

循環型社会における塩化ビニル樹脂の可能性

— 建材用途拡大と使用後処理の多様化 —

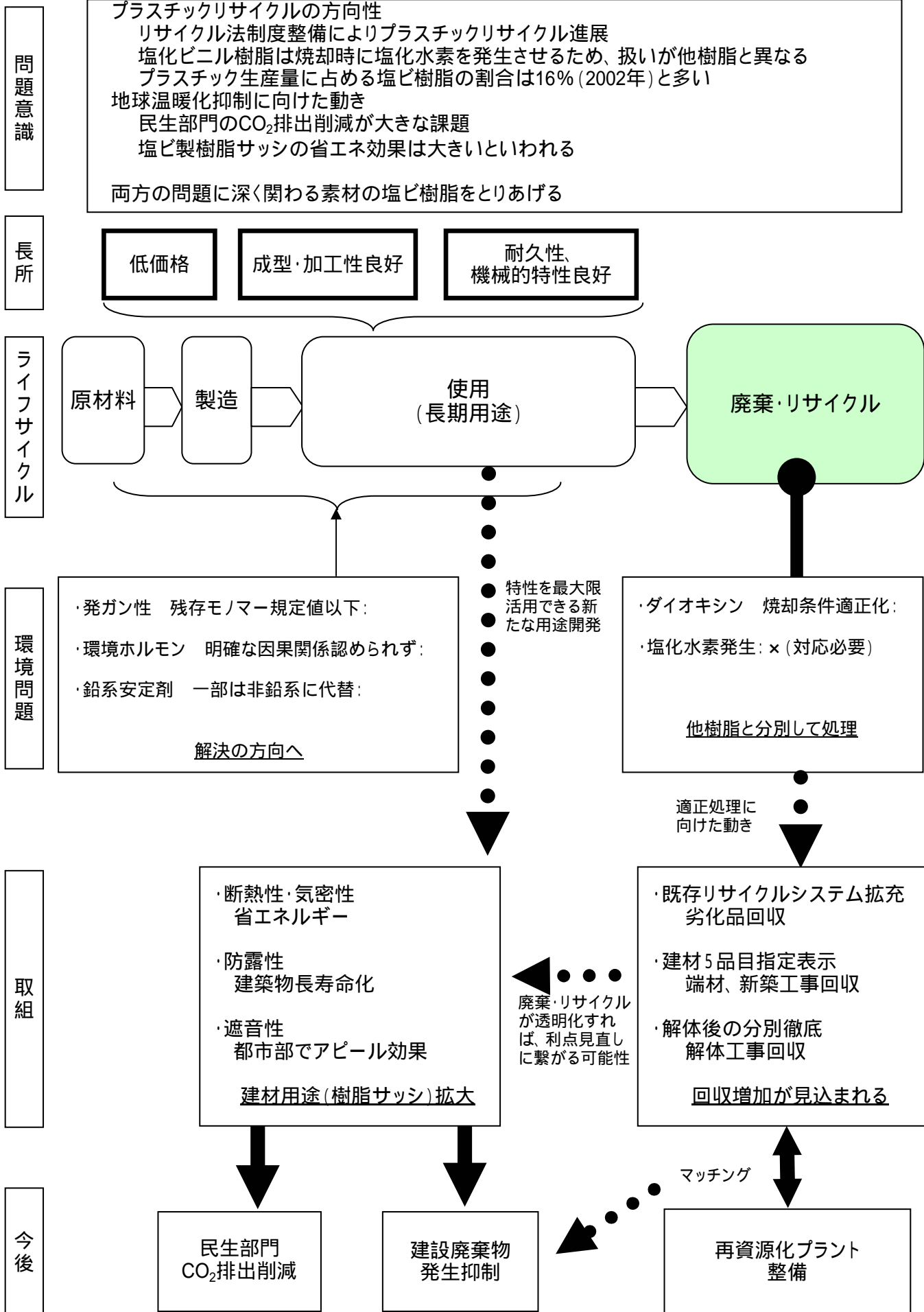
【要 旨】

1. わが国リサイクル法制度の整備に伴い、使用済みプラスチックの有効利用が進展しつつある。その中で塩化ビニル樹脂はマテリアルリサイクルが進んでいるが、ケミカルリサイクルでは焼却時に塩化水素を発生させることなどを理由に他樹脂と分別されて処理されることが多い。一方、地球温暖化対策では京都議定書上の温室効果ガス削減目標達成に向け民生部門のCO₂排出抑制策の必要性がうたわれており、省エネ効果の大きい塩ビ製樹脂サッシの注目度が高まっている。
2. 塩化ビニル樹脂生産は世界的に成長を続けているが、日本では減少を続けている。特に国内出荷は他樹脂と比べて減少幅が大きい。その理由としては、①主力の土木・建築用途の不調、②環境問題のイメージ悪化に伴う非塩ビ化推進の動き、③ユーザーの海外移転などが挙げられる。しかし、塩ビ樹脂は安価なこと、加工・成型性が良いこと、耐久性があることなどから、建材を中心に広く使用され、他素材では代替不能なものが多いといわれる（足元では循環的な景気回復もあって、国内出荷の急激な減少傾向にも歯止めがかかりつつある）。環境問題に関しても、ダイオキシンや環境ホルモンなどが一時問題視されたが、これらへの対応は着実に進んでいる模様である。欧州では環境法規制が強化される一方、塩ビ樹脂リサイクルへの取組みなどが評価されている。デンマークにおいて塩ビ樹脂の高率関税が廃止されるなど、塩ビ樹脂を取り巻く現況は徐々に改善しつつある。
3. 最近ではわが国民生部門の温室効果ガス排出削減のため、窓など開口部に塩ビ製樹脂サッシを採用しようという新規需要開拓の動きもみられる。住宅のライフサイクルにおけるCO₂排出量をみると使用時が大部分を占めるが、開口部の機能改善によってCO₂排出量やランニングコストを大幅に削減できるようである。海外では省エネ規制が徹底されていたこともあり樹脂サッシの普及率は高くなっている。しかし、日本では複層ガラスが普及しつつあるが、窓枠に関しては寒冷地域以外では非断熱アルミサッシが多く使用されている。
4. リフォーム市場は拡大を続けており、今後さらなる伸びが見込まれている。住居者の遮音性や断熱性への要求水準が高まっており、次世代省エネ基準強化の動きとあいまって、高断熱、高气密、計画換気などを旨とした省エネ住宅需要が拡大する余地は大きい。さらに住宅業界では省エネ性の他に健康・快適性にも配慮した住宅ビジョンなどを出しており、リフォーム需要の取り込みを図っている。住宅に対する意識もスクラップ&ビルド中心から耐用年数の長い家に長く住むという考えに移行しつつあり、国土交通省も住宅の耐用年数を2015年には米国並の40年を目標にすると発表している。このような省エネ効果によるCO₂排出削減、長寿命化による建設廃棄物削減などの観点から、今後樹脂サッシの市場が拡大する可能性は大きい。建材メーカーは既存アルミサッシの利点や販売網を生かし、寒冷地域で樹脂サッシ、寒冷地域以外の

木造住宅用に断熱サッシ（樹脂複合含む）、集合住宅には樹脂製内窓を販売するという戦略を考えているようである。今後は既存アルミサッシ生産・販売体制の有効利用などによる樹脂サッシ価格低下が鍵となろう。

5. 塩ビ樹脂の国内出荷立て直しのためにはリサイクルシステム整備が必要となろう。もともと塩ビ樹脂は塩ビ管・継手、農ビ、電線被覆材などの集荷体制が確立しているため、マテリアルリサイクル率は高い。しかし、さらにマテリアルリサイクルを行おうとすると劣化品などが対象になるため、既存システムによるリサイクル率向上は難しくなってくる。塩ビ管ではリサイクルシステムが拡充され、中間処理業者を受入拠点に加えることで排出事業者からの汚れた製品の受入を進めている。また、建材5品目（管、窓枠、雨樋、壁紙、床材）は分別回収の促進のため「指定表示製品」に指定された結果、工場や新築工事時に発生した端材の回収は徐々に進んでいる模様である。
6. 今後、最も課題となるのは解体建築物の廃プラスチックであろう。建設リサイクル法施行に伴い、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設発生木材の3品目が「特定建設資材廃棄物」として再資源化が義務化されたが、今後は品目追加がなされることも考えられる（混合廃棄物中の木くずや石膏ボードの再資源化が進んできたため、次は廃プラスチックがターゲットであるとの声もある）。なお、解体系廃プラ中の塩ビ樹脂比率は80%弱と非常に高く、品目別には下水管、壁紙、雨樋、床材などが多いようである。東京都は都営住宅リサイクルモデルプロジェクトを実施し、分別解体や再資源化などのマニュアルを整備している。同種のプロジェクトは他地域でも計画されており、解体建築物の廃プラスチック分別が進展する可能性が出てきている。
7. 塩ビ樹脂系廃棄物は処理費が高いため、分別が徹底されず廃プラスチック類として安定型処分場などに持込まれることが多いようである。これは容積が大きいため将来的には最終処分場の逼迫、すなわち埋立処理費の高騰に繋がることが懸念される。塩ビ樹脂の再資源化が可能であるケミカルリサイクル設備が出てきており、これが鍵を握るといえる。今後は異物などの付着が少なく樹脂単体で回収できるものは極力マテリアルリサイクルに繋げて、汚れのひどいものや複合材はケミカル・サーマルリサイクルを行うという形となる可能性が大きい。
8. 塩ビ樹脂系廃棄物の分別が進展する見込みが出てくる一方、その再資源化技術も多様化している。今後はこれをいかにマッチングさせるかが課題であろう。他にも解決すべき課題としては中間処理による分離・分別、破碎・減容化、廃プラスチックの回収・運搬方法、再生品市場拡大など多々あり、再資源化技術においてもコストパフォーマンス上昇が必要となろう。現在のリサイクルの状況は、使い捨て文明から脱皮する段階にあるといえる。この間は試行錯誤によって、問題点を洗い出すことが重要であろう。これと同時に資源・エネルギーの消費を削減しつつ、価値の高いプレミアム製品開発をすることが必要であり、省エネ性向上や建築物長寿命化に資するであろう樹脂サッシはこうした製品に近い位置にあるといえよう。

レポート骨子



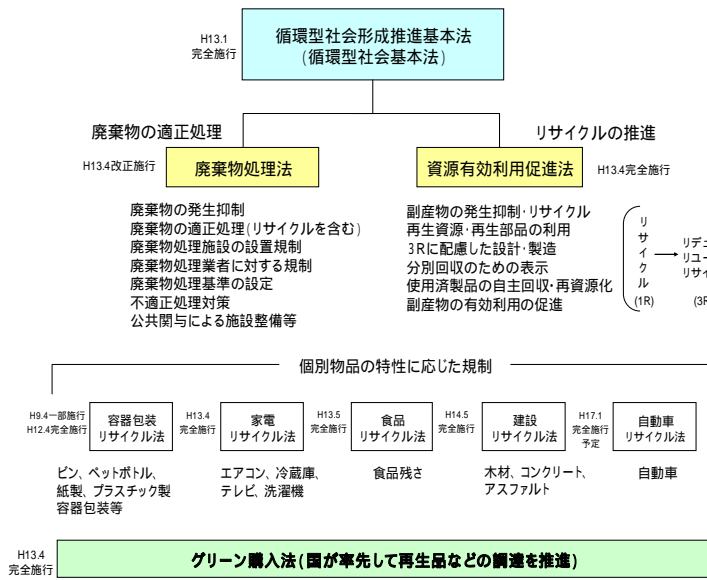
(注) 各種資料をもとに作成

プラスチックリサイクルと地球温暖化

・わが国のリサイクル法制度の整備に伴い、使用済みプラスチックの有効利用が進展しつつある。その中で塩化ビニル樹脂はマテリアルリサイクルが進んでいるが、ケミカルリサイクルでは焼却時に塩化水素を発生させることなどを理由に他樹脂と分けて処理されることが多い。結果として多くの使用済み塩ビ樹脂が埋立廃棄されており、この有効利用は大きな課題となっている。

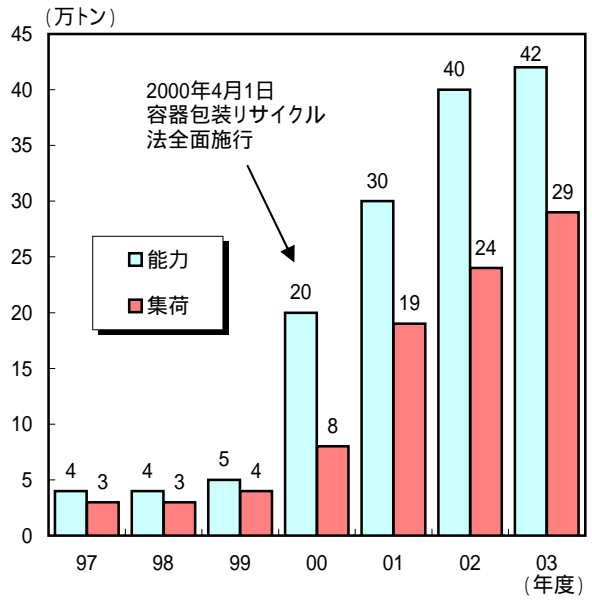
・一方、京都議定書上のCO₂削減目標の達成に向け、民生部門の排出抑制策の必要性がうたわれている。その中で海外で広く普及しており、省エネ効果の大きい樹脂サッシの注目度が高まっている。

【図表1-1 循環型社会形成のための法体系】



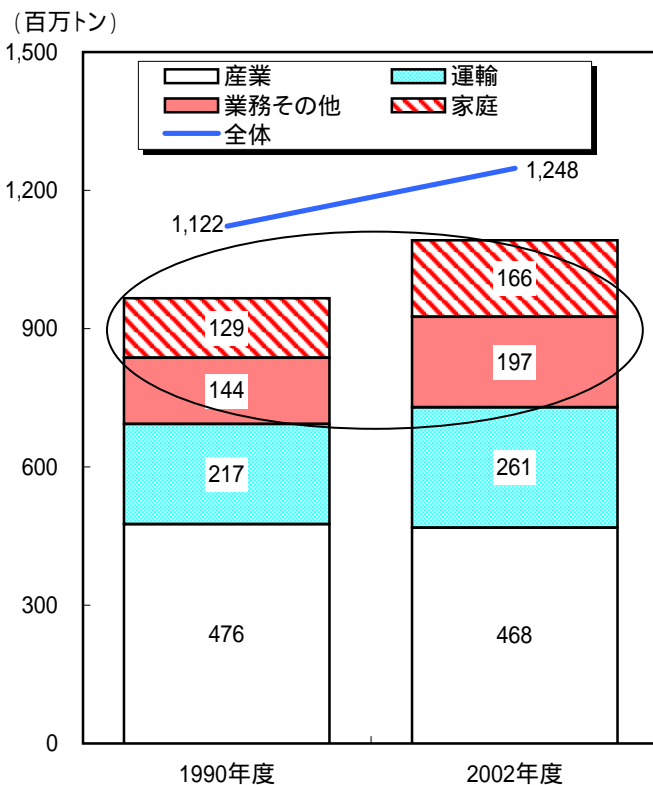
(資料) 経済産業省「資源循環ハンドブック」

【図表1-2 鉄鋼業界の使用済みプラスチック利用】



(資料) (社)日本鉄鋼連盟「鉄鋼業の地球温暖化対策への取組み」

【図表1-3 部門別CO₂排出量】



(注) 政府データなどをもとに作成

【図表1-4 化学業界の地球温暖化対策(民生部門への貢献)】

太陽光発電 ~ 薄膜アモルファスシリコン太陽電池 ~ 太陽電池用シリコン
樹脂サッシ ~ アルミサッシ(単層ガラス)から樹脂サッシ(複層ガラス)で... 40%省エネ効果あり ~ 全国(3,000万戸)適用すると... CO ₂ 排出 8,100万t/年削減
断熱材 ~ 住宅用断熱材: 冷暖房費を30%節約 (1,000kWh/年・戸) ~ 全国(3,000万戸)に適用すると... 300億kWh/年の節約 (化学産業の年間購入電力量に相当)

(資料) 経済産業省「総合資源エネルギー調査会省エネルギー部会配付資料」

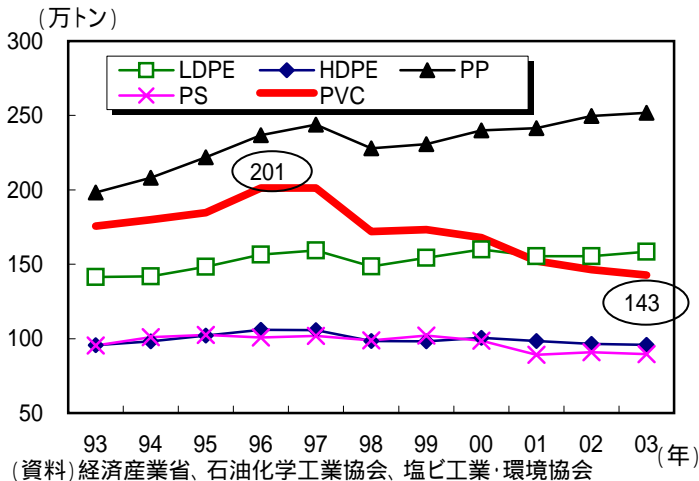
塩化ビニル樹脂をめぐる現状

・塩ビ樹脂国内出荷は他樹脂と比べて減少幅が大きい、その理由としては、主力の土木・建築用途の不調、環境問題のイメージ悪化に伴う非塩ビ化推進の動き、ユーザーの海外移転、などが挙げられる。しかし、塩ビ樹脂は安価なこと、加工・成型性が良いこと、耐久性があることなどから建材を中心に広く使用され、他素材では代替不能なものが多いといわれる。世界的には塩ビ樹脂生産は増加を続けており、わが国樹脂メーカーも海外生産シフトを強めている。

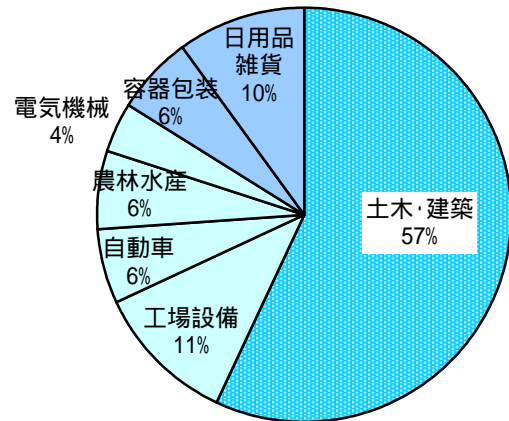
・塩ビ樹脂メーカーの国内部門も輸出好調などをうけて業況は好転しつつあるが、業界再編や価格後決め方式是正などを中心に長期スパンで国内事業立て直し策を考えている。

・塩ビ樹脂の環境問題に関しては、ダイオキシン、環境ホルモンなどが一時期問題視されたが、これらへの対応は着実に進んでいる模様である。欧州では塩ビ樹脂リサイクルへの取組みが評価されており、最近ではデンマークにおいて塩ビ樹脂の高率関税が廃止されるなど、塩ビ樹脂見直しの動きもみられる。

【図表2-1 汎用樹脂別国内出荷】



【図表2-2 塩ビ樹脂産業部門別使用比率(2000年度国内)】

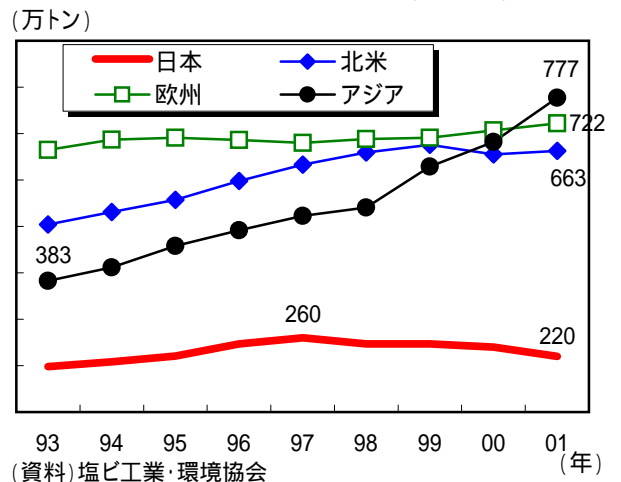


【図表2-3 塩ビ樹脂の長所・短所】

長所	短所
耐久性	低温時の耐衝撃性
機械的物性	熱変形温度低い
クリープ特性	可塑剤の染み出し
耐薬品性	粘弾性高 大型射出成型不適
透明性	
接着性・印刷性	ただし、ポリマーアロイによる改質で改善可
難燃性	
電気特性	
柔軟性(可塑剤添加効果)	

(注1) 機械的物性は引張り強度、引張り弾性率、曲げ強さ、圧縮強さ、耐疲労性などのことである
 (注2) 塩ビ工業・環境協会資料をもとに作成

【図表2-4 世界の塩ビ樹脂生産(地域別)】



【図表2-5 塩ビ樹脂をめぐる環境問題】

段階	項目	具体例	対策
製造	廃水处理等	分散剤、界面活性剤、残存塩ビモノマー	凝集沈殿処理、活性汚泥処理、スチームストリッピング
使用	発ガン性	残存塩ビモノマー	食品、医療器材規格(1ppm以下の基準達成)
	重金属含む安定剤	鉛系、(スズ系)	一部Ca、Zn系で代替(依然、鉛系も熱安定性が必要部分での需要大)
使用後	内分泌攪乱化学物質(環境ホルモン)	フタル酸エステル(可塑剤)	環境省評価(明らかな内分泌攪乱作用は認められないと発表)
	高温分解時発生物質	ダイオキシン類	高温完全燃焼が必要(焼却設備排出規制が設けられて、排出量減少傾向)
		塩化水素発生	脱塩素工程 塩酸回収プロセス

(注1) 段階、対策などは塩ビ工業・環境協会資料などをもとに筆者加筆
 (注2) エヌ・ティー・エス「廃塩化ビニルの脱塩素化・リサイクル技術」などをもとに作成

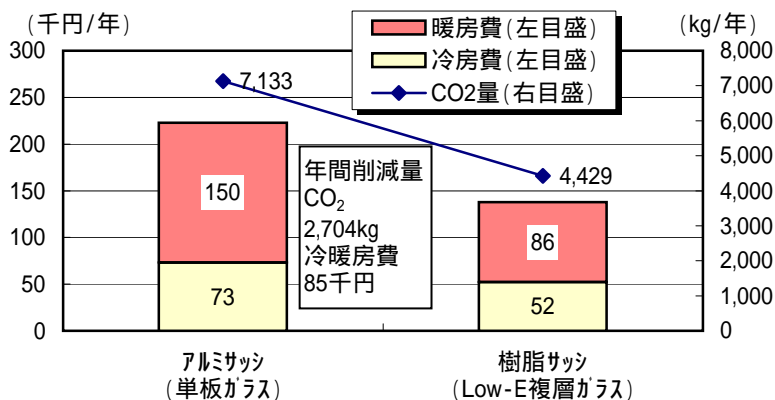
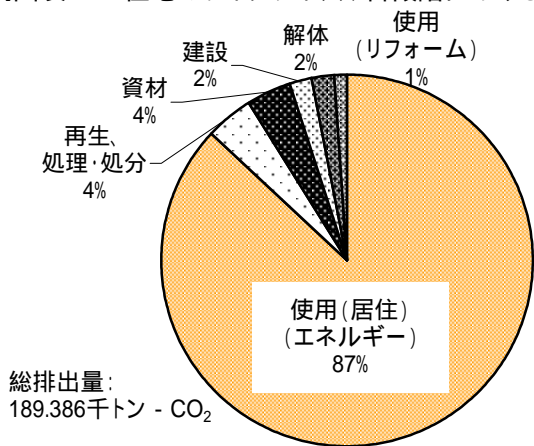
省エネ効果の大きい樹脂サッシ

・住宅のライフサイクルにおけるCO₂排出量は使用時が大部分を占めるが、窓など開口部の機能（断熱性・気密性）改善によってCO₂排出量やランニングコストを大幅削減できるとの試算がある。その他の利点として遮音性アップ、結露防止により建築物の長寿命化にも資することなども挙げられる。ただし、防火性、耐風圧性などの弱点があることから、高層ビルなどへの使用は限定的となる。

・海外では省エネ規制が徹底されていたこともあり、樹脂サッシの普及率は高い。日本では複層ガラスが普及してきたが、窓枠は価格面などもあり寒冷地域以外では依然として非断熱アルミサッシが多く使用されている。

・年間出荷数量ではアルミサッシが31万トン（うち木造用住宅向け18万トン）あるのに対し、プラスチックサッシは1.8万トンとなっている。しかも、新期住宅着工の低迷などをうけ、サッシ全体の出荷は減少している。

【図表3-1 住宅のライフサイクル各段階におけるCO₂排出量】 【図表3-2 開口部高度化による省エネ効果】



(注) 1. 東京地区の平均的な断熱住宅(1980年省エネ基準)がモデル
 2. 夏27、冬18 で全館暖冷房
 3. 電気単価は23円/kW・h

(資料) (社)住宅生産者団体連合会
 「住宅産業の自主的環境行動計画」

(資料) 東京大学工学部建築学科坂本研究室(樹脂サッシ普及促進委員会)
 【図表3-4 樹脂サッシの歴史】

【図表3-3 樹脂サッシの特徴】

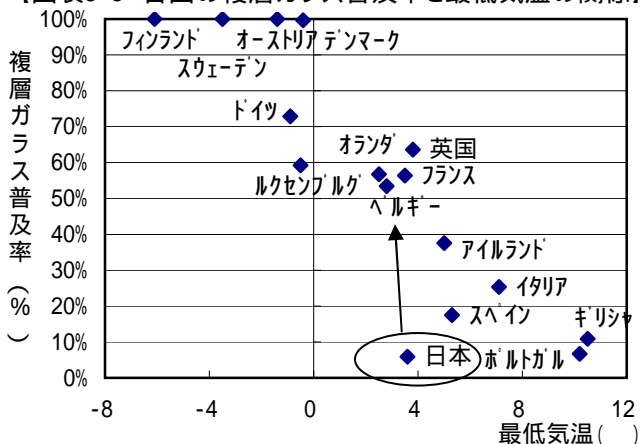
性能	評価	コメント
断熱性		熱伝導率1/1,000
気密・水密性		CO ₂ 排出量削減
遮音性		都心部アピール
防露性		結露防止で長寿命化
経済性(使用)		冷暖房費節約
経済性(設置)		アルミの2倍以上
防火性		防火基準
耐風圧性		高層ビルには要検討
多様性		雨戸などの取付に要工夫

	西欧、米国の普及状況	日本・アジア・その他の状況
1955年(誕生)	1955年ヘキスト社(ドイツ)が樹脂サッシ開発	日本でアルミサッシ本格化
1960年代	西欧で住宅の省エネ化が活発になる	日本、アルミサッシが鉄サッシを逆転
1970年代	米国で複層ガラス伸長とともに樹脂サッシ開発	1975年日本で樹脂サッシ発売開始 1979年韓国で断熱基準が義務化 複層ガラスや二重窓が採用
1980年代前半	樹脂サッシ市場シェア ドイツ40%、ベルギー30% サッシの多様化 樹脂サッシの高級化、カラー化 木製の利点見直し アルミサッシとの複合化	樹脂サッシ-建設大臣認定「優良住宅部品」 樹脂サッシ-「省エネルギー-優秀製品賞、受賞 北海道で普及進む
1980年代後半	普及率はドイツ、オーストリアで45%台でほぼ一定 フランス、米国、英国でシェア拡大(英国40%) 1989年ドイツ52%、輸出市場開拓活発化	東欧、アジア、中東で製造技術の輸入が活発化 中国、森林枯渇対策で樹脂サッシを本格化
1990年代前半	米国エネルギー政策法で強制色強まる 米国普及率30%(複層ガラスは90%普及)	1992年日本「新省エネ基準」制定
1990年代後半		1999年日本「次世代省エネ基準」制定
2000年	米国普及率46%	中国目標策定 (東北、西北、華北で50%、全国平均で10%)
2002年		中国50万トン/年突破、韓国20万トン/年突破 日本2万トン/年、複層ガラス30%普及 (サッシ数量はPVC換算)

(注) 樹脂サッシ普及促進委員会資料などをもとに作成

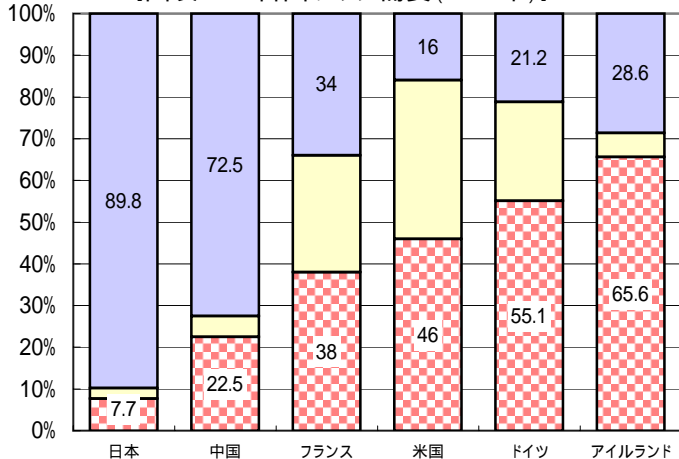
(注) 樹脂サッシ普及促進委員会資料などをもとに作成

【図表3-5 各国の複層ガラス普及率と最低気温の関係】



(注1) 各国首都の月平均気温が最も低い月の気温を採用
 (注2) 板硝子協会、GEPVP(欧州板硝子協会)、World Climate ホームページなどをもとに作成

【図表3-6 各国サッシ需要(2000年)】



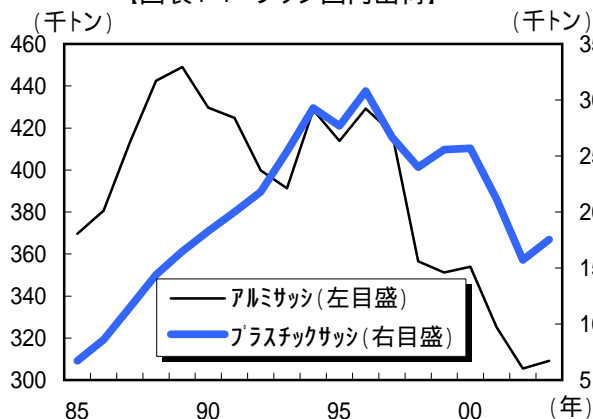
(資料) プラスチックサッシ工業会

■樹脂 □木 □アルミ

リフォーム需要と環境配慮型住宅

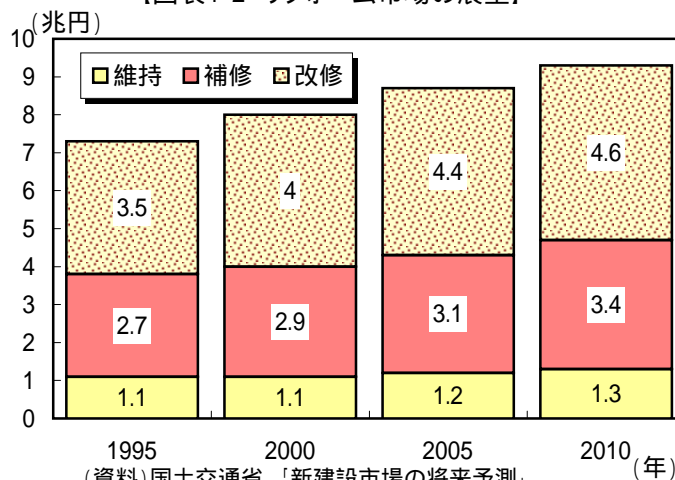
- ・リフォーム市場は拡大しており、今後さらなる伸びが見込まれている。住居者の遮音性や断熱性への要求水準は高まっており、次世代省エネ基準強化の動きとあいまって、高断熱、高気密、計画換気などを旨とした省エネ住宅需要が拡大する余地は大きい。さらに、住宅業界では省エネ性の他に健康・快適性にも配慮した住宅ビジョンなどを出しており、リフォーム需要の取り込みを図っている。
- ・住宅に対する意識もスクラップ&ビルド中心から耐用年数の長い家に長く住むという考えに移行しつつあり、国土交通省も住宅の耐用年数は2015年には米国並の40年を目指すと発表している。このような省エネ効果によるCO₂排出削減、長期寿命化による建設廃棄物削減などの観点から、今後樹脂サッシ市場が拡大する可能性は大きい。
- ・建材メーカーは断熱サッシの宣伝を強化している。今後は既存アルミサッシの利点や販売網を生かし、寒冷地域では樹脂サッシ、温暖地域では木造住宅用に断熱サッシ（樹脂複合含む）、集合住宅には樹脂製内窓を販売するという戦略を考えているようである。
- ・今後は消費者の認知度向上、樹脂サッシ価格低下などを行うことが必要だろう。価格に関しては、原料が安価な塩ビ樹脂であるため、市場拡大によって低下していく可能性が大きい。

【図表4-1 サッシ国内出荷】



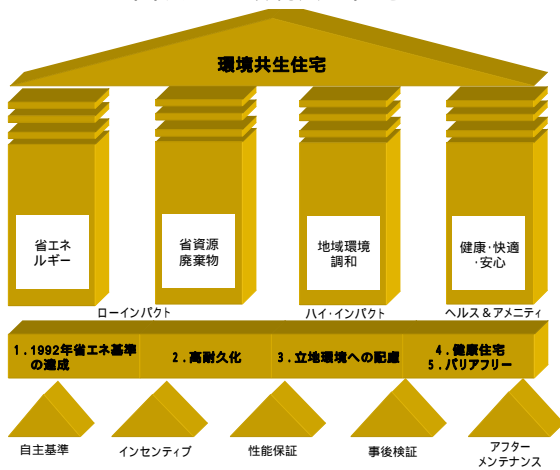
(注)アルミサッシは木造住宅用、ビル用の合計値
(資料)経済産業省、日本サッシ協会、プラスチックサッシ工業会

【図表4-2 リフォーム市場の展望】



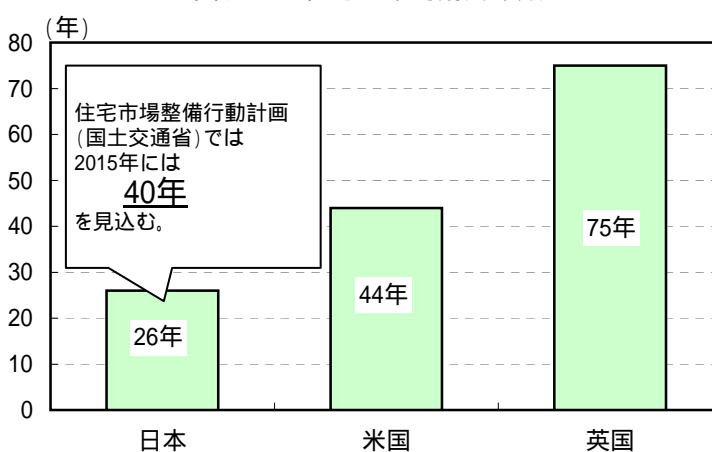
(資料)国土交通省「新建設市場の将来予測」

【図表4-3 環境共生住宅ビジョン】



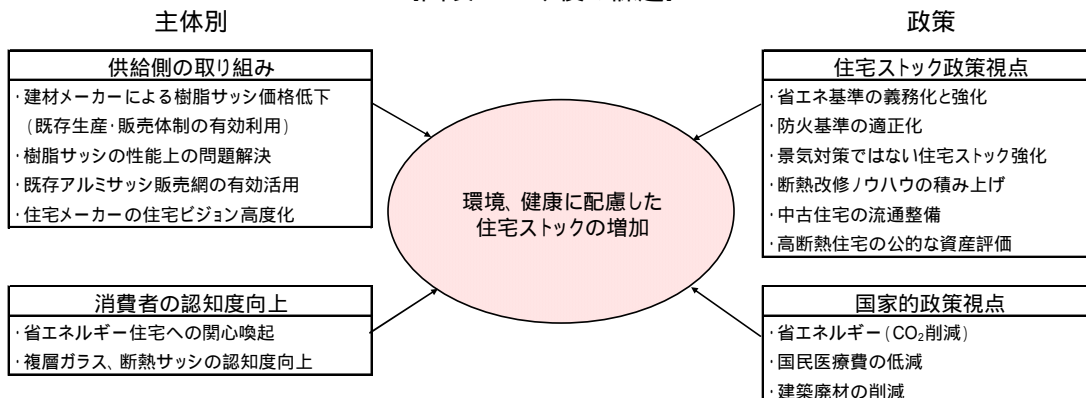
(資料) (財)建築環境・省エネルギー機構

【図表4-4 住宅の平均耐用年数】



(資料)国土交通省

【図表4-5 今後の課題】

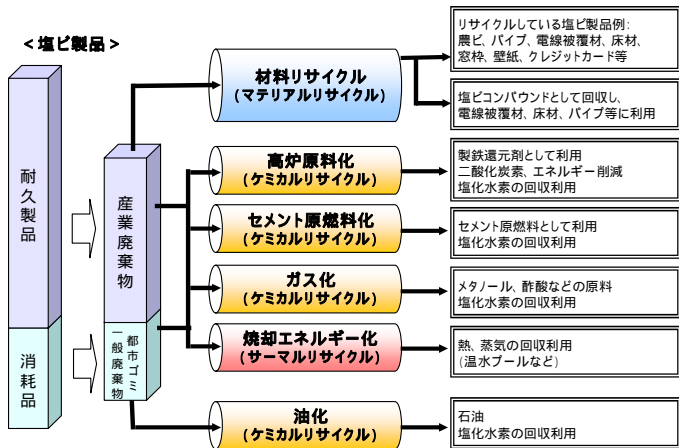


(注)各種ヒアリングなどをもとに作成

プラスチックリサイクル1～マテリアルリサイクル拡充

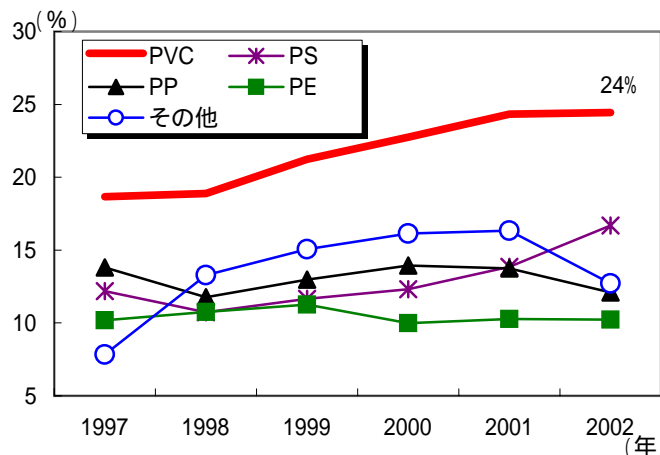
- ・塩ビ樹脂の国内出荷立て直しのためにはリサイクルシステム整備が必要となる。もともと塩ビ樹脂は塩ビ管・継手、農ビ、電線被覆材などの集荷体制が確立しているため、マテリアルリサイクル率は高い。しかし、さらにマテリアルリサイクルを行おうとすると劣化品などが対象になるため、既存システムによるリサイクル率向上は難しくなる。
- ・塩ビ管ではリサイクルシステムが拡充された。中間処理業者を受入拠点に加えることで排出事業者からの汚れた製品の受入を進めており、さらなる集荷量増大が見込まれる。
- ・資源有効利用促進法施行に伴い、塩ビ管・継手は「特定再利用業種」、建材5品目は分別回収の促進のため「指定表示製品」に指定された（後者は分別回収が求められるが、マテリアルリサイクルの出口を有するのはグリーン購入法で3品目が指定された塩ビ管・継手、それと断熱サッシのみである）。この結果、工場や新築工事時に発生した端材の回収・再利用は徐々に進んでいる模様である。

【図表5-1 塩ビ樹脂のリサイクル方法】



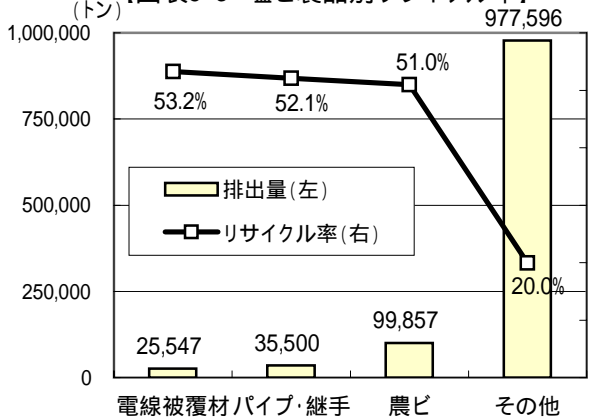
(資料) 塩ビ工業・環境協会

【図表5-2 樹脂別マテリアルリサイクル率】



(資料) (社) プラスチック処理促進協会 「プラスチック再資源化フロー図」

【図表5-3 塩ビ製品別リサイクル率】



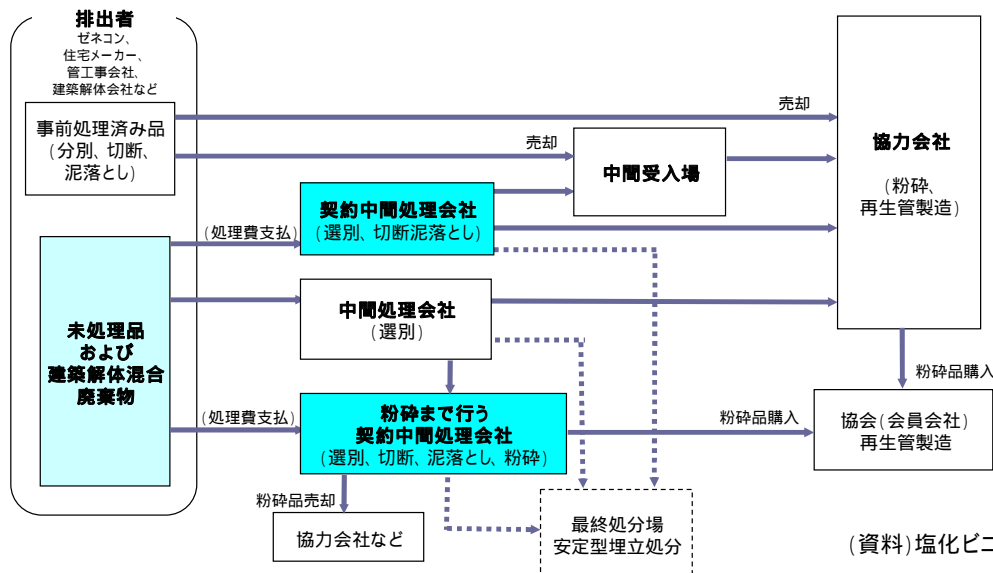
(注) (社) プラスチック処理促進協会、塩化ビニル管・継手協会、日本施設園芸協会、電線リサイクル検討会資料をもとに作成

【図表5-5 建材関連の法制度整備】

建材名	特定再利用 (リサイクル材)	指定表示 (分別回収)	グリーン購入	リサイクル 取り組み
硬質塩化ビニル製の管		PVC	(3品目)	拡充リサイクルシステム
硬質塩化ビニル製の窓枠	-	PVC	(断熱サッシ)	北海道地区実験
硬質塩化ビニル製の雨樋	-	PVC	-	施工端材再利用
塩化ビニル製の床材	-	PVC	-	東京都スーパーエコタウン
塩化ビニル製の壁紙	-	PVC	-	東京23区実験

(注1) 特定再利用業種に属する事業者は、再生資源又は再生部品の利用に取り組むことが求められる
 (注2) 指定表示製品の製造及び輸入事業者は、分別回収の促進のための表示を行うことが求められる
 (注3) 各種資料をもとに作成

【図表5-4 塩ビ管の拡充リサイクルシステム】



(資料) 塩化ビニル管・継手協会

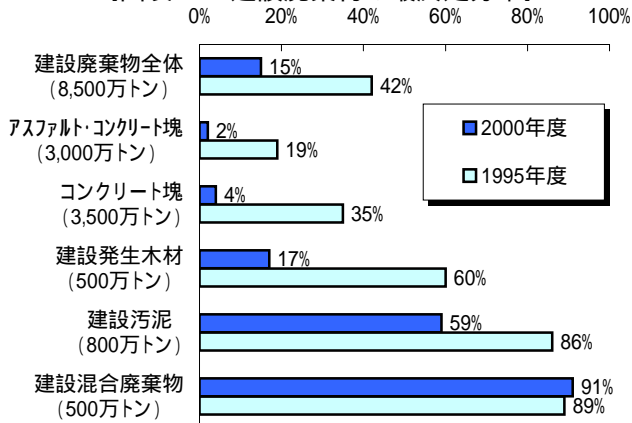
プラスチックリサイクル2～建設リサイクル

・建設リサイクル法施行に伴い、アスファルト・コンクリート塊、コンクリート塊、建設発生木材の3品目が「特定建設資材廃棄物」として再資源化が義務化されたが、今後は再資源化品目追加がなされることも考えられる（混合廃棄物中では木くずや石膏ボードの個別リサイクルが進んできたため、次は廃プラがターゲットであるとの声もある）。解体系廃プラ中の塩ビ樹脂比率は80%弱と非常に高く、品目別には下水管、壁紙、雨樋、床材などが多いようである。

・東京都は住宅解体プロジェクトを実施し、分別解体や再資源化などのマニュアルを整備している。同種のプロジェクトは他地域でも計画されており、解体建築物の廃プラスチック分別が進展する可能性が出てきている。

・なお、塩ビ系廃棄物は処理費が高いため、分別が徹底されず廃プラとして安定型処分場などに持込まれることが多いようである。容積が大きいため最終処分場の逼迫に繋がり、将来的に埋立処理費が高騰することが懸念される。最近では塩ビ樹脂の再資源化が可能であるケミカルリサイクル設備が出てきており、これが今後の鍵を握るといえる。

【図表6-1 建設廃棄物の最終処分率】



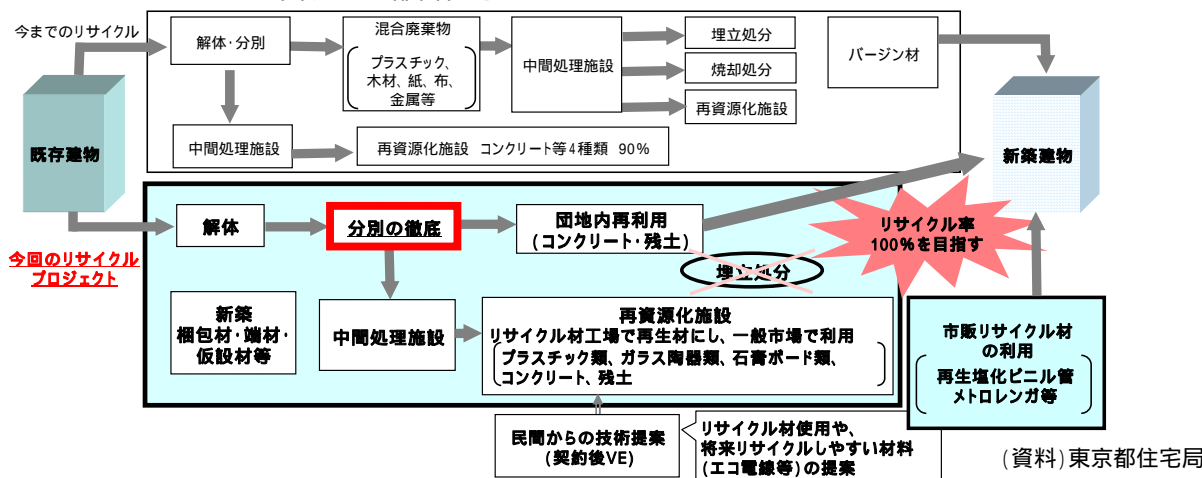
【図表6-2 解体系建築廃プラ組成】

順位	部材・部品別中分類	廃プラスチック原単位 (kg/m ²)	廃プラスチック割合 (%)	使用樹脂とその割合
1	下水管	0.47	18.1	PVC硬質(100%)
2	壁紙	0.33	12.8	PVC軟質(100%)
3	雨樋	0.26	9.9	PVC硬質(100%)
4	発泡成形体	0.24	9.1	発泡PS(57%)、PUR(39%)、PE(4%)
5	電線	0.20	7.7	PVC軟質(98%)、PE(2%)
6	ヘラツグ床材	0.13	4.9	PVC硬質(92%)、PE(2%)
7	ルーフィング(防水シート)	0.11	4.3	PVC軟質(100%)
8	ガスケット・ウェザーストップ類	0.10	3.7	PVC軟質(97%)、PVC硬質(2%)
9	床シート	0.06	2.4	PVC軟質(100%)
10	上水管	0.06	2.2	PVC硬質(65%)、PE(35%)

(資料) (社)プラスチック処理促進協会
「建築解体廃棄物中の廃プラスチック再資源化のための基礎調査」

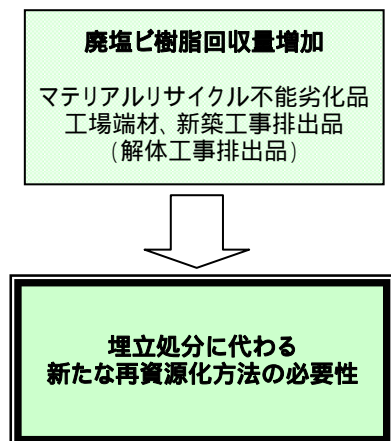
(資料)国土交通省「建設副産物実態調査」
(注)名前の下の数字は2000年度の排出量

【図表6-3 都営住宅リサイクルモデルプロジェクト】



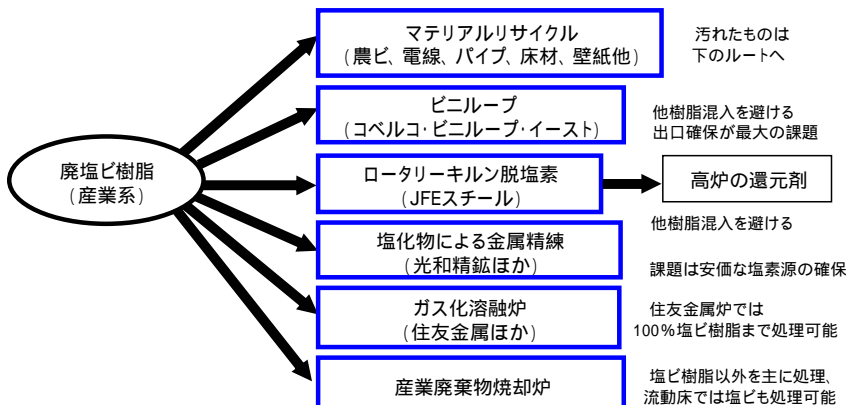
(資料)東京都住宅局

【図表6-4 塩ビ樹脂リサイクルの今後】



(注)各種資料をもとに作成

【図表6-5 リサイクル技術の多様化】



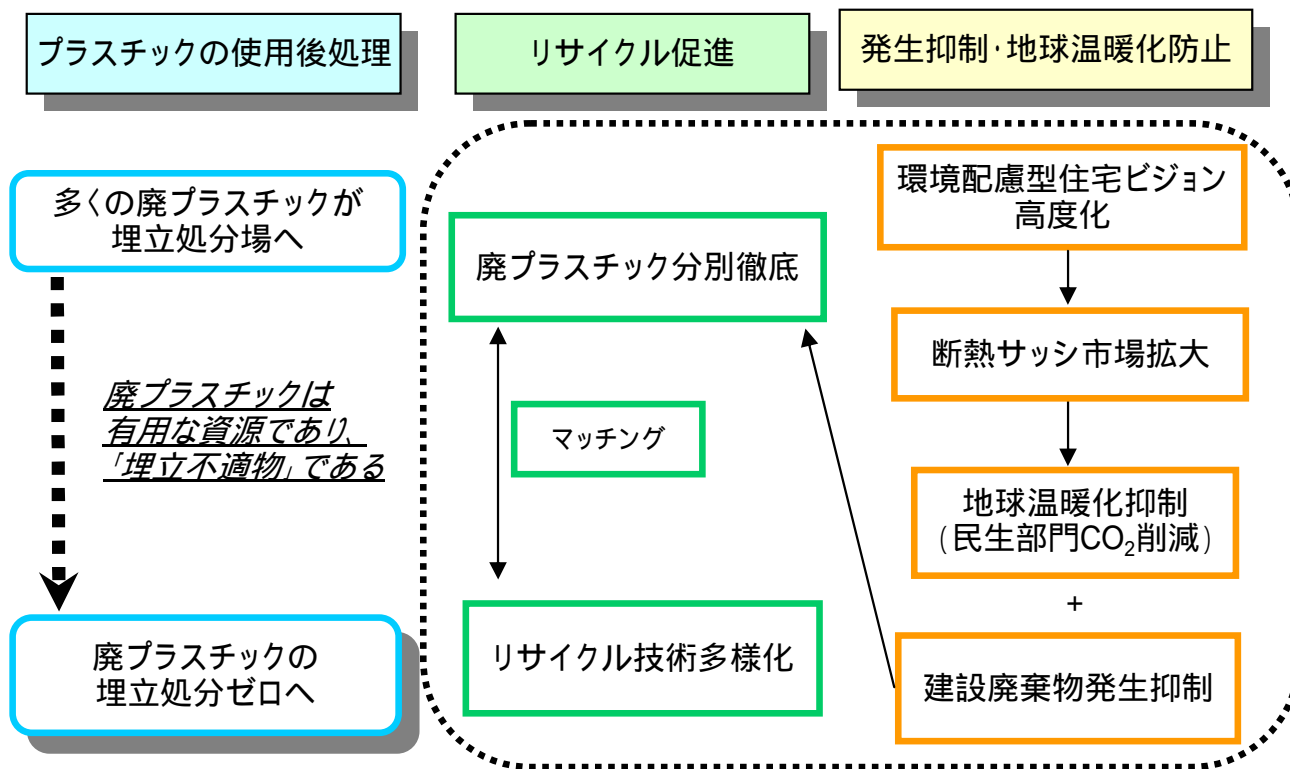
(注1) 上にあるほど純度の高い使用済み塩ビ樹脂を使用
(注2) 塩ビ工業・環境協会資料、各種ヒアリングをもとに作成

今後の課題

・廃塩ビ樹脂の排出品が増加し、再資源化技術が多様化している。今後はこれをいかにマッチングさせるかが重要であろう。他にも解決すべき課題としては中間処理による分離・分別、破碎・減容化、廃プラスチックの回収・運搬方法、再生品市場拡大など多々あり、再資源化技術ではコストパフォーマンス上昇が必要となる。

・現在のリサイクルの状況は、使い捨て文明から脱皮する段階にあるといえる。この間は施行錯誤によって、問題点を洗い出すことが重要である。これと同時に、資源・エネルギーの消費を削減しつつ、価値の高いプレミアム製品開発をすることが重要であり、省エネ性向上や建築物長寿命化に資するであろう樹脂サッシはこうした製品に近い位置にあるといえよう。

【図表7-1 プラスチックリサイクルと建築ビジョンの将来像】



(注) 各種資料をもとに作成

【図表7-2 リサイクルの考え方進化】

1. 現リサイクルの状況は、使い捨て文明から脱皮する第一段階
～ 塩ビ樹脂リサイクルシステムの構築
2. 次のステップは、資源・エネルギーの消費を削減しつつ、価値の高いプレミアム製品開発
使い心地、長持ち
エコプレミアム
～ 樹脂サッシ普及拡大により、住宅の長寿命化(リフォーム市場拡大)

(注) 安井至『リサイクル』などをもとに作成