

グローバル逆流通システムの シミュレーション

大阪大学 梅田靖

研究背景

- **国際的な再生資源の循環(グローバル循環)が活発化**

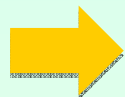
- 先進国と発展途上国の経済格差の存在
- 経済発展に伴う資源需要の拡大



一方で…

- **問題**

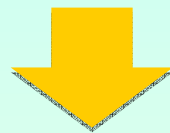
- 有害物質の越境移動
- 不適切な処理による環境汚染・健康被害



経済活動としては成り立っているが、環境への影響はむしろ国内循環より悪い可能性が高い

グローバル循環の潜在的な可能性

- リユースなどによる資源の有効利用
- リユース品の活用による生活水準の向上
- 経済格差によるコストの違い
 - － リサイクルコスト(人件費など)の低減
 - － 手作業によるリサイクル処理の精度の向上



持続可能なグローバル循環
の可能性



プラスチックの手選別

持続可能なグローバル循環成立の必要条件

- **経済性**
 - グローバル循環において利益がでる
- **環境負荷の低減**
 - グローバル循環における環境負荷が国内循環における環境負荷よりも小さくなること
- **トレーサビリティの確保**
 - 資源が不適切に処理されるのを防ぐために、資源循環を監視する
- **社会的公平性**
 - 循環に関与している地域やステークホルダー間で公平性が保たれていること

先行研究におけるモデル (2007,木下)

- グローバル循環のモデル化

- プロセスのネットワーク: 破砕などのプロセスの組み合わせ
- 製品モデル: 製品・部品・材料の情報
- リスクモデル: 発生事象の不確実性(盗難, 通関拒否など)

 グローバル循環モデルを「シナリオ」として表現

- 評価範囲

- 製品が廃棄されてから, 製品・部品としてリユースされるか, 材料として売却されるまで

- 評価指標

- 経済的な損益
- CO2排出量

本研究の目的とアプローチ

- 研究目的

- 持続可能なグローバル循環の条件を求める
- グローバル循環の現状の問題点を導出する

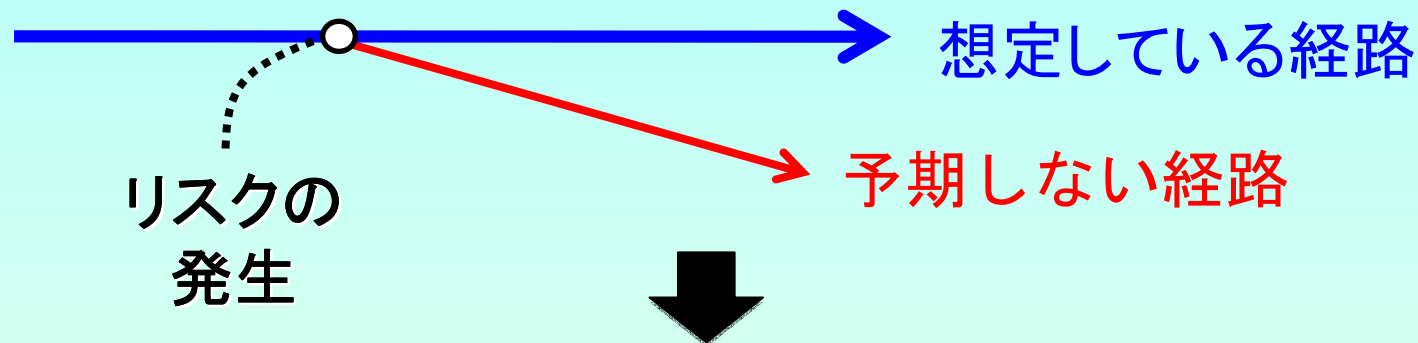
- アプローチ

- 評価範囲の拡張
- 環境負荷の統合指標(LIME)の導入
- リスクの環境面での影響の評価
- トレーサビリティの定量評価
- ケーススタディにおいて様々なシナリオを評価し持続可能なグローバル循環の条件を求める

トレーサビリティのモデル化

- トレーサビリティを確保する目的:

想定した経路通りに資源が流れるようにして、不適切な処理による環境負荷を防ぐこと



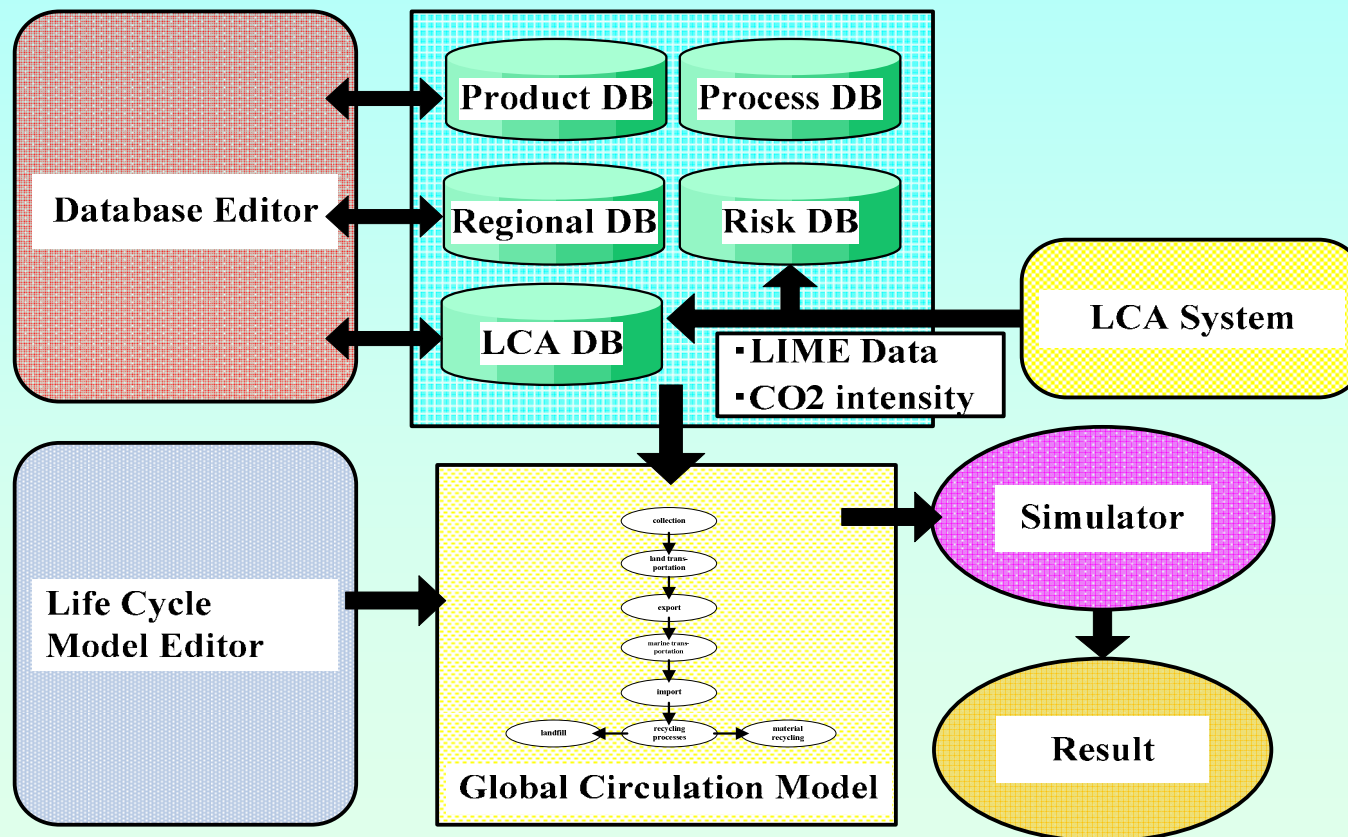
トレーサビリティを物量の観点から評価する

トレーサビリティ評価指標

$$TI = \frac{\text{フローから漏出していない資源重量の合計}}{\text{初期プロセスへの投入 資源量}}$$

システムの開発

- グローバル循環シミュレーションシステム



ケーススタディ: デスクトップPC本体の循環

● シミュレーション条件

- 対象製品: 日本ではリユースの価値がないデスクトップPC本体
- 対象地域: 日本, 中国沿岸部, 中国内陸部
- リユース部品: HDD, FDD, CD-ROM, プリント基板
- リサイクル材料: 鉄, アルミ, 銅, スズ, 金, プラスチック

● シミュレーションデータ

- リユース時の良品率: 80%
- リサイクル時の資源回収率(%)

地域	金属	プラスチック
日本	90	0
中国	70	70



グローバル循環シナリオ

シナリオ	説明
A.国内循環シナリオ	プラスチック以外を日本でリサイクルしプラスチックは埋め立てる
B.中国沿岸部リサイクルシナリオ	全ての材料をリサイクルする
C.中国内陸部リサイクルシナリオ	全ての材料をリサイクルする
D.製品リユースシナリオ(中国で検査)	製品を中国で中古販売する
E.部品リユースシナリオ(中国で検査)	売却可能部品は中国でリユースし、残りの部品はリサイクルする
F.複合リユースシナリオ(中国で検査)	製品リユースと部品リユースを組み合わせる
G.多段リユースシナリオ(中国で検査)	製品リユースの後部品リユースを行う
H.リサイクルシナリオ(プラのみ輸出)	プラスチックのみを中国でリサイクルし残りは日本でリサイクルする
I.リサイクルシナリオ(日本で破砕)	全ての材料を日本で破砕し、中国でリサイクルする
J.製品リユースシナリオ(日本で検査)	製品を中国で中古販売する
K.部品リユースシナリオ(日本で検査)	売却可能部品は中国でリユースし、残りの部品はリサイクルする
L.複合リユースシナリオ(日本で検査)	製品リユースと部品リユースを組み合わせる
M.経済性優先処理シナリオ	精錬工程を酸や熱で溶かして取りだし、残渣は全てその場に投棄される。

不適切な処理



(BAN, 2002)

←ケーブル等の野焼き

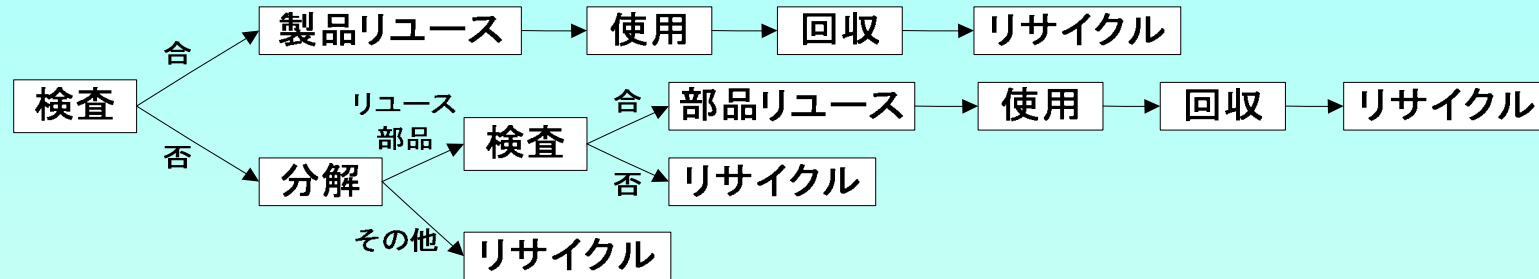
熱処理による金属の取り出し→



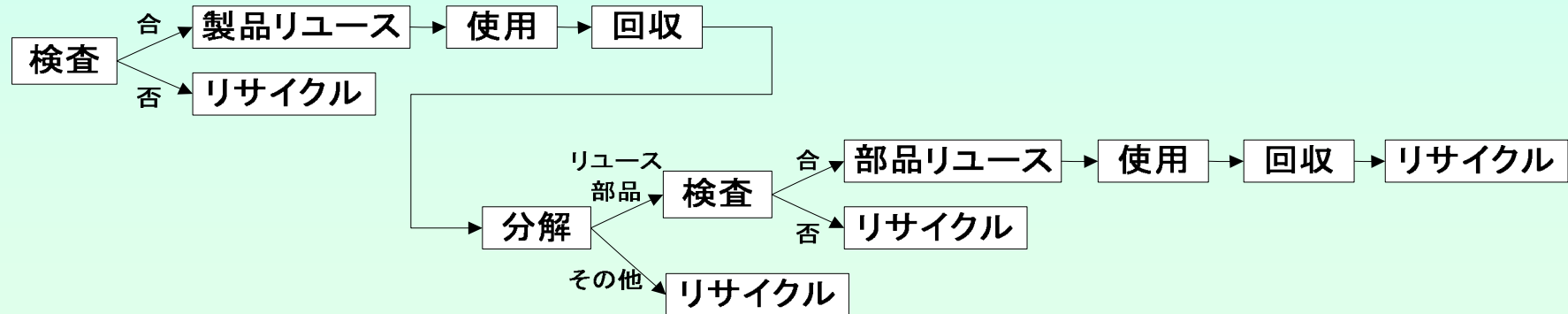
(BAN, 2002)

複合リユース・多段リユース

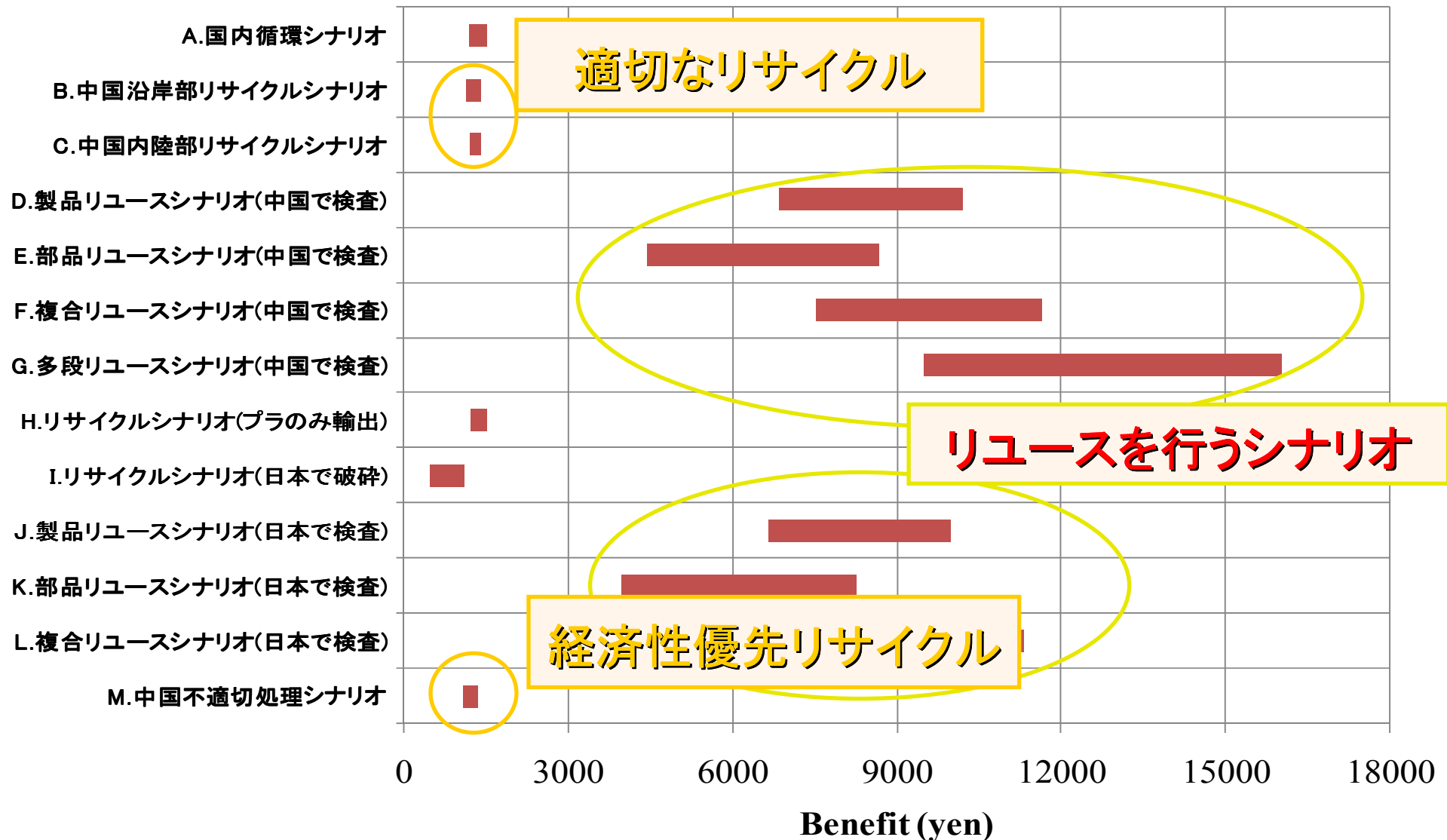
● 複合リユース



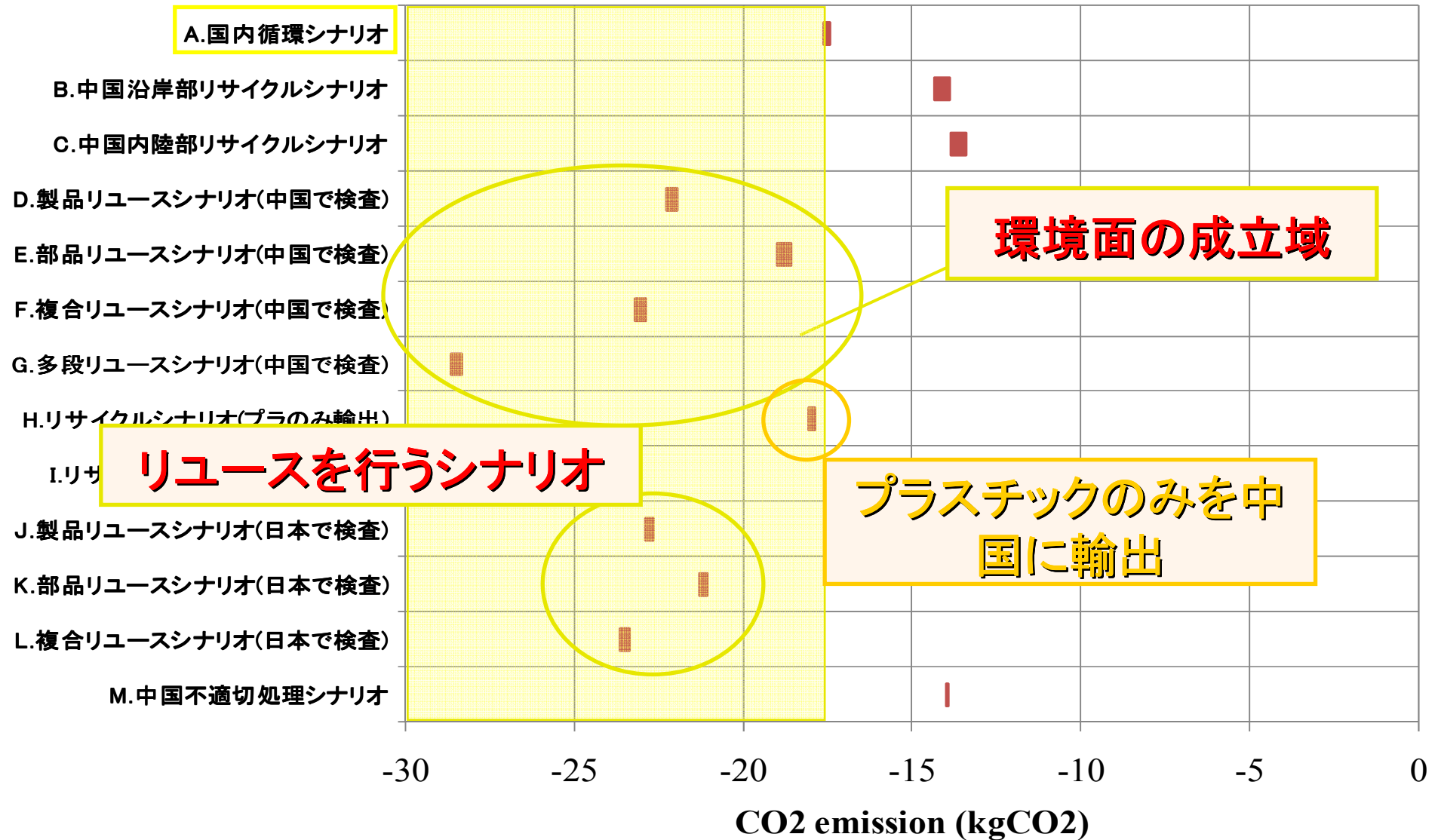
● 多段リユース



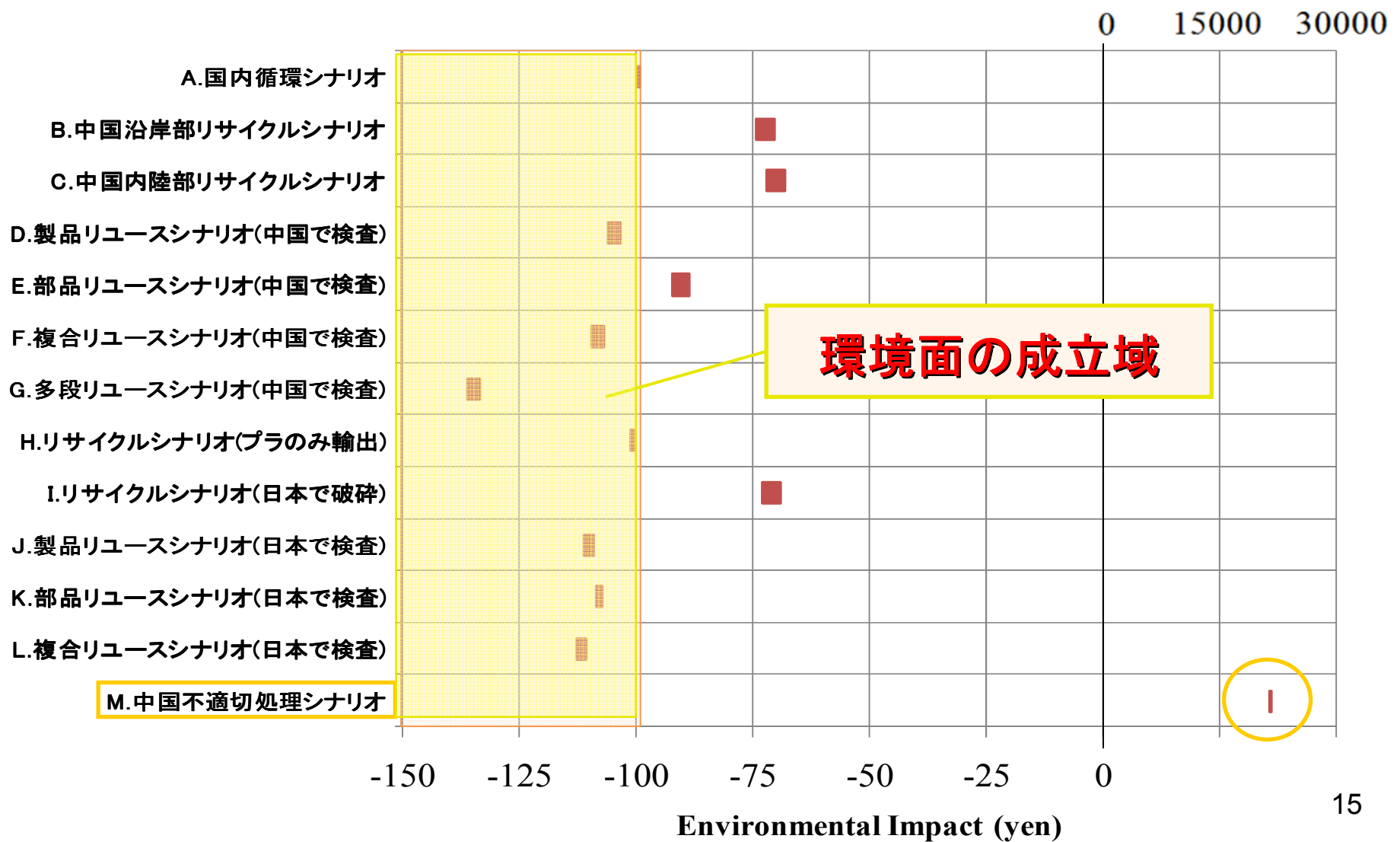
シミュレーション結果：経済性



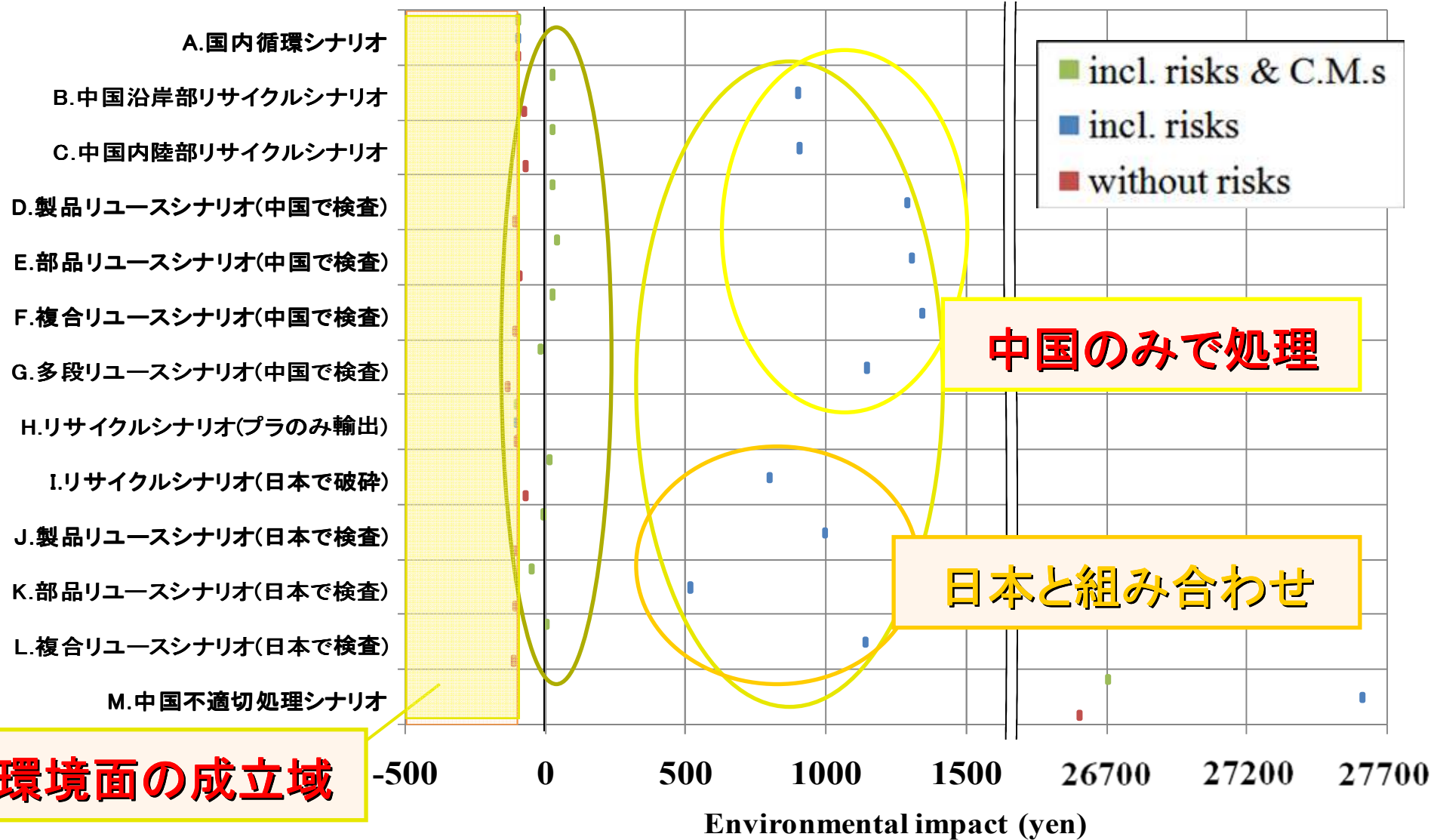
シミュレーション結果: CO2排出量



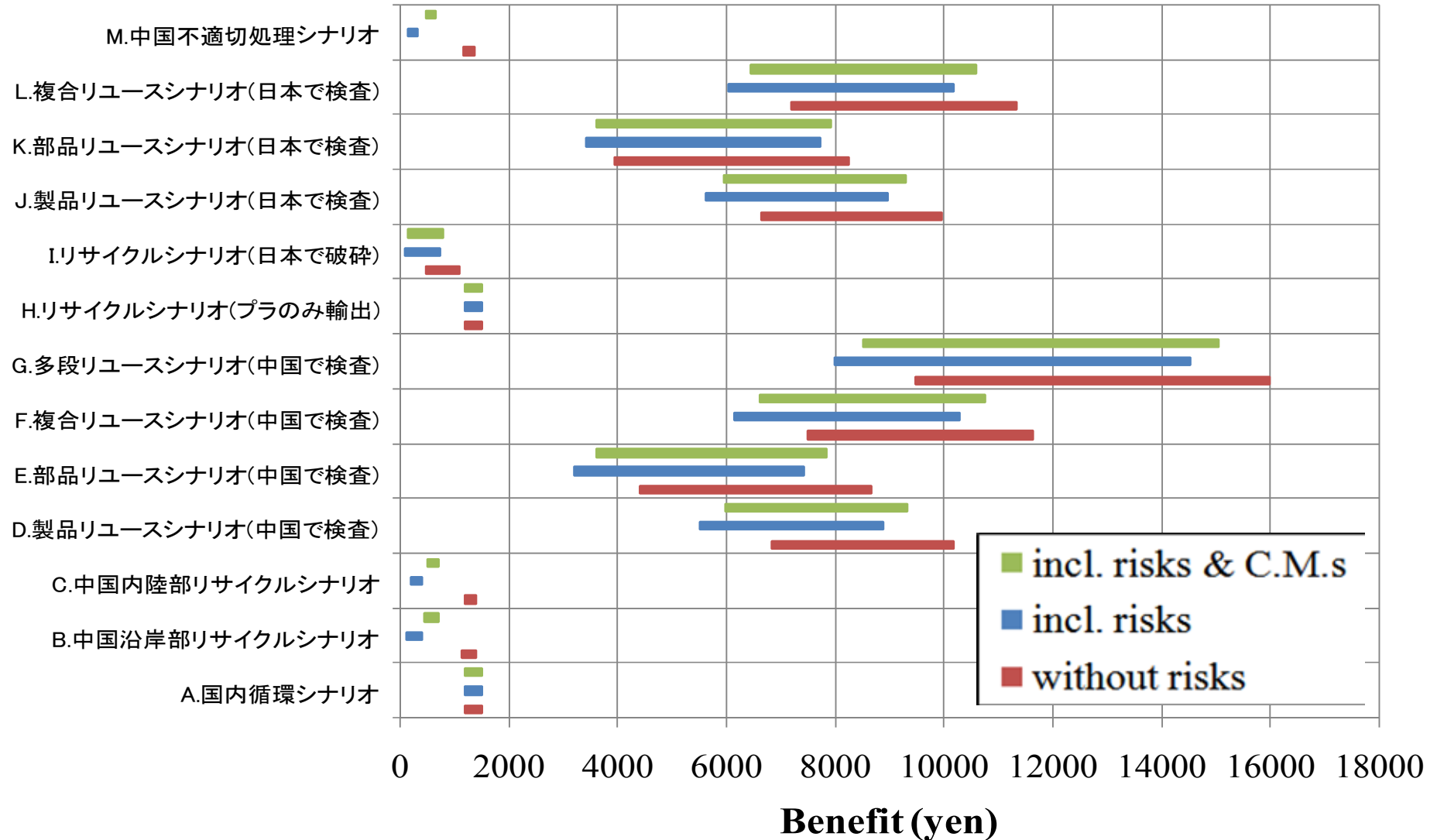
シミュレーション結果：環境負荷の統合指標 (LIME)



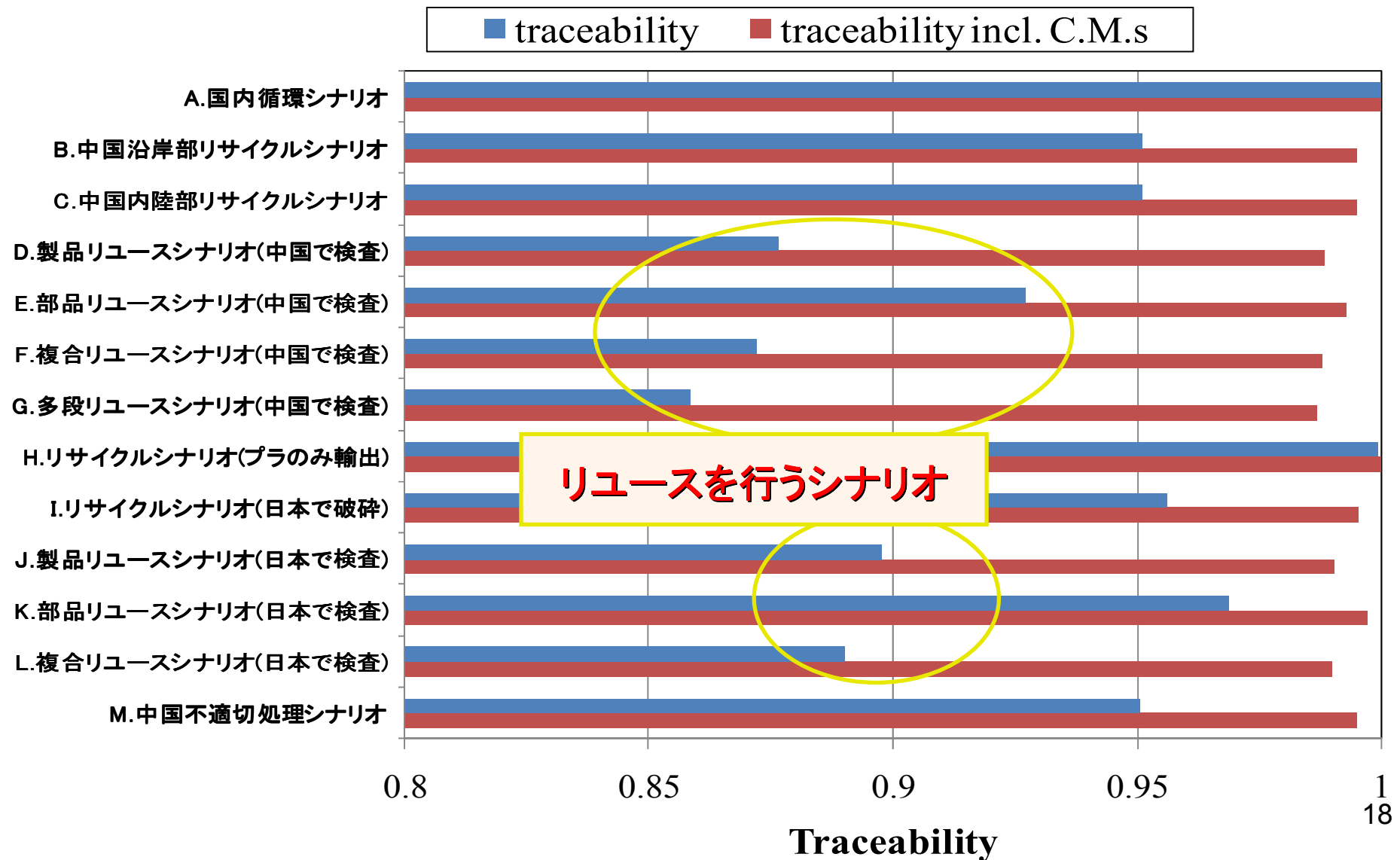
シミュレーション結果：環境リスク



シミュレーション結果：経済リスク

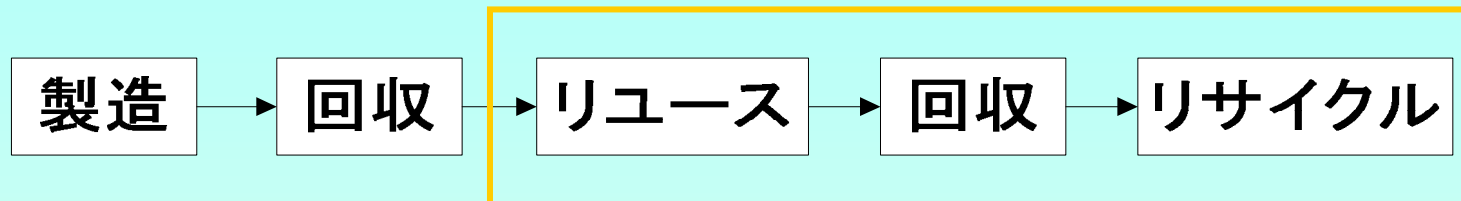


シミュレーション結果:トレーサビリティ



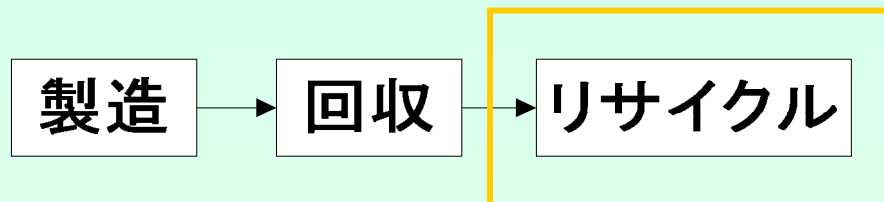
リユースとリサイクルの違い

リユース

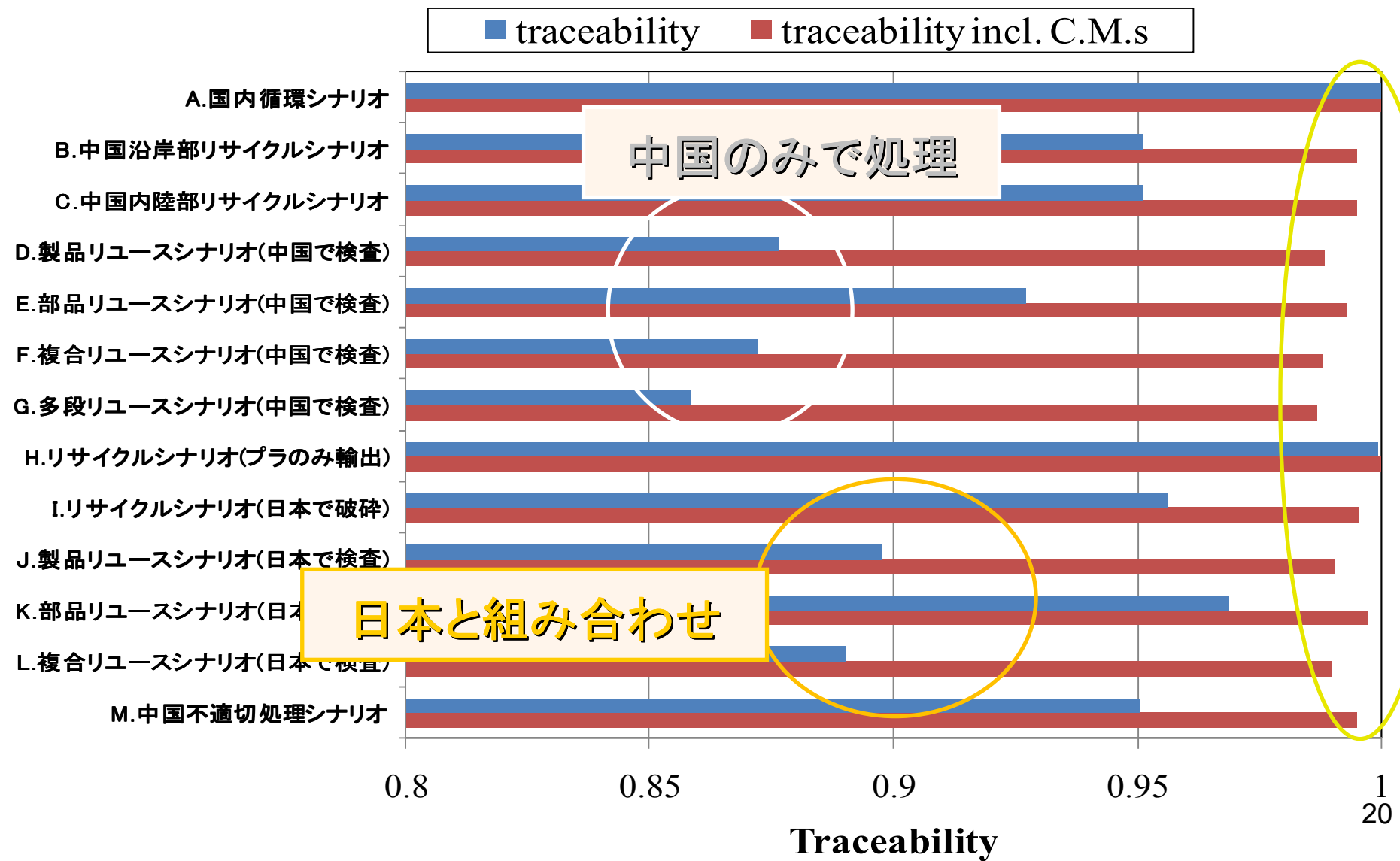


プロセス数

リサイクル



シミュレーション結果:トレーサビリティ



考察

- 経済面ではリユースを行うシナリオが有望であるが、環境面ではリスクの影響が大きく、成立させるためにはトレーサビリティを確保することが必要
- 中国のみで処理を行うよりも、日本国内と中国で処理を組み合わせた方がリスクによる環境への影響を小さくすることができ、またトレーサビリティも確保することができる
- 中国で行われている不適切な処理は、経済的には成り立っているが、環境負荷が大きいため持続的な循環とはいえない

まとめ

- 結論

- 統合的な環境負荷指標(LIME)の導入により不適切な処理の影響やリスクの環境への影響が計算できるようになった
- トレーサビリティを定量化することができた
- グローバル循環は経済的には成り立つが、環境面ではリスクの影響が大きいためリスク対策が重要

- 今後の課題

- さらなる分析による成立条件の詳細化
- 現実の法制度を考慮して、持続可能なグローバル循環構築のための政策提言を行う