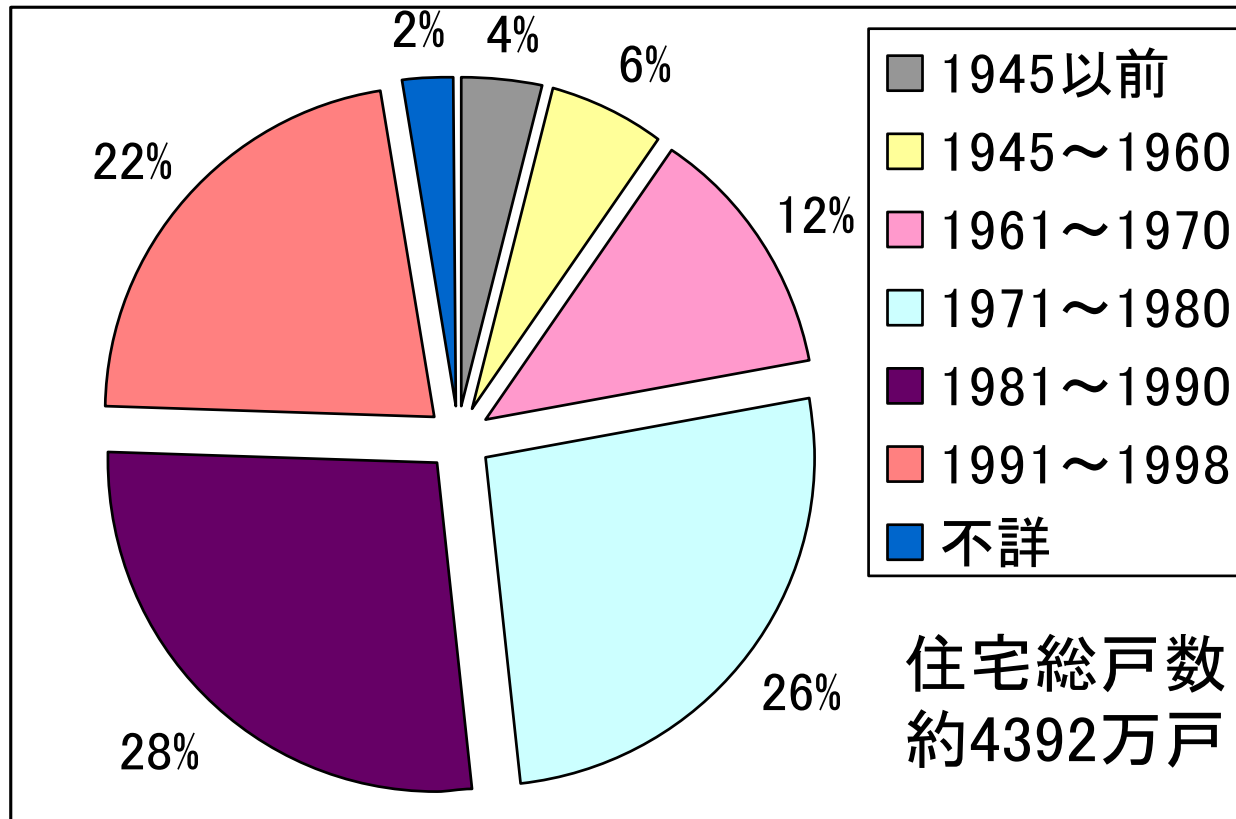


エコプレミアムシンポジウム

『環境解体, リサイクル技術と 最終処理技術』

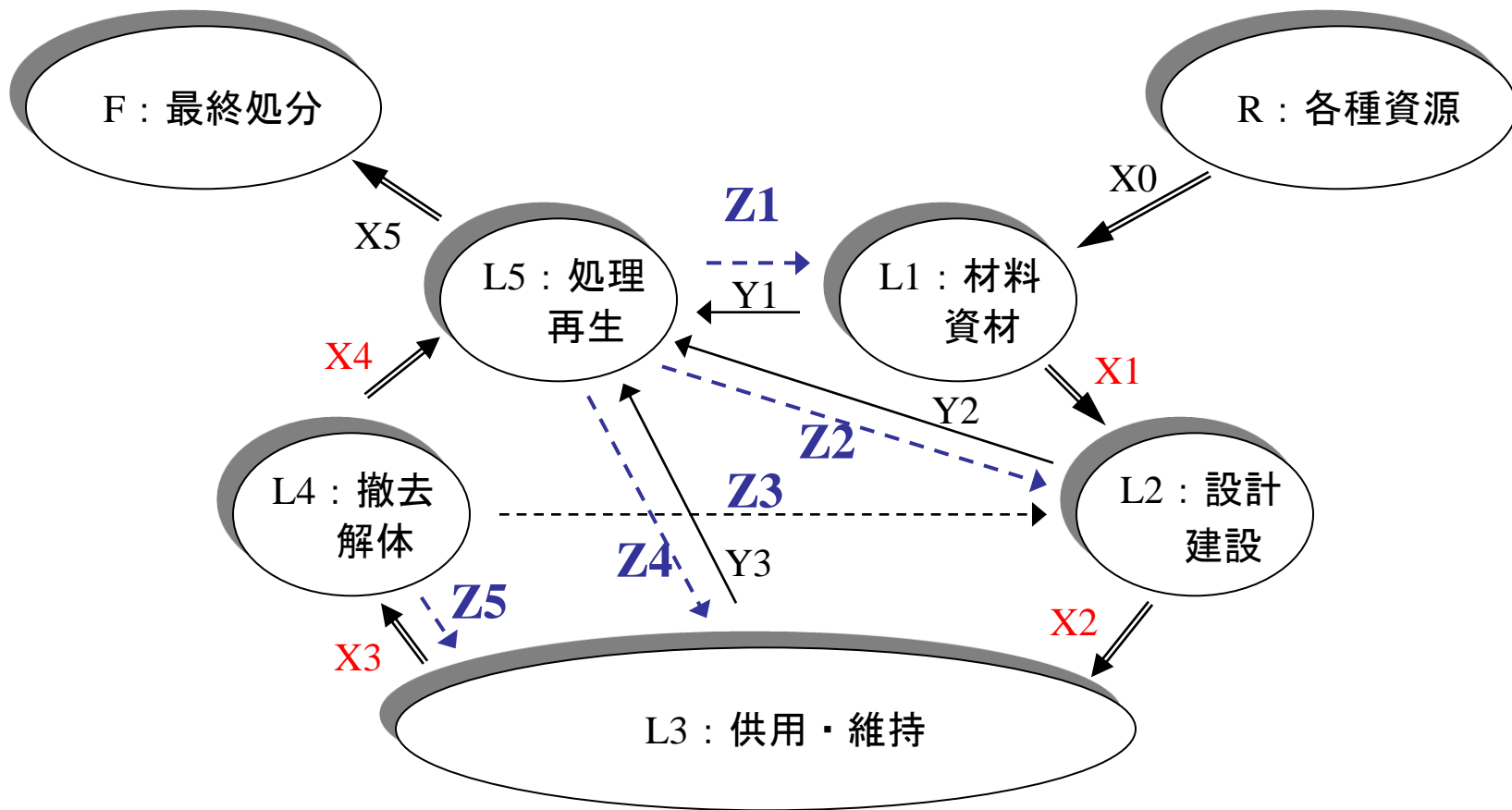
小山明男(明治大学・理工学部・講師)

建築物のストック



巨大なストック（資産 → 資源 or 廃棄物）

解体を出発点とする産業の重要性



X : 建築および建築資材の流れ／消費するエネルギーの流れ／環境負荷の流れ

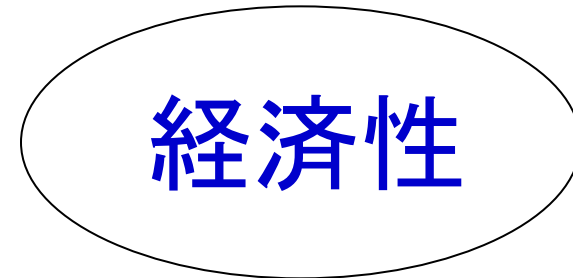
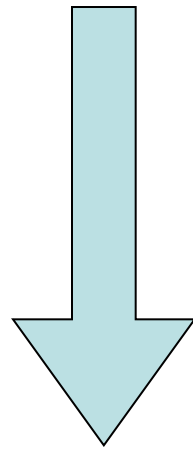
Y : 廃材の流れ／消費するエネルギーの流れ／環境負荷の流れ

Z : 再生資材の流れ／消費するエネルギーの流れ／環境負荷の流れ

建築におけるライフサイクル

建築材料に関する従来の評価軸

品質：安全性，耐久性，居住性



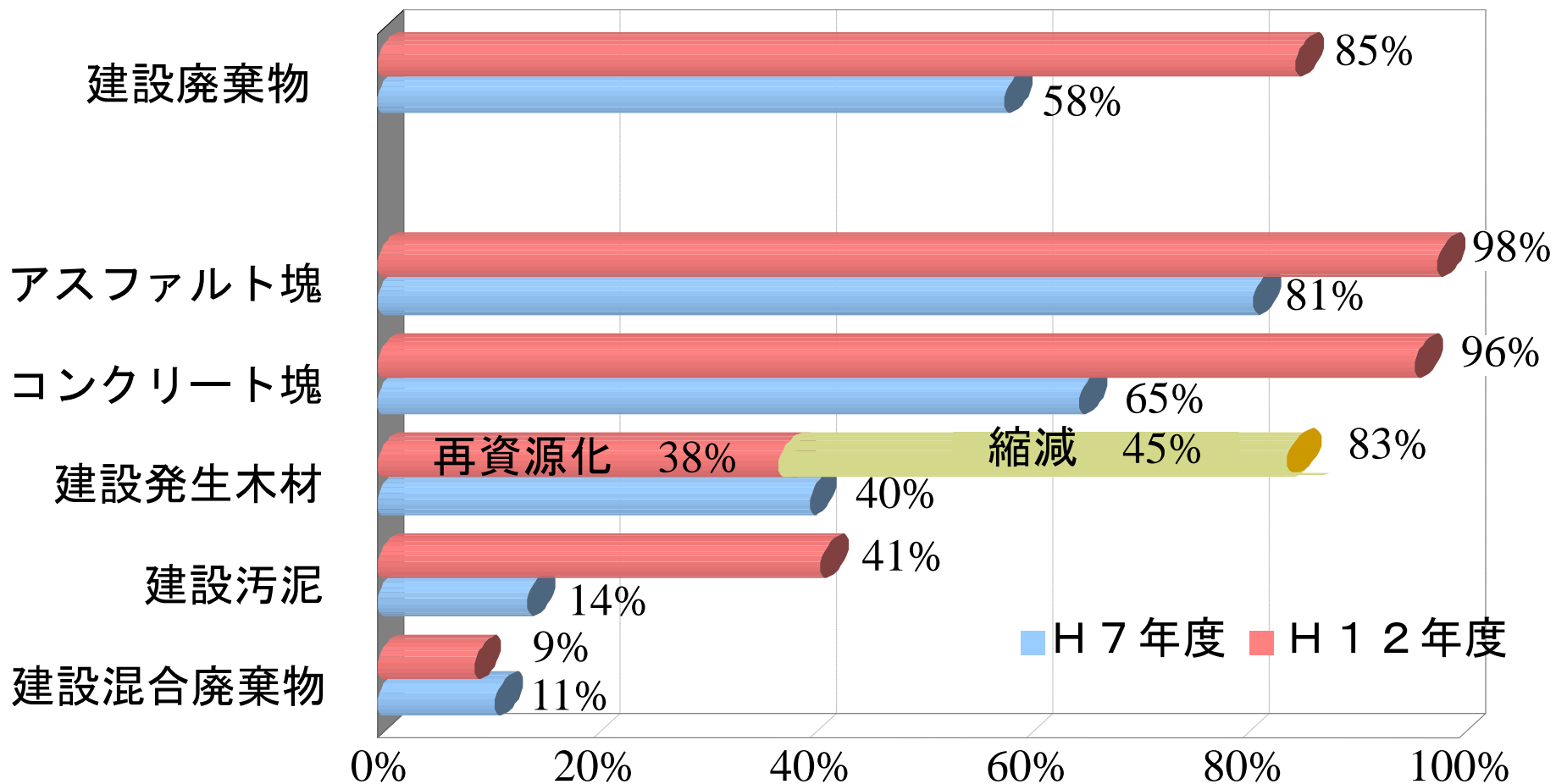
環境負荷性，資源循環性

【環境産業の市場規模・雇用規模の現状と展望】

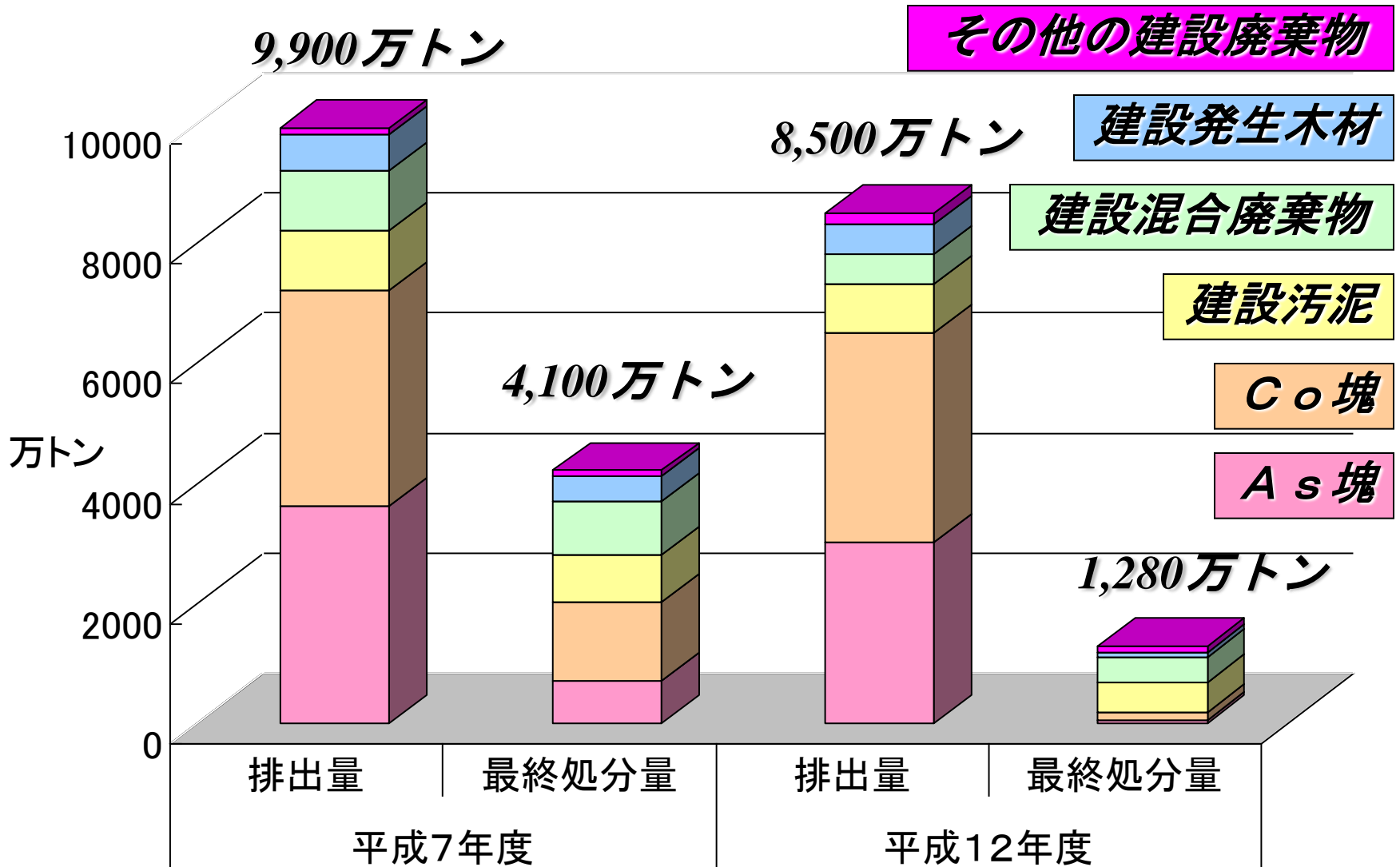
	市場規模(億円)		雇用規模(人)	
	現状	2010年	現状	2010年
環境分析装置	300	400	1,290	1,080
公害防止装置	11,690	15,760	18,610	19,370
廃棄物処理・リサイクル装置	4,870	7,120	7,740	8,940
施設建設(埋立処分場造成)	1,660	340	1,490	310
環境修復・環境創造	17,350	54,850	62,020	192,840
環境関連サービス	2,230	7,360	9,880	28,610
下水・し尿処理	920	12,120	12,420	42,500
廃棄物処理・リサイクル	407,220	531,750	1,183,310	1,332,290
環境調和型製品	34,970	43,760	62,620	77,760
合 計	48兆円	66兆円	135万人	165万人

出展：平成11年度経済産業省委託調査【日本総研】

建設廃棄物の品目別リサイクル率



建設廃棄物の排出と処分



明治大学において進行する要素技術開発

A. 環境解体システムの開発

○現在、明治大学と東亜グループ*との共同研究中の課題を継続

*東亜グループ：東亜道路工業、利根ボーリング、IWD、クリスタルクレイ

B. 塩化ビニル系床材の低環境負荷・高付加価値再生建設資材の開発

○平成15年度に御美商とのマッチングファンド研究を実施。

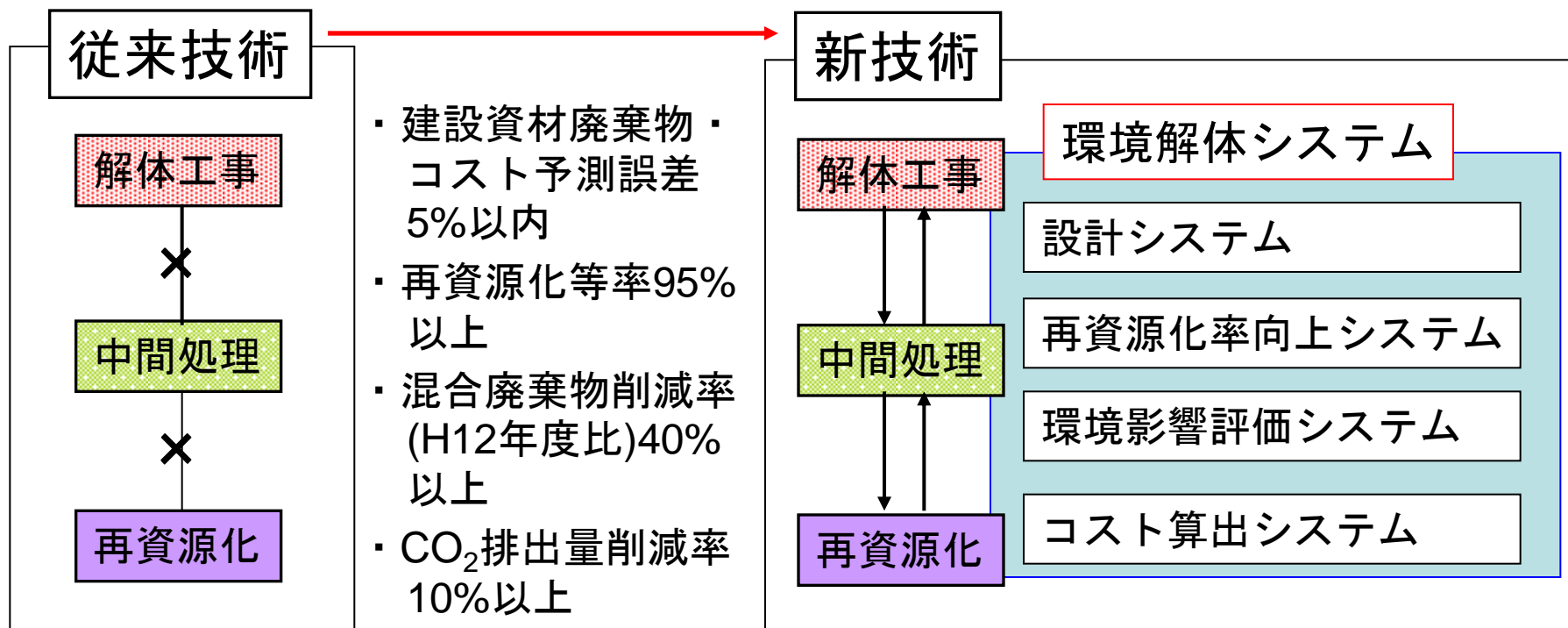
C. 建設発生木材のリサイクルに関する研究

○平成14年度から神奈川県の委託を受け、産・学・公(県研究機関)の共同研究を実施。

D. 環境共生型屋上緑化システムの開発

○平成15年度から国際環境デザイン協会との共同研究を実施。

建設資材廃棄物等の環境高度対応型3R推進に資する環境解体(ED)システムの特徴



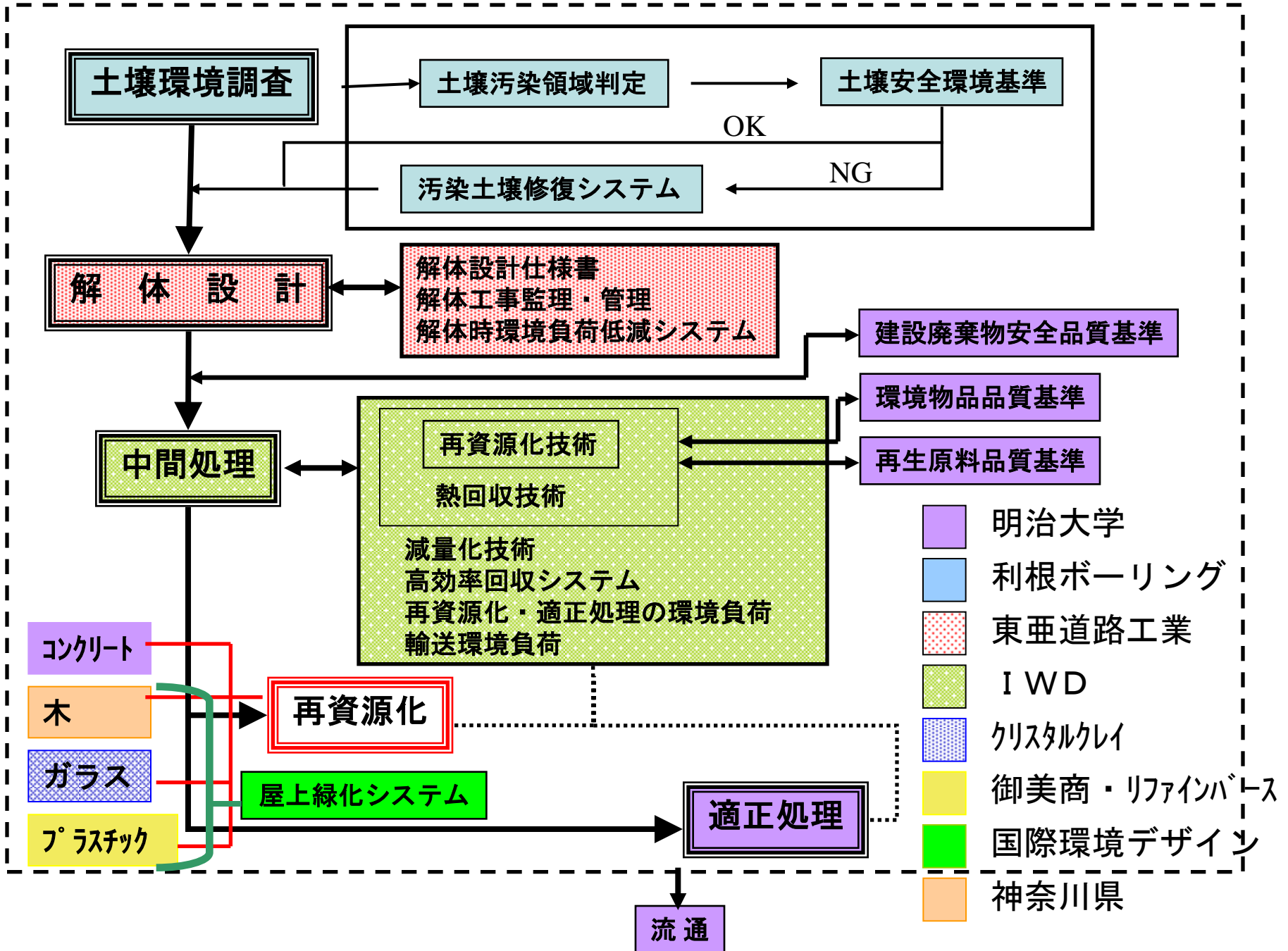
課題

- ・ 各段階の関係が希薄
- ・ 解体技術が未整備
- ・ データベースが未整備

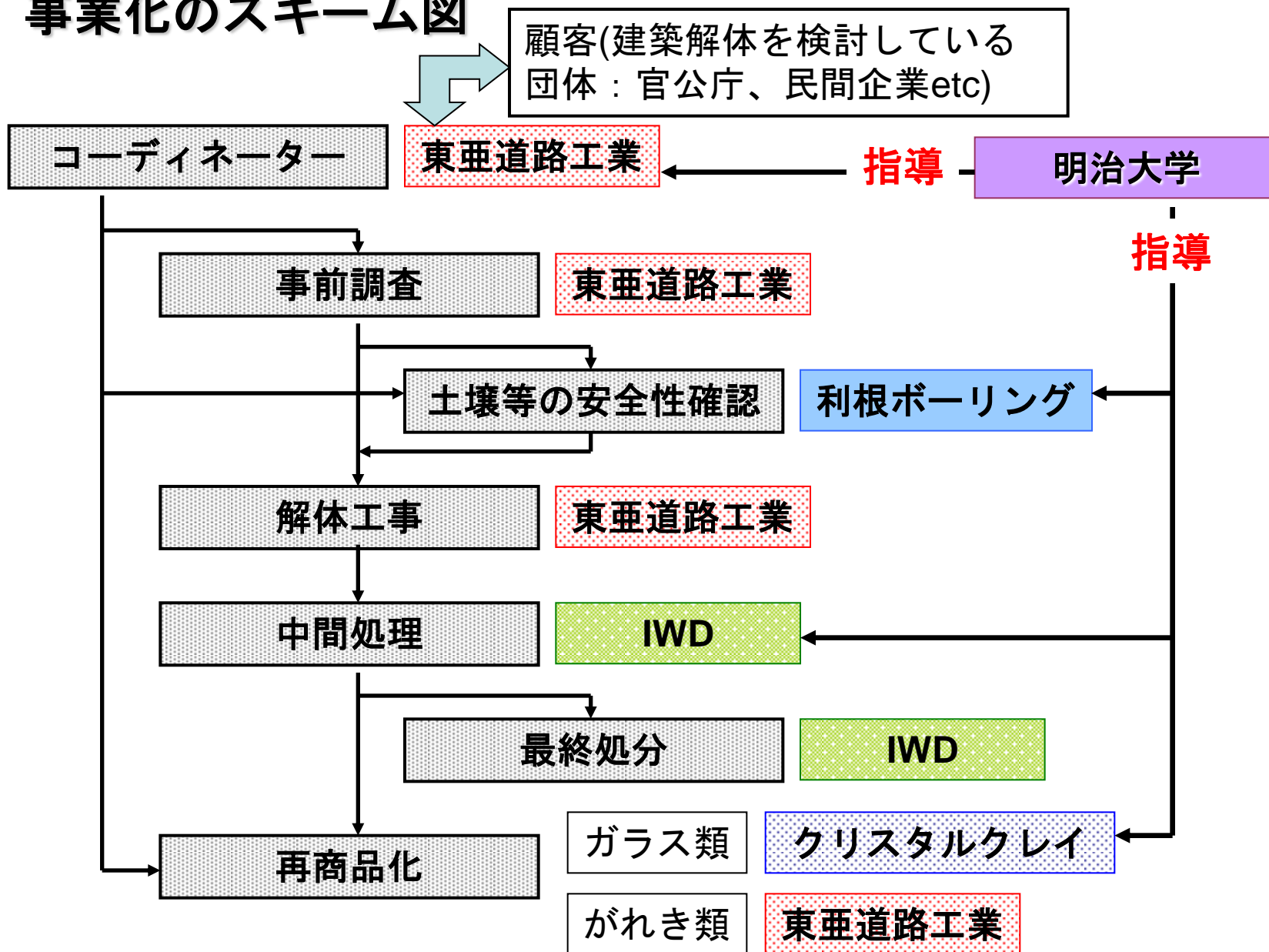
特徴

- ・ 解体から再資源化までを一元管理
- ・ 高効率・高精度
- ・ 環境負荷低減の為のコストが明確
- ・ LCA、LCCO₂が可能

【建設廃棄物の低環境負荷・高付加価値型再資源化技術開発】



事業化のスキーム図



解体設計 【レベル I (従来法)】

必要な
情報

- ①事前調査の結果
- ②竣工時平面・立面・
断面図
- ③経験則
(歩掛かり・係数)

・ 民間の木造住宅のよ
うな小規模のもの
のみに適用可能である
が、推奨できない。

期待
できる
成果

- ①解体届出書の作成
- ②廃棄物の種類と
その概要
- ③運搬車両等の概数
- ④再資源化量の概数
- ⑤最終処分量の概数

・ 規模や発注者のいか
んに係わらず推奨で
きない。

【レベルⅡ（簡略法）】

必要な
情報

- ①事前調査の結果
- ②竣工時の各種図面
- ③簡単な現状調査の結果
- ④適正な歩掛かり・係数等

・小規模および大規模の民間・団体等の工事に推奨する。

期待
できる
成果

- ①解体届出書の作成
- ②ほぼ適正な各種計画書作成
- ③ほぼ的確な発生量・再資源化量・最終処分量の予測
- ④CO₂排出量の精算値

・国等の工事には工事の規模に係わらず、推奨できない。

【レベルⅢ（詳細法）】

必要な
情報

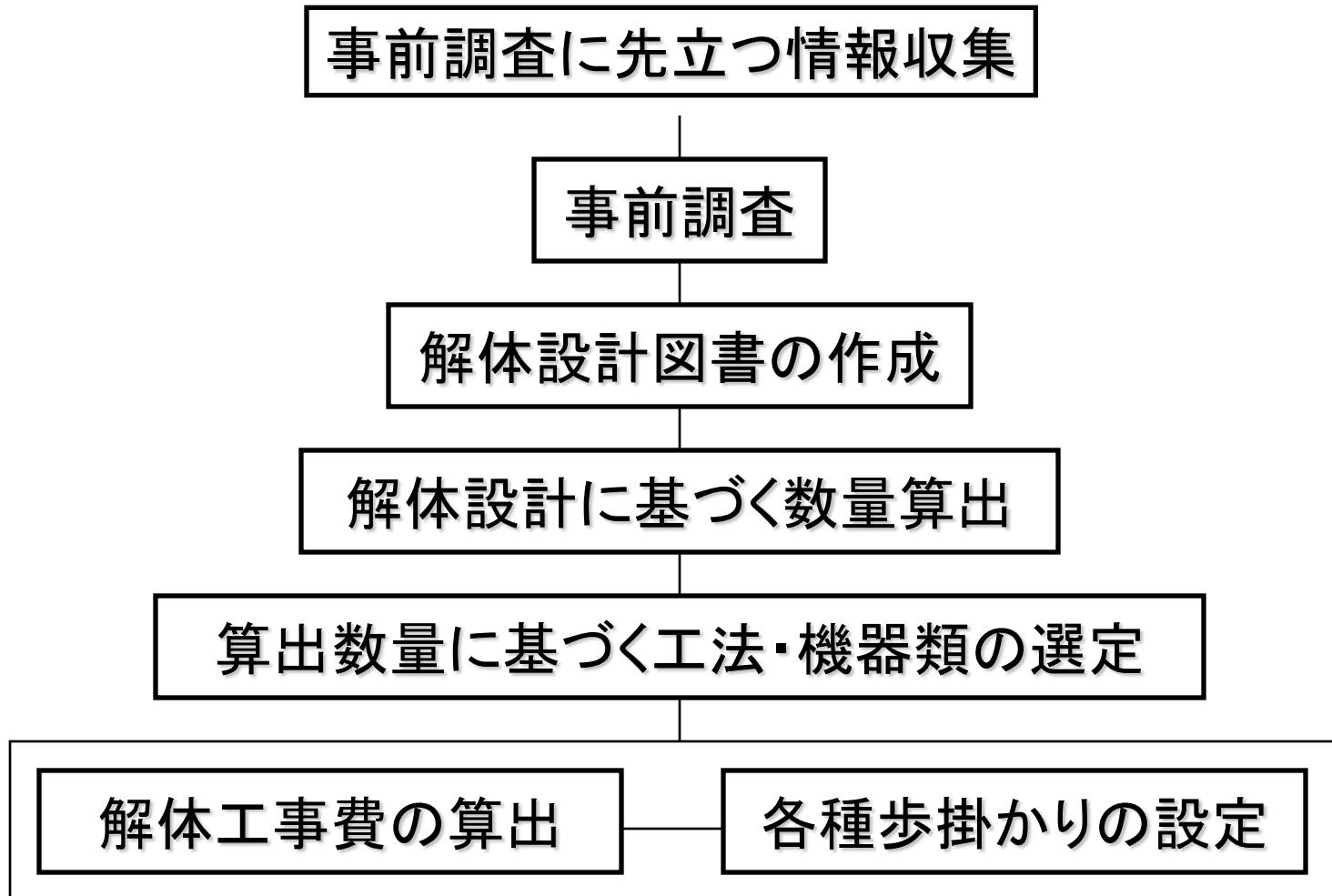
- ①解体設計図書
- ②的確な歩掛かり・係数等
- ③工事・作業等に要するエネルギー(燃料、電力)

期待
できる
成果

- ①適正な各種計画書作成
- ②VE提案の根拠資料
- ③ほぼ的確な発生量・再資源化量・最終処分量の予測
- ④LCAへの対応
- ⑤CO₂排出量の精算値

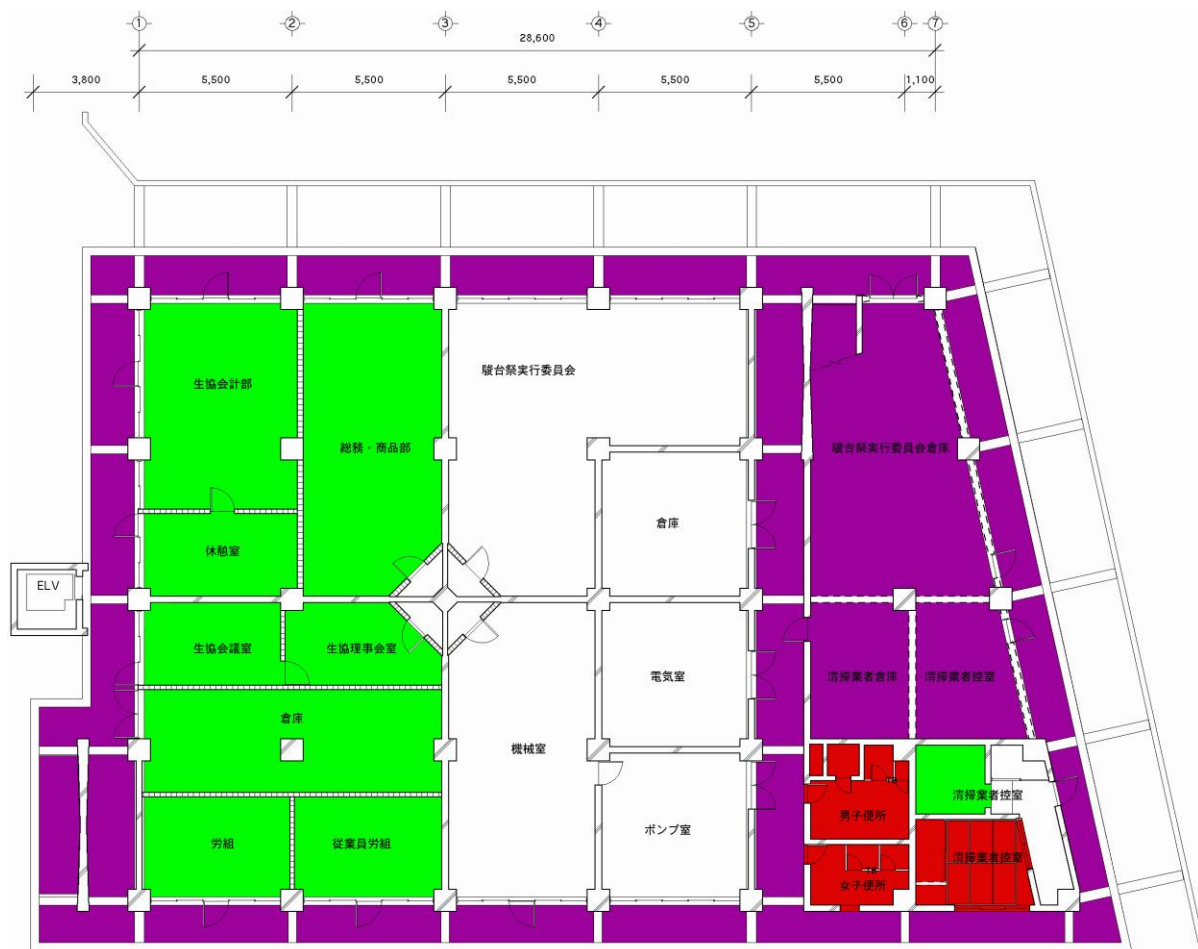
- ・大規模な工事では、発注者の区分に係わらず必須。
- ・団体・民間等の工事において推奨する。
- ・国等の工事においては規模に係わらず必須。

レベルⅢ（詳細法）の解体設計の概要



環境配慮型解体設計システムの構築

廃棄物量, 種類, 状態の予測



例	
	: RC CB ALC
	: 木造壁
	: 軽量鉄骨
	: トイレブース (木製)
	: トイレブース (人造石)
	: コンクリート、モルタル
	: アスベスト系ボード
	: 木質系ボード
	: 石膏系ボード
	: 珪カル系ボード
	: 吸音系ボード
	: 木毛セメント板類
	: 吸音板+石膏ボード
	: クロス類

B2階天井伏図



第4章 環境配慮型解体設計システム






調査シー

トレーシングペーパー

下地・仕上材を記入

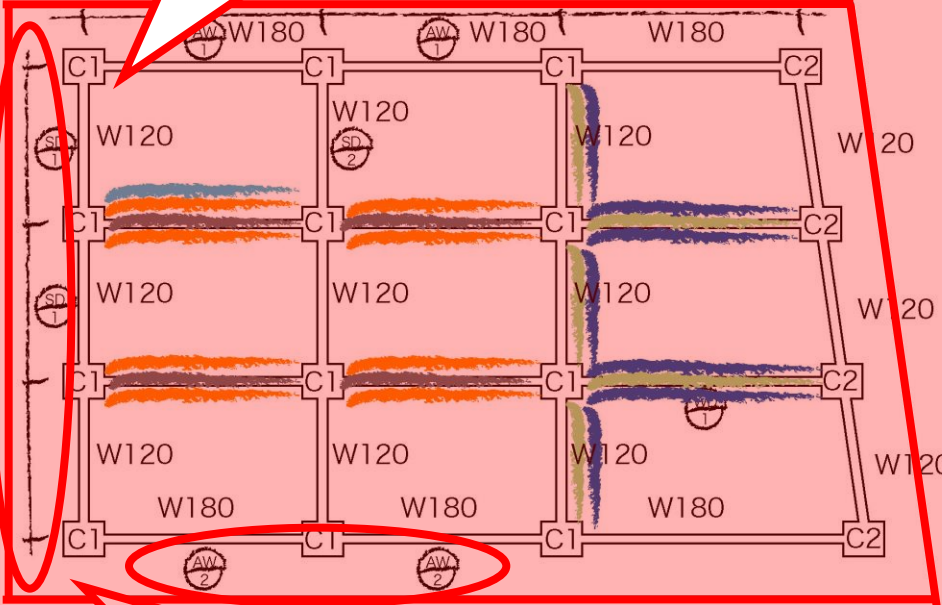
記号	厚さ(mm)
W120	120
W180	180

下地	
下地	色
軽量鉄骨	
木	

壁仕上	
仕上材	色
コンクリート、モルタル	無色
アスベスト系ボード	
木質系ボード	
石膏系ボード	
珪カル系ボード	
クロス類	

柱寸法		
記号	幅(mm)	奥行き(mm)
C1	450	600
C2	450	450

1層分



通芯・建具記号を記入

(8)建具の寸法および材料

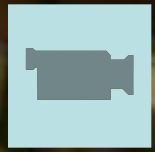
台数およびPCBの有無

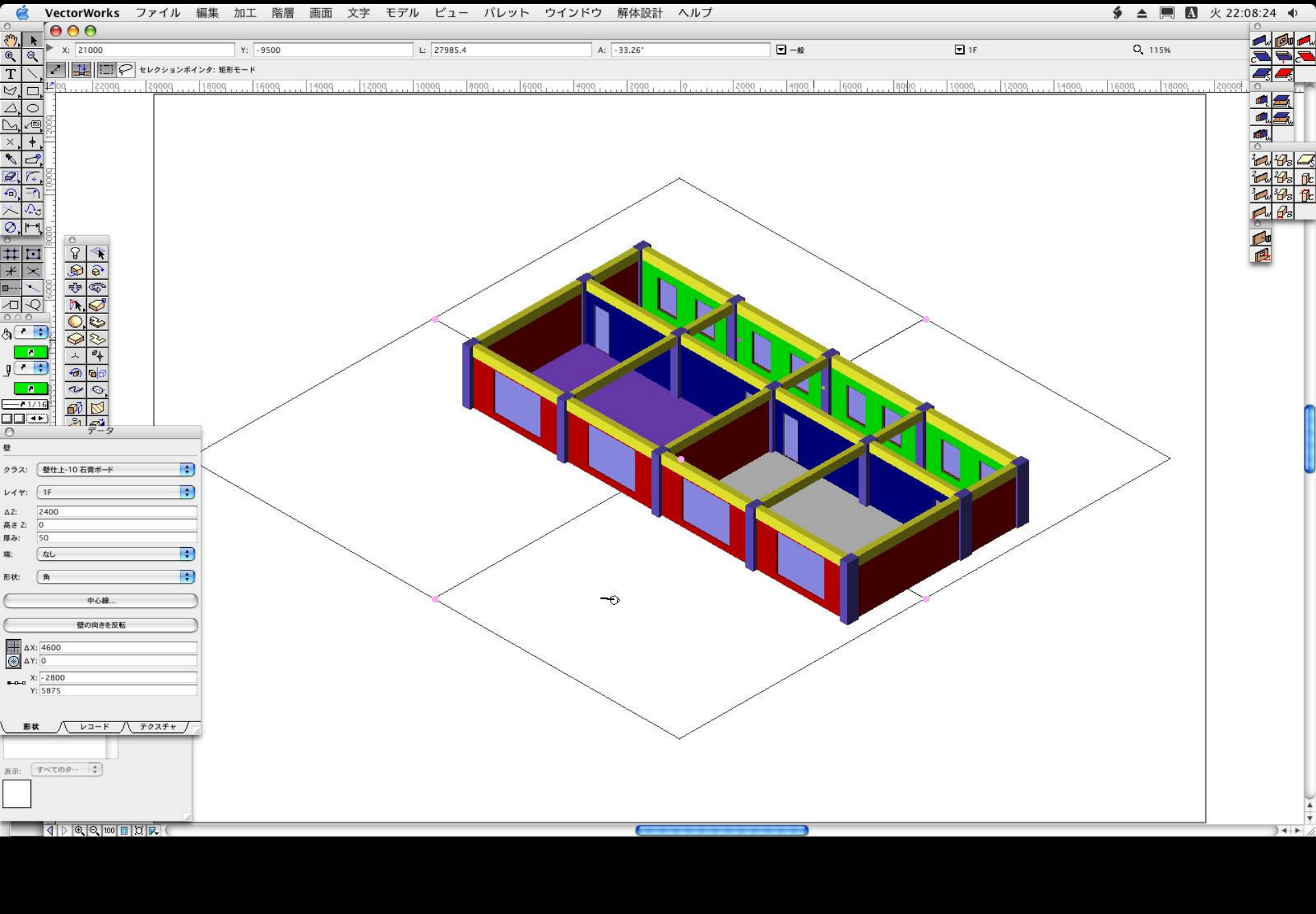
撮影対象概要

作成所要時間

教室	幅 (mm)	奥行き (mm)	天井高 (mm)	備考	撮影枚数	96枚
0306	10000	8000	2900	100人教室	撮影所要時間	60分
0302	6000	10000	2900	60人教室	1組(3枚)当り撮影所要時間	113秒
0304	10000	19500	2900	205人教室	編集所要時間	PM G4 733 45分
0308	10000	9500	2900	103人教室		PM G4 1G DUAL 30分
0412	12500	9500	2900	150人教室		PM G5 2G DUAL 18分
0413	4500	10000	2900	ゼミ室	1組(3枚)当り 編集所要時間	PM G4 733 84秒
A201	12500	20000	2800	224人教室		PM G4 1G DUAL 56秒
2003	15000	19000	10000	360人教室		PM G5 2G DUAL 34秒

1部屋当り2組とすると、約5分程度で部屋のほぼ全体を記録することができる。



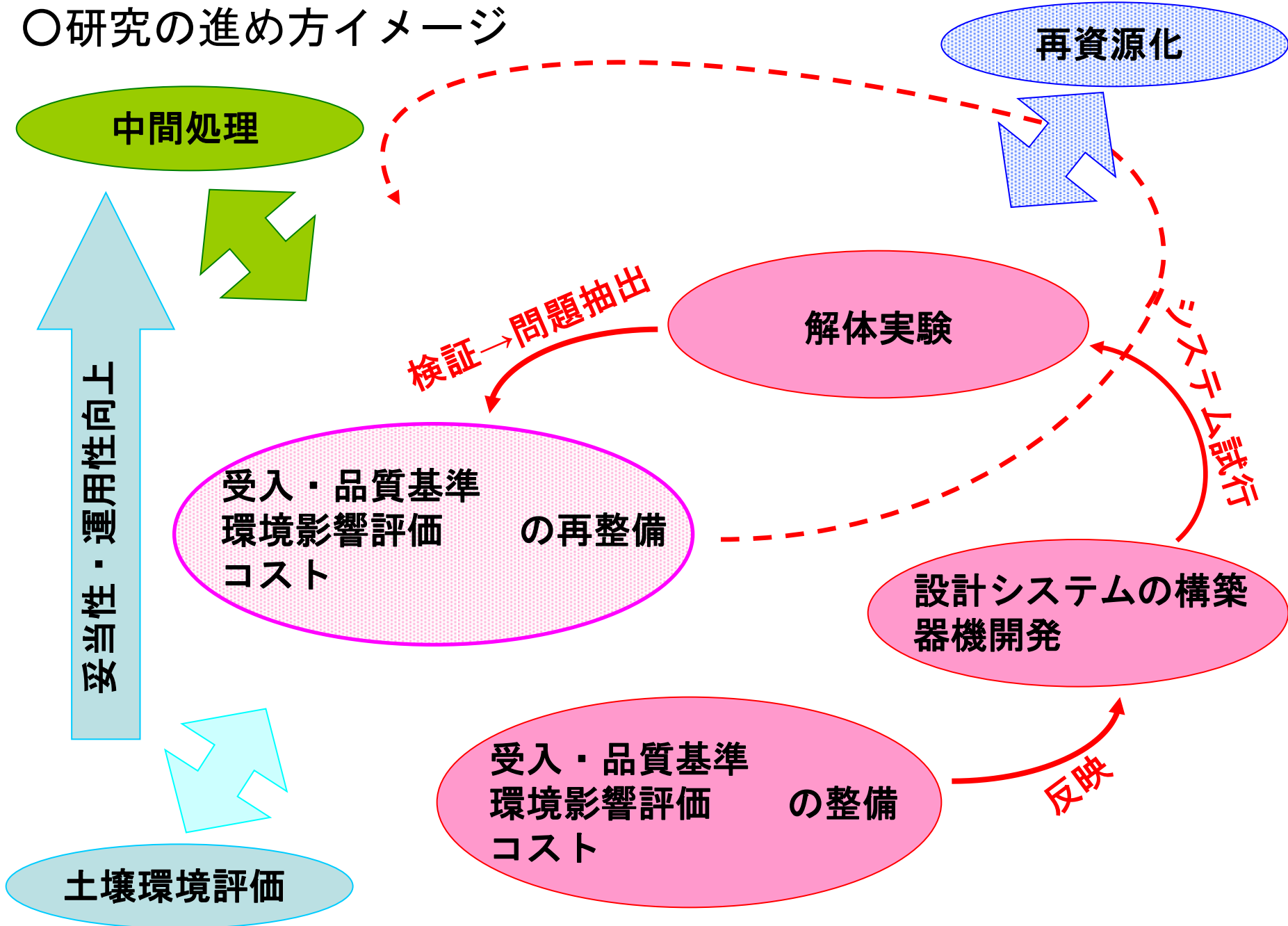


環境解体システムによる効果

適正な解体技術を提唱することで、解体・廃棄物処理等において公正性と透明性が確保でき、健全な産業としての社会的認識が得られ、静脈産業の活性化ができる。

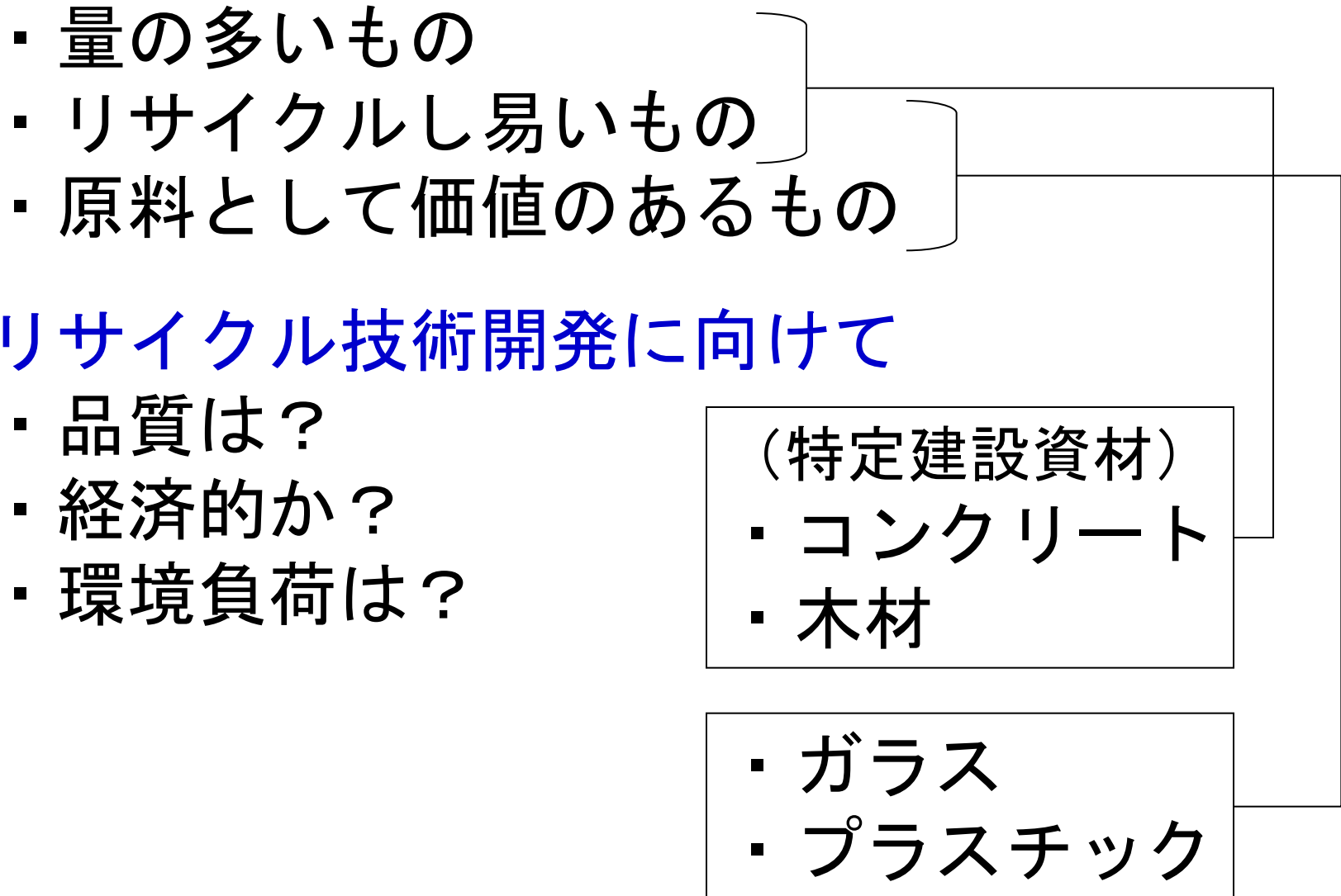
建築物の土壌安全調査、解体、中間処理、再生資材製造過程を包括する「環境解体システム」の構築により建築解体の環境負荷を低減し、環境産業としての地位確保と環境市場への参入が容易となる。

○研究の進め方イメージ



再資源化技術の例

リサイクル技術開発の優先順位

- ・量の多いもの
 - ・リサイクルし易いもの
 - ・原料として価値のあるもの
- 

リサイクル技術開発に向けて

- ・品質は？
- ・経済的か？
- ・環境負荷は？

- (特定建設資材)
- ・コンクリート
 - ・木材

- ・ガラス
- ・プラスチック

①コンクリート



路盤材, 敷石



コンクリート用に

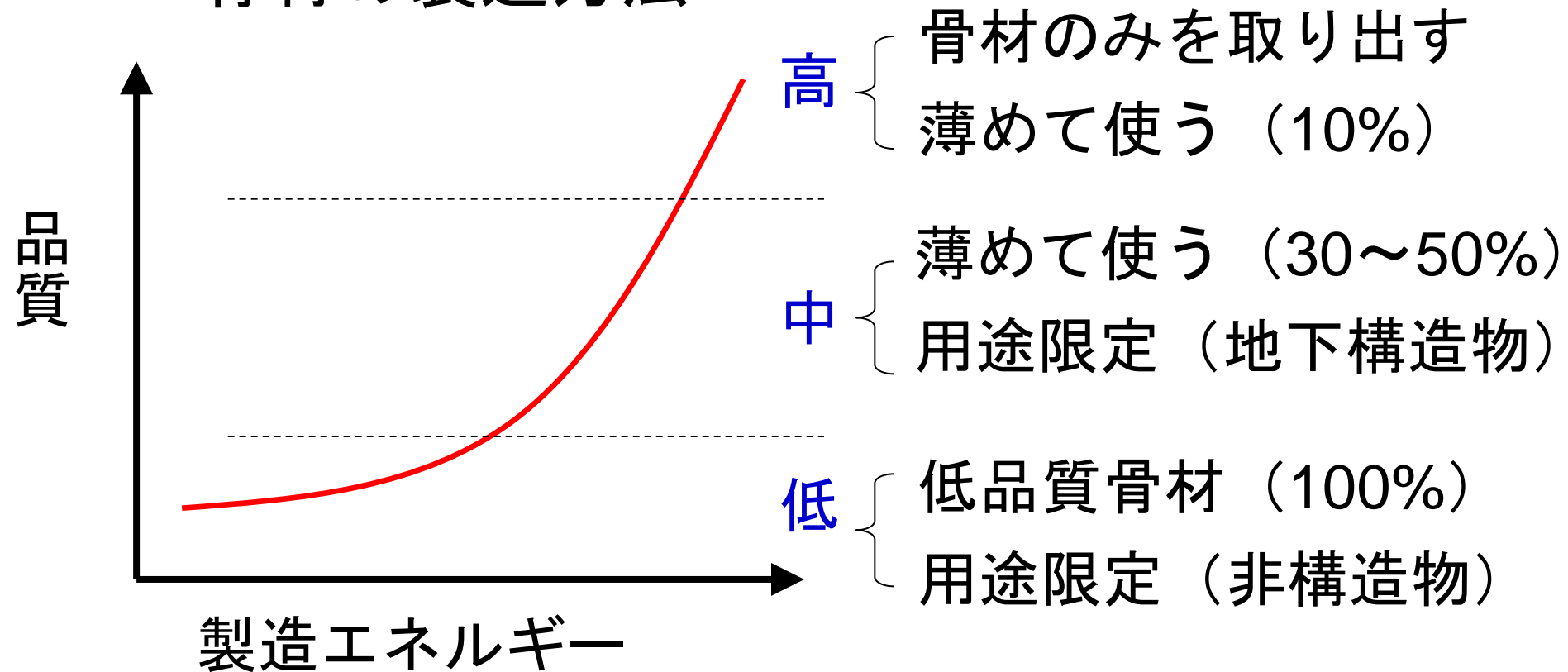


コンクリートのリサイクル

路盤材用骨材から構造用コンクリート骨材へ

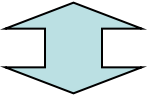
活用方法

骨材の製造方法

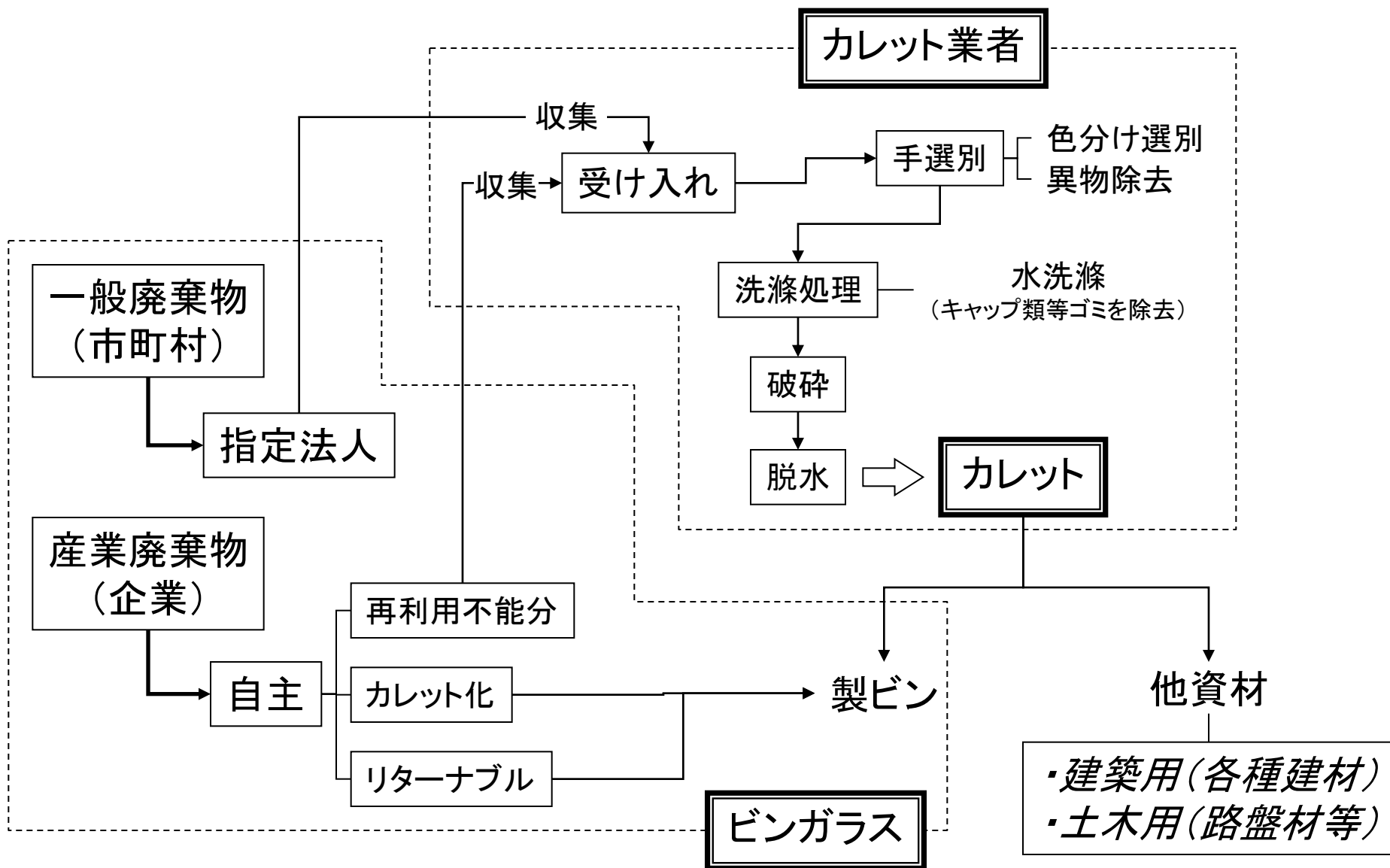


コンクリートのリサイクル課題

再生骨材, 再生コンクリート

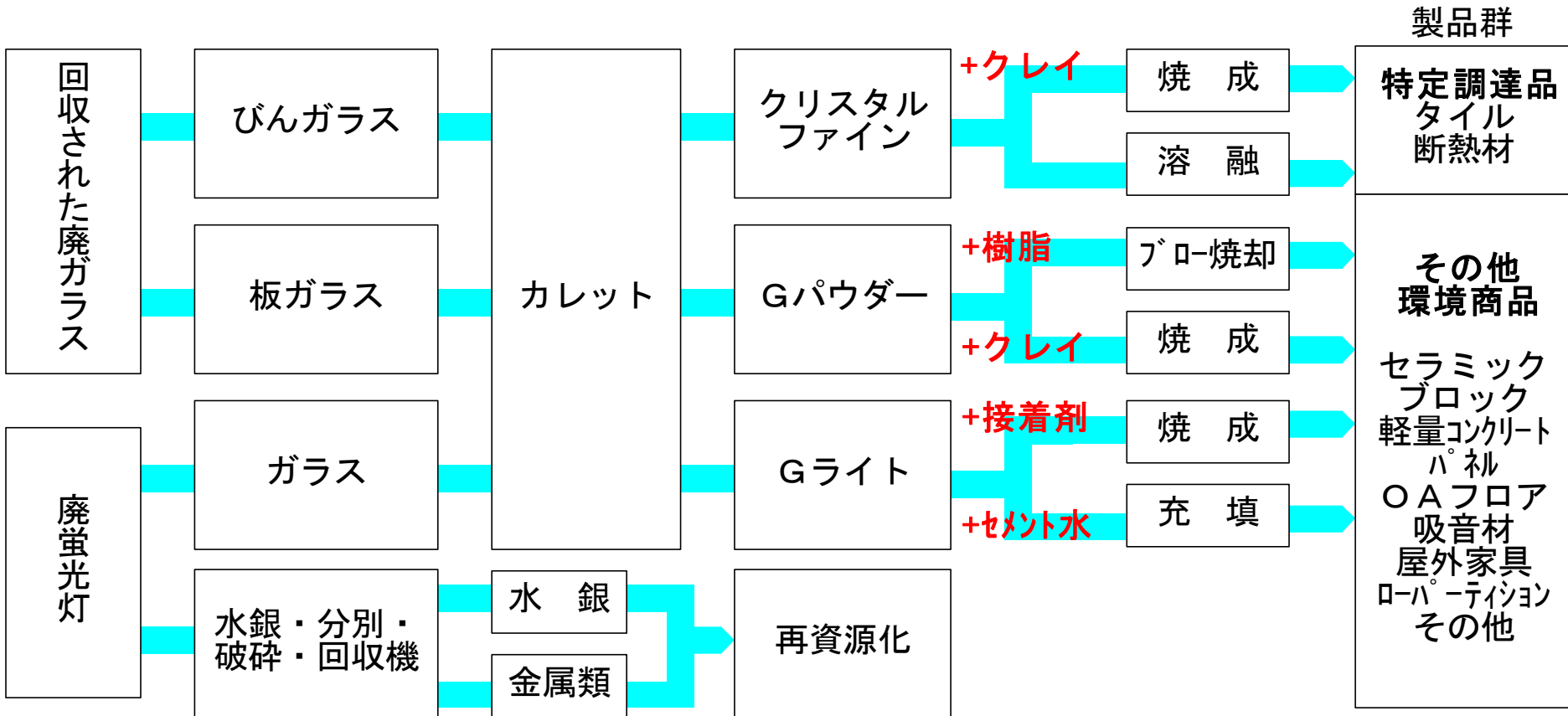
- 受注環境の未整備 → JIS化へ
 - JIS化の課題
 - 品質保証（履歴不明物の活用）
 - 従来の物流・商流との兼ね合い
- 地域性の問題
 - 発生場所：都心
 - 
 - 利用し易い場所：地方
- 経済性

ガラス(容器)廃材の発生から建設用資材までのフロー



廃ガラスのリサイクル用途

廃ガラスをマテリアルに，次の様な環境調和製品などに実用化



クリスタルクレイの製造工程

FT/FK
CLB/WK
シリーズ

一定の大きさに粉砕

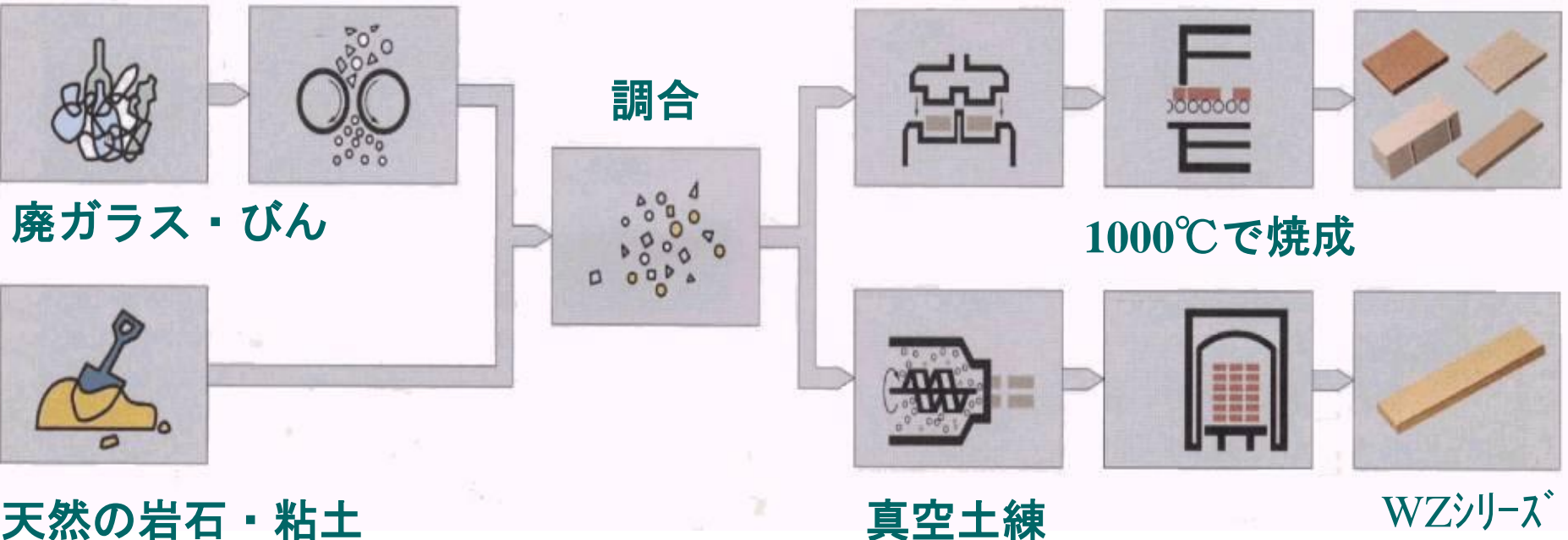
乾式プレス成形

調合

1000℃で焼成

真空土練
押出し成形

WZシリーズ



●インベントリー分析

	エネルギー消費 (MJ)	大気放出		
		CO ₂ (kg)	NO _x (g)	SO _x (g)
通常磁器質タイル	150000	1070	760	955
廃ガラス再生タイル	6310	450	630	410

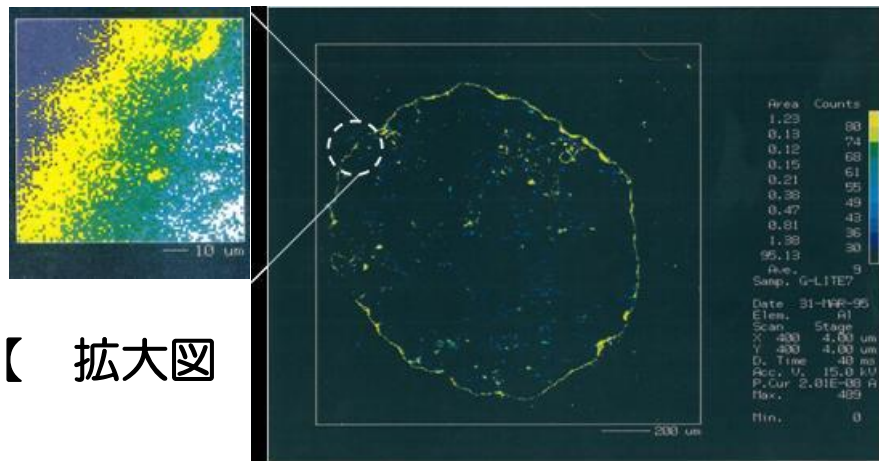


レストガラス使用量
1,200 t
びん換算2,670,000本
CO₂削減量1160 t

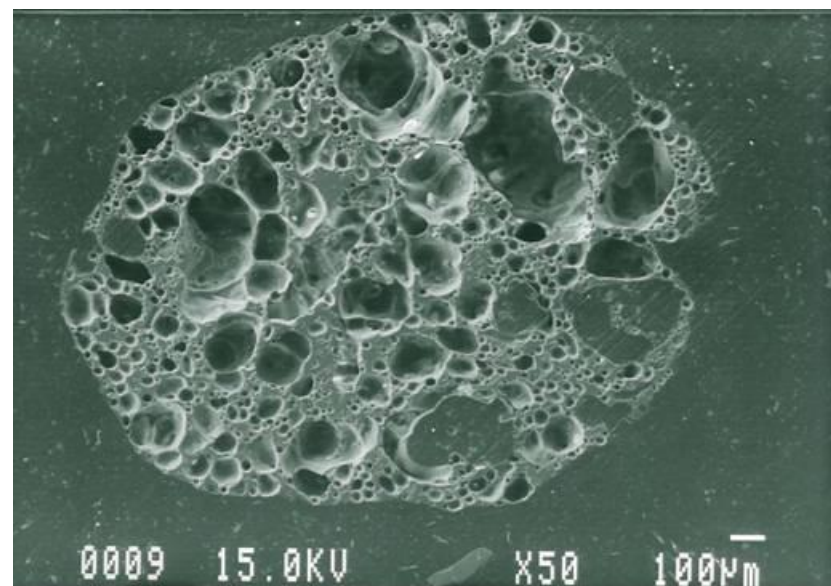
超軽量発泡骨材 Gライト



Gライトは、廃ガラスびんを主原料とした完全無機質の焼成体で、超軽量多孔質セラミックです。耐熱性、耐久性、耐アルカリ性、低吸水性に優れ独立気泡を無数に内蔵するハニカム構造体です。



【 拡大図 】



【 電子顕微鏡 写真 】

Gライト応用製品例

PCカーテンウォール



高橋カーテンウォール工業(株)



(株)三好商会

塩化ビニル系床材の低環境負荷・高付加価値 再生建設資材の開発

現段階では市場は存在しないに等しいが、今後急拡大する可能性が高い市場創出の条件である、①技術と②法律の後押しに期待がかかる

主な市場の動き

詳細

リサイクル市場は急拡大

- ・処理市場規模としては横ばい
- ・ほぼゼロに近いリサイクル市場が新しい市場として創出、100億規模へ

リサイクル技術確立が引き金

- ・現状ではほとんどが建築混合廃棄物として埋立処分
- ・マテリアルリサイクルにて再生利用可能となれば状況は一変

法律によるリサイクル後押し

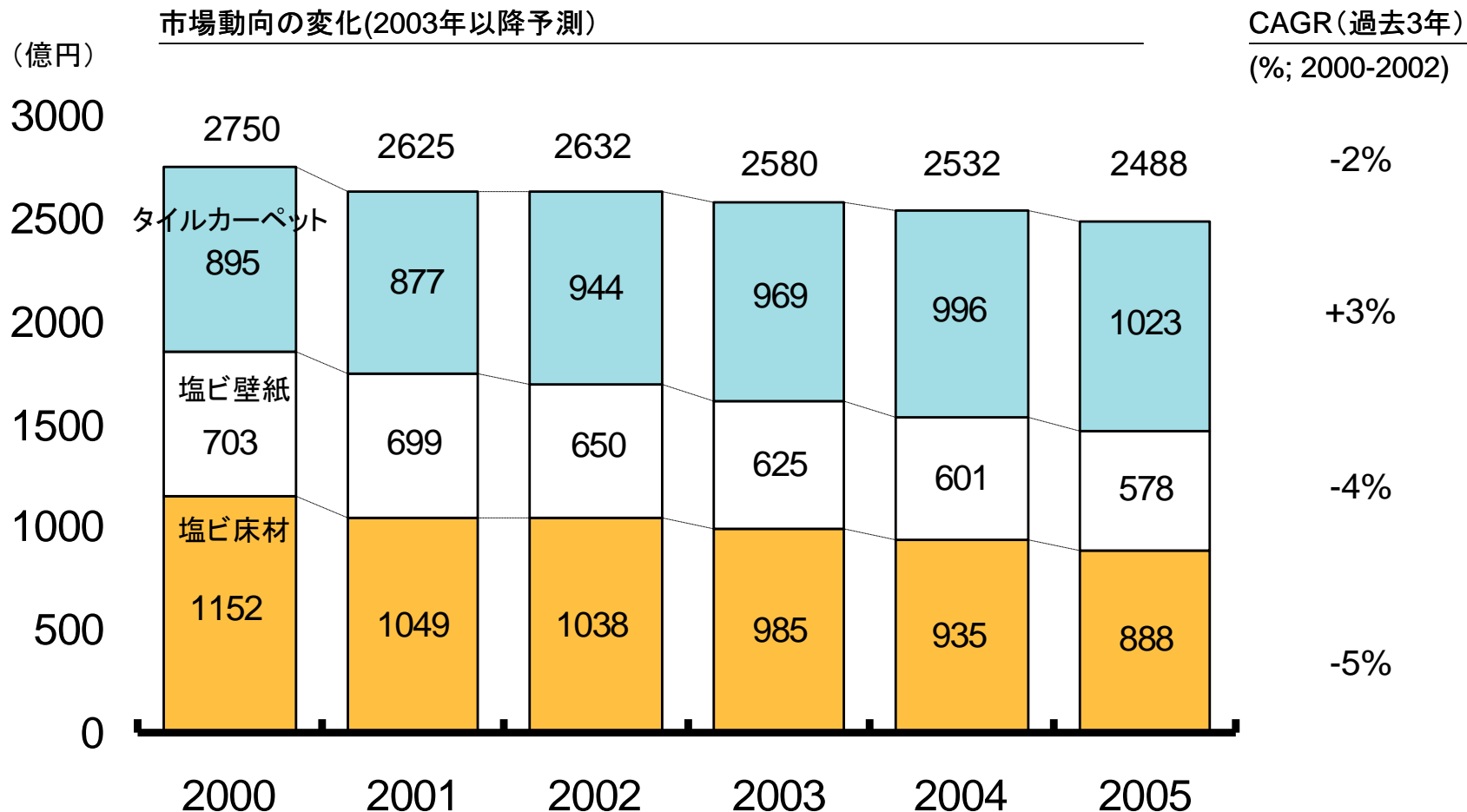
- ・法律によるリサイクル推進品目となれば分別回収の仕組みが整う
- ・業界取組によるリサイクル推進が重要

リサイクル事業者参入増加

- ・現在リサイクル事業を専門にしている業者はほぼ無し
- ・内装材メーカー、中間処理事業者など様々な分野からのリサイクル事業参入

○塩ビ系内装材製造市場の規模と予測

単価の下落が響き市場は縮小傾向であるが、
今後3年間は約2500億円程度の市場



資料: (インテリアフロア工業会、日本壁装協会、日本カーペット工業組合、矢野経済研究所等のデータを基にリサイクルワン算出)
前提: 価格は一定とした

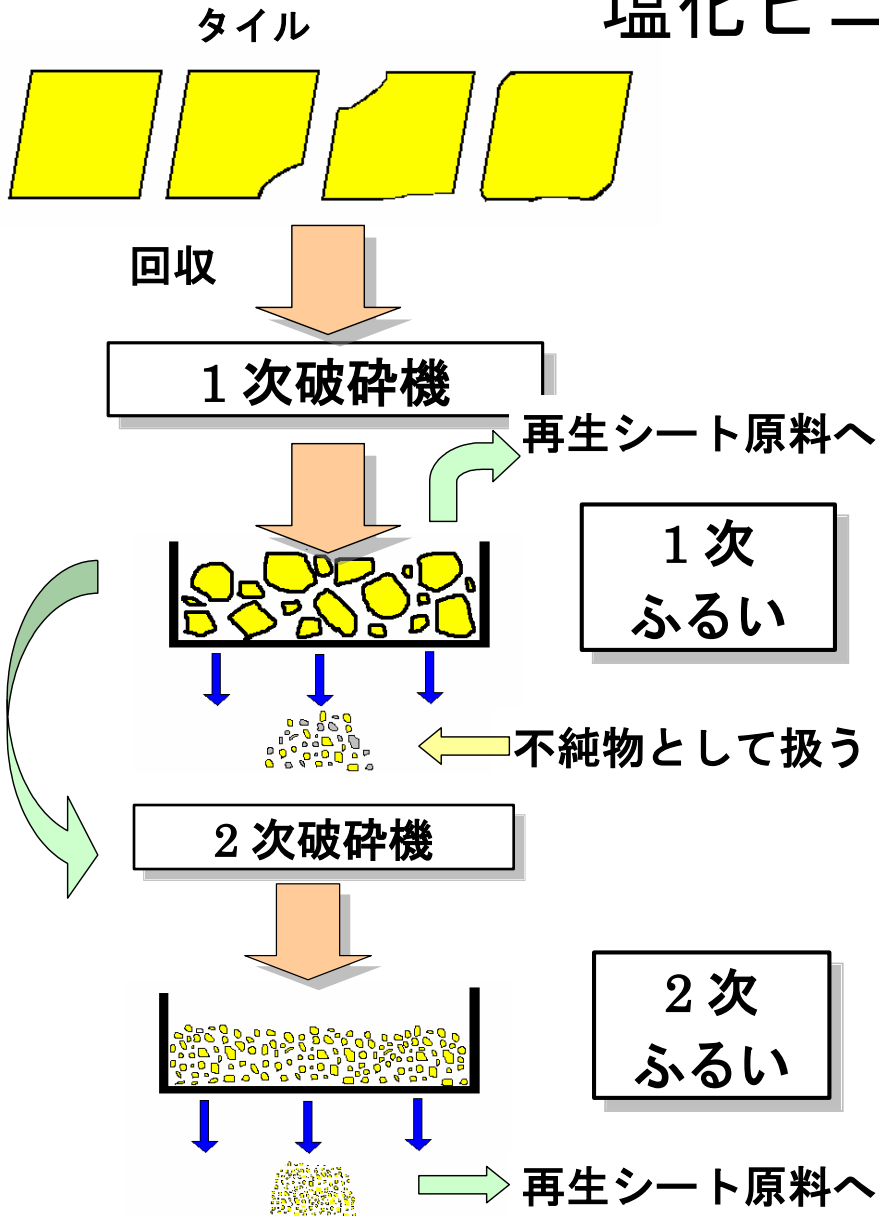
○塩ビ系内装材市場における 再生塩ビコンパウンドの市場規模予測

塩ビ系内装材(床材およびタイルカーペット)における再生塩ビの市場は、パウダーの状態では25億円、シートまで製造して105億円である。壁紙に再生塩ビを活用できるかは現状まだ課題

	製品市場 規模(概算)	重量/面積	塩ビ含有率	塩ビ重量	再生塩ビ 含有率	再生品 想定単価	再生品 市場規模	
再生塩ビ コンパウンド	塩ビ床材	1,000億円	=16万t	×90%	=14.4万t	×70%	×2万円/t =20.2億円	25.2億円
	塩ビ壁紙	700億円	=20万t	×60%	=12.0万t	×50% (予測)	×3万円/t =18億円*	
	タイルカーペット	900億円	=10万t	×50%	=5万t	×50%	×2万円/t =5億円	
シート	塩ビ床材	1,000億円	=6,500万m ²			×100円/m ²	=65億円	105億円
	タイルカーペット	900億円	=2,000万m ²			×200円/m ²	=40億円	

原料としての価値有

塩化ビニル系再生シートの開発



中芯への活用

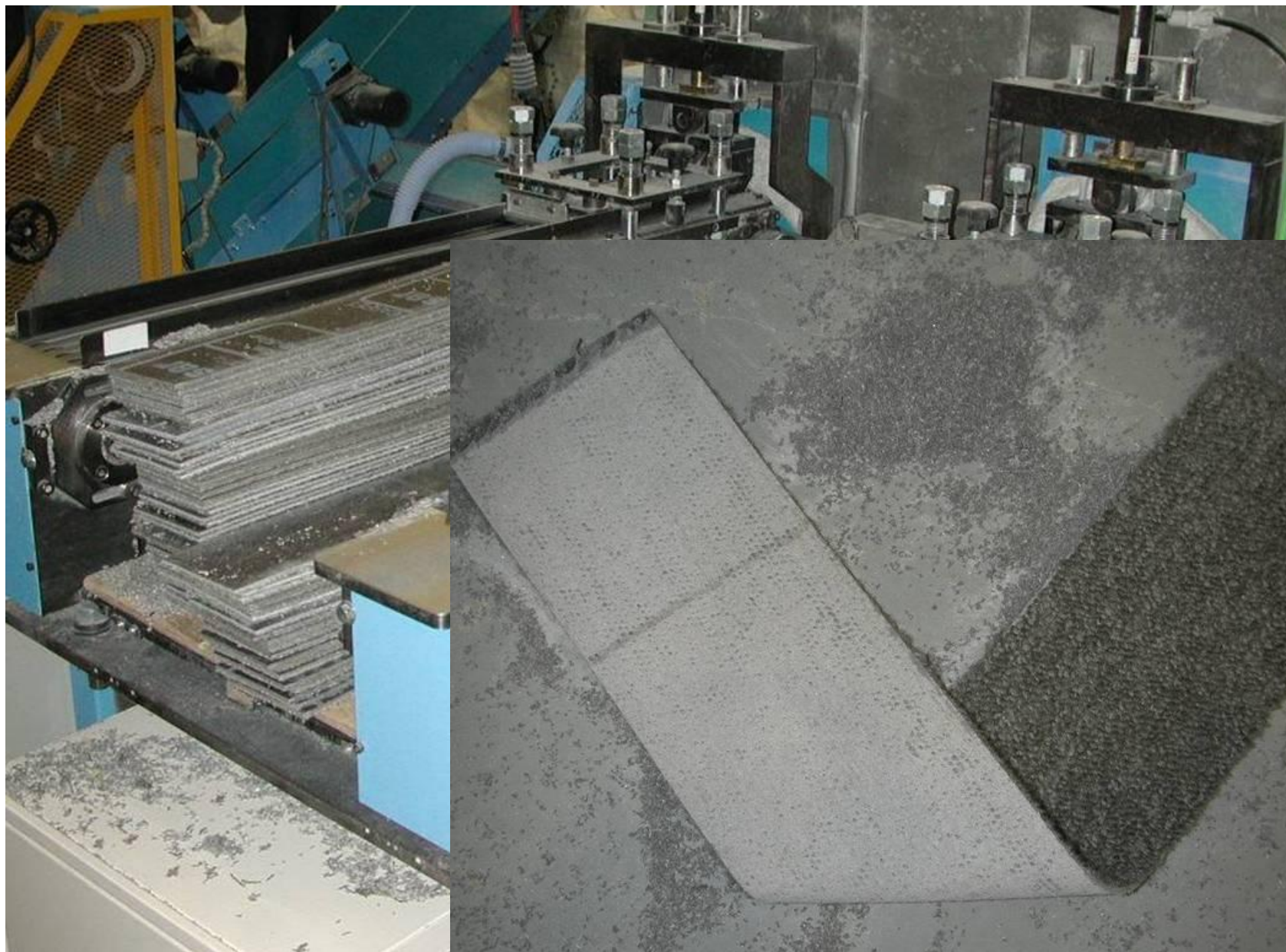
タイル断面図



異物の分離が課題

- 新築系：カーペット繊維
- 解体系：異物不純物

リファインバース（御美商）の技術



繊維補強・塩化ビニル床材の開発

廃塩ビ → バックینگシートとして利用可能

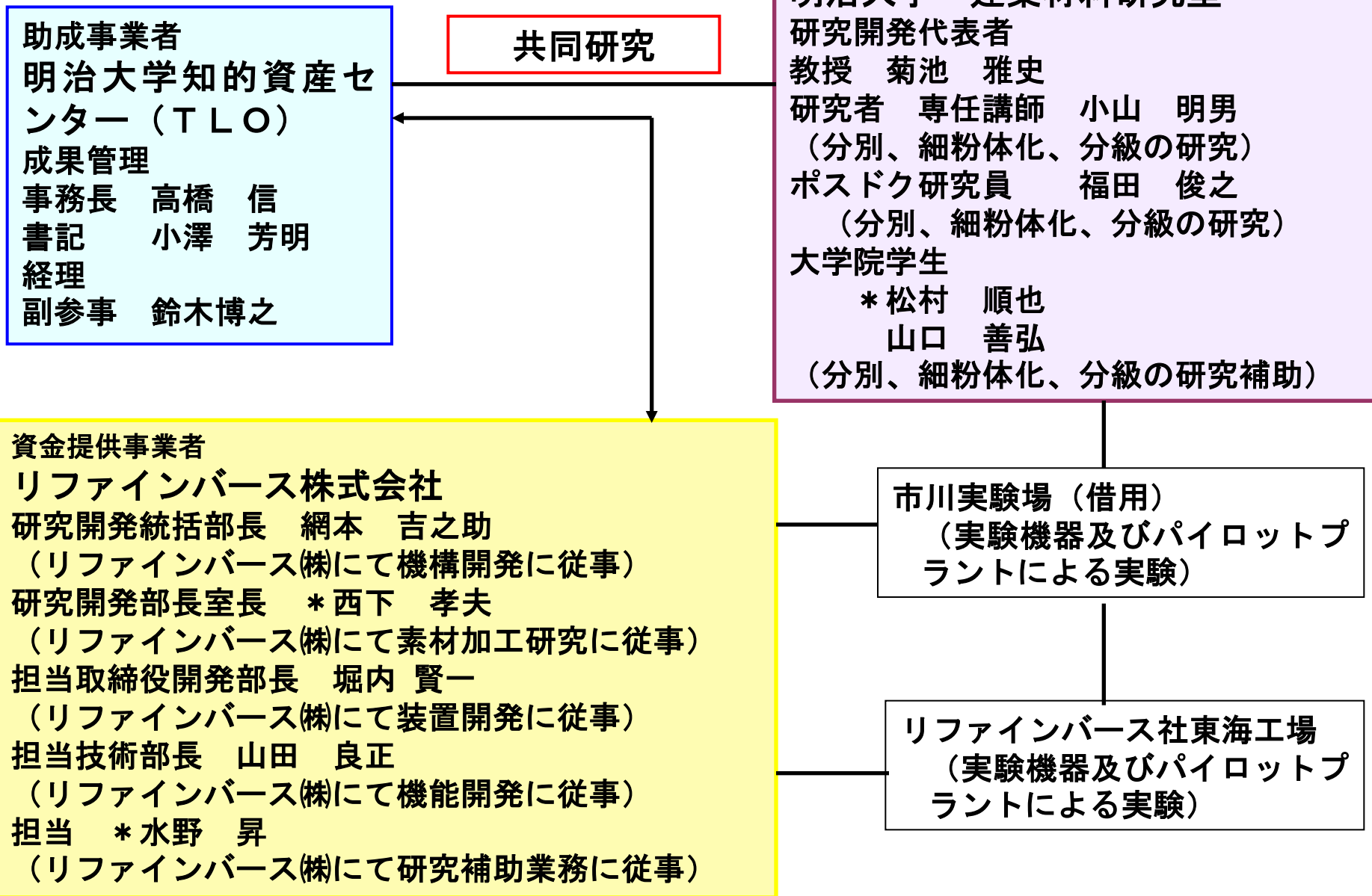
廃塩ビを活用するために、新たな廃棄物の発生

新たな廃棄物 → 繊維



再生品（繊維）

○研究体制





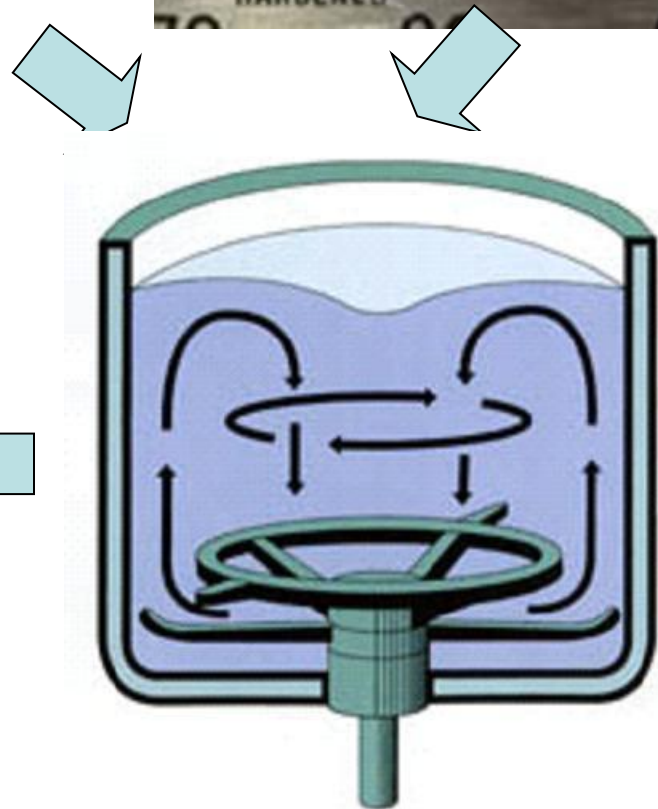
廃塩ビパウダー

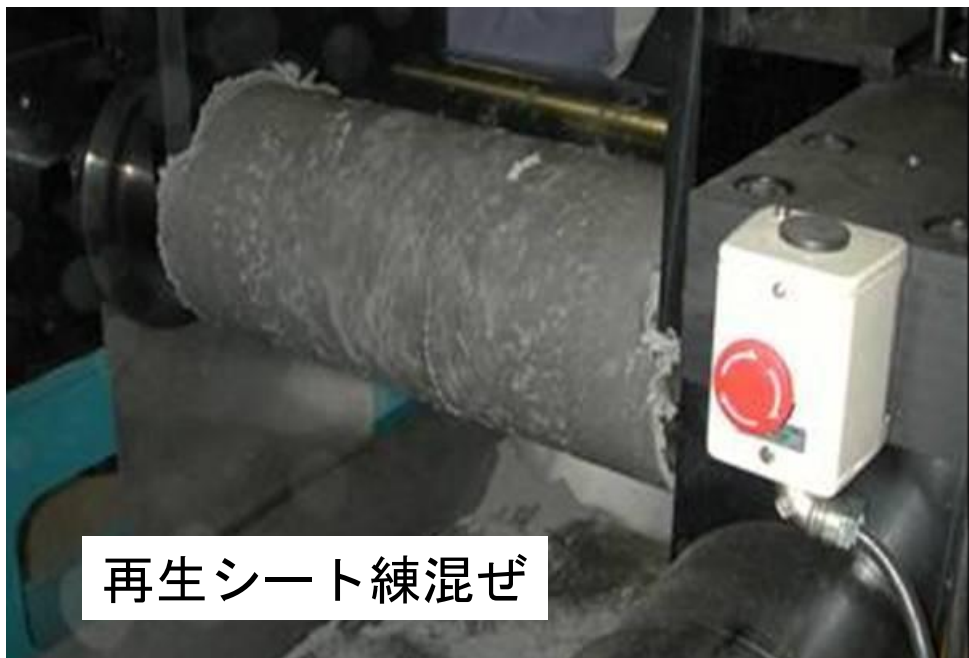


廃繊維

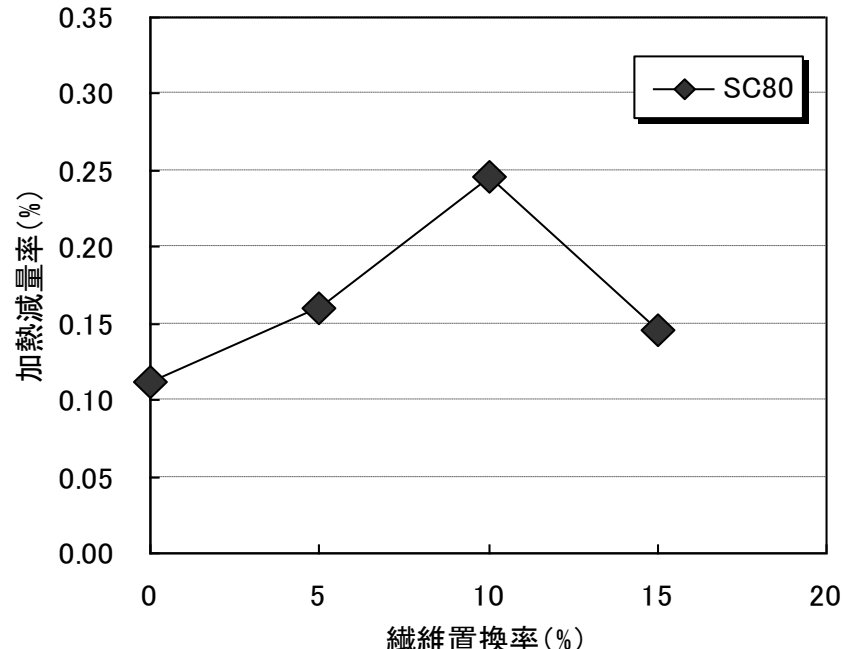
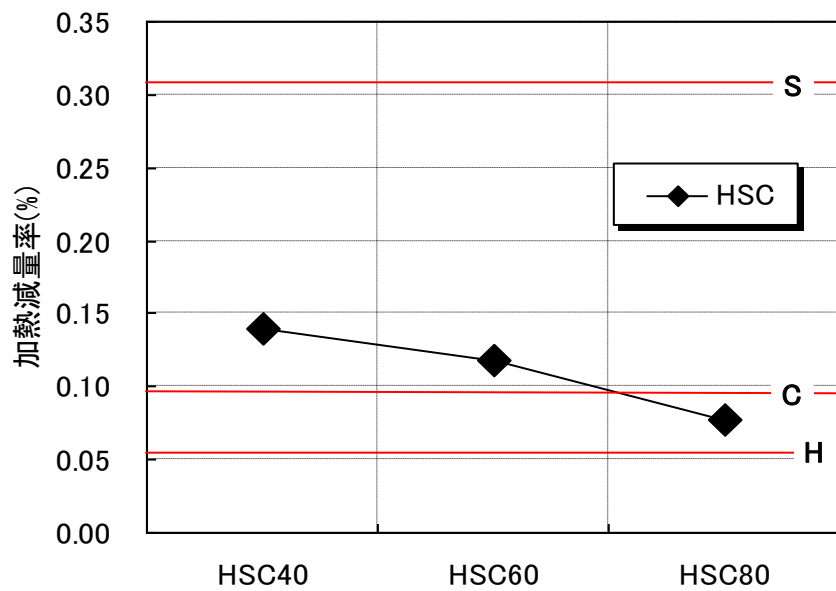
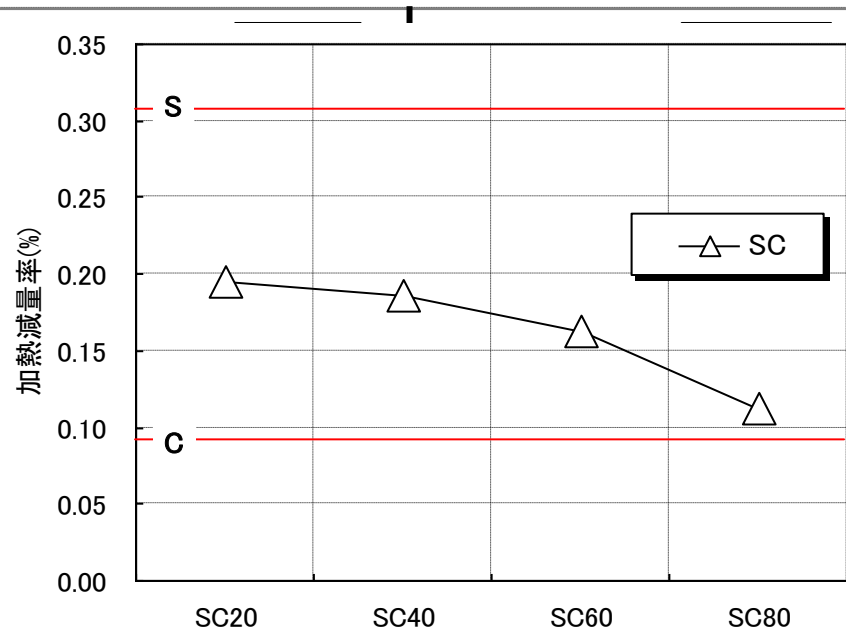
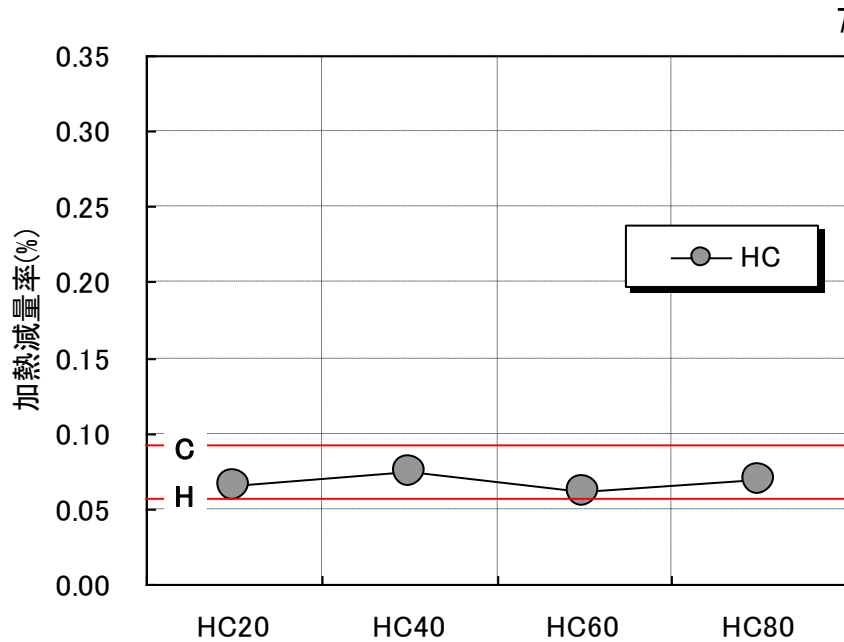


塑性化

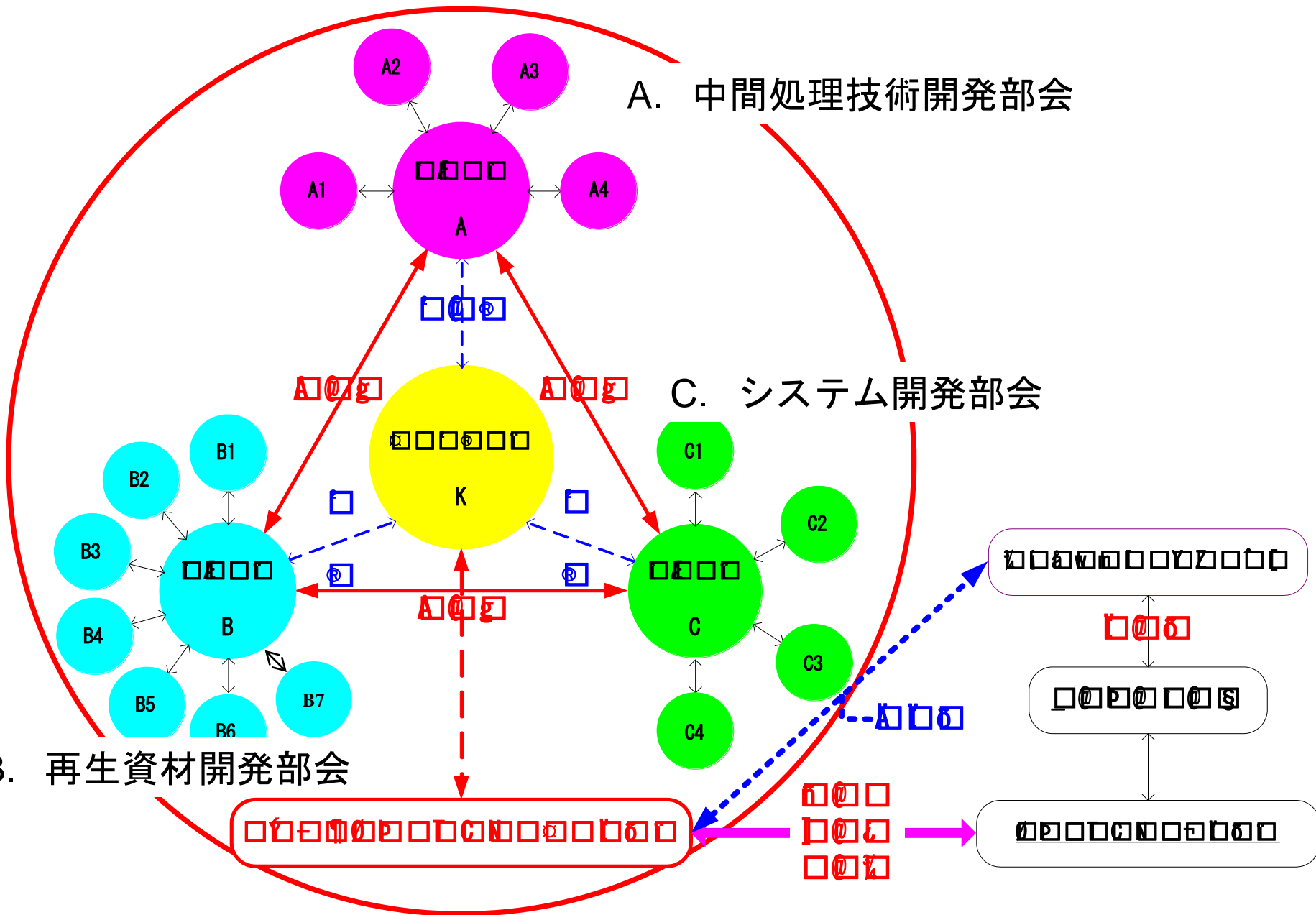




加熱長さ変化率 (JIS規格値0.5%以下)



建設発生木材のリサイクルに関する研究



A. 中間処理技術開発部会

(株)イオリナ (株)田中工務店 鶴見曹達(株) (株)タケエイ

○研究の概要

建設発生木材の再資源化の流れを各段階において研究



1.解体段階

- 再生資材に求められる品質確保のための分別解体工法の確立
分別解体の在り方とその実施方法の検討

2.収集運搬段階

- 再資源化施設への安定供給の確保安定供給のための方策を検討
- 効率的な収集運搬システムの構築回収頻度、ルートを選定、運搬方法の検討

3.再資源化段階

- 建設発生木材の新しい用途の研究
建設発生木材の用途の特定、処理機器等に係る技術の開発

B. 再生資材開発部会

明治大学 静岡大学 日東化工(株) (株)林本建設 県農業総合研究所
県産業技術総合研究所 県環境科学センター

○開発中の再生資材



- 左 : スtrandボード
- 左下 : 緑化システム用保水・断熱
マットの開発
- 下 : チップとゴムチップを組み合
わせた弾性マット



C. システム開発部会

中央大学 明治大学 (株)ニュージェック (株)ナイス

全体システムモデル

発生量
推計
サブシステム

廃木材
物流
サブシステム

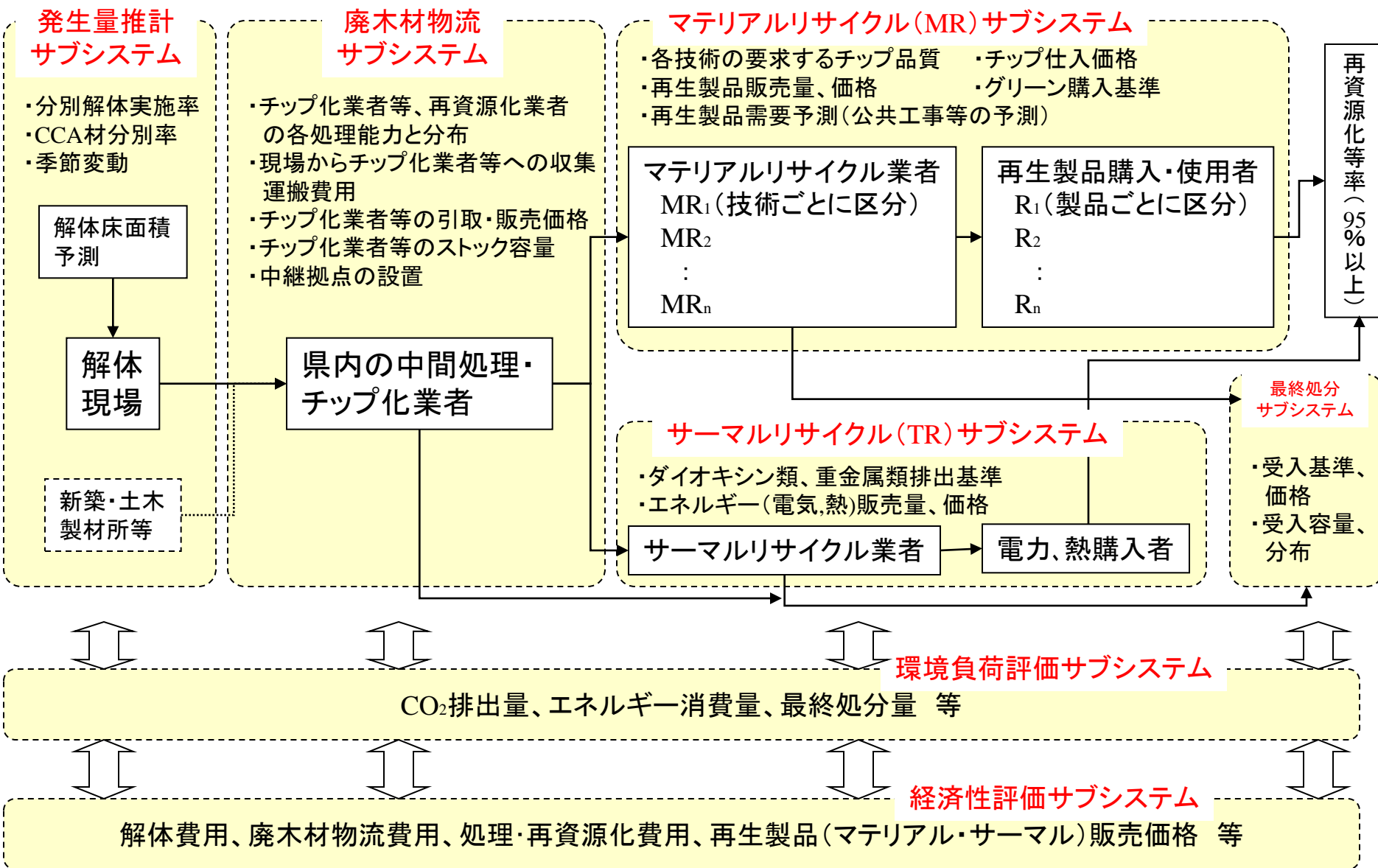
マテリアルリサイクル
サブシステム

サーマルリサイクル
サブシステム

最終
処分
サブ
システム

経済性・環境負荷評価
サブシステム

建設発生木材リサイクルの全体システム(素案)



環境共生型 屋上緑化システムの開発

○研究・開発の経緯

- ・ (株)国際環境デザイン協会から明治大学知的資産センターを通じた共同研究として研究を開始。
- ・ 2003年5月から生田校舎において、種々のデータを継続的に計測中。

○開発する技術要素

- ・ 環境共生型屋上緑化システムの開発
- ・ 構成資材に環境共生資材を使用

○本技術要素の完成時期の予測

- ・ 2005年度中に完成予定
- ・ 起業、事業化については、技術要素の完成後、検討を行う。



2003年12月10日

○研究体制

助成事業者
明治大学知的資産センター (TLO)

共同研究として
研究を開始

株式会社 国際環境デザイン協会

明治大学 建築材料研究室

研究開発代表者

教授 菊池 雅史

研究者 専任講師 小山 明男

ポスドク研究員 福田 俊之

大学院生 山口 善弘

齋藤 耕治

* 主に、緑化の観測、構成材料としての再生資材(木片チップ)の研究

明治大学 建築環境デザイン研究室

研究者 専任講師 加治屋亮一

大学院生 久保隆太郎

学部生 臼倉拓人

藤原佑美

* 主に、温度変化データの測定を担当

○実験外観

各種試験体の構成

①：波型コケボード+ALC

②：波型コケボード+木片チップ+ALC

③：コケボード+ALC

④：コケボード+木片チップ+ALC

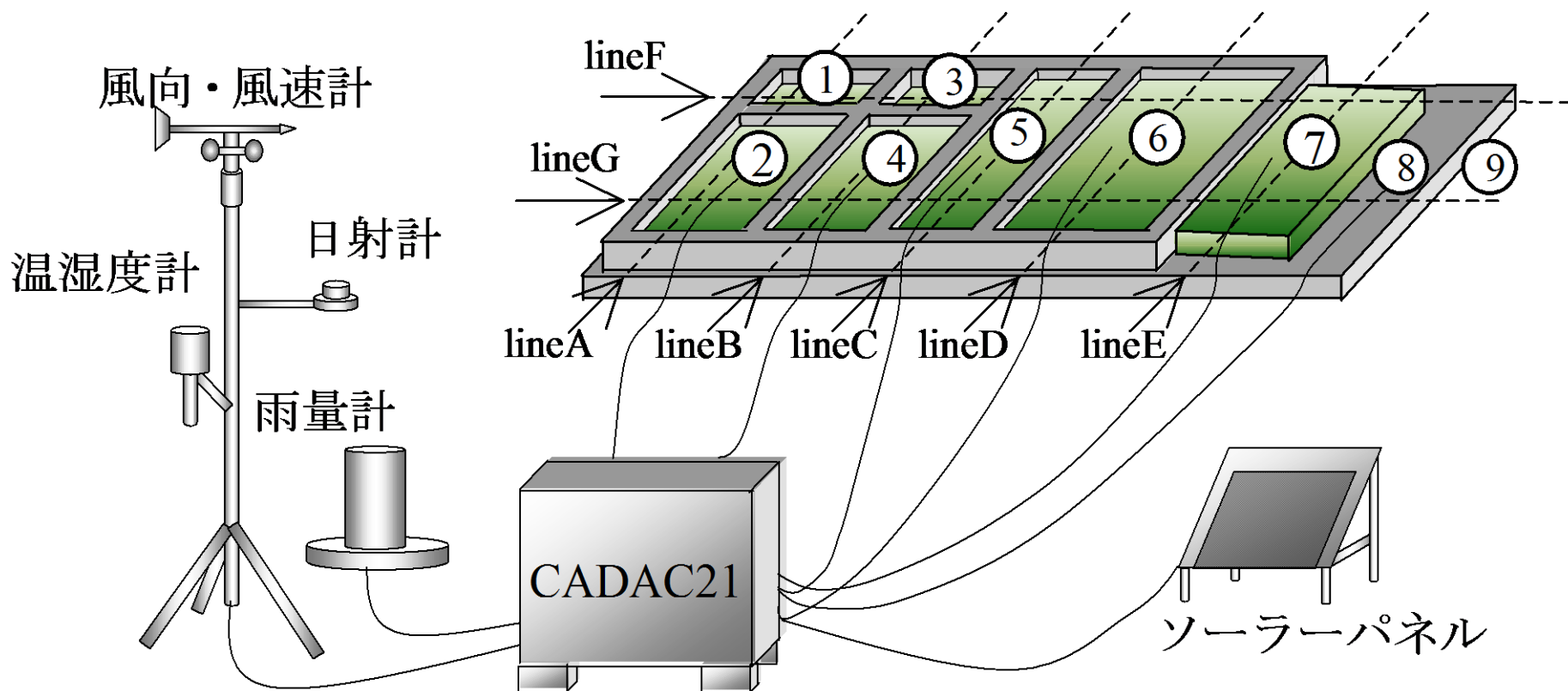
⑤：生ゴケ（生育後2ヶ月）+ALC

⑥：生ゴケ（生育後1.5年）+ALC

⑦：波型コケボード+モルタル+ALC

⑧：ALC

⑨：コンクリート



○温度変化測定データ例

