

関西大学工学部 学生会員 ○伊藤 裕
関西大学工学部 正会員 則武 通彦

関西大学工学部 正会員 山田 忠史
京都大学大学院工学研究科 正会員 谷口 栄一
関西大学工学部 学生会員 木山 寛

1. はじめに

都市交通問題を改善するために、各企業の貨物を共同で輸配送することの必要性が指摘されている。この貨物共同輸配送は、物流コストの削減や労働力不足への対応などの企業ニーズに応えるだけでなく、貨物車交通量の削減、環境問題の改善などの社会的効果も期待できる。しかし、その成立には、共同輸配送事業に要する運営資金や参加企業の数、貨物量の確保や共同化事業を行うための施設整備など様々な問題が存在する。

本研究では、都市内の貨物の共同配送に焦点を当て、共同配送事業に関わる主体として、公共主体、共同配送事業者、企業（物流関連企業）を想定し、共同配送の効果と成立に関して基礎的な分析を行う。その際、VRP(Vehicle Routing Problem)モデルを基礎とした、共同輸配送システムの利用の有無が考慮可能な配車配送計画モデル（共同輸配送シミュレーションモデル）を構築する。

2. モデルの構造

公共サイドは、都市内配送に要する総走行時間の抑制を目的とし、共同配送に必要な物流ターミナルを設置する。共同配送事業者は、採算性を考慮しつつ総走行時間の抑制を目指し、物流ターミナルの運営と共同配送に関する配車配送行動を計画・管理する。各企業は、より低廉な費用で顧客に物資を届けるために、自社配送を行うか共同配送事業者に委託するかを物資（顧客）ごとに選択する。選択の際には、自社で配車配送する場合に要する費用と、共同配送システムを利用する場合に要する費用が比較される。後者には、物流ターミナルの位置とターミナル利用料金が影響する。ターミナル利用料金は、共同配送システムに集まった貨物の量、共同配送に必要なトラックの台数・サイズ、共同配送に要する走行時間などから決定される。

図1は、モデルの構造を簡潔に示したものである。

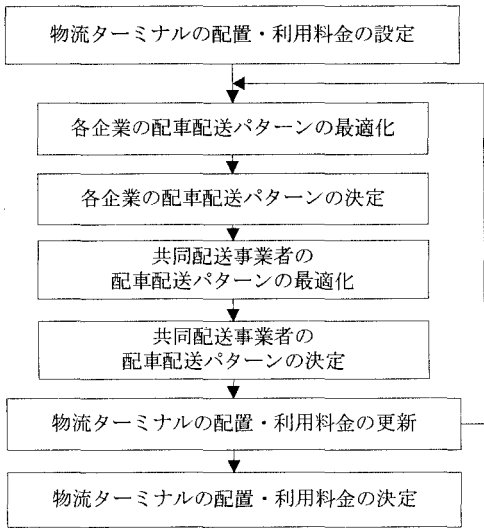


図1 モデル構造

初めに、各企業の配車配送行動が決定される。このとき、自社保有の貨物車で顧客に直接配送するか、共同配送事業者に配送を委託するために物流ターミナルまで輸送するかも決められる。その後、各企業の共同配送システム利用状況を考慮して、共同配送事業者が保有する貨物車の配車配送行動が決定される。なお、貨物には到着時間制約（日付指定、時間帯指定、時刻指定）が存在するものとし、企業と共同配送事業者の配車配送行動は、VRPを基礎としたモデルを用いて表現する。各企業と共同配送事業者の配車配送行動を基にして、物流ターミナルの最適な配置と利用料金が最終的に決定される。各企業と共同配送事業者の配車配送行動の決定、および物流ターミナルの最適な配置と利用料金の決定については、それぞれ組合せ最適化問題として定式化できる。本研究では、その解法にGA（遺伝的アルゴリズム）を用いている。

3. 共同配送の効果と成立

上述のモデルを図2に示された仮想道路網に適用

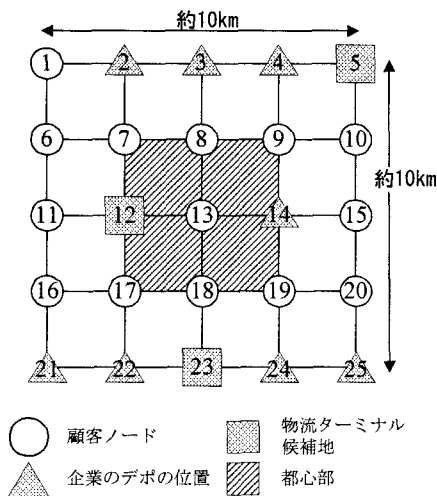


図2 対象道路網

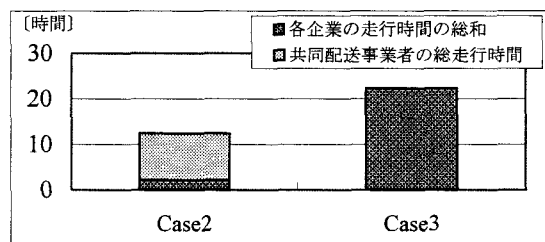


図3 総走行時間の比較

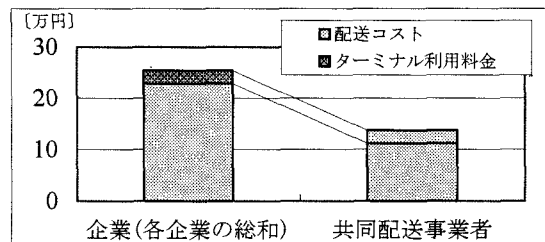


図4 各主体の配送コスト(Case4)

し、共同配送の効果と成立に関する分析を行った。物流ターミナルの候補地は3箇所とし、企業はのべ8社（企業保有のデポが8箇所）とする。各企業は、それぞれ8顧客を有し、顧客によって到着時間制約が相違するものと仮定する。道路網上の各リンクの走行時間は、時間帯により変化するものとし、都心部のリンクでは、交通混雑を考慮して比較的大きな走行時間が設定されている。

このような設定条件下においてモデルを適用した結果(Case1)、共同配送事業として採算性が確保される料金設定のもとでは、各企業は共同配送システムを利用せず、全ての顧客に対して自社配送を行うこととなった。つまり、自社配送の方が配送コストが抑制されるので、共同配送が成立しない。したがって、走行時間の抑制効果も表れない。

そこで、共同配送事業者の採算性を考慮せずに計算を行った場合(Case2)、物流ターミナルが3箇所の候補地すべてに整備され、ターミナル利用料金を無料とするのが最適となった。このとき、各企業は全物資の配送を共同配送事業者に委託している。共同配送システムがない場合（各企業が自社で配送を行う場合(Case3)）と比較すると、この場合には、道路網全体で総走行時間を約45%削減できる（図3）。ターミナル利用料金が無料という設定は非現実的であるが、共同配送システムが成立すれば、その効果が大きいことを、この結果は示唆している。

次に、物流ターミナルの利用料金を段階的に低下

させることにより、共同配送システムの効果（Case3と比較した総走行時間抑制効果）が、わずかでも生じるような物流ターミナルの配置と利用料金を調べた(Case4)。その結果、物流ターミナルはノード番号5の候補地に設置されることになり、道路網全体の総走行時間はCase3に比べて約10%削減された。このときの企業サイドと共同配送事業者の配送コストを、図4に示す。共同配送事業者の配送コストのうち、約13%がターミナル利用料金で賄える。しかし、依然として共同配送事業者の採算性は確保されない。したがって、共同配送が成立するためには、何らかの金銭的支援が必要ということになる。

4. おわりに

本研究では、共同輸配送シミュレーションモデルを構築し、都市内共同配送に焦点を当て、その効果と成立に関する基礎的な分析を行った。その結果、共同配送システムの導入により、道路網全体の総走行時間に削減効果が見られるが、共同配送事業の採算性の確保が困難であることが明らかになった。

今後は、各企業の配車配送行動が必ずしも最適化されていないこと、多様な物流形態（都市間輸送など）や問題設定（道路網、顧客数、到着時刻指定、保有トラック台数など）にモデルを適用する必要があることを考慮して、貨物共同輸配送の効果と成立について、より詳細に分析する予定である。