

ロケーションセットカバリング問題による高齢者福祉施設配置計画

愛媛大学工学部 正会員 柏谷 増男
愛媛大学工学部 正会員 朝倉 康夫
(株)富士建設コンサルタント 鈴木 晶子
愛媛大学大学院 学生員 ○ 山下 久美子

1.はじめに.

地方小都市に住む高齢者の主な交通手段は、自転車と徒歩である。行動範囲が限られた高齢者が、安全で快適に施設まで移動するためには、どのような都市空間であるべきか。本研究では愛媛県西条市を対象として、ロケーションセットカバリング問題¹⁾による施設立地評価を行う。

2. モデルの説明

(1) ロケーションセットカバリング問題の定式化

対象地域を n 個のゾーンに分割し、そのゾーンの中心をセントロイドとして定義する。この問題は、許容距離 $S(m)$ で移動できる範囲内で、全セントロイドに対して施設が割り当てられるという制約のもとで、施設数の最小化を目的とする0-1整数計画問題である。定式化は次のように示される。

$$\min Z = \sum_{j=1}^n x_j \tag{1}$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j \in N_i} x_j \geq 1 \quad i = 1, \dots, n$$

$$x_j = (0, 1) \quad j = 1, \dots, n$$

$N_i : \{j \mid dij \leq S\}$ はセントロイド i において ij 間の距離 dij が最大許容距離 S より小さい立地候補点 j の集合である。制約式はセントロイド i から S 内に、最小限 1 カ所は施設が立地されなければならないことを意味している。 x_j はセントロイド j に施設が立地された場合は 1、その他の場合は 0 である。本研究では $S = 750 \sim 2500m$ まで刻み幅 50 で変動させて、施設数と配置の変化をみることにする。許容距離 S と立地数の関係において、施設数が同じ場合では、 S が小さいポイントの方が、より望ましい配置であるといえる。

(2) dij の定義

移動距離 dij として、交通量の多さや歩道の整備状況など危険度を考慮に入れた距離を用いる。 dij を構成する各リンク長を以下のように定義した。

$$L_i = (1 + \gamma \cdot DL_i) \cdot l_i \tag{2}$$

ここで L_i は修正したリンク長、 l_i は実測リンク

長、 DL_i はリンク危険度、 γ はリンク危険度の重みである。危険度が高いほどリンク長は長くなり、その区間を通過する抵抗が大きくなる。この換算リンクで構成されたネットワーク上での最短距離を dij と定義する。危険度 DL_i については、中部大学竹内伝史教授考案の危険度評価式²⁾に準ずるものを用いて算出した。また西条市で行ったインタビュー調査の結果より、 $\gamma = 1.50$ とする。以後危険度を考慮した距離 dij を危険度換算距離と呼ぶ。

3. 西条市道路ネットワーク

本研究の対象地域として愛媛県西条市の中心市街地を含む加茂川と渦井川に挟まれた地域を設定した。道路ネットワークは、セントロイド数 60、ノード数 174、リンク数 345 となった。また車交通量が多い国道 11 号線と産業道路については、リンクを 2 本に分けて、横断を表す交差点リンクを設けている。

4. 施設配置計画

(1) 危険度を考慮したLSCPによる施設配置計画
LSCPの結果を図1に示す。



図1. 危険度を考慮したLSCPの結果

施設数が少ないパターンでは対象地域にほぼ均等に配置されており、施設数が多くなるほど危険度が高い区域に集中して立地する傾向が見られた。これは移動距離が短くなると、危険度の影響が大きくなるためである。

さらに施設数5と6の場合の配置パターンを比較してみる。6ヶ所のパターンは、5ヶ所のパターンに立地点58が加わっただけの配置となっている。カバリングの状況を観察すると、立地点58はセントロイド56と57しかカバーすることができない。つまりわずか3ヶのセントロイドのために施設を増設しなければならないということになる。これは国道11号線が、交通量が多い割に歩道の整備が遅れているため、危険度が著しく高いことが原因となっている。したがってこの区間の歩道を整備すれば、施設数や移動距離が減ってくるはずである。次に国道11号線と交差点の危険度を下げた場合の道路改良効果について検討する。

(2) 道路改良効果

道路改良効果における最大許容距離と施設数の関係を図2に示す。

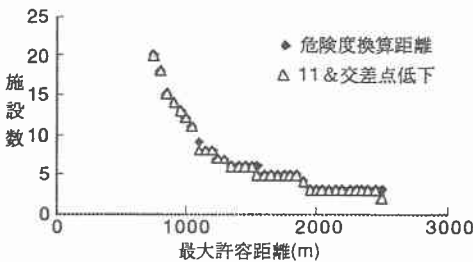


図2. 道路改良効果における最大許容距離と施設数の関係

S=1550mのとき、改良前は国道11号線上に2カ所立地していた施設が、改良後は1カ所でカバーできるようになり、施設数は6から5に減っている。しかしながら全体的に見ると、施設数はSのわずかな変動でたちまち変化してしまうため、改良前とほとんど変化しておらず、改良効果は大きいとはいえない。

さらに改良前後で施設数が同じであるにも関わらず、改良後の平均移動距離が改良前よりも大きくなってしまおうというパターンも出ている。施設数5のときのカバリングの状況を図3に示す。国道11号線の危険度が下がると、周辺のカバリングの範囲が広がることになる。その結果全体的に立地点とカバリングの範囲が北にずれるため、改良前よりも移動距離が大きくな

るセントロイドがでてくるのである。

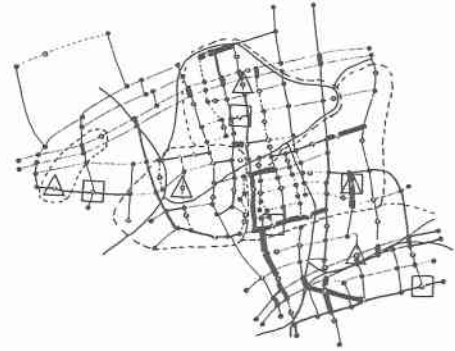


図3. 施設数5の場合の配置とカバリング(s=1600)

5. おわりに

ロケーションセットカバリング問題は、移動距離の最小化を目的としているわけではないので、距離そのものは目的関数に含まれていない。したがって必ずしも平均移動距離の小さい最適な配置が求められるとは限らないのである。したがって移動距離の最小化を目的としたモデルの適用についても今後検討していきたいと考えている。

参考文献

- 1) Charles Revelle, Urban Public Facility Location, Edwin S. Mills Edited, Hand Book of Regional and Urban Economics, volume 2 Urban Economics, PP.1053-1070,1987
- 2) 竹内伝史, 住区内街路整備計画の評価方法と評価式の開発, 土木計画学研究・講演集, P795-800, No.13, 1990年11月