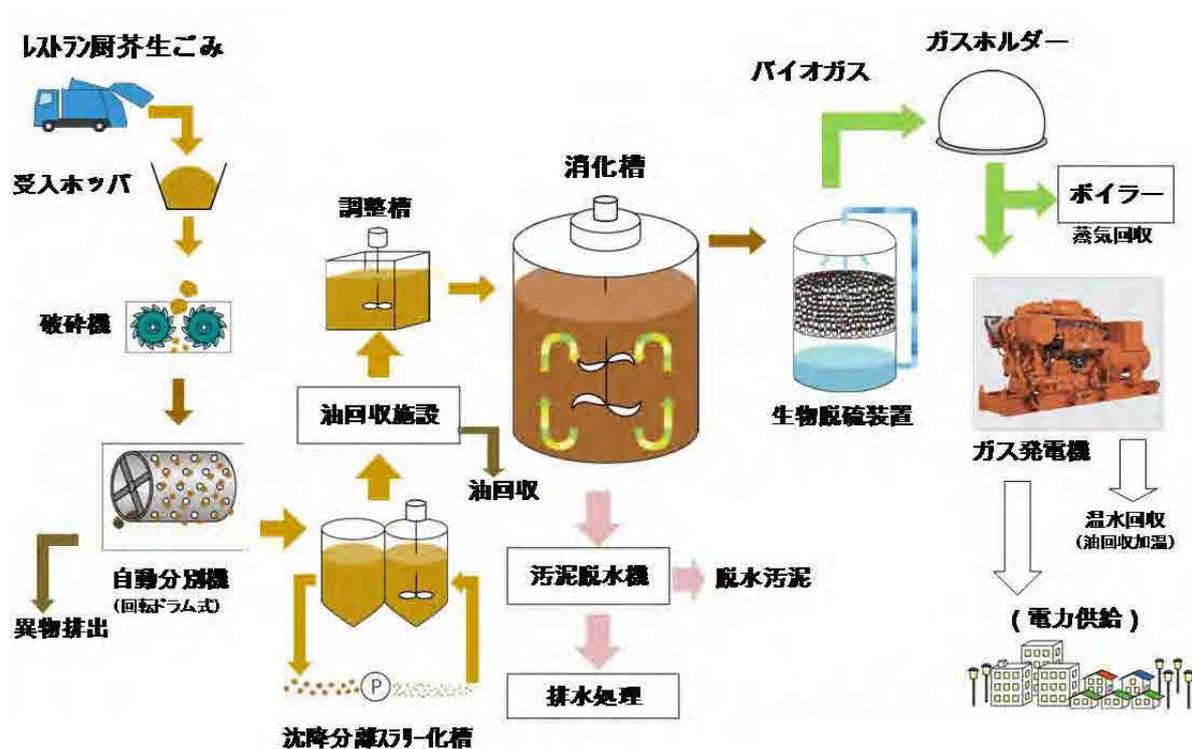


図 7-46 食品廃棄物メタン発酵のフロー図⁴³

⁴³出典：JFE エンジニアリング (株)

(6) 物質収支

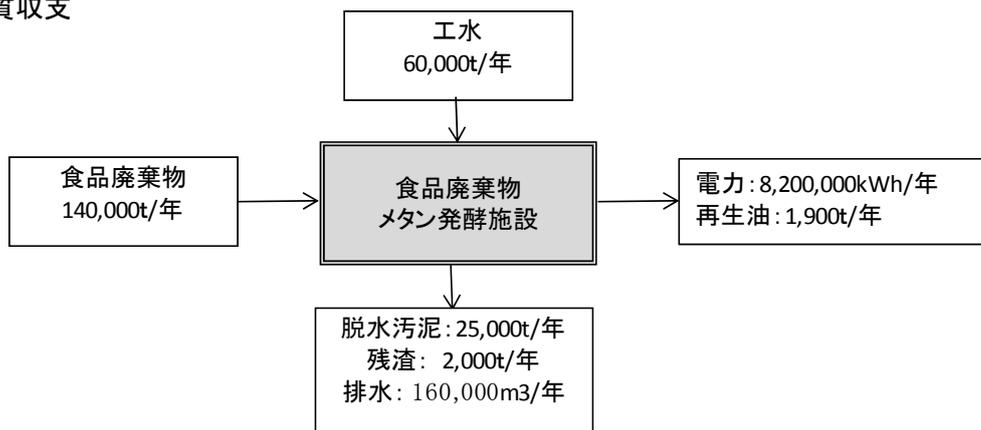


図 7-47 食品廃棄物メタン発酵の物質収支

(7) 事業性の検討

① 算出条件

基本条件: 施設規模 400t/日、処理単価 300 元/t

表 7-16 事業性の検討のための運転経費の単価

	経費項目	単価	単位	出典
収入	食品廃棄物処理費 ¹⁾	300	元/ t	蘇州市調査価格
	売電費	0.635	元/kWh	蘇州市調査価格
	再生油	2,000	円/ t	瀋陽市の価格
支出	脱水汚泥処理費	123	元/ t	瀋陽市調査価格
	残渣処分費	123	円/ t	瀋陽市調査価格
	電気料金	1.0	元/kWh	臨沂市調査価格
	重油料金	3,600	元/ kℓ	日本の価格から推定
	工水料金	2.1	元/m ³	臨沂市調査価格
	排水料金	48	元/m ³	蘇州市調査価格
	人件費: 作業員	30000	元/人	蘇州市調査価格
	技師	50000	元/人	蘇州市調査価格
	土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市の価格
	運搬費	20	元/ t	瀋陽市調査価格
	修繕費	建設費の2%		
	経費・管理費	支出計の10%		

備考: 1) 食品廃棄物の処理費は蘇州市調査価格では 170 元/ t であったが、現在の処理費が安く問題になっている。このため経済性の検討では、どの因子が事業性に影響するかを見るため、あえて処理単価を単純回収年が約 10 年程度になるような 300 元/ t と設定した。

② 検討結果

表 7-17 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年 (年)	税引き後 単純回収年 (年)	IRR (%)
食品廃棄物	15 年	9.99	10.90	4.28

③ 感度分析

基本条件に対して年間受入れ量と食品廃棄物処理単価、売電単価を変化させた場合および補助金の補助率が変化した場合、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図 7-48～図 7-51 に示す。また、感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 蘇州市の食品廃棄物の発生量は 600t/日であり、この量を受入れたとしても経済的に厳しい状態にある。
- ・ 食品廃棄物の処理単価が 250 元/t を下回ると急激に経済性が悪化する。現状の処理単価は 170 元/t であるので、この単価では経済的に厳しい。
- ・ 建設費の補助金が 50% で受入れ量が 400t/日以上であれば単純回収年は改善される。
- ・ 将来的にエネルギー価格が上昇し、電力の販売単価が高くなっても単純回収年はあまり改善されない。

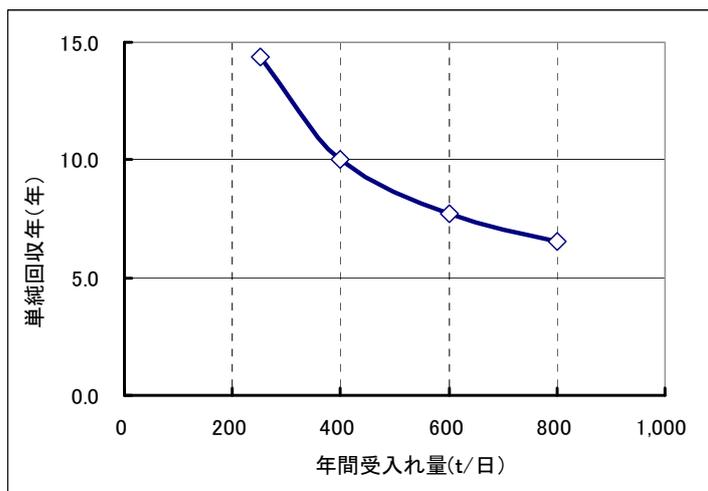


図 7-48 年間受入れ量と単純回収年の関係図

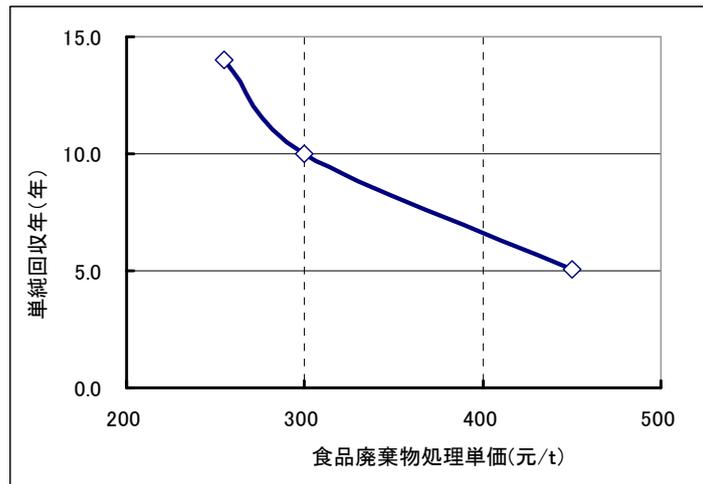


図 7-49 食品廃棄物処理単価と単純回収年の関係図

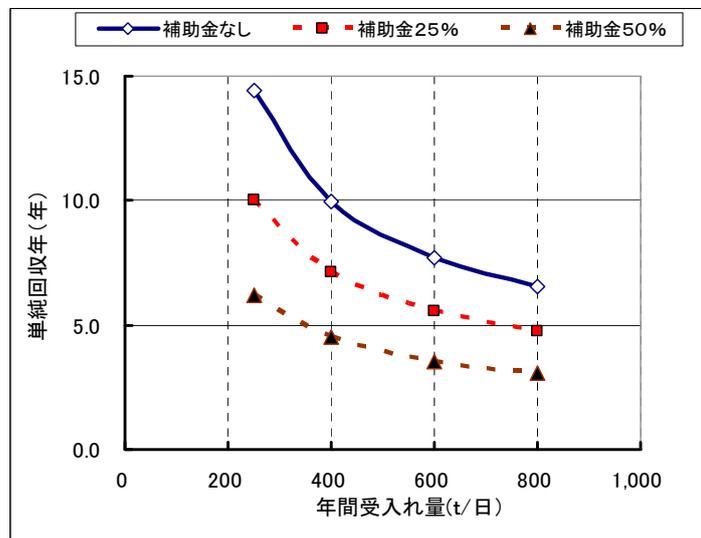


図 7-50 補助金の補助率が変化した場合の年間受入れ量と単純回収年の関係図

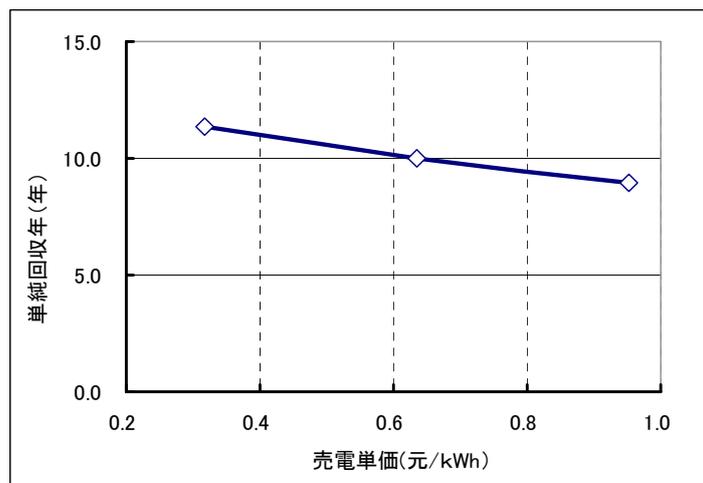


図 7-51 売電単価と単純回収年の関係図

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 食品廃棄物の処理の場合、市から長期間にわたり量と処理費が保証されているため、単純回収年は一般的な民間事業の評価基準より長くなっても問題はない。食品廃棄物の処理は市民生活に直接影響するものであり、多少、経済性が劣っても確実な処理が求められる事業である。
- ・ 400t/日の食品廃棄物をメタン発酵処理した場合、15,700Nm³/日のメタンを主成分としたバイオガスが発生し、47,000kWh/日の電力が回収できる。しかし、処理単価は現状の処理単価(170 元/t)では経済的に厳しく、事業化は難しい。
- ・ 地溝油の回収は日本では行われていないが、油水分離の設備を追加することにより油分を回収し、再生油として売却できる。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

食品廃棄物には食品油の混入が多いので、前処理設備として油回収設備を設置する必要がある。建設費についてはコストアップになるが、回収した食用油はBDFの原料などとして売却できるので収入は増加する。

7.2.9 下水汚泥

(1) 中国全体の現状

- ・ 2007 年の下水汚泥の排出量は 900 万t/年であり、固形廃棄物の 3.2%を占め、増加率は年 10%以上である。
- ・ 多くの下水汚泥処理場は運転資金が不足しており、下水汚泥の利用方法が確立されていない。下水汚泥の処理方法は焼却処理や農業利用のための衛生理立てが主体である。⁴⁵

(2) 蘇州市の現状

- ・ 蘇州市の下水汚泥発生量は2015年に1,560t/日になる見込みである。リサイクル事業には補助金はない。
- ・ 蘇州市光大国家静脈産業モデル園内では第一期工事として 300t/日の下水汚泥処理施設を建設予定である。ごみ焼却炉の余熱で下水汚泥を乾燥し、含水率を 40%にして燃料化する。ごみ焼却炉で混合焼却し、発電や熱利用の熱源とする。

<日本の状況との相違点>

- ・ 日本の下水汚泥は有機分が 80%、灰分が 20%であり、中国は有機分が 50%、灰分が 50%である。中国の下水汚泥の方が有機分が少なく粘性が低く乾燥し易い。含水率 80%の下水汚泥を含水率 30%まで、乾燥が可能である。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 将来、大量に発生することが予測される下水汚泥を有効利用し、最終処分量を削減する。
- ・ 日本でも技術開発されているテーマであるが、埋立処分するよりも安価なコストでリサイクルできる技術が望まれる。

⁴⁵出典：中国環境衛生科技ネットワーク(2007.6.2)

<http://www.cn-hw.net/html/sort064/200903/9593.html>

(4) 日本の技術による対策

- ・ 下水汚泥をメタン発酵することにより電力を回収する。または、ごみ焼却施設に併設できる場合は、下水汚泥を乾燥し燃料として利用する。

(5) 提案するシステムの例

<下水汚泥のメタン発酵システム>

省エネ設備を採用してランニングコストを抑え、さらに蒸気を利用した高効率の脱水機を採用する。紹介するシステムでは厨芥を混合してメタンの発生量を増加するシステムを取り入れている。下水汚泥メタン発酵のフローを図 7-52 に示す。

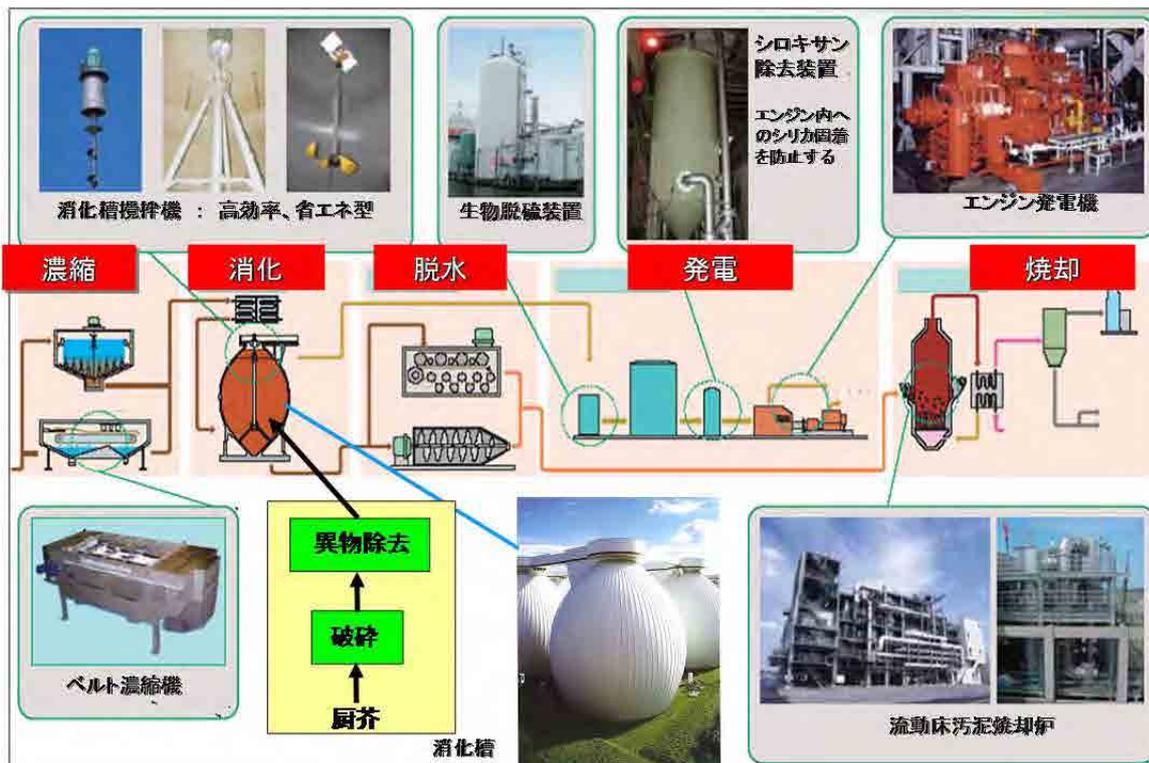


図 7-52 下水汚泥メタン発酵のフロー図⁴⁶

<下水汚泥の燃料化システム>

- ・ 下水汚泥燃料化用の乾燥機を図 7-53 に示す。ここに紹介する乾燥機はエネルギー効率の高い間接加熱乾燥機で排ガス量が少なく、乾燥機一段で含水率30%が可能である。
- ・ 傾斜ディスクはディスク間に固着する汚泥を掻き出す作用があり、汚泥を乾燥しながら安定して出口に移送できる。
- ・ 乾燥機は入口汚泥の性状変動に対しても安定して処理できるタイプを採用している。(現在、蘇州市で使用している薄層式の乾燥機は、繊維状のものが少なくなると薄膜を形成できなくなり、入口汚泥の性状が変動すると乾燥効率も変動してしまう。)

⁴⁶出典：JFE エンジニアリング（株）の技術資料

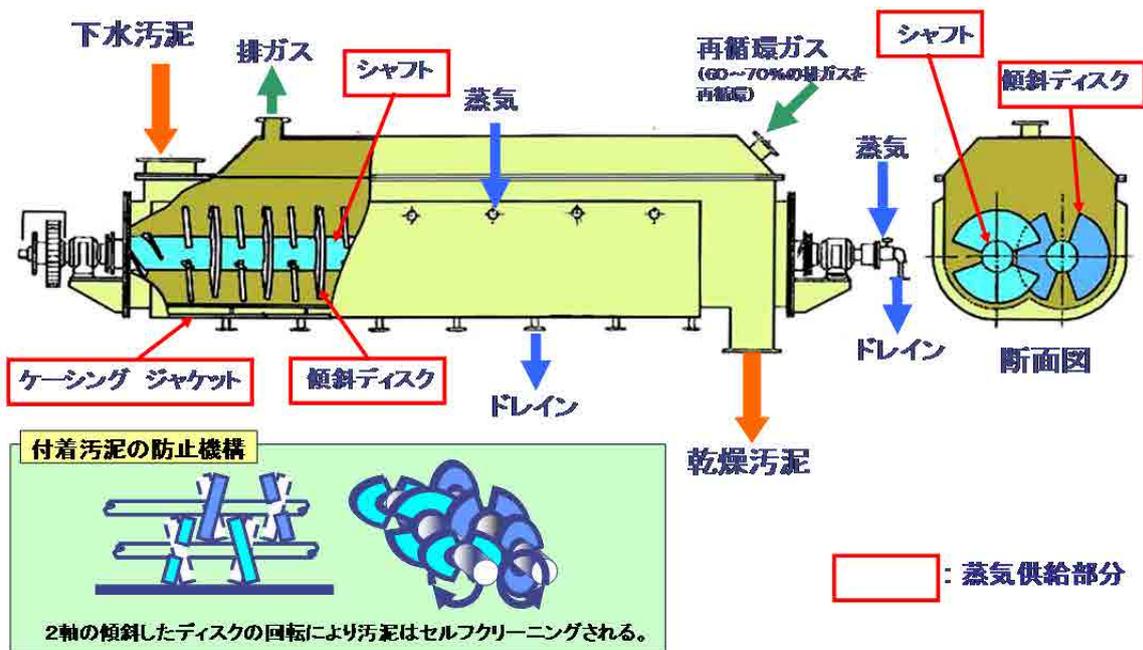


図 7-53 下水汚泥燃料化用の乾燥機の図⁴⁷

(6) 物質収支

<下水汚泥のメタン発酵>

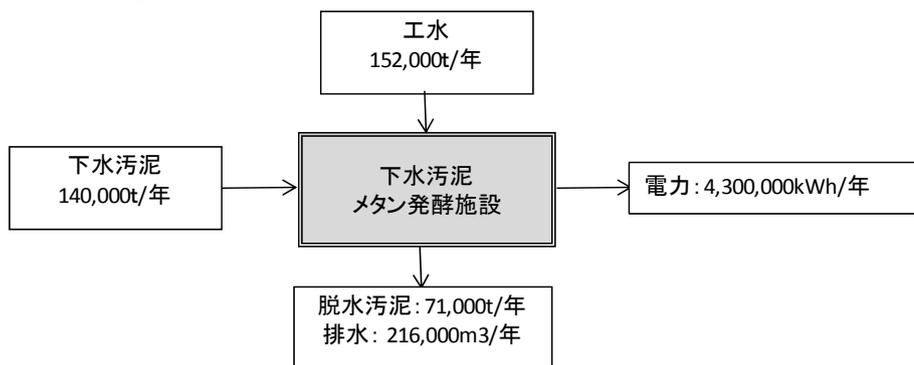


図 7-54 下水汚泥（メタン発酵）の物質収支

<下水汚泥の燃料化>

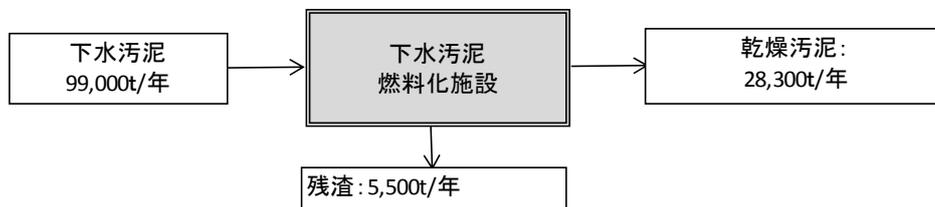


図 7-55 下水汚泥（燃料化）の物質収支

(7) 事業性の検討

① 算出条件

<下水汚泥のメタン発酵>

⁴⁷出典：月島機械（株）技術資料

基本条件： 施設規模 400t/日 、処理単価 400 元/t

表 7-18 事業性の検討のための運転経費の単価

経費項目		単価	単位	出典
収入	受入れ資源処理費 ¹⁾	400	元/ t	蘇州市調査単価
	再生製品・売電費	0.635	元/kWh	蘇州市調査単価
支出	脱水汚泥処理費	123	元/ t	臨沂市調査単価
	電気料金	1.0	元/kWh	臨沂市調査単価
	重油料金	3,600	元/ kℓ	日本の価格から推定
	工水料金	2.1	元/m ³	臨沂市調査単価
	排水料金	5.0	元/m ³	蘇州市調査単価
	人件費：作業員	30,000	元/人	蘇州市調査単価
	技師	50,000	元/人	蘇州市調査単価
	土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市の単価
	運搬費	20	元/ t	瀋陽市調査価格
	修繕費	建設費の2%		
	経費・管理費	支出計の10%		

備考：1) 下水汚泥の処理費は蘇州市調査価格では 200 元/ t であったが、経済性の検討で支出よりも収入が少なくなるため、400 元/ t と設定した。

<下水汚泥の燃料化>

基本条件： 施設規模 300t/日 、処理単価 200 元/t

表 7-19 事業性の検討のための運転経費の単価

経費項目		単価	単位	出典
収入	受入れ資源処理費	200	元/ t	蘇州市調査単価
	乾燥汚泥・売却費	334	元/ t	蘇州市調査単価
支出	電気料金	1.0	元/kWh	臨沂市調査単価
	排水料金 ¹⁾	5.0	元/m ³	蘇州市調査単価
	人件費：作業員	30,000	元/人	蘇州市調査単価
	技師	50,000	元/人	蘇州市調査単価
	土地借用料	180	元/m ²	瀋陽市単価
	修繕費	建設費の2%		
	経費・管理費	支出計の10%		

備考：1) 排水は乾燥排ガスをスクラバーで水洗した排水であり、下水処理場に戻して処理する。

2) 下水汚泥を乾燥する蒸気はごみ焼却施設の余剰蒸気や蒸気タービン抽気蒸気を利用し、無償で供給されるものとした。

② 検討結果

表 7-20 事業性の検討結果

対象廃棄物	減価償却年数	税引き前 単純回収年 (年)	税引き後 単純回収年 (年)	IRR (%)
下水汚泥 (メタン発酵)	15 年	12.35	12.92	1.86
下水汚泥 (燃料化)	15 年	4.29	5.22	17.44

③ 感度分析

<下水汚泥のメタン発酵>

基本条件に対して年間受入れ量と下水汚泥処理単価、売電単価を変化させた場合および補助金の補助率が変化した場合、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図 7-56～図 7-59 に示す。また、感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 年間受入れ量が多いほど経済性が改善されるが、受入れ量が 800t/日でも経済的に厳しい状態にある。
- ・ 下水汚泥の処理単価が 400 元/tを下回ると急激に経済性が悪化する。現状の処理単価は 200 元/t であるので、この単価では経済的に厳しい。
- ・ 建設費の補助金が 50%で受入れ量が 500t/日以上あれば単純回収年は改善される。
- ・ 将来的にエネルギー価格が上昇し、電力の販売単価が上昇しても単純回収年は改善されない。

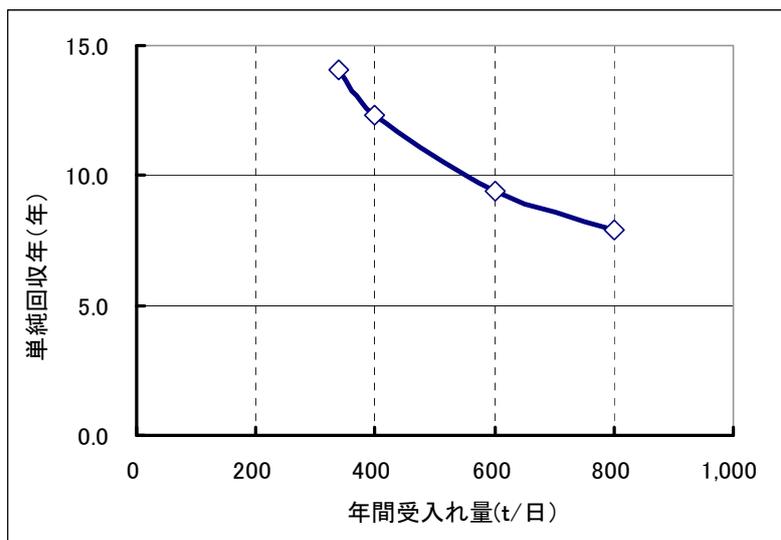


図 7-56 年間受入れ量と単純回収年の関係図

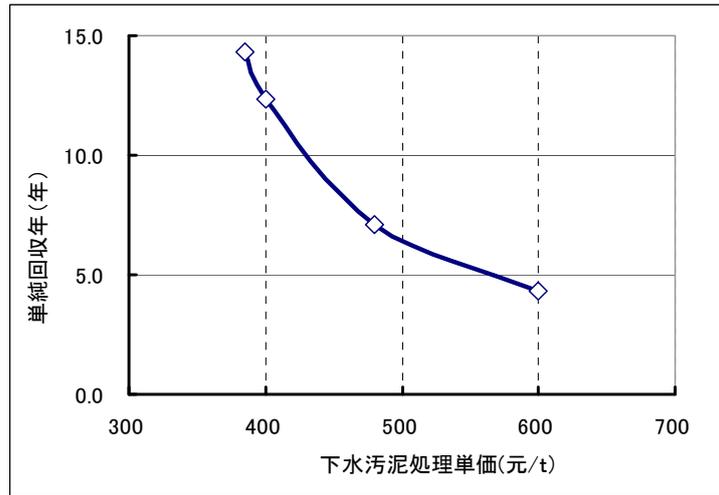


図 7-57 下水污泥处理单価と単純回収年の関係図

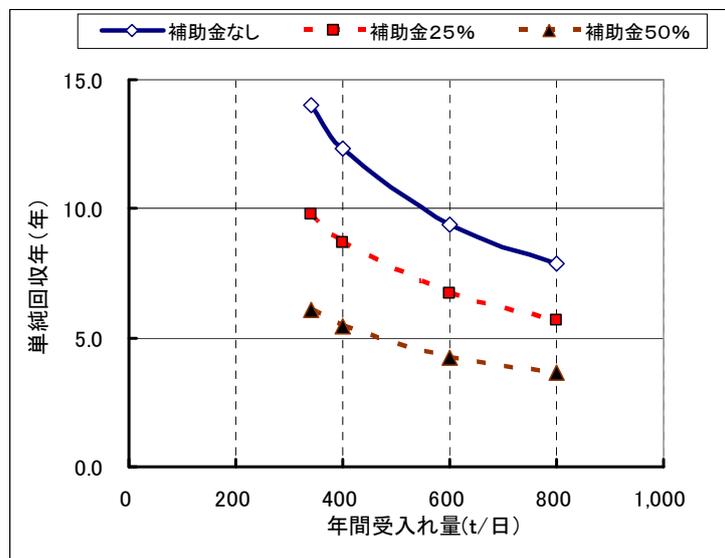


図 7-58 補助金の補助率が変化した場合の年間受入れ量と単純回収年の関係図

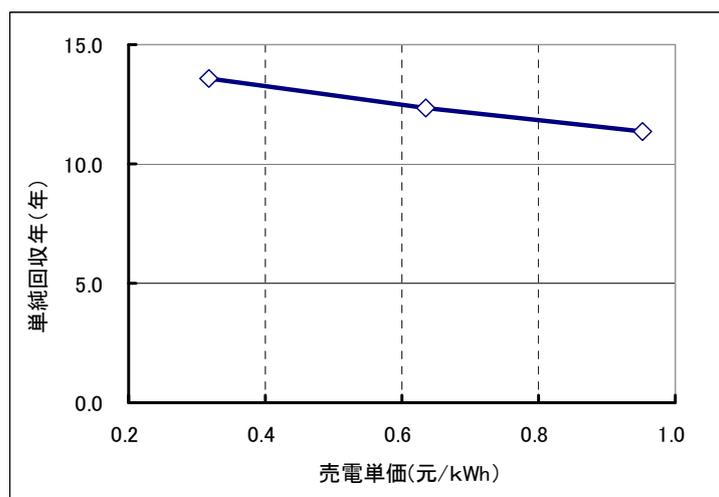


図 7-59 売電単価と単純回収年の関係図

< 下水污泥の燃料化 >

基本条件に対して年間受入れ量と下水汚泥処理単価、下水汚泥燃料販売単価を変化させた場合、単純回収年にどのように影響するかを試算した。その試算結果を図7-60～図7-62に示す。また、感度分析の結果を下記に示す。

- ・ 年間受入れ量が多いほど経済性が改善される傾向にあるが、受入れ量は経済性にあまり影響を及ぼさない。
- ・ 下水汚泥の処理単価が100元/tを下回ると急激に経済性が悪化する。
- ・ 下水汚泥の燃料化により製造した乾燥汚泥の販売単価は経済性にあまり影響を及ぼさない。

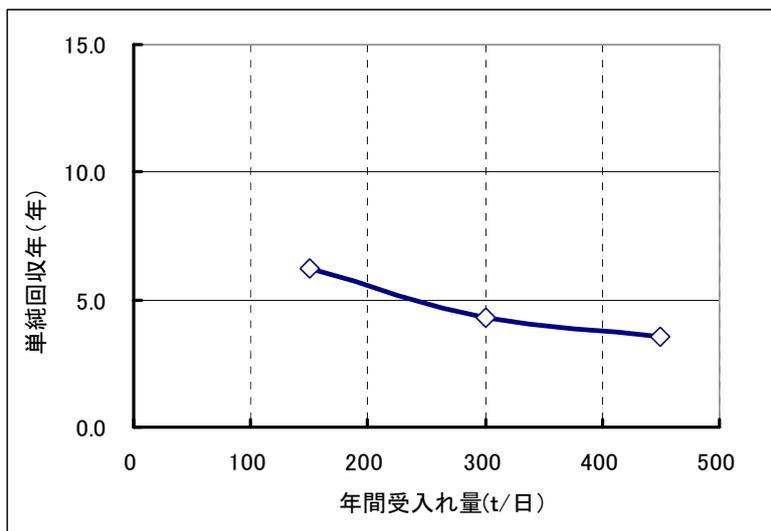


図7-60 年間受入れ量と単純回収年の関係図

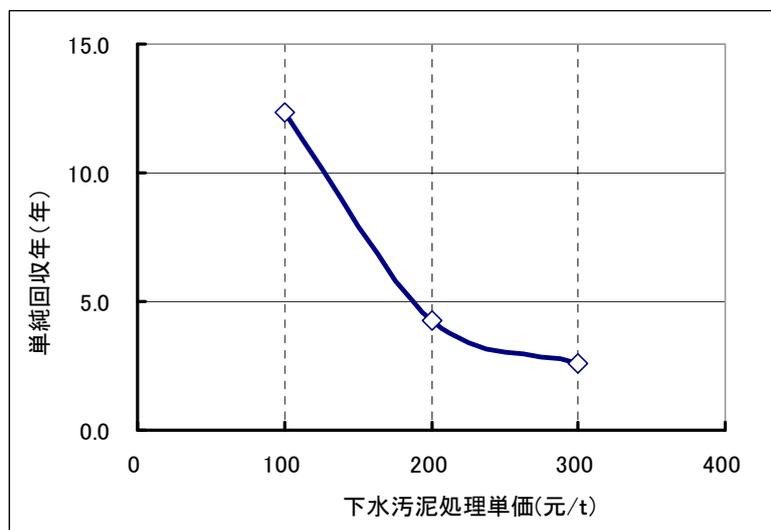


図7-61 下水汚泥処理単価と単純回収年の関係図

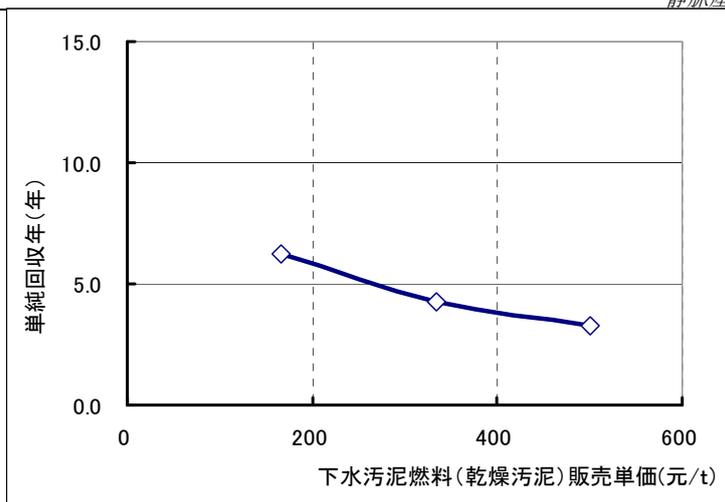


図 7-62 下水汚泥燃料販売単価と単純回収年の関係図

(8) 日本の技術の変更点、適応性

- 400t/日の下水汚泥をメタン発酵処理した場合、10,000Nm³/日のメタンを主成分としたバイオガスが発生し、30,000kWh/日の電力が回収できる。生物脱硫装置とシロキサン除去装置の設置により発電設備が安定運転でき、結果的に運転コストを低減することができる。しかし、現状の処理単価（200元/t）では経済的に厳しく、事業化は難しい。
- ごみ焼却施設で余剰となった熱を確保できる場合、含水率 80%の下水汚泥を含水率 30%まで乾燥し、燃料にすることができる。これにより最終処分量を削減でき、最終処分場の造成費用の削減にもつながる。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

- 下水汚泥は輸送上の問題のため脱水して搬入する方式としているが、下水処理場に隣接して下水汚泥メタン発酵施設を建設できるのであれば、脱水汚泥を希釈する設備が不要となり、コストダウンになる。
- 日本では埋立て処分費が高いため減量化するために、固形燃料化の場合は下水汚泥を乾燥するための熱源として重油が使われているが、ごみ焼却施設の余剰熱が使用できればボイラが不要であり、コストダウンにつながる。

7.2.10 都市生活ごみ

(1) 中国全体の現状

- 生活ごみの発生量は 1.5 億t(2006 年)で、衛生埋立が 43.2%、堆肥化が 1.9%、焼却処理が 7.7%、無処理埋立が 47.2%である。ごみ組成の特徴として、石炭を熱源としている地域のごみの灰分は約 50%を占める。⁴⁸
- 2008 年の中国の都市生活ごみの排出量は 1.55 億 t であり、主な処理方法は埋立が 83%を占める。焼却処理が 15%、その他は堆肥化などである。⁴⁹

⁴⁸出典：寺園淳「中国の循環型社会づくりへの取り組み」環境研究、No.149、2008

⁴⁹出典：中国ゴミフォーラム(2012.8.3) <http://www.msw.com.cn/>

(2) 蘇州市の現状

- ・ 蘇州市の都市ごみ収集量は 3,667t/日であり、この内、蘇州市光大国家静脈産業モデル園で都市ごみを 2,050t/日受け入れてごみ発電をしている。施設新設の補助金制度はあるが、改造工事では補助金を受けられない。
- ・ ごみの低位発熱量は 5,700kJ/kg(1,360kcal/kg)と低いにもかかわらず、ごみ 1t当たりの発電量は 375kWh/t と高い。ごみの発熱量に対する発電効率は 23.7%になる。これはごみの低位発熱量の分析値が実際より低い値だったことが原因とも考えられる。
- ・ エコマイザーを設置して熱回収を行っており、ボイラ全体の熱回収率は 74.8%とかなり高い。さらに発電設備は 2 段抽気復水タービンで蒸気を有効に利用している。ボイラの蒸気条件は 400℃ * 4.0MPa と日本の高温高圧化のごみ発電と同じレベルであり、しかも蒸気タービン排気は 40℃ (0.075ata)と低い排気圧で運転されている。これらにより、蒸気 1t当たりの発電量は 260kWh で、同レベルの日本の設備と比較しても高い発電量になっている。

<日本の状況との相違点>

- ・ ごみの低位発熱量は 5,700kJ/kg(1,360kcal/kg)と低い。
- ・ 日本では、改造工事はごみ焼却炉を建設したメーカーが行うことが一般的で、他社炉の改造は性能保証上からもリスクが多く対応していない。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 十分に高効率のごみ発電を実施しており、特に課題はないと判断される。

(4) 日本の技術による対策の提案

- ・ 技術的にはさらに高効率化できる技術を紹介することができるが、外国メーカーの設備を改造するリスクと費用対効果を考慮した場合は現実的でなく、都市生活ごみだけでなく可燃性の産業廃棄物も受入れ、高効率のごみ発電をさらに推進することを提案する。

(5) 提案するシステムの例

都市生活ごみ焼却発電のフローを図 7-63 に示す。

発電効率向上のための技術的対策とその効果を表 7-21 に示す。

都市生活ごみ焼却発電施設の改造部分を図 7-64 に示す。

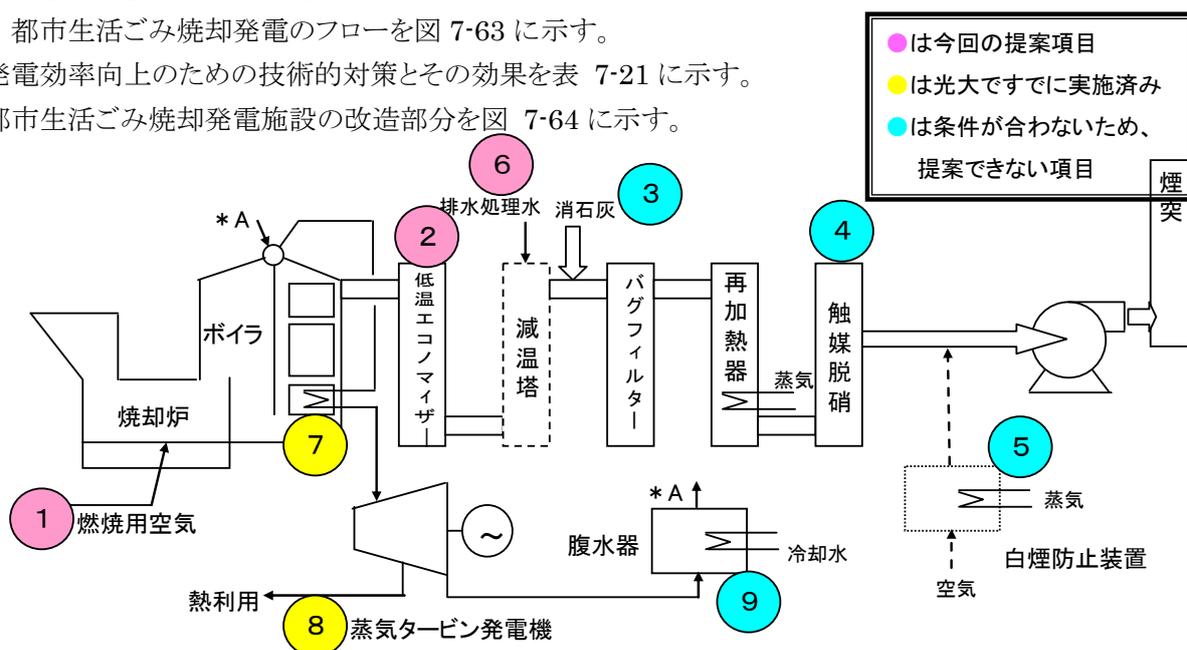


図 7-63 都市生活ごみ焼却発電のフロー図

表 7-21 発電効率向上のための技術的対策とその効果⁵⁰

NO.	技術的対策	発電効率算出条件	発電効率の向上 (%)
1	低空気比燃焼	空気比を 1.8 から 1.4 に。自動燃焼制御 (ACC) が必要	0.5
2	低温エコノマイザー	ボイラ出口排ガス温度を 250℃から 190℃に	1.0
3	高効率乾式排ガス処理	湿式から乾式に	3.0
4	低温触媒脱硝	触媒入口排ガス温度を 210℃から 185℃に	1.0~1.5
5	白煙防止装置なし	煙突からの白煙を防止しない	0.4
6	排水クローズドなし	ボイラ出口排ガス温度を 250℃から 190℃に	1.0
7	高温高压ボイラ	ボイラ出口蒸気条件を 3MPa*300℃から 4MPa*400℃に	1.5~2.5
8	抽気復水タービン	タービン抽気蒸気で脱気器の加熱などの熱利用をする	0.5
9	水冷式復水器	タービン排気圧力を 0.24ata から 0.06ata に。空冷から水冷に	2.5

備考:表中の NO.は図 7-63 の丸番号を示す。

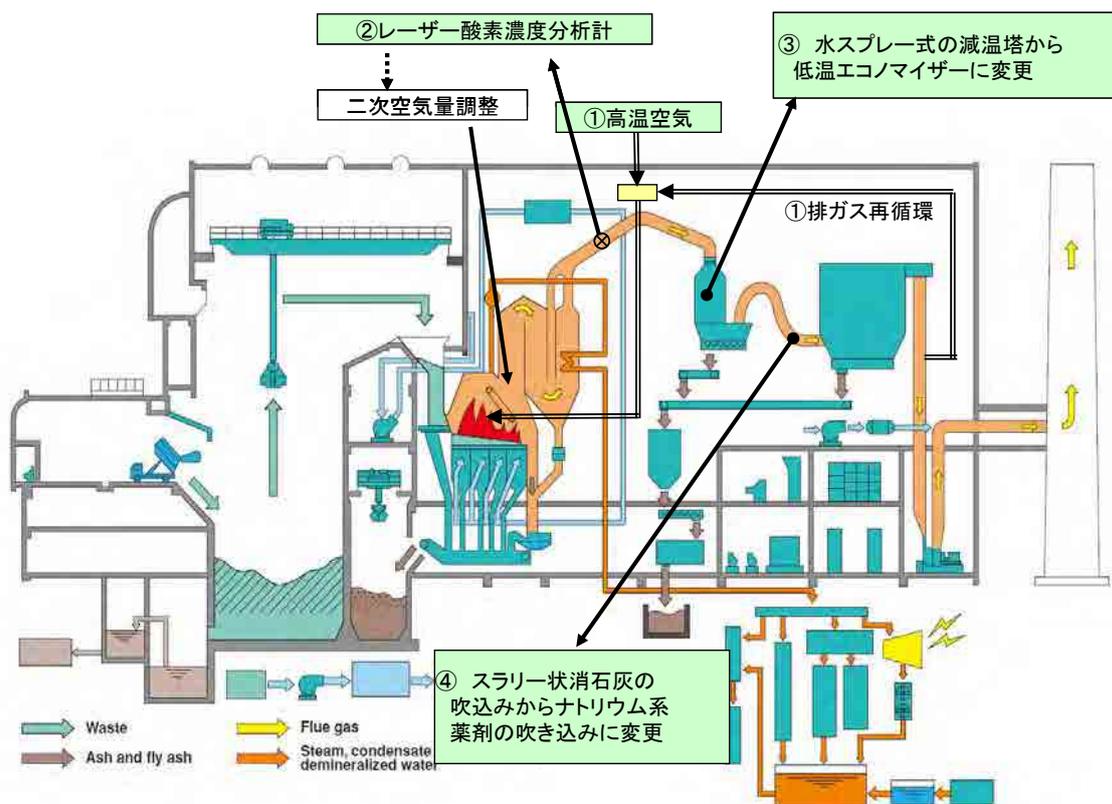


図 7-64 都市生活ごみ焼却発電施設の改造部分⁵¹

⁵⁰ 出典:「高効率ごみ発電設備整備マニュアル」環境省、2009

⁵¹ 出典: J F Eエンジニアリング (株) 技術資料をもとに作成

i .高温空気燃焼 :

高温空気と排ガス再循環ガスを混合して焼却炉の燃焼開始ゾーンに吹き込む。これにより低空気比燃焼が実現でき、排ガス量が削減される。このため持ち去り熱量が低減し、蒸気発生量が増加するため、発電量が増加する。

ii .レーザー酸素濃度分析計による低空気比燃焼:

レーザー酸素濃度分析計によりボイラ出口排ガス中の酸素濃度を測定し、リアルタイムに過不足なく二次燃焼空気を吹き込み、i .項と同様に排ガス量が削減されるため持ち去り熱量が低減し、蒸気発生量が増加して、発電量が増加する。

iii .低温エコノマイザー:

排ガス出口温度が190℃になるまで熱回収する。硫酸露点腐食防止のため、耐食鋼管を採用している。

iv .ナトリウム系薬剤の吹き込みによる HCl、SO_xの除去:

排ガス中に吹き込むと薬剤中の水分やCO₂が放出し、ポーラス状になり、その結果、比表面積が大きくなり、反応性が向上する。HCl濃度 10ppm を保証している実施例がある。

(6) 日本の技術の変更点、適応性

- ・現状でも高効率発電の運転がされているが、さらに下記の日本の技術を実施すれば熱回収効率が増加し、発電効率が向上する。
- ・高温空気燃焼またはレーザー酸素濃度分析計により空気比 1.3 の低空気比燃焼で運転された場合、現在のごみ1t当りの発電量が 375kWh/t-ごみ(発電効率 23.7%:ごみの低位発熱量に対する発電量の割合)であれば、460kWh/t-ごみ(発電効率 29%)に向上する。発電量の増加により、収入が年間 36,500,000 元増加する。ただし、外国メーカーが建設した設備を改造することは性能保証上のリスクがあり、対応は難しい。
- ・低温エコノマイザーを設置し、現在のエコノマイザー出口排ガス温度 260℃を 190℃まで熱回収した場合、現在のごみ1t当りの蒸発量が 1.400t/t-ごみ であれば、1.525t/t-ごみ になり、発電量は 408kWh/t-ごみ に向上する。発電量の増加により、収入が年間 14,200,000 元増加する。ただし、改造工事では対応が難しい。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

中国ではごみの低位発熱量が低いため、炉形状や炉内水冷壁の採用など日本と同じ設計にはできない。一般的には、ごみの低位発熱量が低ければ可燃分が少なく排ガス量が少なくなるので、焼却炉やボイラ設備、排ガス処理装置を小型化でき、同じごみ処理量の焼却施設に較べてコストダウンができる。

7.2.11 汚染土壌

(1) 中国全体の現状

- ・中国地質調査局の土壌化学調査(2009.12)によると、土壌汚染は全国土の 13%にあたる 124.8 万 km² になる。この内、工場からの排水や廃棄物による工業汚染が 50%を占め、農薬や廃棄物による耕地汚染は 25%を占める。工業汚染は鉛、水銀、カドミ、砒素などによる汚染が多い。2010 年に行われた地質調査によって重点工業汚染地区と重点農業汚染地区が指定された。⁵³
- ・市街地の再開発が進み、都市部から郊外に移転する工場が多くなっている。工場跡地は多くが調査さ

⁵³出典:「中国の省エネ・環境保護分野 市場ニーズ調査」 日本貿易振興機構北京センター、2011.3

れないままになっている。現在、土壤汚染対策法の制定に向けて準備中であり、1999年に施行された「工業企業土壤環境質のリスク評価基準」があるが、参考程度の位置づけで実際は利用されていないとの情報がある。⁵⁴

- ・汚染用地の修復や整備のための基金制度はない。

(2) 瀋陽市の現状

- ・ 汚染土壤の処理対象深度を1mと仮定すると、瀋陽市全体では390万m³になる。
- ・ これまでに瀋陽市で処理したのは、4件で50万m³に過ぎない。汚染土壤の浄化処理は瀋陽市固体廃棄物処理センター(処理能力2万m³/年)と瀋陽市環境科学研究院だけであり、処理能力が不足している。
- ・ 瀋陽市では汚染の責任が明確な土地の浄化処理の場合、資金調達のための移転汚染企業退去補助基金や都市建設用地土地汚染整備補助資金の制度がある。

<日本の状況との相違点>

- ・ 瀋陽市の工場跡地の土壤汚染は日本の土壤汚染と同じ種類である。
- ・ 瀋陽市は粘土質の土壤が多いので土壤洗浄処理方式は適さない。

(3) 課題として挙げられた内容

- ・ 現地調査により汚染が表層だけなのか、地下深くまで汚染されているかを把握し、浄化工事の計画を立てる必要がある。
- ・ 汚染物質がどのような形態(化合物)になっているかを調査し、汚染現場ごとに最適な処理システムを決定する必要がある。

(4) 日本の技術による対策の提案

- ・ 瀋陽市の工場跡地の土壤汚染は日本の土壤汚染の状況と同様である。日本ではこれまで数多くの実績があるので、これらの豊富な経験を活用して、どのような汚染にも対応が可能である。ただし第一段階として効率的な事前調査を行い、その調査結果に基づき最適な土壤汚染対策を選定することを提案する。
- ・ 最適な工法でしかも安価な処理方式を決定するために、事前調査はできるだけ詳細に行い、立体的な汚染範囲を確定する。

(5) 提案するシステムの例

土壤汚染対策の例を表7-22に示す。

表7-22 土壤汚染対策の例

	技術分類	工法	VOC	重金属	工法の概要
原位 処理	物理・化学 処理	電気泳動法		○	地中に挿入した電極で除去
		土壤ガス吸引法	○		空気を地中に圧入し活性炭で吸着
		地下水揚水法	○	○	地下水を揚水し活性炭で吸着
		酸化分解法	○		地下水に酸化剤を直接注入し分解
		透過反応壁法	○		鉄粉を含む透過壁で浄化

⁵⁴ 出典：三好恵真子「中国の重金属汚染土壤の現状と今後の対策」日中環境産業、Vol.48, No.12、2012

		高压噴射攪拌置換 固化法	○	○	セメントを高压注入しコンクリート 固化
	熱処理	熱脱着・揮発		○	熱分解し活性炭で吸着
		ガラス固化		○	電気抵抗熱で熔融処理
	生物処理	バイオレメディエーション	○		注入した微生物の分解能で無害化
掘削 処理	物理・化学 処理	土壤分級・洗浄		○	土壤の粒度で分級し、洗浄液に溶解
		化学処理	○		酸化・還元で分解、活性炭吸着
		固化・難溶化		○	セメント固化、難燃剤で不溶化
	熱処理	熱分解（焼却）	○	○	焼却炉で加熱、揮発性金属を除去
		熔融固化	○	○	VOC は排ガス処理装置で処理可能
その他	埋立て処分	○	○	最終処分場に埋立て処分	

以上の分類の他に、土壤汚染の現場で処理するオンサイト型のプラント⁵⁵がある。このオンサイト型のプラントは分級洗浄システムで、細粒子の濃縮汚染土と安全な砂分に分離するシステムである。汚染物質の多くは細粒子に付着している。このシステムの特徴を以下に示す。

- ・ 細粒子（濃縮汚染土）は平均 25% になり、外部処理として管理型埋立地またはセメント工場に処分する。安全な洗浄処理土壌は平均 75% になり、場内に埋め戻すことができる。
- ・ オンサイト型プラントはコンクリート床を施工し、その上にプラントを組み立てる。装置の組み立ては 2～3 週間で完了する。
- ・ オンサイト型の土壤洗浄プラントにより、汚染土壌の搬出と安全な洗浄土の移動が不要となるため、運搬コストが大幅に削減できる。
- ・ 処理または処分すべき汚染土壌が土壤洗浄プラントで 10～30% に削減でき、処理費が削減できる。

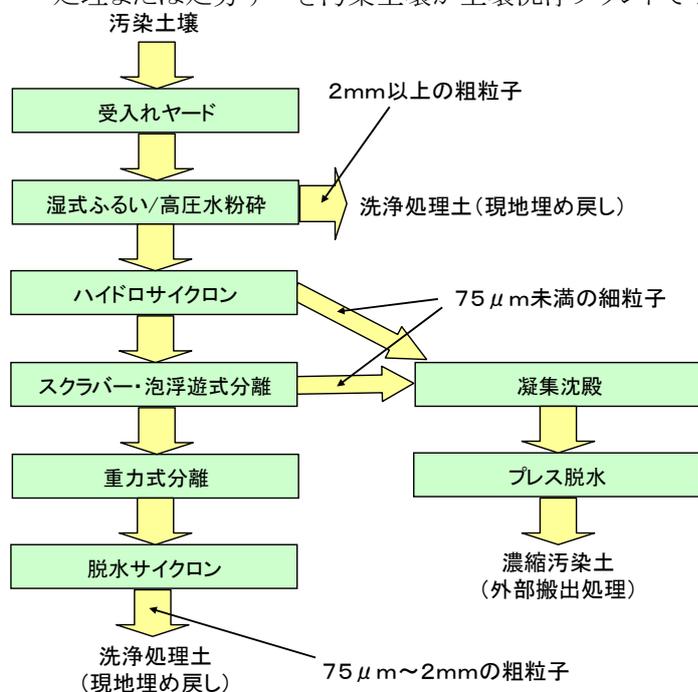


図 7-65 オンサイト型土壤洗浄プラント⁵⁶

⁵⁵ 出典：毛利光男他「最新の土壤洗浄技術」環境浄化技術、Vol.8, No.9、2009.9

⁵⁶ 出典：清水建設株式会社のパンフレットをもとに作成

以上の土壌汚染対策の中から、事前調査により最適でしかも安価な処理方式を決定する。事前調査の手順を表 7-23 に示す。また、事前調査の実施例を図 7-66 に示す。

表 7-23 事前調査の手順

順番	項目	内容	備考
1	地歴調査	<ul style="list-style-type: none"> 過去の書類や情報から汚染状況を推定する。 有害物質の使用状況や管理状況を調査する。 	<ul style="list-style-type: none"> スクリーニングの位置づけ 汚染の恐れが無い土地は調査不要。
2	表層土壌調査	汚染の平面分布の概況を把握する。 <ul style="list-style-type: none"> 揮発性有機化合物：土壌ガス調査 重金属、農薬：サンプリング分析 	汚染の恐れが少ない場合 30m*30m、汚染の恐れがある場合 10m*10mで一箇所調査 <ul style="list-style-type: none"> 土壌ガスは 0.8~1.0mの深さから吸引 表層のサンプリングは地表から 50cmの深さ
3	詳細調査	<ul style="list-style-type: none"> 調査メッシュを密にして平面濃度分布を把握する。 ボーリング掘削により深度方向の汚染状況を把握し立体的な汚染範囲を確定する。 	ボーリング掘削は 2mごとにサンプリングし、連続して検出されない場合は、それよりも下は汚染されていないと判断。
4	処理対策計画	事前調査の情報から、様々な技術を組み合わせて最小のコストになる処理計画とする。	汚染の程度や汚染土量に応じた処理対策工事を計画する。
5	対策工事	<ul style="list-style-type: none"> 封じ込め対策 現位置浄化（土壌洗浄） 掘削除去 	土壌洗浄の濃縮汚染土や掘削除去の土壌は管理型埋立地またはセメント工場でセメント原料に。
6	保全・監視	1年間モニタリングをし、問題がないと判断する。	地下水、大気モニタリング
7	土地活用	再開発	



表層土の試料採取



ボーリングマシンによる試料採取

図 7-66 事前調査の実施例⁵⁷

図 7-67 に塗装工場跡地での土壌調査において、電子線マイクロアナライザーを用いて汚染物質の化合物形態を確認した例を示す。この例では表層土壌（0~50cm）面の分析から人為

⁵⁷出典：JFE テクノリサーチ（株）の技術資料

的汚染（塗料破片）と推定され、さらに電子線マイクロアナライザーによる解析で、対象元素の化合物形態を明らかにできた。

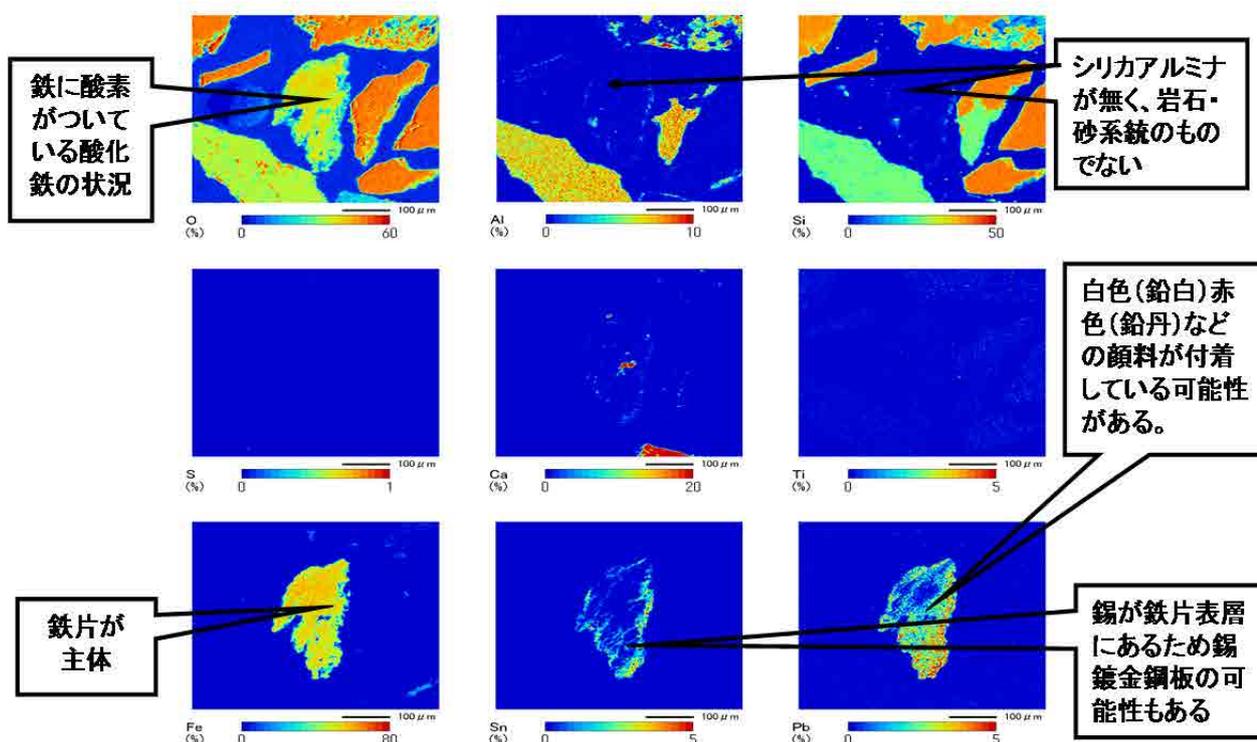


図 7-67 電子線マイクロアナライザーによる汚染物質の化合物形態の解析例⁴²

(6) 事業性の検討

① 算出条件

表 7-24 1m³当りの事前調査費

経費項目	単価	単位	出典
調査人件費	400	元/m ³	実績の多い日本企業が調査した単価 ¹⁾
埋立て処分費	123	元/m ³	臨沂市調査価格
掘削土運搬費	20	元/m ³	瀋陽市調査価格（10 k m 輸送と仮定）
その他経費	179	元/m ³	日本の実績から上記合計の 33% ¹⁾
合計	722	元/m ³	

注：日本の価格構成は日本の調査会社へのヒアリングによる。

② 検討結果

実績の多い日本企業が同じ方法で日本と中国で調査した場合の事前調査費用の比較を図 7-68 に示す。日本の単価と比較して埋立て処分費や掘削土運搬費が安価なため、日本企業が調査しても事前調査費用は安価になる。試算結果では中国での調査費用は日本の価格の約 20%であった。

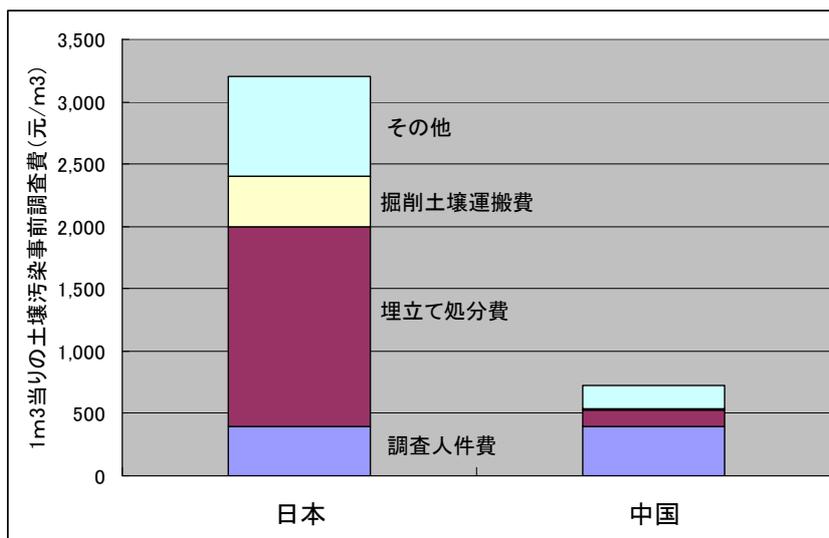


図 7-68 日本と中国における事前調査費用の比較

(7) 日本の技術の変更点、適応性

- ・ 日本の技術による事前調査により、正確に汚染の危険度や概算の処理費用を把握できる。この調査結果により、瀋陽市全体の汚染土地を浄化処理する計画を作成することができ、優先順位を付けて浄化処理ができる。
- ・ 事前調査の結果により、最適システムで最小コストの浄化技術、再資源化、処分方法の組合せを選定することができる。

<コストダウンに結びつくプロセスの変更項目>

調査のために掘削した土壌は適正に処理する必要があるが、中国では日本ほど処分費が高くないため調査費が安価になる。