

土 木 研 究 所 資 料

地下物流システムに関する研究

平成3年3月

建設省土木研究所
道路部新交通研究室

「Copyright © (1991) by P. W. R. I.

All rights reserved. No part of this book may be reproduced by any means, nor transmitted,
nor translated into a machine language without the written permission of the Director General of P. W. R. I.

この報告書は、土木研究所長の承認を得て刊行したものである。したがって、本報告書の全部又は一部の転載、複製は、土木研究所長の文書による承認を得ずしてこれを行ってはならない。」

地下物流システムに関する研究

新交通研究室 室長 谷口 栄 一
研究員 河野 辰 男
石 渡 史 浩

要 旨

本研究は、最近の貨物自動車輸送を取り巻く問題を解決するため、大都市圏内における物流の現状と将来のニーズの動向を踏まえて、道路交通を代替し交通混雑緩和に寄与する地下空間を利用した新しい物流システムについて検討を行ったものである。まず現状の貨物自動車による輸送を取り巻く問題点を整理し、新たな物流システムの必要性を明らかにした。次に東京23区の貨物自動車の流動特性を中心に整理し、これらの結果から、新たな物流システムのイメージを提示し、システムの整備効果について検討を行った。

キーワード：物流、地下空間、輸送、貨物自動車交通、渋滞対策

は じ め に

我国における物流は貨物自動車、鉄道、船舶、飛行機等によって分担されているが、貨物自動車のシェアは年々高まってきており、特に都市内の物流については、そのほとんどが貨物自動車によって輸送されている。しかし、都市内の交通は交通渋滞、騒音・大気汚染等の環境問題、運転手の高齢化及び労働力不足、エネルギーの高騰等の問題をかかえており、貨物自動車を取り巻く環境は今後ますます厳しいものになると思われる。しかもこのような状況の中で、産業や国民生活の高度化、多様化に伴いジャスト・イン・タイム輸送が普及し、小口・多頻度の輸送形態がとられるようになってきて、貨物自動車のトリップは増加傾向を示している。

このような背景のもとに、大都市圏内における物流の現状と将来の輸送ニーズの動向を踏まえて、道路交通を代替し交通混雑緩和に寄与する地下空間を利用した新しい物流システムについて検討を行った。本報告はこれらの検討結果を整理したものである。

目 次

はじめに

1. 研究の概要	1
2. 貨物自動車輸送の問題点	2
2.1 貨物自動車の分担率	2
2.2 東京区部の走行台キロの推移	4
2.3 東京区部の一般国道の混雑状況	5
2.4 東京区部の一般国道のピーク時平均旅行速度	7
2.5 東京区部の貨物自動車混入率の推移	11
2.6 自動車排出ガスの現況	15
2.7 エネルギー消費量	18
2.8 トラック運転手	20
2.9 トラックターミナル	22
2.10 ま と め	22
3. 東京区部の貨物自動車流動特性	23
3.1 貨物の発生集中量の変化	23
3.2 積載重量ランク別交通量	24
3.3 貨物自動車の流動方向別交通量	25
3.4 品目別ゾーン間流動量	27
3.5 運行目的別交通量	39
3.6 トリップ時間分布	39
3.7 営業用貨物自動車の占める割合	40
3.8 物流拠点施設の立地状況	43
3.9 ターミナル経由の物流実態	49
3.10 宅配業の現状	57
3.11 ま と め	60
4. 地下物流システムのイメージ	61
4.1 システムの持つべき機能	61
4.2 システムイメージ	65
4.3 デモの機能	67
4.4 システム運営方式	69

4.5	新物流システムへの転換可能貨物自動車交通量	71
4.6	輸送能力	81
4.7	ま と め	82
5.	地下物流システムの整備効果	83
5.1	建設費の試算	83
5.2	直接効果	86
5.3	間接効果	100
5.4	収支計算	101
5.5	ま と め	105
	参考文献	106
	あとがき	107

1. 研究の概要

本研究では、代表都市圏として東京都市圏を取り上げ、特に東京23区（以下、東京区部と称する）に着目し以下の項目について検討した。

① 現状の物流の整理

東京都市圏物資流動調査データ等を用いて、主要な物流ターミナル施設の立地状況と貨物車の流動特性を整理して輸送上の問題点を明らかにする。

② 地下物流システムの持つべき機能の整理

現状の貨物車輸送の問題点に対応した新物流システムに転換可能な物流を特定する。そして、貨物車の持つ輸送の利便性、随意性といった長所や需要側の輸送ニーズを整理し、これらに対応するために地下物流システムが整えるべき機能を明らかにする。

③ 地下物流システムの提案（システムイメージ）

既存の物流システムの特徴を整理し、問題解決に効果的なシステムを選定して導入イメージの具体化を行う。

④ システムの評価

選定したシステムについて、東京区部をモデルケースとして整備効果を明らかにし適応性を検討する。

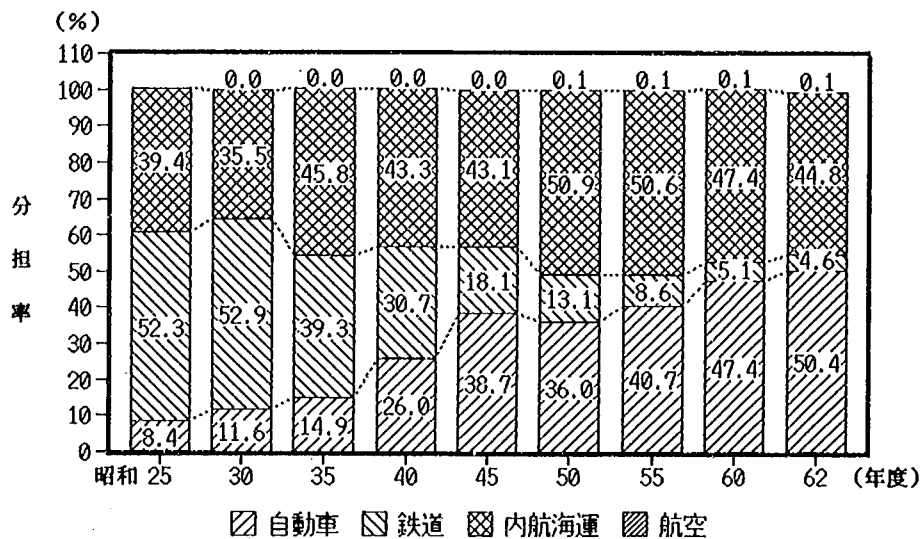
2. 貨物自動車輸送の問題点

ここでは貨物自動車による輸送を取り巻く問題点を整理し、新たな物流システムの必要性を明らかにする。

2.1 貨物自動車の分担率

2.1.1 国内の貨物輸送分担率

国内の全貨物輸送の分担率を図－2.1に示す。国内の貨物輸送の分担率（トンキロベース）は、昭和25年時点では鉄道が5割を占めていたが、30年以降低下しはじめ62年には4.6%にまでなっている。一方、鉄道に変わって自動車の分担率が増大してきており、昭和62年時点では全貨物輸送の5割を占めるまでになっている。この傾向としては、産業や国民の生活の高度化、多様化に伴う輸送形態の変化に対して貨物自動車輸送の利点であるドア・ツー・ドアのサービス、随時性、高速性、さらにはコスト削減等さまざまな要因が影響したためと思われる。



図－2.1 国内の貨物輸送の分担率

資料：陸運統計要覧

2.1.2 3大都市圏の貨物輸送分担率

次に、3大都市圏の物流の貨物自動車輸送分担率を表－2.1に示す。各都市圏とも過去10年の間に貨物自動車の輸送分担率はトン数、件数ベースともに増加してきており、交通混雑の激しい東京都市圏においても昭和57年時点の件数ベースで85%を占めている。

表－2.1 都市圏別自動車輸送分担率

	東京都市圏		中京都市圏		京阪神都市圏	
	昭和 47年	49.2% (201万t)	昭和 51年	62.6% (96万t)	昭和 50年	65.3% (233万t)
トン数	昭和 57年	59.2% (330万t)	昭和 61年	76.4% (107万t)	昭和 60年	71.9% (274万t)
件数	昭和 47年	67.0% (158万件)	昭和 51年	88.4% (46万件)	昭和 50年	92.7% (117万件)
数	昭和 57年	84.5% (263万件)	昭和 61年	96.1% (61万件)	昭和 60年	94.1% (139万件)

資料：各都市圏物流流動調査、C票、()内は全数、[]内は発生のみ

2.1.3 東京都市圏の貨物輸送分担率

1) 距離帯別の貨物輸送分担率

東京都市圏の距離帯別の主な輸送手段^{注)}構成を図-2.2に示す。この図からも分かるように、貨物輸送の分担率は、輸送距離が短いほど貨物車の分担率が高く、特に自家用貨物車の分担率が高い。しかし、都市圏内々の流動のように輸送距離の短いものだけでなく、500 kmを超える長距離帯においても貨物自動車の分担率が高いことが分かる。さらに、主な輸送手段が鉄道、船舶等である場合においてもその端末輸送には貨物自動車を用いられている。

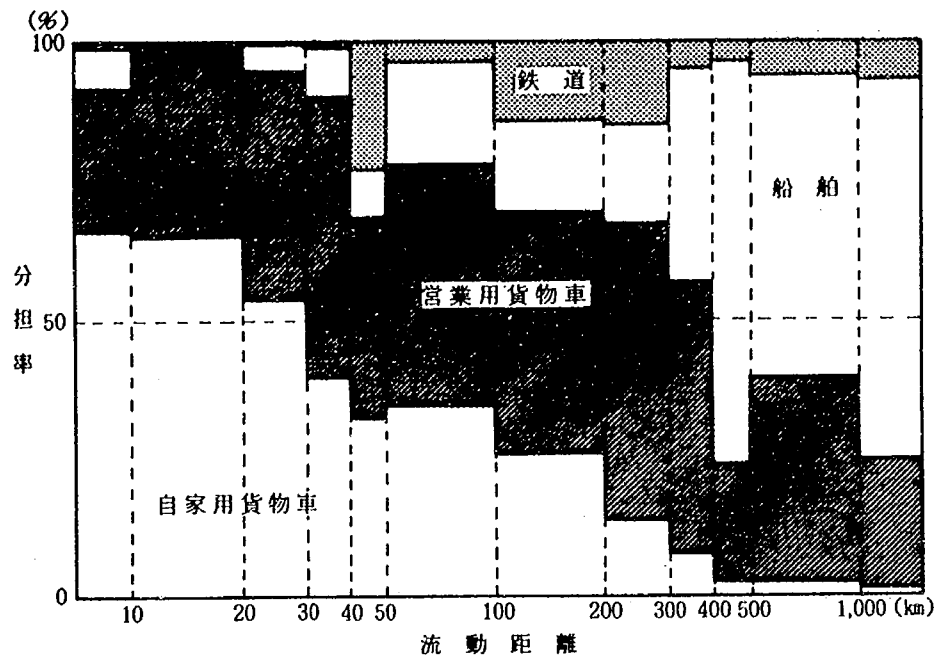


図- 2.2 距離帯別主な輸送手段構成 (トンベース)
資料：東京都市圏物資流動調査 (昭和57年)

2) 流動方向別の機関分担

東京都市圏における主な輸送手段別流動方向別流動量を表-2.2に示す。
主な輸送手段が貨物車の方向別流動量は、都市圏内々量が約151万トンとなっており、内外・外内合計の流動量 (約45万トン) の3.4倍となっている。

トラックターミナルや港湾等で中継され、貨物車により輸送される端末貨物車流動量は全方向計で約14万トンであり、主な輸送手段が貨物車の流動量 (約195万トン) の7%と少ない。

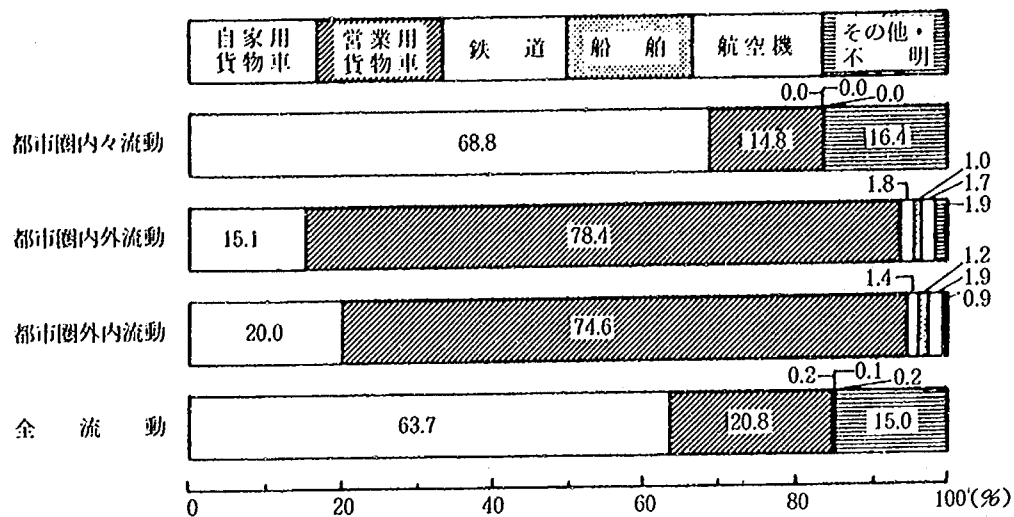
表- 2.2 主輸送手段別方向別流動量
及び端末貨物車の流動量
(単位：千トン/日)

手段	方向	都市圏内々	都市圏外	都市圏内	計
貨物車		1507 (86.5)	178 (42.3)	267 (23.6)	1953 (59.2)
鉄道		37 (2.1)	43 (10.2)	9 (0.8)	89 (2.7)
船舶		123 (7.1)	199 (47.3)	805 (71.1)	1127 (34.2)
その他		75 (4.3)	1 (0.2)	52 (4.6)	128 (3.9)
計		1743 (100.0)	421 (100.0)	1133 (100.0)	3297 (100.0)
端末貨物車		39	52	48	139
主手段貨物車 + 端末貨物車		1546	230	315	2092

資料：東京都市圏物資流動調査 (昭和57年)
その他：パイプライン、乗用車等。

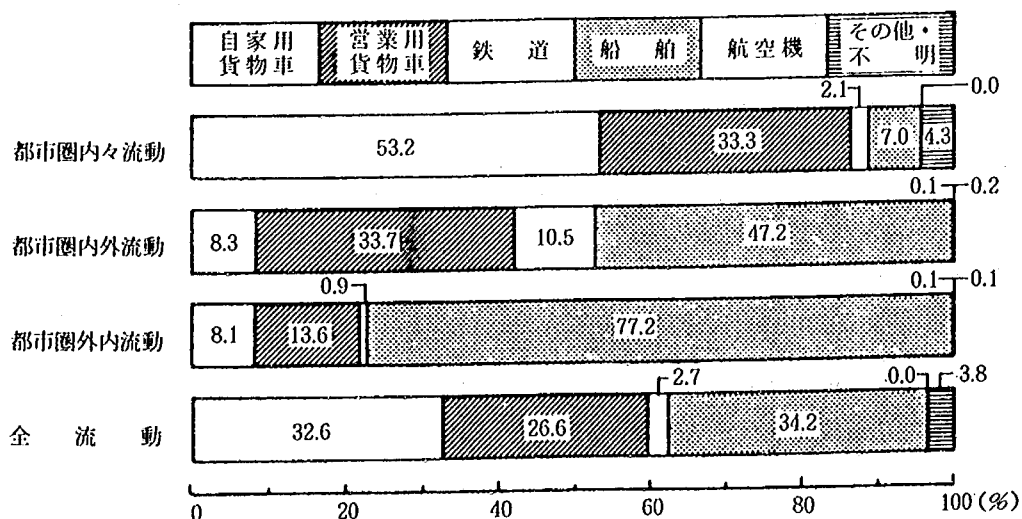
注) 主な輸送手段：1 フレートの中で利用した手段の中で、最も距離的に長く運んだ手段。

次に、流動方向別に主な輸送手段の構成をみると、図－2.3(a), (b)に示すとおりである。件数ベースでみれば、不明分を除けばそのほとんどが貨物自動車により輸送されている。また、重量ベースでみると都市圏内々では貨物自動車が約9割を占めており、内外流動及び外内流動では船舶のシェアが高い。



注) 全流動には発着地不明を含む

図－2.3(a) 流動方向別輸送手段構成 (件数)



図－2.3(b) 流動方向別輸送手段構成 (重量)

資料：昭和58年度東京都市圏総合都市交通体系調査報告書
物資流動調査 現況把握編

2.2 東京区部の走行台キロの推移

東京区部における都道以上の走行台キロの推移を表－2.3に示す。この表に見られるように昭和46年から63年までの17年間に乗用車の走行台キロの伸びは約8%であるのに、貨物車の伸びは約23%

となっている。また、昭和63年のデータでは全体の走行台キロの約53%が貨物車で占められている。

表－2.3 都道以上の道路の走行台キロの推移

(百万台キロ/12時間)

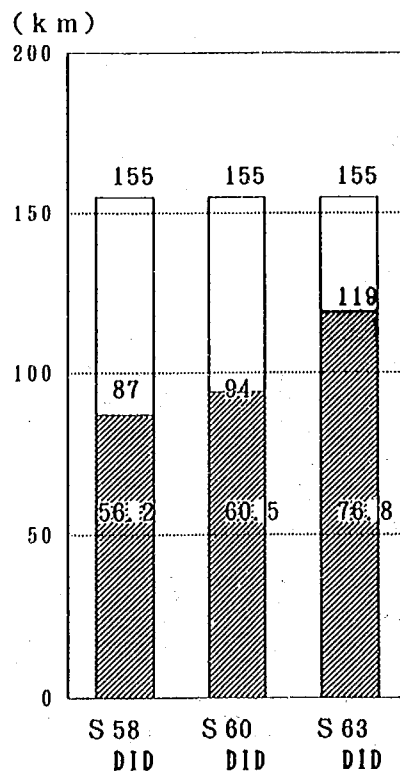
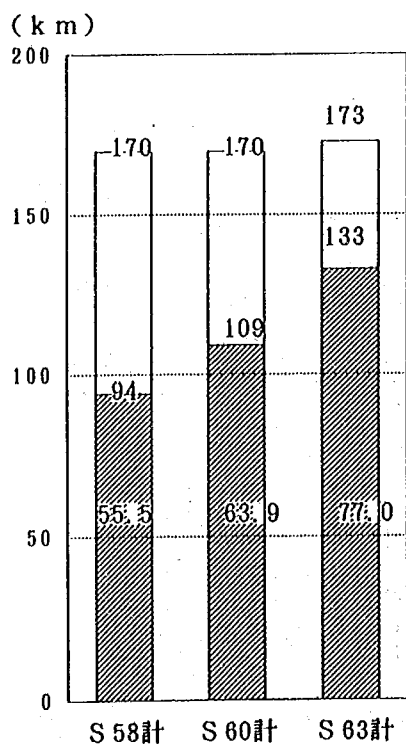
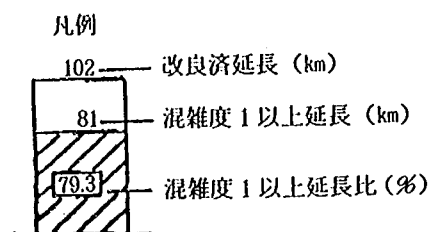
	昭和46年	昭和49年	昭和52年	昭和55年	昭和58年	昭和60年	昭和63年
乗用車	13	13	12	13	14	14	14
貨物車	13	14	14	15	15	15	16

資料：道路交通センサス

2.3 東京区部の一般国道の混雑状況

図－2.4に東京区部の一般国道の混雑状況を示す。図－2.4に見られるように、東京区部における一般国道の混雑度が1以上の延長のシェアは増加しており、昭和63年には77%を占めるに至っている。また、昭和63年の東京区部のピーク時平均旅行速度は約15 km/hであり、25km/h未満の延長比率は9割強に達している。

また、主要都道以上の路線でみても図－2.5に示されるように、ほとんどの路線が混雑度1.0以上となっている。



図－2.4 一般国道の混雑状況の推移（幅員5.5m以上改良済み）

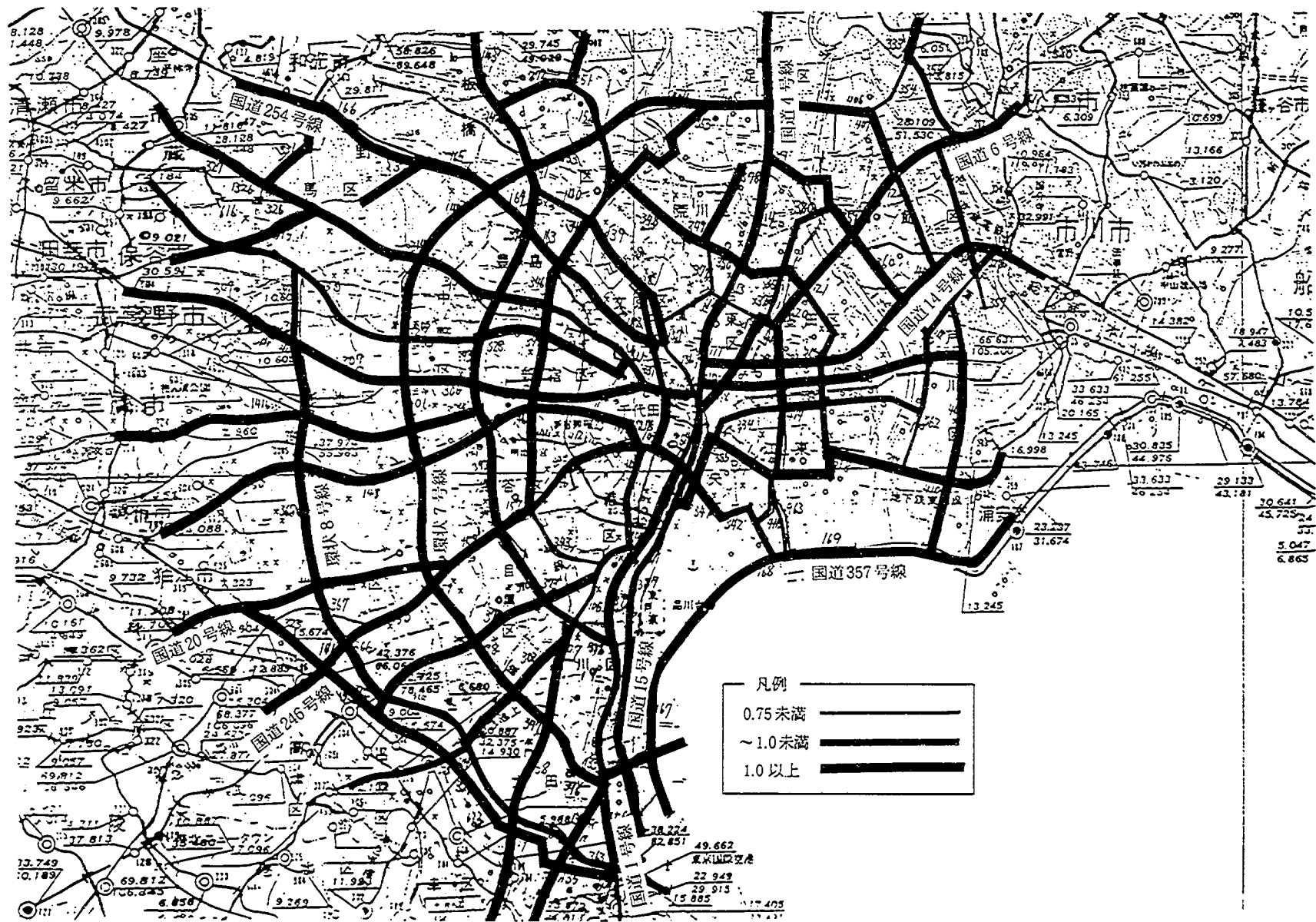


図-2.5 東京区部の国道及び主要都道に関する道路混雑度
(昭和63年度道路交通センサス 12時間交通量)

2.4 東京区部の一般国道のピーク時平均旅行速度

2.4.1 ピーク時平均旅行速度の状況

図－2.6 に東京区部のピーク時平均旅行速度の状況を、図－2.7 に速度のサービス水準の推移を示す。

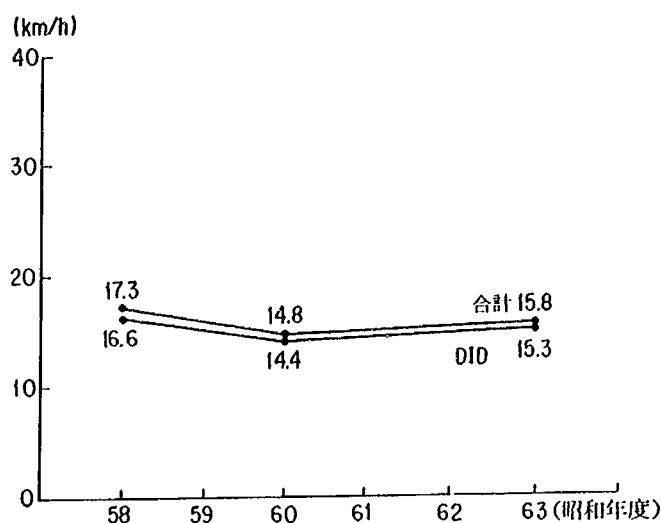
一般国道のピーク時平均旅行速度を見ると、昭和58年以降ほぼ横ばいで推移しており、昭和63年のピーク時平均旅行速度は、一般国道平均で 15.8 km/h であり、走行のサービスレベルは依然として低い。

また、25km/h 未満のサービス水準の低い道路の延長比をみても昭和58年から60年にかけて急増しており、昭和63年時点で 90.6% と、一般国道（DID）の大半を占めている。

図－2.8 に東京区部の国道及び主要都道のピーク時平均旅行速度を示す。図－2.8 によると、25 km/h 以上で走行できる区間が少ないことがわかる。

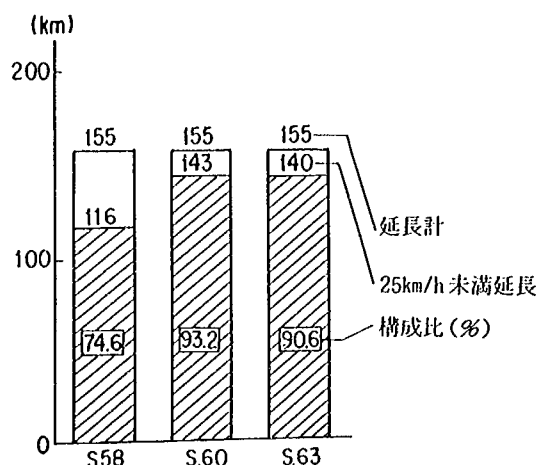
一般国道のピーク時平均旅行速度の推移

（東京区部の一般国道 DID）



資料：道路交通センサス

図－2.6 東京区部における一般国道のピーク時平均旅行速度の推移



図－2.7 速度のサービス水準の低い道路のシェアの推移

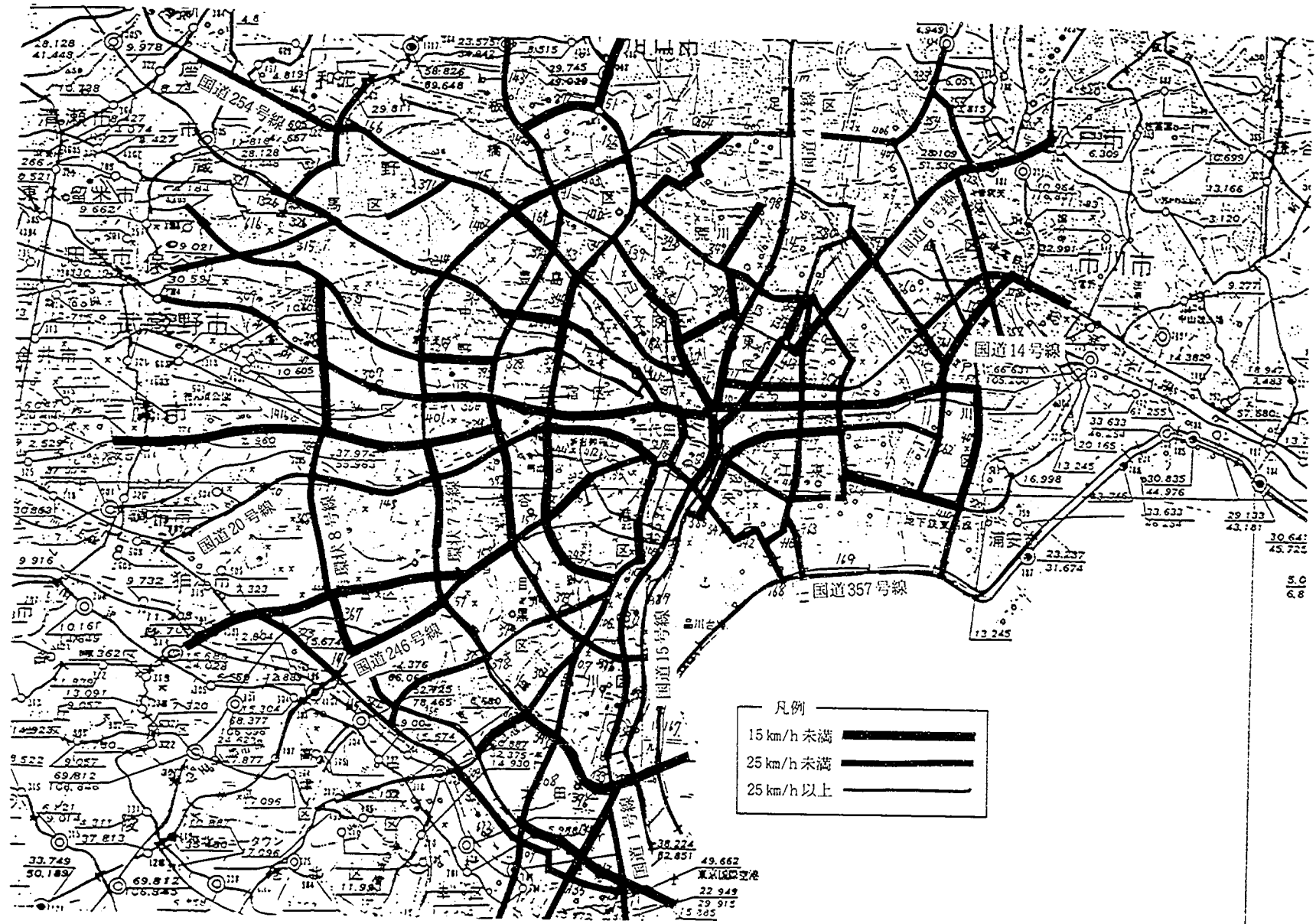


図-2.8 東京区部の国道及び主要都道に関するピーク時平均旅行速度
(昭和63年度道路交通センサス 12時間交通量)

2.4.2 道路交通渋滞状況

東京都内の交通渋滞発生状況を表-2.4、図-2.9、2.10に示す。

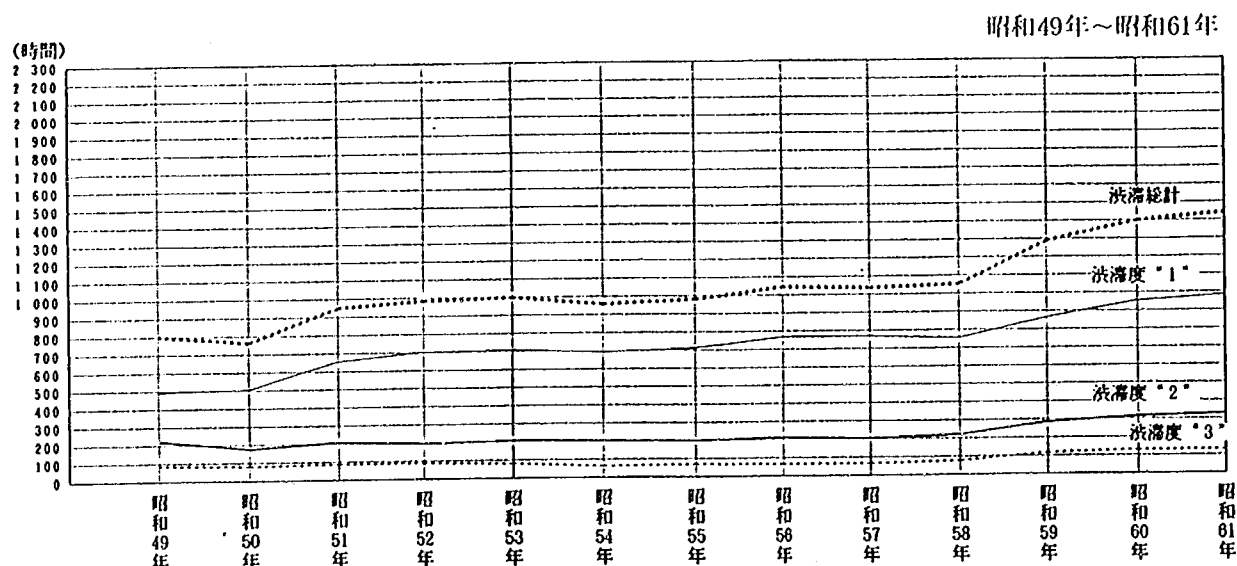
東京都内の一般道路の交通渋滞状況は昭和58年以降からさらに悪化していることが示されており、東京区部ではほとんどの交差点で渋滞が発生している。

また、首都高速道路でも一般道路と同様に昭和58年以降からさらに悪化しており、首都高速道路の大半の区間が渋滞となっている。

表-2.4 年次別渋滞発生状況

単位：時間

年別 波滯度	昭和 49年	昭和 50年	昭和 51年	昭和 52年	昭和 53年	昭和 54年	昭和 55年	昭和 56年	昭和 57年	昭和 58年	昭和 59年	昭和 60年	昭和 61年
" 1 "	493	505	655	701	709	691	712	768	768	755	866	955	983
" 2 "	222	176	208	195	209	204	200	212	203	221	286	315	329
" 3 "	85	81	87	83	80	62	68	65	66	77	116	129	129
計	800	762	950	984	998	957	980	1,045	1,037	1,053	1,288	1,399	1,441



資料：警視庁交通年鑑

(期間) 1月4日から12月31日までの310日間。(日曜日を除く)

(時間) 午前7時30分から午後7時30分までの12時間。

(場所) 都内一般道路344交差点。

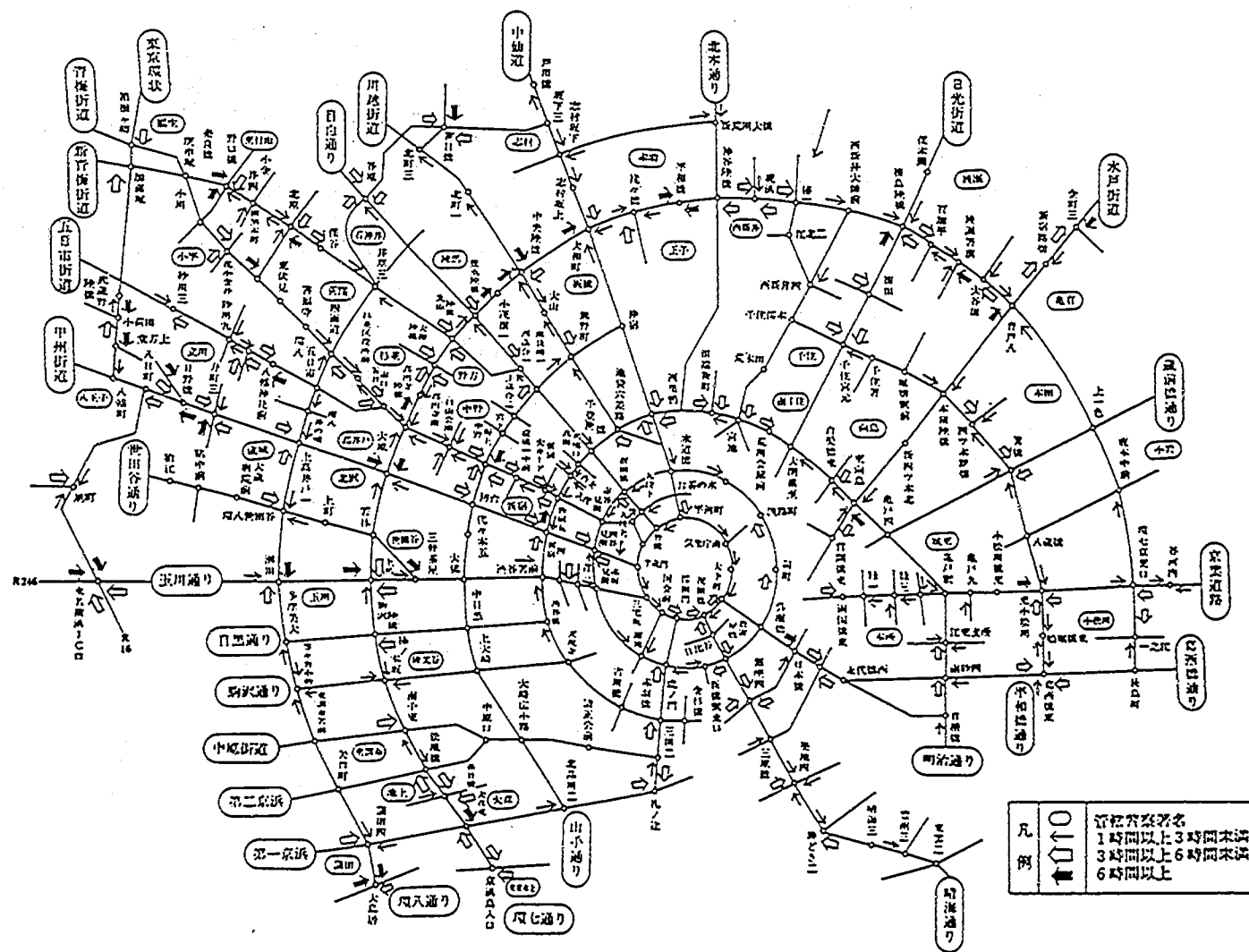
(基準) 下記「交通渋滞基準」による。

交通渋滞基準		
区分	車	列長
波滯度1	300メートル以上	500メートル未満。
" 2	500メートル以上	1,000メートル未満。
" 3	1,000メートル以上	

(方法) 車両感知器等で収集した交通渋滞情報を電算機処理によって得た数値に基づき作成。

(数値) 1日平均の波滯時間。

図-2.9 年次別渋滞発生状況の推移



資料：警視庁交通年鑑

図-2.10 主要渋滞路線の交差点別交通渋滞発生状況

2.5 東京区部の貨物自動車混入率の推移

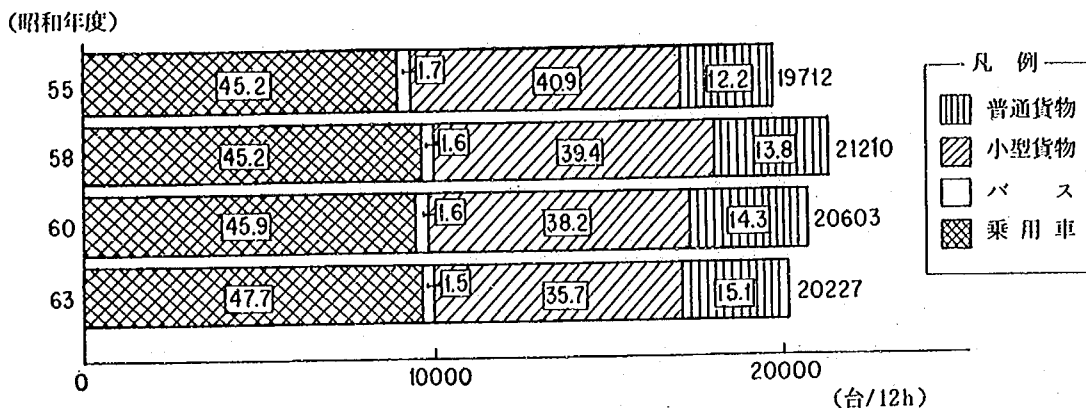
図－2.11 に東京区部の貨物車混入率、図－2.12 に東京区部の貨物車交通量の推移を示す。

国・都道以上の道路の貨物車混入率の推移を見ると、昭和55年度以降わずかながら減少しているが、依然として50%強の比率を保持しており、特に、普通貨物車はそのシェアを延ばしている。

表－2.5(a)の東名高速道路の貨物車混入率をみると、2地点とも50%強であり、24時間調査結果でも概ね同様となっている。また、普通貨物車の割合は24時間調査地点では全体の32%を占めており、太平洋側の物流の大動脈となっていることが窺われる。

一方、東京区部の一般国道の貨物車混入率をみると、1号線の霞が関付近の都心地区では低いが、その他の地点は、首都高速道路と同様に50－60%とかなり高い割合となっている。

表－2.5(b)の首都高速道路の貨物車混入率をみると、各路線とも概ね50－60%となっている。



図－2.11 貨物車混入率の推移 (国・都道)

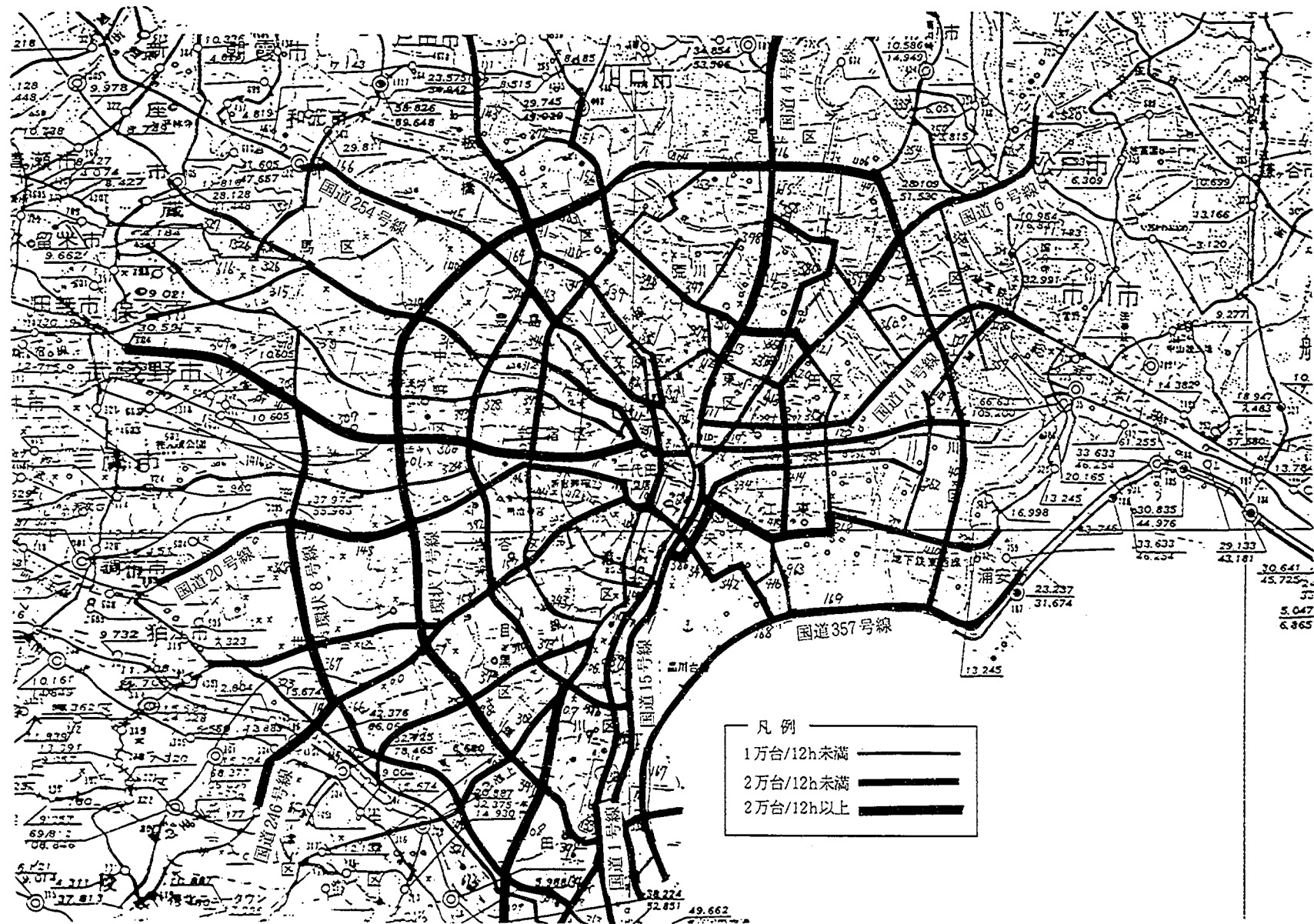


図-2.12 東京区部の国道及び主要都道に関する貨物車交通量
(昭和63年度道路交通センサス 12時間交通量)

表- 2.5(a) 東京周辺の主要路線の車種別交通量

(台/12時間)

（台712時間）

道路 種別	路 線 名		観 測 地 点 名	自 動 車 類 交 通 量								貨物車類 全車 (%)
	路線 番号	路 線 名	市 区 丁 目 郡 町 字 村	乗 用 車 類				貨 物 車 類			合 計	
				軽 乗 用 車	乗用車	バ ス	計	小 型 貨物車	大 型 貨物車	計		
1	1	第1東海自動車道	東京IC～東名川崎IC間	460 682	27,131 50,719	1,252 1,554	28,843 52,955	16,293 21,832	17,492 34,599	33,785 56,431	62,628 109,386	53.94 51.58
1	1	第1東海自動車道	東名川崎IC～東名横浜IC間	511	32,558	1,345	34,414	11,110	24,798	35,908	70,322	51.06
3	1	一般国道1号	千代田区霞が関1丁目1	560	69,419	790	70,769	16,204	6,652	22,856	93,625	24.41
3	4	一般国道4号	台東区下谷3丁目10	574	14,355	75	15,004	15,714	5,792	21,506	36,510	58.90
3	6	一般国道6号	墨田区東向島5丁目1	635	11,405	247	12,287	12,779	5,074	17,853	30,140	59.23
3	14	一般国道14号	江戸川区西一之江2丁目11	225 476	12,079 22,386	152 195	12,456 23,057	10,851 14,372	6,320 8,714	17,171 23,086	29,627 46,143	57.95 50.03
3	15	一般国道15号	港区高輪3丁目24	511	20,220	581	21,312	13,829	4,950	18,779	40,091	47.09
3	17	一般国道17号	板橋区板橋2丁目42	232	13,554	67	13,842	14,854	4,072	18,926	32,769	57.75
3	20	一般国道20号	渋谷区初台1丁目30	1,120	30,382	783	32,285	15,304	4,574	19,878	52,163	38.10
3	246	一般国道246号	世田谷区池尻2丁目31	1,125 1,839	26,780 55,274	1,997 2,406	29,992 59,519	13,130 15,907	4,275 5,882	17,405 21,789	47,397 81,308	36.72 26.79
3	254	一般国道254号	豊島区池袋1丁目507	747	20,745	314	21,806	17,657	5,401	23,058	44,864	51.39
3	357	一般国道357号	江東区夢島	140 164	4,390 6,788	162 186	4,692 7,138	3,503 4,231	7,986 9,579	11,489 13,810	16,181 20,948	71.00 65.92
3	318	環状7号線	大田区大森本町2丁目29	672	6,837	436	7,945	7,760	9,782	17,542	25,487	68.82
3	318	環状7号線	世田谷区代田2丁目17	718	20,350	449	21,517	18,820	9,314	28,134	49,651	56.66
3	318	環状7号線	江戸川区南葛西1丁目12	526	7,925	718	9,169	6,520	4,901	11,421	20,590	55.46

注 下段数値は24時間調査値

資料：昭和63年度 道路交通センサス一般交通量調査

表-2.5(b) 東京周辺の主要路線の車種別交通量

(台/12時間)

道路種別	路線名		観測地点名 市区丁目 郡町村	自動車種類交通量									貨物車類 全車 (%)
	路線番号	路線名		乗用車類				貨物車類			合計		
				軽乗用車	乗用車	バス	計	小型貨物車	大型貨物車	計			
2	1	高速都心環状線	中央区八丁堀4丁目1	223 358	29,019 51,817	460 574	29,702 28,913	19,607 25,626	15,406 23,641	35,013 49,267	64,715 102,016	54.10 48.29	
2	2	高速都心環状線	千代田区北の丸公園1	565 852	24,378 49,842	924 1,223	25,867 51,917	18,701 25,500	17,225 30,770	35,926 56,270	61,793 108,187	58.13 52.01	
2	3	高速都心環状線	港区麻布台3丁目3	382 695	31,929 52,980	601 843	32,912 54,518	21,825 27,611	15,195 24,258	37,020 51,869	69,932 106,387	52.93 48.75	
2	4	高速都心環状線	港区芝3丁目2	407 531	30,560 51,549	641 920	31,558 53,000	25,813 32,822	17,806 28,090	43,619 60,912	75,177 113,912	58.02 53.47	
2	10	高速1号羽田線	大田区平和島2丁目1	67 89	15,715 29,290	332 506	16,114 29,885	9,490 12,498	6,341 9,065	15,831 21,563	31,945 51,448	49.55 41.91	
2	11	高速1号上野線	台東区東上野4丁目26	147 214	6,138 10,233	95 125	6,380 10,572	8,118 10,225	3,248 4,619	11,366 14,844	17,746 25,416	64.04 58.40	
2	20	高速2号目黒線	港区白金台5丁目2	357 432	17,557 29,230	108 172	18,022 29,834	15,407 18,453	3,758 5,023	19,165 23,476	37,187 53,310	51.53 44.03	
2	30	高速3号渋谷線	世田谷区用賀4丁目6	193 263	26,559 51,085	881 1,063	27,633 52,411	15,476 20,694	17,243 32,278	32,719 52,972	60,352 105,383	54.21 50.26	
2	40	高速4号新宿線	杉並区永福1丁目4	261 389	27,246 51,810	994 1,273	28,501 53,492	20,117 27,983	7,789 12,623	27,906 27,906	56,407 94,078	49.47 43.16	
2	50	高速5号池袋線	文京区音羽2丁目12	131 205	18,098 38,635	171 339	18,400 39,179	18,351 25,907	10,625 17,952	28,976 43,859	47,376 83,038	61.16 52.81	
2	51	高速湾岸線	品川区八潮3丁目2	248 297	16,108 27,771	533 715	16,889 28,783	11,010 14,506	18,970 28,067	29,980 42,573	46,869 71,356	63.96 59.66	
2	51	高速湾岸線	墨田区本所1丁目36	204 262	25,914 42,435	1,122 1,519	27,240 44,216	13,479 18,340	23,741 34,344	37,220 52,684	64,460 96,900	57.74 54.36	
2	60	高速6号向島線	墨田区江東橋	225 427	15,926 29,706	590 756	16,741 30,889	12,310 17,711	11,244 19,765	23,554 37,476	40,295 68,365	58.45 54.81	
2	60	高速6号三郷線		220 287	28,974 47,989	471 571	29,665 48,847	13,710 18,205	13,014 20,044	26,724 38,249	56,389 87,096	47.39 43.91	
2	70	高速7号小松川線		223 264	13,303 28,110	130 181	13,656 28,555	11,293 15,791	8,308 12,989	19,601 28,780	33,257 57,335	58.93 50.19	
2	90	高速9号深川線		140 229	16,473 31,775	1,160 1,505	17,773 33,509	9,921 13,748	9,565 17,304	19,486 31,052	37,259 64,561	52.29 48.09	
2	110	高速横羽線		218 373	15,473 34,207	541 740	16,232 35,320	12,198 16,048	14,362 21,638	16,560 37,686	32,792 73,006	50.50 51.62	
2	120	高速中央環状線		219 328	20,261 31,719	441 549	20,921 32,569	14,213 18,340	24,277 33,984	38,490 52,324	59,411 84,920	64.78 64.78	
2	120	高速中央環状線		172 210	21,266 31,924	647 780	22,085 32,914	18,173 23,893	20,437 30,291	38,610 54,184	60,695 87,098	63.61 62.21	
2	130	高速川口線		244 372	16,013 24,568	665 789	16,922 25,729	10,559 14,204	12,422 19,963	22,981 34,167	39,903 59,896	57.59 57.04	
2	130	高速川口線		244 372	16,013 24,568	665 789	16,922 25,729	10,559 14,204	12,422 19,963	22,981 34,167	39,903 59,896	57.59 57.04	

注 下段数値は24時間調査値

資料：昭和63年度 道路交通センサス一般交通量調査

2.6 自動車排出ガスの現況

1) NO_x (窒素酸化物) 年平均値の推移

各地域の NO_x 年平均値の推移を図-2.13 に示す。

NO_x 年平均値は昭和60年以降上昇傾向にある。

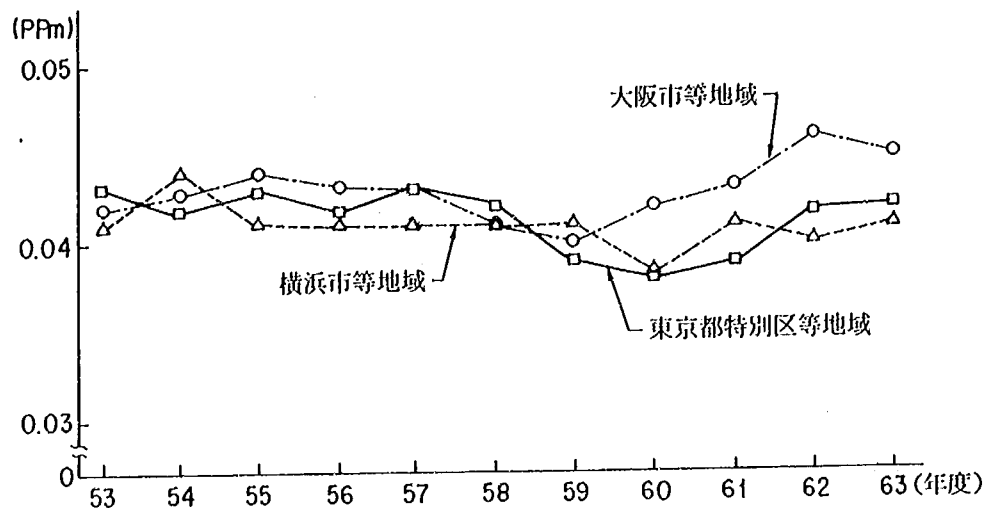


図-2.13 NO_x 年平均値の推移 (自動車排出ガス測定局平均)

2) NO_x 総量規制地域における窒素酸化物の排出量

各地域の NO_x 総量規制地域における窒素酸化物の排出量を表-2.6 に示す。

東京都特別区等地域の昭和60年の窒素酸化物排出量をみると、移動発生源の排出量は固定発生源の2.6倍となっており、とりわけ自動車の排出量は67%にも及んでいる。

表-2.6 NO_x 総量規制地域における窒素酸化物の排出量

(大都市地域における窒素酸化物対策の中期展望 (環境庁),
窒素酸化物対策の新たな中期展望 (環境庁) より)

(NO_x 千トン/年)

地 域 区 分		東京都特別区等地域				横浜市等 地域				大阪市等 地域			
		58	60	68		58	60	68		58	60	68	
				ケース1	ケース2			ケース1	ケース2			ケース1	ケース2
移動	自 動 車	(69)	(67)	(60)	(58)	(33)	(32)	(29)	(28)	(51)	(47)	(43)	(41)
	船舶・航空機	40.3	35.4	27.9	24.8	21.5	17.7	16.2	14.4	23.8	19.9	16.9	15.6
	小 計	2.6	2.8	3.7	3.7	5.6	4.1	4.6	4.6	2.6	2.8	2.9	2.9
固定	工場・事業場	11.6	9.5	9.2	8.9	35.9	31.1	31.9	30.7	18.7	17.9	17.9	17.2
	民 生	3.7	5.0	5.4	5.4	1.7	1.8	2.3	2.3	1.5	1.8	1.9	1.9
	小 計	15.3	14.5	14.6	14.3	37.5	33.0	34.2	33.0	20.1	19.8	19.8	19.1
合 計		58.2	52.7	46.2	42.7	64.5	54.7	55.0	51.9	46.5	42.4	39.5	37.7

(備考) ケース1: 57, 58年及び63年から65年の自動車排出ガス規制等のこれまでの規制強化等による将来の排出削減効果を推計したもの。

ケース2: ケース1に加え、自動車交通対策や季節大気汚染対策を講じた場合。

() はシェア (%)

3) ディーゼル車の増加

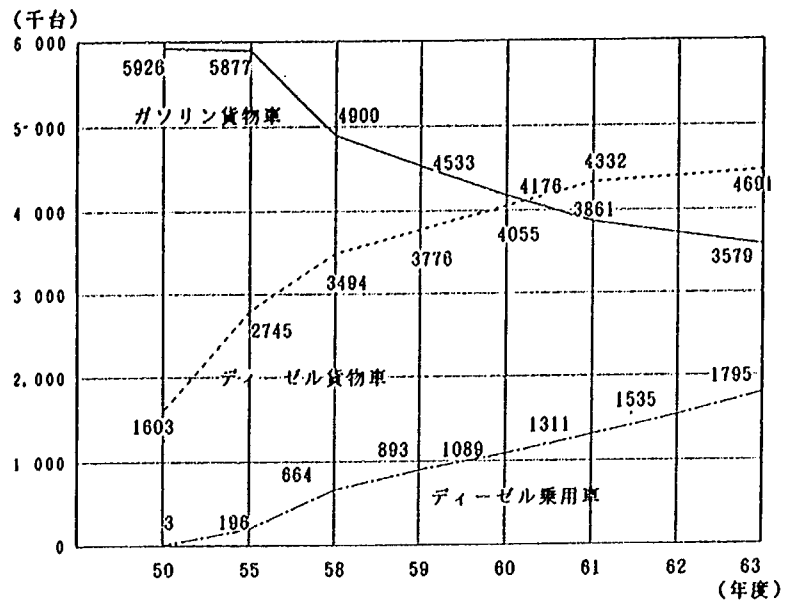
全国のディーゼル車の保有台数の推移を図-2.14に示す。

台キロ当たりのNO_x排出量の大きいディーゼル車が増加傾向にある。

4) 窒素酸化物排出ガス規制の経年変化

乗用車とディーゼル車の窒素酸化物排出ガス規制の経年変化を図-2.15に示す。

乗用車は規制値が昭和41年当時と比べて1/10から1/20に改善されているが、トラックはせいぜい1/2程度にとどまっている。



資料：陸運統計要覧，自動車統計年報

図-2.14 ディーゼル車の増加傾向（全国）

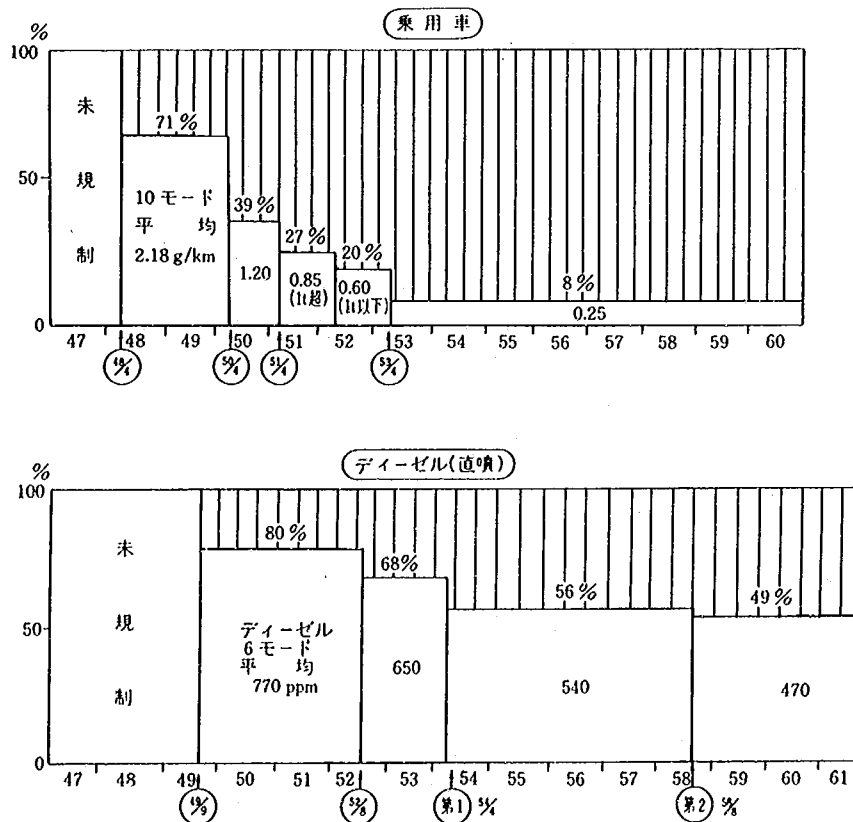


図-2.15 窒素酸化物排出ガス規制の経年変化

5) 車種別の有害成分排出量

車種別の有害成分排出量を表-2.7に示す。

NO_x排出量(1/km/台)を表-2.7のトンネル技術基準でみると、ディーゼル車は乗用車の約15倍と極めて大きい。

また、土木研究所が現在とりまとめ中の最新の調査データ(表-2.8)でみると、走行速度が40km/h以下の場合で大型車は小型車に対して、NO_xが10倍以上の排出量となっており、依然としてNO_x排出量に大きな違いがみられる。

表-2.7 車種別の有害成分排出量と換気を与える影響

車種	対象物質	規 制 値	排 気 量	1台当りの 排 出 量	換気のための 許 容 濃 度	所要換気量
乗 用 車	CO	2.70 g/km	—	2.3 l/km/台	100 ppm ⁽¹⁾	23 m³/km/台
	NO _x	0.48 "		0.23 "	25 " ⁽²⁾	10 "
デ ィ ー ゼ ル 車	CO	980 ppm	5.6 m³/km	5.5 l/km/台	100 ppm ⁽¹⁾	55 m³/km/台
	NO _x	610 "		3.4 "	25 " ⁽²⁾	136 "
	煤 煙	(50%)		5 m³/km/台	40% ⁽¹⁾	1250 "

(1) トンネルにおける設計濃度(2-4本文の表)

(2) ACGIH¹⁾によるNOに対する許容濃度(1976)を参考とした。

資料：トンネル技術基準

表-2.8 車種別・走行速度別排出係数(半積載)(案)

走行速度	一酸化炭素 CO		窒素酸化物 NO _x	
	排 出 係 数		排 出 係 数	
	小 型 車	大 型 車	小 型 車	大 型 車
km/h	g/km・台	g/km・台	g/km・台	g/km・台
20	2.98	2.52	0.289	3.25
40	1.23	1.92	0.196	2.35
60	0.769	1.62	0.226	1.85
80	0.689	1.19	0.266	2.24
100	1.15	1.09	0.436	3.56

資料：土木技術資料, 1991

公害対策基本法第9条の規定に基づく大気汚染に係る環境基準は、下表のとおりである。

表-2.9 環境基準

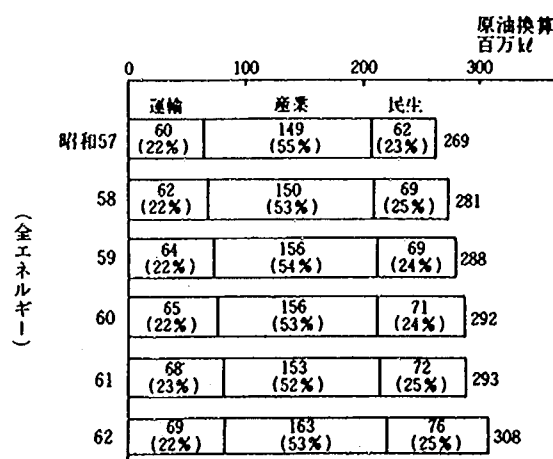
物質	環境上の条件
二酸化いおう	1時間値の1日平均値が0.04 ppm以下であり、かつ、1時間値が0.1 ppm以下であること。
一酸化炭素	1時間値の1日平均値が10 ppm以下であり、かつ、1時間値の8時間平均値が20 ppm以下であること。
浮遊粒子状物質	1時間値の1日平均値が0.10 mg/m ³ 以下であり、かつ、1時間値が0.20 mg/m ³ 以下であること。
光化学オキシダント	1時間値が0.06 ppm以下であること。
二酸化窒素	1時間値の1日平均値が0.04 ppmから0.06 ppmまでのゾーン内又はそれ以下であること。

2.7 エネルギー消費量

我国におけるエネルギー消費関連について図-2.16～2.19に示す。

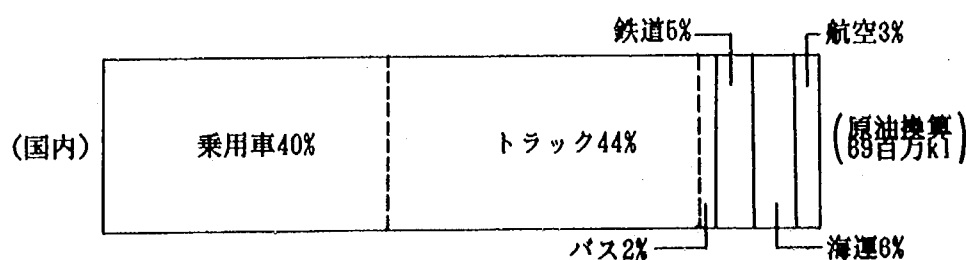
我国のエネルギー消費は、産業活動の順調な推移に対応して昭和57年以降増加傾向にあり、運輸部門は全体の22%程度の消費量となっている。運輸部門の内訳をみると乗用車、トラック等自動車の消費割合が圧倒的に高く、全体の86%を占めている。

また、図-2.18に示すように自動車のエネルギー消費量は年々増加しており、乗用車の消費量に比べて貨物自動車の消費量が多くなってきている。



(出典) 資源エネルギー庁資料

図-2.16 我国のエネルギー最終需要の推移



(注) 民鉄の消費量は昭和62年度実績。

(昭和63年度)

図-2.17 輸送機関別エネルギー消費割合

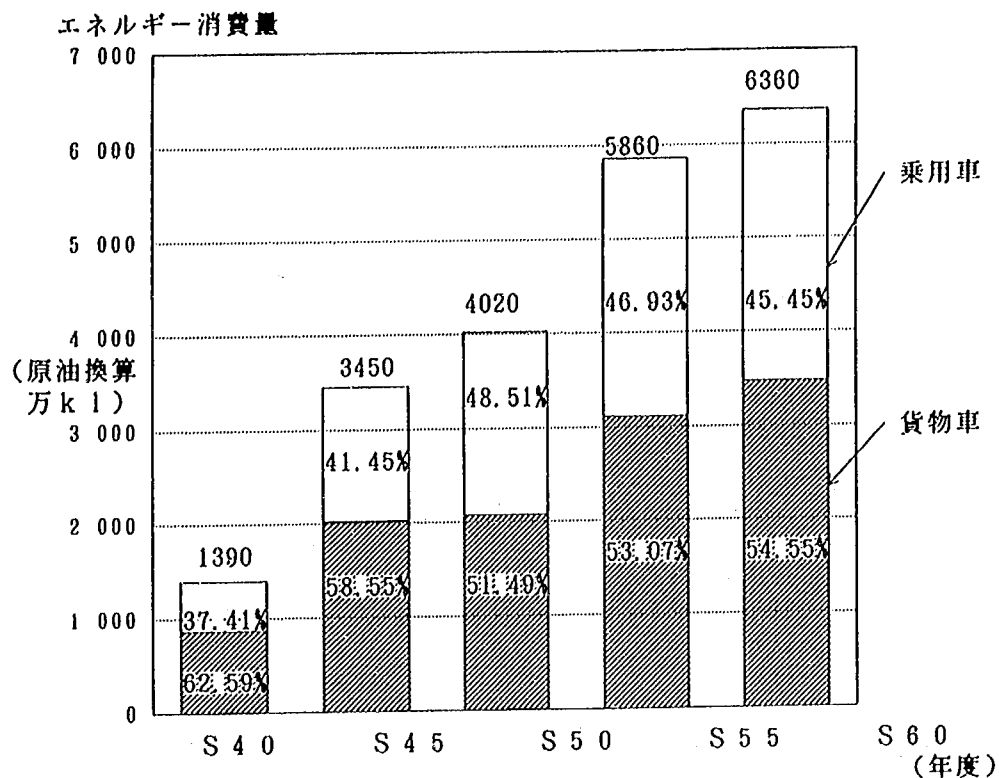


図- 2.18 自動車のエネルギー消費量

資料：1989年版省エネルギー総覧

注：エネルギー消費量は、乗用車についてはガソリン、軽油、LPG、の量をカロリー換算により原油当量にして合計した値であり、貨物車については、ガソリン、軽油の量を原油換算し合計した値である。

図- 2.19に示すように、トラックが輸送量の分担率に比べてエネルギー消費量の分担率が高く、特に自家用トラックが顕著である。

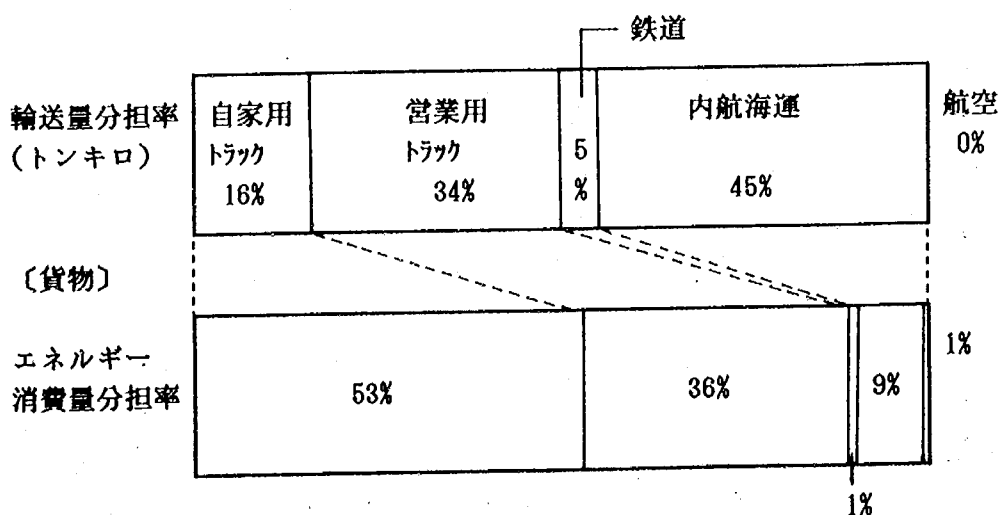


図- 2.19 主要輸送機関の貨物輸送量とエネルギー消費量の構成
(昭和63年度)

2.8 トラック運転手

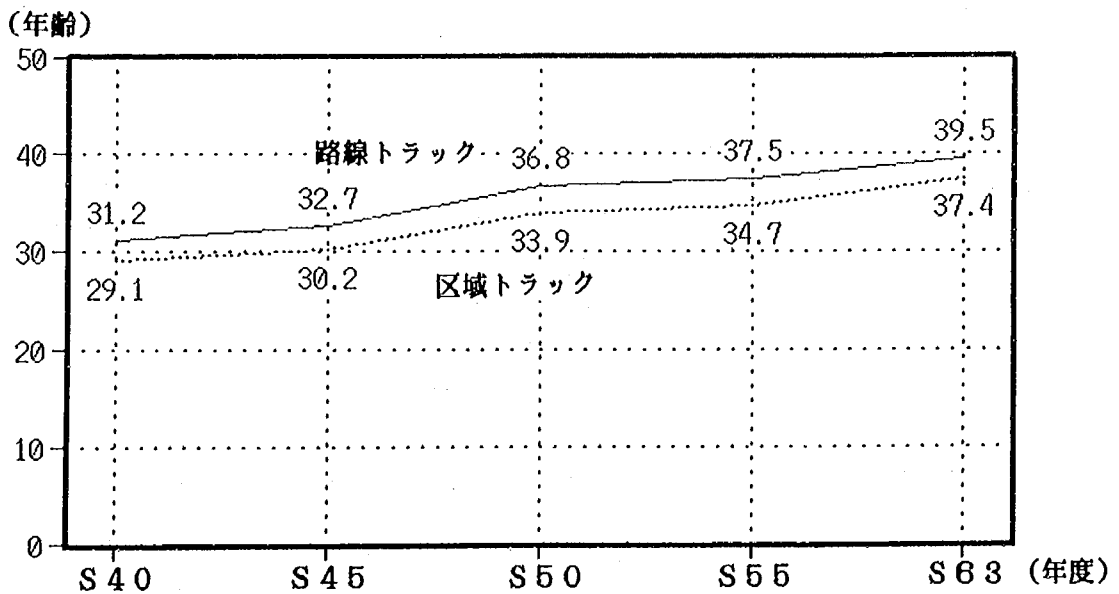
トラック運転手の年齢構成を図-2.20～2.22に、また、労働時間について図-2.23、2.24に示す。

- ・トラック運転手の平均年齢はかなり高く、40歳近くまで上昇しており、特に大型車では高齢化が顕著である。

		～29(歳)		30～39		40～49		50～	(該当人員)
けん引運転者	(路線)	6.3%		49.2%		38.9%		5.6%	(1,764)
	(区域)	16.0		56.0		25.4		2.6	(3,465)
大型運転者	(路線)	13.9		46.3		33.3		6.5	(25,535)
	(区域)	17.0		47.0		30.1		5.9	(23,797)
普通運転者	(路線)	36.7		38.6		19.2		5.5	(21,817)
	(区域)	34.3		36.8		21.1		7.8	(21,552)
事務員男子	(路線)	26.7		34.3		26.0		13.0	(14,670)
	(区域)	14.9		30.9		29.4		24.8	(7,764)

資料：全日本トラック協会「トラック運輸事業の賃金実態」

図-2.20 職業別年齢構成(昭和56年度)



出典：運輸省「自動車運送事業用自動車運転者実態報告書」

図-2.21 トラック事業運転者の平均年齢の推移

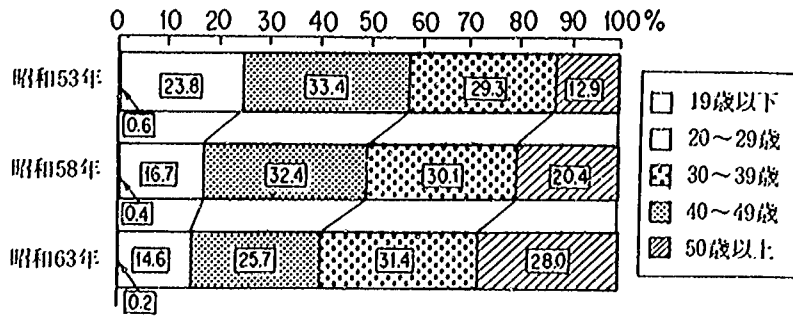
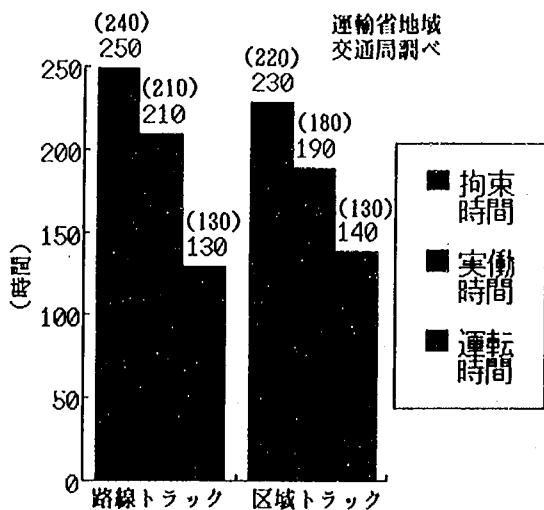


図- 2.22 貨物自動車運転者の年齢構成の推移

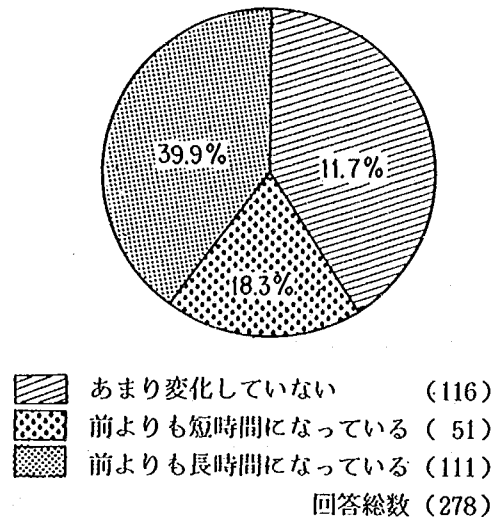
- ・トラック運転手の労働時間はかなり長いことが知られているが、この2～3年で長時間化している傾向も窺われる。
- ・トラック業界で働く労働者の1カ月の所定内労働時間は200時間程度となっているが、下図に示すように、路線トラックの運転手は、平均で約40時間の所定外労働を行っており、労働力不足から労働力の多くを所定外労働時間に頼っていると言える。



注：()内は、前年度の結果を示す。

資料：1989年度版「日本の物流事業」

図- 2.23 6大都市の1人1カ月当りの勤務内容（昭和62年度）



資料：東京路線トラック協議会「運転者の高齢化、労働時間及び便配活動に関する実態調査報告書」1987年

図- 2.24 路線運転者の労働時間の变化

2.9 トラックターミナル

貨物自動車輸送の伸びと共に、輸送の合理化を図り流通コストを削減するための方策の1つとして物流拠点の集約化が進められてきた。しかし、都市化の進展、取扱量の増加に伴い既存施設の拡張あるいは新たなターミナルの建設が必要となってきたが、用地の不足、物価の高騰からその立地は厳しい状況にある。

2.10 ま と め

貨物自動車輸送を取り巻く問題点を整理すると以下の通りである。

- ① 東京都市圏の貨物自動車の輸送分担率は、重量、件数ベースとも依然増加の傾向にあり、昭和57年度の時点の件数ベースで85%を占めている。なお、東京区部についてみれば大部分が貨物自動車によって輸送されている。
- ② 東京区部の都道以上の自動車走行台キロは、昭和63年度時点で約3千万台キロ、その内貨物自動車が53%を占めており、その伸び率も乗用車に比べて高い。
- ③ 東京区部の道路の混雑状況は年々悪化しており、昭和63年時点で混雑度が1.0以上の国道延長比率は77%にも及んでいる。区部全体のピーク時平均旅行速度は15km/hと低く、ピーク時旅行速度が25km/h未満の道路の延長比率は全体の9割強に達している。
- ④ 自動車の排出ガスの現況を NO_x に着目してみると、東京区部全体の NO_x 排出量の67%を自動車が排出している。乗用車の排出規制値が昭和41年当時と比べて1/10～1/20程度に改善されているのに対し、貨物自動車は1/2程度に留まっており、貨物自動車の大半を占めるディーゼル車の NO_x 排出量は乗用車の10～15倍と極めて大きい。しかも、このようなディーゼル車の保有台数は増加傾向にある。
- ⑤ 我国のエネルギー消費は、産業活動の順調な推移に対応して増加傾向にあり、その内運輸部門の占める割合は昭和63年度で全体の22%である。運輸部門の内訳は、自動車の消費割合が圧倒的に高く、86%を占め、かつ伸び率も高い。また、輸送量の分担率に比べてエネルギー消費量の割合が高く、特に自家用貨物車が顕著である。
- ⑥ トラック運転手の平均年齢は年々高くなってきており、40歳近くまで上昇してきている。20～30歳代の運転手が減少し、50歳代の割合が多くなってきており高齢化が顕著である。また、運転手の不足から1人当りの労働時間が増加しており、他産業に比べて長時間労働となっている。
- ⑦ トラックターミナル等の物流拠点整備を行い、輸送の合理化を図って流通コストを削減する方策がとられてきているが、用地の不足、地価の高騰からその立地は厳しい状況にある。

3. 東京区部の貨物自動車流動特性

東京都市圏物資流動調査（昭和57年）によれば、全物流量（トンベース）の約6割を貨物自動車が分担しており、都市圏内々の流動だけでみればその9割近くは貨物自動車の分担となっている。このような貨物自動車の流動特性を中心に整理する。

3.1 貨物の発生集中量の変化

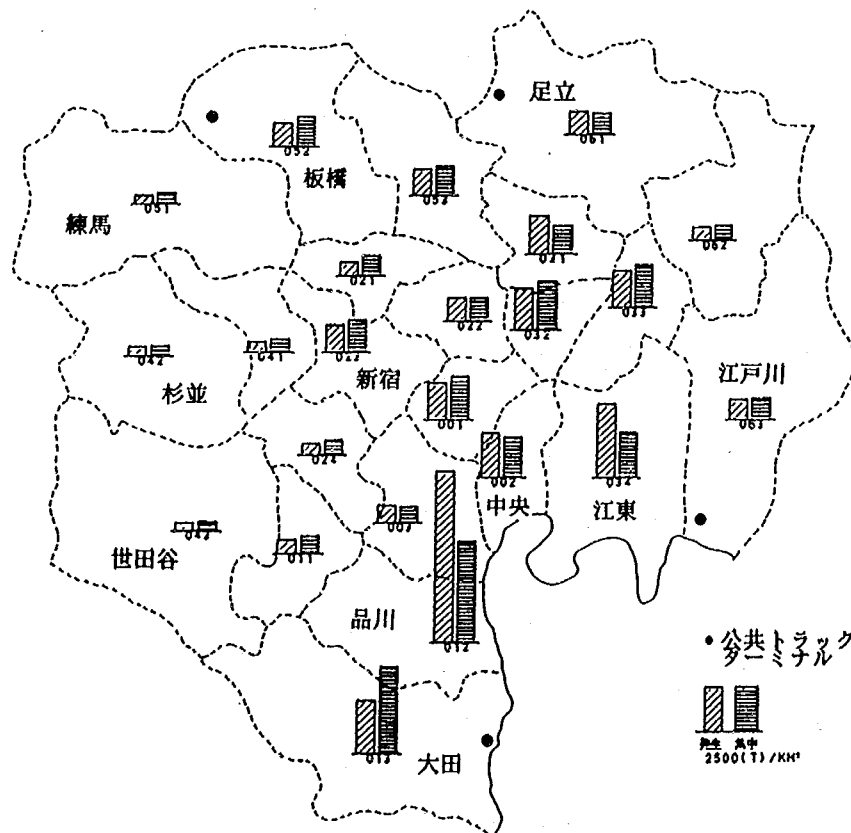
表－3.1に東京区部の貨物の全発生集中量及び発生件数の変化を示す。この表によると昭和47年から57年までの10年間に重量ベースの貨物の発生集中量は約20%減少しているが、件数ベースでは約37%増大しており、荷動き1件当たりの重量が10年間で約半分になっている。

次に、東京区部における貨物自動車扱いの各ゾーン別面積当たり発生集中量を昭和57年データを用いてトンベースで見ると図－3.1のようになる。面積当たりの発生集中量は品川区が突出しており、

表－3.1 東京区部の物流の変化

	47年	57年	57年/47年
発生量 (千トン/日)	531	427	0.804
集中量 (千トン/日)	774	620	0.801
発生件数 (千件/日)	790	1085	1.373
荷動き1件 当たり重量 (トン)	0.67	0.39	0.582

資料：東京都市圏物資流動調査（昭和47年，57年）



図－3.1 面積当たり発生集中量（貨物自動車扱，昭和57年）

特に発生量が多い。また、江東区、大田区も発生集中量が比較的多いことが分かる。一方、杉並、世田谷、練馬区等の住宅系土地利用のゾーンでは、面積当たりの発生集中量は少ない。

3.2 積載重量ランク別交通量

流動方向の違いによる積載重量ランク別交通量を表-3.2に示す。

貨物車1台当たりの積載重量のランク別構成比をみると、内々、内外、外内の各方向とも500kg未満のランクと8トン以上のランクに両極化している。

表-3.2 流動方向別積載重量ランク別交通量
(昭和57年)

(単位：上段、千トリップ、下段、%)

	～500kg	500kg ～1t	1t～2t	2t～4t	4t～8t	8t～	合 計
23区内々	651 41.7	53 3.4	71 4.5	92 5.9	95 6.1	601 38.4	1563 100.0
23区内外	114 45.6	5 2.0	9 3.6	9 3.6	13 5.2	100 40.0	250 100.0
23区外内	134 54.3	5 2.0	8 3.2	10 4.0	11 4.5	79 32.0	247 100.0
合 計	899 43.6	63 3.1	88 4.3	111 5.4	119 5.8	780 37.9	2060 100.0

3.3 貨物自動車の流動方向別交通量

東京区部の流動方向別貨物車交通量は表-3.3に示すように、東京区部内々の交通が全体の約8割を占めており、内々交通が多いことが分かる。また、主要な動線は図-3.2に示すように臨海部の隣接ゾーン間にみられる。交通量の多いゾーン間の車種構成を見ると、表-3.4に示すように小型車が大半を占めている。ただし、品川—大田区間は、トンベースで7割強を砂利が占めていることもあり(図-3.3参照)、小型車と大型車の比率が半々である。

表-3.3 東京区部の流動方向別
貨物車交通量

(千トリップ/日)

	内々	内外	外内	計
交通量	1659	250	246	2155
構成比(%)	77.0	11.6	11.4	100.0

資料：東京都市圏物資流動調査(昭和57年)

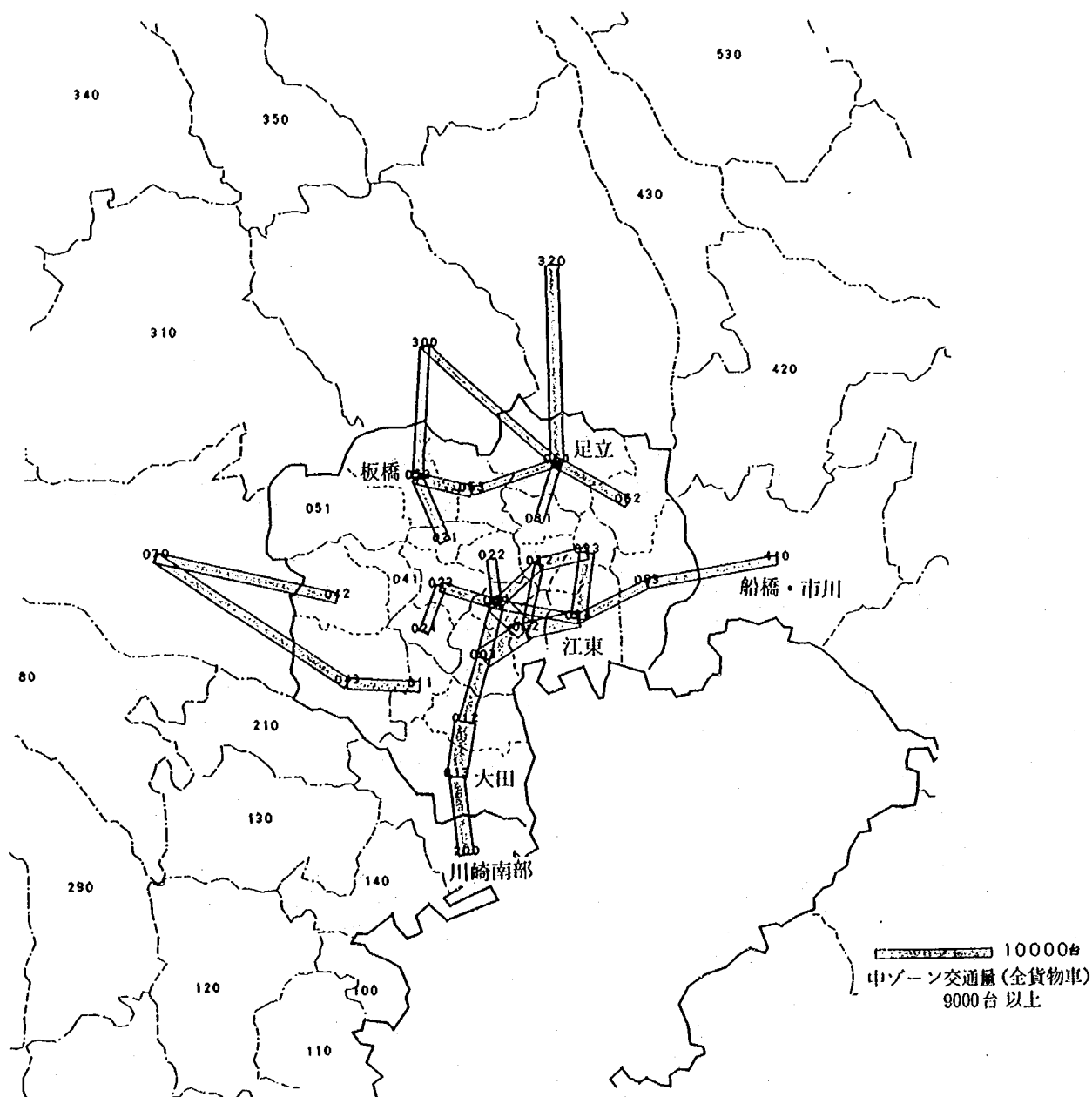


図-3.2 東京区部関連の貨物車主要動線(昭和57年)

表- 3.4 交通量上位 5 位の中ゾーン別車種別構成

(トリップ/日)			
中ゾーンペア	大 型	小 型	全 車
001 - 002 千代田 ~ 中 央	2277 (10.0%)	20391 (90.0%)	22668 (100.0%)
012 - 013 品 川 ~ 大 田	10982 (49.3%)	11295 (50.7%)	22277 (100.0%)
002 - 003 中 央 ~ 港	1990 (9.0%)	20119 (91.0%)	22109 (100.0%)
002 - 034 中 央 ~ 江 東	4358 (24.3%)	13577 (75.7%)	17935 (100.0%)
013 - 200 大 田 ~ 川崎南部	4025 (24.4%)	12437 (75.6%)	16462 (100.0%)

注) 下段数値は車種構成比 (%)

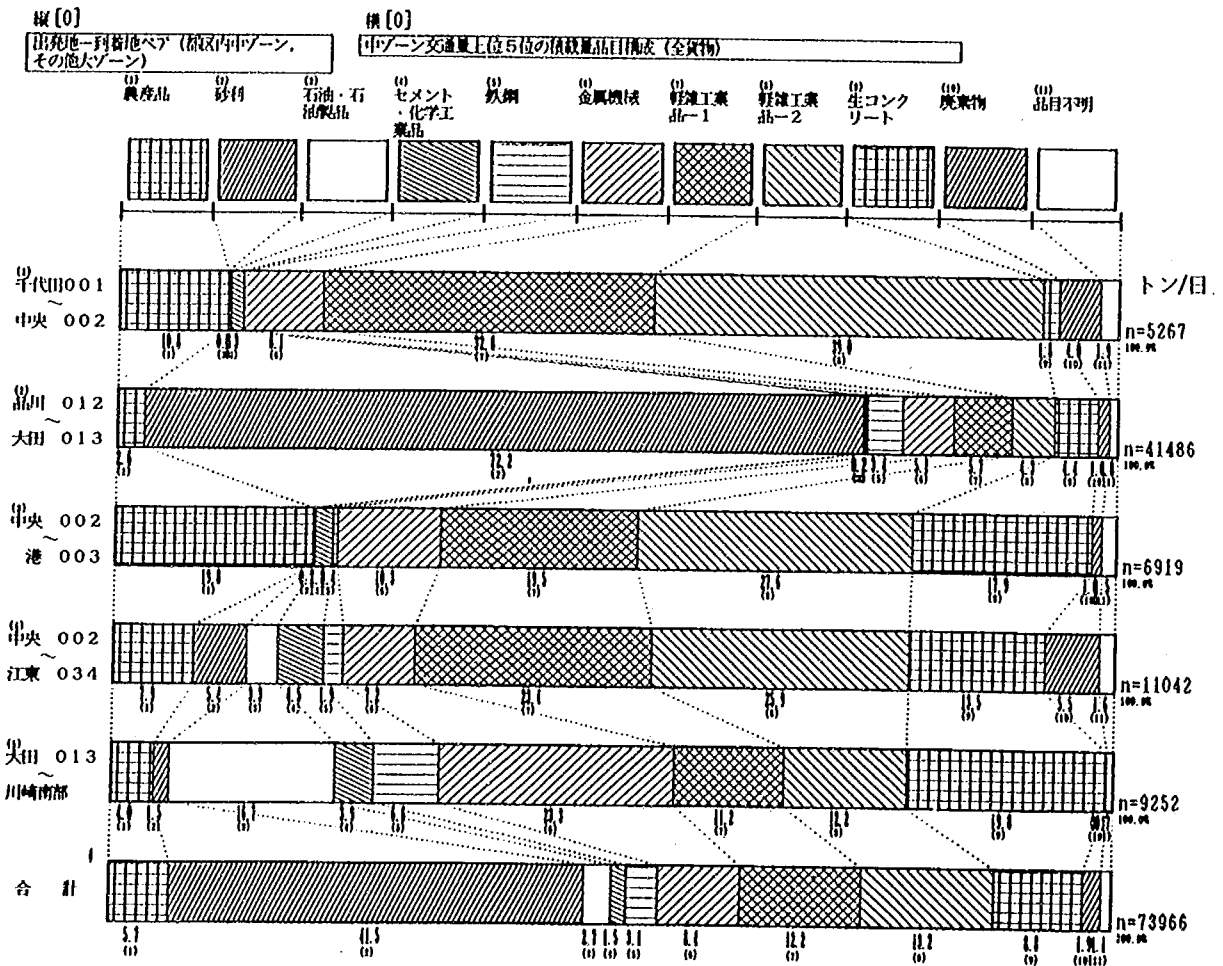


図- 3.3 各ゾーン間の品目構成 (交通量上位 5 位)

3.4 品目別ゾーン間流動量

東京23区関連の全品目における流動量と品目別流動量を以下に示す。なお、使用したデータは昭和57年東京都市圏物資流動調査結果である。

1) 東京区部関連の貨物自動車による中ゾーン間の全品目流動量

全品目合計の流動は図-3.4に示すように012(品川)、013(大田)、034(江東)関連の流動量が大きく、特に012-013(品川-大田)、034-410(江東-市川・船橋)が突出している。

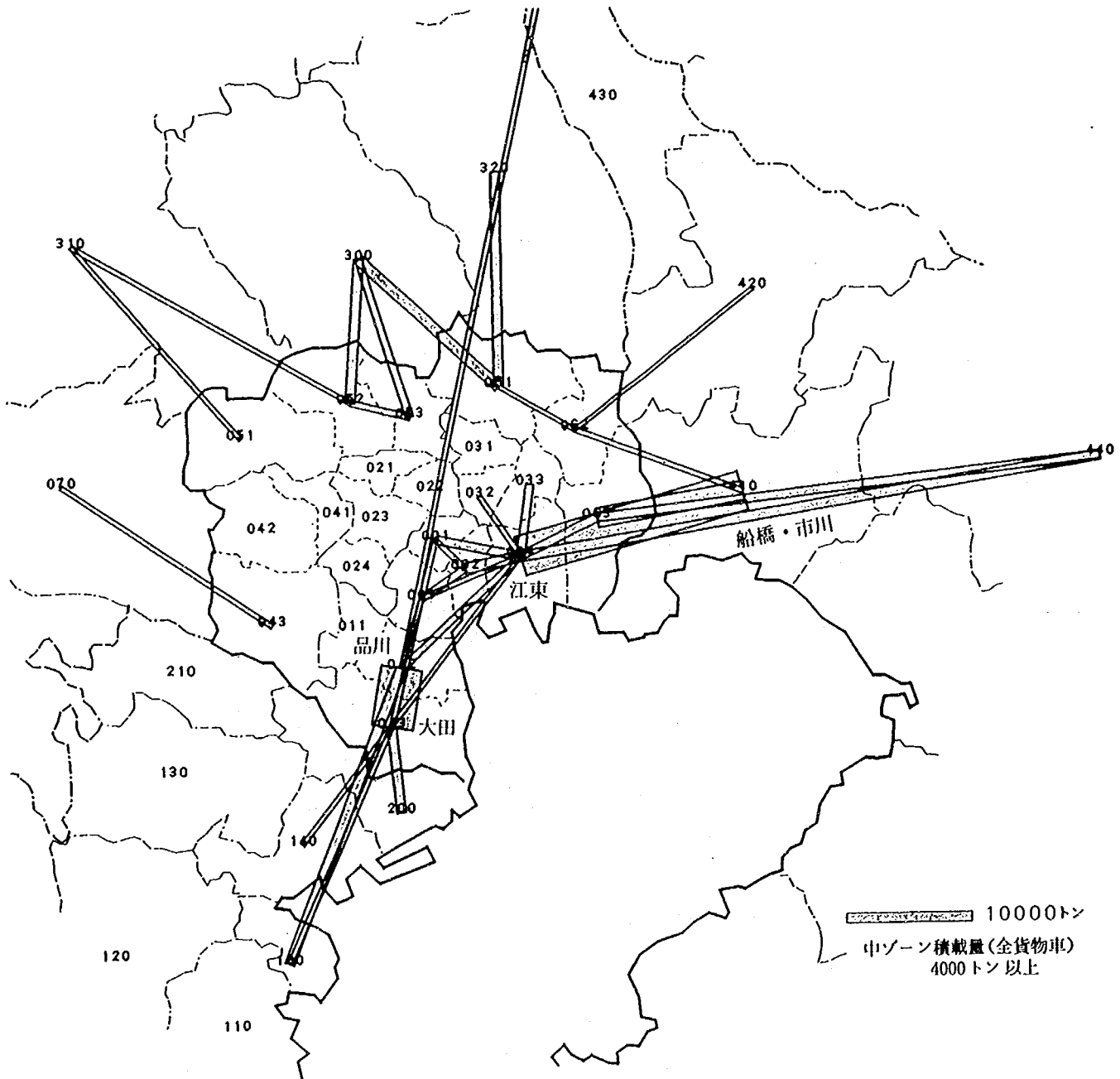


図-3.4 東京区部関連の全品目流動パターン

図- 3.5 に示す上位10位までの流動量の合計での品目構成は、鉄鋼(33%), 砂利(23%) が55%をしめ、軽雑工業品- 1 (9%), 及び軽雑工業品- 2 (9%) が18%をしめている。

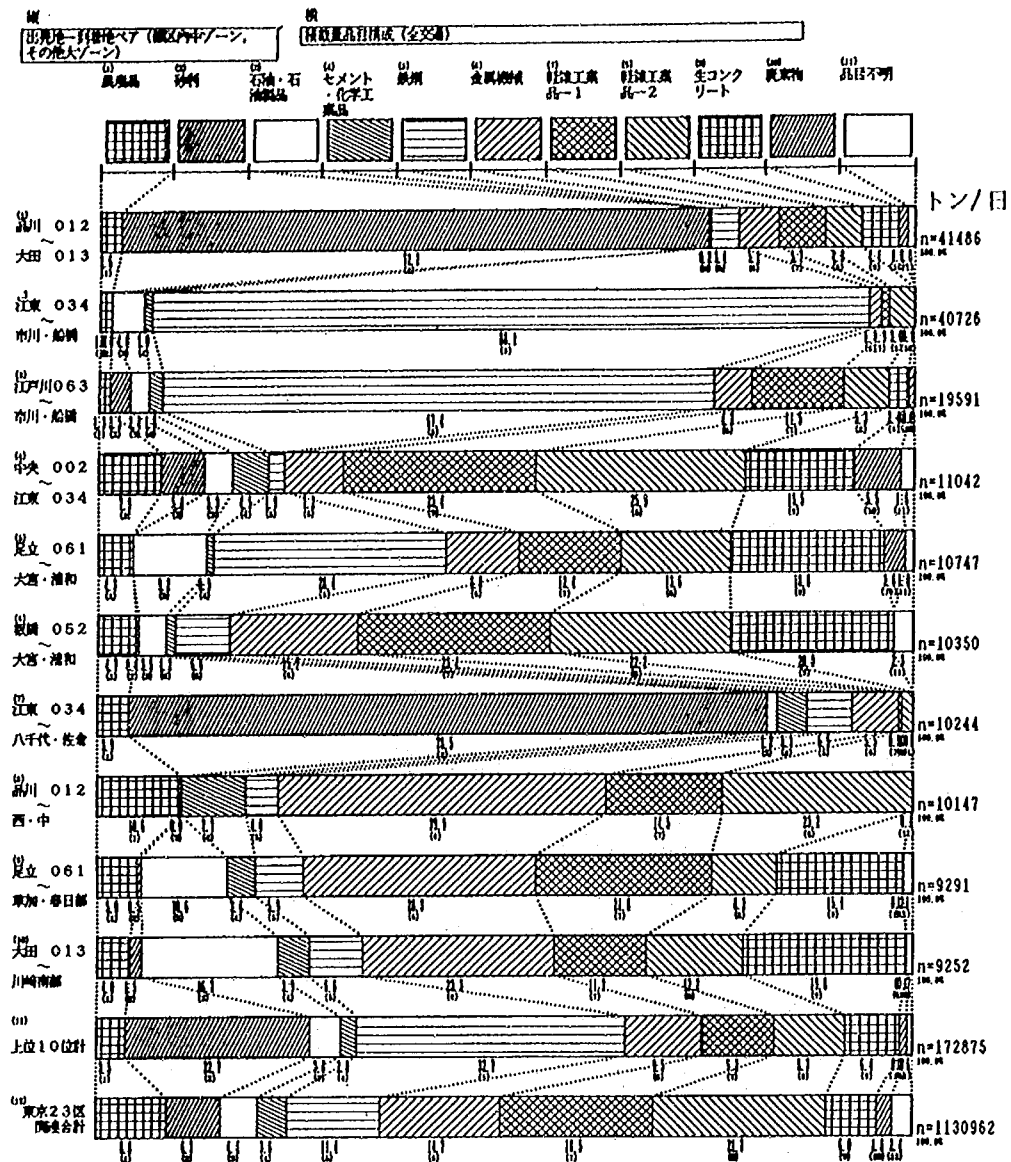


図- 3.5 各ゾーン間の品目構成 (流動量上位10位)

2) 東京区部関連の品目別流動量

以降、品目別流動量を図-3.6～3.15に示す。

① 農産品

江東区－品川区や中央区－港区といった東京湾沿いゾーンペアと区部以外の地域との流動が主体となっている。

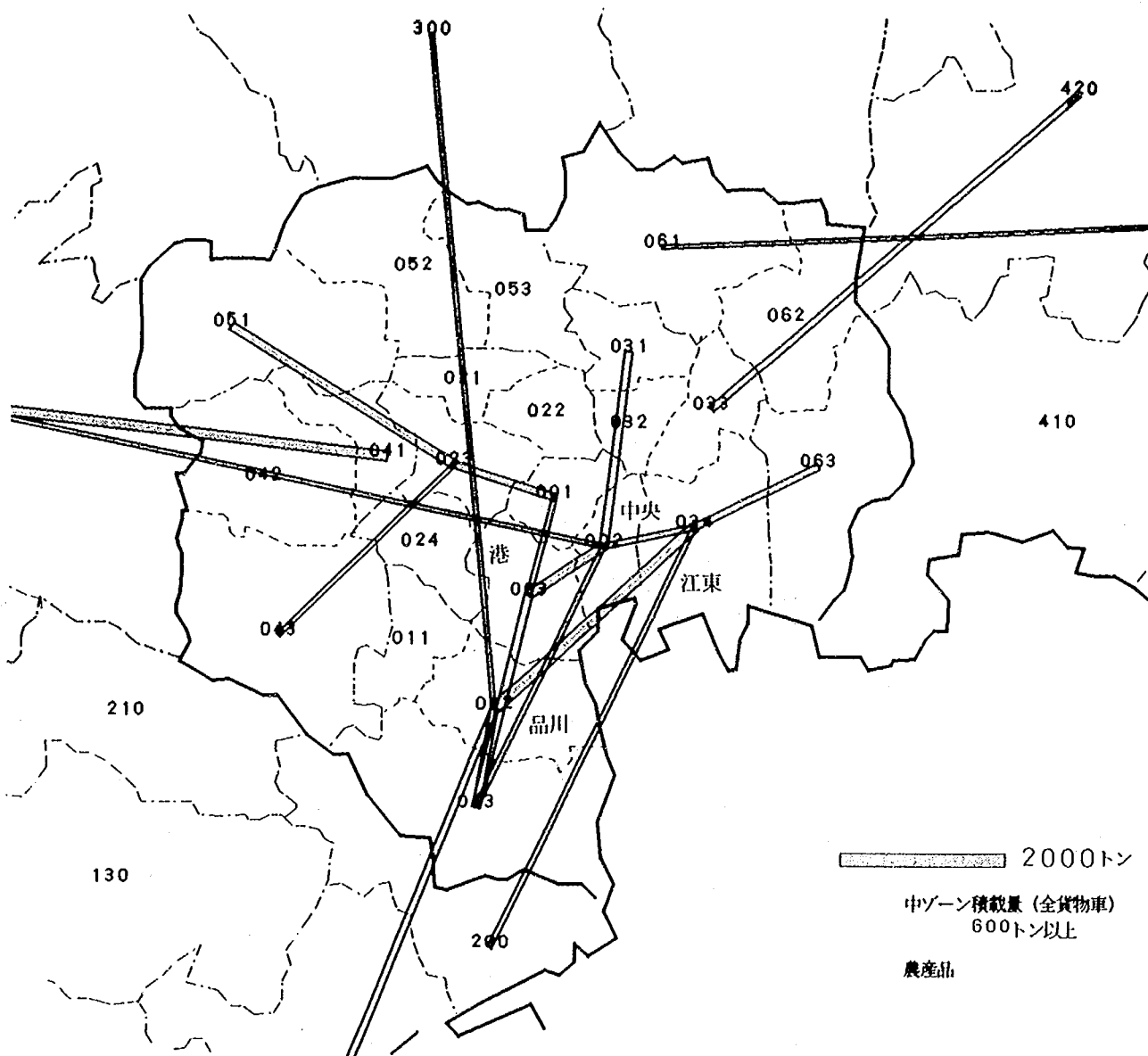


図-3.6 東京区部関連の農産品流動量

② 砂 利

大田区－品川区や江東区－千葉方面といった特定の方向の流動量が多い。

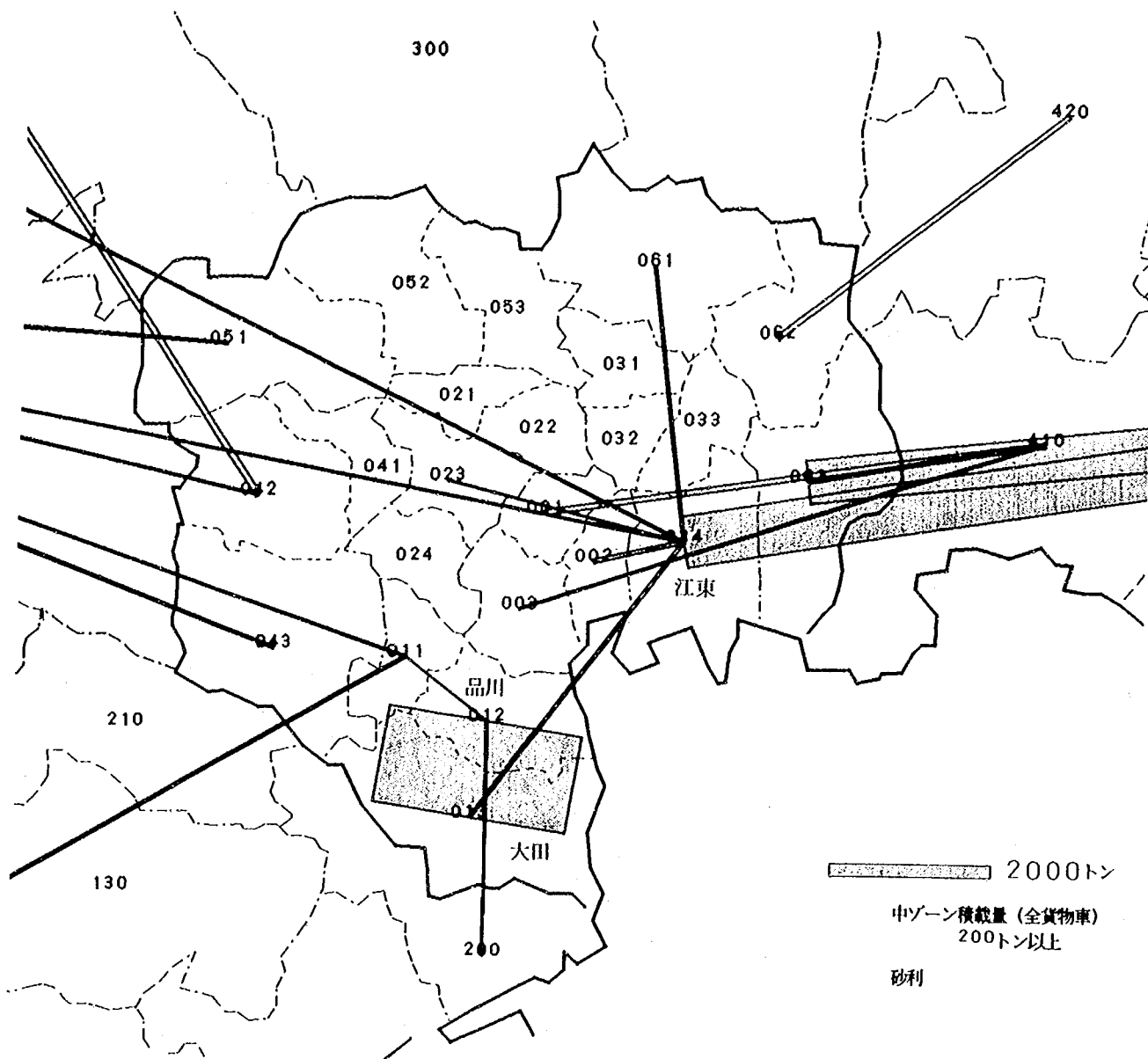


図-3.7 東京区部関連の砂利の流動量

江東区が起終点となった流動パターンである。

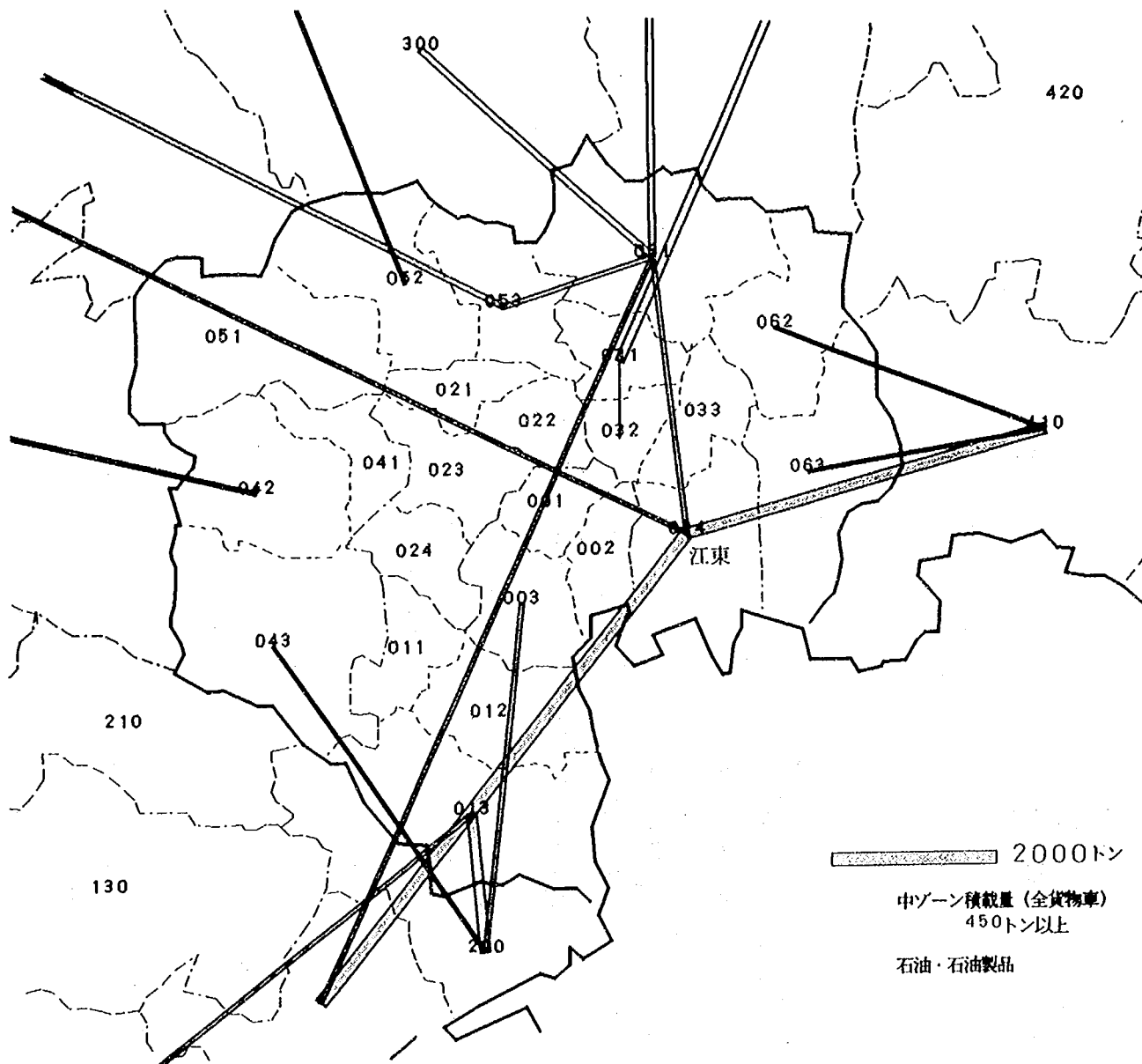


図-3.8 東京区部関連の石油・石油製品流動量

④ セメント・化学工業品

起終点はかなり分散化している。

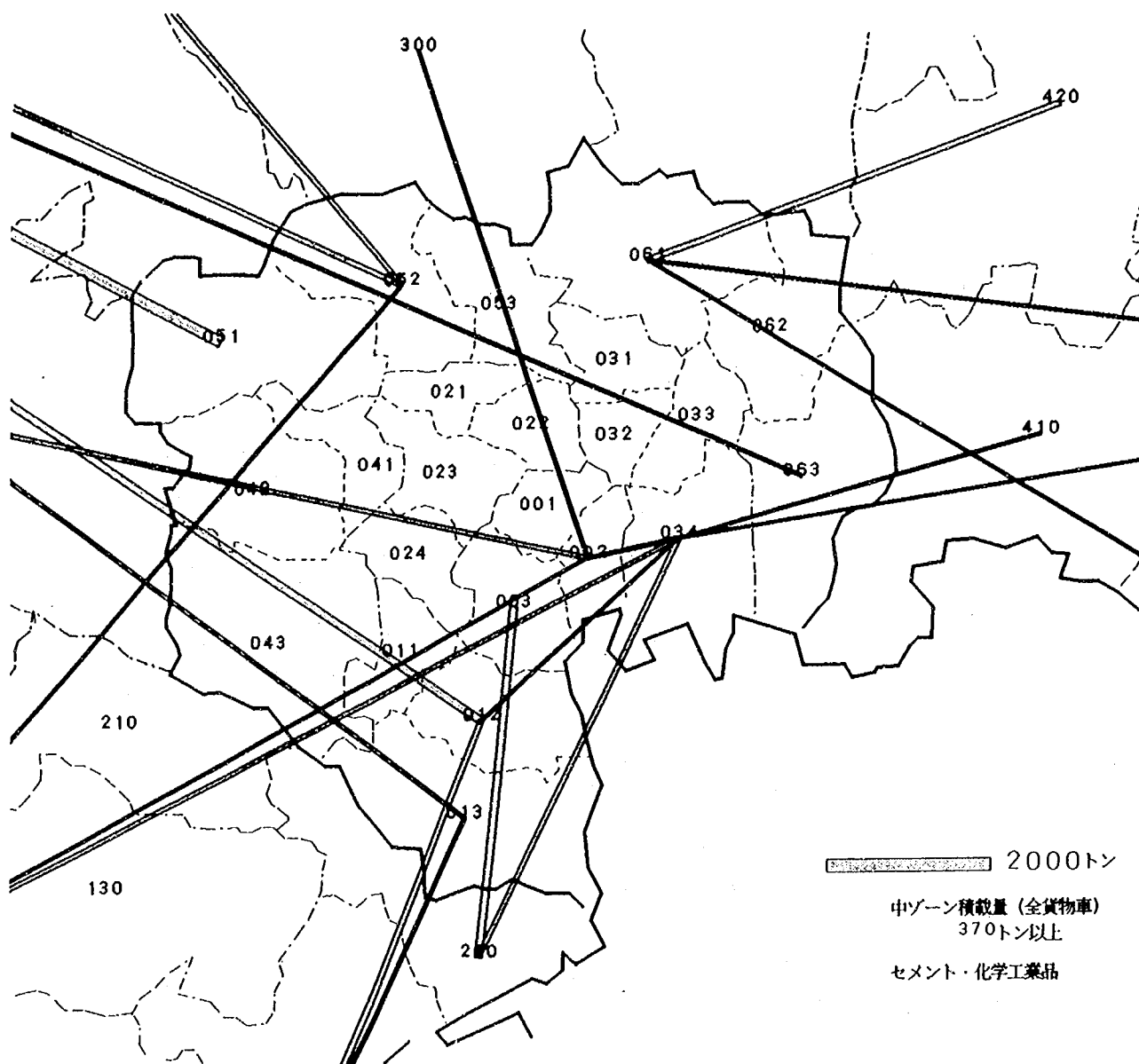
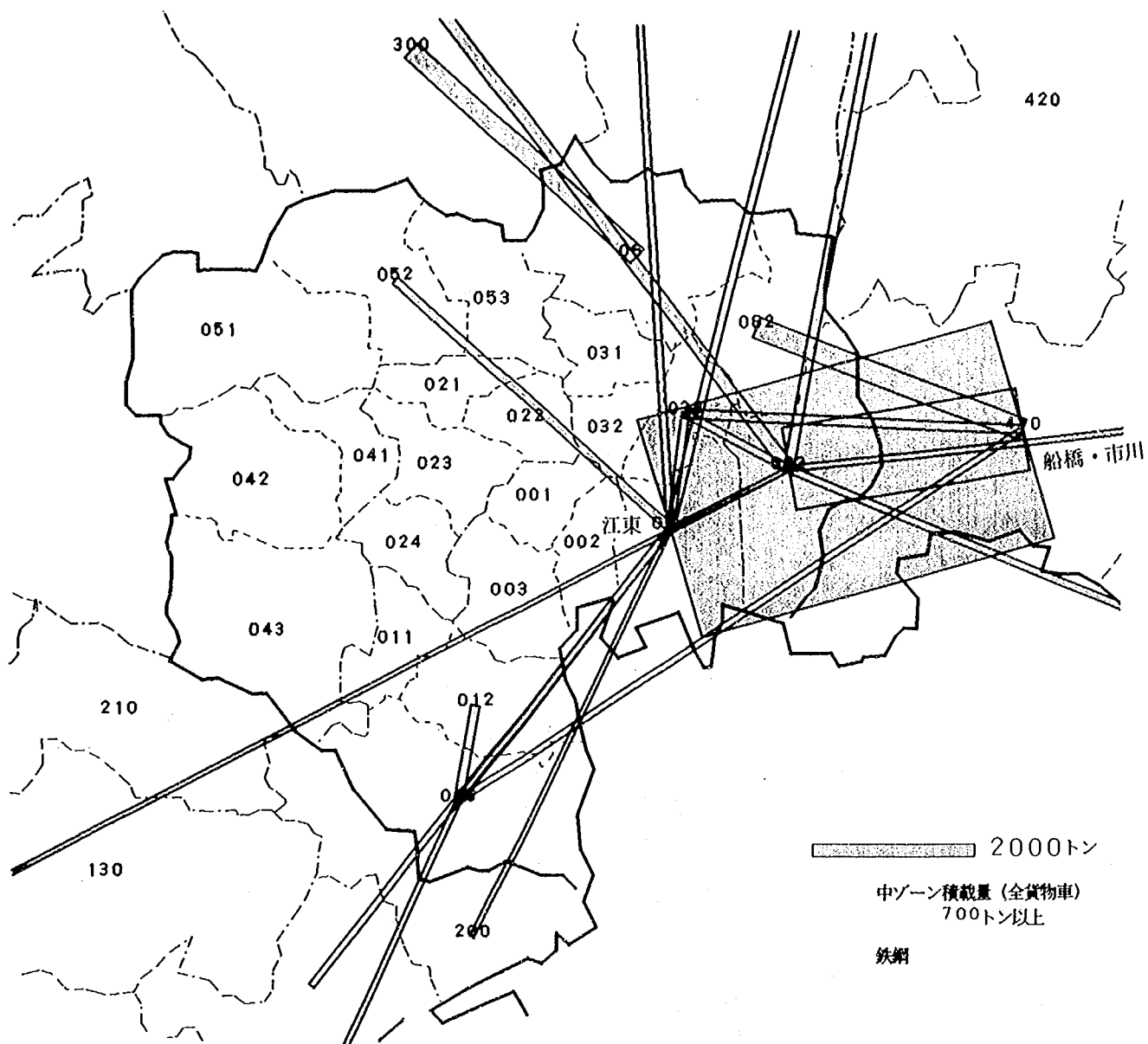


図-3.9 東京区部関連のセメント・化学工業品流動量

⑤ 鉄 鋼

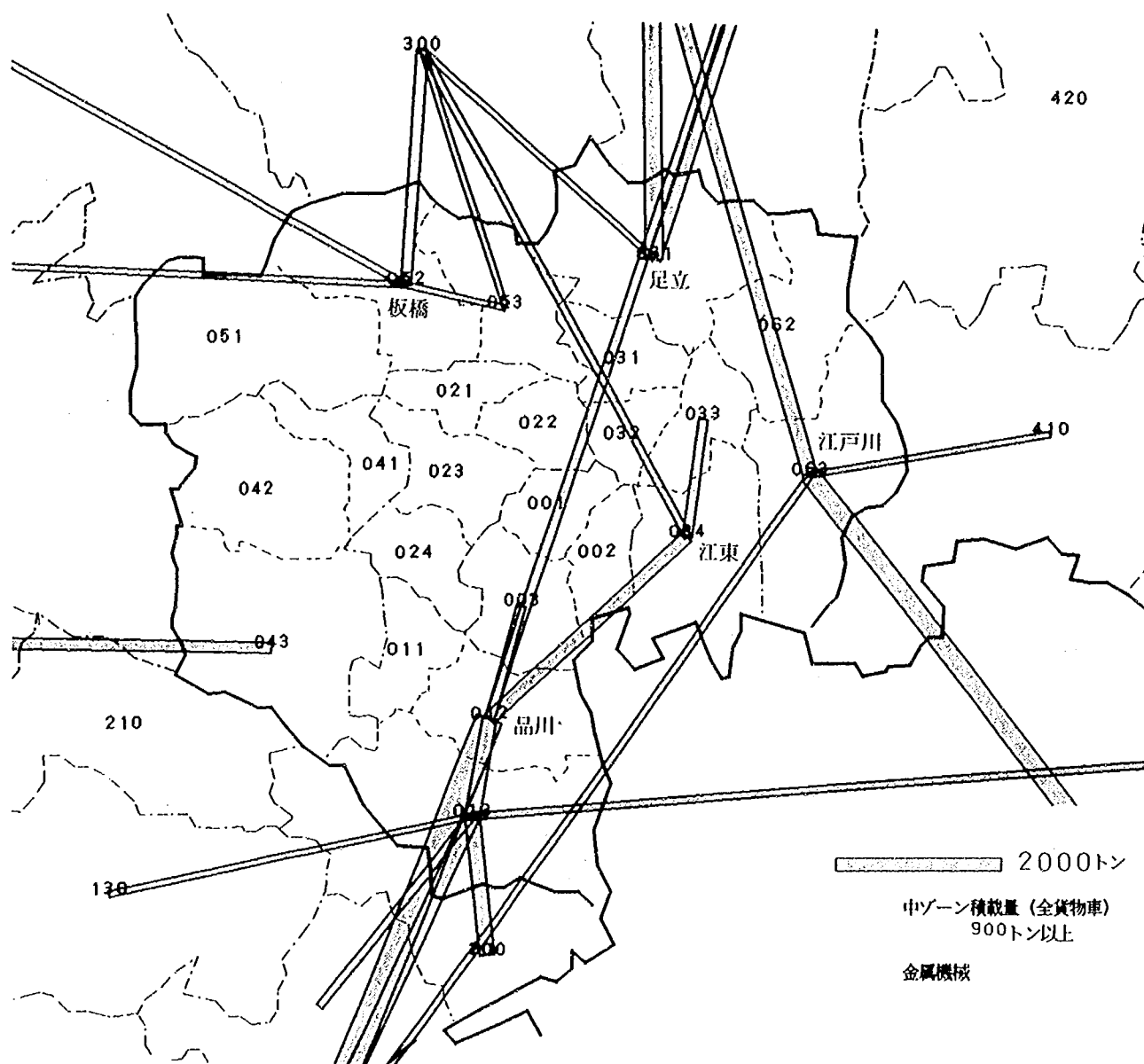
江東区一船橋・市川間の流動量が突出している。



図－ 3.10 東京区部関連の鉄鋼の流動量

⑥ 金属機械

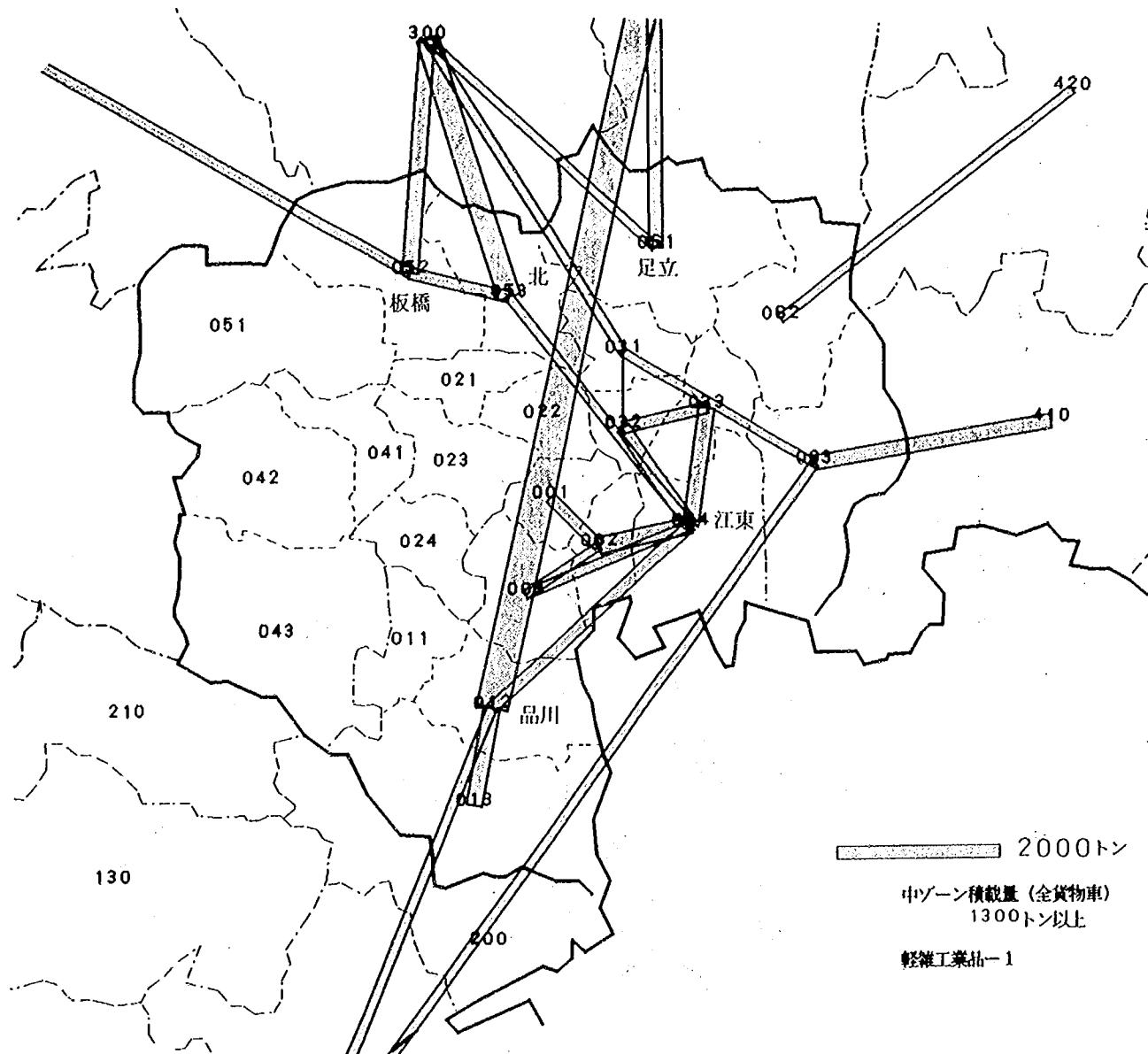
公共トラックターミナルの位置する 012 (品川), 034 (江東), 052 (板橋), 061 (足立) の各ゾーンから 23 区外への流動が主体となっている。



図－ 3.11 東京区部関連の金属機械の流動量

⑦ 軽雑工業品－１

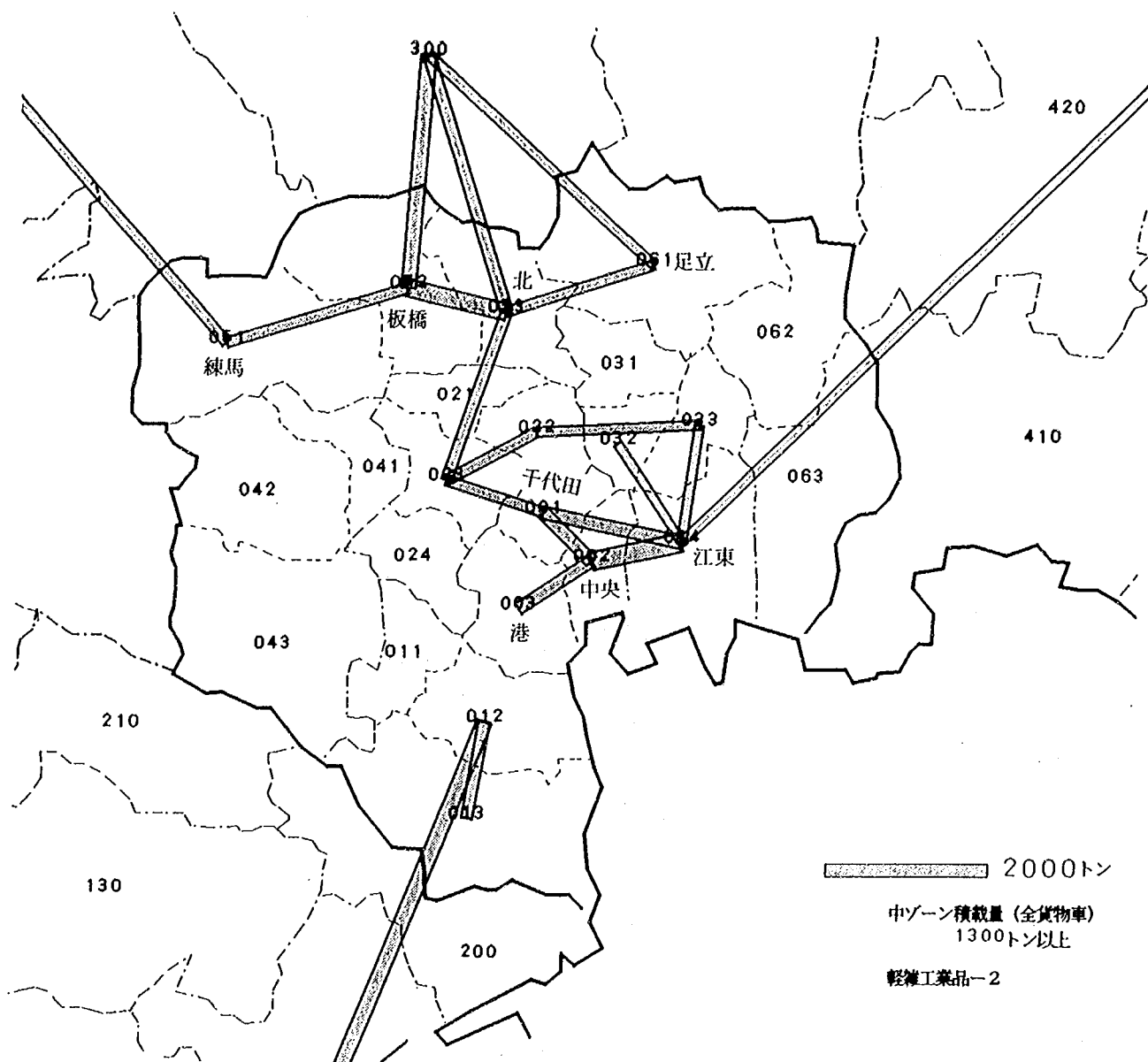
公共トラックターミナルの位置する 012 (品川), 034 (江東), 052 (板橋), 061 (足立) の各ゾーンから23区外への流動が主体となっている点は、金属機械と同様であるが、特に京浜トラックターミナルのある品川区からの流動量が多い。



図－ 3.12 東京区部関連の軽雑工業品－１の流動量

⑧ 軽雑工業品－２

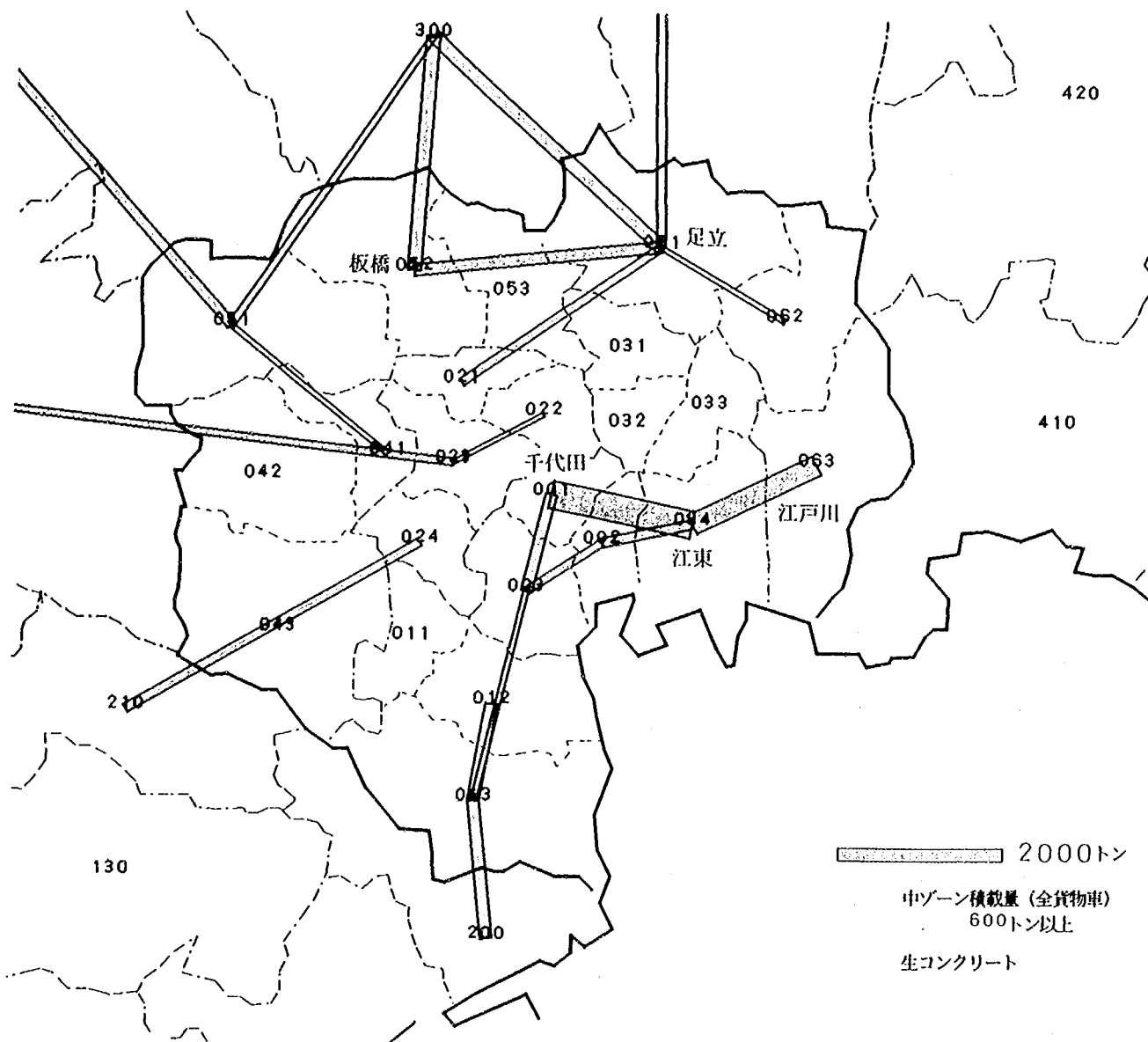
都心の千代田区，中央区，港区といったゾーンペアでの流動と練馬区，板橋区，北区，足立区といったゾーンでの流動量も顕著である。



図－ 3.13 東京区部関連の軽雑工業品－２の流動量

⑨ 生コンクリート

千代田区－江東区，江東区－江戸川区 といったゾーンペアが多い。



図－3.14 東京区部関連の生コンクリートの流動量

⑩ 廃棄物

流動量は少ないが、多くのゾーンから発生している。

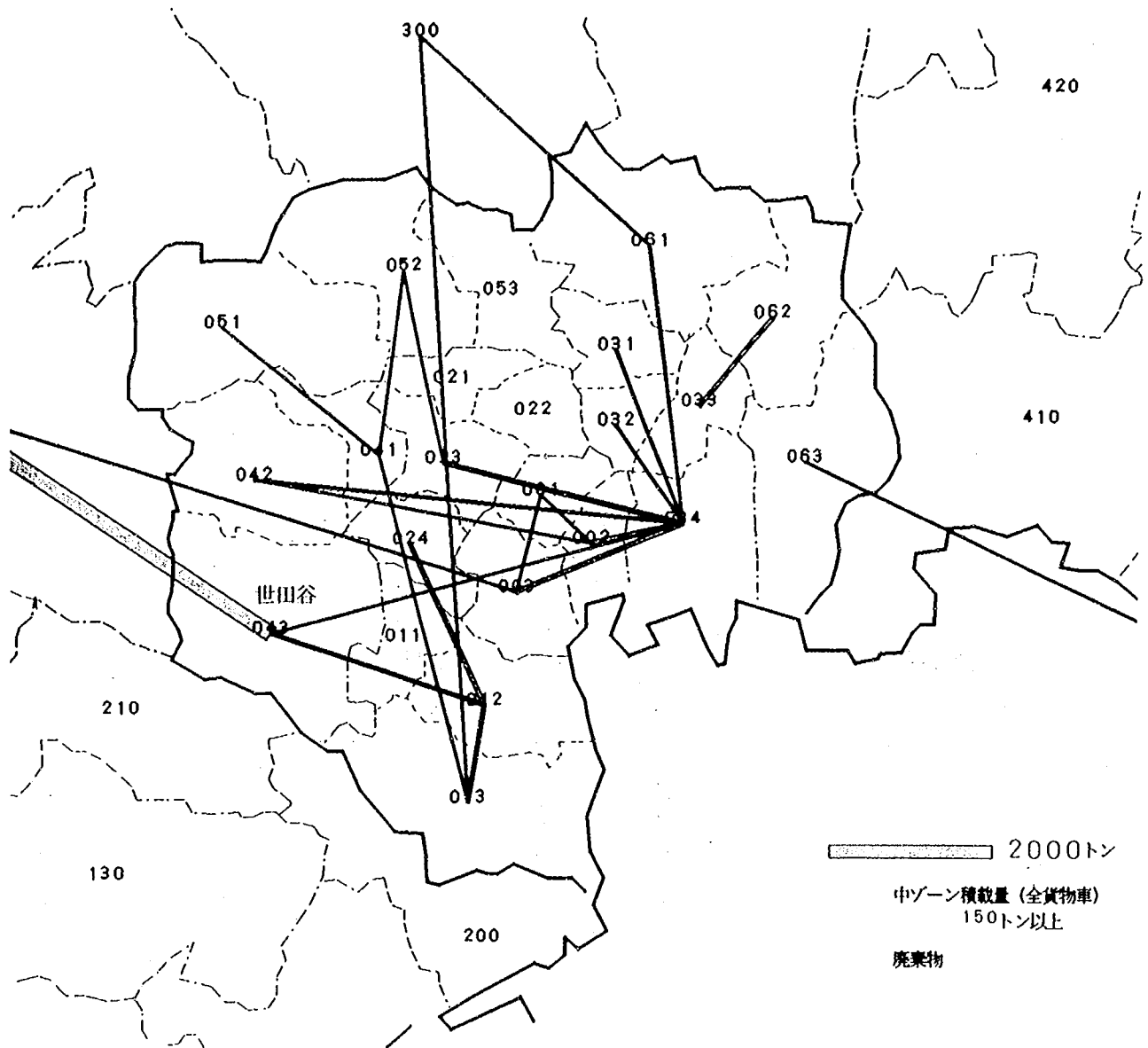


図- 3.15 東京区部関連の廃棄物の流動量

東京区部内々の貨物車による積載品目別交通量を表－3.5に示す。この表に見られるように出版・印刷物、化学薬品、衣類・身回品、紙・パルプ等の軽雑工業品を積載しているトリップが多い。車種は、小型貨物車が主体となっている。

3.5 運行目的別交通量

東京区部内々の貨物車による運行目的別実車トリップ数を表－3.6に示す。

目的別の実車トリップ数では配達・納品が最も多く、全体の85%を占めている。

3.6 トリップ時間分布

貨物自動車の東京区部内々交通を対象に、貨物の積み込みから荷卸までの時間でみた

トリップ時間分布を図－3.16に示す。最頻

値は30～45分のランクであるが、60分以上も比較的多い。なお、トリップ数の多い軽雑工業品を積載する交通あるいは「販売・配達・納品」目的の交通について個別にみた場合も同様の傾向がみられた。

表－3.5 東京区部内々の積載品目別交通量
(千トリップ/日)

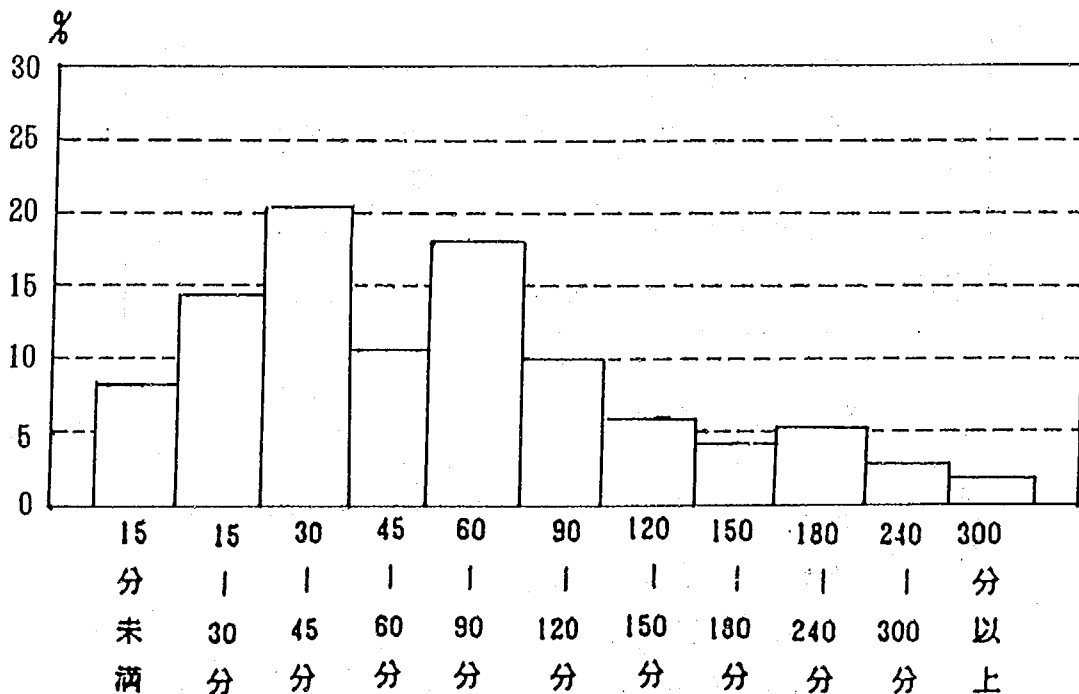
上位10位品目	交通量	上位10位品目	交通量
食 料 品	153	金 属 製 品	43
出版・印刷物	73	畜 産 品	38
化 学 薬 品	68	電 気 機 器	35
穀 物	55	計	612
衣服・身回品等	53	全実車交通量 に対する割合	(57.0)
紙・パルプ	50	全実車交通量	1073
文具・楽器等	44		

資料：東京都市圏物流流動調査

表－3.6 運行目的別実車トリップ数
(東京区部内々)

(単位：千実車トリップ)

配達・納品	698 (85.0%)	出 勤	0.07 (0.0)
仕入・集荷	8 (1.0)	買 物 等	0.03 (0.0)
その他の運搬	46 (5.6)	帰 宅	0.2 (0.0)
物なし業務	0.02 (0.0)	合 計	821 (100.0)
帰 社	68 (8.3)		



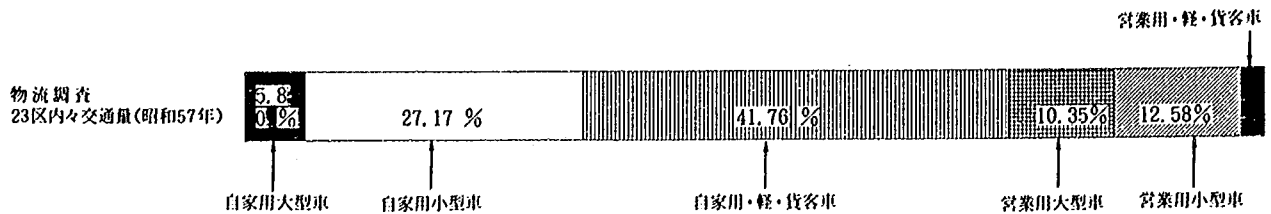
図－3.16 東京区部貨物車交通トリップ時間分布

3.7 営業用貨物自動車の占める割合

1) 東京区部内々交通量に占める営業用車率

東京都市圏物資流動調査での東京区部内々交通量に占める営業用車率を図－3.17に示す。

23区内々交通量に占める営業用車率は約25%となっている。一般の道路交通での状況と比較してやや低いと思われるため、以下のように他調査データでチェックを行った。



図－3.17 東京区部内々交通量に占める営業用車率

2) 全国の貨物車交通の営業用車率

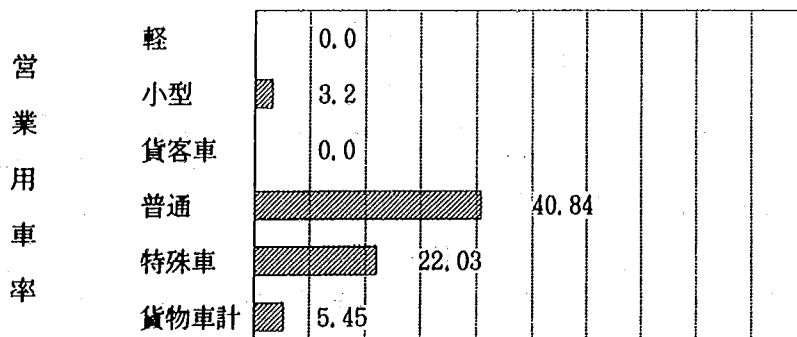
全国の貨物車交通の営業用車率を自動車起終点調査(カーOD)データから集計した結果を表－3－7, 8及び図－3.18, 19に示す。

交通量ベースの営業用車率は5.45%であり、走行台キロベースの営業用車率は19.64%となっており、平均トリップ長(営業用貨物車: 22.5 km, 自家用貨物車: 5.3 km)の違いにより、走行台キ

表－3.7 自営別車種別の交通量

(千トリップエンド)

交 通 量						
	軽貨物車	小 型 貨物車	貨客車	普 通 貨物車	特種車	(計) 貨物車
自家用	42,600	23,846	11,777	5,121	2,140	85,484
営業用	0	790	0	3,535	605	4,930
計	42,600	24,636	11,777	8,656	2,745	90,413
営業用 車率(%)	(0.00)	(3.20)	(0.00)	(40.84)	(22.03)	(5.45)



図－3.18 交通量ベースの営業用車率

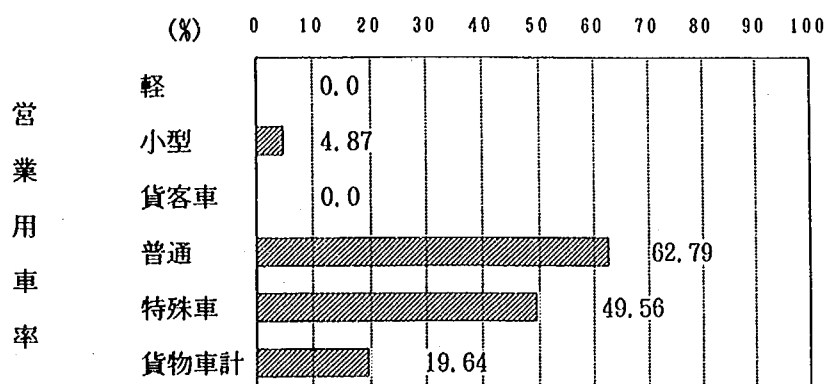
ロベースの営業用車率が高くなっている。

なお、貨物車として登録されているが、使用形態が乗用車に近い軽貨物車と貨客車を除いて考えると台キロベースの営業車率は約34％、普通車のみについてみれば交通量ベースで40％、走行台キロベースでは60％を越える営業車率となっている。

表－3.8 自営別車種別の走行台キロ

(千台キロ)

	交 通 量					(計) 貨物車
	軽貨物車	小型 貨物車	貨客車	普通 貨物車	特殊車	
自家用	165,658	147,067	74,767	53,213	14,047	454,751
営業用	0	7,526	0	89,803	13,800	111,129
計	165,658	154,593	74,767	143,016	27,846	565,880
営業用 車率(%)	(0.00)	(4.87)	(0.00)	(62.79)	(49.56)	(19.64)



図－3.19 走行台キロベースの営業用車率

3) 東京区部の貨物車交通の営業用車率

東京区部の貨物車交通の営業用車率をカーOD調査データから集計した結果を表－3.9、10及び図－3.20、21に示す。

交通量ベースの営業用車率は約15％であるが、台キロでは営業用車のトリップ長（自家用車：14.1km，営業用車：29.6km）の方が長いため、台キロベースの営業用車率は約27％と高くなっている。

なお、貨物車として登録されているが、使用形態が乗用車に近い軽貨物車と貨客車を除いて考えると台キロベースの営業車率は約36％である。東京区部では、全国平均に比べて営業車率が高く、特に小型車の営業車率が10％を越えているのが特徴的である。

表- 3.9 自営別車種別の交通量

(トリップ)

	交 通 量					
	軽貨物車	小型貨物車	貨客車	普通貨物車	特種車	(計)貨物車
自家用	486,412	823,313	314,771	113,924	54,924	1,793,646
営業用	75	118,618	254	160,733	35,049	314,729
計	486,487	914,931	315,025	274,657	89,975	2,108,075
営業用車率(%)	(0.02)	(12.59)	(0.08)	(58.52)	(38.95)	(14.93)

表- 3.10 自営別車種別の走行台キロ

(台km)

	交 通 量					
	軽貨物車	小型貨物車	貨客車	普通貨物車	特種車	(計)貨物車
自家用	4,153,820	11,056,388	5,017,848	2,762,232	2,313,022	25,283,871
営業用	19,439	1,791,649	55,082	6,587,007	860,730	9,313,907
計	4,153,820	12,848,037	5,072,930	9,349,239	3,173,752	34,597,778
営業用車率(%)	(0.46)	(13.94)	(1.09)	(70.46)	(27.12)	(26.92)

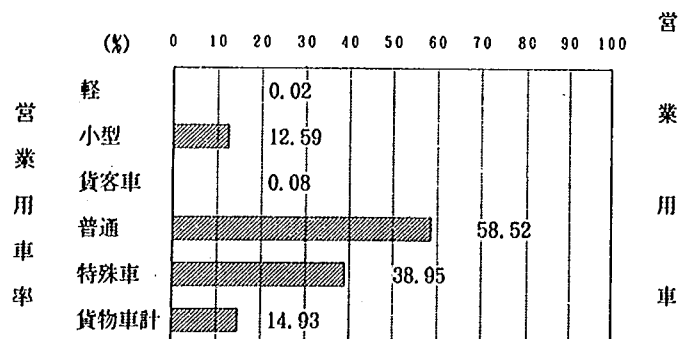


図- 3.20 交通量ベースの営業用車率

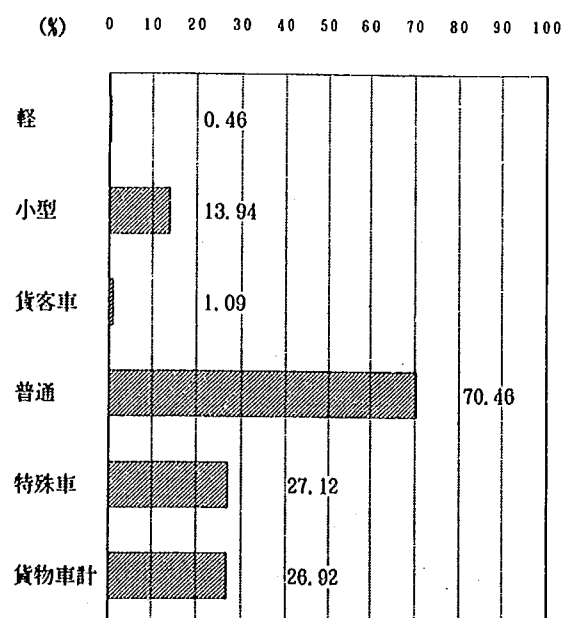
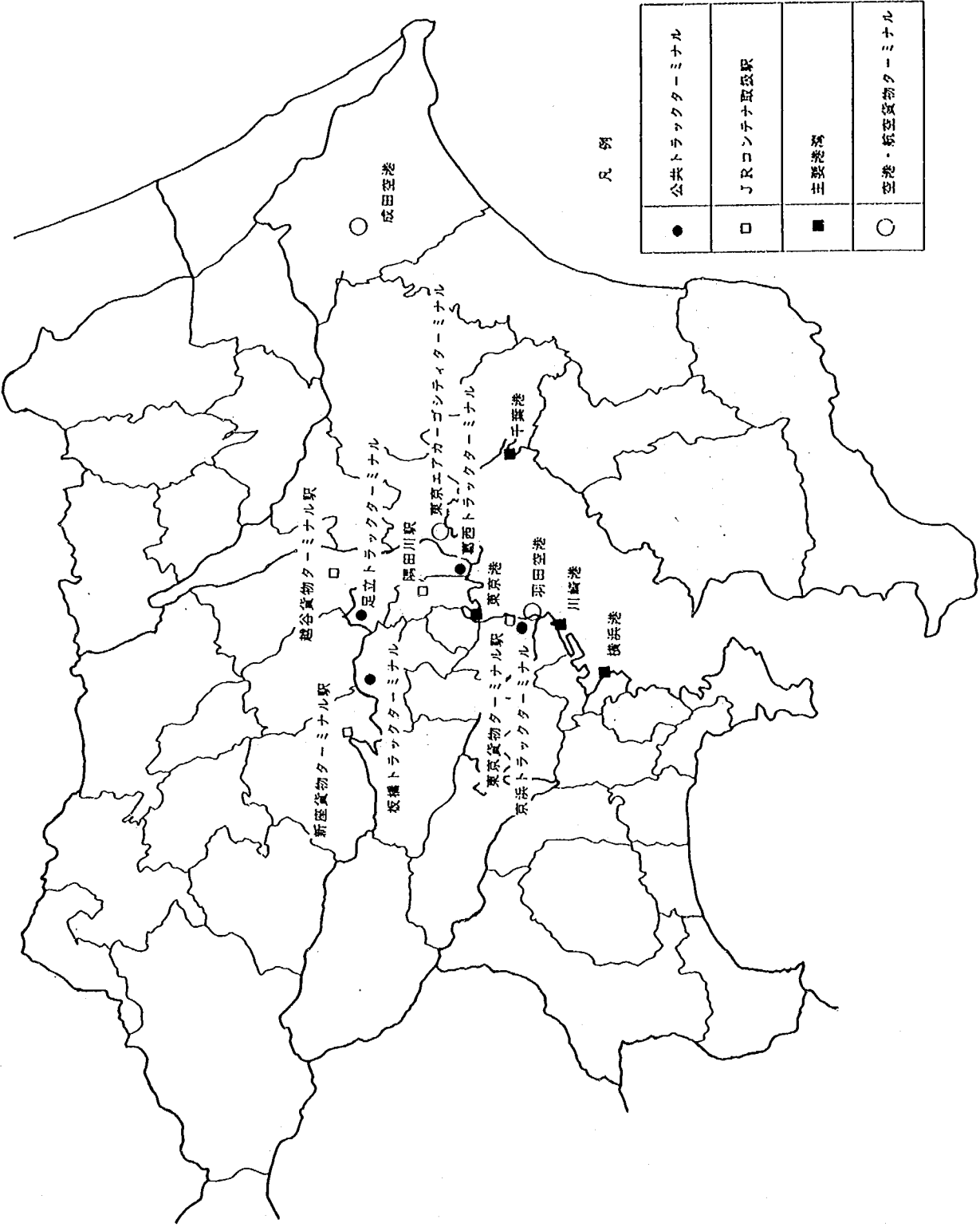


図- 3.21 台キロベースの営業用車率

3.8 物流拠点施設の立地状況

1) 首都圏の主要物流拠点立地状況

首都圏の主要物流拠点施設を図－3.22に示す。



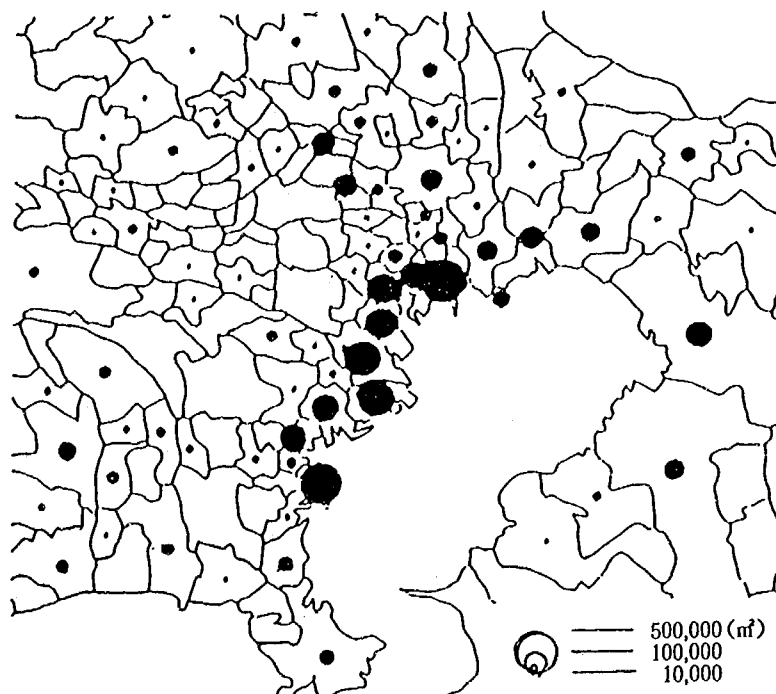
図－3.22 首都圏の主要物流拠点施設の分布状況

2) 倉庫の立地及び物流活動

(1) 倉庫の分布状況

首都圏における倉庫立地分布状況を図－3.23に示す。

東京区部では、江東区、大田区、港区、品川区といった臨海部の区での集積が高く、東京区部以外でも、横浜市中区、鶴見区、川崎市川崎区といった臨海部を中心に立地している。

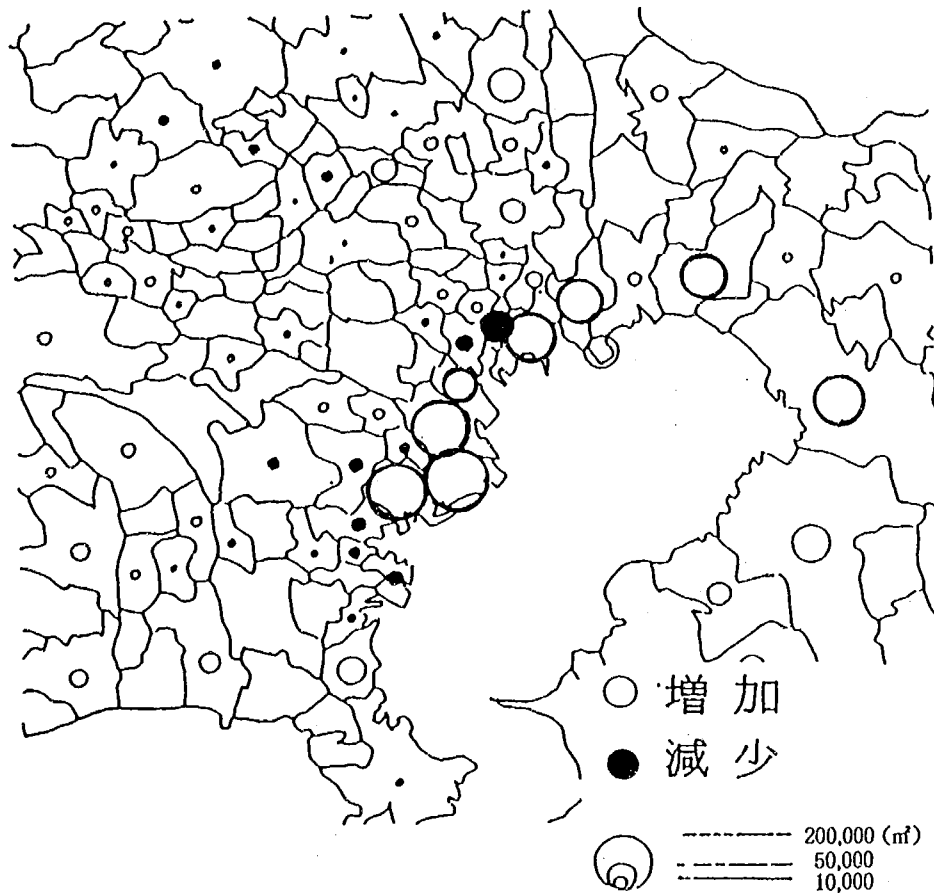


図－3.23 首都圏における倉庫立地分布
(昭和62年4月1日現在, 1－3類倉庫)

(2) 倉庫の立地分布の推移

首都圏における倉庫立地分布の増減（昭和52－62年）を図－3.24に示す。

昭和52年から62年にかけての10年間の増減傾向をみると、特に増加しているのは川崎区、大田区、鶴見区、千葉市、江東区、江戸川区、船橋市であり、逆に中央区、港区や中区、神奈川区などでは減少している。中央区では、急激に移転が進行しているが、跡地は事務所、空き地・駐車場、住宅施設等に転換している。



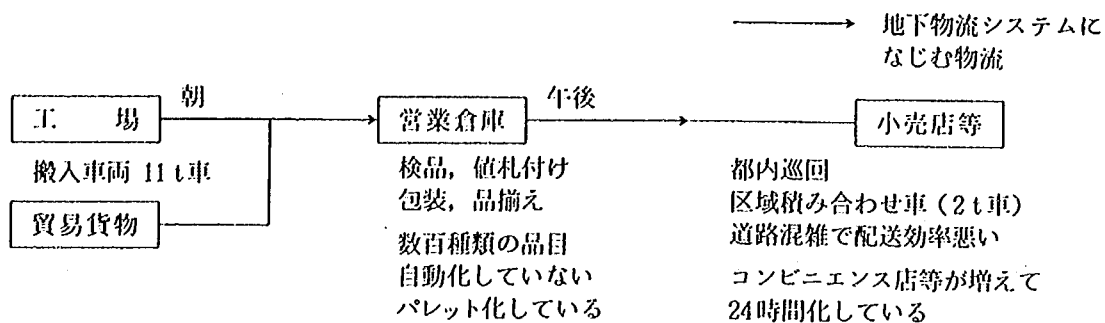
図－3.24 首都圏における倉庫立地分布の推移
（昭和52－62年，1－3類倉庫）

3) 東京の団地倉庫の実態

東京都内の団地倉庫へヒアリングした結果を以下に示す。

① 倉庫の物流パターン

- ・東京団地倉庫(株)で都内の倉庫の貨物量の20%を占める。
- ・以下のような流通パターンで、比較的定常的な物流が多い。(頻度, OD)



- ・流通加工・需給調節機能をもたせている。
- ・メーカーも用地難で営業倉庫利用が増えている。
- ・倉庫同士での貨物の融通もしている。
- ・加盟倉庫業者1社で100社の荷主を持つ。

東京都内の団地倉庫の位置及び規模は以下に示すとおりである。

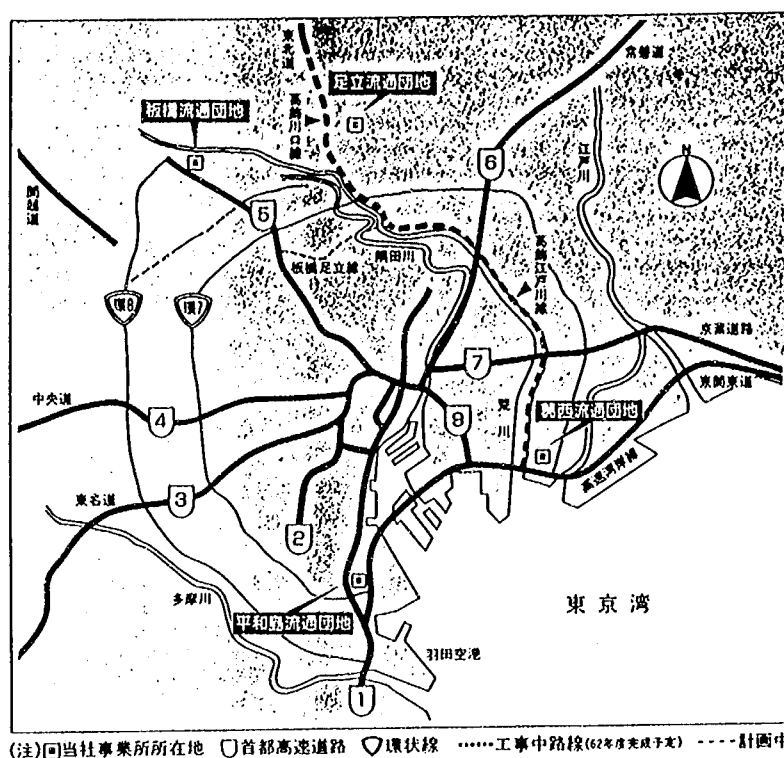


図-3.25 東京都内の団地倉庫

表-3.12 東京都内の団地倉庫の規模

	平和島倉庫	板橋倉庫	足立倉庫	葛西倉庫
使用開始日	昭和45年6月	昭和48年8月	昭和52年4月	昭和60年10月
敷地面積	72,900㎡(22,000坪)	36,600㎡(11,000坪)	39,600㎡(12,000坪)	73,000㎡(22,000坪)
倉庫延床面積 (含付属事務室)	134,200㎡(40,600坪) A棟68,400㎡ B棟36,800㎡ C棟14,700㎡ D棟14,300㎡ } 4棟	101,500㎡(30,700坪) 1棟	100,100㎡(30,300坪) 北棟60,300㎡ 南棟39,800㎡ } 2棟	127,000㎡(38,400坪) A棟30,300㎡ B棟48,700㎡ C棟48,000㎡ } 7棟
構 造	A・B・C棟 鉄筋コンクリート4階建 D棟 鉄骨鉄筋コンクリート 5階建 高床・低床併用	鉄骨鉄筋コンクリート 5階建 高床(ピロティ方式)	鉄骨鉄筋コンクリート 5階建 高床・低床併用	鉄骨鉄筋コンクリート 5階建 高床
荷役設備	エレベーター 54基 垂直搬送機 1基 栈橋300t解 4バース	エレベーター 41基	エレベーター 30基	エレベーター 39基 垂直搬送機 3基 テーブルリフター 19台
付 帯 設 備	レーダー警備装置 消防用設備 〔屋内外消火栓設備〕 自動火災報知設備 防火シャッター 他			レーダー警備装置 消防用設備 〔屋内外消火栓設備〕 消火栓用自家発電設備 自動火災報知設備 防火シャッター 他 エアシューター17セット
管理事務棟	4階・一部5階建4,200㎡	2階建660㎡	3階建1,000㎡	5階建2,100㎡

② 貨物の入庫元，出庫先等

東京都内の団地倉庫における貨物の入庫元及び出庫先は以下に示すとおりである。



●平和島倉庫

関東	中部	近畿	外国	その他
36%	8%	7%	40%	9%

その他は北海道、東北
中国、四国、九州、沖縄

●板橋倉庫

関東	中部	近畿	その他
62%	31%	2%	5%

その他は北海道、東北
九州、沖縄、外国

●足立倉庫

関東	中部	近畿	中国、四国	その他
64%	15%	3%	8%	10%

その他は、北海道、東北
九州、沖縄、外国

●葛西倉庫

関東	中部	近畿	北海道、東北	その他
42%	26%	9%	14%	9%

その他は九州、沖縄
外国

出 庫

●平和島倉庫

関東	中部	近畿	外国	その他
54%	5%	4%	30%	7%

その他は北海道、東北
中国、四国、九州、沖縄

金属製品・食料工業品
化学工業品 雑貨 等

●板橋倉庫

関東	中部	近畿	その他
80%	13%	3%	4%

その他は、北海道、東北
中国、四国、九州、沖縄

紙 パルプ 食料工業品
金属製品 雑貨 等

●足立倉庫

関東	中部	近畿	その他
79%	11%	3%	7%

その他は北海道、東北
中国、四国、九州、沖縄

紙 パルプ 金属製品
繊維工業品 雑貨 等

●葛西倉庫

関東	中部	近畿	北海道、東北	その他
83%	4%	6%	6%	1%

その他は九州、沖縄

食料工業品 紙 パルプ
繊維工業品 等

(昭和61年4月調査)

3.9 ターミナル経由の物流実態

1) 公共トラックターミナルでの取扱貨物量

路線トラックの最新の物流実態について、「都内における運行車の走行及び集配活動に関する調査報告書」(昭和63年5月東京路線トラック協議会)に基づき把握すると表-3.11に示すとおりであり、集荷、配達、中継(例えば、関西方面から東北方面などのように東京都市圏に関係しない物流で路線運行車から別の路線運行車に中継される物流)のトータル値でみると、ほぼ全ターミナルとも約7,000トンと平均化している。

表-3.11 公共トラックターミナルの集配
・中継別取扱貨物量 (単位:トン)

	集 荷	配 達	中 継	合 計
京 浜	3,670	2,849	583	7,102
板 橋	4,067	2,414	519	7,000
足 立	3,891	2,319	791	7,001
葛 西	3,372	2,409	1,521	7,302
公共トラック ターミナル計	15,000	9,991	3,414	28,405
専用トラック ターミナル計	14,570	9,816	1,547	25,933
都 区 内 計	29,570	19,807	4,961	54,338

* 公共トラックターミナル及び専用トラックターミナルでの取扱貨物量は約54,000トン/日であり、23区内々の積載量ベースの物流量590,000トン/日の9.2%の割合となっている。

2) 公共トラックターミナルの集配圏域

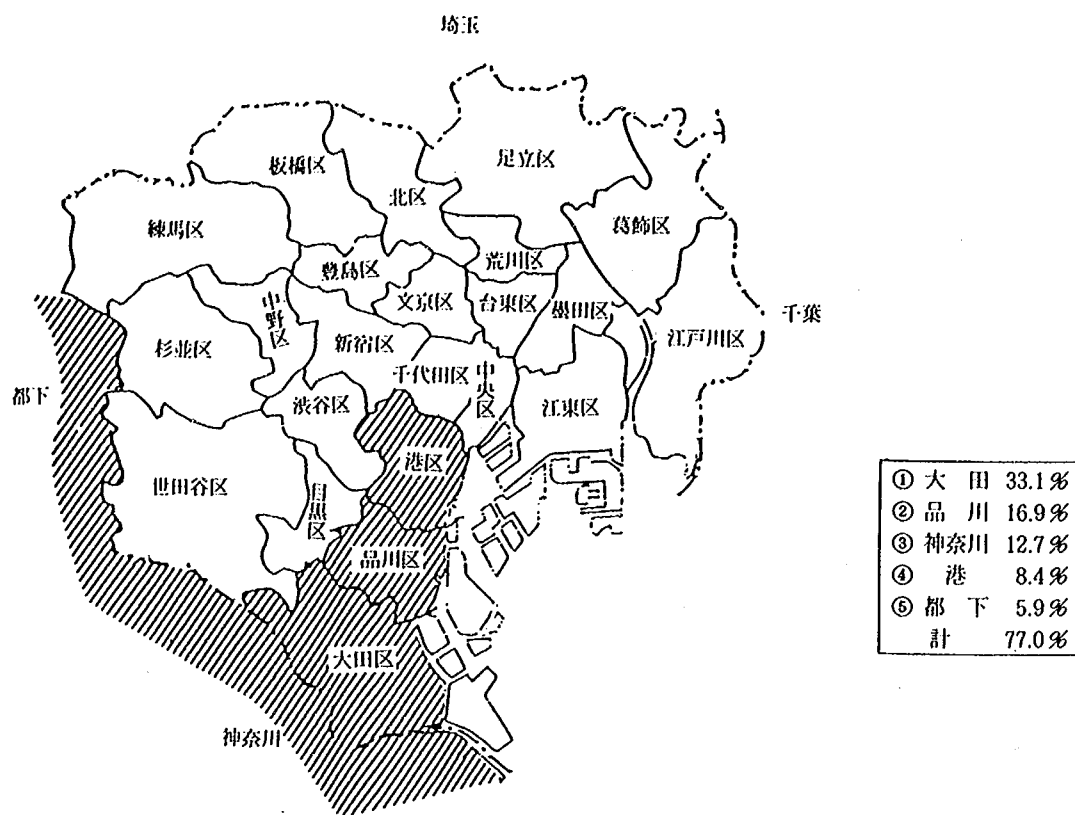
「都内における運行車の走行及び集配活動に関する調査報告書」に基づき各ターミナルの集配圏をみると概ね表-3.12に示すような地域分割がなされている。

表-3.12 各ターミナルの集配圏域

京 浜	主な集荷先は、大田区、品川区、神奈川県、港区、都下となっており、配達先でみても、上位5地区まではほぼ同様の地域となっている。(図-3.26)
板 橋	主な集荷先は、埼玉県、板橋区、北区、都下、練馬区である。配達先もほぼ同様であるが、集荷・配達とも埼玉県の割合が、それぞれ45.8%、39.9%と高い。(図-3.27)
足 立	主な集荷先は、埼玉県、足立区、北区、千葉県、練馬区である。配達先は埼玉県、足立区、荒川区、練馬区、葛飾区となっており、板橋ターミナルと同様に、埼玉県の割合が集荷・配達とも約50%と高い。(図-3.28)
葛 西	昭和58年4月に営業開始した最も新しい公共ターミナルであり、主な集荷先は千葉県、江戸川区、江東区、墨田区、葛飾区であり、配達先も同様であり、千葉県の割合が約30%と高い。(図-3.29)

また、各公共ターミナルの集配圏を図-3.26~3.30まで示す。

〔集 荷〕



〔配 達〕

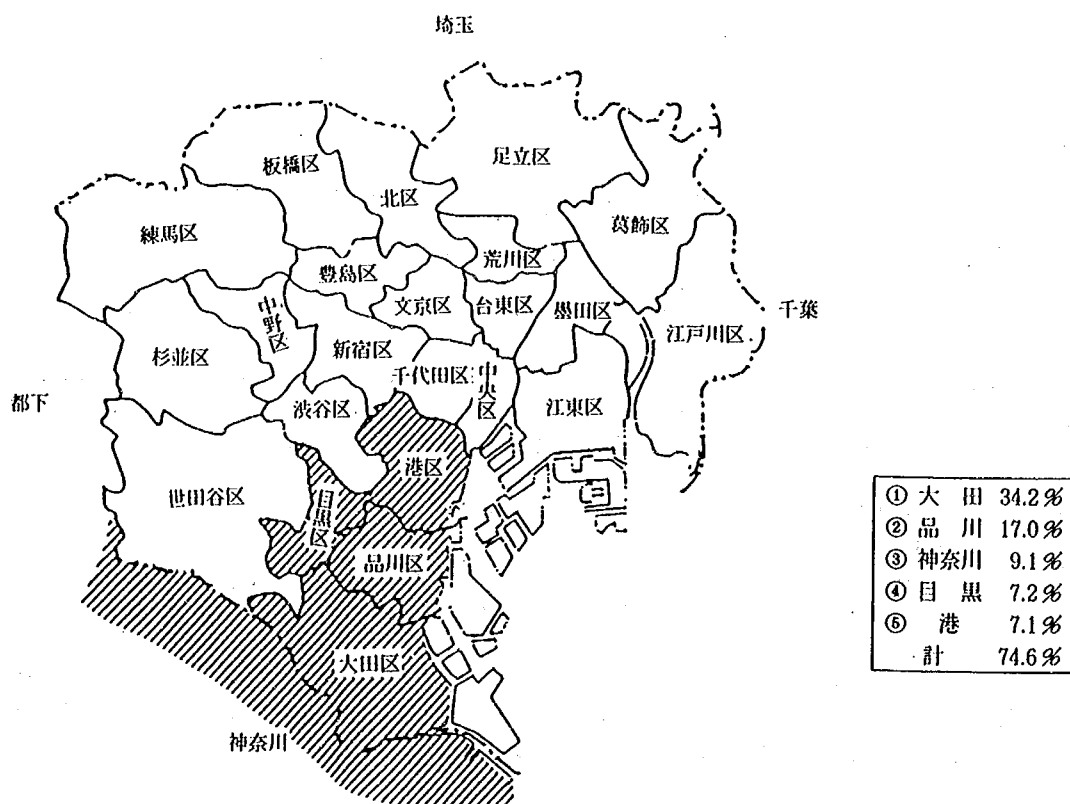
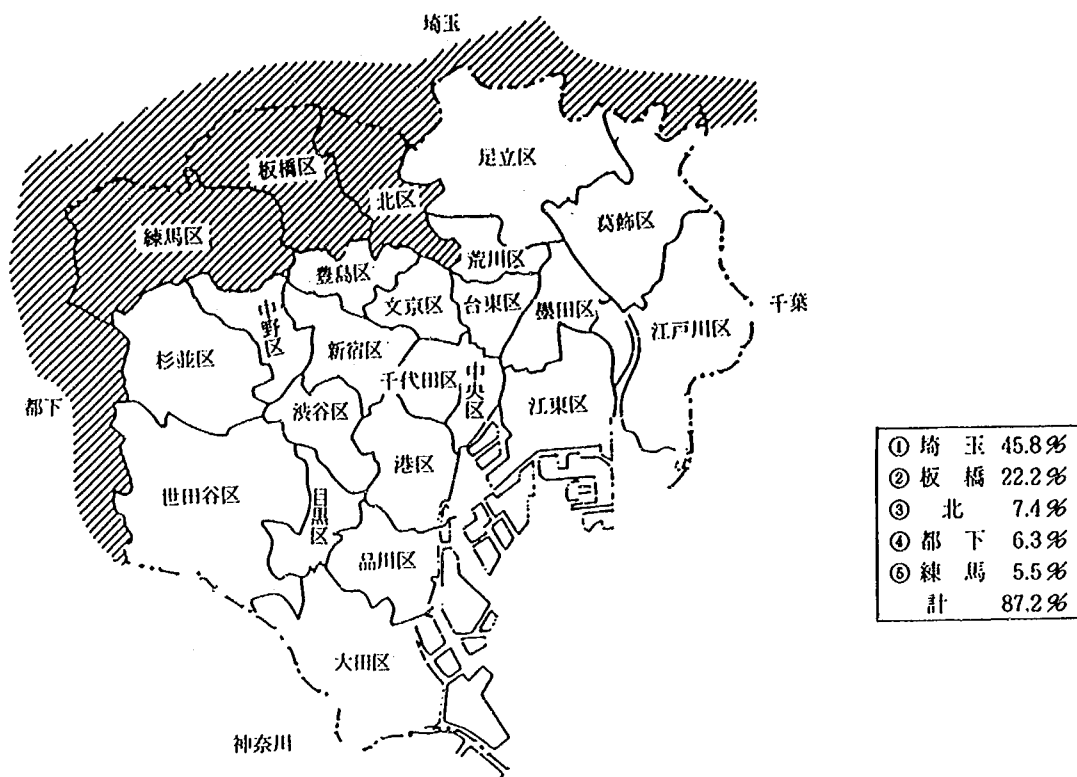


図-3.26 公共ターミナルの集配圏（京浜ターミナル）

〔集荷〕



〔配達〕

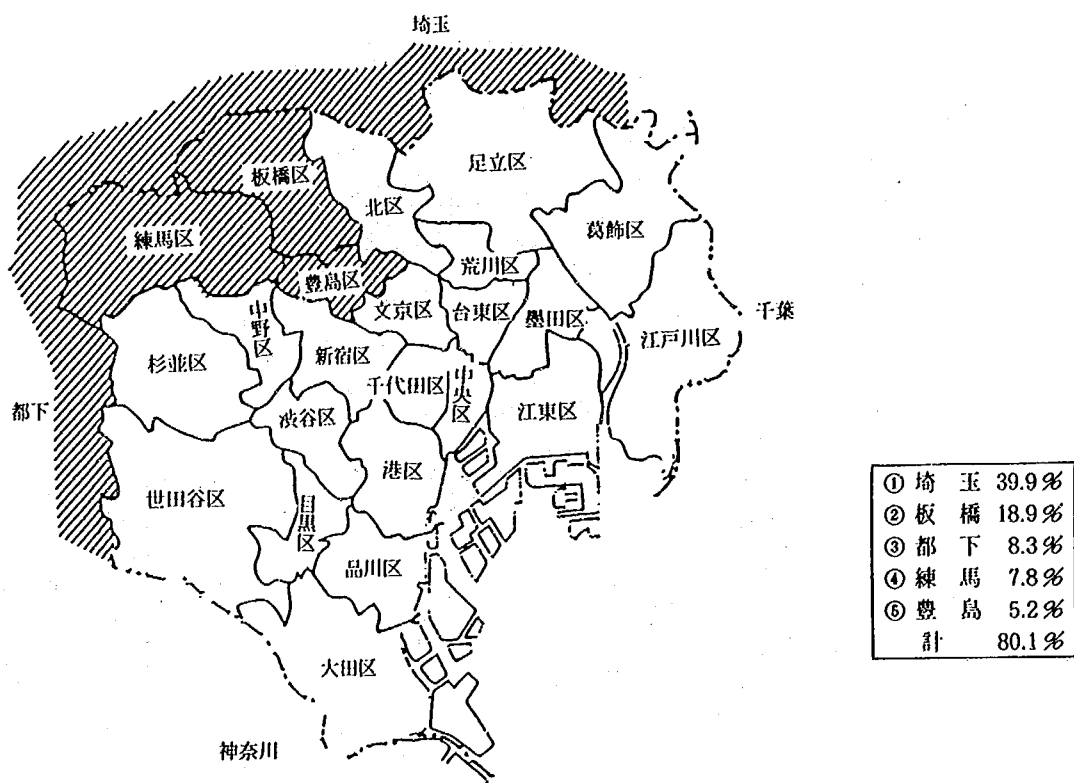
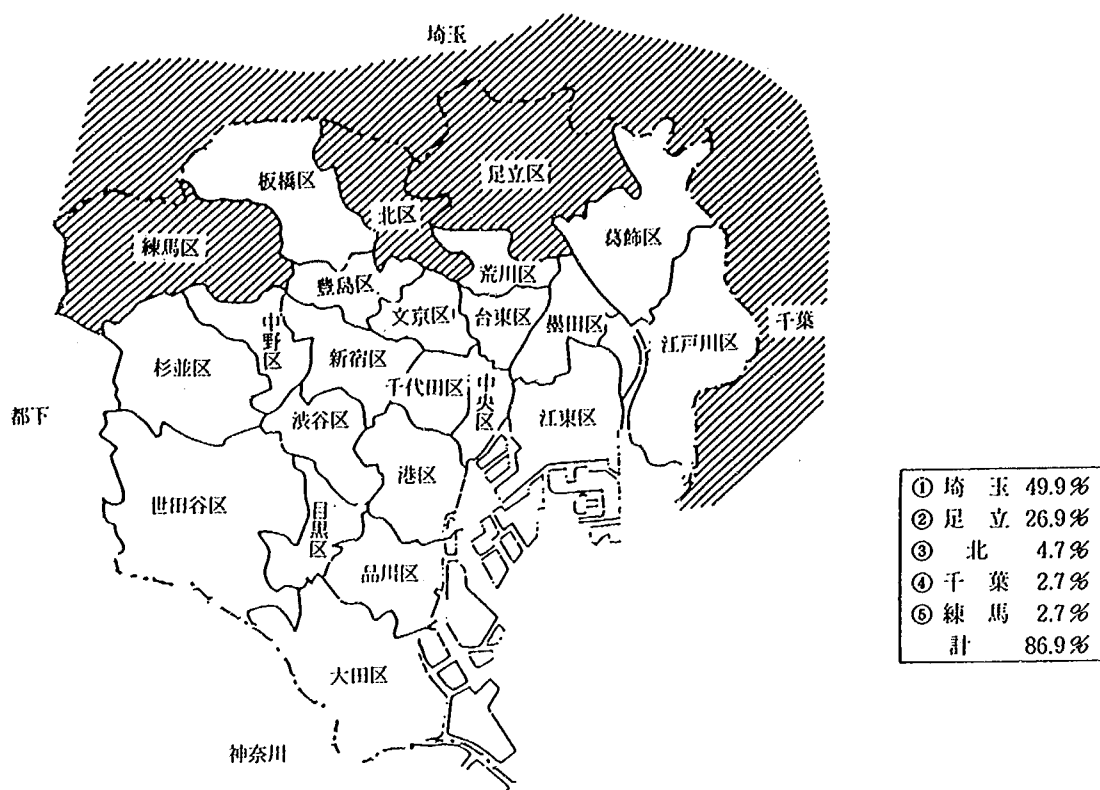


図-3.27 公共ターミナルの集配圏 (板橋ターミナル)

〔集 荷〕



〔配 達〕

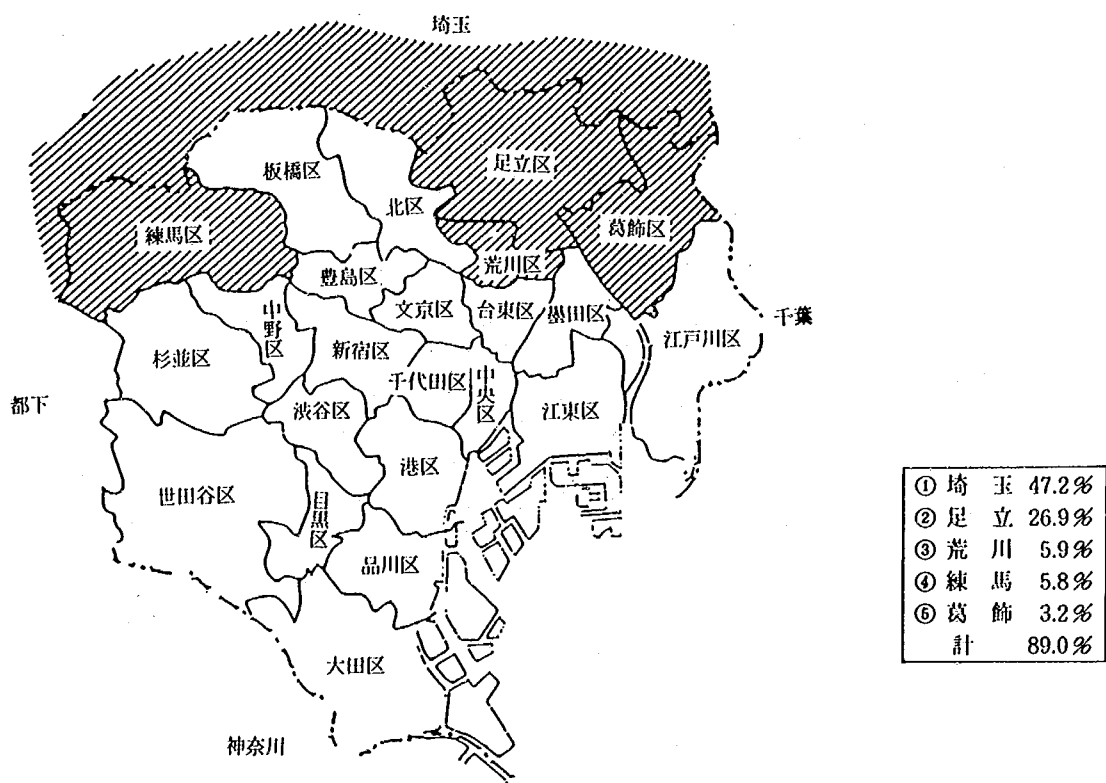
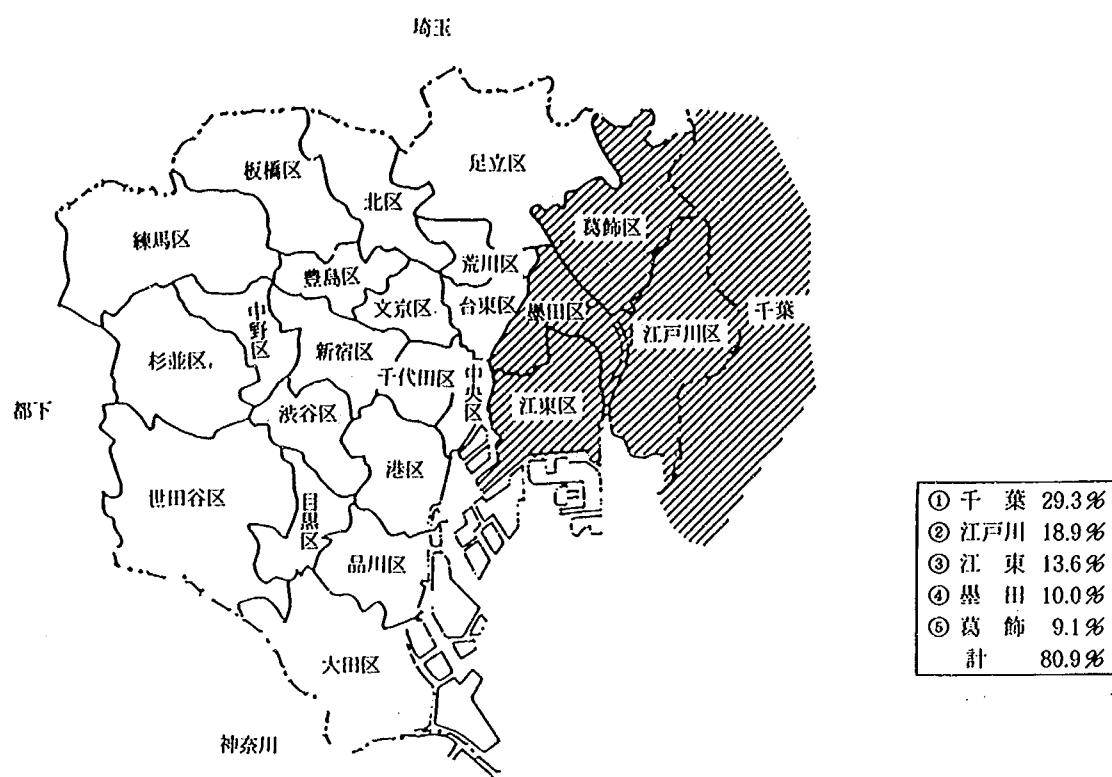


図- 3.28 公共ターミナルの集配圏（足立ターミナル）

〔集 荷〕



〔配 達〕

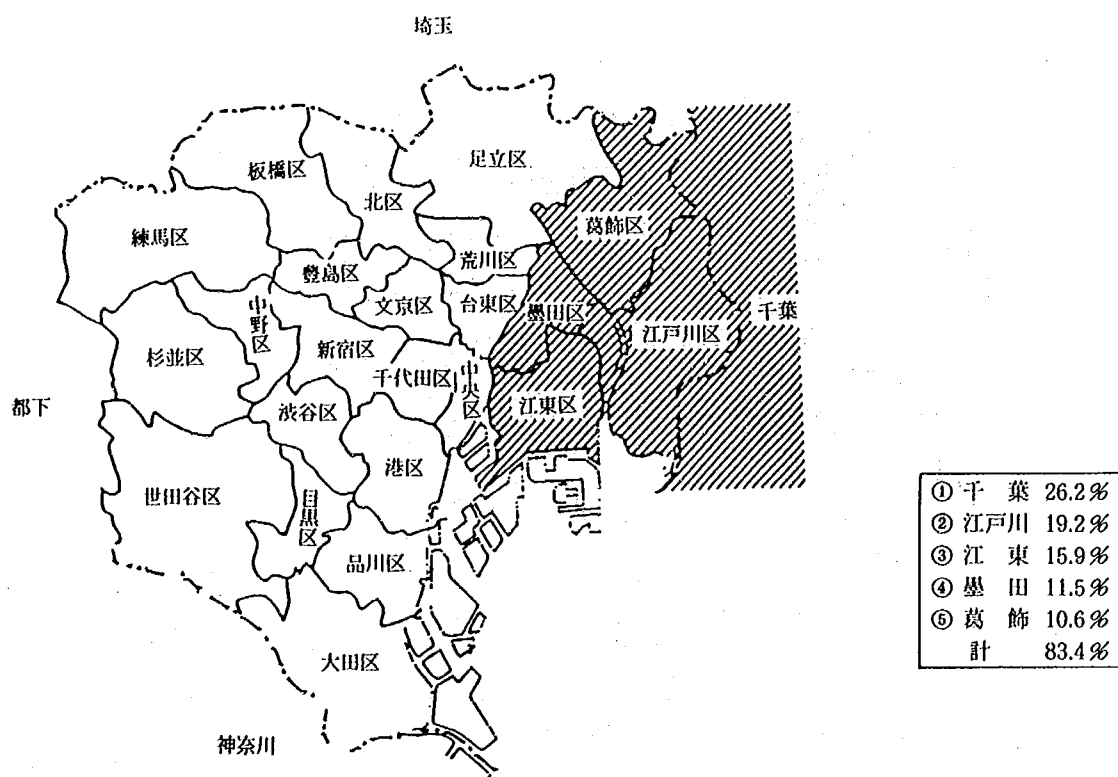
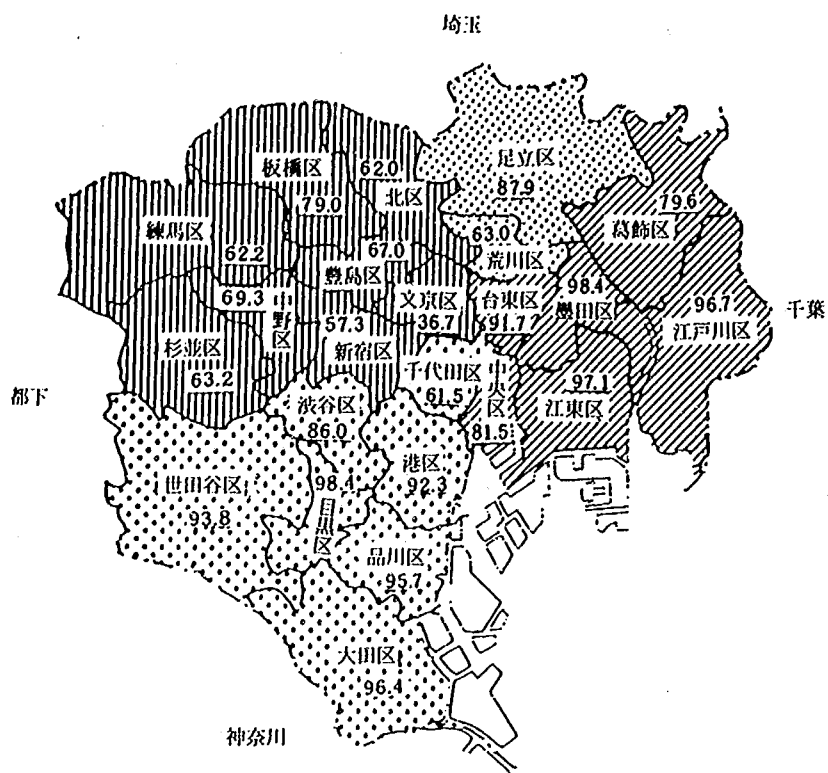


図- 3.29 公共ターミナルの集配圏（葛西ターミナル）

〔集荷〕



〔配達〕

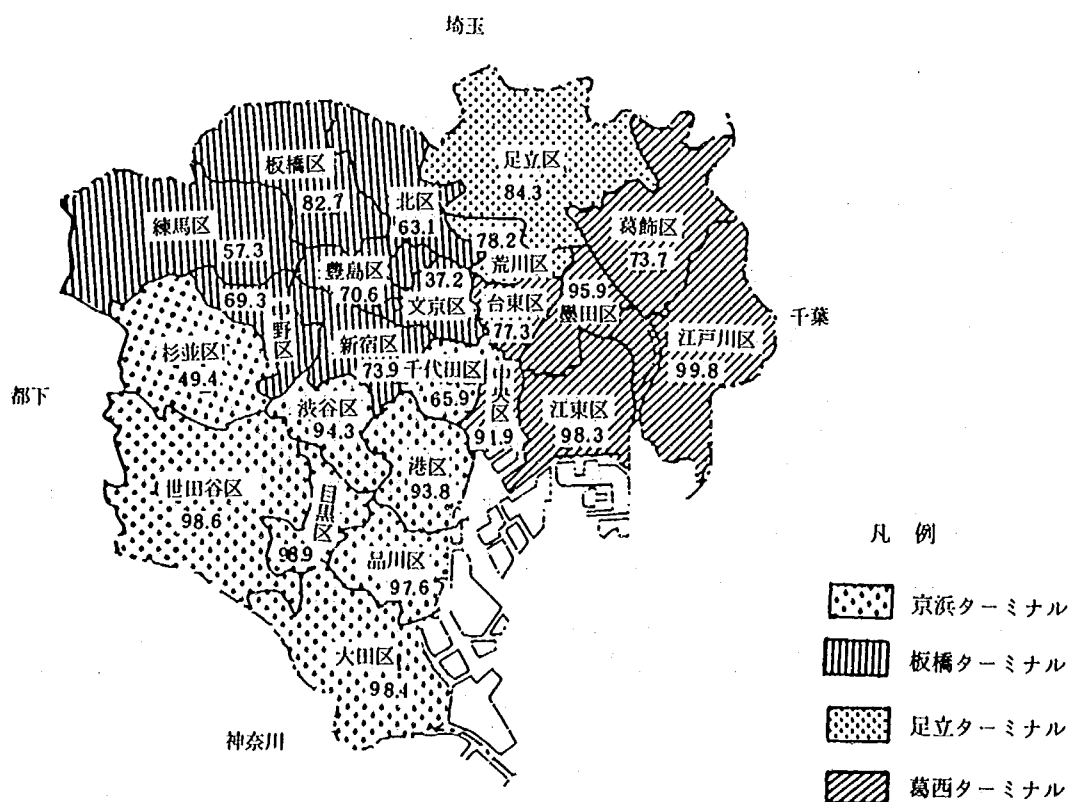


図- 3.30 区別集配量の最多利用公共ターミナル分布

3) 公共トラックターミナルの路線・集配運行台数

(1) 路線車運行台数

「首都圏における路線トラックの拠点整備に関する調査」(昭和56年東京路線トラック協議会)での路線トラックによる首都圏外との流動は、表－3.13に示すとおり発着計 61,267 トン/日、6,448 台/日となっており、1 台あたりの積載量は 9.5 トン/台 ($61,267 / 6,448 = 9.5$) と高い。最大積載量クラス別では 10 トン車以上のクラスで 9 割を占めている。

表－3.13 路線運行車による首都圏・首都圏外間の物流量と運行車台数
(専用ターミナル取扱分も含む)

地 域	発 送 量 (t/日)	到 着 量 (t/日)	最大積載量 ク ラ ス (t)	運行台数 (発着計) (台/日)	構 成 比 (%)
東 京	20,147	18,315	～ 2.0	2	0.1
埼 玉	3,514	2,389	2.1 ～ 4.0	150	2.3
千 葉	1,494	1,360	4.1 ～ 8.0	65	1.0
神奈川	4,992	4,164	8.1 ～ 10.0	544	8.4
栃 木	967	770	10.1 ～	5,063	78.5
群 馬	970	1,046	(小計)	(5,824)	(90.3)
山 梨	219	358	セミトレ	158	2.5
茨 城	413	149	フルトレ	466	7.2
計	32,716	28,551	(小計)	(624)	(9.7)
発着計	61,267		計	6,448	100.0

※ 首都圏に起終点を有する路線トラック 139 社、783 直営事業所が調査対象

路線運行車の台当りの積載量 (9.5 トン/台) で表－3.11 に示した公共トラックターミナルの取扱貨物量を割ると、発生 (集荷 + 中継) では 1,938 台/日、集中 (配達 + 中継) では 1,411 台/日となる。

(2) 集配車運行台数

① 集配車両の最大積載量クラス

集配車両の最大積載量クラスは表－3.15 に示すとおりであり、1.1 ～ 5.0 トンまでで約 90% を占めている。

② 集配車両の運行台数

次いで、表－3.16 の公共トラックターミナル平均の 1 日 1 台当りの集配回数と集配量から、台当りの集配貨物量を求めると、3.2 トン/台となっている。表－3.11 に示したトラックターミナルの集荷貨物量、配達貨物量をこの値で割ると、発生 (配達) では 3,122 台/日、集中 (集荷) で 4,688 台/日となる。

公共トラックターミナル及び専用トラックターミナルでの路線車及び集配車の交通量を推計す

ると表-3.14のとおりである。合計で約22,000台/日であり、23区の内々・内外・外内合計の交通量1,560,000台の1.4%のシェアで比較的少ない。

表-3.14 各トラックターミナルでの路線車
及び集配車の交通量
(台/日)

	路 線 車 発生・集中	集 配 車 発生・集中	合 計
公共ターミナル	3,349	7,810	11,159
専用ターミナル	2,893	7,621	10,514
計	6,242	15,431	21,673

表-3.15 最大積載別集配車両台数
(台, %)

公共・都区内	～1.0トン	1.1～2.0	2.1～4.0	4.1～5.0	5.1トン～	計
京 浜	55 (6.6)	295 (35.9)	287 (34.9)	131 (15.9)	54 (6.6)	822 (100.0)
板 橋	21 (3.9)	195 (35.9)	211 (38.9)	54 (9.9)	62 (11.4)	543 (100.0)
足 立	6 (1.5)	137 (33.2)	195 (47.2)	53 (12.8)	22 (5.3)	413 (100.0)
計	82 (4.6)	627 (35.3)	693 (39.0)	238 (13.4)	138 (7.8)	1,778 (100.0)
都 区 内	211 (4.5)	1,772 (37.9)	2,063 (41.1)	362 (7.7)	266 (5.7)	4,674 (100.0)

表-3.16 1日当りの集配効率

公共・都区内	1事業所当り 集 配 台 数	1日1台当り 走 行 キ ロ	1日1台当り 集 配 回 数	1日1台当り 集 配 量	1回 当 り 走 行 キ ロ
京 浜	21.1 (台)	55.9 (km)	2.2 (回)	5.8 (トン)	25.9 (km)
板 橋	18.1	61.6	2.0	7.6	30.9
足 立	13.8	71.4	2.3	7.7	31.6
小 計	19.1	61.2	2.1	6.8	28.7
都区内計	16.1	61.9	2.1	6.8	28.3

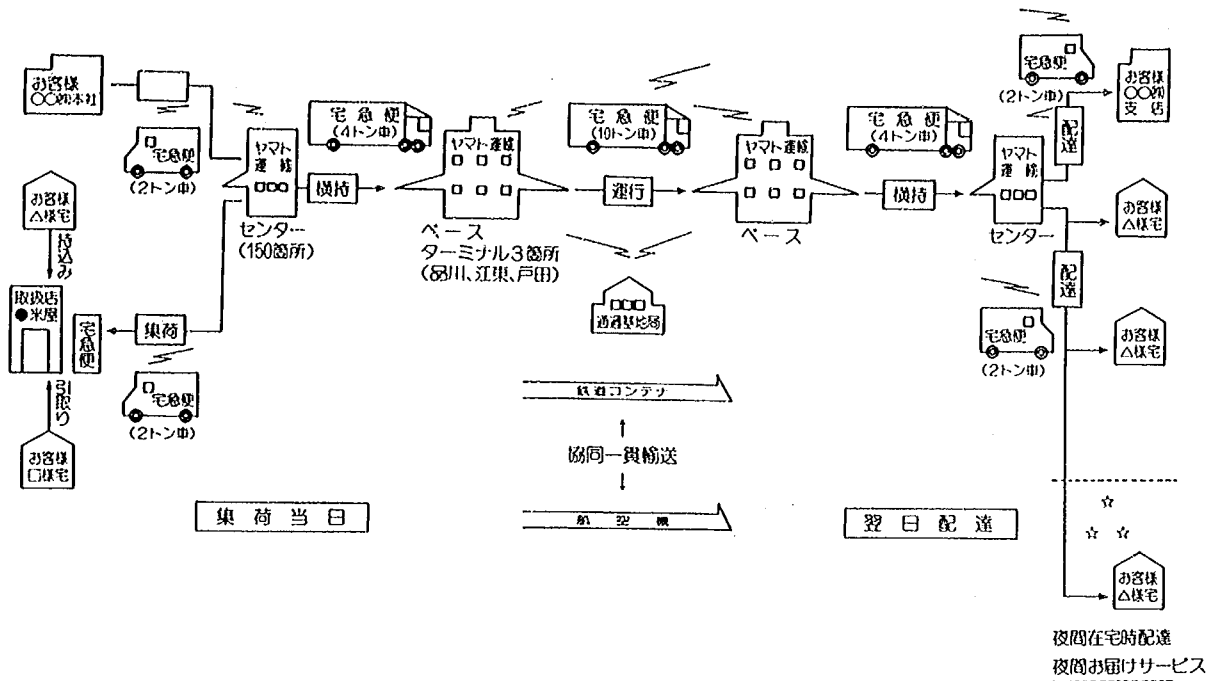
(注) 集配量は自車および備車による数量。

3.10 宅配業の現状

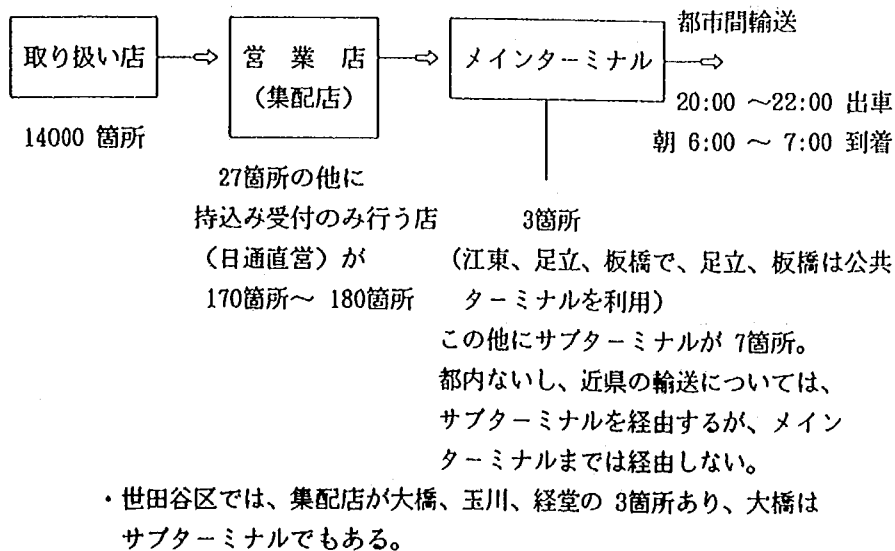
宅配業者へのヒアリング結果を以下に示す。

(1) 東京区部の宅配便の集荷・配送システムについて

〔ヤマト運輸〕



〔日本通運〕



(2) 集配車の運行特性及びサービス圏域等について

	ヤマト運輸	日本通運
集配車のサービス圏域	地域ごとに異なるが、銀座1丁目といった発生量の多い地区では3台の集配車がカバーしている。	営業店から30分程度で到達できる範囲をカバーしている。
1センター当たりの集配車の台数	20から40台	
1日の取扱量	都心では、集荷配達併せて、200個/台・日（書類が多い）。 住宅地では120から130個程度	配達：午前中に配達できる数だけ持っていく。50から60個/台。 営業店の取扱量 ：1,000から4,000個/日。都心と住宅地では取扱量はかなり異なる。
集配車の運行等	運行ルート、時間はその日によって変わるが、基本的に午前に配達、午後に集荷。（1回ないし2回）。	配達：午前1回ないし午後1回。 集荷：午後1回ないし2回。 多いところでは午前中も集荷している。

	ヤマト運輸	日本通運
センター・ターミナル間の運行	センターからターミナルまでの運行は、ターミナルでの仕分け処理（2－3時間自動仕分け）の時間及び路線運行車の出発時刻（21時頃）に間に合うように、概ね18時30分から20時までにターミナルに到着するように運行している。	
センター・ターミナルの規模（面積）	センター：600㎡程度 ターミナル：20,000㎡程度	中央（江東）ターミナルでは自動仕分け機を導入しているので、66,000㎡位になる。自動仕分け機を導入すると、最低16,000㎡のスペースが必要となる。 サブターミナル：1,000㎡程度

(3) 積荷の大きさ、選別方法について

	ヤマト運輸	日本通運
積荷の制限, 平均重量	縦・横・高さの和が120cm以内。 平均重量は約10kg/個。	縦・横・高さの和が120cm以内。 料金は2kg未満, 5kg未満, 10kg未満, 20kg未満の4ランク分け。 平均重量は約10.5kg/個。 今後は, 2kg以下の荷物が全体の1/2位になるという見通しもある。郵便小包との競合が激しくなりそうである。
行き先別の選別方法	伝票に行き先番号を記入し, コードを読み取り, 自動仕分けを行っている。 10万個/2から3時間を処理。	仕分け番号(都道府県コードと市区町村コードの2段階区分)をキーインして仕分け機に載せている。(2,000個/人・時)。 ターミナルでは20,000個/時間の処理能力となっている。

(4) 現在の輸送上の問題点と対応策

	ヤマト運輸	日本通運
問題点	道路の交通混雑 母艦方式(路上ないし駐車場で横持ち車から集配車に荷物の受渡しを行う)での対応も行っている。	ターミナルの新規立地が都市内では地価の高騰で難しく, 郊外に立地せざるを得ないが, 郊外に用地があっても住居専用地区の高度規制にひっかかり, 高度利用できない。 板橋区志村のサブターミナルでは地下2階, 地上4階と立体化した施設を整備している。 公共でのトラックターミナルの整備を望んでいる。
ジャストインタイムへの対応	宅配便は固定したシステムであるので, 23区内々の近距離の輸送も翌日配達となる。(ターミナルを経由するため)。また, 配達の時間指定はやっておらず, 時間帯(午前か午後)の指定までの対応をしている。急ぎの荷物は時間便(バイク便)。	届け先が不在となる時の再配達が多い(多いところで3割位になる)。 当日便を用意している。 11時までに集荷して, 13時までに営業店まで持っていけるものは, その日のうちに配達している(午後の配達に間に合うもの)。

3.11 ま と め

これまで分析してきた東京区部の貨物車流動特性をまとめると、以下の通りである。

- ① 東京区部の貨物の発生集中量は、昭和47年から57年までの10年間に重量ベースで20%減少しているが、件数ベースでは約37%増大しており、荷動き1件当りの重量が約半分になっている。
- ② 東京区部の貨物自動車1台当り積載重量のランク別構成比は、内々、内外、外内の各方向とも、500kg未満のランクと8t以上のランクに両極化している。
- ③ 東京区部の貨物自動車の流動方向別交通量は、区部内々の交通が8割を占めており、主要な動線は臨海部の隣接ゾーン間にみられる。これらの交通の車種構成は、一部のゾーン間を除き小型車が大半を占めており、積載品目は軽雑工業品が多い。
- ④ 東京区部内々の運行目的別実車交通量は、「販売・配達・納品」が77万トリップ/日、「仕入れ、購入、集荷」が10万トリップ/日であり、物の輸送のみのために運行している貨物車交通が8割強を占めている。
- ⑤ 東京区部内々の貨物自動車交通のトリップ時間分布は、最頻値が30～45分のランクにあるが、60分以上も比較的多い。
- ⑥ 東京区部内々の貨物車交通量に占める営業車の割合は、昭和57年東京都市圏物資流動調査データによれば約25%である。

なお、軽貨物車と貨客車を除いて自動車起終点調査データでみると約34%程度の営業率となる。

- ⑦ 首都圏の物流拠点施設の立地状況は、空港・空港関連施設ターミナル、港湾施設、公共トラックターミナル、倉庫等の主要施設の多くが東京湾沿いに集中している。

4. 地下物流システムのイメージ

東京区部の交通渋滞、交通環境、人手不足、エネルギー等の問題を解決するためには相当量の貨物自動車交通を新しい地下物流システムに転換しなければならない。そこで本章では、新しい地下物流システムのイメージを具体化するための検討結果を述べる。

4.1 システムの持つべき機能

1) 既存輸送機関別の特徴整理

輸送機関別の輸送特性の特徴を比較整理すると表－4.1、4.2 のとおりであり、近年の多頻度出荷、ジャストインタイムといった輸送の随時性、戸口性のニーズの増大に対応して、これらの視点で優れているトラック輸送が、都市内のみならず都市間輸送でもシェアを拡大していると言える。

表－4.1 物流の輸送機関相互の評価

	トラック	鉄 道	航 空 機	船 舶
速 達 性	○	○	◎	×
定 時 性	×	○	○	○
随 時 性	◎	×	×	×
戸 口 性	◎	×	×	×
事 故 安 全 性	△	○	○	○
省エネルギー性	△	◎	△	◎
低 公 害 性	△	○	○	◎

2) 地下物流システムへの一般的要請条件

トラック輸送への問題点を解決するために、道路交通を代替する地下物流システムを考えるわけであるが、地下物流システムに求められる項目を整理すると以下のとおりである。

- ① 目的地への速達性に優れていること。
- ② 十分な輸送力を有していること。
- ③ 都市内々物流需要に対しては、端末デポが至近距離（地下鉄駅並み）にあること。
- ④ 端末集配サービスを持ち、ジャストインタイム（それほど待たずに集荷・配送できること）への対応が可能なシステムであること。
- ⑤ 経済性（建設費、維持費）に優れていること。
- ⑥ 積荷の積替え、確認等が自動化され、また、集荷・配送の仕分けも自動化されること。

表-4.2 輸送機関別の特徴

	鉄 道		ト ラ ッ ク		航 空 機	船 舶
	車 扱	コンテナ扱	区 域	路 線		
輸 送 ロ ッ ト	貨物(15tが中心)単位 に1ヶ列車(650t)まで	コンテナ(5t, 10t)単位 に1ヶ列車(650t)まで	トラック(2t, 4t, 8t, 10t)単位に	ターミナル間は区域と同じ, その前後は2t, 4tで輸送	航空コンテナ(1tが多い) 単位に	一船扱の場合は500t～ 数千トンまでである ただし、近距離内航で混 載扱がある
出 荷 ロ ッ ト	15t(ワム一車単位) 以内	5tまたは10t(コンテナ 1ヶ単位)以内	2t, 4t, 8t, 10t (トラック1台単位) 以内	～2t程度以内	1t(コンテナ1ヶ単位) 以内	船舶積載可能数量が必要 ただし、混載の場合コン テナ等の制限内
輸 送 距 離 (平均)	192.0 km	897.9 km	78.3 km	387.3 km	908.3 km	435.4 km
輸 送 スピード	列車スピードは最高 100km/h ただし、集配は積替のう えトラック輸送となる	列車スピードは最高 100km/h ただし、集配は積替のう えトラック輸送となる	最高スピードは 80km/h 一般道路では 40km/h 積替の必要なし	最高スピードは 80km/h 一般道路では 40km/h ターミナルで積替が必要	700km/h～900km/h 空港で積替が必要	20km/h～45km/h 港で積替が必要
輸 送 範 囲	車扱取扱駅発着に限る ただし、臨時取扱駅の設 定は可能な駅もある	コンテナ取扱駅発着に限る ただし、直行列車のない 区間では中継が必要とな る	ODペアーは自由に設定 できるが、運転手の労働 時間に制限がある	ターミナルを中継して ODは自由に設定できる	空港間の所要時間は短い が中継、集配を考えると ODは制限される	ライナーは港ODが固定、 トランパーは港入港制限 内で選択が必要
労 働 力	運転部門では650tを1 ～2名で担当 ただし、集配がある場合 には前後に短距離区域輸 送が伴う	車扱と同様	1人1車としても最高15 tに1人の運転手が必要 である	ターミナル間および集配 部門が分かれてそれぞれ 運転手最低1名が必要 ターミナル積卸、荷捌要 員は別途必要である	運転に要する人員は集配 にトラック運転手が1車 1名必要	運行要員と集配車1台ご とに1名の運転手が必要 ただし、荷揚、船積の要 員も必要である
随 時 性	列車ダイヤにしたがって 発着する ただし、集配で若干の調 整が可能である	車扱と同様	輸送時間を考慮に入れれ ば発着時間は自由に設定 できる	ターミナル間のダイヤに 若干制約がある 集配についても一定以上 のロットが必要である	航空機運転ダイヤによる 制約がある	港運作業に時間や天候に よる制約がある
時間的正確性	列車ダイヤは、ほぼ正確 で集配作業が若干不安で ある	車扱と同様	道路交通の状況により着 時間に不安がある	ターミナル間区域と同様 また、ターミナル作業、 集配作業に不安がある	航空機ダイヤはほぼ正確 であり、集配作業もサー ビスレベルは高い	時間単位の誤差は防ぐこ とはできない
輸 送 余 力	高密度運行区間および有 効時間帯の輸送余力の確 保は困難である	車扱と同様	交通混雑道路および区間 で渋滞が発生する 運転手不足が深刻	区域と同様 特に都市内集配効率が低 下する	空港の離発着便数に限界 がある 都市内集配は路線と同様	ライナー以外は沖待ちの 港もある
公 害 発 生	オンレール輸送はほぼ無 公害、ただし、集配車は トラックである	車扱と同様	大気汚染、交通事故、振 動、騒音等の発生源とな っている	区域と同様	空港付近の騒音に問題が 多い	海上部分はほぼ無公害、 ただし、積卸作業、集配 車に若干問題あり
波 動 対 応	1ヶ列車の車両数を増減 することで対応する	1ヶ列車の積載コンテナ の個数で調整する	トラック台数単位で、仕 立を自由に増減できる	ターミナル間は最低1名 の運行が必要で、増便は 台数単位でできる	貨物室は一定で、郵便が 優先のため貨物量で調整 される	一般単位で調整できる

□ は、その評価項目に対して適応性の高いものを意味する。

資料：日本道路公団資料

3) 既開発物流システムの評価

地下物流システムの比較評価の視点として、以下の指標を取上げ、既に開発済みの物流システムについての比較評価を行った。その結果を表－4.3, 4.4に示す。

(比較評価の指標)

- ① many to many への対応
- ② コンテナ輸送への適合性
- ③ 輸送能力
- ④ 輸送距離
- ⑤ 輸送速度
- ⑥ 貨物の積み卸しでの定点停止
- ⑦ メンテナンスの容易性
- ⑧ 省空間性

これらの指標での概略的な比較でも、電動軌道システムの優位性が高いが、「many to many への対応」については、積卸し・積替えの自動化が前提となる。

表－4.3 既開発物流システムの相対評価

	ベルト コンベア システム	管路真空 収 集 システム	カプセル チューブ システム	空圧推進 路上軌道 システム	デュアル モード トラック	電動軌道 システム
many to many への対応	×	×	×	○	○	○
コンテナ化への 適合	○	×	×	○	○	○
輸 送 能 力	○	×	×	○	△	○
輸 送 距 離	○	×	×	△	○	○
輸 送 速 度	×	○	△	○	○	○
定 点 停 止	○	—	—	○	○	○
メ ン テ ナ ス	×	×	×	○	○	○
省 空 間 性	×	○	○	×	×	○

表-4.4 各物流システムの機能一覧

システム 項目		ベルトコンベア コンテナ輸送システム	管路真空収集システム	カプセルチューブ システム	空圧推進路上軌道 システム	デュアルモード トラックシステム	電動軌道システム
対象システム例		ベルチカ、ベルトコンベアによる貨物輸送システム	KUKA	エアラビット、チューブエクスプレス、カプセルライナー	アーバンフェリーシステム	DMB, DMT	MAT, FAST, VONA, CVS, NTS, KCV, オートキャリア, KRT, パラトラン 等多数
機能特性	走行方法	ベルトコンベア	真空吸引	パイプラインとカプセル	軌道、空圧浮上車	軌道、道路、車両	軌道、浮上、電動車両
	動力源	マルチプルモーター駆動	モーターによる真空吸引	モーターによる低圧空気圧送	モーターによる低圧空気圧送	電動機駆動及びエンジン駆動	電動機駆動 リニア駆動
応 性	many to many への対応	適さない。 2地点間の輸送に適している。	適さない。 2地点間の輸送に適している。	分岐箇所でのスイッチングが難しい。	適している。	適している。	1台単位でも可能であり、連結しても積替え分岐で可能。
	コンテナ輸送への適合性	適している。 JR 5トンコンテナ程度	バラ貨物であるので、適さない。	適さない。 1.5×1.5×2m 程度	4.6トン/台車まで (2トン車程度のトラックを積載)	大型トラックに積載して走行。	トンネルの内径によりコンテナの大きさが決まる。
	輸送能力	大きい。 21,600トン/時	小さい。 4～6トン/時	小さい。 1,500 m ³ /時	比較的大きい。 12,000トン/時	10秒間隔の運行間隔として12トン車×6×60=4,300トン/時	台車の連結数と運行間隔及び駅施設の荷捌き能力で大きくできる。
	輸送速度	やや遅い。 30 km/時	50～60 km/時	やや遅い。 25 km/時	やや遅い。 35 km/時	40～60 km/時	40～60 km/時
	適用輸送距離	10km～数百 km	短い。 2.5 km 以内	やや短い。 3 km～100 km	約100 km まで	10 km～数百 km	短距離から長距離まで
	定点停止	対応可能。	—	—	対応可能。	対応可能。	対応可能。
	メンテナンスの容易性	一定区間の延長を停止する必要がある。	システム全体を停止する必要がある。	一定区間の延長を停止する必要がある。	比較的容易。	容易。	容易。
	省空間性	比較的大きな断面。	小さな断面。	比較的小さな断面。	道路空間と同様。	道路空間と同様。	内径 2.5 m 程度でも可能。

4.2 システムイメージ

貨物車交通の主要動線に対応して、以下の2種類の地下物流システムの適用が考えられる。

(図-4.1, 4.2)

- ① 都市内システム — 比較的短距離で自家用車の割合が高く、ロット・大きさ等は多様な需要に対応する。ネットワークは集配端末相互を連絡する(シャトル運行)こととするが、路線間の連絡線(分岐線)は最小限確保するに留め、路線間をまたがる輸送は自動積み替えにより対応する。ジャストインタイムへの対応のため高頻度な運行を行う。
- ② 都市間システム — 都市間高速道路利用等のトリップ長が長く、路線トラック等の営業用車の割合が高い需要に対応する。ロットや積荷の大きさは軽雑工業品を主体として比較的定型的であるが、ロットは大きい。このため、都市内ネットワークとのインターフェイスの確保が必要となるが、都市内ネットワークと比較して、輸送力を高める点に留意する必要がある。

ネットワークとしては都市間高速道路の地下をとおり、大都市郊外部(例えば、東名厚木 I. C. 付近)に積替え端末を配置し、ここで行き先となるトラックターミナル別に積み替えする。なお、都市内ネットワークとの相互乗り入れ方式とすれば、積み替えせずにそのまま目的地となるトラックターミナルまで直行輸送される。

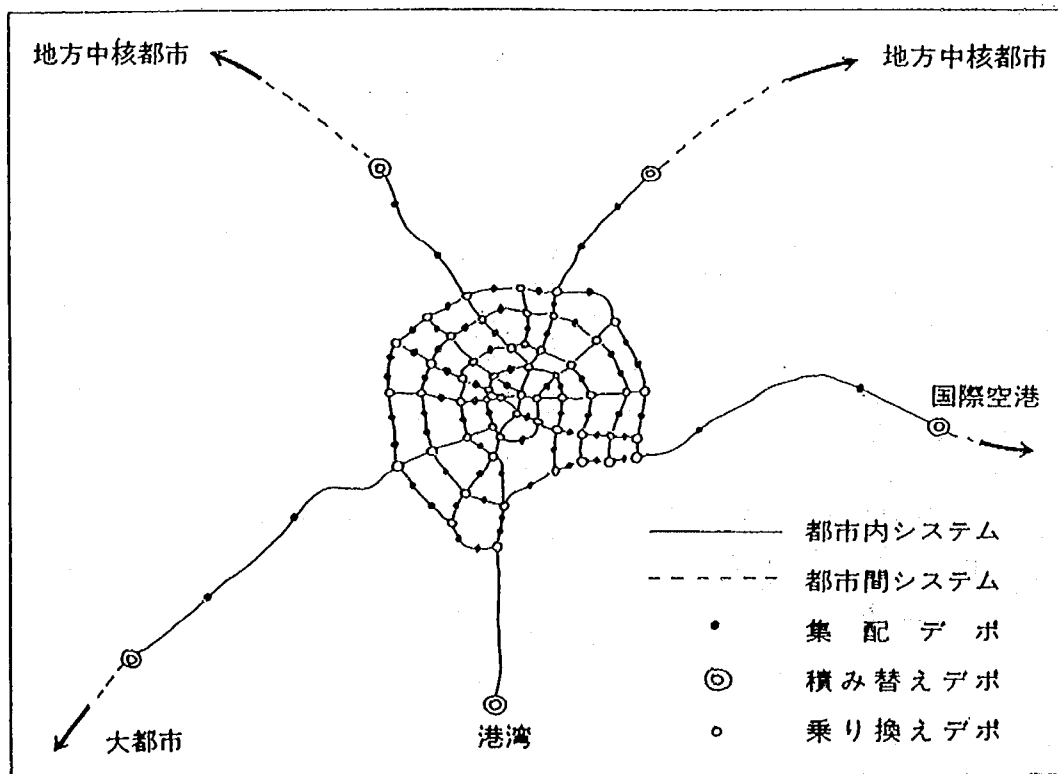
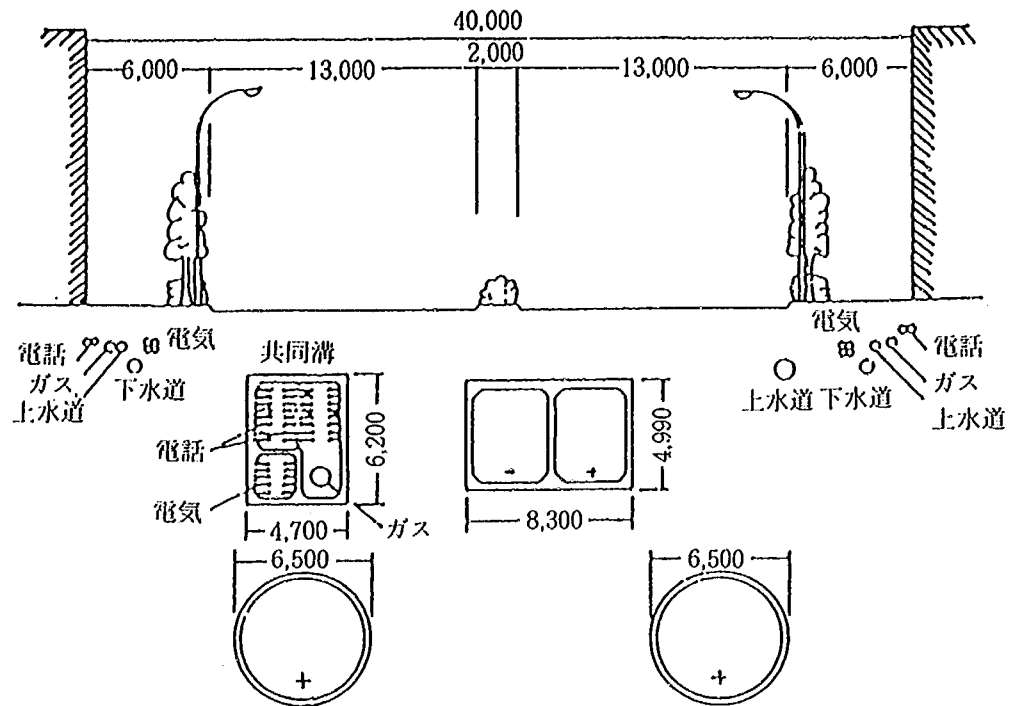
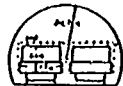


図-4.1 地下物流システムネットワークイメージ図

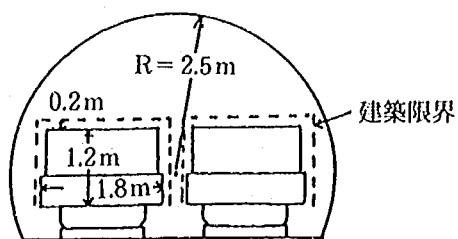
◆ 地下利用が進んでいるところ



地下物流システム



輸送路の断面は小型トラックの荷台の大きさに対応する程度とする。複線で直径 5.0 m 程度の断面となる。



コンテナの標準的大きさ

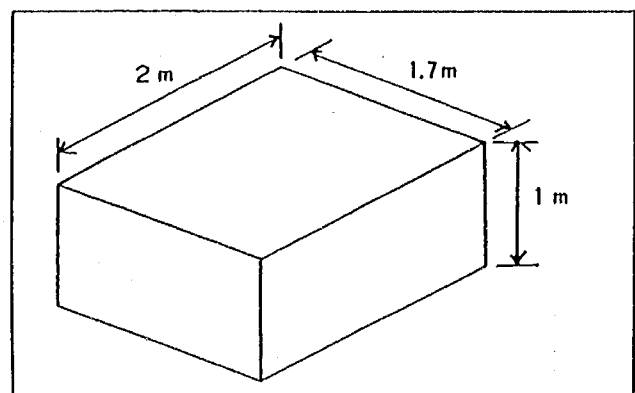


図- 4.2 地下物流システムの道路地下での断面

4.3 デポの機能

1) デポの種類

デポとしては表－4.5に示すように、集配デポ、乗換デポ、積替えデポの3種類がある。

貨物は全て、コンテナ単位で取り扱うこととし、デポではコンテナ内の貨物の詰め替えは行わないことを前提としている。

表－4.5 端末種類ごとの必要機能

	積卸し (列車への 積卸し)	仕向け地の 読み取り	移 動 (デポ内の 移動)	仕 分 け (小コンテナ ↓ 大コンテナ)	保 管	荷 役 (トラック に積卸) 人手	集 配 (電気自動 車) 人手
集 配 デ ポ (道路輸送と のインターフ ェイス)	○	○	○	○	○ 夕方集荷翌 朝配達の場合	○	○
乗 換 端 末 (路線間の積 替え)	○	○					
積替え端末 (都市内と都 市間のシステム 相互の接続)	○	○	○	○	○ 時間調整機 能を持つ		

2) デポの規模 (集配デポ)

デポのイメージとして図－4.3に示す。

宅配業者へのヒアリングによるとデポとしてのセンターが700～1000㎡/箇所程度となっているが、駅のホームや荷役スペース、集配車駐車スペース、ベルトコンベアや自動積替え設備等を考慮すると、30m×80m×3層＝7200㎡程度のスペースは必要とされるが、既存の宅配業者等のデポ用地の活用ができる場合は一部施設は地上部に確保することが望ましい。

3) デポの配置

現在の宅配輸送のセンターは区部で、1業者当たり150カ所程度保有していると想定されるが、地下物流システムのデポも同様に考える。23区の総面積が58,100haであるのでデポ1カ所当りの面積は58,100ha/150＝387ha/箇所（半径約1kmに1カ所）となる。

主要道路交差点地下等に配置することも考えられるが、ランプウェイの整備及び換気施設の問題もあるので、宅配業者のセンター施設用地を活用し、エレベーターシャフトで垂直に集配車を入出庫させる方法が望ましい。

なお、宅配業者相互の共同利用ができるような運用のルールが必要となる。また、郵便やゴミの輸送等も考慮して、主要な郵便局や清掃局のデポ等への配置も望まれる。

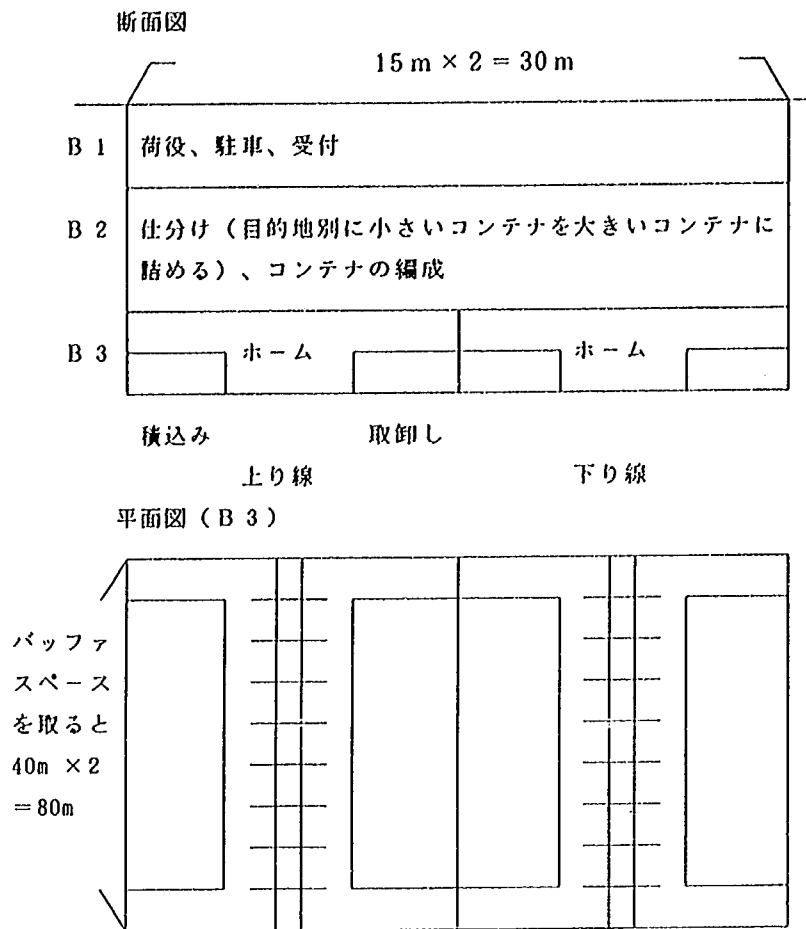
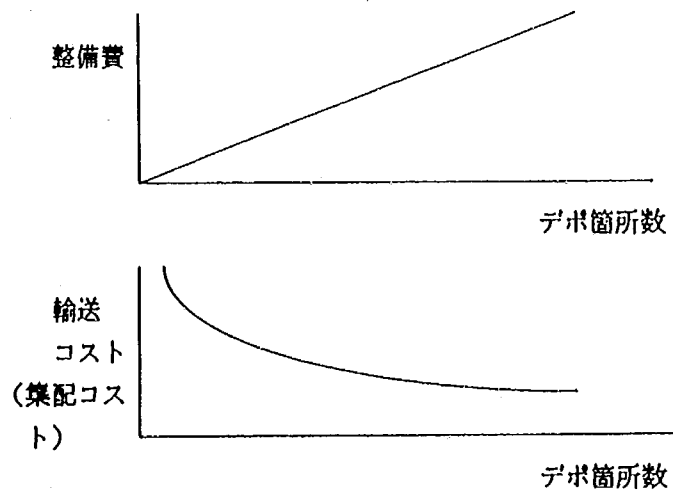


図-4.3 デポのイメージ

デポの最適配置に関しては、以下の関係を考慮する必要がある。



4) 端末集配サービス

宅配便と同様に定常的に荷物が発生するところについては、午前及び午後に1回ずつ巡回集荷・配達する。その他については、デマンド対応とする。

4.4 システム運営方式

システム運営方式としては、表－4.6に示す3とおりが考えられ、B案が現実的と思われる。

表－4.6 システム運営方式

運 営 方 式		説 明
A	システム全体を 運営者が行う	JR 貨物会社と同様で荷役・集配も行う。 第3セクター化して運営する。 大口荷主（郵便、廃棄物収集等）への対応方法としては、この 直営方式が効率的である。
B	荷役・集配作業 を輸送業者に委 託する 輸送業者から輸 送を請け負う	輸送業者の デポ → ターミナル → 都市間輸送 のトラッ ク輸送を地下物流システムで分担する。業者間の受注の調整等 の問題があるが、輸送業者のデポスペースの共同利用が望 ましい。
C	施設利用の提供 のみサービス	高速道路と同様に施設の提供のみ行うため、各輸送業者が運行 ダイヤを設定し、サービスする。（ダイヤの切り売り）

次に、端末デポのイメージを図－4.4，4.5に示した。

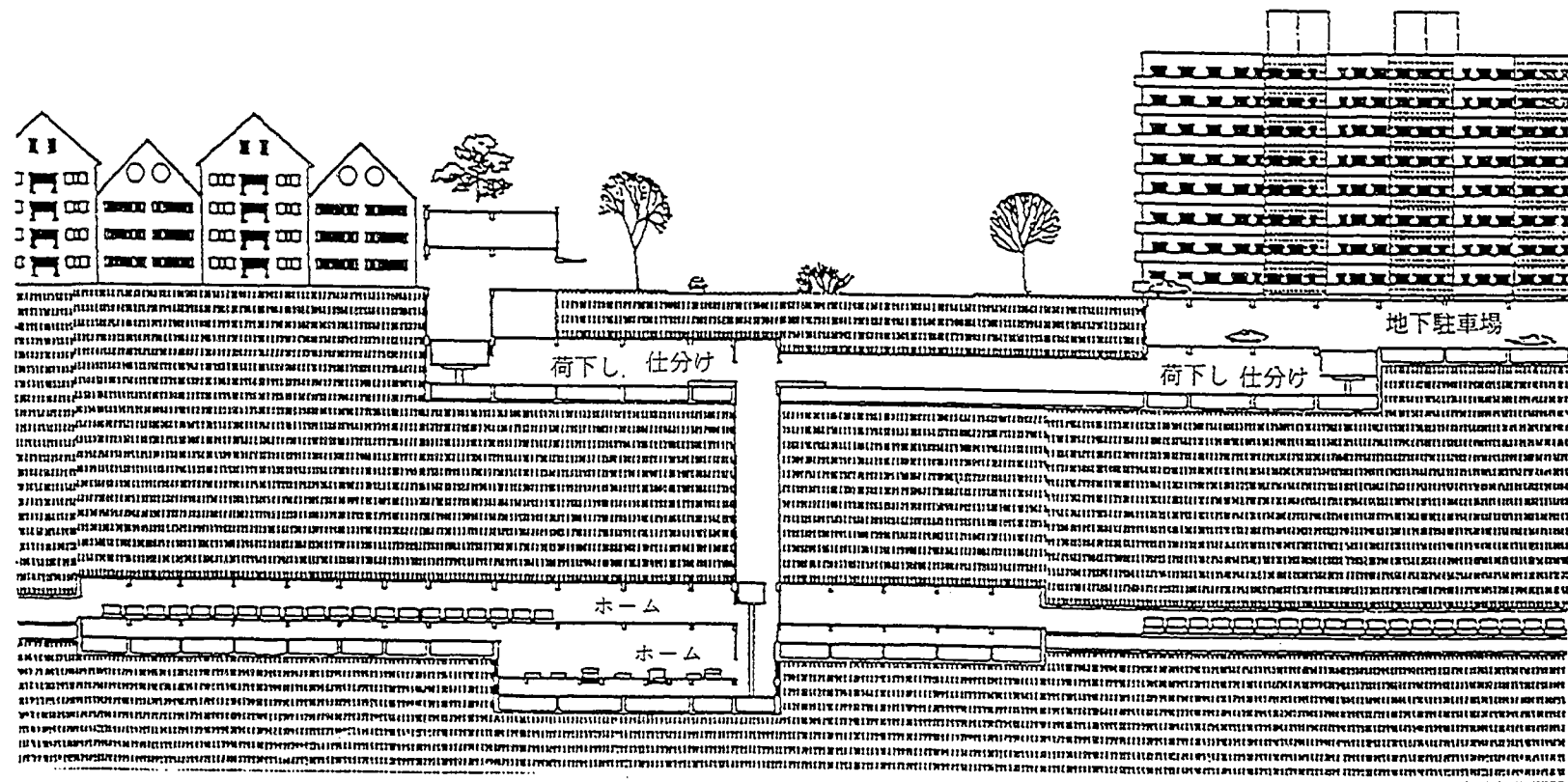


図-4.4 末端デポ（路線間の乗換箇所）の断面のイメージ

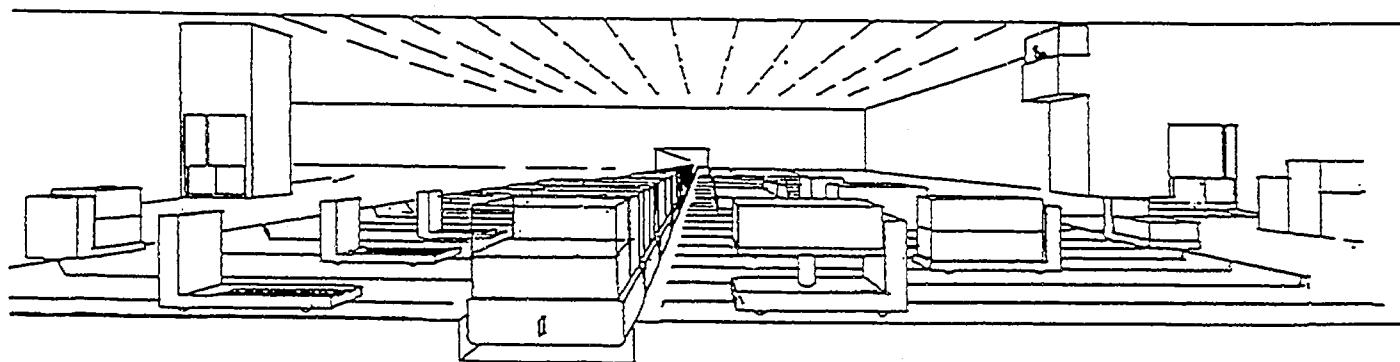


図-4.5 プラットホーム上での自動積み卸のイメージ

4.5 新物流システムへの転換可能貨物車交通量

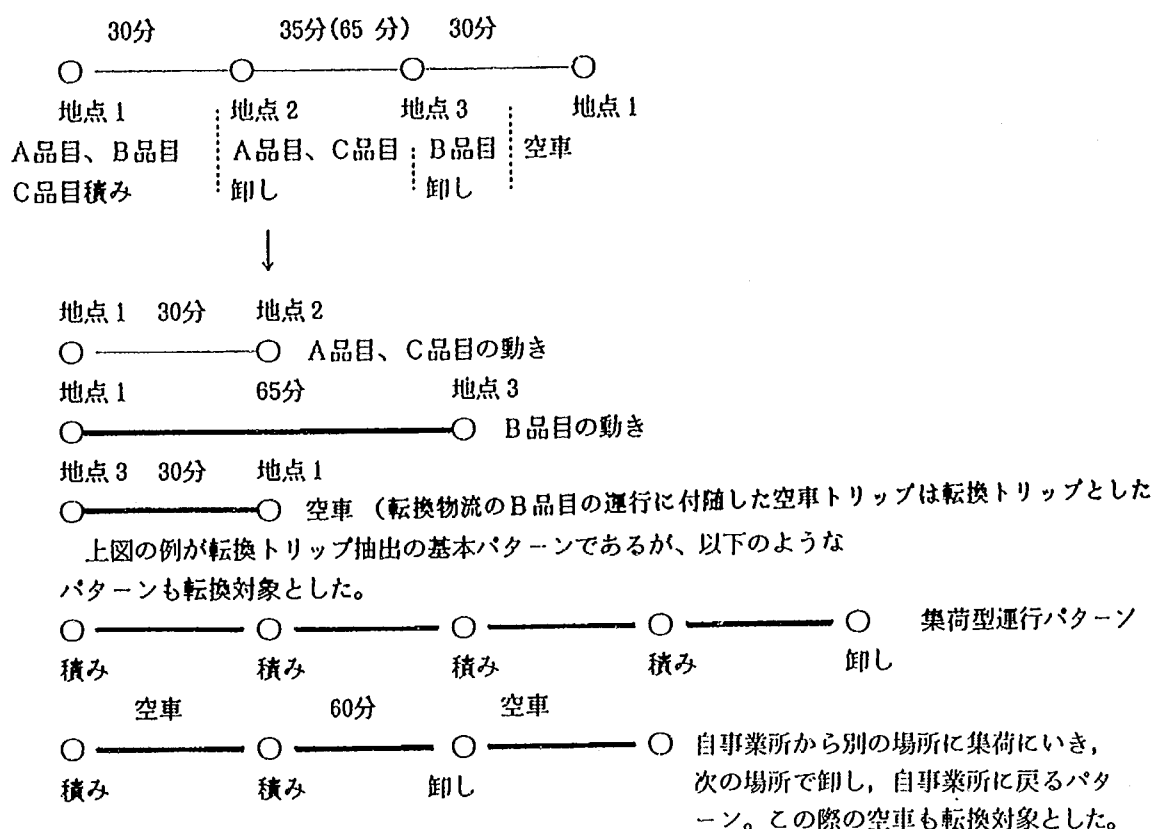
1) 転換可能物流

以下に示す物流が地下物流システムに転換すると仮定する。物流の特定基準は以下のとおりである。

- ① 目的 表－4.7 のとおり。
- ② 品目 表－4.8 のとおり。
- ③ トリップ時間

下記のような貨物車の運行を考慮して、荷物を積んだ地点からの所要時間が60分以上となるものを転換対象とした。

(下図の ————— 部分が転換トリップを意味する)



表－4.7 地下物流システムに対応した目的区分

(○数字の目的区分が転換対象とする目的)

①	販売，納品，配達に
②	仕入，購入，集荷に
3.	その他物の運搬に伴う業務で
4.	物の運搬を伴わない業務で
5.	帰社
6.	出勤，登校
7.	家事，買物，娯楽等業務以外の目的で
8.	帰宅

表－4.8 地下物流システムに対応した品目区分

(一 線部の品目が転換対象)

集約区分	50 区 分	集約区分	50 区 分
1. 農産品	1. 穀物	5. 鉄 鋼	15. 鉄鋼
	2. 野菜, 果物	6. 金属・ 機械	16. 非鉄金属 17. 金属製品
	3. その他の農産品		18. 一般機器 19. 電気機器
	4. 水産品 5. 畜産品		20. 輸送機器 21. 精密機器
	6. 原木	7. 軽雑工 業品－1	33. 化学薬品
2. 砂利・ 残土	7. 製材, その他の林産品, 薪炭		35. その他の化学工業品
	8. 砂利, 砂, 土, 石材		36. 紙・パルプ 37. 繊維工業品
3. 原油・ 石炭・ 石油製品	47. 建設残土	8. 軽雑工 業品－2	46. その他の製造工業品
	9. 原油 10. 天然ガス		22. 陶磁器, ガラス
	11. 金属鉱 12. 石炭		38. 食料品 39. 出版印刷物
	27. 揮発油 28. 灯油・軽油		40. 家具, 装備品, 台所用品
	29. 重油 30. 石油ガス		41. 衣服, 身廻品, 履物
4. 石灰・ セメント・ 化学工業品	31. その他の石油製品		42. 文房具, 楽器, 玩具, 運動娯楽 用品
	13. 石灰石	9. 生コン クリート	43. その他の日用品
	14. その他の非金属鉱		44. ゴム製品 45. 皮革製品
	23. セメント	10. 廃棄物	24. 生コンクリート
	25. その他のセメント製品		50. その他の廃棄物
	26. レンガ, 石灰, その他の窯業品		
	32. 石炭製品 34. 化学肥料		
	48. 金属屑		
	49. 動植物性飼肥料		

転換トリップの選定基準として積んでからの運行時間を60分以上とする根拠は以下のとおり。

(東京23区内々トップに関する集計)

- ・宅配貨物の代表的品目である軽雑工業品－2の積んでからの運行時間ランク別のトリップ分布をみると30～45分がピークとなっているが、60分以上のトリップもかなりある(図－4.6)。
- ・集荷、配達トリップでも同様に30～45分がピークとなっているが、60分以上のトリップもかなりある(図－4.6)。
- ・また、地下物流システムの集配サービスレベルが現在の宅配と同様と考えると、午前中集荷、午後配達となる。その場合、自ずと短時間トリップの転換は小さくなると想定される。

そこで明確な根拠ではないが、分布図をみると60分を境界として2極化の傾向が伺えるので、ここでは一応の目安として60分で仕切ることにした。

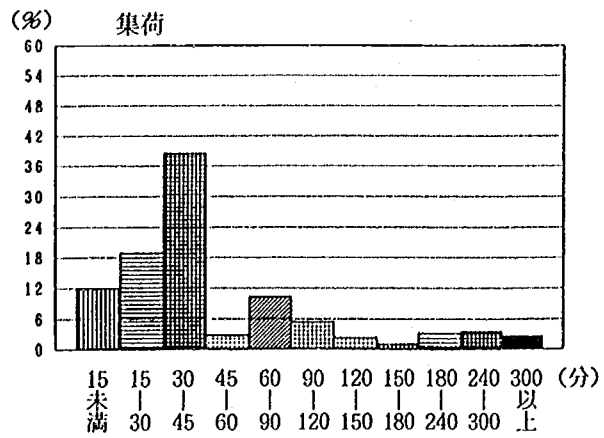
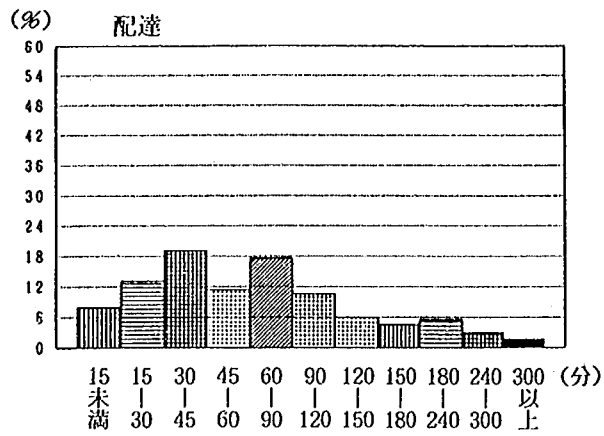
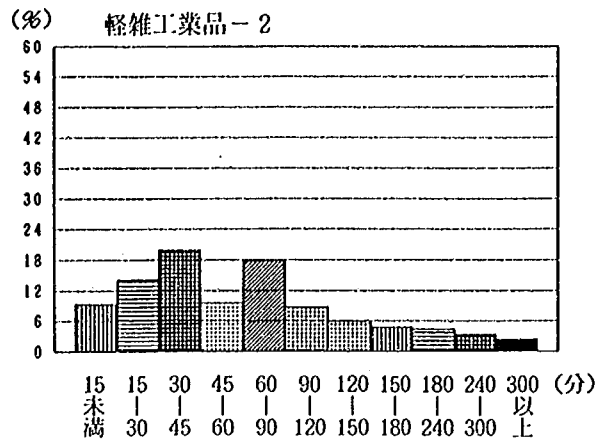


図-4.6 トリップ時間分布

2) 地下物流システム分担可能物流量の把握結果

図-4.7にB票データへの距離の付加及び転換・非転換の判別処理のフローを示す。

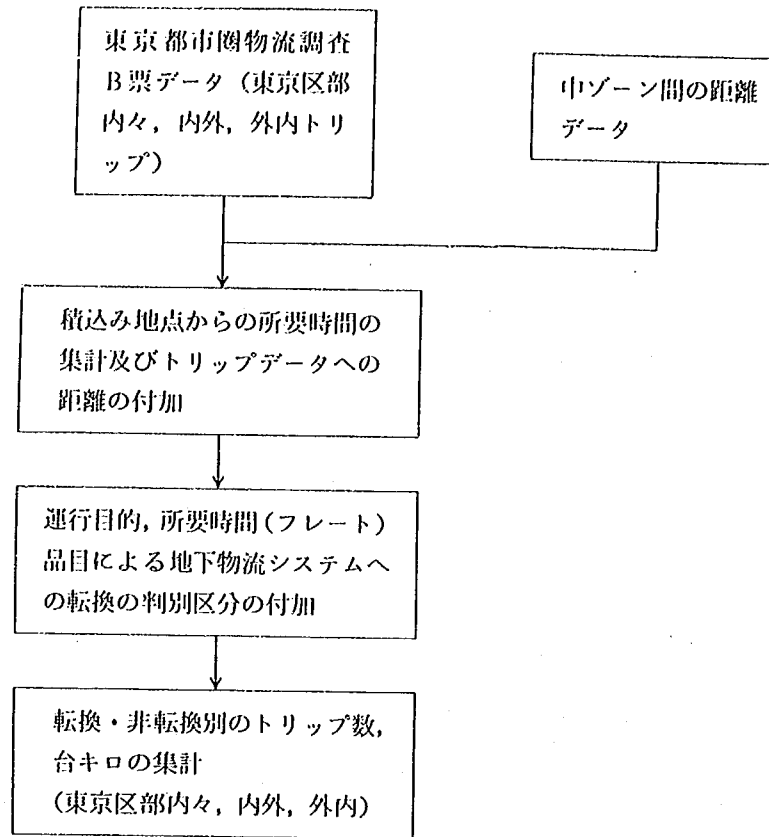
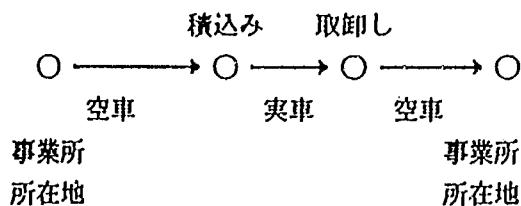


図-4.7 地下物流システムへの転換トリップ数・台キロの集計フロー

中ゾーン内々トリップについては、〔所要時間
(分)／60分×15km／時〕の式で距離に換算した。

また、内外、外内トリップについては、地下物流システムの起終点が東京区部の外周付近に位置するものとして、その起終点から東京区部内の到着地（または出発地）までの距離を付加した。



右図のように転換トリップに関連する空車トリップも地下物流システムに転換するトリップとした。

表－4.9 に地下物流システム転換量を示す。

東京区部に発生・集中（内々・内外・外内）する物流（貨物車）の内、地下物流システムへの転換可能物流量は、件数ベースで 38.5%，交通量（空車も含めた場合）ベースで 29.2% となっている。

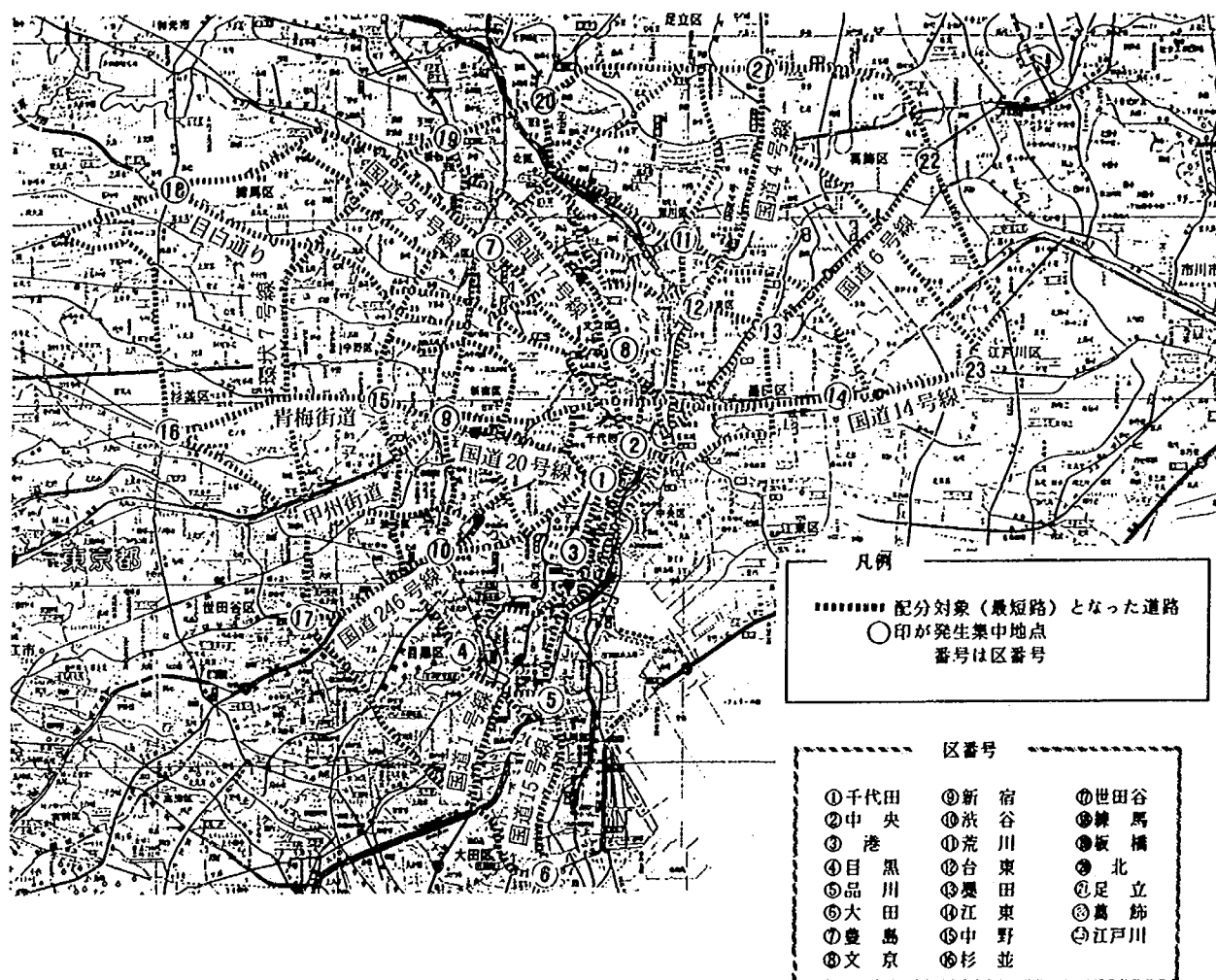
表－4.9 東京区部に発生・集中する物流（貨物車）に関する
地下物流システム分担可能物流

品目別フレート数（件）		積載品目別交通量（トリップ）	
農産品	60,225	農産品	57,075
砂利・残土	2,171	砂利・残土	1,923
セメント	5,083	セメント	4,797
金属機械	78,522	金属機械	74,063
軽雑工業－1	112,511	軽雑工業－1	109,360
軽雑工業－2	220,459	軽雑工業－2	212,625
廃棄物	704	廃棄物	693
不明	1,822	不明	7,476
計	481,498	転換交通に対する空車交通	171,804
		計	639,379
区部全体に対する割合	(38.5%)	区部全体に対する割合	(29.2%)
区部全体のフレート数	1,249,026	区部全体の貨物車交通量	2,187,965

3) 地下物流システムへの転換貨物車交通の流動パターン

① 配分計算の方法

東京区部内々・内外・内外で地下物流システムに転換すると想定される貨物車交通（前記の条件で特定）の中ゾーン間貨物車交通 OD 及び積載重量 OD を，一般国道，主要都道で構成される図－4.8 のネットワーク（総延長：320 km）上での最短距離ルートに配分して，道路区間ごとの地下物流システムが代替する貨物車交通量及び積載重量を求めた。



図－4.8 配分ネットワーク図（総延長：320 km）

② 流動パターン

配分の結果を図－4.9 に示す。

トリップベース，積載重量ベースともほぼ同様のパターンであり，東京湾岸沿いの放射方向の道路（国道1号，15号，14号，357号等）と国道4号方向及び環状7号の北部区間に需要が多くなっている。なお，地下物流システムの輸送能力から求めた貨物車交通量の代替値は37,000台／12時間であり，これ以上となる区間の数は14区間程度と少ない。

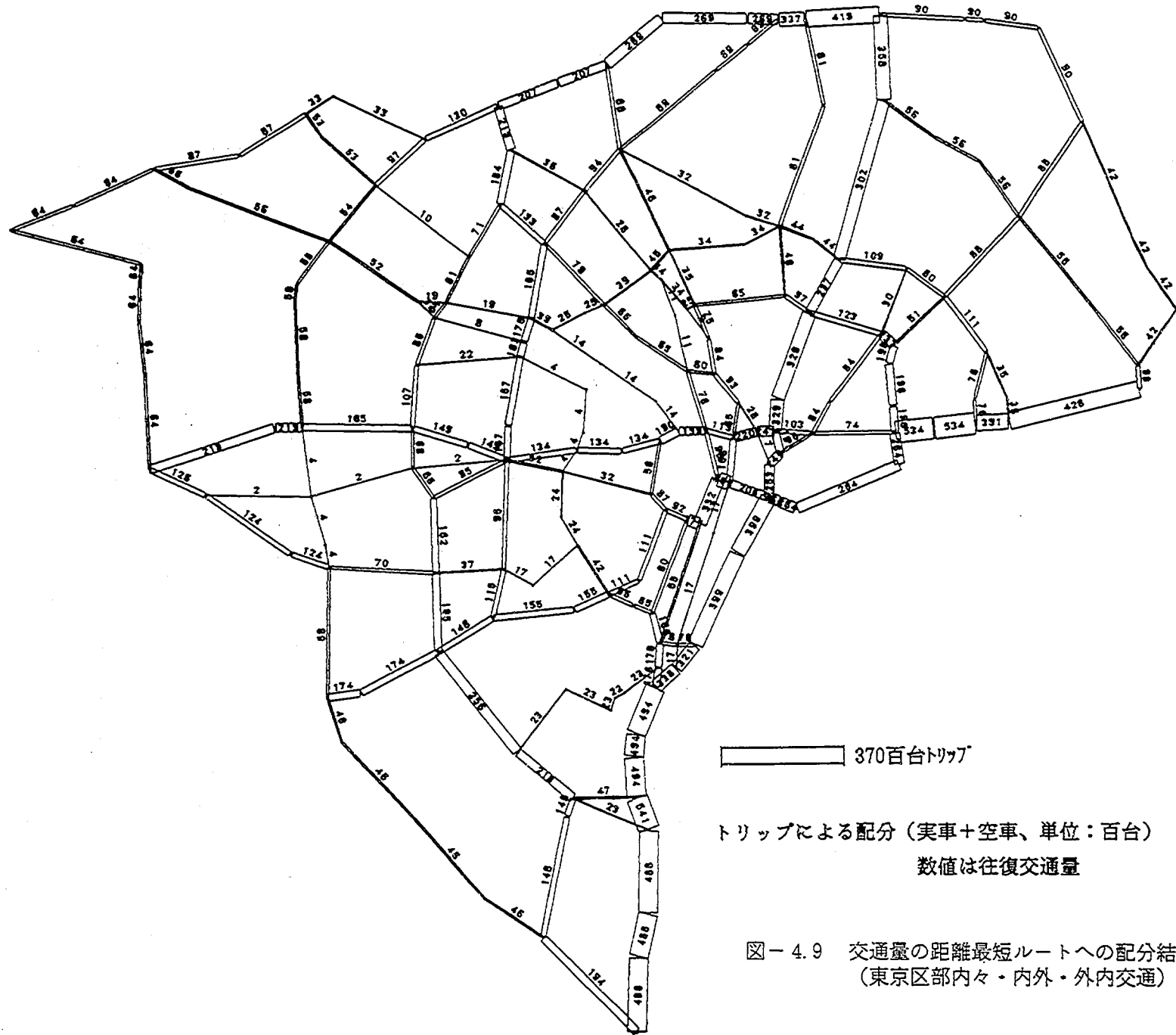


図-4.9 交通量の距離最短ルートへの配分結果
 （東京区部内々・内外・外内交通）

4) 地下物流システムに転換する貨物車交通

貨物車交通を業態別に分け、それぞれの運行特性に対応して、地下物流システムに転換する物流の例及びその交通量に占める割合を示すと以下のとおりである。

(1) 営業用貨物車（路線トラック：宅配車）

宅配便の物流パターン（ヤマト運輸の例）として、東京区部内々（都市内）の動きと内外（都市間）の動きを示すと下図のとおりであり、幹線的な運行部分が地下物流システムに転換可能と判断される（約30％）。

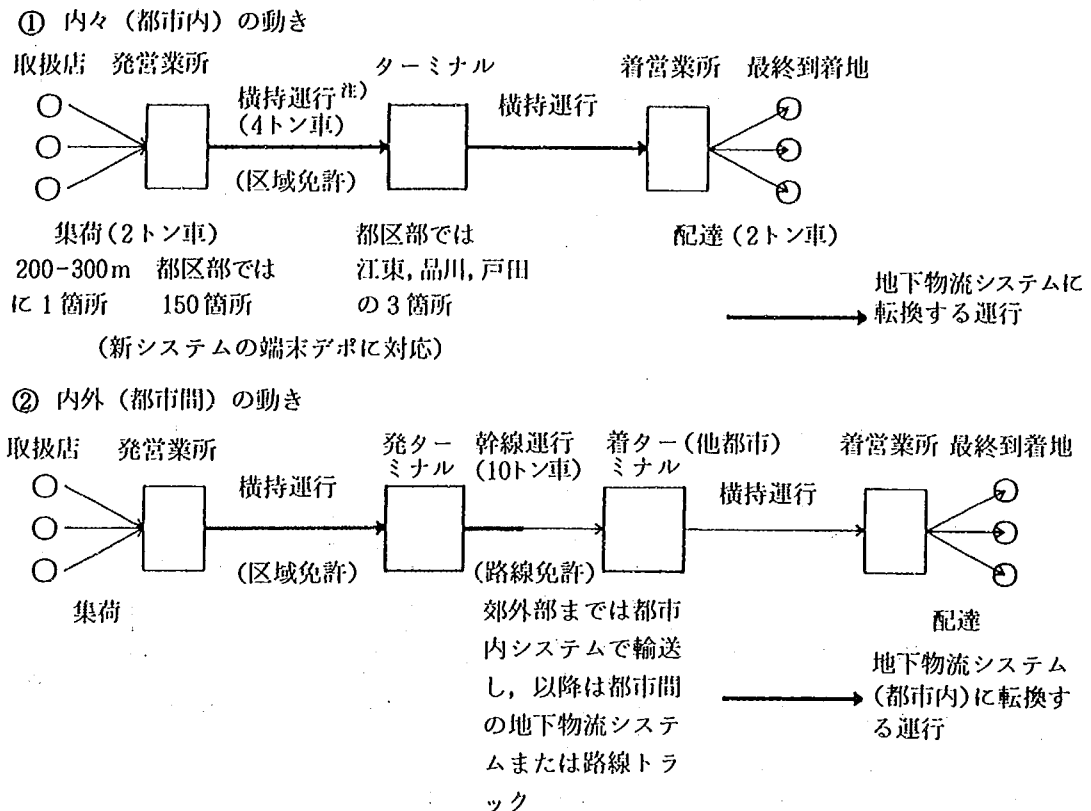


表-4.10 東京区部の路線トラックの発生・集中交通量

	(トリップ/日)		
	幹線運行・横持運行	端末集配運行	合計
発生・集中交通量	12,500 台 (28.9)	30,900 台 (71.1)	43,400 台 (100.0)

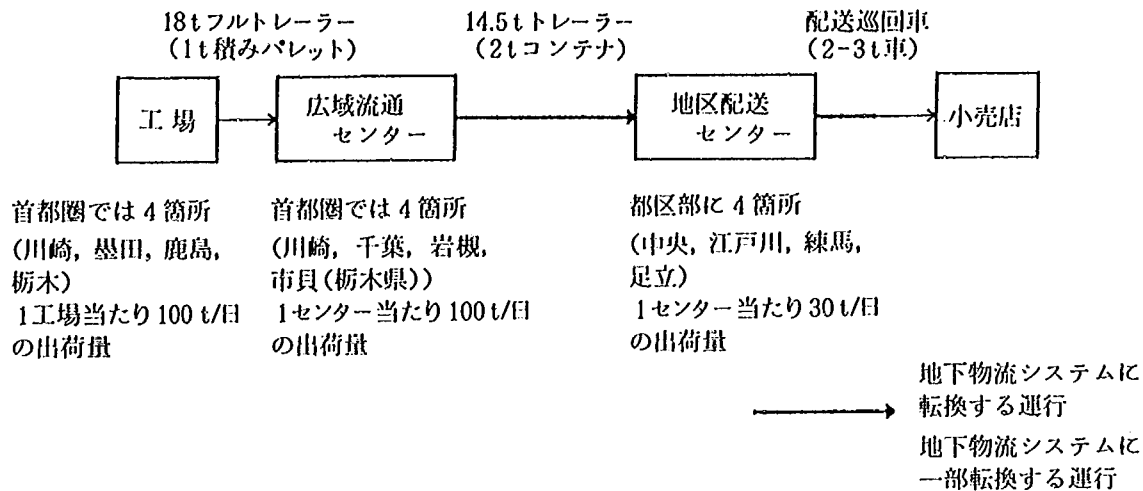
資料：「都内における路線運行車の走行及び集配活動に関する調査報告書」

(昭和63年5月東京路線トラック協議会)

注) 横持運行：物流合理化のため、必要機能の一部を集約化する際に生じる貨物輸送トリップをいう。

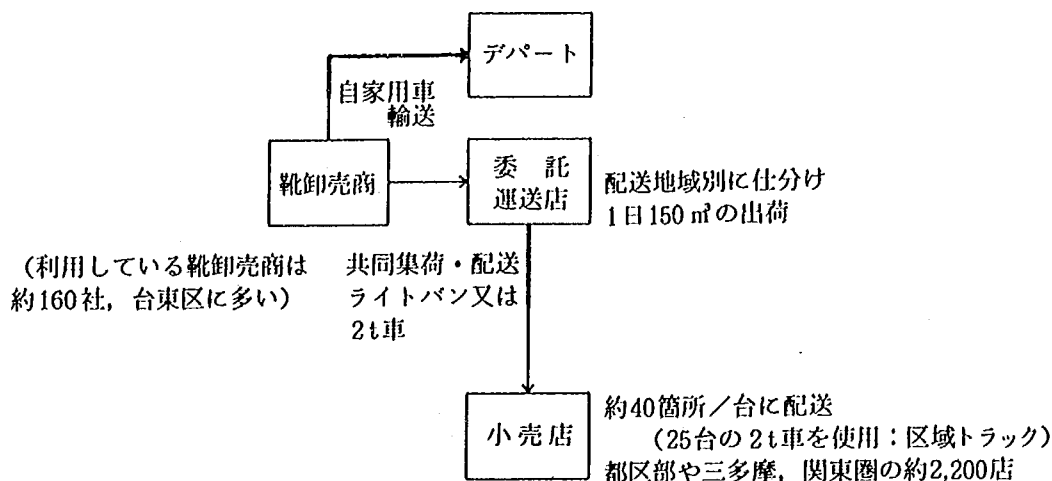
(2) 営業用貨物車（区域トラック）

区域トラックは営業用貨物車の貸切りとなる運用形態であり、さまざまな品目、施設間を運行するが、例えば以下のような洗剤メーカーの工場からの出荷は区域トラックの運行によるものであり、これらのうちの広域流通センターから地区配送センターまでの部分は現状では14.5tトレーラーによるコンテナ輸送となっており、地区配送センター付近に地下物流システムの端末デポが設置されれば、地下物流システムに転換する可能性の高い物流と考えられる。



(3) 自家用貨物車

自家用貨物車も区域トラックと同様にさまざまな品目、施設間を運行するが、配達と同時に注文を取ったり、電気器具の配達時に据え付け等のサービスを付帯するものが多い。自家用貨物車の運行で地下物流システムに転換する運行で最も多いのは、小型貨物車による店舗～店舗となる流動であり、以下のような靴卸売商の場合は、デパート等の大手小売店には自家用車を用い、一般の小売店への配送（小口となる）は区域積合せ車による共同配送を行っている。



表－ 4.11 自家用貨物車の上位 5 位の施設間交通量

(転換分, 千トリップ/日)

	普通貨物車	小型貨物車	特種用途車
1	店 舗 ～ 店 舗 18	店 舗 ～ 店 舗 85	店 舗 ～ 店 舗 3
2	工 場 ～ 工 場 4	住 宅 ～ 住 宅 38	店 舗 ～ 工 場 1
3	倉 庫 ～ 倉 庫 3	工 場 ～ 工 場 23	倉 庫 ～ 倉 庫 0.4
4	倉 庫 ～ 卸売市場 2	事務所 ～ 事務所 18	工 場 ～ 店 舗 0.2
5	卸売市場～ 倉 庫 2	倉 庫 ～ 倉 庫 17	住 宅 ～ 住 宅 0.1
その他	20	110	1
合 計	49	291	5

表－ 4.12 東京区部の業態車種別の交通量 (内々・内外・外内の計)

(千トリップ/日)

	自家用普通	自家用小型	自家用特種	営業用普通	営業用小型	営業用特種	合 計
地下物流システム転換分	49 (32.0)	291 (24.1)	5 (12.8)	111 (34.2)	176 (41.5)	9 (22.0)	641 (29.3)
計	153	1,207	39	325	424	41	2,189

資料：東京都市圏物資流動調査

() 内数値は転換率 (%)

4.6 輸送能力

○地下物流システムの輸送力

20両連結／列車とする。

30秒ヘッド運行とすると

$$20\text{両／列車} \times 120\text{本／時} \times 2 = 4,800\text{両／時} \cdot \text{両方向} \times 12\text{時間}$$



$$57,600\text{両／12時間} \cdot \text{両方向}$$

大型車 = 4.7両 (8両 × 0.59) の台車に,

(平均積載率)

小型車 = 0.5両 (2両 × 0.27) の台車に対応させ,

交通量での小型貨物車と大型貨物車の割合を3:1とすると

以下の関係式から輸送力に見合う貨物車交通量が求まる。

$$\begin{cases} 4.7X + 0.5Y = 57,600 \\ X:Y = 1:3 \end{cases}$$

$$X = 9,290 \text{ 台}, Y = 27,870 \text{ 台}$$

$$\text{貨物車交通量} = 37,160 \text{ 台}$$



○需要量との対応

37,200トリップ／12時間・往復の交通量に対し輸送能力を有する。図－4.9の配分結果によれば37,200トリップ／12時間・往復以上となる区間は14区間であり、ネットワーク化されていれば迂回ルートでの運行も可能であるので対応可能である。

(但し、都市内システムで都市間システムの都市内輸送にも対応させるとすると需要量はこれより多くなる。)

4.7 ま と め

地下物流システムのイメージについてまとめると以下の通りである。

- ① 東京区部の道路地下に、総延長が約320 km、デポが150箇所（半径1 kmに1箇所）の地下鉄並の路線を持つネットワーク規模のシステムで、発地も着地も多数ある many to many の需要に対応する。
- ② 輸送路のトンネル断面は、複線で直径が5 m程度である。
- ③ 積荷はコンテナに収納して台車に載せて輸送する。台車の駆動はリニアモータ方式で、各路線ごとのシャトル運行を行う。
- ④ 台車の運行、コンテナの積み卸し等は自動化されている。
- ⑤ コンテナのサイズは、幅1.7 m、高さ1 m、奥行き2 mの大きさである。
- ⑥ デポは、道路輸送とのインターフェイスの集配デポ、路線間の積み替え駅としての乗り換えデポ、都市間物流との接続機能を持つ積み替えデポの3種類がある。
- ⑦ 戸口から戸口への輸送ニーズに対応するために電気自動車による端末集配サービスを行う。
- ⑧ システム輸送能力は、20両連結・30秒ヘッドの運行で概ね37,000台/12h・区間の貨物車交通量を代替する。
- ⑨ 地下物流システムへの転換量は、危険物・長大重厚物・生コン類以外で、「販売・配達・納品」「仕入れ・購入・集荷」目的の輸送トリップの内、トリップ時間が60分以上のものが転換すると仮定すると、東京区部の全貨物車交通量の約30%と推定された。

5. 地下物流システムの整備効果

この大規模プロジェクトの整備効果について検討した結果を以下に述べる。

5.1 建設費の試算

項目別建設費の単価は、主に大阪市交通局の花博リニアメトロの単価を参考にした。

地下物流システムの総延長（320 km）は、都区部一般道路の主要都道以上のネットワークを想定している。

1) インフラ部

① 隧道費（埋設物移設処理費等を含む） 15,700 億円

・隧道費

28.9 億円/km

（花博リニアメトロ） 46.2 億円/km 直径 4.3 m × 2 本

（地下物流システム）

$$\frac{46.2}{2} \times (5.0/4.3)^{1.5} = 28.9 \text{ 億円/km}$$

$$28.9 \text{ 億円/km} \times 320 \text{ km} = 9,248 \text{ 億円}$$

・埋設物移設処理費等

$$20.1 \text{ 億円/km} \times 320 \text{ km} = 6,432 \text{ 億円}$$

・合計 9,248 + 6,432 = 15,680 億円

② デポ費 5,900 億円

〔2つの地下駐車場の1台当たり建設費単価の平均値（2,113 万円/台）を参考に算定した。〕

$$7,200 \text{ m}^2 / 30 \text{ m}^2 \times 2,113 = 50.7 \text{ 億円/箇所}$$

7,200 m² デポの延べ床（30m × 80m × 3 層）

・ 30 m² 駐車場 1 台当りのスペース（通路等込み）

・ 地上スペースを活用して整備する地下 2 層のデポ： 100 箇所

整備費（50.7 × 2/3 = 33.8 億円/箇所）

・ 地下 3 層のデポ： 50 箇所

整備費（50.7 億円/箇所）

$$33.8 \text{ 億円/箇所} \times 100 \text{ 箇所} + 50.7 \text{ 億円/箇所} \times 50 \text{ 箇所} = 5,915 \text{ 億円}$$

③ 設計監督費 4,400 億円

25.1 億円/km × 全建設費に対する

$$\text{インフラ部建設費の割合} \times 320 \text{ km} = 4,400 \text{ 億円}$$

2) インフラ外部

① 軌道部（電路・運行管理システムを含む） 6,400 億円

- ・ 軌道費 4.1 億円/km (複線) $\times 320 \text{ km} = 1,312 \text{ 億円}$
- ・ 電気費 15.9 億円/km $\times 320 \text{ km} = 5,088 \text{ 億円}$
- ・ 合計 $1,312 \text{ 億円} + 5,088 \text{ 億円} = 6,400 \text{ 億円}$

② 諸建物費（車庫・検査場・変電所・管理・事務棟等を含む。用地費含まず） 8,000 億円

- ・ 車庫費 7,340 億円

$$14,476 \text{ 百万円} / 355,00 \text{ m}^2 = 0.4 \text{ 百万円} / \text{m}^2$$

$$\text{リニアメトロ車両換算台数 } 33,600 \text{ 台} \times \frac{3.2 \text{ m}^2}{40 \text{ m}^2} = 2,688 \text{ 台}$$

$$\text{必要用地面積 } 355,00 \text{ m}^2 \times \frac{2,688}{52} = 1,835,077 \text{ m}^2$$

$$0.4 \text{ 百万円} / \text{m}^2 \times 1,835,077 \text{ m}^2 = 734,030 \text{ 百万円}$$

$$= 7,340 \text{ 億円}$$

- ・ 各路線毎に変電所：2，事務所：1，管理棟：1 とする

$$4,644 \text{ 百万円} / \text{路線} \times 14 \text{ 路線} = 85,016 \text{ 百万円}$$

$$= 650 \text{ 億円}$$

- ・ 合計 $7,340 \text{ 億円} + 650 \text{ 億円} = 7,990 \text{ 億円}$
- $= 8,000 \text{ 億円}$

③ 車両費 2,100 億円

（石川島播磨にてヒアリング調査：屋内輸送システム台車 = 0.05 億円/両）

$$20 \text{ 両} \times 120 \text{ 本} \times 14 \text{ 路線} \times 0.05 \text{ 億円} / \text{両} = 1,680 \text{ 億円}$$

- ・ 自動積み卸し機器等 360 億円

〔自動積み卸し機器等の費用は自動化倉庫の建設単価（30 万円/パレット）の 10 倍程度とし，1 線当りのコンテナ数を 20 両連結 $\times 2 = 40$ 個とする〕

$$40 \times 2 \text{ (複線)} = 80 \text{ 個}$$

$$80 \text{ 個} \times 30 \text{ 万円} \times 10 = 2.4 \text{ 億円} / \text{箇所}$$

$$2.4 \text{ 億円} / \text{箇所} \times 150 \text{ 箇所} = 360 \text{ 億円}$$

- ・ 合計 $1,680 \text{ 億円} + 360 \text{ 億円} = 2,040 \text{ 億円}$
- $= 2,100 \text{ 億円}$

④ 設計監督費 3,500 億円

$$25.1 \text{ 億円} / \text{km} \times \text{全建設費に対する}$$

$$\text{インフラ外部建設費の割合} \times 320 \text{ km} = 3,500 \text{ 億円}$$

⑤ 建設利息 2,300 億円

全建設費の 5 %

3) 地下物流システムの建設費の試算結果

項 目		内 容	建設費（億円）
インフラ部	隧道費	延長 320 km（埋設物移設処理を含む）	15,700
	デポ費	延床（30m×80m×3層），50箇所 （30m×80m×2層），100箇所	5,900
	設計監督費	インフラ部建設設計監督	4,400
	小 計		26,000
インフラ外部	軌道費	320 km（複線），電路・運行管理システム	6,400
	諸建物費	車庫・検査場・変電所・管理・事務棟等 （用地費含まず）	8,000
	車両費	33,600 台，自動積み卸し機（150 機）	2,100
	設計監督費	インフラ外部建設設計監督	3,500
	建設利息		2,300
	小 計		22,300
合 計			48,300

5.2 直接効果

1) 道路混雑緩和効果（旅行速度の上昇効果）

昭和63年交通センサスデータによる東京区部の貨物車走行台キロに表-4.9の転換率（トリップ数での転換率：約30%）を乗じて、貨物車の削減台キロを求め転換後の走行台キロを推計すると全車で転換前の85.0%となる。また、貨物車の削減台キロは480万台キロとなる。

表-5.1 昭和63年道路交通センサスデータによる
東京区部内の車種別走行台キロ

(万台キロ/12時間)			
車 種	走行台キロ	地下物流システム 転 換 率	転換後の走行台キロ
乗用車類	1,400	—	1,400
貨物車類	1,600	30.0	1,120
地下物流システムの端末集配車の走行台キロ			29
全 車	3,000	—	2,549 (85.0%)

- 例) 1. 都道以上の道路の走行台キロ。
2. 地下物流システムに転換したフレートの端末集配車の走行台キロを推計すると以下のとおり。
- ・集配車の1日集配件数
50フレート/車・日（宅配業者へのヒアリングによる）
 - ・集配車の1日の1車当たり走行台キロ
30km/車・日（電気自動車の生産利用技術調査報告書による）
 - ・地下物流システムに転換するフレート数
481千フレート（B票データによる集計値）
- 以上より、端末集配車の走行台キロは、
 $(481 \text{ 千フレート} / 50) \times 30 \text{ km} = 289 \text{ 千台キロ}$ と求まる。

◆旅行速度の上昇効果の算定

図-5.1は、道路群分類別にシミュレーションによって求めた年平均旅行速度と混雑度の関係を示したものである。このうち、東京区部においては幹線山地、幹線観光、観光道路に該当するセンサス区間はないので、除外した。

東京区部の昭和63年の平均混雑度は1.16であり、この時の交通量が85%に削減されると混雑度は0.99となる。

図-5.1より道路群別にこの2つの混雑度に対応する旅行速度を読みとると表-5.2に示すとおりであり、その比率を東京区部センサス区間の道路群構成比で重み付けして求めた旅行速度の上昇割合は平均38%となる。

なお、大都市道路のように80%を超える上昇効果を示すものもあり、道路群によってその割合は異なっていることがわかる。

旅行速度 (km/h)

交通量が85%
に削減時

区部平均混雑度
(現状) 63年度

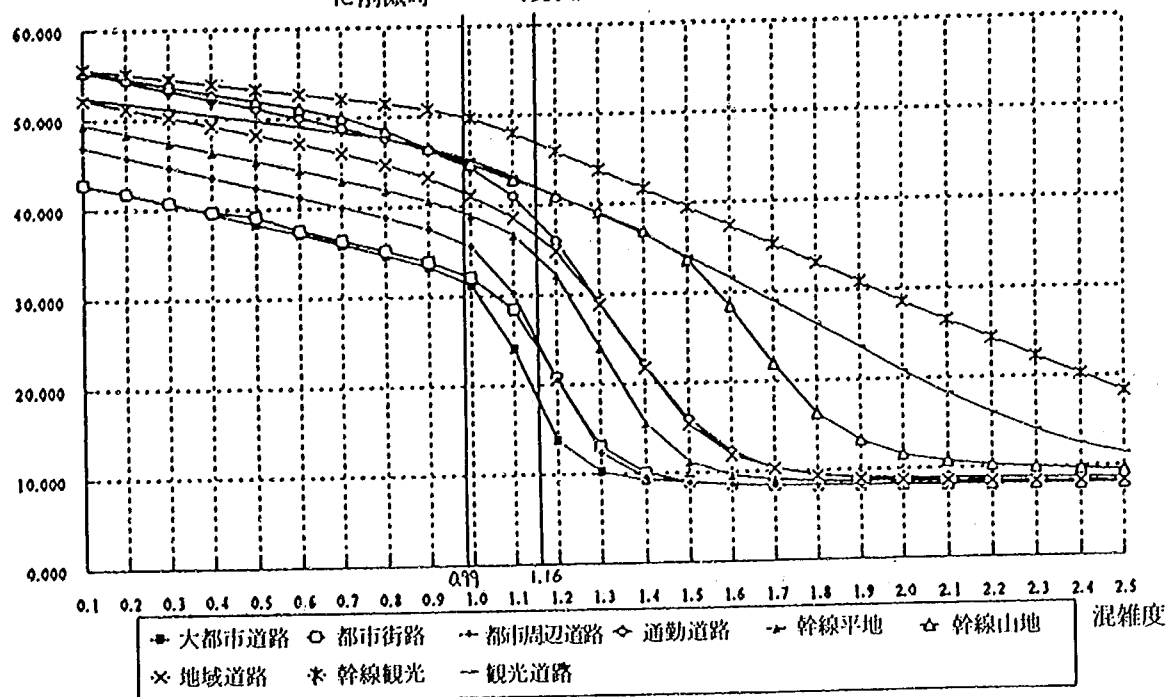


図- 5.1 シミュレーションによる混雑度と旅行速度の関係

表- 5.2 東京区部の道路群構成比と旅行速度の変化

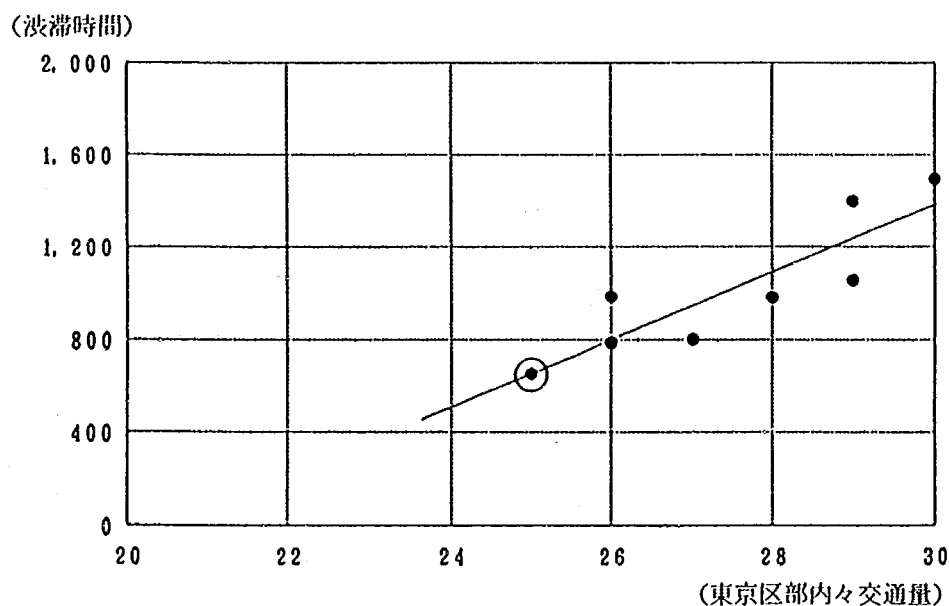
道 路 群	区間数比率 (%)	現状 (混雑度 1.16) の速度 V_0 (km/h)	交通量が85%に削減した時 (混雑度 0.99)の速度 V_1 (km/h)	V_1/V_0
1. 大都市道路	16	17	31	1.82
2. 都市内道路	26	23	32	1.39
3. 都市周辺道路	15	23	35	1.52
4. 通 勤 道 路	8	37	44	1.19
5. 幹線平地道路	22	34	39	1.15
6. 幹線山地道路	—	—	—	—
7. 山 域 道 路	13	36	41	1.14
8. 幹線観光道路	—	—	—	—
9. 観 光 道 路	—	—	—	—
平 均				1.38

(参考) 東京区部の自動車交通走行台キロと交通渋滞時間の関係

昭和46年から63年までの7時点について東京区部の自動車交通走行台キロと交通渋滞時間の関係は下図に示すとおりであるが、地下物流システムの導入により、貨物車交通量の30.0%が転換すると全車走行台キロは2,549万台キロ/12時間となり、昭和46年の2,600万台キロ/12時間以下となり、交通渋滞時間も1,500時間から650時間程度と約2/5に減少することが見込まれる。

	昭和 46年	昭和 49年	昭和 52年	昭和 55年	昭和 58年	昭和 60年	昭和 63年	地下物流 システム 導入
東京区部の都道以上の走行台キロ 百万台キロ/12時間	26	27	26	28	29	29	30	25
警視庁データに基づく 渋滞時間/日	783	800	984	980	1,053	1,399	1,493	652

但 地下物流システム導入の場合の渋滞時間は、 $Y = -3,007 + 146.35 X$ (走行台キロ) の式で推計した値である。

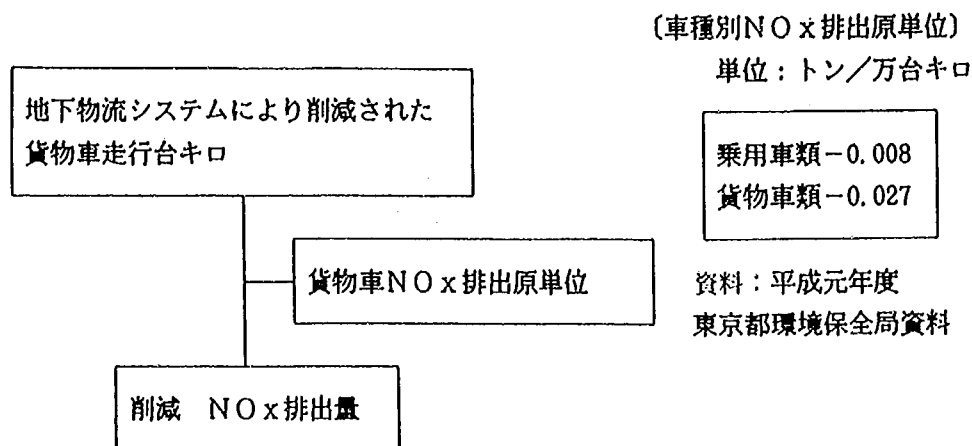


図ー 5.2 東京区部の走行台キロと渋滞時間の関係

2) 環境面の緩和効果 (NO_x 排出量)

(1) NO_x 排出量

車種別 NO_x 排出原単位を用いて、地下物流システムによる NO_x 排出量の削減効果について検討した。



昭和63年道路交通センサスデータでの東京区部の車種別走行台キロに上記排出原単位を乗じて、1日のNO_x排出量を求めると、54.4トン/12時間となる。

地下物流システムにより転換したトリップを除去して残った走行台キロに乗じると、41.4トン/12時間となり、地下物流システムの導入により、1日のNO_x排出量は、約76%に減少する。(端末集配車は電気自動車による運行とし、NO_x排出量は無いものとした。)

表- 5.3 NO_x 排出量の推計

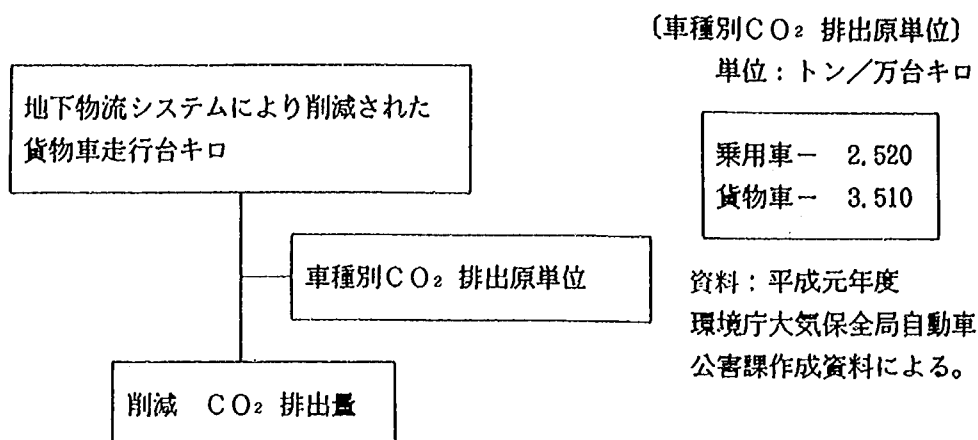
(単位: 万台キロ, NO_x 排出量: トン/12時間)

車 種	地下物流システム導入前		地下物流システム導入後		導入後のNO _x 排出量 導入前のNO _x 排出量
	走行台キロ	NO _x 排出量	走行台キロ	NO _x 排出量	
乗用車類	1,400	11.2	1,400	11.2	—
貨物車類	1,600	43.2	1,120	30.2	70.0
全 車	3,000	54.4	2,520	41.4	76.1

注 交通量の減少による効果のみの推計であり、渋滞解消による発進・停止の減少によるNO_x排出量の減少は見込んでいない。

(2) CO₂ 排出量

全車のCO₂ 排出原単位を用いて、地下物流システムによるCO₂ 排出量の削減効果について検討した。



昭和63年道路交通センサスデータでの東京区部の全車走行台キロに上記排出原単位を乗じて、1日のCO₂ 排出量を求めると、9,144トン／12時間となる。

地下物流システムにより転換トリップを除去して残った走行台キロに乗じると、7,459トン／12時間となり、地下物流システムの導入により、1日のCO₂ 排出量は、約82％に減少する。(端末集配車は電気自動車による運行とし、CO₂ 排出量は無いものとした。)

表－5.4 CO₂ 排出量の推計

(単位：万台キロ、CO₂ 排出量：トン／12時間)

車 種	地下物流システム導入前		地下物流システム導入後		導入後のCO ₂ 排出量
	走行台キロ	CO ₂ 排出量	走行台キロ	CO ₂ 排出量	導入前のCO ₂ 排出量
乗用車類	1,400	3,528	1,400	3,528	—
貨物車類	1,600	5,616	1,120	3,931	70.0
全 車	3,000	9,144	2,520	7,459	81.6

一方、地下物流システムの消費電力の発電に伴うCO₂ の排出量は排出原単位を0.107 kg/kwhとすると、

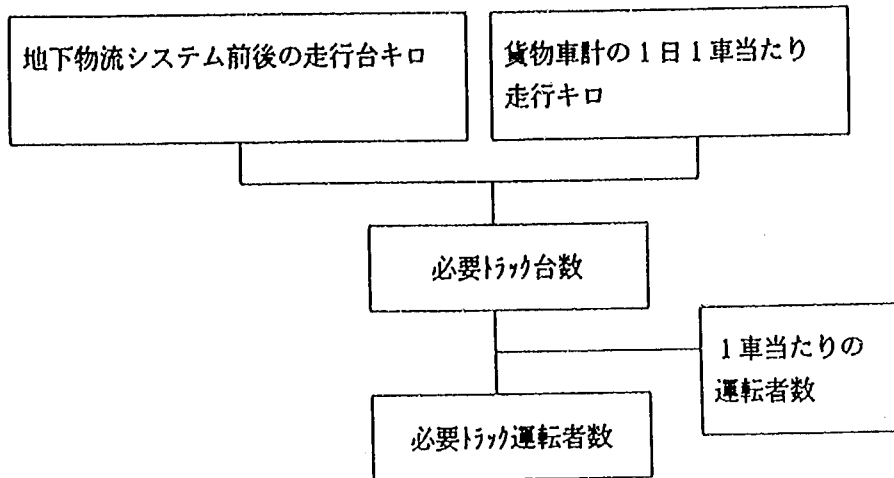
$302 \text{ 万 kwh} \times 0.107 \text{ kg/kwh} = 323 \text{ トン/日の CO}_2 \text{ の排出量}$ となる。

CO₂ の排出量に関しては、導入前後の比は $(7459 + 323) / 9144 = 0.85$ 倍となる。

なお、NO_x はローカルな取扱いとなるため、システムに必要な電力発電による影響は無視したが、CO₂ は広域的な問題であるため火力発電の影響も考慮したものである。

3) 運輸労働力の省力効果

貨物車の走行台キロをベースとして、必要トラック台数、必要トラック運転者数を推計し、地下物流システムによる運輸労働力の省力効果を把握した。



・貨物車の1日1車当たり走行キロ（昭和62年値）

普通車 — 138.41 km/車・日

小型車 — 58.97

貨物車計 — 74.65

関東臨海部の貨物車交通での昼夜率を1.30（63センサス）として12時間値に直すと、
貨物車計 — 57.42 km/車・12時間
となる。

資料：陸運統計要覧

・1車当たり運転者数（昭和62年値）

区域トラック — 1.02 人/台

路線トラック — 1.10 人/台

営業用平均 — 1.03 人/台

資料：日本のトラック輸送（全日本トラック協会）

地下物流システムにより削減される車種別走行台キロに上記原単位を乗じると、トラック削減台数は74千台（地下物流システム導入前の27%）、トラック運転者削減数は76千人（地下物流システム導入前の27%）と推計される。

表-5.5 貨物車の走行台キロとトラック運転者数

（単位：千台キロ，千台，千人）

車 種	地下物流システム導入前		地下物流システム導入後		トラック運転者数の変化	
	走行台キロ	トラック台数	走行台キロ	トラック台数	転 換 前	転 換 後
貨物車計	16,000	278.6	11,489	204.7	287.0	210.8
				(73.5)		(73.5)
		内	11,200	195.1		201.0
		訳 端 末 集 配	289	9.6		9.8
		(地下物流システム)				

④ トラック運転者数は、（トラック台数×1.03人/台＝トラック運転者数）の式により求めた。

また、端末集配車の1車当たり走行キロは30km/12時間としてトラック台数に換算した。

$$289 \text{ 千台キロ} / 30 \text{ km} = 9.6 \text{ 千台}$$

$$9.6 \text{ 千台} \times 1.03 \text{ 人/台} = 9.8 \text{ 千人} \text{ となる。}$$

なお、昭和62年の東京区部の端末集配運転者数は約7,000人と把握されており、地下物流システムの導入により、端末集配労働力は2.4倍（ $(7 + 9.8) / 7 = 2.4$ ）となる。

表-5.6 トラック運転者数の比較

（単位：千人）

	地下物流システム導入前	地下物流システム導入後
直送・路線車幹線運行	271.6	194.0 (0.71)
端 末 集 配	7	16.8 (2.40)

4) 省エネルギー効果

車種別の燃料消費量は下記のように速度との関係式で求められる。

地下物流システムの導入前の旅行速度：15 km/h

地下物流システムの導入後の旅行速度：15 km/h × 1.38 = 21 km/h

として車種別の燃料消費量を求めると以下のとおりとなる。

(燃料消費量推計式)

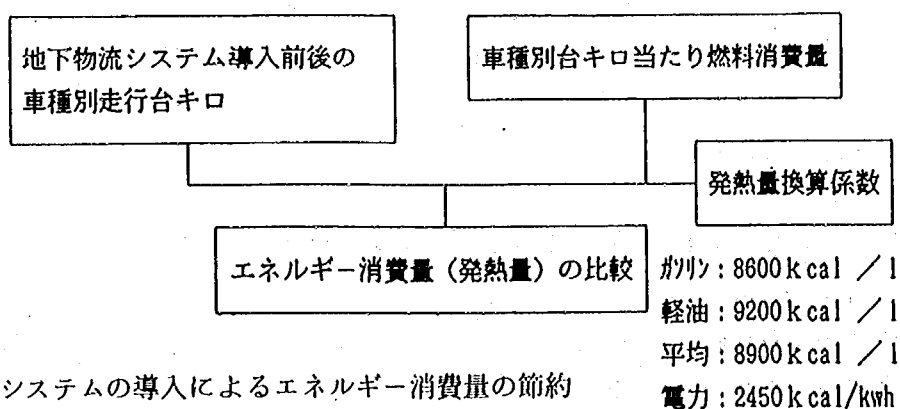
Y：燃料消費量 (cc/km)，X：旅行速度 (km/h)

乗用車	$Y = 1103.0 / X - 1.414 X + 0.0151 X^2 + 73.86$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 129.6 \text{ cc/km}$ ， $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 103.3 \text{ cc/km}$
バス	$Y = -1149.0 / X - 19.05 X + 0.1319 X^2 + 910.34$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 577.7 \text{ cc/km}$ ， $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 513.7 \text{ cc/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の乗用車・バスの交通量比(97%，3%)で乗用車種の燃料消費量を求めると， $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 143.3 \text{ cc/km}$ ， $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 115.6 \text{ cc/km}$	
小型貨物	$Y = 1332.0 / X - 1.899 X + 0.0186 X^2 + 116.62$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 181.2 \text{ cc/km}$ ， $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 148.4 \text{ cc/km}$
普通貨物	$Y = 39.13 / X - 10.70 X + 0.00794 X^2 + 497.21$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 341.1 \text{ cc/km}$ ， $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 277.9 \text{ cc/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の小型貨物車・普通貨物車の交通量比(70%，30%)で貨物車種の燃料消費量を求めると， $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 228.7 \text{ cc/km}$ ， $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 187.3 \text{ cc/km}$	

資料：道路整備による効果の推計に関する調査研究報告書（昭和63年3月建設省）

なお、電気自動車の消費電力は 0.2 kWh/km（電気自動車の生産利用技術調査報告書による）とする。

左記の燃料消費原単位を用いて、以下のように省エネルギー効果の把握を行った。



地下物流システムの導入によるエネルギー消費量の節約効果は地下物流システムの導入前の81%となる。

なお、営団地下鉄の総車両km当たりの使用電力量は 3.26 kWh / 車両km（昭和63年値）であるので、地下物流システムの日総車両kmを 18,547 千車両kmとし、使用電力原単位を営団値の 1/20 として、地下物流システムの使用電力量を求めると 302 万 kWh / 12時間と推計される。

表- 5.7 地下物流システム導入前後のエネルギー消費量の比較

(10⁶kcal/12時間)

車 種	地下物流システム導入前		地下物流システム導入後		導入後の発熱量 導入前の発熱量
	走行台キロ	発 熱 量	走行台キロ	発 熱 量	
乗 用 車 類	14,000	17,855	14,000	14,404	0.81
貨 物 車 類	16,000	32,567	11,200	18,670	0.57
端末集配車	—	—	289	142	—
地下物流システム	—	—	302 万 kwh	7,399	—
合 計	30,000	50,422	25,489 302 万 kwh	40,615	0.805

5) 便益額の算定

便益額は走行便益と時間便益に分けられるがいずれも旅行速度の変化により原単位も変わるため、貨物車だけでなく乗用車類も含めて地下物流システムの導入前後ごとに算定した。

(1) 走行便益額の推計

走行便益は燃料費、油脂費、タイヤ・チューブ費、車両整備費、車両償却費、人件費に分けられるが、それぞれ車種別に速度の関係式として原単位が設定されている。地下物流システムの導入前後の旅行速度をそれぞれ、15km/h、21km/hとして、各費目ごとに単価を求めると以下のとおりである。

① 燃料費原単位

Y: km当たりの費用, X: 旅行速度 (km/h)

乗 用 車	$Y = 75.67 / X - 0.097 X + 0.0104 X^2 + 5.067$ X = 15 km/h とすると Y = 10.99 円/km, X = 21 km/h とすると Y = 11.22 円/km
バ ス	$Y = -52.39 / X - 0.869 X + 0.00645 X^2 + 41.51$ X = 15 km/h とすると Y = 26.43 円/km, X = 21 km/h とすると Y = 23.61 円/km
昭和63年道路交通センサスの東京区部の乗用車・バスの交通量比(97%, 3%)で乗用車類の燃料消費量を求めると, X = 15 km/h の場合 Y = 11.45 円/km, X = 21 km/h の場合 Y = 11.59 円/km	
小型貨物 (ガソリン)	$Y = 91.375 / X - 0.135 X + 0.00128 X^2 + 8.000$ X = 15 km/h とすると Y = 12.35 円/km, X = 21 km/h とすると Y = 10.08 円/km
普通貨物 (ディーゼル)	$Y = 1.784 / X - 0.488 X + 0.00362 X^2 + 22.672$ X = 15 km/h とすると Y = 16.29 円/km, X = 21 km/h とすると Y = 14.11 円/km
昭和63年道路交通センサスの東京区部の小型貨物車・普通貨物車の交通量比(70%, 30%)で貨物車類の燃料消費量を求めると, X = 15 km/h の場合 Y = 13.53 円/km, X = 21 km/h の場合 Y = 11.29 円/km	

② 油脂費原単位

乗 用 車	$Y = 1.211/X - 0.0016 X + 0.00002 X^2 + 0.081$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.14 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.114 \text{ 円/km}$
バ ス	$Y = -1.676/X - 0.0278 X + 0.00021 X^2 + 1.328$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.847 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.757 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の乗用車・バスの交通量比(97%, 3%)で乗用車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 0.161 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 0.133 \text{ 円/km}$	
小型貨物	$Y = 2.102/X - 0.003 X + 0.00003 X^2 + 0.184$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.286 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.234 \text{ 円/km}$
普通貨物	$Y = 0.0410/X - 0.0112 X + 0.00008 X^2 + 0.521$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.374 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 0.323 \text{ km/h}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の小型貨物車・普通貨物車の交通量比(70%, 30%)で貨物車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 0.312 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 0.261 \text{ 円/km}$	

③ タイヤ・チューブ費

乗 用 車	$Y = -0.002 \cdot X + 1.73$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 1.700 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 1.688 \text{ 円/km}$
バ ス	$Y = 4.35 \text{ (} X \leq 45 \text{)}$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 4.35 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 4.35 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の乗用車・バスの交通量比(97%, 3%)で乗用車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 1.780 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 1.768 \text{ 円/km}$	
小型貨物	$Y = 1.59 \text{ (} X \leq 45 \text{)}$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 1.59 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 1.59 \text{ 円/km}$
普通貨物	$Y = 4.35 \text{ (} X \leq 45 \text{)}$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 4.35 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 4.35 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の小型貨物車・普通貨物車の交通量比(70%, 30%)で貨物車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 2.418 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 2.418 \text{ 円/km}$	

④ 車両整備費

乗用車	$Y = -0.002 \cdot X + 5.32$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.29 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.278 \text{ 円/km}$
バス	$Y = 5.32 \quad (X \leq 45)$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.32 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.32 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の乗用車・バスの交通量比(97%, 3%)で乗用車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 5.290 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 5.279 \text{ 円/km}$	
小型貨物	$Y = 5.48 \quad (X \leq 45)$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.48 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.48 \text{ 円/km}$
普通貨物	$Y = 5.32 \quad (X \leq 45)$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.32 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.32 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の小型貨物車・普通貨物車の交通量比(70%, 30%)で貨物車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 5.430 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 5.430 \text{ 円/km}$	

⑥ 車両償却費

乗用車	$Y = -0.040 \cdot X + 5.64$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 5.04 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 4.80 \text{ 円/km}$
バス	$Y = -0.204 \cdot X + 28.39$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 25.33 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 24.11 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の乗用車・バスの交通量比(97%, 3%)で乗用車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 5.649 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 5.379 \text{ 円/km}$	
小型貨物	$Y = -0.151 \cdot X + 20.96$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 18.695 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 17.789 \text{ 円/km}$
普通貨物	$Y = -0.147 \cdot X + 20.55$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 18.345 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 17.463 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の小型貨物車・普通貨物車の交通量比(70%, 30%)で貨物車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 18.59 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 17.69 \text{ 円/km}$	

⑥ 人 件 費

乗 用 車	$Y = 0$
バ ス	$Y = 72.98 + 7663.01/X$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 583.85 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 437.89 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の乗用車・バスの交通量比(97%, 3%)で乗用車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 17.52 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 13.14 \text{ 円/km}$	
小型貨物	$Y = 32.13 + 3373.97/X$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 257.06 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 192.80 \text{ 円/km}$
普通貨物	$Y = 64.14 + 6734.70/X$ $X = 15 \text{ km/h}$ とすると $Y = 513.12 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ とすると $Y = 384.84 \text{ 円/km}$
昭和63年道路交通センサスの東京区部の小型貨物車・普通貨物車の交通量比(70%, 30%)で貨物車類の燃料消費量を求めると, $X = 15 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 333.9 \text{ 円/km}$, $X = 21 \text{ km/h}$ の場合 $Y = 250.4 \text{ 円/km}$	

⑦ km当たりの走行費用

表－ 5. 8 車種別のkm当たりの走行費用

①から⑥までの単価をまとめて、
車種別のkm当たりの走行費用を求め
ると表－ 5. 8 の合計の欄に示すと
おりである。

⑧ 走行便益の算出

表－ 5. 8 の走行費用単価を用いて、
車種別の地下物流システム導入前後
の走行台キロ（地下物流システム利
用者の費用負担等の設定は未だ不明
確であるため、ここでは乗用車交通

と貨物車交通の非転換分の走行台キロで算定した）に乗ずると、表－ 5. 9 に示されるように、
10億3,477万円／12時間の走行便益が生ずると推計される。

（昭和62年価格，円／km）

	乗 用 車 類		貨 物 車 類	
	導入前	導入後	導入前	導入後
燃 料 費	11.45	11.59	13.53	11.29
油 脂 費	0.16	0.133	0.312	0.261
タ イ ヤ 費	1.780	1.768	2.418	2.418
車両整備費	5.29	5.279	5.43	5.43
車両償却費	5.649	5.379	18.59	17.69
人 件 費	17.52	13.14	333.90	250.40
合 計	41.85	37.29	374.18	287.49

表－ 5. 9 地下物流システム導入前後の走行費用の比較

（万円／12時間）

車 種	地下物流システム導入前		地下物流システム導入後		走 行 便 益
	走行台キロ	走行費用	走行台キロ	走行費用	
乗用車類	14,000	58,590.0	14,000	52,206.0	6,384.0
貨物車類	11,200	419,081.6	11,200	321,988.8	97,092.8
全 車	23,700	477,671.6	25,200	374,194.8	103,476.8

(2) 時間便益額の推計

時間便益額の推計は下記の車種別の時間価値を用いて、地下物流システム導入による走行時間
短縮分に乗じて求めた。なお、計算対象は走行費用の算定の場合と同様に乗用車交通と貨物車交
通の非転換分の受ける便益とした。

右記の車種別の時間価値を用いて、車種別の地下物
流システム導入前後の走行台キロに乗ずると、表－ 5.
10 に示されるように、13億1,219万円／12時間の時間
便益が生ずると推計される。

車種別の時間価値（昭和62年価格）	
乗 用 車	： 43.77 円／分
バ ス	： 250.93 円／分
乗用車類平均	： 49.98 円／分
小型貨物車計	： 36.15 円／分
大型貨物車計	： 49.12 円／分
貨物車類平均	： 40.04 円／分

資料：道路整備による効果の推計に関する
調査報告書（昭和63年3月 建設省）

表－ 5.10 地下物流システム導入前後の時間費用の比較

(万円/12時間)

車 種	地下物流システム導入前		地下物流システム導入後		時 間 便 益
	走行台キロ	時間費用	走行台キロ	時間費用	
乗用車類	14,000	279,888.0	14,000	199,920.0	79,968.0
貨物車類	11,200	179,379.2	11,200	128,128.0	51,251.2
全 車	25,400	459,267.2	25,400	328,048.0	131,219.2

(3) トータルの便益額

走行便益	時間便益	トータル便益
10 億 3,500 万円/12時間	+	13 億 1,200 万円/12時間
		=
		23 億 4,700 万円/12時間

年間値(× 300)に換算すると、約7,000億円/年となる。

6) 直接効果の算定結果

直接効果の算定結果をまとめると表－ 5.11 に示すとおりとなる。

表－ 5.11 直接効果の算定結果

波 滯 (旅行速度の上昇効果)	1.38倍の速度上昇となる。(1日の平均的速度を15km/時とすると21km/時に上昇する。)
環 境 (NO _x 排出量)	12時間のNO _x 排出量は76.1%に減少する。(交通量の減少による効果のみの推計であり、渋滞解消による発進・停止の減少によるNO _x 排出量の減少は見込んでいない。)
運 転 労 働 力	76千人(27%)のトラック運転者数に相当する運転労働力が軽減される。
エ ネ ル ギ ー	地下物流システムにより、エネルギー消費量は導入前と比べて、80.5%に減少する。(地下物流システム及び端末電気自動車の消費電力も発熱量に換算して含めた。)
走 行 便 益	旅行速度の上昇効果が乗用車交通にも及ぶため、全車種で約10億4千万円/12時間と推計される。(但し、地下物流システムに転換する貨物車交通の受ける便益は考慮していない。)
時 間 便 益	全車種で約13億1千万円/12時間と推計される。(地下物流システムに転換する貨物車交通の受ける便益は考慮していない。)
トータルの便益	23億5千万円/12時間、7,000億円/年となる。 なお、この年間便益が毎年継続するとして、割引率を5%とすると、20年後の累計便益は9兆1,600億円と推計される。

5.3 間接効果

間接的効果として以下の効果が挙げられる。

① 定時性の向上

都市内の道路混雑による輸送の不確実性が、端末集配部分を除いてなくなり、輸送の定時性が確保できる。端末集配頻度を高めれば、ジャストインタイム輸送のニーズへの対応もよりレベルアップする。

② 物流活動全般の合理化の促進

運輸労働力の省力化や輸送時間の短縮効果については直接効果として把握したが、卸売業や製造業の配送圏域の拡大及び集配送センターの集約化（在庫の集約化、縮小化）、生産活動の安定化等の効果が期待でき、生産・物流・販売の各部門それぞれの活性化が図れる。

③ 物価の低減化

物流経費の低下や流通経路の簡略化等により、各種製品の物価の低減が期待できる。

④ 地下物流システム建設に伴う産業活動への波及効果、生産誘発効果

地下物流システムの建設は5兆円という投資規模からみても、さまざまな需要の誘発を引き起こし、我が国経済の拡大に寄与する。

⑤ 物流業者のターミナル、デポ用地の有効活用

現在、宅配業者等が保有しているターミナル、デポ施設用地はかなりの規模になると想定されるが、これらの地下に地下物流システムの端末デポを収容することにより、これらの地上部分は他の用途への転換も可能となる。

また、宅配業者等はターミナル、デポ用地の不足の問題を抱えているが、地下物流システムを郊外まで延伸整備することにより、必ずしも東京区部内にターミナル・デポ用地を確保しなくてもすむ。また、共同配送の導入も容易になる。

5.4 収支計算

1) 収支計算の前提条件

(1) 料金収入

地下物流システムに転換するフレートの1フレートの1フレート当たりの重量はであり、これを現行の路線トラックで輸送する場合の運賃は、輸送距離が50km未満とすると、12,400円となる。地下物流システムの経営形態として、端末集配サービスは輸送業者等に委託して切り離すこととすると、路線トラック運賃に占める幹線輸送部分の割合が40%（日本通運調べ）であることを用いて、 $12,400 \text{円} \times 0.4 = 5,000 \text{円}$ とする。

$$\begin{aligned} 1 \text{ フレート当たり重量} &= (\text{トータルの転換物流量}) / (\text{トータルの転換フレート数}) \\ &= 842,401 \text{ トン} / 481,498 \text{ 件} = 1.75 \text{ トン/件} \end{aligned}$$

(2) 支出

① 人件費

1人当たり人件費：650万円/年（平成2年価格）とする。
（私鉄平均値）

② 経費

- a. 線路保存費：17,667千円/km・年
- b. 電路保存費：7,900千円/km・年
- c. 車両保存費：39.4円/車両km・年
- d. 運 転 費：27.7円/車両km・年
- e. 運輸・管理費：10,013千円/km・年

出典：モノレール協会資料

「鉄輪式リニアモーター交通システム」の値
貨物輸送であることや自動運転であること等を考慮して適用にあたっては0.8倍した値を用いる。

③ 元金及び利息支払い

建設費のうちインフラ部分は補助（国2/3，地方公共団体1/3）とし、インフラ外部については民間資金等を充当する（第3セクターを前提）。

年率7.7%，元金均等20年償還とする。

建設期間を10年としてインフラ外部の建設費20,000億円が1/10ずつ投資されたとすると、開業時の元金は、30,763億円となる。

$$2,000 \text{ 億円} \times (1.077^{10} + 1.077^9 + \dots + 1.077) = 30,763 \text{ 億円}$$

$$\frac{30,763 \text{ 億円} \times (1 + 0.077)^{20} \times 0.077}{(1 + 0.077)^{19} - 1} = 3,376 \text{ 億円/年}$$

④ 税金（固定資産税，都市計画税）

- ・車両購入価格の100%に対し，税率1.4%とする。
- ・土地に対しては，保有規模等が不明のため，今回の検討では除くこととする。
- ・建物に対しては，工事価格の50%に対し，税率1.7%とする。

2) 収支に関する概略チェック結果

(1) 料金収入

2000年開業目標として、開業時点の年間収入を以下のように算定した。

$$481,500 \text{ 件/日} \times 300 \text{ 日/年} \times 5,000 \text{ 円/件} = \boxed{7,222 \text{ 億} 5,000 \text{ 万円}}$$

(2) 支出

① 人件費

1人当たりの人件費：650万円/年（平成2年価格）とする。

要員数は営団地下鉄の部門別要因数を参考に以下のように設定した。

(営団地下鉄の部門別要員数)		(地下物流システムの部門別要員数)	
営業（駅関係）	— 3,800人	営業（デポ関係）	— 1,050人
141駅	27人/駅	宅配業者サブターミナルの人員数（20人/箇所，集配運転車を含む）の1/3とすると	
運 転	— 2,400人	150 × 7人/駅 = 1,050人	
施 設	— 3,400人	施 設	— 1,700人（1/2とした）
（車両保守等）		（車両保守等）	
本社管理要員	— 700人	本社管理要員	— 700人
合 計	10,300人	合 計	3,450人

$$3,450 \text{ 人} \times 650 \text{ 万円/年} = \boxed{224 \text{ 億} 2,500 \text{ 万円}}$$

② 経費

$$\text{a. 線路保存費：} 17,667 \text{ 千円/km} \cdot \text{年} \times 0.8 \times 320 \text{ km} = \boxed{45 \text{ 億} 2,300 \text{ 万円}}$$

$$\text{b. 電路保存費：} 7,900 \text{ 千円/km} \cdot \text{年} \times 0.8 \times 320 \text{ km} = \boxed{20 \text{ 億} 2,200 \text{ 万円}}$$

$$\text{c. 車両保存費：} 20 \text{ 両} \times 120 \text{ 本/時} \times 2 \times 12 \times 14 \text{ 路線} \times 23 \text{ km} = 18,547 \text{ 千車両km}$$

時間 1路線当たり延長

$$18,547 \text{ 千車両km} \times 39.4 \text{ 円/車両km} \times 0.8 = \boxed{5 \text{ 億} 8,500 \text{ 万円}}$$

$$\text{d. 運転費：} 18,547 \text{ 千車両km} \times 27.7 \text{ 円/車両km} \times 0.8 = \boxed{4 \text{ 億} 1,100 \text{ 万円}}$$

$$\text{e. 運輸・管理費：} 320 \text{ km} \times 10,013 \text{ 千円/km} \times 0.8 = \boxed{25 \text{ 億} 6,300 \text{ 万円}}$$

③ 元金及び利息支払い

$$\boxed{3,376 \text{ 億円/年}}$$

④ 税金（固定資産税，都市計画税）

・車両購入価格の100%に対し，税率1.4%とする。

$$2,100 \text{ 億円} \times 0.014 = \boxed{29 \text{ 億} 4,000 \text{ 万円/年}}$$

- ・建物に対しては、工事価格の50%に対し、税率1.7%（固定資産税1.4%+都市計画税0.3%）とする。

（デポ、諸建物）

$$13,900 \text{ 億円} \times 0.5 \times 0.017 = \boxed{118 \text{ 億} 1,500 \text{ 万円}}$$

⑤ 経費のトータル額

以上の支出費目ごとの経費を合計すると経費のトータル額は下記のとおりである。

$$\text{経費のトータル額} = \boxed{3,848 \text{ 億} 8,400 \text{ 万円}}$$

(3) 収支比率

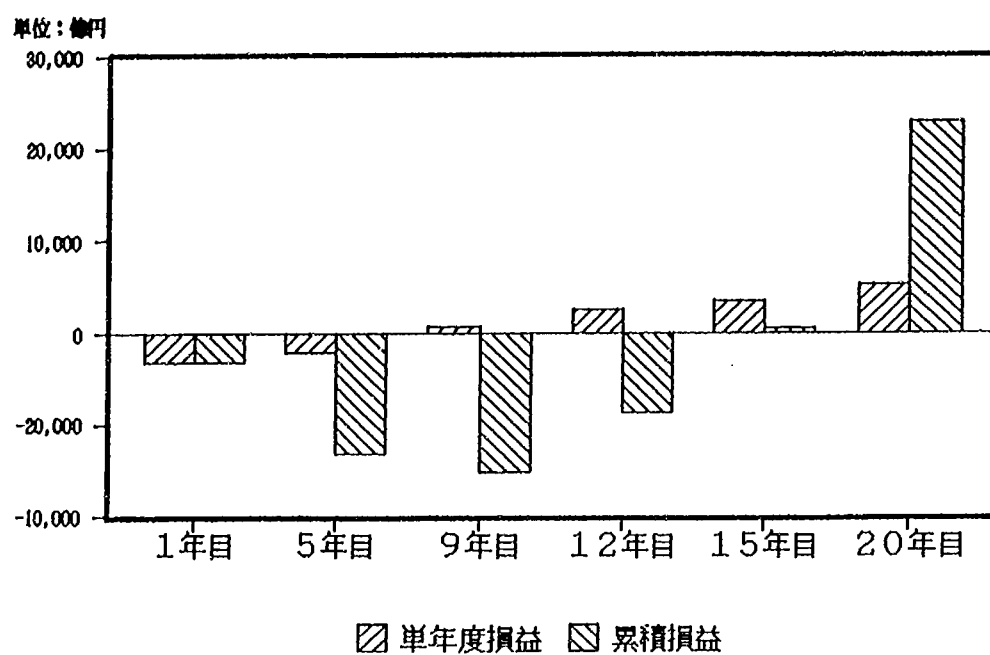
収入と経費の関係は、地下物流システムに転換するとした需要が100%利用すると想定すれば、収入が経費の1.87倍の結果となっている。

$$\text{収入/経費} = \frac{7,222 \text{ 億} 5,000 \text{ 万円}}{3,848 \text{ 億} 8,400 \text{ 万円}} = 1.87$$

しかし、建設当初は需要量が1/10程度で目標需要になるまで10年かかるとすると、需要量の伸びは25.9%となり、単年度で黒字となるのは開業後9年目となる。また、「首都圏貨物流通ビジョン策定調査」（関東運輸局）によると10年目以降は4.8%の伸びとなり、（2000年/1985年）の首都圏の物流の伸びはフレートで2.03倍と推計されている。このことから $((2.03)^{1/15} = 1.048)$ で推移すると仮定すると、累積での黒字転換時期は開業後15年後となる。

（単位：億円）

	1年目	5年目	9年目	12年目	15年目	20年目
収入	722	1,814	4,557	6,302	7,253	9,170
経費	3,849	3,849	3,849	3,849	3,849	3,849
単年損益 (収入-経費)	△3,127	△2,035	608	2,453	3,404	5,321
累積損益 (収入-経費)	△3,127	△13,217	△15,278	△8,772	459	23,052



図－5.3 収入と経費の関係

5.5 ま と め

東京区部の地下流通システムの整備効果についてまとめると以下の通りである。

- ① 地下物流システムの建設費は、約 5 兆円と試算された。
- ② 東京区部の旅行速度は、システム導入前に比べて約 40% 上昇し、交通混雑は大幅に緩和される。
- ③ NO_x 排出量は、システム導入前に比べて約 24 % 低減し、環境も改善される。
- ④ トラック運転手は 1 日当り 76,000 人に相当する労働力が軽減され、人手不足が緩和される。
- ⑤ エネルギー消費は、システム導入前に比べて約 20% 節約できる。
- ⑥ 20 年間に得られる便益は、走行便益と時間便益を合わせて約 9 兆円と推計された。これは、建設費の 2 倍に相当する。
- ⑦ 概略の収支計算によると、インフラ部の建設費は国等からの補助、システムの使用料金を現行トラック輸送と同程度とした場合で、単年度損益の黒字転換年は開業後 9 年目、累積のそれは 15 年目となる。

参考文献

- 1) (社)日本道路協会：道路トンネル技術基準(換気編)・同解説，丸善，1985
- 2) 環境庁：大都市における窒素酸化物対策の中期展望，1988
- 3) 建設省道路局：道路交通センサス，一般交通量調査基本集計表，1988 他
- 4) 建設省：道路整備による効果の推計に関する調査研究報告書，1988
- 5) (社)日本自動車会議所：数字でみる自動車，1990
- 6) 東京都市圏交通計画協議会：東京都市圏総合都市交通体系調査報告書，物資流動調査現況編，1984
- 7) 運輸省：陸運統計要覧，(社)日本自動車会議所，1988 他
- 8) (社)日本自動車工業会：自動車統計年報，第16集，1988 他
- 9) 神崎紘郎，黒木隆晴，村上順雄：貨物自動車の輸送特性，土木研究所資料第2772号，1988
- 10) 日本物的流通協会：21世紀に向けてこれからの物流のあり方，1989
- 11) 柴田正雄，河野辰男：シミュレーションによる年間平均旅行速度の推定，交通工学 vol. 24, No. 6,

1989

あ と が き

今後都市部における交通渋滞，交通環境，トラック運転手の不足，エネルギー等の問題は，益々厳しくなる傾向にある。これらの問題を根本的に解決するために，今回検討した地下物流システムは有効であると同時に必要であると思われる。

ただし，今回の検討は，仮定条件及び検討方法とも非常にマクロなものであり，今後は以下に示す項目を中心に詳細な検討を行っていく必要がある。

(1) 各種施設の構造・機能に関する検討

段階整備を考慮したシステム規模の詳細検討及び建設コスト，運営コストの精緻化を行うとともに，端末デポの構造，機能を詳細に明らかにし，具体的配置箇所の選定も行う。特に，自動積み替え，積み卸し技術や駆動方式の検討が必要となる。

(2) 需要に見合った施設規模の検討

今回の検討では，東京区部全体の貨物車交通量の概ね30％程度を代替する需要を想定したが，この需要に対する施設規模としては，若干過大設計の箇所もあるため地下物流システムの輸送力，集配圏域を考慮した施設規模の検討が必要とされる。

(3) モデルケースでの詳細な需要予測及び評価

これまでは比較的マクロな需要想定と整備効果の把握を行ったが，今後さらに選定されたシステムに対して，特定の地域（首都圏）を対象とした地下物流システムのネットワーク設定を行い，モデルケースとしての需要予測及び整備効果の詳細評価を行う。

謝 辞

本研究の内容は建設省道路局の「道路地下空間利用検討委員会・地下物流システム検討部会（委員長 越 正毅 東大教授）において検討されたものである。貴重な御意見，御指導を頂いた委員各位に心より感謝の意を表する。

谷口栄一, 河野辰男, 石渡史浩

要 旨

本研究は、最近の貨物自動車輸送を取り巻く問題を解決するため、大都市圏内における物流の現状と将来のニーズの動向を踏まえて、道路交通を代替し交通混雑緩和に寄与する地下空間を利用した新しい物流システムについて検討を行ったものである。まず現状の貨物自動車による輸送を取り巻く問題点を整理し、新たな物流システムの必要性を明らかにした。次に東京23区の貨物自動車の流動特性を中心に整理し、これらの結果から、新たな物流システムのイメージを提示し、システムの整備効果について検討を行った。

キーワード：物流，地下空間，輸送，貨物自動車交通，渋滞対策



郵便はがき

41円切手
をはいて
下さい。

305-□□

茨城県つくば市大字旭一番地

建設省土木研究所

新交通研究室 御中

No. 006

No. 006

配布先氏名

配布先住所



土木研究所資料第 2954 号 部

上記のとおり受領しました。

所 属（住所）

氏 名 印