

# ナイロビ市における JICA-PT データの 二時点比較分析

兵藤 哲朗<sup>1</sup>・水野 優大<sup>2</sup>・讃井 一将<sup>3</sup>

<sup>1</sup>正会員 東京海洋大学教授 流通情報工学科 (〒135-8533 東京都江東区越中島 2-1-6)

E-mail: hyodo@kaiyodai.ac.jp

<sup>2</sup>非会員 (株富士電機 (前 東京海洋大学大学院修士 海運ロジスティクス専攻)

<sup>3</sup>非会員 独立行政法人国際協力機構 カンボジア物流システム改善プロジェクト 専門家  
(〒102-8012 東京都千代田区二番町 5-25 二番町センタービル)

## 1. はじめに

ケニアの首都であるナイロビ市では、近年様々なドナーにより交通施設整備が行われ、特に中国政府の資金による急速な道路ネットワークの改善が著しい。またケニアでは2030年の中進国入りを目標に定めた VISION2030 が発表され、かつ2010年に新憲法が制定されるなど、社会的な改革が多く行われている。

これらをふまえ本研究ではナイロビ市の交通特性の2時点変化に関する比較・考察を行う。分析には2004年、2013年にJICAにより調査されたパーソントリップデータ(以下PTデータ)を用いる。データの概要を表-1に示す。

表-1 研究に用いたデータの概要

年次	対象都市人口	トリップ数
2004	2,143,254	4,816,000
2013	2,939,459	6,871,918

## 2. ナイロビ市の近年の開発経緯について

ケニアは政治が比較的安定し、近年は年率5%超の経済成長を記録している。ナイロビ市は東アフリカの中心都市として金融やサービス業が集積している。雇用機会やより良い生活を求めて、地方からの人口流入が進行中であり、人口増加率はセンサスデータのある1999年から2009年まで年平均3.9%、現在は都市圏人口で500万人を超過している。

中心部で高層ビル建設が相次ぎ、オフィス需要に応える一方で、都市基盤インフラの整備が追い付か

ず、特に交通渋滞は大きな問題と認識されて久しい。中間層の増大に伴って、車両登録台数は国全体で月平均1万5千台増加している。このうち相当数が首都ナイロビに流入しているとみられ、もともと脆弱だった道路網に大きな負荷がかかる状況となっている。

こうした中、ケニアの交通分野への開発資金の多くは道路セクターに振り向けられてきた。道路セクターでは、1990年代から段階的に行政改革が行われ、道路維持管理基金(特定財源)の創設、道路管理の専門機関として国道、都市道路、地方道路それぞれを所管する3つの道路公社が設立された。こうした改革努力がドナーに好感され、援助資金が継続的に投入されている。

交通セクターの開発について議論・調整する場として、ケニア政府とドナーとで構成される Transport Sector Working Group (TSWG)がある。政府の政策立案時にドナーから意見を集めたり、開発行為について情報共有がなされる場として有効に機能している。ケニア政府からの参加は道路行政機関が中心で、道路を中心とした運輸交通行政が営まれていたと言える。こうした状況は2016年の道路省と運輸省の統合を含む省庁再編まで続いた。

道路セクター中心の交通行政のさなかにあった2006年、JICAによってナイロビ都市交通マスタープランが策定された。道路、公共交通、交通管理、NMTなどが含まれる包括的な内容だったが、上述のような事情から道路ネットワークの拡充計画として利用された面が大きい。図-1に示すとおり、マスタープランに沿って多くのドナーからの開発資金が投入され、市内の幹線道路整備が進む結果となった。



図-1 ナイロビ市内の道路整備事業

他方、公共交通は長期にわたって目立った進展が見られなかった。公共交通としては、鉄道、マツ（14人乗りのミニバス）、民間による大型バスサービスが挙げられる。鉄道はもともと貨物用として旧宗主国時代に整備されたもので、軌道は劣化しており、路線もスラム内を通過するなど条件が悪い。2013年にナイロビ国際空港と都心部を結ぶ旅客向けサービスが開始されたが、まだ運行頻度が限られており、利用者数は多くない。大型バスはもともと都市間運行を担っており、市内の公共交通はマツが主となっていた。マツ路線は市内を網羅しており、現在も市民にとって最も重要な交通手段である。個人事業主が中心だが、Saccoと呼ばれる組合によって統制されており、2000年代初頭まで横行した危険運転や不衛生などは改善されてきた。しかし、増加の一途をたどる交通需要に対し、マツの輸送力では対応できないことから、政府は2010年にマツ事業者の新規登録を行わないことを決定し、自然淘汰する政策を採用した。これはマツに代わる、より容量の大きい公共交通が必要となることを意味しており、その後、ドナー支援による公共交通計画の立案につながっていった。現在はBRTと通勤鉄道によって幹線交通網を形成する計画が承認済みであり、実施が待たれる状況となっている。

このような中、政府は2017年、ナイロビの公共交通をつかさどる新組織として Nairobi Metropolitan

Area Transport Authority (NaMATA)を設立した。今後は、NaMATAによって様々な調整が行われ、慢性化した交通渋滞への対応と、公共交通網の更新・拡充や利便性の向上が進むことが期待されている。

### 3. 個人に着目した交通特性の2時点比較

まず年齢別、性別のトリップの変化に関して述べる。図-2に、年齢別、性別のトリップを示す。この図から、若年層（15歳から29歳）のトリップが大きく増加し、特に女性のトリップ増加が著しいことがわかる。これは通勤、通学を目的とする女性のトリップが男性に比べ大きく増加したためである。次に機関分担率の変化を図-3に示す。分担率は徒歩、自家用車のポイント数がやや低下し、バスのポイント数が上昇している。徒歩の分担率が約40%であること、また鉄道の利用率が極めて低いことは両年で変わらず、これがナイロビ市の交通特性であるといえる。ゾーン別の機関分担率の変化を確認すると（図-4）、中心部から東部にかけて徒歩が減少し、バスの分担率が上昇している。また、6.Westlands地区は2004年時点で自家用車の分担率が高く、高所得階層の居住地区であることが想像される。

さらに、トリップ当たりの機関別所要時間は、すべての機関で所要時間が減少していた（図-5）。トリップ当たりの距離が徒歩、自家用車で増加した一

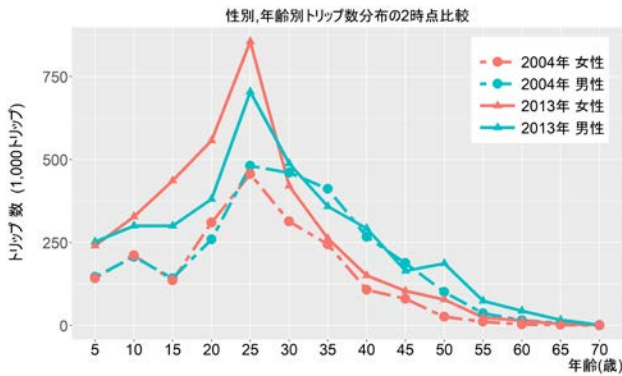


図-2 年齢別、性別トリップ数の変化

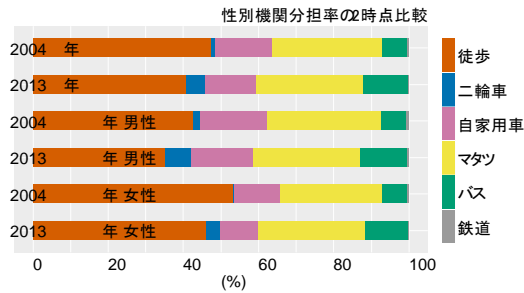


図-3 性別期間分担率の変化

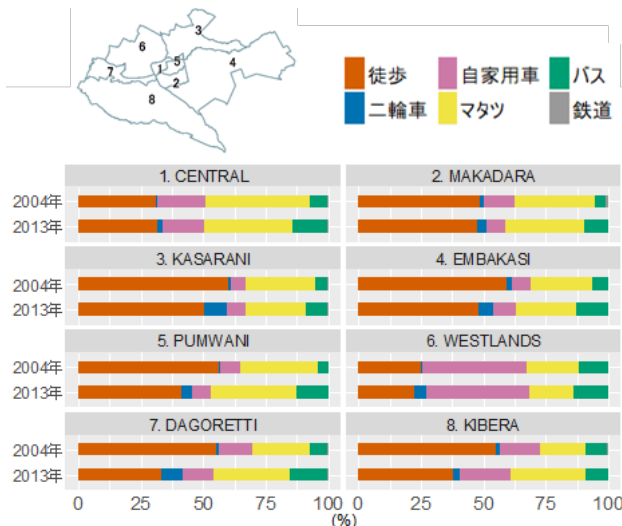


図-4 ゾーン別期間分担率の変化

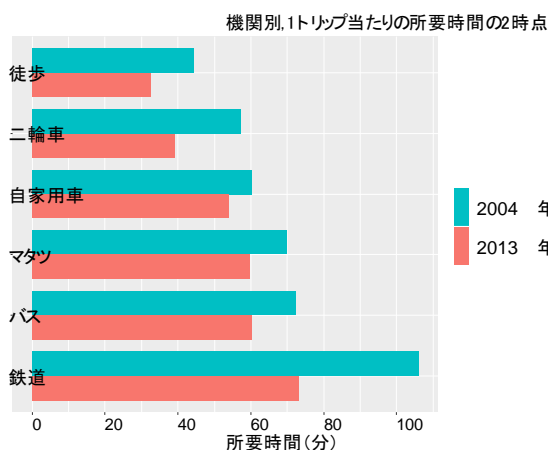


図-5 トリップ当たり所要時間の変化

方、公共交通ではその距離が減少したことを考慮すると、道路ネットワークや公共交通路線の拡充が所要時間の短縮につながっていると考えられる。

#### 4. ナイロビ市内の地域間移動の2時点比較

##### (1) 交通機関別の都市内地域間移動

ナイロビ市の地域間の移動の特性を探るため、徒歩、自家用車、公共交通の3つの機関別に都市内の地域間移動のトリップを比較した(図-6)。まず徒歩利用では、両年ともにナイロビ市東部と中心地域を結ぶトリップが多い。一方、中心部以外を発着地とする移動が増加しており、東西間の移動は特に大きなトリップの伸びがあった。次に自家用車利用の地域間移動をみると、両年ともに中心地と各地域を発着地とするトリップが徒歩に比べて多い。また徒歩利用と異なり、市内西部から中心部を結ぶトリップも多い。2時点での変化をみると、東部と各地域、南部と各地域を結ぶトリップでそれぞれ2倍以上の増加も多くみられる。公共交通利用の地域間移動では、両年ともに中心部と各地域を結ぶトリップが大きいことは自家用車と同様であった。東部と各地域、南部と西部を結ぶ地域間トリップに大きな増加がみられる。

以上の地域間移動の分析により、ナイロビ市東部と各地域を結ぶトリップに大きな増加があることが明らかとなった。これはナイロビ市東部において住宅や事務所の数が大きく増加し、それにもなって発生・集中トリップが増加したことによるものと考えられる。

##### (2) CBDと郊外のトリップ集中

市内の交通が中心部にどれだけ集中しているのかを探るため、市内中心部とそれ以外(ここではそれぞれCBD、郊外と呼ぶ)の集中トリップを求めた

(図-7)。その結果、徒歩利用トリップは約6%と、両年でほぼ変わらず、自家用車、公共交通はそれぞれ約5ポイント低下の約19%、約16%となった。これにより10年間で全体のトリップが増加した一方、CBDへのトリップ集中が減少しているといえる。その原因の一つとしては、近年、CBDの西部地区に、Upper Hillという官庁街が展開されており、これがCBDからの発生集中量の転換に寄与したと思われる。

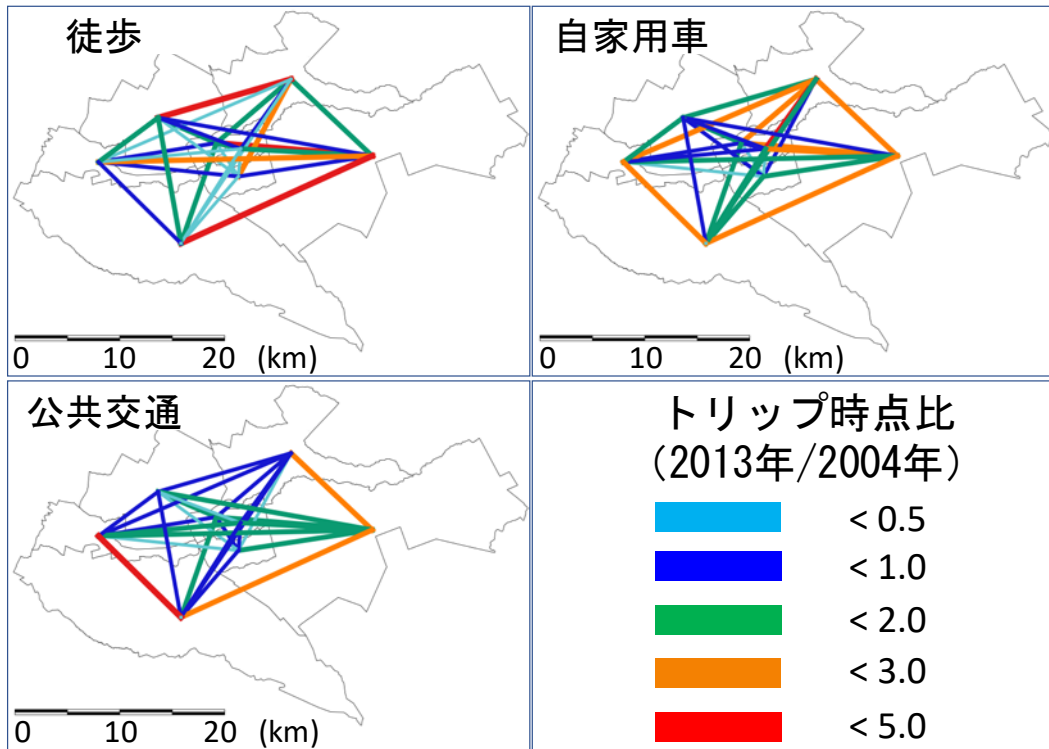


図-6 機関別地域間トリップの時点比

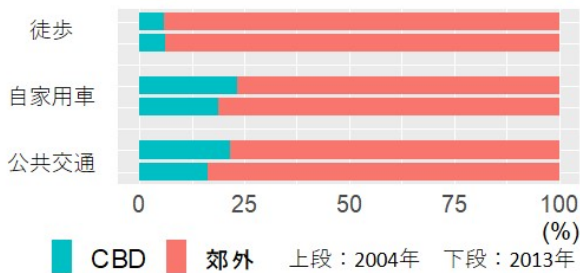


図-7 CBD, 郊外のトリップ集中

ものの、運行路線は重複しているものも多い。ナイロビ市では中・高所得層向けのエアコン設置車両や運賃の値下げによってバス利用への転換を促してきた。

表-2 マタツとバスの運行形態<sup>1)</sup>

	マタツ	バス
運行ルート	いくらか定められたルート	定められたルート
時刻表	なし	あり
停留所	変動	一定
運賃	時間帯, 天候, 交通状況で変動	運賃制
乗車人員(席数)	14人(小型), 25人(中型)	61人
車両の管理	個人, 管理会社	運営企業
運営の資金	個人, 親族, 友人, 同業者組織	投資家, 銀行
サービス	しばしば乗客に粗雑な対応.	運営企業による研修. エアコンの設置.

## 5. 公共交通利用に関する 2 時点比較

### (1) ナイロビの公共交通

2. でみたように、ナイロビ市の移動手段の約4割は公共交通である。そのうち、マタツとバスの2つの機関がほとんどを占めている。マタツは小型の乗り合いバスであり、長らく市内の交通需要に应运ってきた。その一方で、ナイロビ市の管理が行き届かない多数のマタツが市内の交通渋滞の要因となっている。そのためナイロビ市では、より輸送力があり管理下に置かれたバスへの転換施策を行ってきた。

### (2) マタツとバスの交通特性

マタツとバスの概要を表-2に示す。マタツとバスは運営事業者の規模、サービスに大きな違いがある

その施策の結果、2004年に約6.8%であったバスの分担率が2013年には約12%に増加している。また図-8に示す通り、世帯所得別に2つの機関のトリップを比較すると、低所得層ではマタツ利用の増加が少なく、バスの利用が大きく増加している。しかしながら、中所得層からはバス利用のトリップ増加のみならずマタツ利用のトリップも増加しており、バスへの転換が小さかったといえる。

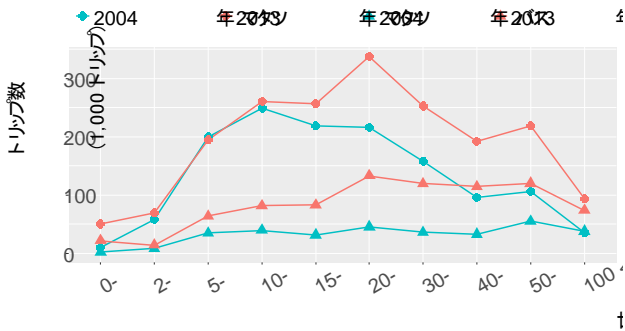


図-8 世帯月収別トリップ数の比較

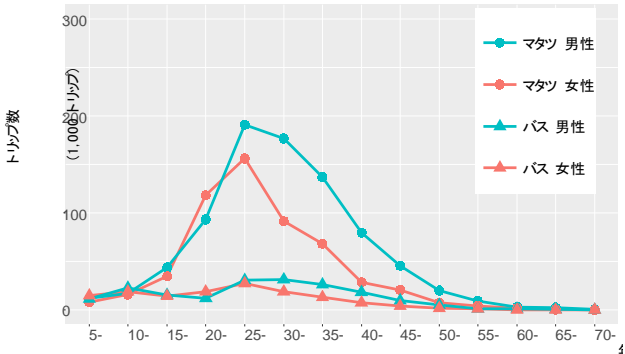


図-9 期間別年齢、性別トリップ数 (2004年)

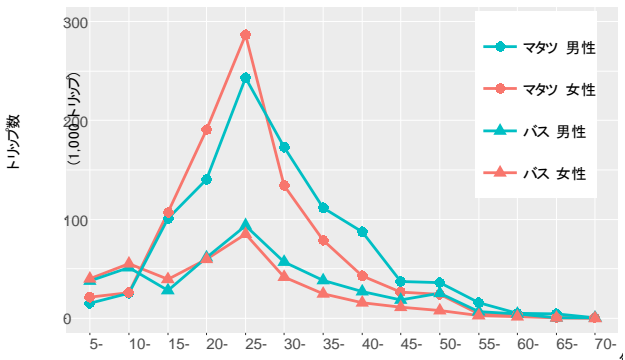


図-10 期間別年齢、性別トリップ数 (2013年)

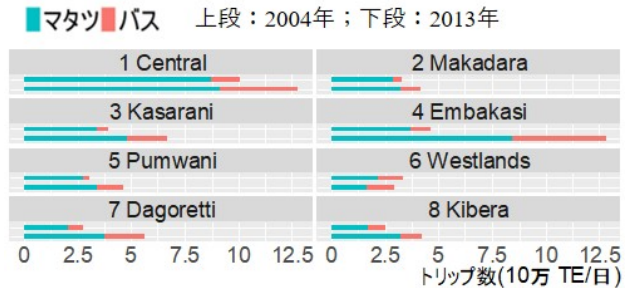


図-11 マタツ、バスの地域別発生集中量の比較

また、マタツとバスのゾーン別発生集中量を比較すると(図-12~15), 双方ともにトリップ数が増加しており、特に道路整備が進展した東部におけるバス利用者数の増加が顕著であることが見て取れる。



写真-1 代表的なマタツ

(3) 地域別の利用に関する比較

続いて、マタツとバスの地域別の利用に着目する。図-11は、ナイロビ市を8つに分け、地域ごとの発生集中量(単位はトリップエンド/日)を示したものである。この図から、地域ごとに利用特性の違いが認められる。2時点で市内中心部(Central)の発生集中量が多いことに変わりはなく、マタツの分担率が低下している。これは指定された路線のみ、マタツが市内中心部に入域することを許可した施策による効果と考えられる。また、ナイロビ市東部のEmbakasiでは、両機関ともに伸びが大きく、バスの占める割合は著しく上昇した。地域の居住人口増加、バス路線の拡充が要因と考えられる。一方、市内西北部のWestlandsでは分担率に大きな変化がみられなかった。

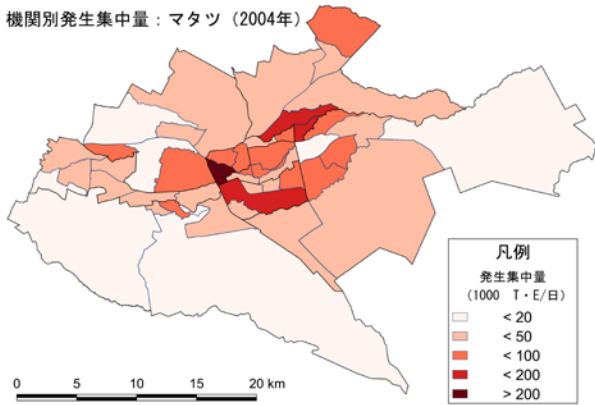


図-12 マタツのゾーン別発生集中量 (2004年)

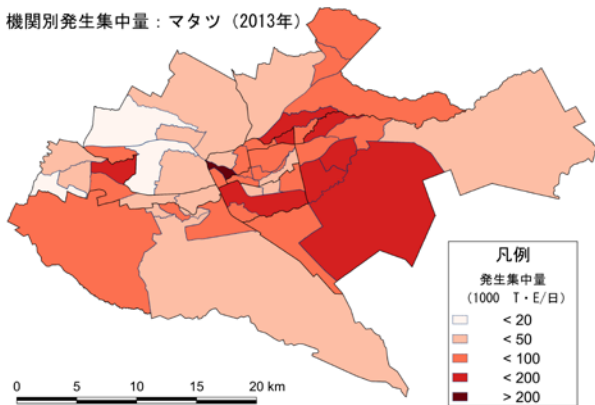


図-13 マタツのゾーン別発生集中量 (2013年)

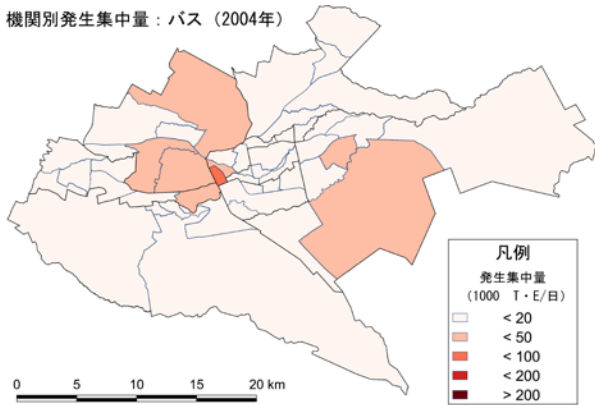


図-14 バスのゾーン別発生集中量 (2004年)

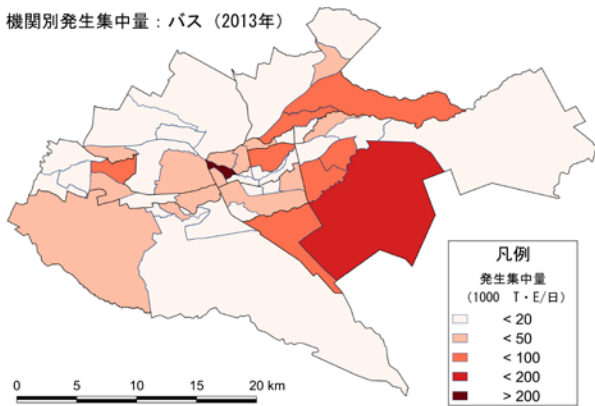


図-15 バスのゾーン別発生集中量 (2013年)

## 6. 発着施設ごとの発生集中量の2時点比較

トリップの発着施設ごとの発生集中量を比較することで、施設の立地分布と2時点での変化を分析した(図-16, 17)。その結果、ナイロビ市内東部や西南部で住宅が増加し、住宅を発着地とする地域別の発生集中量は小売店や医療施設の発生集中量と高い相関があることが明らかになった。これにより、ナイロビ市ではショッピングセンターの開業によらず、依然として身近な小規模店舗が利用されること、医療施設の利用は市内中心部の集中から市内各地に分散していることがいえる。また工場・倉庫の高い発生集中量は2004年時点で工業団地や空港周辺にみられたが、2013年には市内と北東部を結ぶ Thika Rd. 沿線にもみられることが明らかとなった。

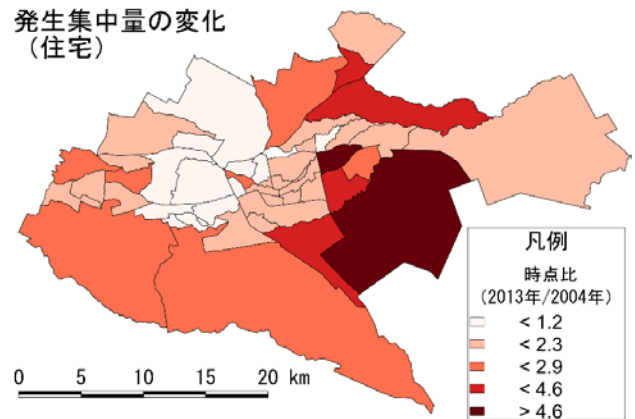


図-16 住宅発着、発生集中量の変化(時点比)

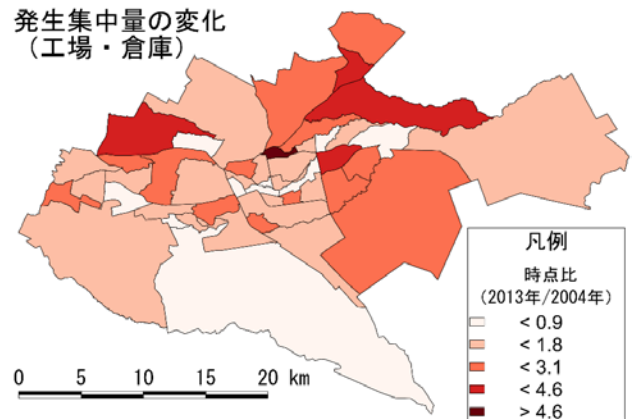


図-17 工場・倉庫発着、発生集中量の変化(時点比)

次に、施設を表-3の通りに、10種類に分類し、ゾーン別・施設種類別の発生集中量を算出して、それらの相関係数行列を推計した。住宅は、他のどの施設とも高い相関を示している。その一方で、事務所・銀行は、レストラン等との相関が高く、土地利用が比較的明確に区分されていることが想像できよう。

表-3 発生集中量の施設間の相関係数行列

年次	2013									
2004	1	0.94	0.72	0.58	0.96	0.79	0.70	0.79	0.88	0.76
	0.91	2	0.64	0.47	0.90	0.81	0.60	0.79	0.89	0.73
	0.77	0.77	3	0.22	0.59	0.70	0.48	0.56	0.80	0.96
	0.44	0.32	0.12	4	0.50	0.39	0.28	0.44	0.34	0.33
	0.85	0.71	0.46	0.21	5	0.73	0.71	0.74	0.83	0.65
	0.85	0.86	0.72	0.34	0.67	6	0.54	0.64	0.81	0.76
	0.39	0.29	0.32	-0.03	0.35	0.32	7	0.51	0.57	0.46
	0.91	0.90	0.68	0.33	0.77	0.80	0.20	8	0.75	0.63
	0.79	0.85	0.47	0.29	0.70	0.69	0.20	0.85	9	0.87
	0.83	0.89	0.95	0.18	0.54	0.78	0.29	0.78	0.64	10
番号	施設	番号	施設							
1	住宅	7	医療, 福祉施設							
2	商業施設	8	宗教, 社会施設							
3	事務所, 銀行	9	小売, 卸売店							
4	工場, 倉庫	10	レストラン, 娯楽施設							
5	学校, 教育施設									
6	遊園地, 公園									

## 7. 道路ネットワーク整備効果の検証

### (1) 分析にいたる背景と分析手法

ナイロビ市では2006年に中国政府が道路建設費用の融資を始めて以降、急速に道路ネットワークが整備されている(図-18)。

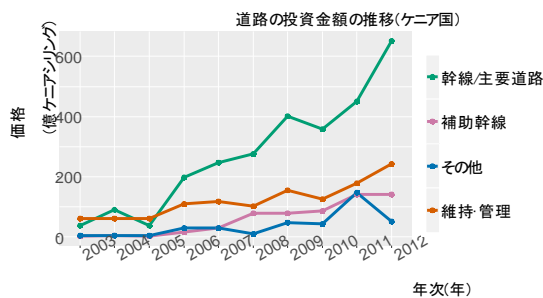


図-18 投資金額の推移 (ケニア国)

本研究では交通需要予測パッケージ JICA STRADA Ver 3.5 (以下 STRADA) を用いて、その整備効果の検証を行った。分析にあたり、2013年時の JICA 調査団から提供いただいた2013年の道路ネットワークデータをもとに、2004年時点と、2004年以降の道路整備が行われないと仮定したもの(以下 2013')の2種類の道路ネットワークデータを作成した(表-4)。これら2種類のリンク作成には2004年時の調査報告書<sup>2)</sup>、2013年時の調査報告書<sup>3)</sup>のほか、Google Earthを参照した。

表-4 分析に用いた道路ネットワークの概要

年次	総リンク数	発着ノード数	車線数別リンク長 [km]					備考
			合計	1-3車線	4車線	6車線	8車線	
2004	1773	153	4147	4038	53	56	0.2	独自に作成
2013	1965	150	4505	4393	25	75	11	JICA調査団より提供
2013'	1773	150	4147	4038	53	56	0.2	独自に作成

交通量配分結果 : 2004



交通量配分結果 : 2013



交通量配分結果 : 2013'

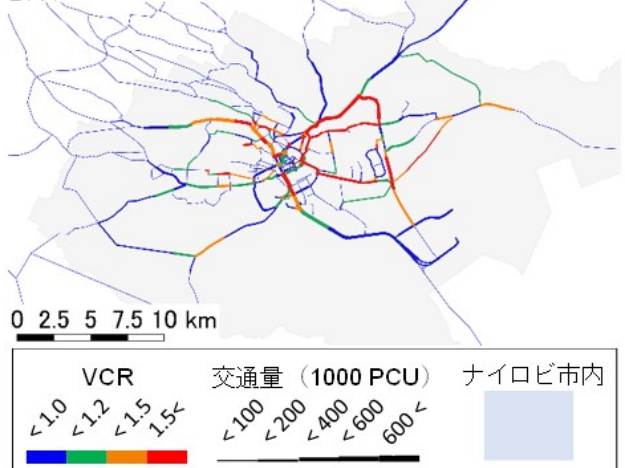


図-19 交通量配分の結果

### (2) 分析結果

図-19に、2004年、2013年、2013'のネットワーク上への交通量配分結果を示す。拡張された主要幹線である Thika Rd., 市内中心部付近で交通条件の大きな改善がみてとれる。また 2013年と 2013'の配分交通量比較から、整備効果を顕著にみる事ができる。一方、2004年時点で整備が必要とされたが整備に至っていなかった、ナイロビ市の西北部と南東部と結ぶ路線では、交通条件の悪化がみられた。

つづいて、各道路ネットワークの VCR (日交通量・交通容量比) と平均速度をすべての道路と、ナ

イロビ市内の道路に分けて比較したものを表-5 に示す。

表-5 VCR, 平均速度の比較

年次	すべての道路			ナイロビ市内		
	道路延長 [km]	VCR	平均時速 [km/h]	道路延長 [km]	VCR	平均時速 [km/h]
2004	4,256	0.22	37.1	430	0.56	37.0
2013	4,616	0.26	40.7	536	0.63	40.6
2013'	4,256	0.30	36.3	430	0.79	36.2

2013 年と 2013'の値から、すべての道路における整備効果は VCR が 0.042 ポイント減少、平均時速は 4.4 [km/h] 増加と算出された。またナイロビ市内の道路に限定すると、VCR は 0.161 ポイント減少、平均時速は 4.4 [km/h] 増加と算出され、すべての道路に比べ VCR の整備効果が顕著であった。

次に、ナイロビ市内の VCR 別道路延長の割合を図-20 に示す。2013 年時、VCR が 1 を超える道路延長の割合は 2004 年から上昇しているものの、2013' と比べ 6% ポイント低い。このことから、道路ネットワークの整備によって VCR の上昇が抑制されているといえる。

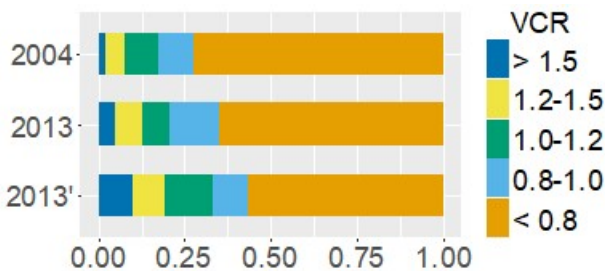


図-20 ナイロビ市内の VCR 別道路延長の割合

## 8. まとめ

ナイロビ市では、10 年間で女性のトリップの男性との格差が大きく減少した。また交通混雑の要因となっていたマタツは、バス利用への転換がみられたものの、依然として中所得者層や市内西北部でのマタツ利用が多い。さらに道路ネットワークの交通量配分の分析により、整備箇所、未整備箇所の交通流に顕著な差がみられた。

今後ナイロビ市においては道路ネットワークの拡充のみならず軌道系交通の導入計画がある。これにより、今後 10 年間で交通特性に大きな変化を及ぼすことが考えられる。

謝辞：道路ネットワークデータをご提供下さった JICA 調査団に、この場を借りて謝意を表する次第である。

## 参考文献

- 1) Dorothy McCormick, Winnie Mitullah, Preston Chitere, Risper Orero, Marilyn Ommeh. Paratransit Business Strategies: A Bird's-Eye View of Matatus in Nairobi. Journal of Public Transportation, Vol. 16, No. 2. 2013.
- 2) The Study on Master Plan for Urban Transport in The Nairobi Metropolitan Area in The Republic of Kenya Final report. Katahira Engineering International & Recs International Inc. 2006.
- 3) The Project on Integrated Urban Development Master Plan for the City of Nairobi in the Republic of Kenya Final Report. Nippon Koei Co., Ltd., IDCJ Inc., EJEC Inc. 2014.

## Comparison Analysis of JICA-HIS data in Nairobi City

Tetsuro HYODO, Yutai MIZUNO and Kazumasa SANUI

JICA has conducted Household Interview Surveys (HIS) at Nairobi city in 2004 and 2013 for making transportation master plans. During the period, transportation situations and land use are dramatically changed. Especially, road network has been improved by many donors, China, Japan etc. Moreover, the regulation policies to Matatsu (mini bus system) promoted to convert from Matatsu to regular bus system. We compare the two years HIS data and clarify the situation change by age, gender and income level. The effects of road network investment is confirmed by JICA-STRADA trip assignment program. We examine the road network constructions can ease serious traffic congestions.