

商品補充を考慮した移動販売車の巡回計画

公共システム研究室 梶本剛志

1. はじめに

中山間地域で増えつつある買い物弱者の生活を支援するサービス形態の一つに移動販売がある。移動販売では、トラックやワゴン車に商品を積み集落を周ることで住民の生活を支えている。しかし、移動販売車の積載容量のため、巡回ルート後半に当たる集落ほど品切れやバラエティの低下に直面する可能性がある。このため、商品補充が容易な条件を有する現場が移動販売において有利であると言える。

そこで本研究では、数理計画問題を用いて商品補充を考慮した巡回計画の作成を試みる。

2. 基本的な考え方

訪問する地点の数を n 個、任意の地点を i で表し、各地点間が道路でつながられているようなネットワークを考える。ただし、 $i=0$ は移動販売の拠点とする。现阶段では商品補充を考慮しないものとし、 k 番目に地点 i に移動販売車が訪問し、ただ1度ずつ全地点を訪問するとき、地点 i 以降の最短距離 v_i は次式で表される。

$$v_i(k) = \begin{cases} \min_{j \in N \setminus i} [l_{ij} + v_j(k+1)] & (k \leq n-1) \\ l_{i0} & (k = n) \end{cases} \quad (1)$$

地点 i から j までの距離を l_{ij} 、 $k+1$ 番目に訪問する地点を j 、訪問する地点の全集合を N とする。

3. 商品補充と巡回ルート

k 番目に地区 i に移動販売車が訪問し、地区 i での販売後の残積載量が T とする。残積載量 T が $k+1$ 番目に訪問する地区 j の売上量を下回るときに、商品補充をするために拠点に帰る。地区 i 以降の距離を $V_i(k, T)$ とすると次式で表される。

$$V_i(k, T) = \begin{cases} \min_{\substack{j \in K(T-A_j) \setminus \{i\} \\ i \notin \alpha_j(k+1, T-A_j)}} [\min[l_{ij} + V_j(k+1, T-A_j)]], \\ l_{i0} + \min_{\substack{j \in N \setminus \{i\} \\ i \notin \alpha_j(k+1, T-A_j)}} [l_{0j} + V_j(k+1, S+T-A_j)] \\ l_{i0} \end{cases} \quad (2)$$

$\alpha_i(k, T)$ は、 k 番目に地区 i に移動販売車が訪問し、そこでの販売後の残積載量が T であるときに、その地区以降に訪問する地区の集合であり、次式で表される。

$$\alpha_i(k, T) = \begin{cases} \{j^*, \alpha_{j^*}(k+1, T-A_j)\} & (k \leq n-1) \\ \phi & (k = n) \end{cases} \quad (3)$$

地区 i における購入量を A_i 、拠点での補充量を S とする。式(2)を用いたときの計算の流れは以下のようなになる。

- (1) $k=n$ の場合、任意の i, T について $V_i(n, T)$ を求める。
- (2) $k=n-1$ の場合、 $V_i(n, T)$ の値を参照しつつ、任意の i, T について $V_i(n-1, T)$ を求める。
⋮
- (n) $k=0$ の場合、 $V_i(1, T)$ の値を参照しつつ、任意の i, T について $V_i(0, T)$ を求める。

4. 商品補充を考慮した巡回計画の事例分析

本研究では、一人当たりの購入量を設定するに当たり、2013年8月5日から9日の5日間、鳥取県西部における移動販売を行っている民間企業を対象にした実態調査のデータを用いる。移動販売車が訪れる地点のネットワークを図1に示す。このデータより、移動販売車が補給後から次の補給までに販売した最大の人数20人であることから一人当たりの購入量を $\bar{T}/20$ と設定する。

結果、初期積載量が0.7(t)以上のとき、最短距離56.42(km)、巡回ルートは{0,5,3,4,1,2,0,10,9,8,0,6,7,0},{0,5,0,2,3,4,1,0,10,0,9,8,0,6,7,0}となる。また初期積載量が1.8(t)以上のとき、走行距離は同じだが巡回ルート{0,10,0,9,8,0,6,7,0,5,0,3,4,1,2,0},{0,10,0,9,8,0,6,7,0,5,0,2,3,4,1,0}も新たに加わる。

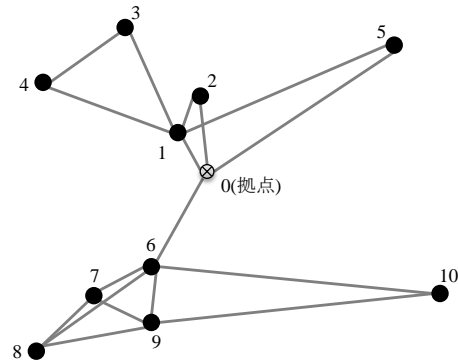


図1 移動販売のネットワーク