

モビリティ革命を考慮した脱炭素化の検討手法

A methodology for low-carbon assessment of the mobility revolution

○朴秀日*¹⁾、加藤博和¹⁾、西本祐司²⁾

Suil Park, Hirokazu Kato, Yuji Nishimoto

1)名古屋大学大学院環境学研究科附属持続的共発展教育研究センター, 2)名古屋大学大学院環境学研究科

* suil@urban.env.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

日本国内の温室効果ガス排出総量の約2割を占める運輸部門においては、排出量削減のために技術・車両・運行形態の革新を図るのみならず、移動の変更を伴う交通システム全体の改善が必要不可欠である。一方、近年はICTやエネルギー等に関する新技術の活用に伴い「モビリティ革命」が起きつつあり、特にCASE (Connected・Automated・Shared・Electrification) と呼ばれる自動車の根本的な変革が予想される。また、MaaS (Mobility as a Service) の登場とともに、これらを基盤とした交通モード間の連携が注目を浴びている。しかし、モビリティ革命をもたらす新たな技術・サービスの環境負荷に関する学術的・客観的な評価や検討はほとんど行われていない。そこで著者らは、「モビリティ革命が脱炭素化を実現するための条件」を明らかにする手法の確立を目指して研究を進めている。本稿では、本研究の概要とこれまでの成果について紹介する。

2. 研究の目的

本研究では、交通システムに様々な交通具・技術・サービスを導入した場合の低炭素性変化を LCA (Life Cycle Assessment) に基づいて分析・評価し、さらに需要・供給状況やインフラ整備・エネルギー技術等の要因による変化も考慮できる評価手法を開発する。これを実際の都市に当てはめ、交通システムの低炭素性を評価するとともに、シームレスな移動を同時に実現することで QOL 向上にも資する交通システムのあり方を見いだす方法論を確立することを目的とする。

3. 検討手法の枠組

著者らは、通常の LCA では個別に評価される車両やインフラをまとめて体系的な交通システム(交通具・交通路・交通主体)として扱う SyLCEL (System Life Cycle Environmental Load) による評価を行ってきた。さらに、交通システム利用(交通サービス)や走行状況(交通マネジメント)の変化を考慮し、交通社会資本整備に影響を受ける他の交通手段や活動まで評価を拡張した範囲(バウンダリー)でのライフサイクル(LC)環境負荷を ELCEL (Extended Life Cycle Environmental Load) と呼び、その範囲で道路整備や新規鉄軌道整備時における CO₂ 排出量変化を評価する手法を構築し実



図1 LC-CO₂ 排出量・低炭素性評価のフロー

例に適用してきた。

以上の評価手法を援用・拡張し、図1に示すように「(1) 交通システム」「(2) 交通具・エネルギー・新技術」「(3) IT 等交通マネジメントと QOL」「(4) 都市・地域人口・空間構造」に着目し、モビリティ革命に伴う脱炭素社会(例えば 2050 年カーボンニュートラル)の目標を設定し、次世代モビリティツール(交通具)・技術・サービスの主要項目別に評価し、中長期的に脱炭素化を達成できる条件を明らかにしている。それらを取りまとめ評価できるフローを図1に示す。

まず、モビリティ革命に伴う CO₂ 排出量変動要因とその関係性を整理する。モビリティ革命の実現に寄与する交通具・技術・サービスの主な項目を抽出する。次に、各項目の LC-CO₂ プロセスツリーを作成し、CO₂ 排出構造を定式化する。そして、既存の中大量輸送機関およびインフラ・施設、また新しい端末モビリティ等を対象に LC-CO₂ 原単位を収集・整備する。これらを用いて、地域特性(気候・気温・地形・人口・面積・需要等)、車両特性(電動化・回生・エネルギー・充電パターン・新技術・軽量化等)を想定し、「(1) 交通システム」「(2) 交通具・エネルギー・新技術」「(3) IT 等交通マネジメントと QOL」「(4) 都市・地域人口・空間構造」それぞれのケーススタディ(技術・施策)を行う。得られた結果を踏まえ、環境負荷削減(長期的には脱炭素化)に有効かどうか、各々の条件に応じて感度分析を通じて評価・検証することで不確実性を考慮できる方法論を構築し、それを用いた分析の結

果をもとに、脱炭素社会を実現するモビリティ革命の条件を提示する。

その他、地域公共交通関係者等が新規交通サービス導入を検討する際、地域・交通手段別に低炭素化効果を客観的・簡易的に把握できる評価ツールを構築・提示する。

4. LC-CO₂推計と施策検討手法

本研究で開発した、LC-CO₂推計に基づく脱炭素化施策検討手法の詳細について述べる。

はじめに、モビリティ革命に資する交通具・技術・サービスのうち主なものとして15項目を抽出した(図2)。各項目の概要と普及・実装状況を整理し、CO₂排出量変動の主要因を、製造から廃棄までのライフサイクルに着目して排出用推計および変動要因等を把握するためにプロセスツリーを構築した(図3)。これを用いると、新しい交通具・技術・サービスの導入によって交通起源のCO₂原単位や排出量が増減する要因について、外生要因である交通需要や燃料源、さらにこれらを規定する社会経路を含め、技術要因・地域要因・行動変容要因・内外的要因等の分析が可能となる。

文献収集およびヒアリング調査等を通じて車両・インフラの素材・部品・建物の資材等の情報とデータを収集し、LCI データベースIDEA を用いて、製造段階の評価に標準的に使用できるCO₂排出原単位を整備した。走行時の原単位についてはヒアリング調査によって実測データを入手し、車両の電費計測走行試験を通じてWtoW (Well to Wheel) 原単位を整備した。

これらを用いて走行条件・利用人数・電力構成を考慮したシナリオ評価を行うとともに、それらの組み合わせを比較・分析した。さらに、乗用車から鉄道・バスといった中大量公共交通機関への転換によるCO₂大幅削減可能性の検討を行った。そのため、多様な中大量輸送システムについてもLC-CO₂原単位を整備するとともに、端末交通機関として次世代パーソナルモビリティを新たに想定し、導入前後のCO₂排出量を利用距離・乗車人数・車両種類別に推計できるようにした。その際、地域特性、車両特性、需要特性(輸送量、車両乗車人数等)の様々な条件を考慮したCO₂排出量を推計できるようにし、それらの条件に関するシナリオ評価・感度分析を通じて環境・交通施策への検討手法等を整理した。

また、既存および新しい交通システムの導入が低炭素化に貢献するかどうかを簡便かつ客観的・定量的に

モード:M (交通具)	M1 電動バス	M2 超小型EV	M3 GSM	M4 電氣/水素自動車	M5 自律走行バス
サービス:S (交通路)	S1 カーシェアリング	S2 ライドシェアリング	S3 バイク/サイクルシェアリング	S4 モード連携サービス(MaaS)	S5 貨客混載サービス
ライフスタイル:L (交通主体)	L1 リモートワーク	L2 フレキシブルオフィス	L3 EC・デリバリー	L4 オンライン診療	その他 都市構造人口・密度等

図2 モビリティ革命推進に資する主な交通具・技術・サービスの抽出結果

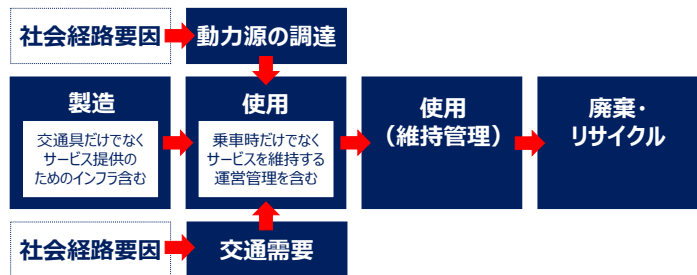


図3 LC-CO₂排出量推計のプロセスツリー

評価対象を選択して下さい		BRT						
評価対象・範囲	車種別・LET 路線別・用途別							
評価要素	車種別・用途別							
評価指標	CO ₂ 排出量							
入力データ (右側に値を入力してください)	路線長[km]	輸送人員 [人km/day]	車両重量	車両定員(人/編成)	編成車両数	表定速度	線路数	
	入力	入力	入力	入力	入力	入力	入力	
CO ₂ 排出量推計値(結果)	車両建設	インフラ建設	車両運行	インフラ運用	旅客輸送システムの SyLC-CO ₂ 排出量 (g-CO ₂ /人km)			
	出力	出力	出力	出力	出力			
年間CO ₂ 排出量								
出力								

図4 CO₂排出量の簡易推計ツールのシート

評価できるツールを開発した(図4)。これを用いると、交通事業者・自治体等の関係者が基本的な交通情報データを入力することで、既存および新しい交通機関導入による低炭素化効果を把握・比較できる。

以上の検討手法を用いると、国による低炭素技術の導入支援事業の評価や、自治体・交通事業者等における公共交通への転換や新たな交通システムの導入といった地域特性に左右される施策の低炭素性評価を行うことができ、EBPM (Evidence Based Policy Making) にも活用できる。

以上で示した評価手法およびフローを用いて得られた結果を適用・統合し、モビリティ革命が脱炭素を実現する条件を取りまとめる予定である。

謝辞：本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20201G01)により実施した。