

プロジェクト研究
「開発途上国における交通調査および
交通需要予測にかかる調査」

ファイナル・レポート

平成30年11月
(2018年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社アルメックVPI
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル

基盤

JR

18-126

プロジェクト研究
「開発途上国における交通調査および
交通需要予測にかかる調査」

ファイナル・レポート

平成30年11月
(2018年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)
株式会社アルメックVPI
株式会社オリエンタルコンサルタンツグローバル

目 次

第 1 章	はじめに.....	1
1.1	調査の背景.....	1
1.2	業務の目的.....	2
1.3	調査対象地域.....	3
1.4	ファイナル・レポートの構成.....	3
第 2 章	都市交通 M/P 案件のレビュー.....	4
2.1	JICA の都市交通分野の調査・協力形態.....	4
2.2	M/P 調査の基本的な流れ.....	5
2.2.1	M/P 調査全体の流れ.....	5
2.2.2	M/P 調査における交通調査の概要.....	7
2.2.3	M/P 調査における交通需要予測の概要.....	9
2.3	個別都市交通 M/P 案件のレビュー及び過去の需要予測結果の検証.....	14
2.3.1	マニラ.....	18
2.3.2	ハノイ.....	23
2.3.3	ホーチミン.....	27
2.3.4	ジャカルタ.....	32
2.3.5	ダルエスサラーム.....	38
2.3.6	ナイロビ.....	39
2.3.7	過去の需要予測の検証結果のまとめ.....	40
2.3.8	その他都市交通 M/P 案件のレビュー.....	42
2.4	コンサルタントからのヒアリング.....	48
2.5	開発途上国事例調査結果.....	49
2.5.1	ベトナム.....	49
2.5.2	インドネシア.....	50
2.5.3	タンザニア.....	51
2.5.4	協力ニーズの比較.....	52
2.6	問題点等の整理.....	54
2.6.1	PT 調査を中心とした交通調査について.....	54
2.6.2	交通需要予測手法について.....	56
2.6.3	都市交通分野の協力ニーズについて.....	59

第 3 章	必要交通調査・調査手段・関連データの現況と課題.....	62
3.1	交通調査.....	62
3.1.1	パーソン・トリップ調査.....	62
3.1.2	通勤通学調査.....	69
3.1.3	アクティビティダイアリー調査.....	71
3.1.4	SP 調査.....	72
3.1.5	その他必要交通調査.....	73
3.1.6	交通調査についての課題.....	75
3.2	交通調査手段.....	77
3.2.1	紙ベースのインタビュー調査とコンピュータ支援インタビュー調査.....	77
3.2.2	タブレット等モバイル機器の活用.....	78
3.2.3	スマートフォンによるトラッキング.....	79
3.2.4	インターネットアンケート調査.....	84
3.2.5	ショッピングモールやオフィス等での補足調査.....	85
3.2.6	効率的な交通調査の手段についての課題.....	86
3.3	関連データ.....	86
3.3.1	既存 M/P 調査の需要予測モデルへの入力値.....	86
3.3.2	センサスデータ.....	87
3.3.3	衛星画像.....	88
3.3.4	CDR (Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ).....	89
3.3.5	Wifi/Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合.....	89
3.3.6	過去調査やセンサス等の関連データについての課題.....	90
第 4 章	交通需要予測の改善の方向性の検討.....	91
4.1	四段階推計モデルについて.....	91
4.2	既往の需要予測における教訓等の整理.....	92
4.3	集計・非集計モデルの特徴と開発途上国における適用.....	93
4.3.1	集計モデルと非集計モデル.....	93
4.3.2	トリップベースアプローチとアクティビティベースアプローチ.....	95
4.3.3	主な集計モデル及び特徴.....	97
4.3.4	主な非集計モデル及び特徴.....	97
4.3.5	日本における交通需要予測の動向.....	98
4.3.6	主要学会等から見る世界の潮流.....	99
4.3.7	開発途上国における集計・非集計モデルの活用.....	103
4.3.8	開発途上国におけるその他モデル(土地利用・世帯マイクロデータ等)の活用課題.....	106
4.3.9	需要予測モデルの改善に最適な交通調査及びサンプル数算定の考え方と留意点.....	108
4.3.10	必要需要予測ソフトウェアについて.....	111
4.4	交通調査関連の方向性.....	114

第 5 章	調査目的及び協力ニーズに応じた交通調査・需要予測手法の提案.....	116
5.1	都市の成熟段階及び協力目的に応じた交通調査及び需要予測手法の整理.....	116
5.2	マスタープラン(M/P)策定.....	119
5.2.1	M/P 策定が初回または PT 調査等が近年未実施の場合.....	119
5.2.2	M/P を更新する場合.....	121
5.3	短期インフラ整備計画策定.....	123
5.4	フィージビリティスタディ(F/S).....	125
5.4.1	大規模インフラが対象の場合.....	126
5.4.2	交差点改良等が対象の場合.....	128
5.5	交通施策の立案(TOD, TDM 等).....	131
5.6	交通データの更新・M/P のアップデート(能力強化).....	133
5.7	基幹交通調査の仕様.....	135
第 6 章	結論及び今後の方針.....	137
6.1	JICA の交通計画における目的.....	137
6.2	本プロジェクト研究の問題意識に対する結論.....	137
6.2.1	需要予測の改善.....	137
6.2.2	調査目的及び協力ニーズに応じた交通調査・需要予測.....	138
6.2.3	交通調査・需要予測に係る時間の縮減.....	139
6.2.4	交通調査・需要予測に係る費用の縮減.....	139
6.3	今後の具体的な方針.....	139
6.3.1	アクティビティダイアリー調査(ADS)と非集計需要予測手法の活用.....	139
6.3.2	交通調査における新たなデバイスの活用可能性の検討.....	140
添付資料 1	Project Review Sheets	
添付資料 2	過去の需要予測におけるずれの構造要因分析	
添付資料 3	サンプル数縮減の影響の検証	
添付資料 4	Quick Review of Conference Papers	
添付資料 5	Meeting Minutes(海外事例調査面談記録)	
添付資料 6	需要予測の照査シート(案)	

図 一 覧 表

図 2.1 都市交通計画の一般的検討プロセス.....	6
図 2.2 スクリーンライン調査とコードンライン調査のイメージ.....	9
図 2.3 手段選択プロセスの例.....	11
図 2.4 分担率曲線の例.....	12
図 2.5 BPR 関数と DAVIDSON 関数の概形.....	13
図 2.6 分布交通量検証のためのゾーン集約.....	22
図 2.7 分布交通量検証のためのゾーン集約.....	27
図 2.8 オートバイ保有台数の推移.....	30
図 2.9 分布交通量検証のためのゾーン集約.....	32
図 2.10 分布交通量検証のためのゾーン集約.....	38
図 3.1 PAPI の例(バスシェルターでの調査).....	77
図 3.2 サーベイソリューションのシステム.....	79
図 3.3 サーベイソリューションの実施状況.....	79
図 3.4 RMOVE によるトリップ調査の流れ.....	81
図 3.5 MEILI によるトリップ調査の例.....	82
図 3.6 MMM によるユーザーインターフェイス及びアクティビティの確認.....	83
図 3.7 アクティビティ画面.....	84
図 3.8 トラベルモード情報のドラッグ&ドロップインターフェイス.....	85
図 3.9 ショッピングモール(左:米国)及びオフィス(右:インドネシア)でのインタビュー調査の例.....	85
図 4.1 アクティビティベース需要予測モデルの推計の流れ.....	96
図 4.2 相乗り交通の重要領域.....	105
図 5.1 都市の成熟段階に応じた協カニーズ及び適用可能な交通調査・需要予測手法の整理イメージ.....	117

表 一 覧 表

表 2.1 レビュー及びヒアリング対象の都市交通 M/P 案件リスト	15
表 2.2 レビュー及びヒアリング対象の都市交通 M/P 案件の基礎情報	16
表 2.3 都市交通 M/P 案件で実施されたアクティビティダイアリー調査の基礎情報	17
表 2.4 MMUTIS—MUCEP の需要予測の検証	20
表 2.5 市県間分布交通量(Oより多いと推計が過大)	20
表 2.6 追加検証結果	21
表 2.7 追加検証による分布交通量	21
表 2.8 要因分析結果	21
表 2.9 HOUTRANS—METROS の需要予測の検証	24
表 2.10 市県間分布交通量(Oより多いと推計が過大)	24
表 2.11 追加検証結果	25
表 2.12 追加検証による分布交通量	25
表 2.13 要因分析結果	25
表 2.14 HOUTRANS—METROS の需要予測の検証	29
表 2.15 市県間分布交通量(Oより多いと推計が過大)	29
表 2.16 追加検証結果	30
表 2.17 追加検証による分布交通量	30
表 2.18 要因分析結果	31
表 2.19 ジャカルタ首都圏を対象とした SITRAMP の予測と JUTPI の現況の比較	34
表 2.20 市県間分布交通量(Oより多いと推計が過大)	35
表 2.21 要因分析	35
表 2.22 追加検証結果	36
表 2.23 要因分析結果	37
表 2.24 検証結果の概要	39
表 2.25 検証結果の概要	40
表 2.26 海外における都市交通調査及び需要分析に関する調査: 3か国の比較	53
表 3.1 交通調査実施時の留意点	76
表 3.2 交通調査についての課題の整理	76
表 3.3 過去調査やセンサス等の統計・関連データに係る課題の整理	90
表 4.1 交通需要予測における集計モデルと非集計モデルの比較	94
表 4.2 主な集計モデル及び特徴	97
表 4.3 主な非集計モデルの特徴	98
表 4.4 主要国際会議ペーパーの内容内訳(手法の改良 vs. 実務系)	100
表 4.5 主要国際会議ペーパーの対象モデル(集計モデル vs. 非集計モデル)	100
表 4.6 主要国際会議ペーパー全体の対象モデル内訳	101
表 4.7 主なモデルの比較	103
表 5.1 協力目的に応じた交通調査・調査手段・関連データ・モデルの整理	118
表 5.2 各交通調査の標準仕様(案)	136

略 語 表

略語	正式名称(和訳)
AAD	Abidjan Autonomous District
ABM	Activity-Based Modeling (アクティビティベースモデリング)
ADAPTS	Agent-based Dynamic Activity Planning and Travel Scheduling
ADB	Asian Development Bank (アジア開発銀行)
ADS	Activity Diary Survey (アクティビティダイアリー調査)
AfDB	African Development Bank (アフリカ開発銀行)
AGETU	l'Agence des transports urbains
AMOD	Autonomous Mobility on Demand
ATIS	Advanced Traveler Information System
AV	Autonomous Vehicle
BDN	Bayesian Decision Network
BRT	Bus Rapid Transit (バス高速輸送システム)
C/P	Counterpart (カウンターパート)
CATI	Computer-Assisted Telephone Interview
CAWI	Computer-Assisted Web Interview
CBD	Central Business District
CCTV	Closed-Circuit Television
CDR	Call Detail Record (携帯電話位置情報データ)
CEMDAP	Comprehensive Econometric Microsimulation for Daily Activity-Travel Simulator
CI	Cote d'Ivoire (コートジボワール)
CMAP	Chicago Metropolitan Agency for Planning
CoMTrans	Urban Transport System Development Project for Colombo Metropolitan Region and Suburbs (コロンボ都市交通調査プロジェクト)
CSTDM	California Statewide Travel Demand Model
CTI	建設技研インターナショナル
CTS or CS	Commuter Trip Survey (通勤通学調査)
D/D or DED	Detail Engineering Design
DAC	Development Assistance Committee
DCC	Dar es Salaam City Council
DHUTS	Dhaka Urban Transportat Netwoek Development Study
DMTC	Dhaka Mass Transit Company
DSM	Dar es Salaam Transport Policy and System Development Master Plan (ダルエスサラーム都市交通マスタープラン改訂プロジェクト)
DSM	Dar es Salaam (ダルエスサラーム)
DTA	Dynamic Traffic Assignment
DTCA	Dhaka Transportation Coordination Authority
DUTA	Dar es Salaam Urban Transport Authority
EASTS	Eastern Asia Society for Transportation Studies (アジア交通学会)
EJEC	Eight-Japan Engineering Consultants (エイト日本技術開発)
EU	European Union (欧州連合)
EV	Electrical Vehicle (電気自動車)
F/S	Feasibility Study (フィージビリティ調査)
FDMN	Finite Discrete Mixture of Normal
FMS	Future Mobility Sensing

略語	正式名称(和訳)
GDP	Gross Domestic Product (国内総生産)
GHG	Green-House Gas (温室効果ガス)
GNI	Gross National Income (国民総所得)
GPS	Global Positioning System (全地球測位システム)
GUI	Graphical User Interface
GWR	Geographical Weighted Regression
HAIDEP	The Comprehensive Urban Development Programme in Hanoi Capital City of the Socialist Republic of Vietnam
HBO	Home-Based Other Trip
HBS	Home-Based School Trip
HBW	Home-Based Work Trip
HHSENO	Household Sequence Number
HIS	Household Interview Survey
HOUTRANS	The Study on Urban Transport Master Plan and Feasibility Study in Ho Chi Minh Metropolitan Area
HTS	Household Travel Survey (「パーソン・トリップ調査」に該当)
HV	Hybrid Vehicle (ハイブリッド車)
HVS	Home Visit Survey (家庭訪問調査)
IATBR	International Association for Travel Behaviour Research
IBM	International Business Machine
ICT	Information and Communication Technologies (情報通信技術)
IDCJ	International Development Center of Japan (国際開発センター)
IDR	Indonesian Rupiah (インドネシアルピア)
IMM	Istanbul Metropolitan Municipality
INRETS	Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité
ISCTSC	Internaational Conference on Transport Survey Methods
ITS	Intelligent Transport System (高度道路交通システム)
ITU	Istanbul Technical University
IUAP	The Study on Integrated Urban Transportation Master Plan for Istanbul Metropolitan Area (イスタンブール市都市交通マスタープラン調査)
JDI	Japan Development Institute (日本開発政策研究所)
JICA	Japan International Cooperation Agency (国際協力機構)
JPY	Japanese Yen (日本円)
JTA	Jabodetabek Transportation Authority
JTC	Japan Transportation Consultants (日本交通技術)
JUTPI	JABODETABEK Urban Transport Policy Integration Project (JABODETABEK 都市交通政策統合プロジェクト)
KEI	Katahira & Engineers International (片平エンジニアリング)
KIT	Karlsruhe Institute of Technology
KOICA	Korea International Cooperation Agency
LM	Land-use Model (土地利用モデル)
LOS	Level of Service
LRT	Light Rail Transit (ライトレール)
LTA	Land Transportation Authority, Singapore
M/P	Master Plan (マスタープラン)
MAC	Media Access Control
MCDGB	Metro Cebu Development and Coordinating Board

略語	正式名称(和訳)
METROS	Data Collection Survey on Railways in Major Cities in Vietnam (主要都市鉄道情報収集・確認調査)
MEX	Metropolitan Express Co., Ltd. (首都高速道路株式会社)
MM	Man-Month (人月)
MMM	Mobile Market Monitor
MMUTIS	Metro Manila Urban Transport Integration Study
MNL	Multinomial Logit Model (多項ロジットモデル)
MRF	Markov Random Field
MRT	Mass Rapid Transit
MUCEP	The Project for Capacity Development on Transportation Planning and Database Management in the Republic of the Philippines (総合交通計画管理能力向上プロジェクト)
NECTAR	Network on European Communications and Transport Activities Research
NHB	Non-Home-Based Trip
NHTS	National Household Travel Survey
NIUPLAN	The Project on Integrated Urban Development Master Plan for the City of Nairobi in the Republic of Kenya (ナイロビ都市開発マスタープラン策定プロジェクト)
NK	Nippon Koei (日本工営)
NKL	Nippon Koei LAC (中南米工営)
NYMTC	New York Metropolitan Transportation Council
OCG	Oriental Consultants Global Co., Ltd. (オリエンタルコンサルタンツグローバル)
OD	Origin Destination (起終点)
PCATS	Prism-Constrained Activity-Travel Simulator
PDCA	Plan, Do, Check, Action
PPP	Public-Private Partnership (官民協働)
PSU	Primary Sampling Units
PT	Person Trip Survey (パーソン・トリップ調査)
QV	Flow and Speed Formula
RHTS	Regional Household Travel Survey
RP	Revealed Preference (顕示選好)
RSD	Relative Standard Deviation (相対標準偏差)
RSTP	Project on the Revision and Updating of Strategic Transport Plan for Dhaka (ダッカ都市交通戦略計画改訂プロジェクト)
SCZMP	Transport Improvement Master Plan Project for Santa Cruz Metropolitan Area (サンタクルス都市圏交通マスタープラン策定プロジェクト)
SDUGA	The Project for the Development of Urban Master Plan in Greater Abidjan (大アビジャン圏都市整備計画策定プロジェクト)
SETEC	Société d'études techniques et économiques
SHRP	Strategic Highway Research Program
SIM	Subscriber Identity Module
SITRAMP	the Study on Integrated Transportation Masterplan
SP	Stated Preference (表明選好)
STP	Strategic Transport Plan
SUDP	Sustainable Urban Development Plan
TAZ	Traffic Analysis Zone (交通解析ゾーン)
TDM	Transport Demand Management (交通需要マネジメント)
TEDI	Transport Engineering Design Inc.
TEM	Trans European Motorway

略語	正式名称(和訳)
TES	Transport Equity Survey
TfL	Transportation for London
TOD	Transit-Oriented Development (公共交通指向型開発)
TRB	Transportation Research Board (米国交通運輸研究会議)
TSDC	Transportation Secure Data Center
TZS	Tanzanian Shilling (タンザニアシリング)
UMRT	Urban Mass Rail Transit
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
USD	United States Dollar (米ドル)
VMT	Vehicle Mile Travel
VTS	Vehicle Tracking Survey
WB	the World Bank (世界銀行)
WCTR	World Conference on Transport Research (世界交通会議)
WTP	Willingness To Pay (支払い意思)
YEC	Yachiyo Engineering Co., Ltd. (八千代エンジニアリング株式会社)
YUEX	Yangon Urban Expressway
YUTRA	Project for Comprehensive Urban Transport Plan of Greater Yangon (ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査)

第1章 はじめに

本章では、まず JICA の都市交通分野の調査・協力形態を概観し、今後の開発途上国における計画のあり方について述べる。その上で、本プロ研の目的について、言及する。

1.1 調査の背景

開発途上国の都市圏においては、都市開発のスピードが速い、人口や車両数の伸びが著しい、道路の交通渋滞や総じて低いサービス水準の公共交通、さらに交通安全上の問題など、特有の様々な都市交通問題が挙げられる。そうした中、目指す都市像を実現するために、JICA はこれまで、開発途上国の 60 以上の都市において、都市交通マスタープラン(M/P)の策定やフィージビリティ調査(F/S)を実施し、都市交通計画策定にかかる支援を行ってきたが、現在、以下の3つの大きな課題に直面している。

1) PT 調査を中心とした交通調査について

JICA では、計画策定に必要な交通動態を把握する調査として、主にパーソン・トリップ調査(以下、「PT 調査」)を行っている。PT 調査は我が国でも行われているが、交通解析ゾーン体系が粗すぎることや、自動車利用者の駐車場選択や公共交通利用者の経路選択・定期券の保有の有無など費用負担に係る情報が欠落していること、交通需要の季節変動を考慮していないこと、その他、複雑な調査票による無回答・無効票バイアスや遠隔地での単身生活者の回答が得られにくいなど、様々な精度面での課題や問題が指摘されている。

開発途上国における PT 調査は、統計的に有効なサンプル数を確保すべく 1%~3%のサンプル率とするのが一般的であり、調査対象者の数が多く(都市人口 500 万人では最低 5 万人(1 万世帯程度)のサンプルを要する)、調査員の訓練や予備調査の実施なども含めると 6~8 ヶ月程度の期間と多大な費用を要する大規模調査となっている。加えて、途上国においては、以下のような深刻な課題がある。

- 自動車利用が多い高所得者層へはアクセスが困難なことが多く、協力も得にくい。
- 調査体系が複雑かつ調査項目が大量で回答者や調査員が理解できておらず、不正確・不適格な回答の原因となっている。
- プロジェクトベースでの調査実施のため、短期間で多くの調査員の教育が困難。
- 母集団となる住民基本台帳や選挙人名簿の精度に問題がある。

一方で、PT 調査を中心とした交通調査は、実施後 10 年程度でデータを更新し施策に反映させる必要があるにもかかわらず、開発途上国政府には同等の調査を実施できる予算と人材を確保できないことがほとんどであり、より現実的なデータ更新の手法が求められている。さらに、欧米では精度の高い OD 表を調査結果の拡大から直接推計することは現実的ではないと理解されており、非集計モデルによる交通需要予測モデルを構築及び検証することに重点が置かれ、より少ないサンプリングがなされている。

2) 交通需要予測手法について

PT 調査から得られたデータから都市交通需要を予測する手法として、従来の四段階推計法をはじめと

するトリップベースアプローチ¹が広く用いられているが、この推定法は(立ち寄り行動など)個人の一連の行動の連続性や(車の共同利用や送迎など)世帯構成員間の関係を考慮せず、かつ(ピーク時交通量等の予測も技術的には可能であるが)多くの場合(時間的変化を考慮しない)日交通量の予測になってしまい、課金政策などの交通需要マネジメント(TDM)やピーク時の渋滞に対する交通行動の変化を需要予測に反映しにくいなど、複数の弱点を有している。

これらの欠点を克服すべく、アクティビティベース需要予測モデル²などの新しい手法が研究開発され海外では一部実用化されており、開発途上国特有の交通動態(例:徒歩を中心とした移動、車で子供を学校に送ってから出勤し運転手が車で家に戻る、等)を反映し、より実態に即した予測ができる可能性がある。さらに、近年、世界では携帯電話やGPSを搭載したスマートフォンなど、利用者の行動を追跡できる端末が急激に普及しており、ここから得られる情報を利用した新しい交通データ収集方法も様々な機関で研究・試行されており、今後JICAのPT調査の効率化にも活用できる可能性がある。

3) 都市交通分野の協力ニーズについて

加えて、JICAはこれまで長期的な開発像を描くM/P策定や個別の具体的事業のF/Sを中心に協力を行ってきたが、近年の協力においては特定地域のTDM等のソフト施策など技術協力の支援ニーズも増えつつある。これら交通施策に関する柔軟かつ精緻な需要予測のニーズが増加している。

かかる背景の下、本プロジェクト研究は、JICAが開発途上国において都市交通計画策定を支援する際の、交通調査及び需要予測の課題及び改善策を整理・検討し、開発途上国の都市交通分野の今後の協力内容について整理することを目的として実施する。

1.2 業務の目的

これまでJICAでは主にM/P策定において交通調査や交通需要予測を実施してきた。昨今、調査の結論を短期間で求められるケースや再度M/P調査を実施しているケースが見受けられ、それぞれの調査の目的や意義、求められるスピード感や成果、先方のニーズ等に応じて、適切な交通調査・交通需要予測の手法を使い分け・活用することが求められている。加えて、研究や技術の革新によって、新しいツールやデータ、需要予測手法など活用可能なものも増えており、調査ごとに適切な手法を選択できるよう、整理を行う。また、それにより調査期間や費用縮減の可能性についても検討する。

上記の目的を踏まえながら、具体的には、以下の三点について情報収集や整理・検討を行っていくものである。

- JICAが開発途上国において都市交通計画策定を支援する際の、交通調査及び需要予測の課題及び改善策を整理・検討する。
- 交通調査と同時に実施してきた社会・経済にかかるデータの収集方法を整理する。
- 開発途上国の都市交通分野の交通調査を伴う協力ニーズについて整理する。

¹トリップベースアプローチとは、移動に焦点が当てられ、トリップ単位の分析でそれらの発生量・目的地・交通手段・経路などを推定し、集計されるOD表(すなわち移動行動)を所与と考えて需要予測を行う方法。

²アクティビティベース需要予測モデルは、移動は活動の派生需要であるという考え方にに基づき、個人個人の活動に対する需要や欲求と交通システムのモビリティやアクセシビリティの制約条件を考慮し、移動行動が意思決定されるという考え方に基づいている。

1.3 調査対象地域

本プロジェクト研究は、日本国内での分析・検討作業と海外(米国、ベトナム、インドネシア、タンザニア)での調査から構成される。

1.4 ファイナル・レポートの構成

2章では、まず実際の各都市交通 M/P 案件のレビューを行い、問題点や教訓を抽出する。さらに、M/P 案件に従事しているコンサルタント業界における意見を取りまとめ、一方で、開発途上国事例調査として、3都市における関係機関へのヒアリングに基づく M/P や M/P 調査のプロセスに関する意見および協力ニーズについて取りまとめる。最後に現状の問題点や課題等について整理を行っている。

続く3章では、M/P 調査において必要な交通調査・調査手段・関連データの種々の内容について、その概要や役割、さらに利点および問題点を中心に整理を行い、交通調査・調査手段・関連データのそれぞれの側面から課題を取りまとめる。とりわけ、新たな調査手段や関連データについて最新の動向を把握するとともに今後の交通調査及び交通需要予測への活用の可能性やそれぞれの制約条件についても整理している。

4章では特に交通需要予測に着目し、2章における問題点等の整理や協力ニーズも踏まえ、まず従来の集計(四段階推計)モデルで現実的に起きている予測のずれの要因の構造的整理の結果、既往の需要予測における教訓等の整理を行う。その上で、集計・非集計モデルそれぞれの特徴について整理し、開発途上国における適用にあたっての可能性や課題などについて検討を行う。続いて、日本および欧米の事例についても取りまとめ、加えて、その他のモデルの活用課題も踏まえ、今後の交通需要予測モデルに係る提言、さらにその構築に最適な需要予測ソフトウェアおよび基幹交通調査に係る提言を行っている。

さらに、5章では調査目的及び協力ニーズに応じた交通調査・需要予測手法の提案として、まず都市の成熟段階に応じた協力ニーズ、および適用可能な交通調査・需要予測手法について、交通調査、調査手段、関連データ、さらに需要予測モデル、必要ソフトについての概ねの整理イメージを示し、続いて JICA のそれぞれの調査・協力形態に応じた必要交通調査および交通需要予測手法の提案を一覧表で提示し、それぞれ想定される状況に分けなるべく詳細に、かつ仕様書に転用できる内容を意識して具体的に記載している。

最後に、6章では結論及び今後の課題として、JICA の交通計画における目的を踏まえながら、本プロジェクト研究の問題意識に対する結論を示し、さらに今後の基本的な方針について述べている。

また、添付資料として、M/P 案件のプロジェクトレビューシート、過去の需要予測結果の検証および調査サンプル数縮減の影響の検証のバックデータ、主要国際会議におけるペーパーの簡易レビューシート、及び海外事例調査の各面談記録をまとめている。

第2章 都市交通 M/P 案件のレビュー

本章では、JICA の5つの調査・協力形態について整理した上で、まず都市交通計画策定の中心である M/P 調査の基本的な流れ(交通計画のプロセス)について、従来の交通調査及び交通需要予測の手法さらに用語や定義等も含めて説明し、それらを踏まえて実際の各都市交通 M/P 案件のレビューを行う。レビュー対象都市は、文献およびヒアリングによるレビューを行う都市と、それに加えて M/P 調査が既に2回行われており過去の需要予測結果とその後 M/P 更新のために実施した交通調査結果とを比較して検証も行う都市に分けられ、問題点や教訓を抽出する。さらに、M/P 案件に従事しているコンサルタント業界における現場での苦労や今後の交通調査および需要予測手法の改善にあたっての意見を取りまとめ、一方で、開発途上国事例調査として、M/P 案件対象の3都市における関係機関へのヒアリングに基づく M/P や M/P 調査のプロセスに関する意見および協力ニーズについて取りまとめる。最後に現状の問題点や課題等について、大きく交通調査、需要予測手法、都市交通分野の協力ニーズの観点から整理を行う。

2.1 JICA の都市交通分野の調査・協力形態

現在、JICA が様々な課題に直面している中で、本プロジェクト研究における検討をするにあたり、まず以下の5つの調査・協力形態について認識しておく。

1) マスタープラン(M/P)策定

都市交通 M/P は、都市交通の将来ビジョンを明確にし、交通行政の指針となるもの。開発の長期的な方向性を示すことでアカウンタビリティを高める一方、短期的には顕在化した交通問題の解決を図る役割を併せ持つ。その実現及び現状の課題解決のための交通分野の戦略、施策、それに必要な制度、組織、インフラ整備計画及び事業優先度を提示するもの。様々な政策・計画の交通への影響を科学的に評価・分析する。

JICA では、M/P 策定に必要な交通動態を把握する調査として、主にパーソン・トリップ調査(以下、「PT 調査」)を行っている。PT 調査は我が国でも行われているが、交通解析ゾーン体系が粗すぎることや、自動車利用者の駐車場選択や公共交通利用者の経路選択・定期券の保有の有無など費用負担に係る情報が欠落していること、交通需要の季節変動を考慮していないこと、その他、複雑な調査票による無回答・無効票バイアスや遠隔地での単身生活者の回答が得られにくいなど、様々な精度面での課題や問題が指摘されている。さらに、開発途上国における PT 調査は、その都度有効なサンプル数を確保すべく1%~3%のサンプル率とするのが一般的であり、調査対象者の数が多く(都市人口500万人では最低5万人(1万世帯程度)のサンプルを要する)、調査員の訓練や予備調査の実施なども含めると6~8ヶ月程度の期間と多大な費用を要する大規模調査となっている。加えて、途上国においては、自動車利用が多い高所得者層へのアクセスが困難な問題や、複雑な調査体系や大量の調査項目に起因する調査データの質の問題など、さらに深刻な課題がある。

2) 短期インフラ整備計画策定(M/P との差別化)

都市交通 M/P 策定に十分な時間的余裕がなく、かつ短期的なインフラ整備リストが必要とされる場合、ニーズのある分野について、既存の計画等を束ねてハイレベルでの合意を重ね案件群の選定や優先順位付けを行うもの。その後、需要予測や F/S 等を経て実施に乗せ、PDCA (Plan=計画、Do=実行、

Check=評価、Action=改善)サイクルで継続的に計画を更新、もしくは既存の PT 調査データやセンサスデータ、需要予測モデルが存在する場合には、CDR データの他、追加 PT 調査またはアクティビティダイアリー調査(ADS)、さらにショッピングモールや職場でのトリップ調査など各種補足調査を実施することにより、需要予測モデルを更新し短期インフラ整備計画の策定を行う等の手法が考えられる。なお、M/P と違い都市全体の開発方針、交通動態調査等を伴っていない場合が多く、都市総合計画としては不十分な面は否めない。この点を補完するため、PCDA サイクルとして計画を更新する際に、PT 調査などによる裏付けを行うことが望ましい。

3) フィージビリティスタディ(F/S)

F/S は M/P 策定とともに、JICA がこれまで行ってきた主要な調査・協力形態の一つであり、個別の具体的な事業(道路、鉄道、橋等)のフィージビリティを検討するものである。有償事業の場合は、融資可能な状態であるかどうか(bankability)を審査する。路線の決定、駅の配置、採算性など事業として評価・分析を行う。

4) 交通施策の立案(TOD、TDM 等)

公共交通指向型開発(TOD)に伴う交通行動の変化や交通需要マネジメント(TDM)や料金設定など、交通施策などの検証を行う。JICA はこれまで長期的な開発像を描く M/P 策定や個別の具体的な事業の F/S を中心に協力を行ってきたこともあり、従来の交通需要予測においては四段階推定法をはじめとするトリップベースアプローチ³が広く用いられているが、この推定法は(立ち寄り行動など)個人の一連の行動の連続性や(車の共同利用や送迎など)世帯構成員間の関係を考慮せず、かつ(ピーク時交通量等の予測も技術的には可能であるが)多くの場合(時間的変化を考慮しない)日交通量の予測になってしまい、課金政策などの TDM やピーク時の渋滞に対する交通行動の変化を需要予測に反映しにくいなど、複数の弱点を有している。しかしながら、特定地域の TDM 等のソフト施策など技術協力の支援ニーズも増えつつあり、これらの柔軟かつ精緻な需要予測も必要となっている。

5) 交通データの更新・M/P のアップデート

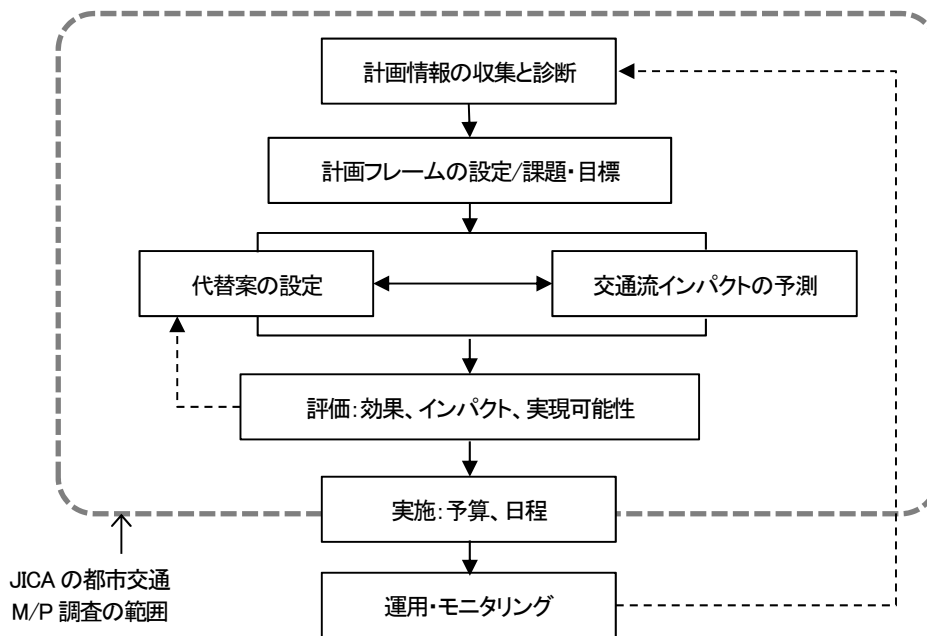
カウンターパート(C/P)機関が自ら交通データのアップデート及び計画の見直しを行う意思のある都市に対して、データ・モデル更新等の能力強化を支援する技術協力を行う。PT 調査をはじめとする各種交通調査は、実施後 10 年程度でデータを更新し施策に反映させる必要があるが、とりわけ開発途上国政府では同等の調査を実施できる予算と人材を確保できないことがほとんどであり、より現実的なデータ更新の手法が求められている。さらに、欧米では精度の高い OD 表を調査結果の拡大から直接推計することは現実的ではないと理解されており、非集計による交通需要予測モデルを構築及び検証することに重点が置かれ、より少ないサンプリングがなされている。

2.2 M/P 調査の基本的な流れ

2.2.1 M/P 調査全体の流れ

一般的な都市交通計画の流れを次図に示す。

³トリップベースアプローチとは、移動に焦点が当てられ、トリップ単位の分析でそれらの発生量・目的地・交通手段・経路などを推定し、集計される OD 表(すなわち移動行動)を所与と考慮して需要予測を行う方法。



注:「交通工学ハンドブック 都市交通 都市交通計画・都市物流計画(交通工学研究会)」に追記

図 2.1 都市交通計画の一般的検討プロセス

計画にあたりまず、計画に必要な情報を収集し、対象地域の交通現況の診断を行う。後述する交通調査や統計データ、関連する既存調査報告書・データ等を収集し、対象地域の交通問題・課題の抽出、及び将来需要予測に係る情報・データ収集が主なタスクである。

次に計画フレームを設定し、具体的な課題や目標を明らかにする。人口・経済の将来指標の設定や対象地域の行政機関が設定した都市圏の将来像の整理を行い、策定されるシナリオ(例えば、将来の人口配置や高成長・中成長・低成長など)が将来需要予測のベースとして使用される。

設定された計画フレームを基に代替案を設定し、それに応じた交通流のインパクトを予測する。交通解析ゾーン(Traffic Analysis Zone, TAZ)を設定した上で、交通需要予測の主たるタスクであり、JICA 調査団内及び関係機関との協議により検討・提案された都市圏の将来交通網・サービスに応じた将来 OD (Origin-Destination)表や交通ネットワークを基に計画フレームに基づくシナリオや代替ケース毎の将来交通需要予測を行う。

予測された将来交通需要予測結果に基づき、代替案の効果やインパクトを推計し、実現可能性を検討する。具体的には、提案される代替案を考慮せず現況の交通システム・サービスのまま将来交通需要を受け止めた場合の Without ケースとの比較、あるいは代替案間の比較に基づき、道路の混雑度・旅行速度の改善等の評価や代替案の経済・財務分析を行う。この評価結果に応じて代替案の見直しも検討される。

代替案の評価に基づき実施案が選定された後、実施に向けた財源の確保や実施主体の検討が行われる。JICA の都市交通 M/P の主たる成果であり、短期・中長期に実施すべき案件リストやプロジェクトプロファイル等にまとめられる。これに加えて近年実施される JICA の都市交通 M/P 案件では案件リストの中から1~2件程度について予備的なフィージビリティスタディ(Pre-feasibility Study、プレ F/S)を実施することも多い。

都市交通計画のプロセスとしては、計画が実施された後、当初の予測通りの効果が得られているかモニタリングが必要である。モニタリングについて特に重要な点としては、問題が発見された場合、要因分析に基づ

きそれをどう解決するか具体的な改善策を提示することである。モニタリングの結果によっては M/P で提案された対象都市圏の交通システムの整備計画の見直しが要請される。

2.2.2 M/P 調査における交通調査の概要

交通調査は、調査対象地域あるいは調査対象案件に応じて (i) 現況の問題点や課題を把握し、交通に係る計画立案に資する (ii) 将来の交通需要の量や質の変化を予測し、交通施策の評価に資する目的で実施される。交通調査には前述の目的や用途に応じて様々な調査があり、本プロジェクト研究では都市圏における OD 交通量を推計するための需要予測モデル構築に不可欠な調査を「基幹交通調査」、主に OD の補完やキャリブレーションのために用いる調査を「通常必要交通調査」、それ以外を「その他の交通調査」として定義し、それぞれについて概説する。

(1) 基幹交通調査

これまでの多くの M/P 調査では基幹交通調査としてパーソン・トリップ (PT) 調査⁴が実施されてきた。PT 調査は都市圏における多様な交通機関 (モード) の利用実態を総合的に把握する目的で実施され、交通機関間の分担の最適化や新規路線・既存施設の改良等の効果や立案に資する。

PT 調査は対象都市圏における交通発生の単位である人の移動に着目した調査であり、調査員による家庭訪問面接調査等によって実施されるサンプル調査である。日本に国内においては近年では郵送配布、郵送回収による調査実施が主となっている⁵が、開発途上国においては家庭訪問面接調査によって実施されることが多い。PT 調査は対象地域内の世帯を対象とし、その世帯の構成員の日常の交通パターンを把握することを主とする。このため、PT 調査では基本的に以下の情報を収集する。この他に目的に応じて世帯の家屋の構造や居住年数、駐車場の有無、個人の月収等の情報を収集することもある。

- 世帯情報: 世帯の住所、世帯構成人員数、世帯所得、自動車等の保有状況等
- 世帯構成員の情報: その世帯に居住する個人の性別、年齢、職業、トリップの有無、利用可能な自動車類の状況等
- 世帯構成員のトリップの情報: 世帯構成員が行った通勤・通学等のトリップの起終点 (OD)、利用交通手段と所要時間および費用、トリップの目的等

PT 調査の代替的あるいは補足的に実施される調査としてアクティビティダイアリー調査 (以下、ADS) が挙げられる。ADS では PT 調査と同様に世帯情報や世帯構成員情報について質問し、これに加えて世帯構成員の活動について日誌形式で 1 日から 1 週間程度のすべての活動や移動について記入する調査である。PT 調査と異なり ADS の場合は日誌形式で記入するため理解しやすく、トリップの記入漏れが生じにくい。

⁴ パーソン・トリップ調査全般については主に下記の文献を参照

新谷 洋二、黒川 洸 (1967) 「都市交通計画の方法に関する考察」、交通工学、2 巻 1 号

土木学会編著 (1981) 「交通需要予測ハンドブック」、技報堂出版

新谷 洋二 (1996) 「土木技術におけるブレークスルー パーソントリップ調査が交通計画に果たした役割」、土木学会誌、81 巻 14 号

北村隆一 (2002) 「交通行動調査の展開」北村隆一、森川高行編「交通行動の分析とモデリング —理論/モデル/調査/応用—」、第 4 章、技報堂出版

国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 都市交通調査室 (2007) 「総合都市交通体系調査の手引き(案)」、Online, Internet <http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/sougou/index.html> Available on Feb. 22., 2018

黒川 洸 (2013) 「都市圏パーソントリップ調査の歴史」、土木学会誌、98 巻 10 号

⁵ 国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 都市交通調査室 (2007) 「総合都市交通体系調査の手引き(案)」、Online, Internet <http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/sougou/index.html> Available on Feb. 22., 2018

一方、過去に M/P 調査が実施された都市圏等では PT 調査よりも質問項目を限定した通勤通学調査が実施されるケースがある⁶。通勤通学調査は PT 調査の世帯情報、世帯構成員の情報に加えて世帯構成員で日常的に通勤あるいは通学している人について普段の通勤及び通学の状況について質問する調査である。世帯構成員のトリップの情報については質問しないため、世帯構成員全員に質問する必要がなく調査票の留め置きする必要もなく、調査を簡素化できる。

(2) 通常必要交通調査

1) 主に OD 補完用に実施される調査

PT 調査等と同時に実施されるコードンライン調査では、対象地域境界を跨ぐ主要幹線道路や空港、鉄道駅等において、路側や施設出入口での交通量あるいは旅客数調査及びドライバー・乗客からサンプルを選びインタビュー調査を行い、対象地域内外や通過する車両や旅客の発着地(OD)を調査する。

基幹交通調査は都市圏の居住者を対象としており、貨物や貨物車の流動の把握が困難である。このため、港湾や工業団地、物流センター、倉庫等でトラック OD 調査を実施し、貨物車の OD を補完する。調査方法はこれらの施設の出入り口で路側インタビュー調査を実施する方法や、事業者へのインタビュー調査を実施する方法、事業者インタビューに加えて貨物車の GPS の情報を収集する方法等がある。

大規模な事業所やショッピングモール、大学等の多くの人が集まる大規模施設は周辺の交通への影響が大きく、より精緻に流動を把握する必要があるケースがある。また、これらの施設は将来計画においても新規に立地が見込まれるため単位床面積あたりから発生・集中するトリップや従業員数、訪問者数について原単位を把握するため大規模施設 OD 調査が実施される。

基幹交通調査においては都市圏全体を対象とするため、特定の地域や回廊(コリドー)ごとの詳細な分析に適さないケースがある。また、乗り換え場所、乗降場所、公共交通の運行頻度等の回廊(コリドー)ごとの詳細な情報を把握するため特にある回廊(コリドー)に新規交通機関の導入が想定されるケースでは公共交通コリドー OD 調査を実施する。

2) 主にキャリブレーション用に実施される調査

調査対象地域内の地区相互間を行き来する交通を調査するために設定される河川や鉄道等のスクリーンラインと道路の交点において交通量調査を行うスクリーンライン調査も基幹交通調査と同時に実施される。スクリーンライン調査の結果は、基幹交通調査を基に推定される現況 OD の配分結果と比較検証を行い、現況再現性の確認・現況 OD 補正のために使用される。

⁶国際協力機構、インドネシア国経済担当調整大臣府 (2012)「インドネシア国 JABODETABEK 都市交通政策統合プロジェクトファイナルレポート」(非公開) 及び
川口 裕久 黒水 健 八木 貞幸 (2012)「ジャカルタ首都圏における交通調査と交通行動の変化」、土木計画学研究・講演集(CD-ROM)、45 巻

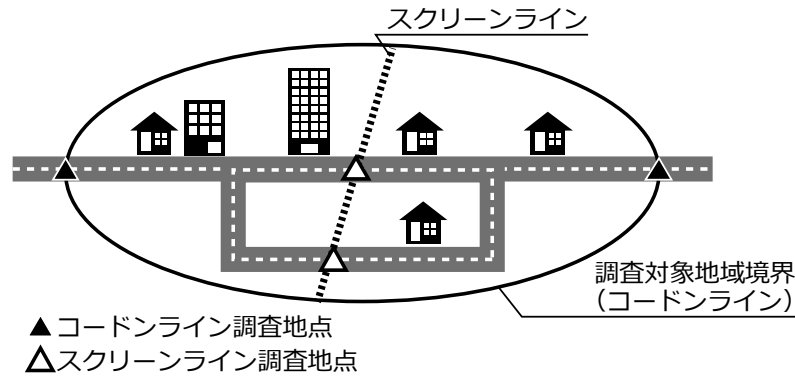


図 2.2 スクリーンライン調査とコードンライン調査のイメージ

交通流のボトルネックや混雑区間の把握、所要時間の把握のために走行速度調査も必要な調査である。走行速度調査の結果はスクリーンライン調査の結果や後述する交差点交通量調査の結果と合わせることにより交通量と走行速度の関係も把握できる。調査用の自動車に乗車した調査員が地点ごとの通過時刻を紙に記入する方法や GPS (Global Positioning System) を活用し、携帯電話、車載 GPS 機器、GPS ロガー等のデータを活用する方法がある。

(3) その他交通調査

上記が M/P 調査において中心的な役割を果たす基幹交通調査及び通常必要交通調査であるが、これに加えて M/P 調査の目的に応じて追加の調査が実施される。

都心部等で違法駐車や駐車場の不足により駐車が問題となっている場合には駐車実態調査が実施される。路外駐車場や違法駐車を含む路側駐車場において容量を把握するとともに料金、運営者、時間帯ごとの利用実態を把握する。上記の大規模施設 OD 調査でも大規模施設の注射実態を把握することがある。

現存しない新たな交通機関や交通政策を導入する場合にはそれらの影響を把握するために表明選好調査(Stated Preference Survey, SP 調査)を実施する。SP 調査においては仮にそれらの施策が実施された場合にどのように行動するかについて質問する。

M/P の施策として交差点改良等を想定する場合には交差点における方向別の交通量を観測する交差点交通量調査や複数地点でナンバープレートを記録し、その照合によって地区内の自動車の流動を把握するナンバープレート調査が実施される。

2.2.3 M/P 調査における交通需要予測の概要

交通需要予測の目的は、大きくは、(i) 交通に係る計画立案のため、(ii) 策定された計画の評価のためである。前者の場合、計画案あるいは比較・代替案の策定において、既存の交通システム・サービスで将来の交通需要の増加に対応した場合の問題点の抽出を行い、対策の具体案の検討に資する、あるいは計画案に対する代替案の比較・検討に用いられる。後者の場合は、交通計画立案のプロセスの中で計画案の選択を合理的に行うステップの一つと考えられており、意思決定に際して計画案の説得性を高める役割も持つ。

(1) 集計による四段階推定法⁷

都市圏における総合的な交通需要予測手法の基本的な方法である四段階推定法は、文字通り、四段階

⁷土木学会編著 (1981)「交通需要予測ハンドブック」、技報堂出版 等をもとに要約

(発生集中量、分布交通量、機関分担、配分交通量)のプロセスで推定を行う手法である。

推計の手順としては、以下のとおりである。

1) 対象地域の設定とゾーニング

解決すべき課題を抱えた地域が一般的に調査対象地域として定められる。この地域がゾーニングによって数十あるいはそれ以上の地区(ゾーン)に分割されることになる。各ゾーンは基本的に同規模の人口を有するように、かつ行政区域や地理的条件を考慮して設定されるが、計画すべき交通施設のレベルや社会経済活動、交通流動等に関するデータがそれぞれのゾーンについて準備されていなければならないため、データ整備の状況がゾーニングの方針に大きく影響する。

2) 基準年次における人口・経済指標、交通流動に関するデータ整備、目標年次における人口・経済指標関連データ整備

これらのデータはゾーン毎の交通の発生集中の現況を分析し、発生集中モデル構築のパラメータ推定に用いる。基準年次におけるデータはPT調査や各種統計により収集される。目標年次におけるデータは、現況のデータを基に、社会経済フレームや既定計画に基づき設定されるのが一般的である。

3) 発生集中交通量の推計

各ゾーンの発生集中交通量の推計を予測する手法としては、原単位法、伸び率法、関数モデル法などが用いられる。原単位法は、人口、世帯、土地利用面積等を単位として交通発生量を求める手法であるが、原単位の値に地域差があることや時間経過とともに原単位が変化するため、あまり使用されない。短期の予測や交通パターンに変化が無い場合に用いられる伸び率法は、過去の資料の傾向から将来値を推計する手法であり、その使用場面は限定的である。

一般に使用される関数モデル法は、PT調査結果等から収集されるゾーン毎の人口、従業者、学生数等の指標から発生・集中量と因果関係を持つ指標を相関分析により説明変数として選定し、回帰モデルにより構築される。

発生集中量はトリップパターンが異なる、世帯所得、自家用車保有・非保有、トリップ目的別などで推計されることが多い(例えば、自家用車保有世帯の通勤目的の発生・集中量モデルなど)。

4) 分布交通量の推計

ゾーン間の交通量(OD交通量)を推計する分布モデルには、大きくは現在パターン法と重力モデルがある。前者は、現在のゾーン間交通量のパターンを基に、各ゾーンの将来の発生交通量・集中交通量に合うように収束・反復計算を行う方法であり、収束計算の方法によってデトロイト法、フレーター法等がある。現在パターン法は、短期的あるいは交通パターンが変化しない場合の交通需要予測に使用されることが多い。

重力モデルは、自然科学における万有引力の法則をゾーン間のトリップ量推計に当てはめたものであり、ゾーン間のトリップ数は、それぞれのゾーンの発生量・集中量に比例し、ゾーン間の距離(インピーダンスと呼称することもある)に反比例するという考え方に基づくものである。将来の土地利用・人口配置の変化や将来の交通網整備に伴うゾーン間距離の変化を反映できるため、都市交通 M/P における一般的な方法として使用されている。

分布交通量は、世帯所得、自家用車保有・非保有、トリップ目的別など発生集中量の予測結果を継承してそれぞれのモデル構築、将来交通需要の推計を行う。

5) 機関分担の推計

交通機関分担は、トリップ目的、個人の特性、交通機関のサービスの特性、ゾーンの特性等の条件から OD ペア(例えば、iゾーンとjゾーンのペア)毎の利用交通手段の比率を推計する。

機関分担モデルの方法としては、分担率曲線を用いた方法、犠牲量モデル、集計ロジットモデル、非集計ロジットモデル等がある⁸が、近年は集計ロジットモデルや非集計モデル(ロジットモデル等。次節にて説明)を用いて OD 交通量を交通手段に振り分ける手法が一般的である。集計モデルでは2つの交通手段に分割するステップを繰り返す二項選択(バイナリチョイス)を連続する方式が一般的であったが、非集計モデルにおいては全ての交通手段を一度にシェア分割する多項選択(マルチチョイス)方式や階層構造を仮定したもの、選択肢間の相互作用を考慮したもの等様々な方式がある。

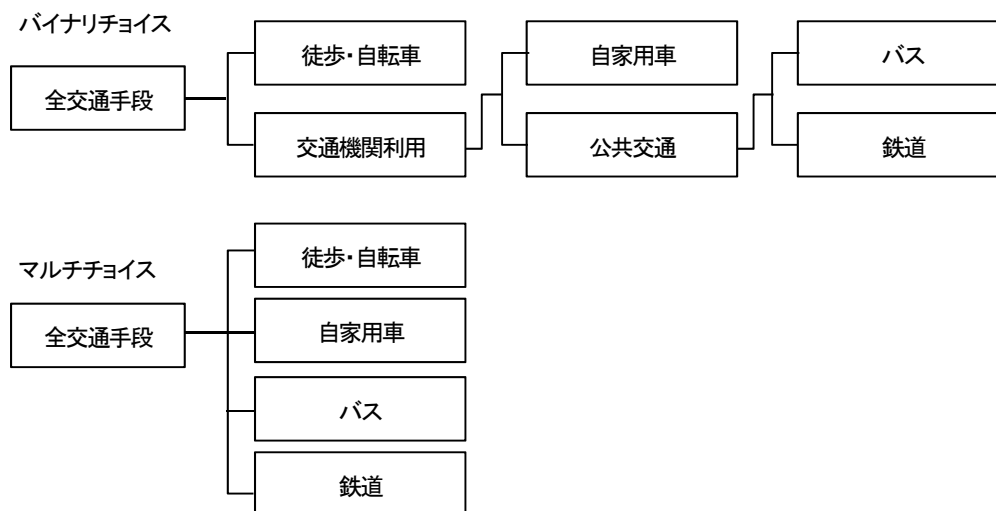
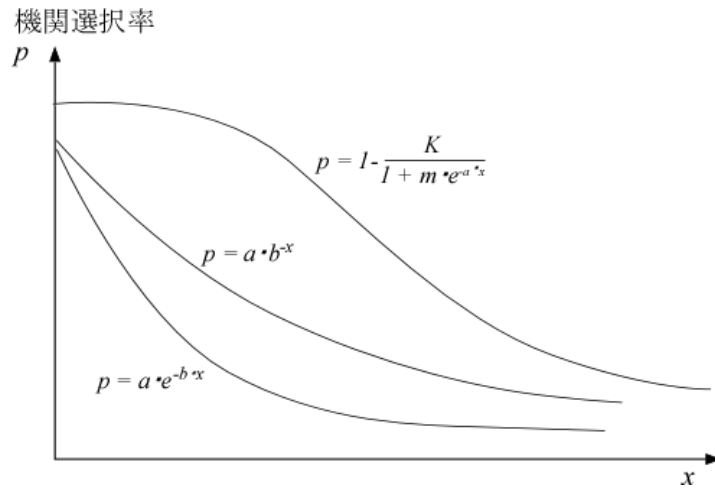


図 2.3 手段選択プロセスの例

分担率曲線は、運賃やサービスレベルの影響が考慮できないため、移動距離を説明変数として非動力系交通(Non-Motorized Transport (NMT)、徒歩や自転車)の機関分担率を推計する際のモデルとして使用されることが多い。

⁸土木学会 土木計画学研究委員会 交通需要予測技術検討小委員会編(2003)「道路交通需要予測の理論と適用 第1編 利用者均衡配分の適用に向けて」 p.31



出典: 交通需要予測ハンドブック⁹⁾

図 2.4 分担率曲線の例

犠牲量モデルは、2 つの交通機関の費用と時間および個人の時間価値分布から、移動に要する総費用を計算し、総費用の小さい方の交通機関を選択する比較的シンプルなモデルである。都市交通 M/P ではほとんど利用されないが、航空と鉄道の機関分担などで利用されることがある。

集計ロジットモデルは、PT 調査等で収集されたゾーンペアごとのデータに基づき、モデルを構築するモード毎の所要時間や費用を説明変数とした効用を算出し、交通機関間の効用の比率を手段選択比率とするモデルである。

ロジットモデルをはじめとする非集計モデルでは個人ごとのデータをもとに個人属性や OD ペア毎の現在の交通手段との料金・所要時間等を説明変数とした非集計ロジットモデルを構築し、機関分担推計を行う。

機関分担モデルは、分布モデルの予測結果を継承し、それぞれの OD 交通量についてモデル構築が行われる(例えば、自家用車保有世帯の通勤目的の徒歩・自転車分担モデルなど)。

6) 配分交通量の推計

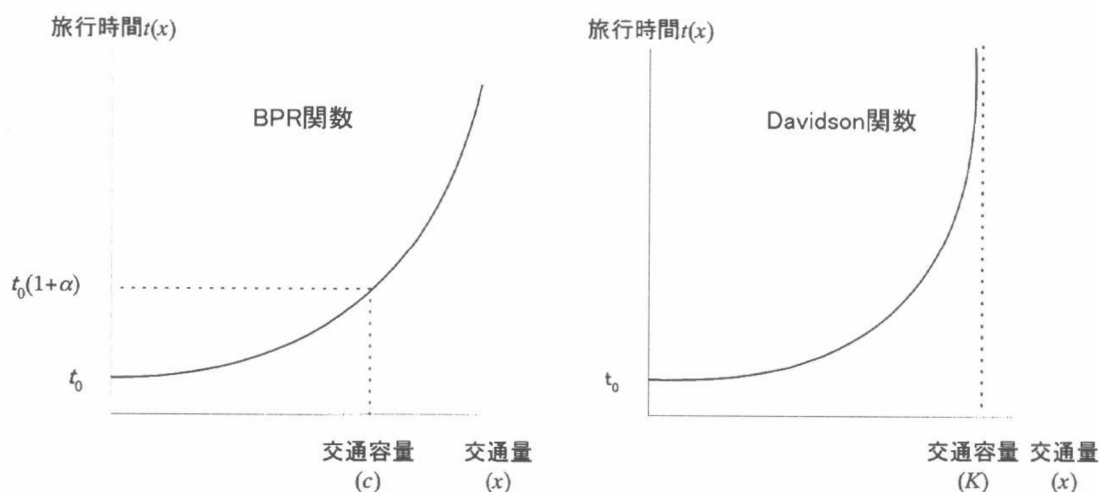
分布交通量として予測され、交通機関毎に分割された OD 交通量は、ここで交通機関毎の OD 交通量に統合され、それぞれの交通機関のネットワーク上に配分される。特に道路交通配分モデルで利用される手法としては、(i) 段階(あるいは分割)配分、(ii) 利用者均衡配分である¹⁰⁾。

段階配分は、例えば均等に 10 回配分する場合、OD 交通量の 1/10 をネットワーク上の OD ペア毎の最短経路に配分し、各リンク(交通ネットワークはノードとリンクで構成され、点データであるノードは交差点、ノードとノードを結ぶ線分がリンクで道路にあたる)の全ての OD ペアの交通需要の合計がそのリンクの配分 1 回目の交通量となる。リンク交通量を基にリンク毎に設定されている道路交通容量(Q)や速度(V)といったリンク条件(QとVの関係は QV 式で表現される)に応じてリンクの配分 1 回目の所要時間が再計算される。再計算されたリンクの所要時間を基に、2 回目の最短経路探索を行い、最短経路に次の 1/10 の OD 交通量が配分され、1 回目と 2 回目のリンク交通量が合計され、それに応じて所要時間が更新、3 回目の最短経路探索に使用される、というステップを分割回数、繰り返す手法である。

⁹⁾土木学会編著(1981)「交通需要予測ハンドブック」、技報堂出版 第2章 標準的手法 P.92

¹⁰⁾土木学会 土木計画学研究委員会 交通需要予測技術検討小委員会編(2003)「道路交通需要予測の理論と適用 第1編 利用者均衡配分の適用に向けて」p.34

TDM (Transportation Demand Management、交通需要マネジメント)¹¹や ITS (Intelligent Transportation Systems、高度道路交通情報システム)¹²等のソフト施策の評価が重要となり、それに応じて利用されることが多いのが利用者均衡配分である。利用者均衡配分は、J.G.Wardrop が提示した 2 つの配分原則¹³、(i) ドライバーは自分にとって最も所要時間の短い経路を選択する、このため、実際に利用される複数の経路の所要時間は等しく、利用されない経路の所要時間よりも短い(等時間原則)、(ii) 道路ネットワークの総走行時間は最小である、の前者第一原則に基づく手法である。一般に第一と第二原則の両立は難しく、第二原則を満たす配分方法はシステム最適配分(道路網全体としての効率化を目指した配分)と呼ばれる。ドライバーが最短経路を選択するという過程は、段階配分でも同じだが、段階配分の場合、分割回数の初めの選択経路は最終的な選択経路とは異なってしまうことがある。これに対して、利用者均衡配分はドライバーの最短経路選択ルールを理論的に表現したモデルを作成し、そのモデルに従った交通量を求めるという配分方法であり、配分の結果が等時間原則を満たしている。利用者均衡配分の場合、段階配分の QV 条件に代わり、各リンク交通量とリンク旅行時間の関係を示すリンクパフォーマンス関数を使用する。リンクパフォーマンス関数には米国道路局の BPR 関数¹⁴と待ち行列理論を援用して K.B. Davidson が提案する Davidson 関数¹⁵があるが、BPR 関数を利用するのが一般的である。



出典: 道路交通需要予測の理論と適用 第1編⁶

図 2.5 BPR 関数と Davidson 関数の概形

¹¹ 自動車の利用者が利用方法を工夫したり、変更したりすることで、都市の道路で発生している交通渋滞を減らす取組み。公共交通の利用促進やパークアンドライド、ロードプライシング、カーシェアリング、時差出勤等の事例がある。

¹² 最先端の電子技術を用いて人と道路と車両とを一体のシステムとして構築することにより、道路交通の安全性、輸送効率、快適性の飛躍的向上、環境保全を実現するもの。交通情報提供、有料道路等の自動料金支払いシステムの確立、安全運転の支援、公共交通機関の利便性向上等の事例がある。

¹³ Wardrop, J. G. (1952) "Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research", Proceedings of the Institution of Civil Engineers, Volume 1 Issue 3, pp. 325-362

¹⁴ Bureau of Public Roads (BPR) (1964) "Traffic assignment manual : for application with a large, high speed computer", U.S. Department of Commerce, Bureau of Public Roads, Office of Planning, Urban Planning Division, Washington D. C.

¹⁵ Davidson, K. B. (1966) "A Flow Travel Time Relationship for Use in Transportation Planning", Australian Road Research Board (ARRB) Conference, Volume 3, Part 1, p.183-194

¹⁶ 土木学会 土木計画学研究委員会 交通需要予測技術検討小委員会編(2003)「道路交通需要予測の理論と適用 第1編 利用者均衡配分の適用に向けて」p.51 図 5-7

BPR 関数は、QV 式と同様に道路種別ごとに交通容量を設定し、自由走行時の旅行時間に対する時間交通量/時間交通容量による補正を掛けることでリンク交通量に応じたリンク旅行時間を算出する。

道路交通配分結果は、リンク別の車種別交通量やリンクの交通容量に対する交通需要の比率(混雑度)等で表現される。また、それぞれのリンクのリンク長にリンク交通量を乗じた値を合計した総走行台キロ、リンク旅行時間にリンク交通量を乗じた値の合計値である総走行台時は、提案される道路プロジェクト等の評価に使われる。

道路交通配分とは別に、公共交通(トランジット)配分がある。トランジット配分は、公共交通ネットワーク(運行ルートと乗降可能なノード、乗降可能なノードまでのアクセス、運行頻度、車両のキャパシティ等のデータ含む)の内、一般化費用が小さい経路に旅客需要を配分する方法である。駅やバス停の乗降客数、公共交通間の乗り換え旅客数等の推計に用いられる。

(2) 集計モデルと非集計モデル

非集計モデルは集計による四段階推計法との対比を強調したものであり、ゾーンや目的ごとで総トリップ数として集計した値によってモデル化を行う集計モデルと異なり、個人や世帯を単位としてそれぞれが選択する行動をモデル化するものである¹⁷。

非集計モデルの詳細については 4 章の 4.3.1~4.3.3 項に記載する。

(3) アクティビティベース需要予測モデル

アクティビティベース需要予測モデル(ABM)は、移動は活動の派生需要であるという考え方にに基づき、個人個人の活動に対する需要や欲求と交通システムのモビリティやアクセシビリティの制約条件を考慮し、移動行動が意思決定されるという考え方に基づいている。近年特に欧米での利用が増えている。都市ごと、研究者ごとに実に多様なモデルが提案されている。詳細は 4 章 4.3.2 項にて記載する。

2.3 個別都市交通 M/P 案件のレビュー及び過去の需要予測結果の検証

前節を踏まえて実際の各都市交通 M/P 案件のレビューを行う。レビュー対象都市は、文献およびヒアリングによるレビューを行う都市と、それに加えて M/P 調査が既に 2 回行われており過去の需要予測結果とその後 M/P 更新のために実施した交通調査結果とを比較して検証も行う都市に分けられ、問題点や教訓を抽出する。次表に示すとおり計 12 案件をレビュー対象とした。

今回さらに更新された、レビュー対象である 12 の都市交通 M/P 案件の基礎情報の一覧を、次表に示す。各 M/P 案件における交通調査やモデリングのスコープには、形成されてきたそれぞれの経緯があるが、概して PT 調査がはじめて実施されてきた都市圏(サンタクルス、アビジャン、ヤンゴン、コロombo、ナイロビ)では、需要予測モデルの構築のために各補足交通調査も含めて包括的に実施されてきている。調査準備を含めた専門家の MM 投入も多めになり、結果として PT 調査の一票当たりの費用も比較的高めの数字となっている。また、徒歩を含めたトリップレートについては、その調査対象のトリップの定義(最小トリップ長など)にもよるところがあるが、これらの都市圏では全体的に低めのトリップレートの傾向がある。PT 調査がはじめて実施されてきた都市圏ではモビリティの発達も初期段階にあると考えれば、ある程度関連性があるかも知れない。

一方、PT 調査におけるサンプル率は、ハノイやホーチミン、マニラ、ジャカルタなど過去の調査ではこれまで 3%前後に設定されていたケースが多いが、近年は、開発途上国政府からの調査期間の短縮のニーズや、調査

¹⁷交通工学研究会編(1993)「やさしい非集計分析」、丸善、p.1

の費用の制約などから、新規の PT 調査、またはそうでないにもかかわらず、1%前後に抑えられている傾向も見受けられる。

表 2.1 レビュー及びヒアリング対象の都市交通 M/P 案件リスト

No.	案件名	国名	コンサルタント (JV)	実施期間	主要調査	特記事項、関連プロジェクト等
1	サンタクルス都市圏交通マスタープラン策定プロジェクト	ボリビア	NK (OCG, 玉野, NKL)	2016年～2017年	PT 調査 通勤通学調査 (タブレット使用) アクティビティ調査	(進行中案件)
2	総合交通計画管理能力向上プロジェクト(MUCEP)	フィリピン	ALMEC (OCG)	2011年～2015年	PT 調査(アップデートあり)	PT 調査の殆どはカウンターパートにより実施
3	ダッカ都市交通戦略計画改訂プロジェクト(有償勘定技術支援)	バングラデシュ	ALMEC (OCG, KEI)	2014年～2016年	PT 調査	
4	主要都市鉄道情報収集・確認調査(METROS)	ベトナム	ALMEC (OCG, NK, JTC)	2013年～2016年	PT 調査	
5	メトロセブ持続可能な環境都市構築のためのロードマップ策定支援調査	フィリピン	ALMEC (OCG)	2013年～2015年	PT 調査	
6	大アビジャン圏都市整備計画策定プロジェクト(SDUGA)	コートジボワール	OCG (JDI, IDCJ, アジ航)	2013年～2015年	PT 調査(初回) アクティビティ調査	都市鉄道(現地政府) フライオーバー(無償) CDRデータによるOD作成(IBM)
7	ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査(都市交通)	ミャンマー	ALMEC (OCG, NK)	2012年～2015年	PT 調査(アップデートなし)	8mile 交差点
8	コロンボ都市交通調査プロジェクト	スリランカ	OCG	2012年～2014年	PT 調査(初回)	F/S(同調査内) ADB 案件あり
9	JABODETABEK 都市交通政策統合プロジェクト(JUTPI)	インドネシア	OCG (ALMEC)	2009年～2011年	通勤通学調査(アップデートあり)	首都圏交通庁設立 パイロットプロジェクト JUTPI2(TOD)可能性あり
10	イスタンブール市都市交通マスタープラン調査	トルコ	ALMEC (NK)	2007年～2009年	PT 調査(アップデートなし)	調査及びモデリングはカウンターパートにより実施 継続技プロにより TDM パイロットプロジェクト実施
11	ダルエスサラーム都市交通マスタープラン改訂プロジェクト	タンザニア	EJEC (NK, CTI, MEX)	2016年～2017年	PT 調査	(進行中案件) M/P アップデート案件
12	ナイロビ都市開発マスタープラン策定プロジェクト	ケニア	NK (IDCJ, EJEC)	2013年～2014年	PT 調査	世銀、アプ開銀等案件あり M/P アップデート案件

注: ALMEC - アルメック VPI, OCG - オリエンタルコンサルタンツグローバル(旧 PCI を含む), KEI - 片平エンジニアリング, JDI - 日本開発政策研究所, IDCJ - 国際開発センター, アジ航 - アジア航測, NK - 日本工営, JTC - 日本交通技術, YEC - 八千代エンジニアリング, CTI - 建設技研インターナショナル, 玉野 - 玉野総合コンサルタント, NKL - 中南米工営, EJEC - エイト日本技術開発, MEX - 首都高速道路
ハイライトされた案件は、2回目(以降)の大規模交通調査及び M/P アップデートを含む案件。

表 2.2 レビュー及びヒアリング対象の都市交通 M/P 案件の基礎情報

No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
City	Santa Cruz	Manila	Dhaka	Hanoi	Cebu	Abidjan	Yangon	Colombo	Jakarta	Istanbul	Dar es Salaam	Nairobi
Country	Bolivia	Philippines	Bangladesh	Vietnam	Philippines	Cote d'Ivoire	Myanmar	Sri Lanka	Indonesia	Turkey	Tanzania	Kenya
Abbreviation for Study Name	SCZMP	MUCEP	RSTP	METROS	Metro Cebu	SDUGA	YUTRA	CoMTrans	JUTPI	IUAP	DSM	NIUPLAN
Population (million)	1.80	18.05	9.83	7.60	2.91	4.90	5.69	5.80	28.00	11.60	3.03	3.66
No. of Households (million)	0.40	5.10	2.40	2.06	0.65	1.17	1.24	1.50	7.30	-	0.71	1.13
Implementation Year	2016	2014	2014	2014	2014	2013	2013	2012	2010	2007	2007	2013
First Time?	Yes	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No
Cost for Local Consultant (million JPY) (other)	40.81	20.31	27.19	43.00	17.76	39.64	28.3	58.89	94.33	-	41.3	(unknown)
Input of JICA Experts (MM)	356,920 USD	-	-	-	-	416,262 USD	-	574,858 USD	10,207,185,000 IDR	-	-	-
Total Cost (million JPY)	53.99	44.03	32.46	50.91	24.35	64.16	44.12	98.43	125.96	-	60.28	(unknown)
Collected Samples (households) (persons)	8,500	51,330	15,897	27,151	6,527	20,000	11,330	35,850	179,000	72,280	7,694	10,000
Sampling Rate (%)	34,000	177,489	66,246	100,168	29,675	74,309	44,980	125,000	657,000	263,768	26,687	-
Price per Sample (JPY) (per household) (per person)	2.00	1.01	0.67	1.00	1.16	2.00	1.00	2.30	2.60	2.20	1.70	1.02
Trip Rate per person-day	4,407	858	2,042	1,080	3,731	3,208	3,894	2,746	704	-	7,835	(unknown)
Activity Diary Survey	Yes	No	No	No	No	Yes	No	No	Yes*	No	No	No
Cordon Line Survey	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	Yes	Yes	Yes
Screenline Survey	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Intersection Traffic Volume	No	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	No
Public Transport OD Interview	No	No	Yes	No	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	Yes
Parking Survey	Yes	No	No	No	No	Yes	Yes	No	No	No	No	No
Stated Preference Survey	Yes	No	No	No	No	Yes	No	Yes	No	No	Yes	Yes
Travel Speed Survey	Yes	No	No	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No
Freight OD Survey	Yes	No	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No	No	Yes	No
Road Inventory Survey	Yes	No	Yes	No	No	Yes	No	Yes	No	No	No	No
Modeling Platform	CUBE	STRADA/CUBE	CUBE	STRADA	STRADA	CUBE	CUBE	CUBE	CUBE	TransCAD	STRADA	STRADA
Target Time Period	one day	one day	one day	one day	one day	one day	one day	one day	one day	one day	one day	one day
Traffic Analysis Zones	433	432	190	444	389	173	187	475	343	460	170	106
Household Classes	3	2	3	3	4	4	2	3	3	1	2	3
Purposes	5	5	8	5	5	4	5	4	5	4	5	4
Modes	4	5	5	5	5	4	4	5	4	4	3	5

注: JICA 専門家の等級は、一律 3 級として費用を計算。

*1 サンタクルスの PT 調査は、7,500 世帯の通勤通学調査(CS)を含んだ費用(内訳不明)のため、PT 調査と CS 調査の単価を 2:1(各家庭の訪問回数比)と仮定して推定。

*2 ジャカルタの Activity Diary Survey は、GPS ロガーを使用し Person Tracking Survey として実施。

さらに、レビュー対象の都市交通 M/P 案件のうち、アクティビティダイアリー調査(ADS)に着目し、ADS が実施された3案件のスコープ及び費用の比較を、次表に示す。なお、ジャカルタについてはモバイル機器(GPS ロガー)を用いた形式(パーソントラッキング調査)となっている。いずれの ADS も、PT 調査から得られたトリップレートの確認及び修正を目的とした補足調査であり、ADS より得られたトリップレートは PT 調査からのものよりも大きくなっている。サンプル数は少なく調査規模は小さいが、サンプル当たりの単価は概ね千円/人・日となっており、国によってはPT 調査のものに比べると数倍ほど高額になるところ(ジャカルタ¹⁸)や、PT 調査とほぼ同額レベルになっているところ(サンタクルス、アビジャン)もある。その分、数日間の連続したトリップを漏れなくとらえることができる。ADS で得られたトリップにも OD 情報や利用モード等の基本情報が入力されているが、ジャカルタのように PT 調査と同レベルのトリップ属性まで調査を行わないと、ADS をベースに需要予測モデルを構築することは困難となる。

表 2.3 都市交通 M/P 案件で実施されたアクティビティダイアリー調査の基礎情報

General Info.	No.	1	6	9
	City	Santa Cruz	Abidjan	Jakarta
	Country	Bolivia	Cote d'Ivoire	Indonesia
	Abbreviation for Study Name	SCZMP	SDUGA	JUTPI
	Population (million)	1.80	4.90	28.00
	No. of Households (million)	0.40	1.17	7.30
Activity Diary Survey	Implementation Year	2016-17	2013	2010
	First Time?	Yes	Yes	No
	Use of Any Mobile Device	None	None	GPS Logger
	Cost for Local Consultant (million JPY)	1.60	6.20	8.24
	(other)	14,400 USD	69,700 USD	891,650,000 IDR
	Collected Samples (households)	900	1,010	600
	(persons)	1,800	3,088	2,461
	Price per Sample (JPY) (per household)	1,777	6,142	13,734
	(per person)	889	2,009	3,348
	(per person-day)	889	1,004	1,116
	Survey Targets Intervals (minutes)	15	15	-
	Duration (days)	1	2	3
	Survey Zones	433	101	95
	Trip Rate per person-day	2.13	3.05	2.37
Household Attributes	Linked with	Linked with PT	Yes	
Individual Attributes	Commuter Survey	Survey	Yes	
Trip Attributes	Origin/Destination	Yes	Yes	Yes
	O/D Facility Type	No	No	20 types
	Departure/Arrival Time	every 15 min.	every 15 min.	Yes
	Purpose	12 purposes	11 purposes	7 purposes
	Cost	No	No	Yes
	Transfer Points	None	None	6 unlinked trips
	Travel Modes	20 modes	19 modes	27 modes
	Driver/Passenger	No	Yes	Yes
	Number of Occupants	No	No	Yes
	Access/Egress Cost and Time	No	No	Yes
	Transit Wait Time	No	No	Yes
	Parking Place	No	No	No
	Parking Cost	No	No	Yes

¹⁸ ジャカルタ首都圏における PT 調査(SITRAMP)のサンプル当たりの単価は、通勤通学調査のものほぼ2倍で、933 円/世帯、あるいは 274 円/人。

レビュー対象 M/P 案件における交通調査や需要予測の課題等の検討にあたっては、ヒアリングや文献等に基づくレビューのみならず、可能な限り交通調査データや需要予測モデルを入手して、より詳細な分析を進めることが望ましい。その一環として、とりわけ、M/P の更新や交通調査のアップデートが最近行われているマニラ、ベトナム（ハノイ及びホーチミン）、ジャカルタ、ナイロビ（表中の黄色の案件）を対象に、過去の需要予測結果と実際の交通調査結果との比較検証をなるべく定量的に行い、交通需要予測のずれの要因について、1) 計画フレーム、2) 交通調査やモデル、3) その他の外部要因¹⁹、のうち、いずれによるものなのかについて整理を行っている。

具体的には、以下の検証項目について、前回の M/P スタディで作成された需要予測結果と、その後再度行われた M/P スタディで実施された交通調査結果、または現況予測データとを比較することで検証を行う。なお、需要予測値について、複数のケースがある場合には、標準的な成長率を仮定したデータセットを用いて予測・検証を行うものとし、交通調査実施年と需要予測対象年次とが異なる場合には直線補間で検証年次（観測年次）に合わせたものを用いる。

- 人口の確認
- 合計トリップ数の確認
- 平均機関分担率の確認
- 平均ゾーン内々率：（ゾーン内々トリップ数合計）／（総トリップ数）
- 市・県間分布交通量の確認
- 配分結果の断面交通量の確認

次節以降に各案件のレビュー、及び過去の需要予測の検証結果について示す。なお、検証項目は、各案件のデータ入手状況により異なっている。

2.3.1 マニラ

(1) プロジェクトの背景

フィリピン国ではマニラ首都圏をはじめとした周辺都市での経済活動の活性化と人口の集中に伴い、交通混雑や交通事故、生活環境の悪化が深刻な社会問題となっている。この解決を図るためには、運輸交通インフラ整備において陸海空の各交通機関を総合的に計画することが必要であり、総合交通政策を所管する交通省（以下、DOTC）において、各種交通手段のデータ蓄積と組織力強化及び政策立案能力強化が求められている。

本プロジェクト期間での達成が期待されるプロジェクト目標は、本プロジェクトの終了時に『DOTC によるマニラ首都圏の公共交通網計画の策定体制が改善されること』であり、期待されるアウトプットは以下のとおりである。(i)アウトプット 1: マニラ首都圏における交通データベースの管理能力が向上する(ii)アウトプット 2: マニラ首都圏における公共交通網の計画策定のための人材が育成される(iii)アウトプット 3: マニラ首都圏における公共交通網整備に係る政策課題の検討調整能力と政策形成能力が向上する、としている。

¹⁹ ここでは、フレーム、交通調査、モデル以外の要因でずれが生じており、国内の交通に係る制度や状況が大きく異なる場合、プロジェクトが計画通り実施されなかった場合、実施済みプロジェクトの内容が大きく異なった場合などに該当するものを外部要因と定義した。

(2) PT 調査をはじめとする交通調査及び需要予測手法について

前回の PT 調査から 10 年以上が経過しており、フィリピン政府側にデータベースの管理能力を強化する必要が出てきているため、PT 調査を JICA(マニラ市内)と DOTC(周辺県)で行うこととした。しかし、大部分の PT 調査費の予算確保、現地ローカルコンサルタントの入札等に係る部分で、現地企業と DOTC の調整不良が見られ、結果的に 17 ヶ月間の遅延が発生した。調査団は、15 ヶ月間の契約期間延長を JICA に提案し、2013 年 11 月 JCC および JICA によって延長された。そのため当初予定より 1 年 3 ヶ月遅れた 2015 年 12 月に活動を完了した。

PT 調査は、JICA 負担分はマニラ市中心部を対象として抽出率 1.0%程度、サンプル数 4,966 世帯、現地政府負担分はマニラ市周辺県を対象として抽出率 1.0%程度、46,222 世帯として実施された。その他に 49 か所のコードライン調査交通量調査、50 か所のスクリーンライン調査を実施した。これらの結果を用いてデータベースを作成してみると、車両保有率が非常に低い(4%)という問題に直面した。調査団は DOTC が実施した調査サンプルは低所得層にかたまり偏って取得されていることを発見し、車両登録データを基に修正し、最終化した。

MUCEP 交通需要予測モデルは JICA-STRADA、CUBE の両方を用いて、マニラ首都圏の道路ネットワークおよび PT 調査と補足調査の結果から作成された。交通需要予測モデルは四段階推定法により構築された。5 つのトリップ目的(通勤、通学、私用、業務、帰宅)を元にして、説明変数を昼間・夜間人口、就業・従業員別 1~3 次人口、就学・従学別人口からなる 10 のオーソドックスなトリップ発生・集中モデルを作成した。次に交通分布は、本調査の社会経済フレームは人口のフレームトレンドのみであり、将来の経済距離データ等はなかった。このため、基本的なフレーター法を用いることとした。交通手段選択モデルは、オーソドックスな 2 項選択モデルを構築した。交通配分では、道路セクターが作成した GIS ネットワークを基に、道路交通のための道路配分モデル(利用者均衡配分)を構築した。

ピーク時か日当たり推計を行うかについては、マスタープラン策定を基とした。年あたり経済財務分析を計算するため、日当たり推計が求められた。

(3) 都市交通分野における協力ニーズについて

開発ニーズについては、本プロジェクトのカウンターパートは道路セクターであるため、道路交通における関心が、特にこだわりなく高い印象で、深刻な混雑解消のため大規模な環状道路整備や高速道路を整備しているところである。しかし一方で、フィリピンでは、財閥系企業ニーズが開発に絡むことがあるため、TOD 開発や都市開発には関心が高いと考えられる。

キャンパシビリティについて関心が高く、本プロジェクト内では、より実務的な内容を学びたいというカウンターパートチームの要請に基づき、公共交通網整備に係る政策課題の検討調整能力と政策形成能力の向上を目的に、小規模の公共交通課題を題材にしたトレーニング方法が採用された。レクチャーと演習の代わりに自ら実際に CUBE を用いながら、バス専用レーン導入検討、バスルート計画などの公共交通改善計画について検討した。JICA プロジェクトチームは MUCEP データベースを使いながらカウンターパートチームに対して進捗の相談に乗る、アドバイスをを行うなどの指導を行った。本アプローチは非常にうまく機能しており、カウンターパートチームからは課題を自ら進めながら JICA プロジェクトチームに多くの質問をし、活発に課題に取り組んでいる様子が見られた。課題が進むにつれ質問内容もより実務的なものが増え、検討結果はレポートにまとめられ、JCC やセミナーでカウンターパートチームによって発表された。

また、調査団は MUCEP データベースを常態的に管理する交通計画ユニット(TPU)設立を提案し、これが実現化された。前の政権ではこの TPU を中心としてフィリピンの全土にわたって PT 調査を実施すること

も考えとしてあった。

PT 調査を JICA と現地政府で分担するのはあまり普通ではない。しかし、結果的に後れを伴いながらではあるが、カウンターパートはデータベースの更新、生成、データベースを用いた評価について多くの経験を得たようである。

(4) 過去の需要予測結果の検証

以下に比較結果を示す。人口、合計トリップ数は 0.92、1.04 と実際の交通状況と同程度となっているが、機関分担率の比較では徒歩は現況よりやや過小、ゾーン内々率はやや過大傾向である。市県間分布交通量を見ると MetroManila に関係する市県間、市県間内々で 5%を超え過大、MetroManila に関係するゾーンで -5%未満となり過小傾向である。また、断面交通量は、平均でみると同程度の値だが、個別比較では精度が低い傾向である。

結果について考察すると、MMUTIS で想定した個人・世帯年収は予想ほど伸びておらず²⁰、私的交通へのシフトが抑止されたこと、MUCEP では高所得層のサンプル取得率が低く、偏りが徒歩に出た可能性があること、Metro Manila 市中心部への一極集中が見られ、中心部一郊外地域間の交通量が数パーセントから 10%程度推計値より小さいこと、MMUTIS で考えられていた道路計画や、南北通勤線など鉄道計画の実施状況が実際と大きく異なっていることが誤差の原因として挙げられた。

表 24 MMUTIS—MUCEP の需要予測の検証

2014 年	MMUTIS (予測)			MUCEP (実際)			実際/予測
① 人口 (000) ²¹	13,617			12,461			0.92
② 合計トリップ数(000)	26,594			27,667			1.04
③ 平均機関分担率(%)	Walk	Public	Private	Walk	Public	Private	-
	19.8	53.4	26.8	30.8	45.9	23.4	
④ 平均ゾーン内々率(%)	29.5%			21.7%			73.4%
⑤ 市・県間分布交通量	別表			別表			-
⑥ 配分結果の断面交通量 (pcu/日)	2,435,042			2,036,898			0.84

表 25 市県間分布交通量(Oより多いと推計が過大)

MMUTIS—MUCEP	Metro Manila	Bulacan	Rizal	Cavite	Laguna
Metro Manila	-6.6%	2.4%	2.3%	1.6%	2.8%
Bulacan	12.0%	-5.5%	0.7%	0.4%	0.6%
Rizal	15.1%	0.9%	-7.6%	0.6%	1.3%
Cavite	11.4%	0.5%	0.2%	-9.7%	9.9%
Laguna	10.2%	0.4%	1.0%	5.7%	-2.4%

(5) 過去モデルへ現況データを入力したモデルの妥当性検証

過去のモデルへ現況データを入力した際の再現結果を以下に示す。発生集中量は現況/モデルの値は 0.872 と同様の値となっている。分布交通量の誤差は概ね±10%以内であるが、Metro Manila 内々の推計値は 11.3%ととなり過大な傾向が見られた。また、ゾーン内々率は、前節からモデルの方が 8%程度過大であるが、新データを入力しても 10%ほど過大である傾向が見られた。このことから、モデルが過大に推計されていることを示しており、モデルによる誤差があると判断した。

²⁰ 予測値は 2015/1996 で 1.73 倍、実際は 1.48 倍

²¹ Metro Manila を対象

機関分担は、Walk はほぼ同様の値だが、Public が 10%程度過大となっている。前節の過去のモデルによる推計値では過小であったのに対し、過去モデルに新データを入力すると、現況 30.8%のところ 27.6%とほぼ同様の値を取ることから、交通状況が変わったことによる外部要因によるものと判断した。

分布交通量のモデル構築時、まだ都市が外延化せず、都市内に集中していたため、平均ゾーン内々率が過大に推計されるモデルを構築した可能性がある。

表 2.6 追加検証結果

発生集中	線形式	現況	モデル	現況/モデル	
		35,503	40,686	0.872	
分布	重力モデル	メトロマニラ内々で推計値が+11.3%、それ以外は±10%以内の誤差			
ゾーン内々率	内々交通量推計モデル	現況	モデル	現況/モデル	
		21.7%	34.2%	0.63	
分担	歩行者、Public、Private を分担	%	Walk	Public	Private
		現況	30.8	45.9	23.4
		モデル	27.6	56.9	15.5

表 2.7 追加検証による分布交通量

推計値－実測値	Metro Manila	Bulacan	Rizal	Cavite	Laguna
Metro Manila	11.4%	1.8%	1.9%	0.7%	0.5%
Bulacan	2.0%	-4.8%	0.0%	0.0%	0.0%
Rizal	2.0%	0.0%	-4.2%	0.0%	0.0%
Cavite	0.9%	0.0%	0.0%	-3.6%	0.0%
Laguna	0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	-3.1%

以上の結果を踏まえ、要因分析を整理すると、以下となった。

表 2.8 要因分析結果

		① 人口の確認	② 合計トリップ数	③ 平均機関分担率	④ 平均ゾーン内々率	⑤ 市・県間分布交通量	⑥ 配分結果の断面交通量
計画 フレーム	A) GDP、人口、雇用数が想定と大きく異なった。						
	B) 周辺地域の状況が大きく異なり影響を与えた。						
	C) 都市計画の実施状況や都市成長が大きく異なった。						
交通調査/モデル	A) 交通調査の質が確保できなかった。						
	B) 需要予測モデルの質が確保できなかった。				✓✓	✓	
その他 外部要因	A) 国内の交通に係る制度や状況が大きく異なった。			✓		✓	
	B) プロジェクトが計画通り実施されなかった。						✓
	C) 実施済みプロジェクトの内容が大きく異なった。						

(6) ずれの要因の構造分析

予測結果のずれについて追加検証した結果、MMUTIS のモデルはゾーン内々率、分布交通量の部分で乖離が生じており、分布交通量のモデルの質が確保できなかったと判断された。

このため、ずれの構造要因分析では、分布の段階における関連する項目について、報告書の記載から検証を行った。

MMUTIS の報告書では、重力モデルが書かれており、現在パターン法は用いていないが、分布モデルは Home Based/Non-home Based の別にはなっていない。また、分布交通量モデルは距離による目的別モデルのみとなっており、所得階層や自動車保有台数のカテゴリ一別になっていない。パラメータ推定時の適合度指標(重相関係数、尤度、的中率、t 値など)として重相関係数が記載されており、通常のレベルの精度が確保されている。パラメータの符号条件が逆、多重共線性、複数の説明変数候補のうち、t 値の低い説明変数を採用していることはなかった。また、対象地域の TAZ は区程度のゾーンをベースとし、必要に応じて分割されているため、大まかすぎるということはない。日ベースでの推計が行われているが、TDM の具体施策は記載されていない。HIS 調査の回答などで調査員が不正確な記入を行っている記載は特にない。分布交通量に不明確なダミー変数は設定されていないようである。

以上より、分布交通量モデルに自動車保有台数や所得階層の概念が入っていない点が、精度を落としている理由と判断された。

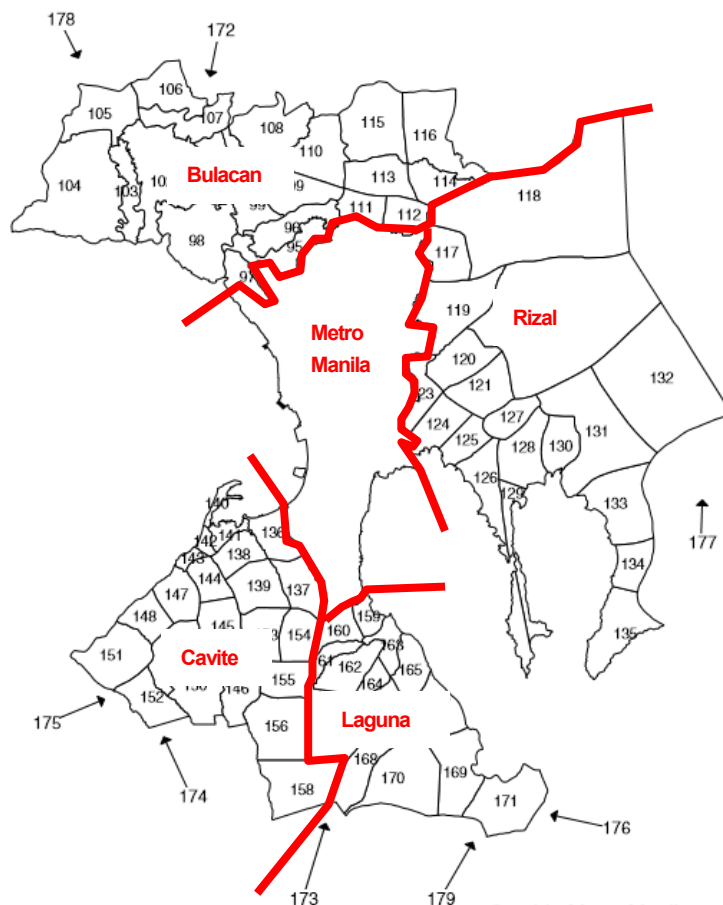


図 2.6 分布交通量検証のためのゾーン集約

2.3.2 ハノイ

(1) プロジェクトの背景

ベトナムでは他国と同様に、急速な都市化が進行している。経済の効率化を推進する一方で、都市は住民にとって良好な生活環境を整備しなければならないが、都市の拡大が著しく進行しており、ベトナム国政府は解決のためには公共交通が重要な役割を担うべきであるとした。これまで、JICAは、都市鉄道(UMRT)網を含む都市交通マスタープラン策定を目的に、「ベトナム国ハノイ市総合都市開発計画調査(HAIDEP, 2004-2007)」を実施した。その後、ハノイ市では 2011 年に、鉄道網計画が承認された。現在、ハノイ市では 4 路線(1 号線、2 号線、2A 号線、3 号線)が事業実施段階にある。このような状況の下、本調査「ベトナム国主要都市鉄道情報収集・確認調査(METROS)」は MOT(Ministry of transport)、DOT(Department of transport)、HAPI(Hanoi Authority for planning and Investment)、MAUR(Ho chi minh city Management Authority for Urban Railways)を主要なカウンターパートとして、(1)交通と都市開発に関する現行計画と関係資料、特に UMRT システムに関連する情報の収集並びに見直し(2)補足調査実施による都市交通データベースの更新(3)更新された現在の UMRT 網と個々の路線データベースを基にした需要予測の実施(4)技術的な視点からの UMRT 網路線の検討・見直し(5)UMRT システムの将来的な開発に関する提言の作成を目的として実施した。

(2) PT 調査をはじめとする交通調査及び需要予測手法について

前身調査の HAIDEP から 10 年が経過しようとしており交通計画に必要なデータベースを再構築する必要があること、また、近年 ODA 案件で多い鉄道評価への対応、都市鉄道網の分析に必要な交通データを更新することを目的とし、PT 調査(9,200 世帯対象、ハノイ市と周辺省の地区を含む人口の約 1%の標本抽出率)、5 か所のスクリーンライン調査、43 か所のコードライン調査、10 ルートの旅行時間調査を含む一連調査を実施した。抽出率は予算の関係から低い傾向となったが、前回の交通データベースが存在すること、交通量カウント調査箇所数を増加させ、OD を修正するため良しと判断した。PT 調査では、交通に関する質問だけでなく都市問題にも視点を向ける必要があることから、社会経済的な質問を多く取り入れ附票として入れ込んだ。さらに予算を削減させるため、PT 調査は需要予測のローカルコンサルタントで有名な TEDI が実施した PT 調査を利用することとしたが、TEDI の調査結果の品質は低く、旅行時間とコスト情報がないため、交通データとして利用しにくいという問題に直面した。そこで、交通量カウント調査の箇所数を当初より増やし、OD 修正に活用した。結果、質問内容が長くなり、サンプル取得率を上昇させるのに苦労したが、都市問題である上下水道、所得、災害などについては区別での分析が可能となり、有用だった。

予測モデルは 4 段階推定法を基本モデルとし JICA-STRADA を用いて、発生/集中、分布、分担、配分のモデルを構築した。発生/集中モデルは人口統計指標と発生集中交通量から、自動車保有/非保有、オートバイ保有別発生・集中別、目的別の 10 の線形回帰モデルを構築した。分布モデルも HIS データを用いて自動車保有/非保有、オートバイ保有別目的別で 10 の重力モデルを構築した。機関分担モデルは HIS データを用いて MC, Car, Bus, Truck, Bicycle の 5 車種の非集計モデルを構築した。交通量配分モデルは利用者均衡配分としている。

ピーク時か日当たり推計を行うかについては、ピーク時での推計の要望が求められていなかったため日当たりとした。ピーク時交通量が必要な場合は、方向別時間集中率を調査結果から得て、ピーク時交通量を求める方針とした。

(3) 都市交通分野における協力ニーズについて

本プロジェクトでは、鉄道セクターを対象としているため、基本的に鉄道開発について興味を抱いており、特に近年では TOD について関心が出てきている状況である。キャパシティビルディングについても関心があり、特に開発評価のツールについて興味を持っているが、育成の成果が出にくく、管理者側の育成方法についての知識や経験、技術者側のやる気が足りない場面がよく見られる印象である。

鉄道整備とフィーダーバスの連携についてカウンターパートに再三重要性を唱えてきているが、まだ鉄道が無いため理解が浅いと考えられる。

当時、ハノイ市では鉄道 4 路線(1 号線、2 号線、2A 号線、3 号線)が事業段階であり、本プロジェクト実施中に 6 号線、3 号線のプレ FS、2 号線の FS、1 号線 DD が行われた。またプロジェクト実施後に JICA による 5 号線のプレ FS が実施された。

協力関係にあるドナーとしては、中国とドイツの鉄道借款案件がある。

(4) 過去の需要予測結果の検証

人口、合計トリップ数については、1.07、0.88 と現況交通とほぼ同様である。しかし、機関分担率については全体的に大きく異なっている結果となった。公共交通利用率を向上させようとするビジョンが盛り込まれ、将来の Bus は高めに設定され、Bus は 10%程度モデルが過大となった。また、Car は将来の所得向上に応じて自動車保有率が増大するシナリオが反映されたため、10%程度モデルが過大となった。

内々率の実際/モデルについては 1.61 倍となり、モデルが過小となっている。配分結果の断面交通量は過小傾向を示している。

表 2.9 HOUTRANS—METROS の需要予測の検証

2013 年	HOUTRANS(予測)					METROS(実際)					実際/予測
① 人口(000) ²²	3,792					4,063					1.07
② 合計トリップ数(000) ¹	9,359					10,571					0.88
③ 平均機関分担率(%)	Bicycle	MC	Car	Bus	Truck	Bicycle	MC	Car	Bus	Truck	-
	11.3	56.8	15.2	14.1	2.6	19.4	64.2	5.4	9.8	1.1	
④ 平均ゾーン内々率(%)	29.0%					46.8%					1.61
⑤ 市・県間分布交通量	別表					別表					-
⑥ 配分結果の断面交通量(pcu/日)	450,487					294,852					0.65

表 2.10 市県間分布交通量(0より多いと推計が過大)

HAIDEP—METROS	Center	South	West	East	North
Center	7.5%	0.1%	0.1%	0.5%	0.5%
South	0.2%	2.6%	-0.4%	0.1%	0.1%
West	0.0%	-0.4%	0.0%	0.1%	0.0%
East	0.6%	0.2%	0.1%	3.1%	0.2%
North	0.7%	0.1%	0.0%	0.2%	1.4%

(5) 過去モデルへ現況データを入力したモデルの妥当性検証

過去のモデルへ現況データを入力した際の再現結果を以下に示す。その結果、発生集中量は現況/モデルで 1.22 を示しており、モデルの方が過大に推定されていることが分かった。前節の過去モデルの推計値では、予測結果は同程度だったが、過去モデルに現況データを入力するとモデルが 2 割程度過小となっ

²² ハノイ市を対象

ていることから、交通状況が変化したと判断した。また、前節のゾーン内々率の結果は、過去の予測結果は過小傾向だったが、過去モデルに現況データを入力すると同程度となったことから、モデルの誤差ではなく、外部要因の影響によるものと判断した。

手段分担率は、Car は同程度、Bus は過大傾向を示しており、前節の過去の予測結果は過大傾向だったが、過去モデルに現況データを入力すると Car は同程度となったが、Bus は 5%程度過大に推計された。Bus が過大傾向を示しているが、将来に Bus 利用が増大するシナリオが想定されているためと判断した。

以上より、追加検証によって、ゾーン内々率は入力データの変容に伴う外部要因によるものが原因と判断し、機関分担率はシナリオ設定によって多少ずれが生じていると判断した。

表 2.11 追加検証結果

発生集中	線形式	現況	モデル		現況/モデル		
		22,174	18,249		1.22		
分布	重力モデル	現況とモデルの誤差は 10%以内					
ゾーン内々率	内々交通量推計モデル	現況	モデル		現況/モデル		
		46.8%	51.4%		0.91		
分担	2段階2項選択モデル	%	Bicycle	MC	Car	Bus	Truck
		現況	25.9	60.2	5.2	6.5	2.2
		モデル	23.5	58.3	5.1	12.8	0.2

表 2.12 追加検証による分布交通量

推計-実際	Center	South	West	East	North
Center	-1.1%	-0.4%	-0.3%	0.4%	-0.1%
South	-0.4%	-0.9%	0.1%	0.2%	0.0%
West	-0.3%	0.1%	-1.5%	0.2%	0.0%
East	0.3%	0.2%	0.2%	-3.2%	-0.1%
North	-0.1%	0.0%	0.0%	-0.1%	-4.2%

表 2.13 要因分析結果

		① 人口の確認	② 合計トリップ数	③ 平均機関分担率	④ 平均ゾーン内々率	⑤ 市・県間分布交通量	⑥ 配分結果の断面交通量
計画フレーム	A) GDP、人口、雇用数が想定と大きく異なった。						
	B) 周辺地域の状況が大きく異なり影響を与えた。						
	C) 都市計画の実施状況や都市成長が大きく異なった。						
交通調査/モデル	A) 交通調査の質が確保できなかった。						
	B) 需要予測モデルの質が確保できなかった。		✓	✓			
その他外部要因	A) 国内の交通に係る制度や状況が大きく異なった。		✓		✓		
	B) プロジェクトが計画通り実施されなかった。						✓
	C) 実施済みプロジェクトの内容が大きく異なった。						

(6) ずれの要因の構造分析

予測結果のずれについて追加検証した結果、HAIDEP のモデルは発生集中量が過大、機関分担のバスの部分で乖離が生じており、発生集中と機関分担モデルの質が確保できなかったと判断した。

このため、ずれの構造要因分析では、分布と機関分担の段階において関連する項目について、報告書の記載から検証を行った。

1) 発生集中モデル

報告書に発生集中別目的別発生集中モデルが記載されており、Home Based/Non-home Based の目的は1つにまとめられている。発生集中モデルは自動車保有別でカテゴリーを持っている。ただしパラメータ推定時の適合度指標(重相関係数、尤度、的中率、t 値など)は記載が無い。パラメータの符号条件が逆、多重共線性は無いようであるが、複数の説明変数候補のうち、t 値の低い説明変数を採用しているかについては記載が見当たらない。TAZ は Commune をベースとしており、ゾーンが細かく設定されていないことは見受けられない。既存統計との乖離は見られないが、トリップ生成モデルを構築していることから、補正は行われていると考える。調査実施時の不正確な記入、古くに実施されたセンサスと経年の住民登録等の人口統計データによる検証、補正については記載がなかった。

また、政治的に決められた自治体の将来人口予測値を採用しているか、国家目標等の野心的な一人当たり GDP の目標値を予測値として利用しているか、ナンバープレート登録機関の自動車登録台数と自動車輸入や自動車税徴収機関の自動車台数に齟齬があるかどうかについても記載はなかった。

発生集中モデルは従学従業人口が説明変数となっており、昼間人口が考慮されている。将来の所得あるいは自動車保有は社会経済指標モデルとして推計されているようである。

特定地域の将来人口密度が極めて高い、現実的ではない大規模あるいは極めて高密度な開発計画を想定して無かった。

このため、Home Based/Non-home Based の別になっていないこと、発生集中モデルの推計精度が確認できないこと、野心的な GDP や人口をそのまま採用したかどうか不明の部分が精度を落としている理由と判断された。

2) 機関分担モデル

報告書には手段選択モデルが記載されている。手段選択モデルは離散選択モデルが使用されており、対象地域で妥当な車種区分が設定されている。Home Based/Non-home Based の別は定められておらず、所得や自動車保有は考慮されていない。パラメータ推定時の適合度指標(重相関係数、尤度、的中率、t 値など)は記載が無い。多重共線性は無いようだが、複数の説明変数候補のうち、t 値の低い説明変数を採用しているかどうか記載がない。

手段選択モデルで旅行時間など交通政策の評価に必要な説明変数を採用している。

対象地域の TAZ は Commune ベースであり、必要に応じて分割している。推計は日ベースで行っているが、TDMに関する具体施策の記載はなかった。

既存統計、調査員の不正確な記入、ナンバープレート登録機関の自動車登録台数と自動車輸入や自動車税徴収機関の自動車台数の齟齬などに記載はなかった。

明確な根拠なくダミー変数が設定されていることはなかったが、手段選択で、規制速度による最短経路探索、回答データ、距離のみを用いて LOS データ(ゾーン間一般化費用)を作成しているかは記載が無く、Bicycle, MC, Car, Bus, Truck 別で LOS データを算出している。

配分ネットワークデータの作成方法、平均値法を採用しているか、混雑による公共交通の速度低下が考慮されているかどうか、公共交通台数増加による渋滞悪化が考慮されているか、収束計算の条件の記載が無く、判断ができない。ただし、道路混雑による手段選択の変化を考慮した繰り返し計算は実施していないようである。

以上より、Home Based/Non-home Based の別になっていないこと、所得階層や自動車保有を考慮していない、道路混雑による手段選択の変化を考慮した繰り返し計算を実施していない部分が精度を落としている理由と判断された。



図 2.7 分布交通量検証のためのゾーン集約

2.3.3 ホーチミン

(1) プロジェクトの背景

ベトナムでは他国と同様に、急速な都市化が進行している。経済の効率化を推進する一方で、都市は住民にとって良好な生活環境を整備しなければならないが、都市の拡大が著しく進行しており、ベトナム国政府は解決のためには公共交通が重要な役割を担うべきであるとした。これまで、JICAは、都市鉄道(UMRT)網を含む都市交通マスタープラン策定を目的に、「ベトナム国 ホーチミン都市交通計画調査 (HOUTRANS, 2002-2004)」を実施した。その後、ホーチミン市で 2009 年に鉄道網計画が承認された。現在、ホーチミン市では 3 路線(1 号線、2 号線、5 号線)が事業実施段階にある。このような状況の下、本調査「ベトナム国主要都市鉄道情報収集・確認調査(METROS)」は MOT(Ministry of transport)、DOT(Department of transport)、HAPI(Hanoi Authority for planning and Investment)、MAUR(Ho chi minh city Management Authority for Urban Railways)を主要なカウンターパートとして、(1)交通と都市開発に関する現行計画と関係資料、特に UMRT システムに関連する情報の収集並びに見直し(2)補足調査実施による都市交通データベースの更新(3)更新された現在の UMRT 網と個々の路線データベースを基にした需要予測の実施(4)技術的な視点から

の UMRT 網路線の検討・見直し(5)UMRT システムの将来的な開発に関する提言の作成を目的として実施した。

(2) PT 調査をはじめとする交通調査及び需要予測手法について

前身調査の HOUTRANS の実施以降 10 年が経過しており、交通計画に必要なデータベースを再構築する必要があり、また、近年 ODA 案件で多い鉄道評価への対応、都市鉄道網の分析に必要な交通データを更新するために家庭訪問調査(20,000 世帯対象、ホーチミン市と周辺省の地区を含む人口の約 1%の標本抽出率)、25 か所のスクリーンライン調査、18 か所のコードンライン調査、16 か所の交通量観測調査、16 ルートの旅行時間調査を含む一連調査を、ホーチミン交通大学に再委託をして実施した。PT 調査では、交通に関する質問だけでなく都市問題にも視点を向ける必要があることから、社会経済的な質問を多く取り入れ附票として入れ込んだ。前回の PT 調査を実施した HOUTRANS の OD データと上述の補足調査の交通データ結果を更新し、UMRT ネットワークと路線の分析を実施した。結果、質問内容が長くなり、サンプル取得率を獲得するのに苦労したが、都市問題である上下水道、所得、災害などについて区別での分析が可能となり、カウンターパートからの評価が高かった。また、高所得層のサンプル数取得が困難であったため、特定地域を対象として再調査を行い、サンプル回収率の上昇を図った。

予測モデルは 4 段階推定法を基本モデルとし JICA-STRADA を用いて、発生/集中、分布、分担、配分のモデルを構築した。発生/集中モデルは人口統計指標と発生集中交通量から、Home Based/Non-home Based トリップ別発生集中別目的別(通勤、通学、私的、業務、帰宅)に 10 のモデルの線形回帰モデルを構築した。分布モデルは HIS データを用いて内々、内外モデル別 Home Based/Non-home Based トリップ別目的別(通勤、通学、私的、業務、帰宅)で 18 の重力モデルを構築した。手段分担モデルは PT データを用いて徒歩・自転車分担モデルを目的別で構築・計算し、残りのトリップを非集計モデルで目的別 MC, Car, Bus の 3 車種に分担させて構築した。なお、鉄道評価ができるように、道路交通から鉄道への転換モデルも非集計モデルで構築している。交通量配分モデルは分割配分(10 段階)とした。分割配分にした理由は、ホーチミンでは混雑が著しく、利用者均衡配分だと非現実的な迂回をするようになることを確認したためである。

ピーク時か日当たり推計を行うかについては、ピーク時での推計の要望が求められていなかったため日当たりとした。ピーク時交通量が必要な場合は、方向別時間集中率を調査結果から得て、ピーク時交通量を求める方針とした。

(3) 都市交通分野における協力ニーズについて

ホーチミンの状況は、TOD、キャパシティビルディングについて関心があり、特に開発評価のツールについて興味を持っているが、育成の成果が出にくく、管理者側の育成方法についての知識や経験が足りない場面がよく見られる印象である。

鉄道整備とフィーダーバスの連携についてカウンターパートに再三重要性を唱えてきているが、まだ鉄道が無いため理解が浅いと考えられる。

当時、ホーチミン市では 3 路線(1 号線、2 号線、5 号線)が事業実施段階にあり、本プロジェクト実施後に JICA による 3 号線の FS が実施された。

協力関係にあるドナーとしては、フランスと日本の鉄道借款案件がある。

(4) 過去の需要予測結果の検証

人口、合計トリップ数については、1.02、0.99 と現況交通とほぼ同様である。しかし、機関分担率については全体的に大きく異なっている結果となった。一方、市県間交通量については外周市県間(Outside)以外の

かい離は 10%以下であり、比較的良好である。断面交通量は実際の交通量が推計に比べ 1.773 倍となっており、過小となっている。

検証結果のずれについてヒアリング、考察すると、推計は公共交通利用率を向上させようとするビジョンが盛り込まれ、将来の Bus は高めに設定され、Car は、将来の所得向上に応じて自動車保有率が增大するシナリオが反映されたため、将来の Car が高めに設定された。実際には中国から輸入された低廉なオートバイの使用状況が高くなったため、MC の利用率が増大したと推察される。

一方、平均ゾーン内々率は実際よりやや過小となり、想定よりトリップ長の伸びが大きくならなかったものと想定される。予測の Car,BUS の機関分担率は、実際に比べてかなり高いため、より効率的な交通状況となっており、結果、配分結果の断面交通量は過小傾向を示している。

表 2.14 HOUTRANS—METROS の需要予測の検証

2013 年	HOUTRANS (予測)				METROS (実際)				実際/予測
	MC	Car	Bus	Truck	MC	Car	Bus	Truck	
① 人口 (000) ²³	10,726				10,910				1.02
② 合計トリップ数(000) ¹	20,327				20,507				0.99
③ 平均機関分担率(%)	58.7	12.1	28.1	0.1	89.9	3.6	4.7	1.7	-
④ 平均ゾーン内々率(%)	35.3%				48.7%				138.1%
⑤ 市・県間分布交通量	別表				別表				-
⑥ 配分結果の断面交通量(pcu/日)	1,221,873				2,142,583				1.754

表 2.15 市県間分布交通量(0より多いと推計が過大)

HOUTRANS-METROS	HCMC	Binh Duong	Dong Nai	Long An
HCMC	7.9%	0.1%	0.2%	0.0%
Binh Duong	0.1%	-2.3%	0.1%	0.0%
Dong Nai	0.2%	0.1%	-1.0%	0.0%
Long An	-0.1%	0.0%	0.0%	1.6%

(5) 過去モデルへ現況データを入力したモデルの妥当性検証

過去のモデルへ現況データを入力した際の再現結果を以下に示す。その結果、発生集中量は 0.968 とほぼ同様だった。分布モデルについても現況とモデルの差は 10%以内となり、ほぼ同様の値を示した。

ゾーン内々率については、現況/モデルの値が 1.67 を示し、モデルが過小推計を示した。内々交通量を他のモデル $K(G+A)^b$ ²⁴に置き換える等、ゾーン内々率モデルの構築を検討したが、24%と大差がなかった。

以上より、過去の予測結果が過小、新データを入力しても過小となっているため、モデルの誤差によるものと判断した。

機関分担率は、ビジョンによる分担率設定前でモデルと現況を比較すると、オートバイが過大となった。これは、中国メーカーが 1999 年にベトナムへ進出しており、日本製の 1/2 の価格で売り出したことで、シェアが一時 80%ほどに利用者が増大していることが影響していると考えられる²⁵。このことから、オートバイの

²³ HCMC を対象

²⁴ K、b をパラメータ、G を発生交通量、A を集中交通量としたときの内々交通量を計算するモデルとして知られる。

²⁵ ベトナム市場攻防戦: バイクは「中国、総崩れ」状態で日本の天下に(<http://news.searchchina.net/id/1533467?page=1>)

中国製バイク、潰し合いで東南アジアから敗走(http://japanese.china.org.cn/business/txt/2016-09/27/content_39383541.htm)

中国製バイク、ベトナム市場からまもなく淘汰(<http://www.viet-jo.com/news/economy/120228095722.html>)

増大を踏まえてモデルを推定したため、モデルが過大傾向を示したことが考えられる。推移を想定しにくいことから、分担率のずれは外部要因によるものとした。

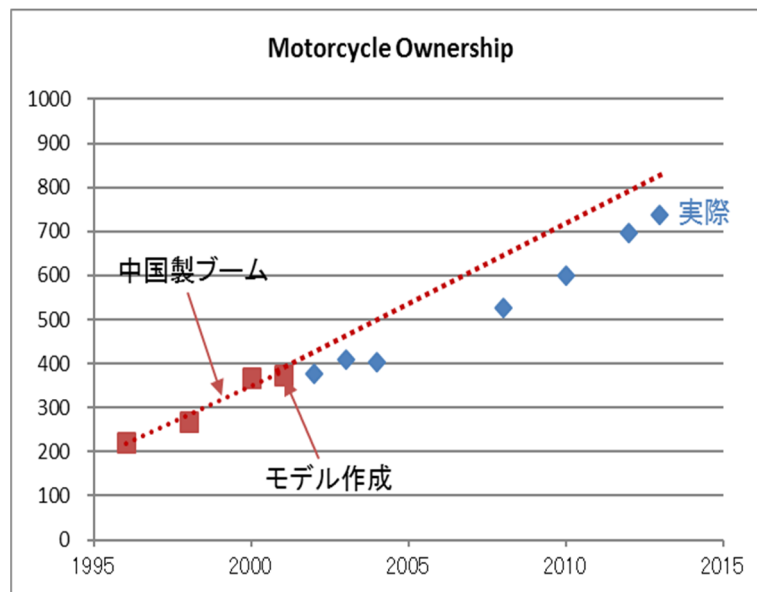


図 2.8 オートバイ保有台数の推移

表 2.16 追加検証結果

発生集中	線形式	現況	モデル	現況/モデル		
		20,507	21,182	0.968		
分布	重力モデル	現況とモデルの誤差は 10%以内				
ゾーン内々率	地域ごとの内々率を適用	現況	モデル	現況/モデル		
		49.1%	29.3%	1.67		
分担	歩行者のみ事前に分担 その後多項ロジットモデルの分担 (前回と比較のため自転車を除 外)	現況	89.9	3.6	4.7	1.7
		モデル	97.5	1.2	0.8	0.5
		現況	89.9	3.6	4.7	1.7

表 2.17 追加検証による分布交通量

METROS-HOUTRANS Model	HCMC	Binh Duong	Dong Nai	Long An
HCMC	-0.9%	0.2%	-0.1%	0.2%
Binh Duong	-4.4%	7.3%	-2.4%	0.1%
Dong Nai	-1.7%	-1.1%	2.4%	0.0%
Long An	4.1%	0.2%	0.0%	-1.3%

以上より、要因分析結果は以下となった。

表 2.18 要因分析結果

		① 人口の 確認	② 合計 トリップ 数	③ 平均 機関分 拍率	④ 平均 ゾーン 内々率	⑤ 市・ 県間 分布交 通量	⑥ 配分 結果の 断面交 通量
計画 フレーム	A) GDP、人口、雇用数が想定と大きく異なった。						
	B) 周辺地域の状況が大きく異なり影響を与えた。						
	C) 都市計画の実施状況や都市成長が大きく異なった。						
交通調査/モ デル	A) 交通調査の質が確保できなかった。						
	B) 需要予測モデルの質が確保できなかった。				✓		
その他 外部要因	A) 国内の交通に係る制度や状況が大きく異なった。			✓✓	✓		
	B) プロジェクトが計画通り実施されなかった。						
	C) 実施済みプロジェクトの内容が大きく異なった。						✓

(6) ずれの要因の構造分析

予測結果のずれについて追加検証した結果、HOUTRANS のモデルはゾーン内々率の部分で乖離が生じており、分布交通量のモデルの質が確保できなかったと判断した。

このため、ずれの構造要因分析では、分布の段階における関連する項目について、報告書の記載から検証を行った。

HOUTRANS の報告書では、重力モデルが書かれており、現在パターン法は用いていないが、分布モデルは内々率の設定で、調査当時のトリップ長がかなり短いことを考慮し、ゾーンの大きさを考慮した地域別の将来内々率を設定して対応している。また、分布モデルは Home Based/Non-home Based の別にはなっていない。また、分布交通量モデルは距離によるモデルだが目的別とはなっておらず、所得や自動車保有台数のカテゴリー別にもなっていない。パラメータ推定時の適合度指標(重相関係数、尤度、的中率、t 値など)として t 値、重相関係数が記載されており、通常レベルの精度が確保されている。パラメータの符号条件が逆、多重共線性、複数の説明変数候補のうち、t 値の低い説明変数を採用していることはなかった。また、対象地域の TAZ は Commune 程度のゾーンをベースとし、必要に応じて分割されているため、大まかすぎるということはない。日ベースでの推計が行われているが、TDM の具体施策は記載されていない。HIS 調査の回答などで調査員が虚偽の記載を行っている記載は特になく、分布交通量に不明確なダミー変数は設定されていないようである。

以上より、分布交通量モデルに個別の将来内々率を設定していること、目的別モデルとなっていないこと、保有台数や所得の概念が入っていない点が、精度を落としている理由と判断された。

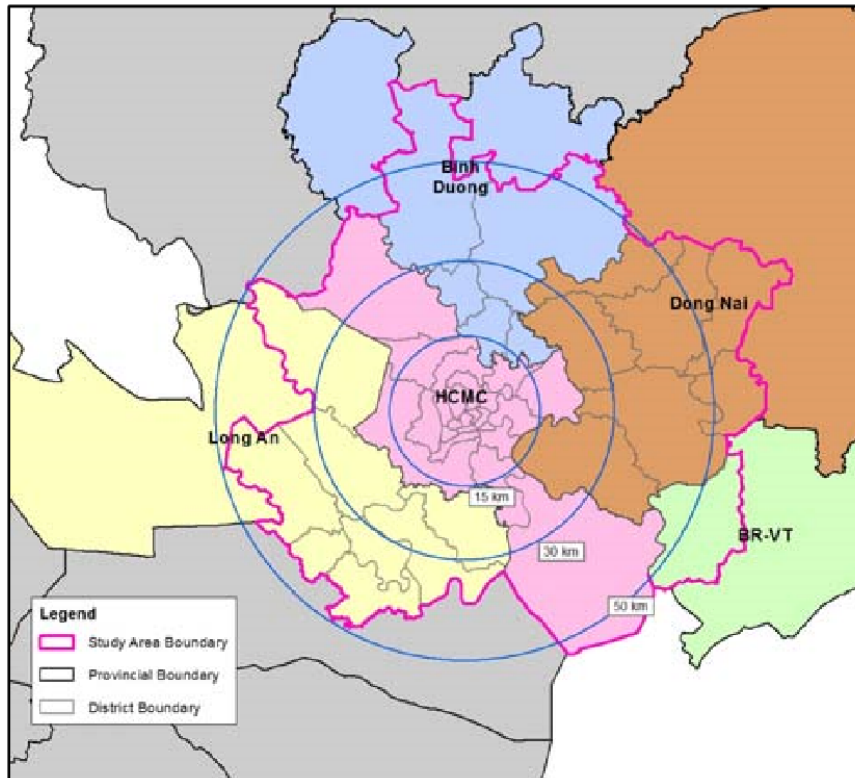


図 2.9 分布交通量検証のためのゾーン集約

2.3.4 ジャカルタ

(1) プロジェクトの背景

インドネシア国ジャカルタ首都圏では JICA の支援により 2004 年にジャカルタ首都圏総合交通計画調査 (SITRAMP) が策定され、同首都圏の交通計画の根幹となっている。その後、Bus Rapid Transit System (BRT) の運行、高速道路の整備等、様々な交通施策が実施されたが、SITRAMP では想定できなかった急速な車両登録台数の増加(ジャカルタ特別州のみでも 2000~08 年までにオートバイは約 4 倍、自動車は約 2 倍)等により交通渋滞は依然深刻である。また、SITRAMP で提言された広域都市圏の交通インフラ事業の計画、実施上の調整を行う枠組みは設置されていなかった。

JABODETABEK 都市交通政策統合プロジェクト(JUTPI)フェーズ1においては、ジャカルタ首都圏の交通渋滞の解消のため、①SITRAMP の改訂を行い、あわせて、②SITRAMP の改訂を独自に実施していくために中央および地方の政府関係機関職員からなる技術チームに対して必要な能力強化を行い、さらに、③SITRAMP で提案している広域都市交通事業の整備計画、実施調整に必要な枠組みの設置、ならびに同枠組みの計画策定、実施調整能力を実効的なものとするためのパイロット事業等の実施、また、関連する事業化調査(F/S)を通じた活動支援を視野に入れるものである。

(2) PT 調査をはじめとする交通調査及び需要予測手法について

交通調査に関して、プロジェクト開始当初は SITRAMP で実施された交通需要予測をアップデートするための最低限の調査を想定しており、2008 年のプロジェクト開始前に実施したスクリーンライン調査結果等を活用してアップデートを行う予定であった。しかし、想定を上回る速さで都市化やモータリゼーション(自動車の大衆化)が進展していることから、約 18 万世帯(約 2.6%)に対する大規模な家庭訪問調査を実施するこ

ととなった。一方、調査項目については通勤通学目的に限定することで各世帯への訪問回数を減少させ、費用の低減を図った。サンプリングについては人口センサスがほぼ同時期に実施されていたがプロジェクトへの反映は間に合わないため、住民登録情報を活用した。

通勤通学調査では調査対象を通勤・通学目的に絞ったものの質問項目は多岐にわたった。世帯、個人の基本的な属性情報に加え、通勤・通学トリップの乗り換え地点やバスの路線番号、料金、待ち時間等をアンリンクトリップ²⁶ごとに詳細に質問した。このため、これらの情報は各世帯構成員に確認する必要があり、結果的に調査員は何度も再訪問せざるを得なかった。住民登録情報はデータ作成時と調査実施時のタイムラグやデータの不備等により約5%については実際に訪問しても存在しないケースがあった。高所得者世帯は他の世帯と比較して調査への協力を得られた世帯が少なかった。協力が得られた世帯でも居住するコンプレックスへの許可取得に時間を要した。これらは調査開始時の想定を超え、結果的に当初 3 か月を想定した現地調査は 10 か月近くを要した。また、通勤通学調査によって推計された自動車登録台数と既存の統計データを比較すると自動車では通勤通学調査による推計は登録台数の 1/3 程度となっていた。このため、自動車登録台数のデータをもとに拡大係数の補正を行った。

トリップレートについては通常の PT 調査では、通勤、通学以外のトリップが記載されないケースが多くあることが指摘されている。これらの行動を補足し、トリップレートを高い精度で推計するために通常の紙による調査票と合わせて調査対象日に個人用の GPS 記録装置を持って歩いてもらう個人追跡調査(Person Tracking Survey, PTS)を実施した。また、同様に車両に GPS を装着する車両追跡調査(Vehicle Tracking Survey, VTS)と高齢者、障害者、貧困層を対象とした交通弱者への調査(Transport Equity Survey, TES)をあわせて実施した。

交通需要予測については基本的には SITRAMP で作成されたモデルを基本とした。発生集中量予測モデルは SITRAMP のモデルを基本とし、PTS をもとに補正を行った。分布交通量予測モデルは SITRAMP で開発されたモデルをそのまま活用した。機関分担についてはネステッド(通学目的)及び多項ロジット(通学以外)モデルを作成し、所得階層別目的別 OD 表に適用した。OD 表の推計にあたっては Cube を用いた。また、ネットワーク作成についても Cube を用いた。推計された OD 表とスクリーンラインにおける交通量を比較したところ、3つのうちのスクリーンラインで差が認められたが、方向規制による U ターン等が関連しているものと考えられる。配分では SITRAMP において独自に開発されたソフトを活用したが、世界有数の大都市の複雑なネットワーク(特にバス路線)であったため配分には1ケースあたり 4~8 時間を要した。また、OD 表やネットワーク作成で異なるソフトを用いたために、ファイルのやり取りに時間を要しただけでなく手作業が入ることによるミス等も発生した。

結果的に、急速なモータリゼーションに対応して実施した調査であったが調査の実施から分析、交通需要予測までは約 1 年半を要した。

(3) 都市交通分野における協力ニーズについて

JICA では 2014 年から JUTPI フェーズ2を実施中であり、省庁・地域横断的な都市交通政策についての枠組みの形成、公共交通利用促進のためのパイロットプロジェクトの実施、及び公共交通指向型都市開発(Transit-Oriented Development, TOD)プロジェクトの実施能力向上の支援を行っている。また、ジャカルタ首都圏の都市交通行政を担うジャカルタ首都圏交通庁が運輸省の下部組織として 2016 年に設置された。

JUTPI の都市交通マスタープランでも提案されている都市高速鉄道(Mass Rapid Transit, MRT)は南北の

²⁶ ある目的(例えば、出勤や買物など)を持って起点から終点へ移動するリンクトリップに対し、アンリンクトリップとは一つの「交通手段」による移動を単位とし手段トリップを意味する。

路線が工事中で、その他の路線も実現可能性調査や設計の段階にある。JUTPI 都市交通マスタープランの中でも提案されているモノレールは主に政治的な理由によりキャンセルされ、LRT の計画に置き換えられている。都市内の 6 つの高架高速道路や無料の高架道路、フライオーバー等のプロジェクトは JUTPI で提案された路線とは異なるものの実施が進められており、一部の無料の高架道路は開通している。

また、3-in-1 と呼ばれる都心部のピーク時乗車人員規制を廃止し、JUTPI では提案されていないナンバープレート制を導入している。

ジャカルタでは急速なモータリゼーションが進行しており、限られた道路空間を考慮すると大量輸送機関の導入だけでなくロードプライシング等の強力な TDM を早急に実施する必要性が高いと考えられる。また、長期的には TOD 施策等も重要性が高い。

交通調査や交通需要予測の点から考えると TDM 施策や TOD 施策では集計データでは分析が困難な様々な変数を扱う必要がある。例えば、トリップの出発時刻や徒歩距離も考慮する必要がある。また、3,044 万人(2015 年推計)の人口を考えると大規模な家庭訪問調査を定期的に行うことは容易ではなく、交通行動の急速な変化も併せて考えると詳細かつ小サンプルな交通行動調査によるモデルの継続的なアップデートと既存の統計資料を基本とする将来推計が現実的と考えられる。

しかしながら、これらの手法がインドネシア側で継続的に実施されていくためには行政機関職員だけでなく交通計画分野の民間コンサルタントも含めた能力向上が必要と考えられる。

(4) 過去の需要予測結果の検証

2004 年の SITRAMP の将来交通需要予測結果と 2010 年 JUTPI の現況交通需要を比較した表を以下に示す。詳細については添付資料 2「過去の需要予測結果の検証」を参照されたい。域内の人口は当時の予測を 16%上回り、合計トリップ数は予測をさらに上回っている。市県間分布交通量を見ると特に郊外部のトリップ数が過大あるいは過少に予測される傾向であったがばらつきはそれほど大きなものではなかった。機関分担については、オートバイのシェアが予測を遥かに上回るレベルとなり、一方で公共交通のシェアは予測の半分以下となっている。自動車については当初想定していたシェアとおおむね同程度となっている。平均ゾーン内々率についてはかい離が大きく観測値は SITRAMP による予測の半分程度の割合であった。2008 年時点の SITRAMP による予測配分交通量と実際の観測交通量を比較すると実際の交通量の方が PCU 換算で約 30%程度高かったがマニラやホーチミンよりは R2 は大きな値(0.65)となった。

表 2.19 ジャカルタ首都圏を対象とした SITRAMP の予測と JUTPI の現況の比較

2010 年	SITRAMP (予測)			JUTPI (実際)			実際/予測
	MC	Car	Public	MC	Car	Public	
① 人口(000) ²⁷	24,098			27,911			1.16
② 合計トリップ数(000) ²⁸	23,698			28,920			1.22
③ 平均機関分担率(%) ²⁹	MC	Car	Public	MC	Car	Public	-
	20.7	22.7	56.7	61.7	12.4	25.9	
④ 平均ゾーン内々率(%)	26.2%			53.6%			2.04
⑤ 市・県間分布交通量	別表			別表			-
⑥ 配分結果の断面交通量(pcu/日) ³⁰	2,551,832			3,286,285			1.29

²⁷ Jabodetabek を対象

²⁸ 通勤通学トリップを対象。非動力系交通(徒歩・自転車等)も含む。

²⁹ 通勤通学トリップを対象。非動力系交通(徒歩・自転車等)は対象外。

³⁰ 全目的のトリップを対象。非動力系交通(徒歩・自転車等)は対象外。

表 2.20 市県間分布交通量(Oより多いと推計が過大)³¹

	Jakarta	Tangerang	Bogor	Bekasi	Total
Jakarta	1.6%	-0.3%	-0.4%	-0.9%	0.0%
Tangerang	2.1%	-0.1%	-2.2%	0.2%	0.0%
Bogor	0.8%	-2.0%	3.6%	-2.5%	0.0%
Bekasi	-0.4%	0.1%	-3.3%	3.7%	0.0%

表 2.21 要因分析

		① 人口の 確認	② 合計 トリップ 数	③ 平均 機関分 担率	④ 平均 ゾーン 内々率	⑤ 市・ 県間 分布 交通 量	⑥ 配分 結果 の断 面交 通量
計画 フレーム	A) GDP、人口、雇用数が想定と大きく異なった。	✓	✓				✓
	B) 周辺地域の状況が大きく異なり影響を与えた。	✓	✓				✓
	C) 都市計画の実施状況や都市成長が大きく異なった。	✓	✓				✓
交通調査/ モデル	A) 交通調査の質が確保できなかった。						
	B) 需要予測モデルの質が確保できなかった。		✓	✓✓		✓	✓
その他 外部要因	A) 国内の交通に係る制度や状況が大きく異なった。			✓✓			
	B) プロジェクトが計画通り実施されなかった。			✓			✓
	C) 実施済みプロジェクトの内容が大きく異なった。			✓			✓

将来人口について、SITRAMP ではインドネシア大学の予測値を参照しており、出生率の減少、乳幼児死亡率の減少、人口の社会減を想定している。しかしながら、ディベロッパによる郊外の住宅開発など、都市化が予想以上に急速に進み、地方からジャカルタ首都圏への一極集中化が進み、特に仕事を求めて上京する労働者数が急増していると考えられる。

オートバイの急増については、中間層の増加(各家庭が複数台所有)やオートバイ購入ローンの簡易化による急速な普及、慢性化する交通渋滞を避けるための手段として利用されること、などが要因として指摘されている。一方で、公共交通については、2004 年以降に BRT が整備されたが 2010 年現在では整備路線も限られており、一部は専用レーンが設置されておらず待ち時間の長さや車内混雑、事故、乗換やアクセスの不便性など欠点が顕在化してきた。その他のバスは深刻な交通渋滞の影響により BRT よりもさらにサービスレベルが低く、公共交通のシェアの減少に歯止めがかからない状況となっている。

大きな差が見られた手段選択は上層から順に動力/非動力系交通、公共/私的交通、オートバイ/乗用車の連続二項選択モデルであったが、各段階で非集計モデルではなく分担率曲線が採用されており、目的別、所得階層別、都市部/郊外部別に推計されているものの、特に動力/非動力系交通の選択およびオートバイ/乗用車の選択に関しては、(時間やコストに依存しない)距離のみの関数となっている。このため、道路混雑による交通手段選択の変化を十分に考慮できなかったと考えられる。加えて所要時間等の LOS (Level of Service)データが観測地とシミュレーションで異なっていることも明らかとなった。オートバイ等は交通法規を守らない利用を前提としているケースも多く、そのような場合には所要時間の推計値の精度を上げるのは容易ではない。また、ジャカルタでは警察による交通流管理、イベント、駐車車両、無謀運

³¹ 全目的のトリップを対象。非動力系交通(徒歩・自転車等)も含む。

転者等により所要時間のばらつきが大きいとも指摘されている。

これに加えて、オートバイローンの普及等、所得以外の社会状況の変化も手段選択に影響を与えている可能性が高いと想定される。ジャカルタ首都圏で作成されたアクティビティスト需要予測モデル³²による機関分担率(MC: 25.5%, Car: 18.0%, Public: 56.5%)の方が2010年の実測値に近く、アクティビティスト需要予測モデルの適用により精度の向上が期待できたことを示している。しかしながら、2002年のSITRAMPのPT調査結果と2010年の通勤通学調査結果を用いてそれぞれの年次の目的地・機関分担統合モデル(非集計)を作成した結果ではモデル構造や有意となる変数が大きく異なり、交通手段選択行動が大きく変化していることも指摘されており³³、開発途上国における急速な社会変化や選好の変化を高い精度で予測することは容易ではないことを傍証している。

(5) 過去モデルへ現況データを入力したモデルの妥当性検証

過去のモデルへ現況データを入力した際の再現結果を以下に示す。発生集中量は現況／モデルの値は1.250と現況の値が約25%多くなっている。分布交通量の誤差は概ね±2%以内であり、同様であった。また、ゾーン内々率もほぼ同じ値となった。一方、機関分担についてはオートバイ、バスについて大きな差となっており、モデルによる誤差があると判断した。分析結果の照査は添付資料「過去の需要予測結果の検証」に示す。

表 2.22 追加検証結果

発生集中	線形式	現況	モデル	現況/モデル		
		28,920	23,141	1.250		
分布	重力モデル	現況とモデルの誤差は2%以内				
ゾーン内々率	TAZごとに内々交通量推計モデルを適用	現況	モデル	現況/モデル		
		53.56%	53.87%	0.994		
機関分担	徒歩 vs それ以外、私的交通 vs 公共交通、オートバイ vs 自動車の二項ロジットモデルの連続	%	オートバイ	四輪	バス	計
		現況	61.7	12.4	25.9	100.0
		モデル	19.4	14.7	65.9	100.0

以上の結果を踏まえ、要因分析を整理すると、以下の通りとなった。

³² Yagi, S. (2006) "An Activity-Based Microsimulation Model of Travel Demand for Transportation Policy and Impact Analysis" Ph. D. Thesis, Graduate College of the University of Illinois at Chicago

³³ Yagi, S., D. Nobel and H. Kawaguchi (2014) "Time-Series Comparison of Auto/Motorcycle Ownership and Joint Mode and Destination Choice Models Based on Two Large-Scale Surveys in Jakarta" Asian Transport Studies, Vol. 3, Issue 1, p. 46-65

表 2.23 要因分析結果

		① 人口の 確認	② 合計 トリップ 数	③ 平均 機関分 担率	④ 平均 ゾーン 内々率	⑤ 市・ 県間分 布交通 量	⑥ 配分 結果の 断面交 通量
計画 フレーム	A) GDP、人口、雇用数が想定と大きく異なった。	✓	✓				✓
	B) 周辺地域の状況が大きく異なり影響を与えた。	✓	✓				✓
	C) 都市計画の実施状況や都市成長が大きく異なった。	✓	✓				✓
交通調査/ モデル	A) 交通調査の質が確保できなかった。						
	B) 需要予測モデルの質が確保できなかった。		✓	✓✓			
その他 外部要因	A) 国内の交通に係る制度や状況が大きく異なった。			✓✓			✓
	B) プロジェクトが計画通り実施されなかった。			✓			✓
	C) 実施済みプロジェクトの内容が大きく異なった。			✓			✓

(6) ずれの要因の構造分析

予測結果のずれについて追加検証した結果、SITRAMP のモデルは発生集中量が過小、かつ機関分担のオートバイとバスの部分で乖離が生じており、発生集中と機関分担モデルの質が確保できなかったと判断した。

このため、ずれの構造要因分析では、発生集中と機関分担の段階における関連する項目について、報告書の記載から検証を行った。

発生集中モデルは通常重回帰モデルであり、Home Based/Non-home Based は区別され、かつ所得階層別さらに都市部/郊外部別に細かくモデルが構築されている。パラメータの t 値や符号も概ね問題ないが、一部、郊外部の Home Based Other の中所得者層の集中モデルで符号がマイナスかつ t 値も低いパラメータが見られた。ただし、これが発生集中量の過小となる原因の全てになるとは考えにくい。TAZ は行政の最小単位である Kelurahan/Desa をベースに全部で 336 ゾーンが設定されており、ゾーンが細かく設定されていないことは見受けられない。ナンバープレート登録機関の自動車登録台数と自動車税徴収機関の自動車台数との乖離はあったが、PT 調査データの拡大係数において補正は行われていた。しかし世帯の車両保有を予測するモデルの構築は行われていない。また、調査データの質を確保するために、様々な対策や手段が取られていた。

また、社会経済指標の予測については、著しい経済成長および当時の社会問題にもなった労働人口のジャカルタ首都圏への流入を背景に、就業者数は実際よりも多めの予測であった一方、全体の人口や学生数については実際よりも過小の予測となっていた。しかし、実際のデータを SITRAMP モデルに入力し直しても、発生トリップ数は実際の観測値を以前2割ほど下回るものであった。そのため、予想を上回るモータリゼーションやモビリティの増大等の外部要因により、発生集中モデルのパラメータ自体が異なってきたものと考えられる。ただし、世帯の自動車保有を直接予測するモデルを事前に構築し、発生集中モデルにも反映させていれば、この乖離は多少小さくできたかも知れない。

機関分担モデルについては、上層から順に動力/非動力系交通、公共/私的交通、オートバイ/乗用車の連続二項選択モデルであったが、各段階で非集計モデルではなく分担率曲線が採用されており、目的別、所得階層別、都市部/郊外部別に推計されているものの、特に動力/非動力系交通の選択およびオートバイ/乗用車の選択に関しては、(時間やコストに依存しない)距離のみの関数となっている。

このため、需要予測モデルに関しては、外部要因による影響を除けば、世帯の自動車保有を直接モデルに組み込み予測していないこと、および時間やコストに敏感でない集計モデル(分担率曲線)を使用していることが精度を落としている理由と判断された。



図 2.10 分布交通量検証のためのゾーン集約

2.3.5 ダルエスサラーム

(1) プロジェクトの概要

タンザニア経済の中心であるダルエスサラーム市(「ダ」市)は人口約 430 万人(2012 年センサス)を擁し、交通渋滞等の深刻化する都市交通問題に対応すべく、2007-2008 年に「ダルエスサラーム総合都市交通体系策定調査」が実施され、2030 年を目標年次とする都市交通 M/P が策定された。しかし、当初の予想を上回る人口増加や自動車登録台数の激増、都心の高層ビル開発など都市圏の交通流動に大きく影響する社会環境の変化に対処すべく、2016 年に都市交通 M/P の改訂プロジェクトが開始された。

2016-2017 年の M/P 改訂では、前回 2007 年に実施された PT 調査の約 2 倍にあたる 2.2 万世帯(サンプル率 1.7%)を対象に PT 調査を実施する一方、調査票の簡素化や需要予測のための交通ゾーンの統合を行い業務の効率化を図っている。

2008 年 M/P および 2017 年 M/P 改訂では、PT 調査と種々の関連する交通調査に基づき、現況および将来の交通需要は四段階推定法に基づき予測されている。両 M/P とも機関分担モデルは RP 調査をベースとするが、公共交通(BRT)を考慮した上で SP 調査に基づく非集計ロジットモデルを併用している。また 2008 年の M/P 調査時には交通量の少なかったオートバイは 2017 年では増加しており、機関分担モデルにオートバイを対象として含めている。

(2) 過去の需要予測結果の検証

次表に 2008 年 M/P の 2017 年を目標年次とした将来需要予測結果と 2017 年 M/P 改訂時の現況の交通需要の推計値を示す。

表 2.24 検証結果の概要

比較年次: 2017 年	2008 M/P での予測値				2017 M/P 改訂時の現況					実際/ 予測
①人口 (000)	4,230				5,782					1.37
②合計トリップ数(000) ¹	5,245				8,674					1.65
③平均機関分担率(%)	NMT	MC	Car	Bus/BRT	NMT	MC	Car	Bus	BRT	
	27.2	-	15.1	57.7	39.6	4.9	3.7	47.9	3.3	
④平均ゾーン内々率(%)	N/A				N/A					
⑤市・県間分布交通量 *1	195				187					0.96
⑥配分結果の断面交通量(千 pcu/日) *2	200				232					1.16

*1: コードンラインを通過するパーソン・トリップ(千トリップ/日)

*2: 放射状の幹線道路 4 本の環状道路の外側断面の交通量の合計

2008 年の M/P での予測と 2017 年 M/P 改訂時の現況との交通需要の予測には大きく差異が生じている。これは特に「ダ」市の人口フレームに起因しており、2008 年 M/P で設定された将来人口フレームは、2002 年の人口センサスに基づきタンザニア統計局や世銀の BRT プロジェクトで予測された将来人口を基に設定されたものである。しかし、実際には 2012 年センサスでのダ市の人口は 430 万人と 2008 年 M/P の 2017 年予測を上回る人口増となっている。

将来交通需要に大きく影響を与える人口フレームの設定に当たっては、その為の基礎資料や統計の精度や信頼性を確認する必要があると思われる。また、現地政府が予測・設定した人口・社会経済フレームを与件とした需要予測を要請される場合についても、現実的なフレームに基づくシナリオを別途用意し、将来交通需要予測を行うことが望ましい。

2008 年 M/P の時点では「ダ」市におけるオートバイの台数は少なく(当時のモーダルシェアは 0.6%)、そのため信頼性のある機関分担モデルを構築するに至らなかった。しかし 2017 年 M/P 改訂時にはオートバイのモーダルシェアは約 5%に増加しており、機関分担モデルにオートバイが追加されている。

交通機関の変化に限らず、交通需要の変化に影響を与える社会経済情勢・技術の予測は困難であるが、中所得国の事例を参照するなど可能な限り対応を検討することが望ましい。

2.3.6 ナイロビ

(1) プロジェクトの概要

ナイロビ市はケニア国の首都であるとともに、同国の約 1/2 の雇用・GDP を占める社会経済の中心であり、また東アフリカおよび中央アフリカの重要な経済拠点に位置付けられている。このため、ナイロビ市の経済成長および貧困削減に向けた都市生活水準の向上に寄与する都市交通施策は重要であり、都市部の道路網整備や交通マネジメント改善等効率的な交通システムの構築が求められ、2025 年を目標年次とした「ナイロビ都市交通網整備計画調査(NUTRANS)」が 2006 年に JICA により実施された。しかし、ナイロビ市の人口増加やそれに伴う交通渋滞、スラムの拡大、環境の悪化等の都市問題は解決に至らず、今後想定される更なる人口増や都市域の拡大に対応した持続可能な都市の発展のためには交通ネットワーク、都市インフラの改善を盛り込んだ総合都市交通マスタープランが必要とされた。これを受けて、2014 年に JICA は「ナイロビ都市開発マスタープラン(NIUPLAN)」を策定した。

2006 年の NUTRANS および 2014 年の NIUPLAN ではナイロビ市内 1 万世帯を対象に PT 調査を行い、コードンライン調査・スクリーンライン調査と併せて、それぞれ調査時点の現況 OD を推計している。両 M/P とも将来交通需要予測は四段階推定法を用いており、集計ロジックモデルで構築された機関分担モデルの

変数に自動車保有状況を含めている。また、NUTRANS、NIUPLAN とともに約 2,000 サンプルの SP 調査を行っており、NUTRANS では公共交通への転換意向を、NIUPLAN では現状では存在しない BRT への転換モデル等に活用されている。

(2) 過去の需要予測結果の検証

次表に NUTRANS(2006 年)の 2013 年を目標年次とした将来需要予測結果と NIUPLAN(2014 年)の現況の交通需要の推計値を示す。

表 2.25 検証結果の概要

比較年次: 2013 年	NUTRANS での予測値			NIUPLAN での現況			実際/ 予測
①人口 (000)	2,768			3,142			1.13
②合計トリップ数(000) ¹	6,350			6,817			1.07
③平均機関分担率(%)	Walk	Public	Private	Walk	Public	Private	-
	46.2	34.2	19.5	45.6	40.9	13.5	
④平均ゾーン内々率(%)	49.50%			28.80%			0.58
⑤市・県間分布交通量	N/A			N/A			
⑥配分結果の断面交通量 (pcu/日)	N/A			N/A			

2013 年時点のナイロビ都市圏の人口は約 314 万人と推計され、2006 年 NUTRANS の推計値の約 1.13 倍増とされる。一方で、推計されるパーソン・トリップ数は NUTRANS の 635 万トリップ/日に対して、NIULAN では 682 万トリップ/日と推計され、人口の差異に比較してトリップ数の差異は小さくなっている。この結果に対して PT 調査の精度の違いや現実問題として貧困層が増えトリップ率が低下したなど様々な理由が考えられる。一般には、経済発展に応じてトリップ回数の比較的多い富裕層が増え、結果平均トリップ率も増加する。このため、過去に PT 調査が行われており、改めて PT 調査を実施する場合には、パイロット調査の段階で基本的な集計結果の比較を行い PT 調査結果の妥当性を検証することが望ましい。

またナイロビの事例の特徴としては、公共交通のシェアが 2006 年の予測値よりも高く、一方で自家用車類のシェアは 2006 年予測値よりも低くなっている点あげられる。この理由としては、ナイロビ市の大型バスの積極的導入や料金抑制が効果的に作用し、自家用車を保有してなお、公共交通を利用した市民が増えた等が考えられるが、実際の要因の特定は難しい。トリップ率と同様、過去の PT 調査結果と比較する、あるいは現実の観測交通量や輸送量の統計など信頼性の高い資料やデータが入手できれば、現況再現時に照査することも重要である。

2.3.7 過去の需要予測の検証結果のまとめ

交通調査データや需要予測モデルを入手して、マニラ、ベトナム(ハノイ及びホーチミン)、ジャカルタ、ナイロビ、ダルエスサラームを対象に、①計画フレーム、②交通調査、③交通需要予測モデル、④外部要因に分け、過去の需要予測結果と実際の交通調査結果との比較検証を行った結果、以下のような要因によってずれが生じていることが明らかになった。

(1) 計画フレーム

まず、①計画フレームのずれが見られた都市の多くは、都市の状況が予測と比較してずれが生じており、例えばダルエスサラームやナイロビの例のように、人口フレームの基礎資料の精度が低く、計画人口とずれが見られた例や、ジャカルタのように、都市開発が計画より多く進んだことで人口フレーム以上の人口増

加となったなどの要因でずれが生じていたことが挙げられており、少なくとも現況の状況を反映した最新の計画人口を用いる必要がある。開発途上国においてはこのような開発が急速に進む例も多く、これらのフレームや社会経済状況、それに伴う個人の行動に変化があった際にも柔軟に対応できる非集計等の交通需要予測手法の導入を検討する必要がある。

(2) 交通調査

また、②交通調査によるずれの要因として、高所得サンプルの取得率が低くなることが問題となる例があり、例えばマニラでは、開発途上国自身で調査を行ったこともあり高所得サンプル率が取れなかった例があり、高所得層が集まるオフィスビルや高級デパートなどで調査を行うなど交通調査手法の工夫が今後必要と考えられる。

(3) 需要予測モデル

③需要予測モデルでは四段階推定を用いて推計している例が多く、各段階でずれや変化が見られた。モデルによるずれの要因については詳細に分析すべきとの観点から、ずれの構造要因についても着目して分析を行った。その結果、例えば、発生集中段階では、ハノイ、ジャカルタ、ナイロビなどの例でずれが見られており、構造要因についてみると、ハノイでは Home-Based/Non-home-Based が一つにまとめられており、その違いをカテゴリーの詳細化によって考慮する必要があった。

また、分布段階では、マニラ、ハノイ、ホーチミン、ナイロビでずれが生じており、ナイロビでは平均内々率を将来値として設定していることがずれの要因と指摘しており、現況調査データに基づくモデル化が必要と考えられ、特に内々モデルを別のモデルとして構築しない目的地選択モデル等、ABM や非集計によるモデル化が望ましい。また、マニラ、ホーチミンのように Home-Based/Non-home-Based での推定となっていないこと、トリップ目的や所得、自動車保有別のモデルとなっていないことなどが原因として挙げられており、モデルの構築しているカテゴリーを見直すことで是正できると考えられる。

機関分担では、ホーチミンやジャカルタでずれが生じており、公共交通利用率を向上させるシナリオが反映された点や外部要因としてオートバイの普及量が大きく変化したことが挙げられた。このような外部要因に関係する部分は非集計モデルを採用することでそれを政策変数としてコントロールできる場合があり、ABM や非集計モデル化が有用であると考えられる。また、構造要因の分析では、Home-Based/Non-home-Based での推定となっておらず、モデル構築のカテゴリーを詳細化する必要があること、道路混雑と手段選択の変化を考慮した収斂計算を行っておらず、これらを考慮したモデルにする必要があること、ジャカルタのように機関分担モデルで分担率曲線を用いており、非集計モデルを構築する必要があることが挙げられた。

(4) 外部要因

そのほか④外部要因では、保有台数に係る輸入状況の変化や交通状況の変化、都市開発や交通計画の実施状況によって、マニラ、ハノイ、ホーチミン、ジャカルタ、ダルエスサラーム、ナイロビでずれが見られており、非集計モデルによってこれらの政策変数を説明し、将来をコントロールしていくことが望ましいこと、マニラ、ハノイ、ジャカルタ、ナイロビの例のように、計画通りでない交通または都市開発プロジェクトが実施された/実施されなかった点がずれとして挙げられ、様々な政策の変更に対して柔軟に対応できる非集計等の手法の導入や開発プロジェクトに対する感度分析、無理のない開発を前提として推計することが挙げられる。

2.3.8 その他都市交通 M/P 案件のレビュー

(1) サンタクルス都市圏交通マスタープラン策定プロジェクト

サンタクルス都市圏は、サンタクルス・デ・ラ・シエラ市(以下、サンタクルス市)を中心とする都市圏で、ボリビア国では首都のラ・パス都市圏に次ぐ規模の都市圏である。近年、同都市圏への人口集中が進行し、道路の渋滞問題を始めとした都市交通問題が表面化するようになっている。プロジェクトの目的は 2035 年を目標年次としたサンタクルス都市圏の交通マスタープラン策定と能力強化を通じ、都市圏内の現状及び将来の交通改善に寄与することである。

都市化した地域を中心に 7,500 世帯(サンプル率は約 1.7%)を対象とした PT 調査と郊外部を中心に 8,500 世帯(サンプル率は約 2.0%)を対象とした通勤通学調査が実施された。PT 調査は訪問回数が多く、質問項目も多くなることからサンプル数を限定し、通勤通学行動や社会経済属性については通勤通学調査を合わせて実施することで費用と時間の削減を図った。サンプリングは県の統計局が実施したセンサス結果が入手できる都市部ではセンサス、郊外部では衛星画像を用いて行った。その他、関連するコードンライン調査、スクリーンライン調査等の一連の調査を実施した。交通需要予測については一般的な集計による四段階推定法で実施した。

Android OS で 8 インチの GPS 機能付き電子タブレットを調査員が用いて両調査を実施した。タブレットの専用アプリを開発し、調査員はタブレットに表示される質問票に従って質問し、その場で入力を行う。居住地や出発地、目的地等の位置情報は緯度経度の形でアプリによって保存される。また、PT 調査では調査対象日の行動を回答者に記録してもらう必要があるため、紙のトリップメモ(行動記録表)も用いた。

調査実施上の課題は他の PT 調査と同様に高所得者層への調査が困難であり、高所得者が多いコンプレックス等では特別な許可が必要となったり、回答を拒否する世帯もあった。県の統計局による簡易センサス結果をもとにランダムサンプリングを行ったが、同センサスでは該当する世帯の回答者が不在の場合には近隣の世帯からの情報をもとにデータを作成しているケースがあり、実際現場に行くと不正確な場合があった。また、治安状況が良くない地域で後述するタブレットが盗難被害にあったり、調査員が住民に囲まれて特定地域から出ていくよう要求されるケースもあった。タブレットと専用アプリを用いた調査の課題も明らかとなった。専用アプリについては様々な条件で試験を行い、パイロット調査も行ったが、本格調査開始後も様々なエラーやバグが検出された。

都市交通分野における協力ニーズについては都市内及び近郊鉄道、BRT 等の様々な施策のアイデアが出されていた。このため、マスタープランに置いて定量的な検討に基づいた提案が必要であった。都心部については歴史的地区に指定されており、歴史的地区を含む中心部での交通管理施策に関心が高かった。特に駐車が問題となっており、駐車場の立地や規制、さらに中心部での自動車乗り入れ規制についての検討についてニーズがあった。

(2) ダッカ都市交通戦略計画改訂プロジェクト

JICA は、2009 年から 2011 年にかけてダッカ交通調整局(Dhaka Transport Coordination Authority: DTCA)をカウンターパート(C/P)機関とした「ダッカ都市交通網整備事業準備調査(DHUTS)」(フェーズ 1 及び 2)を実施し、世界銀行の協力を得て策定された都市交通戦略計画(Strategic Transport Plan for Dhaka: STP)のレビューや DMA(Dhaka Metropolitan Area)における交通需要の見直しを行った。さらに、バングラデシュ政府は、DTCA がダッカ大都市圏(Greater Dhaka Area: GDA)の都市交通計画の策定、管理、承認などを行う DTCA Act を策定すると同時に、JICA に対して STP の見直しを要請し、それを受けて 2014 年より「ダッカ

都市交通戦略計画改訂プロジェクト(Project on the Revision and Updating of STP: RSTP)」が実施された。

PT 調査は、Household Interview Survey (HIS) として 2010 年(対象地域:DMA)及び 2014 年(対象地域:DMA を除く GDA)の 2 回実施されており、これらの PT データの統合が RSTP 調査団にとって大きな課題であった。DHUTS の PT データはクリーニングがされていない上、当時の日本人の PT 調査担当は存在せずローカルコンサルタントに直接委託されていた経緯もあり、現地の担当者への接触も断たれていた。しかし、RSTP の PT 調査自体は、犠牲祭休暇やストライキ等の影響を受けて多少の遅れは出たものの、ほぼ予定通りに調査を完了することができた。PT 調査は、2014 年人口全体の 0.67%分のインタビュー票を得ることができた。予算事情によりサンプル率は少なかったが、専門家による見解では問題ないとされた。

また、元々防災マネジメントを目的とした CDR(Call Detail Record:携帯電話位置情報データ)の分析に基づくトリップ OD 表の構築の研究が東京大学により行われた。CDR の解析によるトリップ数とトリップパターンの比較では、GDA 全体では HIS の結果との差はあまりなかったが、交通解析ゾーンレベルで比較した場合、両者の相関性は低かった。しかし、HIS が実施できなかった軍管理下の地区などを含めて、偏りのないデータの分析が CDR では低費用で可能である。

RSTP のスコープ内及び RSTP より派生したプロジェクトの殆どは公共交通、特に軌道系交通の整備である。公共交通への需要が極めて多いため、BRT の整備すらもはや向かないとされ、一方で郊外のニュータウンにおける TOD 型の MRT 駅周辺整備の方向に関心が高まっている。また、TDM や交通管理型の施策については、交通マナーの悪さが目立ち、時期尚早で具体化には至っていない。キャパシティビルディングについては、MRT のオペレーターとしての Dhaka Mass Transit Company (DMTC)の総合的な運営能力の強化が必要とされている。一方、需要予測に係る DTCA への技術移転は、C/P がエリート官僚で異動も多く技術的な興味がほとんどなかったこともあり、十分にその目的を果たすことができなかった。

(3) メトロセブ持続可能な環境都市構築のためのロードマップ策定支援調査

2013 年、メトロセブ開発調整委員会(MCDCB)と JICA は、メガセブビジョン 2050 を実現するためのロードマップとアクションプランを策定するための調査実施を決めた。調査対象地域はメトロセブの 13 市町の他、2013 年 11 月の台風ヨランダ(国際コード名はハイヤン)による被害を受けたことから、セブ州北部地域を含むことになった。本業務の目的は、別途設定されている将来ビジョン、メガセブビジョン 2050 の実現のためロードマップ、および、アクションプランを策定することである。

上下水、廃棄物、スマートシティ等都市サービスについて幅広く扱ったロードマップ策定のため、交通行動特性だけでなく、メトロセブ住民の社会経済状況、開発課題に関する住民の意見等のデータを収集する PT 調査を実施した。調査対象地域は、メトロセブの全区からランダムに抽出された 6,500 世帯(抽出率 1.16%程度)を対象に調査を実施した。(200 サンプルはオンライン調査で行われた)

質問内容は、世帯情報、世帯メンバーの情報、一日当たりの各メンバーの詳細なトリップ記録、現在の居住環境や都市サービスに係る住民の満足度や意見を含んでいる。また、災害、上水供給サービス、下水設備、排水設備、電気と燃料、廃棄物処理、そして交通渋滞に係る住民の認識が明らかになった。

交通需要予測モデルは JICASTRADA を用いて、PT 調査結果と交通調査の結果から作成された。交通需要予測モデルは四段階推計法により構築された。

交通調査と需要予測の専門家投入量は各 2.5MM だったが、これから計画を策定しようとする地域に対して PT 調査の実施、需要予測を実施するには期間がかなり短く設定された。

都市交通分野における協力ニーズについては、メトロセブは計画自体が少ないため、ほとんど新規として網羅的なプロジェクトがリスト化された。(都市交通・高速道路関連 25 プロジェクト(橋梁・道路整備がプロ

プロジェクト費用として多い)、上下水道ゴミ関連 56 プロジェクト、廃棄物管理 13 プロジェクト、エネルギー関連 5 プロジェクト)

現地政府は開発ニーズ、キャパシティビルディングについてはどれも意欲的であったが、キャパシティビルディング時では方法論がわからないという印象を受けた。当時、カウンターパートは、WorldBank と強調して BRT プロジェクトを支援していた。

(4) 大アビジャン圏都市整備計画策定プロジェクト(SDUGA)

コートジボワール国(「コ」国)の政治・経済の中心地である大アビジャン圏において、2000 年に策定された都市整備計画の評価・分析、2030 年を目標年次とする都市交通セクターM/P を含む都市整備計画の策定、優先度の高いプロジェクトにかかる F/S を行うことにより、持続可能かつ国家開発方針と一致した都市整備計画が策定及び実施されることを目的とした。

2013 年に、大アビジャン圏で初となる 11 種類の詳細な交通調査を実施した。このうち PT 調査は、交通計画策定に必須となる人口センサスが予定通り進むと仮定して、2013 年 2 月に調査を開始したが、対象世帯数(人口)、サンプル率、抽出方法の確定のため当初から懸案であった 2013 年人口センサスの進捗について先方に確認したところ、人口センサスは 2013 年 3 月時点ではまだ実施されておらず、11 月に実施予定だが実施予算が付いていないという情報であった。そのため、人口センサスの実施・集計を待たず INS(国家統計局)が推計した 2013 年の大アビジャン圏人口をベースに、そこに含まれるコミューン(周辺自治体)やカルティエ(地区)人口については過去の 1988 年と 1998 年の人口センサス結果を用いて調査団が推計することとした。

その後、M/P を策定し、ドラフトファイナル・レポート提出後の 2014 年 10 月になって、「コ」国政府よりセンサスの暫定結果が提供され、「分析はセンサスの最新結果を用いて同レポートで採用している大アビジャン圏の 2013 年総人口との比較を行い、本プロジェクトの成果に与えるインパクトの大きさについて分析を行い、このインパクトが大きいと判断される場合は 2014 年センサス結果を取り入れて将来推計をし直し、都市計画、交通計画マスタープランに反映させる」旨の要請が出され、反映作業はほぼすべての解析のやり直しが必要となり、大きな追加労力と期間を要することが懸念された。結局、センサスの最新結果と調査団推計値の差は大アビジャン圏全体では 9.1%、アビジャン自治区のみでは 5.7%の過大推計であることが確認され、全体としては調査結果に与える影響は軽微と判断され、「コ」国側に伝えたところ、現況及び将来の社会・経済フレームワークの変更に伴う将来土地利用フレームの変更及び交通需要予測への反映は行わないことで合意ができた。

その他の交通調査結果は、スクリーンライン交通量など、交通需要予測モデルの妥当性の検証及び補正のために利用された。とりわけ、PT 調査の結果を解析した結果、トリップレートが一日 2.0 以下と低い値が算出され、より詳細にトリップ及び行動を収集できるアクティビティダイアリー調査(ADS)の追加実施を行った。これにより、回答者が行った一日の真のトリップ数を得ることが可能となり、調査地域内の OD 推計に必要な大規模な PT 調査と、それを補助する ADS とを組み合わせることで、交通需要予測モデル(発生集中モデル)の精度を向上させることができた。

ただし、ゾーン別社会経済指標の設定にあたっては、国全体の動向、地域別の人口推移・動態、土地利用や産業構造の変化、避難民の帰還が及ぼす影響等を踏まえ、上位・関連計画における社会経済指標の予測値や地域の中心国としての位置付けを十分考慮するなどし、種々の想定や仮定の下、推計した大アビジャン圏の将来人口及び就業人口をコミューン及び各ゾーンに分配させたが、調査団にはゾーン指標設定の専門家はいないため、困難であった。

機関分担に関しては、モード別の一般化費用を推計し、二項選択ロジットモデルにより4つの代表モードへの分割を行った。一方、ミニバスやルートタクシー等、路線図は存在しないが非常に複雑なパラトランジット系の公共交通については、PT 調査結果のモード別 OD 解析結果やスクリーンライン調査の交通量カウント結果等から路線を逆推計することで路線設定を行い、ネットワーク配分から出力されるモード別の乗客数より需要推計を行わざるを得なかった。

SDUGA のスコープ内で実施されたプレ F/S として港湾地区の連絡橋が優先案件として決定したが、政治的に採択されず、港湾の穀物バースのリハビリ案件のみプレ F/S として実施された。一方、「コ」国政府は SDUGA と並行して、都市鉄道のプロジェクトを最優先案件として進め、調査団にも需要予測モデルや当該鉄道の需要予測結果のみならず、M/P についても大統領府への情報提供や説明が求められた。ただし、技術移転については「コ」国のカウンターパートは、総じて実際に技術的な内容に関する経験が乏しいためか、初歩的なコンピュータの操作もできないという状況もあり、作業性は全体的に低かった。

「コ」国では一方的に増加する自動車交通を前に交通管理の効果も少なく、TDM 施策の考え方もまだ一般的ではないこともあって、道路や公共交通のインフラ案件が優先的に進められているが、ドナーによる債務取り消しが行われた直後ということもあり、基本的には官民協働(PPP)による整備が前提となっている。

(5) ヤンゴン都市圏開発プログラム形成準備調査(都市交通)

効果的かつ持続可能性のある公共交通システムおよび道路ネットワークによって、ヤンゴン都市圏の住民が、都市サービスへのモビリティとアクセシビリティを確保することを目的に、YUTRA が 2012 年より 2015 年まで実施された。さらに、ヤンゴン都市圏の都市交通開発について、2035 年を目標年次とする都市交通 M/P を策定するとともに、優先プロジェクトにかかるプレ F/S を実施した。

PT 調査は Household Interview Survey (HIS)として YUTRA で実施されたが、その 1 年前にも別 JICA 調査“Strategic Urban Development Plan (SUDP)”にて HIS が実施されている。SUDP の HIS は通勤通学調査や社会調査に近い内容のものであるが、SUDP も同じコンサルタントが参加しており、YUTRA の HIS におけるトリップ解析結果をある程度補完するものとして利用されている。

ミャンマー国における PT 調査は初めてであったが、調査員は熱心でかつ回答者も協力的であったこともあり、回答拒否率も少なく、ほぼ当初スケジュール通りに調査を終えることができた。また、YUTRA の HIS のもう一つの特徴としては、ヤンゴン都市部のみ 2%のサンプル率で、残りの地域は 1%に設定されたということである。これは、とりわけヤンゴン都市部に様々なプロジェクトが計画されており、ドナーをはじめ各方面からの関心が高かったことによるものである。サンプル率そのものは低いが、市民の経済レベルが一律に低いこともあり、1%でも解析等に耐え得るものと考えられていた。

交通需要予測モデルの構築には、計 7.5 人月の投入を要した。長期計画まで含められるため、日交通トリップを対象にモデリングを行ったが、続く Urban Mass Rail Transit (UMRT)のプレ F/S ではピーク時 OD でモデルの改訂を行っている。特に開発途上国の都市で典型的なオートバイが、ヤンゴン市内では乗り入れが禁止されているため、そのシェアは低くなっている。また、機関分担モデルでは目的別の時間価値を取り入れた非集計モデルの構築を検討したが、RP(すなわち PT 調査)に基づく構築は時間的な制約から、また SP 調査は(市民の新交通機関に対するイメージが皆無であり非現実的であり)ヤンゴンには適さず実施されなかったことから、非集計によるモデル構築は断念された。いずれにせよヤンゴンの場合、当時の公共交通の質のレベルがあまりに酷く、非集計モデルで示されたとしても、自動車利用者が公共交通に転換することなどは殆ど考えられないとされた。また、カウンターパートへの交通調査や需要予測手法の技術移転については、彼らのバックグラウンドが様々で、かつ総じて算数の基礎学力に弱いことなどから、技

術移転効果への期待も薄いものであった。

ヤンゴンの都市交通セクターは、公共交通整備と道路整備の双方に重点が置かれ、YUTRA の交通データ及び需要予測モデルも、UMRT をはじめとする公共交通整備プロジェクト及び道路整備プロジェクト、さらに TOD のスタディなど多岐にわたり利用された。また、TDM 施策については政府レベルでは着目されることはなかったが、現在実施中の YUTRA2 では、交通管理をはじめ、交通安全、水上交通、バス整備などがスコープとしてスタディされている。なお、YUTRA の交通データ及び需要予測モデルも、YUTRA2 にて現在改訂中である。

(6) コロンボ都市交通調査プロジェクト

スリランカ最大の都市圏であるコロンボ都市圏(Colombo Metropolitan Area)の人口は 370 万人に達しており(2012 年)、内戦終結後の経済発展と相まって交通需要の増加も顕著であり、増大する交通需要に対処するため、交通システムの改善と整備が求められている。このため、信頼性の高い交通データを構築、統合・総合的な都市交通マスタープランを構築、優先度の高いプロジェクトに対してフィージビリティ調査を実施することを目的として実施された。

PT 調査を中心とした一連の交通調査が実施された。PT 調査は約 3 万 6 千世帯(12 万 5 千人、サンプル率約 2.3%)に対して実施された。PT 調査は通常の質問に加えて引越前の居住地、引越前の通勤通学行動、過去の勤務地、各アンリンクトリップの詳細について質問しており、通常の PT 調査と比べても分量が多く、複雑な調査と言える。

PT 調査実施にあたっては、規模が大きく複雑な調査となることから詳細な仕様書を用意して内容を周知するとともに技術、価格の両方による総合評価方式による調達を行った。ローカルコンサルタントは調査の複雑や大規模調査の管理の難しさを把握しきれておらず、入札にあたっては調査実施に必要な金額を積算できていなかったと推察される。結果的に、調査実施時にはローカルコンサルタントの費用削減や管理能力不足に起因する様々な問題が生じた。調査員への給料未払いや不明確な給与支払い条件および杜撰な管理により、調査員によるストライキが発生した。さらに、調査員による不正確な行為も明らかとなり、調査団側、ローカルコンサルタント側双方で監査を行ったが、双方の主張が異なることが多く、事実関係の確認に多くの時間を要した。また、他の PT 調査同様に高所得者層では調査への協力拒否が多く、自動車登録台数を用いて拡大係数の補正を行った。その他の調査実施上の課題としてはマイノリティであるムスリムコミュニティによる調査拒否、教員のストにより学校休暇が挙げられる。

交通需要予測においては四段階推定法を用いた。スリランカでは道路開発庁で配分に JICA STRADA が利用されている実績があり、配分は JICA STRADA を用いた。機関分担は数多くの複雑な計算を効率的に処理できる Cube を用いた。機関分担と配分はセットで繰り返し計算を行ったが、演算に時間がかかるだけでなく、異なるソフトを用いているため、ファイル移動等の手作業も発生し、1 ケース当たり少なくとも約 8 時間かかった。このため、コンピュータを大量にレンタルして複数のケースの同時配分を行った。

プロジェクトの中でモノレール、マルチモーダル・トランスポート施設、パーク&ライド施設についてフィージビリティ調査を実施した。しかし、その後のスリランカでの政権交代等により LRT に変更となった。LRT の協力準備調査が実施中である。アジア開発銀行は M/P で提案された都市圏の鉄道近代化支援を行っており、設計業務を実施中である。世界銀行は 2014 年に M/P の結果を活用して低炭素都市交通調査を実施し、都市圏の温室効果ガス排出量の評価と 2 つの鉄道駅での交通結節施設に関する調査を行った。道路庁では M/P で提案された都市高速道路の計画がある他、メガポリス省で中央駅や郊外の駅でのマルチモーダル・トランスポート施設に関する事業を継続している。その他中国は港湾都市開発、韓国は ITS 分野での支

援を開始している。メガポリス省ではコロンボ都市圏を含む西部州の開発計画を 2016 年に策定し、M/P の検討結果を活用して交通セクターのレポートも作成した。その中では上述のインフラ整備に加え、ロードプライシング、パークアンドライド、時差出勤等のソフト施策の必要性も指摘している。

(7) イスタンブール市都市交通マスタープラン調査(IUAP)

イスタンブール市において、急速な都市化とモータリゼーションに交通施設整備が追いつかず、渋滞、事故、排気ガスなどの問題が日々深刻化している状況下、この調査の目的は、自家用車から公共交通機関への利用者のシフトを通じて、イスタンブール市の都市交通問題の改善を図る総合的な都市交通 M/P として長期的計画(目標年次 2025 年)、中期計画、短期計画(目標年次 2012 年)を策定するとともに、同 M/P の実施計画を策定することである。

本 M/P 調査に際して行われた PT 調査は、イスタンブール市(IMM)が調査会社を通じて独自に実施したものであり、調査結果の解析や需要予測も IMM によるもので、JICA 調査団はその結果のみを受けてレビューを行い、M/P の策定や短期優先案件の提案を行う形となっている。IMM では都市圏の規模は小さいものの、大学の協力も得ながら M/P の策定を過去にも3回(1984, 1987, 1997 年)行っており、本調査ではコードライン調査やスクリーンライン調査も IMM で実施するなど、自身で交通調査や需要予測を行うことができるレベルにあると言える。

週一回の定例ミーティングで、調査団と IMM は常に進捗状況を確認し合い情報交換を行っていた。しかしながら、IMM より調査団に与えられた OD は対象年次が異なるため、別途本調査のために OD を推計し直す必要があった。また、PT 調査結果は拡大係数が付与されたものではなく、データクリーニングも行われていなかった。というのは、IMM は集計モデルではなく、非集計モデルを構築することを目的としており、調査団に与えられた 2006 年現況 OD も、非集計モデルの結果として出された OD であった。また、さらに何度か IMM によりモデルの修正が行われるたびに現況 OD も変わってしまった。

需要予測モデルのレビューにおいて、発生集中モデルにおける将来のゾーン別社会経済指標値の設定では、将来土地利用計画が裁判で無効になるなどしたが、調査団としては他に拠るべき土地利用計画がないため、無効となった将来土地利用計画を使用せざるを得なかった。分布モデルでは、IMM が構築した TransCAD のモデルと並行して、調査団は Fortran を中心にモデルの再現を試みたが、両者の予測結果は近いものの係数が異なるなどしたため、カウンターパート機関より異論が出るリスクがあった。機関分担モデルでは、前段の分布モデルの最終化に時間を要したため、Fortran で十分に再現する時間を取ることができなかった。ネットワーク配分では、IMM はピーク時交通の配分を前提にリンク容量等の設定を行っていたため、M/P の年間の便益や費用を評価する立場にある調査団は、日単位のリンク容量や出入力データに修正する必要があった。また、トランジット配分は IMM 側では時間の関係で構築されておらず、調査団が JICA-STRADA で構築を行った。(IUAP 終了後、IMM は TransCAD でトランジット配分データを構築した。)

IUAP のスコープ内で実施されたプレ F/S は、メトロバス(BRT)の延伸6区間と複数の新規鉄道コリドーのスタディであったが、その後我が国の資金協力を繋がるようなものはなかった。むしろ、本調査のパイロットプロジェクト「カディキョイ地区歩行者空間整備」で実施されたような、交通需要マネジメント(TDM)系の施策にトルコ側の関心が寄せられた。とりわけ、歴史文化財と調和した都市環境保全の観点から、イスタンブール市歴史地区(人口約 45 万人、面積約 17km²)の交通状況の改善が緊急課題として提言され、トルコ国はイスタンブール市(IMM)交通局職員の TDM 施策実施能力の強化を目的とした技術協力を我が国に要請し、「イスタンブール市歴史地区交通需要管理プロジェクト」(2011 年～2014 年)として技プロが実施された。

当技プロでは、駐車や交通管理、プライシングなどの様々な TDM 施策が検討された結果、スマートパー

キングシステム及びトラフィックセルシステムが、パイロットプロジェクトとして採用された。なお、これらの TDM 施策の評価では、対象地域に限られることもあり一部ではあるが、新たに技プロの対象となった公共交通結節点強化対策の検討を含め、IUAP 以降 IMM が自身で更新した交通需要予測モデルやデータベースを事前評価に利用している。

2.4 コンサルタントからのヒアリング

海外交通分野、特に交通需要予測に従事するコンサルタントを招いて、本プロジェクト研究の概要及び取りまとめ方針案について説明を行い、(1) PT 調査の質及び維持管理、(2) PT 調査をはじめとする基幹交通調査の目的・有用性、(3) 需要予測モデルなどについて、実際に交通調査・需要予測に携わる技術者の立場から、現場での経験や交通需要予測に係る新技術の導入意向について意見交換を行った。このうち、(1) PT 調査の質及び維持管理及び(2) PT 調査をはじめとする基幹交通調査の目的・有用性について下記に意見交換結果の概要を示す。(3) 需要予測モデルについては第 4 章に記載する。

(1) PT 調査の質および維持管理

PT 調査の質に関しては、案件の予算・時間の制約上、四段階推定法での交通需要推計に十分なサンプルを確保することが困難になりつつある、またサンプルに偏りが生じることがある等の課題がある。これに対して経済発展が著しい大都市における交通システムや交通行動の高度化・複雑化に即した非集計モデルの活用とそのための比較的小規模サンプルでの交通調査の計画・実施の重要性が指摘された。

現場の経験に基づく高所得者層の PT 調査サンプル確保の問題やモバイル端末を活用した調査など、今後の課題として考慮すべき報告があった。

現地側が自律的・継続的に行うことが難しい PT データの維持管理に関しては、タイ・フィリピンにおける JICA プロジェクトで構築されたデータベースの現地での継承の例がコンサルタントから紹介された。

コンサルタントからの意見・報告

- ・ 目的別所得別モデル構築のための PT 調査サンプル世帯のグルーピングを考慮すると、高い有効サンプル率が要求される。PT 以外の補足調査も考慮した非集計モデルを適切に採用する方が望ましい。
- ・ 高所得者層がヒアリングを拒否する傾向が強く、サンプルの分布が現実から乖離するという問題がある。世帯訪問調査の成否は広報によるところもあるため、新聞やテレビ等のメディアを通じて調査の協力を要請することがあるが、経験上その効果は限定的と思われる。
- ・ モバイル端末を活用した世帯訪問調査では、費用縮減は期待できないが精度が向上した実感はある。
- ・ タイでは BEIP (Bangkok Environmental Improvement Project, 1996) で構築したモデルがその後のプロジェクト策定の意思決定に使用されるようにオーソライズされており、継続的に需要予測データが更新されているようである。論文執筆のために大学が積極的に関与する、また現地民間コンサルに継承されている事例もある。
- ・ フィリピンの NCTS (National Center for Transportation Studies) のように日本人技術者を送り、現地での技術移転を図った事例もある。
- ・ 継続的なデータ管理・更新は主に予算面から難しいが、一度構築されたデータを必要に応じて 10～20 年に亘って使用し、F/S 等の評価に使用されていることもある。

(2) PT 調査をはじめとする基幹交通調査の目的・有用性

PT 調査をはじめとする基幹交通調査とそれに基づく需要予測は結果が出るまでに長い時間を必要とするため、政治日程や F/S の都合を考慮すると、調査目的を早く安価に達成できる手法が望ましいという提起に対して、インフラ投資の判断材料として基幹交通調査は依然、重要であり、都市交通マスタープラン策定と F/S、技術移転・継承では交通調査や交通需要予測に求められる役割も異なるため、それぞれの調査の目的に適した交通調査・交通需要予測のあり方を検討する必要性について指摘があった。

コンサルタントからの意見・報告

- ・ PT 調査の結果は、新規・改良を含む大規模なインフラ投資を考える際の判断材料として、需要のボリュームを議論するための基礎データとして重要である。特にインフラの発達が遅れている国・地域において PT 調査をはじめとする基幹交通調査は今後も重要な基礎データとなる。
- ・ ADS 等の PT 調査とは異なる手法を利用する場合でも、インフラ投資の判断材料という目的は忘れてはならない。
- ・ 将来ビジョンを持つ MP と、投資が関係しエビデンスベースに近い F/S ではデータの見直しの方法が異なる。エビデンス vs 将来ビジョンではなくそれぞれ使い方が異なることを留意すべき。

2.5 開発途上国事例調査結果

都市交通 M/P 案件のレビューにおける、開発途上国での交通調査・交通需要予測におけるレビュー結果を踏まえ、海外での事例調査(コンサルタント、研究者または行政機関に対するヒアリング)を行い、情報収集・分析を行った。海外調査先は、当初予定の開発途上国2カ国にインドネシア(ジャカルタ)を追加し、ベトナム(ハノイ、ホーチミン)、インドネシア(ジャカルタ)、タンザニア(ダルエスサラーム)の3カ国とした。

2.5.1 ベトナム

ハノイでは 2007 年に JICA による都市開発計画調査(HAIDEP)の中で都市交通 M/P を策定、ホーチミンでは 2004 年に都市交通 M/P(HOUTRANS)を実施している。HAIDEP では都市鉄道(UMRT)、BRT、環状道路、水運、HOUTRANS では UMRT 及び環状道路などのプロジェクトが提案されている。その後、UMRT の情報収集・確認を目的に、「ベトナム国主要都市鉄道情報収集・確認調査(METROS)」(2013 年～2016 年)にて両都市の PT 調査が再実施され、M/P の見直しが行われている。

HAIDEP、HOUTRANS とともに、公共交通システムの大幅な改善シナリオを見据えた交通 M/P が提案されており、これらに合わせて中長期の公共交通の分担率も高く設定されていたが、約 10 年が経過した現在のところ、目標は達成されていないようである。提案プロジェクトの一部は遅れて実施されていることもあり、先方政府には、これらが現在も有効な優先プロジェクトなのかどうかや、路線は提案どおりのままでいいのかなど、やや不安な見方や M/P の提案と異なる動きも出はじめている。例えば HAIDEP で提案された環状4号線は、都市化が広がったことでより外側に位置した運輸省(MOT)の提案の方が道路整備計画に採用されている。HAIDEP の高速道路計画の1路線も、これまでにない都市のスプロール化に起因する土地収用のための難しさと費用の高騰からキャンセルされている。

MOTをはじめとするベトナム側関係機関は、定期的な交通データベースのアップデートを、とりわけ交通状況の変化に対応するため、できれば5年おきのアップデートを望んでいる。ベトナム国の経済成長は著しく、HAIDEP 及び HOUTRANS で提案された開発の方向性はもはや有効ではないかもと危惧している。また、仮

に新たな M/P スタディが実施された場合でも、これまでのように2、3年の期間はもはや長すぎ、5年間隔に大幅な異動のある政府には適合しないため、提案プロジェクトの速やかな実施まで考慮すると、なるべく短い期間でのスタディを望んでいる。また、過去の M/P で提案されたプロジェクトで未実施のものについて、状況の変わった現在も、路線など詳細も含めて有効かどうかの再検討を実施し、また、他ドナーと協力しつつ、実施のための資金及び運営スキーム、制度面の整備、優先度などについてもスタディして欲しいと望んでいる。

一方、ベトナム側で実際に交通調査データベースや需要予測など、スタディを行う TEDI は、M/P の策定のプロセスや作業に係る知識の政府機関内でのキャパシティビルディングを行うべきと主張している。一般に、政府の関係者は M/P の策定過程における困難や問題を飛ばして、彼らの計画をサポートする結果のみを待ち望んでいる傾向がある。今後のスタディではこうしたキャパシティビルディングを重点的に実施し、政府が自ら率先してスタディを行うように目標を置くことを望んでいる。

その他、インフラ整備以外でベトナム側が日本の技術協力を望んでいる分野については、交通信号管理システム、TDM 施策、TOD、データベース管理のための IT センターなどが挙げられている。スマートフォンなどモバイルデバイスを用いた新たな調査手法については、ベトナムでは未実施だが一様に関心は示している。また、社会・経済・交通状況が著しく変化している中において、“新たな”交通需要予測の手法についても興味は示しており、こうした技術移転も望まれている。

2.5.2 インドネシア

JICA はインドネシア政府と長年に渡り、ジャカルタ首都圏の都市交通問題に取り組んできた。2000 年～2004 年には国家開発企画庁(BAPPENAS)をカウンターパートとして、開発調査型技術協力プロジェクト「ジャカルタ首都圏総合交通計画調査(SITRAMP)」を実施、ジャカルタ首都圏都市交通 M/P を作成した。同 M/P では、現在ジャカルタ特別州を中心に導入している BRT、及び円借款事業として建設が行われている MRT 等が提案されている。また、その後継の技術協力プロジェクトとして、経済調整大臣府(CMEA)をカウンターパートとし、「JABODETABEK 都市交通政策統合プロジェクト(JUTPI)」を実施、SITRAMP で作成した M/P の見直し・更新、及びジャカルタ首都圏の都市交通問題をセクター／地域横断的に取り扱う「ジャカルタ首都圏交通庁(JTA)」の設立支援を行っている(フェーズ 1: 2009 年～2012 年、フェーズ 2: 2013 年～2016 年)。

その成果もあり、2016 年には運輸省下にジャカルタ首都圏交通局(BPTJ)が設立し、ジャカルタ首都圏の交通データベースも運輸省下で一元管理されるようになった。BPTJ は、SITRAMP 及び JUTPI フェーズ 1 で提案されていた大統領府直属のジャカルタ首都圏交通庁(JTA)とは異なって、マスタープラン計画実施の権限までは有していない。しかし、BPTJ は SITRAMP や JUTPI フェーズ 1 など、これまでの交通調査データベースを維持管理・更新し、将来需要予測も含めたジャカルタ首都圏マスタープランの更新や実施促進、モニタリング等を行う任務を有している。

BPTJ は設立後まもなくジャカルタ首都圏の地方自治体を回って、地方政府の各交通計画を交通マスタープランに取り込むべく、マスタープランの説明を行っている。このように統合・更新されたマスタープランがジャカルタ首都圏交通マスタープラン(RITJ)であり、現在、BPTJ が最終化作業を行っているものである。予定では、RITJ の最終化後、地方自治体間で基本合意書(MoU)を締結し、法制度(大統領令)化に向けた手続きを、2017 年中を目途に行うことになっている。

先の M/P 開発調査である SITRAMP に比べ、JUTPI フェーズ1は技プロでありながら、カウンターパート間の相互活動も限られたスキームでインドネシア側の参加がフルに活かされない内容だと考える関係機関が多く、結果としてインドネシア側の活動があまり当初の効果をもたらせなかった。そのため、続く JUTPI フェー

ズ2では、技術移転とキャパシティビルディングの効果を発揮するため、Focus Group Discussion(FGD)など、インドネシア側と相互の作業プログラムを計画することにより、技術移転やキャパシティビルディングのあり方の量的及び質的な向上が望まれている。なお、インドネシア側の発展に供するような質の高いスタディであれば、交通調査等も含め2, 3年かかることにはインドネシア政府も理解を示している。

BPTJ は、交通調査や需要予測も含めた RITJ の更新への支援を明らかに望んでいる。しかし、これまでとは違う画期的なスタディ方法の改善を期待している。さらに、TOD については、BPTJ は約 30 箇所の TOD 計画を RITJ に追加するとしているが、インドネシア政府には TOD の実施に向けた各ステークホルダーとの調整経験がなく、必要法制度も未整備であるため、とりわけ資金分担やスキーム、運営管理分担、インフラ及び施設設計などを含め、具体化に向けた技術的な取り組み支援が JUTPI フェーズ2でも望まれるところである。

その他の関係機関から挙げられてきた都市交通分野の協力ニーズの新たな分野としては、環境に優しい Green Transport(自転車シェアリングシステム、歩行者施設の改善や自転車道の整備を含む)、相乗り型サービスやスマートフォンを使用したオンライン配車サービスなど新たな交通手段を含めた交通調査方法の支援、TOD 計画実施のためのキャパシティビルディング、等がある。

2.5.3 タンザニア

2008 年に JICA による「ダルエスサラーム総合都市交通体系策定調査(以降、DSM とする)」が実施された。タンザニア政府は DSM を、現在までに実施されてきた交通プロジェクトの大部分を含めた包括的な M/P と認識している。DSM にて提案されたプロジェクトのうち、完成済みまたは事業化が進んでいるものには、ダルエスサラーム市内の Kiganbomi 橋(供用中)、Tazara フライオーバー(2018 年完成目標に工事中)、Ubungo 交差点改良(2019 年完成予定)、都心部の Morocco 道路改修や Samoa 通り整備(パイロットプロジェクト)BRT フェーズ 1(供用中)及び BRT フェーズ 2(入札準備中、アフリカ開発銀行(AFDDB)・世銀・EU の協調融資)である。BRT のそれ以降のフェーズ 3,4,5,6 は資金の目処が立っていない。DSM の提案プロジェクトの多くが実施されつつある一方、約2年をかけて策定された M/P は、主に予算制約及び政治的観点から法制化されていない。

この他、DSM で提案され、その後の技術協力プロジェクトにより設立準備が行われているダルエスサラーム都市交通庁(DUTA: Dar es Salaam Urban Transport Authority)は、ダルエスサラームの交通関係機関間の調整を行うことを目的としているが、利害関係の調整の問題から設立には至っていない。そのため、DUTA の設立を支援するための JICA による技術協力プロジェクト「ダルエスサラーム都市交通及び政策改善コンセンサス」(CUPID: Consensus for Urban Transport and Policy Improvement in Dar es Salaam)が、2010 年より継続中であり、一方で、ダルエスサラーム市の著しい社会経済および都市・交通基盤の変化に対応するため、DSM を更新し法制化を目指し、2040 年を目標とした「ダルエスサラーム都市交通マスタープラン改訂プロジェクト」(優先プロジェクトの実現可能性調査を含む)が 2016 年から実施されている。

2008 年策定の DSM に伴って整備された交通データベースは、ドナーを含めた多くのステークホルダーで活用されている。また、M/P 調査のデータベースの更新にあたっては、データベースを整備し管理するための組織が必要である。これには、対象組織の適切な人的資源と能力向上のためのキャパシティビルディングも含まれる。需要予測モデルに関しては、タンザニア側が大学の研究者等を活用しつつ将来的に需要予測モデル構築を自力で行えるべく、段階的な能力強化支援が重要と考えられる。

携帯電話位置情報データ(CDR: Call Detail Record)によるデータ収集がタンザニアで実施され、ダルエスサラーム市の人口の約 3%のデータを用いて分析されている。大ゾーンレベルで目的別の OD が推計されているが、トリップ目的やトリップのコスト等は CDR から判別することは不可能であり、これらを補足する交通調査により目的等を推計する方法が確立されなければ、需要予測モデルの構築は困難と考えられる。

世銀の資金提供を受けて、民間コンサルタント Oxford Policy Management(OPM)により、タブレット及び世銀のサーベイソリューションを活用した調査員の訪問による生活水準調査が 2014 年に実施され、2015 年調査には、スマートフォンを供与して MMM (Mobile Market Monitor)アプリケーションにより個人のトリップパターンを自動的に検出し、後で回答者が確認を行う調査が実施された。特にスマートフォンによるトリップ調査では、機器の操作習得や携帯電話の充電など様々な問題が確認された。

政府機関では、M/P の更新の際は、交通計画と都市計画及び土地利用との一体化が必要と考えられており、BRT の拡張計画の詳細化、公共輸送サービスの強化プログラム、モーダルシェアの改善、鉄道・港湾・空港セクターの詳細スタディなど多岐にわたる詳細な議論に対する期待が大きい。また、予算不足を克服してプロジェクトを予定通り実施するために、官民協働(PPP: Public Private Partnership)などのプロジェクト融資スキームについて JICA のキャパシティビルディングで求められている。その他、新たな協力の分野としては、ITS や交通管理センターの整備など、交通管理面からの交通渋滞解消に注目が集まっている。

2.5.4 協力ニーズの比較

開発途上国の事例調査を行ったインドネシア(ジャカルタ)、ベトナム(ハノイ、ホーチミン)及びタンザニア(ダルエスサラーム)の3カ国4都市における都市交通調査及び需要分析について、大きく JICA 都市交通 M/P の実施状況、交通データベースの更新状況及び交通計画や実務への活用状況、及び今後の都市交通分野の協力ニーズ全般の3つの観点から、次表のように取りまとめた。

3カ国に共通する傾向として、策定された M/P は法制度化されていないが、実施機関は設立されたということである。プロジェクトの実施状況については、多額の投資を伴う大規模インフラプロジェクトは当地の経済状況では実施困難なこともあり、実施スケジュール通りには進まないことが多く、政府担当職員の異動も加わり、開発の方向も若干変わってしまうケースもあった。

一方、実施には時間を要したが、タンザニアの BRT をはじめとする基幹公共交通プロジェクトは進行しており、各国とも実現に向け内外からの投資にも目を向けている。

M/P 策定後の交通調査データベースのアップデートについては、各国とも積極的に規模の大小は異なっても何らかの交通調査は実施されている。ベトナムは専ら MOT 傘下のコンサルタントに頼る一方、インドネシアやタンザニアでは、新たな技術(携帯電話やタブレット端末)による効率的な交通調査の実施を自身で模索しており、調査実施上の課題は本プロ研の参考にもなる。

事例調査を実施した3カ国においては、担当部局は都市交通 M/P の意義・有効性を十分認識していることが確認された。一方、都市交通 M/P における計画とその後の開発の実態に乖離が生じており、各国において M/P の更新に対する認識は高い。また、M/P の定期的な更新の必要性については、包括的な土地利用や交通機関の統合、戦略的計画とともに各国とも基本的に理解している。しかし、更新とは言え最低二年間やそれ以上かかる M/P のアップデートについては、インドネシアやタンザニアの担当部局では概ね覚悟しているが、政治レベルでは任期や選挙のタイミングにより早期の対応を求められることもある。ベトナムでは人事異動もあることからより短期での更新を望んでいる。また、更新に伴う技術移転については、その後も自身で M/P 更新が実際にできるようなより良いスキームを3カ国とも期待している。具体的には交通需要予測の他、PPP による予算調達手法など、さらに高度で複雑なキャパシティビルディングも各国が望んでいる。なお、需要予測ソフトウェアについては、インドネシア及びベトナムでは PTV または CUBE のソフト、タンザニアでは JICA STRADA など、各国それぞれ特定の需要予測ソフトの使用を期待しているようである。

表 2.26 海外における都市交通調査及び需要分析に関する調査:3か国の比較

M/P 実施状況	インドネシア	ベトナム	タンザニア
対象地域	ジャカルタ首都圏	ホーチミン市	ハノイ市
M/P 名及び策定年	<ul style="list-style-type: none"> • SITRAMP, 2004 • JUTPI, 2010 	<ul style="list-style-type: none"> • HOUITRANS, 2004 • METROS, 2015 	<ul style="list-style-type: none"> • DSM, 2008 • DARTMP, 2017 (進行中)
法制化状況	JUTPIを基に更新中のM/PがRTJとして法制化予定	法制化されず。都市化が進んでいるため、今や開発方向が異なることを懸念	法制化されず。総額が高く、かつ政治的理由による
カウンターパート	経済調整大臣府(CMEA)	ホーチミン市交通局(DOT)	ダルエスサラーム市 (DCC)
プロジェクト実施機関	BPTJ(ジャカルタ首都圏交通局)	MAUR(都市鉄道管理局)及びホーチミン市DOT	DCC及び国家道路局(Tanzanian National Roads Agency)
実施プロジェクト	MRT フェーズ 1 (南北線, 建設中); BRT (13 コリドー); 外郭環状道路 (全線完成済); 第2外郭環状道路 (一部完成)	UMRT 1 号線 (建設中); UMRT 2号線 (D/D 済、入札準備中)	BRT フェーズ 1; Kigamboni 橋, Tazara フライオーバー (建設中); ファイダーシステム (一部整備済)
未実施プロジェクト	MRT フェーズ 2 (東西線, F/S 準備中)	UMRT 3A, 3B, 4, 5, 6 号線(投資者未定)	BRT フェーズ 2, 3, 4, 5, 6 (投資者未定)
追加プロジェクト	市内有料道路 6 路線; モノレール(中止); LRT; TOD; 空港鉄道; 高速鉄道	BRT 1, 2, 3, 4, 5, 6 号線	鉄道システム (貨物用)
特記事項	法制化手続き中の M/P (RTJ) は需要予測面からの裏付けなし	M/P は高総額かつ法制化されていないが、運輸省(MOT)は少しずつプロジェクトの実施を進めている。	DCC は政策のみを採用。個々の機関がM/P プロジェクトを独自に実施。鉄道計画なし
データベース所有者	CMEA 及び BPTJ	運輸省(MOT)及びローカルコンサルタント (TEDI)	DCC
活用目的	RTJ(更新 M/P) 策定; 有料道路及び道路施設計画; 公共交通(BRT, MRT) 計画	MOT 及び DOT が TEDI に計画をサポートするスタディを要請	BRT フェーズ 1, 2, 3 のスタディ; 国際ドナーによるスタディ; 地方政府の計画のスタディ
データベース利用者	CMEA; BPTJ; 公共事業省 (PU); TransJakarta (BRT 運営者); MRT 運営者; 大学; ローカルコンサルタント	ホーチミン市 DOT; TEDI; MAUR	DCC, DART (BRT 運営者)陸上及び海上交通規制局(SUMATRA); Ardihi 大学; 世銀; アフリカ開発
追加の関連交通調査	通勤通学調査 2013 (ジャカルタ); PT 調査 2014 (南部) 及び 2015 (西部・南西部); CDR 解析 (2017 予定); その他交通量調査等	MOT による小規模交通量調査等を TEDI に委託	家庭訪問調査 2007, 2008 (世銀); CDR 解析 2015 (世銀); トリップダイアリー調査 2016 (スマートフォン利用; 世銀)
特記事項	データベースの更新には、BPTJ が CDR 解析する他、需要予測にも含め各研究機関(インドネシア大、バンドン工大、Leeds 大、運輸省研究所)とも協力。本格的なデータ及びモデルの更新は、JUTPI フェーズ 2 にて 2017 年に実施予定。	MOT のシナリオに沿ったスタディを交通調査も含め TEDI に依頼している他は特になし。	DCC 自身はデータベースの更新ができないうが、各ドナーがスタディの際に交通調査を実施。本格的なデータ及びモデルの更新は DARTMP にて 2017 年に実施予定。
M/P 更新	必要 (RTJ) において需要予測結果による路線等の修正が必要、土地利用計画との連携を含む)	必要 (開発方向が今や異なっていることを懸念、土地利用計画との連携を含む); 定期的な更新(任期に合わせ5年毎)	必要(鉄道、空港、港湾セクターも追加、土地利用計画及び戦略計画との連携を含む)
他のプロジェクト・スタディのニーズ	グリーン交通システム(自転車シェアリング等); ETC; MRT フェーズ 2 (東西線); 地域交通規制システム(ATCS); 奇数・偶数ナンバー規制のレビュー等	交通管制システム; IT センター; 公共交通における IC カードの導入; UMRT ネットワーク拡張; モノレール計画の評価; プロジェクト優先度の見直し	ITS; 交通管制センター; パークアンドライド; 公共交通における IC カードの導入; 交通信号システム改良
キャパシティビリティデルタ等	LRT 計画における需要予測支援 (PTV 又は CUBE); TOD の推進・実施に向けた制度・組織能力強化支援; パークアンドライドの改善支援	TOD 実施のための PPP スキーム導入支援; 需要予測モデル構築支援; 交通安全能力強化支援; TDM 施策支援(パーキング及びビロードプライシング)	PPP スキーム導入支援; 需要予測モデル活用支援 (JICA STRADA を含む); 交通調査データ収集の手法実施支援; 交通規制の強化支援
M/P スタディへの理解、その他	M/P スタディには時間がかかかかすることを理解している一方で、効果的なデータベースや需要予測モデル、M/P 更新の方法を望んでいる。	5年間の任期中にプロジェクトの実施まで行う必要があるため、M/P スタディでも一年以上は待てない。しかしながら、過去のM/P提案プロジェクトの見直しを望んでいる。	政府機関の職員も能力強化され価値のあるものであれば、M/P スタディに2, 3年かかることはやむを得ない。とりわけ需要予測モデルを習得し自身で更新していくことを望んでいる。

2.6 問題点等の整理

前節における各 M/P 案件のレビュー及び過去の交通需要予測の検証、国内のコンサルタントからのヒアリング、開発途上国の事例調査、主要学会から見る世界的な情報収集の結果から、共通して見えてきた問題点や課題等について、PT 調査を中心とした交通調査、交通需要予測手法、及び都市交通分野の協力ニーズの観点より、課題別に以下のとおり整理を行った。

2.6.1 PT 調査を中心とした交通調査について

PT 調査のサンプルさらに、データが長年活用される可能性も踏まえ、限られたリソースの中での質の高い調査を実施するためにはサンプル数は限られていても偏りのないように実施し、それらの調査結果を有効活用できる需要予測手法と合わせて検討を行う必要がある。

1) 調査の目的・内容に係る課題

日本では、データの信頼性や情勢の安定性から、定期的な都市圏 PT 調査など同様な交通調査の内容となっているものが多く、それが一定の成果を成してきていた。しかし、2.5 に示す日本の事例に係るヒアリングで示すように、近年の日本の市町村の M/P 策定では大規模インフラ建設ではなく、子育てや高齢者向け施設検討などミクロ的な施策が望まれ、例えば岐阜市の総合交通戦略の例では細かな目標設定とそれに応じた戦略の設定、実施に向けた協議会の設置など、各市町村の特徴に応じた目的設定がされるようになってきた。開発途上国では、時代と場所で生じている問題やその質が異なり、それを各交通調査によって現状整理したうえで M/P 策定を行っているため、各状況に応じた調査の目的設定をしているものと考えられるが、1950 年代にアメリカで開発された大規模 PT 調査を中心とした調査体系は基本的に不変であった。日本の都市圏 PT 調査の実施および結果の分析には通常2年程度の期間を費やしているが、開発途上国における交通調査の期間については政治日程への配慮や F/S につなげるために短期間で何らかの結果を求められるケースが多い。

このため、関係機関の多くは半年から1年プロジェクトから結果が出ないことに対して不信感が生じるケースがある。2.4 とも関連するが、結果が出るまで時間を必要とする大規模 PT 調査及びモデル構築の理解について、海外調査にてヒアリングしたところ、政治レベルではとにかく短期での実現が求められることが通常であるが、担当レベルでは概ね理解を示す国(インドネシア)や2, 3年も待てない国(ベトナム)、本当に重要で有益な結果であれば理解できる国(タンザニア)など、様々であった。さらに、都市交通分野の協力ニーズを踏まえ、対象がインフラ案件の場合の交通需要(トリップ)量の議論より、むしろ TDM などの交通政策に対する交通行動(アクティビティ)の変化を対象にした議論も重要であることが分かった。このため、調査の目的を明確にしたうえで、それを着実に実施できる評価手法や調査手法について検討する必要があると考えられる。

なお、新規の交通機関や交通施策の需要予測のためには SP 調査も行われているが、途上国の場合、公共交通の整備が全く遅れていて新規公共交通のイメージがつかめなような都市では、SP 調査の実施とモデル構築が困難で、実施には相当の知見と工夫が必要なケースもあることに留意しておく必要がある。

一方、PT 調査でしばしば問題になるトリップの記入漏れを防ぎトリップレートをより正確に把握するために、補足調査としてアクティビティダイアリー調査(ADS)も行われている。ADS の調査票は根本的に変わる

ため、PT 調査と同レベルの複雑な内容まで含めると回答者の負担も大きくなることにも留意すべきである。そのため、既存の PT 調査(+補足 ADS 調査)にするか、あるいは初めから ADS で基幹調査を行うべきかの選択については、途上国側の協力ニーズを踏まえ今後どのような需要予測の手法が適しているかを踏まえ決定する必要がある。また、スマートフォンなどのモバイル機器を使用しトリップを自動検出するトリップダイアリー調査により、回答者による複雑な調査票の記入などの負担の軽減を図ることも考えられる。いずれにせよ、M/P 策定のプロセスや交通調査の手法については、事前に途上国側の理解や合意を得ておくことが重要である。

2) 社会経済データに係る課題

社会経済のマクロデータについてはセンサス(国勢調査)のデータに頼らざるを得ないが、実際には国勢調査が遅れたりしてデータが揃っていない場合も多く、古い人口データを使用し、調査団で調整をするケースもある。また、調査の段階で最新データが上がってくることもあり、その際には解析のやり直しなど反映作業が必要となり、大きな追加労力と期間を要することが懸念される。通常、定期的に行われているセンサスや各種調査など必要な社会経済データ及びその精度は PT 調査と同様に非常に重要であり、M/P スタディを実施する前の段階でそれらの内容や精度、入手予定など事前に明確化しておき、スムーズな PT 調査データの分析を行えることが肝要である。

途上国における現地政府・機関による既存の社会経済指標の予測、新都市開発等の既定計画が与件としてある場合、基本的には M/P 策定の過程でレビューを行い、計画の熟度などに応じて社会経済指標に反映する。これら社会経済指標の予測結果や既定計画の計画値・スケジュールについて信頼性・実行性に疑念があっても公的な指標や政治的な案件であった場合、M/P の中で修正を提言することは難しい。ただ、これまでの M/P 案件の需要予測結果の検証から言えることは、社会経済的な変化が大きい途上国において、長期的な需要予測はなかなか精度よく推計できないのが現状である。特に、政府の打ち出している都市開発政策などや制度変更などが社会経済フレームに影響する場合もある。そのため、M/P 調査における長期的な予測は、むしろ政策決定のために都市の将来像やビジョンを議論することを目的とするのがよいだろう。すなわち、都市開発を考慮した M/P は目標年のあるべき姿に基づいた社会経済指標設定であることが多いことを認識し、それを踏まえた上での提言を行うべきと考えられる。

3) 新しい交通調査手段や関連データに係る課題

通勤通学情報を含む社会経済調査においては、サンタクルス都市圏交通 M/P スタディのレビューにもあったとおり、調査員による電子タブレットを利用した先進的な取り組みがあったが、これにはインタビューとデータ入力の同時実施、入力間違いの防止、不正確な記入の防止、位置情報の正確な把握等のメリットがある一方、想定外のエラーやバグへの対応等のデメリットも指摘されている。

また、アクティビティ(トリップ)の調査においては、タンザニアの海外調査で回答者自身のスマートフォンの携帯アプリケーションによるトリップダイアリー調査が試験的に実施され、現場での様々な問題や課題が浮き彫りになったが、これらを克服し新しい交通調査手段の模索を進めていくことが今後とも期待される。このような電子タブレットなどを利用した新しい交通調査手法では、利用方法などについて調査員や回答者が情報リテラシーを持っていることが必要であり、それに加え、十分なテストやユーザーに配慮したアプリケーション設計、機械学習などによるアプリケーションの調整が必要である。また、新しい電子機器を用いた調査は、例えば地図情報などインターネットアクセスを前提としていることも多く、地域や時間帯によって利用できないと調査ができないという課題があるものの、これらの課題に対応できれば今後の有効活用の可能性がある。

一方、CDR(Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)の解析によるトリップ数とトリップパターンについて通常の PT 調査の解析結果と比較したダッカの事例で言えば、全体としては PT 調査の結果との差はあまり見られなかったが、デメリットとして、交通解析ゾーンレベルで比較した場合には両者の相関性は低く、従来の PT 調査の代用は困難とされている。しかし、PT 調査が実施できない地区などを含めて、偏りのないデータの分析が CDR では収集可能であることがメリットとしてあげられている。なお、ダルエスサラームでは CDR の解析も世銀の調査で進められ、大ゾーンレベルであるが目的別の ODトリップ数まで作成されており、OD 表更新の一手段となっている。一方、CDR データは軍の機密情報や警察の捜査情報とみなされる場合があり、国によっては利用できないこともある。詳細は第3章で述べるが、CDR は、今後の研究次第で将来的に活用が広がる可能性はあるものの、現状では用途が限られている。

上述の通り、交通調査におけるモバイルデバイスの活用については、現段階では実用化にはまだ課題があるが、今後の研究、改善により将来的に有効に活用できる可能性があるといえる。

これまでの開発途上国における都市交通マスタープランでは大規模な PT 調査を実施している。しかし、変化の大きい途上国における需要予測の難しさ、TDM をはじめとする柔軟かつ精緻な交通施策の検討ニーズの高まり、また、需要予測手法の多様化等を踏まえ、限られたリソースの中で質を向上させた上で大規模調査を実施するのは困難であり、PT 調査をはじめとする基幹交通調査のあり方を見直す必要がある。

新しい交通調査手段については今後の有効活用の可能性があるものの、現段階では PT 調査の課題を即座に解決できるものではない。また、社会経済データについては M/P スタディを実施する前の段階でそれらの内容や精度、入手予定など事前に明確化しておき、スムーズな PT 調査データの分析を行えることが重要である。

2.6.2 交通需要予測手法について

1) 従来の交通需要予測手法に係る課題

従来の集計型の交通需要予測手法である四段階推定モデルの各段階について、個別都市交通 M/P 案件のレビュー及び既存の需要予測結果の検証において浮かび上がってきた問題は以下のとおり。

発生集中モデル: M/P 案件レビューで整理したように、四段階推定法の発生集中モデルの段階では、ハノイ、ジャカルタ、ナイロビの例でみられたように、推計結果と新しい PT 調査で乖離が生じていた。これらの変化は、例えばナイロビの例のように、主に社会的状況が高度成長やライフスタイルの変化が生じ、人口あたり発生トリップ数が変化したこと起因するが、モデル自体に不具合があった場合も存在する。例えば、ハノイの例では、発生集中モデルが Home Based/Non-home Based 別にモデル構築が行われておらず、ずれの要因になりうる結果を得ており、モデル構築上の課題となっている。また、ジャカルタの例では、過去の推計モデルと新しい推計モデルではモデル構造が大きく異なっており、モデルの構築方法について課題があることが示された。

分布モデル: 通常、重力モデルが適用されるトリップ分布モデル(目的別に OD を推計するモデル)の決定係数は概して高くなく、モデルの再現性が課題となっており、四段階推定の中でも最も悩ましいとされるモデルである。個別案件レビュー結果では、例えばマニラ、ハノイ、ホーチミン、ナイロビの例のように、

特にゾーン内々率の精度が悪い場合があり、それによって全体の OD 表の精度を落とすことが見られている。例えばナイロビなどは、観測値の内々率をそのままモデルの与件値とするなどで精度を落としている例があった。また、ゾーン内外 OD についても、都市開発などの理由によりモデルで精度よく説明できない部分があり、誤差が大きい場合が見受けられた。これまでの OD 表はゾーン指標を説明変数とするトリップ発生集中モデルをベースに分布させたものであり、個人の属性を反映できないがゆえに説明が困難になっている可能性があり、これまでの集計ベースでのモデル化よりもむしろ、異なる属性を持つ個人の目的地選択をモデル化することが有効になる可能性が示唆される。

機関分担モデル： 機関分担モデルは、従来の集計型の交通需要予測手法でも集計モデル/非集計モデルに分かれることが多く、M/P 案件レビューでは集計モデルを採用している例も少なくなかった。M/P 案件レビューの中では、ハノイ、ホーチミンのようにオートバイから公共交通利用率を向上させるビジョンが盛り込まれ、推計値と新しい PT 調査結果に誤差が生じているケースがあった。また、ジャカルタの例では、距離に応じて一定率をオートバイに振り分けるなどをした結果、誤差が生じているケースがあった。

ネットワーク配分： ピーク時あるいは一日当たりの交通量を対象とした交通需要予測を行うかについては、通常、M/P 案件では費用便益分析などの評価が行われることもあり、特にピーク時での推計の要望が先方から求められていない場合には一日当たりの交通量でネットワーク配分を行っている。また、続く F/S 案件などでピーク時交通量の予測が必要な場合には、方向別ピーク率を調査結果から得て、ピーク時交通量を求めることが通常であるが、ピーク時を対象に OD 表を再推計しネットワーク配分をし直すには多大な時間と労力を要する課題がある。

以上のように、既存の集計モデルに基づく需要予測手法では各段階で課題が多く指摘されており、手法の改善を図ることが求められてきている。さらに近年、先方政府などの要望から需要予測の投入人月及び期間の短縮が求められ、PT 調査をはじめとする大規模交通調査を実施し、なるべく精緻な OD 表や需要予測モデルを構築し交通需要を分析するための時間の確保が課題となっている。第 4 章でも議論するが、開発途上国の都市圏でも従来のインフラ整備から様々な交通政策のニーズが最近増えつつある中で、需要予測や交通調査の投入人月及び期間の短縮に直結しなくとも、個人の属性に基づく交通行動に着目することによりこれらのインパクトを柔軟に表現し色々なシナリオを評価できる手法(いわゆる非集計モデル)の適用可能性を検討することが非常に重要となってきている。

なお、メインとなる交通需要予測手法のいかにかわらず、貨物車の分布交通量については、貨物 OD 調査の結果などから現況の OD は何とか推計できるものの、需要予測モデルをまともに構築することは難しく、ゾーン別将来 GDP や就業人口に比例させるなど、比較的単純な方法で済ませていることも多い。同様に、コードライン調査に基づく外部 OD の需要予測も、比較的単純な手法であることが多い。このため、計画として貨物流動をとらえる場合や域外の OD の需要予測が重視される場合には、より丁寧な説明や政策変数を取り扱う必要がある。これについてはそれなりの作業量を伴う別の研究課題となるが、過去の M/P 案件のレビュー結果として、この点についても留意しておく。

2) 需要予測ソフトに係る課題

後述するように市販の交通需要予測ソフト(TransCAD, CUBE, VISUM, EMME)の選択自体の問題はないが、開発途上国ではどの需要予測ソフトにおける配分ネットワークにおいても、様々な種類の車両が出入

りし通常多くの障害が発生するような道路ネットワークで、適切な交通容量や QV 式の設定を行い、現況再現させることは困難である。同様に、公共交通ネットワークにおいても、路線図も存在せず非常に複雑なパラランジット系の公共交通の再現を図るのは限界があり、困難を極めている。また、数百に及ぶバスルートを入力したケースでは配分計算にかかる時間が長くなり、作業上のボトルネックとなる。従来のトリップベース需要予測あるいは新たな需要予測手法を問わず、OD 表作成後はネットワーク配分が行われるので、開発途上国都市圏における上記の交通ネットワーク状況の再現の問題は、いずれにしても避けられない問題である。いずれにしても、混とんとした交通システムを克服し、ある程度“成熟”しかけた都市で初めて非集計モデルの適用可能性を含めた需要予測手法の改良の余地が発生することになるであろう。

JICA が開発した交通需要予測ソフトウェアである JICA-STRADA についてはモジュールが分かれており、入力データ以外は GUI (Graphical User Interface) で指示でき、初心者にも習得・利用しやすいが、柔軟性は低く、様々な入力データを用いた繰り返し計算も含め STRADA で想定していないモデル等是对応できない。一方、欧米で販売されているソフトは柔軟な設定や計算が可能である反面、高価で複雑であり、また交通計画や数学、コンピュータの基礎知識が必要であり、習得にも時間がかかる。また、どの市販ソフトもブラックボックスの部分があり、明確な説明が困難な点がある。

また、JICA-STRADA は初心者の研修用には適しているが、開発途上国のような複雑な交通体系では、より柔軟な設定が可能な市販需要予測ソフトを使用する方が望ましい場合も考えられる。なお、海外調査(アメリカ)の結果によると、市販の交通需要予測ソフトのいずれにおいても、ネットワーク配分の結果(LOS データ)と ABM の結果(OD 表)とを相互に組み込み、繰り返し計算ができるような設定が可能であるので、交通需要予測ソフトの選択には特に問題はない。

3) 社会経済指標及び外部要因に係る課題

ゾーン別社会経済指標の設定にあたっては、国全体の動向、地域別の人口推移・動態、土地利用や産業構造の変化等が及ぼす影響等を踏まえ、上位・関連計画における社会経済指標の予測値や地域の位置付けを十分考慮するなどし、種々の想定や仮定の下、推計した将来人口や就業人口を行政区、さらに各ゾーンに分配させるが、調査団にはそのようなゾーン指標設定の専門家は通常いないため、社会経済フレームや都市計画担当の専門家、または交通調査や需要予測担当の専門家がゾーン別社会経済指標の設定を担当することが多く、困難な作業となっている。また、M/P 案件のレビューで見られたように、例えばジャカルタの例では、社会増加と郊外住宅開発などが影響して人口計画フレームにずれが生じたことや、ダルエスサラームの例のように精度の低い人口フレームを使わざるを得なかったこと、ナイロビの例のように外出率の低下や一人当たりトリップ数の減少などによりトリップ低下したとことなどが現認で、予測結果の精度を落としているケースが課題として挙げられる。

交通需要予測において非集計モデル化を考えた場合、従来の集計モデルにおけるゾーン別社会経済指標の設定の問題は、土地利用モデルとのリンクによるゾーン指標の設定や非集計モデルへのインプットとしての世帯マイクロデータ(Population Synthesis)の設定の問題に置き換わる。世帯マイクロデータの生成プロセス自体は、欧米ではほぼ確立されており、開発途上国における適用例もダッカ(バングラデシュ)やムンバイ(インド)で既に存在している。途上国においても、サンプル数は少なくとも、全人口に拡大できるコアサンプルをいろいろな地域からまんべんなく入手することが重要であるが、途上国の場合、キーとなる人口センサスデータの信頼度にも問題があることもあり、適用にあたっては課題も多い。

一方、外部要因に係る課題として、開発途上国では都市構造、経済、交通行動が急速に変化しており、急速なモータリゼーションが生じる可能性もあれば治安の悪化による急激な経済の停滞も起こりうる。

例えば、M/P 案件のレビューでは、マニラの例で見られたように、個人・世帯収入が予想以上に伸びておらず、私的交通へのシフトが抑止されたことや、ハノイでは、交通計画実施の進捗が遅れ、土地利用や、交通状況が想定と大きく異なったこと、ホーチミンでは、他国から輸入された低廉なオートバイの使用状況が高くなったため、オートバイの利用が増大した等がにみられた。また、ジャカルタでは所得増加による中所得者層の増加と、オートバイのローン制度の普及によりオートバイの普及が予想以上に見られたこと、ダルエスサラームのように社会的な趨勢から配車アプリの普及やオートバイの普及によりモーダルシェアなどが予想を超えて変わったこと、ナイロビの例では大型バスの積極的導入や低価格の料金政策などが効果的に作用したこと、マニラ、ハノイ、ジャカルタなどのように実施プロジェクトの内容が変化した例や計画通りでないプロジェクト実施状況であった、などが考えられる。このように、開発途上国では外部要因の影響も受けやすく、これらを想定することは困難である。このため、結果の解釈において、交通需要予測はあくまで様々な前提条件と数学モデルによるシミュレーションであり、幅のある想定値である点を関係者が理解する必要がある。過去の M/P スタディの事例からの検証では、交通調査や需要予測モデル自体の問題よりもむしろ予期せぬ外部要因により(短・中期の)需要予測が実際と異なってしまったケースも少なからずあった。社会経済的な変化が大きい途上国において、長期的な需要予測はなかなか当たらないものと思料される。むしろ M/P 調査における長期的な需要予測は、政策決定のための将来像やビジョンを議論することを目的とした需要設定型であるべきとなろう。

いずれにせよ、結果として幅があるような需要予測であれば大規模 PT 調査をかけなくても、ADS を中心にした非集計モデルで良いのでは、という考え方もあるため、より少ないサンプル数による非集計モデルを中心とした需要予測手法の実務への適用について、検討する必要があると考えられる。

以上のように、近年の需要予測では、交通渋滞が深刻な開発途上国では大規模交通インフラ整備も必要であるが、それだけではなく、TDM など交通行動変容による政策実施も同時に行う必要があり、これらを組み合わせた調査を M/P として組み込んでいくことが重要である。このため、時間帯や対象とする利用者属性が複雑で、かつ様々なシナリオを評価できる需要予測手法が必要となってきている。

2.6.3 都市交通分野の協力ニーズについて

1) 開発の方向性に係る課題

開発途上国の事例調査において、PT 調査を含め M/P は誰によって使われているか、ステークホルダーのニーズに合っているかなどについてヒアリングを行った結果では、進捗は遅いが他に拠り所もなく“忠実に”実行している国(ベトナム)や、開発の方向性や政策のみを採用しているとする国(タンザニア)、気に入った M/P の提案プロジェクトを出所は言わずに各機関が自身の実施計画として策定する国(タンザニア)、M/P を基本に進めているものの“アドホックな”プロジェクトも実施され得る国(インドネシア)など、使われ方は様々である。近年、国際機関や DAC 加盟国だけでなく様々な援助国・機関が都市交通分野の支援を行っており、民間が参画できる案件も増えている。しかし、それぞれの機関がそれぞれの都合で支援しており系統だった支援となっていないケースもある。都市交通 M/P はデータをもとに合理的な計画を策定しており、これら関係機関のアドホックな取り組みを包含し、都市全体の計画として取りまとめることが期待されている。

開発の方向性について、各都市の M/P 案件のレビューを行った結果としては、全体的には道路整備よりも公共交通整備の方向となっている。ただし、BRT など比較的安価な公共交通整備の場合には、道路整備と抱き合わせることも多く、道路セクターがインフラ整備の基礎となっている。なお、インフラ整備につい

ては、官民協働(PPP)による整備を前提にしている都市圏も増えつつあり、近年ニーズとして出てきている一部の PPP のような需要喚起型の政策を作っていく場合、ステークホルダーとの対話を踏まえて、何をやりたいのか引き出せる形にできるアウトプットが必要である。その際の交通調査データはその議論と実現したい政策を支えるエビデンスとして捉えるのが望ましく、かつ先述したように様々な政策立案のためには非集計手法が適していると考えられる。

一方、公共交通指向型開発(TOD)の概念が広く普及しつつあり、交通需要予測においても反映するよう求められるケースがあるため、どの程度まで予測に反映させるべきかについて整理する必要がある。集計モデルの場合、公共交通周辺ゾーンへの人口の貼り付けであれば追加作業量は限定的であるが駅周辺のゾーンを切り出して小さくする必要があり、さらに徒歩距離の短縮等を反映する場合、複雑かつ時間のかかる作業となる。TOD については各都市の成長段階にもよるものの、いずれ関心が高まることが予想される。その評価には TOD により家から駅へのアクセス距離が短くなることや、就業機会が駅周辺に集中的に配置されることなどを、手段選択や目的地選択のモデルに直接入力できるような非集計モデルによる需要予測手法が適することになる。したがって、これら非集計モデルの適用可能性を検討することが望ましいと考えられる。ただし、開発途上国における TOD には財閥系の企業ニーズが開発に絡む場合は、企業の動向が直接作用し、行動原理が予測しにくい可能性があることにも留意すべきである。

2) 短期施策や TDM に係る課題

M/P 策定については、政治的な要請等から短期間に結果を求められたり、短期計画の提案を中心に行うような要請があるケースもある。先述したように M/P 策定においては、大幅に予算・時間を短縮できる手法はないと考えられる一方、M/P は政策決定者が公に説明できる資料であれば良いという意見もある。開発の方向性について、結果が出るまで時間を必要とする大規模 PT 調査及びモデル構築の理解についてヒアリングしたところ、概ね理解を示す国(インドネシア)や2、3年も待てない国(ベトナム)、本当に重要で有益な結果であれば理解できる国(タンザニア)など、様々であった。

短期計画では交通管理の施策が中心となるケースが多い一方で、その場合に求められる調査や需要予測の精度と大規模なインフラ整備に求められるものは異なる。重点を置くべき施策については、M/P 案件開始時から関係者の理解を得る必要があるものの、最終的に意思決定され、アカウントビリティが求められたときに技術的にどれだけ丁寧に説明できるかが重要になる。また、単なる予測需要量だけでなく、個人レベルにまで踏み込み、例えば富裕層や貧困層が利用するのかなどの説明材料になればさらに良いであろう。

一方、最近協力ニーズの増えている TDM 施策については、道路および公共交通セクターの整備をある程度終えている都市で、初めて選択肢として意識されるものである。また、ITS も含めて、交通管理施策の効果や必要性は、人々の交通マナーなどその都市の事情や慣習にも大きく左右されるものであり、むしろ教育や啓蒙が重要である場合もある。とりわけ新たな技術システムを伴う施策の場合には、その運営を行うための素地や能力の向上、そして技術移転が先ず必要になる。また、TDM 施策の評価や交通行動の予測を四段階推定法で行うことは本質的に難しいため、インフラ整備をある程度終え TDM 施策へのニーズが出てきた都市において、非集計モデルによる政策評価の可能性の検討を行うことになる。

時代背景は異なるがアメリカでは大規模インフラ整備が中心だった 1960 年代とは異なり、1970 年代にはエネルギー危機の影響から調査規模も小規模化し、評価する政策内容もパークアンドライド、公共交通活性化、駐車料金施策、バスレーン設置等の TDM 施策に対応することが求められたため、非集計行動モデルの開発と実務への適用が進み、政策分析重視の交通計画へと移行している。近年は日本でも少子高齢

化に伴いミクロな政策評価への対応が求められており、非集計モデルやアクティビティスト需要予測モデルの適用が検討されていることから非集計モデルによる政策評価の可能性を検討する意義は大きい。

3) 技術移転に係る課題

キャパシティビルディングで着目されがちなのは GIS や交通需要予測だが、数学やコンピュータ、交通工学などのリテラシーがあるかどうか分からないカウンターパート職員 10~20 名に対して行っても、実際にはほとんど効果が限定的なのが現状である。さらに、カウンターパートのバックグラウンドや興味の対象も需要予測から全く異なる場合もあり、そのような場合には表面的な技術移転で終わることもあり、カウンターパート自身によるモデルやデータベース、M/P の更新も不可能になる。むしろ政策決定者にとって重要なのは数字から判断できる目を養うことであり、技術者を養成するならば、対象者の選別をし、プロジェクトを超えて深く長く教えるべきと考えられる。また、一方で、優秀な技術者になれば、海外に流出する者も出てくるのが想定される。

技術移転の有無や必要性については、プロジェクト形成時によく話しておくことや、研修者の参加要件の設定や研修でのテストの導入、初心者の学習用に適した JICA-STRADA の利用などが改善方策として考えられる。とりわけ交通需要予測の能力開発について、途上国側が需要予測モデルの基礎の技術移転を要望する場合には従来の四段階推定を採用し M/P 調査の活動の一環として勉強会等を定期的に行うことが望ましい。

また、新たな交通調査や交通需要予測手法を用いる場合には、技術移転にも関わることであるので、政策決定者にも新たな手法の必要性を理解してもらえらるためのロジックが必要となる。さらに高度で、政策立案の際の分析について技術移転を要望する場合には、非集計モデル等を活用した能力強化プログラムを設定するか、もしくは別案件としての支援が妥当であると考えられる。

第3章 必要交通調査・調査手段・関連データの現況と課題

前章でも一部言及されていたように、M/P 調査において必要な交通調査・調査手段・関連データの種々の内容について、その概要や役割、さらに利点および問題点を中心に整理を行い、交通調査・調査手段・関連データのそれぞれの側面から課題を取りまとめる。とりわけ、交通調査においては、PT 調査の現況と問題点や課題について、既存PT 調査サンプル数縮減の需要予測に対する影響の検証結果についても言及し、特に精緻な OD 表の作成には PT 調査のサンプル数縮減は困難であることを述べる。また、アクティビティダイアリー調査が PT 調査(および集計ベースでの需要予測)の問題点であるトリップの漏れや回答者にとって理解しにくいという課題を解決し、かつ世帯構成員間の関係や時間的変化、トリップ間の関係に係る開発途上国特有の交通行動を捉えることができる点において、これまで途上国における JICA の交通調査の問題をより克服できる可能性があることにも言及する。一方、これまでの紙ベースの調査手段に加えて様々な新しい調査手段や需要予測モデルへの入力値となりうる様々な情報も入手できるようになりつつある。これらの調査手段や情報源について最新の動向を把握するとともに、今後の交通調査及び交通需要予測への活用の可能性やそれぞれの制約条件についても整理する。

3.1 交通調査

交通調査、とりわけ交通需要予測モデル構築に不可欠な調査である基幹交通調査と考えられるパーソン・トリップ(PT)調査、通勤通学調査、アクティビティダイアリー調査(ADS)、SP 調査、及びその他必要調査について、その概要や調査結果の役割、さらに課題等を中心に整理を行う。

3.1.1 パーソン・トリップ調査

(1) 概要

PT 調査は、都市圏における現況の人流を起終点(OD)と利用交通手段に着目し、把握するための基礎的な交通調査の一つである。PT 調査の特徴は、特定の交通機関に限らず調査対象地域全体の人流を把握できることにある。

PT 調査で収集される情報は、基本的には世帯情報、世帯構成員の情報、個人のトリップ情報に大別される。世帯情報は世帯の住所、世帯構成員数、世帯所得、自動車等の保有状況等を基本質問事項とし、後日の調査内容確認のための電話番号や世帯主名など個人情報を含むことがある。また、必要に応じて家屋の構造、居住年数等の補足情報を含むケースもある。世帯構成員の情報は、その世帯に居住する個人の性別・年齢・職業・トリップの有無・利用可能な自動車類の状況等を含み、必要に応じて個人月収等の個人情報を含むことがあるため、収集した情報の取扱いには注意を払う必要がある。トリップ情報は個人が行った通勤・通学等のトリップの起終点・利用交通手段と所要時間および費用・トリップの目的等を基本的な情報として収集する。

PT 調査の調査手法は大きく4段階に分けることができる。最初に調査準備として、世帯住所や起終点の位置をコード化するためのゾーンの設定を行う。この時、人口センサス等の統計と整合性を図るために市町村区等の行政区分と対応した PT 調査用のゾーンコードを設定する(ケースによっては、PT 調査用のゾーンを交通需要予測のための交通ゾーンと同じにすることもある)。この PT 調査ゾーンとそれに対応した人口センサス等に基づく世帯数・人口から、ゾーン別の目標サンプル率・サンプル数を設定する。

PT 調査がアメリカで開発された当初は 5%程度の高いサンプル率が設定されていたが、サンプル率を下げる取り組みがなされ、アメリカでの 1990 年代初頭の PT 調査のサンプル数は平均 2,500 世帯程度であり、近年の先進国の主要大都市圏でも多いケースで 2 万世帯程度のサンプル数である。この背景には調査にかける予算や時間の制約に加えて、サンプル数設定の目的が現況 OD 表を推定することからモデルを作成することに変化していったこと、個人の交通行動をモデル化することでサンプル数が少なくても説明力の高いモデルが作成できる非集計の交通需要予測の導入が進んだことが挙げられる。

第 2 章でも述べた通り、開発途上国における PT 調査のサンプル数は、対象都市圏に含まれる世帯数の凡そ 3%で実施されることが多かったが、近年の JICA 案件は 1%前後となっている。過疎地と住宅密集地等ゾーンに含まれる世帯数に応じてサンプル率を変えることもある。サンプル数を縮減した場合の影響については後述する。

また、サンプル数の設定と並行して現地の状況に適合した調査票の設計を行う。調査票の設計に当たっては、特に OD の住所の特定が重要でかつエラーも多いため、正確な位置を回答できるように配慮する必要がある。

開発途上国における PT 調査の一般的な手法である調査員による世帯訪問調査の場合、調査員の募集・トレーニングまたは再委託先との協議・トレーニングを行う。実際に現場でのパイロット調査を実施し、調査票の妥当性の確認や調査時における注意事項や問題点の抽出を行い、必要に応じて適宜、調査票の修正やトレーニングへのフィードバックを行うことが望ましい。

調査員のトレーニングやパイロット調査のフィードバックが実施された後、本格調査を行う。調査員の世帯訪問によって収集された調査票は適宜、PC にインプット、データ化処理を行い、サンプル数が適切であること、回答に抜けが無いことや論理的な整合性などを確認し、必要であれば再度、世帯を訪問あるいは電話連絡により有効なサンプル数を所定の目標数に達するようにマネジメントする。

PT 調査データの収集・クリーニングが完了した後、ゾーン別の世帯数または人口等とサンプル数から計算される世帯サンプルの拡大係数を計算し、これをデータに追加することで PT 調査結果のデータベースの完成となる。なお、交通需要予測に用いる際には、別途実施されるスクリーンライン調査結果と整合を図り、サンプルに対して補正係数を設定する。また、対象地域境界上の道路や鉄道駅・空港などで実施されるコードライン調査の結果と PT 調査の結果を統合し、対象地域における現況 OD 表は完成される。

この他、実施に当たって市民の理解と協力を得るために広報活動を行うことが推奨される。PT 調査の広報活動は、現地政府と協力し新聞・TV 報道を活用するとともに、最近ではインターネットを介したソーシャルネットワークサービス(SNS)を活用した広報も行われている。

(2) 調査結果

PT 調査の結果は、ゾーン別の平均世帯所得等の現況の社会経済指標の分析、現況の人流の状況の把握、将来需要予測のための四段階推定法の需要予測モデル構築等に利用される。

現況の人流の状況は目的別・代表交通手段別 OD やゾーン別の発生集中量等の集計結果で表現される。

(3) 日本の事例に係るヒアリング

日本でも、PT 調査をはじめとする大規模調査の縮減の検討が徐々に進められており、ビッグデータや小規模サンプル数による短期の OD 表更新などの検討が進んでいる。PT 調査のニーズと課題及び改善の方向性、データ更新に関する事例について国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室にヒアリングを実施した。概要を以下に示す。

1) PT 調査のニーズと課題及び改善の方向性について

PT 調査は 1 年に 4 都市程度実施されており、全国初の広島での PT 調査実施から 50 年が経過し、2017 年現在で 64 都市合計 140 回実施されたが、最近では実施件数も減少傾向にある。2014 年に自治体にアンケートしてみると、最近の交通計画上の課題としてミクロ的な交通施策が求められていることが分かった。PT の課題を収集・整理した結果、細かい施策を行うためには PT だけでは困難で、ゾーン内々や郊外部の機関分担モデルも精度が悪いなどの課題があった。これらを踏まえ、PT 調査の高度化を目指し、従来型 PT 調査の改善、全国 PT 調査とビッグデータを用いた現況把握、スマートプランニング³⁴の3つについて手法を検討しており、具体的には以下の通りである。

- 全国規模で抽出数を低くして実施している全国 PT 調査(各都市 500 世帯程度・5 年おきに実施)を活用して原単位の変化を把握する一方でビッグデータにより OD を更新し、都市圏 PT 調査を実施していない都市圏でも都市交通の現況を把握すること
- 地区レベルで計画するためにゾーン分割をして精度を上げながら、スマートプランニングを実施すること
- PT 調査実施の 5 年後、3 年後のデータを知るためにビッグデータを活用しながら更新すること

PT 調査の手法については 2007 年に策定した総合交通調査体系調査の手引き(案)及びその解説版があり、上記の検討結果を踏まえ、ビッグデータやデータ更新について記述した別冊版を 2018 年に発行する予定である。

また、2018 年度に東京 PT 調査の実施を予定しており、実施方法については大きな変更はなく、調査は郵送配布で、回答のみ Web でも回答できる形を予定している。

2) PT 調査のデータ更新

PT 調査データの時点更新については、現在のところ居住人口の更新(拡大係数)や原単位の更新などで対応している。原単位の更新は 5 年ごとに実施される全国 PT 調査を使って、都市圏 PT の原単位を修正する場合や全国 PT 調査の中で票の積み増しを行うケース、小サンプルの PT 調査で更新することもある。松山市では 2007 年に都市圏 PT 調査を実施した後、2015 年に全国 PT 調査で実施する 500 世帯に加えてアドオン調査で票の積み増しを行って更新している。

現段階では、ビッグデータの技術は発展途上のため、今後状況に応じて、ビッグデータを主として分析を行う方法と、PT 調査を組み合わせる方法について選択していく予定である。京阪神では PT 調査が道路交通センサスと同じ 2010 年に実施されているため、OD 表更新は道路交通センサスの伸び率を活用している。加えてビッグデータを用いて集計ベースの更新をしている。新しい都市開発などは道路交通センサスの伸び率では OD は表現できないため、新しい都市開発があった部分のみ携帯電話のビッグデータを購入し、高額なビッグデータの購入費用を抑える工夫をしている。

現時点では 10 年、20 年後のデータ更新は難しいと考えている。

以上のように、日本国内では、少子高齢化を背景に交通計画上の課題はマクロ的なインフラ整備からミクロ的な交通施策に変化しており、交通調査に求められる役割についても交通需要の大局を把握することから個人の行動変化の把握に変わりつつある。また、開発途上国と同様に従来の PT 調査の課題にも直面

³⁴ 個人単位の行動データをもとに、人の属性ごとの行動特性を把握した上で、施設配置や歩行空間等を変化させたときの歩行者の回遊行動のシミュレーションを実施しながら、施策や取り組みを検討する計画手法の総称(国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室 2017)

しており、効率的な調査の実施を目指して、調査の小規模化かつ精緻化や PT 調査データの時点更新、さらにビックデータの活用についても検討が進められている。

(4) 課題

1) 回答者にとって理解しにくい調査票

これまでの JICA 案件の PT 調査では、1940 年代にアメリカの連邦道路局(Bureau of Public Roads, BPR)により提案された調査票の形式が踏襲されている。しかし、トリップの概念は広く一般に使われているわけではなく、回答者にとっては理解しにくい調査票となっている。特に、通勤途中に子供を学校に送迎するケース、就業地からの外出等の Non-home Based トリップ等が抜け落ちるケースが多い。徒歩や自転車等の非動力系交通手段(NMT: non-motorized transport)によるトリップも同様に抜け落ちが発生していると考えられる。帰宅時に夕食を購入するケース、隣の家にあ挨拶に行くケース、散歩やジョギング、巡回の取り扱い調査によっても定義が異なっており、これらの定義が回答者に正確に伝達され、理解された上で回答されているケースはむしろ少ないと想定される。

これまでのジャカルタやサンタクルスでの取り組みでは、アクティビティダイアリー調査(Activity Diary Survey, ADS)と PT 調査の比較でも主に Non-home Based トリップを中心にトリップ数が少ないことが報告されており、日本における PT 調査についても同様に活動日誌調査との比較で約 20%の未報告トリップが報告されている³⁵。

これらの課題に対応するためには、日誌形式となっており回答者にとってより理解しやすい ADS を活用したり、スマートフォン等を活用して自動的に移動を把握することが必要と考えられる。また、必ずしも通勤・通学目的以外のトリップ情報が必要ない場合は通勤通学調査で代替できる。

2) 生活活動に関する情報の不足

PT 調査はあくまで移動に着目した調査であり、活動に関する情報はトリップ目的に留まる。しかし、移動は本来は活動に派生するものである。活動は世帯構成員間の関係性(子供の送迎、同じ時間に食事 等)、時間的な制約(勤務、就学等の時間が決まった活動やそれに伴う移動 等)、移動距離の制約(時間制約内に移動できる距離、勤務先や学校の位置、帰宅の立ち寄り可能性)等様々な要素に影響を受けており、特に、近年着目されている交通行動に影響を及ぼす TDM 施策等は生活活動を適切に把握しなければその政策の影響の全容を把握できない。特に開発途上国においては安全上の配慮で親が子供を学校に送迎するケースが多かったり、激しい交通渋滞により時間制約が大きかったりと生活活動の影響を考慮する必要性が高い。

これらの対応策として、ADS を実施することで世帯構成員間の関係や時間変化、トリップ間の関係にかかる開発途上国特有の交通行動をとらえることができる。

3) 大規模調査の管理

近年の JICA 案件ではマスタープラン調査全体の工期が1年程度しかないことも多く、交通需要予測やマスタープラン策定作業を考慮すると2-4か月程度で PT 調査を完了させる必要があるケースが多い。しかし、実際には2章で述べたスリランカのコロomboやジャカルタの事例ように、当初数か月の想定が実際には PT 調査の実施だけに10か月近くかかっているケースもある。その大きな要因の一つはローカルコンサル

³⁵名取 義和、谷下 雅義、鹿島 茂 (2000)「パーソントリップ調査における回答誤差とその発生要因」土木計画学研究・論文集、17 巻 p. 155-162

タントが短期間での大規模調査の管理の困難さについての認識がないまま、適切でない見積もりを行い無理な受注をしているケースが見受けられる。結果として監督員、調査員の人数が不足し、場合によっては調査員への給料が未払いとなりストライキの発生、不正行為の誘発、調査員の大量退職等が生じ、調査の品質に問題が生じたり、調査全体の大きな遅延となっている。調査規模が大きくなればなるほど、また、調査期間が短くなればなるほど限られた時間内の調査の完了には多くの人手が必要となる。調査員が数百人、場合によっては千人近くに及ぶ場合、管理体制も大規模となり、例えば 500 人の調査員の場合、10 名に 1 名監督員を配置しても監督員だけでも 50 名となり、監督員を管理する幹部も相当数必要となる。このような大規模調査で複雑な調査体系を各調査員にトレーニングし、かつ PT 調査の理解しにくい内容を回答者に理解してもらうことは容易ではない。このように、サンプル率を上げることが必ずしも PT 調査の質の確保につながるものではないことに留意する必要がある。

調査の大規模化の対策としては可能な範囲で調査を小規模化すること、ローカルコンサルタントの調達においても品質管理体制や同規模の調査の経験等を重視することが挙げられる。また、4章でも詳述するように近年はサンプル数が多くなる TAZ レベルの現況 OD 作成のための調査ではなく、非集計モデルを作成するための調査とすることでサンプル数の削減が可能となる。また、サンプル数が多い場合でも調査期間に余裕をもって実施することで1日あたりの調査員の人数を減らすことが可能である。

4) サンプル数縮減の影響

第2章で述べた通り PT 調査のサンプル数は、対象都市圏に含まれる世帯数の凡そ 3%で実施されることが多かったが、近年の JICA 案件は 1%前後となっている。本プロジェクト研究においてはマニラ及びジャカルタを対象として 3%程度で実施された PT 調査結果を、その半分の 1.5%程度の2つのデータセットを ID により奇数データと偶数データの二つに分割して実際にその影響がどの程度あるかについて四段階推定法の各モデルを再推定し、各モデル及びモデルのアウトプットの検証を行った。結果の詳細は添付資料3に示す。

トリップ発生集中量についてはほとんど差はみられなかった。Non-home Based (NHB)トリップやビジネストリップ等、一部のモデルの決定係数(R^2)の差が見られたが、顕著なものではなかった。しかし、サンプル数が取れないトリップ目的や、もともとばらつきの大きいトリップ目的などは偶数と奇数で差が大きい傾向が見られた。分布交通量はマニラの例やジャカルタの例では TAZ レベルの OD ペアの約半分以上が観測値と 10%以上の差があり、郊外部で特にその傾向が顕著であった。市・県間 OD の分布交通量で見ると観測値に近くなるが、依然郊外部都市間の OD を中心にばらつきが目立った。目的別や交通機関別の OD 表の場合にはさらにばらつきが大きくなると考えられる。機関分担率モデルの結果については、都市圏レベルの集計結果ではジャカルタ、マニラともに大きな差は見られなかった。個々の OD ではばらつきがみられても都市圏全体で集計することでプラスとマイナスの誤差が相殺されたと考えられる。また、交通量配分結果の検証では、マニラの例については、道路及び公共交通配分ともに 50 か所中 6 か所で 0.8 未満、1.2 以上のばらつきが見られ、ジャカルタの例では道路及び公共交通配分ともに、最終的な配分結果では主要な幹線道路の交通量は 3%以内のばらつきで、大きな差異は見られなかった。これは、交通機関別の OD 表でばらつきがあっても配分では各道路の交通量は様々な OD ペアの合計であり、都市圏レベルの機関分担と同様に集約による相殺が影響していると推察される。また、道路容量の情報による補正の効果が影響していると考えられる。加えて、そもそも全体のトリップ数が大きく異なれば影響は避けられないため、トリップ数の大きい OD ペアについては一定の精度で推計されていたと推察される。

以上から TAZ レベルの OD 表ではサンプル数を半減させるとトリップ数の少ない郊外部、

NonHomeBasedTrip やビジネストリップ、長距離トリップなどを中心に誤差が大きくなり、サンプル数が少ないという点では高所得層や、調査時点で使われていない交通手段もこのうちに入る可能性が高い。これは広く用いられているOD表推計のための必要サンプル数の数式³⁶及び³⁷から概算した結果とも概ね合致する。

しかしながら、PT調査は決して安価で迅速に実施できる調査ではないため、調査実施にあたってはそもそも「TAZレベル」の「トリップが少ないODペア」についても「現況」OD表を精度高く推計する必要があるかという点は改めて検証する必要がある。20-30程度のトリップしかないODペアを一定の精度で推計するにはほぼ悉皆(全数)調査が必要³⁷となり、日本の1990年の京阪神PT調査の検証例でも調査結果データのうちOD交通量を±10%で推定するに十分な観測トリップ数があるODペアは全体の僅か0.60%、精度±50%で推定できるODペアの割合は9.58%、さらに精度100%の場合でも全体の21.04%に過ぎない³⁸。上記のことから、多くの先進国ではそもそも調査の目的がTAZレベルの現況OD表を精度高く推計することではなく、非集計等のモデル構築やモードシェアの確認のために必要なサンプル数の確保を目標としているケースが多い。

加えて、開発途上国での都市交通マスタープラン策定では将来推計を行うことが必要であり、仮に現況OD表が精度高く推計できたとしても、将来推計に活用するモデルに問題があれば将来予測の結果は信頼できないものになってしまう。特に、上記に挙げたような長距離、ビジネストリップ、高所得層サンプルなどについては、現時点の調査でトリップ数が少なく、かつ開発途上国の経済発展によって、将来においてはこれらのトリップが増加する見込みがある交通であり、都市交通マスタープラン策定上においても大切な指標となりうる。

なお、トリップ数の大きいODペアで一定の精度が確保できていれば、配分のレベルでは誤差の相殺の効果や道路容量による補正も相まってサンプル数を縮減しても一定の精度を保つことが可能である。

詳細は4章にて記載するが、必要サンプル数については数式のみにとらわれることなく調査目的を明確にした上で、調査実施上の課題も含めて多角的な観点から検討を行う必要があると考えられる。

5) 高所得者・トリップレートが高い人のデータ取得

開発途上国の経済成長は著しく、将来の交通需要予測では経済発展により高所得者層が増えることが想定され、高所得者層のサンプルの確保は極めて重要である。にもかかわらず、2章においても指摘があったとおり、レビューした案件の多くで自動車利用の多い高所得者層から協力が得にくく、拡大係数や重みの補正を行う必要があった。これらの要因把握と拡大係数の補正を行い、交通量カウント調査と比較して整合性を確認する作業は、誤差が一定の範囲に収まるまで繰り返して行う必要があり、作業時間が増える要因となっている。

また、高所得者に限らず、トリップレートの高い忙しい人は回答拒否の傾向があることも想定され、回答拒否による無回答バイアスを低減するためには、スマホアプリやインターネットアンケート調査を活用し、調査の自動化や調査内容の簡素化により回答者の負担を極力減らすことが望まれる。加えて、後述する高所得者にアクセスしやすいショッピングモールやオフィス等での補足調査で補完する方法も考えられる。

6) サンプリング時のバイアスと作業負荷

PT調査サンプルを準備するためにはセンサスや住民登録情報、選挙人名簿等の全住民を含むリストが

³⁶国土交通省 都市・地域整備局 都市計画課 都市交通調査室 (2007)「総合都市交通体系調査の手引き(案)」, Online, Internet <http://www.mlit.go.jp/crd/tosiko/sougou/index.html> Available on Feb. 22., 2018

³⁷ Smith, M. E. (1979). "Design of Small-Sample Household-Interview Travel Surveys." *Transportation Research Record*, 701, p.p. 29-35.

³⁸北村隆一、森川高行編 (2002)「交通行動の分析とモデリング —理論/モデル/調査/応用—」, 技報堂出版, p. 63

らランダムサンプリングすることが望ましいが、この方法の場合、調査員が対象世帯を探すのに時間がかかることが指摘されている。また、これらのリストも問題を抱えているケースも多い。元の情報が古い(センサスの場合通常10年に1回程度。国によっては数十年実施されていないケースもある)、住所の記載が不正確あるいは不十分、親元を離れた下宿生や単身赴任者が住民登録情報を更新していない、郊外と都心に2つの自宅があるケースがある、選挙対策等により居住地ではなく出身地で登録されている、外国人や短期居住者が欠如している等様々な課題が報告されている。また、これらは機密性の高い個人情報であるため、開示できない場合、開示までの行政手続きに時間を要するケースもある。

一方で、現場で調査員がサンプリングを行う場合、調査しやすい在宅の世帯やアクセスしやすい低所得者層の世帯に集中し、高所得世帯や不在の世帯のサンプルが不足する懸念がある。特に、紙ベースの調査の場合、調査員によるサンプリングが適切に行われたかどうかを調査後に確認することは困難である。作業効率性とランダム性の双方を考慮した場合、衛星画像等によるサンプリングや地区の何軒目等のルールベースのサンプリング、それらを組み合わせた方法が代替案として考えられる。例えばキンシャサ市都市交通マスタープラン策定プロジェクトでは、直近のセンサスが1980年代に実施されたものであったため、地区ごとのサンプルは推計人口を用いて定めた上で衛星画像によりサンプリングを行い、集合住宅では何階の何軒目等のルールを作成して調査を実施した。また、タブレットを用いた調査員によるインタビュー形式であったため、サンプルにたどり着いたことの確認に、タブレットの座標情報とサンプルの座標情報を照合した。現場での検証の結果、タブレットのGPS装置の性能やタイムラグ、GPS電波の受信状況、衛星画像の精度等により、現場でタブレット機器のGPSが示す位置と実際の建物の位置に大きい場合は50mの程度の誤差が確認されるケースもあったが、タブレット操作に習熟し、地図の読み方を理解することで対応した。

7) 住所の特定

これまでの紙ベースのPT調査では、訪問先の住所やランドマーク等を回答者に記入してもらい、回収後にゾーンコーディングを行う方法が一般的である。しかし、自宅や通勤先以外の住所は回答者も把握していないケースが多く、記入が不明瞭となり、正確な場所を特定することが困難なケースが報告されている。特に番地や通り名は記載されていないことも多い。ランドマークについても回答者によって呼称が違うケースや、複数の別の場所の施設について同じ名称が使われているケースもある。加えて紙ベースの場合には手書きのため、判読できないケースも多く、結果的に調査員や調査監督、ゾーンコーディング担当スタッフの類推で記載されているケースもある。

これまではゾーンレベルでの集計で大きな問題となることはなかったが、2章で指摘があった近年関心が高まっている公共交通志向型都市開発(TOD)では、駅への徒歩のアクセスを改善して施策の影響を評価する必要があり、上記のような不明瞭な住所の問い方法では分析が困難である。

一方、後述するスマホアプリを活用すればスマートフォンのGPSにより移動の軌跡をより正確に把握することができる。また、調査員がタブレットを活用してインタビューするケースでは、自宅についてはGPSにより座標を取得でき、移動先については地図で具体的な場所を指してもらうことができる。ただし、この方法の場合、調査員と回答者が地図を理解できる必要がある。

8) 品質管理体制

前項とも関連するがPT調査は複雑な体系であり、回答内容の論理性チェックとその修正に係る時間と労力が必要である。例えば、免許保有年齢に満たない子供が免許を保有していると回答していたり、到着時刻が発行時刻より前になっている等の論理エラーが挙げられる。また、明確に論理エラーと言えないも

の、ピーク時に所要時間が短い等、エラーの疑いがあるデータも見受けられる。論理エラーやエラーの疑いのあるデータは現場で調査票回収時に確認すれば一番手間が少なくて済むため、調査員にエラーの内容について周知し、現場で記入漏れのチェック、簡易な論理エラーのチェックを実施するようトレーニングを行う。しかし、論理エラーについては理解が難しく、人手だけで完全にチェックを行うには時間がかかるため、データの入力後に論理チェックプログラムを作成し、論理エラーやエラーの疑いのあるデータを抽出する。初回のチェックでは全回答者の数を上回る論理エラー等が検出されることも珍しくない。このため、これらの論理エラーについて入力間違いがないか確認し、そうでなければ電話か再訪問より論理エラーがなくなるまでデータの修正を行う。これは極めて時間と人手のかかる作業であるが、ローカルコンサルタントが作業ボリュームを軽く見積もっているケースも多い。また、この修正作業の作業量の多さが不正行為の温床にもなっている。現地政府もこの重要性を認識していないケースが多く、第2章で述べたイスタンブールやマニラでは現地政府が中心になって PT 調査を実施したものの、多くのエラーが見つかり、利用が困難であったり、利用するまでに修正に多くの時間を費やす必要があった。

これらの対策としては、タブレットを活用したインタビュー調査とすることで調査時に即時にエラーを検出でき、それを現場ですぐに確認できるメリットがある。さらに、スマートフォンのアプリを活用すれば移動についての情報は自動で収集されるので、人為的エラーによる問題を回避できる。目的等の入力や確認が必要な項目でも、タブレットのインタビュー調査と同様に論理エラーをその場で指摘することが可能となる。また、紙ベースで実施する場合であっても、論理エラーのチェック項目やチェック項目の例を調達時等の極力早い段階でローカルコンサルタントに示すことでローカルコンサルタントが準備できる。

9) その他の課題

その他、これまでのレビューの結果等から PT 調査の以下の問題が指摘されている。

- ゾーン体系が粗く、近年ニーズが高まっている公共交通志向型都市開発(TOD)や非動力系交通機関(徒歩、自転車等)の解析が困難である。
- 交通需要の季節変動を推定する情報が皆無である。
- 休日のデータを収集していない調査が多い。
- 加えて、これまで実施した都市では当初想定していなかった現場での様々なトラブルが報告されている。(マイノリティコミュニティからの調査協力拒否、先生のストライキによる学校の休み、調査員が盗難被害にあったケース、治安の悪い地域でのトラブルや協力拒否、調査員によるストライキ 等)

3.1.2 通勤通学調査

(1) 概要

通勤通学は交通需要において相当分を占める主要なトリップであり、都市圏の交通政策を検討する上でも重要視される。日本では人口センサスに相当する国勢調査の中に通勤通学調査が含まれているが、開発途上国における人口センサスでは該当する項目が含まれないのが通例である。通勤通学調査では世帯情報、世帯構成人員の情報についての質問は PT 調査と同様であるが、個人のトリップ情報の代わりに通勤通学者の日常の通勤通学トリップについて質問を行う。PT 調査では調査日を設定してその前後に訪問する必要があるが、通勤通学調査では多くの場合は 1 度の訪問ですべての質問について回答を得ることができ、PT 調査と比較して費用・時間が削減できる。

途上国において通勤・通学トリップの把握は、PT 調査において可能であるが、PT 調査の実施には多大な費用と労力を必要とするため、過去に実施された PT 調査結果の更新、或いは社会経済属性に関する情

報を補完する為に実施されることがある。

(2) 調査結果

通勤通学調査によって収集される情報は、日常の通勤、通学トリップについての情報であり、PT 調査で把握することができるすべての目的のうち、ピーク時の交通に大きな影響を与える現況の通勤・通学トリップのみの情報を把握することができる。このため、現況 OD 表を作成するには、通勤通学トリップ以外については別途過去の PT 調査結果を利用したりモデルによって推計する必要がある。

通勤通学調査は TAZ ごとの社会・経済フレームワークを作成するための基礎資料としても活用される。TAZ ごとの所得階層や自動車保有、従業地別の従業人口、就学地別の就学人口、年齢階層等の情報は通常の入手可能な統計資料では把握が困難である。また、これらは後述する非集計の場合には、世帯マイクロデータ作成にも活用される。

(3) 課題

通勤通学調査に関しては PT 調査の以下の項目については概ね同様の課題を抱えている。それぞれについて概説する。

1) 回答者にとって理解しにくい調査票

PT 調査とは異なり、通勤通学調査では世帯及び個人属性と普段の通勤・通学行動について記入するだけであるため、PT 調査と比較すると理解が容易であり、これによって結果に影響が及ぶことは少ないと考えられる。しかし、ジャカルタの通勤通学調査の例では、通勤・通学トリップの乗り換え地点やバスの路線番号、料金、待ち時間等をアンリンクトリップごとに詳細に質問している。また PT 調査の事例ではあるが、コロンボの調査では引越前の居住地、引越前の通勤通学行動、過去の勤務地について質問している。このような詳細な質問をむやみに増やすことで、理解不足による記入間違いや回答拒否、一部回答拒否を増やすことになりかねない。調査票の設計にあたっては各質問についてその必要性や使用目的を確認する必要がある。

2) 生活活動及びトリップに関する情報の不足

通勤通学調査では日常の通勤通学調査のみについて質問するため、PT 調査同様に生活行動に関する情報が不足するだけでなくトリップに関する情報も収集できない。

3) 大規模調査の管理

PT 調査と同様。

4) サンプル数縮減の影響

現況通勤通学 OD 作成を目的とする場合は PT 調査と同じ課題が生じるが、TAZ ごとの社会・経済属性を把握するための就業地別就業人口、就学地別就学人口を把握することが目的の場合はサンプル数を縮減することは可能となる。

5) 高所得者・トリップレートが高い人のデータ取得

PT 調査と同様。

6) サンプリング時のバイアスと作業負荷

PT 調査と同様。

7) 住所の特定

PT 調査と同様。

8) 品質管理体制

PT 調査と同様。

9) 通勤通学調査特有の課題

行商により生計を立てている人、日雇いの仕事を様々な場所で行っている人は一定の就業地がなく、通勤・通学調査の普段の通勤・通学行動について回答できないケースがある。後発開発途上国等ではこれら人の割合が高いことが想定され、彼らの行動については別途 ADS 等で把握する必要がある。

10) その他の課題

PT 調査と同様。

3.1.3 アクティビティダイアリー調査

(1) 概要

アクティビティダイアリー調査(ADS)は、世帯訪問により世帯・世帯構成人員の属性情報と共に、時間軸に沿って1日以上活動と移動(ODと利用交通手段)を調査するものである。PT調査とそれに続く四段階推定法では把握や整理が難しい短トリップやトリップチェーン、世帯構成人員相互の関係(他の世帯人員の学校・職場への送迎など)、調査期間によっては休日を含む1週間分のトリップの情報を収集できるため、PT調査と置き換えるケースやPT調査の補完的な調査に位置付けられる場合がある。また、欧米で採用される機会が多いアクティビティベース需要予測モデル(ABM)構築のための調査として実施されている。PT調査の項でも述べたとおり、Non-home Basedトリップの記入漏れが少ないことも大きなメリットの一つである。

(2) 調査結果

ADSで収集される情報は、所定の時間区分別の活動およびゾーンコードに変換される活動場所、利用交通手段と移動に係る費用などである。活動は大きくは在宅と宅外に分かれ、在宅の場合は就寝・食事・娯楽等、宅外の場合の活動は就業・授業・買い物等PT調査での目的に相当する。

これらの情報を基に、活動と活動の間で利用される交通手段選択の条件や、活動の順序・組み合わせの時間特性、在宅活動と外出率の関係の分析等を行うことができ、在宅者の潜在的な交通需要の分析や短トリップの推計、休日の交通需要やトリップチェーンの分析、アクティビティベース需要予測モデルの構築など、都市における交通政策の新たな側面からの分析に資すると考えられる。

(3) 課題

ADSの課題としては、調査項目がPT調査と比較しても多いため、調査対象である回答者の負担が大きく、回答拒否や無効サンプルの割合が高くなる恐れがある。

ADSの調査票設計に当たっては、時間軸に沿って活動を自由に記入する方法と、所定の時間区分・活動内容が記載された調査票にチェックを入れる方法に大別できる。前者の場合には、データ化がより困難であり、後者の場合には記入ずれや所定の時間区分未満の活動の記載方法のなど課題があり、いずれにしても回答者への負担は大きい。

また、ADS のサンプル数は PT 調査に比べて小規模であるが調査項目が多いため、調査結果のデータ化・論理エラーチェック等に要する労力・時間も課題の一つと考えられる。

これらの対策としては可能な限り質問項目を減らし、簡素化する方法がある。例えば、移動等はオンラインクトリップの詳細については質問せず、利用した交通機関を複数回答で選択し、合計の所要時間や料金、乗り換え回数を質問する方法が挙げられる。また、スマホのアプリ等を活用し、移動については GPS の情報を収集し、機械学習を活用して交通機関や活動内容を推測し、結果の確認のみ回答者が行う形式等が考えられる。

通常は調査の負荷が高いため、これまでの PT 調査と同様の規模で実施されることは少ないものの、5) 高所得者・トリップレートが高い人のデータ取得、6) サンプリング時のバイアスと作業負荷、7) 住所の特定、8) 品質管理体制、9) その他の課題は、PT 調査と同様の課題が存在する。

その他、活動の定義が人によって異なるケースがあり、例えば仕事を探して歩きまわっている人は活動と移動の区分が難しく、明確に定義した上で調査員及び回答者に周知する必要がある。

交通需要予測モデルの重要なインプットとなる将来の社会経済フレームに関して、土地利用モデルとのリンクによるゾーン指標の設定や、非集計モデルへのインプットとしての世帯マイクロデータ(Population Synthesis)の研究も広く行われている。そのため、社会経済フレームに係る課題への取り組みとして、実務レベルでの(交通需要予測を含む)包括的都市モデルの適用例や世帯マイクロデータの実用化について調査を行う。

3.14 SP 調査

(1) 概要

実際の行動を観測する顕示選好(RP: Revealed Preference)調査である PT 調査に対して、仮想的な状況での選好意識を調査する SP 調査は、新規に計画・整備される道路・橋梁・公共交通機関・TDM 施策等の将来需要を予測する際に用いられることが多い。

一般に SP 調査では、既存のルート・交通機関と予測対象とするルート・交通機関の料金・所要時間等の条件比較を基に、選択あるいは順位づけ、評点、マッチングを調査する方法や、仮想の複数の選択肢を提示する方法がある。複数の条件を提示することで、一人の回答者から複数の条件下での回答を得ることができるため、比較的少ないサンプルでモデル構築に必要な情報を収集できる長所がある。

(2) 調査結果

都市交通 MP において実施される SP 調査は、個人が利用可能な選択肢群の中から最も望ましい(個人の効用が最も大きい)選択肢を選ぶという仮定に基づき、交通手段選択の非集計モデルの構築に使われることが多いが、経路選択モデル、居住地選択モデル等に活用することも可能である。

(3) 課題

一般に SP 調査自体の課題としては、提示された条件の下で回答者の選好を調査したものであるため、実際の行動を反映した RP 調査に比較して信頼性が低下する。しかし、調査時点では存在しない交通インフラの設計や評価を行うための需要予測を RP 調査結果から行うことは難しいため、SP 調査が実施されるケースが多い。近年の研究により、SP 調査について信ぴょう性に関する4つの課題と安定性に関する4つ

の課題が示されている³⁹。調査票設計時にはこれらの問題点を軽減するよう慎重に考慮する必要がある。

1) 信ぴょう性

- 被験者が分析者の意図に合わせようとする「肯定(追従)バイアス」
- 利用時の制約をあまり考えないことによる「無制約バイアス」
- 自己の行動の矛盾を正当化する「正当化バイアス」
- 政策決定を自分の有利な方向へ導こうとする「政策操縦バイアス」

上記に加えて開発途上国では被験者が施策内容について十分理解しないまま、あるいは誤解した状態で回答する問題も指摘されている。例えば2章のヤンゴンの事例では、市民の新交通機関に対するイメージが皆無であり、非現実的であり、SP 調査は実施されなかった。このため、開発途上国においては新交通機関のイメージが難しいと想定される場合には選択肢を特定しない方法(例えば交通機関 A、B、C と属性の属性の水準(所要時間、定時性、料金 等)を示す)を用いる。しかし、この方法の場合、快適性や信頼性等の選択肢固有の特性を示す選択肢固有変数を入れることはできない。なお、属性の水準設定については、多くの属性の多くの水準を組み合わせると下記に記載する安定性の問題が生じうる。しかし、一部要因配置計画等の手法を用いることで質問数を効果的に削減することが可能である。

また、自動車利用可能など回答者の属性によって条件の設定ケースが増える場合もあり、SP 調査の設計・実施・分析に当たっては相応の経験を必要とする。

2) 安定性

- 被験者の疲労によるデータ精度の低下。
- 複数回の回答が意思決定に影響を与え、それぞれの選択が独立性を失う。
- 最初の方の回答が、回答に慣れるための練習となり、その信ぴょう性が低下する。

被験者の疲労によるデータ精度の低下については一対比較の場合は 10 回程度までであれば影響が少ないとの研究結果もある⁴⁰。

3.1.5 その他必要交通調査

都市交通 M/P 調査において実施が必要な調査については 2 章にて概説したことから、本項では PT 調査、通勤通学調査、ADS、SP 調査以外の調査のうち、調査手法について現行の調査手法で留意すべき点や新たな調査手法が提案されている調査について記載する。

(1) スクリーンライン調査等の交通量カウント調査

これまで、開発途上国においては人件費が安価であることから交通量は現場での調査員による手動計測を行うことが一般的であった。手動計測は安価であることに加えて調査が迅速であり、現場の状況に合わせて柔軟に対応でき、事故等の特異事象の記録、特殊な車両の記録等にも対応が可能である。一方で、ベトナムやインドネシアの事例では、短時間にきわめて多くのオートバイや自動車がレーンに関係なく走行しており、手動計測での記録は容易ではなかった。また、これまで現場でカウントされた数量が正しいかどうかを検証する方法はなく、過去の調査結果等から妥当性を検証するしかなかった。

これらの課題に対応するため、現場でのビデオカメラでの撮影画像や既設 CCTV (closed-circuit television、

³⁹ 北村隆一、森川高行編 (2002) 「交通行動の分析とモデリング —理論/モデル/調査/応用—」、技報堂出版、p. 88 - 89

⁴⁰ Bradley, M. and A. Daly “Use of logit scaling approach to test for rank-ordered fatigue effects in stated preference data”, Transportation 21, pp. 167-184, 1994.

有線テレビ方式)のビデオ録画を活用し、撮影後に屋内でカウントすることでスロー再生も可能となり、短時間に通過する大量の車両のカウントも行うことができる。加えて、画像が残されているため、カウント結果に疑義が生じた場合も再検証することが可能である。多くの都市で治安対策や交通状況観測のために CCTV が導入されており、これらの都市では CCTV の録画ビデオが入手できれば、現場での調査を実施することなく交通量のカウントを行うことも可能である。

カウントの精度はカメラの設置位置の高さや角度、画質等に影響されるため、CCTV 画像を入手する際は交通量カウントに適した画像を入手する必要がある。また、夜間は白黒カメラや赤外線カメラ等を用いない限り車種の特定制が容易ではないため、留意する必要がある。

ビデオ画像を処理して自動的にカウントする様々な方法も提案されている。例えば、時空間画像を領域分割する確率モデルである時空間 Markov Random Field (MRF) モデル⁴¹等が挙げられる。また、ビデオ画像を機械学習により判別する方法も各種提案されている。

しかし、これらの技術はオートバイが近接して一斉に走行するようなケースを想定していなかったり、カメラの設置位置の高さや角度、画質等の様々な適用条件があったり、初期設定時に時間を要したり、ライセンス費用が発生する等の条件もあり、活用するには各項目について慎重に検討する必要があるとともに、新たな場所で適用する場合はビデオ画像等による手動カウントも併用することが望ましい。

その他の交通量観測手法は道路上に設置したチューブをタイヤが踏む際の空気圧の変化を利用するチューブ式や、金属製車両通過時の磁気の変化により把握する磁気式、発信する超音波の反射波の変化を利用する超音波式等様々な方法が提案されている。いずれも、特に開発途上国においては車種の判定が課題であり、今後の技術開発が望まれる。

(2) 走行速度調査

以前は調査用の自動車に乗車した調査員が地点ごとの通過時刻を紙に記入する方法が広く用いられてきたが、GPS (Global Positioning System)を活用し、GPS ロガーや GPS 機能付きの携帯電話等で位置座標を記録し、後日解析する方法が一般的となりつつある。加えて、多くの開発途上国の都市でも GPS を活用した車両追跡サービスを提供している民間企業があり、それらの会社から GPS のデータを購入することで効率的に情報収集を行うことができる。その際、車両追跡サービスはトラックやバス等の事業用車両を対象としていることが多いため、調査対象車両の車種について留意する必要がある。また、観測間隔やエンジンの起動状況が記録されているかどうかも重要な指標となる。

(3) 安全対策に関する課題

これまでの調査では安全上の課題もいくつか指摘されており、路側 OD 調査での交通安全対策と家庭訪問調査での治安対策について述べる。

1) 道路上のコードライン調査等の路側 OD 調査での交通安全対策

路側 OD 調査は道路上で警察官等によって走行中の車両を誘導して路肩等に停車させ、調査員がインタビュー調査を行うものである。このため、警察官や調査員が交通事故に巻き込まれる可能性が高く、交通安全対策が重要となる。車両を停止させる場所は見通しが良く路側帯に大型車にも対応できる十分な駐車スペースがある場所が望ましく、調査地点の前から案内板等で注意喚起を行った上で、カラーコーン等を用いて非調査対象車両の流動に影響を与えないように配慮しながら調査対象車両を誘導する必要がある。

⁴¹ 上條俊介, 松下康之, 池内克史, 坂内正夫 “時空間 Markov Random Filed モデルによる隠れにロバストな車両トラッキング” 電子情報通信学会論文誌 D-II, Vol.J83-D-II No.12, pp2597-2609, 2000 年 12 月

夜間は視認性が低下するためさらに入念な対策が必要となり、照明を用いた上で、調査員は反射板付きのジャケット等を着用し、安全対策に留意する必要がある。

軸重検査所や料金所、税関等が設置されている場所では車両が停車する前提となっているため効率的かつ安全な調査が可能となる。

2) 家庭訪問調査での治安対策

家庭訪問調査では通常は調査員が一人で対象世帯を訪問するため、調査員が治安の悪い地域等で盗難被害にあうケースや不審者として扱われ地域住民に囲まれるケース等は報告されている。前者のケースでは、調査前に地域の有力者から協力を得た上で、地域の住民を調査員として活用することでリスクを低下させることができる。また、あらかじめ危険が想定される地域では、調査員数を増やしたり、警察官や警備員を同行することも対策として考えられる。

後者については、現地政府の協力を得た上での公な調査であることを明示する書類や証明書、身分証等が有効であるが、地域によっては現地政府に批判的な勢力が優勢であることもあり、各地域の事情に合わせて慎重な対応が必要となる。

(4) 調査許可に関する課題

これまでの多くの調査で交通調査実施にかかる調査許可取得に時間を要するケースが多く報告されている。国、地域によって状況は大きく異なっているものの、許可を要する項目は多岐にわたる。家庭訪問等の調査に対しての統計当局の許可、地域の自治体の許可、調査を実施するローカルコンサルタントの業者登録、調査を実施するローカルコンサルタントに対する調査実施許可、住民登録情報等を利用するための許可、調査員の身分証についての許可、車両を停車させるための許可、港湾や空港等の運営者からの調査実施許可、治安当局からのビデオ撮影に関する許可等がある。規定が広く公開されていないケースや明文化されていないケース、許可取得に非常に時間がかかるケースもあり、都市交通マスタープラン調査全体に影響を及ぼすこともある。調査実施前に慎重に検討を行うとともに、現地政府の行政機関の手続き状況に依存するため交通調査にかかる期間を十分に確保する必要がある。

3.1.6 交通調査についての課題

交通調査の計画に当たっては以下の点に留意し、適切な交通調査の種類・規模を検討することが重要と思われる。

また、都市圏における現況のパーソン・トリップを把握し、交通需要予測モデル構築に向けて、交通調査においては以下の課題を念頭に置くことも重要と考えられる。

表 3.1 交通調査実施時の留意点

調査対象地域の現状	既存の交通調査の有無	JICA や他ドナーが行った交通に係る調査報告書を精査し、可能であれば交通調査結果を入手し、調査地点や調査規模、調査内容を確認し、現在の状況と照らし合わせて適切な交通調査の種類や規模を検討する。
	統計データの整備状況	交通調査に関連する人口・経済状況、自家用車・公共交通に係る統計データの有無や利用可能性を調査・入手し、内容を吟味した上で交通調査・需要予測モデルへの活用可能な検討を行い、適切な交通調査の内容・規模などの計画時に考慮する。
	現地 C/P やローカルコンサルタントのスキルレベル	交通調査の計画に当たっては、円滑かつ確実な交通調査を実施するために、特に交通調査の再委託先となりうるローカルコンサルタントのスキルレベルを、交通調査の実績・経歴等から確認しておくことが望ましい。 また、技術移転の対象となることが多い現地 C/P のスキルレベルを把握し、将来、自律的な交通計画を行えるように適切な交通調査・需要予測モデルを考えることも必要と思われる。
都市交通 M/P の中での役割	交通調査・需要予測の目的	都市交通 M/P の目的に即した交通調査・需要予測モデルの選定が重要である。このため、M/P に含まれるブレ F/S・長期計画の策定に携わる業務従事者と協議し、必要とされるアウトプットを踏まえた適切な交通調査・需要予測モデルの構築を目指す。
	将来フレーム等の将来の社会経済状況の想定	人口センサスなど既存の統計データを調査年次に合わせて補正する場合や、将来需要予測に大きく影響を与える人口フレーム・人口配置等の想定にあたっては、担当の業務従事者と協議を行うことが望ましい。

表 3.2 交通調査についての課題の整理

交通調査	課題	対処法(案)
PT 調査	回答者にとって理解しにくい調査票	・ADS の採用 ・通勤通学調査による代替
PT 調査、通勤通学調査	生活活動及びトリップに関する情報の不足	・ADS の採用
PT 調査、通勤通学調査	大規模調査の管理	・調査規模の小規模化 ・ローカルコンサルタントの調達時に品質を考慮 ・PT 調査実施目的の見直し (TAZ レベルの現況 OD 表作成から需要予測モデル作成へ)
PT 調査	サンプル数縮減の影響	・PT 調査実施目的の見直し (TAZ レベルの現況 OD 表作成から需要予測モデル作成へ) ・現況調査で取得サンプル数が少なく、ばらつきが大きい が将来の経済成長に伴い増加する見込みのあるような交通には補足調査の実施が必要
PT 調査、通勤通学調査、ADS	高所得者・トリップレートが高い人のデータ取得	・スマホアプリやインターネットアンケート調査の活用 ・ショッピングモールやオフィス等での補足調査の実施
PT 調査、通勤通学調査	サンプリング時のバイアスと作業負荷	・衛星画像を用いたサンプリングやルールベースサンプリングの組み合わせ
PT 調査、通勤通学調査、ADS	住所の特定	・スマホアプリの活用 ・タブレットを用いたインタビューの実施
PT 調査、通勤通学調査、ADS	品質管理体制	・スマホアプリの活用 ・タブレットを用いたインタビューの実施
通勤通学調査	一定の就業地がない人の回答	・ADS で補足
ADS	回答者の負荷	・調査の簡素化 ・スマホアプリの活用
SP 調査	信ぴょう性	・適切な調査票の設計
	安定性	・適切な調査票の設計、質問数の削減

3.2 交通調査手段

ここでは、交通調査、とりわけ PT 調査のようなインタビューを伴う交通調査の手段をまとめる。これまでの紙ベースのインタビュー調査手段に加えて、収集の困難な高所得者層データ等の確保のために取り入れるべき様々な新しい調査手段(ショッピングモール・オフィス等補足調査、モバイル機器による調査、インターネットによる調査等)の現況や課題についても整理を行う。

3.2.1 紙ベースのインタビュー調査とコンピュータ支援インタビュー調査

従来の紙(と鉛筆)によるインタビュー調査(PAPI: Paper-and-Pencil Interviewing)は、紙の調査票に回答を全て記入するものであり、調査票は枚数を節約するためにもなるべく理解しやすく簡潔なものに設計される。選択された回答により場合分けされる質問が組み合わさるような複雑な構造のものは、なるべく避けることが望まれる。

PAPI にかかる費用としては、調査員及び監督員の費用(トレーニングや試行も含む)、データ入力、データクリーニング、調査票の印刷など、様々な費用が含まれる。調査票は最終印刷にかけた後は修正をかけることは難しく、事前に内容についての綿密なチェックが行われる。調査員は調査票の内容を完全に理解し、誤回答を防ぐため回答者からの様々な質問に対し適確に説明できるように備えておく必要があるため、十分なトレーニングは必須である。調査結果のデータの精度と信頼性は、調査票のシンプルさと調査員の理解度に大きく依存する。

裏を返せば、PAPI は調査員や回答者による人為的エラーによる影響を受けやすい。そのため、記入済みの調査票や入力済みの内容も精査し、エラーを識別する必要がある。調査データの精度が一定の基準に満たない場合には再度調査を実施する場合もあるが、調査の規模が大きいことや高費用などの理由で実際にはそのまま済ませていることが多い。



Source: Passenger Transfer Bottleneck Survey, 2017, JUTPI Phase 2, Indonesia

図 3.1 PAPI の例(バスシェルターでの調査)

情報技術が進化を遂げる中、コンピュータ支援インタビュー調査(CAPI: Computer-Assisted Personal Interviewing)として、調査票の電子化も進んでいる。次節で説明されるインターネットに接続されたタブレット等モバイル機器の利用は、その代表である。CAPI には、入力データが即チェックされ記入漏れや範囲エラー、論理エラーを防ぐことができ、選択された回答による場合分けの追加質問も自動で表示され、不正確な行為も防ぎ、人件費を節約でき、途中で調査票の修正にも対応可能など、様々な利点がある。

一方で、一般的な課題としては、調査に使用するハードウェアの調達や確保、インターネット通信体制の確保の他、調査員をはじめとするデータ入力者の情報リテラシーの課題があり、これらを克服できてはじめて CAPI の利点を享受できることになる。

3.2.2 タブレット等モバイル機器の活用

新たなデバイスによる交通調査(特に PT 調査)手法としては、タブレット等のモバイル端末を持った調査員が調査対象者に聞き取りを行いながらトリップ情報などを端末に直接入力し、同時に位置情報も GPS や地図を利用して入力を行うことで入力やエラーチェックの手間を省く手法と、調査対象者が自ら GPS ロガーや GPS 機能を搭載したスマートフォン等のモバイル機器を持ち歩くことでトリップを自動的に検知し、後でトリップの確認や目的などの追加情報を本人が入力する手法との、大きく2つが存在する。

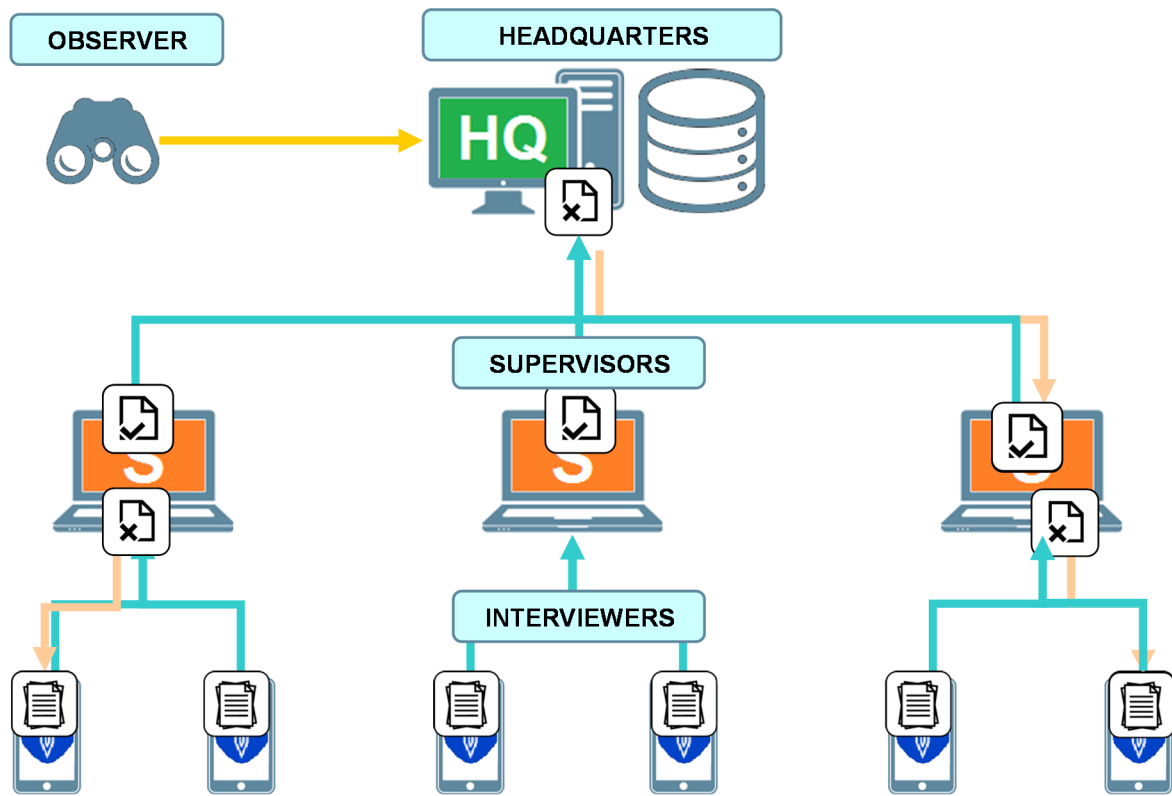
Craig(2014)⁴²によると、アフリカ(タンザニア及びケニア)にて実施されたタブレット端末を持った調査員によるインタビュー調査では、一票当たりの単価は紙ベースの調査(PAPI)に比べ74%の費用縮減が、また一票当たりにかかる時間は46%の時間の短縮ができたとされている。費用の縮減は主にデータクリーニングの必要度合いが少なくなったことや、調査員の人件費の縮小に起因し、時間の短縮は主にデータ入力にかかる時間の短縮に起因していると報告されている。

一方、本プロジェクト研究のレビュー対象であったサンタクルス交通 M/P 案件でもモバイル端末(タブレット)を持った調査員による PT 調査が実施されており、先述したとおり、データ入力エラーや不正確な記入の防止、精度の高い位置情報等のメリットがある一方、アプリケーションのエラーやバグ、蓄積データのアップロード等、様々な問題や課題が指摘されている⁴³。

世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが国連食糧農業機関(FAO)と協力して開発したフリーソフトウェアである「サーベイソリューション」は、タブレット(アンドロイド)端末を持った調査員による調査データ入力の手法の一つで、複雑で大規模な調査を最小限の技術支援で実施できるよう、安価で持続的なソリューションを提供することを目的としている。タブレット端末は調査実施主体が用意しなければならない。また、ソフトウェアのダウンロードは無料だが、世銀のサーバーの利用が必須で開発途上国の政府機関であれば基本的に無料であるほか、民間や学術機関も廉価で利用することができる。アプリケーション上の調査票の作成も調査実施主体の責任で行うが、ユーザーフレンドリーな調査票作成プログラムが用意されている。インターネットに接続され次第、調査データが世銀本部のサーバーに転送される。「サーベイソリューション」は既に70ヶ国以上への利用実績があり、最大の調査は南アフリカの2.6百万世帯を対象にした調査となっている。PT 調査としての利用実績はまだないが、複雑なトリップ調査票の作成も可能と見受けられる。

⁴² Craig, Leisher (2014), "A Comparison of Tablet-Based and Paper-Based Survey Data Collection in Conservation Projects," *Social Sciences* 3, no. 2: 264-271.

⁴³ Wilcox, A.B., Gallagher K.D., Boden-Albala, B., Bakken, S.R. (2012) "Research data collection methods: from paper to tablet computers". U.S. National Library of Medicine Supplement 50:S68-S73.



出典: World Bank

図 3.2 サーベイソリューションのシステム



Source: Advancing CAPI Technology with Survey Solution, booklet by the World Bank

図 3.3 サーベイソリューションの実施状況

3.2.3 スマートフォンによるトラッキング

欧米では調査対象者が GPS 機能及び加速度計を搭載したスマートフォン等のモバイル機器を持ち歩くことにより、自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらう調査手法が実用化されている。開発途上国においても、インドネシアを例に挙げると、国際的市場調査機関である Emarketer によれば、スマートフォンのユーザー人口は 2017 年の 6,500 万人から 50% 増加し、2019 年には 1 億人を超えると予想されている。スマートフォンによるトリップ調査には以下の特長がある⁴⁴。

- データ収集の速度が大幅に上がり、調査規模にもよるが調査データベースの完成までに要する期

⁴⁴ Trucano, Michael, "Using mobile phones in data collection: Opportunities, issues and challenges," A World Bank Blog on ICT Use in Education, 2014.

間が数週間から数か月短縮される。同時に、密接なモニタリングにより問題が発現してもほぼリアルタイムで修復することができる。

- デジタルデータの入力により、PAPI におけるデータ入力及び転写エラーを大幅に削減できる。インターネットによるデータ転送によりデータの“輸送”中に誤って紛失することもなくなり、データの保管やアクセスも容易となる。
- 初めてのデータ収集であっても、調査員や回答者もスマートフォンの操作に慣れていることで安定した操作が期待できる。特殊な操作が必要な場合にもオンラインヘルプデスクや動画の活用など、新たな技術サポートが可能である。
- ラップトップなど他のデバイスに比べ、より頻繁な充電も可能になる。

一方、この調査手法で最大の課題は、検出されたトリップに対する調査対象者の確認プロセスである。機械学習機能により交通機関や目的の判別はある程度行えるが、コスト情報入力とともにこの確認プロセスが最重要であるにも関わらず、調査対象者が多くの検出されたトリップを目にした場合、きちんと読まないで“確認”を済ませることがよく起きている。そのため、電話等による定期的な調査継続の確認やフォローアップ、さらに調査対象者にそれなりのインセンティブを与えることが必要である。さらに開発途上国における同様の調査の場合、スマートフォン所有者を調査対象に選ぶことにより生じるサンプリングバイアスの問題、仮に調査のためスマートフォンを提供したとしても調査対象者がスマートフォンの操作に不慣れな問題や地図の読み方に不慣れな問題、バスやパラトランジットの乗り継ぎと活動のための滞在の自動的な識別が容易ではない問題、なども存在する。

世界で実用化されているスマートフォンによるトリップ調査には、rMove, MEILL, FMS (Future Mobility Sensing), Motion Tag の大きく4つのアプリケーション(またはシステム)が開発されており、Motion Tag 以外は TRB でヒアリングを行うことができたので、その概要について以下にまとめている。

1) rMove

rMove は米国 RSG 社により開発されたアプリケーションで、ニューヨーク都市圏での 10,000 サンプルやシカゴ都市圏での 7,000 サンプルのトリップ調査を含め、米国(他にオハイオ州)及びイギリスで利用実績がある。また、中国(北京)では、北京交通発展研究院との協働により rMove によるトリップ調査を行った経験があるが、インターネットの無線帯域やセキュリティ、アクセス等の制限の問題でシステムがうまく機能せず、rMove を中国向けに改造しなくてはならなかった。また、中国のセキュリティポリシーのためクラウドサーバーも使用することができず、ローカルサーバーを使用せざるを得なかった。

調査の流れとしては、調査対象者は調査依頼をメールで受け取り、調査参加に同意した後、調査員が訪問して調査内容と調査対象者の所有するスマートフォンによるトリップ調査の仕組みについて説明を受ける。調査対象者は rMove を自分のスマートフォンにインストールし数日間一定の時間帯にアクティベートさせる。トリップが検出されると、連続したトリップも含め一日の終わりまたは週の終わりにそれらのトリップに関する質問画面が現れる。しかし、トリップの詳細は忘れてしまったり、疲れて入力を怠ってしまったりすることもある。なお、rMove は WiFi 接続でも位置情報の取得が可能である。

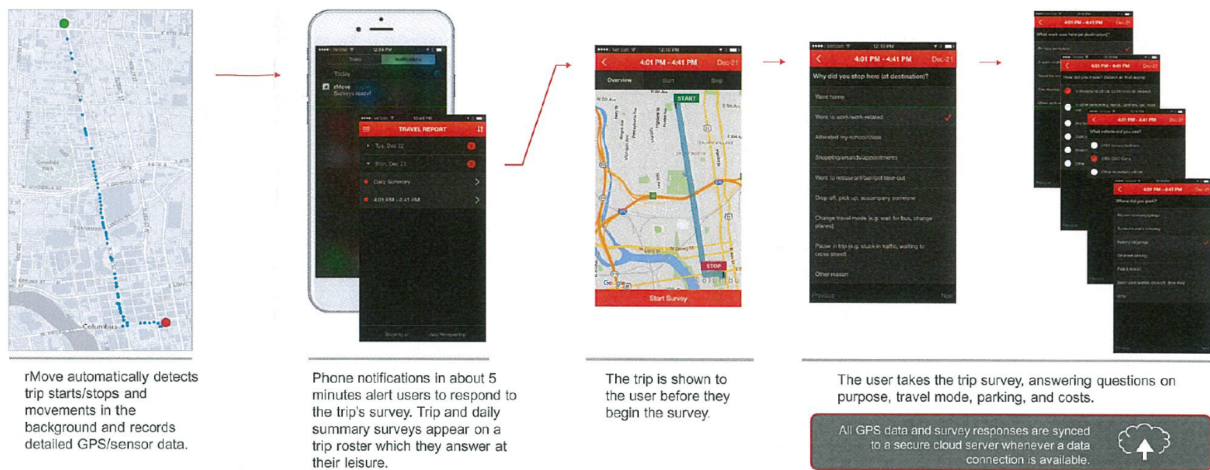


図 3.4 rMove によるトリップ調査の流れ

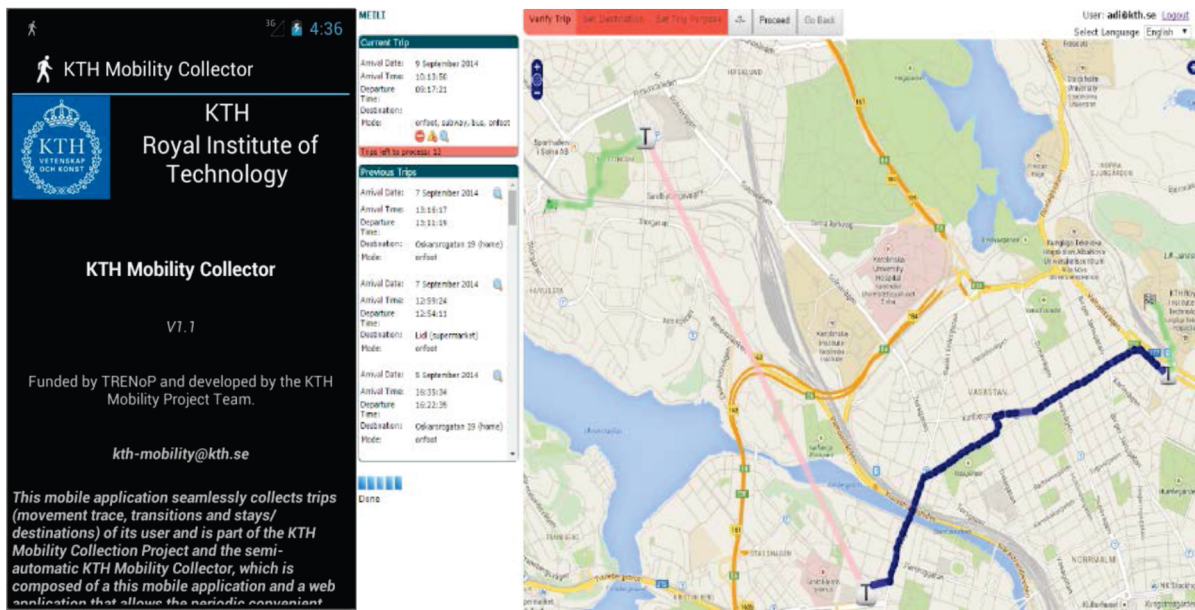
調査対象者へのインセンティブとして、約7日間の調査協力あたり 10USドルを目安に謝礼金を調査開始時と終了時に半分ずつに分けて支給している。スマートフォン非所有の調査対象者にはスマートフォン自体を支給することもある。

スマートフォンによるトリップ調査でも交通機関の検出は特に困難で、特に公共交通の待ち時間により異なるトリップとして検出されるかどうかは課題である。また、低所得者層の交通行動や普段行わないトリップなどについても、正確なトリップの検出が課題となる。

バッテリーの消費による問題については、運用当初は深刻であったが、現在はバッテリーの節約をするようにアプリケーションを改善するなどにより、問題はほぼ解消されつつある。

2) MEILI

MEILI はスウェーデン王立工科大学の Yusak Susilo 教授の研究チームが開発したアプリケーションである。プログラムはオープンソースで、機械学習を前提にしているため、例えば交通渋滞に起因する停止や乗り換えに起因する停止との区別はつくものの、最初は半自動的にトリップの詳細を入力する必要がある。利用実績としてはストックホルム(約 200 サンプル)及びヨーテボリ(約 100 サンプル)があるが、調査対象者が若年層に限られており、あくまでこれまでの PT 調査に対する補足調査的な位置づけになっている。スウェーデンでは大多数が iPhone の利用者ということもあり、iPhone 向けに開発されたアプリケーションである。なお、今後はインドネシア(ジャカルタ、バンドン)やシンガポールでも MEILI を利用した同様のトリップ調査が計画されている。



出典: KTH Royal Institute of Technology

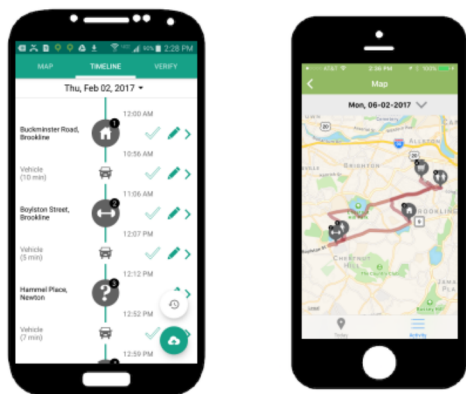
図 3.5 MELIT によるトリップ調査の例

Susilo 教授によると、トリップデータの収集プロセスにはこれまでの紙の調査票ベースのトリップ調査と同じくらいの期間を要するとのことである。また、スマートフォンを用いた新たな交通調査手法においても、(機械ではなく)人を介する必要があることについて理解されていないことが多い。それでも、紙の調査票ベースのトリップ調査と比べ、スマートフォンによる新たな交通調査手法では交通機関の正答率は 80%、目的になると 40-50%程度に低下すると言われている。また、トリップの詳細の精度を高めるとすると、バッテリーの消費量が増えることになるとも言われている。

3) FMS

科学技術の最先端分野に在るシンガポールの世界的な研究者と MIT 間の交流のための知的ハブとして設立された Singapore-MIT Alliance for Research and Technology (SMART)は、FMS (Future Mobility Sensing) と呼ばれるスマートフォンをベースにしたトリップ調査のプラットフォームで、機械学習機能やモニタリングシステムも備えており、Mobile Market Monitor(MMM)により商用化されている。FMS は米国アリゾナ州フェニックス(約 7,000 世帯計約 3,000 人)、シンガポール、テルアビブ、ダルエスサラーム、ブリュッセルの各都市での利用実績がある。ダルエスサラームは途上国で FMS によるトリップ調査を実施した最初の都市であり、世銀の援助によりスマートフォン(アンドロイド)を 600 人の調査対象者全員にインセンティブとして支給することにより、4~6週間のトリップ調査が行われている。このダルエスサラームでの FMS によるトリップ調査は、準備から調査データベースの完成まで約1年かかっている。

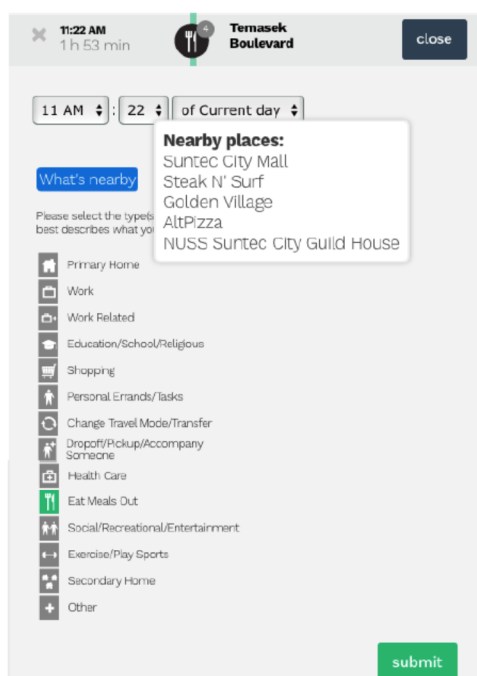
iOS & Android Apps



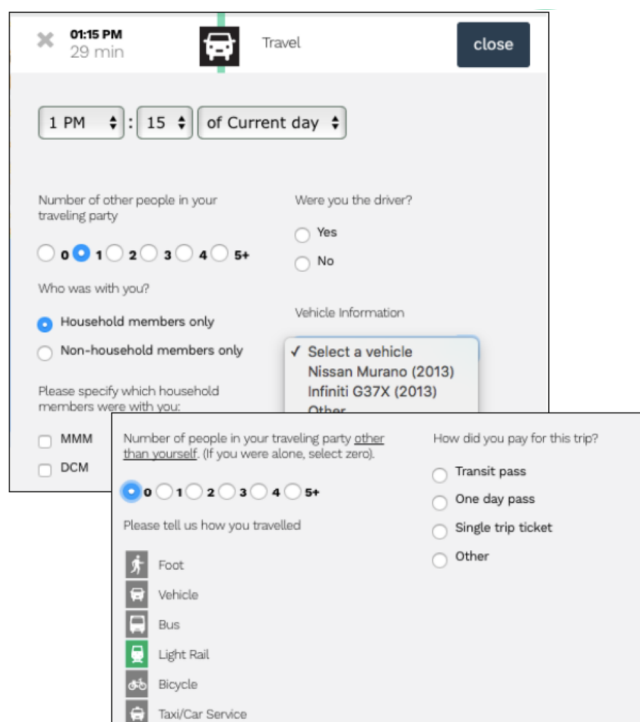
Computer/Tablet



Stop Verification



Activity Verification



出典: MMM

図 3.6 MMM によるユーザーインターフェイス及びアクティビティの確認

トリップに係る追加情報は、一日または一週間の終わりにスマートフォンに送信される毎日のトリップのリストで調査対象者が確認し、運賃等のコストや交通機関、目的などを入力することにより完成される。交通機関や目的などが修正された場合には、その都度、機械学習機能により識別能力が向上する。滞在とトリップはシステムにより自動的に生成され、自動で生成されたものが実際と異なる場合には調査対象者が修正することも可能であるが、操作が煩雑になるため修正されないケースも多い。バッテリーの消費も、スマートフォンの加速度計が人の動きを感知した時にのみ GPS 機能が起動するようにするなど、精度が落ちるリスクがあるものの、節約の工夫がされている。

蓄積されたトリップデータのスマートフォンからの送信は、15～30 分間隔で WiFi 接続状況を確認し、接続され次第クラウドサーバーにアップロードされる。なお、このダルエスサラームのトリップ調査は研究目的

のパイロットフェーズであるため、調査データは OD 表の構築などの実務目的には使用されていない。

3.2.4 インターネットアンケート調査

インターネットアンケートは、インターネット上に構築されたアンケート調査票に基づき、回答者が回答していく調査方法である。アンケート調査票の設計・構築を行えるサービスがあり、手軽にアンケート調査が行える。

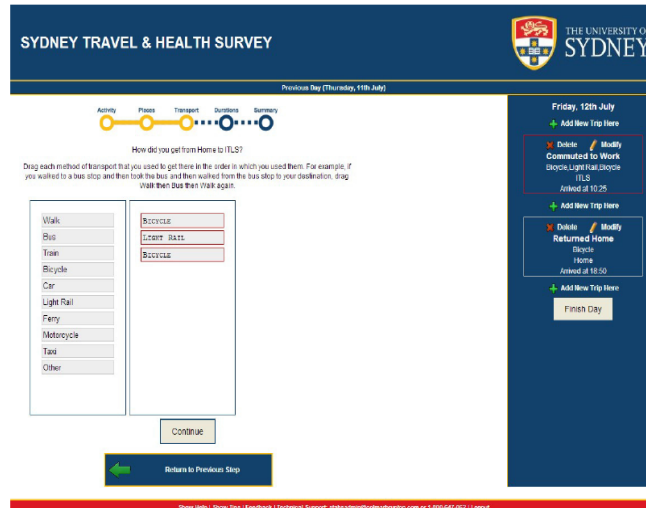
主なメリットとして、回答者との接触が無いため、アンケートの郵送・回収・聞き込みが無く、従来の紙ベースの調査手法と比較して最も安価である。また、プログラムによって無関係な質問のスキップ、繰返しの質問を簡単に行うことが容易に可能で、アンケート上で回答者の理解を促進させるための適切な質問を生成できる。近年ではスマートフォン用にデザインできるため、スマートフォンでも回答可能で、回答時はリアルタイムでデータ入力が可能のため、回答の妥当性検証、チェック回答の矛盾の特定、または訂正などを促すことができる。また、サーバー上に直接回答結果を保存できるため、エラーの削減、データの収集、処理が従来の他の方法より高速であり、サーバーに集計されたデータを用いて、回答者の行動を即座に分析することが可能である。

なお、実施上の留意点としては、スマートフォンの使用や、識字率の程度、インターネット普及率によっては、回答対象が限られる場合があり、データに偏りが生じる可能性がある。このため、サンプルが取れない可能性を考え、最小サンプル数の基準値を設ける必要がある。

また、オープンクエスチョン方式は、サンプル抽出の観点で偏りが生じる場合があるため、できるだけクローズクエスチョンにする必要があること、サンプル抽出方法は従来通り無作為抽出とし、回答時にインターネットサイトに誘導するなどの方法を取り入れる必要がある。

出典: Sydney Travel and Health Survey (The University of Sydney)

図 3.7 アクティビティ画面



出典: the Sydney Travel and Health Survey (The University of Sydney)

図 3.8 トラベルモード情報のドラッグ&ドロップインタフェース

3.2.5 ショッピングモールやオフィス等での補足調査

収集の困難な高所得者層データ等の確保のためにショッピングモールやオフィスビル等で回答者に調査する方法は、街頭で調査するインターセプト法と同様で、有為サンプリングの一種である。家庭訪問による調査では回答拒否されやすい高所得者層が最も出入りする可能性のあるショッピングモールやオフィスビル等が最も効率良くインタビューできる場所として選ばれる。

家庭訪問する調査員を家に受け入れるのではなく、公共の場所での調査という点で一定の安心感がある一方、回答者がインタビューに割くことのできる“自由”時間が限られるため、インタビューに要する時間は適度に短く設定する必要がある⁴⁵。ショッピングモール出入りする人やオフィスビルに出入りする会社員を無作為に呼び止めてインタビューに協力依頼することになるため、実際に回答した人の中には対象としている高所得者層以外の人も当然含まれており、調査データを実際に補足データとして活用するには、属性や地域的な観点からもデータのバイアスや分散について十分考慮に入れる必要がある。

これらの補足調査の実施許可を得るのは、比較的ショッピングモールの方が容易で、通常、オフィスビルのマネジメントより許可を得る方はハードルが高い。その分、一旦許可が下りれば、オフィスビルの会社員らは比較的信頼してインタビュー調査依頼に応じ、各会社への訪問インタビューも実現する可能性はある。



出典: <https://www.snagajob.com/job-seeker/jobs/job-details.aspx?postingid=32830244> (左)
<http://surveymeter.org/read/54/pilot-test-survei-komfas-ifs-5-tahun-2014> (右)

図 3.9 ショッピングモール(左:米国)及びオフィス(右:インドネシア)でのインタビュー調査の例

⁴⁵ Kumata, H., Scramm, W. (1956) “A pilot study of cross-cultural methodology”. Public Opinion Quarterly, p. 229-237.

3.2.6 効率的な交通調査の手段についての課題

IT の革新的な発展によって前節で述べたような方法を用いた交通調査を実施することで、効率的な交通調査を行うことが可能と考えられる。しかし、開発途上国においては、技術やその国の制度、考え方が異なるため、効率的な交通調査を実施するには、以下のような課題が生じる場合がある。

例えば、新しい技術を利用して交通調査の調査票を作成しても、回答者に回答の入力の仕方などについて知識が無ければ、入力サポートのために人材を割くことになる場合や、バイアスが生じる可能性がある。また、通信技術を用いた交通調査では、インターネットの帯域幅、セキュリティ、および中国などのインターネットアクセス規制を行っている国では期待されていたほど十分に機能しない場合がある。

新しい電子機器を使ってデータ収集する場合(タブレットやモバイルを利用)は、その操作方法や特性をしっかり把握したうえで利用することが望ましく、情報リテラシーが必要であることが迅速な調査実施の課題になることがある。また、この他、データ収集するアプリケーションの技術的な問題と使用感について広範囲に調整やテストをする必要があること、予期しない電子的な問題(例えば修正したデータが削除された、収集データの送受信ができなかった等)への対処が場合によって起こることに留意する必要がある。特に、オンラインを前提とした通信機器を用いる調査の場合は、インターネットのアクセス状況が悪い地域や時間帯などは期待通り動作しない可能性があることに留意する必要がある。

個人のスマートフォンなどを利用した調査では、①スマートフォンを使わない人への対応、②異なるアプリケーションプラットフォームへの対応(iOS、Windows、Android、Blackberry)、③バッテリー消費への留意とプライバシー保護に関する説明や配慮、④回答率上昇へのポスター、リーフレット、放送、およびソーシャル・ネットワークワーキング・サービスなどのインセンティブ付などの対応が必要である。

また、ITを活用して従来型のOD推計法に固執せず、携帯電話データ(CDR)を前提としたOD表の推計法も今後検討の対象に入れていくべきであるが、トリップ目的の抽出、キャリア間のバイアス、SIMフリー携帯における頻繁な番号変更などによってトリップ情報が把握できない等の課題がある。さらに、CDRデータなど、携帯電話会社などで既存データの購入・利用を行う際には、利用許諾を政府などに求める場合もあるが、機密データの扱いになっているところも多く、そもそも利用できない等の課題がある。

一方、補足調査の方法としてショッピングモールやオフィスでインタビューを行うインターセプト調査は、家庭訪問による調査では回答拒否されやすい高所得層のサンプルを収集するのに比較的有効な方法であるが、調査の質問量が多いと回答率が低くなる可能性があるため、質問量を少なくし簡潔にインタビューすることができるかが課題である。

3.3 関連データ

3.3.1 既存 M/P 調査の需要予測モデルへの入力値

従来型の四段階推定法による需要予測の場合、M/P 調査の中で実施される PT 調査で収集される世帯所得やトリップデータを基にモデリング・パラメータ推定を行うが、その前提となる現況の人口配置などは既存の統計資料・データを参照する。M/P 調査の対象地域の世帯数や人口等は PT 調査のサンプリングや調査結果のサンプル拡大を行うために必須であり、また将来の人流の総量を決定する将来人口フレームの設定には、既存の人口センサス等の統計資料を用いることが一般である。

一般的には、トリップの特徴やモード選択に影響する世帯所得別に交通需要予測モデルは構築されることが多い。途上国に於いては、世銀等が支援する経済センサスデータが希に存在することがあるが需要予測

に活用可能な詳細なデータが入手困難であるばかりでなく、そもそも需要予測に利用可能な世帯所得のデータが無い場合が多い。

また集計の需要予測モデルによっては、変数に居住地・従業地/学校ベースの就業者や学生数を取り入れている場合もある。居住地ベースの就業者・学生数は人口センサスから集計が可能な場合もあるが、従業地・学校ベースのデータを更新するためには別途、労働統計データを収集するか土地利用などから推計することになり、データ入手のハードルや精度・労力の面で問題が生じることもある。

非集計の場合であっても、モデル自体のパラメータ推定は小サンプルの調査で可能であるが、地域全体の状況を把握するためには TAZ 別人口や居住地・従業地/学校ベースの就業者や学生数等のデータは必須である。また、世帯マイクロデータ作成のための元データ(通常数パーセントのセンサスや通勤通学調査等のサンプルデータで世帯構成や世帯収入、世帯者車両保有、世帯構成員の年齢、性別、職業等の情報を含むもの)も必要となる。

人口センサスの他には、自家用車・オートバイの保有状況の確認のために、自動車登録台数等のデータを収集することもあるが、市郡単位での集計結果のみである場合が多い、新規登録台数のみの統計が多い(実際に運用されている台数と乖離している)、登録台数であっても廃車時に削除されていない、登録した市郡とは異なる地域で運用されている(登録料や税金が市郡によって異なる場合)、税金対策等により登録されていない等の問題があり、その活用は容易ではない。オートバイ等は税金を逃れるため部品のまま輸入され、違法のナンバープレートをつけて組み立てられると統計データに計上されていない車両となり、そのような車両多く存在する国もある。

この他、将来の人口配置を予測するにあたり、都市部拡大の予想や開発余地等を把握するために土地利用データを使用する場合もある。しかし土地利用データの整備・維持管理には多大な労力と費用を要するため、土地利用データが整備されている国・地域は少なく、またデータが存在しても長らく更新されていない、実用に適さない精密度、M/P の対象地域の一部のみデータが存在する等の問題がある場合もある。

また、配分モデルに際しては、道路ネットワークおよび公共交通運行ネットワークが必要とされる。現在は多くの国で道路ネットワークの GIS 化が進められているが、道路等級・延長・車線数・幅員・路面状況等の道路情報が網羅されているケースは少なく、既存のネットワークデータが存在しない場合は M/P 調査の中で実走による道路インベントリ調査を行うこともある。近年は Google Street View 等の写真データが整備されている都市では、道路インベントリ調査の際にそれらを活用するケースもある。また、公共交通ネットワークについては、鉄道等の大容量交通機関の場合は WEB 等での運行情報の提供が一般化しており、運行主体または公共交通管理主体からの情報提供に依存するケースが多い。しかし、バスやミニバス、乗り合いタクシー等についてはこれらの情報が提供されているケースは少なく、行政機関から許認可の情報を入手したり、スクリーンライン調査、公共交通コリドー OD 調査等の情報を活用する。

3.3.2 センサスデータ

(1) 概要

多くの国では国連の勧告に従って、およそ 10 年周期で自国の人口静態統計を得るために家庭訪問調査などによる人口センサス調査を行っており、この結果は各国の統計局等が行う将来人口予測や議席配分など政策決定に寄与している。また、最も信頼性の高い社会的基礎データとして他の統計調査のフレームとして活用されている。しかし、後発開発途上国等では予算制約により長期間人口センサスが実施されていない国や直近のセンサス実施が遅れている国もある。

人口センサスは基本的には全数調査であるため、調査や集計に要する時間・費用は大きく、調査結果が公表されるまでに調査開始から通常 2 年程度を要する。このため、日本やその他ドナーの技術的・経済的な支援を受けて調査を行った途上国もある。

人口センサスでは、世帯とその構成員に関する年齢・性別等の情報をコア情報とし、各国の実情に応じて、世帯のタイプや構造、宗教や職業・年収などの情報も収集される。人口センサスの集計結果として良く目にするのは、人口ピラミッドや市町村別の世帯数や性別・年齢階層別人口表などである。

(2) 課題

- 全数調査ではなくサンプル調査の場合が希にある。
- 調査ゾーンの区割りが選挙名簿を基本とされることがあり、行政区分と必ずしも一致しない場合がある。
- 行政区分が変わり、前回のセンサスの調査ゾーンと異なる場合がある。
- M/P 調査開始時にセンサス調査が準備中であるなど、最新のセンサス結果の入手ができず、やむを得ず 10 年近く昔のデータを補正してサンプリングに用いる場合がある。
- センサスの集計報告書は基本的に各国の統計局の WEB サイトより入手できる場合が増えているが、例えば区等の行政区分の最小単位やセンサス調査ゾーン単位での年齢階層別性別世帯・人口の情報が必要となる場合、生データの入手が難しい場合がある。
- 勤務先や学校、所得等の情報が調査されているケースが限られている。

3.3.3 衛星画像

(1) 概要

衛星画像は一般的には建物のフットプリントや土地利用データの構築、或いは道路ネットワークの構築に活用されることがある。衛星画像は M/P 調査の中で、現地政府が保有するデータを提供される場合もあれば、M/P 調査の予算で民間から購入する場合もあり、後者が一般的である。

入手したデータは画像解析による土地被覆分類(人工物・水域・森林など)や人力による建物のフットプリントや地籍図の作成に用いられ、現場での建物用途調査等の情報と統合され土地利用図として使用される。また、PT 調査等のサンプリングに活用することもできる。プロジェクトによっては、インフラ事業による非自発的移転の影響件数把握や地形情報の作成等にも活用されることがある。

(2) 課題

- 現地から既存衛星データを提供される場合、解像度(地上分解能)が低い、撮影年次が古いなどの理由から使用に適さないデータがある。また、プロジェクトでの利用許可について著作権の確認が必要となる。
- 民間から衛星画像データを購入する場合、解像度・購入面積に応じて多大な費用が掛かる。
- 直近のアーカイブが存在しない場合や、存在しても雲量が多い、撮影角度に問題がある場合はさらに古いデータを購入したり、新規に撮影を依頼する必要がある。新規に撮影をする場合はさらに高額となる。古いデータを活用する場合は同じ都市圏でも地域によって撮影年次が異なってしまう、データの取り扱いに留意が必要となる。
- 衛星画像を基にした画像解析を行う場合、時間・費用を考慮すると解析の外部委託が望ましいが、その場合でも委託費が問題となる。
- 衛星画像からフットプリントを起こし、建物利用データを作成する場合、現場で建物用途を調査する必要があり労力・時間・費用が要求される。

3.3.4 CDR (Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)

(1) 概要

CDR は携帯電話事業者が料金課金のために個人が携帯する情報端末との通信のやり取りのデータを蓄積したビッグデータの一つであり、長期に亘る情報端末の移動を把握することができる。また、情報端末を携帯する個人の属性を別途収集し、拡大することで、人流を推計することができる。なお、CDR はデータ量が多くてもサンプルのデータであり、全数のデータでは無いことを念頭に置いて活用方法を検討すべきである。

CDR は携帯電話を使用した時点の地点(近傍の通信状況の良い通信アンテナ)と時刻の情報の蓄積であり(個人を特定できる電話番号もデータとして蓄積されるが、通常は情報提供の際に任意の ID に変換される)、必ずしもトリップエンドを表現するものではないが、長期に亘るデータの分析により頻出する地点や時刻を参考に自宅や職場あるいは学校等の位置を推定することができる。また、過去のパーソン・トリップ調査がある場合にはパーソン・トリップ調査の結果と CDR データを複合的に用いて現況 OD 表を更新する方法も開発されている⁴⁶。

(2) 課題

- CDR データは、対象国のセキュリティや個人情報保護の観点から情報の入手が困難な場合がある。
- CDR に基づく位置情報の精度は、通信アンテナの位置に依存し、通信状況によっては、端末自体が移動しなくてもデータ上は移動したように見える場合もある。
- 携帯電話の保有率は高くなったとはいえ、貧困国における携帯電話の保有には地域差があると思われるため、データの歪みが想定される。
- 通信キャリアが多く存在する国においては、1 社からデータを入手できたとしても、通信サービスエリアやサービス利用者の分布を考慮し、補正する作業が必要となる。
- CDR から収集・分析される結果はトリップエンドのみであり、移動経路や交通手段は分析の目的に応じて別途収集する必要がある。

3.3.5 Wifi/Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合

(1) 概要

個人が所有する PC やハブ、ルーター及びモバイル端末等には、ネットワーク上のノードとして識別するための MAC アドレスが割り振られている。この MAC アドレスは基本的には一意であり、Wifi や Bluetooth 等を介してネットワークにアクセスした際の通信ヘッダーに送信元・送信先の MAC アドレスが組み込まれることで情報が正しくやり取りされる。

このため、この MAC アドレスを追跡することで特定の端末の移動経路を特定ことができ、交通分野への応用が研究されている。例えばバンコクにおける実験⁴⁷では、特定エリア内に設置した Wifi ルーター群にアクセスした端末の MAC アドレスを蓄積し、これを解析することで交通流動の変化の研究を行っている。

⁴⁶ Ge, Q. and Fukuda, D. (2016) "Updating origin-destination matrices with aggregated data of GPS traces", Transportation Research Part C, Vol. 69, p. 291-312

⁴⁷ Potanon, T., Panwan, P., Ishizaka, T., Narupiti, S. and Fukuda, A. (2017) "Observation of Traffic State Based on Mac Address Matching by Using Bluetooth" Presented at the 12th International Conference of Eastern Asia Society for Transportation Studies, Ho Chi Minh City

(2) 課題

- MAC アドレス追跡は、携帯端末を保有し且つ Wifi または Bluetooth 機能をオンにしている端末をサンプルとするため、収集したデータの補正や拡大方法についても検討する必要がある。
- MAC アドレス追跡から把握できる情報は、Wifi ルーターの設置密度に応じた移動経路であり、移動モードやトリップ目的の分類は難しいと思われる。このため現場での活用に当たっては、機能を理解して目的に合わせて活用場面を検討すべきである。
- 本来 MAC アドレスは機器に固有の番号だが、偽装可能な機器もあり、途中で変更されると追跡できない。

3.3.6 過去調査やセンサス等の関連データについての課題

過去調査やセンサス等の統計・関連データに係る課題を以下に整理する。

表 3.3 過去調査やセンサス等の統計・関連データに係る課題の整理

関連データ	課題	対処法(案)
既存 M/P 調査の需要予測モデルへの入力値	<ul style="list-style-type: none"> ・世帯所得データの入手が困難 ・ゾーン別従業者数や学校ベースの学生数などの入力値の推計 ・将来の人口配置予測に利用できる土地利用データが入手困難 ・交通ネットワークデータの更新 	<ul style="list-style-type: none"> ・改めて通勤通学調査調査等を実施し、モデルに必要な指標を収集、更新 ・統計等の生データ提供依頼および提供費用の考慮 ・道路インベントリ調査など必要な付帯調査の計画、実施
センサスデータ	<ul style="list-style-type: none"> ・精度の問題(全数調査で無い場合) ・センサスの調査ゾーンの問題 ・最新データが入手できない場合の補正 ・詳細なデータが入手困難な場合がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・既存センサスデータが古い場合、更新に活用できる統計やデータを収集、分析 ・人口フレーム設定に係る作業を考慮したリソース投入
衛星画像	<ul style="list-style-type: none"> ・分析に適した解像度のデータは高価 ・画像解析に係る費用、時間 	<ul style="list-style-type: none"> ・画像解析や土地利用データを考慮したリソース投入 ・地籍図等は別案件で対応
CDR	<ul style="list-style-type: none"> ・データの入手が難しい ・技術的な問題がある ・サンプルの歪み ・取得可能なデータが限定的 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状では、別途実施される PT 調査などから推定される現況 OD の補正や長期変動の把握などに利用
MAC アドレス照合	<ul style="list-style-type: none"> ・サンプルの補正や拡大方法 ・取得可能なデータが限定的 ・MAC アドレスが偽装されているケースがある 	<ul style="list-style-type: none"> ・現状では研究段階であり、現場での活用は限定的

第4章 交通需要予測の改善の方向性の検討

本章では、特に交通需要予測に着目し、第2章における問題点等の整理や協力ニーズも踏まえ、まず従来の集計(四段階推定)モデルで現実的に起きている予測のずれの要因の構造的整理の結果から、集計モデルにおける限界にも言及しながら、既往の需要予測における教訓等の整理を行う。その上で、集計・非集計モデルそれぞれの特徴について整理し、開発途上国における適用にあたって、オンデマンド型や相乗り型のタクシーサービスの普及など最近の動向も踏まえた可能性や課題等について検討を行う。続いて、日本の事例(主に OD 表の更新の取り組み)および欧米の事例(主に需要予測モデルの非集計化への取り組み)についても取りまとめる。また、集計・非集計モデルの活用に加えて、土地利用、世帯マイクロデータ、世帯自動車保有モデル等その他のモデルの活用課題についても取りまとめる。その上で、開発途上国の多様な生活様式や交通行動、それに対応した TDM をはじめとする各個人の交通行動に働きかける様々な交通施策の影響を柔軟に表現できる交通需要予測手法として、従来の集計モデルから非集計モデルへの移行が推奨される。一方、交通調査についても非集計モデルの構築に最適な基幹調査としてアクティビティダイアリー調査を推奨し、そのサンプル数算定の考え方と留意点についても整理を行う。また、非集計モデルを交通需要予測の主体とするにあたり、今後必要になる需要予測ソフトについても整理しつつ、JICA が開発した交通需要予測モデルである JICA-STRADA の今後の活用方法についても検討を行う。

4.1 四段階推計モデルについて

四段階推定モデルは発生集中、分布、分担、配分の 4 つのステップを踏まえた手法である。開発途上国への適用においては、第二章の既往の予測結果検証で整理したように、各段階で予測のずれが見られた。

以下に各段階における計算方法の概要と予測結果のずれ、及び構造要因分析結果について示す。

1) 発生集中

この段階では、各交通ゾーンの発生量(当該ゾーンから出発するトリップ量)と集中量(当該ゾーンに帰着するトリップ量)を推計する。一般的にはトリップ目的別重回帰モデルに将来値となる人口や車両保有台数など社会経済指標を入力し、ゾーンごとのトリップ発生量・集中量を求めるものである。既往の予測では、現地側の社会経済指標の整備状況に依存しているのが一般的であるが、ずれの構造的要因としては、モデルが Home Based/Non-home Based の別に分かれていないケースや、自動車保有台数などが変数として含まれていない等の要因が影響していると示唆された。

2) トリップ分布

トリップ分布は、前段の発生量/集中量をどのゾーンからどのゾーンへ移動するか、及びその量を推定する段階である。この段階では目的別(通常、通勤、通学、ビジネス、プライベート、帰宅)の 5 種類別で推定されることが多い。推定するモデルは、現況の交通分布パターンを踏襲するフレーター法と OD 間の旅行時間などの抵抗によって分布量が変化する重力モデル法の 2 種類が一般的に選択される。2 種類の差は、フレーター法が現状のパターンが現状と変わらず、都市開発等がない状態である場合に選ばれ、長期/超長期を予測する場合には重力モデル法が適していると言われている。既往の予測結果を検証すると、特に内々率のずれが大きいケースが多かった。ずれの構造的要因に着目すると、分布交通モデルが所得階層や自動車保有の状況を加味したものとなっていない点、トリップ目的別や Home Based/Non-home Based の別にモデルが構築されていない点、都市開発等があるにもかかわらずフレーター法で推定している点

が原因であることが示唆された。

3) 機関分担

前段で、出発地目的地(OD)間で何トリップ移動するかが分かっており、各 OD 間のトリップのうちのいくつかの交通手段を選ぶかを算定するのがこの段階である。機関分担モデルは、考えられうる交通手段別のゾーン間旅行時間や交通運賃を基に、代表交通手段別トリップ量を算定するもので、算定モデルは集計ロジットモデル、非集計ロジットモデルが代表的である。合理性、説明性の観点では非集計モデルが優れていると言われているが、途上国のこれまでの需要予測では、集計ロジットモデルの適用も多くみられており、モデルの選択ミスであることが指摘された。また、トリップ目的別、収入や保有台数の別、Home Based/Non-home Based の別でモデルが構築されていないことや、手段選択モデル構築で用いられる LOS データ(ゾーン間一般化費用)について実勢速度とは大きく乖離している速度で作成されていることが、精度をおとす原因であることが示唆された。

4) 交通量配分

機関分担で算出された OD 間の機関別交通量を与件とし、出発地と目的地間を繋ぐ無数のルートから、一般化費用に応じて最小費用ルートに交通量を分配する段階である。機関分担で算出された OD 間の手段別交通量をどのルートに配分するかについて、一般的に用いられる交通量配分手法は、①公共交通配分(公共交通)、②分割配分(公共・私的交通)、③均衡配分(公共・私的交通)がある。

基本的にこれらの配分手法は、目的地到達までの旅行時間は合理的にルート選択され、だれも改善できない状態という Wardrop の原則に基づくものであり、分割配分と均衡配分は、均衡配分の方が厳密な解を求めることが可能で、説明性が優れていると言われている。既往の研究では、交通量配分より前の段階での誤差が大きい分析結果を得ているが、バス等の公共交通の混雑によるサービス低下と公共交通増加による混雑悪化の影響を同時推定するような方法は採用されていないことが多く、改善の余地があると考えられる。

4.2 既往の需要予測における教訓等の整理

既往の需要予測結果を用いて、①計画フレームや②交通調査、③需要予測モデル、④外部要因のどこに予測のずれがあったかを検証し、整理した。その結果、①計画フレームが影響を与えているジャカルタ、ダルエスサラーム、ナイロビの例などは、郊外住宅開発等などが人口計画フレームに影響を与えており、誤差が生じていることが示された。②交通調査が影響を与えているマニラの例のように、特に高所得者のサンプル数が多く取得できず誤差の要因になりうる例があった。

③需要予測モデルが影響を与えている例では、機関分担モデルに集計モデルが多く適用されており、そもそもモデルの選択ミスであることが指摘された。また、モデル誤差について構造要因を分析したところ、(A)発生集中モデルや分布交通モデル、機関分担モデルで、Home based/Non-home Based 別やトリップ目的別、所得や保有台数別のモデルを構築しないケースがあり、精度を落としている可能性がある点、(B)予測モデルに関するヒアリングでは、代表的な 1 日みの交通行動の拡大に着眼したため、通勤通学以外の行動については情報が欠落する傾向にある点、(C)既往の需要予測結果をレビューの結果、日ベースの予測がほとんどであり、時間当たりの予測を行っている例はほとんど見られなかった点、(D)立ち寄り行動や個人の一連の交通行動、近年途上国で増加していると言われている乗り合い乗車などが表現できず、加えて複雑な料金政策などの交通需要マネジメント(TDM)やピーク時の渋滞に対する交通行動の変化を需要予測に反映できない点、が指摘された。

④外部要因が与えている例では、ベトナムのように中国の販売戦略によってオートバイが予想以上に流入するケースや、ジャカルタのようにオートバイ購入ローン制度導入などで手段分担が大きく変わった等、現地政府の意思決定・政策的な部分が現実の都市構造や交通状況を大きく変化させ、結果的に超長期の需要を精度よく予測できない例が示された。

このように、これまで検討されてきた需要予測は、全体的な交通傾向を平均化したモデル化を行い、簡易的に表現しやすい・経験的・精度重視的な予測を実施してきたが、実際に予測結果を検証すると大きくずれが生ずるケースが少なくなかった。それに加え、計算プロセスの妥当性について説明責任を全うできない可能性を持つこと、計画フレームや外部要因であるローン制度導入や住宅開発など現地政府の政策決定の考慮や、乗合交通・電子機器やビッグデータを活用した新たな政策内容の複雑化に対し、現行のモデルでは対応できない部分が多い、ということが需要予測の教訓すべき点と考えられる。

4.3 集計・非集計モデルの特徴と開発途上国における適用

4.3.1 集計モデルと非集計モデル

非集計モデルは集計による四段階推計法との対比を強調したものであり、ゾーンや目的ごとで総トリップ数として集計した値によってモデル化を行う集計モデルと異なり、個人や世帯を単位としてそれぞれが選択する行動をモデル化するものである⁴⁸。例えば、機関分担段階においては、集計モデルでは、ゾーンや目的ごとの各交通機関の選択割合と所要時間や一般化時間との関係から分担率曲線を作成し推計する。一方で、非集計モデルでは、各個人が交通機関を選択する手段選択モデルで推計を行う。非集計モデルは個人の行動を反映していることから非集計行動モデル(disaggregate behavioral model)、選択問題を対象としていることから離散選択モデル(discrete choice model)とも呼ばれる。集計モデルと非集計モデルの特徴を下表に示す。

⁴⁸交通工学研究会編(1993)「やさしい非集計分析」、丸善、p.1

表 4.1 交通需要予測における集計モデルと非集計モデルの比較

	集計モデル	非集計モデル
調査単位	個々のトリップ	個々のトリップあるいは個々の活動
分析単位	ゾーン	個人(世帯)
被説明変数	ゾーンごとの選択比率	個人の選択確率
説明変数	ゾーン別データ	個人別データ
理論的背景	多くは経験式	ランダム効用理論
推定方法	回帰分析 等	最尤推定法 等
政策の表現	ゾーン代表値の変化 (ゾーンごとでの集計値での分析が可能な大規模インフラ等)	個人の説明変数値の変化 (左記に加えてゾーン内や個人の選択行動の違いを考慮する必要がある交通需要マネジメント(TDM)施策 等)
四段階推計法に対応したモデルの名称	発生・集中モデル(重回帰モデル等) 分布モデル(重力モデル等) 交通機関分担モデル(分担率曲線等) ルート配分(段階配分等)	トリップ頻度モデル 目的地選択モデル 交通手段選択モデル 経路選択モデル
その他のモデルの例		自動車保有モデル 出発時間帯選択モデル 活動選択モデル 立ち寄り行動選択モデル 等
メリット	<ul style="list-style-type: none"> モデル作成が比較的容易 LOS(level of service)データの設定作業が比較的容易 	<ul style="list-style-type: none"> 理論的基礎が明快 少ないサンプルでモデル化が可能 個人属性を考慮しやすい
デメリット	<ul style="list-style-type: none"> 膨大な調査が必要 実際と逆の相関が発生することがある(空間的集計による生態学的相関) 	<ul style="list-style-type: none"> LOSデータの作成をトリップ等個々の観測値に行う必要がある。 サンプルが少なすぎればモデルが不安定になる。

出典:「やさしい非集計分析」等をもとに追記⁴⁹

非集計モデルのモデル構造は様々な書籍により解説⁵⁰されているため、本項では近年主に用いられているモデルの概要のみ紹介する。ランダム効用理論⁵¹に基づく離散選択モデルでは、ある選択肢の効用(望ましさ)を仮定し、選択肢ごとに効用をある関数により与えた上で、選択肢間の効用の比較によって選択確率を導出する。選択肢の効用は連続変数でありかつ説明変数の線形和である確定項と確率的に変動する確率項(誤差項)仮定する。選択肢間の効用の比較によって選択確率を算定する方法(モデル構造)が異なる様々なモデルが提案されている。もっとも単純なものは2つ選択肢(二項)の選択問題に適用でき、確率項の分布に

⁴⁹交通工学研究会編(1993)「やさしい非集計分析」p. 2 および土木学会 土木計画学研究委員会 交通需要予測技術検討小委員会編(2003)「道路交通需要予測の理論と適用 第I編 利用者均衡配分の適用に向けて」p.33 表 4-1、土木学会編 (1993)「新体系土木工学 60 交通計画」表 5.1」に追記

⁵⁰ 例えば

McFadden, D. (1974), "Conditional logit analysis of qualitative choice behavior", in P. Zarembka, ed., *Frontiers in Econometrics*, Academic Press, New York, pp. 105- 142.

Ben-Akiva, M. and S. Lerman (1985), "Discrete Choice Analysis: Theory and Application to Travel Demand", MIT Press, Cambridge, MA.

Kenneth Train (2003) "Discrete Choice Methods with Simulation", Cambridge University Press, Online Available on 12th March at <https://eml.berkeley.edu/books/choice2.html>

土木学会土木計画学研究委員会 委員長 黒川洗編 (1995)「非集計行動モデルの理論と実際」、丸善
北村隆一、森川高行編 (2002)「交通行動の分析とモデリング —理論/モデル/調査/応用—」、技報堂出版
交通工学研究会編 (1993)「やさしい非集計分析」、丸善

⁵¹ Marschak, J. (1960), "Binary choice constraints on random utility indications", in K. Arrow, ed., *Stanford Symposium on Mathematical Methods in the Social Sciences*, Stanford University Press, Stanford, CA, p. 312-329.

ガンベル分布を仮定する二項ロジットモデル(binary logit model, BL)⁵²である。確率項の分布に正規分布を仮定する二項プロビットモデルは計算負荷が高いため、ロジットモデルを用いることが多い。ロジットモデルを3つ以上の選択肢に拡張したものが多項ロジットモデル(multinomial logit model, MNL)であり、交通分野に限らず広く用いられている。ロジットモデルの特徴は選択確率の比はその選択肢の確定効用のみ影響を受け、選択肢集合に含まれる他の選択肢から影響を受けない。これをIIA(independence from irrelevant alternatives)特性⁵³という。特徴的な例として赤バス—青バス問題が知られている⁵⁴。自動車と赤バスの2つ選択肢があり、それぞれの効用の確定項の値は等しいとすると選択確率は1/2と1/2になる。しかし、赤バスとまったく同じサービスを行い、つまり効用の確定項の値が等しい青バスが導入されると車、赤バス、青バスの選択確率は全て1/3となる(ただし、色の好みはなく、青バスの導入によりバスの混雑は低下せず、バス運行頻度が増える等は想定しない)。しかし、実際には車とバスの関係は変わらず、車、赤バス、青バスの選択確率は1/2、1/4、1/4が正しいと考えられる。IIA特性はそれぞれに独立した選択肢の場合は問題とならないが、例えば車に対して鉄道とバスは公共交通としての類似性を持っており、推計の際の問題となりうる。

このような特性を緩和する方法として様々なモデルが提案されている。ロジットモデルを基本として選択肢の階層構造を仮定し、効用の分散の大小を示すスケールパラメータを導入したネステッドロジットモデル(nested logit model, NL)も広く用いられている。近年ではBL、MNL、NLを含み一般化したGEV(general extreme value)モデルの一種であるクロスネステッドロジット(cross nested logit, CNL)モデル⁵⁵が開発されている。CNLでは上位階層(ネスト)への帰属度を設定でき、一つの選択肢から複数のネストに帰属することも可能である。さらにミックスロジットモデル(mixed logit model, MXL)⁵⁶では、母集団に対しパラメータの確率分布を想定して期待値と分散で表現し、母集団内でのばらつきを考慮することができる。BL、MNL、NLのパラメータ推定には最尤推定法が用いられることが多い。近年はBiogemeやR等の無料のソフトを利用してパラメータ推定も可能である。

4.3.2 トリップベースアプローチとアクティビティベースアプローチ

これまでのトリップを集計単位としたトリップベースアプローチは以下のような課題を抱えている。

- ゾーンごとでのデータの集約、目的ごとでのデータの集約、グループごとの集約
- 交通行動と活動の相互依存関係が考慮されていない。(例:今日は遅くなるから車で)
- 時空間の制約(活動時間と活動場所)が明示的に考慮されていない。(例:会社は5時までで帰りに途中で買い物)
- 世帯構成員どうしの関係が考慮されていない。(例:子供を学校に送ってから会社へ)

アクティビティベース需要予測モデル(ABM)は、移動は活動の派生需要であるという考え方にに基づき、個々人の活動に対する需要や欲求と、交通システムのモビリティやアクセシビリティの制約条件を考慮し、移

⁵² Luce, D. (1959), Individual Choice Behavior, John Wiley and Sons, New York.

⁵³ 上記の文献(Luce, 1959)で考慮され、問題点は下記の文献で提示されている。

Chipman, J. (1960), "The foundations of utility", *Econometrica* 28, p.193-224

Debreu, G. (1960), "Review of R.D. Luce individual choice behavior", *American Economic Review* 50, p.186-188

⁵⁴ 例えば下記の文献で詳細に解説されている。

Kenneth Train (2003) "Discrete Choice Methods with Simulation", Cambridge University Press, Online Available on 12th March at <https://eml.berkeley.edu/books/choice2.html>

北村隆一、森川高行編 (2002)「交通行動の分析とモデリング —理論／モデル／調査／応用—」、技報堂出版

⁵⁵ Vovsha, P. (1997), "The cross-nested logit model: Application to mode choice in the Tel Aviv metropolitan area", Conference Presentation, 76th Transportation Research Board Meetings, Washington, DC.

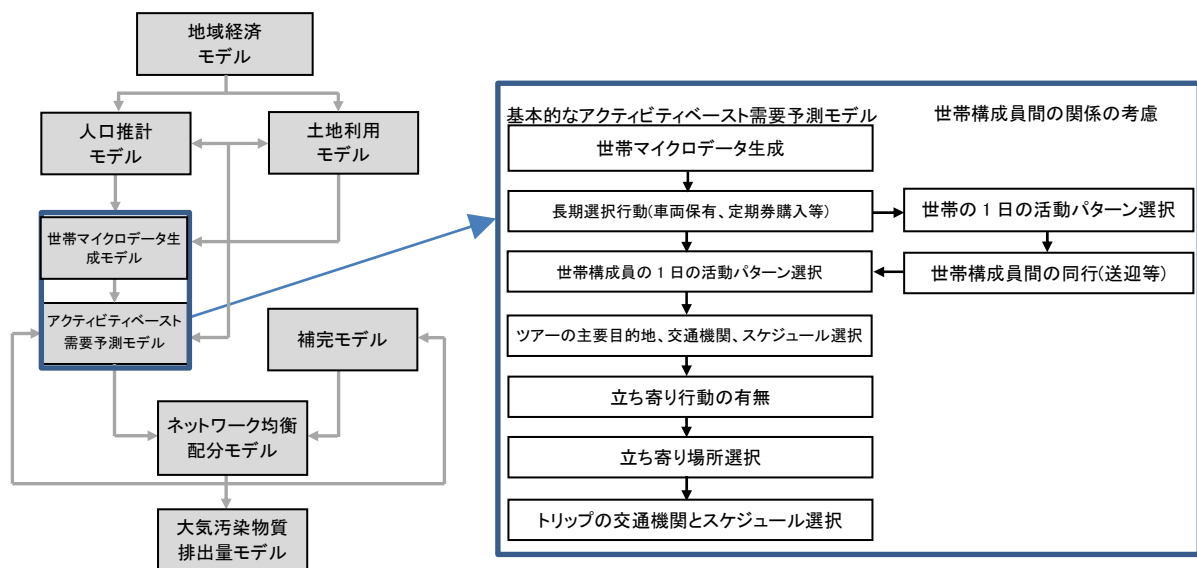
⁵⁶ McFadden, D. and K. Train (2000), 'Mixed MNL models of discrete response', *Journal of Applied Econometrics* 15, 447-470

動行動が意思決定されるという考え方に基づいている。近年、特に欧米での利用が増えている。都市ごと、研究者ごとに実に多様なモデルが提案されており、発展段階ごとに以下のような項目が考慮できる。

- 起点から同じ場所に戻るまでのトリップをつなげたツアーの概念
- 地域内の各世帯、個人の行動 (Population Synthesizing)
- 活動(移動)時間帯の選択
- 立ち寄り行動
- 1日の活動パターン
- 通勤・通学先
- 定期券や駐車券の利用
- 世帯員の送迎

これにより、例えば「今晚はお酒を飲みに行くから公共交通で行こう」、「帰りに子供を迎えに行かないといけなから車で行こう、仕事も早めに切り上げよう」といった生活行動と移動を表現でき、料金施策や時差出勤といった TDM 施策を表現できるだけでなく、インフラ整備についても「通勤時間が短くなったから帰りに本屋に立ち寄ろう」といった整備による生活行動の変化を考慮した推計が可能となる。

ABM の推計の流れを下図に示す。時間帯別の OD 表作成の部分(4段階推計法の発生集中から機関分担保までに相当)をアクティビティベース需要予測モデルで推計し、配分、社会経済フレーム作成、土地利用、貨物流動等はこれまでの集計の四段階推計法と同様であるケースが多い。通常 ABM と配分は統合して繰り返し計算を行う。



出典: Castiglione, J. et al. (2015)をもとに追記⁵⁷

図 4.1 アクティビティベース需要予測モデルの推計の流れ

ABM に必要な調査とデータは、基本的にはトリップベースアプローチのモデルと大きな差はなく、従来の PT 調査等のデータでモデル構築は可能である。しかし、移動だけでなく1日の活動をすべて調査票に記載す

⁵⁷ Castiglione, J., Bradley, M., and Gliebe, J. (2015) "Activity-Based Travel Demand Models: A Primer" SHRP 2 (The Second Strategic Highway Research Program) Report S2-C46-RR-1, Transportation Research Board

る ADS によって、さらに説明力の高いモデル構築が可能となる。通常必要交通調査(2.2.2 (2)にて記述したスクリーンライン調査等の主に OD の補完やキャリブレーションのために用いる調査)や社会・経済フレームワークも必要である。

様々なモデルのタイプが提案されており、離散選択型モデル、ルールベースモデル、ネットワーク探索型モデル等がある。米国では計算負荷が少なく、手段選択モデルと同様に取り扱いができる離散選択型モデルが適用されるケースが多い。

4.3.3 主な集計モデル及び特徴

様々な集計モデルの中から、以下では開発途上国の実務で適用されている2つのモデルについて概説する。集計四段階推計法はこれまで広く用いられてきた手法である。一方、簡易ツアーベースモデルは集計モデルではあるものの、トリップの代わりにツアーを基本単位として分析するモデルである。後述する VISUM のオプションとして、この簡易ツアーベースモデルを組み込むことができる。

表 4.2 主な集計モデル及び特徴

	概要	メリット	デメリット
集計四段階推計法	いわゆるトリップを発生集中、分布、分担、配分の4段階に分けて推計する手法	<ul style="list-style-type: none"> モデルの構造が単純、論理が明確で理解しやすい 適用例が多く、教科書・文献も豊富で、実務経験者も多い このため技術移転に適している 計算負荷は中程度 	<ul style="list-style-type: none"> 信頼性のあるモデル構築のためには相当数のサンプル収集が必要 集計による誤謬の可能性 個人属性や嗜好を反映しづらい 政策による時間・活動場所・活動内容の変更等を反映しにくい 外部要因を考慮しにくい
簡易ツアーベースモデル	トリップの代わりにツアー(トリップチェーン)を基本として分析 ツアー発生、目的地・機関分担、配分の段階に分けるのが一般的	<ul style="list-style-type: none"> 立ち寄り行動を明示的に表現可能 各段階で非集計モデルも適用可能 全段階集計モデルの場合、相当なサンプル数が必要 計算負荷はモデルの複雑さによる 	<ul style="list-style-type: none"> 集計による誤謬の可能性 非集計モデルでも、世帯マイクロデータを作成しない場合、推計時に「集計問題」が生じる ABM と比べると政策による時間・活動場所・活動内容の変更等を反映しにくい 外部要因を考慮しにくい

4.3.4 主な非集計モデル及び特徴

様々な非集計モデルの中から、先進国の実務での適用が多い2つの事例について概説する。四段階推計法の非集計化は配分を除く3つの段階を非集計モデルで推計する手法で、伝統的な集計四段階推計法と類似性が高い。トリップ発生集中モデルはトリップ頻度選択モデル、分布モデルは目的地選択モデル、機関分担モデルは手段選択モデルが対応しており、特に手段選択モデルは交通分野での非集計モデルが開発された初期の段階から利用されてきた⁵⁸。一方、アクティビティベース需要予測モデル(ABM)は、交通は活動の派生需要であるという考え方に基づき活動をモデル化する手法であり、世帯内の役割分担、共通活動、時間帯や場所の制約など様々な行動をモデル化することが可能である。

⁵⁸ Hensher, D. A. and Stopher, P. R. (1979) in Hensher, D. A. and Stopher, P. R. (eds) “Behavioural Travel Modelling”, Croom Helm

表 4.3 主な非集計モデルの特徴

	概要	メリット	デメリット
四段階推計法の非集計化	四段階推計法の一部の段階で非集計モデルを活用(通常は配分以外)。	<ul style="list-style-type: none"> 集計四段階推計法と同様 個人属性や選好を反映可(様々な外部要因も考慮可) 集計による誤謬を回避 TDM 等様々な政策を評価可 比較的小サンプルでも推計可能(大規模調査管理上の精度上の課題を回避) 配分以外の各段階の非集計モデルは適用事例も多い。(例:トリップ頻度モデル、目的地選択モデル、手段選択モデル、目的地手段同時選択モデル等) 	<ul style="list-style-type: none"> 世帯マイクロデータを作成しない場合、推計時に「集計問題」が生じる ABM と比べると政策による時間・活動場所・活動内容の変更等を反映しにくい
アクティビティベースト需要予測モデル (ABM)	世帯内の役割分担や共通活動を含め1日の生活行動をモデル化 配分については同様の方式が一般的	<ul style="list-style-type: none"> 時空間特性、世帯・個人特性を高精度に反映可能(様々な外部要因も考慮可) 集計による誤謬を回避 TDM 等様々な政策を時空間制約を考慮して評価可 比較的小サンプルでも推計可能(大規模調査管理上の精度上の課題を回避) 	<ul style="list-style-type: none"> 計算負荷が高い 様々なモデルが提案されており選択が容易でない 汎用ソフトが少数

4.3.5 日本における交通需要予測の動向

交通需要予測手法及びスマートプランニング、都市地域・総合戦略に関する事例について国土交通省都市局都市計画課都市計画調査室にヒアリングを実施した。概要を以下に示す。

1) 交通需要予測手法及びスマートプランニング

これまで都市圏の交通需要予測手法としては四段階推定モデルが広く用いられてきたが、2018 年度には東京 PT 調査が実施予定であり、2019 年度に実施予定の将来推計ではアクティビティベースト需要予測モデル(ABM)に切り替える方針で検討を行っている。特に四段階推定で見えなかった子育てや高齢者に関連する施策について ABM で分析しようと考えている。

一方、前述したように、都市圏では交通計画上の課題としてミクロ的な交通施策も求められている中、エビデンスに基づく政策(Evidence Based Policy Making (EBPM))の考え方が中央省庁で広まっており、施策前後のアンケートで何となく良くなったなど感じ方で施策の効果が期待できるという説明ではなく、所要時間が 15 分から 10 分となり、通行者が何人増えるといった具体的な根拠を示して施策の必要性を説明することが求められ、予算確保の際にも考慮されつつある。

スマートプランニングについては、非集計モデルを作成し個人単位のシミュレーションを行っており、例えばこれまでは定量的な根拠なく技術者の感覚でメッシュ内の施設配置を決定していたのをビッグデータやシミュレーションを活用し、滞在時間や回遊、歩行距離などを推計し、図書館や保育所、駐輪場等の適地を分析する手法となっている。これまで行われてきた需要予測で算出されるゾーン単位の手段別 OD 表をベースとしてゾーン内の回遊行動についてプローブパーソンデータ等の個人単位の調査結果を用いて回遊経路選択や目的地選択を繰り返し収斂計算していく手法となっている。

岡山の事例ではオープンカフェの実施を想定し、スマートプランニングにより歩行者交通量が対象地区

で6割増えることが示された。その他に子育て施設立地、維持管理などの検討が可能と考えている。

2) 都市・地域総合交通戦略

目標を設定し、それを達成するための交通計画として、都市・地域総合交通戦略の枠組みがある。これまでの都市交通マスタープラン策定と異なる都市・地域総合交通戦略の主な特徴は以下の4点である。

- 将来都市像を実現するためにまちづくりの視点から交通や土地利用等の施策をパッケージ化
- 関係者間の連携と役割分担による推進体制(協議会方式)
- 実施プログラムによる着実な推進
- PDCA(Plan=計画、Do=実行、Check=評価、Action=改善)サイクルによる持続的な施策展開

これまでに88都市で策定され、5都市で策定中である。一部の都市では初回の策定後に更新も行われている。岐阜市の総合交通戦略⁵⁹ 良い事例である。岐阜市は既にPDCAサイクルで運用段階に入っている。岐阜市の総合交通戦略ではコンパクトシティを目指すとして記載されており、まちづくりの方向性に従って戦略を立て施策の説明を行っている。スケジュールや実施主体を明確化し、評価指標の設定と計測方法も記載されている。前総合交通戦略についても客観的に評価を行い、目標に対する到達/未到達の状況も説明したうえで問題点を共有し、次の5年で何をやるのかが協議されている。総合交通戦略策定時の基礎データにはいくつかのケースがあり、都市交通マスタープラン策定時のPT調査を総合交通戦略策定時に活用するケース、都市交通マスタープランは策定されていないが小規模なPT調査で総合交通戦略のみ策定するケース、特に調査を実施せずに総合交通戦略のみ策定するケースがある。

都市・地域総合交通戦略では市町村によって個別にアウトカム指標を掲げていたり、MPの中で指標を設定している都市がある。最近では、目標や想定される効果を定量化しないと予算が下りない仕組みとなっている。将来検討については、予測結果も使いながら計画を策定している。協議会の中でPT調査結果を使ってシナリオ分析を行い、結果について評価する方法もある。

3) まとめ

交通需要予測に関しては、評価項目の多様性や予測のプロセスの妥当性、施策の必要性の説明が求められる時代に変化してきており、これらに応えるためにABMやビッグデータを活用したスマートプランニングなどが検討されている。途上国においても同様に、開発の必要性について説得力のある予測結果が必要で、現地政府が日本国内向けに説得する場面もあり、このような手法を用いることによって、説明力が高まるだけでなく、これまで説明できなかった評価項目が評価できる。

また、日本の多くの都市において既に実施されている都市・地域総合交通戦略の枠組みについても、JICAの都市交通分野の調査・協力形態の一つである短期インフラ整備計画と共通の特徴や策定手法を有していることが分かる。

4.3.6 主要学会等から見る世界の潮流

1) 主要学会における交通調査及び交通需要予測の手法の傾向分析

ここでは、PT調査を中心とした交通調査及び交通需要予測手法についての欧米を含む世界全体の傾向を把握するために、関連する以下の主要国際会議のペーパー(入手可能な最新回)のレビューを行った結

⁵⁹ <http://www.city.gifu.lg.jp/21865.htm>

果を取りまとめている。なお、レビューした個々のペーパーの詳細については添付資料4 “Quick Review of Conference Papers”にまとめている。

- 交通調査手法に係る国際会議 (ICTSM: International Conference on Transport Survey Methods) 第10回大会(2014年11月): 21件 (“Technology in Survey Methods”テーマを中心)
- 米国交通運輸研究会議 (TRB: Transportation Research Board) 第95回年次総会(2016年1月): 32件 (“Travel Demand Forecasting”委員会下のセッションを中心)
- 世界交通会議 (WCTR: World Conference on Transport Research) 第13回大会(2013年7月): 54件 (“Travel Demand Models”テーマを中心)
- アジア交通学会 (EASTS: East Asian Society on Transportation Studies) 第11回大会(2015年9月): 23件 (“Travel Demand Modeling”セッションを中心)

レビューを行ったペーパーの内容について、それぞれの会議別に、交通調査や交通需要予測手法の改良を行ったものと、実務や個々のケースへ適用したものの、大きく2つに分けた割合を比較したものを、下表に示している。ICTSM は会議のテーマの性格上、交通調査に何らかの改良や新たな方法を取り入れたものがほとんどである。一方、交通需要予測モデルを主に扱った他の3会議では、モデルの改良に関するペーパーの割合が、TRB、EASTS、WCTRの順に多くみられた。

表 4.4 主要国際会議ペーパーの内容内訳(手法の改良 vs. 実務系)

学会名	手法の改良(%)	実務系(%)	合計 (%)
ICTSM 2014	90	10	100
TRB 2016	100	0	100
EASTS 2015	26	74	100
WCTR 2013	19	81	100

同様に、レビューを行ったペーパーで論じられる対象モデルについて、交通需要予測手法に係る会議別に、集計モデルと非集計モデルの2つに分けた割合を比較したものを、下表に示している。集計モデルでは、通常より多くのデータを収集する必要があり、EASTS や WCTR では都市圏全体の包括的データを対象にしたペーパーの割合が比較的多い。表では示されていないが、特に WCTR では、開発途上国におけるケースの割合が多い。一方、非集計モデルはモデルの改良の余地もあることから、TRB のペーパーでは多くが非集計モデルを扱っている。

表 4.5 主要国際会議ペーパーの対象モデル(集計モデル vs. 非集計モデル)

学会名	集計 (%)	非集計 (%)	合計 (%)
TRB 2016	10	90	100
EASTS 2015	22	78	100
WCTR 2013	22	78	100

次に、レビューを行った交通需要予測手法に係る会議のペーパー全体において、具体的な対象モデルの割合を、下表に示している。ペーパーの件数としては、機関分担モデルを扱うものが半分を占めており、次いでネットワーク配分モデル及び分布(目的地選択)モデルがこれに続く。適用した地域の特性や人々の行動の影響要因を受けやすいモデルの課題や内容の改良が、より多く論じられている。

表 4.6 主要国際会議ペーパー全体の対象モデル内訳

対象モデル	%
交通手段選択	51
ネットワーク配分	7
目的地選択	7
活動時間帯選択	6
自動車保有	5
経路選択	4
マイクロシミュレーション	3
その他	17
合計	100

2) 各国における交通調査及び交通需要予測の改善の取り組み

以下では主に交通需要予測の分野の世界的潮流をリードしてきた米国での事例をもとに 1990 年代までの交通調査及び交通需要予測の改善の取り組みを既存資料⁶⁰⁾に基づき概説し、近年の状況を 2017 年の米国交通運輸研究会議(TRB: Transportation Research Board)年次総会におけるヒアリング及び文献をもとにとりまとめる。

1940 年代以降、郊外化とモータリゼーションが急速に進展し、交通施設整備の必要性が認識され、それまでの路側 OD 調査では得られない交通行動に影響を与える調査として PT 調査の開発が重視された。1944 年に連邦道路局(Bureau of Public Roads, BPR)により「家庭訪問交通調査手順のマニュアル」が発行され、世帯ベースでの OD 調査が 7 都市で実施された。その後、本格的な PT 調査とそれを活用した集計による四段階推定法による需要予測を行ったのが 1950 年代のデトロイトとシカゴ都市圏におけるものである。この時期の PT 調査のサンプル率は総じて高く、高いものでは 5%程度のものもあった。この時期に予測手法の開発もすすみ 1952 年に Cambell により時間比を用いた分担率曲線が提案され、1956 年には Voorhees が OD データを用いた重力モデルを推定、1957 年には最短経路配分法がシカゴ都市圏で適用された。日本及び JICA の都市交通マスタープラン案件で用いられている交通調査手法や規模、交通需要予測手法の多くはこの時期のものと同様である。

1950 年代から 1960 年代にかけて大規模な道路整備が行われ、それに伴い 1960 年代から 1970 年代にかけて小規模な都市でも PT 調査が実施されるようになった。1964 年には都市公共交通法(Urban Mass Transportation Act)により広域公共交通システムの計画と実施が推奨され、公共交通施設整備についても予算規模が拡大した。

しかし、1970 年代にはエネルギー危機等により燃料税収入の縮小と建設費高騰によりインフラ建設財源が枯渇し、国レベルの政策に関心が向かい 1960 年代のような大規模データ収集やモデルの開発は下火となった。政策内容もパークアンドライド、公共交通活性化、駐車料金施策、バスレーン設置等これまでの集計的な分析では容易ではない施策の評価が必要となった。この背景のもとに非集計行動モデルの開発と実務への適用が進み、政策分析重視の交通計画へと移行していく。McFadden らの研究により離散選択モ

⁶⁰⁾ 例えば

Weiner, E. (1997) "Urban Transportation Planning in the United States: An Historical Overview", Fifth Edition, DOT-T-97-24, Technology Sharing Program, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.

北村隆一、森川高行編 (2002) 「交通行動の分析とモデリング —理論／モデル／調査／応用—」、技報堂出版 p. 63-64

土木学会土木計画学研究会 委員長 黒川洸編 (1995) 「非集計行動モデルの理論と実際」、丸善

デルが交通需要の分野に適用され、同時に Manheim や Ben-Akiva のグループが交通手段選択を中心に実用化に向けた研究や実務での適用を行った。一方、1970 年代には PT 調査の小規模標準化が試みられており、例えば 1,000 トリップ程度の需要を 25%の相対誤差、90%の信頼度で推計するには 4.3%のサンプル率が必要であり、精度の高い現況 OD 表を調査結果の拡大から直接推計することは現実的でないとい指摘されている⁶¹。また、サンプル数決定には現況 OD 表の推計ではなく、モデルの推計を重視すべきであり、その場合には当時の集計モデルでも 1,000 世帯程度でもモデルが推計できると指摘している。

1980 年代、レーガン政権下に地方分権、規制緩和、民間セクター参加が進められ、政策課題も多様化していく。この時期に PC ベースでのパッケージソフトウェアが開発され大規模ネットワークでの利用者均衡配分や確率的利用者均衡配分⁶²が可能となった。1990 年代には改訂大気浄化法(Clean Air Act Amendments, CAAA)により環境問題への政策評価が求められ、総合陸上交通効率化法(Intermodal Surface Transportation Efficiency Act, ISTEA)により特定の交通機関だけでなくモード横断的な政策評価への対応ニーズが高まった。加えて、ITS や TDM の重要性が増している。

1990 年代初頭の PT 調査のサンプル数は平均 2,500 世帯程度との報告があり⁶³、2000 年代以降の家庭訪問調査もニューヨーク、シカゴ、サンフランシスコ、ロンドン、シンガポール、パリ等の大都市圏でも 7,000 ~19,000 世帯程度となっている。また、調査手法も予算制約により面接調査からコンピュータを用いた電話インタビュー (computer-aided telephone interview, CATI)への移行が進んだ。

このように 1940 年代から 1960 年代にかけては交通インフラ整備のために基幹交通調査として大規模な PT 調査を実施し集計モデルで交通需要予測を行う方法が広く活用されてきたが、1970 年以降、この手法の課題が明らかになってきた。政策オプションが大規模な交通インフラ整備中心からモード横断的な施策や TDM 施策等の行動変容に働きかける施策が増えるとともに公平性の分析や個人の生活の質の評価等評価も多様化する中でこれまでの集計的な方法では評価ができず、これら进行评估できる方法として ABM の開発が進むとともに実務での適用が検討された。

近年は比較的小規模な交通調査を用いた ABM の適用が広がっており、その背景には時間ごとに変化する料金施策等の個人の生活行動に影響を及ぼす交通マネジメント政策の評価、受益者(被害者)は誰なのかといった公平性の分析、個人の生活の質を視野に入れた政策の評価に対するニーズの高まりがある。2017 年時点で、全米の 25 大都市圏のうち概ね 20 の都市圏で ABM による需要予測が行われている。一方、百万人規模の中規模都市圏では予算的な制約からこれまでの四段階推定法を使い続けている。都市圏計画機構(MPO: Metropolitan Planning Organization)の交通計画担当者が需要予測モデルを ABM に移行する際に障害となるのは、モデルの複雑さにある。しかし、ABM による需要予測モデルの構築はここ数年効率化や経験の蓄積が進み、費用が削減されつつあることもあり、ABM の全都市圏への浸透は時間の問題と言える。

ABM による需要予測への移行の背景には、以上の他にも、ロードプライシングやカープールなど様々な交通需要マネジメント(TDM)施策や公共交通利用促進の高まり、Uber や Bridj 等の Shared Mobility (カーシェアリング、需要対応型バス・タクシー、ライドシェアシステム等の新たな相乗り交通システム)や自動運転など新たな交通機関の出現及びインターネットの普及による行動パターンの変化、排出ガスの推計や費

⁶¹ Smith, M. E. (1979). "Design of Small-Sample Household-Interview Travel Surveys." *Transportation Research Record*, 701, p.p. 29-35.

⁶² ドライバーが認識している各経路の旅行時間は正確なひとつの値ではなく確率的に(ランダムに)変動する誤差を含んでいると考える均衡配分モデル。

⁶³ Cambridge Systematics, Inc. (1996) "Scan of Recent Travel Surveys". DOT-T-97-08, Final report prepared for the U.S. Department of Transportation and U.S. Environmental Protection Agency, Technology Sharing Program, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C.

用・便益の公平性など環境及び社会的インパクトへの関心の高まりなど、各交通施策のより正確な評価への必要性がある。

4.3.7 開発途上国における集計・非集計モデルの活用

(1) 主なモデルの比較

開発途上国におけるモデルの活用方法について述べる前にモデルの採用にあたって考慮すべき点と、前項、前々項にて概説したそれぞれのモデルについてその特徴を下表に示す。概して、集計四段階推計法、簡易ツアーベースモデル(集計)、四段階推計法の非集計化、ABMの順番に従って行動特性の表現力が高まり、様々な政策の評価も可能となる一方、様々な政策の評価を行えば計算負荷も高く技術移転の難易度も高くなる傾向にある。調査負荷については集計ベースのモデルでは一定数のサンプルが必要となり、調査の負荷も増加するが、非集計の二つのモデル(四段階推計法の非集計化、ABM)についてはサンプル数の削減が可能である。一方、集計モデルは調査の費用が増加するものの、全体としてはそれぞれの手法で大きな差はない。

表 4.7 主なモデルの比較

	時空間特性の表現	個人・世帯特性の表現	多様な政策への感度	計算負荷	調査負荷	費用	技術移転の難易度
集計四段階推計法	低	低	低	中	高	中	中
簡易ツアーベースモデル(集計)	低-中	低-中	中	中-高	高	中	中-高
四段階推計法の非集計化	低-中	中	中	中-高	中	中	中-高
アクティビティベースト需要予測モデル	中-高	高	中-高	中-高	中	中	高

出典: Activity-Based Travel Demand Models: A Primer⁶⁴をもとに加筆修正

注: 四段階推計法の非集計化は配分以外を非集計化し、Population Synthesis を実施した場合を想定。

簡易ツアーベースモデルは世帯・個人を詳細にセグメンテーションを行った上で集計化したものを想定。

(2) 開発途上国において留意すべき点

これまで、先進国において適用されてきた集計四段階推計は、個人や世帯、時空間特性の表現が難しく、多様な政策への感度も低い。そのモデルが開発途上国にもそのまま適用されてきた。しかし、成熟した先進国とは異なり、開発途上国では交通行動も日々変化しており、その多様さや変化に柔軟に対応した政策は目を見張るものがある。例えば、インドネシアのジャカルタでは約8年でオートバイの登録台数が4倍に増えており、3-4年の間にオートバイや自動車のオンライン配車サービスが急速に普及し、一方でモータリゼーションへの対策として鉄道のサービス改良やBRTの路線拡大が急ピッチで進んでいる。加えて、3-

⁶⁴ Castiglione, J., Bradley, M. and Gliebe, J. (2015) "Activity-Based Travel Demand Models: A Primer" SHRP 2 Report S2-C46-RR-1, TRB

in-1 と呼ばれるユニークな都市部でのピーク時3人以上乗車規制が実施されていたが、それもナンバープレート奇数偶数規制に変更されている。このようなダイナミックな変化とそれに呼応した迅速かつ大胆な政策変更は、先進国では想像もつかない速さで進んでいる。交通行動のみならず、経済成長も急速であり、中間層の急拡大が確認されている。しかし、ひとたび金融危機が生じれば一気に治安が悪化し、経済が縮小することもある。グローバル化に伴い都市に居住する人も実に多様であり、所得による階層は明確であるものの、それに加えて民族、宗教、国籍も多様な都市も多い。このように、開発途上国においては状況の変化が激しく長期的な予測は困難であり、ゾーンという大きな単位でしか分析ができない集計モデルにおける分析は限界に達しつつある。交通需要予測についても開発途上国の急激な社会経済状況の変化、交通行動の変化、多様性、大胆かつ急速な政策変更に対応できることが求められている。その意味で、個人や世帯特性、時空間特性の表現が可能で、TDM をはじめとする多様な政策の評価に活用できる非集計モデルは、むしろ開発途上国においてこそその必要性が高いといえる。

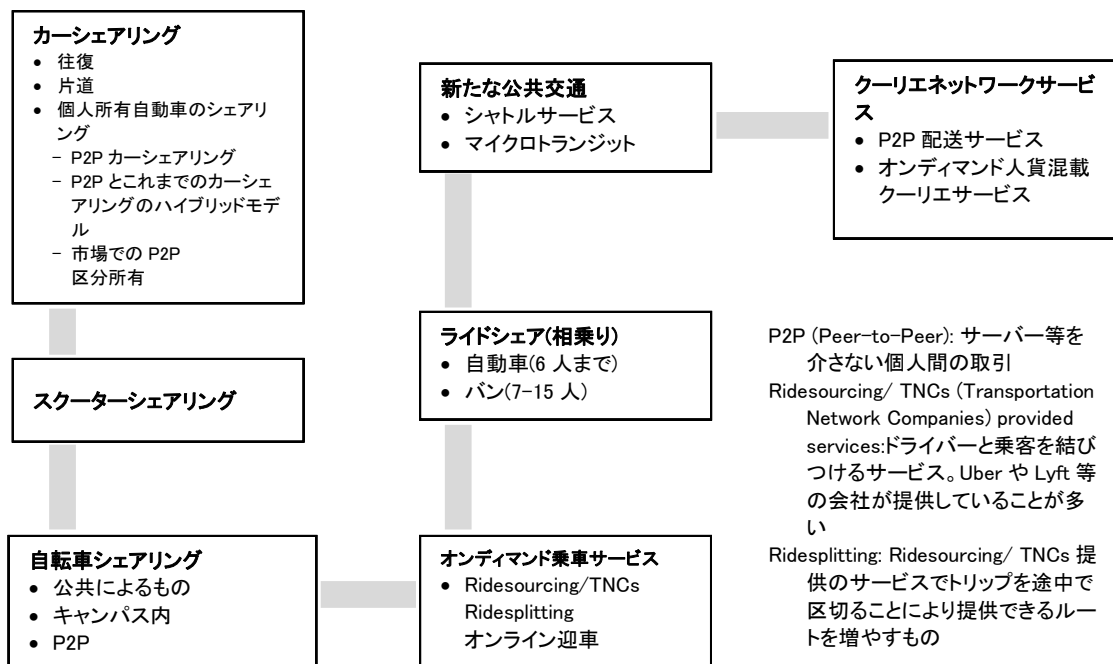
(3) 相乗り交通をはじめとする開発途上国における新たな傾向

近年の全世界的な傾向として、シェアードモビリティと呼ばれる相乗りをはじめとする車両の共有システムが急速に普及しており、開発途上国も例外ではない。本項では近年の相乗り交通の状況を把握するとともに、交通需要予測における影響を検討する。現在、相乗り交通はただ単に便利な交通手段としてだけでなく、限られた道路空間を有効に活用する画期的な交通施策として大きな注目を集めている。OECD (Organization for Economic Co-operation and Development) は、リスボン都市圏を対象に自動運転による相乗り交通の導入に関して、数値シミュレーションを用いた検討を実施した⁶⁵。結果、輸送力の高い公共交通と連携した相乗りサービスを導入することで、自動車の総トリップ距離は伸びるものの、ピーク時における自動車台数の削減、CO₂ 排出量の削減、必要となる駐車場空間の削減につながる事が定量的に示されている。

相乗り交通導入事例として、大別してカーシェアリング、スクーターシェアリング、自転車シェアリング、オンデマンド乗車サービス、ライドシェア(相乗り)、新たな公共交通、クーリエネットワークサービスの7種が挙げられる。

⁶⁵ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) / International Transport Forum (ITF). Urban Mobility System Upgrade – How Shared Self-Driving Cars Could Change City Traffic. 2015 http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2015/11/SharedMobility_WhitePaper_FINAL.pdf Accessed July 14, 2016

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) / International Transport Forum (ITF). Shared Mobility – Innovation for Livable Cities. 2016 <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-liveable-cities.pdf> Accessed July 14, 2016



出典: Shaheen et al.⁶⁶

図 4.2 相乗り交通の重要領域

開発途上国においても急速に広がっており、中国等の自転車シェアリング、東南アジア各国で広がっているアメリカの Uber 社やシンガポールの Go Ride 社によるオンディマンド乗車サービス(オンライン配車サービス)が挙げられる。これらの国々では経済発展に伴いスマートフォンも急速に普及しており、オンディマンド乗車サービスの利用も急増している。これらの会社は自動車の配車だけでなく、相乗りのマッチング、オートバイの配車、クーリエサービス等も提供している。例えば、ジャカルタでは 2015 年の時点でもジャカルタ首都圏の回答者のうち 93%の人が相乗り交通を知っており、51%が利用経験があると回答している⁶⁷。同調査の中では女性が利用により肯定的だとしている。開発途上国における研究は限られているが、ジャカルタ及びボゴールにおけるケーススタディでは、既存のミニバス等にオンライン配車装置を整備し、マイクロランジットとして運行することで運行状況を改善するだけでなく、渋滞改善効果が期待できることが示されている⁶⁸。

交通需要予測上はすでにいくつかのモデルが提案されている。相乗り交通は複数の利用者、配車担当、個々の車両等多くの意思決定者が関わることから、非集計の離散選択モデルを基本としつつ、それらを組み合わせる Agent-based approach が活用されている⁶⁹。このような複雑な

⁶⁶ Shaheen, S., Chan, N., Bansal, A. and Cohen A. Shared Mobility – A Sustainability & Technologies Workshop – Definitions, Industry, Developments, and Early Understanding. November, 2015 http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2015/11/SharedMobility_WhitePaper_FINAL.pdf Accessed July 14, 2016

⁶⁷ Ipsos. Transport among the Asian Online Population. A Survey Conducted about Transport Jakarta. 2015

⁶⁸ Kawaguchi, H., Tsumura, Y., Danno M. and Kuwahara, M. Microtransit Service as an Innovative Countermeasure for the Tangled Urban Transportation Issues in Emerging Economies – A Case Study in Jakarta, Journal of EASTS, 2017 (forthcoming)

⁶⁹ 例えば

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) / International Transport Forum (ITF). Urban Mobility System Upgrade – How Shared Self-Driving Cars Could Change City Traffic. 2015 http://innovativemobility.org/wp-content/uploads/2015/11/SharedMobility_WhitePaper_FINAL.pdf Accessed July 14, 2016

Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) / International Transport Forum (ITF). Shared Mobility – Innovation for Livable Cities. 2016 <http://www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-liveable-cities.pdf> Accessed

システムは集計モデルで明示的に表現して分析を行うことは不可能である。

(4) 集計四段階推計法の特徴と活用

集計四段階推計法は理解しやすく、事例・文献・実務経験者ともに豊富であり、技術移転が容易である。ただし、集計モデルであっても機関分担については非集計モデルを適用することが一般的になっており、個人の選択行動の反映を考慮するとその方が望ましい。しかし、精度の確保には相当なサンプル数が必要であり、政策による時間・活動場所・活動内容の変更等を反映しにくい。このことから、開発途上国側が需要予測モデルの技術移転を要望し、活動場所・活動内容の変更を生じる複雑な交通施策の実施を想定しない場合には、従来の四段階推計の採用もありうるが、長期的な視点では様々な施策の変更があった際に修正の対応が困難になるため、非集計モデルや中間的なモデルが望ましい。

(5) 非集計モデルや中間的なモデルの特徴と活用

非集計モデルは時空間特性、世帯・個人特性を反映可能であり、TDM 等の様々な政策評価にも適用可能である。また、非集計モデルは比較的小サンプルでも推計することができるため、必要調査サンプル数を小さくでき、一定の費用縮減効果が得られるため開発途上国の交通需要予測においても適用を検討する。ただし、非集計モデルの適用による時間の短縮は期待できない。中間的なモデル(簡易ツアーベースモデルや四段階推計法の非集計化)は特徴も中間的であり、地域事情や想定する政策、技術移転の必要性等を総合的に勘案して適用するモデルを選定する。

4.3.8 開発途上国におけるその他モデル(土地利用・世帯マイクロデータ等)の活用課題

交通需要予測モデルの重要なインプットとなる将来の社会経済フレームに関して、土地利用モデルとのリンクによるゾーン指標の設定や非集計モデルへのインプットとしての世帯マイクロデータ(Population Synthesis)の研究も広く行われている。一方、多くの需要予測モデルの構成要素の一つとして、あるいは 1 日の活動パターンを選択するモデルや交通手段選択モデルの説明変数として、世帯の自動車保有状況が挙げられる。それを表現するモデルとして、世帯の自動車保有モデルについても研究が進められてきた。そのため、社会経済フレームに係る課題への取り組みとして、実務レベルでの(交通需要予測を含む)包括的都市(土地利用)モデルの適用例や世帯マイクロデータの実用化、世帯の自動車保有モデルの概要について以下にまとめる。

(1) 土地利用モデル⁷⁰

欧米では土地利用と交通の相互作用を考えた計画立案やその実施の重要性が改めて指摘されており、インフラ建設、価格の変動、TDM、交通量削減策など、主として交通政策がもたらす土地利用変化を予測する機能を含めた土地利用モデル(実用都市モデル)が、実際の計画立案や評価に際して広く用いられている。土地利用モデルには、人口センサスデータや衛星画像、建物ポリゴン(Footprint)、建物利用データ、標

July 14, 2016

L. M. Martinez, G. H. A. Correia, J. M. Viegas (2015), "An agent-based simulation model to assess the impacts of introducing a shared-taxi system: an application to Lisbon (Portugal)", *Journal of Advanced Transportation*, 49(3), April 2015.

D. J. Fagnant, K. M. Kockelman (2014), The travel and environmental implications of shared autonomous vehicles, using agent-based model scenarios, *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 40, March 2014.

⁷⁰ TRB Annual Meeting で 2017 年 1 月 8 日に実施した HBA Spectro Incorporated の John Abraham 氏、Geraldine Fuenmayor 氏、Cecilia Barboza 氏へのヒアリング結果を取りまとめた。

高、産業連関表など様々な情報が入力のためのデータとなる。データさえあれば土地の区画(parcel)レベルでのシミュレーションも可能となる。詳細レベルは別として、経済が大きく変化する途上国の都市でも土地利用モデルは有用とされている。欧米には実用段階にある様々な土地利用モデルが存在し、アメリカでは既存モデルとして定評がある土地利用－交通統合モデルパッケージである MEPLAN やそのバリエーションでオープンソースでもある TRANUS が多くの MPO において実績があった。近年は、マイクロシミュレーションの代表モデルである UrbanSim や PECAS(いずれもオープンソース)の適用が広がってきている。また、MUSSA は CUBE に CUBE Land パッケージとして組み込まれ、商業ベースで拡販されようとしている。

(2) 世帯マイクロデータ(Population Synthesis)

一方、世帯マイクロデータ(Population Synthesis)は、ABMなど非集計モデルへの入力値として属性を持った各世帯をシミュレーションで生成するツールであり、多くの場合、土地利用が最初の入力情報となるため、基本的には上記土地利用モデルとは異なる。世帯の属性とは、世帯人員、家屋タイプ、年齢、性別、既婚・未婚の別など5種類から10種類程度で、良い結果のためには可能な限り単純化が望まれる。属性が10種類と多くなれば、必要な人口のサンプル率も3%程度になる⁷¹。なお、自動車所有状況については、世帯マイクロデータに付属することもあるが、別途、自動車所有モデルで生成される。GISの土地利用データを入力し、細かい区画レベルでの世帯の生成も可能である。マイクロシミュレーションであるので、基本的には将来人口フレームなどのマクロの設定値とは関係なく世帯が生成され、将来人口フレームの基礎となる死亡率や移動率の設定を入力することにより、将来の条件を反映させることができる。

世帯マイクロデータの生成プロセス自体は、アリゾナ大学の開発した“PopGen”や Parsons Brinckerhoff社の開発した“SimPop”など、既存のオープンソースのプログラムを使用することが可能である。全米で定期的に実施され入手が容易な人口センサス(PUMS: Public Use Microdata Sample)データや、交通実態調査(NHTS: National Household Travel Survey)、及び地域によりサンプルを上乗せして同時に調査するアドオン調査データとの使用互換性も比較的高く、特に大きな問題はなさそうである。他国においても、サンプル数は少なくとも、全人口に拡大できるコアサンプルをいろいろな地域からまんべんなく入手することが重要である。データさえ揃えば、大規模都市でなければ、世帯マイクロデータの開発は、専門家一人の投入で6か月、二人の投入では3か月ほどである。なお、3百万人程度の人口の生成には、約6～8時間かかっている⁷¹。

開発途上国における適用例は、バングラデシュ(ダッカ)やインド(ムンバイ)である。途上国の場合、キーとなる人口センサスデータの信頼度にも問題があることもあり、適用にあたっては課題も多い。人口が約1千万人のダッカでは1年間のデータ収集も含め、世帯マイクロデータの完成に3年かかっている。その他、ムンバイやサウジアラビア(メッカ)でも2年かかっている⁷²。

(3) 世帯自動車保有モデル⁷³

世帯自動車保有モデルは多くのアクティビティベース需要予測モデルの中に取り込まれており、特に発展の著しい開発途上国においてはモータリゼーションが急速に進むため、自動車保有モデルをモデルの全体構造の中に取り込み、将来の予測に活用することが重要となる。推計された保有状況(台数、車種

⁷¹ TRB Annual Meeting で 2017 年 1 月 9 日に実施した Bilal Farooq 教授へのヒアリング結果による。

⁷² TRB Annual Meeting で 2017 年 1 月 9 日に実施した Ahsan Habib 教授へのヒアリング結果による。

⁷³ 山本俊之(北村隆一、森川高行編)(2002)「交通行動の分析とモデリング —理論/モデル/調査/応用—」、第13章、技報堂出版、p. 235-245 をもとに要約

等)は活動パターン選択モデルや目的地選択モデル、交通手段選択モデルの入力変数となる。

世帯自動車保有モデルは予測時点の世帯属性等によって保有状況を選択する静的モデル、一定の時間間隔ごとに観測し、各時点での自動車保有状態を推計する動的状態モデル、自動車の更新状態を表現する更新行動モデルがある。

静的モデルのうち、都市交通計画で用いられることが多いモデルに保有台数選択モデルがある。保有台数選択モデルは多項ロジットモデル等で自動車保有台数を選択するモデルとして表現される。説明変数には世帯収入、世帯の子供の数、世帯の就業者数、公共交通機関の利用可能性、自動車購入費用、自動車維持費用、駐車場制約等が導入されている。近年、一部の開発途上国ではオートバイの登録台数が増加傾向にあり、それらの国では乗用車とオートバイの保有状況の組み合わせを選択肢とするモデルを作成することもできる。この場合、多項ロジットモデルではIIA特性(無関係な選択肢からの選択確率の独立性)があるため、nested logit model や cross nested logit model、mixed logit model等のモデルを用いることで選択肢間の相関を考慮することができる。また、ジャカルタの事例ではオートバイローンの普及により急速にオートバイ登録台数が増加し、ベトナムの例では中国製の安価なオートバイにより普及が進んだ実情があり、SP調査等でローンの普及や安価な車両の購入意思について質問することで、ある程度これらの影響を考慮した保有モデルの構築も可能となる。ただし、3章でも述べたようにSP調査特有の信ぴょう性や安定性の問題があるため、適用にあたっては慎重に検討する必要がある。静的モデルはこの他に世帯が保有する車種選択をモデル化した車種選択モデルや走行距離を予測する走行距離モデル、それらを含めて統合的に表現する統合モデル等がある。

動的状態モデルには動的保有台数モデル、動的自動車利用モデル、動的自動車保有・利用統合モデル等がある。動的保有台数モデルは一定期間(通常1年)ごとの自動車保有状況を説明するモデルであり、説明変数は静的モデルの保有台数選択モデルと同様であるが、過去の自動車保有状況を加えることができる。静的モデルと同様に、自動車走行距離やトリップ時間などを被説明変数とする動的自動車利用モデルや動的自動車保有・利用統合モデルも開発されている。

さらに、更新行動モデルは保有状態ではなく、保有状況の変化をもたらす行動をモデル化している。これにより、購入、中古車市場への供給、廃車の需要予測が可能となり、更新と維持のためのそれぞれの費用を考慮したモデル化、保有期間を考慮することによる長期的な意思決定のモデル化が可能となる。

動的状態モデルや更新モデルは詳細な自動車の市場分析等に有効なモデルであるが、モデル構築にはパネル調査(同一の個人あるいは世帯を繰り返し調査して行動の変化を把握する調査)等によって過去の自動車保有状況や維持管理費用等を把握する必要がある。開発途上国において急速にモータリゼーションが起こる際は基本的に新規購入であるため、静的モデルでも都市交通へのモータリゼーションの影響は考慮できると考えられる。

4.3.9 需要予測モデルの改善に最適な交通調査及びサンプル数算定の考え方と留意点

(1) 非集計モデル構築時のサンプル数

非集計モデルの理論上、厳密には本格調査実施前にプレ調査等を実施し、一度モデルを推計した上で各パラメータの分散共分散行列を算定し、信頼度・許容誤差を決めれば解析的に最低サンプル数を推定で

きる⁷⁴。また、基本的には最も有意でないパラメータに依存する⁷⁵。しかし、プレ調査の実施は費用と時間の増加となり、開発途上国での調査の運用面を考えると適用は容易ではない。

一方、様々な手法により実データを使った検証が行われており、選択枝数、モデル構造、サンプリング方法等により異なる。以下に主に交通手段選択モデルを対象とした検証結果を示す。

- 一般に 500-1,000 の観測値があれば十分に大きいと考えられている⁷⁶
- 日本における手段選択モデルを想定した検証で必要サンプル数は 800-1,000 程度⁷⁷
- 日本における大規模調査の再サンプルによる検証。選択枝別抽出法では 300-500 でよい⁷⁸
- 同様に日本における大規模調査の再サンプルによる検証。280-350 でよい⁷⁹
- 実際には交通分野では数百のサンプルのケースが多い⁸⁰

上記は各モデルに必要なサンプル数であり、データを分割して複数のグループごとにモデルを作成する際には、それぞれグループごとにモデルを推計できるだけの十分なサンプル数が必要となる。所得別にモデルを作成する場合、サンプルの確保が困難な高所得者層がネックとなる。例えば、高所得者が全体の 10%として、そのサンプルを 1,000 サンプル集めるには 10,000 サンプル必要となる。また、ゾーンを被説明変数とした目的地選択モデルや交通手段目的地同時選択モデル等では選択枝数が多くなり、特定の選択枝のサンプルがない、あるいは極めて少なくなった場合には不安定なモデルとなり、パラメータの推定が困難となる。開発途上国におけるの離散選択モデル構築時の目的地選択モデルや目的地手段同時選択モデルの必要サンプル数については、今後の研究蓄積を待つ必要がある。TRB でのインタビュー結果によると、ABM のモデル開発に必要なサンプル数は、何日分のトリップデータを収集されたかにもよるが、通常のアメリカの都市圏で 2,000~6,000 サンプルと言われている。ただし、大都市圏では、ニューヨークで 10,000 サンプル、シカゴで 7,000 サンプルを使用した例もある。一方、近年の欧米の都市圏におけるサンプル数は概ね 10,000 世帯前後で、多くても 20,000 世帯の ADS や PT 調査でモデルを推計している例が中心であった⁸¹。これらを総合すると、現時点では ADS により複数日のデータが取れれば概ね個人ベースでは

⁷⁴ de Bekker-Grob, E. W., Donkers, B., Jonker, M. F., and Stolk, E. A. (2015) "Sample Size Requirements for Discrete-Choice Experiments in Healthcare: a Practical Guide", *The Patient - Patient-Centered Outcomes Research*, Vol. 8, Issue 5, pp. 373-384

⁷⁵ Rose J. M., and Bliemer M. C. J. (2009) "Constructing efficient stated choice experimental designs", *Transport Reviews*, Volume 29 No.5., pp. 587-617

⁷⁶ Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L. G. (2011) "Modelling Transport", A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, pp. 276

⁷⁷ 桐越 信、塚本 直幸(1983)「シミュレーションデータによる非集計ロジットモデルの誤差解析」、第 5 回土木計画学研究発表会講演集、pp. 450-461

⁷⁸ 森地 茂、屋井 鉄雄(1984)「非日常的交通への非集計行動モデルと選択枝別標本抽出法の適用性」、土木学会論文報告集、343 号、pp. 161-170

⁷⁹ 太田 勝敏 (1980, 1981)「非集計行動モデルの交通計画への適用に関する研究 I、II」、文部省科学研究費報告書 (土木学会土木計画学研究委員会編 (1995)「非集計行動モデルの理論と実際」丸善 での引用)

⁸⁰ Ortúzar, J. de D. and Willumsen, L. G. (2011) "Modelling Transport", A John Wiley and Sons, Ltd., Publication, pp. 285

⁸¹ 例えば

ニューヨーク都市圏 約 18,800 世帯 (ABM を構築)

NYMTC (New York Metropolitan Transportation Council North Jersey Transportation Planning Authority) (2014) "2010/2011 Regional Household Travel Survey, Final Report" Online, Internet, Available on 12th March 2018
https://www.nymtc.org/portals/0/pdf/RHTS/RHTS_FinalReport%2010.6.2014.pdf

サンフランシスコベイエリア 約 15,000 世帯 (ABM を構築)

Metropolitan Transportation Commission (2004) "San Francisco Bay Area Travel Survey 2000: Regional Travel Characteristics Report"

シカゴ都市圏 約 14,000 世帯 (ABM を構築)

CMAP (Chicago Metropolitan Agency for Planning) (2011) "Chicago Regional Household Travel Inventory, Final Report" Online, Internet, Available on 12th March 2018
http://www.cmap.illinois.gov/documents/10180/77659/methods_final_3-1-11.pdf/f6c9bb35-03db-43d2-98d2-4e32ea034979

2,000 (アメリカの通常の都市圏の事例) ~40,000 人サンプル程度(1 世帯 4 人で 10,000 世帯を想定)あれば ABM のモデルの構築は可能と想定される。今後、開発途上国においてのさらなる検討が望まれる。後述する現地コンサルタントの経験・能力に応じて管理できる数量という点を考慮すると、ADS や PT 調査といった回答者にとって負荷が高く複雑な調査の場合、開発途上国においては 5,000 人サンプル程度が一つの目安と考えられる。

(2) 開発途上国における非集計モデル構築時の基幹交通調査サンプル数算定の考え方

本項では開発途上国における特徴を踏まえた上で、非集計モデル構築時の基幹交通調査のサンプル数算定の考え方について整理する。サンプル数算定に先立ち、調査目的を明確にし、それに応じて目標を設定することが重要である。これは目的に応じて必要となるサンプル数の考え方も異なるためである。その上で、開発途上国における調査実施時の特徴や制約条件を踏まえ、さらに費用縮減を目指して調査規模縮減に配慮した対策検討を行う流れとする。以下に各項について示す。

1) 調査目的に応じた目標の設定

非集計モデル構築時には大きく 3 つの観点からサンプルが必要となる。1 点目はモデル構築である。モデル構築に関しては交通手段選択で数百~1,000 人サンプル、ABM 全体の構築でも 2,000~40,000 人サンプル程度あれば可能と考えられる。一方、社会経済指標(ゾーン指標)の作成には異なった考え方で算定する必要がある。一般的な割合計算のための必要サンプル数算定の数式⁸²を用いると以下のとおりである。

信頼度 95%、誤差±5%で 384 サンプル

信頼度 95%、誤差±10%で 96 サンプル

このことから、ゾーン等の分析単位ごとに 100~400 サンプルあればよい。また、社会経済指標算定のためには PT 調査を実施する必要はなく、通勤通学調査でも情報収集が可能である。

世帯マイクロデータ作成(Population Synthesizer)に関しては、一般的な IPF (Iterative Proportional Fitting) の場合、次元にもよるが 3%程度以上が望ましい(TRB でのインタビュー結果)。一部のモデルでは 1%でも精度が確保できるとの報告もある⁸³。こちらも通勤通学調査や国勢調査等の個票データで所得等があれば代替可能である。

ロンドン都市圏 毎年約 8,000 世帯 (2005 年から 2010 年まで複数年実施し合算して分析されている)

TfL (Transport for London) (2011) "Travel in London, Supplementary Report: London Travel Demand Survey (LTDS)" Online, Internet, Available on 12th March 2018

<http://www.clocs.org.uk/wp-content/uploads/2014/05/london-travel-demand-survey-2011.pdf>

シンガポール 約 10,000 世帯

LTA (Land Transport Authority, Singapore) (2013) "Household Interview Travel Survey 2012: Public Transport Mode Share Rises to 63%", News Release, Online, Internet, Available on 12th March 2018

<https://www.lta.gov.sg/apps/news/page.aspx?c=2&id=1b6b1e1e-f727-43bb-8688-f589056ad1c4>

パリ首都圏 約 7,000 世帯

INRETS (Institut National de REcherche sur les Transports et leur Sécurité) (2010) "Redressement de l'Enquête Nationale sur les Transports et les Déplacements - 2007-08", Online, Internet, Available on 12th March 2018

[http://www.statistiques.developpement-](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Themes/Transports/Transport_de_voyageurs/Deplacements/Note_methodo_redressement_EN)

[durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Themes/Transports/Transport_de_voyageurs/Deplacements/Note_methodo_redressement_EN](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/fileadmin/documents/Themes/Transports/Transport_de_voyageurs/Deplacements/Note_methodo_redressement_EN)
TD_cle7ca4ec.pdf

⁸² $n = \frac{Z^2 S^2}{d^2}$ ここで $S = \sqrt{p(1-p)}$ 。なお d は誤差(割合)、 p は想定割合、 S は標準偏差、 Z は信頼係数

⁸³ Sun, L. and Erath, A. (2015) "A Bayesian network approach for population synthesis", Transportation Research Part C, Vol. 61, pp. 49-62

2) 開発途上国におけるサンプル数設定時の留意点の考慮

開発途上国におけるサンプル数設定時の留意点を以下に示す。

信頼できる社会経済統計の欠如: 信頼できる社会経済統計がないため、それらを補完する調査が必要となる。社会経済統計の補完を目的に調査を行う場合、時間・費用のかかる PT 調査でなく、簡素化した通勤通学調査(世帯情報、世帯構成人員の情報、通勤通学トリップ情報について質問する調査。3.1.2 節を参照)等で代替することが望ましい。

高所得者層・自動車利用層サンプルの確保: 既述の通り、高所得者層のサンプル確保は開発途上国における調査の大きな課題である。これらを補完する方法として、ショッピングモールやオフィスビル等で高所得者層を対象にした補足調査や Web アンケートや携帯電話を活用した調査で、高所得者層の回答拒否の防止を図ることができる。

加えて第2章に示した通り、家庭訪問調査実施においてはいくつかの課題が示されている。現地コンサルタントの経験・能力に応じて管理できる数量となるよう、サンプル数削減と調査の簡素化を行うことが望ましい。これまでの調査では、実施するコンサルタントがいない、慣れていないケース、経験がないにもかかわらず単純なアンケート調査と同じという想定で低価格入札するケース、短期間に教育された人材を確保できないケース等が報告されている。一人の管理者が行き届く調査員人数は経験上多くても 40~50 人程度であり、これより大きい人数になると監督員と調査員の 2 層構造から 3 層、4 層の調査体制となる。仮に調査員 1 名あたり 2 週間で 25 世帯調査を行うと仮定すると、50 人であれば 2 か月で 5,000 世帯の調査が終了計算となる。調査期間、調査規模と確保できる調査員数を考慮して調査設計をする必要がある。必要サンプル数は目安であり、その数字に満たない場合はその分誤差が拡大するだけである。通常、調査実施上の間違いやサンプリングの偏りはより大きな問題であるため、サンプル数のみにとらわれず、総合的な観点から調査の質を向上する方法を検討する必要がある。

3) 調査規模縮減に配慮した対策検討

むやみに調査規模を拡大することは費用が増加するだけでなく調査の品質管理も困難になるため、調査目的の達成のために影響のない範囲で調査規模の縮減に配慮した対策検討を行う。既存調査を活用できるケースにおいては、過去の国勢調査、所得統計、PT 調査・通勤通学調査の個票データ(集計データも社会経済指標算定のために必要であるがモデル作成には活用できない)を最大限活用する。その他、衛星画像と建物利用調査、トリップ発生原単位調査を活用して、通勤・通学者数の把握も可能である。

通常、開発途上国においては高所得者のサンプル数の確保がネックとなる。ターゲット(高所得者層等)を明確にした補足調査を行うことで、基幹交通調査のサンプル数を削減できる可能性がある。例えば、トリップ発生原単位調査や SP 調査実施時に同時に、ショッピングモールや職場での補足調査を実施すれば効率的に高所得者層のサンプルを確保できる。

加えて、高所得者層・青年層を中心に、回答拒否を減らすために調査方法の工夫を行うことで全体のサンプル数の縮減も期待できる。彼らの回答しやすさを考慮して Web アンケートやモバイルアプリ等を活用するほか、短時間で回答できるように調査内容の簡素化を行うことも重要である。

4.3.10 必要需要予測ソフトウェアについて

開発途上国を支援するドナーである JICA、世銀、ADB などの交通インフラ整備プロジェクトでは、定型の必要予測手法は無く、予測手法や利用ソフトウェアは業務に従事するコンサルタントに依るところ大きい(例外として、世銀や ADB の道路プロジェクトの評価に HDM-4 の使用が規定されることがある)。

現在、世界的に交通需要予測に使用されている主なソフトウェアとしては、以下のものがある。

- CUBE
- Visum
- EMME
- TransCAD
- SATURN
- JICA-STRADA

これらのソフトウェアは全て、一般的に需要予測に必要な以下の機能を実装している。

- GUIを搭載しマウスなどのデバイスによる直感的な操作
- 均衡配分を含む四段階推定法のモデル推計とそれに基づく交通需要予測
- 非集計機関分担モデルの構築と需要予測
- 公共交通配分(運行ルート・運行頻度を含むトランジット配分)
- GISとの連携または統合

また、一部のソフトウェア(CUBE、Visum など)は別途ソフトウェアを購入あるいは拡張機能を追加購入することで、動的シミュレーション(マイクロシミュレーション)や土地利用モデルとの連携などが可能となっている。

(1) CUBE

米国の citiblas 社が開発・販売を行っており、同社は CUBE を活用したコンサルタント業務も行っている。CUBE はタイ・インドネシアをはじめとする東南アジアのローカルコンサルタントでも良く利用されている。

2017 年現在、CUBE の最新バージョンは 6.4.3 であり、基本的な交通需要予測を行うための CUBE BASE の他、追加購入が必要な拡張機能として旅客のモデルを行うための Cube Voyager、メソスコピックシミュレーションを行う Cube Avenue、マイクロシミュレーションを行う Cube Dynasim、土地利用モデルの Cube Land、貨物需要予測を行う Cube Cargo、OD を推計する Cube Analyst 等がある。また、異なる PC 間でデータやモデルの共有をクラウド上で行うための Cube Cloud のサービスも提供されている。

CUBE の主な特徴としては、シナリオマネジメント機能と呼称される複数条件のケースについて需要予測を容易に行えること、GUI 上で一連のモデルをフローチャート形式で表示させ、モデルからモデルへデータのやり取りを可視的に設定できること等があげられる。なお、モデル自体はスクリプト入力設定する。

(2) Visum

独国の PTV 社が開発・販売している Visum の最新バージョンは 17 であり、私的交通機関と公共交通機関を組み合わせたマルチモーダルトリップモデルやカーシェアリングのモデル化、シミュレーションベースの動的配分の Visum への組み込み等の機能が追加されるなど、先進的な取り組みが行われている。また、複数のケースを設定することでシナリオ毎の需要予測の比較を行うことも容易である。

Visum の特徴としては、同社のマイクロシミュレーションソフトである Vissim との連携である。Vissim はマイクロシミュレーション分野では世界的に使用されており、オートバイの並走や可変式信号制御の再現などが可能である。

(3) EMME

EMME は加国の INRO が販売するソフトウェアであり、最新バージョンの 4.3 では、交通ネットワークの代

替ルート構築を容易とするシナリオマネジメント、特に全国レベルの長距離トリップの時間軸に沿った配分結果を算出する Space-Time Traffic Assignment 等の機能強化に加え、トランジット配分の計算時間短縮等のソフトウェア自体の最適化が図られている。

EMME は一般的な四段階推定法に必要な機能を全て搭載しており、特に計算結果の可視化やモデリング作業の記録など使用者の利便性が配慮されている。

(4) TransCAD

米国で開発された TransCAD は GIS ベースの需要予測ソフトウェアであり、このため既存の GIS 統計データから需要予測モデルへのデータ入力、等距離圏の作成といった GIS ベースのデータの視覚化等に優れている。この他、貨物の需要予測や施設配置の分析、配送エリアやルートの分析など物流需要予測に係る機能も同梱している。

(5) SATURN

英国で開発された SATURN は主に英国と英国が支援する国で使用されることがあるソフトウェアである。SATURN は構造的には 5 つのモジュールからなり、交通ネットワークエディターである PMAKE、ネットワークチェックのための SATNET、OD 表の編集のための MX、配分とシミュレーションを行う SATALL、配分結果表示の PIX で構成されている。

この基本機能に加えて、SATURN の配分結果を GIS フォーマットで表示・解析するための SatView、交差点の信号制御用のコードを生成する SatCoder 等の追加ソフトウェアがある。

SATURN の特徴としては、交差点流入部の待ち行列の長さや信号制御方式の評価・最適化等を SATURN 上で行うことができる交差点のシミュレーション機能が挙げられる。

(6) JICA-STRADA

JICA-STRADA は、JICA プロジェクトでの使用とデータベースの共有化を目的に 1993 年から学識経験者、国土交通省(旧建設省、運輸省)、民間コンサルタントによる研究会を中心に開発が始められ、1997 年から一般に販売が開始された。本プロジェクト研究におけるコンサルタント業界報告会においても JICA-STRADA 開発時の背景として需要予測ソフトウェアを共通化することにより、交通需要予測データフォーマットの統一化し、ソフトウェアの違いに起因する需要予測手法・計算結果の差異の解消ができ、結果を比較することができる旨指摘された。また、技術移転のしやすさについても指摘があった。

現在は価値総合研究所が販売・サポートを行っており、最新バージョンは 4.0 となっている。STRADA の特徴としては、機能がモジュール化(個別のソフトウェア)されたパッケージであり、各モジュールで生成されるアウトプットファイルを他のモジュールのインプットファイルとして参照する点である。また、生成される中間データやアウトプットデータが、他のソフトウェアと異なりバイナリ形式ではなく人間が読めるテキスト形式であるため、他の需要予測ソフトウェアや GIS へのデータ提供にあたりバイナリファイルからテキスト形式に変換する必要が無い。

他の需要予測ソフトウェアと比較して、複数の需要予測シナリオの比較や GIS に基づく交通ネットワークデータの専用フォーマットへの変換など、機能や操作性の点において劣る一方、価格が他の需要予測ソフトウェアのおよそ 1/10 であることから、国内の教育機関等で採用されている。

ベンダーである価値総合研究所へのヒアリングの結果、STRADA の既存のモジュールの更新・機能強化は考えておらず、同研究所が保有する土地利用モデルとの連携を次回のバージョンアップで反映することが検討されている。このため、最新の需要予測理論に基づき、順次、機能強化や拡張機能の追加が行わ

れることが予想される他の交通需要予測ソフトウェアと比較した場合、ソフトウェアのスペック上の優劣は拡大することが予想される。

STRADA は、コンベンショナルな一連の交通需要予測に必要な機能を実装しており、また比較的低廉であることから、交通需要予測の手法を学ぶための技術移転のためのツールとして活用が期待できる。

(7) ABM 用ソフトウェア

現在、アメリカの都市圏で実用化が進んでいる ABM の具体的モデルとしては、以下の4つがある。他にも大学等で研究開発されたモデルもいくつか存在するが、複雑なモデル構造で実用化には至っていない。

- ActivitySim: Ben Stabler 及び Joel Freedman による開発。ツアー(自宅を出てから帰ってくるまでの一連のトリップチェーン)をベースにし、計算処理が早く精度も高いモデル。
- DaySim: John Bowman 及び RSG 社により開発。サクラメントなどで適用され、空間計画データの反映にも便利で、年次ごとの交通計画への反映が行いやすい。アメリカの他、デンマーク(コペンハーゲン)での適用実績がある。途上国では、中国の北京で郊外の新都市計画を含んだ需要予測を ABM に移行させる際に DaySim の適用が試みられたが、新都市の人口の詳細が未定で、結局 DaySim は見送られ、PTV 社の VISEM(アクティビティパターンに基づく集計モデル)に変更された経緯がある。
- CT-RAMP: Peter Vovsha により開発。世帯構成員間の相互関係を重視したモデル。イスラエル(エルサレム)での適用実績がある
- TourCast: Cambridge Systematics 社が開発

一方、ヨーロッパでは、MATSim と呼ばれるエージェント(個体及び集合体)ベースの ABM が Kay Axhausen らによって開発され、リヨン、ベルリン、ストックホルムやスイスの諸都市、さらにイスラエル(テルアビブ)やシンガポールで適用されている。なお、開発途上国では、いまのところ実務レベルでの ABM の適用実績はない。

これまでの四段階推計法のうち、ABM に置き換えられるのは、トリップ発生集中、分布、機関分担の各モデルの三段階までで、ネットワーク配分については時間帯別のネットワークとなる他は従来のみである。市販の交通需要予測ソフトのうち、アメリカでは TransCAD や CUBE の利用が最も多く、VISUM や EMMЕ の利用もある。いずれのソフトウェアにおいても、ネットワーク配分の結果(LOS データ)と ABM の結果(OD 表)とを相互に組み込み、繰り返し計算ができるような設定が可能であるので、ABM 利用にあたっての交通需要予測ソフトの選択には特に問題はない。なお、VISUM には、公共交通の時刻表をそのまま反映させたトランジット配分オプションが用意されている。また、TransCAD など、後述する世帯マイクロデータ(PopGen)のプログラムが組み込まれたものも存在する。

4.4 交通調査関連の方向性

3 章においては、アクティビティダイアリー調査(ADS)が PT 調査の問題点であるトリップの漏れや回答者にとって理解しにくいという課題を克服し、かつ世帯構成員間の関係や時間的变化、トリップ間の関係に係る開発途上国特有の交通行動を捉えることができる点において、途上国における JICA の交通調査の問題をこれまでより克服できる可能性がある点を明らかにした。

本章においては、開発途上国における交通需要予測において求められる点として以下の 3 つの点に着目した。

- 多様でダイナミックに変化する生活様式や交通行動およびそれらの将来像が表現できるか。

- それに対応した TDM をはじめとする各個人の交通行動に働きかける様々な交通施策の影響を柔軟に表現し色々なシナリオを評価することができるか。
- 交通施策について説明責任が求められた際にどれだけ技術的に丁寧に説明できるか。

その上で、予測精度よりも予測プロセスの妥当性に重点を置いて説明し議論するための交通需要予測手法として、従来の集計モデルから非集計モデルへの移行が望ましいことを示した。

交通調査手法としての ADS は交通需要予測手法としての非集計モデル、その中でも特に ABM と元来親和性が高い。ABM 自体は PT 調査からも構築することはできる。ADS では世帯構成員間の関係や時間的変化、トリップ間関係等の生活活動と交通行動の関係性をとらえることができる点で、構築できる ABM の自由度が大きく向上し、表現できる行動や政策がより拡大する。ADS の課題として回答者や調査員への負担が大きい点が挙げられるが、非集計モデルを構築する場合はサンプル数も PT 調査に比べて大幅に削減できるため、その分、回答者への報酬や経験豊かな調査員の雇用に充てることもできる。言わば、サンプル数という量よりも個々のデータの質を重視した調査を行うことにより、様々な政策分析に活用できる需要予測モデルが構築できる。いかに多くのサンプルを集めたとしても、その結果でトリップが大幅に抜けているのであれば全体としての調査及び需要予測の質は大幅に低下してしまう。

また、開発途上国においてはセンサスの個票データが入手できないケースもあるため、必要に応じて世帯マイクロデータ作成あるいはゾーン指標の基礎データとして通勤通学調査を実施することで、包括的なモデルを作成することができる。

第5章 調査目的及び協力ニーズに応じた交通調査・需要予測手法の提案

本章では、まず都市の成熟段階に応じた協力ニーズ、および適用可能な交通調査・需要予測手法について、交通調査、調査手段、関連データ、さらに需要予測モデル、必要ソフトについての概ねの整理イメージを示す。続いて、M/P 策定、短期インフラ整備計画策定、フィージビリティスタディ、交通施策立案、および交通データの更新・M/P のアップデート(能力強化)のそれぞれの協力形態に応じた必要交通調査および交通需要予測手法の提案を一覧表で提示し、それぞれ想定される状況に分けなるべく詳細に、かつ仕様書に転用できる内容を意識して具体的に記載する。とりわけ M/P 策定については、M/P 策定が初回または PT 調査等が近年未実施の場合と M/P を更新し策定する場合に、フィージビリティスタディについては対象が大規模インフラの場合と交差点改良等比較的規模が小さい場合に、それぞれ大別して交通調査・需要予測手法に係る提案内容を詳述する。

5.1 都市の成熟段階及び協力目的に応じた交通調査及び需要予測手法の整理

まず都市の成熟段階に応じた協力ニーズ、および適用可能な交通調査・需要予測手法について、交通調査、関連データ、調査手段、さらに需要予測モデル、必要ソフトについての概ねの整理イメージを、図 5.1 に示す。都市の成熟段階とは、経済的な指標等で捉えたものよりも、むしろ都市生活の困難さの度合い、とりわけ交通に関して言えば、おびただしく様々な種類の車両が出入りし通常多くの障害が発生するような交通状況であったり、公共交通においても路線図も存在せず非常に複雑なパラランジット系の公共交通しかないなど、都市の交通システムの混とん・整然の度合いを概ね表したものである。一般的に、都市の成熟段階に関わらず、M/P 策定やフィージビリティスタディ(F/S)への協力ニーズは常に起こり得るものであり、PT 調査や ADS などの基幹交通調査、さらにセンサデータやその代替としての(大規模)通勤通学調査はどの段階でも必要なものとなる。ショッピングモールやオフィスでの補足調査やタブレット端末を用いた調査なども、成熟段階に関わらず有効な調査手段であり、また需要予測モデルとしては、途上国側が需要予測モデルの基礎の技術移転を要望する場合を除き、非集計モデルが基本的に適用可能である。

この他、各都市の取り巻く状況にもよるが、M/P や交通調査データ等の更新を必要とする都市では、衛星画像データが社会経済指標の更新に役立つほか、インターネットによる調査やスマートフォンによるトリップ調査も効率的で有効な調査手段になることがある。中でも、都市の社会経済が伸びつつも M/P の策定や更新に十分な時間的余裕がなく、一部ソフト施策も含めた短期的なインフラ整備リストが必要とされる場合には、非集計モデルの構築が推奨される。TDM や TOD をはじめとする交通施策を中心とした交通計画の場合には、より技術的に丁寧に説明責任を果たすことのできる非集計モデルによる評価が重要となる。また、交通計画能力強化についても、高度な政策立案の際の分析においては、非集計モデル等を活用して能力強化プログラムを設定もしくは別案件としての支援が妥当と考えられる。

続いて、より具体的に、M/P 策定、短期インフラ整備計画策定、F/S、交通施策立案、および交通データの更新・M/P のアップデート(能力強化)のそれぞれの協力形態に応じた必要交通調査および交通需要予測手法の提案について、表 5.1 に提示し、各ケースについての詳細を次節以降で取りまとめている。

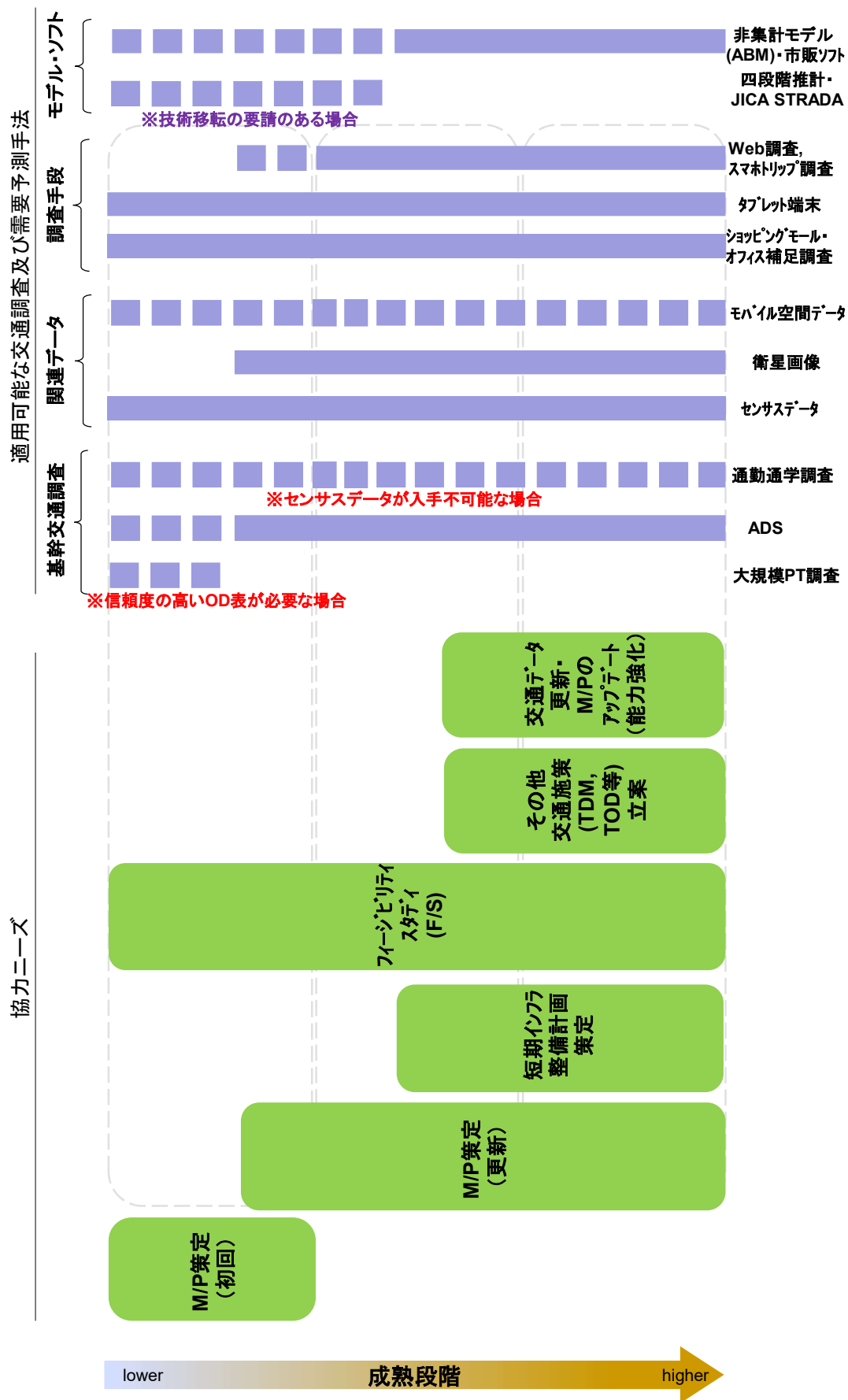


図 5.1 都市の成熟段階に応じた協力ニーズ及び適用可能な交通調査・需要予測手法の整理イメージ

表 5.1 協力目的に応じた交通調査・調査手段・関連データ・モデルの整理

JICA調査・協力形態	目的・概要	基幹交通調査	通常必要交通調査	その他交通調査	調査手段	関連データ	モデル・予測手法	留意事項
M/P(初回)	開発の長期的な方向性を示すことでアカウンタビリティを高める一方、短期的には顕在化した交通問題の解決を図る。 政策決定のために将来像・ビジョンを議論し、かつ様々な政策・計画の交通への影響を科学的に評価・分析した上、インフラ整備計画及び事業優先度を提示。	一定の信頼度を確保した現況OD表が必要な場合 ・大規模PT+補足調査(ADS) 上記に該当しない場合 ・ADS+通勤通学調査	[主にOD補完用] コードライン調査、公共交通コリドーOD調査、大規模施設OD調査、トラックOD調査 [主にキャリブレーション用] スクリーンライン調査、走行速度調査	駐車実態調査、SP調査、交差点交通量調査	タブレット/モバイル機器/紙ベースの調査、インターネット/ショッピングモール/オフィス補足調査、手動カウント、CCTVカメラ等による撮影	センサス、道路インベントリ センサス個票、道路インベントリ	・集計(技術移転ニーズあり、またはTDM等交通施策を伴わない場合) ・非集計(上記に該当しない場合) 非集計	集計分析で分析精度を上げるとサンプル数が膨大となるため、調査監理を考慮し十分な調査期間と予算の確保が必要。 F/S等でOD表やモデルが利用される可能性にも留意。 技術移転目的の集計モデルの場合には、JICA-STRADAが利用可能。 OD表やモデルは頻繁に変化するため、効率の良い作成・更新が望まれる。
M/P更新		ADS	上記のうち直近に実施されていないもの			前回のM/Pのモデルへの入力値、センサス、CDR、衛星画像(土地・建物利用変化)	・集計(技術移転ニーズあり) ・非集計(上記に該当しない場合)	技術移転目的の集計モデルの場合には、JICA-STRADAが利用可能。
短期インフラ整備計画	需要予測に十分な時間的余裕がなく、かつ短期的なインフラ整備リストが必要とされる場合、既存の計画等を束ねてハイレベルでの合意を重ね案件群の選定や優先順位付けを行うもの。	既存M/P調査が存在する場合 ・ADS 上記に該当しない場合 ・ADS+通勤通学調査	必要に応じて [主にOD補完用] コードライン調査、公共交通コリドーOD調査、大規模施設OD調査、トラックOD調査 [主にキャリブレーション用] スクリーンライン調査、走行速度調査	駐車実態調査、SP調査、交差点交通量調査	タブレット/モバイル機器/紙ベースの調査、インターネット/ショッピングモール/オフィス補足調査、手動カウント、CCTVカメラ等による撮影	前回のM/Pのモデルへの入力値、センサス、CDR、衛星画像(土地・建物利用変化) センサス個票、道路インベントリ	前回のM/Pのモデル(集計or非集計) 非集計	需要予測は計画策定と同時並行で行い継続して計画をアップデート。 既存M/P調査が存在する場合には、当時の需要予測をある程度参考にする事は可能。 ただし、前回のM/Pのモデルの利用については、現在の状況(平均乗車人数やトリップレート、モード選好等)に適合しているものか精査が必要。
F/S(大規模インフラ)		既存M/P調査が存在する場合 ・ADS+補足調査(SP) 上記に該当しない場合 ・ADS+通勤通学調査+補足調査(SP)	必要に応じて [主にOD補完用] コードライン調査、公共交通コリドーOD調査、大規模施設OD調査、トラックOD調査 [主にキャリブレーション用] スクリーンライン調査、走行速度調査	必要に応じて交通量カウント調査(交通量キャリブレーション、環境影響評価用)、交差点交通量調査(工事時の切り直し計画)等	タブレット/モバイル機器/紙ベースの調査、インターネット/ショッピングモール/オフィス補足調査	前回のM/Pのモデルへの入力値、センサス、CDR、衛星画像(土地・建物利用変化) センサス個票、道路インベントリ	前回のM/Pのモデル(集計or非集計) 非集計	前回のM/Pのモデルの利用については、現在の状況(平均乗車人数やトリップレート、モード選好等)に適合しているものか精査が必要。 ネットワーク全体への影響が限られる場合は、対象地域をコリドーに限定した検討も可能。
F/S(交差点改良等)	具体的な事業(道路、鉄道、橋等)のフィジビリティを検討する。路線選定、駅等の配置、採算性など事業として評価・分析を行う。 通常、高精度かつ短期間での需要予測の実施が求められる。	周辺状況が大きく変化しないと予測される場合 ・交差点交通量調査(渋滞長調査・信号現示調査を含む) ・必要に応じてナンバープレート調査 周辺状況が大きく変わると予測される場合 既存M/P調査が存在する場合 ・交差点交通量調査(渋滞長調査・信号現示調査を含む)+補足調査(ADS) 周辺状況が大きく変わると予測される場合 既存M/P調査が存在しない場合 ・交差点交通量調査(渋滞長調査・信号現示調査を含む)+ADS+通勤通学調査	走行速度調査		手動カウント、CCTVカメラ等による撮影、MACアドレス照合(自動車OD推計)	道路幾何構造	マイクロシミュレーション	将来交通需要は社会経済のマクロ値の伸びに合わせるが、長期的な予測は困難。 便益や影響の範囲も限定される。
交通施策(TDM、TOD等)	TODに伴う交通行動の変化やTDMや料金設定など、立案した交通施策などの検証を行う。	既存M/P調査が存在する場合 ・ADS+補足調査(SP、通勤通学調査) 上記に該当しない場合 ・ADS+通勤通学調査+補足調査(SP)	必要に応じて [主にOD補完用] コードライン調査、公共交通コリドーOD調査、大規模施設OD調査、トラックOD調査 [主にキャリブレーション用] スクリーンライン調査、走行速度調査	駐車実態調査、交差点交通量調査	タブレット/モバイル機器/紙ベースの調査、インターネット/ショッピングモール/オフィス補足調査、手動カウント、CCTVカメラ等による撮影	前回のM/Pのモデルへの入力値、センサス個票、CDR、衛星画像(土地・建物利用変化) センサス個票、道路インベントリ	非集計(前回のM/Pのモデルが非集計であればそれを利用) 非集計	基本的に時間的変化も含めた交通行動や駅までの距離を直接反映した交通行動の予測が必要で、非集計モデル構築を前提。
交通データ更新・M/Pのアップデート(能力強化)	主に中進国において、C/P機関が自ら交通データのアップデート及び計画の見直しを行う意志のある都市に対して、データ・モデル更新等の能力強化を支援する技術協力をを行う。	ADS	必要に応じて [主にOD補完用] コードライン調査、公共交通コリドーOD調査、大規模施設OD調査、トラックOD調査 [主にキャリブレーション用] スクリーンライン調査、走行速度調査		タブレット/モバイル機器/紙ベースの調査、インターネット/ショッピングモール/オフィス補足調査	前回のM/Pのモデルへの入力値、センサス、CDR、衛星画像(土地・建物利用変化)	集計or非集計(C/Pの要望による)	能力強化のみが目的であれば、中ゾーンレベルでも可。 集計モデルや配分のみの場合には、JICA-STRADAが利用可能。 地元の大学等研究機関やコンサルタントとの連携も必要。

※1 基幹交通調査とは、需要予測モデル構築に不可欠の調査。
 ※2 補足調査とは、対象を都市圏の一部に絞った調査。
 ※3 通勤通学調査は、センサス個票が入手不可の場合や、通勤先・通学先に関する統計情報がない場合に実施。
 ※4 インターネット/ショッピングモール/オフィス補足調査は、非集計モデルの構築を念頭に、高所得者層の概ね1,000サンプルを収集できる調査規模。
 ※5 各調査ともに概ね2-3年以内に同種の調査実施されており、品質の問題がなければ当該調査の再実施は必要ない。

5.2 マスタープラン(M/P)策定

都市交通 M/P 策定の主たる目的は、開発の長期的な方向性を示すことでアカウンタビリティを高める一方、短期的には顕在化した交通問題の解決を図ることにある。具体的には、現在の都市の交通状況を把握し問題点や課題等を整理した上で、政策決定のために将来像・ビジョンを議論し、かつ様々な政策・計画の交通への影響を科学的に評価・分析した上で、インフラ整備計画及び事業優先度を提示するものである。

M/P 策定については、M/P 策定が初回または PT 調査等が近年未実施の場合と、M/P を更新し策定する場合に大別して、交通調査・需要予測手法等に係る提案内容を以下に詳述する。

5.2.1 M/P 策定が初回または PT 調査等が近年未実施の場合

M/P 策定が初回の場合のほか、M/P 策定の基幹調査であった PT 調査等が近年(概ね 10 年を超え)未実施で調査データの更新も困難と判断される場合が、これに該当する。なお、近年 PT 調査等が実施されていてもオリジナルのデータベースが入手できない場合や、調査データの質に明らかに問題がある場合も、これに該当する。

1) 基幹交通調査

需要予測モデルの構築に不可欠となる基幹交通調査の内容は、相手国のみならず他ドナーなどからも注目され、M/P 策定後も F/S 等に利用されるなど貴重なデータベースとして有効に調査データが活用されることが想定されるなどの理由で、一定の信頼度を確保した現況 OD 表の作成が必要な場合がある。一方で、OD 表は頻繁に変化するため、むしろ効率の良い OD 表の更新を優先させたい場合もあり、その2つに分けられる。

- 一定の信頼度を確保した現況 OD 表の作成が必要な場合：大規模 PT 調査、及び補足(トリップレート修正・確認用)調査としての ADS(500~1,000 人サンプル程度)
- OD 表の更新を優先させたい場合：ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)及び通勤通学調査(分析対象ゾーンごとに 100~400 世帯サンプル程度。世帯マイクロデータ生成(Population Synthesis)を考慮するとサンプル率 1%程度)

なお、前者の場合の大規模 PT 調査については、「総合都市交通体系調査の手引き(案)」(国土交通省都市・地域整備局都市計画課都市交通調査室、平成 19 年 9 月)により、カテゴリー数に応じた PT 調査のサンプル率(次式)及びサンプル数の算定式が提案されている。すべてのゾーンあるいは OD ペアが同じトリップ数という前提である点を留意する必要がある。算定したサンプル数はしばしば膨大となることがあり、実際の調査監理も考慮し、十分な調査期間を確保することが望ましい。また、サンプル数設定にあたっては、4 章に記載した通り調査の目的を明確に設定し、開発途上国における調査実施上の留意点を踏まえて多角的に検討する必要がある。

$$RSD(A) = K\sqrt{(ZK - 1) \cdot (1 - r)/r/N}$$

ここで、

- RSD(A): 相対誤差(日本の PT 調査においては 20%以下)、
- K: 信頼係数(信頼度 95%の時 1.96)、
- N: 母集団の大きさ(直前の国勢調査より5歳以上人口を推計し、生成原単位を乗じたもの)、
- ZK: カテゴリー数(OD ペア数あるいは基本ゾーン数⁸⁴×目的分類数×手段分類数等)、

⁸⁴ OD 表であれば OD ペア数、ゾーンごとの発生集中量であれば基本ゾーン数

r : サンプル率

また、後者の場合の通勤通学調査については、後述する必要関連データとしての人口センサスが通勤・通学先を含む個票レベルまで入手できる場合には、人口センサスの個票で通勤通学先ゾーンまで特定できるため通勤通学調査は実施しなくても良い。

2) 通常必要交通調査

基幹交通調査以外に通常必要な交通調査は、以下のとおりで、主に OD 表の補完用途に使われるものと、主に需要予測モデルのキャリブレーション用に使われるものの2種類に分けられる。

- 主に OD 補完用: コードンライン調査、公共交通コリドーOD 調査、大規模施設 OD 調査、トラック OD 調査
- 主にキャリブレーション用: スクリーンライン調査、走行速度調査

3) その他交通調査

その他、状況に応じて以下の交通調査が必要となる。

- 駐車実態調査: 駐車スペースの供給量と需要量を把握するとともに、都心部の自動車トリップの発生集中量や OD を調査し、都心部における駐車対策や駐車課金などの TDM 施策の検討の基礎データとする。
- SP 調査: TDM 施策や新規公共交通路線など、現況解析では得られない状況下の交通手段選択に関して利用意思、例えば課金に対する支払意思や交通行動の変化などを把握し、交通手段選択モデル(通常は非集計モデル)の構築や時間価値の推定に用いる。公共交通サービス改善計画の策定や公共交通料金政策の提言の際のバックデータにも使用する。
- 交差点交通量調査: 主要交差点における交通流の実態を把握し交差点解析を行い、交通管理方策(信号システムの改善計画等)の策定やフライオーバー等建設の必要性の検討に用いる。またフライオーバーが必要な場合には、設計へのインプットデータとする。

4) 調査手段

基幹交通調査の調査手段については、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり、都市の成熟段階に関係なく世界で既に広く実施されている。世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが主体的に開発したソフトウェアである「サーベイソリューション」はその代表であり、既に 70 ヶ国以上への利用実績がある。また、開発途上国の都市における交差点交通量調査の調査手段では、日本で使用されるような自動交通量観測機器(トラフィックカウンター)は、途上国特有の複雑な交通流では誤差が大きいと見られ、調査員の観測による交通量の手動計測が主流である。ただし、CCTV カメラ等のビデオ画像による手動計測は可能である。

また、収集の困難な高所得者層データ等の確保のため、調査対象者が GPS 機能及び加速度計を搭載した自身のモバイル機器(スマートフォン)を持ち歩くことにより、自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらったトリップ調査手法が実用化されているが、所得階層を問わずスマートフォンが普及していることが望ましい。同様に、収集の困難な高所得者層データ等の確保のための調査手段として、ショッピングモール・オフィス等での補足調査、インターネットによる調査が考えられ、それぞれ 1,000 程度の高所得者層サンプルを収集できる調査規模が想定される。

5) 関連データ

OD 表の推計及び需要予測モデルの構築に必要な関連データは、以下のとおりである。

- 人口センサスデータ：集計(四段階推計)モデル構築の場合は交通解析ゾーンベースの集計データでも良い。PT 調査データの拡大係数の確定や、ゾーン別将来人口の推計に必須である。一方、非集計モデル構築の場合には、世帯マイクロデータ構築の基礎として人口センサスの個票が必須である。
- 道路インベントリデータ：道路分類、幅員、延長、車線数、路面状況などの基礎情報を含む道路インベントリデータは、交通需要予測モデルに使用される道路ネットワーク作成の基礎資料として必須である。さらに、道路整備状況の確認などにも用いて、M/P 策定のための基礎資料となる。

6) モデル・予測手法

交通需要予測モデルについては、一定の信頼度を確保した現況 OD 表の作成が必要な場合と、そうでない場合とに分けられる。一定の信頼度を確保した現況 OD 表の作成が必要な場合には、大規模 PT 調査及び補足(トリップレート修正・確認用)調査としての ADS が実施されるので、集計モデルまたは非集計モデル何れのモデルも構築が可能である。とりわけ途上国側が需要予測モデルの基礎の技術移転を要望している場合や、または M/P の内容が道路や公共交通のインフラ整備が主で TDM 等交通施策のニーズはまだそれほど高まっていないと想定される場合には、従来どおりの集計(四段階推計)モデルが推奨される。その際には、技術移転のツールとして初心者にも理解しやすい JICA-STRADA の活用が適している。

一方、上記に該当しない場合には、アクティビティベース需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデルが推奨される。また、一定の信頼度を確保した現況 OD 表の作成が特に必要でない場合にも、ABM を含めた非集計モデルの構築が推奨される。社会経済状況の急速な変化も想定され、需要予測モデルも頻繁に変化することから、効率の良いモデルの作成・更新が望まれる。

5.2.2 M/P を更新する場合

M/P 策定が既に二回目以降で、かつ前回の M/P 策定の基幹調査であった PT 調査等が近年(概ね 10 年以内)実施されているため、調査データや需要予測モデルの更新もある程度可能と判断される場合が、これに該当する。需要予測モデルを含めた調査データ一式が入手されていることが前提となるが、近年 PT 調査等が実施されていてもオリジナルのデータベースが入手できない場合や、調査データの質に明らかに問題がある場合には、5.2.1 を参照。

1) 基幹交通調査

需要予測モデルの構築に不可欠となる基幹交通調査としては、前回の PT 調査データや OD 表を更新することを前提に、基本的に ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)のみとなる。ただし、非集計モデルを行う場合で、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが得られない場合には、補足調査として通勤通学調査(新規開発地等社会経済データの変化が想定される地域ではゾーンごとに 100~400 世帯程度)の実施を推奨する。

2) 通常必要交通調査

基幹交通調査以外に通常必要な交通調査は、以下のとおりで、主に OD 表の補完用途に使われるものと、主に需要予測モデルのキャリブレーション用に使われるものの 2 種類に分けられる。なお、実施にあたっては過去に実施された調査からの経過年数や想定される施策を踏まえて個々に必要性を判断する。

- 主に OD 補完用：必要に応じてコードンライン調査、公共交通コリドー OD 調査、大規模施設 OD 調査、トラック OD 調査

- 主にキャリブレーション用：スクリーンライン調査、走行速度調査

3) その他交通調査

その他、状況に応じて以下の交通調査が必要となる。

- 駐車実態調査：駐車スペースの供給量と需要量を把握するとともに、都心部の自動車トリップの発生集中量や OD を調査し、都心部における駐車対策や駐車課金などの TDM 施策の検討の基礎データとする。
- SP 調査：TDM 施策や新規公共交通路線など、現況解析では得られない状況下の交通手段選択に関して利用意思、例えば課金に対する支払意思や交通行動の変化などを把握し、交通手段選択モデル(通常は非集計モデル)の構築や時間価値の推定に用いる。公共交通サービス改善計画の策定や公共交通料金政策の提言の際のバックデータにも使用する。
- 交差点交通量調査：主要交差点における交通流の実態を把握し交差点解析を行い、交通管理方策(信号システムの改善計画等)の策定やフライオーバー等建設の必要性の検討に用いる。またフライオーバーが必要な場合には、設計へのインプットデータとする。

4) 調査手段

基幹交通調査の調査手段については、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり、都市の成熟段階に関係なく世界で既に広く実施されている。世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが主体的に開発したソフトウェアである「サーベイソリューション」はその代表であり、既に 70 ヶ国以上への利用実績がある。また、開発途上国の都市における交差点交通量調査の調査手段では、日本で使用されるような自動交通量観測機器(トラフィックカウンター)は、途上国特有の複雑な交通流では誤差が大きいと見られ、調査員の観測による交通量の手動計測が主流である。ただし、CCTV カメラ等のビデオ画像による手動計測は可能である。

また、収集の困難な高所得者層データ等の確保のため、調査対象者が GPS 機能及び加速度計を搭載した自身のモバイル機器(スマートフォン)を持ち歩くことにより自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらうトリップ調査手法が実用化されているが、所得階層を問わずスマートフォンが普及していることが望ましい。同様に、収集の困難な高所得者層データ等の確保のための調査手段として、ショッピングモール・オフィス等での補足調査、インターネットによる調査が考えられ、それぞれ 1,000 程度の高所得者層サンプルを収集できる調査規模が想定される。

5) 関連データ

OD 表の推計及び需要予測モデルの構築に必要な関連データは、以下のとおりである。

- 前回の M/P 調査におけるモデルへの入力値：前回の需要予測モデルは集計(四段階推計)モデルであったと考えられる場合、モデルに入力されている交通解析ゾーン別の各社会経済指標(すなわち、PT 調査の集計データ)が、調査データ及び需要予測モデル更新のベースとして必須である。
- 人口センサスデータ：集計(四段階推計)モデル構築の場合は交通解析ゾーンベースの集計データでも良いが、非集計モデル構築の場合には、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが必要となる。
- CDR(Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)や WiFi・Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合データは、現況 OD 表の補正や継続的な交通状況の変化等の分析に利用できるデータとしてであると良い。特に、現況 OD 表をベースとした短期的な施策の詳細な評価が必要な場合、現況 OD 表の精

度向上が望ましく、CDR データ等と過去の PT 調査データを複合的に活用することで現況 OD 表の更新が可能である。

- 衛星画像データ：現況及び過去(可能であれば前回 M/P 策定時点)の衛星画像を比較することにより土地・建物利用の変化を把握し、前回の PT 調査データを基に社会経済指標を推計するために必要となる。

6) モデル・予測手法

交通需要予測モデルについては、前回 M/P における大規模 PT 調査データの利用も可能で、かつ今回の基幹交通調査としての ADS もあるので、集計モデルまたは非集計モデル何れのモデルも構築が可能である。とりわけ途上国側が需要予測モデルの基礎の技術移転を要望している場合や、または M/P の内容が道路や公共交通のインフラ整備が主で TDM 等交通施策のニーズはまだそれほど高まっていないと想定される場合には、従来どおりの集計(四段階推計)モデルが推奨される。その際には、前回 M/P における大規模 PT 調査データに、今回の ADS よりトリップレートの修正が施された集計データを使用することになる。また、技術移転のツールとして初心者にも理解しやすい JICA-STRADA の活用が適している。

一方、上記に該当しない場合には、アクティビティベース需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデルが推奨される。社会経済状況の急速な変化も想定される場合には、需要予測モデルも頻繁に変化することから、効率の良いモデルの作成・更新が望まれる。

5.3 短期インフラ整備計画策定

短期インフラ整備計画策定とは、需要予測に十分な時間的余裕がなく、かつ短期的なインフラ整備リストが必要とされる場合、既存の計画等を束ねてハイレベルでの合意を重ね案件群の選定や優先順位付けを行うものである。交通調査や需要予測は短期インフラ計画策定と同時並行で行い、継続しながら計画をアップデートして行くことになる。

1) 基幹交通調査

基幹交通調査については、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ一式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合には、基幹交通調査としては、前回の PT 調査データや OD 表を更新することを前提に、基本的に ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)のみとなる。ただし、非集計モデルを行う場合で、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが得られない場合には、補足調査として通勤通学調査(新規開発地等社会経済データの変化が想定される地域ではゾーンごとに 100~400 世帯程度)の実施を推奨する。

後者の場合には、ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)及び通勤通学調査(分析対象ゾーンごとに 100~400 世帯サンプル程度。世帯マイクロデータ生成(Population Synthesis)を考慮するとサンプル率 1%程度)の実施を推奨する。なお、後述する必要関連データとしての人口センサスが個票レベルまで入手できる場合には、人口センサスの個票で通勤通学先ゾーンまで特定できるため通勤通学調査は実施しなくても良い。

2) 通常必要交通調査

基幹交通調査以外に通常必要な交通調査は、以下のとおりで、主に OD 表の補完用途に使われるものと、主に需要予測モデルのキャリブレーション用に使われるものの 2 種類に分けられる。なお、実施にあ

たつては過去に実施された調査からの経過年数や想定される施策を踏まえて個々に必要性を判断する。

- 主に OD 補完用: コードンライン調査、公共交通コリドーOD 調査、大規模施設 OD 調査、トラック OD 調査
- 主にキャリブレーション用: スクリーンライン調査、走行速度調査

3) その他交通調査

その他、状況に応じて以下の交通調査が必要となる。

- 駐車実態調査: 駐車スペースの供給量と需要量を把握するとともに、都心部の自動車トリップの発生集中量や OD を調査し、都心部における駐車対策や駐車課金などの TDM 施策の検討の基礎データとする。
- SP 調査: TDM 施策や新規公共交通路線など、現況解析では得られない状況下の交通手段選択に関して利用意思、例えば課金に対する支払意思や交通行動の変化などを把握し、交通手段選択モデル(通常は非集計モデル)の構築や時間価値の推定に用いる。公共交通サービス改善計画の策定や公共交通料金政策の提言の際のバックデータにも使用する。
- 交差点交通量調査: 主要交差点における交通流の実態を把握し交差点解析を行い、交通管理方策(信号システムの改善計画等)の策定やフライオーバー等建設の必要性の検討に用いる。またフライオーバーが必要な場合には、設計へのインプットデータとする。

4) 調査手段

基幹交通調査の調査手段については、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり、都市の成熟段階に関係なく世界で既に広く実施されている。世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが主体的に開発したフリーソフトウェアである「サーベイソリューション」はその代表であり、既に 70 ヶ国以上への利用実績がある。また、開発途上国の都市における交差点交通量調査の調査手段では、日本で使用されるような自動交通量観測機器(トラフィックカウンター)は、途上国特有の複雑な交通流では誤差が大きいため、調査員の観測による交通量の手動計測が主流である。ただし、CCTV カメラ等のビデオ画像による手動計測は可能である。

また、収集の困難な高所得者層データ等の確保のため、調査対象者が GPS 機能及び加速度計を搭載した自身のモバイル機器(スマートフォン)を持ち歩くことにより自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらうトリップ調査手法が実用化されているが、所得階層を問わずスマートフォンが普及していることが望ましい。同様に、収集の困難な高所得者層データ等の確保のための調査手段として、ショッピングモール・オフィス等での補足調査、インターネットによる調査が考えられ、それぞれ 1,000 程度の高所得者層サンプルを収集できる調査規模が想定される。

5) 関連データ

OD 表の推計及び需要予測モデルの構築に必要な関連データについては、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ一式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、既存交通調査データ一式や需要予測モデルの更新を目指す。

- 前回の M/P 調査におけるモデルへの入力値: 前回の需要予測モデルは集計(四段階推計)モデルであったと考えられるが、モデルに入力されている交通解析ゾーン別の各社会経済指標(すなわ

ち、PT 調査の集計データ)が、調査データ及び需要予測モデル更新のベースとして必須である。

- 人口センサスデータ：集計(四段階推計)モデル構築の場合は交通解析ゾーンベースの集計データでも良いが、非集計モデル構築の場合には、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが必要となる。
- CDR(Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)や WiFi・Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合データは、現況 OD 表の補正や継続的な交通状況の変化等の分析に利用できるデータとしてあると良い。特に、現況 OD 表をベースとした短期的な施策の詳細な評価が必要な場合、現況 OD 表の精度向上が望ましく、CDR データ等と過去の PT 調査データを複合的に活用することで現況 OD 表の更新が可能である。
- 衛星画像データ：現況及び過去(可能であれば前回 M/P 策定時点)の衛星画像を比較することにより土地・建物利用の変化を把握し、前回の PT 調査データを基に社会経済指標を推計するために必要となる。

後者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、基本的に新規の需要予測モデルの構築を目指す。

- 人口センサスデータ：非集計モデルによる需要予測のため、世帯マイクロデータ構築の基礎として人口センサスの個票が必須である。
- 道路インベントリデータ：道路分類、幅員、延長、車線数、路面状況などの基礎情報を含む道路インベントリデータは、交通需要予測モデルに使用される道路ネットワーク作成の基礎資料として必須である。さらに、道路整備状況の確認などにも用いて、M/P 策定のための基礎資料となる。

6) モデル・予測手法

需要予測モデルについても、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ一式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合、なるべく短期間での需要予測を目指すため、前回の需要予測モデルの更新を基本とし、集計モデルまたは非集計モデルの何れのモデルでも更新を図ることを推奨する。なお、既存 M/P 調査が存在する場合には、短期インフラ整備計画策定に、当時の需要予測をある程度参考にすることは可能である。また、前回の M/P のモデルのパラメータ等をそのまま利用する際には、現在の状況(平均乗車人数やトリップレート、モード選好等)に適合しているものか精査が必要である。

一方、後者の場合には、アクティビティベースト需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデルが推奨される。また、なるべく短期間でのモデル構築及び需要予測を終えるため、モデル構造についてはある程度集計的要素を取り込むなど、技術的な簡素化の検討も考えられる。さらに、社会経済状況の急速な変化も想定される場合には、需要予測モデルも頻繁に変化することから、効率の良いモデルの作成・更新が望まれる。

5.4 フィージビリティスタディ(F/S)

フィージビリティスタディ(F/S)では、具体的な事業(道路、鉄道、橋等)のフィージビリティを検討する。すなわち、路線選定、駅等の配置、採算性などを事業として評価・分析を行い、通常、高精度かつ短期間での需要予測の実施が求められる。F/S については、対象が大規模インフラの場合と交差点改良等比較的規模が小さい場合に、大別して交通調査・需要予測手法に係る提案内容を詳述する。

5.4.1 大規模インフラが対象の場合

大規模な道路や公共交通などのインフラが対象の場合には、都市圏全体の交通行動に影響することが考えられるため、M/P 策定等の調査と同様に都市圏全体の交通調査や需要予測が必要となる。そのため、既存 M/P 調査の有無など、基本的な場合分けは 5.2 や 5.3 とほぼ同じである。

1) 基幹交通調査

基幹交通調査については、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合には、基幹交通調査としては、前回の PT 調査データや OD 表を更新することを前提に、基本的に ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)のみとなる。ただし、非集計モデルを行う場合で、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが得られない場合には、補足調査として通勤通学調査(新規開発地等社会経済データの変化が想定される地域ではゾーンごとに 100~400 世帯程度)の実施を推奨する。

後者の場合には、ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)及び通勤通学調査(分析対象ゾーンごとに 100~400 世帯サンプル程度。世帯マイクロデータ生成(Population Synthesis)を考慮するとサンプル率 1%程度)の実施を推奨する。なお、後述する必要関連データとしての人口センサスが個票レベルまで入手できる場合には、人口センサスの個票で通勤通学先ゾーンまで特定できるため通勤通学調査は実施しなくても良い。

さらに、何れの場合においても補足調査(対象を都市圏の一部に絞った調査)として、SP 調査が必須である。TDM 施策や新規路線など、現況解析では得られない状況下の交通手段選択に関して利用意思、特に料金に対する支払意思や交通行動の変化などを把握し、交通手段選択モデル(通常は非集計モデル)の構築や時間価値の推定に用いる。交通サービス改善計画の策定や料金政策の提言の際のバックデータにも使用する。

2) 通常必要交通調査

基幹交通調査以外に通常必要な交通調査は、以下のとおりで、主に OD 表の補完用途に使われるものと、主に需要予測モデルのキャリブレーション用に使われるものの 2 種類に分けられる。

- 主に OD 補完用: コードンライン調査、公共交通コリドー OD 調査、大規模施設 OD 調査、トラック OD 調査
- 主にキャリブレーション用: スクリーンライン調査、走行速度調査

3) その他交通調査

F/S 対象案件にもよるが、交通量のキャリブレーション用や環境影響評価のベースライン調査として対象となる施設周辺の交通量カウント調査を実施したり、工事の際の車両の切り回しの検討のために施設周辺交差点での交差点交通量調査を実施するケースがある。その他、特に必要となる交通調査はない。

4) 調査手段

基幹交通調査の調査手段については、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり、都市の成熟段階に関係なく世界で既に広く実施されている。世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが主体的に開発したフリーソフトウェアである「サーベイソリューション」はその代表であり、既に 70 ヶ国以上への利用実績がある。

また、収集の困難な高所得者層データ等の確保のため、調査対象者が GPS 機能及び加速度計を搭載した自身のモバイル機器(スマートフォン)を持ち歩くことにより自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらったトリップ調査手法が実用化されているが、所得階層を問わずスマートフォンが普及していることが望ましい。同様に、収集の困難な高所得者層データ等の確保のための調査手段として、ショッピングモール・オフィス等での補足調査、インターネットによる調査が考えられ、それぞれ 1,000 程度の高所得者層サンプルを収集できる調査規模が想定される。

5) 関連データ

OD 表の推計及び需要予測モデルの構築に必要な関連データについては、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、既存交通調査データ式や需要予測モデルの更新を目指す。

- 前回の M/P 調査におけるモデルへの入力値：前回の需要予測モデルは集計(四段階推計)モデルであったと考えられるが、モデルに入力されている交通解析ゾーン別の各社会経済指標(すなわち、PT 調査の集計データ)が、調査データ及び需要予測モデル更新のベースとして必須である。
- 人口センサスデータ：集計(四段階推計)モデル構築の場合は交通解析ゾーンベースの集計データでも良いが、非集計モデル構築の場合には、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが必要となる。
- CDR(Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)や WiFi・Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合データは、現況 OD 表の補正や継続的な交通状況の変化等の分析に利用できるデータとしてあると良い。特に、現況 OD 表をベースとした短期的な施策の詳細な評価が必要な場合、現況 OD 表の精度向上が望ましく、CDR データ等と過去の PT 調査データを複合的に活用することで現況 OD 表の更新が可能である。
- 衛星画像データ：現況及び過去(可能であれば前回 M/P 策定時点)の衛星画像を比較することにより土地・建物利用の変化を把握し、前回の PT 調査データを基に社会経済指標を推計するために必要となる。

後者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、基本的に新規の需要予測モデルの構築を目指す。

- 人口センサスデータ：非集計モデルによる需要予測のため、世帯マイクロデータ構築の基礎として人口センサスの個票が必須である。
- 道路インベントリデータ：道路分類、幅員、延長、車線数、路面状況などの基礎情報を含む道路インベントリデータは、交通需要予測モデルに使用される道路ネットワーク作成の基礎資料として必須である。さらに、道路整備状況の確認などにも用いる。

6) モデル・予測手法

需要予測モデルについても、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合、なるべく短期間での需要予測を目指すため、前回の需要予測モデルの更新を基本とし、集計モデルまたは非集計モデルの何れのモデルでも更新を図ることを推奨する。なお、既存 M/P 調査が存

在し、時間もそれほど経過していない(概ね 2-3 年以内の)場合には、当時の需要予測モデルをそのまま使用することは可能である。ただし、前回の M/P のモデルのパラメータ等をそのまま利用する際には、現在の状況(平均乗車人数やトリップレート、モード選好等)に適合しているものか精査が必要である。

一方、後者の場合には、アクティビティベース需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデルが推奨される。また、なるべく短期間でモデル構築及び需要予測を終えるため、モデル構造についてはある程度集計的要素を取り込むなど、技術的な簡素化の検討も考えられ、効率の良いモデルの作成・更新が望まれる。特に一路線の道路や公共交通などのコリドー整備が対象で、整備前後もほとんどのトリップがそのコリドーを通ることになるなど、ネットワーク全体への影響が限られる場合は、対象地域をコリドーに限定した需要予測の検討も可能である。

5.4.2 交差点改良等が対象の場合

交差点改良等、地点的な整備で比較的小規模インフラが対象の場合には、都市圏全体の交通行動への影響は限定的となることが考えられるため、M/P 策定等の調査と異なり対象地点周辺の交通調査や需要予測が必要となる。そのため、既存 M/P 調査の有無などの場合分けはあるが、交通調査や関連データ、需要予測手法の内容も異なっている。

1) 基幹交通調査

基幹交通調査としては、マイクロシミュレーションへの入力も意識し、対象地点周辺の交通状況を正確に把握するため、交差点交通量調査を実施する。交差点交通量調査は、主要交差点における交通流の実態を把握し交差点解析を行い、交通管理方策(信号システムの改善計画等)の策定やフライオーバー等建設の必要性の検討に用いる。ピーク時の実需要を把握するためには合わせて渋滞長調査や信号現示の調査も必要である。またフライオーバーが必要な場合には、設計へのインプットデータとする。

その他の基幹交通調査については、対象地点の周辺状況が大きく変わらないと予測される場合には、後述するように対象地点周辺に絞った需要予測の検討となるため、対象地点周辺のみを切り出した分析が可能である。OD についてはナンバープレート調査等のそこを通過する自動車トリップの OD パターンを把握するための調査の実施が望ましいが、対象交差点数が限られており OD パターンが想定できる場合には交差点交通量調査から OD パターンを推定することも可能である。

対象地点の周辺状況が大きく変わると予測される場合には、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合には、既存 M/P 調査以来の対象地点周辺のトリップレートや機関分担などの交通行動の変化を想定し、補足調査として対象地点周辺で ADS(1,000 世帯サンプル程度)も実施し、既存 M/P 調査における OD 表や需要予測モデルなどの精度を対象地点周辺で高めておく。

後者の場合には、(連続した交差点の改良や近傍での新たな道路や公共交通の整備など)さらに対象地点の周辺状況が大きく変わると予測される場合と、そうでない場合とに分けられる。

対象地点の周辺状況が大きく変わると予測される場合には、都市圏全体の需要予測モデルを構築する必要があるため、ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)及び通勤通学調査(分析対象ゾーンごとに 100~400 世帯サンプル程度。世帯マイクロデータ生成(Population Synthesis)を考慮するとサンプル率 1%程度)の実施も推奨する。なお、後述する必要関連データとしての人口センサスが個票レベルまで入手できる場合には、人口センサスの個票で通勤通学先ゾーンまで特定できるため通勤通学調

査は実施しなくても良い。

2) 通常必要交通調査

基幹交通調査以外に通常必要な交通調査は、以下のとおりで、主に OD 表の補完用途に使われるものと、主に需要予測モデルのキャリブレーション用に使われるものの2種類に分けられる。なお、実施にあたっては過去に実施された調査からの経過年数や想定される施策を踏まえて個々に必要性を判断する。

- 主に OD 補完用: コードンライン調査、公共交通コリドーOD 調査、大規模施設 OD 調査、トラック OD 調査
- 主にキャリブレーション用: スクリーンライン調査、走行速度調査

既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合にはそれらの更新に、そうでない場合には新規需要予測モデルの構築に、上記調査が必要となる。

ただし、対象地点の周辺状況は大きく変わらないと予測される場合には、上記のうち対象地点周辺に絞った走行速度調査のみが必要調査となる。

3) その他交通調査

F/S 対象案件にもよるが、その他、特に必要となる交通調査はない。

4) 調査手段

基幹交通調査の調査手段については、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり、都市の成熟段階に関係なく世界で既に広く実施されている。世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが主体的に開発したフリーソフトウェアである「サーベイソリューション」はその代表であり、既に 70 ヶ国以上への利用実績がある。また、開発途上国の都市における交差点交通量調査の調査手段では、日本で使用されるような自動交通量観測機器(トラフィックカウンター)は、途上国特有の複雑な交通流では誤差が大きいため、調査員の観測による交通量の手動計測が主流である。ただし、CCTV カメラ等のビデオ画像による手動計測は可能である。

また、収集の困難な高所得者層データ等の確保のため、調査対象者が GPS 機能及び加速度計を搭載した自身のモバイル機器(スマートフォン)を持ち歩くことにより自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらうトリップ調査手法が実用化されているが、所得階層を問わずスマートフォンが普及していることが望ましい。同様に、収集の困難な高所得者層データ等の確保のための調査手段として、ショッピングモール・オフィス等での補足調査、インターネットによる調査が考えられ、それぞれ 1,000 程度の高所得者層サンプルを収集できる調査規模が想定される。

交通調査データ式や需要予測モデルが入手可能な既存 M/P 調査(概ね 10 年以内)が存在せず、かつ対象地点の周辺状況は大きく変わらないと予測される場合には、交差点交通量調査用に上記の CCTV カメラ等のビデオ画像による手動計測が可能であるほか、ナンバープレート調査用に WiFi・Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合も有用である。

5) 関連データ

OD 表の推計及び需要予測モデルの構築に必要な関連データについては、対象地点の周辺状況は大きく変わらないと予測される場合には、後述するマイクロシミュレーションの構築用に対象地点周辺の道路幾何構造データのみが必要となる。対象地点の周辺状況が大きく変わると予測される場合、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新も

ある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、既存交通調査データ一式や需要予測モデルの更新を目指す。

- 前回の M/P 調査におけるモデルへの入力値：前回の需要予測モデルは集計(四段階推計)モデルであったと考えられるが、モデルに入力されている交通解析ゾーン別の各社会経済指標(すなわち、PT 調査の集計データ)が、調査データ及び需要予測モデル更新のベースとして必須である。
- 人口センサスデータ：集計(四段階推計)モデル構築の場合は交通解析ゾーンベースの集計データでも良いが、非集計モデル構築の場合には、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが必要となる。
- CDR(Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)や WiFi・Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合データは、現況 OD 表の補正や継続的な交通状況の変化等の分析に利用できるデータとしてであると良い。特に、現況 OD 表をベースとした短期的な施策の詳細な評価が必要な場合、現況 OD 表の精度向上が望ましく、CDR データ等と過去の PT 調査データを複合的に活用することで現況 OD 表の更新が可能である。
- 衛星画像データ：現況及び過去(可能であれば前回 M/P 策定時点)の衛星画像を比較することにより土地・建物利用の変化を把握し、前回の PT 調査データを基に社会経済指標を推計するために必要となる。

後者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、基本的に新規の需要予測モデルの構築を目指す。

- 人口センサスデータ：非集計モデルによる需要予測のため、世帯マイクロデータ構築の基礎として人口センサスの個票が必須である。
- 道路インベントリデータ：道路分類、幅員、延長、車線数、路面状況などの基礎情報を含む道路インベントリデータは、交通需要予測モデルに使用される道路ネットワーク作成の基礎資料として必須である。さらに、道路整備状況の確認などにも用いる。

6) モデル・予測手法

需要予測モデルについても、対象地点の周辺状況が大きく変わらないと予測される場合と対象地点の周辺状況が大きく変わると予測される場合に分けられる。

対象地点の周辺状況が大きく変わらないと予測される場合には、便益や影響の範囲も限定されるが対象地点の周辺に限定したマイクロシミュレーションによる需要予測や交差点解析による影響検討も可能である。その場合、都市圏全体の需要予測モデルがないため、将来交通需要は社会経済のマクロ値の伸びに合わせてことになるが、マイクロシミュレーションや交差点解析による長期的な予測は困難であることに留意すべきである。

さらに、対象地点の周辺状況が大きく変わると予測される場合は既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ一式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合、なるべく短期間での需要予測を目指すため、前回の需要予測モデルの更新を基本とし、集計モデルまたは非集計モデルの何れのモデルでも更新を図ることを推奨する。なお、既存 M/P 調査が存在し、時間もそれほど経過していない(概ね 2-3 年以内)の場合には、当時の需要予測モデルをそのまま使用することは可能である。ただし、前回の M/P のモデルのパラメータ等をそのまま利用する際には、現

在の状況(平均乗車人数やトリップレート、モード選好等)に適合しているものか精査が必要である。

上記需要予測モデルの出力結果を用いて、エリアを対象地点周辺に絞り込み、メソまたはマイクロシミュレーションにより、プロジェクト有りまたは無しの場合の交通流の詳細や渋滞の発生状況の変化の状況を把握することができる。なお、市販の需要予測ソフトウェアでは、上記の都市圏需要予測モデルの交通配分ネットワークから対象地点周辺のメソまたはマイクロシミュレーション用ネットワークを切り出して、直接シミュレーションを実行することも可能である。

一方、後者の場合には、アクティビティベース需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデルが推奨される。M/P 策定の場合と同様にモデルを作成しなおす必要があるため費用と時間を要することになるが、なるべく短期間でモデル構築及び需要予測を終えるため、モデル構造についてはある程度集計的要素を取り込むなど、技術的な簡素化の検討も考えられ、効率の良いモデルの作成・更新が望まれる。さらに、前者の場合と同様に、需要予測モデルの出力結果を用いて、エリアを対象地点周辺に絞り込み、メソまたはマイクロシミュレーションにより、プロジェクト有りまたは無しの場合の交通流の詳細や渋滞の発生状況の変化の状況を把握することができる。

5.5 交通施策の立案(TOD, TDM 等)

TOD に伴う交通行動の変化や TDM や料金設定など、立案した交通施策などの検証を行う。通常は、都市圏全体の交通行動に影響することが考えられるため、F/S(大規模インフラ)等の調査と同様に都市圏全体の交通調査や需要予測が必要となる。そのため、既存 M/P 調査の有無など、基本的な場合分けは 5.4.1 とほぼ同じである。

1) 基幹交通調査

基幹交通調査については、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ一式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合には、基幹交通調査としては、前回の PT 調査データや OD 表を更新することを前提に、基本的に ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)のみとなる。ただし、非集計モデルを行う場合で、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが得られない場合には、補足調査として通勤通学調査(新規開発地等社会経済データの変化が想定される地域ではゾーンごとに 100~400 世帯程度)の実施を推奨する。

後者の場合には、ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)及び通勤通学調査(分析対象ゾーンごとに 100~400 世帯サンプル程度。世帯マイクロデータ生成(Population Synthesis)を考慮するとサンプル率 1%程度)の実施を推奨する。なお、後述する必要関連データとしての人口センサスが個票レベルまで入手できる場合には、人口センサスの個票で通勤通学先ゾーンまで特定できるため通勤通学調査は実施しなくても良い。

さらに、何れの場合においても補足調査(対象を都市圏の一部に絞った調査)として、SP 調査が必須である。TDM 施策や TOD など、現況解析では得られない状況下での交通手段選択に関して利用意思、特に課金に対する支払意思や交通行動の変化などを把握し、交通手段選択モデル(通常は非集計モデル)の構築や時間価値の推定に用いる。交通サービス改善計画の策定や料金政策の提言の際のバックデータにも使用する。なお、交通施策による交通行動の影響範囲が全都市圏に及ぶと考えられる場合には、全都市圏を対象に広くまんべんなく 1,000 世帯サンプル程度を対象とする。また、上記 ADS と同時に実施するのの一つの方法でもある。

2) 通常必要交通調査

基幹交通調査以外に通常必要な交通調査は、以下のとおりで、主に OD 表の補完用途に使われるものと、主に需要予測モデルのキャリブレーション用に使われるものの2種類に分けられる。なお、実施にあたっては過去に実施された調査からの経過年数や想定される施策を踏まえて個々に必要性を判断する。

- 主に OD 補完用: コードンライン調査、公共交通コリドーOD 調査、大規模施設 OD 調査、トラック OD 調査
- 主にキャリブレーション用: スクリーンライン調査、走行速度調査

3) その他交通調査

その他、状況に応じて以下の交通調査が必要となる。

- 駐車実態調査: 駐車スペースの供給量と需要量を把握するとともに、都心部の自動車トリップの発生集中量や OD を調査し、都心部における駐車対策や駐車課金などの TDM 施策の検討の基礎データとする。
- 交差点交通量調査: 主要交差点における交通流の実態を把握し交差点解析を行い、交通管理方策(信号システムの改善計画等)の策定やフライオーバー等建設の必要性の検討に用いる。またフライオーバーが必要な場合には、設計へのインプットデータとする。

4) 調査手段

基幹交通調査の調査手段については、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり、都市の成熟段階に関係なく世界で既に広く実施されている。世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが主体的に開発したフリーソフトウェアである「サーベイソリューション」はその代表であり、既に 70 ヶ国以上への利用実績がある。また、開発途上国の都市における交差点交通量調査の調査手段では、日本で使用されるような自動交通量観測機器(トラフィックカウンター)は、途上国特有の複雑な交通流では誤差が大きいため、調査員の観測による交通量の手動計測が主流である。ただし、CCTV カメラ等のビデオ画像による手動計測は可能である。

また、収集の困難な高所得者層データ等の確保のため、調査対象者が GPS 機能及び加速度計を搭載した自身のモバイル機器(スマートフォン)を持ち歩くことにより自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらうトリップ調査手法が実用化されているが、所得階層を問わずスマートフォンが普及していることが望ましい。同様に、収集の困難な高所得者層データ等の確保のための調査手段として、ショッピングモール・オフィス等での補足調査、インターネットによる調査が考えられ、それぞれ 1,000 程度の高所得者層サンプルを収集できる調査規模が想定される。

5) 関連データ

まず必要になる関連データの一つは人口センサスデータで、非集計モデルによる需要予測のため、世帯マイクロデータ構築の基礎として通勤通学先ゾーンまで特定できる人口センサスの個票が必須である。その他、OD 表の推計及び需要予測モデルの構築に必要な関連データについては、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ一式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、既存交通調査データ一式や需要予測モデルの更新を目指す。

- 前回の M/P 調査におけるモデルへの入力値: 前回の需要予測モデルは集計(四段階推計)モデ

ルであったと考えられるが、モデルに入力されている交通解析ゾーン別の各社会経済指標(すなわち、PT 調査の集計データ)が、調査データ及び需要予測モデル更新のベースとして必須である。

- CDR(Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)や WiFi・Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合データは、現況 OD 表の補正や継続的な交通状況の変化等の分析に利用できるデータとしてであると良い。特に、現況 OD 表をベースとした短期的な施策の詳細な評価が必要な場合、現況 OD 表の精度向上が望ましく、CDR データ等と過去の PT 調査データを複合的に活用することで現況 OD 表の更新が可能である。
- 衛星画像データ: 現況及び過去(可能であれば前回 M/P 策定時点)の衛星画像を比較することにより土地・建物利用の変化を把握し、前回の PT 調査データを基に社会経済指標を推計するために必要となる。

後者の場合に必要な関連データは、以下のとおりで、基本的に新規の需要予測モデルの構築を目指す。

- 道路インベントリデータ: 道路分類、幅員、延長、車線数、路面状況などの基礎情報を含む道路インベントリデータは、交通需要予測モデルに使用される道路ネットワーク作成の基礎資料として必須である。さらに、道路整備状況の確認などにも用いる。

6) モデル・予測手法

需要予測モデルについては、基本的に時間的な変化も含めた交通行動や駅までの距離を直接反映した交通行動の予測が必要で、アクティビティスト需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデル構築を前提とする。詳細については、既存 M/P 調査が存在し(概ね 10 年以内)、かつ交通調査データ一式や需要予測モデルが入手可能でそれらの更新もある程度可能と判断される場合と、そうでない場合に大別される。

前者の場合、なるべく短期間での需要予測を目指すのが、前回の需要予測モデルが集計モデルの場合でも非集計モデルに更新を図ることを推奨する。(留意点については後者と共通である。)なお、既存 M/P 調査における需要予測で非集計モデルが存在し、時間もそれほど経過していない(概ね 2-3 年以内の場合)には、当時の需要予測モデルをそのまま使用することは可能である。ただし、前回の M/P のモデルのパラメータ等をそのまま利用する際には、現在の状況(平均乗車人数やトリップレート、モード選好等)に適合しているものか精査が必要である。

一方、後者の場合にも、アクティビティスト需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデルが推奨される。なお、対象施策にもよるが、なるべく短期間でのモデル構築及び需要予測を終えるため、モデル構造についてはある程度集計的要素を取り込むなど、技術的な簡素化の検討も考えられ、十分な説明に耐えつつも効率の良いモデルの作成が望まれる。

5.6 交通データの更新・M/P のアップデート(能力強化)

C/P 機関が自ら交通データのアップデート及び計画の見直しを行う意思のある都市に対して、データ・モデル更新等の能力強化を支援する技術協力をを行う。かつて実施されている M/P 策定における需要予測モデルを含めた調査データ一式が入手されていることが前提となるが、近年 PT 調査等が実施されていてもオリジナルのデータベースが入手できない場合や、調査データの質に明らかに問題がある場合も想定しておく。

1) 基幹交通調査

需要予測モデルの構築に不可欠となる基幹交通調査としては、前回の PT 調査データや OD 表を更新することを前提に、基本的に ADS(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)のみとなる。た

だし、非集計モデルを行う場合で、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが得られない場合には、補足調査として通勤通学調査(新規開発地等社会経済データの変化が想定される地域ではゾーンごとに100~400世帯程度)の実施を推奨する。

2) 通常必要交通調査

基幹交通調査以外に通常必要な交通調査は、以下のとおりで、主に OD 表の補完用途に使われるものと、主に需要予測モデルのキャリブレーション用に使われるものの2種類に分けられる。なお、実施にあたっては過去に実施された調査からの経過年数や想定される施策を踏まえて個々に必要性を判断する。

- 主に OD 補完用: コードンライン調査、公共交通コリドー OD 調査、大規模施設 OD 調査、トラック OD 調査
- 主にキャリブレーション用: スクリーンライン調査、走行速度調査

3) その他交通調査

途上国側の要望にもよるが、その他、特に必要となる交通調査はない。

4) 調査手段

基幹交通調査の調査手段については、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり、都市の成熟段階に関係なく世界で既に広く実施されている。世界銀行開発経済総局(DEC)研究グループが主体的に開発したフリーソフトウェアである「サーベイソリューション」はその代表であり、既に70ヶ国以上への利用実績がある。

また、収集の困難な高所得者層データ等の確保のため、調査対象者がGPS機能及び加速度計を搭載した自身のモバイル機器(スマートフォン)を持ち歩くことにより自動検出されたトリップに追加情報を入力してもらうトリップ調査手法が実用化されているが、所得階層を問わずスマートフォンが普及していることが望ましい。同様に、収集の困難な高所得者層データ等の確保のための調査手段として、ショッピングモール・オフィス等での補足調査、インターネットによる調査が考えられ、それぞれ1,000程度の高所得者層サンプルを収集できる調査規模が想定される。

5) 関連データ

OD 表の推計及び需要予測モデルの構築に必要な関連データは、以下のとおりである。

- 前回の M/P 調査におけるモデルへの入力値: 前回の需要予測モデルは集計(四段階推計)モデルであったと考えられるが、モデルに入力されている交通解析ゾーン別の各社会経済指標(すなわち、PT 調査の集計データ)が、調査データ及び需要予測モデル更新のベースとして必須である。
- 人口センサスデータ: 集計(四段階推計)モデル構築の場合は交通解析ゾーンベースの集計データでも良いが、非集計モデル構築の場合には、通勤通学先ゾーンまで特定できる最新の人口センサスの個票データが必要となる。
- CDR(Call Detail Record: 携帯電話位置情報データ)や WiFi・Bluetooth 端末等の MAC アドレス照合データは、現況 OD 表の補正や継続的な交通状況の変化等の分析に利用できるデータとしてあると良い。特に、現況 OD 表をベースとした短期的な施策の詳細な評価が必要な場合、現況 OD 表の精度向上が望ましく、CDR データ等と過去の PT 調査データを複合的に活用することで現況 OD 表の更新が可能である。
- 衛星画像データ: 現況及び過去(可能であれば前回 M/P 策定時点)の衛星画像を比較することにより土地・建物利用の変化を把握し、前回の PT 調査データを基に社会経済指標を推計するために

必要となる。

6) モデル・予測手法

交通需要予測モデルについては、基幹交通調査としての ADS を実施するので、集計モデルまたは非集計モデル何れのモデルも構築が可能であるが、とりわけ途上国側が需要予測モデルの基礎的な技術移転を要望している場合には、従来どおりの集計(四段階推計)モデルが推奨される。その際には、今回収集される ADS データのサンプルの不足が懸念されるが、能力強化のみが目的であれば、交通解析ゾーンを粗くして中ゾーンレベルにするなど、総ゾーン数(=カテゴリー数)を少なくしてモデルを構築するなどの工夫が必要である。また、技術移転のツールとして初心者にも理解しやすい JICA-STRADA の活用が適している。

一方、さらに高度な政策立案の際の分析について技術移転を望んでいる場合は、アクティビティベースト需要予測モデル(ABM)を含めた非集計モデルを構築・活用する能力強化プログラムの設定、もしくは別案件としての支援が推奨される。社会経済状況の急速な変化も想定される場合には、需要予測モデルも頻繁に変化することから、効率の良いモデルの作成・更新の技術移転が望まれる。また、地元の大学等研究機関やコンサルタントとの連携も必要である。

5.7 基幹交通調査の仕様

上記基幹交通調査のうち、PT 調査、通勤通学調査、ADS の標準的な各仕様は下表を基本とする。ただし、具体的な調査箇所及び必要なデータを得るために既存データの活用、分析方法の改善により、さらに適切な調査種目、規模縮小の代替案があれば、この限りでない。特に調査対象地域の外延ゾーン(概ね全体ゾーン数の2割程度)では市街化密度も低く、効率的な調査実施の観点から所要の OD が得られる簡便な方法については、その都度検討が必要である。

表 5.2 各交通調査の標準仕様(案)

項目	目的	内容	規模
パーソン・トリップ(PT)調査	調査対象地域内の居住者を対象に定常的な交通行動を把握し、現況交通パターン(OD)の再現、将来交通需要の予測に用いる。	<ul style="list-style-type: none"> - 目的(通勤、通学、業務、買い物、帰宅等) - 利用交通機関(徒歩、自転車、オートバイ、乗用車、タクシー、バス(大・中・小)、電車、貨物車等) - 運転者の別・乗車人員 - 出発地、出発時刻 - 到着地、到着時刻 - 費用(運賃、有料道路、駐車代等) - 乗換え地点 - 世帯属性(世帯収入・支出、保有車両数、世帯構成員等) - 個人属性(年齢・性別、職業・学校種別、通勤・通学地、従業員数、職種・産業分類、個人収入車両利用可能状況等) 	<ul style="list-style-type: none"> - ゾーニング:都市規模にもよるが100~400ゾーン程度 - サンプル率:市内3%、周辺自治体2%程度 <p>※上記は調査目的、現地コンサルタントの経験・能力等の開発途上国での調査実施上の留意点も含めて総合的に検討して決定</p> <ul style="list-style-type: none"> - サンプルングデータ:最新のセンサデータをベースにする - 調査手法:調査員による家庭訪問、調査票留め置き式(通常2回訪問)
通勤通学調査	人口センサスの中に通勤通学情報が含まれていない場合や、センサス個票が入手できない場合に代用。過去に実施されたPT調査結果の更新にも用いる。	<ul style="list-style-type: none"> - 世帯属性(世帯収入・支出、保有車両数、世帯構成員等) - 個人属性(年齢・性別、職業・学校種別、通勤・通学地、従業員数、職種・産業分類、個人収入車両利用可能状況等) 	<ul style="list-style-type: none"> - ゾーニング(未設定の場合):都市規模にもよるが100~400ゾーン程度 - サンプル率:分析対象ゾーンごとに100~400世帯サンプル程度。世帯マイクロデータ生成(Population Synthesis)を考慮するとサンプル率1%程度 - サンプルングデータ:最新のセンサデータをベースにする - 調査手法:調査員による家庭訪問(通常1回訪問)、従来の紙ベースの調査の他、モバイル端末(タブレット)を持った調査員が電子調査票に直接入力する方法があり
アクティビティダイアリー調査(ADS)	PT調査では把握が難しい短トリップやトリップチェーン、世帯構成員相互の関係(他の世帯人員の学校・職場への送迎など)を収集でき、アクティビティベース需要予測モデル構築のためのデータやPT調査のトリップレートの補正に用いる。	<ul style="list-style-type: none"> - 時間軸に沿って数日に亘る活動(在宅及び宅外)と移動(活動場所(OD)と利用交通手段・費用等) - 世帯属性(世帯収入・支出、保有車両数、世帯構成員等) - 個人属性(年齢・性別、職業・学校種別、通勤・通学地、従業員数、職種・産業分類、個人収入車両利用可能状況等) 	<ul style="list-style-type: none"> - サンプル率:都市規模や調査日数にもよるが5,000世帯程度(トリップレートの補正目的の場合500~1,000人程度) - サンプルングデータ:最新のセンサデータをベースにする - 調査手法:調査員による家庭訪問、調査票留め置き式(通常2回訪問)、この他回答者のスマートフォン等モバイル機器を活用した調査手段もあり

第6章 結論及び今後の方針

6.1 JICAの交通計画における目的

JICA はこれまで多くの開発途上国の都市において交通分野のマスタープラン(M/P)策定支援を中心とした各種調査を行っている。それらは、人口、雇用数、社会情勢等の計画フレームを踏まえて急激に増加する交通需要に対応するための道路・鉄道・バスインフラ整備の提案を中心に、需要をコントロールする施策も合わせて提案するものもあったが、実際には、交通量が増え問題が顕著化した後に、需要に追随する形でインフラ整備が事業化することが多かった。すなわち、「M/Pの策定根拠」や「インフラ整備の投資判断の根拠」としての目的に需要予測を活用することが多かった。

しかしながら、本来、交通分野の各種調査データ、特に M/P 策定支援の中で実施される交通需要予測は、インフラ整備計画を提示するだけでなく、その都市の行政・住民・民間企業などのステークホルダーとの対話を踏まえて、そこに住む人々が将来どのようなまちにしたいのか、交通、土地利用や施設配置によって何を実現したいのかを引き出し、それを実現するための政策・計画を支えるエビデンスとなるものであり、様々なレベルでの活用が望まれる。また、様々なステークホルダーが同じビジョンをもってまちづくりに関わるプラットフォーム的役割を担うこともできる。

このように、都市交通における需要予測は、上記二つの目的に加え「都市ビジョンに基づく政策・計画の意思決定及び合意形成の支援のためのツール」としても活用が可能である。過去案件における需要予測の検証を踏まえると、社会経済的な変化が大きく、政策も頻繁かつ大きく変わる可能性のある開発途上国において、長期的な需要予測はなかなか当たらないが、M/P 調査における長期的な予測は、むしろ、この政策決定や合意形成のためのツールとして、都市の将来像やビジョンの議論に資することがさらに望まれる。

6.2 本プロジェクト研究の問題意識に対する結論

6.2.1 需要予測の改善

都市交通 M/P 案件のレビューにて検証している集計モデル(四段階推定法)に基づく過去の需要予測結果では、長期的な需要予測はなかなか当たらず、その一因として一部のプロジェクトに予測人口等の計画フレームにある程度のずれが生じていることが確認された。都市部への集中や移住も考慮に入れて人口等の予測を行うことは重要である一方、計画フレーム自体は先方政府との合意の結果で決めることも多い。すなわち、前述の「M/Pの策定根拠」「インフラ整備の投資判断の根拠」としての需要予測の精度を確保しながら、「都市ビジョンに基づく政策・計画の意思決定及び合意形成の支援のためのツール」のための合意を得ることが難しい場合もある。

また、過去の需要予測の検証結果では、計画フレーム以外にも、交通調査の精度の問題のほか、四段階推定法の各段階でずれや変化が見られ、ずれの構造要因についても分析を行った。その結果、社会経済的成長やライフスタイルの変化によるところが大きく、さらに構造上 Home-Based/Non-home based を区別する必要のある発生集中モデル、これまでの集計ベースでのモデル化よりもむしろ異なる属性を持つ個人の目的地選択をモデル化することが有効になる可能性が示唆される分布モデル、本来は非集計モデル(手段選択モデル)でありながらも集計ベースでの予測が行われることの多い機関分担モデル、ピーク時を含めた時間帯

別交通量ではなく一日当たりの交通量のみを対象としたネットワーク配分など、四段階推定モデルの各段階で問題点や課題が明らかになった。

一方、海外ではアクティビティベース需要予測モデル(ABM)をはじめとする非集計モデルによる手法が研究開発され一部実用化されており、日本でも早晚 ABM へ移行を検討していることが分かった。開発途上国においても ABM は、個々人のアクティビティに着目し、途上国特有の交通動態(例:徒歩を中心にした移動、車で子供を学校に送ってから出勤し運転手が車で家に戻る、等)を反映し、アクティビティの派生需要としてのトリップを予測することで、より実態に即した需要予測が可能になる。これが「M/P の策定根拠」「インフラ整備の投資判断の根拠」のみならず「都市ビジョンに基づく政策・計画の意思決定及び合意形成の支援のためのツール」としてもより適切で、目指す都市像を実現するために必要な分析・計画立案の説明力を高めることが期待される。

なお、「都市ビジョンに基づく政策・計画の意思決定及び合意形成の支援のためのツール」として需要予測結果を活用していく場合、ステークホルダーとの対話を踏まえて、何をやりたいのか引き出せる形にできる能力、機能が必要である。また、非集計の需要予測手法では、様々な政策立案や政策決定のために将来像やビジョンを議論するためのツールとして、個々人の選好を考慮して政策や環境変化による行動変容をモデル化することで、より多様な政策評価や環境の変化に柔軟に対応することが可能である。また、いずれにしても変化のスピードが速い開発途上国においては、計画の定期的な見直しが必要である。

6.2.2 調査目的及び協力ニーズに応じた交通調査・需要予測

交通調査においては、従来の基幹交通調査である PT 調査の現況と問題点や課題について、膨大な調査サンプルの数や質などに直接影響する様々な現場での問題や途上国特有の問題が示された。さらに、既存 PT 調査サンプル数縮減の需要予測に対する影響について検証した結果、特に精緻な OD 表の作成には PT 調査のサンプル数縮減は困難が伴うことが分かった。一方、アクティビティダイアリー調査(ADS)は、PT 調査(および集計ベースでの需要予測)の問題点であるトリップの漏れや回答者にとって理解しにくいという課題を解決し、かつ世帯構成員間の関係や時間的変化、トリップ間の関係に係る開発途上国特有の交通行動を捉えることができる点において、これまで途上国における JICA の交通調査の問題をより克服し、途上国特有の交通行動をより反映できる可能性がある。そのため、交通調査にも ADS を適用し、世帯構成員間の関係、時間的変化、トリップ間の関連を考慮することを推奨する。

一方、交通調査と同時に収集されてきた社会経済に係るデータについては、これまでの社会経済指標(ゾーン指標)の作成目的に加え、先述のとおり非集計モデルの適用を前提に世帯マイクロデータ(Population Synthesizer)作成のためにも必要であり、前者についてはセンサス(国勢調査)の集計データが、後者についてもセンサスの個票データが利用できる。しかし、開発途上国においてはセンサスの個票データが入手できないケースや通勤通学地情報が含まれていないケース、さらに信頼できる社会経済統計そのものがないケースもあるため、必要に応じて簡素化した通勤通学調査を包括的に実施することで社会経済データを補完することが望ましい。

さらに、近年、世界では携帯電話や GPS を搭載したスマートフォンなど、利用者の行動を追跡できる端末が急激に普及しており、ここから得られる情報を利用した新しい交通データ収集方法も様々な機関で研究・試行されていることから、今後 JICA の交通調査の効率化にも活用できる可能性がある。また、モバイルデータ(CDR、MAC アドレス等)については、今後の研究次第で将来的に活用が広がる可能性はあるものの、現時点では現況 OD 表の補正や継続的な交通状況の変化等に用途が限られる。

調査目的及び協力ニーズに応じて必要な交通調査や需要予測の内容も異なるため、精緻な OD 表の作成や基礎的な集計(四段階推計)モデルの技術移転が求められないなど条件が整った場合には、M/P(初回)、M/P(更新)、F/S、その他施策(TDM 等)の調査においては、ADS を実施しかつ ABM をはじめとする非集計の組み合わせで調査を実施していくことが妥当と考えられる。

さらに、能力強化の対象として、交通調査データや需要予測モデルの更新に係る技術移転そのものが要請される場合もある。途上国側が交通調査・需要予測の基本的な考え方について技術移転を望んでいる場合は、PT 調査(または ADS)及び従来の四段階推計モデルを採用し、M/P 調査の活動の一環として勉強会等を開催し行う。さらに高度な政策立案の際の分析については、非集計モデル等を活用して能力強化プログラムを設定もしくは別案件としての支援が考えられる。

6.2.3 交通調査・需要予測に係る時間の縮減

M/P 策定において本プロ研の当初の課題であった交通調査や需要予測にかかる時間を簡単に短縮する方法は、現時点ではない。ただし、交通調査については、5章で説明したように調査目的及び相手国の状況や要望により、推奨する基幹交通調査の内容も変わり、それが従来の大規模 PT 調査に比べ少ないサンプル数での調査になるのであれば、ある程度の時間の短縮は期待できる。一方、需要予測については、集計モデルにせよ非集計に基づくモデルにせよ、時間が短縮は困難なことが、先進国における実務例から明らかになっている。

また、新たなデバイスとしてタブレット等のモバイル端末を持った調査員によるインタビュー調査では調査時間が半減したとの報告もあるが、M/P 案件のレビューでは様々な問題や課題も指摘されていることから、新たなデバイスの活用可能性の検討をしている他 M/P 案件での調査実施結果を踏まえ、結論付けることになる。

6.2.4 交通調査・需要予測に係る費用の縮減

費用面においても、M/P 策定において本プロ研の当初の課題であった交通調査や需要予測にかかる予算の短縮に有効な方法は、現時点ではない。先述したように基幹交通調査にも ADS を適用する場合、サンプル数は従来の大規模 PT 調査に比べ少なくなるが、一票当たりの単価が上がるため、予算の短縮につながるかどうかは一概には言い切れない。

需要予測についても、従来の集計(四段階推計)モデルから ABM をはじめとする非集計に基づくモデルの開発途上国での実務への適用にあたり、費用の縮減を含めた様々な効果の検証を行う必要がある。

6.3 今後の具体的な方針

6.3.1 アクティビティダイアリー調査(ADS)と非集計需要予測手法の活用

協力目的に応じて、最も適した交通調査・調査手段・関連データ・モデルを活用することとする。第5章で述べたように、協力形態や目的、都市の状況にもよるが、基幹交通調査としては従来の大規模 PT 調査に比べより少ないサンプル(都市規模や調査日数にもよるが 5,000 世帯サンプル程度)でのアクティビティダイアリー調査(ADS)、及び社会経済データ収集用に通勤通学調査(分析対象ゾーンごとに 100~400 世帯サンプル程度、世帯マイクロデータ生成(Population Synthesis)を考慮するとサンプル率 1%程度)を実施し、交通需要予測

モデルはアクティビティベースモデル(ABM)をはじめとする非集計モデルを活用し、より開発途上国の政策・計画のニーズに応じていくことを柱とし、交通需要予測の改善を試みる。また、都市の成長段階も考慮に入れ、従来の集計モデルでの技術移転ニーズのある場合や、TDM 等の交通施策の分析・検討を伴わない場合、既に存在する集計モデルを更新する方が効率的な場合などは、引き続き集計(四段階推計)モデルによる需要予測も選択肢の一つとして活用する。統計的に一定の信頼度を確保した現況 OD 表の作成が必要な場合は、これまでも行っている大規模 PT 調査の実施を基本とする。

このような取り組みを試行しながら、開発途上国の特徴を踏まえた交通調査・交通需要予測のあり方について引き続き検討を行っていく。

6.3.2 交通調査における新たなデバイスの活用可能性の検討

交通調査手法については、新しい情報技術やデバイスの活用を促進し、活用可能性を引き続き検討する。

初回 PT 調査対象地域では、ポリビア(サンタクルス)の事例や世銀の「サーベイソリューション」など、タブレット端末を使った PT 調査の先行事例を踏まえて調査精度や効率の改善を図る。また、現在進行中の「コンゴ民主共和国キンシャサ市都市交通マスタープラン策定プロジェクト」における事例(タブレットを利用した通勤通学調査(主に社会経済属性の推計用)と紙ベースのアクティビティダイアリー調査(ADS)を用いて非集計で四段階推計モデルの構築を検討中)、及び「JABODETABEK 都市交通政策統合プロジェクト(JUTPI)フェーズ2」における事例(回答者のモバイル機器による ADS 調査及び調査員のタブレット端末による家庭訪問調査)も、実施結果を検証の上、今後の協力を反映していく。

この他、交通調査に関しては、これまで困難であった高所得者層のデータ取得の問題については、既に実績のあるショッピングモール・オフィス等補足調査やインターネットによる調査が手段として考えられるほか、上記の回答者のモバイル機器による ADS の途上国への適用が今後の課題である。新たなデバイスの活用可能性については、技術は日進月歩で進化していくので、新たな次の可能性を常に検討していく。

添付資料 1

Project Review Sheets

Project Name	サンタクルス都市圏交通マスタープラン策定プロジェクト (Transport Improvement Master Plan Project for Santa Cruz Metropolitan Area)
Country	Bolivia
Consultant(s)	Nippon Koei Co., Ltd., Tamano Consultants Co., Ltd., OCG, Nippon Koei LAC Co., Ltd.
Study Period	2016-2017 (on-going)

Project Outline	
(1) Objective	<p>The goal of the Project is to improve the transport conditions in Santa Cruz Metropolitan Area. The outputs are:</p> <p>(1) Transport Improvement Master Plan (M/P) for Santa Cruz Metropolitan Area (2) Technical Transfer to formulate M/P</p> <p>The components of the project include traffic surveys including the household interview survey, formulation of the Transport Improvement Master Plan (M/P) for the Metropolitan and the Central Area with Strategic Environment Analysis (SEA), proposal on the revision of the land use plan, two stakeholder meetings and two seminars, technical transfer of the M/P and training in Japan.</p>
(2) Detail of Comprehensive Travel Survey	<p>1) Name of the Survey: Household Interview Survey (HIS) and Commuter Survey (CS)</p> <p>2) Implementation Year of the Field Survey: 2016, the surveys are on-going as of December 2016</p> <p>3) First time?</p> <p> <input checked="" type="checkbox"/> Yes, <input type="checkbox"/> No (involving no update of the existing OD data), <input type="checkbox"/> No (involving update of the existing OD data)</p> <p>Household travel survey of this scale is the first time.</p> <p>4) Survey cost and time</p> <p>Total cost for local consultant: (N/A) million yen Input of JICA experts: planned (5) man-months, actual (more than 5[*]) man-months Field survey duration: planned (2) months, actual (more than 7[*]) months Total survey period including analysis: planned (5.5) months, actual (more than 10[*]) months</p> <p>[*]As the surveys are on-going, the actual input might be changed.</p> <p>5) Target area</p> <p>Population: (1.8 in 2012 according to Census and 2.0 in 2016 according to estimation) million, No. of households: (0.4 in 2012 Census) million, Area: (5,437) km² No. of survey zones: (N/A)</p> <p>6) Sampling method</p> <p><input type="checkbox"/> Resident registration, <input checked="" type="checkbox"/> Census data, <input type="checkbox"/> Electoral roll, <input checked="" type="checkbox"/> Satellite image, <input type="checkbox"/> Area sampling, <input type="checkbox"/> Sampling in the field, <input type="checkbox"/> Rule-based (pls. specify _____), <input type="checkbox"/> Other (_____)</p> <p>The simplified census was conducted in urban areas by the institution of statistics of the Santa Cruz Departmental Government (ICE). This data was utilized for sampling in urban areas. Meanwhile, satellite images were utilized for sampling in rural areas.</p> <p>7) Collected samples</p> <p>(targeting 7,500 (HIS) and 8,500 (CS)) households or (targeting 30,000 (HIS) and 34,000 (CS)) persons, Sampling rate: (targeting 1.7 (HIS) and 2.0 (CS)) %</p> <p>8) Collected trips</p> <p>(N/A) trips, Outgoing ratio: (N/A) %, Trip rate: gross (N/A), net (N/A) / person-day</p>

9) Surveyed household attributes:

- Address, House type: () types, ■ Household income: (8) classes,
- Household expenditure: (8) classes, Transport expenditure: () classes,
- Number of vehicles owned: (6) types, Years of residence, Previous residence
- Number of household members, ■ Number of children: age (age, sex, name, relation with head of household of all household members were surveyed) to (N/A) years
- Other ()

Remarks:

10) Surveyed household member attributes:

- Age: (No) classes, ■ Sex, ■ Worker/student/other status: (18) types
- Profession: (10) types, Position at work: () types, ■ Industry: (22) types
- Latest academic background, ■ Personal income: (8) classes,
- Work/school address, Work/school hours and days,
- Vehicle availability: () types, ■ Driving license: (12) types,
- Transport expenditure: (No) types
- Transport allowance from the employer: (3) types
- Other (Parking location type, parking cost, lunch trip to/from work place/school)

Remarks: Lunch break of some Latin American cities is 2 to 3 hours. Some workers and students return to their home during lunch break.

11) Surveyed trip attributes: (Only for the HIS)

- Origin/destination, ■ Type of O/D place: (20) types, ■ Departure/arrival time
- Purpose: (7) purposes, ■ Cost, ■ Transfer points: (maximum of 10) unlinked trips
- Travel modes: (19) modes, ■ Driver/passenger, ■ Number of occupants
- Access/egress cost and time, ■ Transit wait time, ■ Parking place, ■ Parking cost,
- Total number of trips, ■ Reason for not making any trips: (5) types
- Other ()

Remarks:

12) OD matrices development:

(N/A due to on-going survey) OD matrices for One day, Certain period from () hrs to () hrs

13) Use of any mobile device and its result: Tablet devices with 8-inch display, Android OS and GPS are utilized for the HIS and the CS. Surveyors carry the tablet to the field, ask questions to respondents with it, and input the answer with it immediately. The special application including questionnaire was developed. However, paper-based trip memo is also used for the HIS respondent to record their activity of the survey date. The application requests surveyor to take photo of the house to be surveyed when they visit their respondent. The application automatically save a photo image, coordinates and time to the secured section of the table memory. This makes a surveyor difficult to cheat. Surveyors are also requested to take photo of all household members as long as respondents agree.

The application can be utilized under both online and off-line environment. Google map component to identify coordinates of address can be utilized only under online environment while OpenStreetMap-based off-line map is available to input coordinates even under off-line environment. The application also has the function to upload the surveyed data online. Thus, the cloud server is established to manage survey results and monitor progress. The inputted and uploaded data can be downloaded online with user name and password due to cloud server.

In addition, the local consultant developed another application to monitor and instruct surveyors by themselves. This application has a function of providing sample lists, identify location of a

respondent, record their visit to household and so on.

14) Problems encountered:

1. Problems related with the tablet application

The tablet application was tested with a variety of users including programmers, the study team members, supervisors and surveyors in various locations such as Japan, office in Santa Cruz and the field. The pilot survey was also conducted before the main survey. However, program errors and bugs were observed during the survey implementation.

The errors and bugs at the beginning stage include error of skipping questions by application due to wrong jump in the application, error in converting comma “,” and period “.”, error in saving inputted data and other minor bugs.

After the beginning stage, the number of report of errors and bugs from the field decreased. However, other problems are observed after completing tens and hundreds of household per a tablet. The tablet application freezes or closes during the survey implementation. Although all the inputted data is automatically stored in the tablet, surveyors have to restart the tablet to continue their survey. As the errors occurred haphazardly, identification of a cause and modification took time.

The other problem is related with upload of the surveyed data. While most of the surveyed data were uploaded successfully, a part of household of specific tablets cannot be uploaded to the cloud server correctly. Differences between the uploaded data and the data in the tablet are observed. As the local consultant initially utilized the uploaded data to estimate salary of surveyors, it also affected motivation of surveyors.

Due to the abovementioned series of problems on the tablet application, some surveyors demotivated and resigned. It also should be noted that some candidates of a surveyor are not able to use a tablet device while they were screened out in the evaluation examination of training. Other problem is that there are surveyors who cannot use tablet map component. They inputted locations after they return to the office with help of other surveyors.

2. Problems related with field survey

Some respondents, especially households in high-income group, rejected to cooperate the survey.

As the Census survey by the institution of statistics of the Santa Cruz Departmental Government (ICE) allows surveyor to collect information from neighborhood in case the visited household is not available during the survey, information might not be correct. Thus, some surveyors of HIS and CS cannot find the sampled household.

Since the questionnaire asks lots of private matters which might not be directly related with transport from a standpoint of a respondent such as personal income, age, school location of daughters and sons; some respondents complained by contacting Departmental Government or posting private facebook group page. Taking photo of household members also gave impression that a surveyor is going to use it for different purposes. Therefore, the survey method was revised not to take a photo of a household member.

In the area with security concern, some surveyors were stolen their tablet devices. Other surveyor faced rejection from residents, and he is surrounded and threatened by the residents.

15) Usage of existing zonal population data to develop/update OD matrices: N/A

(3) Supplemental Transport Surveys

(As the model is under preparation, the following answers on “utilized for modeling” are just a plan.)

1) ■ Cordon line survey: (8) stations, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No

3 survey stations are at the boundary of the entire study area called outer cordon. The other 5 stations

are at the boundary of urbanized area called inner cordon.

2) ■ Screenline survey: (no) lines, (23) stations, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No

Due to dense road network, it is costly to cover all the road crossing a screenline. Thus, sectional traffic count survey at arterial roads was conducted.

3) □ Intersection traffic volume survey: () intersections,

Utilized for (macro) modeling? □ Yes, □ No

4) □ Public transport OD interview survey: () stations, Utilized for modeling? □ Yes, □ No

5) ■ Parking survey: (about 100*) stations, Utilized for modeling? □ Yes, ■ No

*Parking capacity and demand survey for peak 2 hours at about 100 off-street parking lots was conducted. On-street parking survey was conducted on 50 km of roads in the city center. In addition, license plate survey was conducted at 10 sections of roads in the city center.

6) ■ Stated Preference survey: (1,000) samples, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No

7) ■ Travel speed survey: (15) routes, Utilized for modeling? □ Yes, ■ No

8) ■ Freight cargo survey: (200**) stations, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No

**Interview survey (mainly by telephone and fax) to 200 companies and acquiring one-week GPS truck record of 40 trucks.

9) ■ Road inventory survey, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No

The road inventory survey was conducted mainly by desk work with satellite images of Google Earth by department staffs.

10) ■ Other survey 1: (Vehicle Occupancy Survey), Utilized for modeling? ■ Yes, □ No

Contents: Vehicle occupancy was conducted at 5 locations of the screenline survey for 16 hours to estimate average occupancy by vehicle type.

11) ■ Other survey 2: (Bus Frequency Survey), Utilized for modeling? ■ Yes, □ No

Contents: Bus frequency survey was conducted at 10 locations of the screenline survey for 16 hours. The number of bus crossing the target line

12) □ Other survey 3: (), Utilized for modeling? □ Yes, □ No

Contents:

13) Use of any mobile device and its result: GPS devices were utilized for the Travel Speed Survey.

(4) Activity Diary Survey (ADS)

1) Conducted? ■ Yes, □ No

2) If yes, (1,800) persons and (900) households at intervals of (15) minutes for (1) days from (N/A) survey zones

The sample of ADS is sub-sampling of the CS. 2 members of 1 household are randomly selected.

3) Survey cost and time

Total cost for local consultant: (N/A) million yen

Field survey duration: planned (1) months, actual (more than 2 (on-going)) months

Total survey period including analysis: planned (3) months, actual (more than 4 (on-going)) months

4) Major result

Outgoing ratio: (N/A) %, Trip rate: gross (N/A), net (N/A) / person-day

5) Surveyed trip attributes:

■ Origin/destination, □ Type of O/D place: () types, ■ Departure/arrival time

□ Purpose: () purposes, □ Cost, □ Transfer points: () unlinked trips

- Travel modes: (19) modes, □ Driver/passenger, □ Number of occupants
- Access/egress cost and time, □ Total number of trips
- Reason for not making any trips: () types

6) Use of any mobile device and its result: None. Apart from the HIS/CS, the ADS is being implemented manually with paper-based survey form.

7) Main purpose/usage of ADS: Verification of trip rate

(5) Socioeconomic Survey (if not included in the Comprehensive Travel Survey)

1) Conducted? □ Yes, ■ No

2) If yes, name of the Survey:

3) Implementation Year of the Field Survey:

4) Survey cost and time

Total cost for local consultant: () million yen

Input of JICA experts: planned () man-months, actual () man-months

Field survey duration: planned () months, actual () months

Total survey period including analysis: planned () months, actual () months

5) Target area

Population: () million, No. of households: () million, Area: () km²

No. of survey zones: ()

6) Collected samples

() households or () persons, Sampling rate: () %

7) Surveyed household attributes:

□ Address, □ House type: () types, □ Household income: () classes,

□ Household expenditure: () classes, □ Transport expenditure: () classes,

□ Number of vehicles owned: () types, □ Years of residence, □ Previous residence

□ Number of household members, □ Number of children: age () to () years

8) Surveyed household member attributes:

□ Age: () classes, □ Sex, □ Worker/student/other status: () types

□ Profession: () types, □ Position at work: () types, □ Industry: () types

□ Latest academic background, □ Personal income: () classes,

□ Vehicle availability: () types, □ Transport expenditure: () types

□ Transport allowance from the employer: () types

9) Use of any mobile device and its result:

10) Problems encountered:

11) If other socioeconomic survey data were utilized, provide the detail:

(6) Demand Forecast Modeling Detail

As the demand forecast work have just started, the information below is a plan.

1) First time?

- Yes, No (involving no update of the existing model),
 No (involving update of the existing model)
- 2) Work period for modeling
 Input of JICA experts: planned (4.5) man-months, actual (N/A) man-months
 Modeling work period: planned (1) months, actual (N/A) months
 Total work period including forecast: planned (10) months, actual (N/A) months
- 3) Target area
 Population: (2.0) million, Area: (5,437) km²
 No. of traffic analysis zones (TAZs): (N/A) internal and (N/A) external TAZs
- 4) Strata for modeling
 Total (N/A) household classes:
 by household income, by the number of vehicles owned by household,
 by residential type, Other ()
 Total (4 - 5) trip purposes:
 home-based and non-home-based, destination-type-based (including to-home),
 Other ()
 Total (4) travel modes:
 walk all the way (not included in network assignment),
 other non-motorized (included in network assignment),
 motorcycle, car, van, small truck, medium truck, large truck,
 transit, transit (rapid service)
 income-class-based with different value of time
- 5) Target time period for modeling:
 one day, morning peak, evening peak, Other ()
 Reason for this selection: To estimate yearly economic benefit of projects.
- 6) Trip production/attraction model
 Aggregated (regression analysis), Disaggregated ()
 () models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other (model development with Excel and estimation with CUBE)
 Problems or issues:
- 7) Trip distribution model
 Aggregated (fratar method), Aggregated (gravity model),
 Aggregated (aggregated logit model), Disaggregated ()
 () models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other (model development with Excel and estimation with CUBE)
 Problems or issues:
- 8) Modal split model
 Aggregated (aggregated logit model), Disaggregated (disaggregated logit model),
 Disaggregated ()
 () models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other (model development with Biogeme and estimation with CUBE)
 Problems or issues:

9) Network assignment model

- Aggregated (incremental assignment), Aggregated (user-equilibrium assignment),
 Aggregated (transit assignment), Disaggregated (microsimulation model),

The model was run in JICA-STRADA, CUBE, other ()

Usage of any existing digital information: GIS, CAD, Open Street Map, Google Map,
 Google Earth, Other ()

Google Earth was utilized to prepare road network data especially to check number of lanes and pavement condition.

Problems or issues:

10) Technology transfer of the model

- Yes (on the job), Yes (training sessions), No

(N/A) persons from (N/A) organizations were targeted for technology transfer.

Duration of training: (N/A) months, days, hours

Problems or issues:

11) Model improvement or redevelopment after the project?

- Yes (improvement), Yes (redevelopment), No

Remarks:

N/A due to on-going project

(7) Development Needs that are Expected of the Project

1) Additional Projects/Studies (e.g. pre-F/S or pilot projects) within the Scope of the Project
 None, at this moment.

Remarks (or unique situation):

2) Additional Projects/Studies that were Derived from the Project after its Completion

N/A

3) Future Direction of the Development Needs

Infrastructure/equipment: Road, Flyover/underpass, Rail-based transport,
 Bus-based transport, ITS (), Other ()

Policies: TOD, Road/area Pricing, Parking Pricing, TDM (),

Capacity development: Planning, Engineering, Governance, Other ()

Remarks: N/A due to on-going project

4) Trend of Cooperation by Other Donors:

So far, Bolivian central government is planning to construct urban railway system with funding from private sector.

5) Perspective of usage of the transport data, model and M/P in light of the above situation:

If the demand forecast complete, it might be utilized for series of transport project including transit

system and road network development.

Project Name	総合交通計画管理能力向上プロジェクト(MUCEP) The Project for Capacity Development on Transportation Planning and Database Management in the Republic of the Philippines (MUCEP)
Country	Philippine
Consultant(s)	ALMEC Corporation, Oriental Consultants Global
Study Period	2011-2015

Project Outline	
(1) Objective	<p>MUCEP's overall goal is to enable the DOTC to prepare a public transportation plan for Metro Manila. The project aims to improve public transportation planning for Metro Manila, including coordination among relevant agencies, to be spearheaded by the DOTC. The expected outputs of the project are listed below:</p> <p>(a) Output 1: Improved capacity to manage the Metro Manila transportation database. (b) Output 2: Improved capacity to plan the public transportation network of Metro Manila. (c) Output 3: Improved capacity to coordinate and formulate policies on public transportation network development in Metro Manila.</p>
(2) Detail of Comprehensive Travel Survey	<p>1) Name of the Survey: Household Interview Survey (HIS) 2) Implementation Year of the Field Survey: 2014 3) First time? <input type="checkbox"/> Yes, <input checked="" type="checkbox"/> No (involving no update of the existing OD data), <input type="checkbox"/> No (involving update of the existing OD data)</p> <p>4) Survey cost and time Total cost for local consultant: (20.31) million yen, whole survey: 22.01 million yen Input of JICA experts: planned (7.7) man-months, actual (9.1) man-months Field survey duration: planned (7.0) months, actual (29.6) months Total survey period including analysis: planned (34.6) months, actual (49.2) months Remarks: PT survey was conducted by JICA and counterpart for enhancement of the capacity of database management. However, in a part of ensuing budget and bid of almost part of survey, there was misalignment between local consultants and counterpart. The study team proposed the extension of expiration date of 15 months, and the date was extended by JCC and JICA in Nov. 2013. Hence, the project activity was finished with the delay of 3 months and 1 year comparing with originating schedule. Input Of JICA expert includes transferring technology as to traffic survey. Input of JICA experts excludes transfer technology.</p>
5) Target area	<p>Population: (18.049 (as of 2012 estimation)) million, No. of households: (5.10(as of 2012 estimation)) million, Area: (3,954.4) km² No. of survey zones: (432 traffic analysis zones)</p>
6) Sampling method	<p><input type="checkbox"/> Resident registration, <input checked="" type="checkbox"/> Census data, <input type="checkbox"/> Electoral roll, <input type="checkbox"/> Satellite image, <input type="checkbox"/> Area sampling (Sampling in the field), <input type="checkbox"/> Rule-based (pls. specify _____),</p>

Other ()

Remarks: 2012 population was estimated by 2010 census data.

7) Collected samples

(51,330) households or (177,489) persons, Sampling rate: (1.01%)

Remarks: -

8) Collected trips

(266,078) trips, Outgoing ratio: (87.8)%, Trip rate: gross (1.97),
net (2.26)/ person-day

Remarks: -

9) Surveyed household attributes:

■ Address, ■ House type: (own, rent) types, ■ Household income: (17) classes,

Household expenditure: () classes, Transport expenditure: () classes,

■ Number of vehicles owned: (16 (Bicycle, motorcycle, Car/Jeep, Pedicab, Tricycle, Taxi, Filcab, HOV, Jeepney, Minibus, Standard bus, School/Company/Tourist bus, Pick-up/Delivery truck, Truck, Trailer, Others)) types, ■ Years of residence, ■ Previous residence

■ Number of household members, ■ Number of children: age (0) to (4) years

■ Other (parking garage)

10) Surveyed household member attributes:

■ Age: () classes, ■ Sex, ■ Worker/student/other status: () types

■ Profession: (14) types, Position at work: () types, ■ Industry: (17) types

■ Latest academic background, ■ Personal income: (18) classes,

■ Work/school address, ■ Work/school hours and days,

■ Vehicle availability: (vehicle ownership 3 types) types, ■ Driving licence: (4) types,

Transport expenditure: () types

Transport allowance from the employer: () types

■ Other (differently Abled, intension of cooperating additional survey)

Remarks:

11) Surveyed trip attributes:

■ Origin/destination, ■ Type of O/D place: (11) types, ■ Departure/arrival time

■ Purpose: (13) purposes, ■ Cost, ■ Transfer points: (5) unlinked trips

■ Travel modes: (27) modes, ■ Driver/passenger, Number of occupants

Access/egress cost and time, Transit wait time, ■ Parking place (4) types, ■ Parking cost,

Total number of trips, Reason for not making any trips: () types

■ Other (reason of modal choice, Trip assessment, Trip purpose of companion, if any, opinion for congestion, safety, PT, Environment and transportation measures)

12) OD matrices development:

() OD matrices for ■ One day, Certain period from () hrs to () hrs

13) Use of any mobile device and its result: No

14) Problems encountered: When the study team make the database using the result of survey, the important problem was occurred that the car ownership rate is too low (4%). Because the study team found the reason that there is the bias of low income, the database was finalized by the modification based on car registration data.

15) Usage of existing zonal population data to develop/update OD matrices: Available demographic data was population and household census 2010 only, therefore, population and number of households as of 2014 were estimated by framework of the study area, and HIS was performed to built present OD matrices.

(3) Supplemental Transport Surveys

- 1) Cordon line survey: (49) stations, Utilized for modeling? Yes, No
- 2) Screenline survey: (3) lines, (50) stations, Utilized for modeling? Yes, No
- 3) Intersection traffic volume survey: () intersections,
Utilized for (macro) modeling? Yes, No
- 4) Public transport OD interview survey: () stations, Utilized for modeling? Yes, No
- 5) Parking survey: () stations, Utilized for modeling? Yes, No
- 6) Stated Preference survey: () samples, Utilized for modeling? Yes, No
- 7) Travel speed survey: () routes, Utilized for modeling? Yes, No
- 8) Freight cargo survey: () stations, Utilized for modeling? Yes, No
- 9) Road inventory survey, Utilized for modeling? Yes, No
- 10) Other survey 1: (), Utilized for modeling? Yes, No
Contents:
- 11) Other survey 2: (), Utilized for modeling? Yes, No
Contents: traffic volume of inland waterway freight traffic, characteristics of inland waterway freight traffic and transport at 6 major waterways and 10 freight operators.
- 12) Other survey 3: (), Utilized for modeling? Yes, No
Contents:
- 13) Use of any mobile device and its result: No

(4) Activity Diary Survey (ADS)

- 1) Conducted? Yes, No
- 2) If yes, () persons and () households at intervals of () minutes for () days from () survey zones
- 3) Survey cost and time
Total cost for local consultant: () million yen
Field survey duration: planned () months, actual () months
Total survey period including analysis: planned () months, actual () months
- 4) Major result
Outgoing ratio: () %, Trip rate: gross (), net () / person-day
- 5) Surveyed trip attributes:
 Origin/destination, Type of O/D place: () types, Departure/arrival time
 Purpose: () purposes, Cost, Transfer points: () unlinked trips
 Travel modes: () modes, Driver/passenger, Number of occupants

Access/egress cost and time, Total number of trips

Reason for not making any trips: () types

6) Use of any mobile device and its result:

7) Main purpose/usage of ADS:

(5) Socioeconomic Survey (if not included in the Comprehensive Travel Survey)

1) Conducted? Yes, No

2) If yes, name of the Survey:

3) Implementation Year of the Field Survey:

4) Survey cost and time

Total cost for local consultant: () million yen

Input of JICA experts: planned () man-months, actual () man-months

Field survey duration: planned () months, actual () months

Total survey period including analysis: planned () months, actual () months

5) Target area

Population: () million, No. of households: () million, Area: () km²

No. of survey zones: ()

6) Collected samples

() households or () persons, Sampling rate: () %

7) Surveyed household attributes:

Address, House type: () types, Household income: () classes,

Household expenditure: () classes, Transport expenditure: () classes,

Number of vehicles owned: () types, Years of residence, Previous residence

Number of household members, Number of children: age () to () years

8) Surveyed household member attributes:

Age: () classes, Sex, Worker/student/other status: () types

Profession: () types, Position at work: () types, Industry: () types

Latest academic background, Personal income: () classes,

Vehicle availability: () types, Transport expenditure: () types

Transport allowance from the employer: () types

9) Use of any mobile device and its result:

10) Problems encountered:

11) If other socioeconomic survey data were utilized, provide the detail:

(6) Demand Forecast Modeling Detail

1) First time?

Yes, No (involving no update of the existing model),

No (involving update of the existing model)

2) Work period for modeling

Input of JICA experts: planned (2.5) man-months, actual (5.0) man-months

Modeling work period: planned (2.0) months, actual (3.2) months

Total work period including forecast: planned (2.5) months, actual (5.0) months

3) Target area

Population: (18.049 (as of 2012 estimation)) million, Area: (3,954.4) km²

No. of traffic analysis zones (TAZs): (365) internal and (67) external TAZs

4) Strada for modeling

Total (2) household classes:

by household income, by the number of vehicles owned by household,

by residential type, Other ()

Remarks: -

Total (5) trip purposes: Home to Work, Home to School, Private trip, Business Trip, To home

home-based and non-home-based, destination-type-based (including to-home),

Other ()

Total (5) travel modes: Truck, Jeepney, Motorcycle, Car, Bus

walk all the way (not included in network assignment),

other non-motorized (included in network assignment),

motorcycle, car, van, small truck, medium truck, large truck,

transit, transit (rapid service)

income-class-based with different value of time

5) Target time period for modeling:

one day, morning peak, evening peak, Other ()

Reason for this selection:

This study was masterplan base. Daily demand forecast was required to calculate yearly economic/finance analysis.

6) Trip production/attraction model

Aggregated (regression analysis), Disaggregated ()

(10) models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other ()

Problems or issues:

Trip production/attraction model was authodox aggregation model by socio-economic data.

7) Trip distribution model

Aggregated (fratar method), Aggregated (gravity model),

Aggregated (aggregated logit model), Disaggregated ()

() models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other ()

Problems or issues:

Socio-economic frame was a trend frame only in this study. Therefore, fratar method basically was adopted as trip distribution model in this study.

8) Modal split model

Aggregated (aggregated logit model), Disaggregated (disaggregated logit model),

Disaggregated ()

(10) models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other ()

Problems or issues:

Modal split model basically was authodox binaly choice model in this study.

9) Network assignment model

Aggregated (incremental assignment), Aggregated (user-equilibrium assignment),

Aggregated (transit assignment), Disggregated (microsimulation model),

The model was run in JICA-STRADA, CUBE, other ()

Usage of any existing digital information: GIS, CAD, Open Street Map, Google Map,

Google Earth, Other ()

Problems or issues:

Base network of GIS data was prepared by Department of Public Works and Highways (DPWH) and Metropolitan Manila Development Authority (MMDA).

10) Technology transfer of the model

Yes (), No

(19, average 9) persons from (4) organizations were targeted for technology transfer.

Duration of training: (11) months, days, hours

Problems or issues: Almost trainee was not used to be prepare for transpotation data and analysis.

11) Model improvement or redevelopment after the project?

Yes (improvement), Yes (redevelopment), No

Remarks: -**(7) Development Needs that are Expected of the Project**

1) Additional Projects/Studies (e.g. pre-F/S or pilot projects) within the Scope of the Project

→ None

2) Additional Projects/Studies that were Derived from the Project after its Completion

→ None

3) Future Direction of the Development Needs

Infrastructure/equipment: Road, Flyover/underpass, Rail-based transport,

Bus-based transport (BRT), ITS (), Other ()

Policies: TOD, Road/area Pricing, Parking Pricing, TDM (),

Capacity development: Planning, Engineering, Governance, Other ()

Remarks: About development needs, the counterpart is a road sector. Hence, the counterpart is interested in all part of road traffic field, and plans large ring road and highway to ease seriously traffic congestion. In the while, in the Philippines, the needs of chaebol companies sometime is related for development. So, they concern with the plan related TOD and urban development. The government was interested in tools for development evaluation theirself. Hence the government wanted to be possible for updating database, conducting lage survey and evaluation.

4) Trend of Cooperation by Other Donors:

→ None

5) Perspective of usage of the transport data, model and M/P in light of the above situation:

They concern with capacity building. in this project, based on requirement of counter part which want to learn practical contents, the training for evaluation of small pulic transport project was conducted for enhancement of consideration adjustment capacity and formulate policy. In the training, instead of lecture and practice hour, working members planed practically about bus routes and inprovement of public transport using CUBE in theirself and the opportunity of Q&A was

optimally provided for by study member. JICA experts advised to counter part and was consulted by counterpart member about the forecast model using the MUCEP database.

And, Study team realized to establish TPU unit which manages the MUCEP database steadily. The previous administration eagered to conducted large home interview survey in all region of Philippine by TPU as a center.

It's not normal to divide HIS to JICA and Counterpart. But the result of this study gave the counterpart much experience about managing and producing the database and evaluation using the database with delay.

Project Name	ダッカ都市交通戦略計画改訂プロジェクト (有償勘定技術支援) (Project on the Revision and Updating of Strategic Transport Plan for Dhaka)
Country	Bangladesh
Consultant(s)	Almec, OCG, Katahira
Study Period	2014-2016

Project Outline
<p>(1) Objective</p> <p>I. To revise and update M/P the STP (Strategic Transport Plan) for Dhaka which was approved by the GOB (Government of Bangladesh) eight years before.</p> <p>II. To select plans and formulate a road map that would consist of high priority projects to solve current urban transport issues.</p> <p>(2) Detail of Comprehensive Travel Survey</p> <p>1) Name of the Survey: Household Interview Survey (HIS)</p> <p>2) Implementation Year of the Field Survey: 2014</p> <p>3) First time?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, <input type="checkbox"/> No (involving no update of the existing OD data), <input checked="" type="checkbox"/> No (involving update of the existing OD data) → updating DHUTS OD data in central Dhaka, which had not been cleaned yet</p> <p>4) Survey cost and time</p> <p>Total cost for local consultant: (27.19) million yen = 20,631,000 BDT as of August 2014 Input of JICA experts: planned (1.75) man-months, actual (2) man-months Field survey duration: planned (2 (July – August)) months, actual (2.5 (Sept – early November)) months Total survey period including analysis: planned (7) months, actual (8 (mid Jul – mid March)) months Remarks: The reason behind the delay of the survey duration was the religious holiday that took place in the middle of the field survey period as well as a strike.</p> <p>5) Target area</p> <p>Population: (9.83) million, No. of households: (2.4 (assume 1HH=4.21 HHmember)) million, Area: (1,598) km² → including DHUTS area No. of survey zones: (192)</p> <p>6) Sampling method</p> <p><input type="checkbox"/> Resident registration (difficult to obtain), <input checked="" type="checkbox"/> Census data, <input type="checkbox"/> Electoral roll, <input type="checkbox"/> Satellite image, <input checked="" type="checkbox"/> Area sampling (Sampling in the field), <input type="checkbox"/> Rule-based (pls.specify _____), <input checked="" type="checkbox"/> Other (utilize previous study's sampling method (DHUTS))</p> <p>7) Collected samples</p> <p>(15,897) households or (66,246) persons, Sampling rate: (0.67 (target 0.75%)) % Remarks: Sampling rate was low due to budget constraints. It was 1% even in the JICA's original TOR.</p> <p>8) Collected trips</p> <p>(_____) trips, Outgoing ratio: (_____) %, Trip rate: gross (Male=2.26 ; Female=1.18), net (_____) / person-day Remarks: Female's trip rate in Dhaka is lower than male's trip rate with a cultural/religious background that females tend to stay at home.</p>

9) Surveyed household attributes:

- Address, ■ House type: (Own ; Rent) types, ■ Household income: (21) classes,
- Household expenditure: () classes, □ Transport expenditure: () classes,
- Number of vehicles owned: (5 (Bicycle, MC, Car, Private Auto Rickshaw, Other Automobile) types, □ Years of residence, □ Previous residence
- Number of household members, □ Number of children: age () to () years
- Other (Rent Expense, Electricity Expense)

Remarks:

10) Surveyed household member attributes:

- Age: () classes, ■ Sex, □ Worker/student/other status: () types
- Profession: (15) types, □ Position at work: () types, ■ Industry: (22) types
- Latest academic background, ■ Personal income: (21) classes,
- Work/school address (in TAZ), □ Work/school hours and days,
- Vehicle availability: (5) types, ■ Driving licence: (Own, Not Own) types,
- Transport expenditure: () types
- Transport allowance from the employer: () types
- Other (Secondary Occupation, phone numbers (for survey follow up purpose))

Remarks:

11) Surveyed trip attributes:

- Origin/destination, ■ Type of O/D place: (4) types, ■ Departure/arrival time
- Purpose: (7) purposes, ■ Cost, ■ Transfer points: (7) unlinked trips
- Travel modes: (19) modes, □ Driver/passenger, □ Number of occupants
- Access/egress cost and time, □ Transit wait time, □ Parking place, □ Parking cost,
- Total number of trips, □ Reason for not making any trips: () types
- Other ()

Remarks:

12) OD matrices development:

- () OD matrices for ■ One day, □ Certain period from () hrs to () hrs

13) Use of any mobile device and its result: No, there was only limited budget for the survey. Mobile device is more expensive and it takes more time for surveyors to get used to it.

During the study period, the University of Tokyo (Prof. Shibasaki) conducted survey and data analysis with the CDR (call detail records) for comparison with the RSTP OD matrices as part of the research funded by JICA. Collected data was provided by one of the cell phone carriers in Dhaka which took a market share of 40% in Dhaka. Considering that the data recording process occurred every time a phone call was made, size of collected data expanded quickly on a day by day. However, demographic data such as household profile and modes used were not available. Therefore, although the size of the data is big, it was hard to complement the HIS.

14) Problems encountered: Holiday season (moslems's holiday of ied) delayed the survey process. There was also a strike during the field survey. These two problems caused the survey duration in general two weeks longer.

Also, there was no Japanese expert involved in the DHUTS PT Suvey, which focused on the central area of Dhaka, and the survey was managed nearly directly by a local consultant. As a result, database made out of DHUTS PT Survey was far from clean and required enormous data cleaning work. Moreover, the RSTP Study Team were not allowed to contact the local consultant but only

communicated through DHUTS's primary consultant, that was, Katahira Engineering International. Survey form also required synchronization since the database of DHUTS was going to be utilized. Ultimately, the RSTP survey preparation process took a long time to conduct.

15) Usage of existing zonal population data to develop/update OD matrices: There was no latest population data other than census data 2011. The previous one was conducted 2001. So, they had to estimate the population for 2014 based on the census data 2001 and 2011.

(3) Supplemental Transport Surveys

1) Cordon line survey: (35) stations, Utilized for modeling? Yes, No

Remarks: There was a small question about willingness to pay included in this survey. It was difficult and took a long time to get a permission for survey at the airport. Surveyors also needed some knowledge transfer from the Study Team to well understand the survey method.

2) Screenline survey: (3) lines, (20) stations, Utilized for modeling? Yes, No

3) Intersection traffic volume survey: () intersections,

Utilized for (macro) modeling? Yes, No

Remarks: Intersection traffic survey was not conducted maybe due to the budgetary reason. The World Bank funded improvement of around 30 signalized intersection. However, even up to today, police is still required to control each one of them.

4) Public transport OD interview survey: (5) stations, Utilized for modeling? Yes, No

Remarks: There was a small question about willingness to pay included in this survey.

5) Parking survey: () stations, Utilized for modeling? Yes, No

6) Stated Preference survey: () samples, Utilized for modeling? Yes, No

7) Travel speed survey: () routes, Utilized for modeling? Yes, No

8) Freight cargo survey: () stations, Utilized for modeling? Yes, No

Remarks: Freight OD survey was not conducted because cargo trucks did not go through the city due to the restriction and the target for demand modeling was only person trip.

9) Road inventory survey, Utilized for modeling? Yes, No

10) Other survey 1: () , Utilized for modeling? Yes, No

Contents:

11) Other survey 2: () , Utilized for modeling? Yes, No

Contents:

12) Other survey 3: () , Utilized for modeling? Yes, No

Contents:

13) Use of any mobile device and its result: No

Remarks: Apart from the budget constraints, other traffic surveys were not conducted because selection was only for those which are useful for modeling. For example: intersection survey was not conducted mainly because of driver's low level of manners towards the traffic light. Freight OD survey was also not conducted because the target of the study was only the private car inside the city. Trucks were prohibited from entering the city.

(4) Activity Diary Survey (ADS)

1) Conducted? Yes, No

2) If yes, () persons and () households at intervals of () minutes for

() days from () survey zones

3) Survey cost and time

Total cost for local consultant: () million yen

Field survey duration: planned () months, actual () months

Total survey period including analysis: planned () months, actual () months

4) Major result

Outgoing ratio: ()%, Trip rate: gross (), net () / person-day

5) Surveyed trip attributes:

Origin/destination, Type of O/D place: () types, Departure/arrival time

Purpose: () purposes, Cost, Transfer points: () unlinked trips

Travel modes: () modes, Driver/passenger, Number of occupants

Access/egress cost and time, Total number of trips

Reason for not making any trips: () types

6) Use of any mobile device and its result:

7) Main purpose/usage of ADS:

(5) Socioeconomic Survey (if not included in the Comprehensive Travel Survey)

1) Conducted? Yes, No

2) If yes, name of the Survey:

3) Implementation Year of the Field Survey:

4) Survey cost and time

Total cost for local consultant: () million yen

Input of JICA experts: planned () man-months, actual () man-months

Field survey duration: planned () months, actual () months

Total survey period including analysis: planned () months, actual () months

5) Target area

Population: () million, No. of households: () million, Area: () km²

No. of survey zones: ()

6) Collected samples

() households or () persons, Sampling rate: ()%

7) Surveyed household attributes:

Address, House type: () types, Household income: () classes,

Household expenditure: () classes, Transport expenditure: () classes,

Number of vehicles owned: () types, Years of residence, Previous residence

Number of household members, Number of children: age () to () years

8) Surveyed household member attributes:

Age: () classes, Sex, Worker/student/other status: () types

Profession: () types, Position at work: () types, Industry: () types

Latest academic background, Personal income: () classes,

Vehicle availability: () types, Transport expenditure: () types

Transport allowance from the employer: () types

9) Use of any mobile device and its result:

10) Problems encountered:

11) If other socioeconomic survey data were utilized, provide the detail:

(6) Demand Forecast Modeling Detail

1) First time?

- Yes, No (involving no update of the existing model),
 No (involving update of the existing model)

2) Work period for modeling

Input of JICA experts: planned (3) man-months, actual (3) man-months

Modeling work period: planned (3) months, actual (3) months

Total work period including forecast: planned (3) months, actual (3) months

3) Target area

Population: (15.02) million, Area: (1598) km²

No. of traffic analysis zones (TAZs): (141) internal and (49) external TAZs

4) Strata for modeling

Total (3) household classes:

- by household income, by the number of vehicles owned by household,
 by residential type, Other ()

Total (8) trip purposes: Home to Work, Home to School, Home to Other, Work to Home, School to Home, Other to Home, Non-Home-Based to Other, Non-Home-Based to Business

- home-based and non-home-based, destination-type-based (including to-home),
 Other ()

Total (5) travel modes: Motorcycle, Car, CNG, Rickshaw, Bus and Train

- walk all the way (not included in network assignment),
 other non-motorized (included in network assignment),
 motorcycle, car, van, small truck, medium truck, large truck,
 transit, transit (rapid service)
 income-class-based with different value of time

5) Target time period for modeling:

- one day, morning peak, evening peak, Other ()

Reason for this selection:

6) Trip production/attraction model

- Aggregated (regression analysis), Disaggregated ()
() models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other ()

Problems or issues:

7) Trip distribution model

- Aggregated (fratar method), Aggregated (gravity model),
 Aggregated (aggregated logit model), Disaggregated ()
() models developed in Excel, JICA-STRADA, CUBE, Other ()

Problems or issues:

8) Modal split model

- Aggregated (aggregated logit model), Disaggregated (disaggregated logit model),
 - Disaggregated ()
 - () models developed in Excel, JICA-STRADA, ■ CUBE, Other ()
- Problems or issues:

9) Network assignment model

- Aggregated (incremental assignment), ■ Aggregated (user-equilibrium assignment),
 - Aggregated (transit assignment), Disaggregated (microsimulation model),
- The model was run in JICA-STRADA, ■ CUBE, other ()
- Usage of any existing digital information: GIS, CAD, Open Street Map, Google Map, Google Earth, Other ()
- Problems or issues:

10) Technology transfer of the model

- Yes (ocassionally on several progress report meetings), Yes (training sessions), No
 - (4) persons from (DTCA) organizations were targeted for technology transfer.
- Duration of training: () months, days, hours

Problems or issues: Though DTCA (Dhaka Transportation Coordination Authority) members as the counterpart of the study had high level of educational background, generally they had no interest in modeling. The period of assignment for the study was also too short before he/she is transferred to other agencies. Some counterparts for this project even had a background unrelated to transportation. Therefore, the Study team only emphasized the knowledge transfer on some basic concept of planning and the definition of a masterplan. The TOR of this study mentioned that knowledge transfer such as lecture and training sessions was included in the scope of project. However, it was never really applied because of bad experiences and insignificant results in previous studies (STP and DHUTS).

11) Model improvement or redevelopment after the project?

- Yes (improvement), Yes (redevelopment), No

Remarks: The model developed in this study was utilized in the following pre F/S projects (for MRT Lines 1 and 5). Additional traffic count survey data was utilized to improve the model during the pre F/S and the model platform was changed from CUBE to JICA-STRADA.

(7) Development Needs that are Expected of the Project

1) Additional Projects/Studies (e.g. pre-F/S or pilot projects) within the Scope of the Project

→ Pre F/S of MRT Line 1 and 5, funded by JICA (in separate report)

Remarks (or unique situation): -

2) Additional Projects/Studies that were Derived from the Project after its Completion

→ Construction of MRT Line 6 by JICA

→ BRT Line 3 which was partially funded by ADB (north section up to the airport) and by the World Bank (rest of the line). However, the World Bank withdrew from the financing after D/D process.

- MRT Line 2 and 4 : under planning stage
- BRT Line 7 : under planning stage

3) Future Direction of the Development Needs

Infrastructure/equipment: Road, Flyover/underpass, Rail-based transport,

Bus-based transport (MRT feeder), ITS (no, too expensive), Other ()

Policies: TOD, Road/area Pricing, Parking Pricing, TDM (),

Capacity development: Planning, Engineering, Governance, Other ()

Remarks:

- *Road* development was mainly aimed for the outskirts with a ring road concept.
- *Flyover/underpass* was not an option since the existing road is too narrow and leaves no space for construction.
- *BRT* was no longer suitable because the public transport demand was extremely high. Therefore, direction of public transport development is toward MRT and its feeder transport (bus-based development).
- *TOD* was proposed for MRT stations in satellite areas of Dhaka.
- *TDM's* main purpose in Dhaka is to shift people from private vehicle to public transport. However, it was not suitable because current public transport is very dirty and has low level of service. These facts discouraged people from shifting to public transport.
- Although *road/area pricing* is considered for future development needs, nowadays, traffic volume was always high throughout the day. Therefore, peak hours is hard to identify for the pricing system.
- *Traffic management* was not applicable mainly because of poor driving behavior of the citizen.
- As for *capacity development*, empowerment of DMTC (Dhaka Mass Transit Company) as MRT operator in terms of governance, engineering, and planning, is needed.

4) Trend of Cooperation by Other Donors:

- Main donor country for Dhaka is Japan (through JICA). Other donors are ADB and the World Bank. These organizations mostly are related to transportation sector.
- Other countries/entities that are interested in developing Dhaka are United Nation, KOICA (Korea International Cooperation Agency), and German (GIZ), French, and Chinese governments.

5) Perspective of usage of the transport data, model and M/P in light of the above situation:

The World Bank is now utilizing database from this study for their future work in Dhaka. Also, database is accessible for the public with DTCA's consent.

Project Name	ベトナム国主要都市鉄道情報収集確認調査 (METROS) (Data Collection Survey on Railways in Major Cities in Vietnam)
Country	Viet Nam
Consultant(s)	ALMEC Corporation, Nihon Koei, International Development Center of Japan
Study Period	2013-2016

Project Outline
<p>(1) Objective</p> <p>Under these circumstances, the “Data Collection Survey on Railways in Major Cities in Vietnam” (METROS Study) is conducted with the following objectives.</p> <p>(i) to collect and review existing plans and data on transport and urban development, and especially those related to UMRT system;</p> <p>(ii) to update urban traffic database by conducting necessary supplemental surveys;</p> <p>(iii) to conduct demand analysis based on updated database on current UMRT network and individual lines which has been approved by the Prime Minister , based on the updated data.</p> <p>(iv) to review current UMRT network and lines from technical and engineering viewpoint; and</p> <p>(v) to make recommendations on the future development of UMRT systems based on the above.</p>
Hanoi city
<p>(2) Detail of Comprehensive Travel Survey</p> <p>1) Name of the Survey: Household Interview Survey (HIS)</p> <p>2) Implementation Year of the Field Survey: 2014</p> <p>3) First time?</p> <p><input type="checkbox"/> Yes, <input type="checkbox"/> No (involving no update of the existing OD data), <input checked="" type="checkbox"/> No (involving update of the existing OD data)</p> <p>Remarks:</p> <p>4) Survey cost and time</p> <p>Total cost for local consultant: (43) million yen Input of JICA experts: planned (3) man-months, actual (3) man-months Field survey duration: planned (1) months, actual (1) months Total survey period including analysis: planned (3) months, actual (3) months</p> <p>Remarks:</p> <p>5) Target area</p> <p>Population: (7. 6 (as of 2009)) million, No. of households: (2.06(as of 2009)) million, Area: (4.2) km² No. of survey zones: (730 traffic analysis zones)</p> <p>Remarks:</p> <p>6) Sampling method</p> <p><input type="checkbox"/> Resident registration, <input checked="" type="checkbox"/> Census data, <input type="checkbox"/> Electoral roll, <input type="checkbox"/> Satellite image, <input type="checkbox"/> Area sampling (Sampling in the field), <input type="checkbox"/> Rule-based (pls. specify _____),</p>

Other ()

Remarks:

7) Collected samples

(9,121 (+ 18,030¹)) households or (100,168) persons, Sampling rate: (1.00) %

Remarks:

1) The centre of Hanoi City was covered by HIS conducted by TEDI in 2012 and the data was utilized.

In recently JICA wants to reduce the budget for PT survey. So, because the transportation database is existing, the number of traffic count locations is increased for modification OD data, the JICA experts judge it's no issue.

8) Collected trips

(197,068) trips, Outgoing ratio: () %, Trip rate: gross (4.00),
net () / person-day

Remarks:

9) Surveyed household attributes:

■ Address, ■ House type: (Owned, rented, Borrowed, Others) types, ■ Household income: (0) classes,

Household expenditure: () classes, Transport expenditure: () classes,

■ Number of vehicles owned: (12 (Bicycle, motorcycle, taxi=<7seat, car <=7seat(including semi truck), small bus (<=16seat), Med size bus (<=35seats), Light truck(<2.5tons), med size truck(2axis, 6weels), 3 axis truck, >=4-axis truck, others)) types, ■ Years of residence, ■ Previous residence

■ Number of household members, ■ Number of children: age () to () years

Other (telephone number, other income source, the no. of income earners, household condition (floor area, structure, maintenance, land use) , house-rent price, priority of finding house, hope of the house)

Remarks: Because not only transportation problem but also the urban problem should be focused, the question as to social economics was added on the PT survey sheets additionally.

To reduce the budget, the study team aim to utilize the database of TEDI which is the famous local consultants of demand forecast. However, the cost and travel time was not asked to interviewee. Its not easy to modify the OD data using the result of TEDI. Hence The number of the traffic count survey was increased to modifying OD.

10) Surveyed household member attributes:

■ Age: () classes, ■ Sex, ■ Worker/student/other status: () types

■ Profession: (14) types, Position at work: () types, ■ Industry: (10) types

■ Latest academic background, ■ Personal income: (15) classes,

■ Work/school address, ■ Work/school hours and days,

■ Vehicle availability: (vehicle ownership 3 types (car, motorcycle,bicycle)) types, ■ Driving licence: (motorcycle, car, both, none) types,

Transport expenditure: () types

Transport allowance from the employer: () types

■ Other (trip mode for no vehicle available member, residency status, type of employer (state, non-state, foreign), employment status, usual commuter mode, actual and acceptable commuter time and evaluation)

Remarks:

11) Surveyed trip attributes:

- Origin/destination, ■ Type of O/D place: (12) types, ■ Departure/arrival time
- Purpose: (7) purposes, ■ Cost, ■ Transfer points: (4) unlinked trips
- Travel modes: (14) modes, □ Driver/passenger, □ Number of occupants
- Access/egress cost and time, □ Transit wait time, ■ Parking place (Side walk, On-Road, Off-road, inside house) , ■ Parking cost,
- Total number of trips, □ Reason for not making any trips: () types
- Other (reason of modal choice, assessment of the trip)

Remarks: There are 2 type of form for Irregular trip and regular trip.

12) OD matrices development:

- (5) OD matrices for ■ One day, □ Certain period from () hrs to () hrs

13) Use of any mobile device and its result: No

14) Problems encountered:

The quality of survey by a consultant in Vietnam was low. Therefore, the number of traffic count location was increased for modified OD data. In the result, the contents of question sheet is longer and the surveyors hardly take the samples. However, the urban problem like water, income, disaster etc. is useful for analyze.

15) Usage of existing zonal population data to develop/update OD matrices: Available demographic data was population and household census 2009 only, therefore, population and number of households as of 2014 were estimated by framework of the study area, and HIS was performed to built present OD matrices.

(3) Supplemental Transport Surveys

- 1) ■ Cordon line survey: (43) stations, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No
- 2) ■ Screenline survey: (1) lines, (5) stations, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No
- 3) □ Intersection traffic volume survey: () intersections,
Utilized for (macro) modeling? □ Yes, □ No
- 4) □ Public transport OD interview survey: () stations, Utilized for modeling? □ Yes, □ No
- 5) □ Parking survey: () stations, Utilized for modeling? □ Yes, □ No
- 6) □ Stated Preference survey: () samples, Utilized for modeling? □ Yes, □ No
- 7) ■ Travel speed survey: (10) routes, Utilized for modeling? ■ Yes, □ No
- 8) □ Freight cargo survey: () stations, Utilized for modeling? □ Yes, □ No
- 9) □ Road inventory survey, Utilized for modeling? □ Yes, □ No
- 10) □ Other survey 1: (), Utilized for modeling? □ Yes, □ No
Contents:
- 11) □ Other survey 2: (), Utilized for modeling? □ Yes, □ No
Contents:
- 12) □ Other survey 3: (), Utilized for modeling? □ Yes, □ No
Contents:
- 13) Use of any mobile device and its result: No

(4) Activity Diary Survey (ADS)

- 1) Conducted? Yes, No
- 2) If yes, () persons and () households at intervals of () minutes for () days from () survey zones
- 3) Survey cost and time
 - Total cost for local consultant: () million yen
 - Field survey duration: planned () months, actual () months
 - Total survey period including analysis: planned () months, actual () months
- 4) Major result
 - Outgoing ratio: () %, Trip rate: gross (), net () / person-day
- 5) Surveyed trip attributes:
 - Origin/destination, Type of O/D place: () types, Departure/arrival time
 - Purpose: () purposes, Cost, Transfer points: () unlinked trips
 - Travel modes: () modes, Driver/passenger, Number of occupants
 - Access/egress cost and time, Total number of trips
 - Reason for not making any trips: () types
- 6) Use of any mobile device and its result:
- 7) Main purpose/usage of ADS:

(5) Socioeconomic Survey (if not included in the Comprehensive Travel Survey)

- 1) Conducted? Yes, No
- 2) If yes, name of the Survey: HIS survey (4:additional information)
- 3) Implementation Year of the Field Survey: 2014
- 4) Survey cost and time
 - Total cost for local consultant: () million yen
 - Input of JICA experts: planned () man-months, actual () man-months
 - Field survey duration: planned () months, actual () months
 - Total survey period including analysis: planned () months, actual () months
- 5) Target area
 - Population: () million, No. of households: () million,
 - Area: () km²
 - No. of survey zones: () traffic analysis zones)
- 6) Collected samples
 - () households or () persons, Sampling rate: () %
- 7) Surveyed household attributes:
 - Address, House type: () types, Household income: () classes,
 - Household expenditure: () classes, Transport expenditure: () classes,
 - Number of vehicles owned: () types, Years of residence, Previous residence
 - Number of household members, Number of children: age () to () years