

パラトランジットの CO₂排出量評価と技術革新による低炭素化の検討

○名古屋大学 学生会員 矢尾和也 名古屋大学 学生会員 伊藤圭
 名古屋大学 正会員 加藤博和 名古屋大学 フェロー 林良嗣

1. はじめに

経済成長著しいアジアの途上国では、今後急激なモータリゼーションと、それに伴う CO₂ 排出量の大幅な増加が見込まれる。しかし、これらの国々の多くでは自動車の代替となる公共交通機関が十分に整備されておらず、輸送の一部はパラトランジットと呼ばれる分散型の準公共交通機関が担っている。今後、アジア途上国の交通活動の低炭素化を進める上では、大規模な公共交通機関整備が不可欠であるものの、不安定な政治、地域間の格差、既得権などの障害があり、先進国が意図するような発展をすることは考えにくい。そのため、パラトランジットなど既存の交通機関を活用した現実的なパスを描くことが必要であると考えられる。

そこで本研究では、パラトランジットのライフサイクルにおける CO₂ 排出量を他の公共交通機関と比較し、その有効な供給範囲を明らかにすると共に、技術革新による低炭素化の可能性の検討を行う。

2. アジア途上国におけるパラトランジットの特徴

アジア途上国に見られるパラトランジットには、動力系と非動力系がある。特徴として、公共交通機関に比べて輸送力が小さく、運行経路、運行スケジュール、料金設定が固定されていない場合がある¹⁾等が挙げられる。また、公共交通機関の整備が進まなかったため、需要に対して自然発生的に運行されるようになったインフォーマルセクターである場合が多い²⁾。

パラトランジットの利点として、フレキシブルな運行形態であるため乗客の要望に応じたサービスの提供が行いやすいことや、低所得者・移動制約者にも交通手段を提供できることが挙げられるが、一方では過剰供給による渋滞、古い車両やその整備不足による大気汚染、CO₂ 排出量の増加、低い安全性等の問題点も見られる。

3. パラトランジットのライフサイクル CO₂ 推計

3.1 推計手法

輸送機関の環境負荷をシステムライフサイクル

CO₂(SyLC-CO₂)によって評価する。これは車両製造、インフラ建設、運用、車両走行の各段階における CO₂ 排出量を合計した値として推計される。長田ら³⁾は、鉄道やバスなどの輸送機関の SyLC-CO₂ を比較するとともに、需要量に対して SyLC-CO₂ が最少となる輸送機関を感度分析によって示している。本研究では、この手法を用いてパラトランジットの CO₂ 排出量を推計し、大量輸送機関や自動車との比較を行う。

3.2 対象とするパラトランジット

今回推計するパラトランジットは以下の通りである。

A. Jeepney (Manila, Philippines)

Jeep を改造した車両で、フィリピンの主要な交通を担っている。定員は車体の長さによって変わるが、16~22 人が主流である。マニラでは、約 5 万台 (2006 年) が運行している⁴⁾。

B. Motorsai (Bangkok, Thailand)

自動二輪車の座席後部に乗客を乗せて運ぶバイクタクシーで、バンコクの Soi と呼ばれる細街路の移動手段として主に使われている。定員 1 人、登録されているドライバーの数は約 10 万人 (2005 年) である⁵⁾。

C. Songtaew (Bangkok 他, Thailand)

ピックアップトラックの荷台を座席にした車両で、バンコクの交通不便地域や地方都市の主要な移動手段として使われており、定員は約 12 人となっている。

3.3 輸送機関の計算諸条件の設定

各輸送機関の SyLC-CO₂ 算出に用いた条件を表 1 に示す。システムのライフタイムは 60 年と設定する。Car (乗用車)、HV (ハイブリッド車)、EV (電気自動車) については、インフラ整備と車両製造時の CO₂ 排出量は除外し、乗車定員の代わりに平均乗車人数を用いる。Car の CO₂ 排出原単位は松橋ら⁶⁾の値、HV および EV は既存車両の原単位をもとに算出した。Rail (都市鉄道)、LRT (Light Rail Transit)、BRT (Bus Rapid Transit) の CO₂ 排出量と必要車両数については長田ら³⁾の計算をもとにしている。パラトランジットの燃料消費は、Jeepney は現地調査の結果⁴⁾を使用し、Motorsai は 40km/l、Songtaew は 8km/l と仮定している。

表 1. SyLC-CO₂ 推計に用いた条件

		Car (*G)	HV (*G)	EV (*E)	Rail (*E)	LRT (*E)	BRT (*D)	Jeepney (*D)	Motorsai (*G)	Songtaew (*D)
車両定員	人数/車両	1.3	1.3	1.3	150	150	74	20	1	12
車両寿命	年	-	-	-	15	15	10	10	10	10
走行原単位	(kwh or l)/台 km	-	-	-	1.50	1.50	0.43	0.19	0.03	0.13
CO ₂ 原単位	g-CO ₂ /(kwh or l)	-	-	-	555	555	2620	2620	2321	2620
走行 CO ₂	kg-CO ₂ /台 km	0.29	0.11	0.06	0.83	0.83	1.12	0.50	0.06	0.33
インフラ CO ₂	t-CO ₂ /km/60年	-	-	-	23265	4098	1869			
車両製造 CO ₂	t-CO ₂ /台/60年	-	-	-	293.6	427.1	95.5	19.1	1.0	19.1

*G: Gasoline, *E: Electricity, *D: Diesel Oil

CO₂ 排出原単位については日本のガソリンと軽油の値を代用し、インフラ整備は除外、車両製造時の排出量は、重量比から Motorsai はバスの 1%、Jeepney、Songtaew は 20%と仮定した。

推計は、以下の式(1) - (3)より行った。混雑率は長田³⁾の式(4)を使用し、保有車両数は日需要の 25%がピーク時に集中すると仮定して求めた。Motorsai は定員が 1 人のため混雑率 100%、Jeepney と Songtaew は一定需要がなければ運行しないことから 50%と仮定した。

$$SyLC - CO_2 = [(M \times N) + I + (R \times Nr \times Day)] \times \frac{D}{Day} \quad (1)$$

$$Nc = \frac{D \times 0.25}{Cap} \quad (2)$$

$$Nr = \frac{D}{Cap \times C} \quad (3)$$

$$D = kC^a \quad (4)$$

M: 車両製造 CO₂ I: インフラ建設 CO₂ R: 走行 CO₂
 Nc: 保有車両数 Nr: のべ走行台数 Day: 日数 (60年)
 Cap: 車両定員 D: 日需要量 [人/Day] C: 混雑率[%]
 a = 2.16, k = 13.6, a, k: パラメータ

4. 推計結果

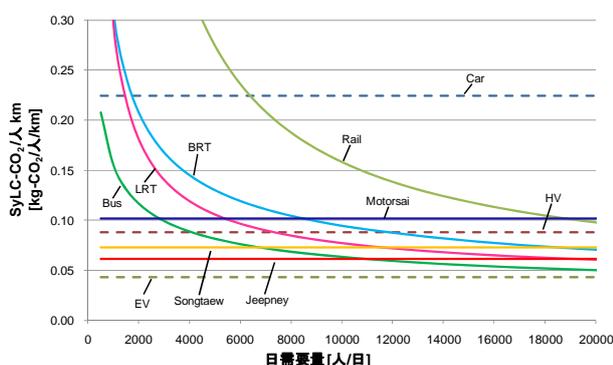


図 1. 需要量変化に伴う SyLC-CO₂ 推計結果

各輸送機関の需要量変化に伴う SyLC-CO₂ 推計結果を図 1 に示す。Jeepney および Songtaew は、それぞれ日需要約 6,000 人、10,000 人まではバスに比べ SyLC-CO₂ が少なく、EV に近い水準となっている。Motorsai は、乗客 1 人に対してサービスを提供するため、相対的に SyLC-CO₂ が高く、日需要 3000 人でバスを上回る結果となった。

5. パラトランジット活用施策の検討

図 1 に示した推計結果をもとに、パラトランジットの技術革新による CO₂ 排出量削減可能性について検討する。具体的な検討結果については発表時に示す。

謝辞: 本研究は、環境省・地球環境研究総合推進費(S-6-5)「アジアにおける低炭素交通システム実現方策に関する研究」の支援により実施された。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 外尾一則, ヨッポン・タナボリブーン: 開発途上国におけるパラトランジットの特質, 土木計画学研究・講演集 No.16(1), pp.917-924, 1993.
- 2) Robert Cervero, Aaron Golub: Informal Transport: A global perspective, Transport Policy 14, pp.445-457, 2007.
- 3) 長田基広, 渡辺由紀子, 柴原尚希, 加藤博和: LCA を適用した中量旅客輸送機関の環境影響評価, 土木計画学研究・論文集 No.23 no.2, 2006.
- 4) 三菱 UFJ 証券: 平成 19 年度 CDM/JI 事業調査 フィリピン・マニラ首都圏における公共交通機関の燃料効率向上及び大気汚染緩和事業調査 報告書, 2008.
- 5) 水上祐二: バンコクのモタサイ・ドライバーの考察, 横浜国際社会学研究 第 11 巻第 2 号, 2006.
- 6) 松橋啓介, 工藤祐輝, 上岡直見, 森口祐一: 市区町村の運輸部門 CO₂ 排出量の推計手法に関する比較研究, 環境システム研究論文集 Vol.32, 2004.