

幹線道路横断を考慮した地方小都市の 道路網評価

柏谷 増男¹・朝倉 康夫²・山下 久美子³

¹フェロー 工博 愛媛大学教授 工学部環境建設工学科 (〒790-8577 松山市文京町3)

²正会員 工博 愛媛大学助教授 工学部環境建設工学科 (〒790-8577 松山市文京町3)

³正会員 工修 愛創建設 株式会社 (〒790-0811 松山市本町2丁目1)

都市内の道路網は自動車のみならず、道路を横断する歩行者の側からも評価されるべきである。道路網の評価は歩行者のOD交通パターンによって変わり、それは歩行者交通の目的地である施設配置パターンによって異なる。本研究では与えられた幹線道路網と歩行者道路網のもとで、最短経路を選ぶ歩行者が幹線街路横断1回以内で到達するとの条件下で最適施設配置計画問題を解くことにより、歩行者横断に着目した場合のより一般的な道路網評価方法を提案した。地方小都市でのケーススタディの結果、幹線道路網がほぼ等間隔で、道路網で囲まれた地域の形状や大きさのバランスがとれた道路網が良い評価を受けることがわかった。

Key Words : road network evaluation, public facility location model, pedestrian planning,
0-1 integer programming model

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。このような自動車道路と歩行者との関係については、古くはペリーの近隣住区の考え方¹⁾があるが、そこでは道路網は考慮されていない。またブキャナンレポートの居住環境容量²⁾もこうした考え方の典型例であるが、自動車と歩行者との交差については具体的に考えられていない。一方、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³⁾ようであり、歩行者の利用が多い施設の配置に際して、施設と幹線道路との関係に注意が払われている。

道路の自動車交通と歩行者環境との問題は我が国のみならず世界各国の関心事である。上述のブキャナンレポートについても、現実には自動車の利便性を重視する人々が多く、歩行者環境の改善は容易ではなかったようである⁴⁾。また都市交通計画の考え

方も永らくの間環境被害の抑制に努めながら交通量の増大に対応する⁵⁾など、自動車交通に重点がおかれてきた。しかしながら、1980年代以降、ヨーロッパ各国を中心に急速に広まっている交通静穏化の考え方は、自動車交通と歩行者環境とを対等に、場合によっては後者をより重視する立場で展開されている。そこでは道路構造の変更や道路網の再構成等都市交通計画の基本的な視点に良好な歩行者環境の確保が位置づけられている⁴⁾⁵⁾。我が国の場合、自動車の増加に道路整備が追いつかず、歩行者環境問題は交通安全対策や安全教育等もっばら対症療法的な対策にまかされてきた⁴⁾。しかし、高齢者や障害者の社会参加を促進するためにはこうした施策ではもはや問題解決の方向を見いだせなく、ノーマライゼーションの理念をどのように交通環境整備の分野に取り入れていくのかが極めて重要な研究課題である⁶⁾。

本研究は、このような歩行者環境をより重視する研究の流れにそったものであり、幹線道路網構成に際して歩行者環境にも十分配慮すべきとの立場に立っている。ただし、本論文の主な内容はそのための

道路網評価手法の開発であり、都市交通計画の立場そのものを述べるものではない。

ところで交通発生地を各人の住居とし、何らかの施設に対する OD 交通量を用いて道路を評価する場合、与えられた施設の配置パターンによって OD 交通量の値が異なり、その結果道路網の評価値が異なるという問題が生じる。厳密に言えば、ある施設分布のもとでの道路網評価値は、その施設分布が実現した場合にのみ有効であり、道路網を独立に評価しているわけではない。この問題に対して Peeters and Thomas⁷⁾ は様な交通発生密度を持つ仮想都市上での種々の道路網代替案に対して、最適施設配置問題の一種である p-Median モデルを用いて到着施設分布を決定した上で、評価に用いる OD 交通量を計算している。彼らはこの作業によって道路網評価に用いる OD 交通需要をより一般化し、道路網評価の独立性を高めている。

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がある徒歩・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。この場合、徒歩・自転車利用者にとって交通目的地となる施設の配置パターンによって、ある特定の利用者が危険な道路横断をしなければならないか否かは違ってくる。そこで、本研究でも最適施設配置問題を用いて、道路網評価の一般性を高めることとする。上記の Peeters and Thomas の研究⁷⁾との相違点は、実ネットワーク上での問題であること、p-Median モデルの他に Location Set Covering モデルを用いること、歩行・自転車利用者の幹線道路横断問題を取り上げていること等である。

2. 幹線道路網と高齢者施設

近年、建設省の”福祉の街づくりモデル事業”や厚生省の”障害者や高齢者にやさしいまちづくり事業”等に関する調査が行われつつあり、高齢者の交通実態が明らかになってきている。愛媛県内の西条市⁸⁾、宇和島市⁹⁾、松山市¹⁰⁾等の調査結果を見ると、これら地方中小都市の高齢者の日常交通手段の大半は徒歩か自転車である。また松山市での老人福祉センター3カ所の来訪者実態調査でも利用者の50～60%が徒歩または自転車利用者である¹¹⁾。

本研究では徒歩・自転車利用者の交通安全性から見た地方小都市の道路網計画評価を目的としており、施設利用者は徒歩もしくは自転車を利用するものと

する。ただし、本研究では幹線道路横断の危険性のみに着目しているため、徒歩の人と自転車の人との区別をつけなく、以下では簡単に歩行者とのみ略記することとする。

ところで松山市における老人福祉センター来訪者調査では、徒歩もしくは自転車利用者のうち1 km 以内に居住するものが47%、2 km 以内に居住するものは70%、3 km 以内に居住するものは86%であった¹¹⁾。また西条市での実態調査では徒歩もしくは自転車利用者のうち1 km 以内に居住するものは33%、2 km 以内に居住するものは77%であった¹²⁾。なお、この調査での経路選択理由を尋ねたところ、一番近道だからと答えたものが約60%、車があまり通らないからと答えた者が約35%であった¹²⁾。これらの結果から、本研究では施設への来訪者の範囲をほぼ2 km までと想定し、また施設利用者は最短経路を選択すると仮定する。交通ネットワークについては、面積の小さい小都市の市街地ではかなり細かい道路も表現できるので、歩行者の利用しうる道路網をネットワークで表現することとする。

歩行者にとっての道路の危険度を評価する研究¹³⁾があり、筆者らも適用を試みている。この手法は単路部ではある程度有効であったが、交差点の評価は扱えない。一方、西条市の高齢者福祉部門担当者に対するヒアリング調査では単路部よりもむしろ幹線道路の横断が危険と指摘された¹⁴⁾。また、高齢者や障害者からは、横断歩道橋の昇降が困難、信号待ち時間が長すぎる、青信号時間が横断所要時間よりも短い、信号が見えにくい、横断時に歩道から車道に出るとき段差やグレーチングが危険である等が指摘されている^{8),9)}。これらの結果から、本研究では問題の単純化のため、幹線道路の横断のみが危険であると仮定し、高齢者施設配置問題に際して設置主体としての地方自治体が利用者の幹線道路横断について原則を定めるものと想定した。本研究ではいくつかの幹線道路の代替案を評価するが、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、幹線道路で囲まれた地域に必ずひとつの施設を配置することになり、解は自明に近くなる。またこの場合、都市の財政力から見て施設の数が過大になる。一方「幹線道路を2回横切ってもよいこと」とすると、地方小都市では幹線道路本数が少ないため、事実上安全性ルールが無視されてしまう。このため少し便宜的ではあるが、幹線道路の横断回数は1回以内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。

具体的には、幹線道路の横断を明確に表すため、

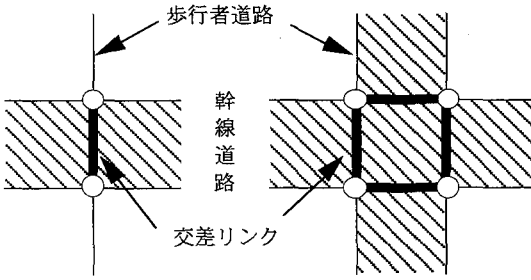


図-1 交差リンク

幹線道路については歩行者は道路の両端を歩くものとして2本のリンク(ダブルリンク)で表現し、図-1に示すように、歩行者道路網が幹線道路を横断する交差リンクを設けた。なお本研究で用いる歩行者ネットワークは道路の中心線に沿って作るものとしているため、この交差リンクは、安全性ルールを表現するための仮想的なペナルティ距離 Q のみを持ち、実距離は持っていないと仮定している。

3. 施設配置モデル

(1) 基本3モデル

ネットワーク上での公共施設配置モデルは、これまで p -Median, Location Set Covering, Maximal Covering Location 等の整数計画モデルで取り扱われてきた¹⁵⁾。このうち、 p -Median モデルは施設利用者の平均距離最小化の点で効率性に優れ、Location Set Covering モデルは施設利用者の最大距離を制約する点で公平性に優れているが、Maximal Covering Location モデルは前2者のモデルの中間的な性格を持っている^{15),16),17)}。そこで、本研究では p -Median と Location Set Covering の2つのモデルを用いて検討することとした。なお、以下ではLocation Set Covering モデルを単にL.S.C.モデルと略記する。

(2) 対象地域と道路網

対象地域を n 個に分割し、その中心をセントロイドとする。各ゾーンを添字 i または j で表し、 i は利用者の居住地、また j は施設の立地点を示すこととする。ゾーン i の施設利用者数を a_i で表す。幹線道路沿いの歩行者道路をダブルリンクで表し、2.の章末に述べた交差リンクを持つ歩行者道路網を想定し、ODペア (i,j) の最短距離を d_{ij} とする。つぎに、この最短距離を与える経路を調べて、幹線道路を交差している場合にはその都度ペナルティ距離変数 Q

を先に求めた最短距離 d_{ij} に加えていく。たとえば、あるODペア (r,s) 間の最短距離が d_{rs} でこの経路が k 回幹線道路を交差しておれば、ペナルティ距離を考慮した (r,s) 間の距離 e_{rs} は次式で表される。なお Q の値はすべての想定するODペアの最短経路長に比べて十分に大きい値とする。

$$e_{rs} = d_{rs} + kQ \quad (1)$$

なお、先に述べた安全性ルールをモデルの制約条件に組み込むため、 e_{rs} の計算時には幹線道路の横断回数が複数になっても差し支えない。

(3) p -Median モデル

ゾーン i の利用者が施設 j を利用するならば $x_{ij} = 1$ 、そうでなければ $x_{ij} = 0$ となる0-1整数変数を想定する。各ゾーンの居住者には必ず一つの利用施設がある。施設は p 個という条件のもとで、利用者の総移動距離を最小にするような配置問題が p -Medianモデルである。幹線道路横断は1回に限るという制約条件をつけているので、この p -Medianモデルは以下のように表される。

$$\min Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m a_i d_{ij} x_{ij} \quad (2)$$

$$s. t.$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = 1 \quad i = 1, \dots, n \quad (3)$$

$$x_{ij} - x_{ji} \leq 0 \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m, i \neq j \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^m x_{ij} = p \quad (5)$$

$$(2Q - e_{ij}) x_{ij} \geq 0 \quad (6)$$

$$x_{ij} \in \{0, 1\} \quad i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, m \quad (7)$$

式(2)は利用者の総移動距離を表している。式(3)は各ゾーンの居住者にはひとつの施設が割り振られていること、式(4)は施設のないゾーンに利用者が行くことがないことを保証している。式(5)は設置する施設数が p 個であることを示しており、 p の値は外生的に与えられる。式(6)では e_{ij} の値が $2Q$ を下回る時のみ x_{ij} が正の値を取り得ることを示している。 e_{ij} は式(1)に示す通りで、 d_{ij} の値は i と j が同一でない限り正の値を持つ。したがって、 i と j が異なる場合には式(6)は横断回数が最大限一度であることを

保証している。一方、 i と j が同一の場合は e_{ij} の値は0で幹線道路横断もあり得なく、式(6)は満たされる。式(7)は変数 x_j が0-1整数変数であることを示している。なお、このモデルは p の値を与えた後、はじめて計算できるものであり、1種のパラメトリックプログラミングモデルといえる。

(4) Location Set Covering モデル

p-Median モデルでは地域全体にわたる利用者の総移動距離が最小化されるので、移動の効率性の面からは好ましい配置モデルである。しかしながら、このモデルでは利用者の多いゾーンとの距離を少なくする配置が得られるが、利用者がごく少数の場合には距離が長くなってしまふ可能性がある。本研究で想定している高齢者利用施設の場合、歩行・自転車利用者の多くが施設から見て近距離に居住していることは基本的には体力の問題であろう。とくに冬の季節風や夏の厳しい日照等を考えると、ごく一部の人々と限定したとしても遠距離の移動を強いられることは不公平であり、好ましくないとの考えもあり得よう。

L.S.C.モデルは施設利用者の移動距離の最大値をあらかじめ与えておくことにより、各ゾーンに住む利用者の移動距離の不公平さをある程度解消しようとするもので、公平性を尊重した配置モデルといえる。移動距離の最大値を S とすると、任意の S の値、また与えられた p 個の施設数のもとですべての地域をカバーすることは必ずしもあり得ない。そこでこの問題では移動距離を制約条件として、施設数を目的関数とする。地区 j に施設が立地すれば $x_j = 1$ 、そうでなければ $x_j = 0$ となる x_j を変数として、モデルは以下のように表される。

$$\min Z = \sum_{j=1}^m x_j \quad (8)$$

s. t.

$$\sum_{j \in N_i} x_j \geq 1 \quad j = 1, \dots, n \quad (9)$$

$$N_i : \left\{ j \mid d_{ij} \leq S \text{ and } e_{ij} \leq Q + S \right\} \quad (10)$$

$$x_j = (1, 0) \quad j = 1, \dots, m \quad (11)$$

ここで N_i はゾーン i にとって、移動の制約を満たしうる施設立地候補点の集合である。

式(8)は式(9)、式(10)の制約を満たした場合に必要な施設数を表している。式(9)は各地区 i にとって

式(10)を満たしうる施設が少なくともひとつ配置されることを表している。また式(10)は利用者の移動距離 d_{ij} が外部から与えられる値 S 以下であり、幹線道路横断はせいぜい1回に限ることを表している。式(11)は変数 x_j が0-1整数変数であることを示している。このモデルは S の値を与えられて初めて計算できるので、やはり1種のパラメトリックプログラミングモデルである。

(5) 施設配置モデルを用いた道路網評価

本研究で扱っている問題の主体は、地方自治体の幹線道路網計画部局と高齢者施設の計画部局および利用者である。幹線道路網計画部局は幹線道路網の代替案を提示する。また利用者は施設が設置された場合、常に最短経路を利用しようとする。本研究の枠組みの中では、彼ら自身は幹線道路横断の危険さを考慮した行動をとらないと仮定する。そのことを承知したうえで、高齢者施設の計画部局は幹線道路横断の危険さを考慮して、施設の立地点および住民への利用施設を割り当てる。具体的には、利用者に幹線道路を2度以上横断させないこととし、そのもとでp-MedianあるいはL.S.C.いずれかの方針のもとで施設配置案を定めて、各ゾーンの利用者の利用施設を決めることとする。道路網の代替案によって、幹線道路横断の空間的特徴は変わるため、それぞれの代替案のもとで施設配置でなしうる努力には限界がある。つまり施設配置は幹線道路網によって影響されるので、施設配置問題を通して各道路網代替案への評価がなされることになる。

この問題は道路網評価についての限られた局面、つまり道路網計画部局の代替案を高齢者施設の計画部局が彼らなりに施設利用者の安全性を考慮して、チェックしている状況を想定している。ただし道路網の総合的な評価は自動車利用者へのサービスをも考慮してなされるべきであることは当然である。

4. 愛媛県西条市を対象にした試算

(1) ゾーニング

人口6万人の愛媛県西条市を試算対象都市とした。対象地域は同市の中心部であり、図-2に示すように東西を2本の河川、北は臨海工業地域、南は四国山地に遮られたほぼ3~4 km四方の地域である。対象地域の北側を産業道路と呼ばれる広幅員の道路が貫通し、南側には国道11号線が通っている。これらの道路は以下に示すいずれの道路網代替案でも幹線道路として位置づけられている。

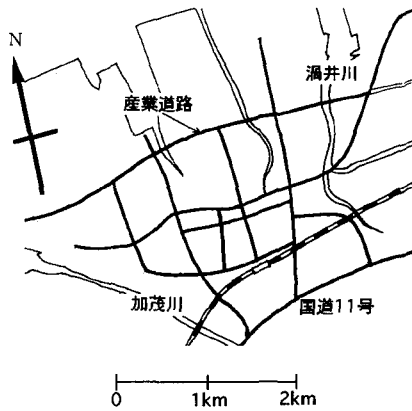


図-2 対象地域

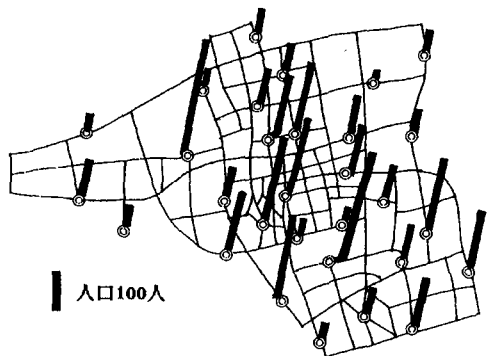


図-4 人口分布

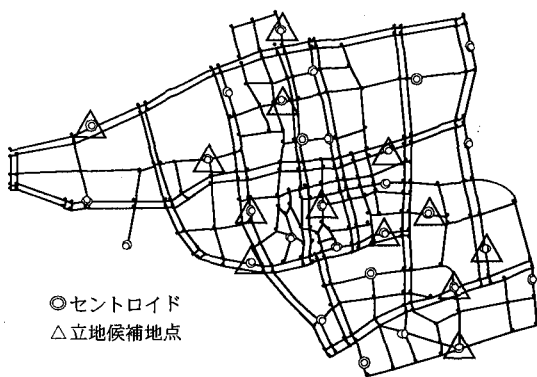


図-3 歩行者道路網

ゾーン数は30であり、各ゾーンの市街地中心部にセントロイドを設ける。施設立地候補地点については、P-Medianモデルの変数が多くなることを避けるためこれらのセントロイドのうちの13地点に限定した。図-3は歩行者道路網とセントロイドおよび施設立地候補地点の位置を示している。この図では幹線道路をダブルリンクで表し、セントロイドの位置を明確に示しているが、そうすると大きい図が必要となるため、以下では幹線道路を1本の線で表す簡略図を用いることとする。また、本研究の施設利用者に相当する人口を、平成2年時点の65歳以上人口とした。各ゾーンの人口の大きさを図-4に示す。

(2) 幹線道路網代替案

6種類の幹線道路代替案を想定した。各代替案の形は紙面の都合上計算結果の例を示す後述の図-5または図-6を参照していただきたいが、幹線道路延

長はプラン1から6の順にそれぞれ12,720m, 13,430m, 13,670m, 13,400m, 13,000m, 20,240mである。プラン1からプラン5では幹線道路延長はほぼ等しく、プラン6は幹線道路を多く設けた場合を想定している。プラン1は幹線道路に囲まれた地域を中心部に大きくとったものである。プラン2, 3, 4はいずれも中心部に東西方向の道路を1本通している。南北方向の幹線道路については、プラン2では中心部と東部、プラン3では中心部と西部、プラン4では中心部をはずして東西に通している。一方、プラン5は幹線道路が西部に偏って指定されたややいびつな案を想定している。なお、比較検討のため幹線道路網指定を全くしない道路網をプラン0と呼ぶ。この場合、施設利用者は危険を伴う幹線道路横断を複数回行うことがありうるが、施設計画部局はそのことには全く無頓着に施設を設けることを意味している。交差点リンクのペナルティの値は10kmとした。対象地域の東西あるいは南北方向の長さがほぼ4kmであるので、どのODペアの距離と比べても十分大きい値である。

(3) p-Medianモデルの計算結果

施設数を3から7と想定して式(2)~(7)で表されるp-Medianモデルを計算した。プラン0の場合は幹線道路横断を配慮していないので、式(2)~(5), (7)で表される問題を解いている。表-1に施設数すなわちpの値が3から7までのp-Median問題の目的関数値を施設利用者の総和で割った値を示している。今後この値を施設への平均距離と呼ぶ。表中、プラン6に対しては施設数3から5に対する解がない。プラン6では幹線道路が多いため、横断が1回までという条件のもとでは少数の施設で対象地域をカバーしきれないことによるものである。問題に与えら

表-1 p-Median モデルで計算した施設までの平均距離 (単位 : m)

施設数	プラン						
	0	1	2	3	4	5	6
7	471.3	494.5	483.5	471.3	471.3	497.6	521.0
6	502.4	545.2	521.1	502.4	502.4	548.2	611.8
5	553.0	599.3	574.2	553.0	553.0	602.4	-
4	616.7	657.8	633.4	621.3	618.3	665.6	-
3	690.5	904.1	728.4	776.6	782.3	862.8	-

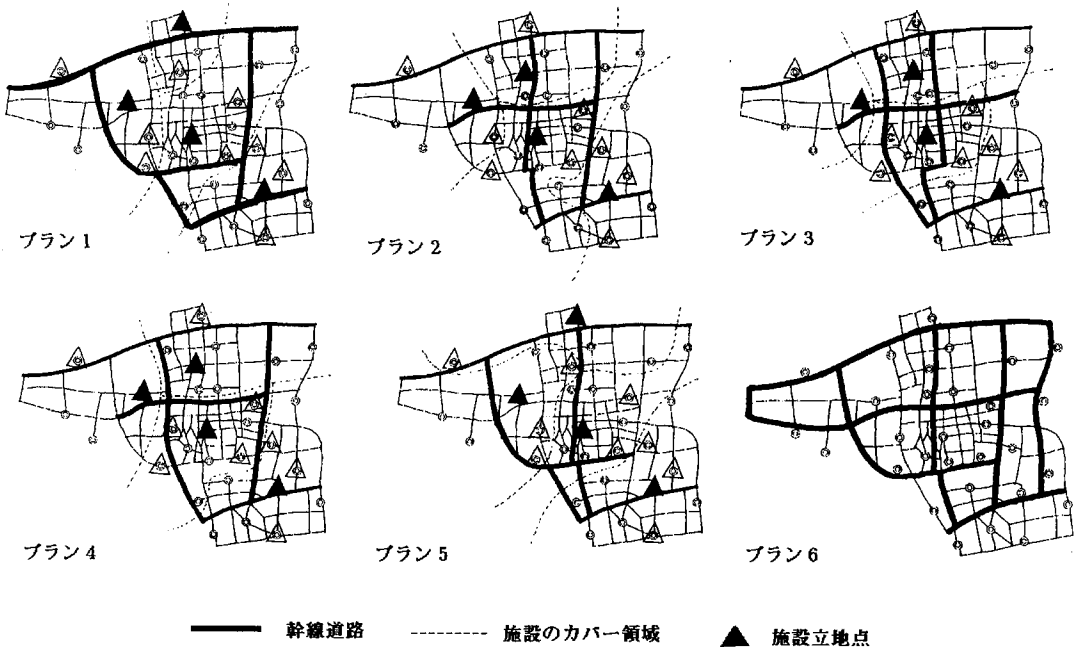


図-5 p-Median モデルによる施設配置 (施設数 4)

れた施設数それぞれの場合について、当然のことながら制約条件の少ないプラン0での値が最少である。施設数が5から7までの間ではプラン3および4における施設への平均距離の値はプラン0での値と同一である。この場合、プラン0、3、4の解は全く同じであり、施設数が5以上の場合プラン3および4の幹線道路網では制約条件(6)は不活性(inactive)になっている。簡単にいえば施設数が多いとき、プラン3または4の道路網のもとでは、利用者が最短経路を選んだとき幹線道路を二度通ることはあり得ない。

プラン1、2、5では、施設数5から7の場合においても、横断回数を1回までとする限り、利用者にとって最短距離ではない施設へ振り向けざるを得

ないことがわかる。施設数が3、4の場合には、プラン1から5のすべてで施設への平均距離の値はプラン0での値を上回り、安全性優先のため、最短距離の施設とは別の施設へ利用者が振り向けられていることがわかる。施設数4の場合では、施設への平均距離の値は小さい順にプラン4、3、2となっているが、施設数3の場合には逆にプラン2、3、4となっている。プラン1、5での値は、検討した施設数3から5の全ての範囲でプラン2、3、4での値よりも大きくなっている。

図-5に施設数4の場合の計算結果を示す。なおプラン6については解がないため、幹線道路網図のみを示している。プラン2、3、4の配置案は同一であり、目的関数値の相違は道路網の形態の相違のた

表-2 L.S.C.モデルによる必要施設数

許容距離(m)	プラン						
	0	1	2	3	4	5	6
1200	6	6	6	6	6	6	-
1300	5	6	5	5	5	5	-
1400	4	5	5	5	4	5	-
1500	4	5	4	4	4	5	-
1600	3	4	4	4	3	4	-
1700	3	4	4	4	3	3	7
1800	2	4	3	4	3	3	6
1900	2	4	3	3	3	3	6
2000	2	3	3	3	3	3	6
∞	1	3	2	3	3	3	6

め各施設のカバー領域が若干異なることによって生じている。プラン1, 5でも配置案は同一である。この場合には施設が産業道路の北側に立地しており、このため目的関数の値が悪くなっている。この施設をプラン2, 3, 4の場合と同様に南側に配置した場合には、西側にわん曲している幹線道路のため、西北部の産業道路北側のゾーンから施設に行くためには幹線道路を2度横断しなければならない。

プラン1, 5ではこのゾーンに対する施設を産業道路北側に配置しているが、そのことが先に述べたように目的関数を低下させているのである。つまり西側にわん曲している道路を幹線道路とすることに問題がある。

(4) L.S.C.モデルの計算結果

最大許容距離Sの値を1,200mから2,000mまで100mきざみで与えたときのL.S.C.モデルの目的関数値すなわち施設数を計算した。その結果を表-2に示す。表中無限大の欄は、最大許容距離制約をはずし、横断回数制約のみの条件下で解いた場合の結果を示している。またプラン6では許容距離1,600m以下の場合実行可能解は存在しなかった。これも当然のことであるが、全ての許容距離に対してプラン0での値はプラン1~6での値を上回っていない。一方プラン6での値は他のプランでの値に比べてかなり大きい値となっている。プラン6では幹線道路が多いので当然である。プラン1~5の相互比較を行うと、プラン4での値が検討した全ての許容距離について、その中では最小の値を持っている。また許容距離1,200mから1,700mの間では、プラン4での施設数はプラン0の場合と同一である。これらの許容距離に関する限り、プラン4の場合には、施設配置計画部局が横断回数を制限して利用者の安

全性を配慮した配置をしても、その配慮により施設の数を増やす必要はないことがわかる。逆に言えば、許容距離1,600mの場合、プラン4を除く他の幹線道路網計画のもとでは、施設配置計画部局が利用者の横断回数を制限することによって安全に配慮しようとするれば、そうした配慮をしない場合に比べてもうひとつ多くの施設を作らざるを得なくなる。したがって、L.S.C.問題の形で施設配置を行う場合には、横断回数を制限することによる安全性への配慮から見ればプラン4が最も優れた案と言える。一方、プラン1から5までの中ではプラン1での値がどの許容距離についても最も大きい値となっている。残りのプラン2, 3, 5については許容距離によって順位が変わり、比較は困難である。ただし、全体的に言って、各プランでの施設数の相違はわずかに1であり、さほど大きい差異であるわけではない。L.S.C.モデルでは目的関数が単純なため細かい比較はできにくい。

図-6は許容距離1,500mの場合の計算結果を示したものである。図からわかるように、プラン2, 3, 4のもとでの必要施設数は4、プラン1, 5のもとでの施設数は5である。プラン1, 5では西部のわん曲した幹線道路の東西に近接して施設が配置されている。この場合もp-Medianモデルの場合と同様に、西北部のゾーンとわん曲した道路との関係が必要施設数を増加させている。p-Medianモデルではプラン2, 3, 4の解、またプラン1, 5の解が同一であったのに対して、L.S.C.モデルでは5つのプランに対する配置案はすべて異なっている。p-Medianモデルでは総移動距離を小さくするため、立地点がある程度定まってくる。一方L.S.C.モデルでは目的関数が簡単のため、解は主に制約条件に依存し、幹線道路横断制約条件が各幹線道路網代替案によって異なるため、それぞれに異なった配置になったものと思われる。なお、L.S.C.モデルの解は一般的には複数個あり、アルゴリズムの特性からそのうちのひとつの解が図に示されているにすぎない。したがって、施設の具体的な位置そのものについては厳密な議論はできない点に注意されたい。

(5) 幹線道路計画案の比較

2種類の配置計画モデルの解の結果を総合して考察する。まず第1に幹線道路の多いプラン6は、本研究で用いた安全性ルールへの対応が困難であったと言える。次にプラン2, 3, 4が大まかに見てプラン1, 5よりやや優れているといえるようである。このことは図-5, 6にも示したように対象地域の西

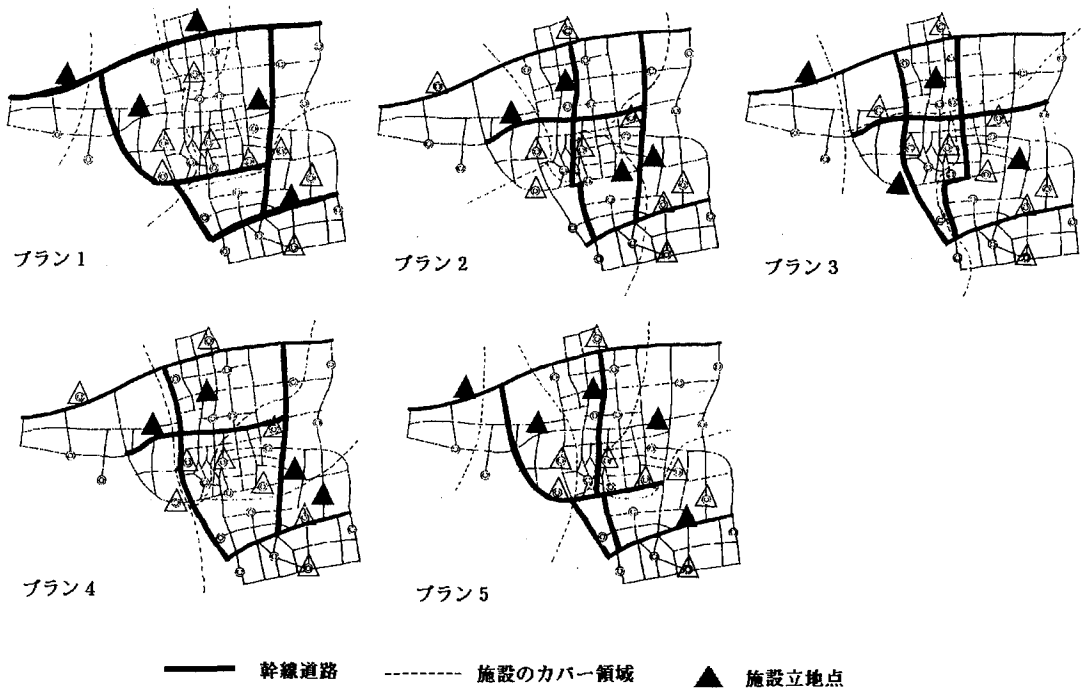


図-6 L.S.C.モデルによる施設配置（許容距離1,500m）

部にわん曲している道路を幹線道路網に取り入れているかどうか、産業道路西北部のゾーンとの関係で結果に作用しているためと考えられる。また、プラン4が総じて高い評価を得た。プラン4は幹線道路の配置がほぼ等間隔で、幹線道路で囲まれた地域の形状や面積もバランスが取れている。施設配置計画問題は、大まかに言えば立地した施設がカバーするゾーンの集合を1ピースとして、ジグソーパズルのようにはめ込み作業をしているものと考えられるので、プラン4のように図形的に整った道路網形態が良い結果をもたらせたものと思われる。一方、プラン1は対象地域の外周に近いところに幹線道路をはりめぐらせており、一見さほど悪い案と思えないが、配置計画モデルの結果では低い評価となった。このプランでは、西部のわん曲道路の他に、中心部の幹線道路で囲まれた地域を広く取りすぎた結果、西部や南部に狭い領域が現れてしまったため、幹線道路横断制約が強く作用したことも原因と考えられる。なお、プラン5では、幹線道路網の形状がいびつであるにも関わらず、L.S.C.モデルでの評価がさほど悪くなかったが、南部に幹線道路が集中しすぎたため、特定のゾーンを除いては結果的に幹線道路が少ないプランのようになったためと思われる。

5. おわりに

本研究では、歩行者の幹線道路横断の危険性という観点から、幹線道路網を評価する新しい方法を提案した。まず、歩行者のODパターンによって道路網評価の結果が変化しうることを指摘した。この問題については与えられた幹線道路網のもとで、安全性に配慮した最適施設配置案に対応したODパターンを取りあげることにより、道路網評価の一般性を高めている。また、幹線道路横断回数を制限するという安全性への配慮を、ペナルティ値のみを持つ交差リンクの導入と整数計画モデルへの制約条件への組み込みによって表現することができた。整数計画モデルはif-then型の制約条件の取り組みが可能であり、さまざまな条件を取り入れることができる可能性を持っている。

地方小都市を対象として道路網評価のケーススタディを行った結果、幹線道路網が等間隔で、したがって幹線道路網で囲まれた地域の形状や大きさにバランスが取れたような計画案が優れているとの結果を得た。このことは施設配置モデルの基本的な幾何学的特性と道路網形態とがうまくマッチしたためと

考えられる。また、この例で見ると、西部のわん曲した道路を幹線道路とすることは好ましくないということがわかった。

本研究は、1. はじめに、で述べたように、道路の自動車交通と歩行者環境とを対等に扱う都市交通計画のための手法開発を目的としたものである。本研究では安全性ルールが単純であるとか、自動車交通のサービス水準が上げられていない点でまだまだ改善すべき点が多い。

自動車交通のサービス水準と歩行者環境とを都市交通計画で対等に扱うべきか否かについてはさまざまな意見があろう。しかしながら、高齢者や身障者交通の研究を特殊事例研究にとどめるべきではなく^{18),19)}、また交通静穏化や交通マネジメント等を全面に押し出したヨーロッパの交通計画の事例²⁰⁾は両者を対等に扱うという考え方が存在していることを示している。とすれば、円滑な自動車交通を主とし、交通安全対策を従とする考え方に立脚した従来の交通計画手法とは異なった新たな交通計画手法の開発が必要となろう。本研究では、施設の最適配置という道具を用いて歩行者横断に着目した道路網の潜在的な評価を試みたが、最適配置問題の立て方や解の特性等の面でも今後さらに吟味を重ねたい。

参考文献

- 1) C.A.ベリー著、倉田和四生訳：近隣住区論、鹿島出版会、1976。
- 2) Buchanan, C. : Traffic in Towns, Report of the Steering Group and Working Group Appointed by the Minister of Transport, London, 1963.
- 3) Derek, R. D. : Success and Failure in British Town Planning : Lessons for the Future, Comprehensive Urban Studies, No.55, pp.213-223, 1995.
- 4) 山中英生：住宅地区の交通抑制計画に関する方法論的研究、京都大学工学博士学位論文、1988。
- 5) 林隆史：TRAFFIC CALMING GUIDELINES 交通静穏化技術指針（DEVON COUNTY COUNCIL: デボン州議会）、交通工学、Vol.30, No.4, pp. 61-68, 1995.
- 6) 清水浩志郎：高齢者、障害者交通研究の意義と今後の展望、土木学会論文集、No.518/IV-28, pp.17-29, 1995.
- 7) Peeters, D. and Thomas, I. : The Effect of Spatial Structure on p-Median Results, Transportation Science, vol.29, No.4, pp.366-373, 1995.
- 8) 西条市：西条市福祉の街づくり整備計画報告書、1994.
- 9) 宇和島市：人にやさしいまちづくり整備計画報告書、1996.
- 10) 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：松山市障害者や高齢者にやさしいまちづくり総合計画策定に関する検討報告書、1997.
- 11) 宇野匡和：高齢者施設利用者の交通実態調査、愛媛大学工学部卒業論文、1997.
- 12) 荒木尚美：地方小都市における高齢者の経路選択に関する研究、愛媛大学工学部卒業論文、1995.
- 13) 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 No.13, pp.795- 800, 1990.
- 14) 鈴木晶子：ロケーションセットカバリング問題による高齢者施設配置計画、愛媛大学工学部卒業論文、1996.
- 15) Revelle, C. : Urban Public Facility Location, Edwin S. Mills edited, Handbook of Regional and Urban Economics, Volume 2 Urban Economics, pp. 1053-1070, 1987.
- 16) Hansen, P., Labbe, M., Peeters, D., Thisse, J.F. and Henderson, J. V., : Systems of Cities and Facility Location, Harwood academic publishers, 1987.
- 17) 柏谷増男, 朝倉康夫, 山下久美子, 鈴木晶子：種々の配置計画モデルによる高齢者福祉施設配置計画の評価、土木学会 第51回 年次学術講演会, pp.158-159, 1996.
- 18) 太田勝敏：高齢社会における都市交通計画の視点、都市計画, No.204, pp.9-12, 1996.
- 19) 柏谷増男：高齢者、身障者交通、第16回交通工学研究発表会報告、交通工学、Vol.32, No.2, p.127, 1997.
- 20) 山中英生, 小谷通泰：ストラスプールの都市交通一都心環境再生のためのTDMパッケージアプローチの実践、交通工学, Vol.31, No.4, pp.43-48, 1996.

(1997. 3. 13 受付)

A STUDY OF ROAD NETWORK EVALUATION CONSIDERING PEDESTRIANS' MAJOR ROAD CROSSINGS IN A SMALL CITY

Masuo KASHIWADANI, Yasuo ASAKURA and Kumiko YAMASHITA

A new method to evaluate urban road networks from the viewpoint of pedestrian crossings is proposed in this paper. Two kinds of public facility location models are used to exclude the effect of the location pattern of peoples' destinations. Hypothetical penalty links are introduced into the constraints of the model to express pedestrians' crossings at major road links. A computation is tested in a small city with six alternative plans. It is found that the areal balance or intervals of a major road network is important to harmonize the road network with location of facilities for pedestrian users.