

表 5-2 ASR 高度選別事業の事業採算性(12h 稼働)

項目	詳細	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
売上	PP、PE製品販売売上	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750
	PP、PE製品販売単価(千円/t)	50	50	50	50	50	50	50	50
	PP、PE製品販売量(t)	595	595	595	595	595	595	595	595
原価	人件費	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	オペレーター年収(福利厚生費含む)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
	人数	6	6	6	6	6	6	6	6
	電気代	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762
	維持費	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
	減価償却費	22,500	16,875	12,656	9,492	7,119	5,339	4,005	3,003
	計	47,062	41,437	37,218	34,054	31,681	29,901	28,567	27,565
営業利益		-17,312	-11,687	-7,468	-4,304	-1,931	-151	1,183	2,185
	販売管理費(売上の10%)	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975
経常利益		-20,287	-14,662	-10,443	-7,279	-4,906	-3,126	-1,792	-790

表 5-3 ASR 高度選別事業の事業採算性(24h 稼働)

項目	詳細	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
売上	PP、PE製品販売売上	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500
	PP、PE製品販売単価(千円/t)	50	50	50	50	50	50	50	50
	PP、PE製品販売量(t)	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190
原価	人件費	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
	オペレーター年収(福利厚生費含む)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	人数	9	9	9	9	9	9	9	9
	電気代	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524
	維持費	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
	減価償却費	22,500	16,875	12,656	9,492	7,119	5,339	4,005	3,003
	計	69,824	64,199	59,980	56,816	54,443	52,663	51,329	50,327
営業利益		-10,324	-4,699	-480	2,684	5,057	6,837	8,171	9,173
	販売管理費(売上の10%)	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950
経常利益		-16,274	-10,649	-6,430	-3,266	-893	887	2,221	3,223

表 5-4 ASR 高度選別事業の事業採算性(12h 稼働) (インセンティブありのケース)

項目	詳細	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
売上	PP、PE製品販売売上	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750	29,750
	PP、PE製品販売単価(千円/t)	50	50	50	50	50	50	50	50
	PP、PE製品販売量(t)	595	595	595	595	595	595	595	595
	減量インセンティブ費(29円/kg)	17,255	17,255	17,255	17,255	17,255	17,255	17,255	17,255
	計	47,005	47,005	47,005	47,005	47,005	47,005	47,005	47,005
原価	人件費	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000	18,000
	オペレーター年収(福利厚生費含む)	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
	人数	6	6	6	6	6	6	6	6
	電気代	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762	4,762
	維持費	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
	減価償却費	22,500	16,875	12,656	9,492	7,119	5,339	4,005	3,003
	計	47,062	41,437	37,218	34,054	31,681	29,901	28,567	27,565
営業利益		-57	5,568	9,787	12,951	15,324	17,104	18,438	19,440
	販売管理費(売上の10%)	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975	2,975
経常利益		-3,032	2,593	6,812	9,976	12,349	14,129	15,463	16,465

表 5-5 ASR 高度選別事業の事業採算性(24h 稼働) (インセンティブありのケース)

項目	詳細	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
売上	PP、PE製品販売売上	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500	59,500
	PP、PE製品販売単価(千円/t)	50	50	50	50	50	50	50	50
	PP、PE製品販売量(t)	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190	1190
	減量インセンティブ費(29円/kg)	34,510	34,510	34,510	34,510	34,510	34,510	34,510	34,510
	計	94,010	94,010	94,010	94,010	94,010	94,010	94,010	94,010
原価	人件費	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000	36,000
	オペレーター年収(福利厚生費含む)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	人数	9	9	9	9	9	9	9	9
	電気代	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524	9,524
	維持費	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800	1,800
	減価償却費	22,500	16,875	12,656	9,492	7,119	5,339	4,005	3,003
	計	69,824	64,199	59,980	56,816	54,443	52,663	51,329	50,327
営業利益		24,186	29,811	34,030	37,194	39,567	41,347	42,681	43,683
	販売管理費(売上の10%)	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950	5,950
経常利益		18,236	23,861	28,080	31,244	33,617	35,397	36,731	37,733

5.1.3 接触分解方式による油化事業の事業採算性の検討

(1)接触分解方式による油化事業の概要

従来の技術である熱分解方式は、ランニングコストが高く、採算が悪かったため、本実証事業では、新たな技術である使用済 FCC 触媒を使用した接触分解方式による油化プラントにより、油化実証試験を行った。

表 5-6 従来熱分解技術との比較

方式	熱分解方式	接触分解方式
触媒	なし	あり
対象プラスチック	主に PP、PE、PS	主に PP、PE、PS、10%程度の PVC、PET の混入可
処理方法	主としてバッチ式	連続式
生成由収率	～70%	～80%
生成油主成分	重質由(軽油、重油)	ナフサ、灯油、軽油
生成由品質	低(WAX 分多い、流動性低い)	高(WAX 分なし、流動性高い)
残留塩素	数 100ppm	100ppm 以下
安全性	ガス噴出リスクあり	ガス圧は安定
メンテナンス性	コーキングによる処理能力低下や、配管の閉塞が起りやすい、塩素による腐食トラブル等により、頻繁にメンテナンスが必要	コーキング発生や配管の閉塞なし、脱塩素材により、配管等の腐食なし

(2)接触分解方式による油化事業の事業スキームの概要

ASR を高度選別施設にて選別し、PP リッチ樹脂を中心とした油化原料を油化する事業だけだと油化事業としては採算性が取れないため、容器包装プラスチックの再商品化事業者に登録を行い、容器包装プラスチックと ASRPP リッチ樹脂をそれぞれ処理能力の 50%ずつ受け入れることを想定した事業を推進することが望ましいと判断した。

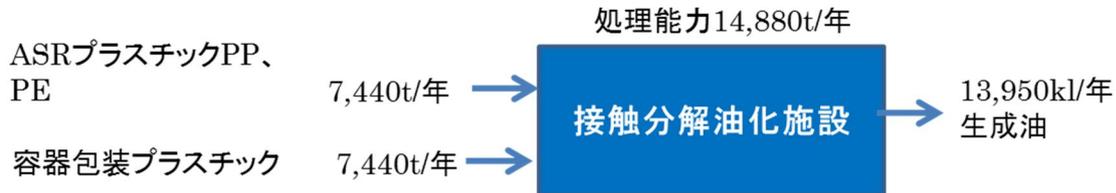


図 5-2 接触分解方式による油化事業の事業スキーム

(3)事業採算性の検討

容器包装プラスチックの再生処理事業を中心として実施することとし、ルール通り、処理能力の 90%までを落札するものとして試算した。また、平均落札単価は、ケミカルリサイクルの平均落札単価 41 円/kg より安い 34 円/kg とし、毎年 2 円/kg ずつ下がっていくことを想定した。

表 5-7 接触分解方式の油化事業の設備前提条件

項目	概要	根拠
年間処理能力	14,880t/年	2,000kg/h×24h×310 日
生成油生産量	13,950kl/年	ASR プラ油化率 80%(重量比)、比重 0.8、7440kl/年 容器包装プラスチック油化率 70%(重量比)、6510kl/年
ASR 由来プラ	50 千円/t	購入費
生成油販売単価	60 千円/kl	
設備概要	接触分解施設	
人員	48 人	4 組：オペレーター11 人/組、現場リーダー1 人/組
間接人員	8 人	事務スタッフ 4 名、管理者 4 名
触媒・消石灰	6000 千円	月額 50 万円×12 ヶ月
製造経費	4,800 千円	月額 40 万円×12 ヶ月(フォーク燃料費等)
一般管理費	—	売上の 5%と仮定
電気	91,066 千円/年	900kw×負荷率 0.8×17 円/kw×24h×310 日
維持費	8,000 千円/年	設備投資額の 2%
設備投資額	約 400,000 千円	設備償却 8 年
建屋建設額	約 180,000 千円	償却期間 31 年

表 5-8 接触分解による油化事業の事業採算性評価

項目	詳細	初年度	2年目	3年目	4年目	5年目	6年目	7年目	8年目
売上	生成油売上	418,500	837,000	837,000	837,000	837,000	837,000	837,000	837,000
	生成油販売単価(千円/kl)	60	60	60	60	60	60	60	60
	生成油販売量(kl)	6,975	13,950	13,950	13,950	13,950	13,950	13,950	13,950
	容リ処理費売上	126,480	238,080	223,200	208,320	193,440	178,560	163,680	148,800
	処理単価(千円/t)	34	32	30	28	26	24	22	20
	処理量(t/年)	3,720	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440
	計	544,980	1,075,080	1,060,200	1,045,320	1,030,440	1,015,560	1,000,680	985,800
原価	人件費	96,000	192,000	192,000	192,000	192,000	192,000	192,000	192,000
	オペレーター年収(福利厚生費含む)	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	人数	24	48	48	48	48	48	48	48
	原材料費	186,000	372,000	372,000	372,000	372,000	372,000	372,000	372,000
	ASRプラ単価	50	50	50	50	50	50	50	50
	ASRプラ購入量(t)	3,720	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440	7,440
	触媒・消石灰	3,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
	容リ運搬費	22,320	44,640	44,640	44,640	44,640	44,640	44,640	44,640
	容リ運搬費単価(6千円/t)	6	6	6	6	6	6	6	6
	生成油運搬費	55,800	111,600	111,600	111,600	111,600	111,600	111,600	111,600
	生成油運搬単価(8千円/kl)	8	8	8	8	8	8	8	8
	製造経費	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400	2,400
	電気代	47,616	47,616	47,616	47,616	47,616	47,616	47,616	47,616
	維持費	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
	減価償却費(設備)	75,000	56,250	42,188	31,641	23,730	17,798	13,348	10,011
減価償却費(建屋)	5,226	5,226	5,226	5,226	5,226	5,226	5,226	5,226	
	計	499,362	843,732	829,669	819,122	811,212	805,280	800,830	797,493
営業利益		45,618	231,348	230,531	226,198	219,228	210,280	199,850	188,307
	一般管理経費(売上の5%)	27,249	53,754	53,010	52,266	51,522	50,778	50,034	49,290
	人件費	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000	48,000
	事務所スタッフ年収	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000	4,000
	人数	4	4	4	4	4	4	4	4
	管理者年収	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000	8,000
	人数	4	4	4	4	4	4	4	4
経常利益		-29,631	129,594	129,521	125,932	119,706	111,502	101,816	91,017

5.2 ASR 高度選別事業の環境負荷低減効果

ASR は、自動車リサイクル法により、複数のリサイクル方法があるが、ベースケースでは最も多いガス化溶融によるリサイクルをベースケースとした。既往の研究では、酒井伸一氏らが、ASR の再資源化手法のライフサイクルアセスメントを実施しており、図 5-3 に示すプロセスにおいて 1tASR あたり、1,440kg-CO₂ と試算している。

本実証事業では、ASR の高度選別施設により、プラスチックを回収し、そのプラスチックを材料リサイクルする方法と油化する方法を検討した。油化する場合の実用機が現段階では商用プラントがないため、LCA データを収集することはできなかったが、容器包装プラスチックを油化した場合の既存の研究結果^(出典4)によれば、1,900kg-CO₂/容リプラ t という結果であるため、このデータを活用し、試算した。

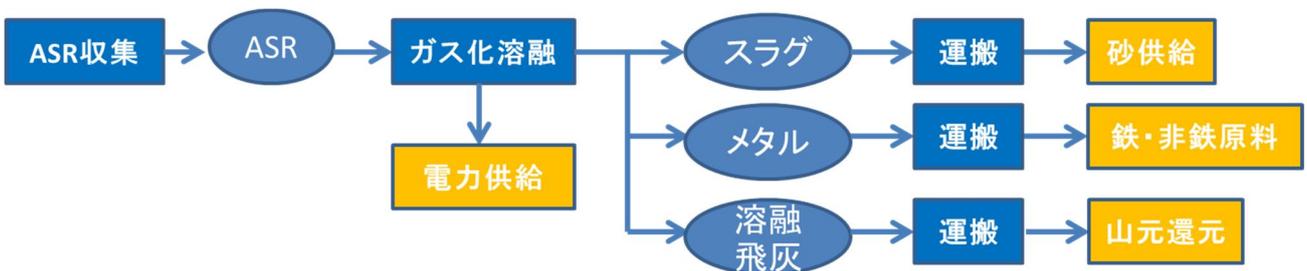


図 5-3 ASR の現行のリサイクルフロー (ベースシナリオ)

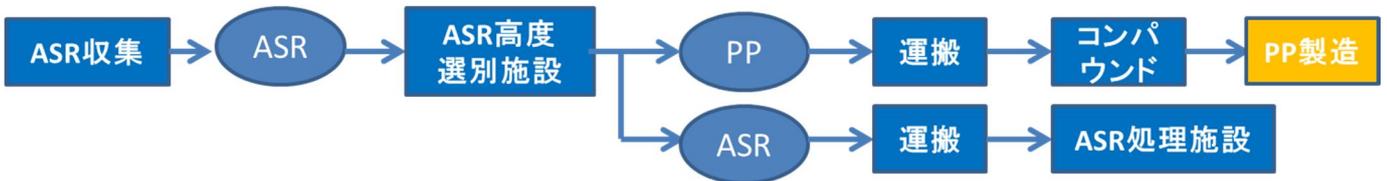


図 5-4 ASR のプラスチック原料化リサイクルフロー (本実証)

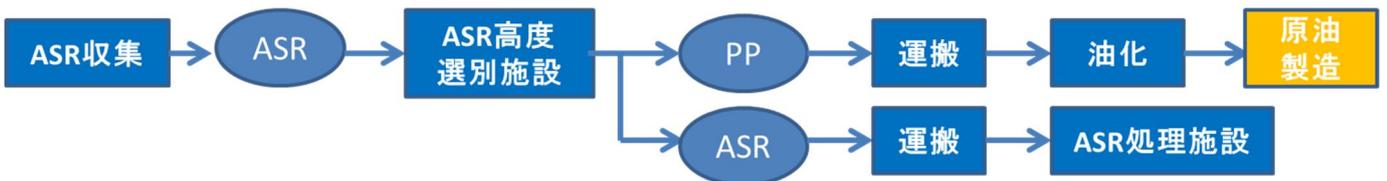


図 5-5 ASR のプラスチック油化リサイクルフロー (本実証)

表 5-9 ASR のプラスチック原料化リサイクルフローにおける LCA 試算結果

項目	kgCO ₂ /ASRt	備考
ASR 運搬	0.024	ASR 発生地から処理施設までの運搬、10t 車を想定。既存文献から往復 245km と仮定(注 1)
ASR 高度選別施設	40.60	処理 t あたりの電力使用量 100kwh/t×東電 2012 年度 0.406kg-CO ₂ /kwh(注 2)
コンパウンド施設	13.07	コンパウンド t あたりの電力使用量 175kwh/t×東電 2012 年度 0.406kg-CO ₂ /kwh、収率 0.184
ASR 由来プラ運搬	0.00093	往復 174km、4t 車を使用すると仮定(注 1)
ASR 運搬	0.024	ASR 発生地から処理施設までの運搬、10t 車を想定。往復 245km と仮定(注 1)
ASR 処理施設	1175.04	ASR をガス化溶解すると仮定、1t あたり 816kg 発生するものと仮定、1440kg-CO ₂ /ASR t (注 1) (本原単位には、生成油の原油代替効果が折り込み済みとなっている)
バージン樹脂代替効果	-189.52	処理 1t あたりの PP リッチ材回収量 184kg、ポリプロピレン 1.03kg-CO ₂ /kg(注 3)
計	1,039	ASR からプラだけを回収し、材料リサイクルした場合

(出典 1 : 自動車破碎残渣(ASR)の資源化・処理に関するライフサイクルアセスメント、酒井伸一、廃棄物資源循環学会誌、2012 年 6 月)

(出典 2 : 2012 年度の CO₂ 排出原単位の実績等について、東京電力、2014 年 7 月 25 日)

(出典 3 : LCA データベース、社団法人産業環境管理協会)

表 5-10 ASR のプラスチック油化リサイクルフローにおける LCA 試算結果

項目	kgCO ₂ /t	備考
ASR 運搬	0.024	ASR 発生地から処理施設までの運搬、10t 車を想定。既存文献から往復 245km と仮定(出典 1)
ASR 高度選別施設	40.60	処理 t あたりの電力使用量 100kwh/t×東電 2012 年度 0.406kg-CO ₂ /kwh(出典 2)
油化施設	349.60	プラスチック t あたりの二酸化炭素排出原単位 1900kg-CO ₂ /t(原油削減効果含む)(出典 4)、収率 0.184
ASR 由来プラ運搬	0.00093	往復 174km、4t 車を使用すると仮定(出典 1)
ASR 運搬	0.024	ASR 発生地から処理施設までの運搬、10t 車を想定。往復 245km と仮定(出典 1)
ASR 処理施設	1175.04	ASR をガス化溶解すると仮定、1t あたり 816kg 発生するものと仮定、1440kg-CO ₂ /ASR t (出典 1)
計	1,565	ASR からプラだけを回収し、材料リサイクルした場合

(出典 1 : 自動車破碎残渣(ASR)の資源化・処理に関するライフサイクルアセスメント、酒井伸一、廃棄物資源循環学会誌、2012 年 6 月)

(出典 2 : 2012 年度の CO2 排出原単位の実績等について、東京電力、2014 年 7 月 25 日)

(出典 3 : LCA データベース、社団法人産業環境管理協会)

(出典 4 : プラスチック製容器包装再商品化手法に関する環境負荷等の検討Ⅱ、公益財団法人 日本容器包装リサイクル協会、平成 24 年 6 月)

以上の結果より、ASR のプラスチックを回収し、リサイクルすることによる二酸化炭素削減効果は、材料リサイクルで、27.8%減で、油化は、9.8%増となった。

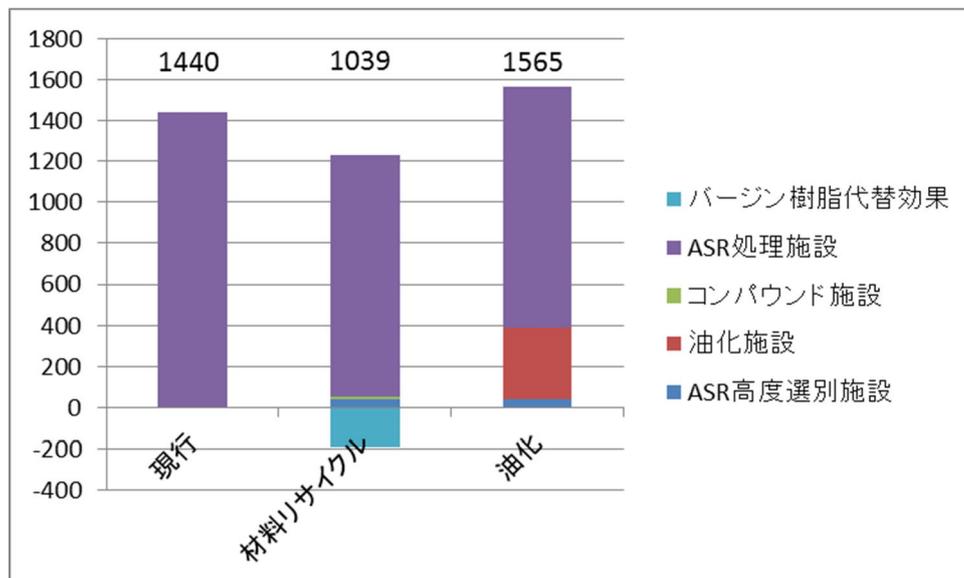


図 5-6 ASR のリサイクル手法別二酸化炭素排出量

5.3 事業終了後の展開可能性

(1)ASR 高度選別事業の事業展開可能性

ASR 高度選別事業については、本実証試験により光学選別機により、材料リサイクルや油化原料となりうる ASRPP リッチ樹脂の回収は、実現可能であることが判断できた。実施場所としては、破砕事業者であるスズクホールディング株式会社が、破砕施設に併設して設置することが、ASR の横持ち運搬費のコストを低減できるため有効であることが明らかである。

また、ASR からプラスチック原料を回収するためのコストは、既存の制度である ASR の減量インセンティブ制度を適用し、収益改善を目指すこととする。これら事業が実現できれば、スズクホールディング株式会社が所有する他の破砕事業の横にも併設していく展開可能性が考えられる。

ASR 高度選別事業により回収された ASRPP リッチ樹脂は、材料リサイクル用の原料と油化原料として販売することになる。材料リサイクルについては、株式会社レノバが購入し、コンパウンドを行い、日産自動車向け自動車原料として販売するとともに、その他用途向けのコンパウンド原料として活用する。一方、油化原料については、株式会社野田修護商店が展開する接触分解方式による油化事業に販売し、生成油は、JX 日鉱日石エネルギー株式会社の水島製油所に持ち込み、石油化学原料として、利用され、ASRPP リッチ樹脂由来のバージン相当の PP 樹脂を製造し、日産自動車向け原料として利用することを目指す。

(2)自動車以外の分野でのマテリアルリサイクルの可能性

ASR に含まれるプラスチックは、他の廃プラスチックと比較しても物性の高い樹脂を使用しているため、カスケード利用として有効に利用できる材料である。本事業の申請主体である株式会社レノバでは、自動車由来のプラスチックを既に活用し、容器包装プラスチック樹脂とコンパウンドを行い、家電製品部品向け原料として家電メーカーの部品化などにも成功している。

製品用途として、自動車由来のプラスチックの物性が最も高級な原料であることを考えると、軟質系プラスチックが中心の容器包装プラスチック原料 40%程度と自動車由来のプラスチック 60%程度とをコンパウンドすれば、家電製品部品の原料などには適用可能であることも確認されている。

その他用途の日用雑貨製品やプランターなどは、容器包装プラスチック原料の比率を向上させることができ、自動車由来プラスチックの使用量を減らし、マテリアルリサイクルすることが可能であるため、物性向上させる材料として活用価値のある材料として期待できる。

5.4 ASR 高度選別事業の事業化スケジュール

スズクホールディングにて、既存の ASR 破碎事業において、ASR からプラスチックを回収する事業化検討を行い、今後は下記のスケジュールにて推進していく予定である。

なお、油化事業については、2015 年 9 月までにプラントを完成させ、2016 年 4 月から事業を開始することを検討する。

項目	2014年 4～6月	7～9月	10～12月	2015年 1～3月	4～6月	7～9月	10～12月
社内調整、決済	→						
許認可申請		→	→				
プラント工事				→	→		
本格稼働							→

図 5-7 高度選別事業の事業化スケジュール

項目	2014年 4～9月	10～3月	2015年 4～9月	10～3月	2016年 4～9月
社内調整、決済	→				
許認可申請		→	→		
プラント工事			→	→	
本格稼働					→

図 5-8 接触分解方式の油化事業の事業化スケジュール

まとめ

●ASR からのプラスチック回収を行う高度選別事業については、回収されたプラスチック量に相当する減量インセンティブが ART から得られれば、十分採算が取れる事業であることがわかった。

●ASR から回収された比重分離後のプラスチックは、物性も高く十分、材料リサイクルに向く材料であることがわかった。実証試験における収率 18.4%。

●油化事業の対象としてのプラスチックは、比重分離前のプラスチックは、石油化学プラントでの受け入れには不純物が混入してしまうことが明らかとなったため、事業化段階では、材料リサイクル原料と同様に比重分離後のプラスチックを原料とする必要があることがわかった。

●ASR から回収したプラスチックを油化することについては、有価物としての取引だけだと採算が合わないため、容器包装プラスチックとの混合処理であれば、採算性を確保できる結果となった。

●ASR からプラスチックを回収し、材料リサイクルすることは、ASR 処理に伴う二酸化炭素排出量は、27.8%削減されることがわかった。

●本実証試験で利用した光学選別機は、我が国最大のセンサー精度であり、欧州の最先端レベルであり、これら先端技術を活用した選別が一定の効果があることがわかった。欧州では、光学選別機に比重選別機などの機能を併せて、さらに選別精度を向上させる事例があることから、事業化においては、比重分離機なども併設した事業モデルを検証することが重要であることがわかった。

●高度選別事業が事業化された場合には、自動車原料としての原料供給が安定化することが期待され、再生樹脂を使用した自動車部品化が期待される。また、強度などが要求される部品については、油化原料として油化した生成油を石油化学メーカーに販売し、バージン PP 相当の PP 樹脂を製造できるため、再生樹脂として利用することが期待される。

リサイクル適性 

この印刷物は、印刷用の紙へ
リサイクルできます。



平成 25 年度自動車リサイクル連携高度化等支援事業

光学選別機を利用した ASR 由来のプラの
材料リサイクル及び油化事業

調査報告書

調査受託者
株式会社レノバ

〒100-0004 東京都千代田区大手町 1-7-2 東京サンケイビル 18F

TEL : 03-3516-6260、FAX : 03-3516-6261

<http://www.renovainc.jp>