



ライフサイクルシミュレーションを用いた 電気自動車の資源循環シナリオ評価

大阪大学 工学研究科
機械工学専攻 助教
村田秀則

2022年3月7日 (月)
関西エネルギー・リサイクル科学研究振興財団 令和4年助成研究発表会



目次

1. 背景

- カーボンニュートラル
- 循環経済
- 電気自動車
- ライフサイクルシミュレーション

2. 目的

- 電気自動車の資源循環を考慮したCO₂排出量評価

3. シミュレーション結果

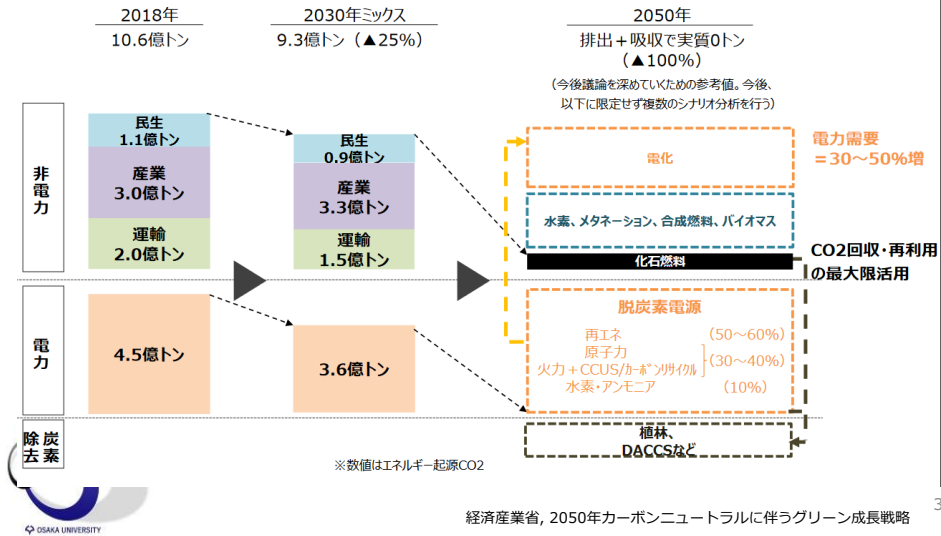
- ライフサイクルシミュレーションモデル
- 評価シナリオ
- シミュレーション結果

4. 結論



背景

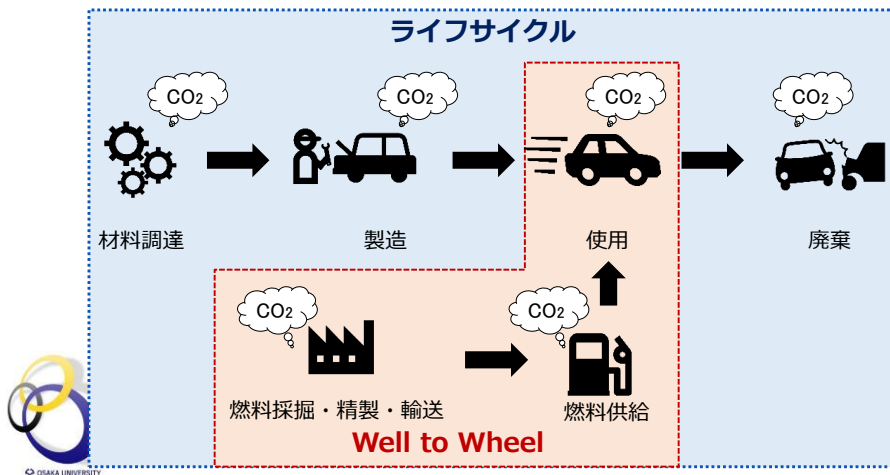
- 2050年カーボンニュートラル目標
- 電化と電源の脱炭素化が必要



3

カーボンニュートラル

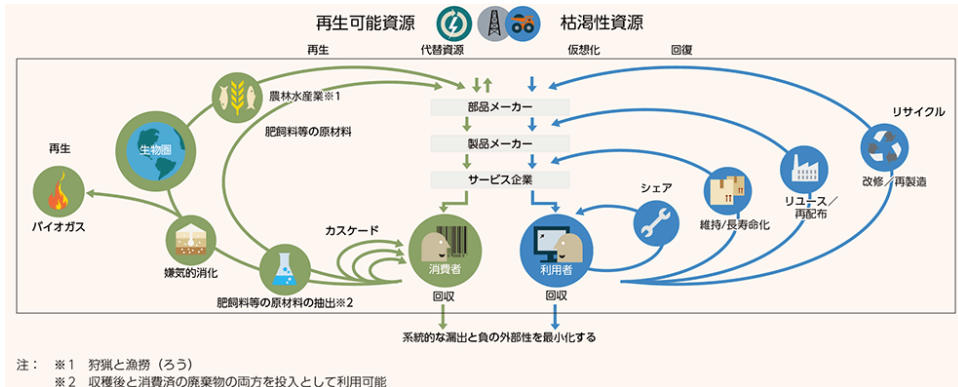
- 製品ライフサイクル全体でCO₂排出をゼロに
- 電化と電源の脱炭素化だけでは資源採掘や廃棄のCO₂排出ゼロは困難



4

循環経済

- ・カーボンニュートラル実現手段の一つ
- ・資源循環により環境負荷低減と経済成長促進
- ・循環が小さいほど効果が高い（リユース>リサイクル）

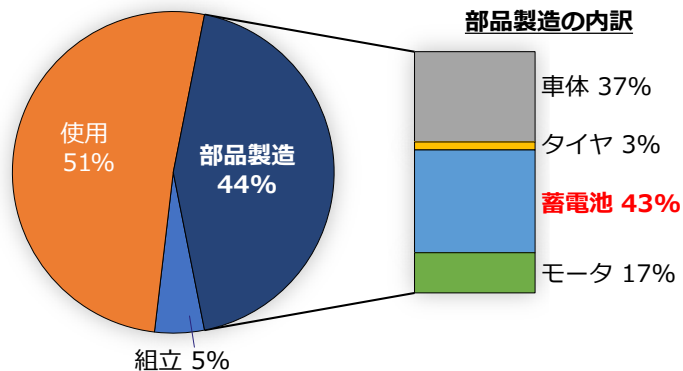


エレン・マッカーサー財団, <https://ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy-diagram>
 環境省, 環境白書 (2015), <https://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h28/html/hj1601030301.html>

5

電気自動車

- ・カーボンニュートラルに向け普及促進
- ・使用時のCO₂排出は少ないが製造時のCO₂排出は大きい
- ・製造時CO₂排出の約40%が蓄電池

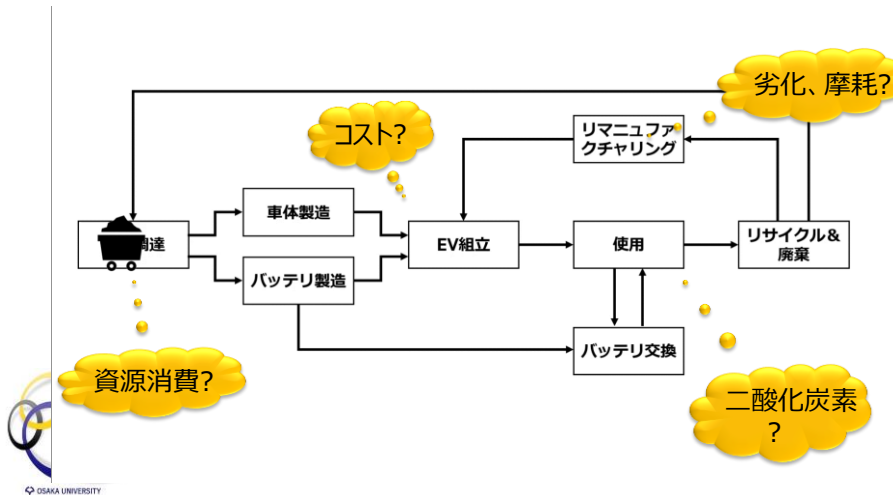


“光斎, 山末, Resources, Conservation & Recycling, (2021)”, “みずほ情報総研株式会社, 定置用燃料電池システム及び燃料電池自動車のライフサイクル評価に関する調査, (2008)”, IDEAデータベース, をもとに作成

6

ライフサイクルシミュレーション

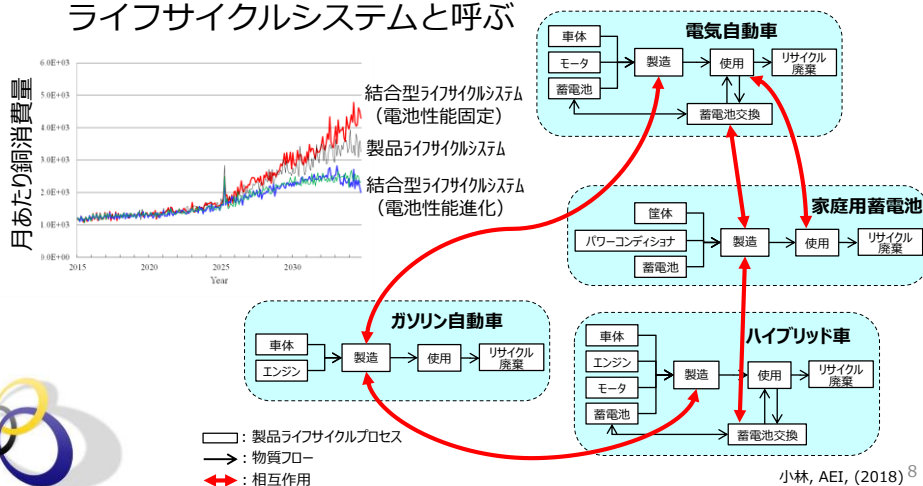
- 製品個体の挙動に着目した離散事象シミュレーション
- 製品ライフサイクルにおける物質の流れを計算
- CO₂排出や関与物質総量を評価



7

結合型ライフサイクルシステムのシミュレーション

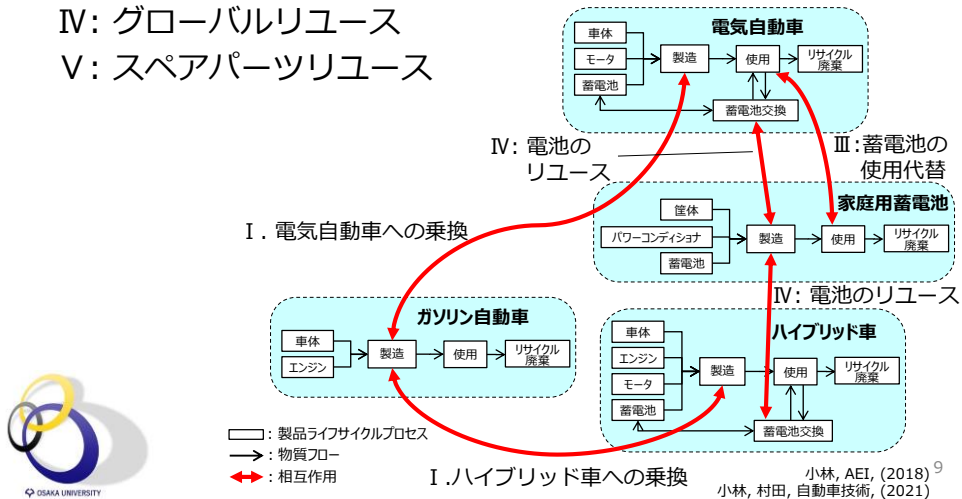
- 複数製品ライフサイクルに関わる物質の流れを計算
- 物質の流れに影響を与える相互作用をモデル化
- 相互作用する製品ライフサイクルシステム群を結合型ライフサイクルシステムと呼ぶ



小林, AEI, (2018)⁸
 小林, 村田, 自動車技術, (2021)

結合型ライフサイクルシステムの相互作用

- I : 需要代替
- II : 副機能代替
- III : 使用強度変化
- IV : グローバルリユース
- V : スペアパーツリユース



目的

ライフサイクルシミュレーションを用いた 電気自動車の資源循環シナリオ評価

- ✓ 電気自動車を含む結合型ライフサイクルシステムを対象
- ✓ 2050年カーボンニュートラルを目標としたシミュレーション

対象製品

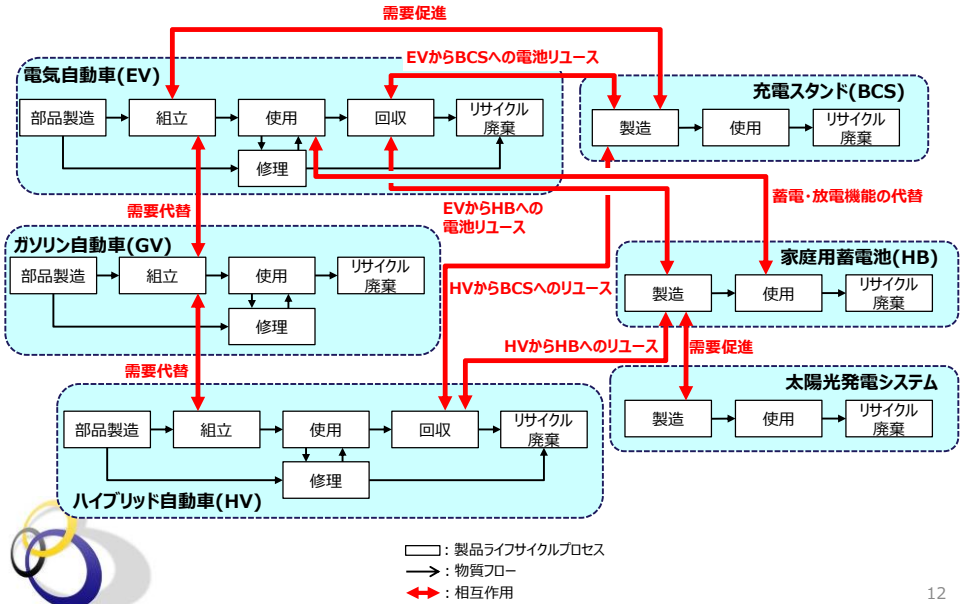
	電気自動車 電池容量:35.5 kWh		充電スタンド 充電時間:8 h 最高出力:3.7 kVA
	ハイブリッド自動車 排気量:1,500 cc		家庭用蓄電池 電池容量:6 kWh 最高出力:1.5 kVA
	ガソリン自動車 排気量:1,300 cc		太陽光発電システム 面積:28.1 m ² 最高出力:3.91 kW



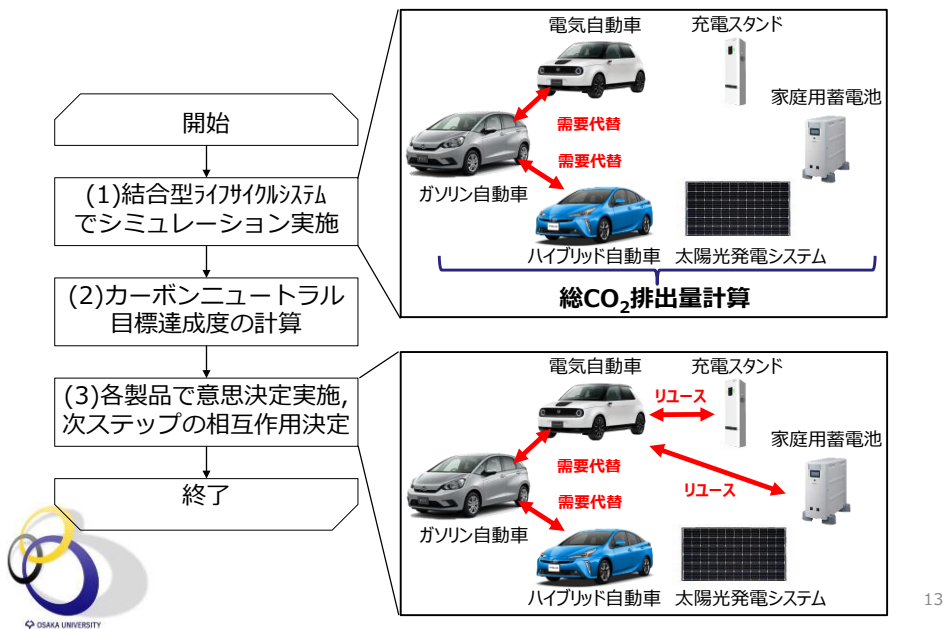
<https://www.honda.co.jp/honda-e/>
<https://toyota.jp/prius/>
<https://www.honda.co.jp/fit/maison/>
<https://electricmobility.efacec.com/ev-public-charger/>
<https://www2.panasonic.biz/is/souchikuene/chikuden/>
<https://sumai.panasonic.jp/solar/>

11

ライフサイクルプロセスモデル



シミュレーションの実行手順



13

シミュレーション条件

- 対象地域
 - ・ 37万人程度の日本の都市（吹田市をモデル）
- 評価期間
 - ・ 2020年～2050年
- 意思決定
 - ・ 妥協的意思決定
 - 個々の利益
 - 全体のCO₂排出量（2050年カーボンニュートラル）
 - ・ 半年に1回意思決定実行
- その他条件
 - ・ 電源の脱炭素化は2050年で100%完了※
（2020年:19% 2030年: 26% 2040年: 63%）

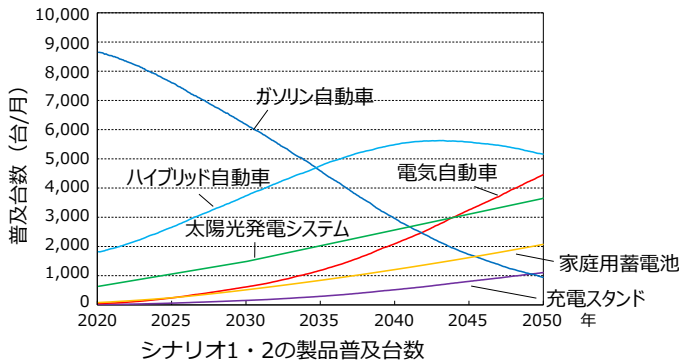


※歌川, 堀尾, 化学工学論文集, (2020)

14

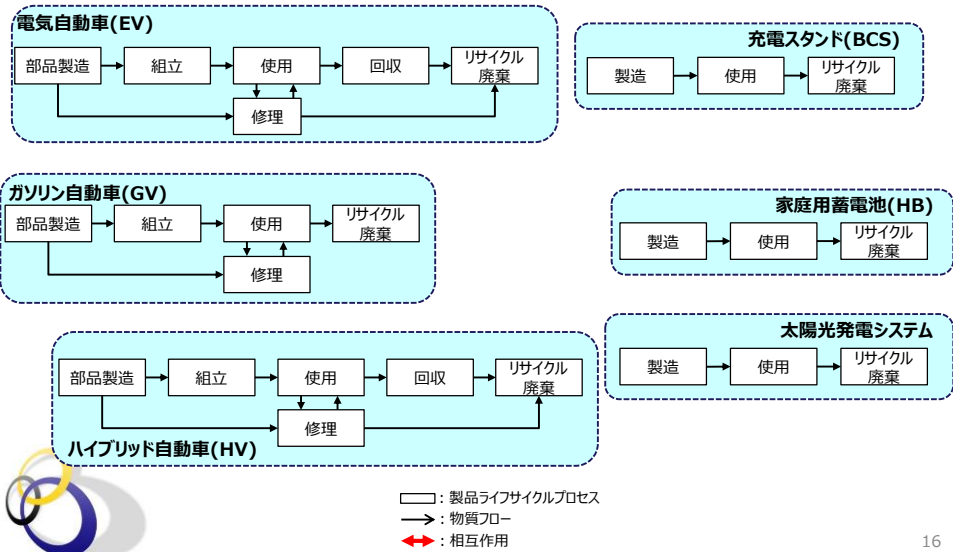
評価シナリオ

	相互作用			
	リサイクル	リユース	需要変化	使用強度変化
基準シナリオ	○			
リユースシナリオ	○	○		
結合型ライフサイクルシナリオ	○	○	○	○



矢野経済研究所, 自動車メーカーのスマートカー戦略と市場展望, (2020). A. Lucas et al., Energy Policy, (2012). 15
一般社団法人 太陽光発電協会, 太陽光発電の現状と自立化・主力化に向けた課題, (2021).
資源エネルギー庁, エネルギー白書2021, (2021). 一般社団法人 日本電機工業会, JEMA 蓄電システムビジョン Ver.6, (2021).

基準シナリオ

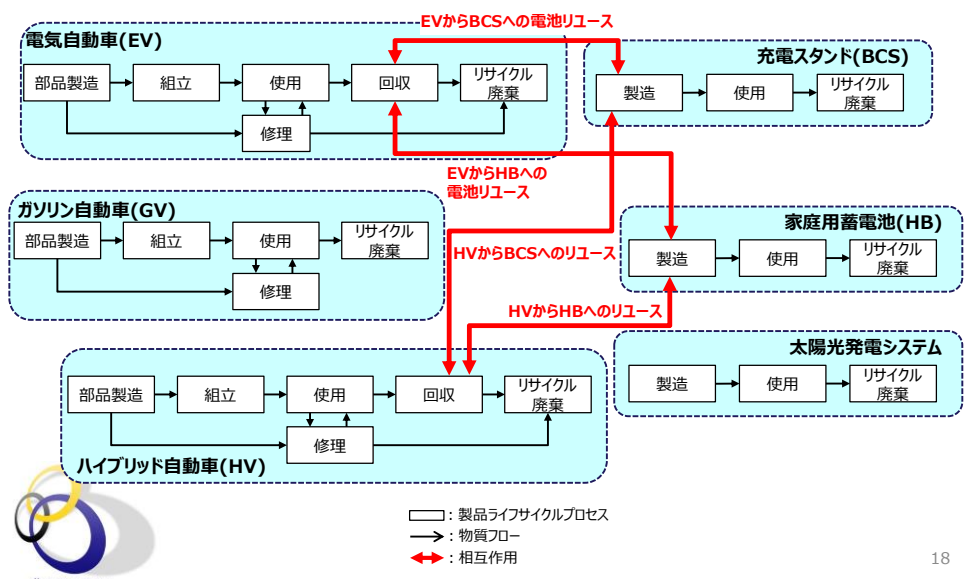


基準シナリオ（リサイクルのみ）

講演時のみ
配布資料からは削除しています



リユースシナリオ



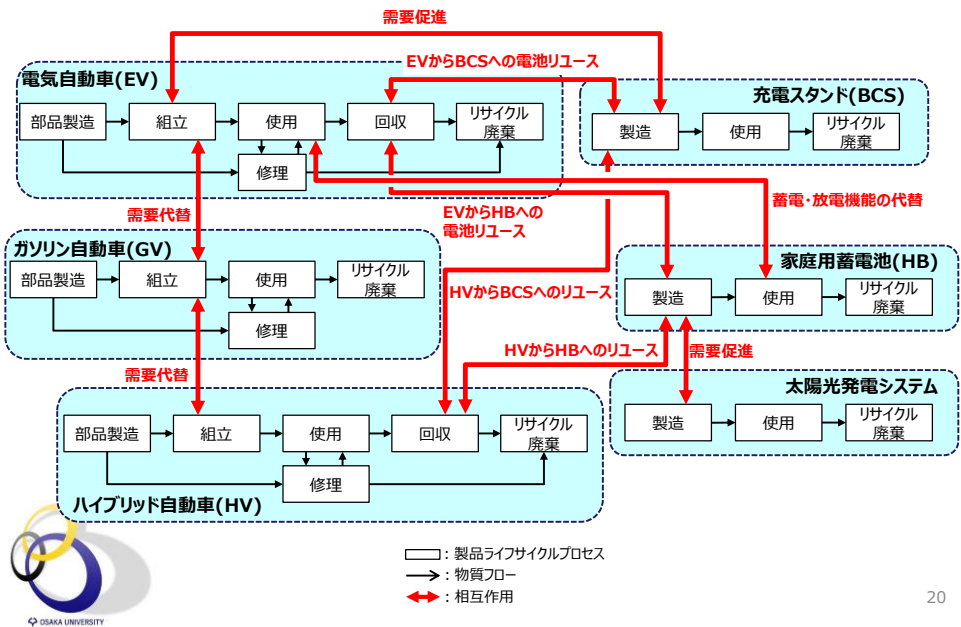
リユースシナリオ（リサイクル含む）

講演時のみ
配布資料からは削除しています



19

結合型ライフサイクルシナリオ



20

結合型ライフサイクルシナリオ

講演時のみ
配布資料からは削除しています



21

累計CO₂排出量

講演時のみ
配布資料からは削除しています



22

リユースシナリオの比較

- 基準シナリオと比較し累計CO₂排出量は変化せず

累計CO₂排出量に変化のない要因

- 電池リユース先（家庭用蓄電池と充電スタンド）の少なさ
- 電気自動車から廃棄される電池の容量の大きさ

さらなる削減に向けて

- リユース先の増加
- 車載用蓄電池の長寿命化
- 電気自動車の用途別分類と電気自動車間でのリユース
 - レジャー用：電池容量70%で廃棄
 - 街乗り：電池容量50%で廃棄



23

結合型ライフサイクルシナリオの考察

- 基準シナリオと比較し累計CO₂排出量は14%削減
- 2050年カーボンニュートラル目標は未達成

累計CO₂排出量削減の要因

- 自動車の電動化促進（電気自動車への需要代替）

カーボンニュートラル目標未達成の要因

- 使用プロセス以外のCO₂排出
- 意思決定における考慮の程度（努力目標）

さらなる削減に向けて

- 資源循環の促進
- 意思決定における考慮の程度変更（達成目標）



24

結論

本研究では、意思決定により製品ライフサイクル間の相互作用を制御する新たなライフサイクルシミュレーション手法を考案し、電気自動車の資源循環シナリオ評価を行った。その結果、以下の結論を得た。

- リユースだけではCO₂排出削減量は小さく、リユース先の確保も同時に行う必要がある
 - ・ 特に車載用蓄電池のリユース先を迅速に用意する必要
- 電源の脱炭素化と電動化の促進、リユースを考慮すると、リサイクルのみの場合と比較し累計CO₂排出量は14%削減するが、2050年カーボンニュートラル目標は達成できず
 - ・ 使用プロセス以外のCO₂排出が原因、さらなる資源循環が必要

