

開発途上国における都市交通調査手法に関する考察*

A Study on Survey Method of Urban Transportation in Developing Countries

内山 久雄**、毛利 雄一***

By Hisao UCHIYAMA and Yuichi MOHRI

This study is to refer to various person trip surveys conducted in metropolises of both developed and developing countries, and to show some direction how the improvement of such surveys in the developing countries will be established. After comparing them with each other, the person trip survey in those countries tends to have several weak points not only in a survey method itself but also on an analytical method directly introduced from developed countries. Through the actual survey conduction for modal choice behavior with taking into account of aforementioned aspects implemented in MetroManila as a case study, followings are summarized ; (1) Although the existence of mode captives is really recognized, their candidate is easily identified by the estimation of logical check. Removing them from a whole data set, much more reliable data from the viewpoint of disaggregate approach can be obtained. And, (2) mode choice models calibrated here show that segmented groups by region and by travel distance result in having same tendency for their mode choice adding to a certain distance variable. This means that travelers in MetroManila may have homogeneously behavioral structure. Therefore the calibrated models can be said to have much reliability even in the small sampling size. Thus, (3) such findings may serve the conduction of person trip survey in developing countries in the future.

1. はじめに

我国のJICAをはじめとする開発途上国への都市交通計画分野での国際協力・援助が始まって以来数10年を経ている。特に、最初に本格的な援助として日本の技術を適用した1973年のマニラ首都圏以来、アスンシオン都市圏(1984年)、バンコク都市圏(1989年)、ラホール都市圏(1990年)、ガテマラ都市圏(1992年)等様々な都市圏において大規模な総合都市交通調査が行われてきた。しかし、我国をはじめとする先進諸国で開発・適用された都市交通計画手法の開発途上国への適用可能性は、様々な視点から議論されている^{1) 2) 3)}。本研究では、開発途上国における都市交通計画策定のための調査・分析

方法に着目し、日本をはじめとする先進諸国の近年の調査・分析方法の発展経緯を参照しつつ、開発途上国の持つ課題を整理する。さらにケーススタディを通じて、今後の開発途上国における調査・分析方法に対する方向性を示すことを試みる。

開発途上国の都市交通問題は、急激な都市化に伴う交通需要の拡大に対し、それを処理する交通基盤整備が遅れているという需給ギャップにある。そのため、交通計画の対応策としては、交通容量拡大のための交通基盤整備はもとより、適切な交通需要管理等による既存交通施設の有効活用も重要とされている。このような交通計画に対応した交通データ収集は、OD表作成のようなある時点の交通流動を把握するための実態調査と予測や政策評価を目的とした交通のメカニズムの把握やモデル構築に主眼を置いた現象把握調査に大別される。そのため、開発途上国の都市交通計画においても、長期的な都市交通のマスタープランを作成するためのデータ収集として、パーソントリップ調査等の大規模な調査を実施

*キーワード：開発途上国、都市交通、調査論

** 正会員 工博 東京理科大学助教授 理工学部土木工学科(〒278 野田市山崎2641)

*** 正会員 工修 東京理科大学助手 理工学部土木工学科(〒278 野田市山崎2641)

する場合と、短・中期的な道路の新設や鉄軌道系の公共交通機関整備等特定な計画課題や特定のプロジェクトに対応した交通データ収集としての交通調査の場合がある。本研究では、この2つの交通計画のタイプに対応した交通データ収集としての交通調査について検討を進めることとする。

2. 先進諸国における交通調査と交通需要分析

(1) 西欧諸国

先進諸国での都市交通計画手法は、システム分析の考え方にに基づき、長期的視点から都市活動/土地利用と交通の相互関係より、交通需要に交通機関分担を明示的に組み入れた予測方法として、四段階推定法が用いられ、トリップ単位の調査による大量のデータに基づき、コンピューターを駆使した定量的な分析手法として活用されたきた。また、一方で環境問題をはじめとする交通計画課題の多様化及びモデル作成のためのデータが少なくてすむという利点より非集計モデルの適用がなされてきている。そのため、調査・計画手法もデータ収集効率や計画ニーズの視点から簡略な手法の開発が進む一方で、料金

その他のきめ細かい政策変数に敏感に対応できる分析手法として非集計モデルが活用されてきている。Hartgen⁴⁾による西欧諸国（アメリカを対象とした調査）における1960年代から今日までの都市交通調査の変遷をまとめたものが表-1であり、調査のスタイルを各年代に対応し、恐竜（Dinosaur）、哺乳類動物（Mammal）、食虫動物（Insect）、バクテリア（Bacteria）と称して調査の特徴が記述されている。調査の対象が広域の都市あるいは都市圏から交通機関、特定プロジェクト、地区あるいは建物へと細かく変化し、その分析及びモデル作成も詳細な内容へと変化している一方で、調査費用を低減させるべく、実態調査の簡略化、サンプル数の減少（但し、1サンプル当たりの調査費用の削減よりは、調査全体サンプル数の減少により調査費用を削減）、実態調査から分析までの作業プロセスの節約等の調査効率性を重要視しているのが大きな特徴と言える。

先進諸国での調査効率化の研究は、第1に既存統計を活用した分析である。アメリカに代表される国勢調査データを都市交通計画の1つの資料として位置づけ、適用している例⁵⁾がある。第2に選択肢別

表-1 1960～1990年代のアメリカにおける交通調査の発展経緯
(参考文献6を引用)

	1960年代	1970年代	1980年代	1990年代
調査の特徴	広域 “恐竜”	交通機関 “哺乳類動物”	プロジェクト “食虫動物”	敷地 “バクテリア”
計画に至る 作業期間	4～7年 (データ収集6ヶ月、作業プロセス 2～4年、計画1年、評価1～2年)	1～2年	6ヶ月	2～4週間
サンプルサイズ	10,000～30,000世帯	10,000トリップ	200～10,000トリップ	100～500トリップ
サンプリング の単位	世帯 90% 個人 5% 自動車 5% トリップ 0%	世帯 10% 個人/自動車利用者 80% 自動車 10% トリップ 50%	世帯 10% 個人/自動車利用者 50% 自動車 40% トリップ 30%	世帯 10% 個人/自動車利用者 30% 自動車 60% トリップ 10%
調査方法 のタイプ	家庭訪問インタビュー調査 90% 電話調査 5% 郵送調査 5% トラック・タクシー調査 90% 自動車観測調査 80% カウント調査 100%	家庭訪問インタビュー調査 0% 電話調査 50% 郵送調査 50% コリドー調査 60% プロジェクト調査 30% 自動車観測調査 5% カウント調査 100%	家庭訪問インタビュー調査 0% 電話調査 80% 郵送調査 30% コリドー調査 20% 域外調査 20% 自動車観測調査 5% カウント調査 100%	家庭訪問インタビュー調査 0% 電話調査 80% 郵送調査 15% コリドー調査 15% 域外調査 15% 敷地調査 80% 自動車観測調査 5% カウント調査 100%
サンプルデータ 収集時間	1時間	10分間	5分間	2分間
1977年当たり の費用	50ドル以上	15ドル	50セント	50セント
調査総費用	5万～30万ドル	5千～5万ドル	5千～2万ドル	1千～5千ドル

調査に代表される非集計モデルの適用によるサンプル数の削減である。これは、モデル推定方法の発展により様々なデータの組み合わせ等の活用がなされている。第3にデータ収集のための調査方法に関する研究である。これは、従来からの家庭訪問調査に替わる郵送調査⁶⁾、電話調査⁷⁾、電話調査と郵送調査を組み合わせた方式⁸⁾、パソコンを持ち込んだ面接方式、調査票の形式で入力されたフロッピーディスクを郵送して回収する方式等、質の高いデータと効率的なデータ収集を目指して、様々な工夫行われている。また、このような調査方法の工夫とモデル推定方法の理論的発展が相まって、アクティビティダイアリー調査⁹⁾、パネル調査¹⁰⁾、SPデータとしての選好意識調査¹¹⁾等が実施され、様々な目的に適用されている。

(2) 日本

日本での都市交通調査手法は、1967年広島都市圏に適用以来、現在までに（平成3年実施分まで）66都市圏が行われているパーソントリップ調査に代表される。パーソントリップ調査は、人口規模約30万人以上の都市圏を対象に、原則として10年ごとに実施され、この調査結果に基づいて都市交通のマスタープランの作成及び見直しが行われる。また、サンプルの抽率も大都市圏の約3%から地方都市圏の約10数%に至るまでの範囲にあり、都市交通の総合的な調査体系として最も大規模な調査である。その他、大都市交通センサスや道路交通センサス等特定の交通機関を対象とした調査や通勤・通学を対象とした国勢調査等多数の交通統計調査が存在し、都市交通計画に活用されている。

我国における調査効率化の研究は、先進諸国と基本的には同様である。第1に既存統計を活用した分析である。我国にもアメリカと同様に国勢調査が存在するが、集計のゾーン単位が市区町村であるため、交通計画のデータとしては、不十分である。また、異なる交通機関の調査（例えば、大都市交通センサスの調査結果とパーソントリップ調査から得られた公共交通機関OD表）や抽出率の違いによる調査精度が異なる調査（自動車OD表と路側交通量）等の複数の調査を組み合わせる調査内容や調査精度の補完・補正も行われている¹²⁾。第2に非集計モデルの適用によるサンプル数の削減であるが、これは、モ

デル推定方法の理論展開はもとより、家庭訪問データと選択肢別調査データ、時空間に異なる2つのデータ、個人データと集計データ、行動実績データと選好意識データ等のデータの組み合わせのよるモデル分析により、調査の効率性が図られ、研究レベルから実務レベルでの適用段階に至っている¹³⁾、¹⁴⁾。第3にデータ収集のための調査方法に関する研究であり、先進諸国と同様な研究が多数行われ、パーソントリップ調査のような大規模な調査においても、従来からの家庭訪問配布留置訪問回収法から郵送調査法による適用が検討されている。第4に、小規模調査による簡略的交通需要推計手法の研究である。これは、前述の3つの研究成果等を踏まえ、小サンプルデータによって四段階推定法を行い、従来の大規模調査のよるパーソントリップ調査との検証より、小規模調査データの活用可能性を検討するものである¹⁵⁾、¹⁶⁾、¹⁷⁾、¹⁸⁾。

以上のように、日本の場合の交通調査データについては、先進諸国に比べ、ある時点の交通流動量を把握するための実態調査としての交通データの蓄積と活用、また一方で、交通のメカニズムの把握やモデル構築に主眼を置いた現象把握調査としての交通データの活用が大きな2つの柱であり、また、その2つの流れを組み合わせる小サンプルデータによる交通需要分析への適用が進められている。

3. 開発途上国における都市交通調査の実態と課題

(1) 開発途上国における都市交通調査の実施状況

開発途上国における都市交通調査も先に述べた交通計画のマスタープラン作成のための大規模調査と特定交通計画課題やプロジェクトに対応したF/Sとしての個別調査がある。パーソントリップ調査をはじめとする大規模調査は、交通計画のマスタープラン作成のための交通データ収集はもとより、基礎的な社会経済データの不足を補うためにも、調査が実施されている。JICAによるパーソントリップ調査が実施されている都市圏は、1973年のマニラ首都圏をはじめとし、アジア、中央・南アメリカを中心に約30都市圏以上に及ぶ。このうち、JICAの調査レポートが得られた11都市圏¹⁹⁾～³⁰⁾について表-2にその調査の実施状況と調査の概要を示す。

(a) 調査規模

開発途上国においては、各都市圏の実情により、面積、人口規模は様々であるが、概ね、都市圏面積500k㎡、人口規模200万人以上を対象に実施されている。

調査の抽出率は、約1～6%で実施され、図-1に示す都市圏の人口規模と抽出率の関係は日本の都市圏と比較すると、全体的に低く、100万人以上の都市圏では、約1～2%の抽出率で行われている。

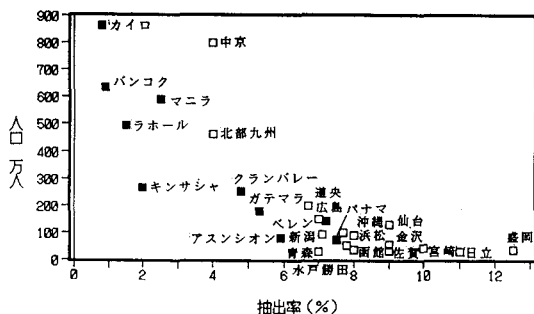


図-1 都市圏の人口規模と抽出率

(b) 抽出方法と調査方式

日本の場合は、各自治体が毎月にまとめる住民基本台帳に基づき、無作為系統（等間隔）抽出法により世帯を抽出し、その名簿に基づき実態調査が行われる。しかし、開発途上国では、日本の住民基本台帳のような住民登録制度や社会経済データが存在しないため、調査サンプルの抽出の際には電気会社のリストを用いたり、ゾーン毎に調査対象世帯数（あるいは人口）をあらかじめ設定し、調査員に抽出す

る世帯を任意に選択させる方法を採用している。

調査方法は、日本の場合、訪問配布留置訪問回収法が用いられているが、開発途上国の場合、調査対象世帯名簿の不備や被調査者の記入上の理解度が低い場合があるため、調査員が直接記入するといったインタビュー方式によって行われている場合が多い。

(c) 調査内容

調査は日本と同様に9～10月の平日を対象としており、調査項目も、大きく世帯属性、世帯構成員の属性、トリップ属性からなり、基本的には日本の調査項目と同様である。また、パーソントリップ調査の家庭訪問調査は、調査対象地域内の居住者のみを対象に行われるため、域外居住者による域内の交通が捉えられていない。そのため、日本と同様に自動車や鉄道を対象に開発途上国の都市においてもコードンライン調査を実施したり、パーソントリップ調査結果の修正を行うための交通量観測調査としてのスクリーンライン調査が行われている。その他、開発途上国における特徴的な調査としては、営業用車やパトランジットに対する別途調査も行われている。

(d) 交通需要予測モデル

一般的に人口系の将来フレームに基づき、四段階推定法が用いられている。生成モデルは、原単位モデルを用いており、用いる原単位は自動車保有の有無、産業別、収入別等パーソントリップ調査データから得られた各都市圏の特性により、適用されている。発生・集中モデルは、目的別に人口、産業別就業者数・従業者数等を変数とした重回帰モデルが一般的であり、分布モデルは、プレゼントパターン法

表-2 開発途上国のP.T調査の概要

国名	フィリピン	ガテマラ	ペリウ	パナマ	ジンバブエ	ザンビア	マレーシア	エジプト	タイ	ブラジル	パナマ
都市圏	マニラ	ガテマラ	ラホール	マニラ	ジンバブエ	キンシャサ	クランバレー	カイロ	バンコク	ベレン	パナマ
調査年月	1980	1992	1990	1984	1988	1981	1985	1987	1989	1990	1981
面積(k㎡)	636	937	2250	711	622	9965	284	642	1640	1221	3570
地域人口(万人)	592.6	180.9	495.5	79.9	240.8	265.4	253.4	863.4	635.7	141.9	73.3
抽出率(%)	2.5	5.3	1.5	5.9	-	2.0	4.8	0.8	0.9	7.2	7.5
調査対象人数(人)	150000	-	67064	43053	-	12000	-	-	48553	91597	44555
調査対象世帯	25000	15500	11089	-	-	2360	25000	17000	15000	21266	11806
域内ゾーン数	202	87	84	40	-	51	-	42	87	82	63
対象年齢	-	5才以上	5才以上	6才以上	-	5才以上	6才以上	6才以上	6才以上	6才以上	6才以上
調査形式	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問	家庭訪問
抽出方法	-	電気会社の台帳	無作為抽出	無作為抽出	-	-	-	無作為抽出	-	電気料金リスト	無作為抽出
関連調査	コードンライン スクリーンライン 営業用車 大量輸送 機関	コードンライン スクリーンライン	コードンライン スクリーンライン	コードンライン スクリーンライン	-	-	コードンライン スクリーンライン ローター	コードンライン スクリーンライン	コードンライン スクリーンライン	-	コードンライン スクリーンライン 自動車OD

が最も多く、一部で重力モデルを用いている都市圏もある。交通機関分担モデルは、バイナリーチョイスによる所用時間、費用等を変数に組み込んだ分担率曲線によるモデルが多く用いられている。配分モデルは、主に自動車の道路ネットワークを対象としたQV式による配分が一般的である。

(2) 開発途上国における調査の課題

(a) 交通実態調査等データ収集の課題

開発途上国におけるパーソントリップ調査の実態調査の課題を日本との比較を通じて整理すると、以下のような内容が挙げられる。①基礎的な統計データ・資料等の不備。②調査員及び被調査者の調査内容に対する認識。③個人・世帯格差によるトリップ特性の違い。④開発途上国特有の交通機関（パラトランジット等）の取扱い。①については、今後のデータ収集・整備はもとより、それが利用可能でない場合の調査方法の開発・改良、②については、調査員への徹底した教育と質問形式の工夫が実務上の課題である。③については、開発途上国の場合、失業者や所得格差等による個人属性の違いによって交通行動が明らかに違ってくるため、日本のような性・年齢階層の区分による拡大方法ではなく、他の層区分を考慮したサンプリング、拡大方法の検討が必要となろう。④については、ルートや運行回数等の自由度が高いパラトランジット等の交通機関を利用交通機関として捉えるだけではなく、交通計画課題に合わせて、その利用特性を詳細に把握する工夫が必要となろう。

(b) 交通特性及びモデル作成の課題

開発途上国の都市交通は、パラトランジットをはじめとする開発途上国特有の交通機関の存在や都市貧民層等の生活レベルの違いによる交通行動の変化等は、しばしば、交通機関選択固定層や一般的な時間・費用に基づく合理的な交通機関選択を行わないという結果をもたらす場合があるため、サンプリングデータの個人特性等のデータ収集上の配慮とモデル作成上の注意が必要となる。

開発途上国の交通需要予測の場合（パーソントリップ調査結果に基づく交通マスタープラン作成の場合）、需要予測モデルに依存する部分もあるが、先進諸国における人口等の社会・経済フレームに比べて、データ自体が揃っていない、また、そのデー

タの精度が低い、時系列に安定していない等様々な問題が存在するため、モデル作成に制約が生じる。また、マスタープラン作成後の個別プロジェクトの評価としてのF/S等による交通需要予測は、交通需要量自体が重要なるため、モデルの精度や安定性はもとより、例えば、ゾーンサイズをより細分化する等の詳細なデータを活用した分析の必要性が生じている。

4. マニラ首都圏を対象としたケーススタディ分析

前述の開発途上国の都市交通調査における実態調査から交通需要分析の一連のアプローチにおける課題に対し、マニラ首都圏でのケーススタディを通じて、今後の都市交通調査データ収集としての具体的な適用性を検討する。第1に実態調査方法に対する検討であるが、これは、3の(2)(a)の課題①、②を踏まえ、事前に既存データの収集を行い、調査企画・設計の段階での調査方法に工夫を施し、実態調査を実施した。なお、このケーススタディ調査は、H. S. リガサらのパネルデータ収集の調査・研究³¹⁾と併行して行われた調査である。第2にサンプリングデータの特質としての3の(2)(a)の課題③、④及び(b)に対する検討であるが、これは、サンプリングデータを用いた交通機関選択に関するモデル分析より、都市圏を対象とした大規模調査への妥当性を検証するとともに、具体的なサンプリングデータの特質に関する検討を行う。

(1) 調査対象地域及び調査方法

調査対象地域は、図-2に示すようにマニラ首都圏の南北方向へ約15kmに整備されているLRT1号線沿線地区（エリア#1）及び東西方向へ約10kmの計画路線であるLRT2号線沿線地区（エリア#2）としている。なお、この2つの沿線地区は、マニラ首都圏都市交通計画調査における調査対象地域のゾーン数202ゾーンの67ゾーンに当たる。調査は、1992年4月20日から5月8日の期間に実施され、前述の67ゾーンを対象とし1ゾーンに対し10路線の道路を割り当て、その1路線につき2世帯をランダムに抽出した。調査方法は調査員による訪問面接法とし、全体で1,513世帯の調査結果を得た。表-3に調査回収結果を示す。調査内容は、世帯属性、各世帯構成員の個人属性、定職を持つ対象者には通勤に関す

る交通行動（利用交通機関、利用経路、代替交通機関、代替経路等）、現利用交通機関に対するLRT 2号線に関する選好意識である。

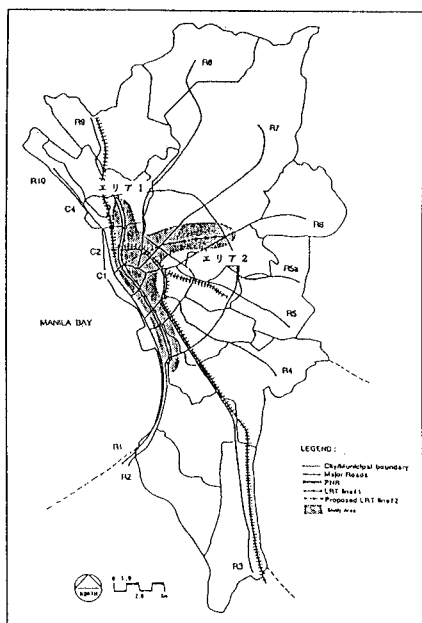


図-2 調査対象地域

表-3 調査回収結果

	ゾーン数	世帯数	有効サンプル
エリア#1	29	485	472
共通エリア	16	338	277
エリア#2	22	690	485
合計	67	1,513	1,234

(2) データ収集効率と調査データ特性

(a) コストパフォーマンス

本ケーススタディでの調査企画からマスターデータ作成までの調査費用（調査物件費用を含む）を積み上げると1サンプル当たり89ペソ（日本円換算で約443円）と先進国での調査費用に比べて、かなり低費用でのデータ収集が可能となる。

(b) 調査データ特性

家庭訪問調査より得られたサンプル数は、1,234サンプルであるが、本ケーススタディで分析対象となる通勤トリップのうちジープニー、バス、LRT、

自家用車以外の代表交通機関である徒歩、二輪車等を除くサンプル数は1,002であり、さらに、後述の非集計モデルによる交通機関選択モデルでの適用サンプルは、代替交通機関を持たない固定層としてサンプルを除く789サンプル（調査サンプルに対し64%）となった。実際の調査結果での代替交通機関を記入したサンプルは、全体の半数にも満たない結果であったため、マニラ首都圏の地図を基にトレース法により別途、代替交通機関とそのLOSデータの設定を行っている。また、その作成したLOSデータによる各交通機関間のサービス条件や調査結果からの自動車保有の有無等より利用可能性を判別し、収集したサンプルデータに対し、利用可能性を考慮した選択肢の設定と固定層の除去を行い、モデルに適用している。

(3) サプリングデータの特徴を考慮した交通機関モデル分析

(a) 交通機関の固定層を考慮したモデル分析

マニラ首都圏においての交通機関に対する固定層は、例えば、図-3に示すように、実際は乗換え時間等を考慮してもLRT利用の方が早く、料金も安いにもかかわらずバス・ジープニーを利用するサンプル（LRTの距離と料金の関係を示す回帰直線の上に位置するサンプル）が存在する。このような固定層の存在を調査結果において代替交通機関が存在しないと回答したサンプル（エリア#2については選好意識データを活用）やLOSデータによる交通機関間の時間と料金の関係より明らかに利用可能となる代替交通機関が存在しないサンプルを除去した。表-4に固定層のサンプルを除去する前・後でのジープニー、バス、LRT、自家用車の4つ交通

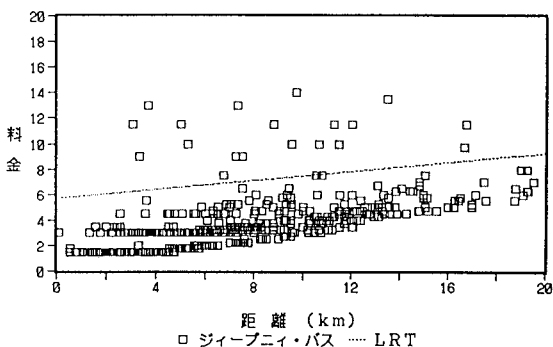


図-3 非合理的な交通機関の選択

機関を対象としたモデル推計結果を示す。モデル適用のサンプルのうち数%の固定層の小サンプルを除去することにより、エリア#1、エリア#2ともにt値、的中率、尤度比が向上する結果となっている。交通機関固定層の存在とこの分析結果より、大規模調査への適用を考えた場合、開発途上国特有の個人属性（例えば、世帯収入等）を考慮に入れたサンプ

表-4 固定層を考慮したモデル推計結果
(エリア#1)

	変数名	固定層を含む モデル	固定層を除去 したモデル
共通変数	料 金	-0.041 (-1.32)	-0.069 (-2.28)
	乗車時間	-0.064 (-8.38)	-0.066 (-8.38)
	徒歩時間	-0.077 (-2.20)	-0.067 (-1.92)
	乗車外時間	-0.271 (-5.60)	-0.274 (-5.55)
	個人月収ダミー (自家用車)	2.546 (2.33)	2.606 (2.32)
固有変数	ジープニ	1.579 (2.90)	1.216 (2.22)
	バ ス	0.777 (1.21)	0.323 (0.50)
	L R T	-1.105 (-1.81)	-1.385 (-2.24)
	的中率	85.4	85.7
	尤度比 (rou)	0.619	0.625
数	尤度比 (roubar)	0.614	0.620
	サンプル数	492	475

○ 内はt値を表示

表-5 固定層を考慮したモデル推計結果
(エリア#2)

	変数名	固定層を含む モデル	固定層を除去 したモデル
共通変数	料 金	-0.034 (-1.89)	-0.041 (-2.19)
	乗車時間	-0.031 (-4.28)	-0.031 (-4.19)
	徒歩時間	-0.057 (-1.82)	-0.078 (-2.37)
	乗車外時間	-0.400 (-7.94)	-0.373 (-7.38)
	個人月収ダミー (自家用車)	1.670 (2.14)	1.484 (1.88)
固有変数	ジープニ	1.655 (3.82)	1.433 (3.18)
	バ ス	1.729 (3.28)	1.540 (2.83)
	L R T	0.499 (0.87)	0.295 (0.50)
	的中率	81.4	81.6
	尤度比 (rou)	0.601	0.606
数	尤度比 (roubar)	0.598	0.602
	サンプル数	484	446

○ 内はt値を表示

リング及びデータの拡大等が必要となってしまう。

(b) 地域特性による交通機関選択特性

調査対象地域の現存するLRT1号線沿線地区（エリア#1）及び計画路線であるLRT2号線沿線地区（エリア#2）に着目し、2つの地域のセグメンテーションと全域のデータによるジープニ、バス、LRT、自家用車の4つ交通機関を対象としたモデル推計とを行い、その結果を表-5に示す。その結果をみると、両地域のモデル、統合モデルとも符号条件及びt値、尤度比、的中率等の統計的指標からでは、それぞれ有意な結果が得られている。しかしながら、それぞれの時間評価値（料金のパラメータ/乗車時間+徒歩時間+乗車外時間のパラメータ）をみると、エリア#1では93.4（ペソ/分）、エリア#2では54.4（ペソ/分）、統合モデルでは58.4（ペソ/分）とそれぞれのモデル構造に違いが現れている。このモデル構造の違いを調査サンプルデータに同質性がなく地域によるサンプル特性の相違と仮定した場合、大規模調査としてのデータ収集としては、この地域のセグメント化を考慮したきめ細かな抽出及び拡大が必要となってしまう。

表-6 エリア別交通機関選択モデル推計結果

	変数名	エリア1	エリア2	統合モデル
共通変数	料 金	-0.041 (-1.32)	-0.034 (-1.89)	-0.050 (-3.08)
	乗車時間	-0.064 (-8.38)	-0.031 (-4.28)	-0.049 (-8.51)
	徒歩時間	-0.077 (-2.20)	-0.057 (-1.82)	-0.073 (-3.09)
	乗車外時間	-0.271 (-5.60)	-0.400 (-7.94)	-0.309 (-8.56)
	個人月収ダミー (自家用車)	2.546 (2.33)	1.670 (2.14)	2.233 (3.05)
固有変数	ジープニ	1.579 (2.90)	1.655 (3.82)	1.375 (3.77)
	バ ス	0.777 (1.21)	1.729 (3.28)	0.958 (2.21)
	L R T	-1.105 (-1.81)	0.499 (0.87)	-0.644 (-1.46)
	的中率	85.4	81.4	83.62
	尤度比 (rou)	0.619	0.611	0.622
数	尤度比 (roubar)	0.614	0.607	0.620
	サンプル数	492	484	812

○ 内はt値を表示

本分析では、開発途上国においてもサンプルデータの同質性が何らかの要因で確保されるという点を考慮し、サンプルデータの同質化を試みた。これは、調査結果より、交通機関選択において料金がトリップ距離に影響していると考え、料金のパラメータにトリップ距離を負の指数関数を組み込むモデル推計

を行った。その結果、表-7に示すようにt値、尤度比、的中率等の統計的指標は表-5の結果に比べ、若干低下しているが、それぞれのモデルのパラメータを比較すると、その安定性が改善されたと言える。

この分析結果より、本ケーススタディでのサンプルデータの同質性がある程度説明され、大規模調査

表-7 トリップ距離を組み込んだ
エリア別交通機関選択モデル推計結果

変数名	エリア1	エリア2	統合モデル (exp)
共通変数	* 料金 (b _a)	-0.039 (-1.38)	-0.052 (-3.33)
	** (b _i)	-0.054 (-0.23)	-0.208 (-1.07)
	乗車時間	-0.064 (-8.65)	-0.053 (-9.88)
	徒歩時間	-0.061 (-1.80)	-0.072 (-3.23)
	乗車外時間	-0.034 (-1.65)	-0.050 (-2.99)
固有変数	個人月収ダミー (自家用車)	2.472 (2.22)	2.463 (3.06)
	ジープニー	0.409 (0.08)	0.101 (0.30)
	バス	-1.207 (-2.22)	-1.181 (3.27)
	L R T	-3.129 (-5.94)	-3.014 (-8.25)
統計的指標	的中率	83.94	81.03
	尤度比 (rou)	0.584	0.574
	尤度比 (roubar)	0.579	0.572
	サンプル数	492	812

() 内はt値を表示

* (b_a) = 料金, ** (b_i) = exp (-距離) * (料金)

への適用可能性、すなわち、地域・地区の相違をそれほど考慮する必要がなく調査が可能であるということが示されたと言える。

5. まとめと今後の課題

本研究では、開発途上国における都市交通調査手法について、先進諸国でのその発展経緯を踏まえた上でその問題・課題を整理した。また、ケーススタディ分析を通じ、開発途上国での今後の大規模調査への適用に対して、以下のように要約される。

①開発途上国特有の交通機関固定層の存在とそのモデル分析による、その固定層に関する分析の必要性和それらを考慮したサンプリング及びデータの拡大等の必要性。

②開発途上国でのデータ収集効率の向上を図るためのサンプリングデータの同質性に関する事前調査・分析の必要性。

本研究では、開発途上国での都市交通調査手法について、サンプリングデータの特徴としての一断面から検討しただけであり、実際の調査手法への展開においては、サンプリングデータの精度からの検討や計画論からみた調査データのあり方等様々な視点からの検討が必要であることは言うまでもない。

参考文献

- 1) 太田勝敏：発展途上国における都市交通の課題と日本の対応、新都市、pp19～26、1988年2月号。
- 2) 太田，他共訳：都市交通－世界銀行政策研究－，国際開発センター，1987年3月。
- 3) 太田勝敏：発展途上国の都市交通計画の課題，土木学会論文集，pp15～21，1987年7月。
- 4) David T. Hartgen: Coming in the 1990s: The agency - friendly travel survey, TRANSPORTATION Vol19, pp79～95, 1992.
- 5) 土井正幸：都市交通パッケージUTPPの背景，内容及び活用，交通工学，Vol121, No3, pp23～35, 1986.
- 6) Alan C. Clark et al.: Mail-Out/Mail-Back Travel Survey in Houston, Texas, TRR 1097, pp13～19, 1986.
- 7) John E. Anderson et al.: Telephone Interviews: Cost-Effective Method for Accurate Travel Surveys, TRR 1097, pp4～6, 1986.
- 8) David L. Kurth: Mail-Out / Telephone Collection Travel Survey, TRR 1097, pp7～12, 1986.
- 9) Peter R. Stopher: Use of An Activity-Based Diary to Collect Household Travel Data, TRANSPORTATION, Vol19, No2, pp159～176, 1992.
- 10) Elaine Murakami & W. T. Watterson: The Puget Sound Transportation Panel after two waves, TRANSPORTATION, Vol19, No2, pp141～158, 1992.
- 11) H. F. Gunn et al.: High speed rail market projection: Survey design and analysis, TRANSPORTATION, Vol19, No2, pp117～139, 1992.
- 12) 鹿島 茂：OD調査の現状と動向，交通工学Vol. 23, pp11～16, 1988.
- 13) 屋井鉄雄：やさしい非集計分析、3. 非集計分析の発展，交通工学Vol. 26, NO. 6 pp39～45, 1991.
- 14) 兵藤哲朗：やさしい非集計分析、5. 複数データを用いた非集計分析，交通工学Vol. 26, NO. 6 pp29～38, 1991.
- 15) 石田東生：発生・集中量推定モデルの都市圏間比較と簡略的推定法，土木学会論文集，pp57～64, 1988年7月。
- 16) 石田東生 et al.: 小規模調査に基づく簡略的交通需要推定方法，土木計画学論文集，pp225～232, 1988年11月。
- 17) 下田公一 et al.: 全国パーソントリップ調査とデータ特性，土木計画学研究論文集，pp53～60, 1991年11月。
- 18) 下田公一 et al.: 都市交通みた都市特性の比較－全国都市パーソントリップ調査結果の分析を通して－，日本都市計画学会学術研究論文集，pp301～306, 1991年。
- 19～30) JICA各種報告書、マニラ首都圏都市交通計画調査，1985年。ガテマラ共和国首都圏交通網整備計画調査，1992年。ブラジル国ベレン市交通計画調査，1991年。タイ王国バンコク首都圏中、長期道路計画調査，1990年。キンサシャ、バナナ間交通体系総合調査，1986年。バナマ首都圏都市交通整備計画調査，1982年。カイロ大都市圏交通計画調査，1989年。ラホール都市圏総合交通システム開発計画調査，1991年。ジョージタウン、バタワース道路計画調査，1980年。アスンシオン首都圏都市交通整備計画調査，1986年。Singapore urban transport improvement study, 1988年。Klang Valley transportation study, 1987年。
- 31) H. S. 丹 々 et al.: 対数線形モデルによる交通行動パネルデータの解析，土木計画学研究・講演集，pp83～88, 1992年11月。