第Ⅳ部門　　運賃と輸配送量を内生化した都市内共同配送分析

京都大学工学部　学生員　○福井　一彬
京都大学大学院工学研究科　正会員　山田　忠史
京都大学大学院工学研究科　フェロー　谷口　栄一

1. はじめに

貨物の多頻度小口配送の隆盛に伴い，配送車両が増加し，都市内の道路混雑の悪化や交通事故のリスク増大といった弊害が顕在化している．これらを緩和・解決する方法として，共同配送の必要性が以前から指摘されている．実際に，共同配送が実施されている地区もあり，共同配送を行うことによりさまざまな効果が得られるという試算例も見られる[1)]．一方で，採算性や貨物量不足などが原因で，共同配送の実施が見送られる場合も多い．

共同配送の成立メカニズムについての研究は以前から行われているが[2)]，成立に向けて重要な役割を果たす共同配送運賃や貨物需要（商品需要に影響を受けた輸配送量）が外生的に与えられている．そこで本研究では，複数の物流業者の都市内共同配送に焦点を当てて，共同配送運賃や輸配送量などを内生的に決定するモデルを構築する．このモデルを用いて共同配送が成立する要因について基礎的分析を行う．

2. 都市内共同配送モデル

図-1 に，本研究で構築するモデルの構造を示す．対象とする主体は，荷主，物流業者，消費市場（顧客）である．荷主は商品の販売価格を決定し，消費市場は販売価格に応じて商品購入量（貨物需要）を変化させる．貨物の輸配送を行う物流業者には，共同配送を委託する物流業者 H と共同配送を請け負う物流業者 $\overline{H}$ の 2 種類が存在するものとする．物流業者 H は物流業者 $\overline{H}$ に対して，配送量の一部を委託する（共同配送を行う）可能性があり，配送を委託する量に応じて物流業者 $\overline{H}$ に運賃（共同配送運賃）を支払う．配送を委託するか否かは，輸配送量や共同配送運賃などと同時に，モデル内で内生的に決定される．

図-2に，このモデルにおける，流通や輸配送の経路と，運賃の特性を示す．荷主と消費市場の間には，ターミナルと配送デポが存在すると仮定する．物流業者は，それぞれにデポを管理しており（D，$\overline{D}$），輸配送の際に

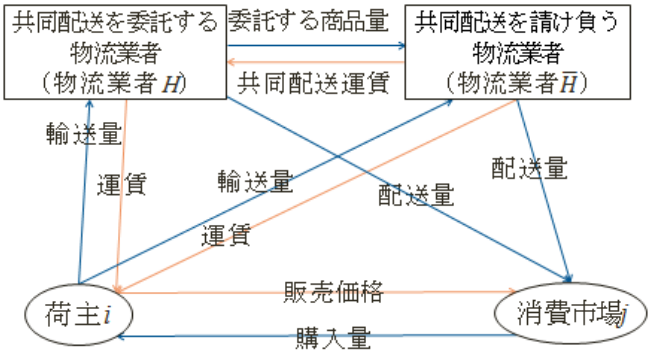

図-1　モデルの構造

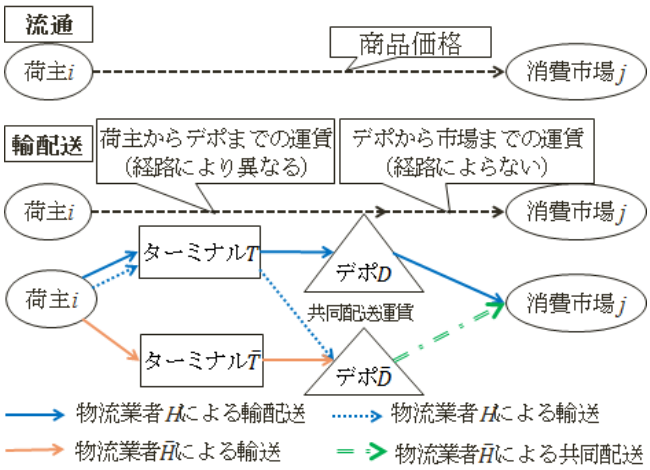

図-2．対象とする流通と輸配送の経路

は必ずターミナルを通過する（T，$\overline{T}$）．輸配送経路には，共同配送を行う場合の経路，各物流業者が独自で輸配送を行う経路の計 3 経路を考える．物流業者 H が $\overline{H}$ に対して共同配送を委託する場合には，物流業者 H はデポ $\overline{D}$ まで輸送し，デポ $\overline{D}$ から消費市場までの配送を物流業者 $\overline{H}$ に委託するものとする．運賃は，荷主からデポまで，デポから消費市場までに分割して設定する．荷主からデポまでの運賃は，図上の経路によって変動するが，デポから消費市場までの運賃は，実状に応じて，経路によらず一定であるとする．

荷主は，利潤を最大にするように，商品の販売価格や販売量を決定する．物流業者は，利潤を最大にする

Kazuaki Fukui, Tadashi YAMADA, and Eiichi TANIGUCHI　fukui.kazuaki @kiban.kuciv.kyoto-u.ac.jp

ように，商品の輸配送量や運賃を決定する．各主体の利潤は，以下のように算出される．

荷主：（販売収入）－（生産・保管・取引・施設に要する費用）－（物流業者に支払う運賃）

物流業者H：（運賃収入）－（配送デポの施設費用）－（ターミナル使用料）－（輸配送に要する運行費用）－（共同配送運賃）

物流業者$\overline{H}$：（運賃収入）+（共同配送運賃収入）－（配送デポの施設費用）－（ターミナル使用料）－（輸配送に要する運行費用）

一方，消費市場では，最も価格の低廉な荷主から商品を購入し，その購入量が市場の需要と一致するという均衡条件が成り立つものとする．

各主体の最適性条件，および，消費市場の均衡条件が同時に満たされるときの，輸配送量（商品購入量），商品価格，配送運賃，共同配送運賃が求める解，すなわち，均衡解である．

3. 数値計算

構築したモデルについて，はじめに，荷主の生産・保管・取引・施設に要する費用，物流業者の配送デポの施設費用，物流業者のターミナル使用料，物流業者の運行費用，消費市場での需要に関して，関数形やパラメータ値を決定した．なお，このとき，2 荷主，2 市場とし，H と $\overline{H}$ は各 1 社ずつとする．類似の形式で実際に共同配送が行われている企業へのヒアリング調査結果や，配送量の比率などの実際のデータに基づいて，関数形やパラメータ値を調整することで，少しでも現実と整合するように配慮した．調整後のケースを Case0 とする．したがって，Case0 は，共同配送が成立した状態を表す．なお，共同配送を委託する物流業者と請け負う物流業者では，企業規模に差があるので（請け負う企業の方が規模が大きい），配送デポの施設費用関数，ターミナル使用料関数，運行費用関数の係数の大きさに差違を設けた．

構築したモデルを用いて，デポの施設費用を対象として，共同配送の成立を検討する（Case1）．Case1では，配送デポの施設費用関数の係数値を，物流業者Hと物流業者$\overline{H}$で同一とする．Case1における，Case0からの輸配送量，運賃，商品価格，共同配送運賃の変化を以下に整理する．

物流業者Hが独自に輸配送する量：4.1→16.7

物流業者$\overline{H}$が輸配送する量：298.5→283.2

物流業者Hが物流業者$\overline{H}$に配送を委託する量（共同配送量）：61.3→52.7

物流業者Hが独自に輸配送する経路での運賃：38.5→41.8

物流業者$\overline{H}$が独自に輸配送する経路での運賃：26.8→31.1

物流業者Hが物流業者$\overline{H}$に対して配送を委託する経路での運賃：36.2→40.3

共同配送運賃：19.7→23.9

商品価格：278.7→282.4

Case1 と Case0 を比較すると，Case1 では，物流業者Hが物流業者$\overline{H}$に配送を委託する経路の配送量が低下し，委託しない経路の配送量が上昇している．また，Case1 の共同配送運賃が上昇している．これらのことから，Case1 では，Case0 と比べて共同配送が成立しづらい環境になっていることがわかる．

4. おわりに

本研究では，共同配送の運賃と輸配送量を内生的に求めることができる都市内共同配送モデルの構築を行い，モデルから得られる結果と，共同配送実現時の現実のデータを照合して，モデルの妥当性を確認した．このモデルを用いて，配送デポの施設費用関数に着目して，共同配送が成立するための要因を分析した．その結果，共同配送を請け負う物流業者の配送デポの施設費用が，共同配送を委託する物流業者の施設費用と比べて低廉である方が，より共同配送が行われやすくなることが示唆された．

今後は，配送デポの施設費用以外の成立要因，例えば，ターミナル使用料や物流業者の運行費用についても考究することや，本研究が対象とした形態以外の多様な共同配送についてモデル化し，その成立要因を分析することを目標としたい．

参考文献

1) 例えば，高橋洋二，小林等，橋本雅隆：都心商業地区における TDM 施策が交通および環境に与える影響評価に関する研究，交通科学，Vol.30，No.2，pp.12-21，2000.
2) Ieda, H., Kimura, A and Yin, Y: Why Don’t Multi-Carrier Joint Delivery Services in Urban Areas Become Popular? A Gaming Simulation of Carriers’ Behavior, City Logistics II, pp.155-167, 2001.