

# ライフサイクル設計

～ライフサイクル設計を支援するための統合環境の構築に向けて～

大阪大学

梅田 靖

## はじめに

---

- 製品レベルの環境配慮設計の進展
  - 製品アセスメントガイドライン、分解性設計、リサイクル性設計
- 「ライフサイクル設計」への発展
  - LCAに代表されるLC評価のみでなく、「ライフサイクル思考」を実践するシンセシス過程の支援の必要性
- 本発表の目的
  - 環境配慮設計支援の現状整理
  - ライフサイクル設計を支援する計算機環境への要求整理

# 環境配慮設計支援の現状

---

- 製品アセスメントマニュアル
  - AEHA
  - 普及
- DfX支援ツール
  - 例) 分解性設計、リサイクル性設計
  - 普及。むしろ、衰退？
- LCAツール
  - 普及。ただし、設計プロセスの中での使用とエキスパートによる使用の併存
- ライフサイクル戦略策定支援ツール
  - LCプランナー、QFDE
  - これから
- 情報管理システム
  - グリーン調達材料・部品データベース
  - 普及途上

# 環境配慮設計支援ツールの分類

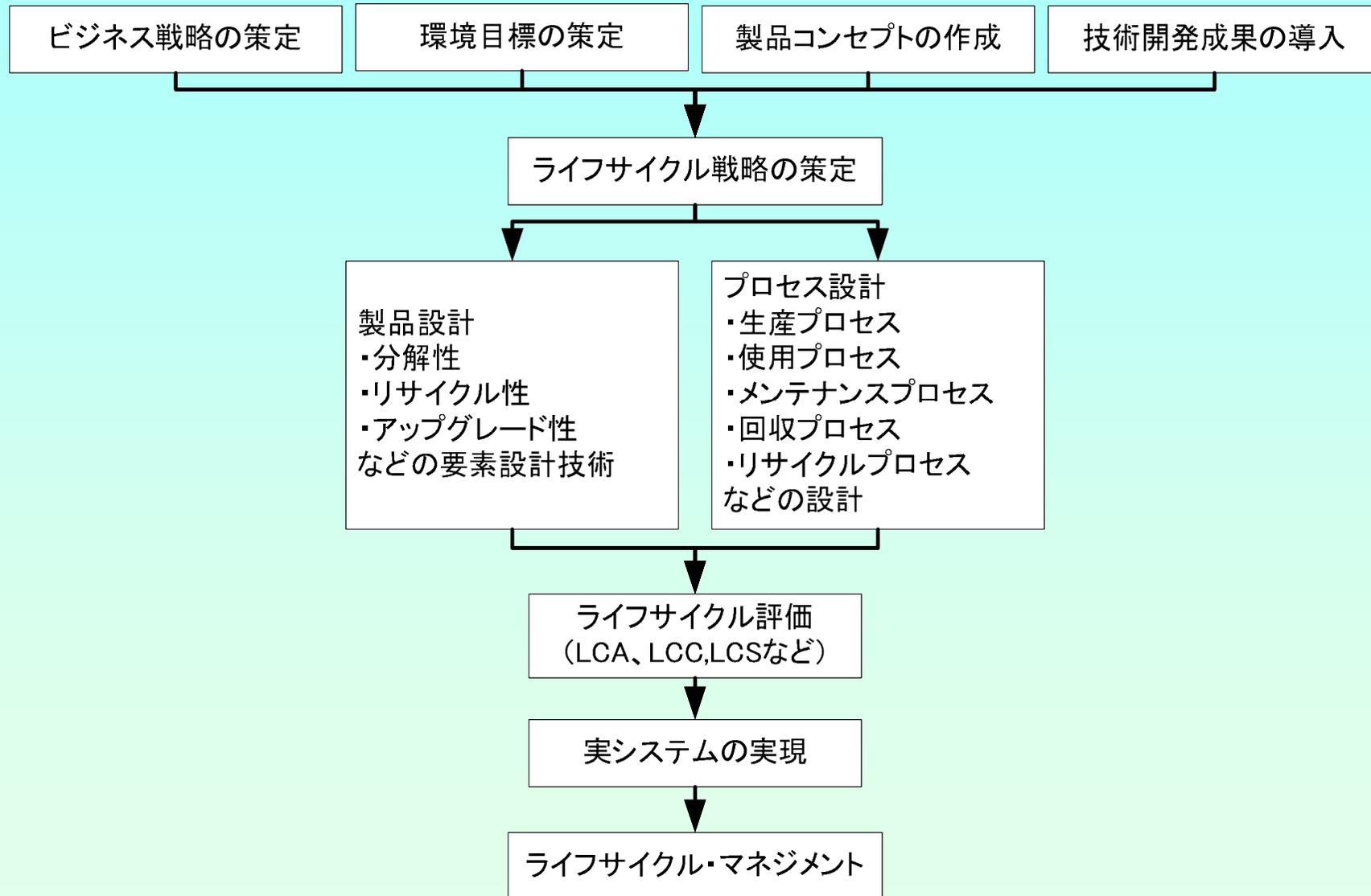
		主な役割		
		コンセプトの普及	中間	作業支援
対象とするレベル	製品	分解性設計 リサイクル性設計	製品アセスメント	情報管理システム
	ライフサイクル	LCプランニング	QFDE LCA	

## ライフサイクル設計支援のための課題

---

- 「設計」支援が製品レベルの支援に留まっている
  - 製品アセスメントマニュアル: 検討すべき製品レベルの環境側面のリスト
- ライフサイクルレベルの設計支援には、環境側面(e.g., LCA)のみならず、経済・ビジネス性、ユーザ価値、製品特性・寿命など多様な視点からの分析、および、分析結果を統合化して設計案をシンセシスしなければならない

# ライフサイクル設計のプロセス



# ライフサイクル設計を支援するための要求項目

---

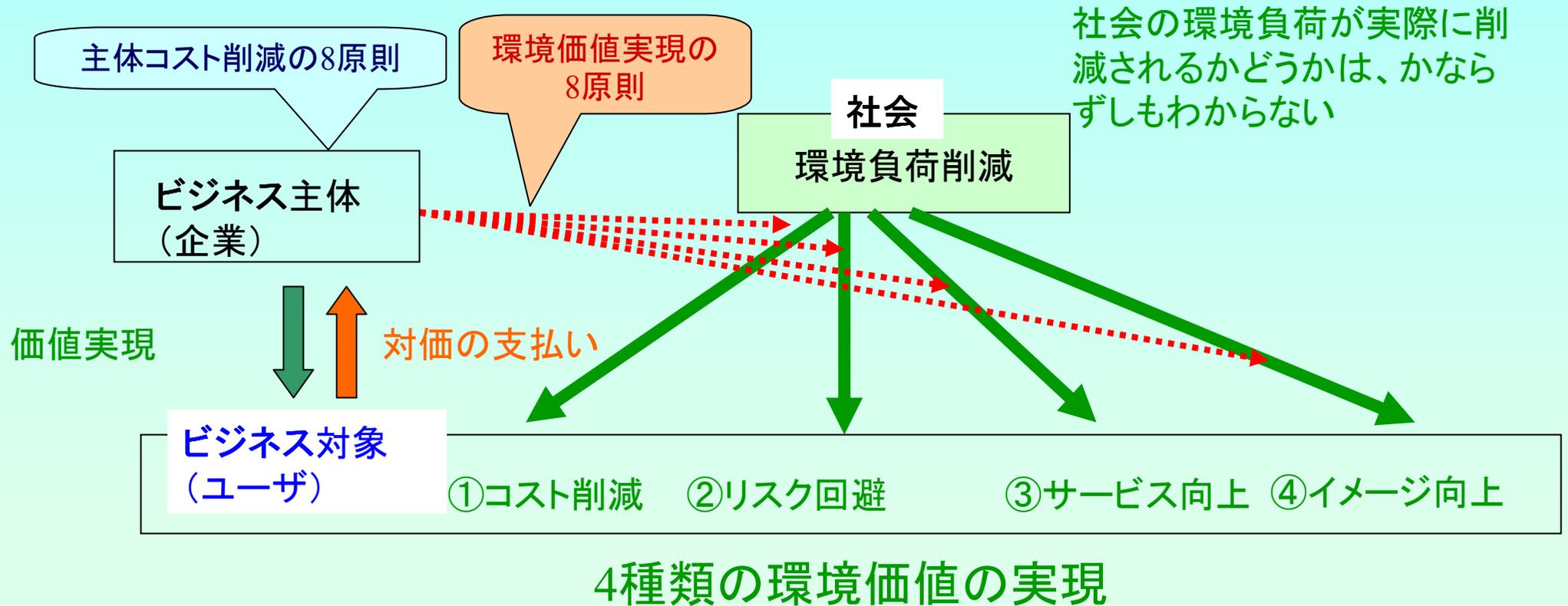
1. 「ライフサイクル」そのものの明示、モデル化
2. 様々な視点からライフサイクルを試行錯誤的に設計する共通ワークスペースの提供
3. 製品設計とのスムーズな連携
4. ビジネス設計の支援
5. ライフサイクル全体を対象とした、環境負荷評価のみならず、経済性、マテリアルのバランスなどの総合的評価

# 統合ライフサイクル設計支援環境

Business Strategy Level	Business Strategy Design Support Tool			
Life Cycle Strategy Level	Life Cycle Scenario Description Tool			
	Disposal Cause Analysis	Value/Physical Life Estimation	Marginal Reuse Rate Analysis	Others...
Product Design Level	Design for Upgradability	Modular Design Tool	CAD	Other DfXs...
Life Cycle Evaluation Level	Life Cycle Simulation			
	Life Cycle Assessment			

# 環境調和ビジネスのTRIZ

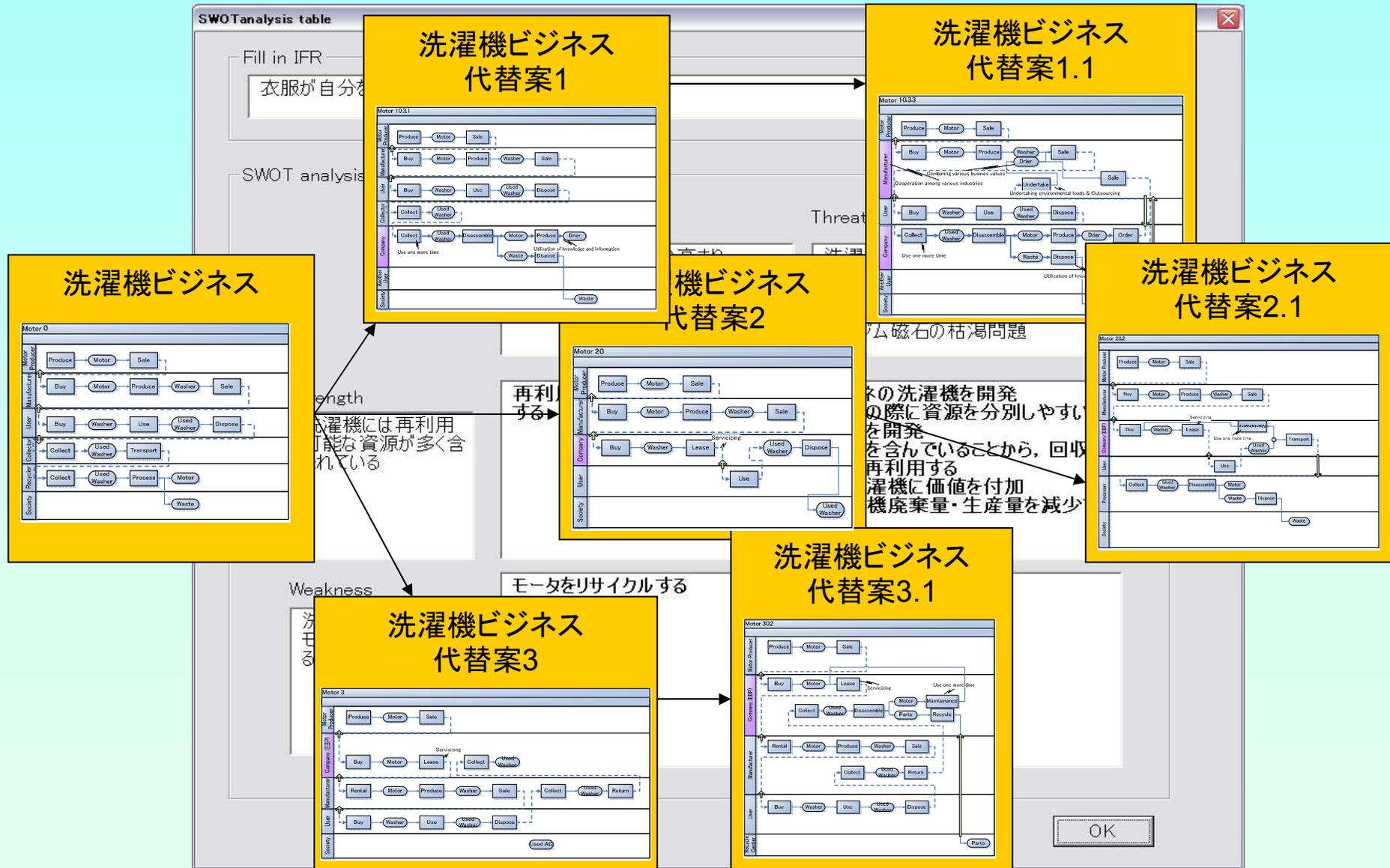
[精密工学会ライフサイクルエンジニアリング専門委員会]



## 循環ビジネスの分析事例(部分)

事例名	ビジネス主体	ビジネス対象	利益項目	環境価値実現の8原則	主体コスト削減の8原則
ESCO	ESCO事業者	事業所	コスト削減	管理対象外のものを管理する(電気)	知識ノウハウ、技術開発
エコロジコム	ロジスティック管理業者+運送業者	輸送委託者	コスト削減	タイムシェアリング	捨てているものを使う、規模の拡大
機械用油の使い方指導サービス	油メーカー	工場	コスト削減	管理対象外のものを管理する(油)	知識ノウハウ
サービス志向FAXのUG設計	FAXメーカー	消費者	サービス向上、コスト削減	サービス化	ライフサイクルの囲い込み、捨てているものを使う
電気自動車のカーシェアリング	電気自動車メーカー+シェアリング組合	消費者	イメージ向上、コスト削減	タイムシェアリング	規模の拡大
エコアイス	製造業者	事業所	コスト削減	環境原単位を低いものに替える	技術開発、捨てているものを使う(夜間電力)
レンズつきフィルムの逆工場	フィルムメーカー	消費者	コスト削減	もう一回使う	LC囲い込み、捨てているものを使う
プラスチックリサイクル	複写機メーカーの環境G	プリンタ事業部	イメージ向上	認証、法規制への対応	LC囲い込み、捨てているものを使う、技術開発
あかり安心サービス	電機メーカー	事業所	リスク回避	請負	知識ノウハウ、規模の拡大、LC囲い込み、委託
鉄鋼メーカーの廃プラ処理	鉄鋼メーカー	廃プラ排出事業者	コスト削減、リスク回避	環境負荷を有価物に転換する	技術開発、捨てているものを使う(廃プラ)

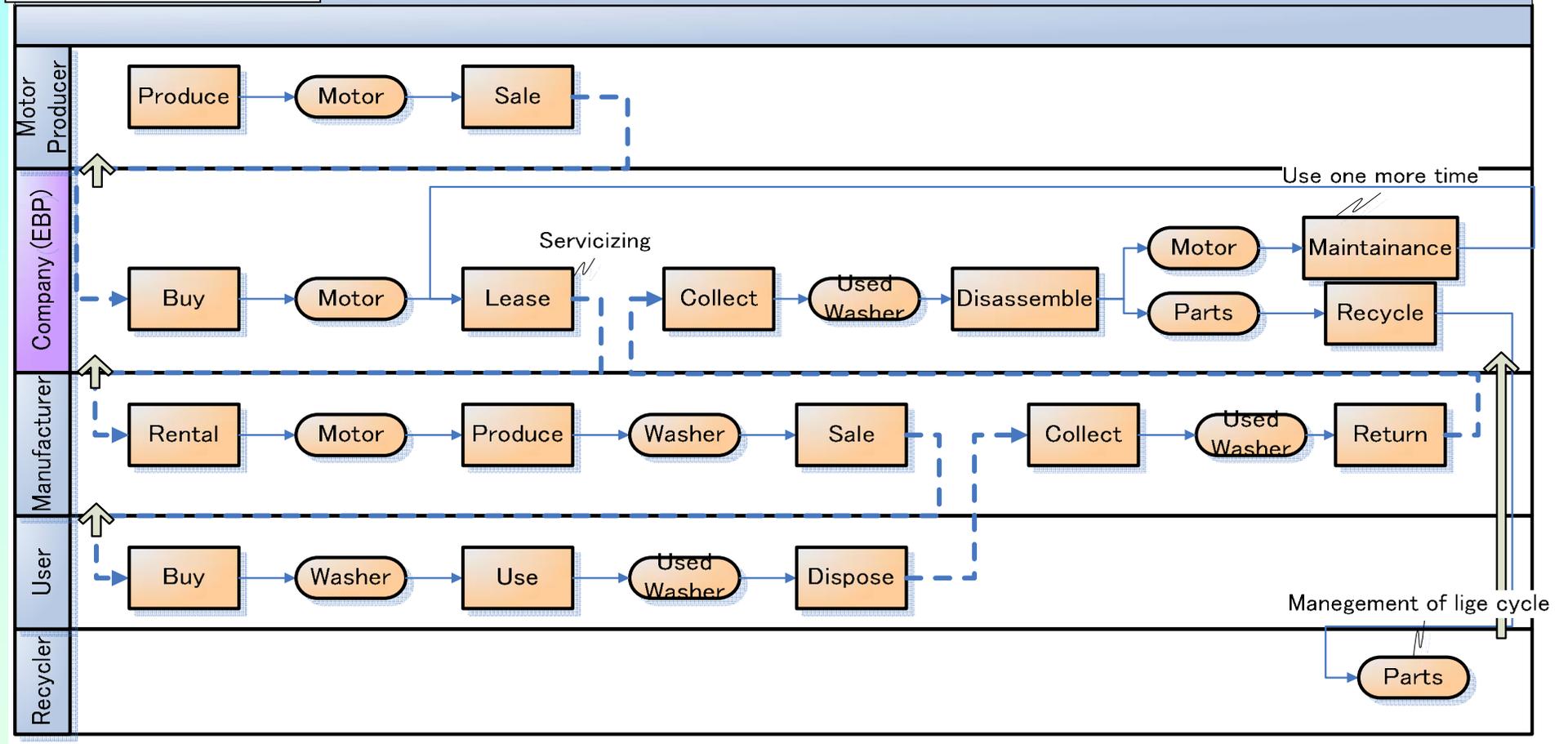
# 実行例：洗濯機



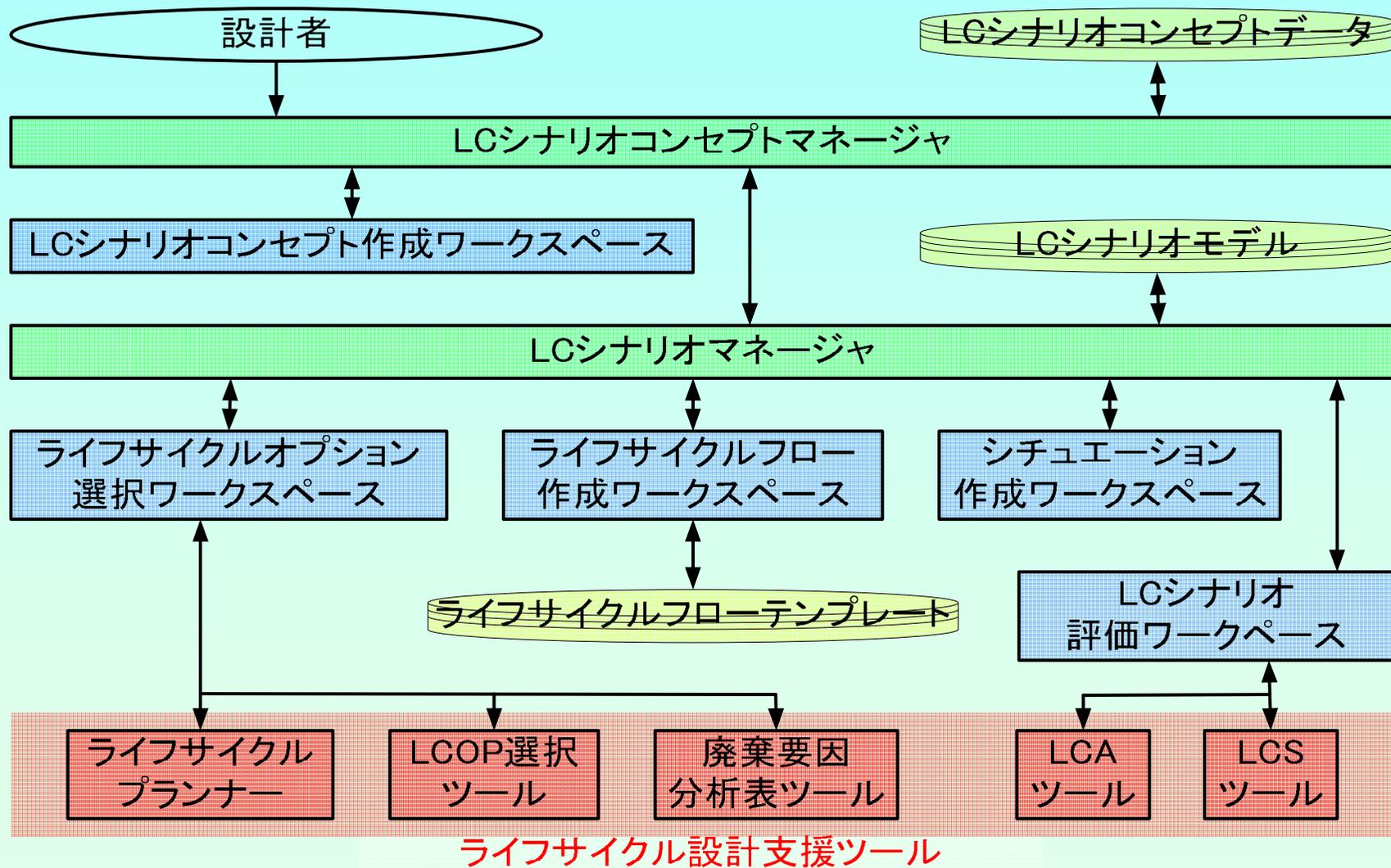
# 実行例：洗濯機

原則を適用したことによるモデル操作

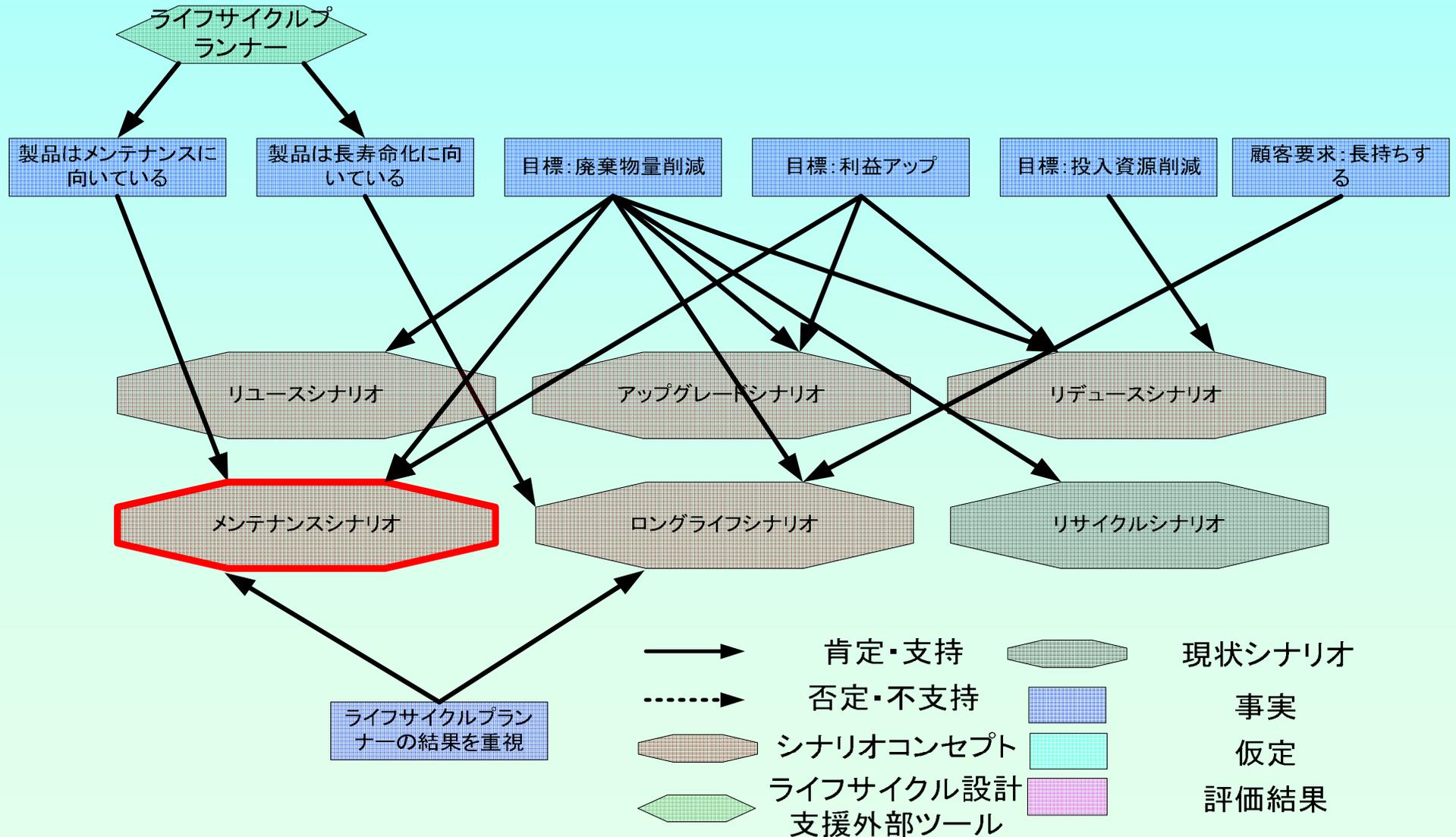
## 最終ビジネス案



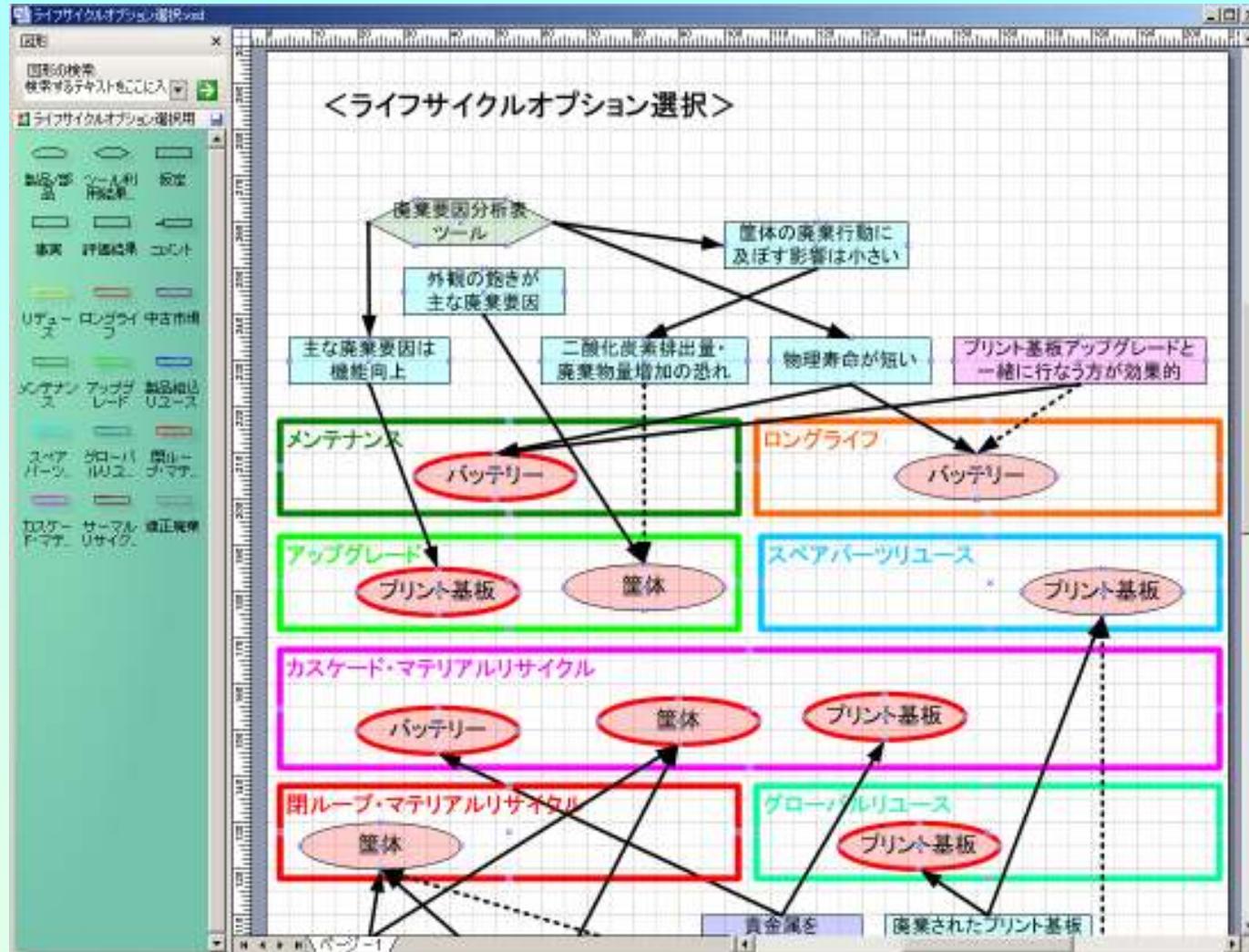
# LCシナリオ記述支援ツール



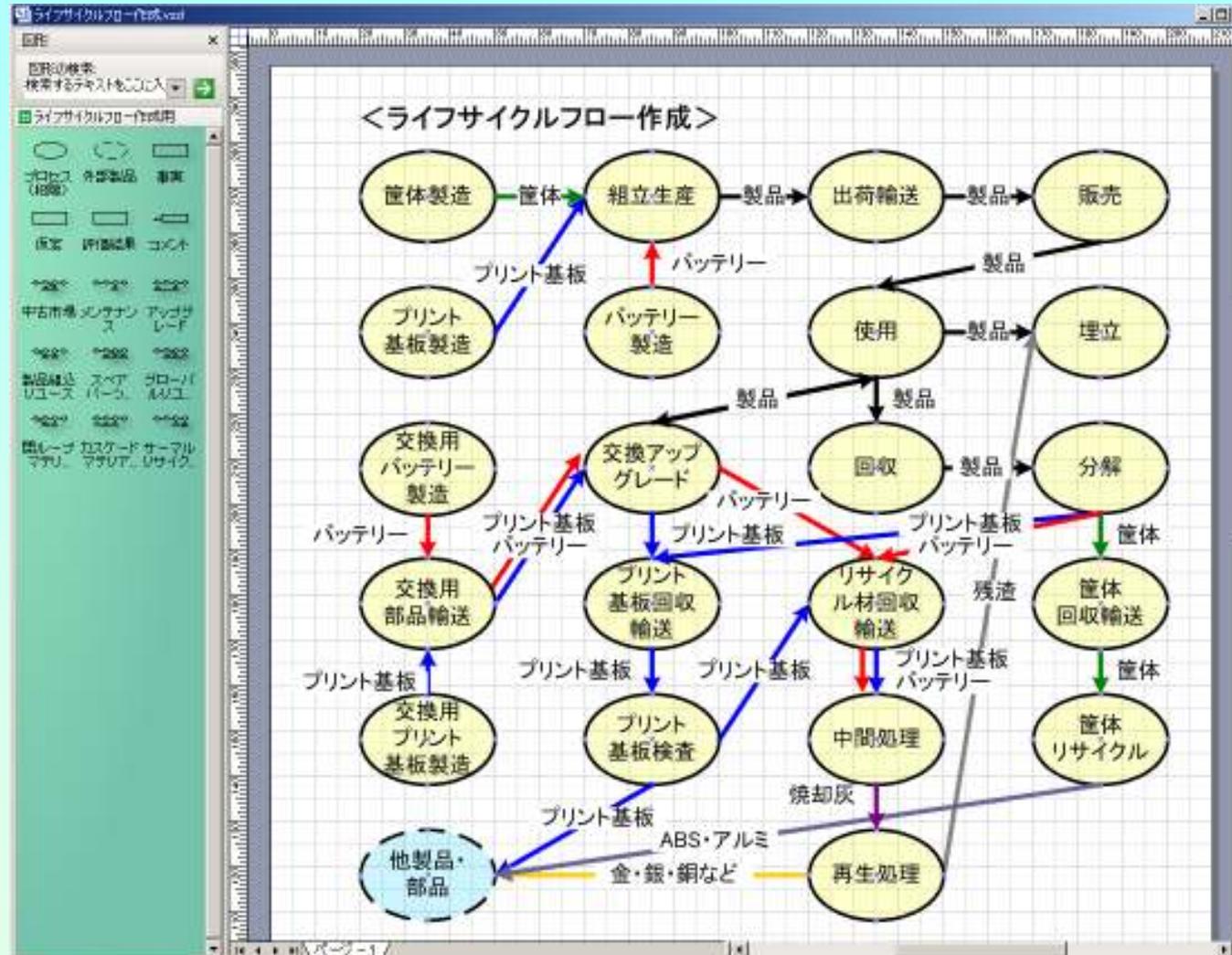
# 実行例: ライフサイクル・シナリオコンセプト



# ライフサイクルオプションの選択



# ライフサイクルフローの作成



## 設計要求の導出

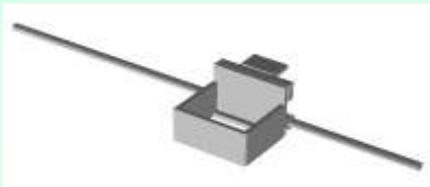
- ライフサイクル・フロー
- シチュエーション
- 設計要求

これらを参照しながら  
後工程を行なう

段階	設計要求		
本体ケース製造	資源投入量5%削減		
モータ製造	資源投入量5%削減		
ホース・パイプ製造	資源投入量5%削減		
ヘッド製造	資源投入量5%削減		
フィルタ製造	資源投入量5%削減		
分解	手作業で分解可能		
ヘッド交換メンテナンス	手作業で交換可能	のべ交換率40%	メンテナンス料9000円/台
フィルタ交換メンテナンス	手作業で交換可能	のべ交換率80%	メンテナンス料600円/台
ホース・パイプ交換メンテナンス	手作業で交換可能	のべ交換率40%	メンテナンス料8500円/台
モータ交換メンテナンス	手作業で交換可能	のべ交換率60%	メンテナンス料10500円/台
回収	回収率40%		
基板検査	良品率60%		
ゴミパック検査	良品率40%		

# 考察

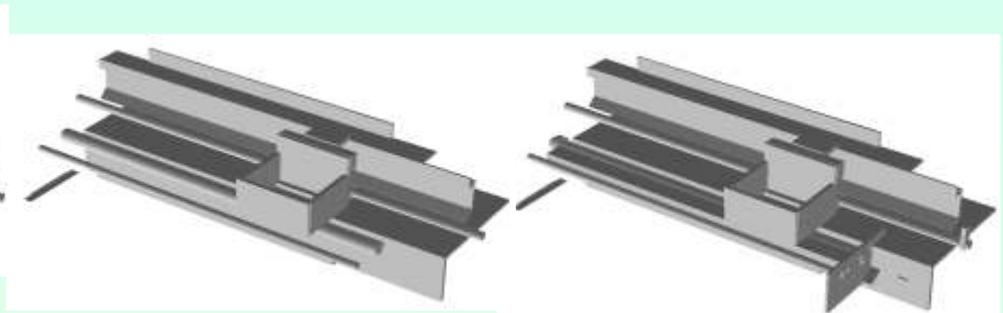
- 部品接続関係のみによるモジュール化
  - 接続関係に制限されモジュール化拡大が行えない
- モジュール密度評価のみによるモジュール化
  - 空間的に離れた部品どうしがモジュール化されている
- モジュール密度および部品接続関係の同時評価
  - クラスの制限によりモジュール拡大の制限
- 部品のクラス変更
  - 構成部品の多い、空間的にもまとまり、モジュール密度も高い、モジュール構造を導出できた



部品 41 131  
接続関係のみ



部品 7 26 28 41 43 39 20 44  
モジュール密度評価のみ

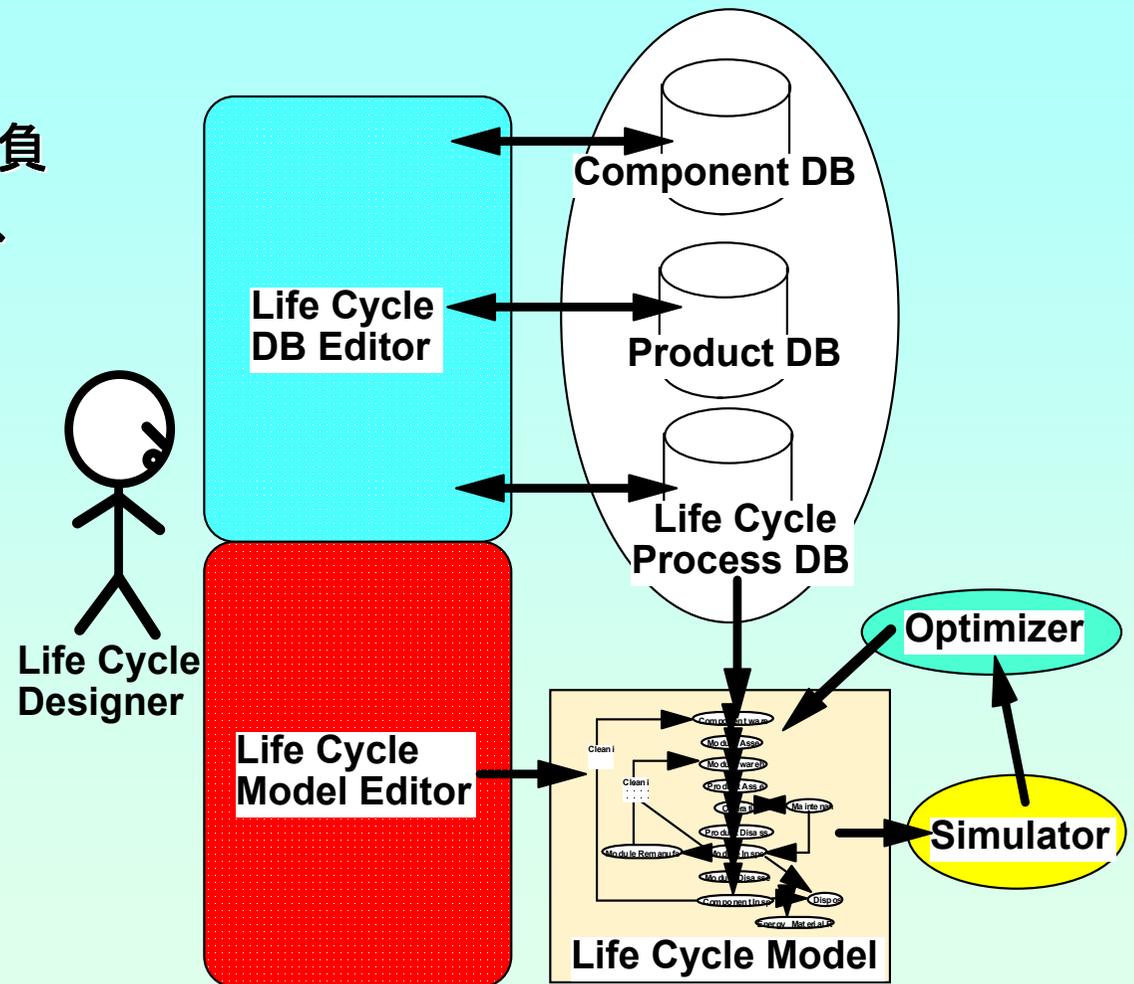


部品39 43 28 41 11 50 131 40 44 82  
両方同時評価

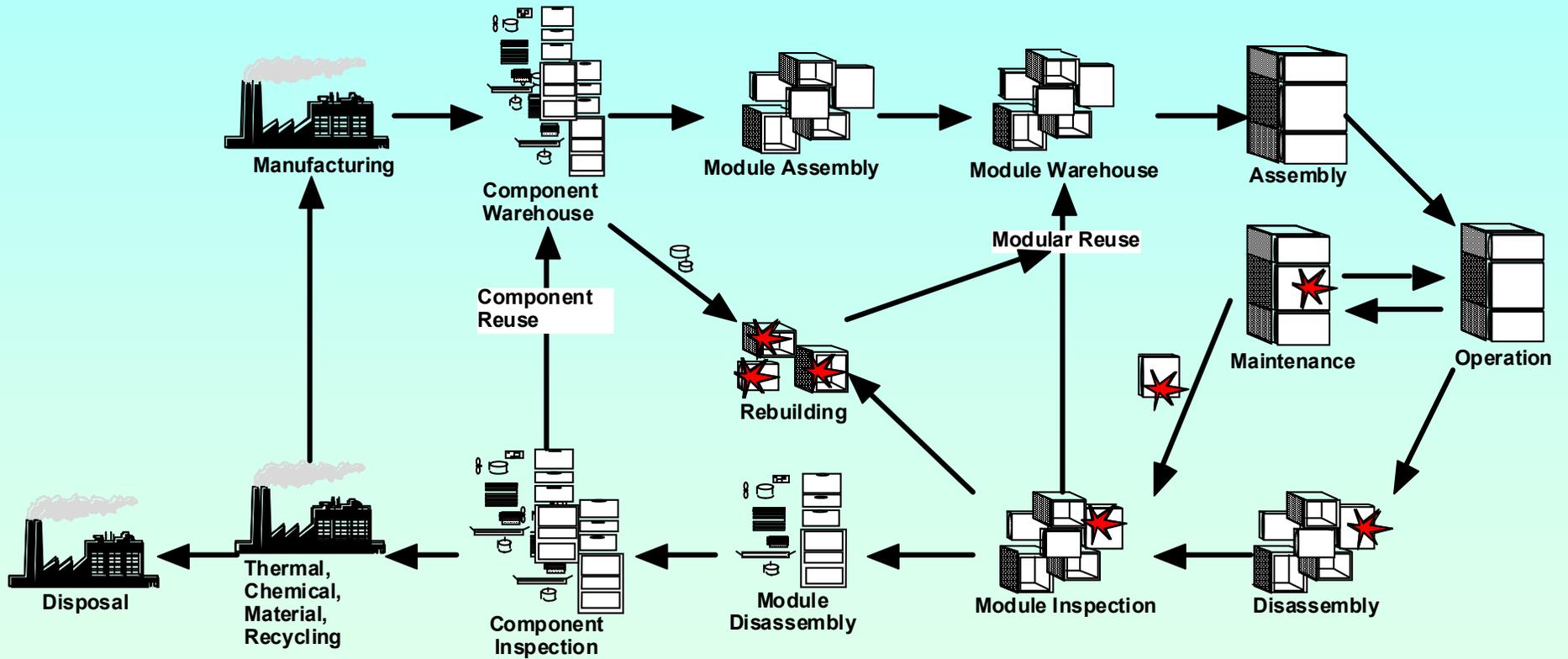
部品41 68 131 40 44 50 11 90 28  
30 89 91 183 39 43 49 70 82  
部品のクラス変更

# ライフサイクル・シミュレーション

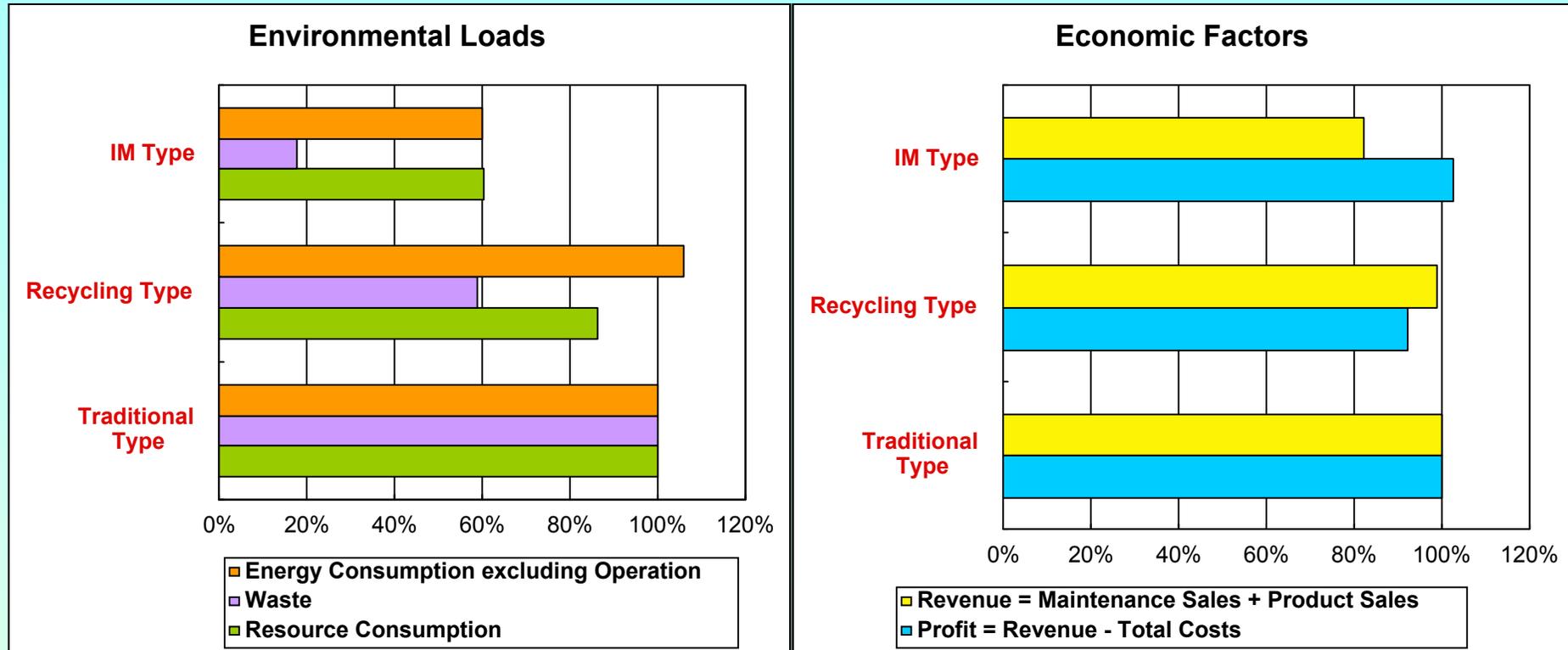
- 目的  
製品群ライフサイクル全体の環境負荷、経済性バランスの計画、評価、最適化を支援する
- アプローチ
  - 離散時間シミュレーション
  - GAを用いた最適化
- 特徴  
LCAに加えて、
  - 時間変化、循環のモデル化
  - 多製品を対象
  - 経済性の評価



# ライフサイクル・モデル



# シミュレーション結果



## ● 考察

- リサイクルはエネルギー消費量、経済性の面で最適な戦略ではない
- Inverse Manufacturing型環境負荷、経済性の面で優れている

## 課題(1)

---

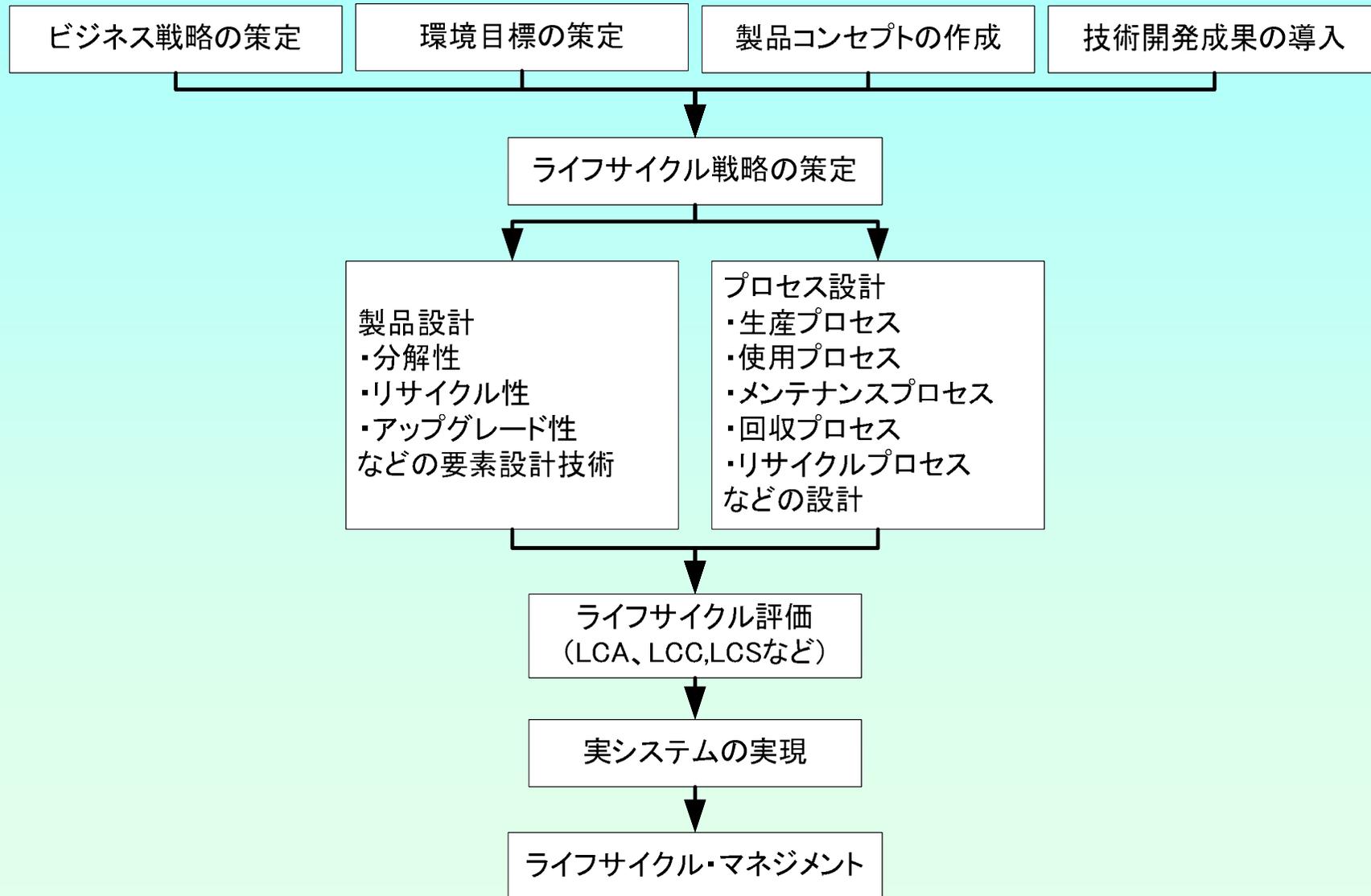
- 統合ライフサイクル設計支援環境の位置づけ
    - コンセプト普及型で、ライフサイクル全体を対象
    - 目的:ライフサイクル設計は何をすべきなのか、その論理的な手順の明示
  - 抽象的でわかりにくい
    - ライフサイクルとは何で、それを設計するとは具体的に何を  
するのか
    - ライフサイクル設計をすると具体的に何が良くなるのか
- ライフサイクル設計手順の再整理
- 作業支援には至っていない
    - 作業支援としてのシステム像が描き切れていない

## 課題(2)

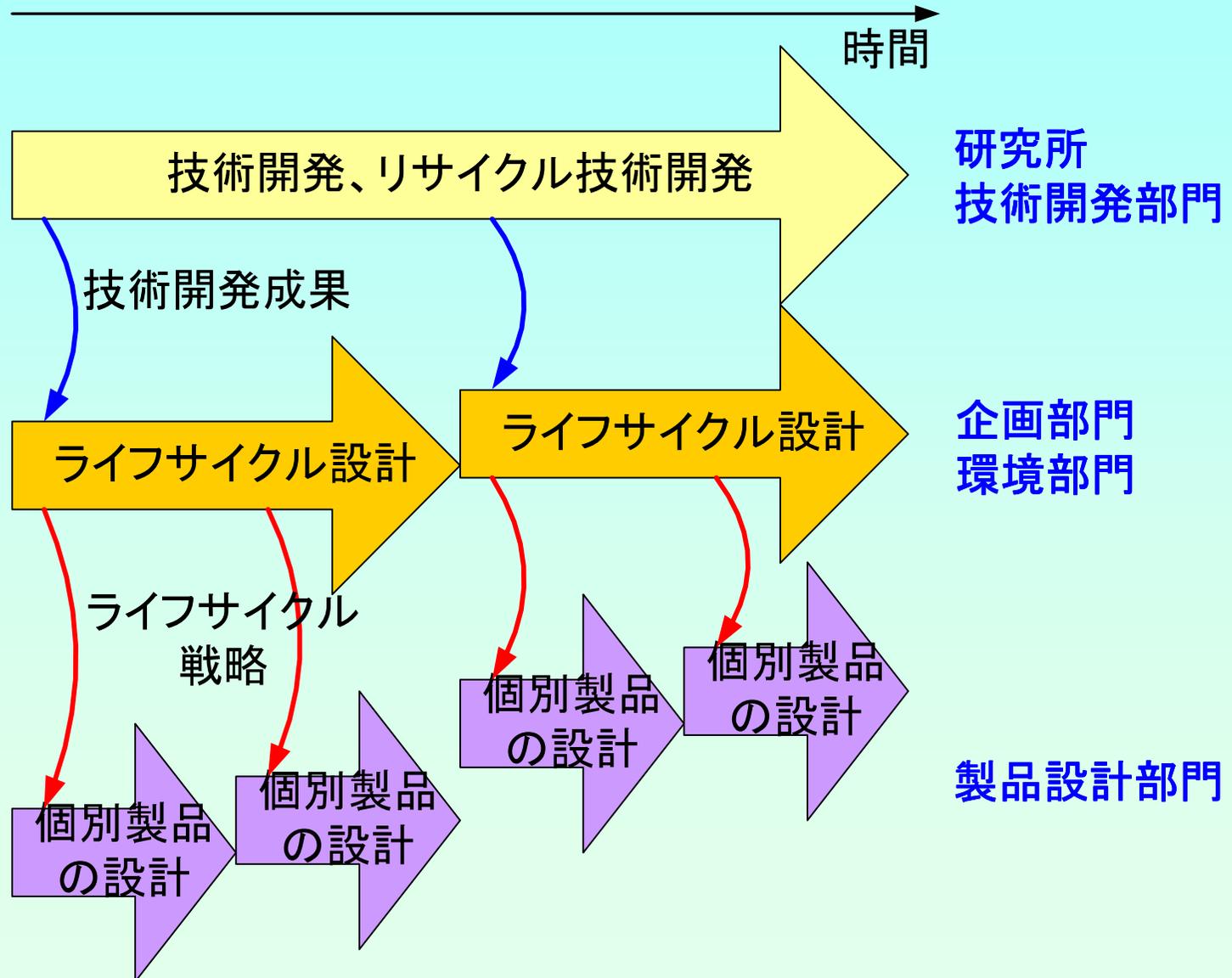
---

- 誰が使うのか？
  - メインユーザ、全体をリードするのは誰か
  - 開発サイクルの違い
  - 各段階の実施者の役割分担の明示化と連携
- 統合化はやはり難しい
  - 「ライフサイクル」モデルの統合化
    - » 基本は、ライフサイクルのフローモデルなのだが、各ツールがそれぞれ異なる側面を異なる表現方法で表している
  - 標準的記法の必要性
  - 手戻りの支援

# ライフサイクル設計のプロセス



# ライフサイクル設計のフェーズ



## まとめ

---

- ライフサイクル設計支援のオーバービューを示した
- 一つの提案として、「統合的ライフサイクル設計支援」のイメージを示した
- 今後の課題として、ライフサイクル・モデルの具体化・標準化、ライフサイクル設計支援の手順の明確化、作業支援への具体化の必要性、ユーザの明示化、各段階の実施者の役割分担の明示化と連携などを挙げた