

東京都市圏物資流動調査を用いた圏央道整備による物流コスト削減効果と地域経済効果の計測

藤原 真¹・佐藤 徹治²

¹学生会員 千葉工業大学大学院工学研究科建築都市環境学専攻(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)
E-mail: s1124277nw@s.chibakoudai.jp

²正会員 千葉工業大学教授 創造工学部都市環境工学科(〒275-0016 千葉県習志野市津田沼2-17-1)
E-mail: tetsuji.sato@it-chiba.ac.jp

2020年度までに全線開通が見込まれる圏央道（首都圏中央連絡自動車道）では近年、大規模物流施設の新規立地が相次いでいる。圏央道整備、沿線の物流施設の新規立地は、貨物の輸送ODの変化、貨物の輸送時間短縮、施設内での高効率化・高付加価値等による物流コストの削減をもたらすと考えられる。本稿では、東京都市圏における2003～2013年度の物流コスト削減額を東京都市圏物資流動調査（2003年度、2013年度）における貨物車交通OD、在庫コストの実態データ等に基づき算出し、時系列データの定常性を考慮した地域計量経済モデルを構築して、圏央道整備に伴う物流コストの削減が東京都市圏の地域経済に及ぼした影響を分析した。分析の結果、物流コスト削減に伴う経済効果は都市圏の経済規模と比較して極めて小さいことが示唆された。

Key Words : physical distribution facilities, orbital expressway, regional econometrics

1. はじめに

現在、東京都市圏では、首都高速中央環状線、東京外かく環状道路（外環道）、首都圏中央連絡自動車道（圏央道）の3つの環状高速道路（3環状）の整備が進められている。3環状の整備率は、2015年度末の時点で約80%（約525km）となっている。最も内側の中央環状線については2015年3月に全線開通した。また一番外側の環状高速道路である圏央道は2020年度までに概ねの区間が開通予定となっている。整備済みの圏央道の沿線では近年、大規模物流施設の新規立地が相次いでおり、今後全線開通によってさらに増加することが予想される。この要因としては、eコマースの普及等による物流需要の増加に加え、圏央道の沿線には製造業の海外移転に伴う大規模な工場跡地が点在しており、これらは比較的安価に取得が可能な造成済み用地であることが挙げられる。圏央道整備、沿線の物流施設の新規立地は、貨物の輸送ODの変化、輸送時間短縮、大規模物流施設内での高効率化・高付加価値等の物流コスト削減をもたらすと考えられる。

東京都市圏の貨物流動の実態については、東京都市圏交通計画協議会が1972年から概ね10年おきに実施されている東京都市圏物資流動調査のデータから把握することができる。同調査は、第4回調査が2003年、第5回

調査が2013年に実施されている。この調査では、事業所の所在地や業種、敷地面積や搬出入の重量などの実態を把握することができる。

東京都市圏物資流動調査を用いた既往研究としては、第4回調査データを用いて物流施設立地のメッシュ選択確率を離散選択ロジットモデルにより分析した萩野ら¹⁾、東京都市圏における今後の物流施設配置のあり方や課題を論じた兵藤²⁾、第4、5回調査データを用いて物流拠点（集約的物流施設）の立地や搬入・搬出貨物の変化を分析した豊崎ら³⁾などがある。また、剣持ら⁴⁾は、第5回調査のデータを分析し、東京都市圏の物流の現状・課題、今後の関連施策の方向性を紹介している。

本稿では、東京都市圏物資流動調査（2003年度、2013年度）の貨物車ODおよび在庫コストのデータ等を用いて、圏央道整備、沿線における大規模物流施設の立地が貨物の輸送コストおよび物流施設における在庫コストに与える影響を算出する。さらに、時系列データの定常性の検証した地域計量経済モデルを構築し、物流コストの削減が東京都市圏の地域経済に及ぼす影響を分析する。

2. 物流コストの定義

物流コストは、日本ロジスティクスシステム協会が刊

行している物流コスト調査報告書⁵⁾によれば、輸送コスト、在庫コスト、物流管理コストの3つより構成される。輸送コストは、自動車、船舶、航空機、鉄道等の輸送機関によって、ある拠点から他の拠点まで貨物を移動させるために要するコストを指す。在庫コストは、倉庫業による営業用倉庫や自家用倉庫での保管費用を指す。物流管理コストは、企業の本社、現場の物流管理部門における人件費、運営費から構成される。なお物流管理コストについてはマクロ的に推計する方法が明瞭でないため、本稿では物流コストを輸送コスト、在庫コストの和として定義する。

3. 物流コストの算出

(1) 輸送コスト・在庫コストの変化

圏央道整備による輸送コスト、在庫コストの変化は、まず東京都圏物資流動調査が実施された2003年および2013年について算出する。

輸送コストの変化については、各年における地域間の貨物車交通量と道路最短所要時間の積を圏央道整備なし、整備ありの状況で求め、それらの総和の差（総輸送時間の変化）に時間価値を乗じて算出する。地域単位は、1都3県（東京、神奈川、埼玉、千葉）内および茨城県南部の圏央道沿線では市区町村とし、その他の地域は東北（郡山市）、群馬（前橋市）、栃木（宇都宮市）、茨城（水戸）、中部（岡谷市）、西日本（豊田）とする。総輸送時間の変化の算定式を(1)式に示す。

$$\Delta T_i = \left(\sum_i \sum_j Q_{ij,t} \cdot T_{ij,t}^o - \sum_i \sum_j Q_{ij,t} \cdot T_{ij,t}^w \right) \quad (1)$$

ここで、 i, j は地域、 o は圏央道なし、 w は圏央道ありの状況を示す。 Q は貨物車交通量、 T は地域間所要時間である。各地域間の貨物車交通量については、第4回東京都圏物資流動調査（2003年度）、第5回東京都圏物資流動調査（2013年度）の搬出搬入票のデータを用いる。各地域間の道路最短所要時間は、各年における圏央道整備あり、なしの状況を想定し、google mapの経路探索により計測する。2013年の圏央道整備あり、なしの状況における地域間所要時間の計測結果の一部抜粋を表-1に示す。

在庫コストの変化については、圏央道の整備なしの場合、圏央道沿線の物流施設が東京湾岸地域に立地しているものとし、在庫コストを構成する人件費、賃借料の貨物1トン当たりの費用が東京湾岸地域と圏央道沿線における従業者数、賃金、土地面積の相違に応じて変化すると仮定し算出する。在庫コストの変化は(2)式で求められる。

表-1 地域間所要時間の計測結果（一部抜粋）

発地 \ 着地		埼玉県								
		川越市			鴻巣市			幸手市		
		なし	あり	差分	なし	あり	差分	なし	あり	差分
神奈川県	鎌倉市				151	123	-28	119	113	-6
	平塚市	116	86	-30	140	97	-43	111	95	-16
	小田原市	123	102	-21	156	111	-45	119	110	-9
	横須賀市				146	136	-10	115	109	-6

表-2 在庫コストの変化

単位：100万円／年

	人件費	賃借料	合計
2003	-3,048	-1,811	-4,859
2013	-8,654	-6,828	-15,482

表-3 物流コストの変化

単位：100万円

	輸送コスト	在庫コスト	合計
2003	-13,824	-4,859	-18,684
2004	-13,824	-4,859	-18,684
2005	-14,073	-5,058	-19,131
2006	-14,073	-5,058	-19,131
2007	-16,113	-6,683	-22,797
2008	-17,096	-7,466	-24,562
2009	-17,821	-8,045	-25,866
2010	-18,381	-8,490	-26,871
2011	-18,788	-8,814	-27,602
2012	-19,030	-9,008	-28,038
2013	-27,155	-15,482	-42,637

$$\Delta ZC_{i,t} = Z_t^K a_t^K - Z_t^B a_t^B \quad (2)$$

ここで、 Z は在庫量（トン）、 a は貨物1トンあたりの在庫コスト、 K は、圏央道沿線、 B は東京湾岸地域である。圏央道沿線の物流施設の在庫量は、第4回東京都圏物資流動調査（2003年度）、第5回東京都圏物資流動調査（2013年度）の搬入・搬出貨物量のデータを用いて算出する。また、1トン当たりの在庫コストについては日本ロジスティクスシステム協会⁵⁾の重量当たりの物流コストの推移から品目別に算出する。2003年、2013年における在庫コストの変化の算出結果を表-2に示す。

(2) まとめ

2003年から2013年における物流コストの変化をまとめると表-3のとおりとなる。なお、2003年、2013年以外の年の物流コストの変化については、コスト変化の2003年値、2013年値と各年における圏央道の整備延長から簡易的に設定した。

4. 地域計量経済モデルの構築

(1) モデルの概要

本稿では、環状道路整備に伴う物流コストの減少が運輸業、その他の産業の潜在生産力の向上につながることを仮定する。このため生産に関連する関数は、運輸業とその他の産業に分けて定式化を行う。

本稿で構築するモデルのフローを図-1に示す。

(2) モデルの定式化

各関数の詳細を以下に示す。なお、各関数で下添え字 t は年を表している。

① 生産関数

物流コストの削減は運輸業、その他産業の潜在生産力をそれぞれの産業への帰着分だけ拡大させることから、運輸業、その他産業の潜在生産力は、それぞれ(3)式、(4)式で表される。

$$X_{l,t} = f(L_{l,t}, K_{l,t}) - \theta(w_t \Delta T_{l,t} + \Delta ZC_{l,t}) \quad (3)$$

$$X_{o,t} = f(L_{o,t}, K_{o,t}) - (1 - \theta)(w_t \Delta T_{l,t} + \Delta ZC_{l,t}) \quad (4)$$

ここで、 l は運輸業、 o はその他の産業を表す。 X は潜在生産力、 L は労働、 K は資本、 w は時間価値、 ΔT は環状道路整備による輸送時間の変化、 ΔZC は在庫コストの変化、 θ は費用減少の運輸業の付加価値への転嫁比率である。

② その他の関数

その他の関数に関しては、基本的には従来モデルの関数を踏襲する。以下にその他の関数を示す。

$$L_{i,t} = LHR_{i,t} \cdot NW_{i,t} \quad (5)$$

$$K_{i,t} = ROW_{i,t} \cdot KP_{i,t} \quad (6)$$

$$NW_{i,t} = f(X_{i,t}, POP_t) \quad (7)$$

$$KP_{i,t} = f(KP_{i,t-1}, IP_{i,t}) \quad (8)$$

$$\frac{CP_t}{NH_t} = f\left(\frac{CP_{t-1}}{NH_{t-1}}, \frac{YH_t}{NH_t}\right) \quad (9)$$

$$YH_t = f(GRP_t) \quad (10)$$

$$IP_{i,t} = f(KP_{i,t-1}, GRP_{i,t-1}) \quad (11)$$

$$\frac{IHP_t}{NH_t} = f\left(\frac{KHP_{t-1}}{NH_{t-1}}, \frac{YH_t}{NH_t}\right) \quad (12)$$

$$GRE_t = CP_t + \sum_i IP_{i,t} + IHP_t + CG_t + IG_t + Z_t + E_t - M_t \quad (13)$$

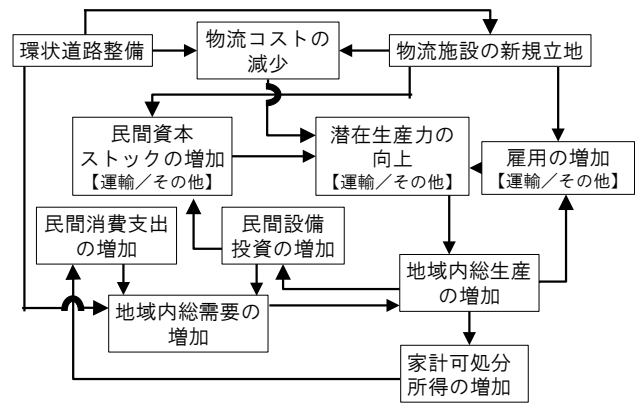


図-1 物流コスト等を考慮したモデルのフロー

ここで、 i は l (運輸) または o (その他の産業) である。 L, K は、それぞれ、総労働時間、稼働民間資本ストックを表している。 NW は就業者数、 KP は民間資本ストック、 LHR は平均労働時間、 ROW は民間資本稼働率を表す指数、 POP は人口、 IP は民間設備投資、 CP は民間消費支出、 NH は世帯数、 YH は家計所得、 GRP は地域内総生産、 IHP は民間住宅投資、 KHP は民間住宅ストック、 CG は政府消費支出、 IG は公的総固定資本形成、 Z は在庫投資、 E は移輸出、 M は移輸入、 GRE は地域内総支出である。

③ 実現地域内総生産

実現地域内総生産は、(14)式のとおり、潜在生産力と地域内総支出の加重平均で決定されると仮定する。

$$GRP_t = \varepsilon(X_{l,t} + X_{o,t}) + (1 - \varepsilon)GRE_t \quad (14)$$

ここで、 GRP は実現地域内総生産である。

5. 実証分析

(1) パラメータ推定

パラメータ推定は、2001～2012年度の1都3県（東京、神奈川、埼玉、千葉）の時系列データを用いて、最小二乗法（OLS）により行う。推定用データとしては、地域内総生産、民間資本ストック等の経済変数については、県民経済計算（内閣府）の実質値を用いる。 LHR は平均労働時間指数（厚生労働省）、 ROW は運輸業については第三次産業活動指数（経済産業省）の「運輸」、その他産業については鉱工業生産指数（経済産業省）を用いる。また、各関数の推定は、説明変数として上記で示した変数に適宜ダミー変数を加え、符号条件を考慮して10%水準で非有意な変数は除いて推定を繰り返す減少法により行う。

なお、OLS は、時系列データの定常性（自己共分散と期待値が常に一定）を前提としている。そのため、非定常なデータを用いて OLS 推定を行った場合、推定結果の適合度やパラメータの有意性の信頼度が低下することが知られている。そこで、各関数の推定用データ（説明変数、すべての被説明変数の時系列データ）について ADF (Augmented Dickey-Fuller) テストにより定常性を検証する。ここでは、テスト結果において p 値が 0.1 未満で定常とみなし、原系列で定常な場合 AR(0)、原系列で非定常で 1 階の階差を取って定常となる場合 AR(1)と表現する。AR(1)の変数が含まれる関数については、1 階の階差をとり定常化された変数により関数を定式化し直す。各変数の定常性の検証結果を表-4 に示す。

(14) 式のウェイト ε は、0 から 1 まで試行錯誤的に変化させ、地域内総生産の実績値と推計値の平均絶対誤差率 (MAPE) が最小のものを採用する。以下に各関数の最終的な推定式、表-5 にパラメータ推定結果、表-6 に ε の変化に伴う MAPE の変化を示す。表-6 より、MAPE が最小となった $\varepsilon=0.66$ を採用する。

表-4 推定用データの定常性の検証結果

	AR(0)	定数項	トレンド	ラグ	AR(1)	定数項	トレンド	ラグ
$\ln(X_t/K_t)$	0.0126	✓	✓	3	-	-	-	-
$\ln(X_o/K_o)$	0.0000	✓		4	-	-	-	-
NW_t	0.0863	✓	✓	3	0.0335	✓		1
NW_o	0.1480	✓		3	0.0246	✓		1
IP_t	0.0950	✓		1	-	-	-	-
IP_o	0.0602	✓		4	-	-	-	-
KP_t	0.0031	✓		3	-	-	-	-
KP_o	0.0225	✓	✓	3	-	-	-	-
KP_t-IP_t	0.0470	✓		4	-	-	-	-
KP_o-IP_o	0.0917	✓	✓	3	-	-	-	-
YH	0.0850	✓	✓	3	-	-	-	-
CP	0.2190	✓	✓	3	0.0440	✓		2
CP/NH	0.2367	✓	✓	3	0.0637	✓		1
IHP/NH	0.0418			4	-	-	-	-
$\ln(L_t/K_t)$	0.0001	✓		4	-	-	-	-
$\ln(L_o/K_o)$	0.0000	✓		4	-	-	-	-
KHP	0.0629	✓		4	-	-	-	-
KHP/NH	0.0554	✓		4	-	-	-	-
YH/POP	0.0207	✓		3	-	-	-	-
YH/NH	0.0253			4	0.0034			3
POP	0.0181	✓		4	-	-	-	-
GRP_t	0.1738	✓		3	0.0032			3
GRP_o	0.0392	✓		3	0.0339			1
GRP	0.0679	✓		1	-	-	-	-

注) AR(0)、AR(1)の欄の数値は非定常のProbability
 は非定常

表-6 ε と地域内総生産の実績値と推計値の MAPE

ε	MAPE	ε	MAPE
0.1	2.600%	0.61	1.799%
0.2	2.691%	0.62	1.778%
0.3	2.484%	0.63	1.776%
0.4	2.264%	0.64	1.774%
0.5	3.176%	0.65	1.773%
0.6	1.825%	0.66	1.771%
0.7	1.905%	0.67	1.774%
0.8	2.364%	0.68	1.809%
0.9	2.788%	0.69	1.857%

表-5 パラメータ推定結果

	α	β	γ	δ	R ²	D.W
(3)'	0.894 (4.602)	0.647 (11.455**)		0.091 (5.450**)	0.943	2.993
(5)'	1.274 (7.167)	0.648 (11.170**)		-0.021 (-1.508*)	0.952	2.528
(7)'	124.821 (0.030)	0.0316 (3.925**)		-28966.42 (-3.112**)	0.754	2.366
(7)''	-9093.886 (-0.441)	0.037 (6.551**)		-117610.9 (-3.256**)	0.861	2.619
(8)'		0.972 (36.345**)			0.269	1.812
(8)''		0.967 (331.212**)			0.984	1.418
(9)'	-0.018 (-1.124)	0.374 (2.803**)		0.140 (3.801**)	0.779	2.985
(10)'	-12545415.0 (-0.551)	0.688 (5.137**)		-9717682.0 (-6.865**)	0.913	1.794
(11)'	771023.4 (61.043)	0.094 (4.121**)		112791.9 (5.396**)	0.817	1.094
(11)''	-16728182.0 (-4.131)	0.280 (7.049**)	-0.038 (-3.258**)	1119729.0 (2.101*)	0.925	2.295
(12)'	0.906 (5.288)	-0.466 (-2.754**)		-0.114 (-8.312**)	0.937	2.52

※ ()内はt値。

*は5%有意, **は1%有意。

DUM 1:1(2007~2012), 0(その他), DUM 5:1(2009~2010), 0(その他),
 DUM 2:1(2004~2008), 0(その他), DUM 6:1(2006~2009), 0(その他),
 DUM 3:1(2004~2005), 0(その他), DUM 7:1(2009~2012), 0(その他),
 DUM 4:1(2003~2006), 0(その他), DUM 8:1(2001~2007), 0(その他)。

$$\ln\left(\frac{X_{t,t}}{K_{t,t}}\right) = \alpha + \beta \ln\left(\frac{L_{t,t}}{K_{t,t}}\right) + \delta DUM1 \quad (3)'$$

$$\ln\left(\frac{X_{o,t}}{K_{o,t}}\right) = \alpha + \beta \ln\left(\frac{L_{o,t}}{K_{o,t}}\right) + \delta DUM2 \quad (4)'$$

$$NW_{t,t} - NW_{t,t-1} = \alpha + \beta (GRP_{t,t} - GRP_{t,t-1}) + \delta DUM3 \quad (7)'$$

$$NW_{o,t} - NW_{o,t-1} = \alpha + \beta (GRP_{o,t} - GRP_{o,t-1}) + \delta DUM4 \quad (7)''$$

$$KP_{t,t} - IP_{t,t} = \beta KP_{t,t-1} \quad (8)'$$

$$KP_{o,t} - IP_{o,t} = \beta KP_{o,t-1} \quad (8)''$$

$$\frac{CP_t}{NH_t} - \frac{CP_{t-1}}{NH_{t-1}} = \alpha + \beta \left(\frac{YH_t}{NH_t} - \frac{YH_{t-1}}{NH_{t-1}} \right) + \delta DUM5 \quad (9)'$$

$$YH_t = \alpha + \beta GRP_t + \delta DUM6 \quad (10)'$$

$$IP_{t,t} = \alpha + \beta (GRP_{t,t} - GRP_{t,t-1}) + \delta DUM7 \quad (11)'$$

$$IP_{o,t} = \alpha + \beta KP_{o,t-1} + \gamma GRP_{o,t} + \delta DUM8 \quad (11)''$$

$$\frac{IHP_t}{NH_t} = \alpha + \beta \frac{KHP_t}{NH_t} + \delta DUM1 \quad (12)'$$

(2) 現況再現性

図-2 に、パラメータ推定されたすべての関数を用いた地域内総生産の 2002~2012 年度の現況再現性を示す。全期間の平均絶対誤差率 (MAPE) は 1.771% となってお

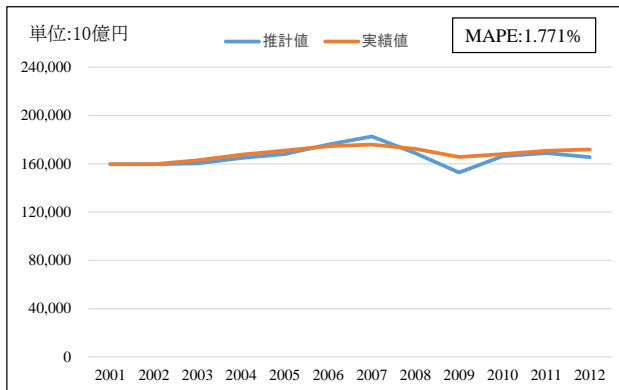


図-2 地域内総生産の現況再現性

り、モデルは良好な現況再現性を有していると言える。

(3) シミュレーション分析

構築したモデルを用いて圏央道整備のシミュレーション分析を行う。本稿では、2003～2013年度における圏央道の部分開通および沿線への大型物流施設立地による物流コスト（輸送コスト、在庫コスト）の削減が東京都市圏の地域経済に及ぼした影響の事後的なシミュレーション分析を行う。

なお、東京都市圏物資流動調査の交通量データは1日あたりのデータであるため、簡易的に365倍して年間の交通量に換算する。表7～9に運輸業、その他産業、全産業の地域内総生産のシミュレーション結果を示す。分析結果より、圏央道整備に伴う輸送コスト、在庫コストの削減による地域内総生産の増加は、2003年に約147億円、2013年には約570億円となり、地域内総生産の約0.009～0.034%と極めて小さいことが分かる。

6. おわりに

本稿では、第4回、第5回東京都市圏物資流動調査の貨物車交通量ODおよび在庫コストのデータを用いて圏央道整備に伴う物流施設の立地が2003年、2013年時点の輸送コスト、在庫コストに与える影響を算出した。さらに時系列データの定常性を考慮した地域計量経済モデルを構築し、圏央道整備と沿線への物流施設立地が東京都市圏の地域経済に与える影響を事後的に分析した。分析の結果、圏央道部分開通による域内総生産の変化は2003年時点で約147億円、2013年時点で約570億円の増加となり、地域内総生産と比較して極めて小さいことが示唆された。ただし、今後の全線開通によって、より大きな物流コストの削減、地域経済効果をもたらされる可能性がある。

今後の課題として、削減費用の運輸業への転嫁比率の実態把握、2014年以降の物流コストの将来推計、立地モデルによる沿線における物流施設立地の将来推計、これらを踏まえたシミュレーション分析が挙げられる。

表-7 運輸業の地域内総生産のシミュレーション結果

単位:100万円			
	整備なし	整備あり	あり-なし
2003	7,092,808	7,102,008	9,200
2004	7,014,533	7,025,230	10,697
2005	6,911,155	6,922,410	11,255
2006	6,938,810	6,950,124	11,314
2010	7,165,961	7,194,292	28,331
2011	7,111,938	7,144,109	32,171
2012	7,096,660	7,132,486	35,826
2013	7,089,443	7,125,829	36,386
2014	7,084,081	7,120,513	36,432
2015	7,079,326	7,115,719	36,393

表-8 その他産業の地域内総生産のシミュレーション結果

単位:100万円			
	整備なし	整備あり	あり-なし
2003	153,192,500	153,198,000	5,500
2004	157,688,200	157,694,200	6,000
2005	161,144,600	161,150,800	6,200
2006	169,001,300	169,007,800	6,500
2010	158,220,000	158,235,700	15,700
2011	159,387,900	159,405,700	17,800
2012	159,918,300	159,938,400	20,100
2013	160,313,100	160,333,700	20,600
2014	160,666,200	160,687,400	21,200
2015	160,996,100	161,017,700	21,600

表-9 全産業の地域内総生産のシミュレーション結果

単位:100万円			
	整備なし	整備あり	あり-なし
2003	160,285,308	160,300,008	14,700
2004	164,702,733	164,719,430	16,697
2005	168,055,755	168,073,210	17,455
2006	175,940,110	175,957,924	17,814
2010	165,385,961	165,429,992	44,031
2011	166,499,838	166,549,809	49,971
2012	167,014,960	167,070,886	55,926
2013	167,402,543	167,459,529	56,986
2014	167,750,281	167,807,913	57,632
2015	168,075,426	168,133,419	57,993

謝辞

本稿は、文部科学省科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）基礎研究(C)（平成27年度～29年度、15K06257）の成果の一部をとりまとめたものである。第4、5回東京都市圏物資流動調査のデータについては東京都市圏交通計画協議会より提供いただいた。また、本稿の分析におけるデータ収集、整理、シミュレーション分析等で千葉工業大学工学部建築都市環境学科元学部生の小林昌也氏および高橋力也氏の協力を得た。ここに記して感謝の意を表す。

参考文献

- 1) 萩野保克・遠藤弘太郎 (2007) : 立地選択モデルを用いた東京都市圏における物流施設の立地ポテンシャル分析, 土木計画学研究・論文集, No.24, pp.103-110.
- 2) 兵藤哲朗 (2012) : 首都圏における物流施設の立地とその方向性, 産業立地, Vol.51, No.5, pp.9-14.
- 3) 豊崎祐司・平田輝満・笠原徳文 (2015) : 東京都市圏における物流拠点の立地と都県間輸送の特性分析, 土木計画学研究・論文集, Vol.52, 194.
- 4) 剣持健・岡英紀・谷亮太・福本大輔・萩野保克・兵藤哲朗 (2016) : データが明らかにする東京都市圏物流の姿, IBS Annual Report 研究活動報告 2016, pp.18-32.
- 5) 日本ロジスティクスシステム協会 (2014) : 物流コスト調査報告書.
- 6) 吉野直行・上田孝行・佐藤徹治 (2002) : 地域計量経モデルによる首都高速中央環状線の事業効果計測, 特集論文 都市高速道路, 新都市, Vol.56, No.2, pp.21-29.
- 7) 高原恵男・山本俊行・藤井聡 (2012) : マクロ計量経済モデルの不確実性を考慮したデフレ下での社会資本整備効果の分析, 土木計画学研究・講演集 (CD-ROM) , Vol.46, P2.
- 8) Tetsuji SATO (2015) : Evaluation Method of Regional Economic Impact of High-speed Railway Development Considering Effects on Tourism Demand, Journal of the Eastern Asia Society for Transportation Studies, Vol.11, pp.110-125.