

## 都市内旅客交通手段のライフサイクルCO<sub>2</sub>排出量比較

### Comparative Analysis of Life Cycle CO<sub>2</sub> Emissions from Urban Passenger Transport Modes

○山本充洋<sup>\*1)</sup>、加藤博和<sup>1)</sup>、柴原尚希<sup>1)</sup>

Michihiro Yamamoto, Hirokazu Kato, Naoki Shibahara

1) 名古屋大学

\*myama@urban.env.nagoya-u.ac.jp

#### 1. はじめに

交通活動におけるCO<sub>2</sub>排出量削減を実現しうる旅客交通手段として、自転車や公共交通機関への関心が高まっている。しかし、これらの導入が実際にどの程度CO<sub>2</sub>を削減できるかを判断するためには、慎重に検討することが必要である。

自転車やLight Rail Transit(LRT)、Bus Rapid Transit(BRT)等は、走行時の1人あたりCO<sub>2</sub>排出量は自動車に比べ小さい。しかし、これらの手段が機能するためには、車両の製造や専用レーンの建設等が必要であり、それらはCO<sub>2</sub>排出を伴う。更に、これらの手段に道路空間を配分することで自動車レーンが減少し、それによって渋滞が生じれば、乗用車の燃費が悪化し、CO<sub>2</sub>排出量の増加につながる可能性がある。自転車や公共交通機関の低炭素性を議論するためには、このような、交通手段によって間接的に変化するCO<sub>2</sub>排出を考慮する必要がある。

そこで本研究では、Life Cycle Assessment(LCA)の考え方をを用いて、都市内旅客交通手段のCO<sub>2</sub>排出量を包括的に比較する。公共交通機関に対するLCAの適用は、渡辺ら<sup>1)</sup>や加藤ら<sup>2)</sup>によってその手法が確立されている。本研究ではその手法を、自転車や都心回遊バス、タクシー車両による輸送システムにも適用し、需要量等の条件に応じた各交通手段のCO<sub>2</sub>削減効果を明らかにする。

#### 2. 評価手法及び諸設定

##### 2.1 LCA適用範囲

本研究では、加藤ら<sup>2)</sup>が示している交通システムの評価バウンダリに基づき、車両とインフラを一体的な交通システムとして扱った、システム全体でのライフサイクルCO<sub>2</sub>(SyLC-CO<sub>2</sub>)に加え、専用道の新設が他の交通手段に与える影響も含めた拡張ライフサイクルCO<sub>2</sub>(ELC-CO<sub>2</sub>)を評価する。

自転車については車両・インフラ起源CO<sub>2</sub>に加え、運転による人間のカロリー消費増加に伴って誘発される食品起源のCO<sub>2</sub>排出増加量を参考値として推計する。乗用車はガソリン車(GV)を想定するが、今後電気自動車(EV)を始めとする次世代自動車の急速な普及が予想されることから、半数がEVに転換したケースも想定し評価する。

##### 2.2 基本設定

片側3車線、5kmの道路区間を仮に想定し、乗用車のみ

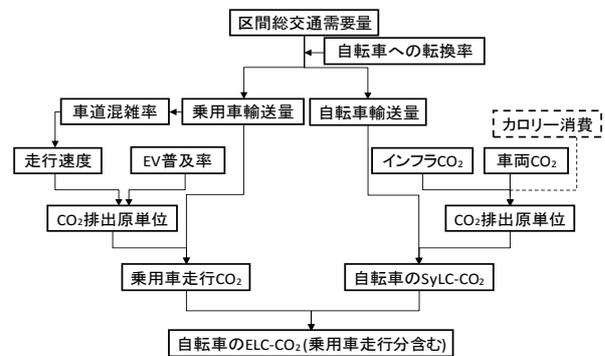


図1 評価手順(自転車)

が走行する場合と、他の交通手段が利用できるようになって乗用車から転換が生じる場合とを比較する。自転車・BRTについては専用レーン、LRTについては専用軌道によって、それぞれ片側1車線が占有されるものとする。タクシー・都心回遊バスについては、車線の減少はなく、乗用車とレーンを共有するものとする。

交通発生時間帯は6時から24時とし、朝夕のラッシュ時に交通需要が集中することを想定する。

##### 2.3 評価手順

図1に自転車を例としてSyLC-CO<sub>2</sub>・ELC-CO<sub>2</sub>推計手順を示す。乗用車は自転車への転換による輸送量減少と自転車専用道新設に伴う車線減少の影響の両方を受ける。先行研究<sup>1)</sup>の手法を用いて推定した車線数別の交通量-旅行速度関係式を用いることで、両影響を考慮に入れた旅行速度を算出し、松橋ら<sup>3)</sup>が提示した旅行速度を説明変数とする回帰式と組み合わせることで燃費を算出する。ただし、EVについては旅行速度が電力消費量に与える影響に関するデータが得られなかったため考慮しない。

公共交通機関への転換についても同様の手法を用いて評価する。LRT・BRTは専用レーン・軌道上を走行するため、混雑による燃費の変化は考慮しない。

##### 2.4 各交通手段固有の設定

###### 2.4.1 乗用車・自転車・LRT・BRTの設定

乗用車・自転車・LRTについては、先行研究<sup>4)</sup>において示した手法及び設定値を用いる。自転車については、電動アシスト自転車も対象とする。BRTは、長田ら<sup>5)</sup>による設定値を基に、先行研究<sup>4)</sup>においてLRTに用いた手法から運行本数、必要車両数を算出し、車両製造及び走行に伴うCO<sub>2</sub>推計に利用する。

表1 タクシー・都心回遊バスに関する設定

タクシー	車両製造CO <sub>2</sub> [t-CO <sub>2</sub> /台]	4.2
	10・15モード燃費[km/l]	9.8
	総走行距離[万km] <sup>6)</sup>	16
	平均乗車人数[人/台] <sup>6)</sup>	1.2
	実車率 <sup>6)</sup>	0.41
都心回遊バス	車両製造CO <sub>2</sub> [t-CO <sub>2</sub> /台]	16.6
	走行原単位[t-CO <sub>2</sub> /台km]	2.97×10 <sup>4</sup>
	乗車定員[人/台]	29

### 2.4.2 タクシー・都心回遊バスの設定

現行車種を参考に設定したタクシー・都心回遊バスの設定値を表1に示す。タクシーは乗用車とレーンを共有しているため、10・15モードからの燃費の変化率は乗用車と同じ割合であると仮定する。また、空車走行時のCO<sub>2</sub>排出を考慮するため、区間長に実車率の逆数を乗じて実走行距離を求める。

都心回遊バスは、乗車定員29人のマイクロバスを想定する。車両製造CO<sub>2</sub>は、車両重量に比例すると仮定し、乗用車の値から重量比によって換算する。運行本数・必要車両数については、BRTと同様の手法を用いて算出する。

## 3. 推計結果

### 3.1 各交通手段のSyLC-CO<sub>2</sub>推計結果

図2に各交通手段のSyLC-CO<sub>2</sub>の推計結果を示す。LRT・BRTでは輸送量増加に伴い、人kmあたりに配分されるインフラ・車両起源排出量が小さくなるため、SyLC-CO<sub>2</sub>は減少していく。

### 3.2 各交通手段のELC-CO<sub>2</sub>推計結果

図3,4に各交通手段のELC-CO<sub>2</sub>の推計結果を示す。図3は、対象区間の総交通需要量を20,000[人/日]とし、そのうち30%が新規交通手段に転換した際のELC-CO<sub>2</sub>の変化量を示したものである。都心回遊バスは、乗用車レーンが減少しないため、自動車走行の減少によるCO<sub>2</sub>削減効果が大きく、ELC-CO<sub>2</sub>が最小となる。自転車は、人力起源のCO<sub>2</sub>排出を算入しない場合、LRT・電動アシストより優位となるが、算入する場合は拮抗する。タクシーは、都心回遊バス同様自動車走行の減少によるCO<sub>2</sub>削減効果が大きい、実走行距離が乗用車の2倍以上であることから、ELC-CO<sub>2</sub>は大きく増加する。

図4は区間総交通需要量20,000[人/日]のまま、転換率を変化させた場合のELC-CO<sub>2</sub>削減率を示したものである。タクシー・BRT以外の交通手段においては、EVの普及を考慮しない場合は転換率23%以上で、考慮する場合は18%以上で転換したほうがELC-CO<sub>2</sub>が小さくなる。なお、この結果はEVの燃費変化を考慮していないものであり、GV同様混雑の影響を考慮することによる公平な比較が必要である。

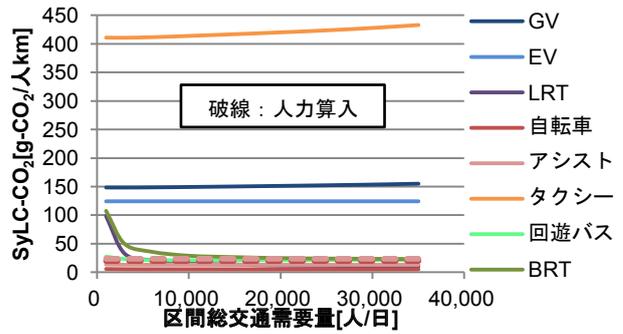


図2 各交通手段のSyLC-CO<sub>2</sub>排出量推計結果

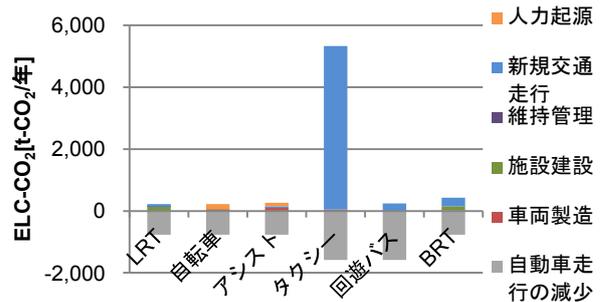


図3 各交通手段のELC-CO<sub>2</sub>排出量推計結果  
(総交通需要20,000[人/日]・転換率30[%])

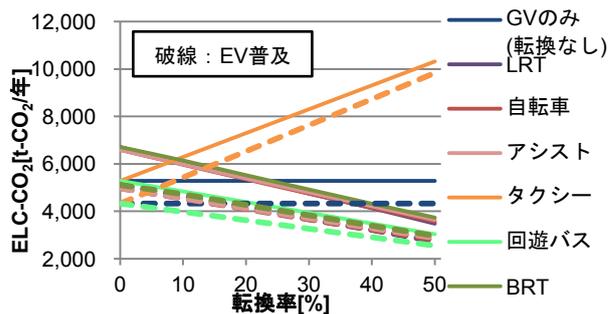


図4 ELC-CO<sub>2</sub>の転換率による変化  
(総交通需要20,000[人/日])

## 4. おわりに

本研究では、都市内旅客交通手段の環境負荷評価にLCAを導入することで、乗用車とのSyLC-CO<sub>2</sub>の比較、乗用車からの転換によるELC-CO<sub>2</sub>削減可能性を検討した。その結果、SyLC-CO<sub>2</sub>では優位な交通手段でも、専用道新設起源の排出が大きい場合、それを加味したELC-CO<sub>2</sub>では、乗用車からの転換が相当程度得られなければ、逆にCO<sub>2</sub>排出量が増加することが明らかになった。

## 引用文献

- 1) 渡辺由紀子 他：日本LCA学会誌, 2(3), (2006), pp.246-254
- 2) 加藤博和 他：土木計画学研究・論文集, 17, (2000), pp.471-479
- 3) 松橋啓介 他：地球環境, 12(2), (2007), pp.179-189
- 4) 山本充洋 他：土木計画学研究・講演集, 44, (2011), CD-ROM(31)
- 5) 長田基広 他：土木計画学研究・論文集, 23(2), (2006), pp.355-363
- 6) 国土交通省：タクシー事業の実態, (オンライン), 入手先<<http://www.mlit.go.jp/singikai/koutusin/rikujou/jidosha/taxi/01/images/05.pdf>>, (参照2012-1-2)