

京都大学大学院 学生員 月野木 勝也
 京都大学工学部 正 員 吉 川 和 広
 京都大学工学部 正 員 山 本 幸 司

1. はじめに

本研究は、2つのターミナルで別々に発生する輸送需要に対してターミナル間を往復輸送する輸送体系(以下シャトルシステムと呼ぶ)をGPSによるシミュレーション手法によって分析するものである。具体例としては路線トラックによる大都市トラックターミナル間の貨物輸送をとりあげ、両都市における輸送需要発生パターンを与件としたときの効率的なトラック配車数および出発管制方法を求める。

2. シャトルシステムの解析法

本研究でとりあげるシャトルシステムでは、輸送手段(トラック)はサイクリックに稼働し、客(貨物)はある確率分布に従って発生し輸送手段によるサービスを受け終わるまで立ち去らないとする。シャトルシステムの概念図を図-1に示す。いま片方のターミナルにおける輸送手段と客との関係に着目すると、客は輸送手段によって輸送というサービスを受け、一方輸送手段は客の有無によって稼働状態と遊休状態をくり返す。つまり客と輸送手段とは、お互いにサービスを行なっていることになり、ダブルキューイングシステムとなっている。しかし、輸送手段は、両ターミナル間を往復輸送するのであるから、相互のターミナルにおける客と輸送手段の状態を独立に扱うことはできない。従って片方のターミナルのみに着目して投入台数や出発管制方法を決定する事は不適当であり、両方のターミナルに同時に着目した1つのクローズドシステムとして把え、システム全体としての効率を検討しなければならない。シャトルシステムを待ち行列理論によって近似的に解析する方法はいくつか提案されているが、

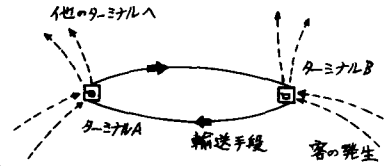


図-1. 概念図

これらはいずれも輸送手段の容量が無限大であったり、客を1人しか運べないとしており適用範囲がきわめて限られるモデル化となっている。またトラックによる大都市トラックターミナル間の貨物輸送システムでは、既に述べたように両ターミナルにおける貨物の発生パターン(発生時間間隔分布と容量分布)とターミナル間の時間距離を与件としたとき、最も効率の良い配車台数と出発管制方法を決定する必要があるが、いま管制方法としてトラックが満車状態になると同時に出発する方法(以後、満載時出発管制と呼ぶ)を提案した場合には、両ターミナルおよび輸送路をサービス窓口としてトラックを客とする4段サイクルキューモデルとしての解析も不可能ではないと思われる。しかし、他の出発管制方法、たとえば定時出発管制(後述)にはこのモデル化は適用できず、さらに輸送ルートを選択や車種の混合等、現実の輸送形態に対応することができない。そこで本研究では、現実により近いモデルとしてGPSによるモンテカルロシミュレーションモデルを提案する。なお、シャトルシステムをシミュレーション手法によって分析した研究としては、Ragazzini 他による航空機の旅客輸送を対象としたものがあるが、本研究はこれを準用するものである。

3. 適用事例とモデルの概要

ターミナルAに発生した貨物は、まず目的地別に仕分けされ積み込みバスに集積されトラックの到着を待つ。到着したトラックは貨物を積載し出発管制方式に従って出発し、所定の輸送ルートを走行する。そしてターミナルBに到着すると貨物を卸し、復路の輸送に備えて待料する。以下では図-2のフローチャートを参照しながら貨物の発生パターンと出発管制方法について述べる。まず集荷パターンに関しては、集配車によって集荷される場合と自家用車等によって個々に持ち込まれる場合とがあるが、本研究ではシャトルシステムへのインプットとしての貨物の発生には上記2通りのパターンが併存するものと考え。具体的には、集配車の稼働状況は1つの

待ち合わせ系となりそのオペレーション方法が全体としての輸送体系に対して1つの問題点と考えられるが、本研究では、これを直接とりあげず、集荷貨物の到着分布のみをインプットデータとして扱う。なお貨物はGPSモデルの中で発生されると同時にその容量と容積とをある分布に従って与えられる。次にターミナルでのトラックの出発管制方法については、定時出発管制と満載時出発管制とを考える。前者は、連続して出発するトラックの出発スケジュールをあらかじめ指定しておく方法である。この方法は配車管理業務が容易であり、貨物の到着のバラツキが小さい場合には効率的であり、ターミナルでのトラックの待ち時間は減少するが、一般的には積載率が低下する。一方後者は、満載状態になるまでトラックをターミナルに停めておく方法である。この方法は貨物の到着にバラツキが大きいときに効率的であり積載率は向上するが、トラックの待ち時間が増加するであろう。なお、前者の管制方法の場合、予定時刻を待たずして満載となればただちに出発するものとし、出発予定時刻になっても当該ターミナルにトラックが到着しないときは、バースに滞復していくものとする。また後者の場合、発生貨物量が極端に少ない場合は、他方のターミナルの状態に応じて一定量以上積載すれば出発するものとする。さて定時出発管制方式モデルの概略フローを示したのが図-2である。なお、図中の点線部分で短絡させるのが満載時出発管制方式のフローである。

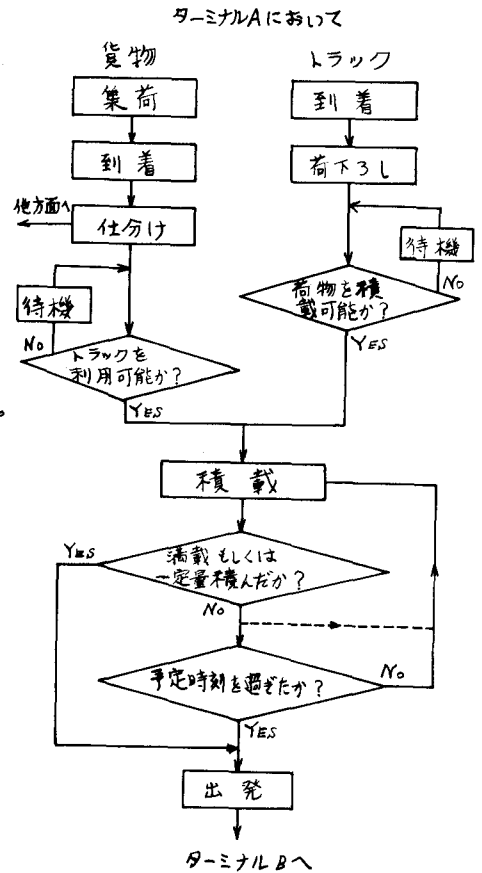


図-2. 貨物とトラックのフロー

4. シェアリングシステムの評価基準

大都市トラックターミナル間の貨物輸送をどの立場で評価するかによってその評価基準が当然異なるが、ここでは輸送主体の損失低減化を目的として、①貨物を長時間待たせる事による損失 ②トラックの積載率が低いことによる損失 ③トラックがターミナルで遊休することによる損失 の3つを考えることにする。①における平均待ち行列長としては、仕分けを受け終わってからターミナルを出発するまでの待ち行列長を考えている。一般に①の損失と②、③の損失とはトレードオフ関係の成立することが予想されるが、②、③の損失も同時に軽減し得るものではなく、これらは全て貨物の発生パターンや出発管制方法、トラック配車台数等によって変化するものである。そこで本研究では、総合評価尺度として上記3つの損失に基づいた次のような損失関数を提案した。

$$C = C_1 \times L_1 + C_2 \times N \times (1 - \alpha) + C_3 \times L_3$$

- 但し C : 全損失費用 (円/時) , C_1 : 貨物1個当たりの単位時間当たりの待ち損失費用 (円/個時)
 L_1 : 貨物の平均待ち行列長 (個) , C_2 : トラックの時間当たり走行経費 (円/時・台)
 N : トラック投入台数 , α : 平均積載率
 C_3 : トラックの遊休損失費用 (円/時・台) , L_3 : トラックの平均待ち行列長 (台)

上式で用いた L_1 , α , L_3 は、GPSによる定常出力から容易に算出でき、また C_1 , C_2 , C_3 は外生的に与えられる。本研究では、出発管制方法およびトラック投入台数を計画パラメータとし、各貨物到着パターンに対する効率的な輸送計画の作成を試みた。なお、解析結果は講演時に詳述する。