

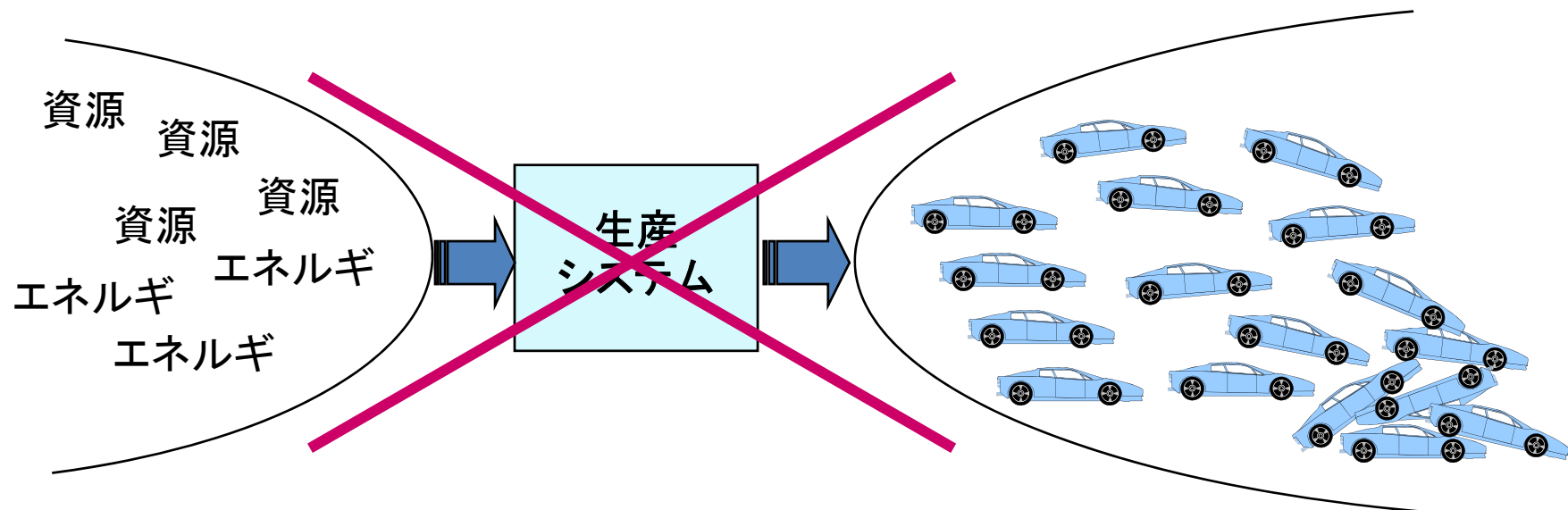
経営システム工学専門実習(生産システム工学) リサイクル性評価

2017年6月27日

経営システム工学科
高田研究室

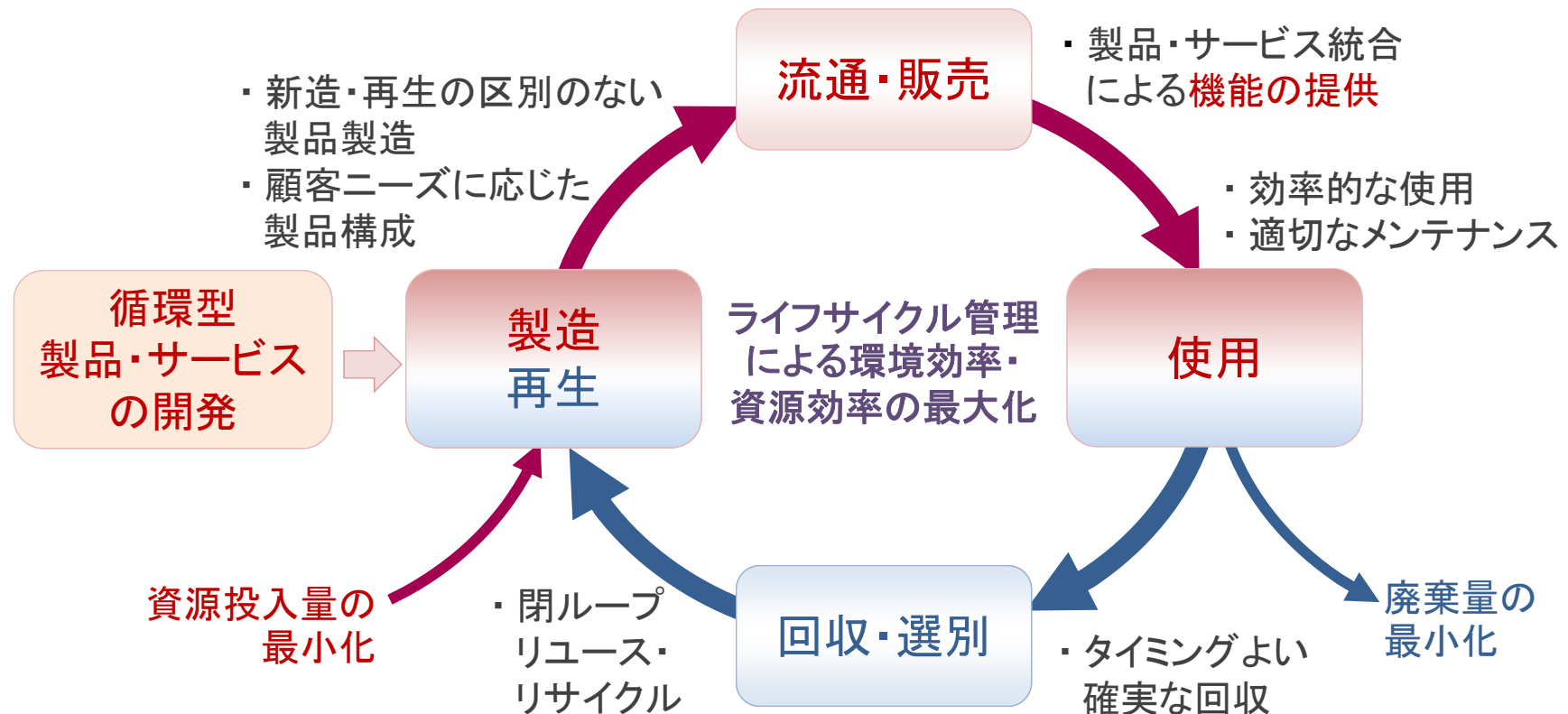
従来型ものづくりパラダイムの限界

□ 資源無限大, マーケット無限大仮説の限界

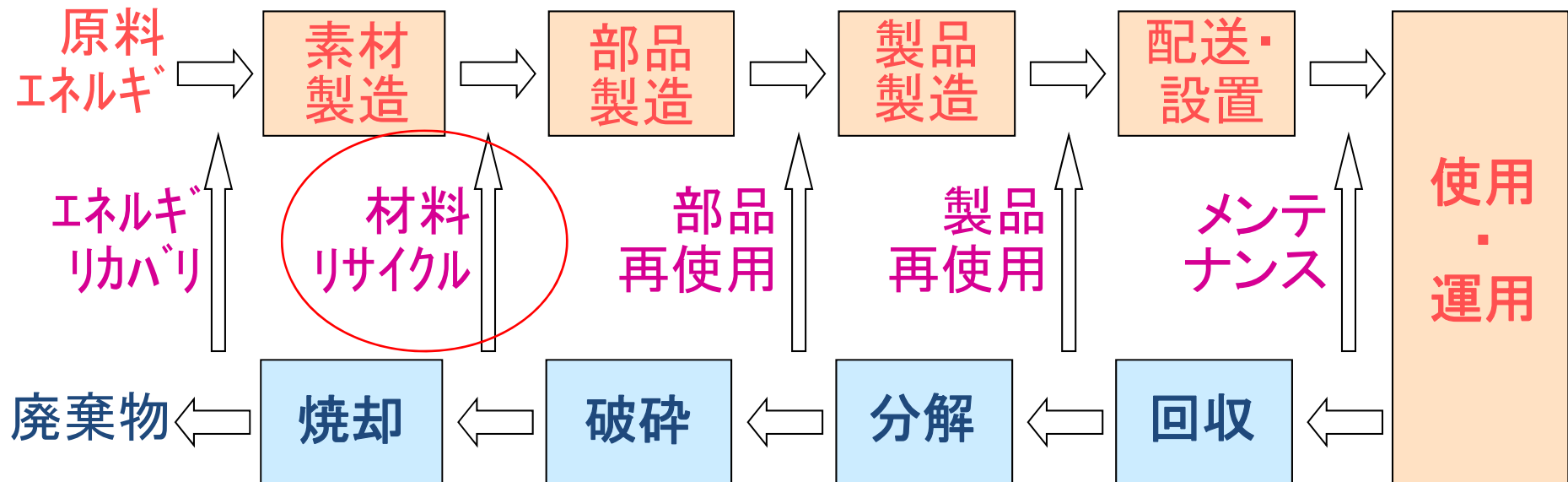


従来の生産システムは、高品質の製品を適正な価格で効率的に供給することに努力していた。しかし、基本的には、コスト、技術が許す限り、使用できる資源には制約がなく、また市場が求める限り供給量に制限はないとしていた。

循環型生産の概念



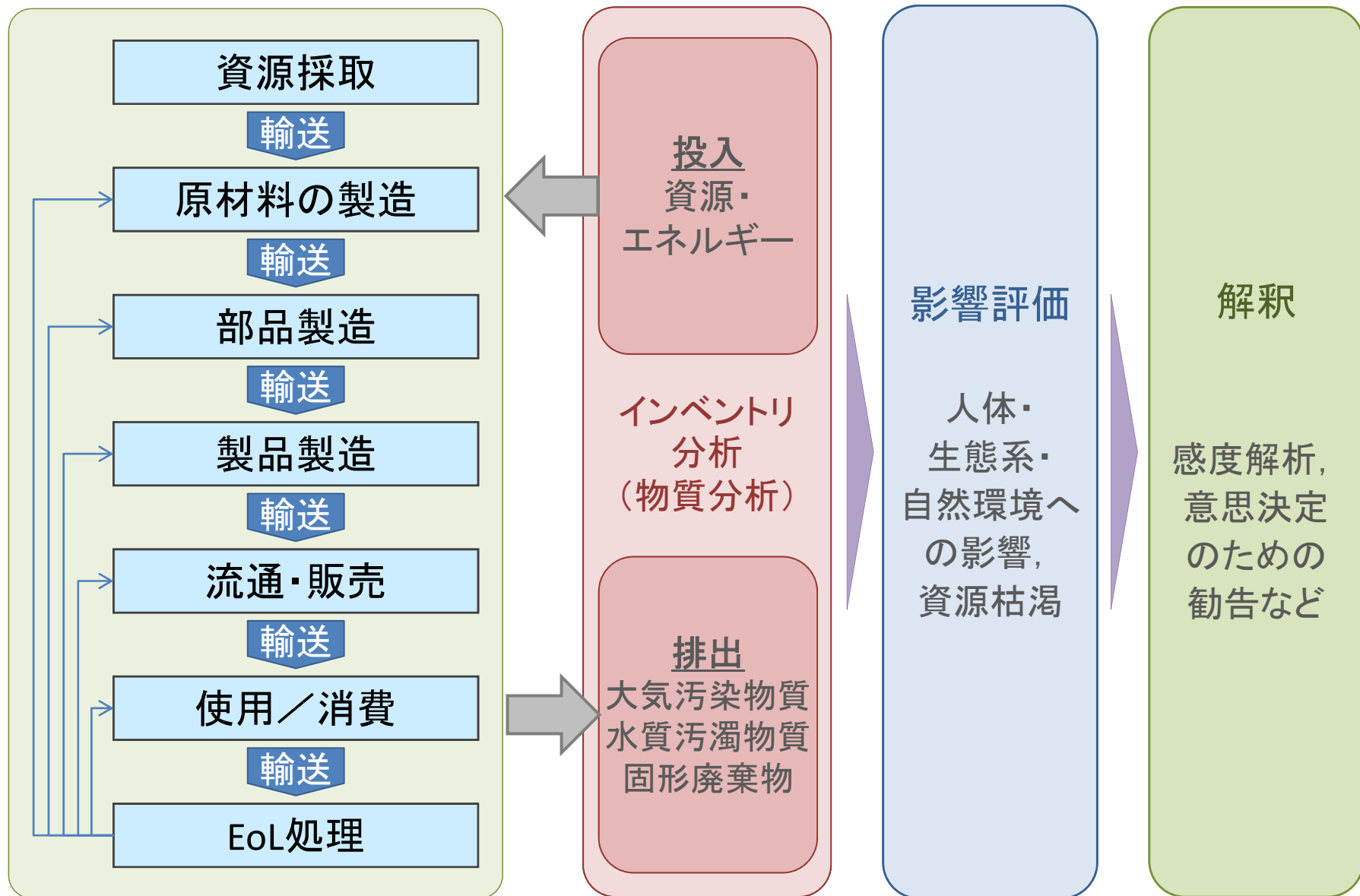
資源循環型ものづくりにおける多様な循環



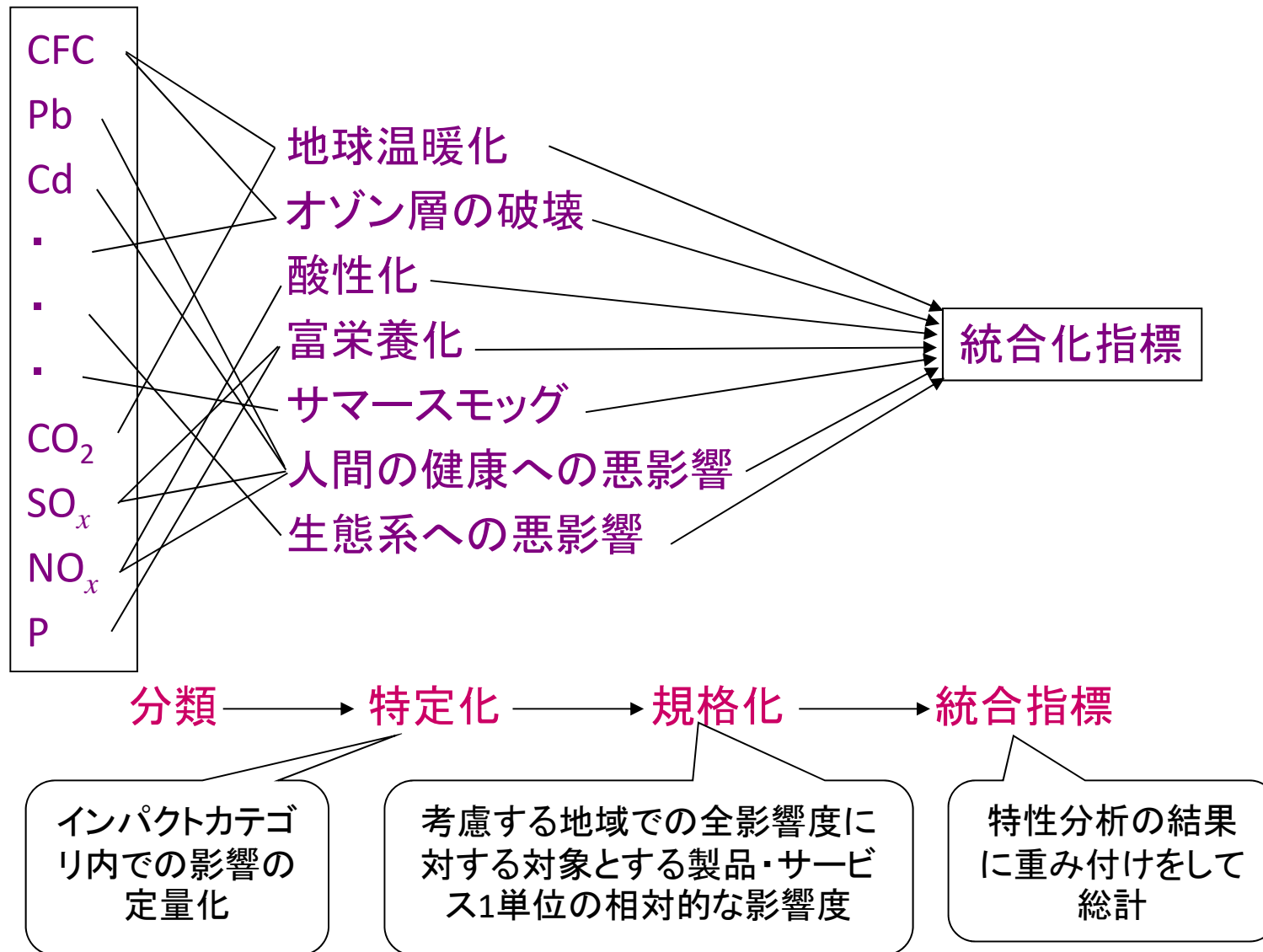
循環にはいろいろな経路があるが、今回の実習では、材料リサイクルに着目する。

ライフサイクルアセスメント(LCA)の概念

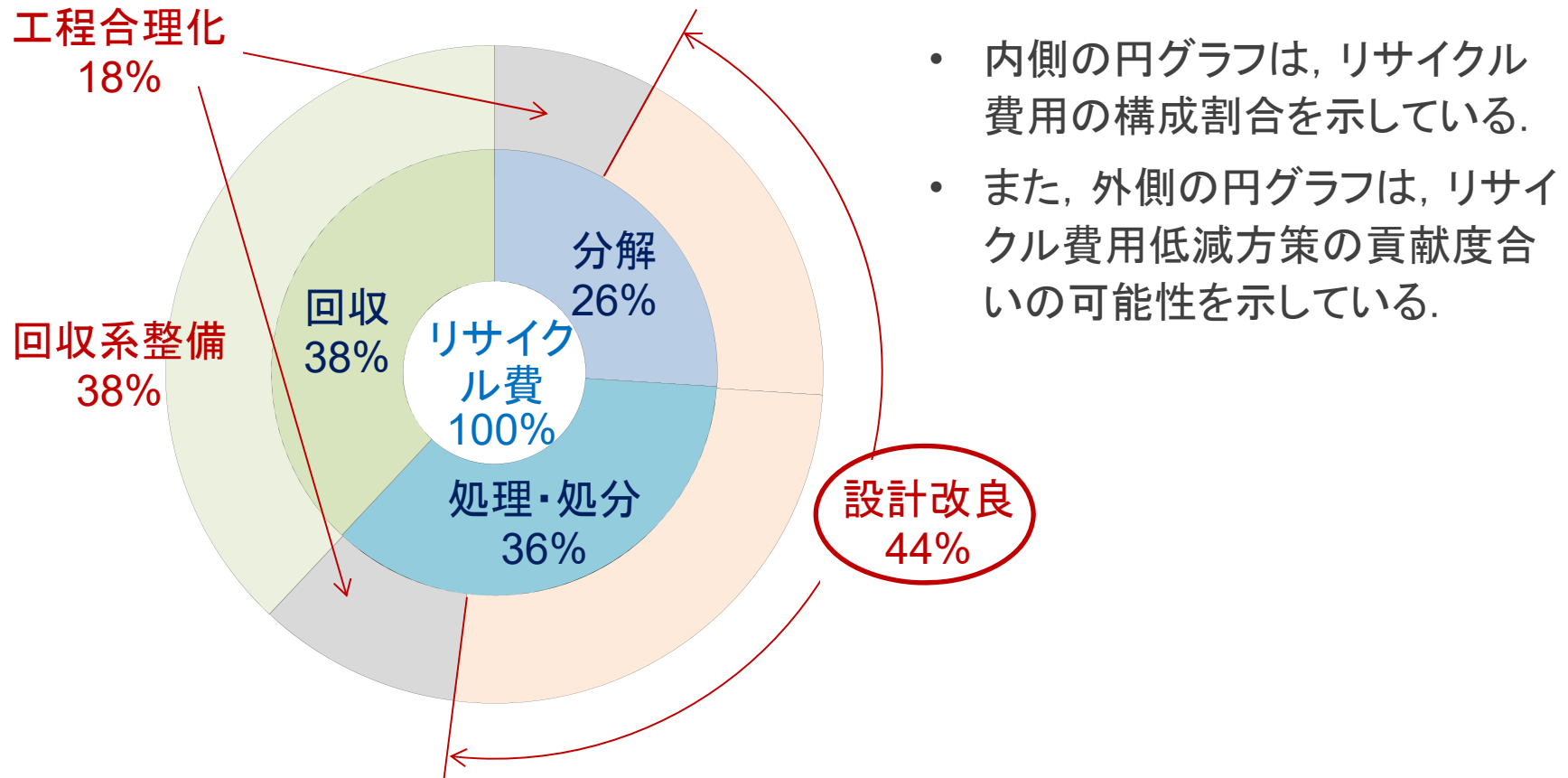
5



インパクトアセスメント(影響評価)

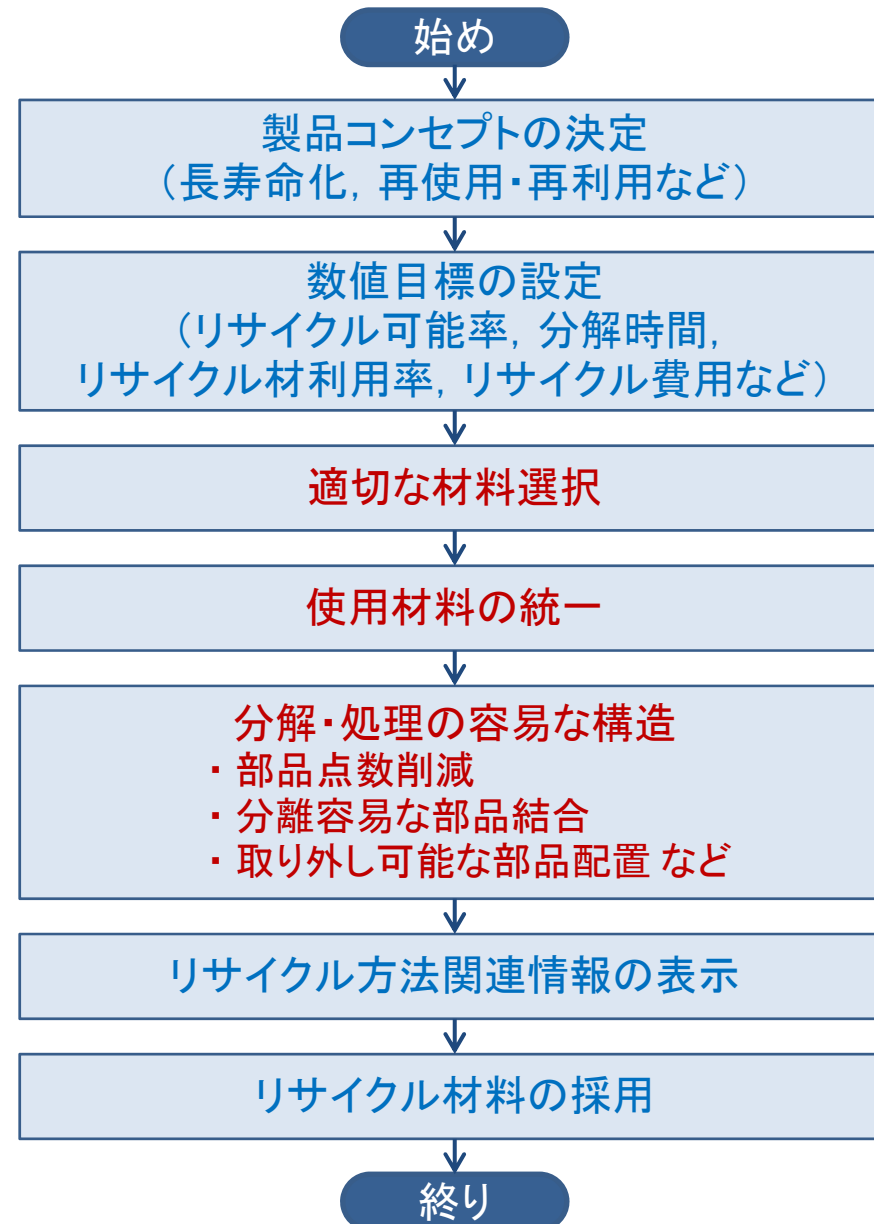


リサイクル費用低減策と貢献度の試算



市川芳明, 環境適合設計の実際, オーム社, 2001, pp.105.

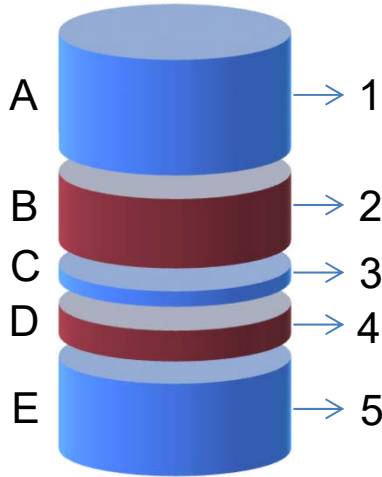
リサイクルに配慮した設計手順



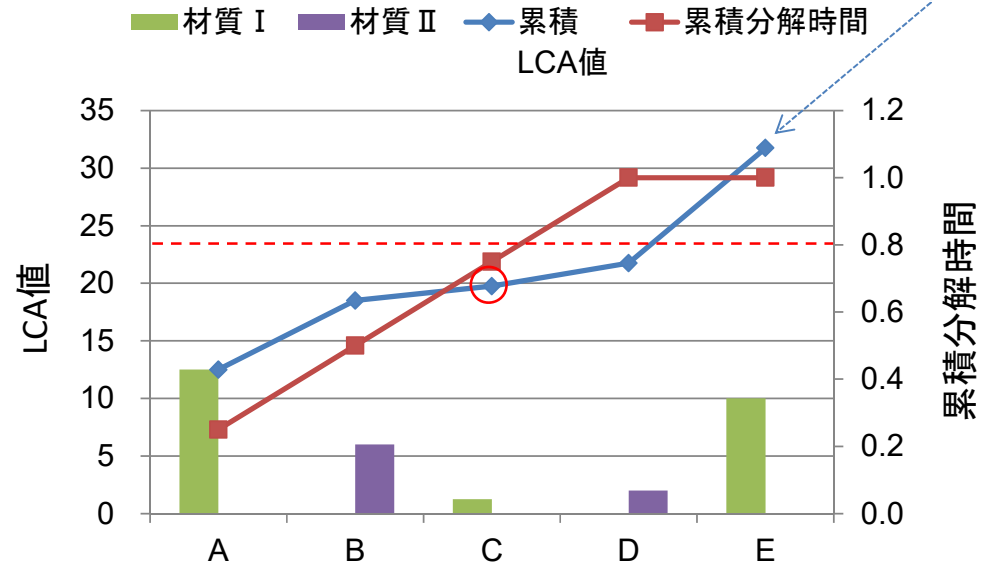
分解手順とリサイクル効率の検討例①

上の部品から順に分解した場合

取出された材料分のLCA値が削減できると考える。



A, B, C...の順に上の部品から順に分解する。

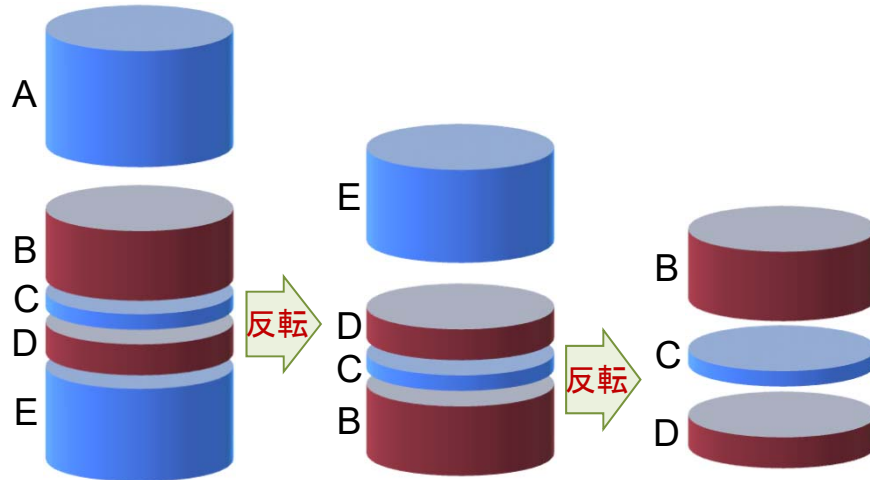


- LCA値の大きいEが最後に取り出される。
- IとIIの材質が交互に取り出される。
- 例えば、累積分解時間を0.8以下に制限すると、取り出せる材料の累積LCA値は19.8。

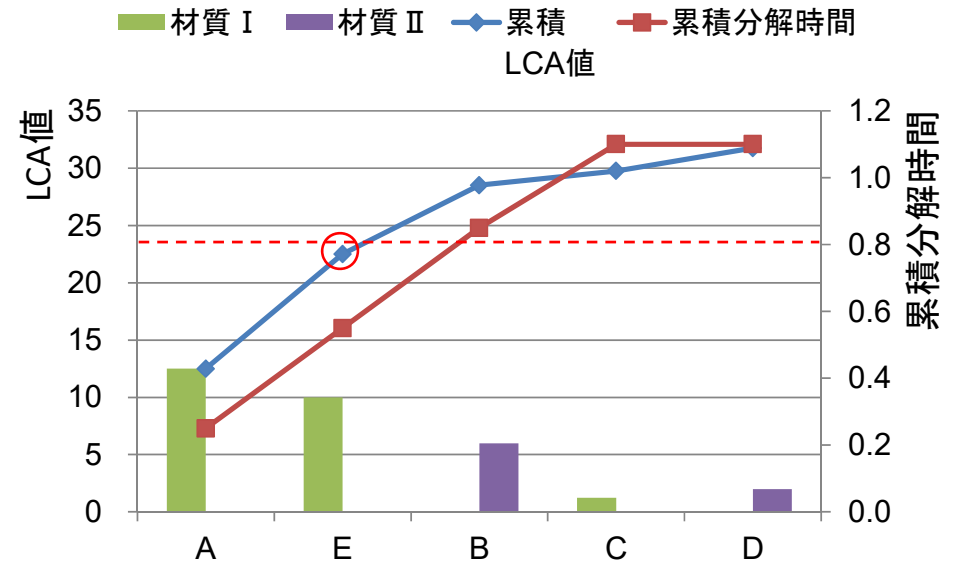
部品	分解動作	材質	重量	原単位	LCA値	分解時間	累積LCA値	累積分解時間	材質 I	材質 II
A	上移動(軽圧入)	I	5.0	2.5	12.5	0.25	12.5	0.25	12.5	
B	上移動(軽圧入)	II	3.0	2.0	6.0	0.25	18.5	0.50		6.0
C	上移動(軽圧入)	I	0.5	2.5	1.3	0.25	19.8	0.75	1.3	
D	上移動(軽圧入)	II	1.0	2.0	2.0	0.25	21.8	1.00		2.0
E	—	I	4.0	2.5	10.0	0.00	31.8	1.00	10.0	

分解手順とリサイクル効率の検討例②

反転してLCA値の大きな部品から分解した場合



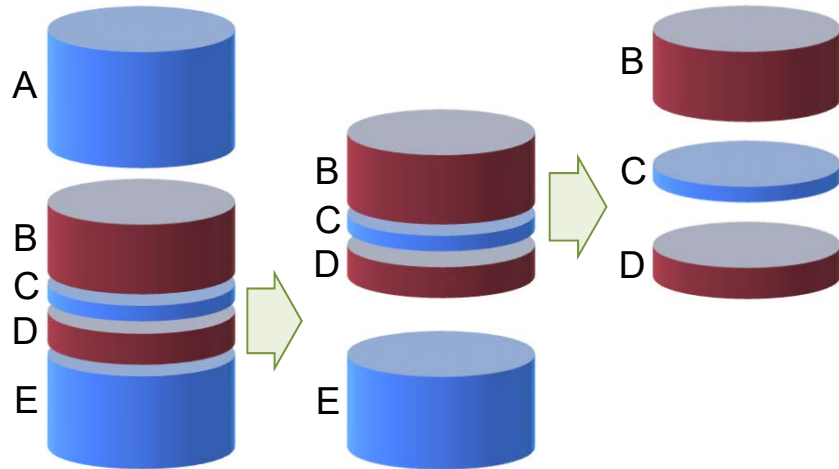
反転させて、LCA値の大きな部品から順に分解する。



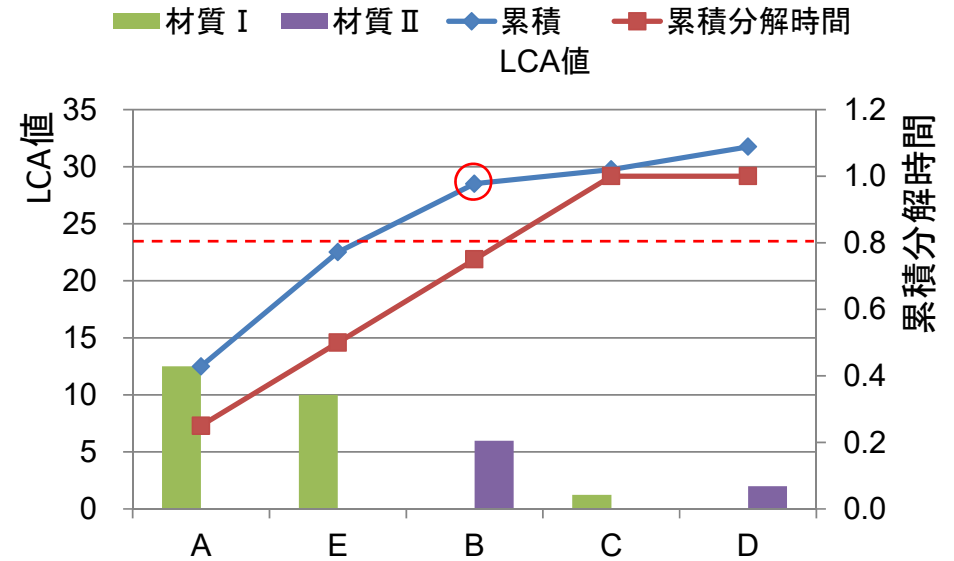
- LCA値の大きい順に部品が取出せる。
- 同じ材質が連続して取出せる。
- 反転の時間が掛かっている。
- 累積分解時間を0.8以下に制限すると、取り出せる材料の累積LCA値は22.5。

部品	分解動作	材質	重量	原単位	LCA値	分解時間	累積LCA値	累積分解時間	材質 I	材質 II
A	上移動(軽圧入)	I	5.0	2.5	12.5	0.25	12.5	0.25	12.5	
E	反転, 上移動(軽圧入)	I	4.0	2.5	10.0	0.30	22.5	0.55	10.0	
B	反転, 上移動(軽圧入)	II	3.0	2.0	6.0	0.30	28.5	0.85		6.0
C	上移動(軽圧入)	I	0.5	2.5	1.3	0.25	29.8	1.10	1.3	
D	—	II	1.0	2.0	2.0	0.00	31.8	1.10		2.0

分解手順とリサイクル効率の検討例③ モジュール分解を適用した場合



Aを取出した後、B、C、Dをまとめて取外すことで、反転させずにEを取出している。



- 部品の取出し順は反転させる場合と同一。
- モジュールでまとめて取出すことで反転を回避している。
- 累積分解時間を0.8以下に制限すると、取り出せる材料の累積LCA値は28.5。

部品	分解動作	材質	重量	原単位	LCA値	分解時間	累積 LCA 値	累積分解時間	材質 I	材質 II
A	上移動(軽圧入)	I	5.0	2.5	12.5	0.25	12.5	0.25	12.5	
E	上移動(軽圧入)	I	4.0	2.5	10.0	0.25	22.5	0.50	10.0	
B	上移動(軽圧入)	II	3.0	2.0	6.0	0.25	28.5	0.75		6.0
C	上移動(軽圧入)	I	0.5	2.5	1.3	0.25	29.8	1.00	1.3	
D	上移動(軽圧入)	II	1.0	2.0	2.0	0.00	31.8	1.00		2.0

実験の手順

1. 分解フローチャートの作成とIDESへの入力
2. AREMによる評価
3. 部品のLCA評価と累積図の確認
4. リサイクル効率を高める改善案の導出
5. 考察とレポートの作成

- 演習を始めるに当たって、今回使用するテンプレート、
[2017 リサイクル性評価テンプレート.xlsx](#)
を、サーバ(NT)上の“¥第3週¥第3週取得ファイル”フォルダより自分のPCにコピーする.
- 1.~4.は班単位(1a, 1bなど)で作業・検討し、5.は各人が検討・作成する.

1. 分解フローチャートの作成とIDESへの入力

- ハンディミニ削りおよび手回し削りについて、分解フローチャートを作成する。（今回はテンプレートの“分解フローチャート”シートに示されているものを利用する）
 - 分解動作の表現には、組立動作の分析に使用した、AREM分析記号表を参照する。
 - 分解動作は、分離動作と移動の組み合わせになる。
 - AREM分析記号表には分離動作は含まれていないので、便宜的に結合動作を流用する。
 - 例えば、力を入れて分離をする場合は、力の大きさに応じて、基本要素の圧入か補助要素の軽圧入を使用する。
 - その他の動作記述には、組立動作と同様の考え方を適用する。
- 分解フローチャートにしたがって、IDES*へ、分解手順を入力する。（第2週の組立性評価プログラムへの入力の項参照）

* Integrated Design Evaluation Support System

結合方法に対する組立性と分解性の違い

	組立性	分解性	コメント
スナップフィット	◎	○～×	フックの形によって分解性は、良くも悪くもなるので注意。
ネジ締め	○	○	無難な方法だが、ネジの数が増えるので注意。
リング止め	○	○	ネジ締めと同様に数に注意。良否は1ヶ所当たりのもの。
圧入	○	×	軽圧入では分解できることもあるが、一般的に分解性は難しい。
カシメ	○～△	×	多様な方法があり組立性の良否ではやや幅ががる。
はんだ付け	△	△	良否を問わず、電子部品の結合としては標準的な方法。
接着	△	×	組立性、分解性ともによい方法とはいえない。必要なときは最小限に。
溶接	△	×	良否を問わず、機能などの諸条件から必要がせまられるのは事実。

山際康之, 組立性・分解性工学, 工業調査会

◎容易 ○普通 △やや困難 ×困難

2. AREMによる評価

- 第2週と同様の手順にしたがい、評価結果を取得する。
 - IDES.exeで作成した.csvファイルのファイル名は、班番号・機種・バージョン番号にする。
 - 1a班のハンディミニのバージョン1の場合： 1a-H01
 - 1b班の手回し削りのバージョン1の場合： 1b-T01
- 部品ごとの分解推定時間を、テンプレートの“ハンディミニ／手回し削り計算”シートに書き写す。

3. 部品のLCA評価と累積図の確認

- テンプレートの“ハンディミニ／手回し削り計算”シート of 原単位とLCAの列に計算式を入力し、各部品のLCA-CO2を算出する.
- テンプレートの“ハンディミニ／手回し削り累積図”シートの、「分解順」、「分解時間降順」、および「LCA降順」の表とそれらに対応する累積図を確認する.
 - “ハンディミニ／手回し削り計算”シートを完成させると、“ハンディミニ／手回し削り累積図”シートに該当数値が設定される.
 - 「分解時間降順」および「LCA降順」の表は、“ハンディミニ／手回し削り計算”シートに数値を入れる前は、「分解順」の表と同じ部品の並びになっているが、数値を入力するとそれに応じて自動で並び替えられる.

4. リサイクル効率を高める改善案の導出

- 部品ごとのLCA値と分解時間とを考慮し、効率的な分解手順と素材構成を検討する.
- 最初に, “ハンディミニ／手回し削り順序入れ替え”シートを使って, 分解手順の変更による改善案を検討する.
- 次に, “ハンディミニ／手回し削り順序入れ替え＋素材変更”シートを使って素材変更も含めて改善案を検討する.
- 分解手順の改善および部品素材の変更においては, 以下のようなことを考慮する.
 - 分解費用の制約から, すべての部品を分解できない場合があるので, なるべく, リサイクル効果の高い順に部品を分解するようにする.
 - 同じ累積LCA値を得るための累積分解時間は, 短い方がよい.
 - リサイクルを目的とした場合, 同一素材の部品によって構成される部組の分解は不要である.

5. 考察とレポートの作成

■ ファイルの提出

- 各自が作成した分解手順を記載したテンプレートを、ファイル名を、半角の学籍番号(例:1X15C001)に変更し、“¥第3週¥第3週提出”フォルダに提出する。

■ 導出された改善案を基に各自改善提案をまとめる。

- 分解手順と素材の変更だけでなく、以下のような改善方策についても各自検討する。ただし、機能的要求は満たしている必要がある。
 - 締結方法の変更
 - 部品構造の変更(部品の統合, 分割など)
 - 機能を実現する機構の変更

■ レポートには以下の内容を記載する。

- 改善案に基づいて作成した“ハンディミニ／手回し削り順序入れ替え＋素材変更”シートの表とグラフ(複数の改善案がある場合はそれぞれの図表)
- 改善内容と改善の根拠の説明(班で検討した結果に各自が検討した結果を加えて記述する)
- リサイクル効率向上についての考察
- 3週間の演習内容についての感想

■ レポートの提出期限:7月3日(月)9:00