

アジア途上国大都市の低炭素化に向けた端末交通システムの検討

○名古屋大学	学生会員	藤田将人
名古屋大学	学生会員	山本充洋
名古屋大学	正会員	加藤博和

名古屋大学	正会員	中村一樹
名古屋大学	学生会員	伊藤圭
名古屋大学	フェロー	林良嗣

1. はじめに

経済成長の著しいアジア発展途上国の大都市では、急激なモータリゼーションの進展による運輸部門 CO₂ 排出量の大幅な増加が将来的に見込まれ、その削減は重要である。運輸部門の内、旅客交通からの CO₂ 削減策の 1 つとして公共交通利用の促進が挙げられる。アジア途上国においても公共交通整備が進められているが、幹線が整備されたとしても、その端末交通の整備が不十分ではその効果が限定的になる可能性がある。

アジア途上国では、大量輸送機関が十分に供給できないエリアにおいて、パラトランジットと呼ばれる単位当たり輸送量の小さい交通機関が発達してきた。パラトランジットの運営は多くの場合、組織化されていない個人レベルで行われており、過剰な供給や客待ちが交通渋滞を引き起こすという問題がある。一方で、そのサービスは、需要に対して柔軟に対応できること、狭い路地に対しても移動の制約が少ないことなど、大量輸送機関では果たすことができない利点もある。今後、アジア途上国において低炭素な交通システムを構築するには、幹線部の大量輸送機関整備に加えて、端末交通として既存のパラトランジットを活用することは有用であると考える。

本研究では、仮想的な大都市を与え、パラトランジットを利用した端末交通システムが、旅客交通起源CO₂排出量に与える影響を推計し、有効なシステムを検討する。

2. パラトランジットを利用した端末交通システムの提案

パラトランジットは、その運行形態によってディマ
ンドサービスとフィクスルートサービスの2種類に分
類される¹⁾。ディマンドサービスは需要に応じてサー
ビスを提供する形態で、その車両は街路ネットワー
ク内を自由に走行する。フィクスルートサービスは設定
したルートのみを走行するシステムであり、ディマン
ドサービスに比べ単位当たり輸送量が大きい。

パトランジットの代表的な車両として、ディマン

ドサービスでは、主にタイで利用されている乗車人数の小さい二輪車を用いたモタサイや三輪車のトゥクトゥク(1~6人)が、フィクスルートサービスでは、より乗車人数の大きいバンやミニバス(4~30人)が挙げられる。

輸送量の多いフィクスルートサービスの投入は、交通渋滞の緩和や、CO₂ 排出量の削減といった効果が期待できる。しかし、ルート延長に対して導入される車両台数が少ない場合、待ち時間が増加し、利用者が減少し得る。また、パラトランジット優先の街路を導入した場合、そこから排除された車両により渋滞が悪化し、CO₂ 排出量がかえって増えてしまうことも考えられる。

そこで、本研究では、フィクスルートサービスへのアクセス性をより効率的に高めるために、ダイヤモンドサービスでフィクスルートサービスに接続するシステムを提案する。現状では、フィクスルートサービスとダイヤモンドサービスはそれぞれ独立していることが一般的で、補完関係にはない。このため、ダイヤモンドサービスとフィクスルートサービスを組み合わせた端末交通システムを考え、その中で有効なフィクスルートサービスの投入量を検討する。

3. 端末交通シミュレーション

本研究では、フィクスルートサービスのルート延長や導入するパラトランジット車両台数による、所要時間とCO₂排出量の変化を、端末交通モデルを用いたシミュレーションによって分析する。シミュレーションのフローを図-1に示す。

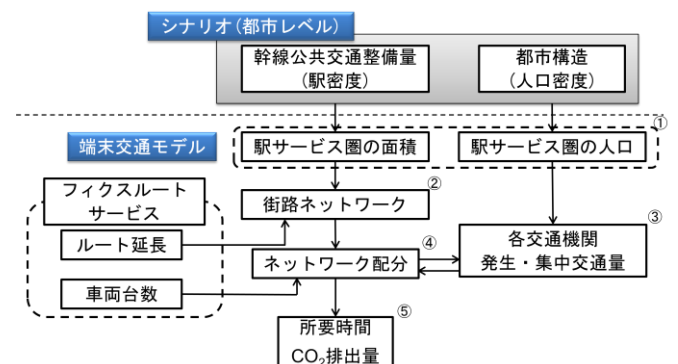


図-1 端末交通シミュレーションのフロー

3.1 駅サービス圏の設定

全ての市街地に公共交通サービスを提供すると想定した時、幹線公共交通の1つの交通結節点がカバーする必要がある地域を駅サービス圏とする。駅サービス圏面積や人口の規模は、都市のシナリオとして、幹線公共交通整備量による駅密度と、都市構造による人口密度から決定される。

3.2 街路ネットワークの設定

3.1 で説明した駅サービス圏について、圏内の街路ネットワークデータを作成する。街路ネットワークは図-2のように、駅サービス圏を街区で区切り、その間の道路をリンクとノードによって表現する。また、フィクスルートサービスの走行ルートを、このネットワークの一部に組み込む。

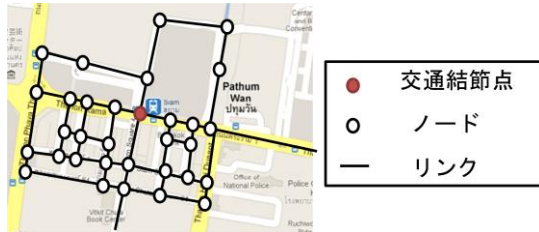


図-2 想定する街路ネットワーク

3.3 各交通機関発生・集中交通量

まず、通勤時等のピーク時において、駅サービス圏の全ての住人が一斉に交通行動を行うと仮定し、発生・集中交通量を求める。まず駅サービス圏の人口を、圏内の各ノードに分布させる。そして、各ノードの人口(発生交通量)がネットワーク内の交通結節点に全て集中する(集中交通量)と想定し、OD交通量を設定する。また、発生交通量の各交通機関への需要配分は図-3のフローに従って行う。

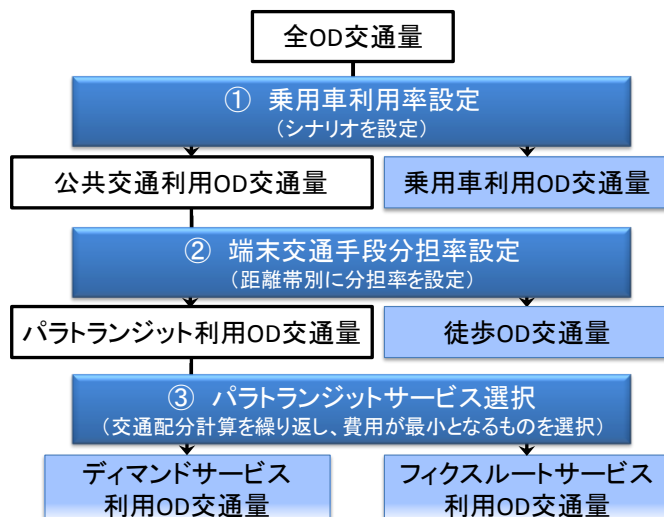


図-3 OD 交通量配分のフローチャート

3.4 端末交通ネットワーク交通量配分

以上の手法で設定・算出したネットワークデータと各交通手段のOD交通量を用いて、リンク交通量の配分を行う。算出の過程で運賃・所要時間・平均走行速度が計算され、一般化費用が求められる。この一般化費用が収束するまで繰り返し計算を行い、リンク交通量を算出する。フィクスルートサービスのルート延長と、導入するパトランジットの車両台数・車種から、輸送人数と運行頻度が決定し、これは所要時間とそのサービス選択確率に影響する。

3.5 CO₂ 排出量の計算

各リンク交通量にリンク延長、車種ごとのCO₂排出原単位を乗じることで、各リンクにおけるCO₂排出量を算出する。CO₂排出原単位は、車種ごとの燃費と燃料別の排出係数を乗じることで算出する。車種ごとの燃費は工藤ら²⁾による速度-燃費式(式(1))を用い、CO₂排出量を算出する(式(2))。端末交通システムによるCO₂排出量削減効果は、パトランジットの車種別の燃費と走行速度によって変化することとなる。

$$E_j = e \cdot (\beta_1 \cdot FC_{10-15} + \beta_2 / v + \beta_0) \quad (1)$$

$$CO_2(i) = \sum_{j=1}^n q_j(i) \cdot l(i) \cdot E_j(i) \quad (2)$$

e :CO₂ 排出係数 v :平均走行速度(km/h)

FC_{10-15} :10・15 モード燃費(km/l) $\beta_0, \beta_1, \beta_2$:パラメータ

E_j :車種 j の CO₂ 排出原単位(g・CO₂/台・km)

q_j :車種 j の交通量(台/h) l :リンクの延長(km)

$CO_2(i)$:リンク i における CO₂ 排出量(g・CO₂)

4. 今後の展望

本研究では仮想の大都市を考え、パトランジットを利用した端末交通システムのシミュレーションを行い、フィクスルートサービスのCO₂排出量算出手法を示した。今後は、実データを用い、アジア途上国都市におけるケーススタディを行う予定である。計算結果の詳細は発表時に示す。

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る。

<参考文献>

- 1) Xiugang Li, Luca Quadrioglio(2010):Feeder transit services: Choosing between fixed and demand responsive policy, Transportation Research Part C 18(2010) pp.770-780
- 2) Y. Kudoh, Y. Kondo and K. Tahara (2007):Life Cycle CO₂ Emissions of FCEV, BEV and GV in Actual Use, Proceedings of the 23rd International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium & Exposition, CD-ROM