

エコプレミアクラブシンポジウム

建築におけるリサイクルの課題

東京大学大学院

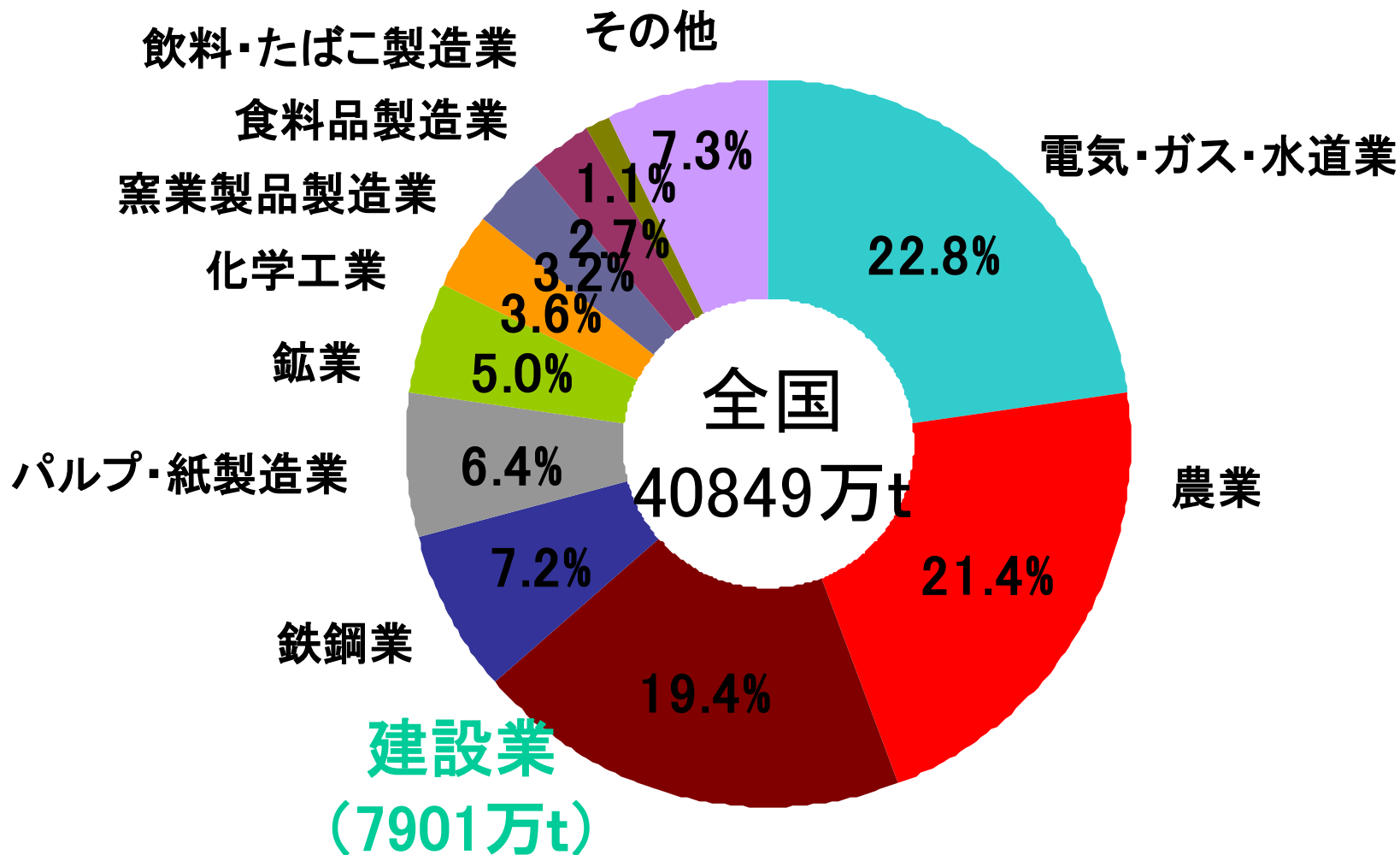
新領域創成科学研究科環境学専攻

清家 剛

リサイクルは 壊したあとの廃棄物の問題

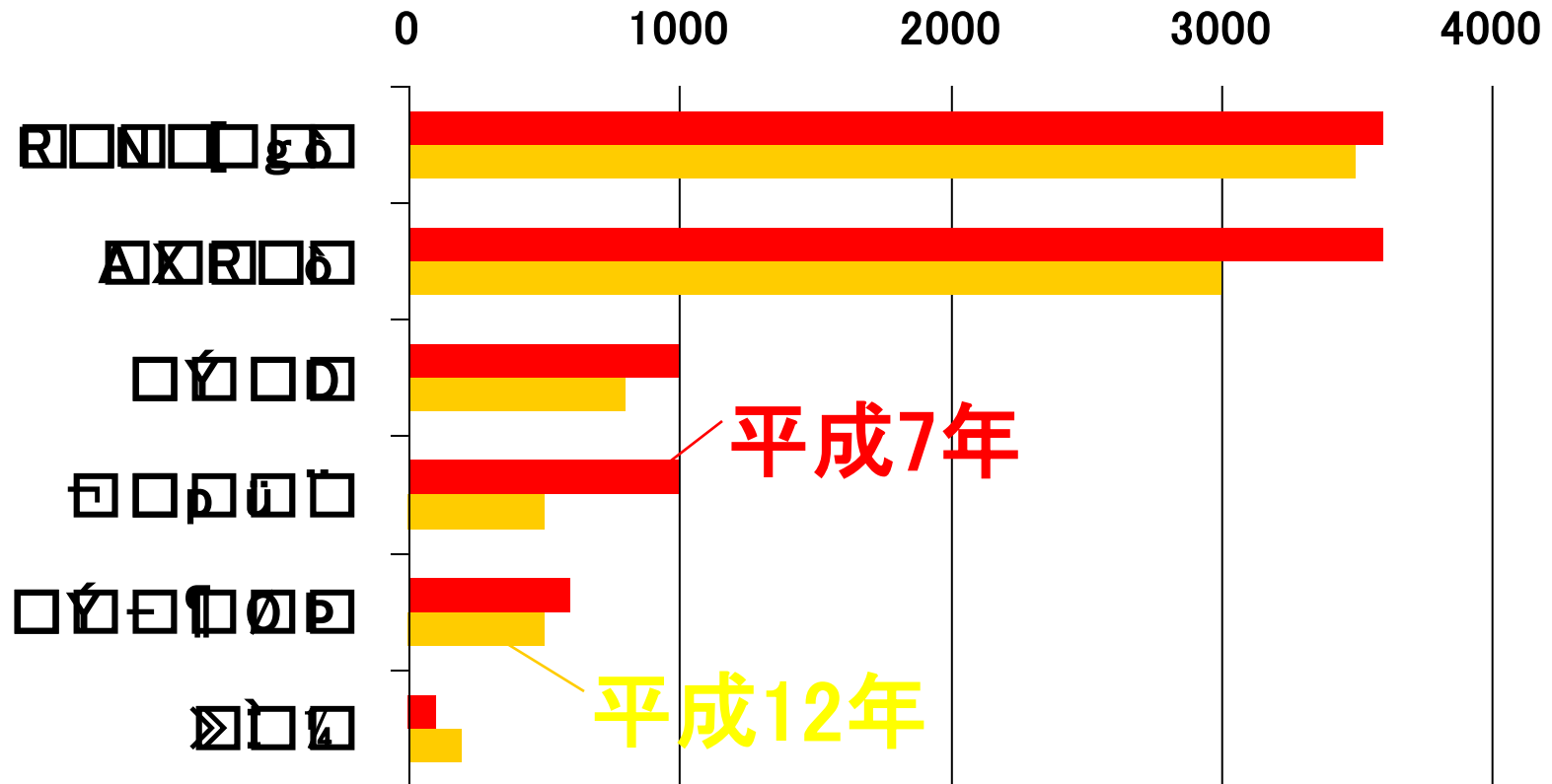
- ・建築は長寿命化を目指しているが、
今も壊し続けている。
- ・建設廃棄物が問題となる

産業廃棄物の発生状況



産業廃棄物の業種別発生量 平成10年

建設廃棄物の発生状況



種類別建設廃棄物排出量の推移(万t)

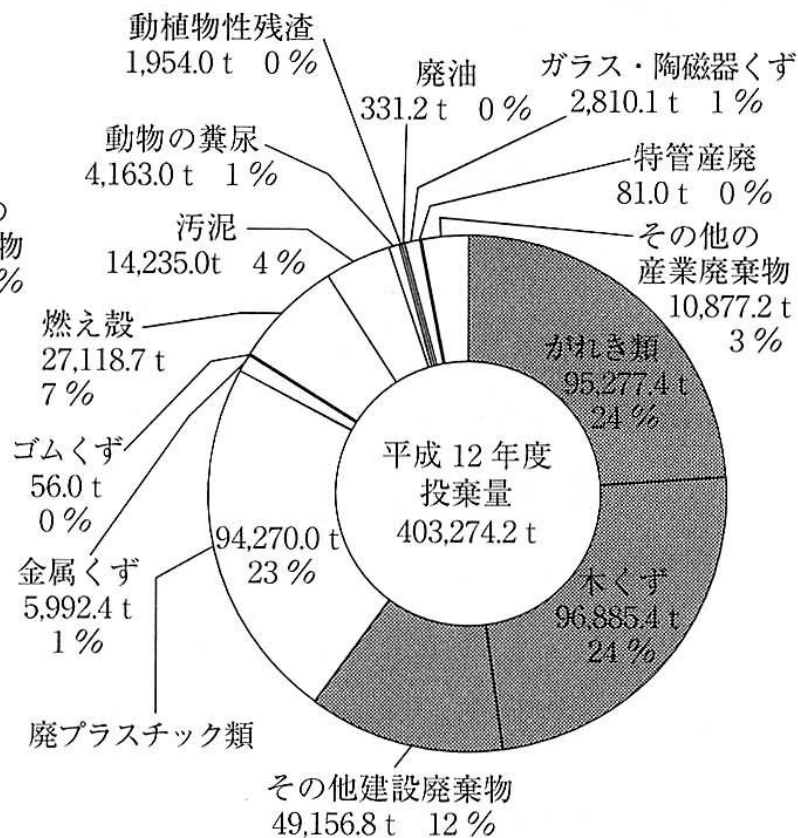
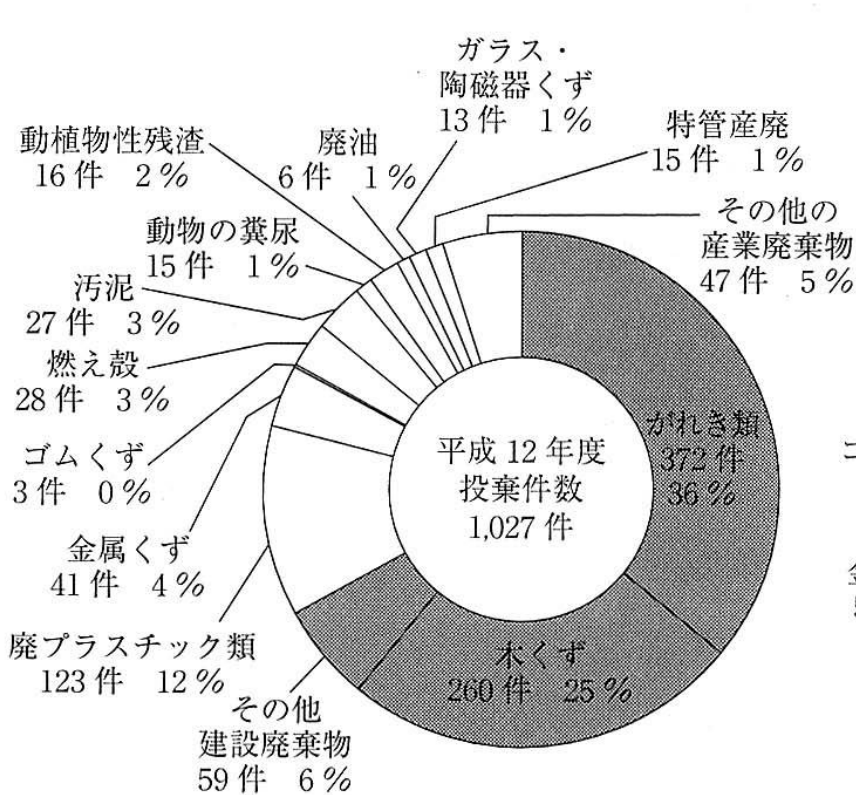
廃棄物の不法投棄の状況(平成12年度)

建設以外廃棄物計
336件 32.7%

建設廃棄物計
691件 67.3%

建設以外廃棄物計
161,954.6 t 40.2%

建設廃棄物計
241,319.6 t 59.8%



静脈産業の重要性

- 建物が壊れた後のことを考える
- 解体・分別・輸送・リサイクル技術が
重要

《なぜ解体が重要か》

- リユース可能なものをリユースするため
→部品、部材レベルで取り外す。（古材利用、建具再利用）
- リサイクル可能なものをリサイクルするため
→材料レベルで分別する。他のものと混ざらない材料取り出す。
現場の手間と工場の手間。 * リサイクルするものを取り出す
- 適正処理を行うため
→管理型と安定型
木くず、紙など5%より少なくしないと最終処分場にもっていけない
→分別は必要・・・建設リサイクル法による特定資材4つ。
コンクリート、木くず、アスファルト・コンクリート、
コンクリート及び鉄から成る資材（プレキャストコンクリート等）

- 上流（解体現場）でできるだけ分別することが大事。
下流になるほど分別しにくくなる。

- 何でも分別する必要はない。
 - ・ 分けたのに引き取り手のないものを分ける手間は無駄。
 - ・ 中間処理施設等の、後のプロセスが楽になるような分別は意味がある。
 - 本当は処分費が安くないといけない。

〈適切な解体が重要〉

①適切な解体工法の確立

- ・ 分別解体はやってやれないことはない。
- ・ 造る時の逆の手順でやれば良い。
- ・ 造るとき → アッセンブル → 様々な職種が様々な部品を取り付けている。
- ・ 壊すとき → 解体業者のみで解体 → 道具がない。手順がわからない。
- ・ 乾式取付けと湿式取付けでは乾式が有利。ただし、造るときの様々な道具がないと完全に分別取り外しは無理。
- ・ 様々な解体工法の情報を整理し技術を確認することが大切。

②適切な解体計画の確立

分別する意味のあるものは分別。

→時間と共に変化する。

ーリサイクル技術の完成、普及。

ーリサイクル法でどんどん変わるはず。

→地域によっても異なる。

ー最終処分場のない東京

ーリサイクル工場のない地方都市

これを変数として解体の計画を行う。

③適切な解体価格の確立

- ・ 解体の価格がわかりにくいのは問題。
- ・ 処分費、リサイクルにかかる費用、廃棄物輸送費なども明示すべき。
- ・ 社会コストとして適正価格で動かさなければならない。市場が形成できる。
- ・ 地域によって変わるコスト、モノによって変わるコストを明らかにする。
それぞれ解体計画と解体工法の確立と関連。

分別解体を妨げる問題点

- 廃材の受け入れ基準
必要以上の分別解体は意味がない
- 解体工期の短さ
分別解体実施の時間がない
- リサイクル経路の不足
分別を実施してもリサイクルが出来ない

分別技術と輸送

適切に壊したうえで、部材や材料を分別して輸送する。

どこで分別するのか

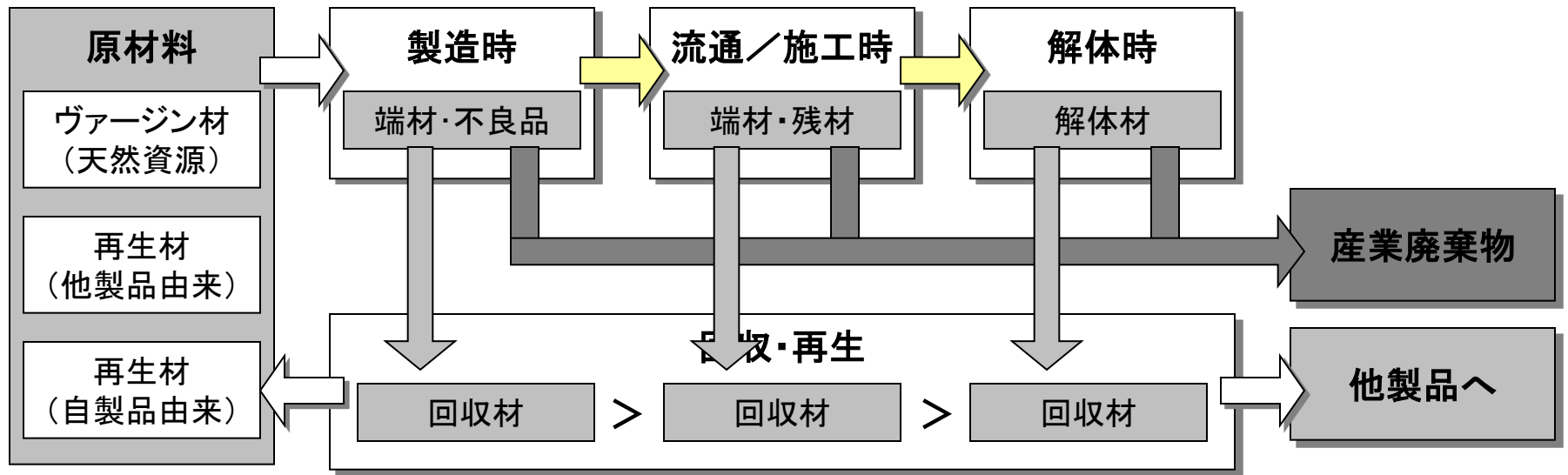
どこまで運ぶのか

分別に関する課題

〈解体現場の課題〉

- 分別解体・現場内運搬・保管スペースと安全性の確保
- 分別精度を向上させる解体方法や解体順序
- 優先して分別を行う必要のある建材を考慮した解体方法
- 解体現場・中間処理施設・リサイクル施設での段階的な分別についての検討

建材のマテリアルフロー

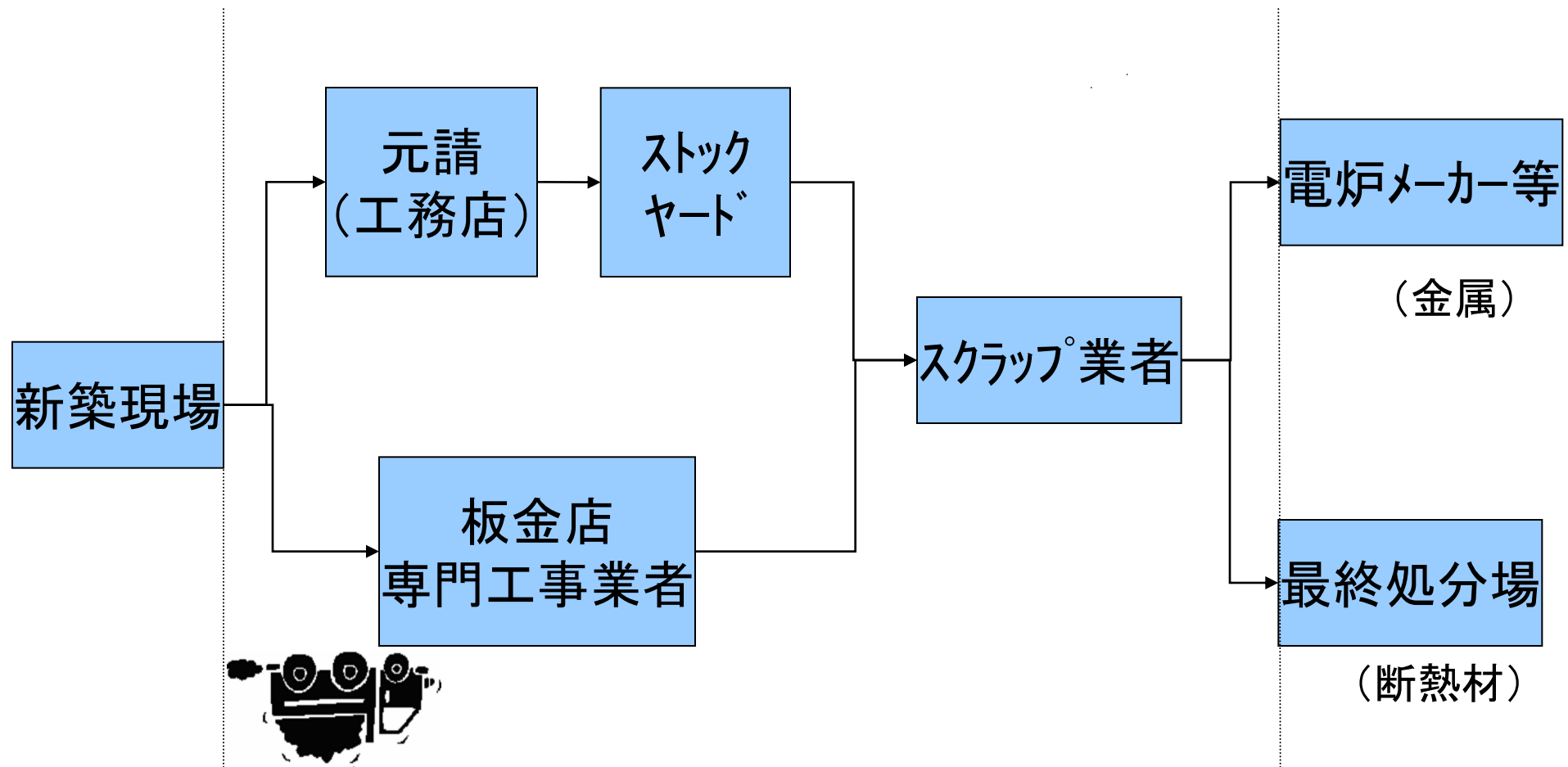


- 早い段階で排出されるものほど品質が高く、回収しやすいため、リサイクルしやすい。



新築現場からの回収システム

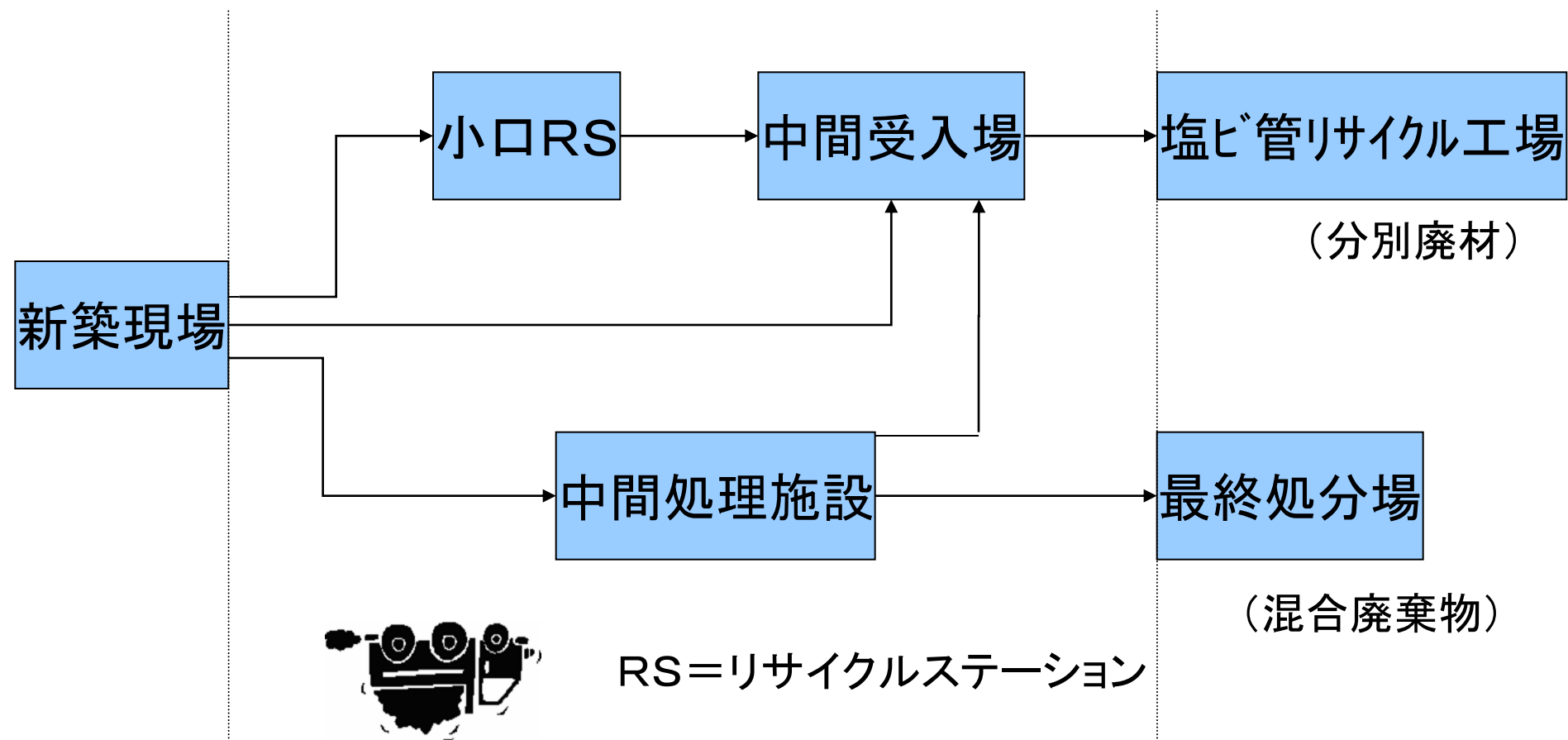
①金属製品へのリサイクルに向けた回収 例：金属屋根



新築現場からの回収システム

②自製品へのリサイクルに向けた回収

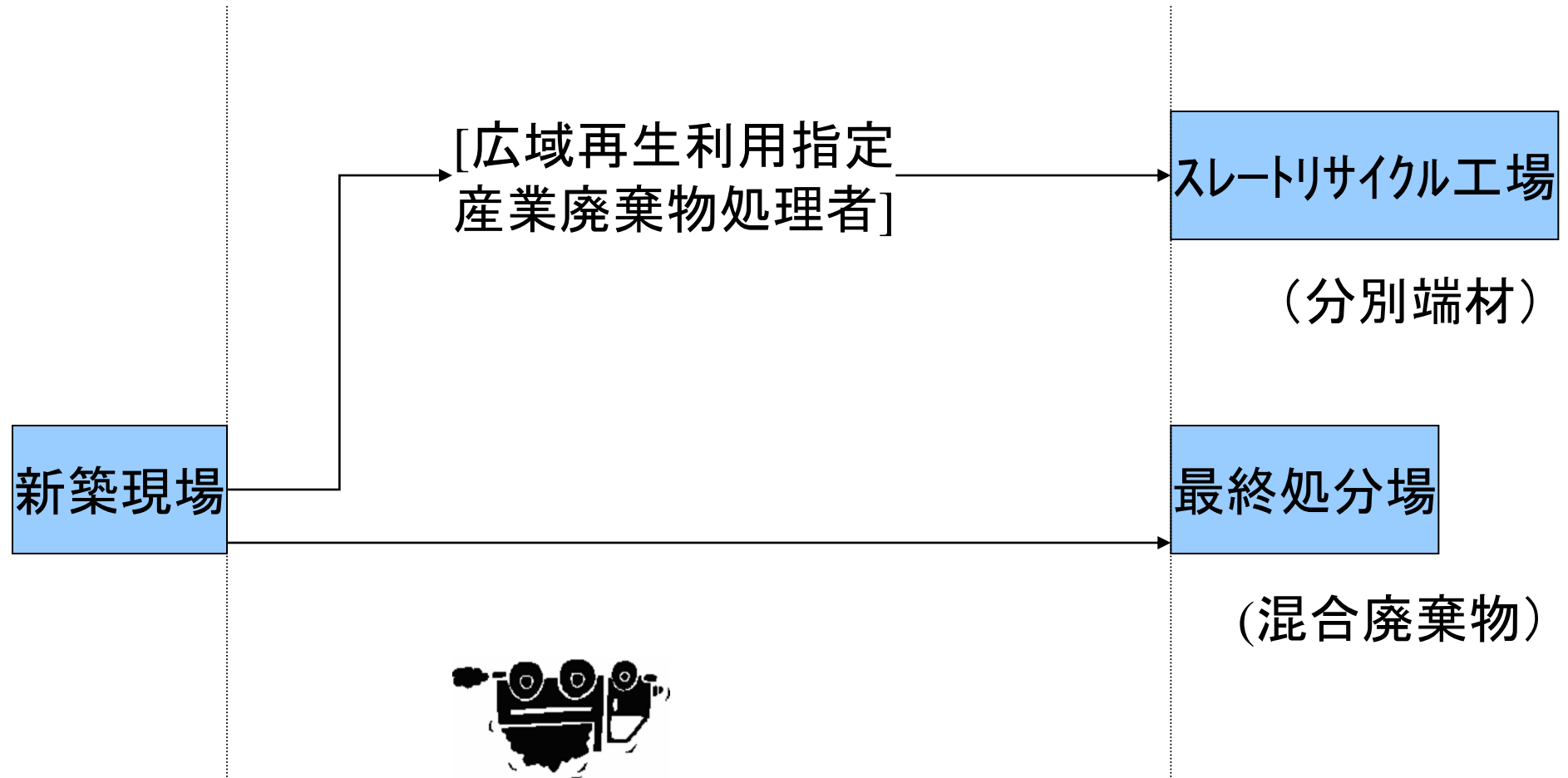
例：塩化ビニル管・継手



新築現場からの回収システム

②自製品へのリサイクルに向けた回収

例：スレート屋根



解体現場からの回収システム

①金属製品へのリサイクルに向けた回収

金属屋根、金属サイディング、
アルミサッシ、シャッター、

②自製品へのリサイクルに向けた回収

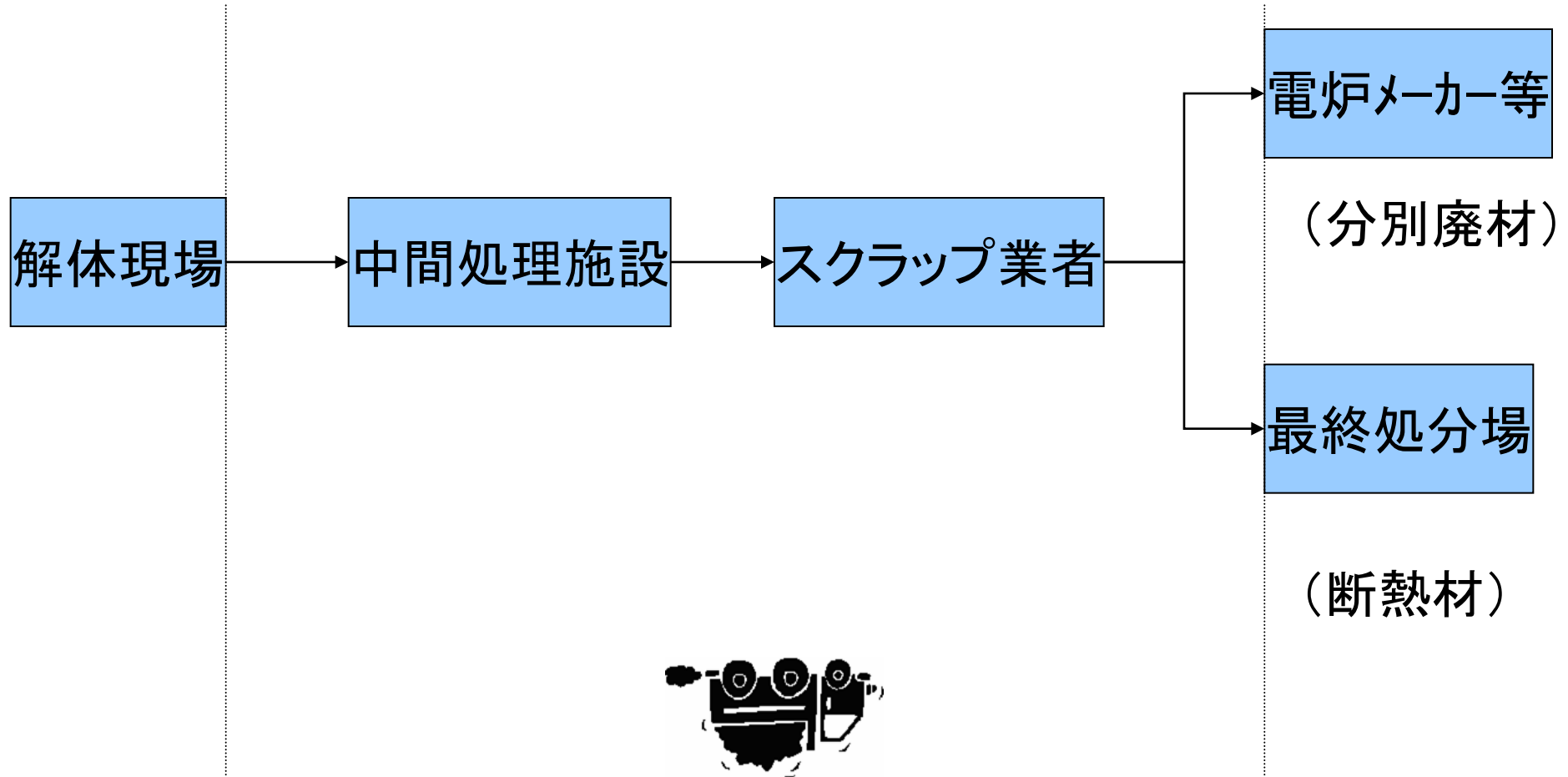
塩化ビニル管・継手、石膏ボード、

③他製品へのリサイクルに向けた回収

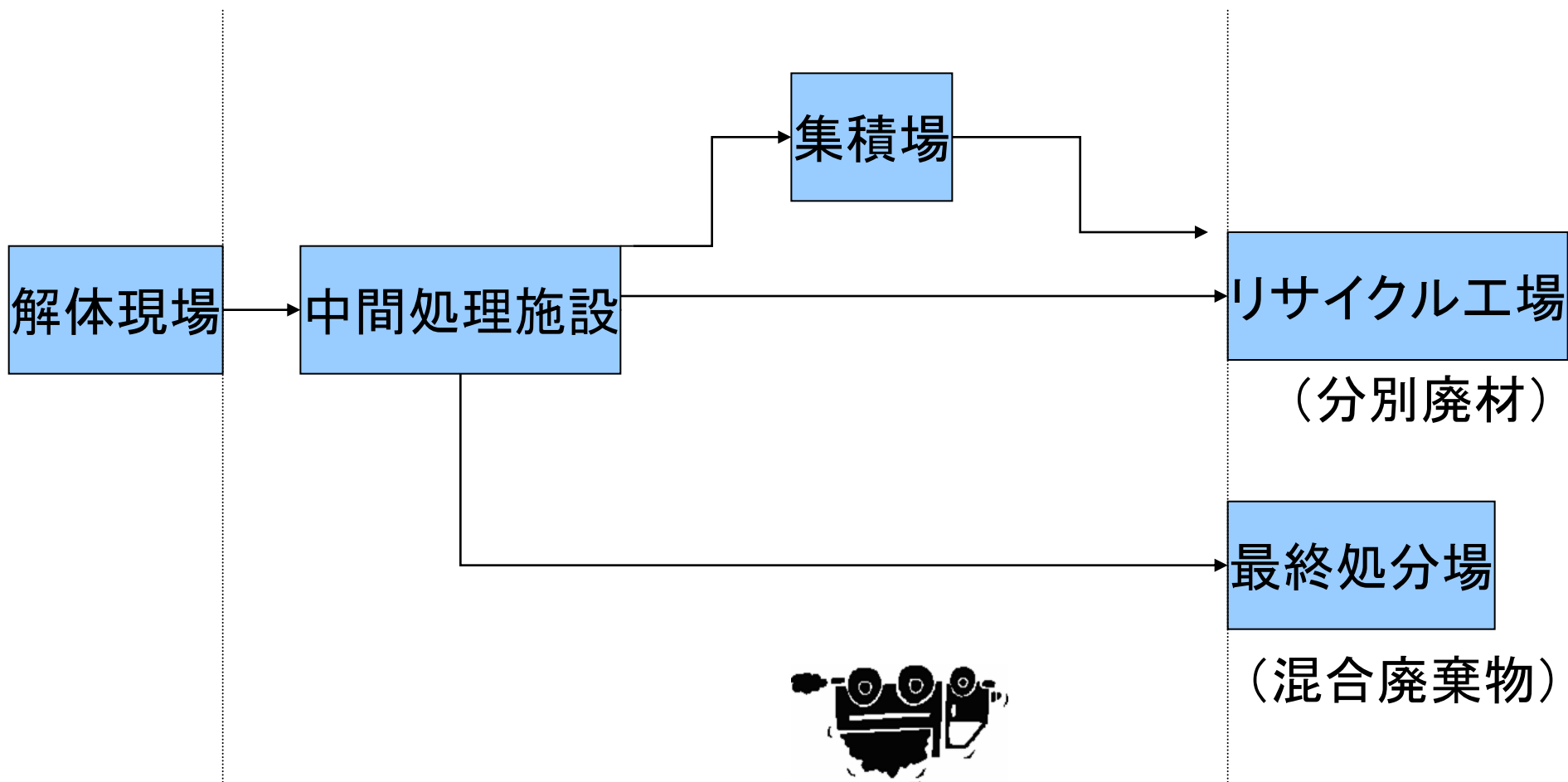
置



解体現場からの回収システム
①金属へのリサイクルに向けた回収
例: 金属屋根



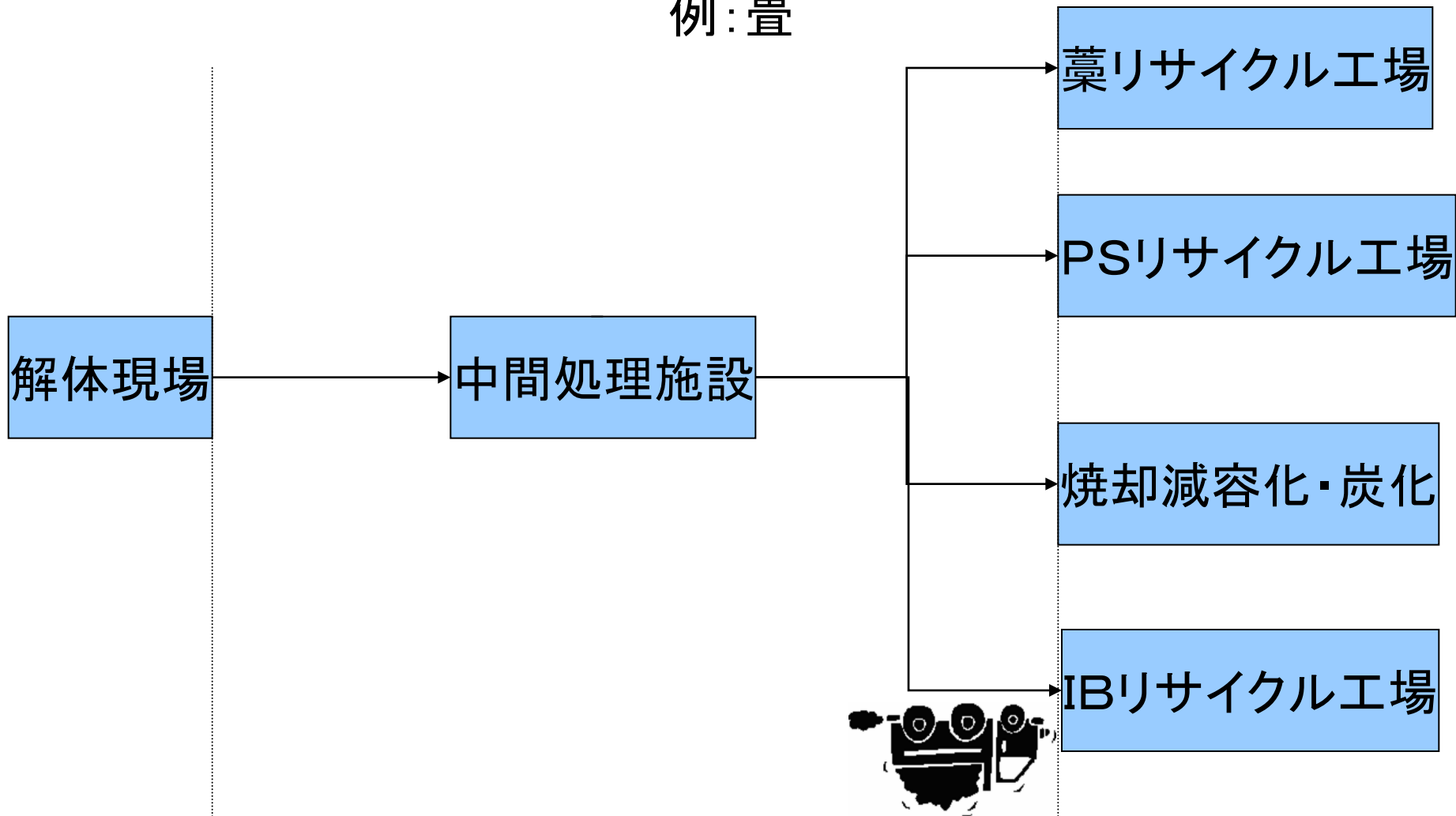
解体現場からの回収システム
②自製品へのリサイクルに向けた回収
例：塩化ビニル管・継手



解体現場からの回収システム

③他製品へのリサイクルに向けた回収

例: 畳



リサイクル技術

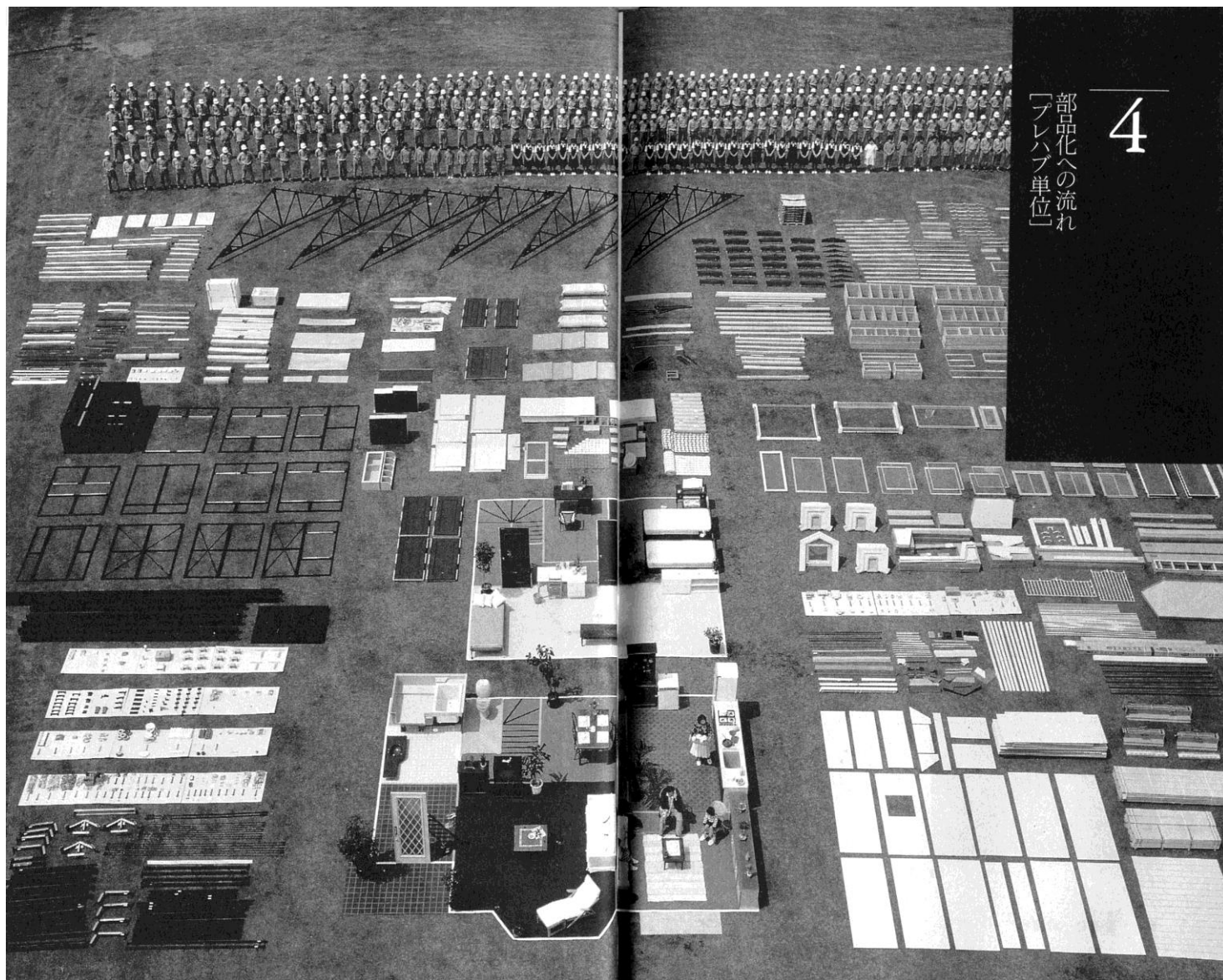
適切に壊したうえで、部材や材料がリサイクルされる技術の確立が必要

リユースが望ましいが、難しい点も多い。

建築におけるリサイクルの課題

- 建築は寿命が長い(30年以上)
- 巨大な建物と個別散在の建物
- 様々な材料が混在している

たくさんの部材・材料でできている(積水ハウスの例)



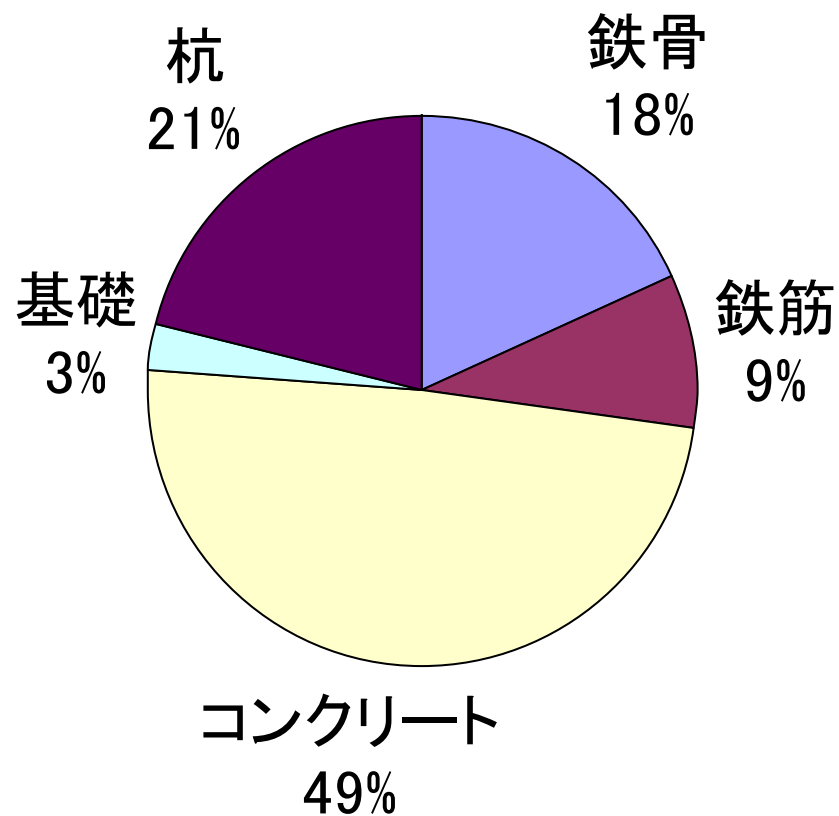
柏キャンパス研究棟建設工事 躯体工事 6000t 内外装工事 800t



柏キャンパス 先端生命科学研究棟 外観

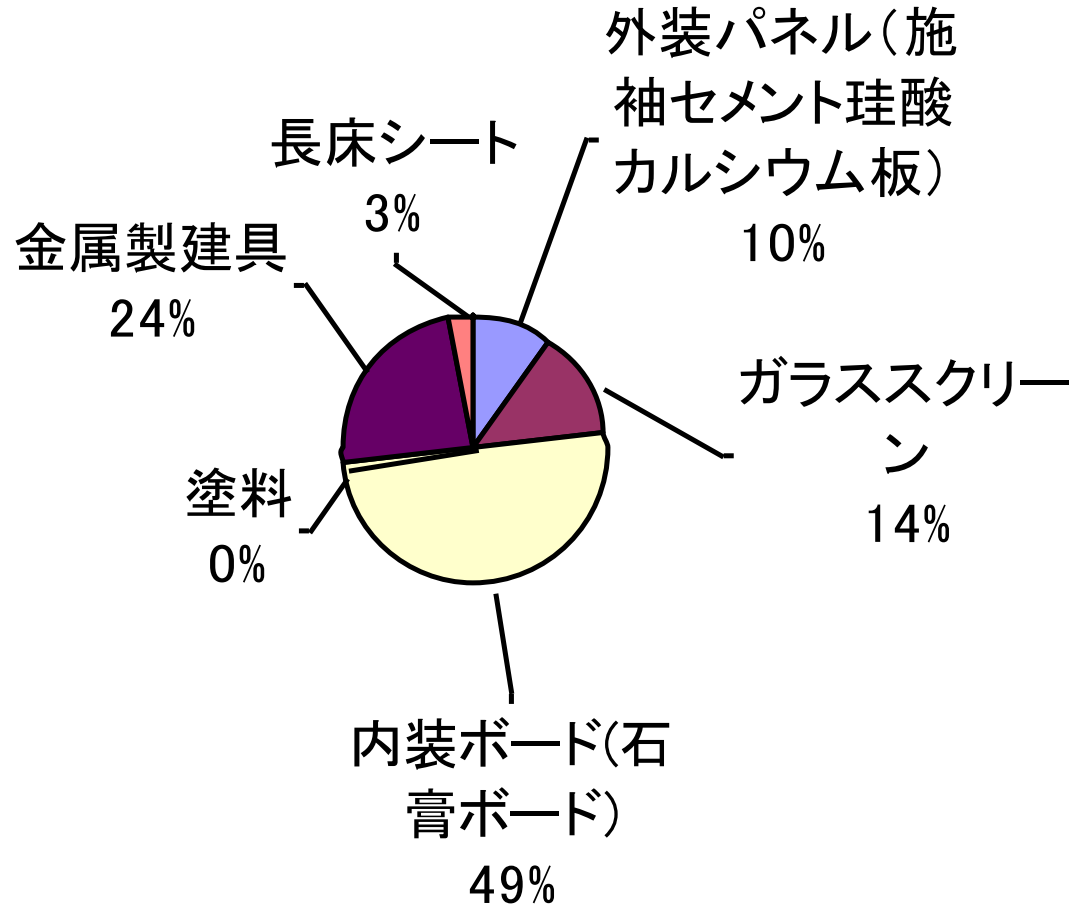
躯体工事

躯体工事主要資材別 重量構成比(全約6000t)



内外装工事

内外装工事主要資材別 重量構成比(全約800t)

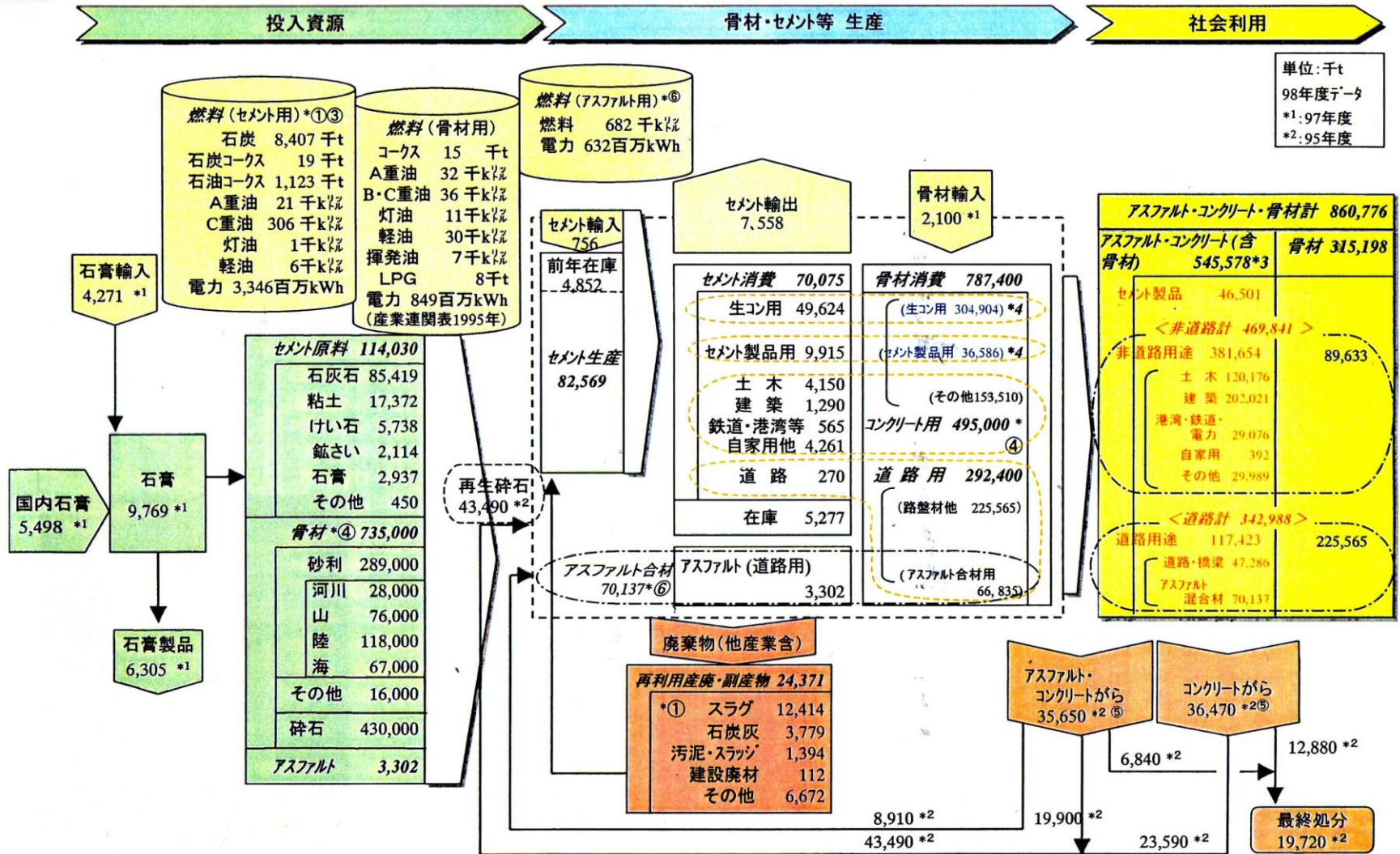


※金属製建具は、重量=トラックの最大積載荷重×台数とした

リサイクルの考え方

- マテリアルフローで考える

コンクリートの資源循環



出典: *①セメントハンドブック 1999年版 (社)セメント協会
*②平成10年 生コンクリート統計年報 通産省生活産業局
*③平成10年 窯業・建材統計年報 通産省大臣官房調査統計部
*④鉱業便覧平成12年度版 資源エネルギー庁
*⑤総合的建設副産物対策 平成11年度版 建設副産物リサイクル広報推進会議
*⑥アスファルト合材統計年報(平成11年度) (社)日本アスファルト合材協会

注釈<青字>: 生コン、コンクリート及びセメント製品用骨材量はセメント量より推計
*4 コンクリート=セメント量×6.13(生コンクリート統計年報より算出)
セメント製品用=セメント量×3.69(窯業・建材統計年報より算出)
<赤字>: 需要部門別セメント消費量(セメントハンドブック)をもとに、生コン1m³(2,150kg)
*3 当たり301kg換算で算出(生コンクリート統計年報)

図3. 1. 1 コンクリート系の循環

木の資源循環

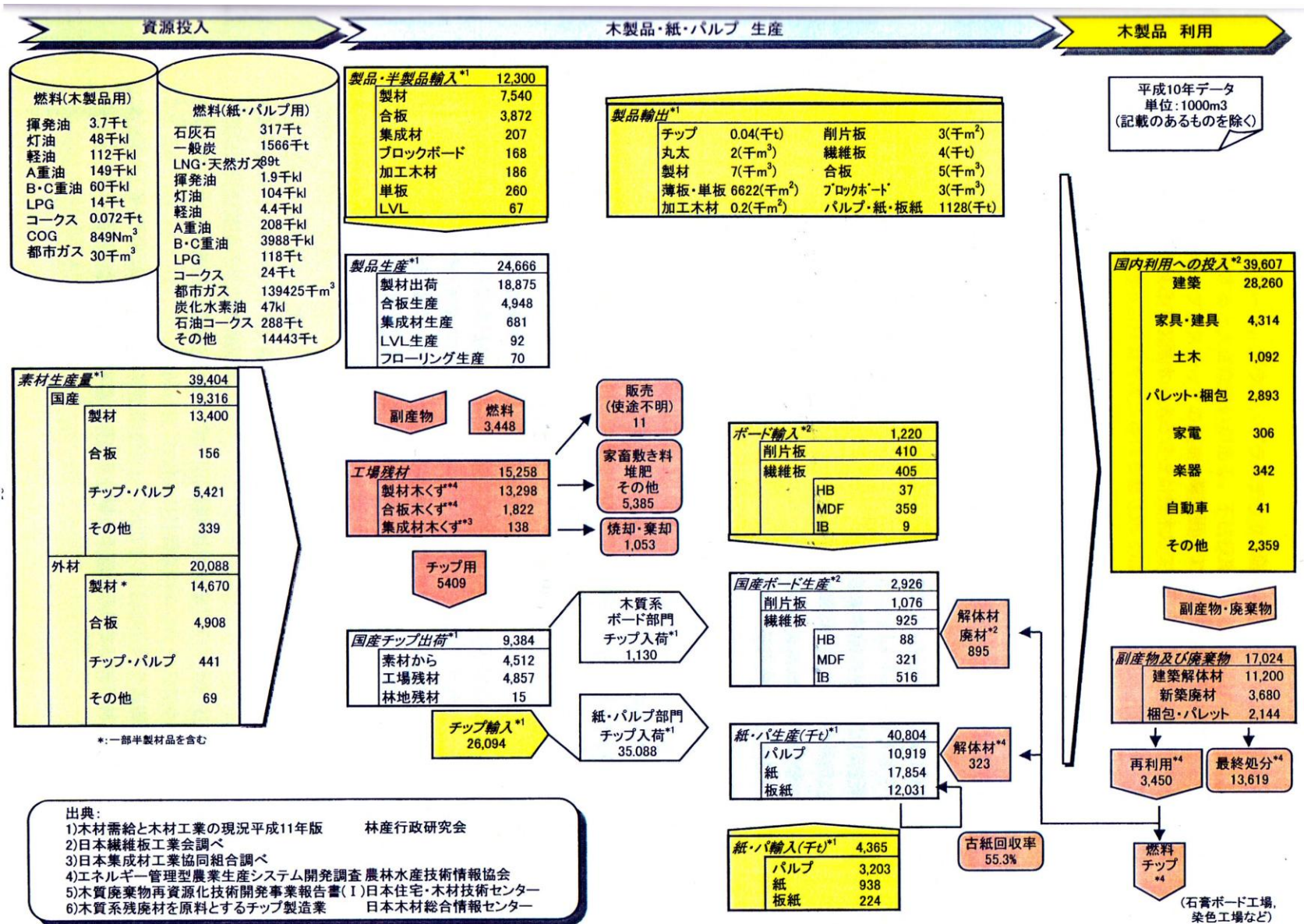


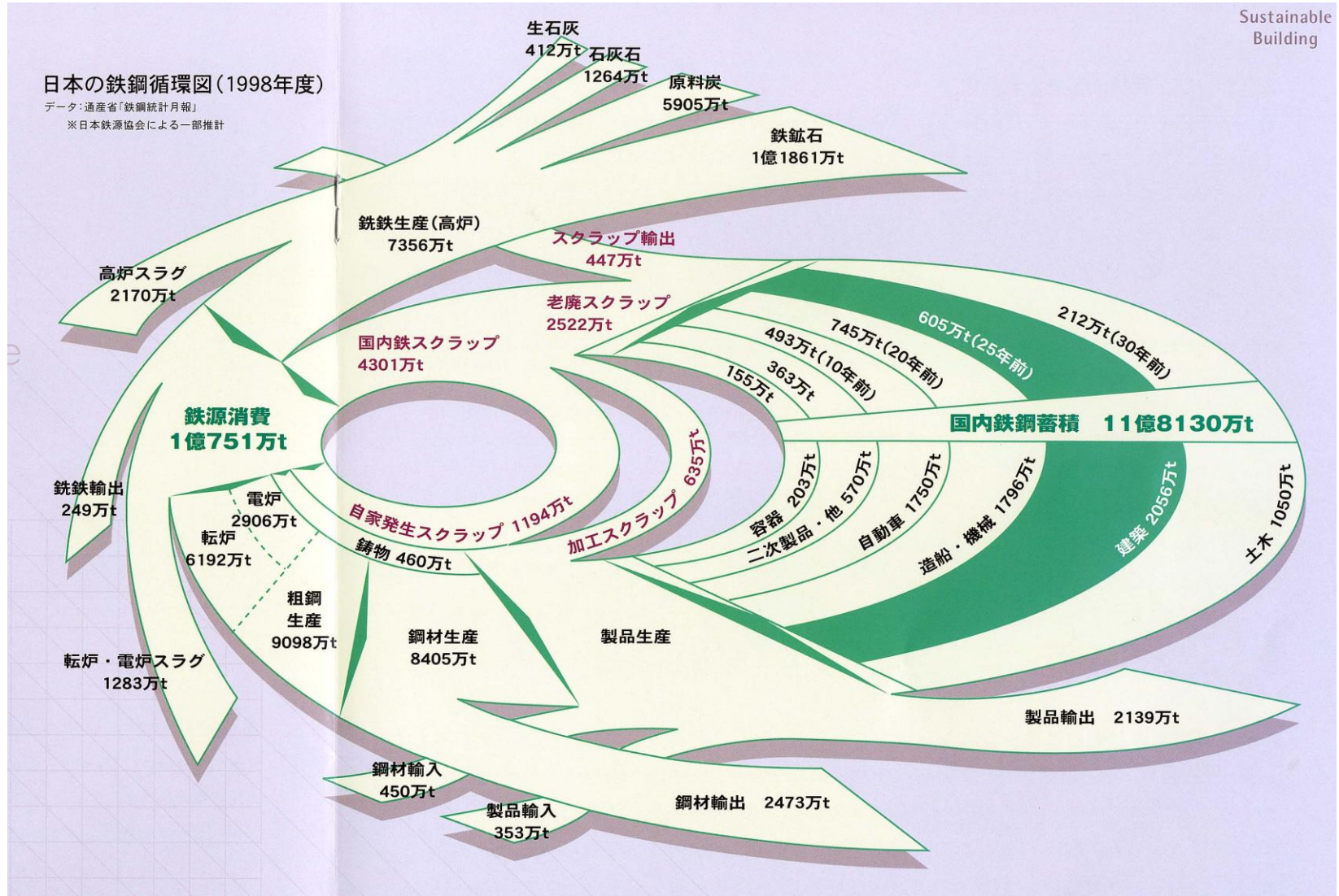
図3.3.1 木質系の循環

鉄の資源循環

Sustainable Building

日本の鉄鋼循環図(1998年度)

データ:通産省「鉄鋼統計月報」
※日本鉄源協会による一部推計



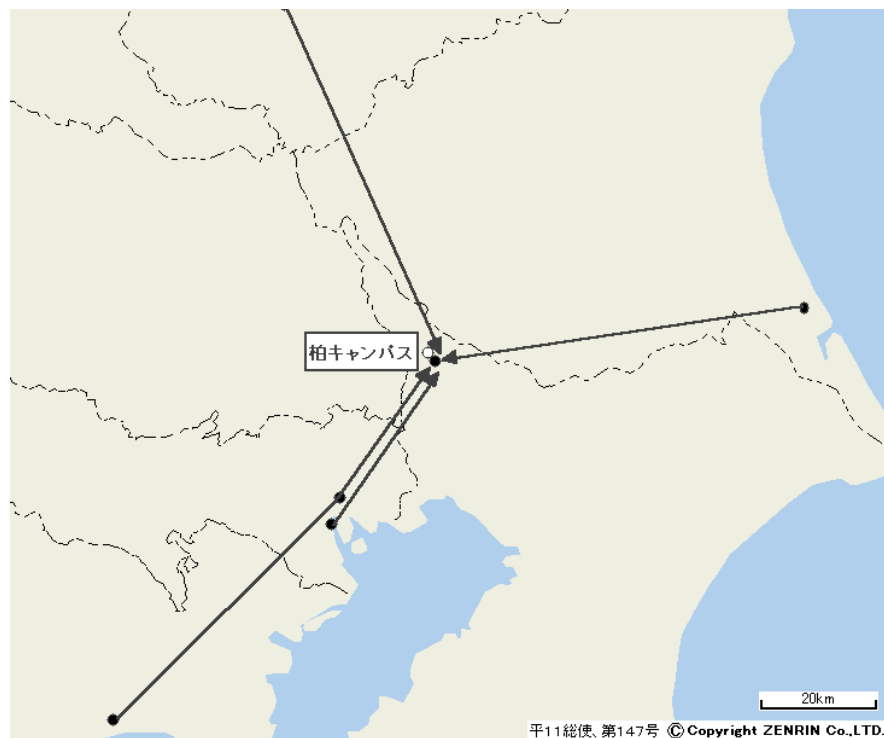
日本国内の鉄鋼循環図(1998年度)

柏キャンパス研究棟建設工事 全国から様々な材料を集めて建物を造る

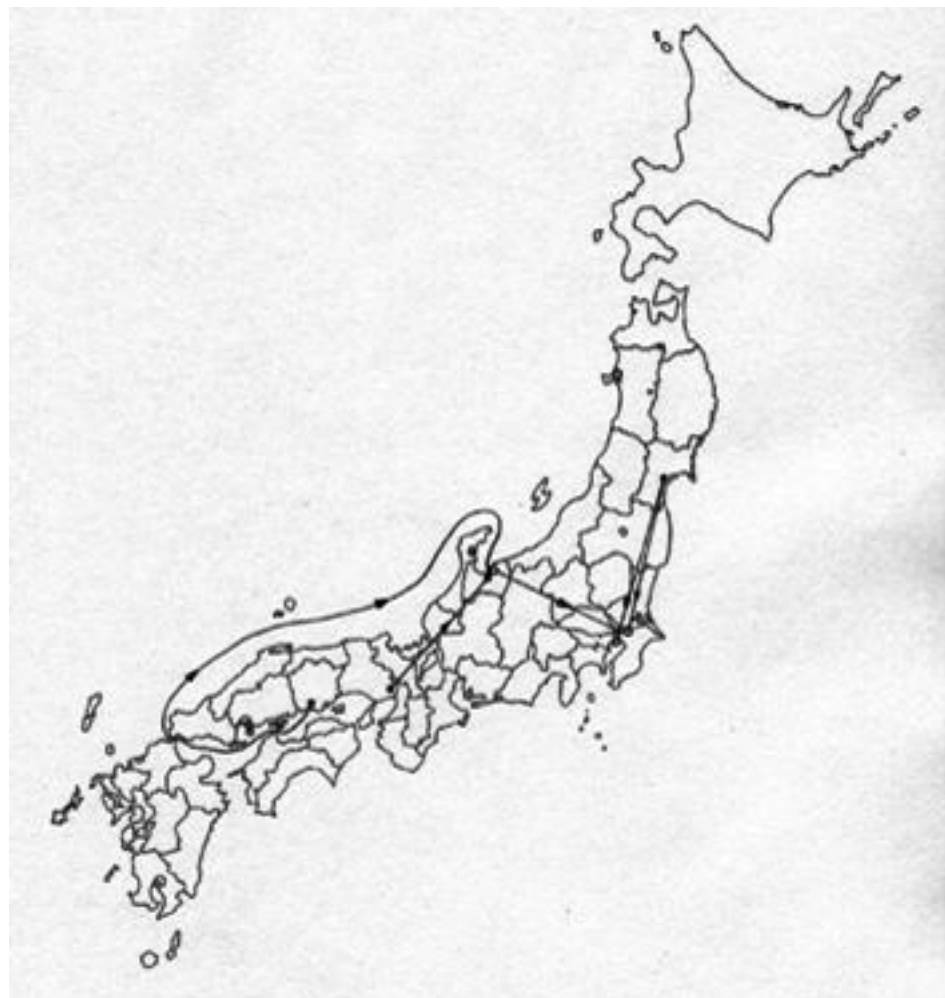


柏キャンパス 先端生命科学研究棟 外観

建築は現場にものを
運んで作られる



コンクリートの移動経路



鉄骨の移動経路

リサイクルが進んだときの 建築部品産業配置



建築仕上げ材のリサイクル調査

建築における仕上げ材のリサイクルの
現状調査を行った。

(建築研究所総プロ)

仕上げ材に関する調査対象・方法

木質系	繊維板	日本繊維板工業会
	パーティクルボード	日本繊維板工業会
金属系	アルミニウムサッシ	(社)日本サッシ協会
	金属シャッター	(社)日本シャッター・ドア協会
	金属屋根	(社)日本金属屋根協会
	金属サイディング	日本金属サイディング工業会
窯業系	釉薬瓦、いぶし瓦	全国陶器瓦工業組合連合会
	スレート	K社
	石膏ボード	(社)石膏ボード工業会
	窯業系サイディング	日本窯業外装材協会
	ALC板	ALC協会
	タイル	全国タイル業協会
	ガラス	板硝子協会
プラスチック系	プラスチック床材(塩ビ)	インテリアフロア工業会
	塩化ビニル管(塩ビ)	塩化ビニル管・継手協会
	プラスチックサッシ(塩ビ)	プラスチックサッシ工業会
	押出し発泡ポリスチレン	化学豊総合リサイクルセンター
副資材	ガスケット(塩ビ、合成ゴム)	日本ガスケット工業会
	仕上塗材	日本建築仕上材協会
内装材	プラスチック系壁紙	壁装材料協会
設備機器	衛生陶器	I社

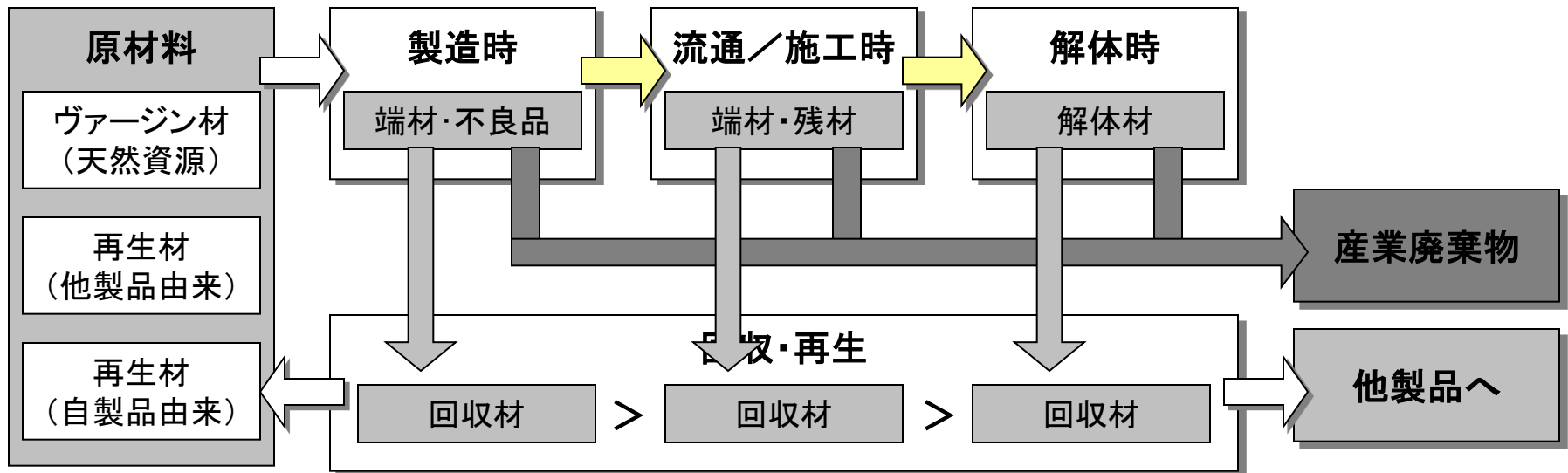
リサイクル可能性の分析方法

- 3つの評価軸
- 自製品へのリサイクル可能性
- 他製品・他産業へのリサイクル可能性
- 排出動向・需要動向
- 総合評価

自製品へのリサイクルの可能性

- 「解体材の受け入れ余力」の算出方法

$$\begin{aligned} (\text{解体材の受け入れ余力}) &= (\text{再生材の投入率}) \\ &\quad - (\text{製造時の端材発生率}) \times (\text{回収・再利用率}) \\ &\quad - (\text{流通／施工時の端材発生率}) \times (\text{回収・再利用率}) \\ &\quad - (\text{流通／施工時の端材発生率}) \times (\text{回収・再利用率}) \end{aligned}$$



分析結果一覽

材料	①	②	③	④	
木質系材料A	B	C	Ⅲ	10	B
金属系材料B	A	A	I	15	A
金属系材料C	A	A	Ⅲ	15	A
窯業系材料D	C	C	Ⅱ	9	C
窯業系材料E	D	D	Ⅲ	6	D
プラスチック系材料F	A	B	Ⅲ	13	A
プラスチック系材料G	C	B	I	10.5	B

- 金属系材料や木質系材料には再生利用の可能性があるものの、窯業系材料などは適正処理型となった

<これからのリサイクルの考え方>

- ・材料の特性ごとに、どの様な再資源化を進めるのか評価する必要がある。
- ・評価方法にはいくつかの考え方がある。

- ①再資源化可能なものから再資源化する
- ②排出予測に基づいて評価する
- ③すべてを分別して再資源化と適正処理を行う

①再資源化可能なものから再資源化する

- 当面の考え方は、再資源化の可能性からの評価である。
ビジネスとして成り立つかどうかという判断ができる。
- 再資源化の可能性のあるものを分別解体するという考え方にたどり着く。

②排出予測に基づいて評価する

- ・これから排出される解体材を適切に処理することに重点を置くと、再資源化の可能性という評価ではなく、排出量の多いものを優先するという評価となる。

③すべてを分別して再資源化と 適正処理を行う

- ・できるだけ廃棄物、特に混合廃棄物を排出しないためには、あらゆるものを分別する。特に仕上げ材は分別しないと混合廃棄物となる場合が多い。

静脈産業として考える

- 環境負荷を増やさないリサイクル
- 義務からビジネスへ

→ プラスチックサッシリサイクルの例