

2009年9月18日、名古屋大学
廃棄物循環資源学会・企画セッション

家電シュレッダープラスチック選別の最新動向

(株)テルム 早田輝信

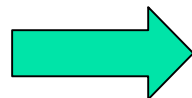
1. 家電プラスチックリサイクルの進歩
2. シュレッダープラ選別システムの現状
3. プラ選別システムの課題

1. 家電プラスチックリサイクルの進歩

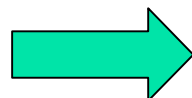
家電プラスチックの水平リサイクル

- ①回収プラスチックが元の製品に使われるようになった(水平リサイクル)
- ②家電リサイクル法施行で技術開発の最も進んだ分野。メーカーの努力大

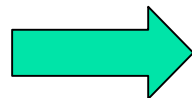
テレビ



洗濯機



冷蔵庫



1. 家電プラスチックリサイクルの進歩

マテリアルリサイクルの工程と費用

- ①工程内廃プラは青工程でリサイクル。カスケード型が主流
- ②市場回収プラのリサイクルに赤工程追加。品質向上は高コスト

工程	内容	費用 (円/kg)
異物除去	金属ビス類やメッキ・塗装の除去	10~40
選別	材質の単一化	0~40
破碎	粗破碎+細破碎。目標1cm	20/回
洗浄	埃除去	0~20
調質	物性調整:流動性、耐熱性、色など	0~30
造粒	ペレット化	20~40
計		50~190

1. 家電プラスチックリサイクルの進歩

素材別のリサイクル量の変化

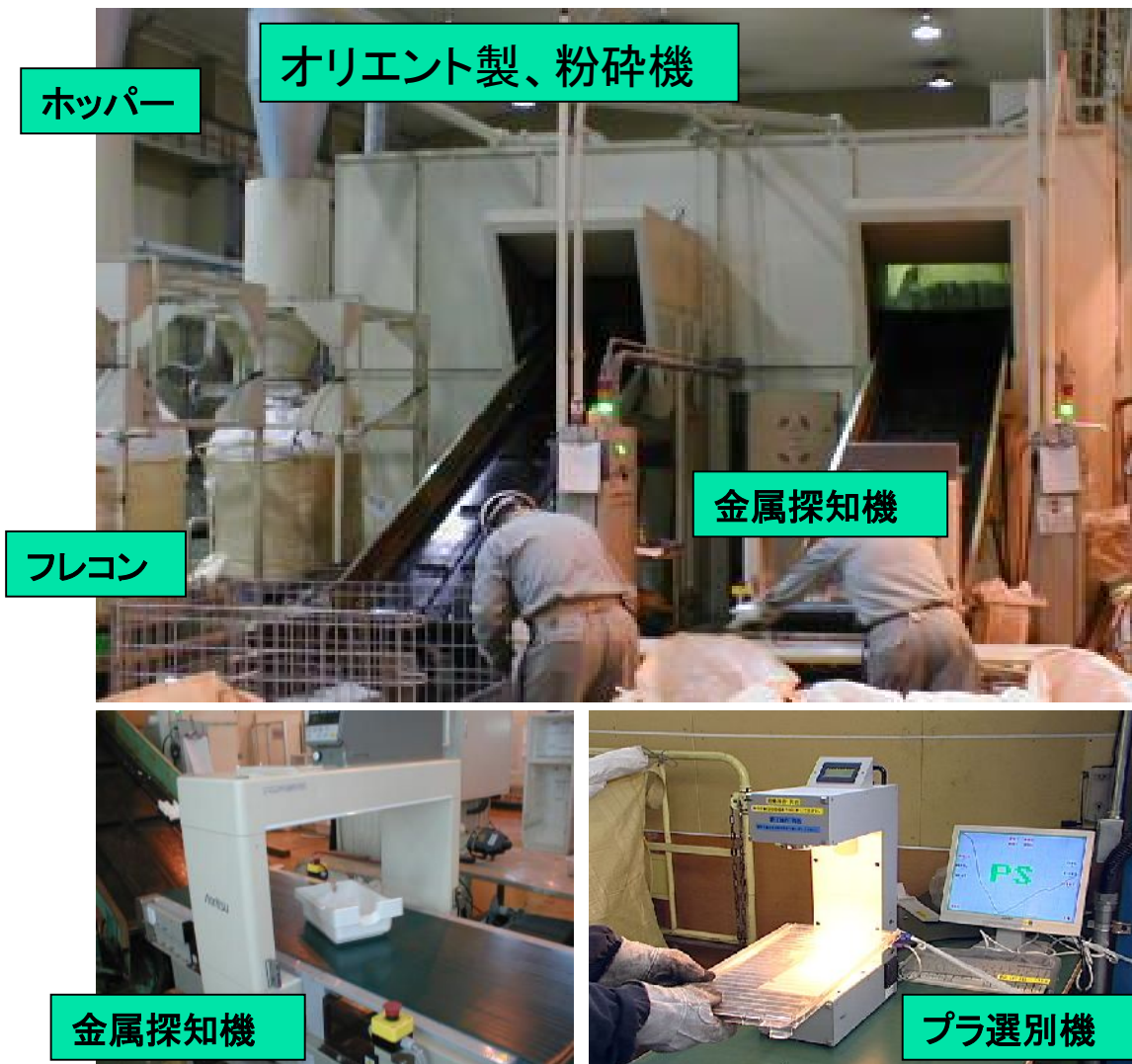
- ①リサイクル量は6年で79%増加。処理量の増加(46%)とメーカーの意欲向上
 ②増加率の高いのは、その他有価物(主にプラ)と銅・アルミ。選別機が性能向上

年度	H13	H14	H15	H16	H17	H18	H19	H18/H13 (%)
鉄	110,555	127,171	135,769	143,321	145,034	142,429	146,800	133
銅	5,423	7,901	8,791	10,028	11,883	12,259	13,261	245
アルミ	965	1,845	1,875	2,298	3,324	2,920	9,644	999
金属混合物	41,406	56,035	55,671	61,790	69,334	65,497	58,755	142
ガラス	45,153	55,075	55,975	60,818	53,727	52,394	68,269	151
その他有価物 (プラスチック、基板)	7,462	14,785	25,400	32,799	50,761	69,344	81,609	1094
計	210,964	262,812	283,481	311,054	334,063	344,843	378,338	179

出展 (財)家電製品協会、家電リサイクル年次報告書平成19年度版

1. 家電プラスチックリサイクルの進歩

異物除去・選別・破碎システムの一例



破碎前



破碎後

1. 家電プラスチックサイクルの進歩

洗濯機水槽の異物除去

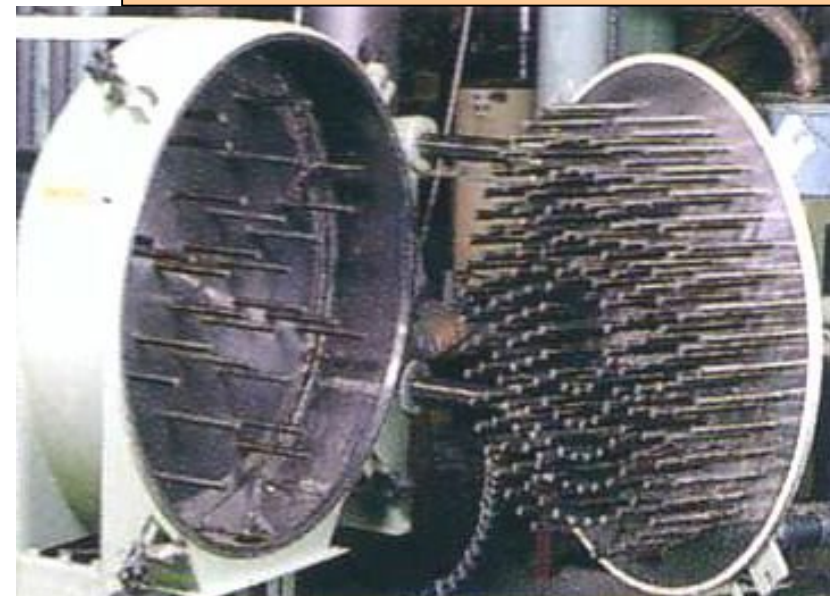


汚れの原因

- ・洗剤カス・水あか
- ・皮脂汚れ・**かび**

乾式洗浄機

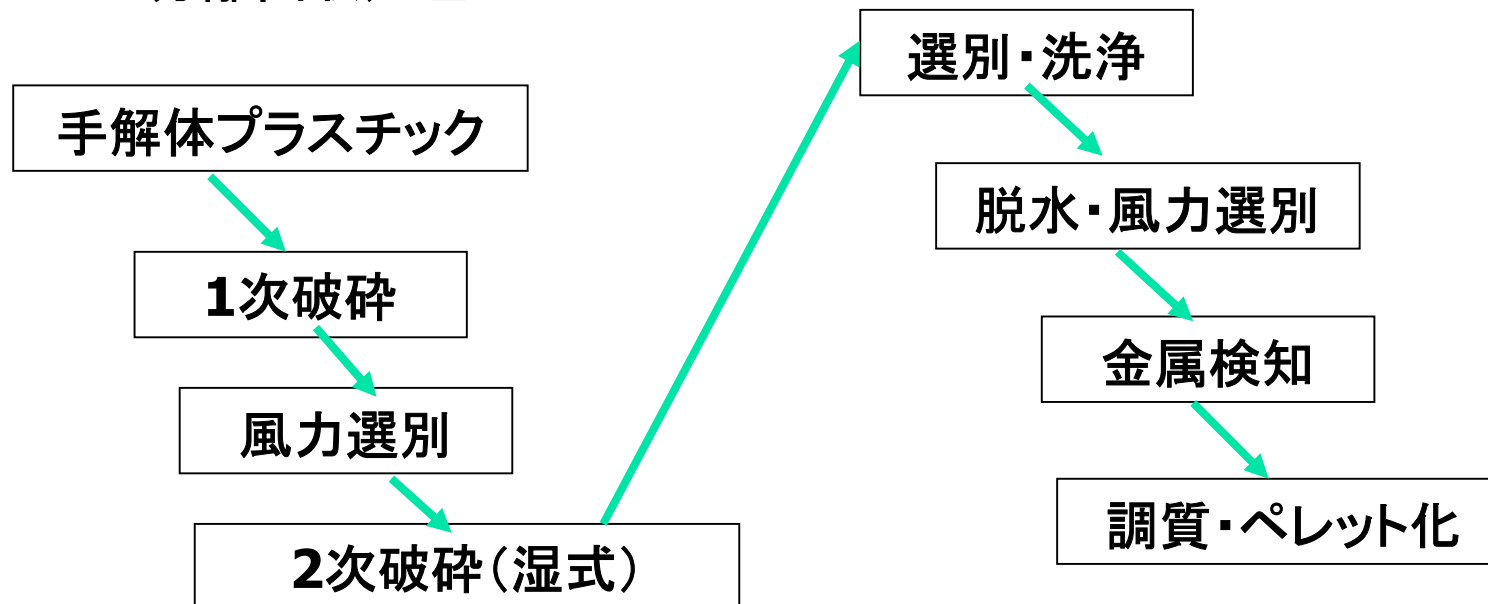
- ・**表面を研磨する**
- ・粒径10mm以下



手解体プラの選別・洗浄

- ①対象: 選別・異物除去済みの単一樹脂(純度約95%)
- ②実施: 従来の工程廃プラのリサイクル業者
- ③工程: 水平リサイクルには、5%異物除去の徹底に複数の工程が必要

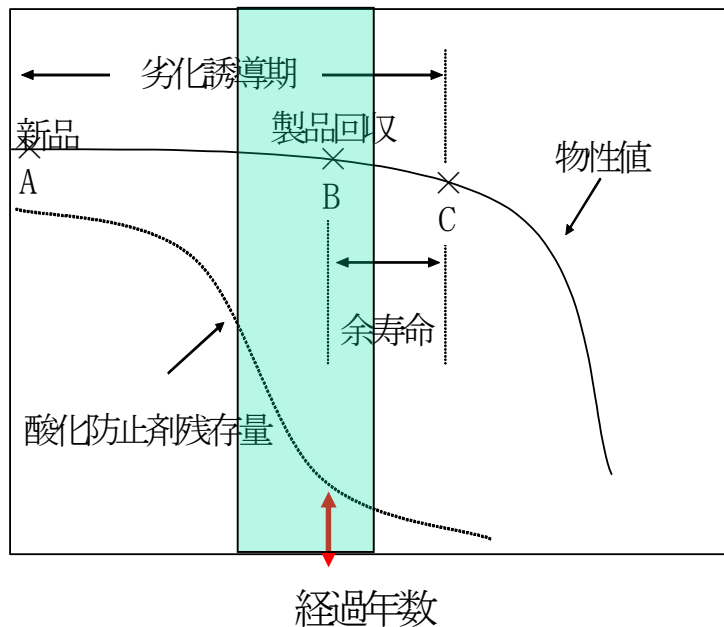
PP分離回収処理フロー



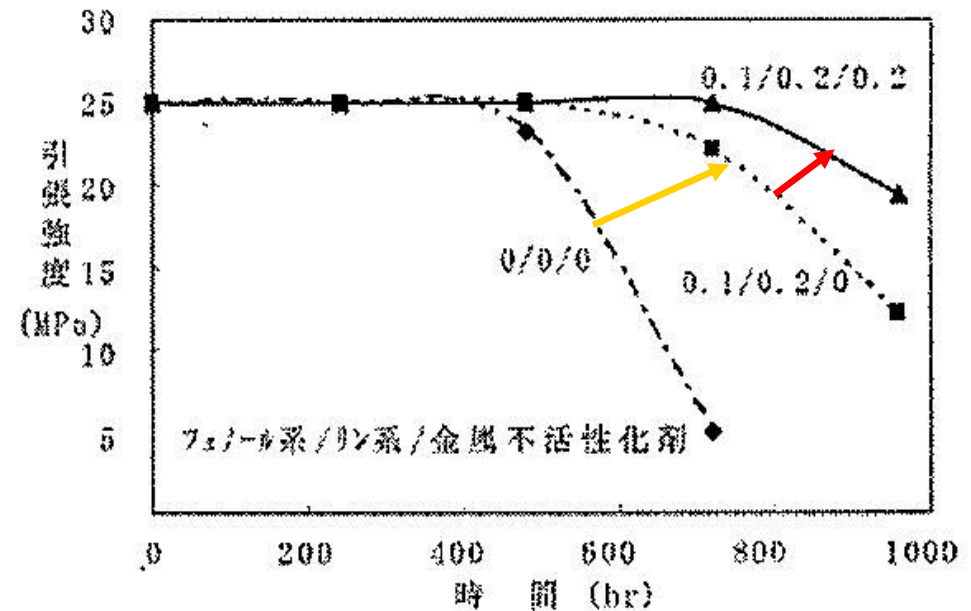
1. 家電プラスチックサイクルの進歩

改質剤の添加効果

- ①酸化防止剤は使用時に飛散する。残存量を測定して必要量を添加する
残存量の迅速測定はTG-DTAで可能。残存量のバラツキは大量処理で平準化可能。
- ②金属不活性化剤は耐久性を向上する。



プラスチックの劣化特性



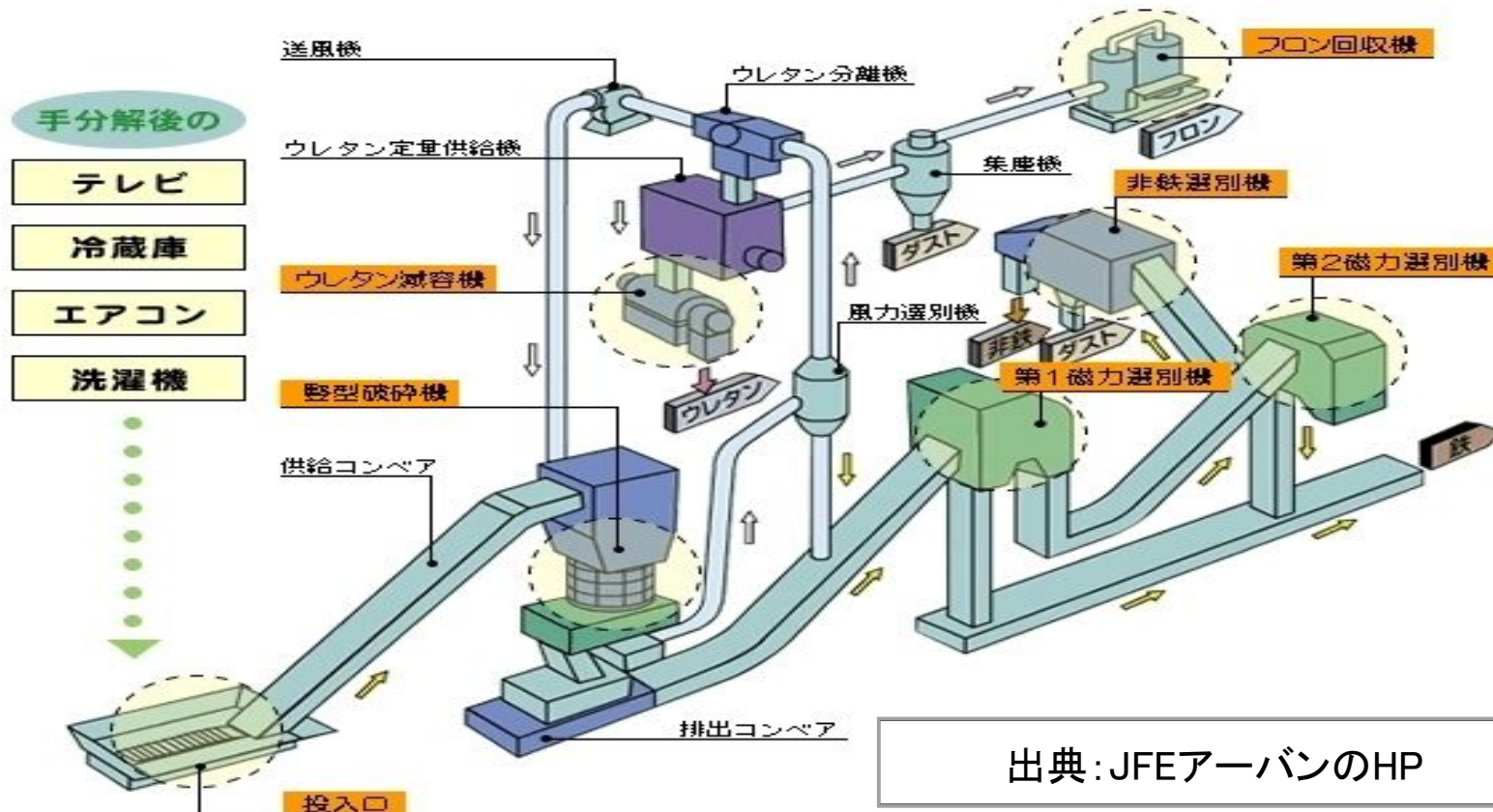
改質剤の添加効果

出典: シャープHP

2. シュレッダープラ選別システムの現状

家電リサイクルプラントの破碎選別ライン

- ①破碎：単一物質に。できるだけ形状を揃える。
- ②選別：磁力選別（鉄）とうず電流選別（非鉄）の組合せ。磁選の性能は良好。



出典：JFEアーバンのHP

2. シュレッダープラ選別システムの現状

機械破碎・選別工程からの回収品

- ①鉄と非鉄を回収：課題は鉄への銅の混入防止。非鉄は銅とアルミへの分別。
- ②シュレッダーダストからの金属やプラの選別技術開発は急進中



鉄



非鉄



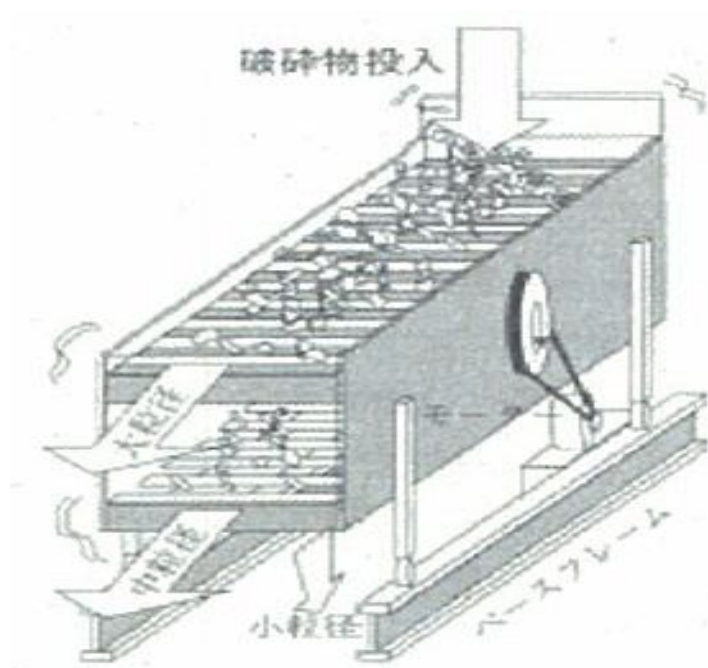
シュレッダーダスト

- ①非鉄約20%と混合プラ
- ②難分別物：塩ビ、アルミ箔、ハーネス

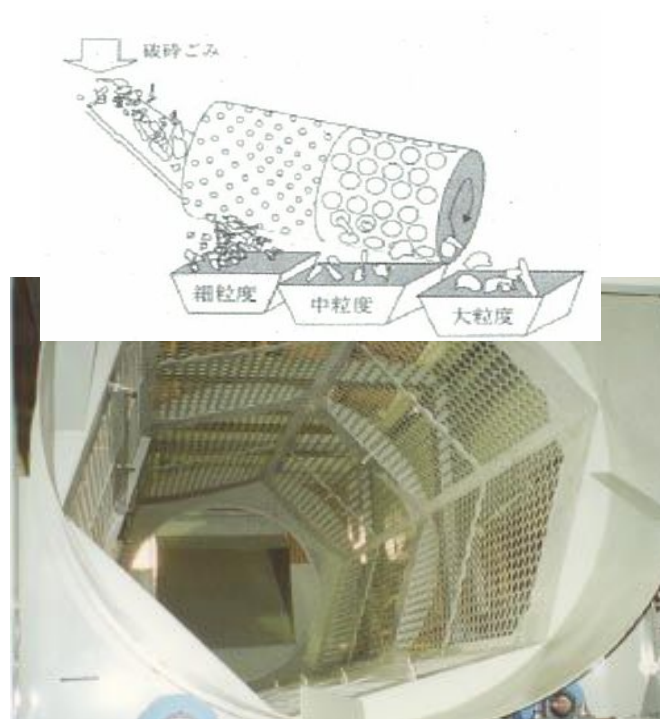
2. シュレッダープラ選別システムの現状

篩（形状選別）

- ①大きさを揃える前処理機。2段篩で3分割し、中形粒子を選別。
- ②篩の詰り防止のため、振動や回転で物を動かす。



振動篩



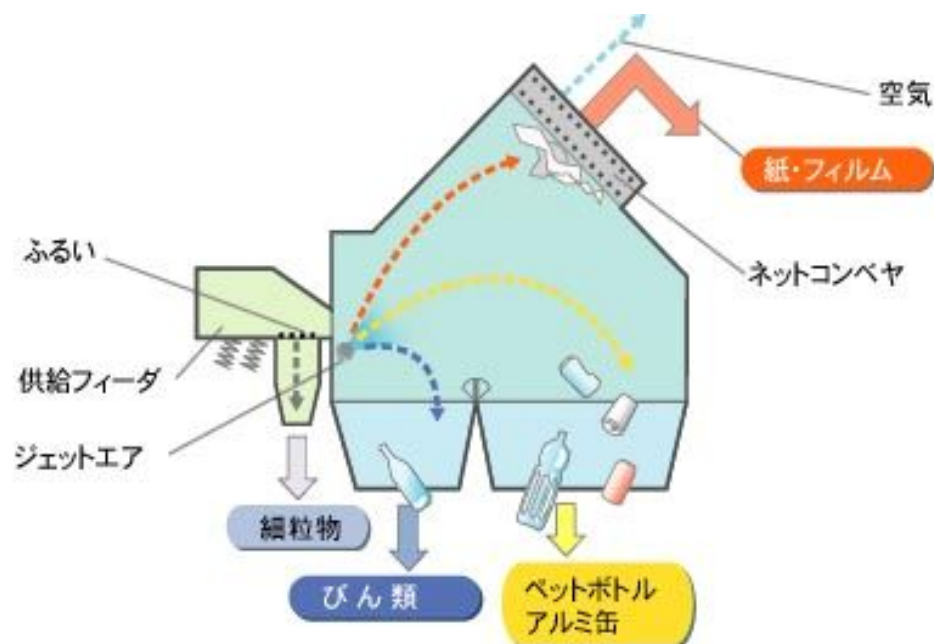
回転篩（トロンメル）

出典：資源と素材133、No12

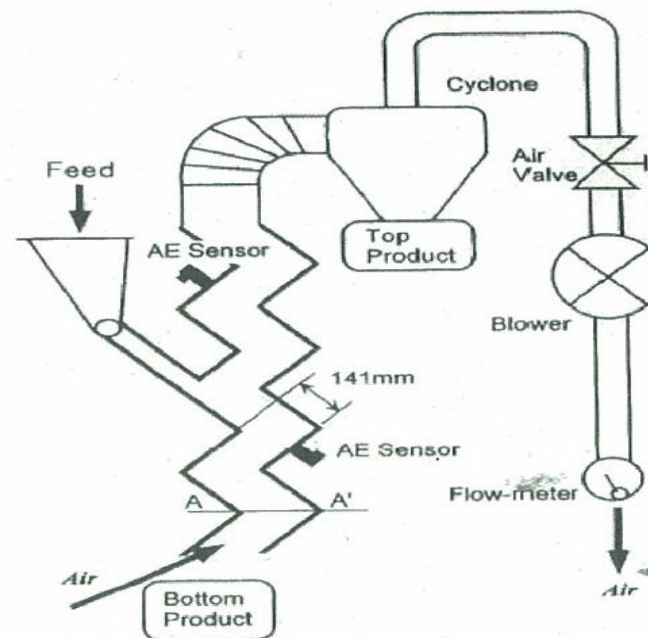
2. シュレッタープラ選別システムの現状

風力選別

- ①比重選別機の一つ。簡便安価。形状の影響大
- ②横型は飛んだ距離で選別
- ③縦型はジグザグ、オリフィス、2段などの改良型あり。静電付着微粉の除去に有効



風力選別機(横型)



風力選別機(縦型)

2. シュレッタープラ選別システムの現状

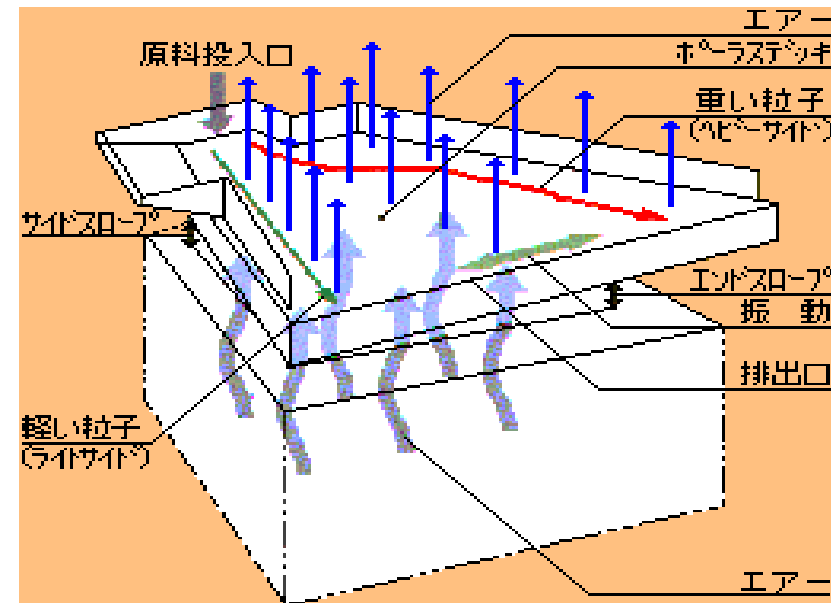
振動式比重選別

- ①重いものは摩擦で上へ、軽いものは浮かして下へ。適した大きさは数mm
- ②金属とプラ、銅とアルミにも使用可能



縦型

出典：資源と素材133、No12



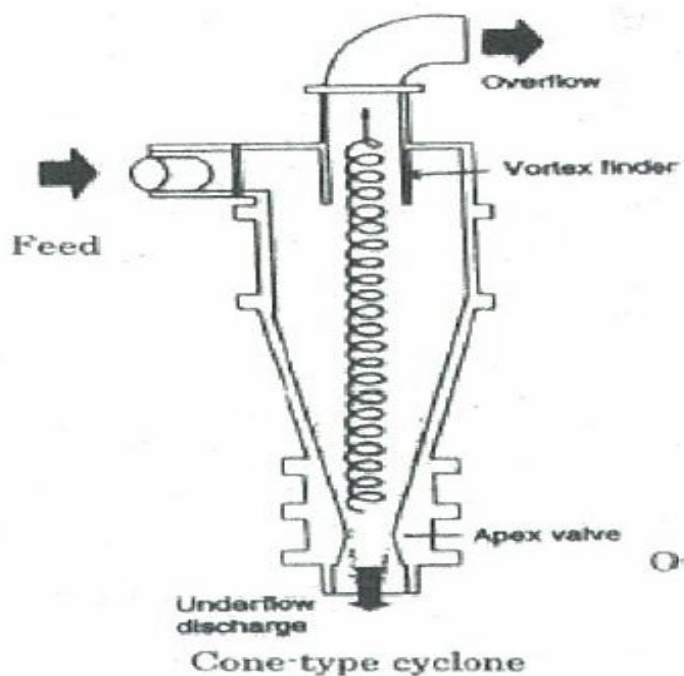
横型(エアテーブル)

出典：ジェイテックのHP

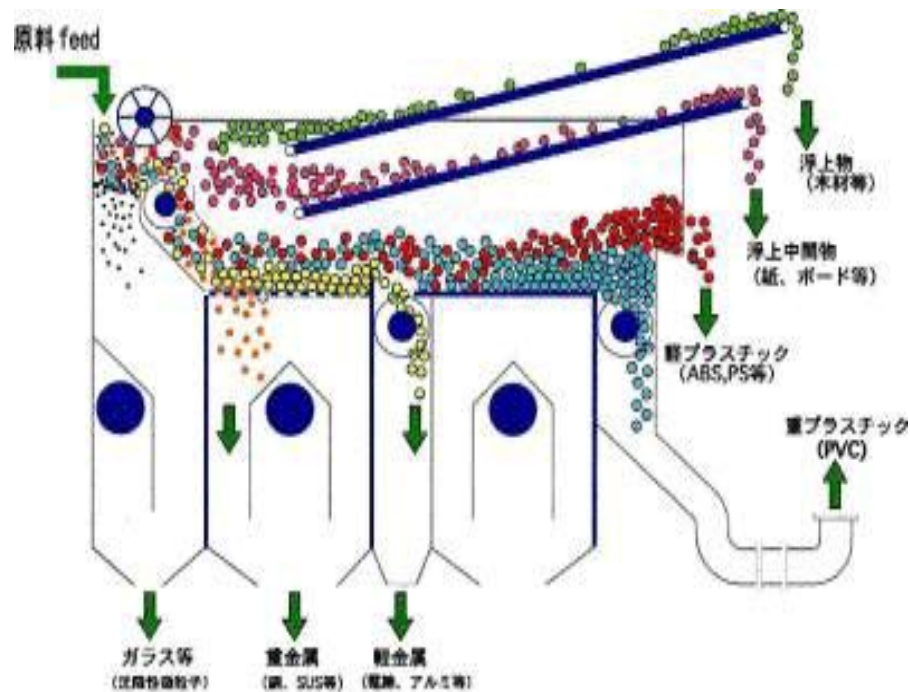
2. シュレッダープラ選別システムの現状

湿式高次選別

①細粒子の選別性向上に有効。 ②サイクロンは遠心力、ジグは干渉沈降を利用



湿式サイクロン



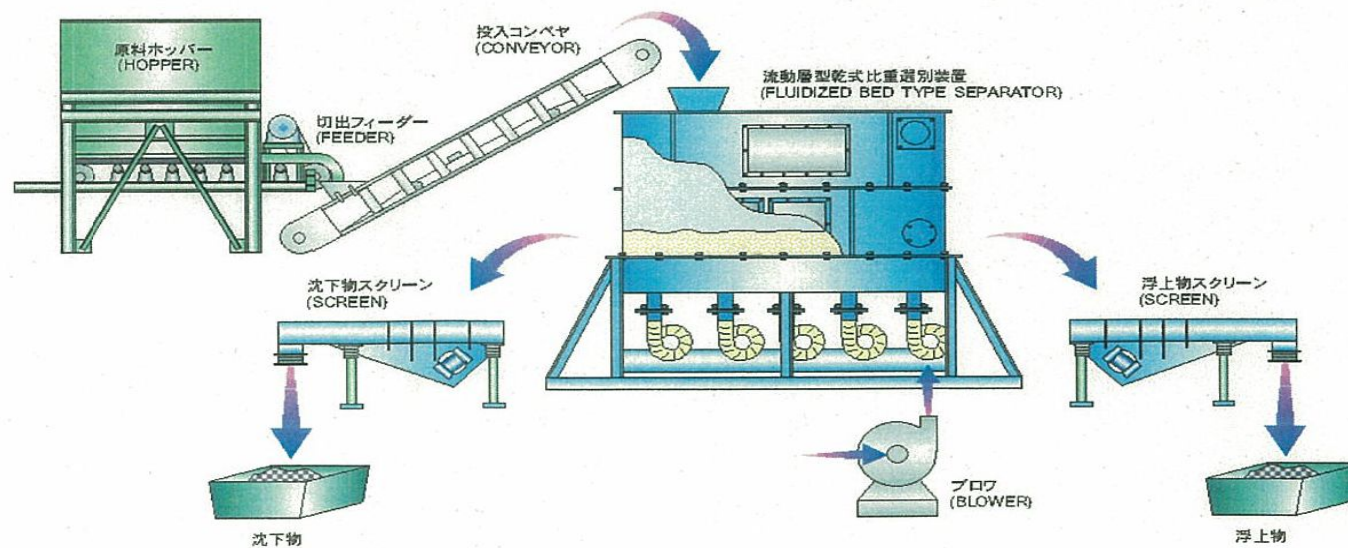
ジグ選別機

出典: サンキョウのHP

2. シュレッタープラ選別システムの現状

固気流動層比重選別

- ①湿式比重選別の液体を砂に変え、下方から空気を吹込み比重を調整
- ②砂の材質を変えれば選別比重も変わる。鉄粉では比重4.4が可能
- ③回収性能: 砂媒体比重1.25: 廃プラ中の塩ビ濃度7.9%→2.4%
 - ・砂媒体比重1.10: 建設廃木材中の土砂濃度7.2%→0%
 - ・鉄粉媒体比重4.4: 非鉄からの回収アルミは純度99%、回収率96%

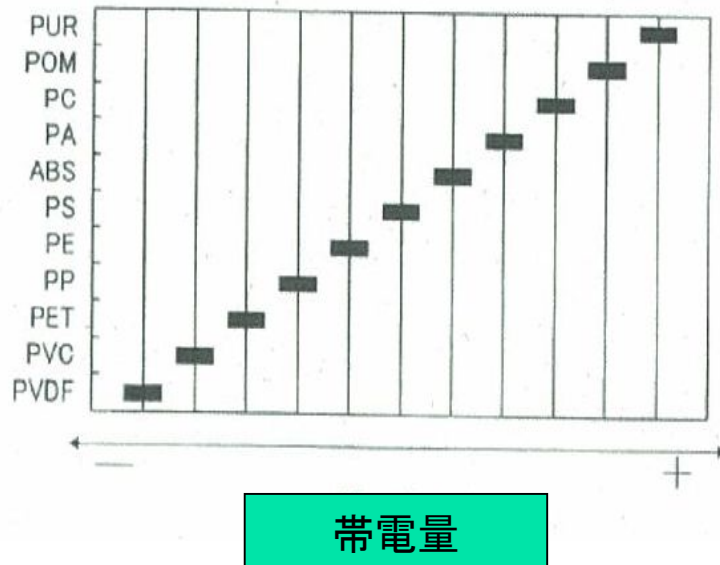


永田エンジニアリングのかたろぐ

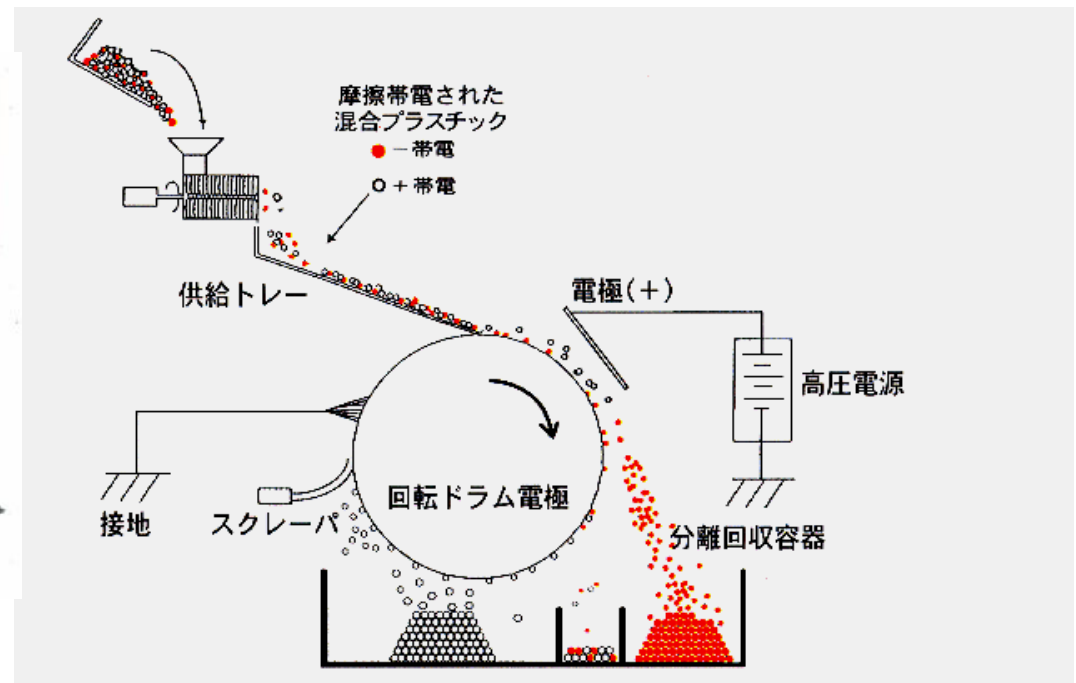
2. シュレッタープラ選別システムの現状

静電分離選別

- ①2種物質を擦り合わせて帯電させ静電力の差で分離。
- ②湿度に弱い。形状の影響あり
- ③三菱電機(パネル対向電極)、協和産業(回転ドラム電極)で実証試験中



出典: 資源と素材133、No12

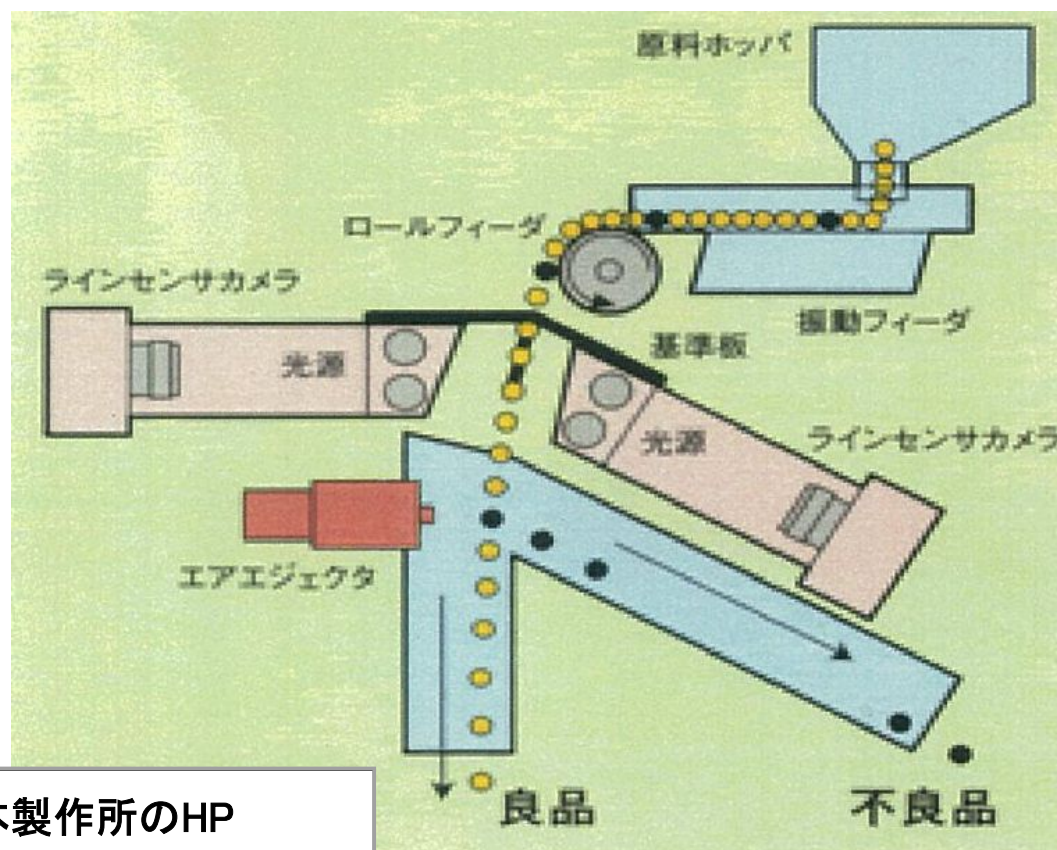


出典: 日立造船HP

2. シュレッタープラ選別システムの現状

色彩選別

- ①色彩選別機は異物除去(食品、黒米などで実用中)。銅アルミ選別に実用化。
- ②検出は良好だが、選別はエアジェットで形状の影響大

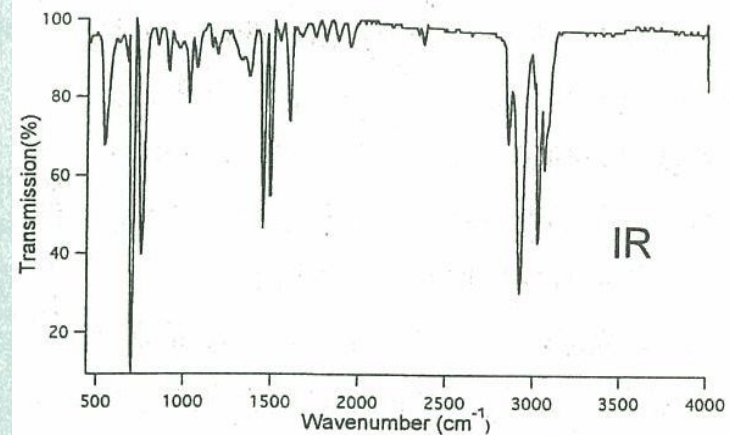
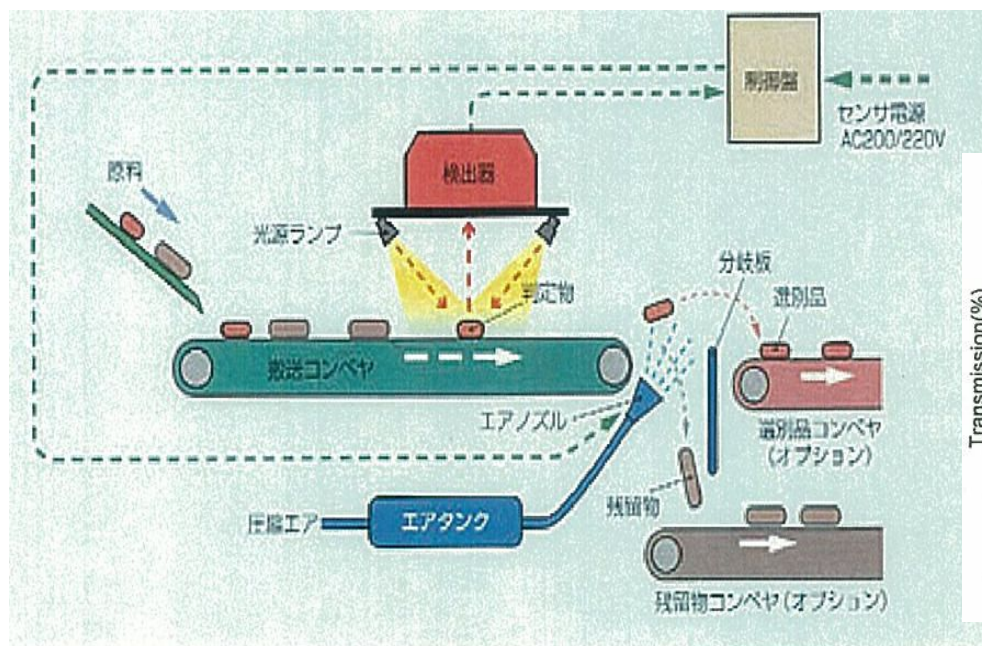


出典: 山本製作所のHP

2. シュレッダープラ選別システムの現状

近赤外線を用いた選別

- ①近赤外線はプラスチックの単一物質同定が可能。分析装置で実用中
- ②検出は良好だが、選別はエアジェットで形状の影響大
- ③PP純度: 90~92%。PS純度: 85~90%



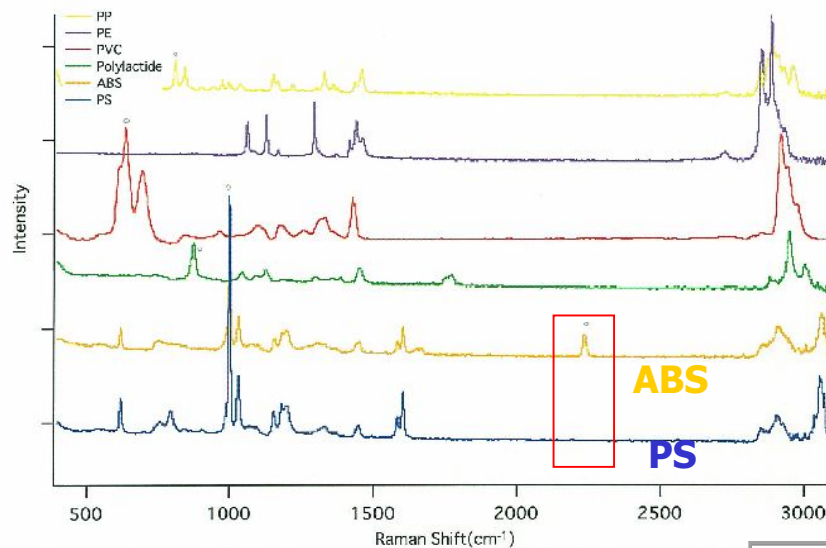
ポリスチレンのスペクトル

出典: アーステクニカ(株)のHP

2. シュレッタープラ選別システムの現状

ラマン光を用いた選別

1. 特徴:ラマン法(ABSとPSの選別可能)
2. 冷蔵庫混合プラで選別試験:純度95%以上で日用品化可能。回収率も80%で良好。
3. 多段前処理(異物除去の徹底)が必要



	純度 (%)	回収率 (%)
ABS	97	76
PS	98	83
PP	95	82

選別試験結果

ラマンスペクトル

出典:(株)サイムより提供

シュレッダーダストの選別(まとめ)

1. 選別には多くの方法が試みられている。
 - ①既存法: 篩、風選、振動式比重、湿式比重
 - ②新方法: 色彩、赤外線、静電
2. 多段組合せで実用性向上
 - ①選別には、対象粒子の大きさや形を揃えるのが重要
 - ②新選別法の検出感度は高いが、エアジェット選別はバラツキ大
 - ③新選別装置は高価。渦電流の数倍。
 - ④現在水平マテリアルが可能な純度98%にいま一歩らしい

3. プラ選別システムの課題

スクラップ鉄と非鉄の種類と市況

可鍛・配合材	東京	大阪
キュボラ用	▼34800	30900
一般用	▼31800	27900
H S	▼24000	▼24500
H 1	▼22300	▼23000
H 2	▼20500	▼21500
H 3	▼19500	▼20000
ギロチン材A	▼19000	▼20500
〃 B	▼18500	▼19500
〃 C	▼18000	▼18000
新断プレス	▼24600	▼24500
新断バラ	▼23600	▼23500
鋼ダライ粉	▼15900	▼16500
銑ダライ粉A	▼16400	▼16200
〃 B	▼15900	▼16000
故銑(上大割)	▼24300	▼21500
〃(並大割)	▼22800	▼20500
自動車プレス	▼17500	▼17500
自動車ガラ	▼17000	▼16500
モーターブロック	▼22000	▼21500
スチール缶(飲料缶)	▼17000	▼16000

ステンレス・スクラップ		
18Cr8Ni新断	100000	95000
〃(ダライ粉)	80000	70000
18Cr	22000	22000
13Cr	20000	20000

(キロ当たり円)	東京	大阪
1号銅線	555	560
2号銅線	—	497
上銅(新切れ)	530	540
〃(普通)	510	—
並銅	482	487
下銅(製錬向け)	465	462
銅削り粉(純銅)	475	475
銅滓(30%)	25	25

1号葉きょう	378	—
2号	368	—
新切黄銅(セパ)	410	408
〃(コーペル)	384	385
新黄銅棒コロ	379	385
黄銅削り粉	376	383
交差(半銅)ラジ	303	302
黄銅鑄物	—	309
込み黄銅	298	300

上青銅鑄物	—	433
並	403	420
上青銅鑄物削粉	—	425
並	393	420
新切リン青銅		
〃伸銅向け	545	—
〃青銅向け	—	533
〃削り粉	435	456
洋白(ばね材)	404	402
〃(かぎ材)	187	184

出典: 日刊産業新聞

3. プラ選別システムの課題

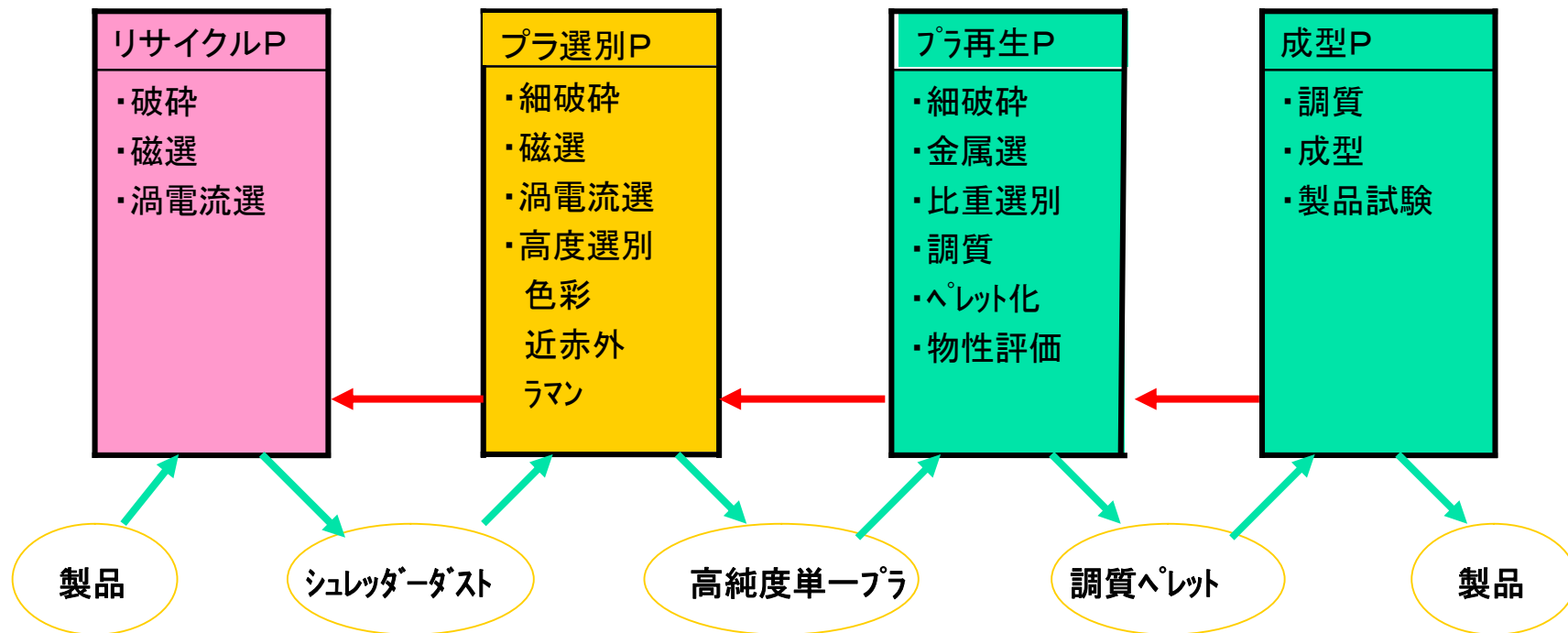
回収プラの種類と用途

種類	用途	純度	価格
松	元の製品	>99%	バージン並
竹	日用品	~95%	数10円
梅	ブロック	~80%	数円

1. 特徴
- ①種類が少ない
 - ②選別プラの価格は不明瞭。
 相対取引が主流。市場形成が不十分で流通商品になっていない。
 - ③選別した単一材料の量が少ない。
 低品位と混合すれば低品位に合わされる。
 - ④純度や品位による価格差が小さい。
2. 解決策
- ①高純度選別プラ(同一種)の量を増やす。
 - ②品位の共通化。市場の形成。

SDプラリサイクルのバリューチェーン

1. プラリサイクルには4種のプラント(P)があり、別資本
2. 各Pは独立し、破碎選別機を所有。機器に重複あり
3. 4種のPの一体管理で、低コスト化と用途拡大が可能



プラ高次選別システムの可能性

1. 課題

- ①選別プラの価格が不明瞭：相対取引
- ②バリューチェーンが不明瞭：重複が多い

2. 解決策

- ①高品位選別プラの認定と高価格化
- ②バリューチェーンの全体統括でコストダウン