

# モビリティ革命の低炭素性評価の方法論

## A methodology for low-carbon assessment of the mobility revolution

○朴秀日\*<sup>1)</sup>、加藤博和<sup>1)</sup>、森田紘圭<sup>2)</sup>

Suil Park、Hirokazu Kato、Hiroyoshi Morita

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) 大日本コンサルタント株式会社中部支社

\* 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、研究で開発しようとしている評価手法の概要について紹介する。

### 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) を用いて把握し、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、シームレスな移動も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. LC-CO<sub>2</sub> 排出量の評価手法

#### 3.1 フレームワーク

本研究のフレームワークを図1に示す。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

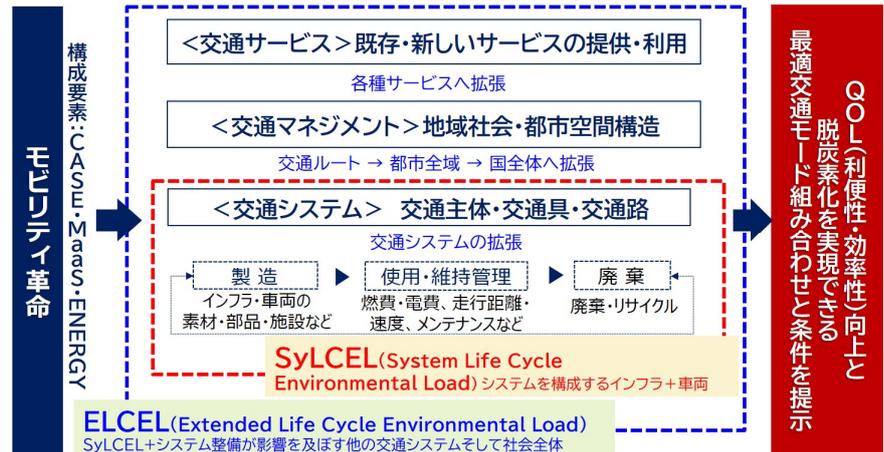


図1 フレームワーク

まとめて一体的な交通システムとして扱う 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・走行状況を反映させ、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、道路整備や新規鉄軌道整備時における CO<sub>2</sub> 排出量変化の評価手法を構築し実例に適用してきた。これらの評価手法を援用・拡張し、次世代モビリティツール (交通具)・技術・サービスの評価に用いる。そのために、各対象についてプロセスツリーを作成しそれに沿ってライフサイクルにわたる CO<sub>2</sub> 排出量 (LC-CO<sub>2</sub> 排出量) を特定化し、CO<sub>2</sub> 排出量変動要因とその関係性を整理する。さらに、LCA に基づく各種交通具・技術・サービスの低炭素性評価手法を構築する。

まず、都市内の各種交通手段 (自転車・電動アシスト自転車・電動キックボード・原付・自動車 (GV/EV/HV)・BRT・LRT・その他の中大量輸送機関など) の LC-CO<sub>2</sub> 排出原単位を収集・整備し、CO<sub>2</sub> 排出量を推計・比較する。その結果を踏まえ、交通需要・輸送量等の条件に応じて導入・転換が環境負荷削減にとって有効かどうかを SyLCEL および ELCEL の値で評価し、さらに感度分析を通じて不確実性を考慮でき

る方法論を構築する。これをベースに、各地域の特性や車両特性・走行条件を考慮可能な低炭素性を評価できるようにする。その上で、地域公共交通への導入および転換の検討時、各地域別・交通手段別に低炭素化効果を客観的に把握できる簡易評価手法を提示する。

### 3.2 LCAに基づくCO<sub>2</sub>排出量変動要因の整理

モビリティ革命に資する新技術・サービスのうち主なものとして、モード「交通具：電気・水素自動車、超小型モビリティ、グリーンスローモビリティ、電動バス、自律走行バス」、サービス「交通路：カーシェアリング、ライドシェアリング、バイク・サイクルシェアリング、モード連携サービス、貨客混載サービス」、ライフスタイル「交通主体：リモートワーク、フレキシブルオフィス、EC・デリバリー、オンライン診療」を抽出する。各項目の概要と普及・実装状況を整理し、それらの組み合わせによるCO<sub>2</sub>排出量変動の主要因を、製造から廃棄までのLCに着目して把握するためにLC-プロセスツリーを構築する。これを用いると、交通具・技術・サービスの導入によって交通起源のCO<sub>2</sub>原単位・排出量変動する要因について、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・内外的要因などの分析が可能となる。

### 3.3 評価に必要なデータ整備および分析方法

抽出した項目および次世代モビリティツールやシステム・サービスをLCプロセスツリーに適用し、必要なデータを入力することでSyLC-CO<sub>2</sub>排出量を推計することができる。ここで評価範囲は「車両」（交通具）および「インフラ」（交通路）の製造・建設段階から、運行・運用にかかる維持・管理段階、廃棄段階までの一連の過程である。車両のLCAは「製造」「使用・維持管理」「廃棄」の各段階からなる。「製造」段階は「素材・部品・車体」の製品製造とする。「使用・維持管理」段階は「燃費・電費」「走行距離・速度」「メンテナンス」など、「廃棄」段階は「廃棄」「リサイクル」とする。「インフラ」の場合は、「建設」「維持・運用」の段階とする。

これら各段階の評価に標準的に使用できるLC-CO<sub>2</sub>排出原単位については、既に整備されているものを文献などから収集するとともに、ヒアリング調査を通じて素材・部品の情報・データを収集し、LCIデータベースIDEAを用いて製造時の原単位を整備する。

走行時の原単位については、次世代モビリティツールの公表情報・データがほとんどないため、ヒアリン

グ調査による実測データ入手や実車両の電費計測試験を通じてWell to Wheel原単位を整備する。これを用いて地域に応じた利用状況・車両・走行条件などにおけるCO<sub>2</sub>排出原単位・排出量を整備・推計し、それらの組み合わせを比較・分析する。適用例として、乗用車から鉄道・路線バス等の中大量公共交通への転換を進めるため、端末交通機関としてシェア型のパーソナルモビリティを導入する際、利用距離別・利用人数別・乗用車種類別に導入前後の低炭素性を、中大量公共交通と端末交通機関を合わせた交通システム全体で把握できる。加えて、地域性（季節・気候・気温・冷暖房使用・積雪量等）、走行条件（回生・勾配・加減速・線形等）や乗車人数（輸送量）の変化など、様々な条件を考慮してCO<sub>2</sub>排出量を推計することができる。

### 3.4 LCAに基づくCO<sub>2</sub>排出量の簡易推計手法

以上の考え方を踏まえ、次世代モビリティツールやICT・エネルギー技術、およびそれらの組み合わせである交通システムの導入が低炭素化に貢献するかどうかを、客観的・定量的に評価できる簡易推計手法を構築する。これにおいては、導入によって変化する要因を「確実に生じるもの」と「不確実なもの」に分け、交通システムのLCの各段階におけるCO<sub>2</sub>排出量の変化を地域別に把握する。これは導入する技術・システムや、利用者数（交通需要）などの地域特性によって大きく異なる不確実性を意識して把握することで、結果の精度を考慮した評価を行うためである。

## 4. 今後の進め方

コロナ禍によりライフスタイルが大きく変化し、これに伴う交通活動は終息後も縮小・質的变化が予測されることから、その対応も踏まえたモビリティ革命推進の方向性を探ることが必要である。そのため、今後は、今後の公共交通および交通共有形態の変化を念頭に、複数モードを組み合わせた交通システムの評価と都市に与える影響を評価する。

また、自治体および交通事業者（供給者）と使用者（需要者）の所有・共有形態とビジネス（ステークホルダー）が大きく変化していく中で、モビリティサービスに関して、より多段階で環境評価・認証を行う仕組みの構築とその普及が必要不可欠と想定される。そのための脱炭素性能認証制度を構築することを目指す。

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。