

地方中核都市における高齢者施設の配置計画

A Study of Facility Allocation for Elder People in a middle size City.

山下 久美子**, 柏谷 増男***, 朝倉 康夫****
by Yamashita Kumiko, Kashiwadani Masuo, Asakura Yasuo

1. はじめに

都市内の道路は自動車の他に歩行者や自転車にも使われる。円滑な都市交通計画のためには、自動車が効率よく走れることと、歩行者や自転車利用者が安全に通行できることが望まれる。このような道路と施設の関係については、これまでいくつかの議論がなされているが、イギリスでは小学校の立地に際して、通学路が幹線道路を横切らないことが重要な要件のひとつになっている¹⁾ ようである。本研究は、ある幹線自動車道路網が与えられたとき、その道路を横断する可能性のある徒歩・自転車利用者の横断危険またはわずらわしさに着目して、彼らの立場から幹線自動車道路網を評価することを目的としている。さらに松山市のアンケート調査²⁾ をみると、高齢者の外出時の交通手段としては、毎日利用する移動手段は、自転車・徒歩が多く、デパートへの買い物や、友人宅への訪問、スポーツ活動や趣味の教室など、自宅から少し離れたところへ出かけていく場合は、バス・電車・タクシーなどの公共交通機関の利用率が高い。高齢者が徒歩や自転車で移動できる距離は3～4 kmと限られているため、松山市のように面積の大きい都市では、公共交通機関の移動に頼らざるを得ない。本研究では施設配置問題を用いて、公共交通機関の利用効果を検討した上で、都市内道路網と徒歩または自転車を利用する施設利用者の安全性や移動負担との関係を定量的に考察することを試みる。

2. 地方中核都市の都市モデル

(1) 交通ネットワークに関する課題

筆者らはこれまで、愛媛県西条市のように人口6万

人ほどの地方小都市における施設配置問題を取り上げてきた。これに対して本研究では人口46万人の愛媛県松山市を対象として、中規模の地方都市に対して施設配置問題を適用する方法を提案したい。小規模な都市の場合には歩行者・自転車用ネットワークを設定することは容易であるが、広い対象地域の場合にはネットワークが大規模になり、計算が煩雑になるという問題が生じる。

(2) 都市空間モデルの表現

松山市の都市モデルを設定する前に、一般的な空間の表現について述べておく。施設配置の定式化は、施設の立地する空間の認識によって変化する。Pierre Hansen らは、空間モデルについて、連続空間、離散型空間、ネットワークという3種類の空間を考えている³⁾。連続空間では、都市は変化のない平面として考えられており、立地候補点は任意であるため、施設配置の組み合わせは無数にある。本研究では幹線道路横断の危険性の考慮や公共交通機関の利用可能性等を検討するが、連続空間上の配置モデルにこのような条件を導入することは困難である。また上に述べたように、対象地域が広がるとネットワーク空間上の配置モデルの採用も困難である。離散型空間では、道路網は都市内に無数に分布していると仮定するため、起点から終点まで空間上を道路網パターンに沿って自由に移動することができる。本研究のように歩行者や自転車を対象とする場合、それらが通行しうる道路はかなり高密度に分布していると仮定して良からう。なお距離そのものの定義は、後に述べるように道路網のパターンを考慮して決められる。一方、施設立地候補点は、はじめから立地候補点として定められた位置かネットワーク上のノード上であることから有限であり、その問題は0-1整数計画問題として定式化される。0-1整数計画問題はさまざまな論理関係を問題に持ち込めるため、施設配置問題にとって有用である。以上のことから本研究では都市を離散型空間で表した配置問題について検討することとする。

3. 松山市における適用

(1) 松山市の概要

* キーワーズ 都市施設配置計画, 道路計画,
歩行者・自転車交通計画

** 正会員 愛創建設株式会社

*** 正会員 工博 愛媛大学工学部環境建設工学科

**** 正会員 工博 愛媛大学工学部環境建設工学科
(〒790松山市文京町, TEL089-927-9825, FAX089-927-9843)

(E-mail:kashiwal@en1.ehime-u.ac.jp)

松山市の道路ネットワーク構成は、国道11号線、33号線、56号線、196号線、317号線、437号線等の主要幹線が都心部から放射状にのびており、市街地集中交通の分散と導入と通過交通の排除をはかるため、中心市街地の外周2km圏に松山環状線が配置されている。また松山環状線より内側の市街地では、幹線道路が格子状に分布している。

松山市の公共交通機関は、バス・私鉄・JRである。私鉄は市内電車と郊外電車に分かれており、市内電車は松山市中心部の環状線と、東部・北部と中心部を結ぶ路線があり、公共交通機関の中でもっとも利用率が高い。また市内バスは松山市駅を拠点として、市内を複雑に巡っている。

(2) 対象地域

本研究では、都市内に複数の施設を配置することを前提とし、松山市を都心地域と、中心部から放射状に切り取った部分に分け、都市全体はその部分の集合であると仮定する。本研究では郊外部のみを取り上げ、特に松山市南東部のうち石手川、旧国道11号線、国道33号線に囲まれた地域とその周辺を施設配置計画問題の対象地域とした。



図1. 対象地域と幹線道路網

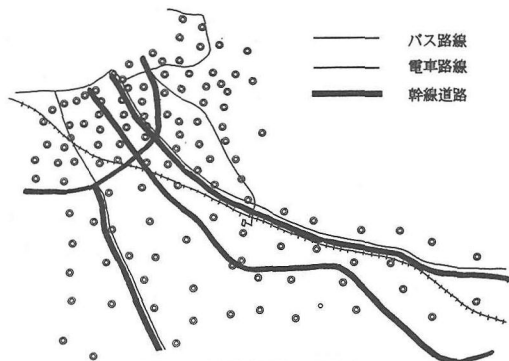


図2. 対象地域の概要

図1に対象地域の位置図、また図2に対象地域の概

要図を示す。対象地域内の幹線自動車道路網は、国道11号線、33号線、旧11号線、松山環状線（南部）であり、主要な公共交通機関は、伊予鉄道河原線、旧国道11号線及び国道33号線沿いのバス路線等である。

4. 施設配置モデル

本研究では高齢者の利用施設を想定しているので、施設配置の際に効率性よりもむしろ公平性を重んじる Location Set Covering 問題⁴⁾（以下ではLSC問題と略称する）を取り上げる。

(1) LSC問題の定式化

対象地域を n 個のゾーンに分割し、そ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なければならない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。

$$\min Z = \sum_{j=1}^n x_j \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j \in N_i} x_j \geq 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (2)$$

$$x_j = \{0, 1\} \quad j = 1, \dots, n$$

$$N_i = \{j | d_{ij} \leq S\} \quad (3)$$

集合 N_i はセントロイド i と施設 j との距離 d_{ij} 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(2)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となる0-1整数変数である。

(2) 都市モデルと幹線道路横断の評価

道路網は幹線道路とその他の細街路とに二分される。施設利用者にとって、幹線道路の横断は危険と考えられ、細街路の利用は安全であると仮定する。安全性ルールを「幹線道路を横切ってはならないこと」とすると、施設を幹線道路で囲まれた地域に必ずひとつ配置することになり、解は自明に近くなる。そこで便宜的ではあるが、幹線道路の横断回数は1回までとすることを本研究の安全性ルールとして採用した。

細街路については対象地域ないで格子状に無数に分布していると仮定する。図3に示すように、セントロイドの位置を X 座標、 Y 座標で決定し、施設利用者はセントロイドから施設まで、 X 軸方向、 Y 軸方向、つ

まり東西南北方向へ自在に動けるものとする。

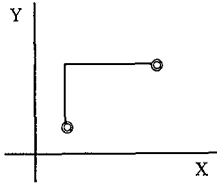


図3. 空間モデルの表現

幹線道路に関しては、道路網で表現する。ただし離散型モデルでは、ネットワークのようにどこで幹線道路を横断するかということを明確に決定することが出来ない。そこで幹線道路の横断を評価するため、対象地域を幹線道路に囲まれたブロックにグループ分けして、ブロック間における幹線道路の横断回数を設定する。各セントロイドはどのグループに属するかで、セントロイド間の幹線道路横断回数が決まるということになる。このとき隣り合うブロック間の横断回数は1回、それ以外の横断回数は2回以上となる。

(3) 公共交通機関の利用ルール

以下は交通機関利用に関するルールである。

- ① セントロイドから停留所、停留所から施設までの距離が300mを越える場合は、交通機関は利用しない。
- ② セントロイドから施設までの距離がLSC問題の許容距離Sを超える場合でも、停留所までの距離が300m以内であれば、公共交通機関を利用できる。
- ③ セントロイドから停留所、停留所から施設まで移動する間の幹線道路の横断回数が2回以上となると、その施設を割り当てることができない。その反対に横断回数が1回以内であれば、バスや電車に乗ることによって、幹線道路に隔てられたブロックへ移動することが可能になる。
- ④ セントロイドと施設間の距離がLSC問題の許容距離内の場合には、施設利用者は徒歩と公共交通機関利用のうち、所要時間の短い方を選択する。徒歩による所要時間については、歩く速さ50m/分⁵⁾で移動距離を割ったものとする。また公共交通機関の利用時間については乗車時間を各路線の時刻表より求め、待ち時間を運行間隔の1/2時間、ただし最大10分までとして、移動時間に加算する。

5. 配置計画案と試算例

以下4つのプランについて試算検討する。

- 公共交通の利用を考慮しないプラン
 - プラン1 …… 幹線道路の横断を制約しないプラン
 - プラン2 …… 幹線道路の横断を制約するプラン
- 公共交通の利用を考慮するプラン
 - プラン3 …… 幹線道路の横断を制約しないプラン
 - プラン4 …… 幹線道路の横断を制約するプラン

プラン4は幹線道路の横断を制約することによって、安全性を考慮した上で、公共交通機関の利用による移動負担の減少の効果を図るためのモデルである。プラン1, 2, 3は比較のために試算される。

図4, 図5, 図6, 図7(次ページ)に施設数5の場合の配置をプラン1, 2, 3, 4についてそれぞれ示す。プラン1は制約のない平面上での配置を求める単純なモデルである。施設は対象地域内に全く均等に分布する。これに対し幹線道路横断を制約する安全ルールを取り入れるプラン2では、施設は幹線道路に囲まれたブロックの中に1つずつ割り当てられるようになり、横断を制約した影響が見られる。このことから施設の数に対して幹線道路で囲まれたブロックの大きさがある程度そろっていれば、幹線道路が地域内を分断していても差し支えないということになる。

プラン3は幹線道路の横断制約を考慮せず、交通機関の利用効果のみを図るためのモデルである。交通機関の利用率は0~21%と低いため、立地点はプラン1とあまり変化がなく、許容距離と施設数の関係もプラン1とほとんど同じであった。ただしカバリングについては、路線に沿った細長い形を取っている。

プラン4の配置についてはプラン3と同様路線に沿ったカバリングとなっており、施設は路線に近い位置に立地される。

図8はLSC問題の許容距離Sを変化させた場合の立地施設数を横軸にとり、プラン2と4の平均距離とプラン4の交通機関の利用割合を示したものである。

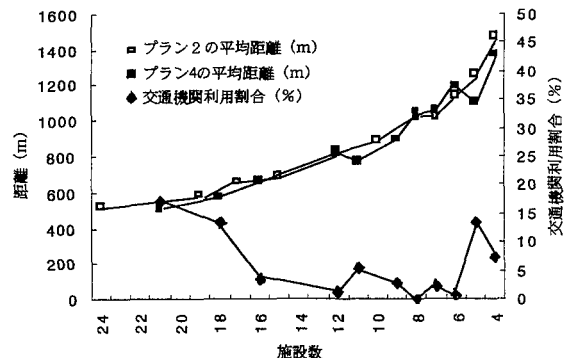


図8. プラン2と4の平均距離と交通機関利用割合

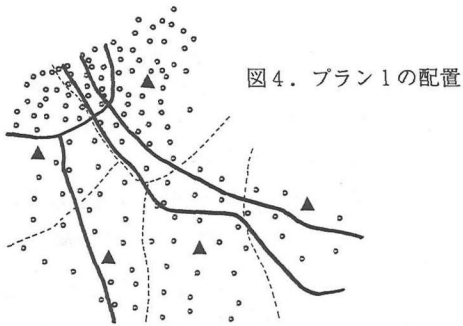


図4. プラン1の配置

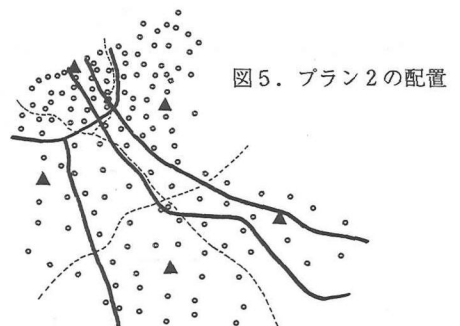


図5. プラン2の配置

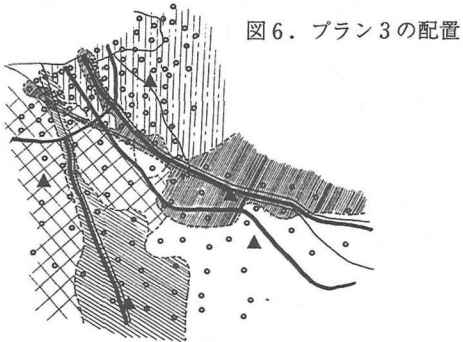


図6. プラン3の配置

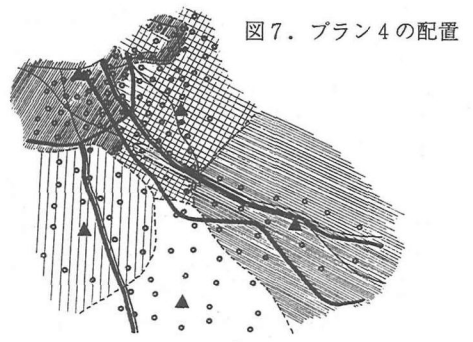
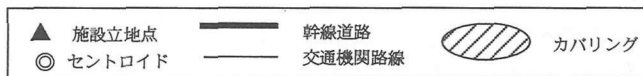


図7. プラン4の配置



交通機関の利用割合が高いケースでは移動距離の減少が見られることから、交通機関の利用によって移動負担および幹線道路横断に対する危険性の減少が得られたことになる。しかしながら交通機関の利用率については必ずしも許容距離に比例して大きくなるわけではない。これは交通機関の路線が北部に集中していることから利用できる人口が限られてしまうため、路線から離れた南部に施設が立地した場合には、利用効果をほとんど得られなくなってしまうことが原因である。

6. おわりに

本研究では地方中核都市を対象として、ネットワークで表現することの困難な規模の大きい都市に対して、施設配置計画を検討するための都市モデルを提案した。幹線道路網は等間隔で囲まれたブロックにバランスがとれていることが望ましいという結果が得られた。また交通機関については路線が地域内で連携がとれていなければ、施設の立地点が路線から離れたところに位置すると、たちまち利用効果が上がらないことになる。

ただし本研究におけるモデルの設定は、安全ルールに関しては幹線道路を一律に危険であると設定し、横断回数を制限するという単純なルールで表現している

にすぎない。また交通機関利用のルールについても便宜的に設定した部分が多いが、利用者の選択要因についても何らかのデータに基づいて設定すべきである。さらに利用者の行動や道路網の実状に則したルールについて検討していく必要がある。

参考文献

- 1) Derek R Diamond, Success and Failure in British Town Planning :Lessons for the Future, Comprehensive Urban Studies No.55, P213-223, 1995
- 2) 松山市, 松山市障害者や高齢者にやさしいまちづくり推進協議会, 第三回会議資料, pp.24-29, 平成9年1月
- 3) Pierre Hansen, Martine Labbe, Dominique Peeters and Jacques-Francois Thisse, Facility Location Analysis, Harwood Academic Publishers, pp.1-70, 1987
- 4) 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
- 5) 愛媛県西条市, 西条市福祉の街づくり整備計画報告書(案), 平成6年, 3月