

カーボンニュートラル移行の加速に向けた
総合知に基づく社会シナリオ：技術シナリオ評価G

ライフサイクル思考に基づく技術評価

東京大学 未来ビジョン研究センター

菊池 康紀

兼担：大学院工学系研究科化学システム工学専攻

兼務：「プラチナ社会」総括寄付講座

兼務：未来戦略LCA連携研究機構

兼務：地域未来社会連携研究機構

ykikuchi@ifi.u-tokyo.ac.jp



2025年2月6日(木)

技術・システムの評価と研究開発の統合

Input-output analysis (IOA)
- 産業連関分析

Material flow analysis (MFA)
- マテリアルフロー分析

Life cycle assessment (LCA)
- ライフサイクルアセスメント

Technoeconomic analysis (TEA)
- 技術経済性分析

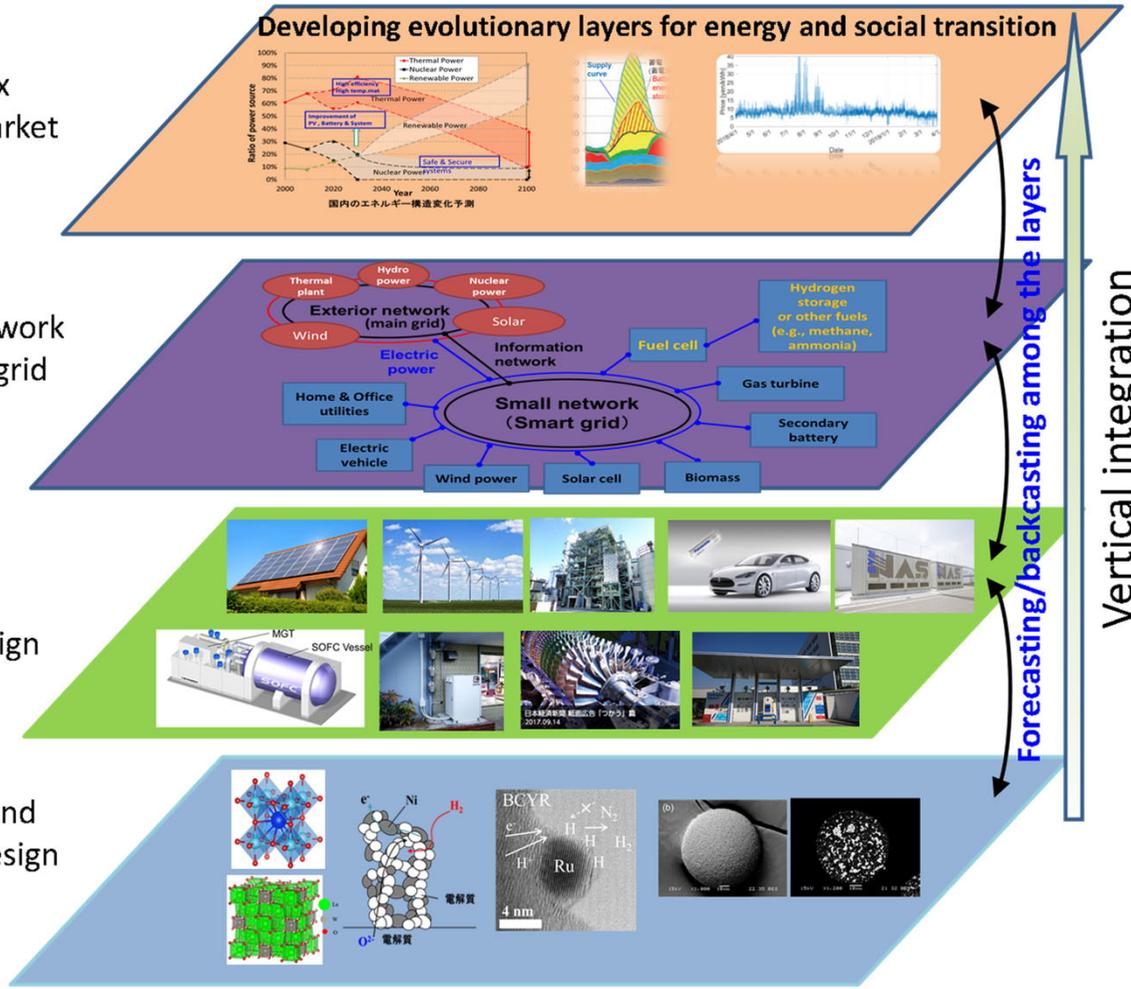
- TEA：大友班、LCA：菊池班にて実施
- パラメータ解析により技術・システムの性能を幅で表現
→他のグループとのインタフェースに

Society
• Energy mix
• Energy market
• Industry
• Daily life

Energy network and smart grid (ICT)

Device and system design

Materials and reaction design



Vertical integration
Integration with the aid of informatics and data science

ライフサイクルアセスメント(LCA)とは、ライフサイクル思考に基づく評価手法

LCAは、対象とする製品を生み出す資源の採掘から素材製造、生産だけでなく、製品の使用・廃棄段階まで、**ライフサイクル全体（ゆりかごから墓場まで）を考慮し、資源消費量や排出物量を計量するとともに、その環境への影響を評価する手法**である。

実際にみえている製品やサービスの使用段階での環境影響だけでなく、製品が製造されるまで、また廃棄に至るまで、**目にみえない所での環境影響を考えることが特徴的**である。

国際標準化機構 ISO: International Organization for Standardization

- ・ISO14001: 環境マネジメントシステム
- ・ISO14010: 環境監査
- ・ISO14020: 環境ラベル
- ・ISO14031: 環境パフォーマンス評価
- ・**ISO14040: ライフサイクルアセスメント**
- ・ISO14050: 用語と定義

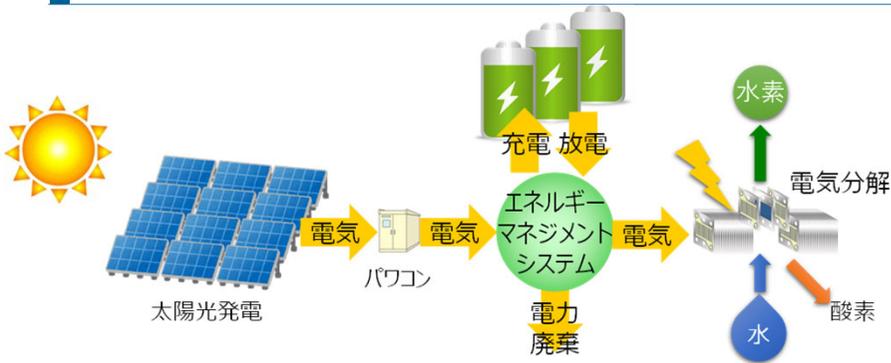
LCAのはじまりは・・・？

1969年 コカ・コーラ社が異なる容器の環境影響を定量化

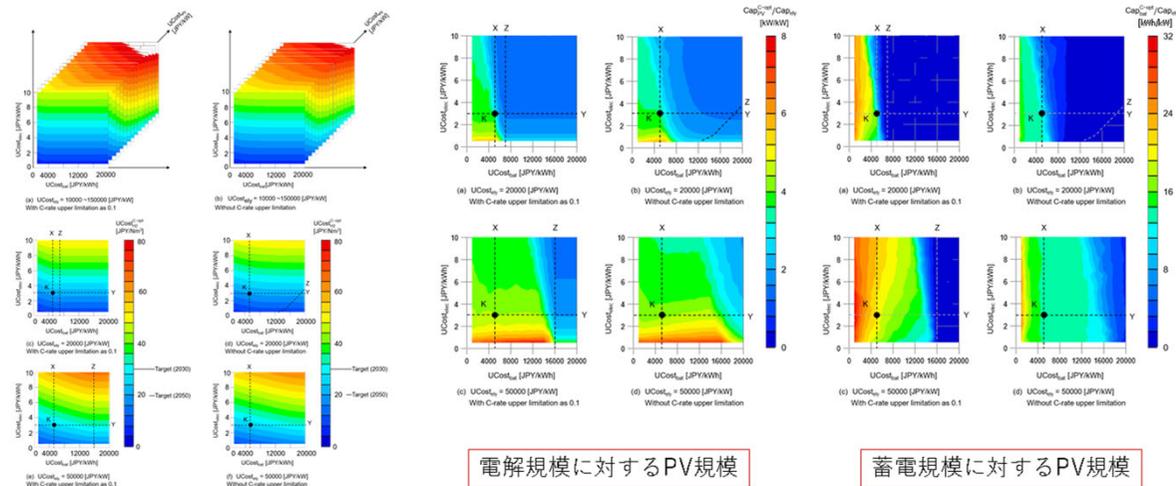
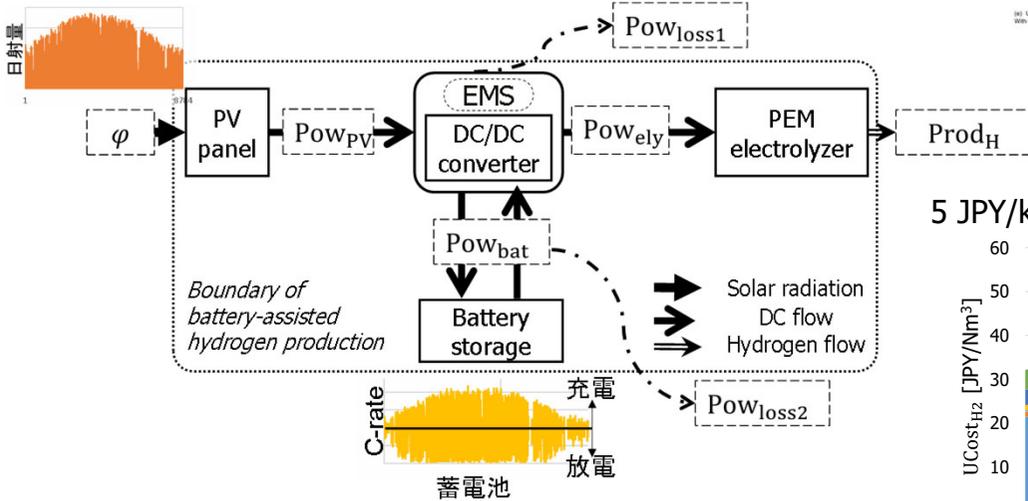
割れやすく重たいガラス瓶から、
石油から作るペットボトルへの変更は良いのか悪いのか？

→石油から生産するPETボトルの方が、
トラック輸送の高効率化や破損の減少による
エネルギー消費削減によりトータルで
石油使用量が削減しうることを示した

新規技術システムの適用可能性検証：蓄電池援用型水素製造



数理モデル化

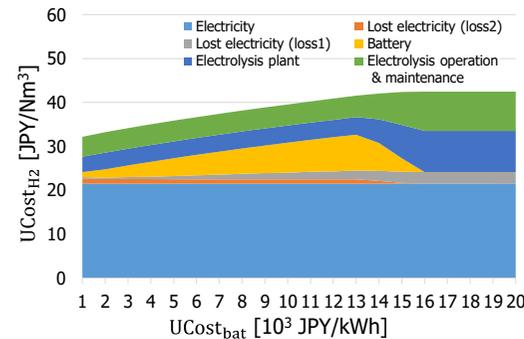


水素コスト

電解規模に対するPV規模

蓄電規模に対するPV規模

5 JPY/kWh; 50k JPY/kW; C-rate<0.1



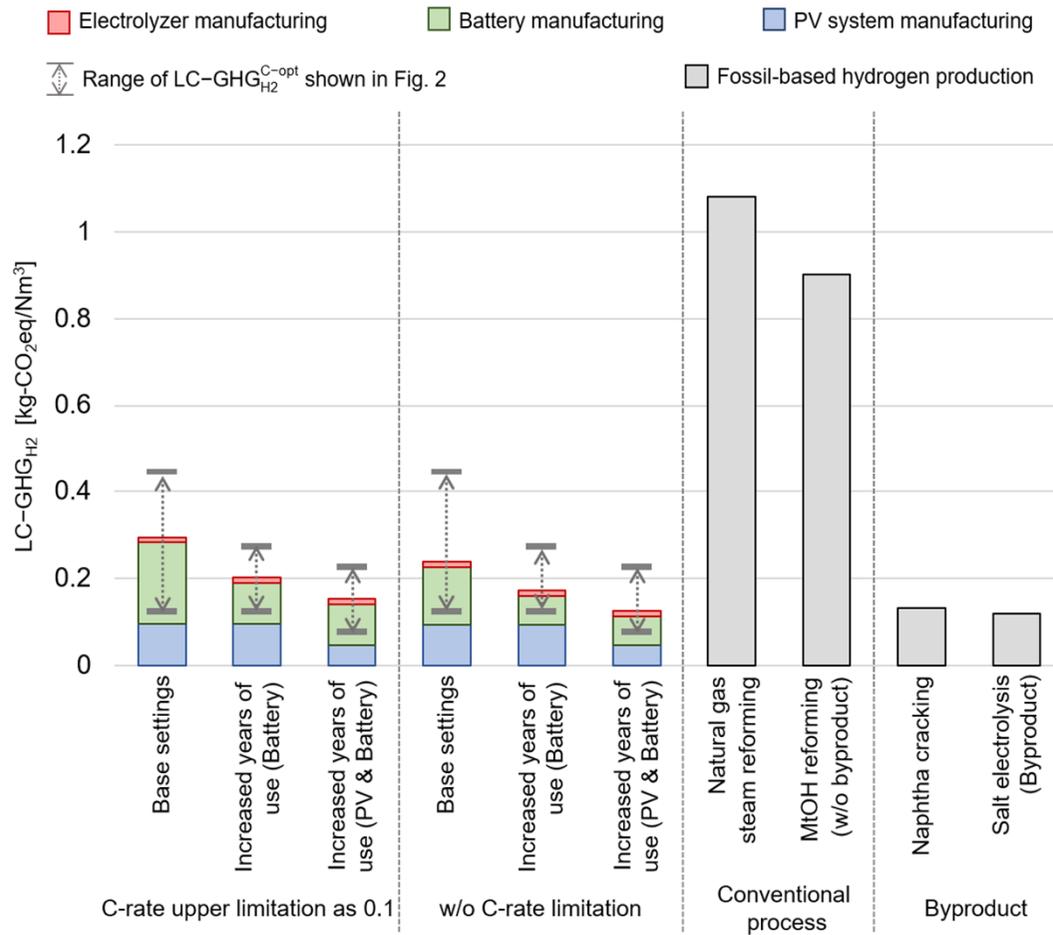
- 蓄電池の援用によるコスト・環境負荷への影響を解析
- 目標到達を達成しうる条件の有無を解析
- 目標達成に向けた技術・システムの要件を逆解析

Kikuchi et al., 2018;
Sako et al., 2022

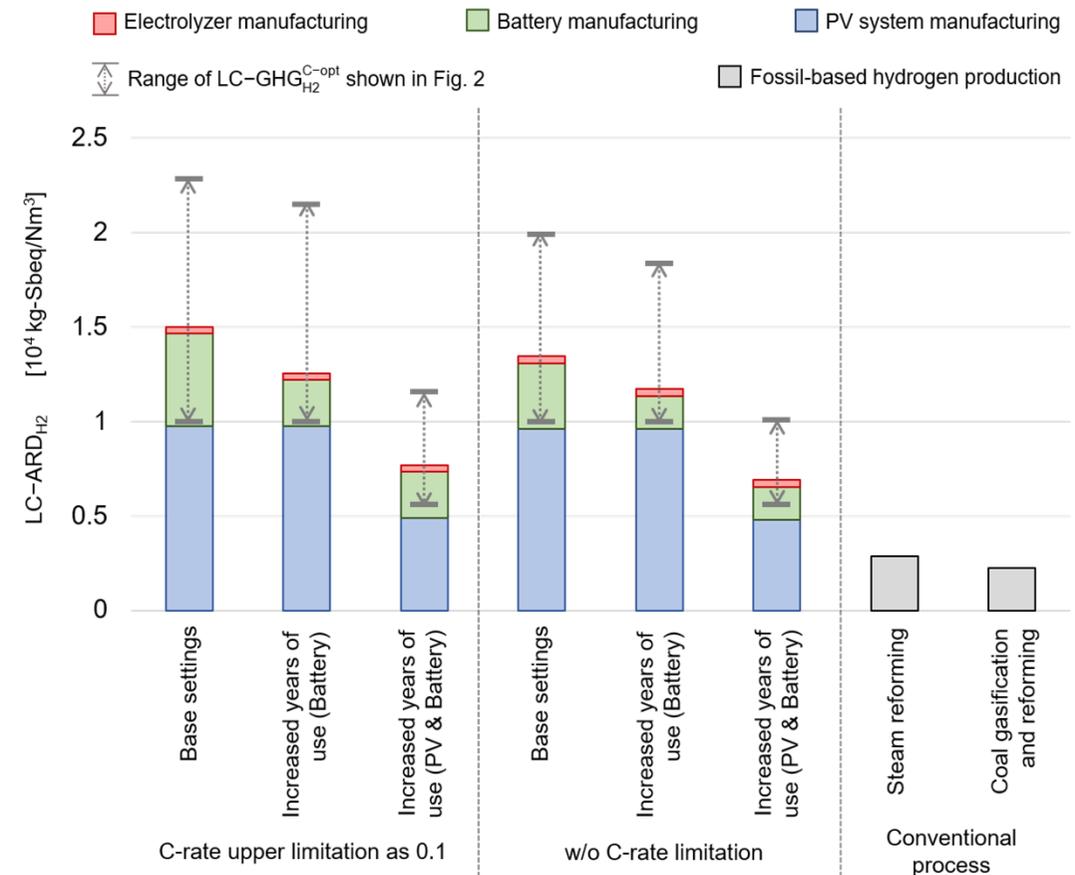


新規技術システムの適用可能性検証：蓄電池援用型水素製造

ライフサイクルGHG排出量



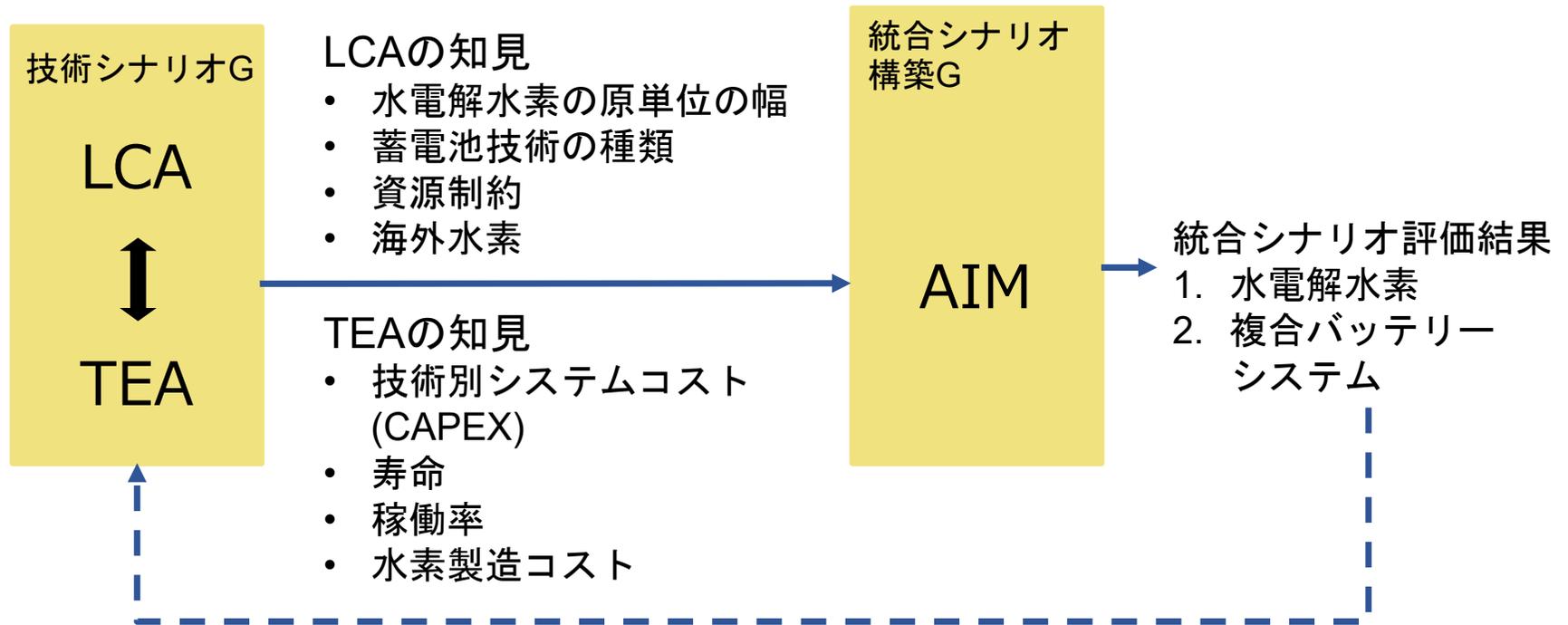
ライフサイクル資源消費量



Kikuchi et al., 2018;
Sako et al., 2022

技術評価とシナリオ分析を連成させる

例：水電解での水素製造



今後の展開

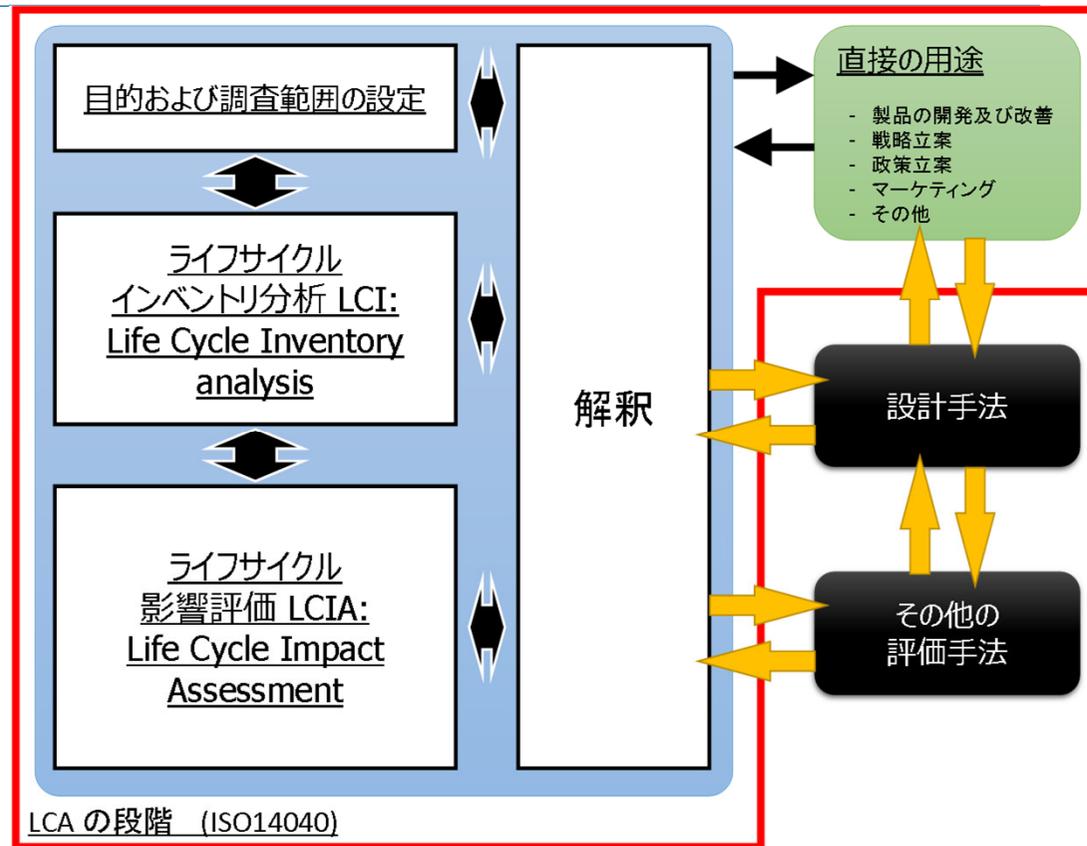
- 水素およびカーボンリサイクル技術のTEA、LCAの構築
- 内部モデルの構築（複合バッテリーシステム: 再エネ + EC、水素貯蔵 + 蓄電池）
- 統合モデルにおける電源構成の評価（電気 vs. 水素）



“将来性”を考えるライフサイクル思考

LCAはエンジニアリングツールへ

- “設計”のための“評価”としてのLCA
 - どこからはじめても全体をカバーするための“両向き矢印”
 - まずは
 - フォアグラウンドプロセスの特定
 - バウンダリの設定
 - バックグラウンドプロセスの設定
- 数値を出すことばかりを目的としないLCA
 - 技術開発目標を明確化する
 - 適切な導入規模を見定める
 - 将来のシナリオを考える
- LCA以外の手法と組み合わせて考える
 - エンジニアリングツールの活用
 - その他の評価手法の活用
 - “シナリオ”計画・分析との連携により、micro-meso-macroの連成解析を目指せる



マテリアルフロー分析(MFA)

産業連関分析(IOA)