

移動場面・交通状況に応じた低炭素な旅客交通手段選定の

ライフサイクル評価に基づく方法論

A Methodology for Choice of Low Carbon Transport Mode Fitting to Travel Scene and Transport Situation Based on LCA

○益田悠貴^{*1)}、加藤博和¹⁾、柴原尚希¹⁾、伊藤圭¹⁾

Yuki MASUDA, Hirokazu KATO, Naoki SHIBAHARA, Kei ITO

1) 名古屋大学

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

1. はじめに

日本では、低炭素な旅客交通手段として公共交通機関への関心が高まっている。一方、乗用車の低炭素化も急速に進んでおり、利用者数や混雑率、渋滞状況によって低炭素な移動手段が異なる可能性が考えられる。また、公共交通に必要なインフラの建設や、車両の燃費、電源係数の改善も、交通手段の低炭素性に大きく影響する。

本研究では、旅客交通手段として、電気自動車やハイブリッド自動車等の次世代自動車、鉄道やLight Rail Transit(LRT)等の公共交通機関を取り上げ、ライフサイクルCO₂排出量を、典型的な移動場面(Sceneと呼ぶ)及び地域の交通状況(Situationと呼ぶ)別に推計する。本研究では今後の技術革新を見込んだ上で、2010年と2030年における値を推計する。

2. 移動場面・交通状況の考慮

旅客交通は通勤や買い物など、移動場面に応じて移動する距離や同行する人数が変化すると考えられる。そこで、本研究では移動目的に応じた距離・人数を設定する。

また、同じ移動場面であっても、都市部では道路渋滞等により乗用車の平均旅行速度が低下し、実燃費が低下することや、人口の少ない地域では公共交通の低い乗車率のために1人あたりCO₂排出量が大きくなることなど、交通状況によってCO₂排出量が変化すると考えられる。そこで、交通状況を乗用車の旅行速度、公共交通の運行本数と乗車率で表現する。また、交通状況は都市の集積度により変化すると考え、DID人口密度を用いてモデル化する。

3. 交通手段のライフサイクルCO₂

本研究では乗用車16種類と公共交通4種類を推計対象とする。乗用車は車両サイズ(コムータ、小型乗用車、中型乗用車、大型乗用車)と動力カテゴリ(ガソリン車(GV)、ハイブリッド車(HV)、プラグインハイブリッド車(PHV)、電気自動車(EV))を組み合わせた16種、公共交通は鉄道(高架鉄道、地下鉄)、LRT、Bus Rapid Transit(BRT)の4種を対象とする。

3.1 乗用車

乗用車1台あたりライフサイクルCO₂は、伊藤ら¹⁾の研究を基に車両・素材製造、走行、メンテナンス・廃棄のライフステージに分け、自動車メーカーが公表している車両別のライフサイクルCO₂排出量の値²⁾より算出する。その上で、GV、HVの走行時CO₂排出量については、平均旅行速度をDID人口密度より決定し、松橋ら³⁾の方法を用いて平均旅行速度に応じたCO₂排出量に補正する。PHVの走行時CO₂排出量は、HV走行・電気走行の割合(ユーティリティファクター)を用いて同一重量カテゴリ車両の排出量を重み付け平均することで算出する(式(1))。

$$E_{PHV} = 0.518 \cdot E_{HV} + 0.482 \cdot E_{EV} \quad (1)$$

E_{PHV} : PHV走行時CO₂排出量[g-CO₂/km]

E_{HV} : HV走行時CO₂排出量[g-CO₂/km]

E_{EV} : EV走行時CO₂排出量[g-CO₂/km]

3.2 公共交通

公共交通のライフサイクルCO₂排出量はインフラ建設・整備、車両製造、走行の3つのライフステージで排出されるCO₂の合計とする。走行時排出CO₂排出量については、伊藤ら⁴⁾の方法で輸送密度を算出し、鉄道統計年報⁵⁾より得られる鉄道路線の1日の運行車両数と輸送密度をモデル化し、運行車両数に排出原単位を乗ずることで算出する。

4. 燃費向上率の設定

2010年と2030年それぞれについて、電源係数と車両の燃費・電費向上率を設定する。2010年の電源係数は0.451[kg-CO₂/kWh]⁴⁾、乗用車燃費は10・15モードのカタログ値、電費はJC08モードのカタログ値、公共交通のCO₂排出原単位は先行研究の値⁶⁾を用いる。

電源係数は、エネルギー需給見通し⁷⁾の最大導入ケースを基に、原子力発電を22.5%減少させ、その分をLNGによって補完するシナリオを設定し、2030年までに電源係数が2010年比49.8%改善すると設定する。燃費・電費向上率は、乗用車・BRTはJAMAの公表値⁸⁾を基に、2020年まで、GV・HVは2.19[%/年]、BRTは0.85[%/年]の燃費向上率を設定し、2020年以降は向上なしとした。また、電

費については現状固定とした。地下鉄、鉄道、LRTは、伊藤ら⁴⁾の研究を参考に、2030年まで0.31[%/年]の向上率を設定する。

5. ケーススタディ

都市内通勤を想定した単独で短距離の移動(1人で10km: Scene1)、レジャーを想定した複数人による長距離移動(4人で100km: Scene2)の2つのシナリオを比較する。なお、Scene1では、都市内を想定しDID人口密度を8,000[人/km²]、Scene2では、地域間を想定しDID人口密度を5,000[人/km²]として、交通状況(Situation)を設定する。公共交通機関を利用する際のアクセス・イグレスや、交通手段の経路に依存するトリップ長の差については、簡便のため捨象する。

表1にそれぞれの移動場面、交通状況の設定を示す。

Scene1においては、地下鉄・高架鉄道・LRT・BRTを利用した1人での移動を想定し、サイズの小さい小型車・通勤車の排出量と比較する。Scene2においては高架鉄道を利用した4人での移動を想定し、サイズの大きい大型車・中型車の排出量と比較する。

各SceneのCO₂排出量推計結果を図1、図2に示す。都市内通勤を想定したScene1では公共交通に比べ乗用車のCO₂排出量が多いことが分かる。これは、乗車人数が多い公共交通に比べ、乗車人数が1人である乗用車の方が1人あたりに配分されるCO₂排出量が多いためである。また、DID人口密度の高い都市内では公共交通の乗車率が高く、乗用車の旅行速度が低下する。以上より、都市内での短距離移動(通勤、通学等)では公共交通の排出量が乗用車に比べて小さくなる。

レジャーでの長距離移動を想定したScene2では、高架鉄道に比べて中型次世代乗用車CO₂排出量の方が小さいことが分かる、また、2030年には大型EVのCO₂排出量が高架鉄道程度まで小さくなる。これは移動人数を4人と想定したため、Scene1と比べ乗用車の1人あたりに配分されるCO₂排出量が小さく、また、DID人口密度が低いいため鉄道の乗車率が低く、1人あたりCO₂排出量が多いためである。以上より複数人での移動を伴うレジャー等では、乗用車、特に中型次世代乗用車は鉄道より低炭素だといえる。

6. まとめ

HVやEV等の次世代自動車、LRT等の公共交通機関のライフサイクルCO₂排出量を、今後の技術革新を見込んだ上で移動場面及び地域の交通状況ごとに比較した。移動人数の多い移動場面、DID人口密度の小さい交通状況、また将来の燃費向上等の技術革新によっては乗用車が公共交通に比べ低炭素となることが示された。

表1 移動場面、交通状況の設定

	パラメータ	Scene1	Scene2
移動場面 (Scene)	トリップ長[km]	10	100
	移動人数[人]	1	4
交通状況 (Situation)	DID人口密度[人/km ²]	8,000	5,000
	鉄道輸送密度[人/日]	72,290	44,173
	LRT・BRT輸送密度[人/日]	13,478	3,482
	鉄道乗車率[%]	28.6	25.3
	LRT・BRT乗車率[%]	18.8	13.3
	乗用車旅行速度[km/h]	19.5	24.0

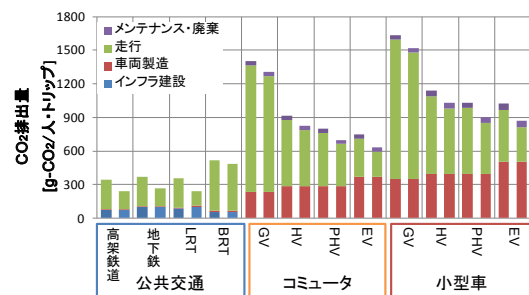


図1 Scene1(通勤,1人,短距離)におけるCO₂排出量
(左: 2000年、右: 2030年)

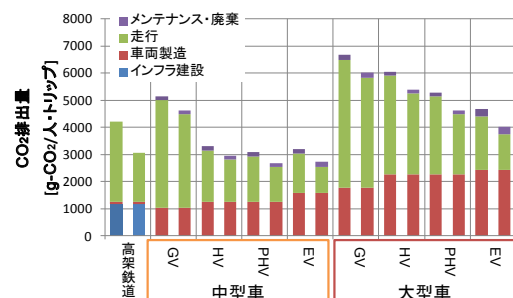


図2 Scene2(レジャー,4人,長距離)におけるCO₂排出量
(左: 2000年、右: 2030年)

引用文献

- 1) 伊藤圭 他: 環境科学会2011年会, (2011)
- 2) 例えば, トヨタ自動車: “車種別環境情報”(オンライン)
入手先 <http://www.toyota.co.jp/jp/environment/environmental_info/>, (参照2012-1-6)
- 3) 松橋啓介 他: 地球環境Vol.12, No.2, (2007), pp.179-189
- 4) 伊藤圭 他: 第42回土木計画学研究発表会, (2010)
- 5) 国土交通省鉄道局: 平成17年度鉄道統計年報, (2007)
- 6) 長田基広 他: 土木計画学研究・論文集Vol.23, No.2, (2006), pp.355-363
- 7) 総合資源エネルギー調査会需給部会: 2030年のエネルギー需給展望(オンライン)
入手先 <<http://www.meti.go.jp/report/downloadfiles/g50328b01j.pdf>> (参照2012-1-6)
- 8) 日本自動車工業会: JAMAレポートNo.90(オンライン)
入手先 <<http://www.jama.or.jp/lib/jamareport/090/03.html>> (参照2012-1-6)