

#### 4. 調査の結果

##### 4. 1. 光ディスクの再利用システムの実態調査

##### 4.1.1.光ディスクの排出状況

光ディスクの排出後からリサイクル製品に至るプロセスの概略は、図のようになる。ここでは、排出状況について得られた情報を整理して示した。

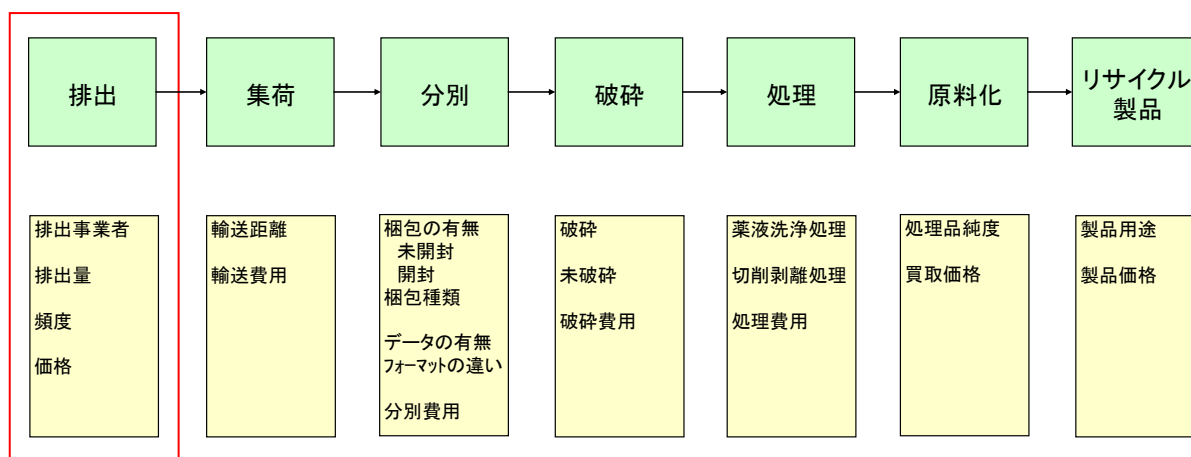


図 2 光ディスクの排出状況の整理

##### 4.1.1.1.ポリカーボネート樹脂の特徴と光ディスク用グレードの特徴

エンジニアリングプラスチックの中でも、今後の市場の伸びが期待されているポリカーボネート樹脂には、種々の用途がある。ポリカーボネート樹脂の用途分野を下表に示した。

表 1 ポリカーボネート樹脂の用途分野

用途分野	製品
電気・電子	CD・DVD、携帯電話機筐体、電池パック筐体、パソコン筐体、アイロンハウジング、液晶バックライト用導光板・拡散板、半導体ウェハ搬送ボックス
OA 機器	FAX シャーシー、プリンターシャーシー
機械	カメラボディ、電動工具ハウジング
自動車・二輪車	ヘッドランプレンズ、テールランプインナーレンズ、メーター盤、アウトードアハンドル、二輪車風防、ヘルメット
医療	腎臓透析用ダイアライザーハウジング、人工心肺
建築・土木	建材用シート（カーポート屋根、アーケードドーム等）、高速道路フェンス
遊技施設	パチンコ台
オフィス	飲料水タンク
家庭用	スーツケース、メガネレンズ、サングラス

これらのうち、CD、DVDのような光ディスクは記録層を除けば、基板は単一のポリカーボネート樹脂で構成されており、マテリアルリサイクルに適した数少ない製品のひとつである。（下図 CD、DVD の構造 参照）

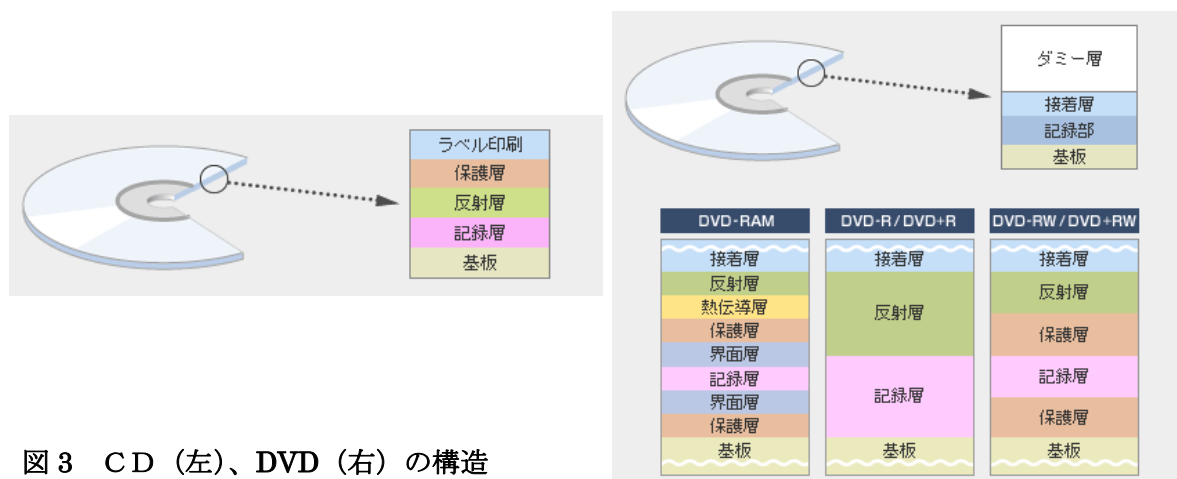


図3 CD (左)、DVD (右) の構造

出典：社団法人 日本記録メディア工業会 ホームページ

一方、高分子の物性面からみると、CD、DVDに用いられているグレードは、分子量が1万5千程度であり、一般に用いられている2万以上のグレードのものとは、異なった物性を有している。物性面からみて、CD、DVD以外への再利用では物性の違いに留意して用途開発を行う必要がある。以下には、CD、DVD用ポリカーボネートの再生利用といった観点から、一般グレードとの違いを整理して示した。

表2 一般用ポリカーボネートとCD、DVD用グレードの違い

特性	一般グレード	CD、DVD用グレード (一般グレードとの比較)
分子量	20,000以上	約15,000
衝撃特性	プラスチック中で最高の衝撃性を有する。	分子量が低いため、耐衝撃性が劣る。
強度(曲げ、引張り)	優れた強度を有する。	分子量が低いため、強度に劣る。
使用温度範囲	低温領域から高温領域まで幅広い温度範囲で安定した特性を有する。	耐熱性にやや劣る。
電気的特性	幅広い使用温度範囲で変化が少なく絶縁性を示す。	—
透明性	優れた透明性をもち、光学用途やシート用途に適する。	透明性を特に重視した用途である。
成形性	—	分子量が低く成形性は良好である。
寸法安定性	すぐれたクリープ特性をもち、吸湿・温度・時間による寸法変化はほとんどない。	—
耐燃性	すぐれた耐燃性を有する。	やや劣る
耐薬品性	アルカリ性を示すものや有機溶剤に弱い。	同左

ポリカーボネート樹脂のリサイクルについては、マテリアルリサイクル以外のケミカルリサイクル、サーマルリサイクル（熱回収）も種々検討されてきた経緯があるが、国内循環型のリサイクルを考えた場合、再生処理に必要なエネルギーが少ないマテリアルリサイクルが理想であり、再生利活用が可能な製品用途を選択することも重要な課題である。

ここでは、調査の範囲を明確にするために、CD/DVD用ポリカーボネートの製造プロセス及びリサイクルプロセスに関して俯瞰図を次頁の図4として示した。

ポリカーボネートの製造プロセスは、化石資源を原料として、基礎化学製品、PC原料の順番で化学反応によりモノマーを得て、重合によりポリカーボネートペレットを製造している。種々のポリカーボネートの用途のうち、CD、DVD用途については、基板に反射層、記録層などを形成する成形・加工工程を経てCD、DVDが製造される。製造工程で製品スペックに合格した製品が商品流通経路を経て、消費者に販売される。利用された後に、いずれは、廃棄物として処理・処分される。

一方、ポリカーボネートのリサイクルとしては、マテリアルリサイクル、ケミカルリサイクル、サーマルリサイクル（熱回収）などが知られており、それぞれにリサイクル技術が開発されている。マテリアルリサイクル技術としては、破砕、剥がし工程などを経て基板であるポリカーボネートを分離して排出ディスクリサイクル原料とし、それを再ペレット化する技術や溶媒による洗浄プロセスを経て再ペレット化する技術などが公表されている。ケミカルリサイクル技術としては、解重合により、ビスフェノールAまで分解する方法が開発されている。サーマルリサイクル（熱回収）としては、そのままの燃焼、液化後の燃焼、固形燃料化などの技術がある。

また、海外への輸出などグローバルリサイクルも大きな流れとなっている。

本事業の調査範囲（茶色で記載）は、CD、DVDの基板として利用されている光ディスク用グレードのポリカーボネートのマテリアルリサイクルである。また、マテリアルリサイクルに利用されるポリカーボネートの排出元としては、ディスクメーカー、卸売、小売等の企業体や事業所からの不良品、不良在庫品である。

なお、光ディスクは大別して記録型と再生専用型に分けられるが、記録型光ディスクについてみると、CD、DVDは国内生産から、海外生産に移行しており、国内生産をしているのは、大手1社とその他数社といった実情である。一方、再生専用型についても国内と海外の事業者が競合しており、用途に応じて、製品のすみ分けが進んでいる状況にある。

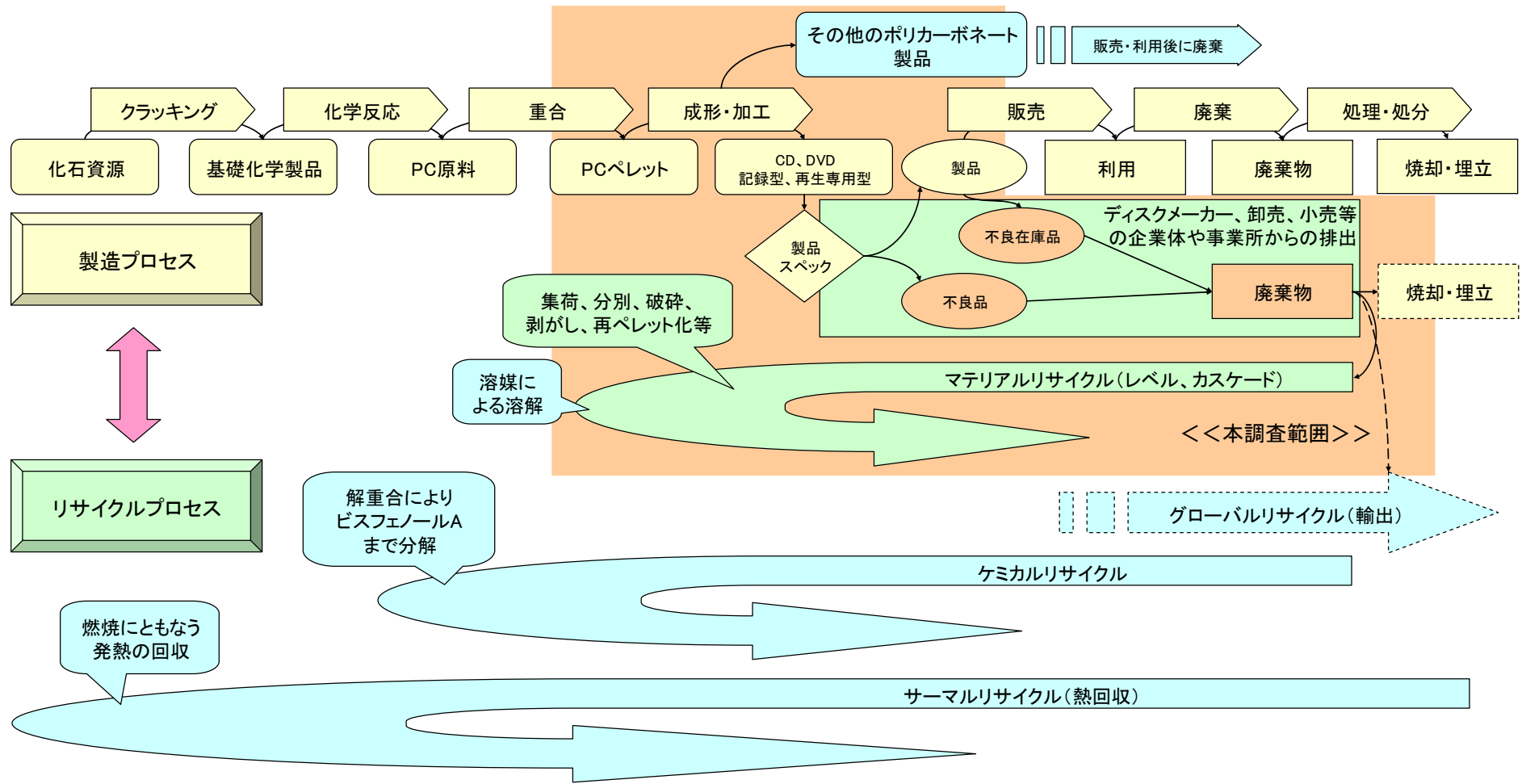


図4 製造プロセスとリサイクルプロセスの整理

#### 4.1.1.2,国内で流通している光ディスクの種類と量

国内で流通している光ディスクとしては、大別して、記録型光ディスクと再生専用型光ディスクの2種類が流通している。以下にそれぞれの概要を記す。

##### 1) 記録型光ディスク

記録型光ディスクの種類は、基本的には、CD、DVD、BDとなるが、記録容量、書き込みが1回か複数回かによって、種々のグレードが市販されている。

表 3 記録型CD、DVD、BDの種類

名称	容量	特徴
CD-R	650MB	データを書き込み保存するためのディスク。主にオリジナル音楽CDの作成などに使われる。書き込みが1回可能。
	700MB	
CD-RW	650MB	CD-Rと異なり複数回書き込みが可能。
	700MB	
DVD-R	4.7GB	動画ファイルなどCDよりも容量の大きいデータを保存するために使用。書き込みが1回可能。
DVD-R DL	8.5GB	DVD-Rを片面2層式にしたことで、容量が大きい。より高画質、または長時間映像ファイルが保存可能。書き込み1回可能。
DVD-RW	4.7GB	複数回書き込みが可能。
DVD+R	4.7GB	DVD-Rと異なる規格。書き込みが1回可能。
DVD+R DL	8.5GB	DVD+Rを片面2層式で、容量が大きい。書き込み1回可能。
DVD+RW	4.7GB	DVD+Rと異なり複数回書き込みが可能。
DVD-RAM	4.7GB	ハードディスクやメモリーカードのように、データを書き込むこともでき、カートリッジに入ったタイプ、入っていないタイプがある。何度でも書き込みが可能。
	9.4GB	
BD-R	25GB	書き込みが可能タイプ、追記が可能。ただし書き換えは不可。
	50GB(2層)	
BD-RE	25GB	書き換え可能タイプ、複数回書き込みが可能。
	50GB(2層)	

なお、CD、DVDの生産に関しては、現状では、海外からの調達による輸入分もあり、国内生産しているメーカーは限られている。日系ブランドのメーカーについて、以下の表に示した。

表 4 国内ディスクメーカーの生産状況（記録型 日系ブランドメーカー）

	生産形態	会社数
(1)	国内生産	1社
(2)	国内生産及び海外生産（輸入）	3社
(3)	海外生産（輸入）	3社

## 2) 再生専用型光ディスク

再生専用型は、既にデータが記録されたディスクであり、読み出し専用のタイプである。基本的な形式は、CD、DVD、BD である。

表 5 再生専用型CD、DVD、BD の種類

名称	容量	特徴
CD-ROM	650MB	読み出し専用で書き込みは不可。主に音楽 CD やパソコンソフトに使われる。
	700MB	
DVD-ROM	4.7GB	読み出し専用で書き込みは不可。主に DVD 映画など映像ソフトに使われる。
BD-ROM	25GB	読み出し専用で書き込みは不可。映画やゲームのディスクとして使用される。大容量が特徴。
	50GB(2層)	

国内、海外のプレス事業者において製造されている。音楽用や映像用などのCD、DVD については、これらの製造段階や流通ルートから発生する不良品や不良在庫品には音楽情報や映像情報、データ記録などが含まれており、適正な処理が行われない場合には、情報漏洩の危険性や海外流出による不正コピーの可能性を含んでいる。

#### 4.1.1.3.製造業者

##### 1) 記録型光ディスク製造業者

CD、DVDの生産に関しては、現状では、海外からの調達による輸入分が多く、国内生産しているメーカーは限られている。実際には、国内大手1社と数社での生産がある。

また、生産に対して排出されるディスクは、透明品と機能膜付とがあるが、生産量の約2割が不良品であると推定して、2009年の国内記録用ディスク生産量 1,034百万枚(16,538トン)のうち、透明品として1,100トン、機能膜付として2,200トンが排出されたと推定した。

一方、国内で流通している光ディスクとしては、国内で生産されたポリカーボネートではなく、海外で生産されたポリカーボネートも流通していることも留意点としてあげられる。

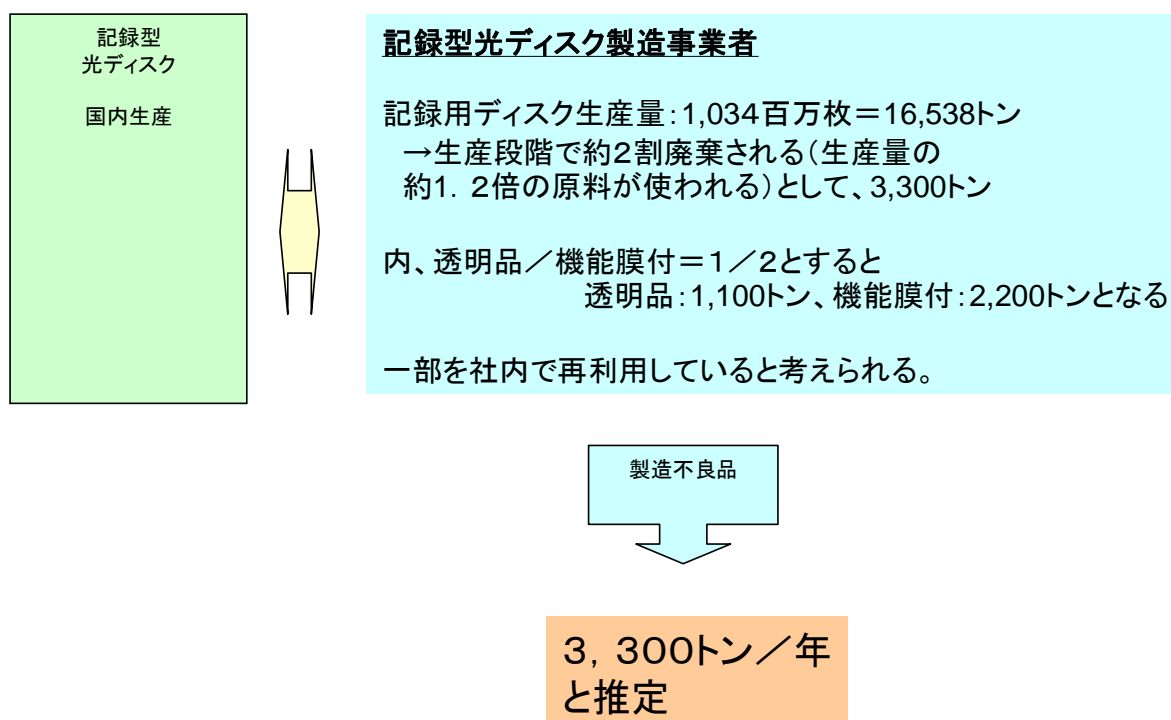


図5 記録型光ディスク製造事業者からの排出量の推定

## 2) 再生専用型光ディスク製造業者

音楽用や映像用などの再生専用型のCD、DVDについては、国内において、レコード、映像会社などから、卸売業、小売業、消費者へのサプライチェーンが形成されている。これらの出荷量について業界団体が公表している数字は、別途記載したとおりである。（76頁 補足資料 6. 1. 公表されている統計資料 参照）この流通ルートから発生する不良品や不良在庫品には音楽情報や映像情報が含まれており、適正な処理が行われない場合には、情報漏洩の危険性や海外流出による不正コピーの可能性を含んでいると考えられる。

国内には、再生専用型光ディスクを生産しているプレス事業者が複数社ある。大手の2社がそれぞれ国内の1/3程度の生産をすると仮定して、排出ディスクの排出量を推定すると、2,200～2,800トン程度の排出量があると考えられる。

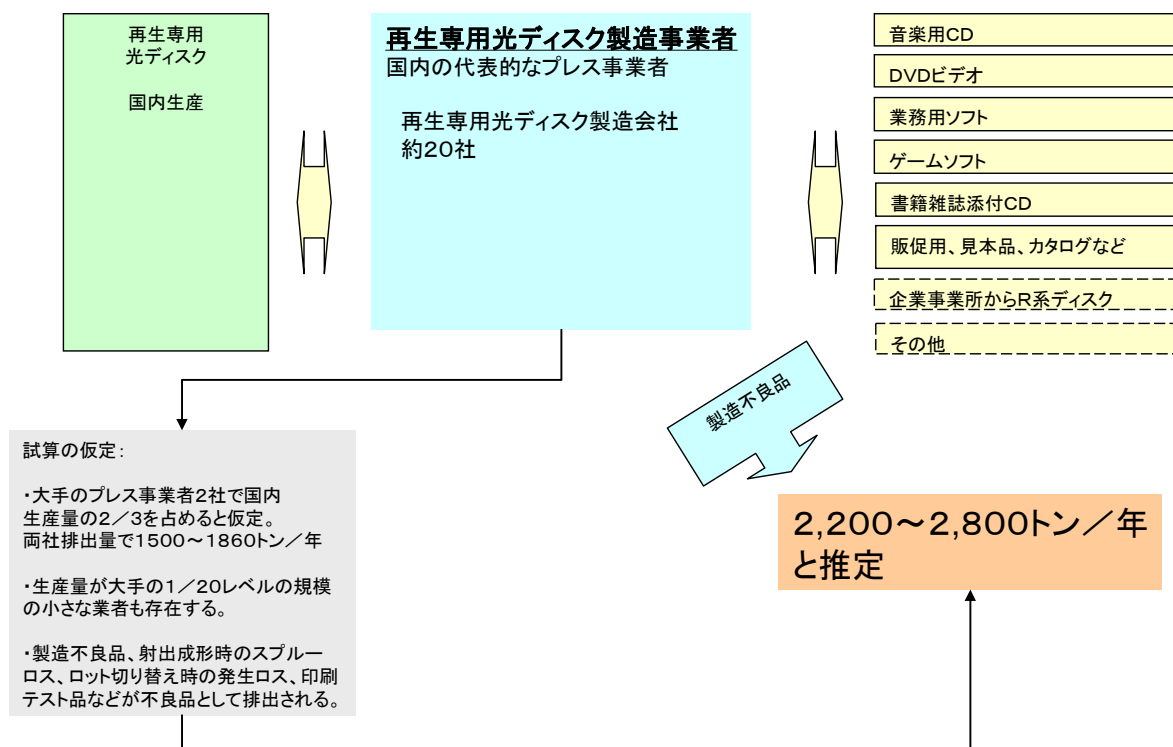


図6 再生専用型光ディスク製造事業者（プレス事業者）からの排出量の推定



#### 4.1.1.4.流通業者

##### 1) 記録型光ディスクの流通状況

記録型光ディスクの国内の需要に関しては、日本記録メディア工業会がデータを公表しており、2009年に14億4千万枚の需要があった。(補足資料 80頁 参照)

また、生産量を公表している経済産業省機械統計の国内生産では、国内大手1社が中心でリーマンショックの前までは、月約1億枚で年間12億枚程度だったが、米国への輸出が減った分が1億300万枚程度あるための減少と推定される。生産量のうち6割にあたる6億枚が国内向け、海外向けが4割にあたる4億枚程度であると推定される。また、需要と国内生産の差にあたる8億枚が記録型ディスクとして輸入されたと推定される。

国内生産場所は、大手1社と3社(国内生産と海外生産したものの輸入)で国内生産が行われている。

また、記録型、再生専用型光ディスクの輸出入についてみると、以下のような種類の光ディスクが主として取引されていると推定される。

##### ○光ディスクの輸入国について

台湾	CD-R、DVD-R、DVDビデオ
韓国	DVDビデオ
インド	CD-R、DVD-R
中国	DVDビデオ
米国	DVDビデオ

##### ○光ディスクの輸出国について

香港	DVD-R 日本の高性能メディアを香港経由で他国に輸出している
米国	DVD-R

欧州への供給は少ないと推定される、距離的には、中東やインドから行われている可能性がある。

一方、米国はインドからでも日本からでも同じ距離的位置にあるため、両者からの輸出があると考えられる。

補足資料：光ディスク輸出入量 財務省 貿易統計(統計番号 8523.40000 光学媒体) 参照

## 2) 再生専用型光ディスクの流通状況

### ①音楽用光ディスクの流通における不良在庫品の発生

#### 全体の概要

- ・国内の製造では、代表的な大手3社がある。
- ・海外から流入するものについては把握が難しい状況にある。
- ・概略 市場の90%がレコード協会の会員企業  
5%位が国内インディーズ  
5%位が海外品 だと推定しているが明確な数値はない状況にある。
- ・不良在庫品の発生は、国内生産品と海外生産品を含めたルートで発生する。
- ・レコード協会から見本を放送機関などに渡したものが不要になった場合に回収して、処理する場合がある。この見本盤回収の規模は、H21（2009）年間処理重量として、248トンであった。
- ・排出時、有価物として引き取ってもらって、CDプラケースと紙、ディスクを分別する費用と相殺している。
- ・生産量は、レコード協会の統計から、315,095千枚（5,042トン）である。（補足資料 81頁）
- ・流通では、不良品の数量として、扱ひ量の約1割位が廃棄処分となると推定される。
- ・音楽CDなどの315百万枚／年のうちの1割として、31.5百万枚／年 504トン／年が排出されると推定される。廃棄コストとして、廃棄費用（分別費用－販売費用）を払って処理している。

#### 流通経路

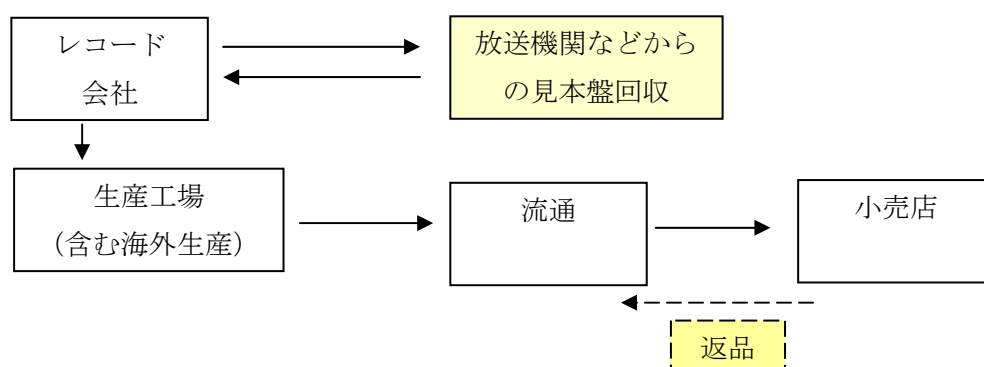


図7 音楽用光ディスクの流通における不良在庫品の発生

## ②映像用光ディスクの流通における不良在庫品の発生

### 全体の概要

- ・国内の生産量では、大手2社と次点の数社でほとんどの量を占めている。
- ・流通に関しては、大手2社がある。
- ・ビデオレンタルとしては、大手2社がある。レベニューシェア方式（売上をメーカーとレンタル業者で分配する方式）で不要になった分が排出分となる。
- ・店舗からの返品、デッドストック（メーカーの作り過ぎ）がある。
- ・基本的には売り切りであるが、メーカーと店舗との力関係で返品はある。返品は倉庫に帰ってくる。デッドストックも倉庫に残っている。
- ・音楽関係の返品、デッドストックはすべて廃棄するが、映像関係は再利用（パッケージを変えて再販売するなど）が多い。また、ゲームソフトは返品が無い。売り切りが守られていて、その後は中古品として流通している可能性がある。
- ・映像関係の流通で、廃棄処分となる分は少ない。
- ・販売量は、映像ソフト協会の統計から、合計 87,490 千枚（1,400 トン）である。（補足資料 82 頁）

### 流通経路

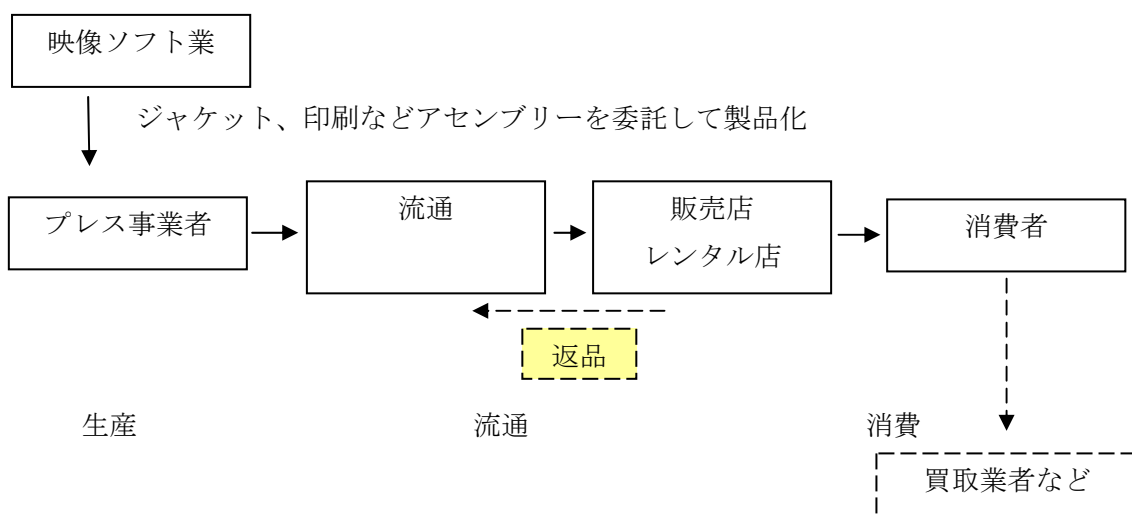


図 8 映像用光ディスクの流通における不良在庫品の発生

### ③業務用ソフト光ディスクの流通における不良在庫品の発生

#### 全体の概要

- ・3年前に調査された「ソフトウェアの流通に関する調査研究」（（社）日本コンピュータシステム販売店協会）によると、販売金額は約8,000億円としている。これらのうち、国内卸売4社で2,792億円あり、残りは海外メーカーである大手2社等及び国内の小規模の卸売業としている。（補足資料 83頁）
- ・海外メーカー品での返品はほとんどない。一方、国内メーカー品の（量販店+その他）→卸会社→ソフトウェアメーカーへのルートで返品が最大10%程度発生する。
- ・上記資料より、最大で、16.5トン/年 程度の返品光ディスクがあると推定した。これらは、ソフトウェアメーカーで処分されている。流通量は、卸4社の取り扱い量が46,175千枚で約4割を占めることから、110百万枚と推定した。ただし、複数ライセンス契約の形態もあり、この数値よりも小さな値になる可能性がある。

#### 流通経路

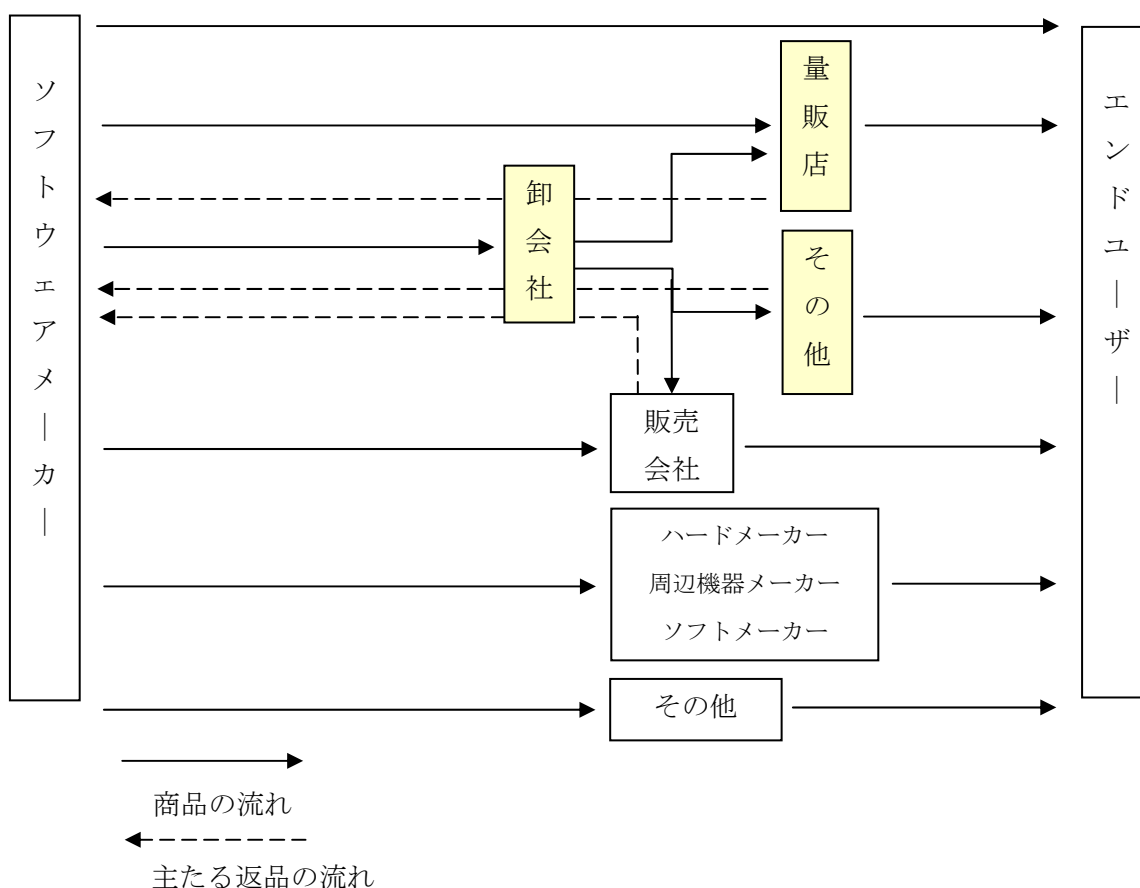


図9 業務用ソフト光ディスクの流通における不良在庫品の発生

参考資料：ソフトウェアの流通に関する調査研究 （社）日本コンピュータシステム販売店協会 を参照

#### ④ゲームソフト光ディスクの流通における不良在庫品の発生

##### 全体の概要

- ・流通時の不良在庫は卸売り、小売りで発生する。
- ・基本的にソフトメーカーへの返品はない。
- ・出荷数は、ソフトメーカーからの出荷本数を統計数値としている。
- ・ソフトウェア用のCD・DVDの流通量は、2010CESAゲーム白書（（社）コンピュータエンタテインメント協会）のデータより、45百万枚と試算した。（補足資料 84頁）
- ・流通に関しては、大手2社がある。

##### 流通経路

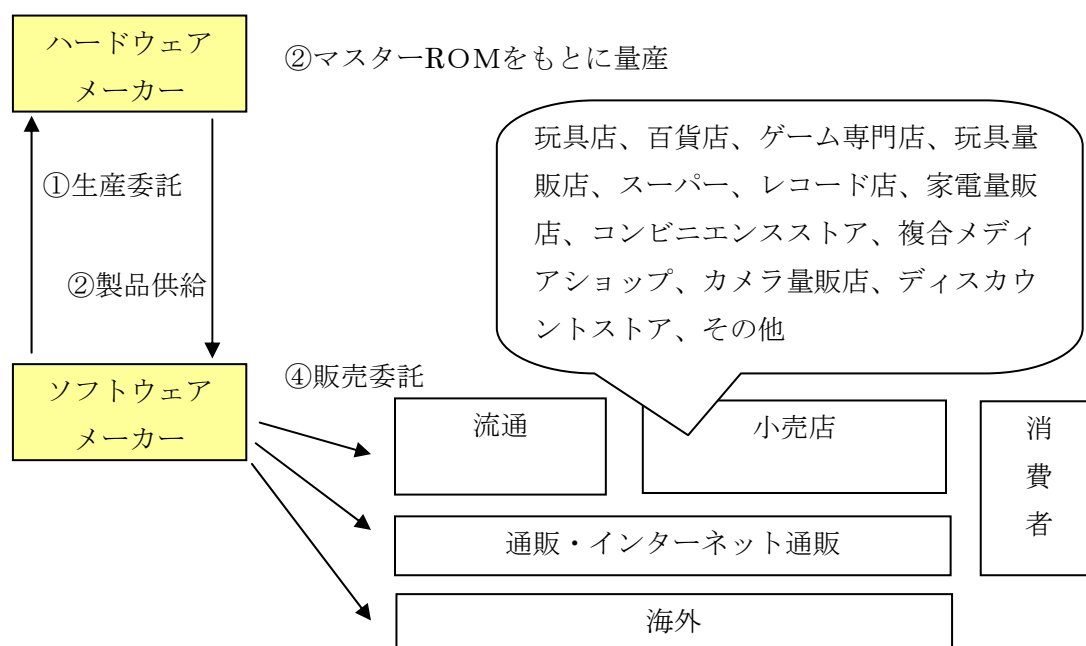


図 10 ゲームソフト光ディスクの流通における不良在庫品の発生

## ⑤書籍雑誌添付光ディスクの流通における不良在庫品の発生

### 全体の概要

- ・取次店の CD/DVD 除去については、大手 2 社の返品を扱うセンターがあり、全国で返品された雑誌の国内のほとんどの CD/DVD を回収している。  
その他には、沖縄と九州がある。沖縄と九州ではそれぞれ独自のセンターで処理しており、全体の 6~7%と推定される。書籍・雑誌は全てバーコード管理されている。
- ・これらの処理センターには、古紙業者、産廃業者などが集まっていて、手作業で CD/DVD をはぎ取る作業を行っている。返本量が多いことから、廃棄物の滞留を嫌う。処理コストより滞留をしないことを望む。
- ・雑誌は返本後、即クラッシュされる場合が多いが、書籍は倉庫で保管される場合が多い。
- ・CD・DVD の排出量は、大手 1 社で 540 トン/年といった情報があり、日本全体では、1,100 トン/年位の量があると推定される。また、これらの多くは、処理業者を通して、中国に輸出されている。
- ・CD・DVD 付録付き書籍・雑誌の流通量は返本率 40%から、180 百万枚と推定した。ただし、輸入品を含んでいる量である。

### 流通経路

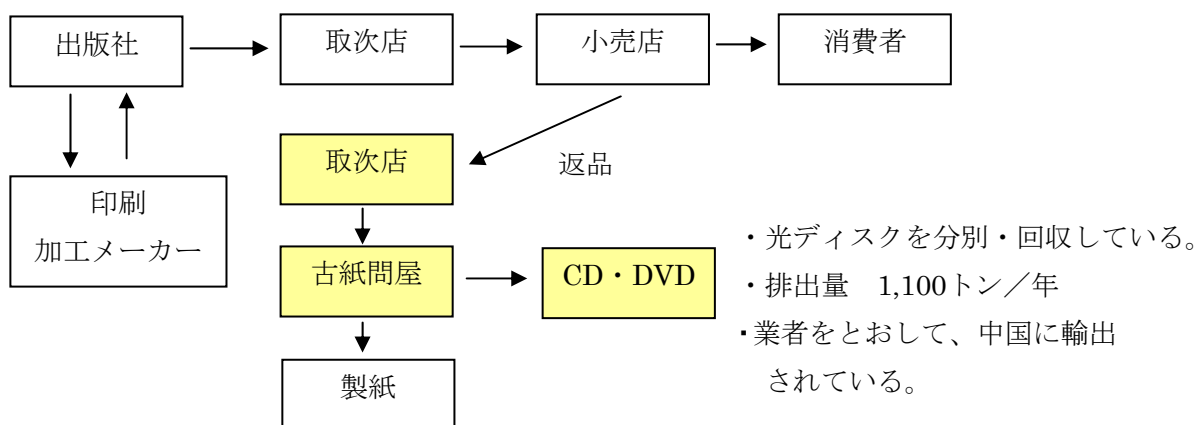


図 11 書籍雑誌添付光ディスクの流通における不良在庫品の発生

## ⑥販促用見本品電子カタログ用光ディスクの流通における不良在庫品の発生

### 全体の概要

- ・海外生産の方が国内生産よりもコストが安い、また、生産設備の規模が大きいことから、海外生産したものを輸入している場合が多い。
- ・納期と生産量によって、海外と国内のディスク製造業者を使い分けている。
- ・量が多く、納期が遅いものは、海外生産が多い。アプリケーション用、雑誌付録用、成人向け、教育用、販促用は海外、特に台湾でのスタンプが多い。
- ・量が少なく、納期が短いものは、国内生産。音楽、映像のディスク製造は国内が多い。
- ・国内プレス事業者は関連する複数の規格ライセンス料を支払っているが、海外プレス事業者では、必ずしも全てを支払っていないこともあり、コストで負けてしまうという話もある。
- ・流通量は、168 百万枚と推定した。ただし、輸入分を含んでいる。また、排出量は、全体（輸入量も含む）の1%程度と推定して、27 トン/年とした。

### 流通経路

- ・特定の流通経路として整理は難しいが、概要は以下のような流れである。

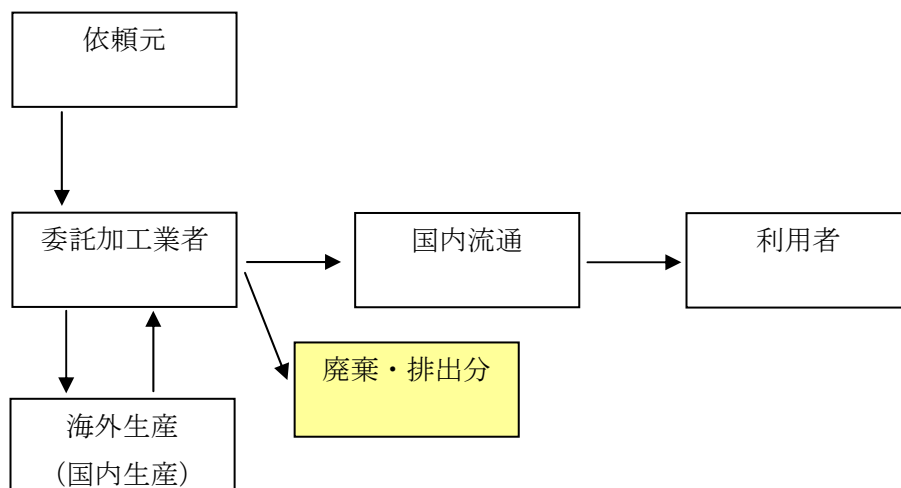


図 12 販促用光ディスクの流通における排出品の発生

#### 4.1.1.5. レンタル業者

##### ① レンタル業からの光ディスク不要品の発生

###### 全体の概要

- ・大手 2 社の情報をもとに試算した。
- ・レンタル店における CD/DVD のリサイクル対象は、中古品とレベニューシェア（売上をメーカーとレンタル業者で分配する方式）商品の不要品である。
- ・流通拠点で、中古（不要となった商品）の廃棄・リサイクルを行なっている。
- ・レベニューシェア分が大手 2 社合わせて、3515 万枚／年 562 トン／年  
メーカー返却（1600 万枚／年） 256 トン／年  
廃棄（225 万枚／年（産業廃棄物）） 36 トン／年  
燃料化（720 万枚／年） 115 トン／年  
リサイクル（970 万枚／年） 155 トン／年
- ・中古分は、年間 CD・DVD 共に 50 万～100 万枚程となる。合計約 150 万枚／年、24 トン／年。

###### 発生の流れ

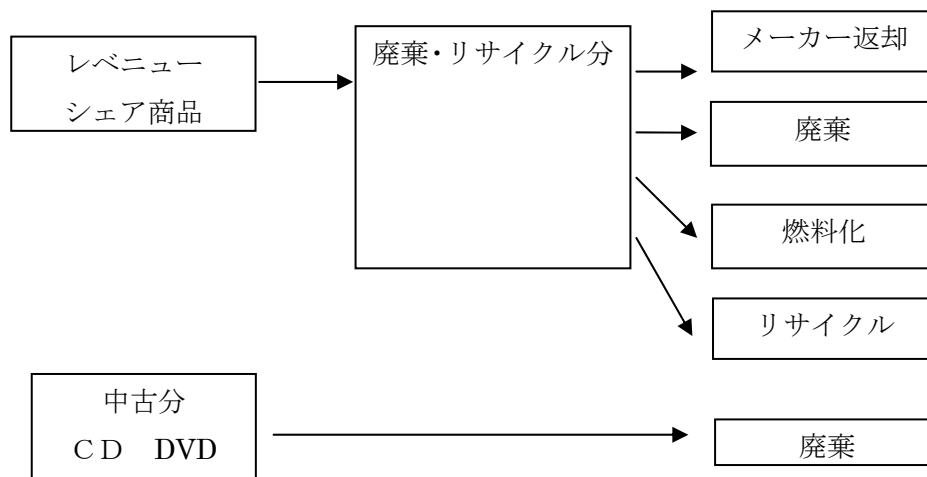


図 13 レンタル業からの光ディスクの流通における不要品の発生



#### 4.1.1.6.その他

##### ①企業事業所からの R 系ディスクにおける不要品の発生

###### 全体の概要

- ・企業事業者において消費される光ディスク不要品の発生については、有効な情報は得られなかった。

###### 発生の流れ

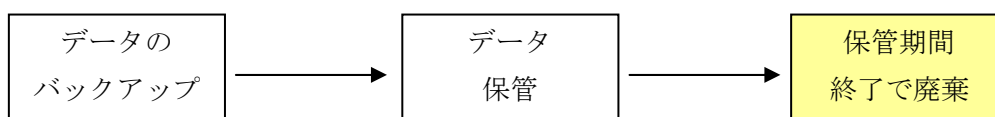


図 14 企業事業所からの R 系ディスクにおける不要品の発生

##### ②家庭からの光ディスク不要品の発生のうち買取業者などへの持ち込み分

###### 全体の概要

- ・家庭で消費される光ディスク不要品の発生については、一般廃棄物としての廃棄と買取業者などへのルートが考えられる。その他には有効な情報は得られなかった。
- ・買取業者の場合

全国の店舗での DVD ディスクの買取量として、買取点数が 810 万枚／年であった。そのうち、DVD ディスク処分枚数として、廃棄点数が 21 万枚／年であった。

処分方法としては、80%程度がリサイクル業者経由で再生プラスチックとして再利用されている。

###### 発生の流れ

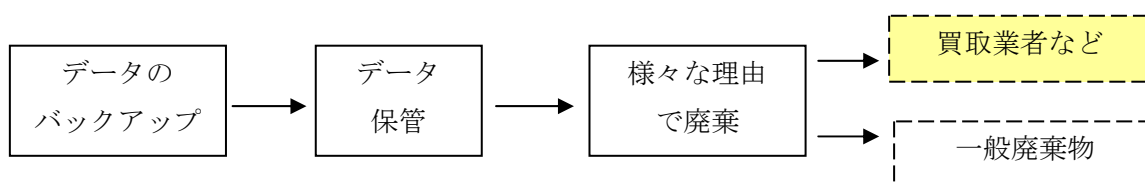


図 15 家庭からの光ディスク不要品の発生のうち買取業者などへの持ち込み分

#### 4.1.1.7.光ディスク排出量のまとめ（ヒアリングに基づく積み上げ基準）

##### 1) 光ディスクの輸出入・生産に関する公表データ等からの推計（2009年一積み上げ基準）

ここでは、ヒアリング結果をもとにして、光ディスクの輸出入・生産に関する公表データ等からの推計（2009年基準）から積み上げをもとに推定した。なお、留意点として、破砕されて輸出される光ディスクは輸出統計上に数値として出ない可能性もあり、実際の光ディスクの流通量はもっと多い可能性がある。

なお、国内の流通量をもとに、「不良発生率」などの数値の仮定をおいて推計した結果については、別途示す。

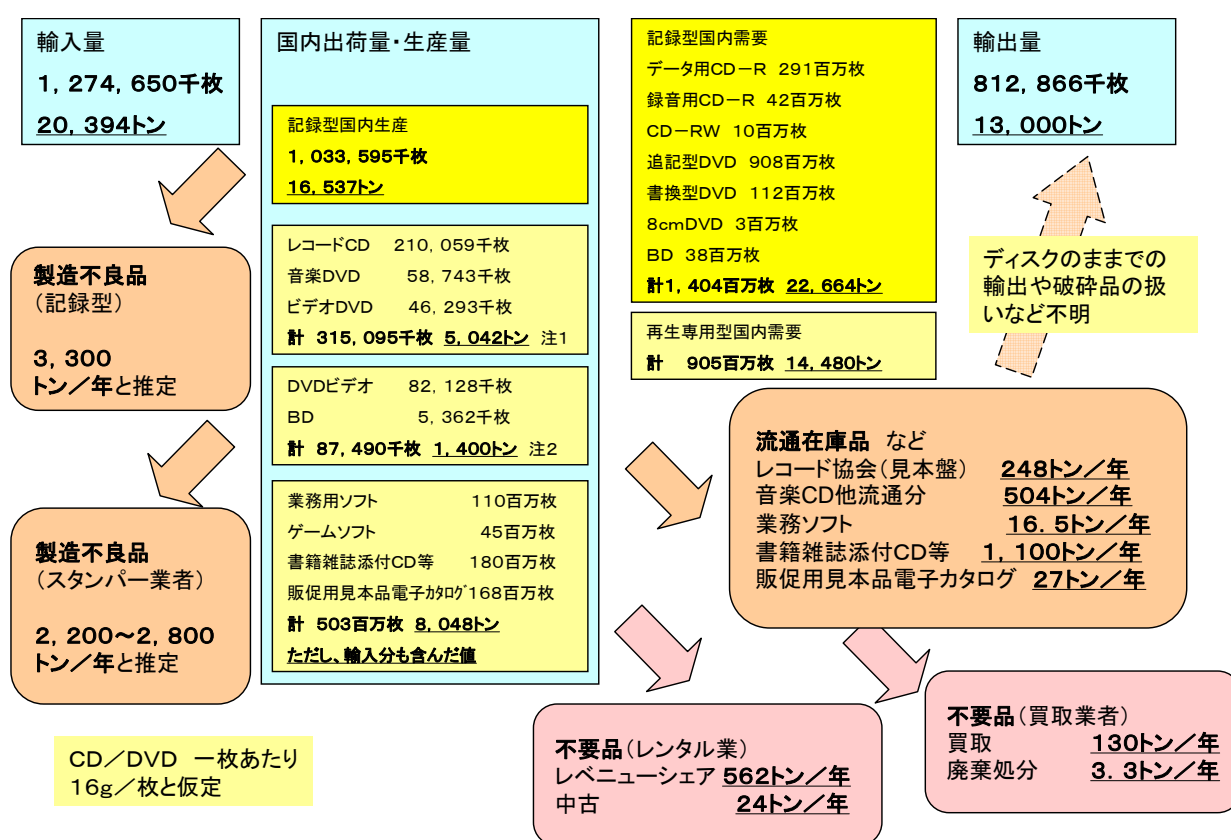


図 16 光ディスクの輸出入・生産に関する公表データ等からの推計（2009年一積み上げ基準）

注 1：日本レコード協会公表の生産量データより作成

注 2：日本映像ソフト協会公表の販売量データより作成

## 2) 光ディスク不良品・不要品のリサイクル量の推計 (2009年一積み上げ基準)

前述したヒアリングの積み上げをもとにした光ディスクの輸出入・生産に関する公表データ等からの推計 (2009年基準) から、製造不良品、流通在庫品、不要品を中心に排出量のデータを推定して、整理したものを以下の図として示す。

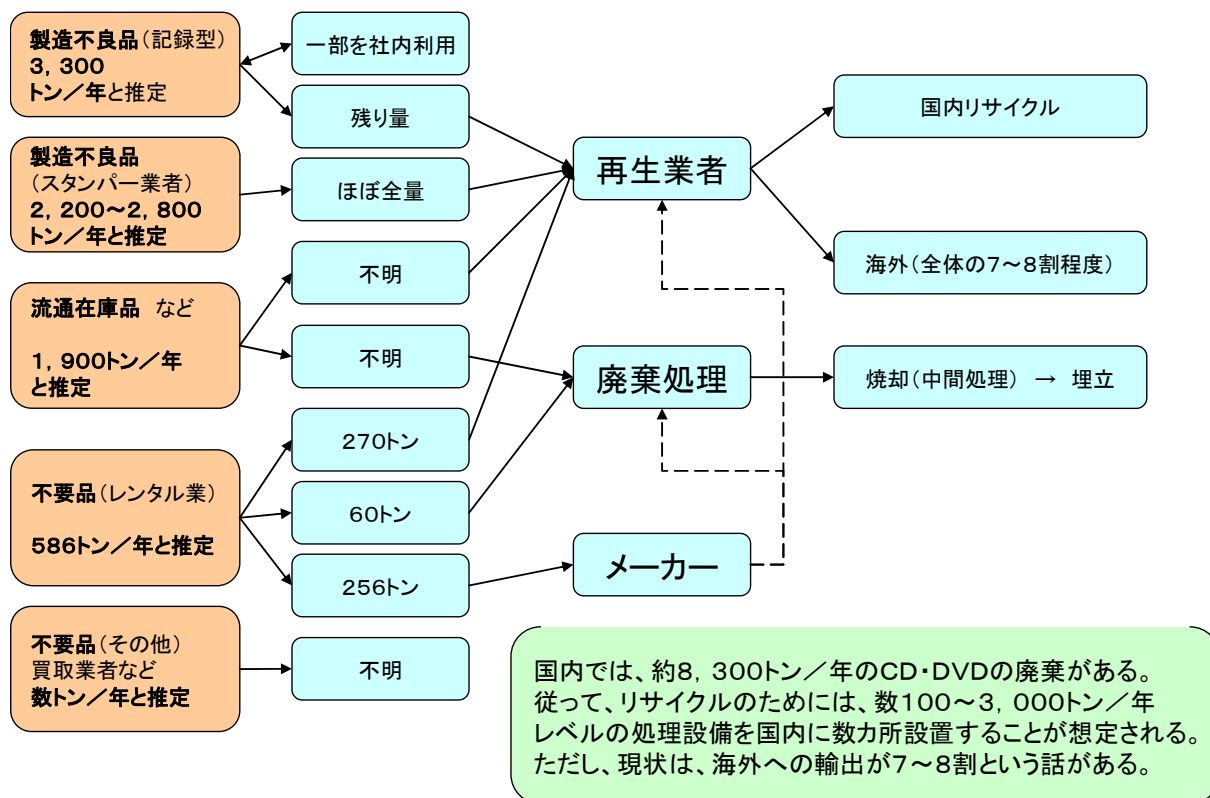


図 17 光ディスク不良品・不要品のリサイクル量の推計 (2009年一積み上げ基準)

### 3) 不良品光ディスクの排出時の処理（分別、データ消去など）について

ヒアリング結果をもとに不良品光ディスクの排出時の処理（分別、データ消去など）について、仕分けを行ったものを図として示した。排出者から処理業者に流通するにあたり、データ消去と分別をどの時点で実施しているかは、それぞれの業界の商習慣などにもよっている。再生専用型光ディスクにおけるデータ消去については、主として著作権を守る目的で実施されているが、いろいろなルートがあり、数量的な把握は難しい状況にある。

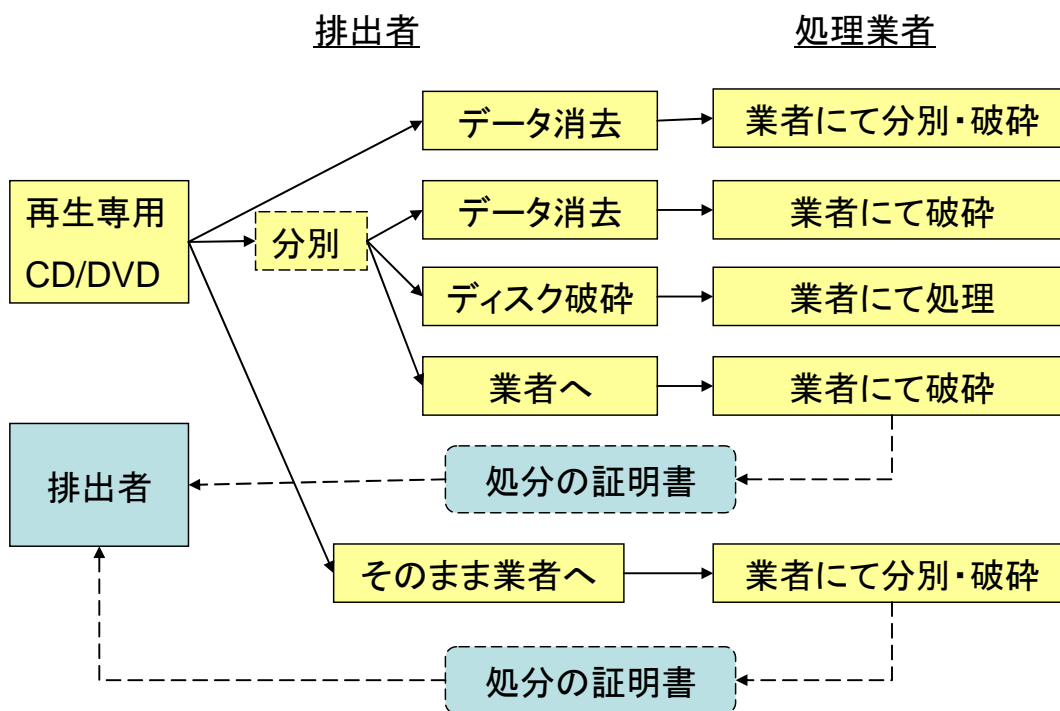


図 18 不良品光ディスクの排出時の処理（分別、データ消去など）についての流れ

#### 4.1.2.光ディスクの集荷（回収）・分別・破碎工程

光ディスクの排出後のプロセスの概略は、図のようになる。ここでは、集荷・回収・分別・破碎工程に関する技術的課題について整理する。

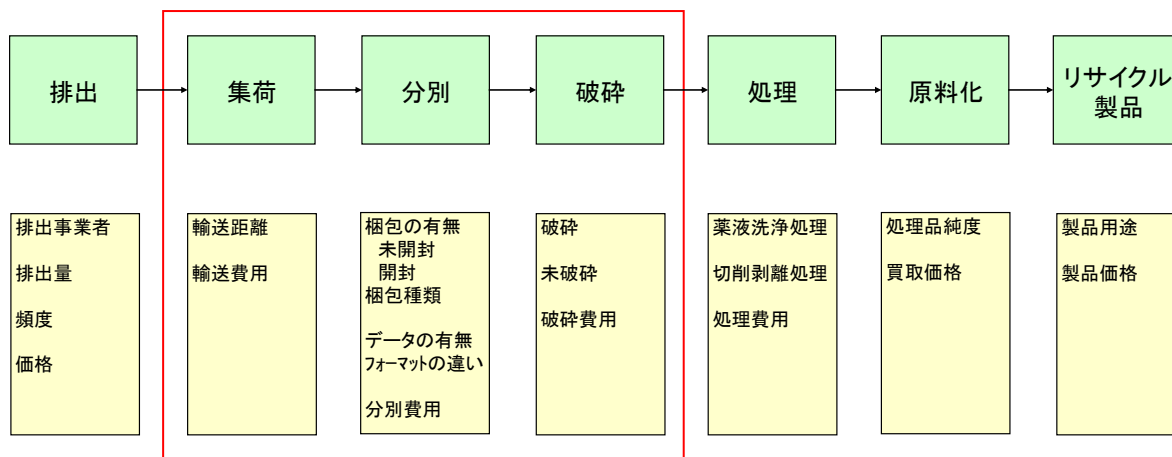


図 19 光ディスクの集荷（回収）・分別・破碎工程の流れと整理

##### 4.1.2.1.集荷・回収

本調査の対象としては、製造事業者による製造不良品、流通事業者による不良在庫品、レンタル事業者による不要品が対象となる。いずれの場合もトラック輸送が中心となると考えられる。ここでは、数トン～十数トンレベルのトラックを想定した試算を考慮する。

ヒアリング結果から、事業者別、タイプ別、区分別、ディスク状態別の輸送形態を整理すると以下のようなになる。その他として家庭や事業所からの混合品の廃棄が考えられる。

表 6 光ディスクの集荷・回収での輸送形態の分類

事業者	タイプ	区分	ディスク状態	輸送形態
製造事業者	記録型	透明品	破碎 or 円板	フレコン
		機能膜付品	破碎 or 円板	フレコン
製造事業者	再生専用型	透明品	破碎 or 円板	フレコン
		機能膜付品	破碎 or 円板	フレコン
流通事業者	再生専用型	機能膜付品	破碎 or 円板	フレコン
			ケース入り	フレコン、箱
レンタル事業者	再生専用型		ケース入り	フレコン、箱
その他	混合品	—	—	—

出典：ヒアリング結果をもとに三菱化学テクノリサーチ作成

#### 4.1.2.2.分別

排出される場合の形態として幾つかの形が想定される。処理の効率化をはかる上で、幾つかの条件を揃えるための分別が必要となる。ここでは、排出形態の分類を整理したものを示す。

表 7 分別作業に関する排出形態の整理

条件	回収時の状況	
フォーマット	単体	混在
ケース	有り	無し
封入物	有り	無し
キャラメル包装	有り	無し
その他梱包	有り	無し
シュレッダー	有り	無し
光ディスクのみの場合の方向	一定方向	バラバラ
数量／ロット	様々	様々

出典：光ディスク・グリーンプロダクトチェーン連絡協議会提供資料

#### 4.1.2.3.破碎工程

破碎工程は、多種多様な種類を有する光ディスクの処理工程の中で、後段処理にあたる切削剥離処理或いは薬品洗浄処理の選択とも関連している。切削剥離処理においては、光ディスクの表面を切削することにより、記録層を除いて、ポリカーボネート部分のみを取り出すため、切削剥離処理の後に破碎処理が行われるのに対して、薬品洗浄処理を用いる場合には、予め破碎処理を行っておくことが必要となる。

表 8 光切削剥離処理、薬品洗浄処理の選択における破碎工程の順番

処理方法	処理順番	備考
切削剥離処理	切削剥離処理→破碎	C Dが中心
薬品洗浄処理	破碎→薬品洗浄処理	C D、DVD 両者に適用可

#### 4.1.2.4.記録（データ）の消去

光ディスクに記録された情報の廃棄時における処理に関しては、幾つかの検討が行われている。主たる消去方法としては、物理的にディスク表面に傷をつける方法、ディスクを穿孔する方法、マイクロ照射による方法、破碎による方法などである。

一方、再生専用型光ディスクの情報処理について、光ディスク・グリーンプロダクトチェーン連絡協議会で以下のようなランク付けを公表している。

表 9 光ディスクに記録した情報処理の各ランク別作業

ランク	排出側作業	処理側作業	証明書類	備考
A	○	×	×	排出側で情報処理し排出
B	×	○	×	処理側で情報処理
C	×	○	○	処理側で情報処理し証明発行
D	×	×	○	情報処理証明書の発行
E	×	×	×	

出典：光ディスク・グリーンプロダクトチェーン連絡協議会提供資料

また、再生専用型光ディスクの排出側での大量処理としては、マイクロ波照射などの方法が知られているが、別途、排出側での作業用として、幾つかの機種が紹介されている。

ここでは、光学レーザーによる方法、スクラッチによる方法、シュレッダーによる方法、パンチによる方法などが紹介されている。

表 10 情報処理装置一覧 (1/2)

分類	製品リスト			
	光学レーザー (手動)	光学レーザー (自動)	スクラッチ (全面)	
情報処理方法	レーザーによるデータ破壊	レーザーによるデータ破壊	両面エンボス	
ディスクデータ破壊レベル	◎ (極めて高い)	◎ (極めて高い)	△ (やや低い)	
製品価格	○ (25,000 円)	△ (10 万円以上)	◎ (1 万円以下)	
対象ディスク	△ (記録型メディア限定)	△ (記録型メディア限定)	○ (全メディア)	
処理時間 (目安)	△ (約 3 分/枚)	○ (自動・約 1.5 分/枚)	○ (約 5 秒/枚)	
処理能力	△ (単枚・手動)	○ (複数枚・自動)	△ (単枚・手動)	
操作性	○ (容易)	○ (容易)	○ (容易)	
製品サイズ	○ (小)	△ (大)	○ (小)	
処理後の分別性	○ (容易)	○ (容易)	○ (容易)	
処理時のクリーン度	○ (騒音・塵無し)	○ (騒音・塵無し)	△ (騒音有り・塵無し)	
ユーザー	企業・一般	○ (適)	○ (適)	○ (適)
	回収、集積業者	△ (不適)	○ (適)	○ (適)
	情報処理サービス業者	○ (適)	○ (適)	△ (不適)
リサイクル	薬品洗浄処理	○ (適)	○ (適)	○ (適)
処理適用法	切削剥離処理	○ (適)	○ (適)	○ (適)
証明書発行	○ (業者次第)	○ (業者次第)	○ (業者次第)	

出典：光ディスク・グリーンプロダクトチェーン連絡協議会提供資料

表 11 情報処理装置一覧 (2/2)

分類		製品リスト		
		スクラッチ (一部)	シュレッダー	パンチ
情報処理方法		片面スクラッチ	細断	穴開け・切断
ディスクデータ破壊レベル		△ (低い)	○ (高い)	△ (低い)
製品価格		◎ (1万円以下)	△ (数万～10万円以上)	△ (数万～10万円以上)
対象ディスク		○ (全メディア)	○ (全メディア)	○ (全メディア)
処理時間 (目安)		○ (約5秒/枚)	○ (約5秒/枚)	○ (約5秒/枚)
処理能力		△ (単枚・手動)	△ (単枚・手動)	○ (複数枚・自動)
操作性		○ (容易)	○ (容易)	○ (容易)
製品サイズ		○ (小)	△ (大)	○ (小)
処理後の分別性		○ (容易)	△ (難)	○ (容易)
処理時のクリーン度		○ (騒音有り・塵無し)	△ (騒音有り・塵有り)	△ (騒音有り・塵有り)
ユーザー	企業・一般	○ (適)	○ (適)	○ (適)
	回収、集積業者	△ (不適)	○ (適)	○ (適)
	情報処理サービス業者	△ (不適)	○ (適)	△ (不適)
リサイクル	薬品洗浄処理	○ (適)	○ (適)	○ (適)
処理適用法	切削剥離処理	○ (適)	△ (不適)	△ (不適)
証明書発行		△ (不適)	○ (業者次第)	○ (業者次第)

出典：光ディスク・グリーンプロダクトチェーン連絡協議会提供資料

#### 4.1.3.ポリカーボネート樹脂再生加工処理工程

光ディスクの処理プロセスのうち、破碎工程の後に処理工程を行う。

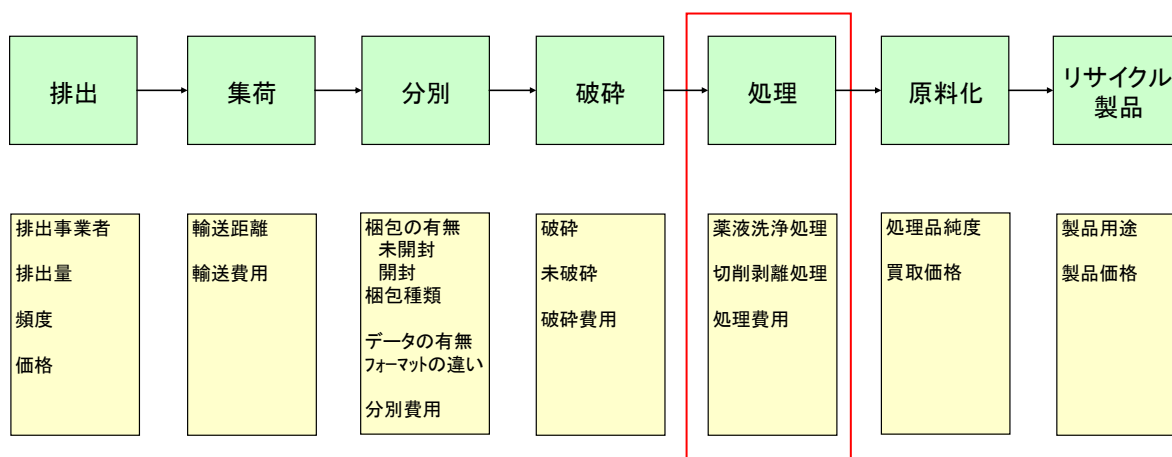


図 20 光ディスクの処理工程の流れと整理

ポリカーボネート樹脂再生加工処理工程として、特許情報をもとに整理を行った。具体的には、CV・DVD リサイクルに関する主要な特許を調査し、薬品洗浄処理法、データ消去・破壊法及び切削剥離処理法について、重要と思われる特許の概要を次項以降に纏めた。



#### 薬品洗浄処理法

- 1) パナック工業 (株)
- 2) 帝人 (株) ・ 帝人エンジニアリング (株)
- 3) G E 社
- 4) ソニー (株)
- 5) バイエル社

#### データ消去・破壊法

- 1) ソニー (株)
- 2) オリエント測器コンピュータ (株) (現社名：オリエントコンピュータ (株))
- 3) 太陽誘電 (株)
- 4) ミクロ電子 (株)

#### 切削剥離処理法

- 1) オリエント測器コンピュータ (株)
- 2) 太陽誘電 (株)

#### 4.1.3.1.薬品洗浄処理

##### (1) パナック工業 (株)

##### 1) 特許第 4311858 号

- ①発明の名称：ポリカーボネート樹脂基材の回収方法
- ②登録日：2009/05/22、(公開番号：特開 2001-287225)
- ③解決課題：ポリカーボネート樹脂基材の上に、色素含有層、金属反射膜、保護膜、紫外線吸収層や感光層等の異質の層または膜を有する廃棄物からポリカーボネート樹脂基材及び必要により貴金属を高品質・低コストで回収する回収方法。ここで、ポリカーボネート樹脂はバージン樹脂相当の高品質で回収される方法である。
- ④解決手段：
  - a.20 重量%以下のアルカリ物質及び 10 重量%以下の界面活性剤を溶解した、約 80～100℃アルカリ水溶液による、少なくとも 2 段階の洗浄工程及び湿式破碎工程を含むポリカーボネート樹脂基材の回収方法。
  - b.上記 a.洗浄後、約 2%以下の過酸化物質及び 2%以下の界面活性剤を含む水溶液による洗浄工程を含むポリカーボネート樹脂基材の回収方法。
- ⑤詳細：添付図 1. 参照

##### 2) 特開 2006-88334

- ①発明の名称：熱可塑性樹脂基材上の異質の層を除去する方法、熱可塑性樹脂回収方法及び成形品
- ②出願日：2004/09/21

③解決課題：熱可塑性樹脂基材上に設けられた異質の層を除去する改良された方法を提供すること、及び熱可塑性樹脂基材からなる成形品から、基材上に設けられた異質の層を除去して樹脂を当初使用目的で再利用可能な高品質で、安価に安定して回収しうる方法を提供

④解決手段

- a. 熱可塑性樹脂基材上に設けられた異質の層を、75°C以上であって該基材の貯蔵弾性率が $5 \times 10^7 \text{Pa}$ 以上である温度に加熱したアルカリ水溶液中で、該破砕物中の該基材から異質の層を除去する工程、その後過酸化水素含有水溶液で処理する工程、及び水で洗浄する工程を含むことを特徴とする熱可塑性樹脂の回収方法。
- b. ここで、異質の層とは、塗膜層、金属箔層、金属めっき層、金属蒸着層、ハードコート層、紫外線防止層、接着剤層、粘着剤層及びセルロース誘導体層よりなる群

⑤詳細：添付図 1. 2 枚目参照

(2) 帝人（株）、帝人エンジニアリング（株）

1) 特開 H07-286064

①発明の名称：光学式ディスク廃棄物の処理方法

②出願日：1994/04/20（H06）

③解決課題：ポリカーボネート樹脂を基板とする光学式ディスク（CD 等）の廃棄物から、品質の良好なポリカーボネート樹脂を高収率で回収しうる方法を提供

④解決手段：ポリカーボネート樹脂を基板とする光学式ディスク（CD 等）の廃棄物を、塩基水溶液または水と接触させながら湿式破砕してフレーク状に破砕し、これを濃度 9 重量%以下の塩基水溶液と接触させ、30～70°Cの温度範囲で処理した後、酸水溶液で中和し、水洗した後、乾燥することにより、高品質のポリカーボネート樹脂を効率よく回収する。

⑤詳細：添付図 2. 参照

(3) GE 社（ゼネラル・エレクトリック・カンパニー）

1) 特開 H10-120820

①発明の名称：熱可塑性プラスチック基材から被膜を除去する方法

②公開日：1998/05/12（H10）

③解決課題：保護被膜または化粧被膜で表面処理されている被覆熱可塑性プラスチック製品の廃棄物から熱可塑性プラスチックを回収するための方法

④解決手段：有機被膜、有機ケイ素被膜、金属含有被膜、ラッカー、染料などで被覆されたポリカーボネート基材のような熱可塑性プラスチック基材を、所望により粗砕した後、陰イオン界面活性剤または非イオン界面活性剤またはそれらの

混合物を含む苛性アルカリ水溶液で処理し、次いで洗浄液の pH が中性となるまで水及び稀酸ですすぎ、しかる後に乾燥する。

⑤詳細：添付図 3. 参照

#### (4) ソニー (株)

##### 1) 特開平 10-249315

①発明の名称：光ディスクのリサイクル方法

②出願日：1997/03/14(H9)

③解決課題：基板上に色素層、反射膜層及び保護膜を積層した形態の光ディスクから、色素層を簡便に回収する方法

④解決手段：光ディスクを色素層を溶解する有機溶剤と接触させることにより、ディスクから色素層を溶解・抽出して回収する。

実施例ではポリカーボネート基板 11 上に色素層 12 と、金の反射膜 13、

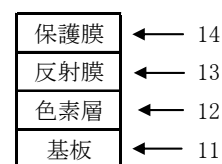
UV 硬化樹脂の保護膜 14 とを積層した構造の CD-R をカッターで約

2cm 角の大きさに切断し、この切断物を溶剤エタノールに浸漬し 30

分間攪拌した。その結果、色素が溶剤に溶解し、上記切断物が基板

樹脂と、金膜（反射膜）の付着した保護膜とに分離した。上記溶剤

から基板樹脂を取り出すことにより樹脂を回収した。更に、この溶剤を濾過して固形分を分離し、色素溶液を回収した。



⑤詳細：添付図 4. 参照

#### (5) バイエル・アクチェンゲゼルシャフト

##### 1) 特開平 04-305414

①発明の名称：ポリカーボネート及びポリエステルカーボネート廃棄物の精製

②出願日：1991/09/21(H03)

③解決課題：金属塩の形の金属、ラッカー及び、随時、染料を含む熱可塑性芳香族ポリカーボネート及び/または熱可塑性芳香族ポリエステルカーボネートの廃棄物の精製する方法

④解決手段：該廃棄物を 0.5～1.5cm の平均径を有する破片にし、該破片を攪拌しながら酸と共に還流し、引き続いて中性に洗浄、その後攪拌しながら水洗浄し、重縮合物から除去された全てのラッカー成分がすすぎ出されてしまうまで水で洗浄、破片の濾別・乾燥を行い、更に破片になお付着のありえるラッカー及びまたは染料残渣を必要に応じて空気分離にて除去する。

⑤詳細：添付図 5. 参照

#### 4.1.3.2.データ消去・破壊法

(1) ソニー（株）、（株）ソニー・ミュージックエンタテインメント

1) 特開平 10-172148

①発明の名称：光学式情報媒体の処理方法及び装置

②出願日：1996/12/06(H08)

③解決課題：CDの再生不能化処理を高効率でかつクリーンな作業環境で実施する。

④解決手段：CDにマイクロ波を短時間照射してその反射膜のみを破壊し、反射膜に亀裂を入れる。CDはケースに入れたまま処理することができるので効率がよい。また、短時間照射であるため、透明基板及び保護膜はいずれも高周波誘電加熱されることなく、そのまま変化しないので、破壊された反射膜の金属粉はこれらの膜の間に保持されて飛散せず、作業環境がクリーンに保たれる。

(2) オリエント測器コンピュータ（株）

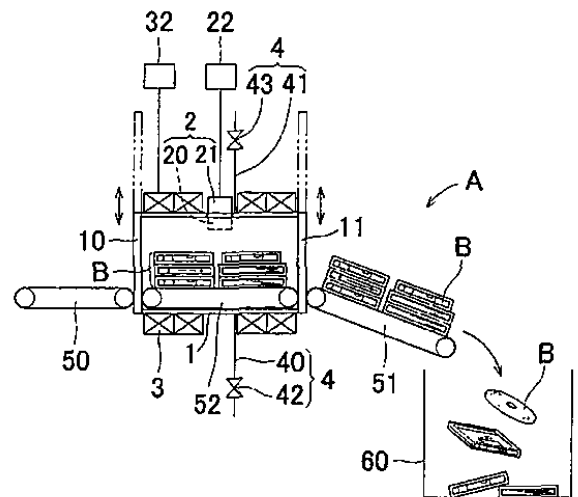
1) 特許第 4101687 号

①発明の名称：記録媒体のデータ消去装置

②登録日：2008/03/28(H20) (公開番号：特開 2004-303284)

③解決課題：磁場による磁気記録媒体のデータを消去する装置やマイクロ波を利用する消去装置において、被処理物である記録媒体を機械的に移動させる必要がある場合（磁場或いはマイクロ波の偏在を防止するため）、消去処理する記録媒体等の被処理物全体の大きさ以上に処理室を大きくする必要があった。更に、処理室が大きくなると、マイクロ波や磁場の強度を大きくする必要が生じるため、必要とする電力も比較的大きくならざるを得なかった。

④解決手段：上記二つの課題を同時に解決するためになされたものである。本発明の記録媒体消去装置(A)は、記録媒体が收容される処理室(1)と、処理室内に收容された記録媒体(B)にマイクロ波を照射するマイクロ波照射手段(2)と、前記処理室内に磁場を発生させる磁場発生手段(3)を備えることを特徴とする。これにより、記録方式の異なる記録媒体、例えばCD-ROMのような光ディスクとフロッピーディスク等の磁気記録媒体を同時に、また、別々に本発明にかかる装置のみで処理することが可能となる。記録媒体のデータ消去装置の一例を下図に示す。



A 処理装置 B 記録媒体 1 処理室 2 マイクロ波照射手段 3 磁場発生手段  
4 低酸素維持手段 50,51,52 ベルトコンベア

(3) 太陽誘電 (株)

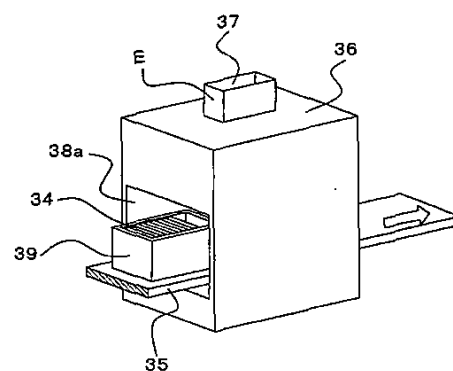
1) 特開 2001-14681

- ①発明の名称：光ディスクのデータ消去方法、その記録媒体、その装置、透かし記録方法
- ②出願日：H11/12/28(1999)
- ③解決課題：格別な装置を必要とすることなく、簡便にデータを消去することができ、資源のリサイクルにも好適な光ディスクのデータ消去技術を提供すること
- ④解決手段：
  - a. データ記録時に相当するパワーのレーザー光を、データ記録済みの光ディスクにピックアップから照射すると共に、光ディスク上でピックアップをトラッキング制御を行うことなくディスク半径方向に移動させて、二重書き用信号を記録することを特徴とする。
  - b. 更に、光ディスクに記録されたデータの読出しに必要なデータ読出し必要領域を検出し、検出したデータ読出し必要領域にピックアップを移動させて、該データ読出し必要領域に二重書きデータを記録することを特徴とする。
  - c. 光ディスクの未記録領域に透かし記録を行うことを特徴とする。

3-4. ミクロ電子 (株)

1) 特開 2009-301647

- ①発明の名称：情報記録ディスクの記録膜破壊方法と記録膜破壊装置
- ②出願日：2008/06/13(H20)
- ③解決課題：CD や DVD などの情報記録ディスクの情報記録膜の破壊処理について、大量に、安定且つ高歩留で行うことができる情報記録膜破壊装置を開発すること。
- ④解決手段：右図において、方形導波管 37 を介してマイクロ波電力を供給するアプリケーション 36 と、方形導波管 37 に連通するアプリケーション 36 のマイクロ波放射孔のマイクロ波電界方向に平行または直交させて移動駆動させるベルトコンベア 35 と、上記マイクロ波放射孔のマイクロ波電界方向に、情報記録面を平行させるようにケース 34 に収納の情報記録ディスクを内装する容器 39 と、容器 39 をベルトコンベア 35 に載せてアプリケーション 36 内を通過させ、情報記録ディスクの情報記録面にマイクロ波電力を照射し、情報記録膜を破壊する。



#### 4.1.3.3.切削剥離処理

(1) オリエン特測器コンピュータ (株)

1) 特許第 3236000 号

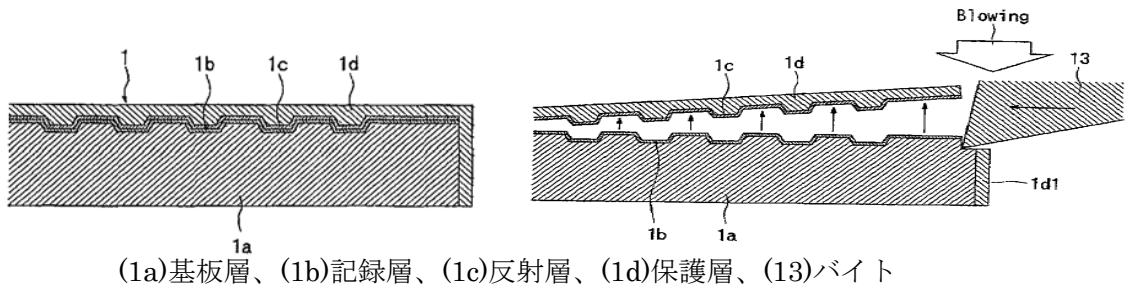
- ①発明の名称：光ディスクの基板回収方法
- ②登録日：2001/09/28(H13) (公開番号：特開 2000-285531)
- ③解決課題：光ディスクのデータ破壊と、基板からの記録層及び反射層の剥離とを機械的に一挙に行うことと、研磨剥離した粉体の処理も行いやすくかつ記録層及び反射層の構成要素が付着していない純粋な合成樹脂基板を回収する方法
- ④解決手段：透明な合成樹脂基板に記録層、反射層が順次積層されてなる光ディスクの記録層及び反射層を、研磨手段を用いて水を供給することなく前記反射層側から研磨することにより基板から粉状にして剥離しながら、研磨剥離された粉体を集粉手段を用いて集粉し、記録層及び反射層を構成する各素材の付着していない純粋かつ透明の合成樹脂基板を回収する光ディスクの基板回収方法において、前記研磨を、研磨位置における基板を上面とする光ディスクの下方に配置された研磨手段により行う一方、研磨剥離された粉体を、真空ポンプを用いた集粉手段によって、研磨手段を構成する研磨部材及び円盤状支持板の各々の対応位置に設けられた厚さ方向の貫通孔を通過させた後、集粉するとして構成で回収する。

(2) 太陽誘電 (株)

1) WO 00/58957(国際公開番号)

- ①発明の名称：廃棄光ディスクの処理方法及びその装置と、光ディスク
- ②国際公開日：200/10/05(H12)
- ③解決課題：廃棄扱いとなった光ディスクから基板材料を物性変化を生じることなく回収できる廃棄光ディスクの処理方法と、この方法実施に好適な処理装置と、これら方法及び装置によって基板材料の回収処理を容易に行いうる光ディスクを提供すること
- ④解決手段：本発明の廃棄光ディスクの処理装置は、基板層(1a)上に少なくとも1つの他の層を有する光ディスクから他の層を取り除くために、光ディスクに外力(13)を付与して層間に隙間を生じさせ、この隙間にガスを侵入させて他の層(反射層(1c)・保護層(1d))の少なくとも1つを剥離すると共に、基板層(1a)に残留した記録層(1b)を切削によって取り除くことを特徴とする。

光ディスクの部分縦断面図      光ディスクの廃棄処理を行う手順を示す図

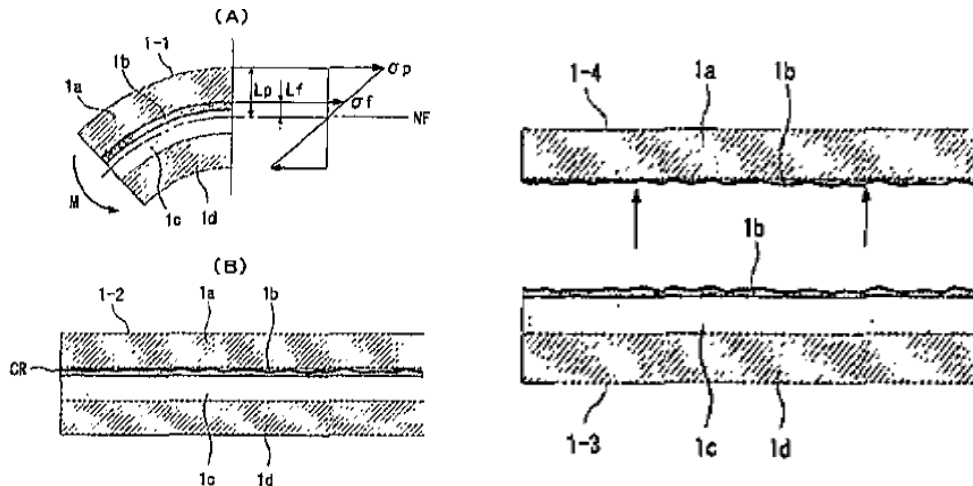


2) 特開 2006-95799

- ①発明の名称：光ディスクから基板材料を回収する方法及び装置
- ②出願日：2004/09/29(H16)
- ③解決課題：貼り合わせ型光ディスクから基板材料の回収を的確に行うことができる、光ディスクから基板材料を回収する方法及び装置を提供すること。
- ④解決手段：

- a. 上下二つの基板層の間にデータ層が介装された構造を備える貼り合わせ型の光ディスクから基板材料を回収する方法である。その作用効果は貼り合わせ型の光ディスクであれば片面1層タイプや片面2層タイプに限らず、両面各1層タイプや両面各2層タイプの光ディスクであっても得られ、また、DVD±R、DVD±RW、DVD-RAM、DVD-ROM等の種類にかかわらず同様にできる。
- b. 上下二つの基板層(1a)、(1d)の間にデータ層(1b)が介装された構造を備える貼り合わせ型の光ディスク(1-1)にその外周縁から中心に向かって曲げ応力Mを付与してデータ層(1b)を破壊し、データ層破壊ディスク(1-2)を破壊されたデータ層(1b)を境として引き離して二つに分離し、基板層を含む各分離ディスク(1-3)、(1-4)からデータ層(1b)の残骸を含む不要物を切削にり除去する。

下図の符号：光ディスク(1)、下基板層(1a)、データ層(1b)、上基板層(1d)



#### 4.1.4.原料化工程及び再利用

以下には、原料化工程と再利用に関する可能性について得られた情報を整理する。前述したように排出される光ディスク由来のポリカーボネートについては、幾つかの種類があることから、再生利用の用途を考える上で、これらを考慮する必要がある。

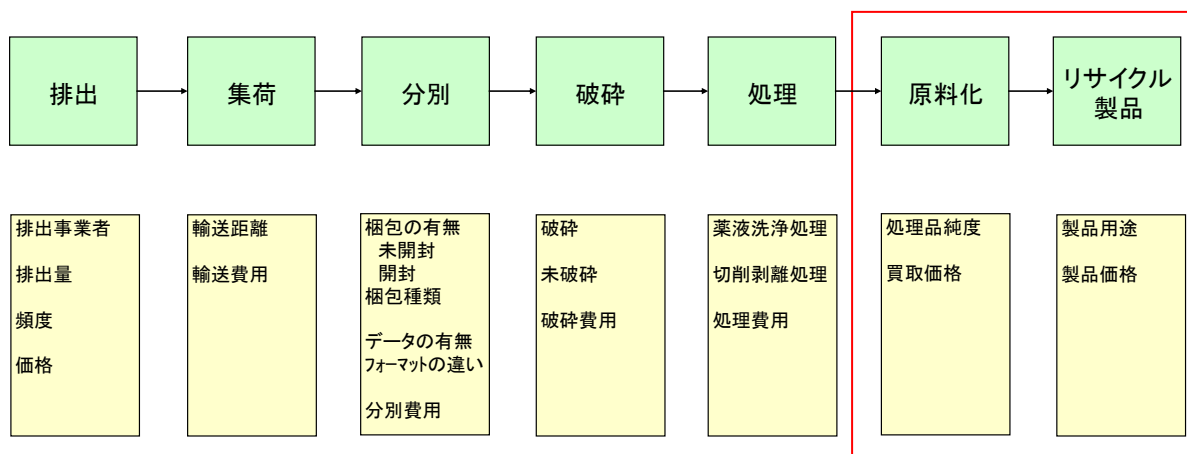


図 21 光ディスクの原料化・リサイクル製品の流れと整理

#### 4.1.4.1.原料化工程及び再利用の概要

##### 1) 排出光ディスクの発生と回収、再生

前述したように、光ディスクの生産段階で、試作品や製造不良により廃棄ディスクが排出される。また、光ディスクは、市場に出回ったのち、一部は返品や不良在庫として短期間で廃棄される。多くの部分はユーザーで長期間使用された後、最終的には廃棄される。これらの中でまとまって排出されたものが、回収され再利用されている。生産段階で破棄されるものと、返品や不良在庫として短期間で廃棄されるものについて排出量を推計した。

2009年の記録型光ディスク生産量は、1,034百万枚であり、ポリカーボネート樹脂量として16,544トンとなるが、ヒアリングから排出量はその2割に当たる3,300トンあったと推定した。うち透明品が1/3で1,100トン、機能膜付品が2/3で2,200トンあったと推定している。

再生専用型光ディスクの生産は、約800百万枚と推定したが、これのポリカーボネート樹脂量は12,800トンであり、ヒアリングから排出品はその2割に当たる2,560トン、うち透明品は30%で770トン、機能膜付品が70%で1,790トンあったと推定した。

透明品には製造初期段階やロット切り替え時の試打ち品及び射出成型加工時に必要なスプルー（溶融樹脂が射出成型機から金型へ出ていく流路）が含まれ、これらはポリカーボネートそのもので、異物を含まないため、そのまま破碎されすべてが再利用される。



機能膜付品は、製造の最終工程の検査ではねられたものや印刷テスト品やロット切り替え時に発生したものであり、このままでは再利用できないので、機能膜剥離、洗浄工程を経て再利用される。光ディスク製造事業者から排出される機能膜付排出品は、ほとんどすべてが回収され、破碎、膜剥離、洗浄後、再利用されていると考えられる。

これらをまとめると、生産段階では、約 29,300 トンのポリカーボネートが光ディスク製品となり、透明品：1,870 トン、機能膜付品：3,990 トン、合計：5,860 トンのポリカーボネートに相当する排出ディスクが排出され、再利用されたものと推定した。

光ディスク国内市場に出回ったものは輸入品も含めて、記録型で 1,404 百万枚、ポリカーボネート量で 22,464 トンあり、一方、再生専用型光ディスクは約 1,000 百万枚、ポリカーボネート量で 16,000 トンと推定した。

記録型では、今回の調査では、使用後にまとめて排出され再利用されているという具体的な事例が見当たらなかった。

再生専用型では、まとめて排出されるものとして、不良在庫や返品として流通業者から排出される音楽用 CD/DVD、返本により排出される書籍雑誌付録 CD/DVD、レンタル終了後に排出される音楽及び映像 DVD/CD 等が主なものである。今回の調査では、これらの積み上げ数量がポリカーボネート量として 2,450 トン程度あった。このため再生専用型で排出され再利用されているポリカーボネート量は、再生専用型全体の 15~20%程度と推定し、2,800 トン (=17.5%) とした。これらは、すべて機能膜付品であり、さらにプラスチックや紙のケースに入っており、説明書付きの場合もある。このため、再利用には、ディスク、ケース、紙等の分別がまず必要となる。

以上をまとめると、生産段階及び国内市場に出された後で、まとめて排出された廃棄ディスクのポリカーボネート量は、合計で 8,660 トンあると推定した。また、そのほとんどが海外での再生利用も含めて再利活用されたと推定される。

## 2) 回収された排出光ディスクの再利用

透明品のうち、記録型光ディスク製造事業者から出た 1,100 トンは、破碎されて排出ディスクリサイクル原料となり、500 トンが DVD ダミー板用途として再生自家消費され、残りの 600 トンは国内ポリカーボネート再生業者に販売されていると推定した (DVD ダミー板に使用された再生材は 720 トンあったと推定されるが、残りの 220 トンは機能膜剥離・精製品からと仮定した)。自家消費される分は、排出ディスクリサイクル原料となった後、再ペレット化され使用される。再生業者に販売されるものは、再生ポリカーボネートの原料になる。全量を DVD ダミー板として使用することも可能と思われるが、その時々再生業者向け価格とバージンポリカーボネート価格との関係で、自家消費されたり再生業者へ

の販売に回ったりするようである。

透明品のうち、再生専用型光ディスク製造事業者から出た 770 トンの中で、290 トンが再生自家消費され、480 トンは国内ポリカーボネート再生業者に販売されていると推定した。自家消費されるものは、光ディスク製造事業者において破砕され排出ディスクリサイクル原料となり、自社グループ内で使用するガラス繊維入りポリカーボネートやポリカーボネート/ABS アロイ等のコンパウンドグレードの原料の一つとして使われる。コンパウンドは提携するコンパウンドメーカー（樹脂メーカーである場合もある）にて実施されている。

機能膜付品の再利用については、以下の三つの場合がある。

#### ①国内で機能膜剥離・精製する場合

- ・記録型光ディスク製造事業者の中の 1 社は自社グループ内に機械的切削による機能膜剥離設備（木工用のカンナに似た機械）を持ち、精製後、破砕している。これは、透明品からの排出ディスクリサイクル原料と同様に扱われ、自家消費されるか再生業者に販売される。この膜剥離設備の能力は 360 トン/年でフル稼働している模様である。

そのうち、220 トンが DVD ダミー板用途に自家消費され、残りの 140 トンが再生業者に販売されると推定した。

- ・薬品処理により機能膜剥離・精製する大手精製業者が国内に 1 社あり、再生専用型光ディスク製造事業者からの排出品を中心に、700～800 トンの排出光ディスクを処理している模様である。ディスクは破砕された後、機能膜剥離・精製され排出ディスクリサイクル原料となり、そのままの姿（破砕品）で出荷される。この排出ディスクリサイクル原料の大部分は、国内の再生業者にて再生ポリカーボネートの原料として使用されている。ポリカーボネート樹脂メーカーでも、この排出ディスクリサイクル原料を使用してエコ・グレードを開発し製造・販売している。

- ・上記の他に、国内には機能膜剥離・精製する業者が数社あるが、いずれも取扱量は少ない。

#### ②海外で機能膜剥離・精製後、国内で自家消費する場合

再生専用型光ディスク製造事業者の 1 社は、再生業者を通じ海外（中国等）で薬品による機能膜剥離・精製をした後、買戻し、自社グループ内でコンパウンドグレードの原料として自家消費している。数量は、500 トン程度と推定される。

#### ③海外（主に中国）に輸出され、そこで機能膜剥離・精製後、再利用される場合

光ディスク製造事業者から排出された機能膜付品のうち、切削により膜剥離される 360 トン、薬品処理により膜剥離される 800 トン、海外で精製後買戻される 500 トン、を除き 2,330 トンが輸出されているものと推定した。

また、市販された光ディスクのうち、流通業者やレンタル業者等からまとめて排出された機能膜付品は、一部、燃料化される部分（115 トン）と焼却される部分（60 トン）を除き、2,625 トンすべてが輸出されているものと推定した。

合わせて 4,955 トンが、多くは破碎された後、輸出され、機能膜剥離・精製後、輸出先にて再利用されている。膜剥離はほとんどが薬品洗浄処理法にて行われている模様である。この輸出される量は、まとめて排出される排出ディスク全回収量の 57%、機能膜付品回収量の 73%に該当する。

排出光ディスクの発生、回収、再利用状況の概略を以下の図に示す。

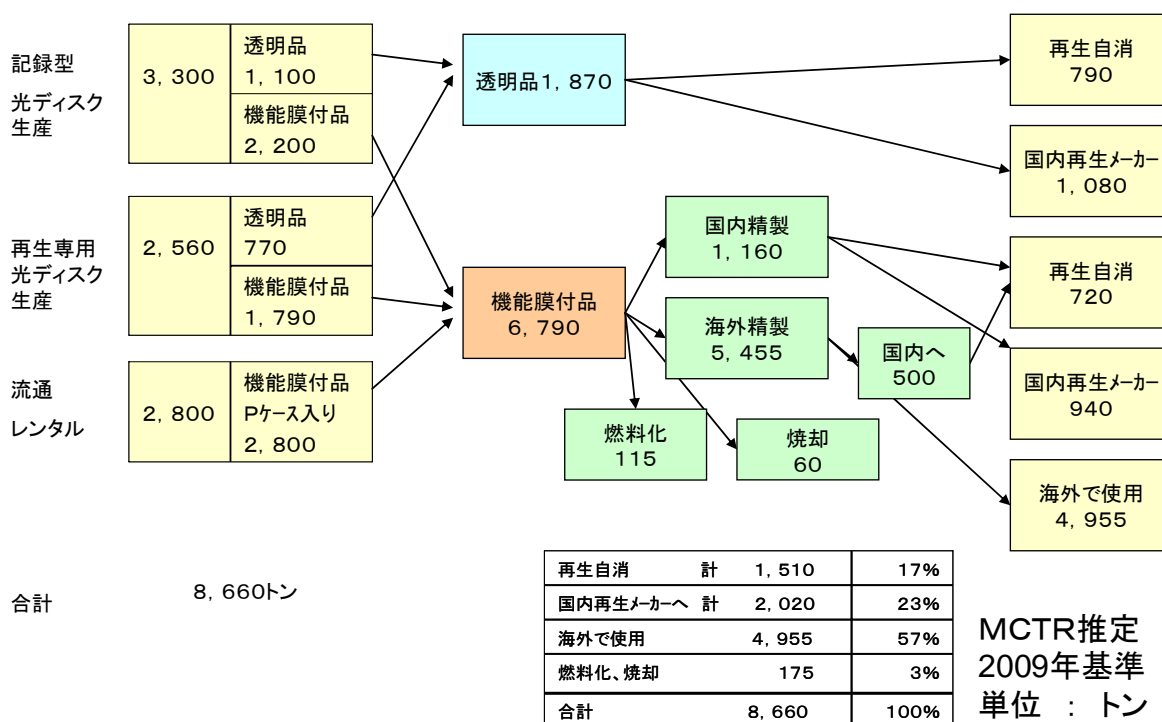


図 22 光ディスクの生産、流通等での排出品の発生及び回収と再利用

#### 4.1.4.2.光ディスクとしての再利用

##### 1) DVD ダミー板への再利用

DVD ダミー板に排出ディスクリサイクル原料が再利用されている。DVD は 0.6mm 厚み、直径 12cm のポリカーボネート製の円盤を 2 枚貼り合わせた構造になっており、記録膜は 2 枚の円盤の間に貼りつけられる。記録を読み取る赤色レーザーは円盤の一方（下側）から入り記録を読んで反射されるため、円盤のもう一方（上側）は赤色レーザーが通過せず、ダミー板と呼ばれる。ダミー板は DVD の反り防止のための保護板として貼り合わせられており、一般には記録読み取り面と同じ材料が使われている。要件としては、流動性や寸法安定性、物性等の特性が読み取り面材料と同じであれば良く、レーザーが通過しないので

異物に対する要求は大きくはない。従って、排出ディスクリサイクル原料からの再ペレット化品が分子量や物性の低下が無く得られれば、当該用途への利活用が可能となる。

記録型光ディスク製造事業者の1社は、透明廃棄品及び機能膜付品の切削による機能膜剥離・精製品を自社のDVDダミー板に使用している。いずれもバージン品と比べて分子量の低下は無いとのことである。記録型光ディスク製造事業者から出た透明品からの500トンと、切削による機能膜剥離・精製品からの220トン、合わせて720トンがDVDダミー板用途として再生自家消費されていると推定した。

国内での記録型光ディスク生産のうち、DVDの生産が7割とすると、DVDダミー板の需要は、約5,800トンとなる。

また、再生専用型光ディスクのDVDダミー板にも利活用が可能であると考えられる。国内で生産される再生専用型光ディスクのうち、DVDが5割を占めると仮定すると、DVDダミー板としての需要は、3,200トンとなる。

記録型、再生専用型合わせると、9,000トン/年のDVDダミー板用途の需要がある。

これらに排出ディスクリサイクル原料を使用できる可能性がある。しかしながら、大きな課題としては、ダミー板用のポリカーボネートには、読み取り板用のポリカーボネートと同じ性状が求められ、読み取り板と同じ銘柄の排出ディスクリサイクル原料は容易に使用できると思われるが、一般市場から入手する排出ディスクリサイクル原料からの再ペレット化品では要求に合わない恐れも考えられる。さらに、光ディスク製造事業者の多くは、ディスク製造に使用する原料ポリカーボネートの銘柄毎に使用する原料サイロを固定している。これは、一つの原料サイロから多数の射出成型機に原料ポリカーボネートを自動輸送するシステムになっていること、原料移送時の異物混入を嫌うこと、銘柄により成形条件や光ディスク製造条件が若干異なるため他銘柄の混入を嫌うこと、などのためであるが、DVDダミー板利活用のためだけに少量の排出ディスクリサイクル原料からの再ペレット化品用サイロを別途設けることは経済的になかなか難しいと考えられる。

このためDVDダミー板向けに排出ディスクリサイクル原料からの再ペレット化品を採用するには、解決すべき課題が多くある。

## 2) ディスク to ディスク

DVDダミー板に限らず、一般のディスク to ディスクは難しいと考えられている。

ディスク用のグレードは、円板成型時に発生する光学的歪みを避けるために、分子量を極端に低くして流動性を良くした特殊グレードである。また、異物を極端に嫌い、ポリマーフィルターを使用したうえで、クリーンルームの中でペレット化されている。排出ディスクリサイクル原料からの再ペレット化品を得る際に、分子量低下を抑える方法は見出されているが、バージンのディスク用グレード並みの低異物性を得るのは非常に難しいと考えられる。ポリマーフィルターやクリーンルームを使用すれば、ある程度の低異物性が得られるが、コストの増加が見込まれる。また、一旦クリーンルーム外に出た材料の再生処

理であるため、異物の増加は避けられず、バージン材並みの低異物までは到達しない可能性がある。日本国内では光ディスク製品への品質要求が厳しく、一般のディスク to ディスクの再利活用は解決すべき課題が多いと考えられる。

ただし、機能膜剥離・精製品でも、バージン材よりは異物が多くエラーレベルが高いものの、十分に光ディスクのエラーレベル規格内に入るものが得られている。つまり要求レベルが低い中国等の海外においては、ディスク to ディスクも可能であり、実施される場合も十分にある。

#### 4.1.4.3.光ディスク以外への再利活用

##### 1) 再生ポリカーボネート原料としての再利活用

ディスク用のグレードは分子量が 15,000 前後と極端に低いため、一般のポリカーボネート（分子量=20,000 以上）と比べると衝撃強度が弱く、そのままではディスク用途以外には使用できない。このため排出ディスクリサイクル原料と分子量の高いポリカーボネートとを混合し、分子量を一般ポリカーボネートのレベルまで調節した上でペレット化し、再生ポリカーボネートとして、一般のバージンポリカーボネートと同様の用途に再利活用されている。

分子量調節のために混合されるものは、分子量の高いシート端材、ディスク用よりは分子量の高い自動車ヘッドランプレンズ端材・廃棄品、樹脂メーカーから出てくるオフグレード品等であり、場合によっては分子量調節のために適度な分子量のバージン材も加えられる。

再生材であるため製品（ペレット）が若干黄色味を帯びやすく、それを打ち消すためにブルーイング剤を使用して、アイスカラーグレードとして販売されることが多い。

国内における再生ポリカーボネートとして 2009 年に、24,000 トンの生産があったと推定される。その原料の内訳としては、排出ディスクリサイクル原料、シート端材等の回収品が 6 割、14,400 トン、樹脂メーカーの O G 品、ブレンド用バージン材が 4 割、9,600 トンが使用された模様である。また、排出ディスクリサイクル原料の使用量は 2,000 トン近くあったものと推定される。

これらの再生ポリカーボネート 24,000 トンの 8~9 割は輸出されたものと推定される。

国内ではボールペン、シャープペンシル等の文具向けに使われている。文具類ではグリーン購入法により、再生プラスチックが全プラスチックの 40 重量%以上という規定があり、これが再生材使用の後押しをしている。

海外に輸出されたものは、雑貨に使用される割合が多いと見られているが、一部はバージン材並みの扱いで、自動車ヘッドランプ、自動車テールランプ、照明器具等にも使用されている。

PET ボトルのリサイクルでは、ふとん綿用の短繊維用途、鶏卵パック等に使用されるシート用途等、再生材の有力な用途があるが、ポリカーボネートでは再生材の用途が DVD ダミー板、文具、パチンコのドル箱などであり、ほとんどのユーザーが高機能エンジニアリングプラスチックとしてのバージンポリカーボネートを求めるため、大部分の再生ポリカーボネートは輸出されることになる。尚、ドル箱には分子量の高いシート端材からの再生ポリカーボネートが主に使われている。

## 2) ポリカーボネート・コンパウンド原料としての再利活用

ポリカーボネート・ガラス繊維入り強化グレード (PC/GF) やポリカーボネートと ABS 樹脂のアロイ (PC/ABS) の原料の一つとして再利活用されている。いずれも不透明材料であり、低異物性への要求は非常に高いというものではない。

PC/GF では物性を主に GF で維持しており、ポリカーボネート樹脂サイドの多少の不安定さはカバーされる。排出ディスクリサイクル原料と GF に、分子量調節のための高分子量バージンポリカーボネートが加えられ、場合によってはさらに難燃剤やその他の添加剤が加えられて、用途に合ったコンパウンドグレードが作られる。排出ディスクリサイクル原料の使用比率は、全体の 10~30%程度である。

PC/ABS でも排出ディスクリサイクル原料に分子量調節のためのバージンポリカーボネートがブレンドされ、さらに ABS に加えて、難燃剤、種々の添加剤が混ぜられることが多く、排出ディスクリサイクル原料の多少の不安定さはさほど大きな問題にならない。なお、この場合も、排出ディスクリサイクル原料の使用比率は、全体の 10~30%程度になっている。

光ディスク製造事業者の 1 社は、環境問題から再生プラスチック使用を推進しており、自社から出る排出光ディスクを、透明品は破砕し、機能膜付品は外部で膜剥離・精製して、排出ディスクリサイクル原料とし、積極的に自社グループの製品に使用するため、提携するコンパウンドメーカー（樹脂メーカーである場合もある）で自社向けのコンパウンドを製造している。排出ディスクリサイクル原料使用の PC/GF、PC/ABS は次の製品に使用されている。

デジタルスチルカメラ（コンパクトカメラ、一眼カメラ）の外装部品・内部部品  
ビデオカメラのフロントパネル・ステーション、ポータブルゲーム機の内部機構部品、  
ハイビジョンワイヤレスリンクセットのトップカバー  
リアプロジェクションテレビの光学ブロック  
液晶テレビの筐体、ノートパソコンのハウジング

当該社グループが使用する排出ディスクリサイクル原料の使用量は 800 トン前後と推定される。

ポリカーボネート樹脂メーカーの1社は、排出ディスクリサイクル原料を使用して、PC/ABSのエコ難燃グレードを開発し、電気・電子用途のモデムルーターハウジングやノートパソコンハウジング等向けに提供している。排出ディスクリサイクル原料10%使用と30%使用のグレードがある。

2008年には、国内でPC/GFで11,000トン、PC/ABSで86,000トンの需要があったと推定<sup>1</sup>され、仮定として、当該用途に、排出ディスクリサイクル原料を10%程度使うことができれば、9,700トンの潜在需要があることになる。

大手の印刷メーカーでは、排出ディスクリサイクル原料とPETボトル由来の再生PETを、およそ半々に使用してPC/PETアロイとし、これをカードに再利活用しようとしている。これは再生ポリカーボネートメーカー、再生PETメーカーとの共同開発で行っており、石油原料の新規使用をゼロに抑えた環境配慮型製品としてカード会社に採用を促している。

光ディスク以外への再利活用プロセスを以下の図に示した。

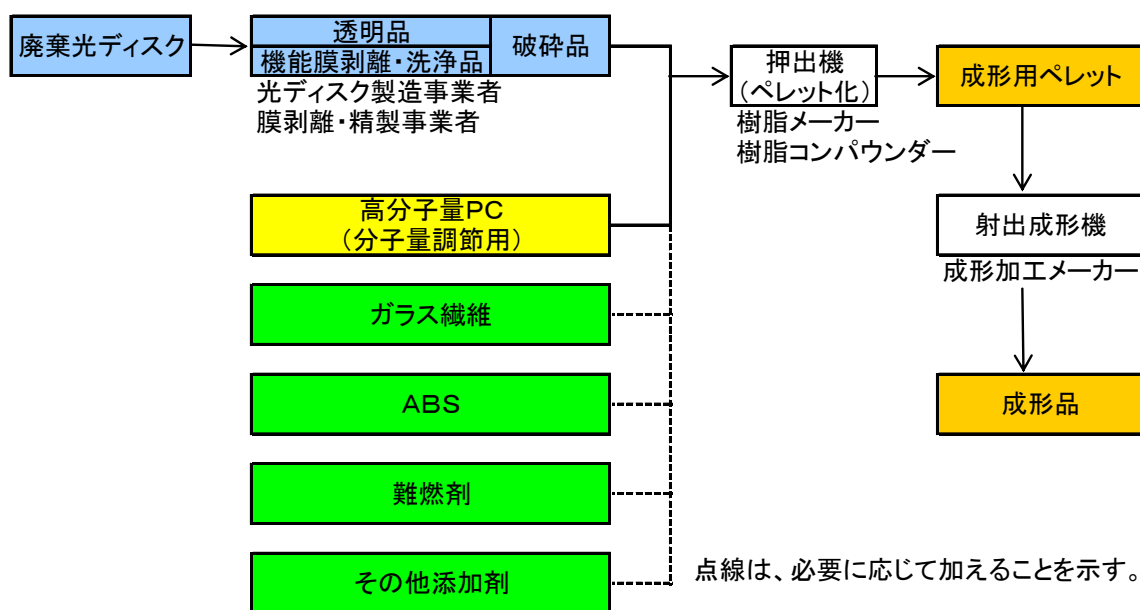


図 23 排出ディスクの光ディスク以外への再利活用プロセス

なお、日本においては、薬品洗浄処理などのリサイクルのための処理が行われているが、洗浄後の廃液の処理、つまり、排水処理に関する技術も進んでいる。また、機能膜の剥離処理品の品質管理面での工程、出荷、トラブルシューティング対策などにも優れており、

<sup>1</sup> コンパウンド市場の展望と世界戦略 2010 (富士経済)

リサイクル品の利用時における流動性（MFR）、異物管理などの工程管理、SEM、UV、IRなどの分析機器を用いた添加剤補正技術などのトラブル解析技術も優れている。

また、リサイクル品であることを判別・証明するためのトレーサビリティの技術にも優れたものがある。

### 3) 輸出後の再利用

機能膜付品の輸出先は主に中国であるが、そこで機能膜剥離・精製後再利用されている。

中国では再生ポリカーボネートへの品質要求が甘く、また精製時に排出される廃水の処理規制も甘いため、剥離・精製処理コストが安い。このため排出光ディスクを少々の高値で買ってもビジネスが成り立つ。一方、日本国内では機能膜剥離・精製品への品質要求が高く精製コストが高くなることに加え、高い排水規制のため廃水処理コストも高くなる。このため、排出光ディスクを安く手に入れないとビジネスが成り立たない。このような事情もあり、多くの排出光ディスクがより売値の高い中国へ輸出されている。

中国では、かつてはビデオ CD（VCD）に大量に使われたが、現在は、ビデオ CD の品質要求が高くなり、雑貨用途での利活用が多くなったとの情報もある。



#### 4. 2. 光ディスクの再利用システム構築にかかるコスト、効果検討及びその検証、評価

光ディスクリサイクルに必要なコストの算出の考え方を決める上で考慮すべき点を以下の図に整理した。考慮点としては、

- ・有価物と廃棄物の場合の違い
- ・再生原料買取価格と新品原料購入価格との関連性
- ・ナフサ価格などの影響

などである。いずれの場合に該当するのかをヒアリングで確認した上で、必要コストとして、試算して評価することとした。

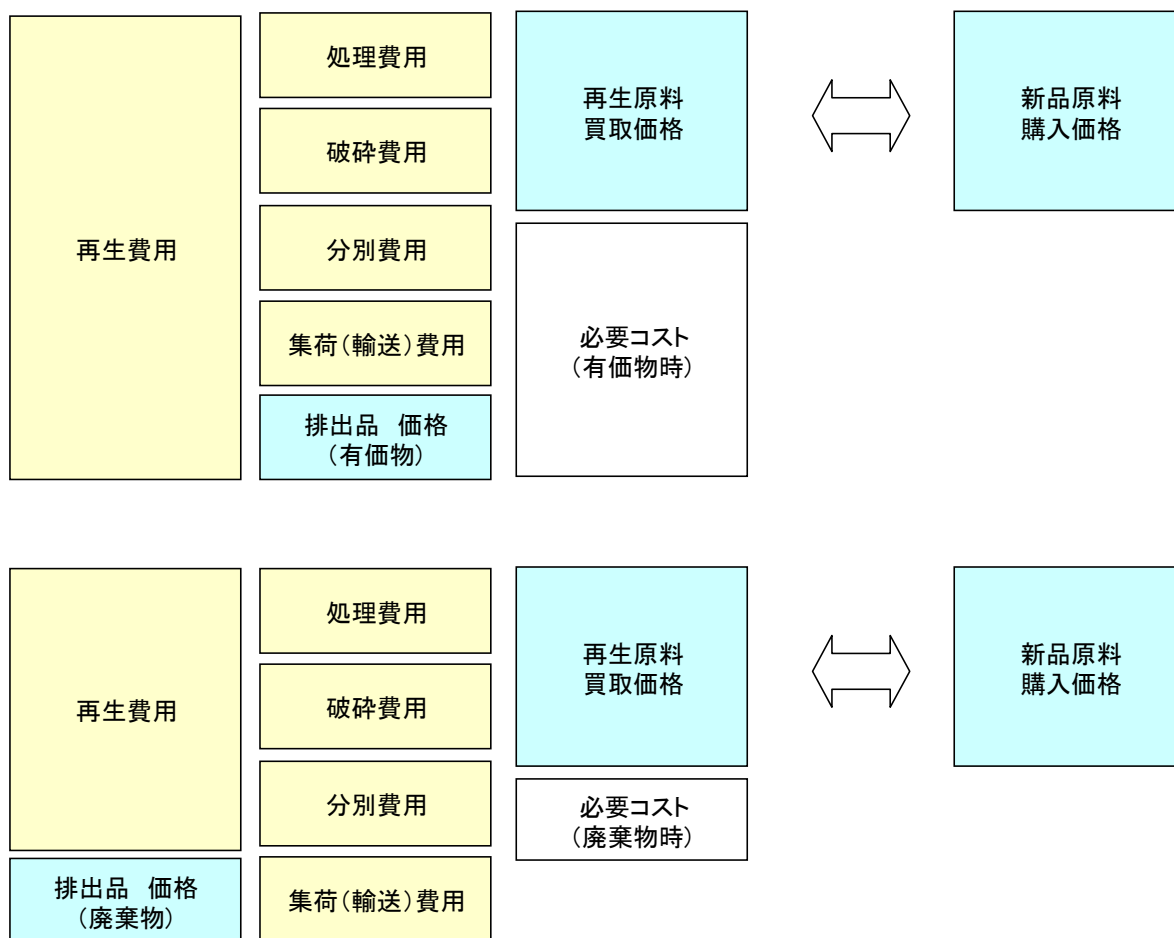


図 24 光ディスクリサイクルに必要なコスト試算での課題

なお、ヒアリング結果からは、有価物としての取引が多いこと、再生原料買取価格と新品原料購入価格に関連性があること、ナフサ価格の影響も受けるが、需要量と供給量の関係によって取引価格が左右されることなどが判明し、試算にあたって参考とした。

#### 4.2.1.光ディスクの排出から原料化・再利用までの各段階でのコストの試算及び国内循環全体における必要コストの検証

コスト試算の範囲としては、以下の図のような範囲を想定した。

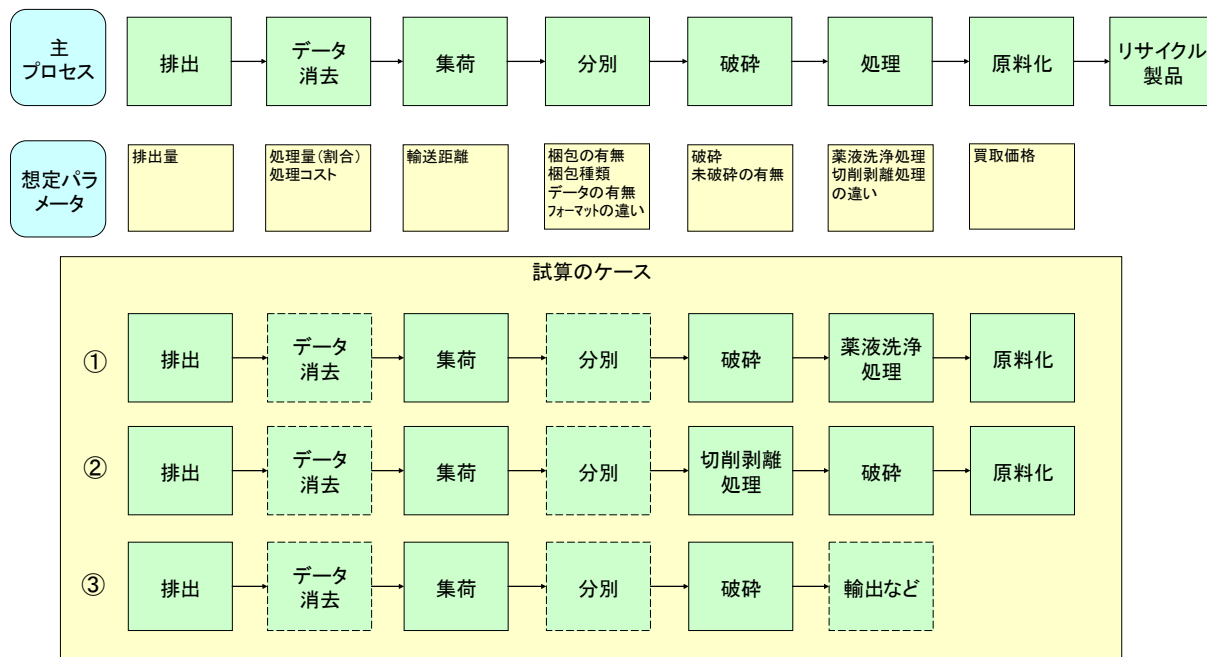


図 25 光ディスクリサイクルに必要なコスト試算範囲の想定

注：業種によっては、「分別」→「データ消去」→「排出」→「集荷」の順番や「排出」→「集荷」→「データ消去」→「分別」になる場合もある。

なお、図中の「データ消去」、「分別」については、全ての場合に適用した場合と実施しない場合があるため、入れた場合と入れない場合を想定した。また、「集荷」については、輸送距離として、往復、200 km、400 km、600 kmの3種類について年間処理量 500、1000、3000 トン/年のケースについて、試算を実施した。

##### 4.2.1.1.コスト試算の前提

###### 1) 原料光ディスクの形態

###### ①集荷・回収

- ・フレコン (約 500kg/袋)
- ・回収専用段ボール箱：機密を要する光ディスクは回収専用の段ボール箱 (密封された状態)

②個々の光ディスク

以下の形態で回収される

- ・ P ケース入り (PS・PP 等の透明プラスチックケース)
- ・ 紙袋或いはフィルムシート袋
- ・ バルク

2) 光ディスク処理設備の稼働時間

日：8時間、 週：5日（40時間）、 月：22日（176時間）、年：264日（2112時間）

3) 光ディスクの処理量（重量・枚数）

光ディスクの年間処理量は500トン、1,000トン及び3,000トンの3ケースを検討する。それぞれのケースに対応する光ディスクの枚数については、1枚当り16g（CD・DVDとも同じ）として算出し、重量ベース及び枚数ベースの年間・月間・日間・時間当りの処理量を算出すると、表12、表13を得る。

表 12 重量ベース処理量

単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
ton/yr	500	1,000	3,000
ton/month	41.7	83.3	250.0
ton/day	1.89	3.79	11.36
ton/hr	0.24	0.47	1.42

表 13 枚数ベース処理量

単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
枚/yr	31,250,000	62,500,000	187,500,000
枚/month	2,604,167	5,208,333	15,625,000
枚/day	118,371	236,742	710,227
枚/hr	14,796	29,593	88,778

4) 光ディスク容器（P ケース）処理量

集荷・回収される光ディスクはP ケース、紙袋或いはフィルムシート袋、バルクであるが、全量P ケースに入っているとした場合のP ケースの重量を算出し、表14に示す。この場合、1枚当りのP ケース重量は70gとした。

表 14 P ケース重量ベース処理量

単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
ton/yr	2,188	4,375	13,125
ton/month	182.3	364.6	1093.8
ton/day	8.29	16.57	49.72
ton/hr	1.04	2.07	6.21

5) 処理設備試設計の前提

集荷・回収、分別、破碎、データの消去、PC樹脂再生加工処理-1（薬品洗浄処理）及びPC樹脂再生加工処理-2（切削剥離処理）の各設備について、概略試設計を行うための前提条件を以下に整理する。

5-1) 集荷・回収

- ①輸送手段：10 トントラックで輸送する。輸送のトラック及び運転手は外注
- ②輸送距離：往復 200、400、600 k mにおける輸送費を検討
- ③収集の形態とその量

フレコンと光ディスク収集専用段ボール箱を検討する。

- ・フレコン：500kg/袋とし、全量フレコンで集荷・回収するとした場合フレコン袋数は表 15 を得る。

表 15 フレコン袋数

		単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
ケース入り光ディスク	光ディスク	ton/yr	500	1,000	3,000
	Pケース	ton/yr	2,188	4,375	13,125
	合計	ton/yr	2,688	5,375	16,125
フレコン数	年	個/yr	5,376	10,750	32,250
	週	個/week	102	204	611
	日	個/day	20.4	40.7	122.2
	時間	個/hr	2.5	5.1	15.3

- ・専用段ボール箱：箱のサイズは 430mm \* 300mm \* 280mm とし、光ディスク収納枚数を 160 枚/箱として、全量専用段ボール箱で集荷・回収するとした場合の段ボール箱数は表 16 を得る。

表 16 ダンボール箱数

		単位	ケース 1	ケース 2	ケース 3
箱数	年	箱/yr	195,313	390,625	1,171,875
	週	箱/week	3,699	7,398	22,195
	日	箱/day	740	1,480	4,439
	時間	箱/hr	92.5	185.0	554.9

5-2) 分別

- ①分別作業：回収光ディスクを、光ディスク（CD・DVD）、P ケース、フィルムシート、紙に分別する必要があるとあり、現時点では、機械化設備は無いため、パート業者等に外注、人海戦術で行う。
- ②処理能力：メーカーヒアリング結果等より、400 枚/時間・名（800 円/時間）及び 300 枚/時間・名（500 円/時間）を検討する。
- ③外注先への配送・回収：輸送費は 5-1) 集荷・回収に含める。

### 5-3) 破碎

- ①破碎機：光ディスク専用機とPケース専用機に分けて設置するとして、ベンダーヒアリングにより、機種・基数及び価格を算出する。破碎機は一軸破碎機を採用採し、破碎機および刃の保守を考慮して予備機を持ち、防音・防塵設備も設ける。
- ②破碎品サイズ：光ディスク・Pケースとも10～15mm程度のフレークとする。

### 5-4) データの消去

- ①処理法：密封された光ディスク専用段ボール箱の状態でデータの消去・破壊を行うことは情報漏洩防止の面から最も適した方法といえるので、この密封ダンボール箱にマイクロ波を照射する方法を採用する。
- ②データ消去・破壊機：ベンダーヒアリングにより基数・価格を推定算出する（同社特許記載の移送スピード2.5m/分、及び同社納入実績をベースとした）。

### 5-5) PC樹脂再生加工処理-1（薬品洗浄処理）

- ①処理法：国内実プラントを稼働させているパナック工業（株）のプロセス特許をベースとする。運転はバッチ処理で、3ケースともワンバッチ/日とする。
- ②洗浄システム：界面活性剤・苛性ソーダ等の水溶液で洗浄後、水洗を十分行って脱水・乾燥させる。界面活性剤・苛性ソーダ等の薬品は工業用品を購入し、稀釈水・洗浄水にはイオン交換水を使用する。
- ③洗浄排液処理：洗浄排液は硫酸水溶液で中和後、活性汚泥処理設備で処理・下水排出とする。活性汚泥処理設備の設計前提は入口BOD<sub>3</sub>, 000mg/L、処理水は下水放流（BOD<sub>300</sub>mg/L）とし、24時間連続運転とする。
- ④設備価格：洗浄設備各機器は概略設計・社内積算にて算出、脱水機及び活性汚泥処理設備はベンダーヒアリング（それぞれ、脱水機の販売企業、排水処理専門企業である）より算出した。

### 5-6) PC樹脂再生加工処理-2（切削剥離処理）

- ①処理法：光ディスクの表面記録層を機械的に切削剥離する方法で、処理メーカーヒアリングより、基数価格を算出する。  
なお、本方法による切削剥離はCDのみである。設備は切削剥離機、集塵機、エアコンプレッサーから構成されている。
- ②CD処理能力：5,400枚/時間（90枚/分）。但し、切削用の刃は市販品を使用するが、CD10,000枚毎に交換が必要としている。

#### 4.2.1.2.処理設備の概略設計結果とそのコスト、及び処理コスト算出の前提

##### 1) 集荷・回収

集荷・回収は外注

##### 2) 分別

分別は外注

##### 3) 破碎

破碎設備の基数、概略寸法、所要動力及び設備コスト、保守費（設備費の10%とする）を表17に示す。採用破碎機は3種類で、型番A,B,Cで示した。

表 17 破碎設備の設計結果とコスト

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
粉碎機	型番		A	B	C/B
	所要動力	kw/基	3.7	7.5	56/7.5
ブロワー・サイクロン等	風量	m <sup>3</sup> /min/基	6.5	10	45/10
	所要動力	kw/基	0.75	2.2	7.5/2.2
寸法	縦*横*高さ	m/基	0.8*1.0*1.5	1.2*1.1*1.5	C:1.5*2.2*1.5 B:1.2*1.1*1.5
バグフィルター	所要動力	kw/基	1.5	1.5	5.5/1.5
基数			1+1	1+1	1(C)+3(B)
コスト					(C)/ (B)
粉碎機・ブロワー等	千円/基		1,800	3,000	20,000/3,000
バグフィルター	千円/基		800	800	1,800/800
防音室+ベルトコンベア	千円/基		1,200	1,800	6,000/1,800
各機器集計	千円/基		3,800	5,600	27,800/5,600
設備合計	千円		7,600	11,200	44,600
保守費	千円/年		760	1,120	4,460

##### 4) データの消去

データの消去設備の基数、概略寸法、電気及び設備コスト、保守費（設備費の10%とする）を表18に示す。ケース1及びケース2は同一仕様の設備を使用する。

表 18 データの消去設備の設計結果とコスト

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
マイクロ波発生装置	電気	kw/基	17	17	22
	基数		1	2	4
寸法	縦*横*高さ	m/基	10*1.5*1.5	10*1.5*1.5	10*1.5*1.5
コスト	単価	千円	15,000	15,000	19,000
	合計	千円	15,000	30,000	76,000
保守費	千円/年		1,500	3,000	7,600

5) PC樹脂再生加工処理－1（薬品洗浄処理）

薬品洗浄設備の概略設計結果と設備コスト、保守費（設備費の10%とする）を表 19 に、薬品洗浄設備から出てくる排水の処理は活性汚泥処理設備を使用し、その概略設計結果と設備コスト、保守費を表 20 に示す。

なお、薬品洗浄設備及び活性汚泥処理設備の設計前提、フローシート、各機器の概略仕様等は補足資料 6. 3. 4) に示す。

表 19 薬品洗浄設備の概略設計結果とコスト

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
攪拌洗浄槽	寸法 D*L	m	1.46*3.1	1.8*4.0	2.6*5.7
	攪拌動力	kw	2.2	5.5	15
	基数		1	1	1
	コスト	千円	8,761	12,768	26,852
貯蔵容器	粉砕品（光ディスク）				
	寸法 W*L*H	m	2.2*2.2*1.5	2.7*2.7*2.0	4.0*4.0*2.7
	コスト	千円	380	570	1,425
洗浄品	フレコン	数	20	40	110
	(500kg*5日分)				
薬品類貯槽	5基				
	コスト	千円	2,451	2,668	6,960
洗浄液調整槽	2基				
	コスト	千円	3,324	4,124	6,080
イオン交換水他	5基				
	コスト	千円	6,991	10,288	19,106
貯蔵容器	コスト集計	千円	13,166	17,690	33,681
熱交換器	2基				
	コスト	千円	1,805	3,040	4,940
ポンプ	10基				
	コスト	千円	1,948	2,185	3,610
脱水・乾燥機	一式				
	コスト	千円	6,118	10,108	12,635
機器類合計	コスト	千円	31,798	45,791	81,718
薬品洗浄設備一式	コスト	千円	95,393	137,373	245,154
保守費	コスト	千円	3,180	4,579	8,172

表 20 活性汚泥処理設備の概略設計結果とコスト

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
主要機器	原水調整槽、活性汚泥槽、沈殿槽、汚泥槽、脱水機から構成される				
設備費					
機器一式		千円	13,300	17,100	20,900
工事・土建		千円	31,350	46,550	99,750
合計		千円	44,650	63,650	120,650
運転費用					
合計		円/日	76,000	110,200	220,400
		(電力・薬品・廃棄物含む)			
保守費					
		千円/年	1,330	1,710	2,090

6) PC 樹脂再生加工処理-2 (切削剥離処理)

切削剥離処理設備の基数、概略寸法、所要動力及び設備コスト、保守費（設備費の10%とする）を表 21 に示す。なお、切削用の刃は市販品（2,000 円/本）を使用するが、約 10,000 枚切削ごとに交換が必要であるため、保守費とは別に計上する。

表 21 切削剥離設備の概略設計結果とコスト

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
剥離機					
所要動力		kw/基	0.3	0.3	0.3
寸法 W*L*H		m	0.9*1.4*1.5	0.9*1.4*1.5	0.9*1.4*1.5
集塵機					
所要動力		kw/基	2.2	2.2	2.2
寸法 W*L*H		m	1.5*0.9*0.6	1.5*0.9*0.6	1.5*0.9*0.6
エアコンプレッサー					
所要動力		kw/基	2.2	2.2	2.2
寸法 W*L*H		m			
設備一式					
基数			4	8	24
所要動力		kw	18.8	37.6	112.8
コスト					
設備一式		千円/基	3,000	3,000	3,000
合計		千円	12,000	24,000	72,000
保守費					
刃の交換費用		千円/年	3,168	6,336	19,008
機械保守		千円/年	1,200	2,400	7,200

7) 工場共通費

設備稼働に必要な工場共通費として、工場建屋、管理者・運転員、及び場内搬送設備を計上する。

①工場家賃

- ・工場と倉庫に使用し、処理量に対応して面積を推定
- ・賃貸料：60 千円/坪とする。

②人件費



- ・管理者+運転員、平均人件費 5,000 千円/年とする。
- ・処理量に対応して要員数を推定

### ③場内搬送設備

- ・フォークリフト
- ・その他の設備

### ④各費用と各設備への按分比率

工場建屋、要員（管理者、設備運転員、及び場内搬送設備の使用による原材料・製品の移動）、搬送設備の費用を表 22 に示す。

**表 22 工場共通費**

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
工場建屋					
大きさ	坪	坪	190	330	600
賃貸料	60千円/坪	千円	11,400	19,800	36,000
要員					
人数		名	6	8	10
費用	5,000千円/名	千円	30,000	40,000	50,000
搬送設備(フォークリフト他)					
費用		千円	1,440	1,920	2,880

表 22 の工場共通費はデータ消去設備、薬品洗浄設備（または、切削剥離設備）及び破碎設備へ表 23 の割合で按分する。切削剥離設備は基数が多く、刃の交換を 10,000 枚毎に行うことから作業量多くなるため薬品洗浄と同じとした。

**表 23 工場共通費の各設備への按分**

	データ消去設備	薬品洗浄設備	切削剥離設備	破碎設備
工場賃貸料	0.34	0.3		0.36
人件費	0.2	0.6		0.2
搬送設備	0.4	0.2		0.4

## 8) 処理コスト算出の前提

### ①投資設備の償却・金利

- ・耐用年数 8年

なお、薬品洗浄設備及び活性汚泥処理設備については 10 年も検討する。

- ・95%定額償却、金利年 2%とする。

### ②保守費（メンテナンス費）

機械設備の 10%として計上

### ③ユーティリティ費

- ・電気：11 円/kwhr

- ・水：水道水 165 円/トン、下水道費用 130 円/トン
- ・薬品洗浄に使用する薬品類については、補足資料 6. 3. 4) に示す。

#### ④廃棄物処理費

- ・PC 微粉：30 円/kg
- ・活性汚泥ケーキ：30 円/kg

### 4.2.1.3.各処理工程における処理コスト試算

集荷・回収及び分別については、外注コストを試算する。

破砕、データの消去、PC 樹脂再生加工処理-1（薬品洗浄処理）及び PC 樹脂再生加工処理-2（切削剥離処理）については、固定費及び変動費からそれぞれの処理費を試算する。なお、各設備の償却費計算詳細については、補足資料 6. 3. 5) に示す。

#### 1) 集荷・回収

往復距離 200、400、600 km 時の輸送コスト試算結果を、全量 P ケース入りと光ディスクのみの場合に分けて表 24 に示す。当然ではあるが、P ケース入りの光ディスク集荷・回収は重量が 3 倍になるため高コストになることが明らかである。なお、試算詳細については、補足資料 6. 3. 1) に示す。

表 24 集荷・回収における輸送コスト

		ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
		処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
光ディスク全量 P ケース入	往復輸送距離 (km)	200	円/kg	56.2	56.2	56.2
		400	円/kg	102.5	102.5	102.5
		600	円/kg	148.7	148.7	148.7
光ディスクのみ	往復輸送距離 (km)	200	円/kg	18.6	13.6	11.9
		400	円/kg	27.2	22.2	20.5
		600	円/kg	35.8	30.8	29.1

#### 2) 分別

パートの分別作業処理量を、光ディスク 400 枚/時間・名（時給 800 円）及び 300 枚/時間・名（時給 500 円）について試算した結果を表 25 に示す。なお、試算詳細については、補足資料 6. 3. 2) に示す。

表 25 分別作業コスト

		ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
		処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
作業費用						
	400枚/名hr*800円/hr	円/kg	125.0	125.0	125.0	
	300枚/名hr*500円/hr	円/kg	104.1	104.1	104.1	

#### 3) 破砕

光ディスクの破砕処理に要する固定費及び変動費を算出し、100%稼働時の処理原価を試算、表 26 に示す。破砕工程の破砕品回収率は 95% とし（4.2.1.4 参照）、廃棄物 PC

微粉は処理費として計上した。なお、P ケースの破碎処理費用については補足資料 6. 3. 3) 参照。

表 26 破碎処理の費用（光ディスクのみ）

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr			
		千円/yr	500	1,000	3,000
固定費					
設備費（金利込み）			982	1,448	5,765
工場賃貸費			821	1,426	2,592
人件費			6,000	8,000	10,000
搬送設備費			115	154	230
保守費			760	1,120	4,460
小計			8,678	12,147	23,047
変動費					
電気			150	283	1,638
水道水			35	70	209
下水道排出費			27	55	165
廃棄物PC微粉処理費			789	1,578	4,737
小計			1,001	1,986	6,749
固定費+変動費合計	千円/yr		9,679	14,133	29,796
処理原価	円/kg		19.36	14.13	9.93

4) データの消去

光ディスクのデータ消去処理に要する固定費及び変動費を算出し、100%稼働時の処理原価を試算し、表 27 に示す。

表 27 データ消去の費用

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr			
		千円/yr	500	1,000	3,000
固定費					
設備費（金利込み）			1,939	3,878	9,823
工場賃貸費			3,876	6,732	12,240
人件費			6,000	8,000	10,000
搬送設備費			576	768	1,152
保守費			1,500	3,000	7,600
小計			13,891	22,378	40,815
変動費					
電気			395	790	2,044
水道水			157	314	941
下水道排出費			124	247	741
小計			676	1,351	3,726
固定費+変動費合計	千円/yr		14,567	23,729	44,541
処理原価	円/kg		29.13	23.73	14.85

5) PC 樹脂再生加工処理－1（薬品洗浄処理）

光ディスクの薬品洗浄処理に要する固定費及び変動費を算出し、100%稼働時の処理原価を試算、表 28 に示す。洗浄品回収率は 98% とし（4.2.1.4 参照）、廃棄物 PC 微粉は処理費として計上した。薬品洗浄処理で排出する排水処理は活性汚泥設備で処理し、下水道に放流するとし、費用は薬品洗浄処理に加えた。

表 28 薬品洗浄処理の費用

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
固定費	千円/yr				
設備費	薬品洗浄		12,330	17,754	31,686
	活性汚泥処理		5,771	8,227	15,594
工場賃貸費			3,420	5,940	10,800
人件費			18,000	24,000	30,000
搬送設備費			288	384	576
保守費	薬品洗浄		3,445	4,770	8,406
	活性汚泥処理		1,400	1,600	2,200
小計			44,654	62,675	99,262
変動費	千円/yr				
	48wt%NaOH		7,106	14,212	42,636
	ナニシ界面活性剤		3,511	7,022	21,067
	アニシ界面活性剤		1,505	3,010	9,029
	35wt%過酸化水素水		573	1,147	3,440
	希釈・洗浄用イオン交換水		559	1,117	3,351
	75%H2SO4		4,739	9,479	28,436
	活性汚泥処理薬剤		396	792	2,376
	電気		620	1,073	2,727
	CW		602	1,204	3,612
	スチーム		4,171	8,342	25,122
	下水道排出費		453	906	2,718
	汚泥ケーキ処理費		528	1,056	3,168
	廃棄物PCの処理費		300	600	1,800
小計			25,063	49,959	149,481
固定費+変動費合計	千円/yr		69,717	112,634	248,743
処理原価	円/kg		139.43	112.63	82.91

6) PC 樹脂再生加工処理－2 (切削剥離処理)

光ディスクの切削剥離処理に要する固定費及び変動費を算出し、100%稼働時の処理原価を試算、表 29 に示す。切削剥離品回収率は 85% とし (4.2.1.4 参照)、光ディスク表面層は廃棄物処理費として計上した。

表 29 切削剥離処理の費用

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
固定費	千円/yr				
設備費 (金利込み)			1,551	3,102	9,306
工場賃貸費			3,420	5,940	10,800
人件費			18,000	24,000	30,000
搬送設備費			288	384	576
保守費			1,200	2,400	7,600
刃の交換費用			3,168	6,336	19,008
小計			27,627	42,162	77,290
変動費	千円/yr				
電気			437	874	2,621
水道水			209	418	1,255
下水道排出費			165	329	988
廃棄物PCの処理費			2,250	4,500	13,500
小計			3,061	6,121	18,364
固定費+変動費合計	千円/yr		30,688	48,283	95,654
処理原価	円/kg		61.38	48.28	31.88

7) 処理コストまとめ

1) ～6) の結果より、光ディスクのリサイクルに関する経済性検討のベースデータを抽出し表 30 に纏めた。

表 30 経済性検討のベースデータ

	ケース		ケース 1	ケース 2	ケース 3
	処理量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収	200 km	円/kg	56.20	56.20	56.20
分別	300枚/名hr*500円/hr	円/kg	104.10	104.10	104.10
破碎(光ディスクのみ)		円/kg	19.36	14.13	9.93
データ消去		円/kg	29.13	23.73	14.85
薬品処理		円/kg	139.43	112.63	82.91
切削剥離処理		円/kg	61.38	48.28	31.88

4.2.1.4. リサイクル製品生産の経済性検討

4.2.1.3 では各工程の処理コスト (円/kg 原材料) を試算した。これらの処理工程を組合わせて、リサイクル製品を生産するときの製品コスト (円/kg 製品) を表 30 のデータを使用して試算する。

1) 処理方式

①～②の 2 方式についてコストを検討する。

①処理法 1：薬品洗浄品

処理工程：集荷・回収＋データ消去＋分別＋破碎＋薬品洗浄

②処理法 2：切削剥離品

処理工程：集荷・回収＋データ消去＋分別＋切削剥離＋破碎

参考までに③の方式のコストも示す。

③処理法 3：破碎品

処理工程：集荷・回収＋データ消去＋分別＋破碎

2) 各工程のプロダクト回収率設定と最終製品回収率

破碎工程、薬品洗浄工程、切削剥離工程のプロダクト回収率を以下に設定して、検討を行う。

破碎工程：プロダクト回収率 95%

薬品洗浄工程：プロダクト回収率 98%

切削剥離工程：プロダクト回収率 85%

2-2) 処理法 1～3 の最終製品回収率

工程の組合せにより、処理法 1～3 の最終製品回収率は以下の数値となる。

①処理法 1 の最終製品回収率 93.1%

②処理法 2 の最終製品回収率 80.8%

③処理法 3 の破碎製品回収率 95.0%

2-3) 最終製品生産量のケース検討とマテリアルバランス

最終製品生産量とケース名称を表 31 とし、処理法 1~3 の詳細マテリアルバランスは補足資料 6. 3. 6) に示す。

表 31 最終製品生産量とケース名称

ケース	ケースA	ケースB	ケースC
生産量 ton/yr	500	1,000	3,000

3) 処理法 1 のコスト試算

処理法 1 の生産コスト (円/kg 製品) は表 30 と上記 2) 回収率データを使用することにより得られ、その結果を表 32 に示す。

表 32 処理法 1 の生産コスト

	ケース		ケースA	ケースB	ケースC
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	60.4	60.4	60.4
データ消去		円/kg	31.3	25.5	15.9
分別		円/kg	111.8	111.8	111.8
破碎		円/kg	20.8	15.2	10.7
薬品洗浄(活性汚泥処理込み)		円/kg	142.3	114.9	84.6
合計		円/kg	366.5	327.8	283.4

4) 処理法 2 のコスト試算

処理法 2 の生産コスト (円/kg 製品) は表 30 と上記 2) 回収率データを使用することにより得られ、その結果を表 33 に示す。

表 33 処理法 2 の生産コスト

	ケース		ケースA	ケースB	ケースC
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	69.6	69.6	69.6
データ消去		円/kg	36.1	29.4	18.4
分別		円/kg	128.9	128.9	128.9
切削剥離		円/kg	76.0	59.8	39.5
破碎		円/kg	20.4	16.6	11.7
合計		円/kg	331.0	304.3	268.1

5) 処理法 3 のコスト試算

処理法 3 の生産コスト (円/kg 製品) は表 30 と上記 2) 破碎工程回収率データを使用することにより得られ、その結果を表 34 に示す。

表 34 処理法 3 の生産コスト

	ケース		ケース A	ケース B	ケース C
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	59.2	59.2	59.2
データ消去		円/kg	30.7	25.0	15.6
分別		円/kg	109.6	109.6	109.6
破碎		円/kg	20.4	14.9	10.5
合計		円/kg	219.8	208.6	194.8

6) 処理法 1、処理法 2 のコスト比較

処理法 1、処理法 2 のコスト試算結果を図 26 にグラフとして示した。全量 P ケース入りの光ディスクを集荷・回収し、データ消去・分別することを前提としているので、集荷・回収、データ消去及び分別の製品コストに占める割合は大きくなっている。薬品洗浄製品が切削剥離品よりも高くなるが、生産量が多くなるにつれてその差は減少していることがわかる。参考までに処理法 3 も対比して示した。

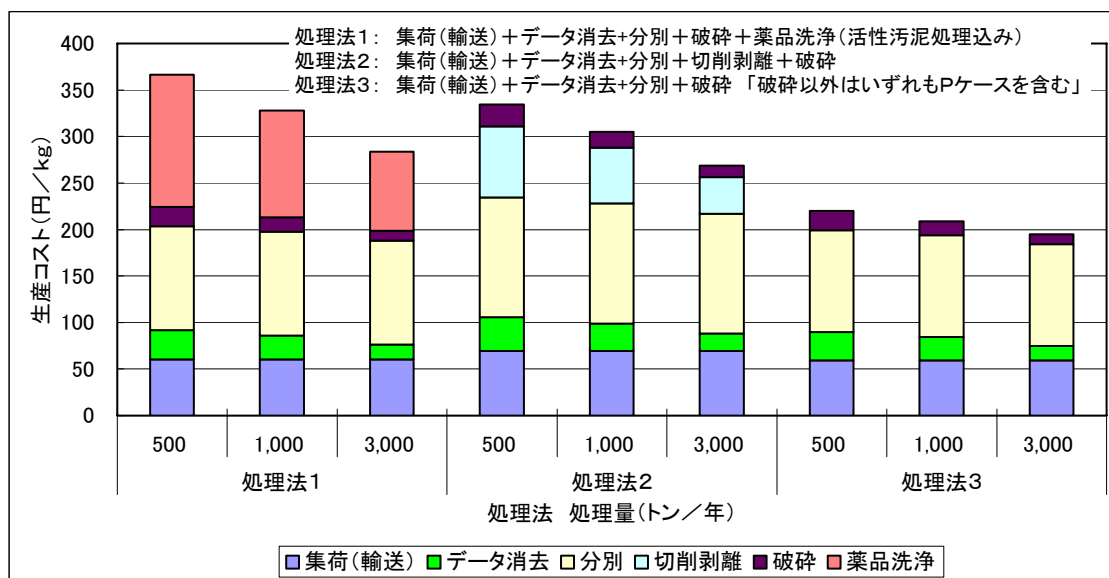


図 26 処理法 1、処理法 2、処理法 3 のコスト試算結果

プラスチックケース入りで集荷（輸送）、データ消去、分別、破碎、（処理）を想定

4.2.1.5. 処理法 1（薬品洗浄法）のコスト削減検討

処理法 1 によるリサイクル品は高純度のポリカーボネートが得られるが、コストが高い。そこで、処理法 1 のコスト削減について検討する。

1) 償却年数 10 年

薬品洗浄設備及び活性汚泥処理設備は化学プラントであり、10 年以上稼働させるとしても全く問題ない。そこで、償却年数を 10 年とした場合の薬品洗浄設備及び活性汚泥処理設備の償却費を計算して処理コストを試算した。その結果を表 35 に示す。

なお、薬品洗浄設備及び活性汚泥処理設備の償却年数 8 年と 10 年の処理コストへの影響を同表下段に示した。10 年にすると、6.7～3.0 円/kg 低下させることができる。

表 35 表 32 の薬品洗浄設備償却が 10 年の生産コスト

	ケース		ケース A	ケース B	ケース C
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	60.4	60.4	60.4
データ消去		円/kg	31.3	25.5	15.9
分別		円/kg	111.8	111.8	111.8
破碎		円/kg	20.8	15.2	10.7
薬品洗浄(活性汚泥処理込み)		円/kg	135.5	109.9	81.6
合計		円/kg	359.8	322.8	280.4
薬剤洗浄償却期間の差 (8年－10年)		円/kg	6.8	5.0	3.0

## 2) 活性汚泥処理設備の固定費負担無し

活性汚泥処理設備が既にある場合、光ディスク処理費負担軽減のため固定費を zero とするとコストを削減できる。償却年数 8 年の結果を表 36 に、10 年の結果を表 37 に示す。

### 2-1) 償却年数 8 年

活性汚泥処理設備固定費負担有無の差を表 37 の下段に示した。その差額は 11.8～5.3 円/kg とかなり大きい。

表 36 償却年数 8 年の生産コスト

	ケース		ケース A	ケース B	ケース C
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	60.4	60.4	60.4
データ消去		円/kg	31.3	25.5	15.9
分別		円/kg	111.8	111.8	111.8
破碎		円/kg	20.8	15.2	10.7
薬品洗浄(活性汚泥処理込み)		円/kg	130.5	106.5	79.3
合計		円/kg	354.8	319.4	278.1
活性汚泥処理設備固定費 負担有無の差		円/kg	11.8	8.4	5.3

### 2-2) 償却年数 10 年

表 37 償却年数 10 年の生産コスト

	ケース		ケース A	ケース B	ケース C
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	60.4	60.4	60.4
データ消去		円/kg	31.3	25.5	15.9
分別		円/kg	111.8	111.8	111.8
破碎		円/kg	20.8	15.2	10.7
薬品洗浄(活性汚泥処理込み)		円/kg	125.9	103.1	77.3
合計		円/kg	350.1	316.0	276.1

## 3) データ消去済み・不要の光ディスク処理



出荷先からデータ消去済みの光ディスク、或いはデータ消去しなくてもかまわない光ディスクを集荷・回収して処理することも考えられ、この場合のコストは表 38 を得る。

表 38 データ消去済み或いは不要の場合の生産コスト

	ケース		ケースA	ケースB	ケースC
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	60.4	60.4	60.4
データ消去		円/kg	0.0	0.0	0.0
分別		円/kg	111.8	111.8	111.8
破碎		円/kg	20.8	15.2	10.7
薬品洗浄(活性汚泥処理込み)		円/kg	142.3	114.9	84.6
合計		円/kg	335.3	302.3	267.5

4) データ消去済み・不要+分別済みの光ディスク処理

表 32～38 は全てPケースに入っている光ディスクを集荷・回収するとしているが、実際にはバルクで回収される場合も多い。この場合、データ消去・分別も不要になることから大幅なコスト低減が可能である。バルクの光ディスクを集荷・回収する場合のコストを求めると、表 39 を得る。

表 39 バルクの光ディスク処理の場合の生産コスト

	ケース		ケースA	ケースB	ケースC
	生産量	ton/yr	500	1,000	3,000
集荷・回収		円/kg	20.0	14.6	12.8
データ消去		円/kg	0.0	0.0	0.0
分別		円/kg	0.0	0.0	0.0
破碎		円/kg	20.8	15.2	10.7
薬品洗浄(活性汚泥処理込み)		円/kg	142.3	114.9	84.6
合計		円/kg	183.1	144.7	108.1

5) データ消去・分別を除いた場合の処理法 1、処理法 2 のコスト試算結果

処理法 1、処理法 2 のコスト試算結果を図 27 に対比してグラフとして示した。参考までに処理法 3 も対比して示した。

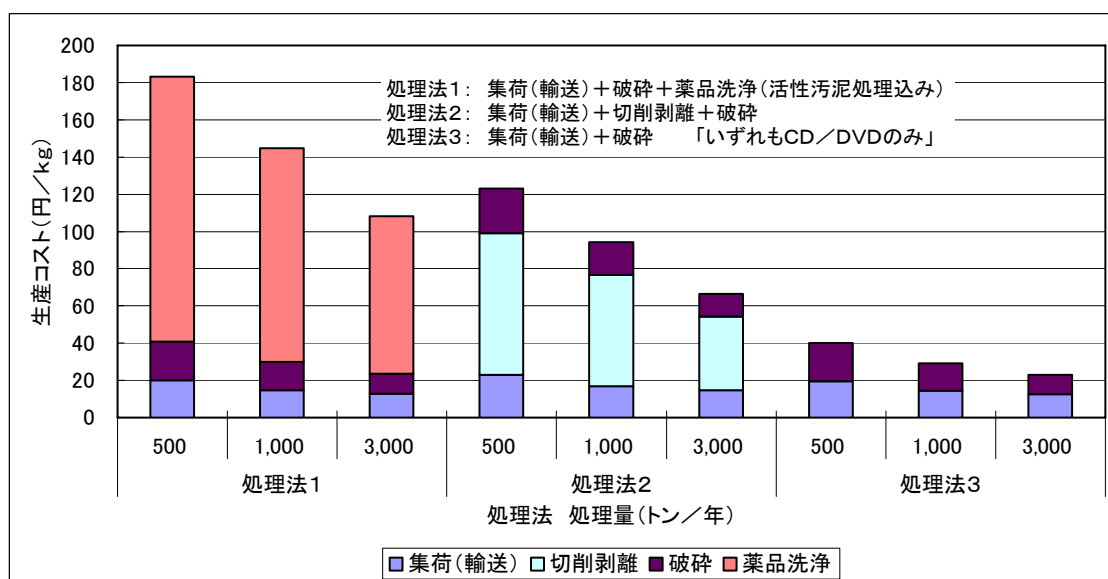


図 27 データ消去、分別を省いた場合の処理法 1、処理法 2、処理法 3 のコスト試算結果  
CD/DVD のみについて集荷(輸送)、破碎、(処理)を想定

図 27 の処理法 1 は表 39 のデータであり、図 26 と比較すると、大幅なコスト低下となっている。

#### 5) その他のコスト削減

- ①今回取り上げた特許（29 頁以降に記載）をベースに薬品洗浄設備の設計条件を設定・試設計を行い、製造コストを試算したが、実際のプラントでは実験データ及び種々の経験から最適なプラントを構築し、処理コストは低減されていると思われる。
- ②当試設計では、表 28 に示すように洗浄用 NaOH 使用量が多いため、中和用 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> も多くなり、高コストの要因になっていると思われる。第 1 段洗浄及び第 2 段洗浄にフレッシュ NaOH を使用するベースで設計しているが、第 2 段洗浄排液を活用などを織り込むことによって、NaOH 及び H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> の使用量は削減され、更には、活性汚泥処理の設備・運転費も削減可能となる。
- ③今回、設備の設計前提はワンバッチ/日として検討・比較してきたが、1 日 2 交替制を採用することにより 2 バッチ/日稼働させることも可能である。
- ④分別作業のコスト削減  
人件費の安いパートによる分別作業としても、製品コストに占める分別費用は大きい。種々の形態で出てくる光ディスクの分別作業を機械による自動分別ができれば大幅なコスト削減に結びつくが、この機械開発は難しいと云われている。
- ⑤排出元での処理  
光ディスクの分別及び簡単なデータ消去・破壊機器によるデータ消去を行って廃棄されるのが、輸送費も安くなり、コスト削減になる。ペットボトル・乾電池の回収のようなシステム構築が重要である。

#### 4.2.2.国内循環システム構築によるCO<sub>2</sub>削減効果等環境への効果及び経済性の試算

ポリカーボネート樹脂は、石油由来の合成樹脂であり、製造にあたっては、CO<sub>2</sub>を排出して製造されている。ここでは、国内循環システムを構築して、データ消去、集荷・分別、薬液洗浄処理或いは切削剥離処理を実施してマテリアルリサイクルを行った場合にCO<sub>2</sub>の削減効果がどの程度期待されるかを試算した。イメージ図を以下に示した。なお、ペレット化及び製品化にあたって排出されるCO<sub>2</sub>換算量はいずれの場合にも同等とみなして、ここでは、2つの方法について、マテリアルリサイクルを行った場合の二酸化炭素削減効果を試算した。

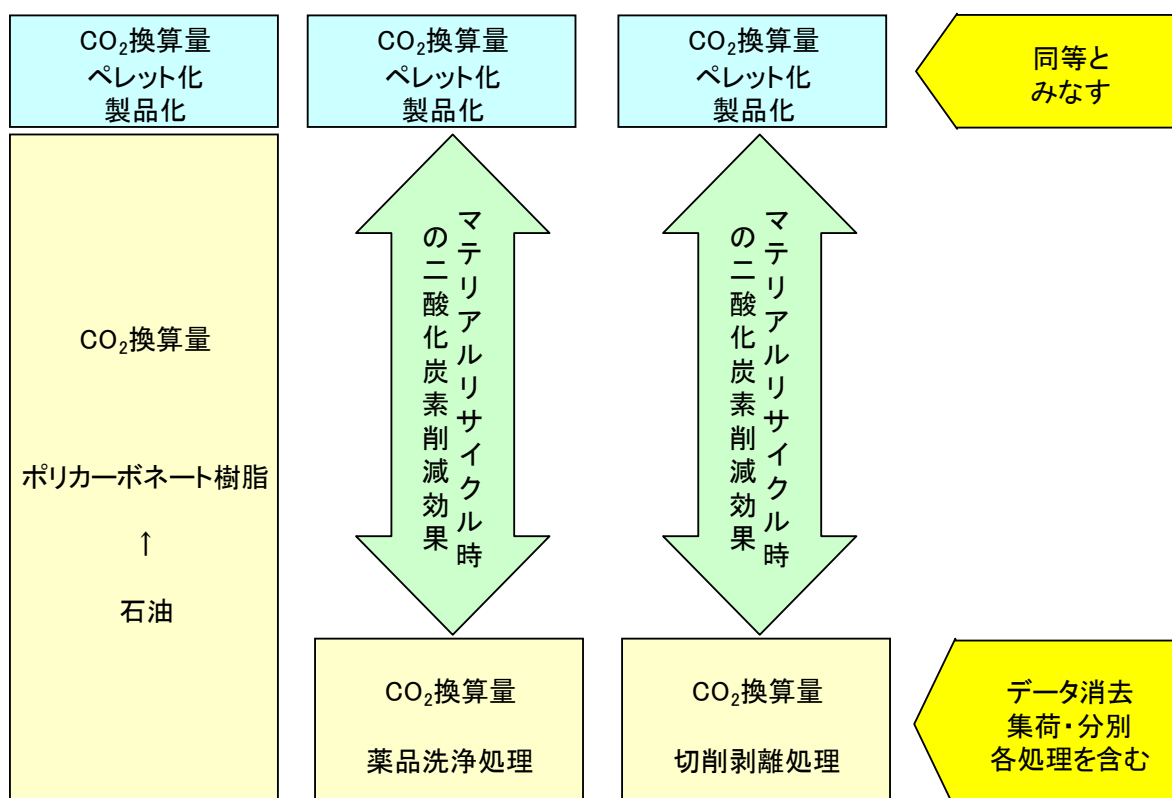


図 28 CO<sub>2</sub>削減効果の試算

なお、LCA (life cycle assessment) の計算においては、一般的には設備の「建設」、「運転」、「機材の更新」、「解体・廃棄」のライフサイクルにわたってCO<sub>2</sub>排出量の計算を行うが、ここでは、「運転」のデータのみを採用することとして、比較検討を行った。

以下にはポリカーボネート製造プロセス (ホスゲン法) に対する製造インベントリと LCI 結果 (CO<sub>2</sub>排出量) を示した。

ポリカーボネート樹脂の製造時の試算

表 40 ポリカーボネートの製造インベントリ

	名称	値	単位	備考
インプット	純水	6	kg	
	ビスフェノール A	0.9	kg	
	一酸化炭素	0.12	Nm <sup>3</sup>	
	塩素	0.315	kg	
	水酸化ナトリウム	0.435	kg	
ユーティリティ				
	電力	0.65	kwh	
	蒸気	6	kg	
アウトプット				
	排水	0.0896	m <sup>3</sup>	工業廃水処理
	製品 (ポリカ)	1	kg	
LCI 結果				
	CO <sub>2</sub> 排出	8.59	kg	

製造時の L C I 結果 (CO<sub>2</sub> 排出量)

8.59 Kg-CO<sub>2</sub>/kg

以下の表には、薬品洗浄処理を行った場合の試算例を示した。

表 41 薬品洗浄処理の LC 分析結果

LC 分析結果	ケース 1	ケース 2	ケース 3
処理製出量 (トン/年)	500	1,000	3,000
CO <sub>2</sub> 排出量	1.87	1.86	1.85

マテリアルリサイクル時 (薬品洗浄処理) の L C I 結果 (CO<sub>2</sub> 排出量)

1.86 Kg-CO<sub>2</sub>/kg

以下の表には、切削剥離処理を行った場合の試算例を示した。

表 42 切削剥離処理の LC 分析結果

LC 分析結果	ケース 1	ケース 2	ケース 3
処理製出量 (トン/年)	500	1,000	3,000
CO <sub>2</sub> 排出量	1.74	1.74	1.73

マテリアルリサイクル時 (切削剥離処理) の L C I 結果 (CO<sub>2</sub> 排出量)

1.74 Kg-CO<sub>2</sub>/kg

製造時とマテリアルリサイクル時の CO<sub>2</sub> 削減効果を以下の表に整理して示した。

表 43 マテリアルリサイクル時の CO<sub>2</sub> 削減効果

	製造	マテリアルリサイクル		焼却処分
	ポリカーボネート	薬品洗浄処理	切削剥離処理	(参考) 注 3
CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)	8.59	1.86	1.74	2.39
削減効果 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)	—	△6.73	△6.85	—
年間換算 (ton-CO <sub>2</sub> ) 注 1	8,590	△6,730	△6,850	—
年間換算 (ton-CO <sub>2</sub> ) 注 2	73,874	△57,878	△58,910	—

注 1：年間換算は、排出光ディスク 1,000 トン／年を処理した場合の削減効果を示す。

注 2：国内で排出される排出光ディスク 8,600 トンが全てリサイクルされた場合の削減効果を示す。

注 3：参考として焼却処分の試算結果を併記した。この場合ポリカーボネートとしては残らない。

国内循環が 100% 可能な場合、つまり、年間 8,600 トンのポリカーボネートのリサイクルが可能な場合の二酸化炭素削減効果は、薬品洗浄処理の場合に 57,876 トン・CO<sub>2</sub>、切削剥離処理の場合に 58,910 トン・CO<sub>2</sub> と試算される。

日経・JBIC 排出量取引参考気配の数値をもとに CO<sub>2</sub> 削減に伴う経済効果の試算を行った。結果を以下に示した。

表 44 過去 1 ヶ月間の日経・JBIC 排出量取引参考気配 (単位：円／トン)

日付	参考気配	買い気配	売り気配
2010/12/20	1,316.0	1,259.0	1,373.0
2010/12/27	1,264.0	1,207.7	1,321.5
2011/01/05	1,302.4	1,246.2	1,358.7
2011/01/11	1,228.5	1,175.8	1,281.2
2011/01/17	1,272.3	1,215.0	1,329.6

出典：排出権取引プラットフォーム ([http://www.joi.or.jp/carbon/h\\_index.html](http://www.joi.or.jp/carbon/h_index.html))

上記表より平均値として、1,277 円／トン を乗じて以下の試算を行った

表 45 マテリアルリサイクル時の CO<sub>2</sub> 削減効果 (経済効果試算)

	製造	マテリアルリサイクル	
	ポリカーボネート	薬品洗浄処理	切削剥離処理
CO <sub>2</sub> 排出量 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)	8.59	1.86	1.74
削減効果 (kg-CO <sub>2</sub> /kg)	—	△6.73	△6.85
年間換算 (千円／年) 注 1	10,969	△8,594	△8,747
年間換算 (千円／年) 注 2	94,337	△73,910	△75,228

注 1：年間換算は、排出光ディスク 1,000 トン／年を処理した場合の削減効果を示す。

注 2：国内で排出される排出光ディスク 8,600 トンが全てリサイクルされた場合の削減効果を示す。

国内循環が 100% 可能な場合、つまり、年間 8,600 トンのポリカーボネートのリサイクルが可能な場合の二酸化炭素削減効果は、薬品洗浄処理の場合に 73,910 千円／年、切削剥離処理の場合に 75,228 千円／年と試算される。