

Eコマースの影響を考慮した都市内貨物車交通施策に関する研究*
Evaluating policy measures incorporating e-commerce for urban freight transport *

谷口栄一**・秦健太郎***

By Eiichi TANIGUCHI**・Kentaroh HATA***

1. はじめに

昨今の交通量増加に伴い経年的に激化する交通渋滞および交通事故，さらに CO₂ の排出による地球温暖化，NO_x に代表される大気汚染の原因の 1 つとして貨物車交通が挙げられる．貨物車を運行する物流企業は近年の顧客ニーズの多様化，E コマースの普及によりジャストインタイム輸送・多頻度小口輸送を実施せざるを得なくなり，交通状況や環境の悪化を助長している．このような負荷の大きい貨物車交通に対して，施策を実施し，効率的な配送が可能となれば結果的にこれらの負荷を低減することができると考えられる．本研究では効率的かつ環境に優しい物流システムを目指すにあたり，交通状況や環境への影響が大きい都市内物流を取りあげ，その重要な担い手である貨物車交通に焦点をあてる．

さらに近年めざましく成長する E コマースによる顧客の購買行動および貨物の流通形態の変化を取り入れた上で，貨物車交通に対する施策を実施し，都市内の交通状況や環境に与える影響を検討するとともに，その施策の評価を行う．

2. 確率論的配車配送計画モデル

物流企業の効率的な配車配送計画を立案する際の支援として確率論的配車配送計画モデル¹⁾を構築した．このモデルでは計算される所要時間の頻度分布をそのまま用いて変動を考慮し，固定コスト，運行コスト，遅刻および早着ペナルティ，さらには大型車走行ペナルティを加えた総コスト最小化を目

*キーワード：物資流動，ITS，経路選択

**フェロー，工博，京都大学大学院都市社会工学専攻（京都市左京区吉田本町，TEL:075-753-4789，

E-mail:taniguchi@kiban.kuciv.kyoto-u.ac.jp）

***非会員，工修，阪急電鉄株式会社

（大阪市北区芝田一丁目16番1号）

的とする．ここで大型車走行ペナルティは大型車の走行距離に比例して課金するペナルティ（ロードプライシングによるペナルティ）とする．物流企業はこのモデルによって出力される結果に従い，配車配送計画を立案するものとする．

3. 都市内交通シミュレーションモデル

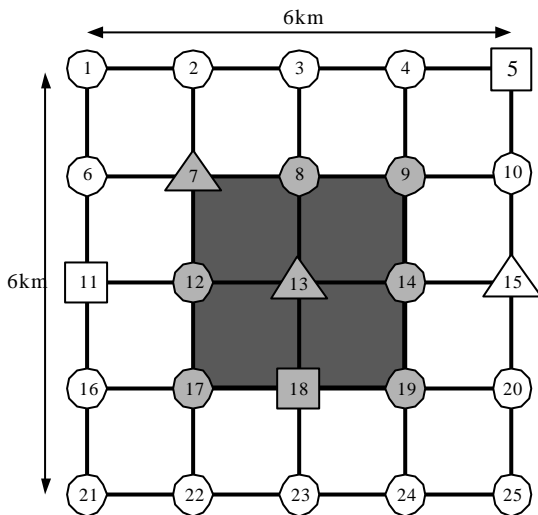
本研究では貨物車に対する施策を実施した際の交通状況を再現するため，2. で述べた配車配送計画モデルと交通流シミュレーションモデルを組み合わせた都市内交通シミュレーションモデルを構築した．このモデルで配車配送計画モデルから得られる各物流企業の配車配送パターンを基に交通流シミュレーションモデル上でトラックを走行させることにより，施策を評価する様々な指標が得られる．本研究では，対象とするネットワークの規模を考慮に入れ，ボックスモデルを採用した．

4. ケーススタディ

問題設定

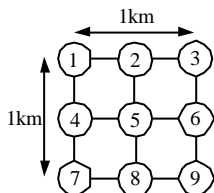
本研究で対象とする道路ネットワークは図-1 に示すようにノード数 25，リンク数 80 のメインネットワークとノード数 9，リンク数 24 のサブネットワークの 2 種類のネットワークから構成される．メインネットワークの各ノードとサブネットワークの中心ノードが対応し，メインネットワークの各ノードに対して 1 つのサブネットワークが接続する．本研究では都市内の道路ネットワークを対象とするため，メインネットワークの全てのノードはセントロイドとし乗用車の発生・集中が起こるとする．対象地域は斜線部で示された高密度地域（世帯数 130～170，発生交通量 220 台/日，接続する 9 個のサブネットワークを含む）と低密度地域（世帯数 80～120，発生交通量 175 台/日）の 2 種類に分けて設定した．

メインネットワーク



自由走行速度：30km/h 自由走行時間：3分

サブネットワーク



自由走行速度：15km/h 自由走行時間：2分

- ：宅配企業のデポ
- △：納入企業のデポ

図-1 対象ネットワーク

また、本研究では E コマース利用率を 10% と設定した。E コマース利用率 10% とはネットワーク内の各ノードに存在する全世帯の 10% が E コマースを利用し、残りの 90% はその消費者世帯のサブネットワークが接続するメインネットワーク上のノードにある小売店で買い物をするとした。小売店はメインネットワーク内の 25 個のノード全てに配置し、小売店で買い物をする場合は 70% の消費者世帯が徒歩または自転車を、30% が乗用車を使用するものとする²⁾。各消費者世帯の 1 日の需要量は 5kg とし、E コマースを利用する消費者は 5kg の 50% を E コマースにより購入し、残りの 50% を小売店で購入するとした。

物流企業

本研究ではデポから小売店に貨物を配送する納入企業3社（10トントラック12台，4トントラック12台所有，小売店のタイムウィンドウは3社で共通）とサブネットワークに位置する消費者に配送する宅配企業3社（2トントラック50台所有，タイムウィン

ドゥは3社で異なり，1時間幅）の2種類の物流企業を設定した。

貨物車交通施策

本研究では都市内の貨物車に対する施策として企業の経済活動に対する取り決めを変更するソフト的施策を考える。ソフト的施策には行政により実施される規制と物流企業などが講じる対策がある。規制としては 都市内の大型車（10トントラック）の走行を禁止する大型車流入規制および 大型車の走行距離によって課金（200円/km）するロードプライシングを実施する。なお，大型車流入規制によって，納入企業は4トントラックのみを使用できる。対策としては) 各企業が配送エリアを決めてそのエリアに対して1つの企業が他社の荷物を含めて配送する共同配送，) 地区内の数ヶ所に配置したピックアップポイント機能を持つ物流施設に貨物を配送し，消費者がそこに貨物を取りに行く方法，) 対象地区の全顧客に対してタイムウィンドウを一定の時間幅（3時間幅）に指定する方法を考えた。この) ~) に対策なしを加えた4パターンをグラフ上ではそれぞれ，) Co，) Pp，) Tw，) Baと示すこととする。以上のような行政の実施する施策と物流企業などが講じる対策を都市内全体として有効に組み合わせて交通状況および環境への負荷低減を図ることを目的とし，ケーススタディを表-1に示すように設定した。宅配企業は全てのケースにおいて共同配送，ピックアップポイント，タイムウィンドウの指定と対策なしの場合を合わせた4パターンを実施する。

表-1 ケーススタディの設定

ケースNo.	貨物車交通施策	
	規制	対策(納入企業)
0	施策なし	対策なし
1	大型車流入規制	対策なし
2	ロードプライシング	対策なし
12	条件付大型車流入規制	共同配送
22	ロードプライシング	共同配送

5. 解析結果と考察

ケーススタディの結果を納入企業が対策を講じない場合（ケース1，2）と共同配送を行う場合（ケース12，22）に分け，それぞれを規制および対策のないケース0と比較した。

(1) 納入企業が対策を講じない場合

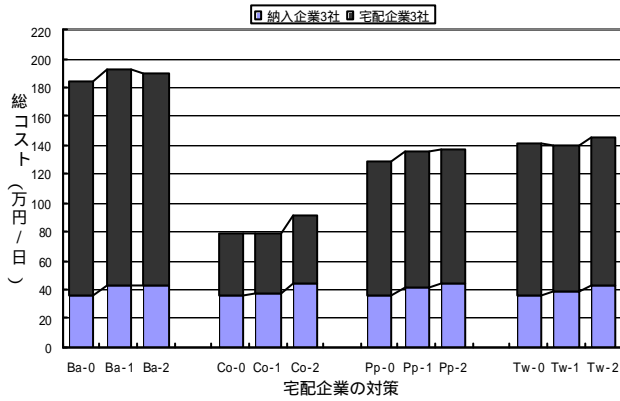


図-2 総コスト (ケース0・1・2)

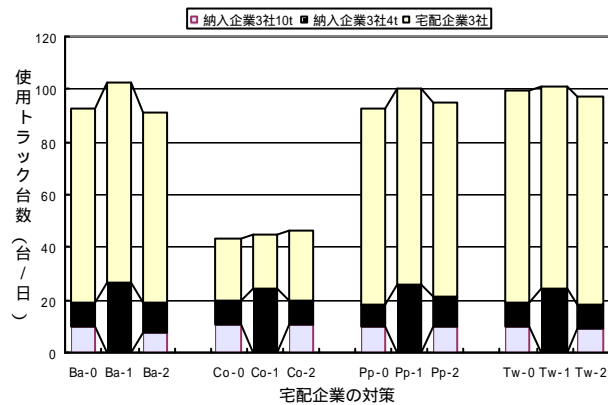


図-3 使用トラック台数 (ケース0・1・2)

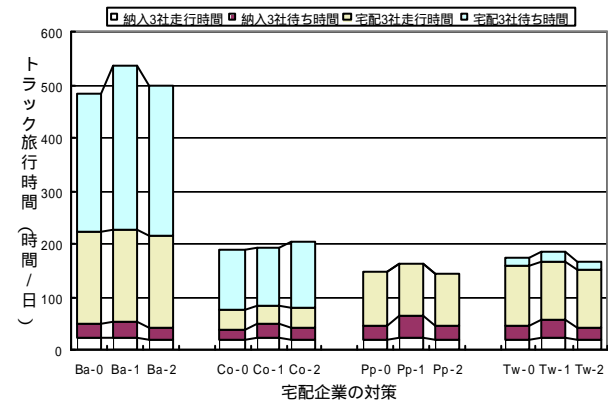


図-4 トラック旅行時間 (ケース0・1・2)

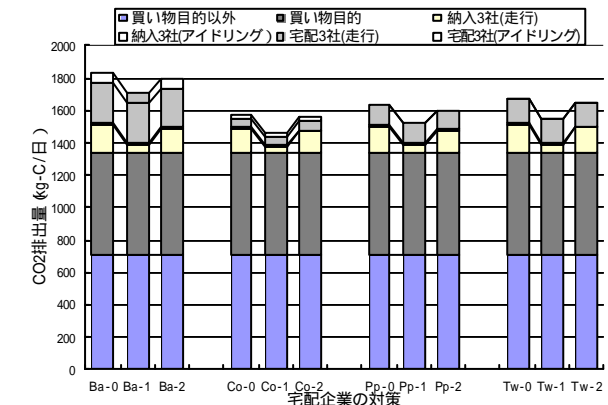


図-5 CO₂排出量 (ケース0・1・2)

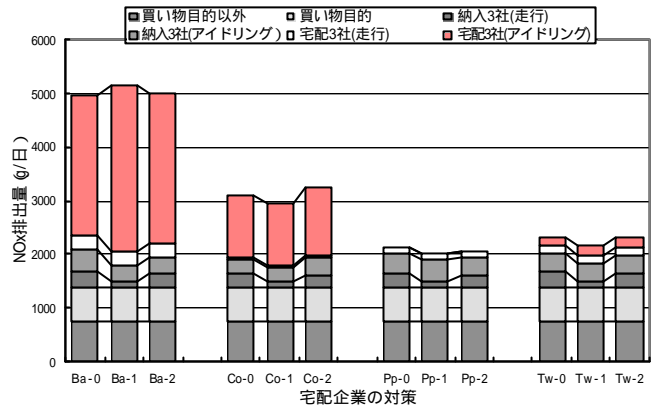


図-6 NO_x排出量 (ケース0・1・2)

総コスト,使用トラック台数,トラック旅行時間(物流企業の走行時間と待ち時間),CO₂排出量,NO_x排出量をそれぞれ図-2,図-3,図-4,図-5,図-6に示す.ケース1,ケース2において納入企業の総コストが増加し,結果として物流企業全体の総コスト増加に繋がっている.ケース1では大型車(10トントラック)の使用が禁止されるため,容量の小さい4トントラックを使用することによる台数増加によってコストが増加したものと考えられる.また,ケース2では課金対象の10トントラックの割合は減少しているが,総トラック台数は一定である.ロードプライシングによるペナルティがコスト増加に繋がったと考えられる.ケース1のトラックの旅行時間は増加した.これは使用するトラックの増加により,各トラックは時間的に余裕をもって各小売店を訪問することが可能となり,待ち時間の増加に繋がったことが原因である.ケース2ではトラック旅行時間は増加したが,納入企業の走行時間に占める10トントラックの割合は削減する結果となった.CO₂排出量はケース1,ケース2ともに削減され,特にケース1は削減量が多かった.NO_x排出量はケース1では僅かに削減し,ケース2では明確な傾向は見られなかった.以上より,CO₂排出量の削減にはトラックの車種変更が効果的であることがわかる.

(2) 納入企業が共同配送を行う場合

総コスト,使用トラック台数,トラック旅行時間(物流企業の走行時間と待ち時間),CO₂排出量,NO_x排出量をそれぞれ図-7,図-8,図-9,図-10,図-11に示す.ケース12では共同配送を行うことにより使用トラック台数が減少し,総コスト削減に繋がっている.ケース22はトラック台数は減少してい

るがロードプライシングによるペナルティのため総コスト増加となった。

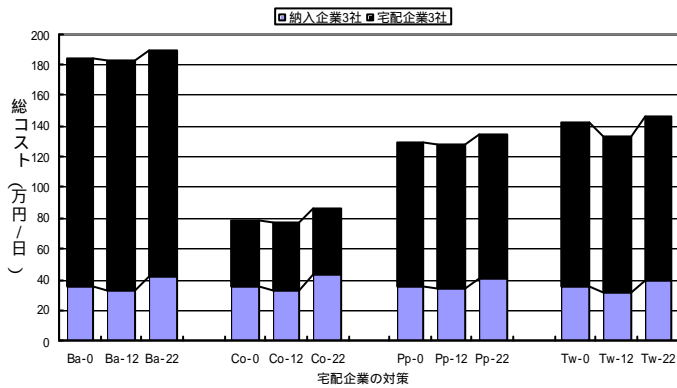


図-7 総コスト (ケース0・12・22)

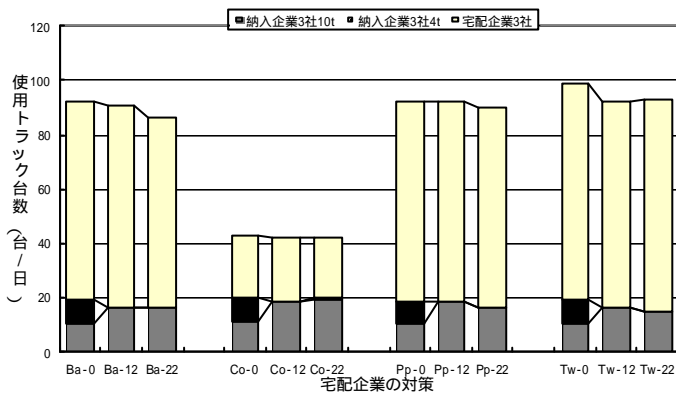


図-8 使用トラック台数 (ケース0・12・22)

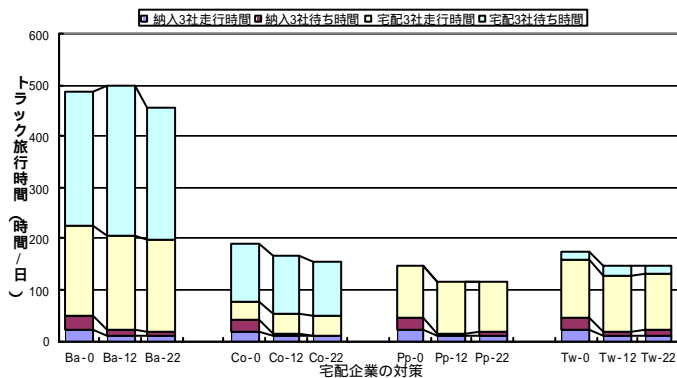


図-9 トラック旅行時間 (ケース0・12・22)

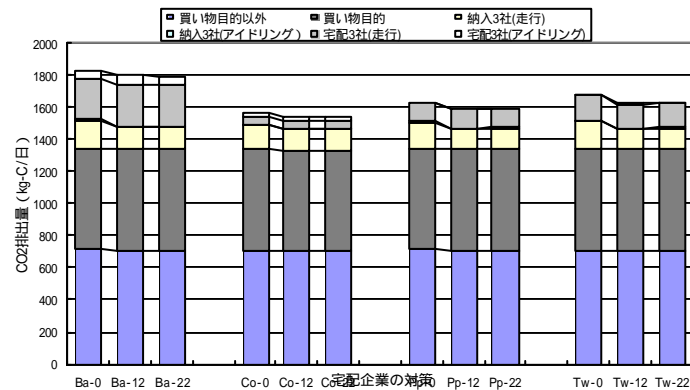


図-10 CO₂排出量 (ケース0・12・22)

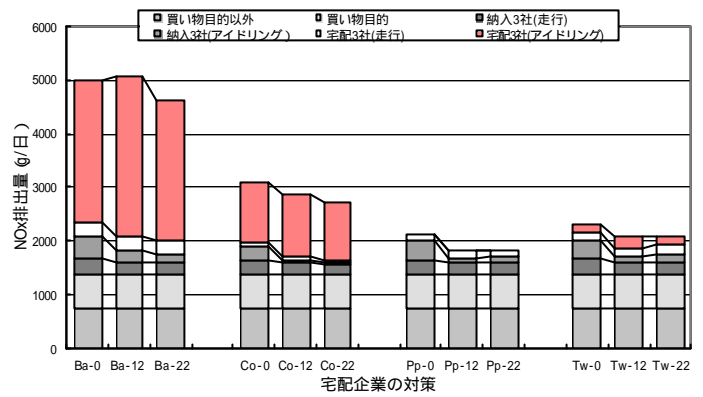


図-11 NO_x 排出量 (ケース0・12・22)

納入企業の待ち時間減少によりトラック旅行時間はケース 12, ケース 22 とともに減少した。CO₂ 排出量はケース 12, ケース 22 とともに減少したがケース 1 の方が削減量は大きいことがわかる。ここでも, CO₂ 排出量の削減には車種変更が効果的であることがわかる。NO_x 排出量はケース 12, ケース 22 とともに減少し, ケース 1 より削減量が大きいことがわかる。従って, NO_x 排出量の削減にはトラック台数の削減が効果的であることがわかる。よって, 大型車を有する物流企業の共同配送は交通状況, 環境の改善に大きな効果をもたらすといえる。

6. 結論

貨物車交通に対してソフト的施策を実施し, 都市内の交通状況や環境に及ぼす影響について検討を行い, 施策の評価を行った。この結果, 共同配送, ピックアップポイントの設置, タイムウィンドウを指定するなどの対策を講じることにより, 総コスト, トラック旅行時間, CO₂, NO_x が削減され企業面, 道路交通, 環境面において効果があることがわかった。大型車流入規制, ロードプライシングなどの規制を実施すると CO₂, NO_x の削減など環境面で効果は得られるが, 総コスト, トラック台数, トラック旅行時間が増加することがわかった。さらに, 大型車を有する物流企業が共同配送を実施するとそれらの負の効果を抑制できることがわかった。

参考文献

- 1) Taniguchi, E. and Kakimoto, Y., Modelling effects of e-commerce on urban freight transport, CityLogistics Institute for City Logistics, pp.143~154, 2003
- 2) 京都生協組合員調査の資料 (<http://ha1.seikyone.jp/home/kki/sinpo/98/6siryu.html>)