

IV-1

札幌市における都市施設の空間配置について

室蘭工業大学工学部 ○学生員 村井 正英
 専修大学北海道短大 正員 榎谷 有三
 室蘭工業大学工学部 正員 田村 亨
 室蘭工業大学工学部 フェロー 斎藤 和夫

1. まえがき

福祉・医療・行政などのサービスを提供する都市施設の効率的配置は都市計画における重要な課題のひとつである。この施設配置を考える場合には、地理的位置、輸送費用、移動距離、社会経済あるいは環境問題等種々の要因を総合的に考慮しなければならない。本研究においては、これらの要因のうち各施設利用者へのサービスとして最も基本的な要因である移動距離としての時間距離を用いる。また、時間距離としては、バスあるいは地下鉄等の公共交通機関としてのマストランジット及び自動車交通としての道路をそれぞれ利用した場合の時間を用いる。そして、これら交通手段別の時間距離からみた都市施設の空間的配置の相違について考察を試みる。

施設配置問題の定式化は、連続立地モデル、ネットワーク立地モデルあるいは離散立地モデル等種々のモデルが提案されている。本研究では、これらのモデルのうち離散立地モデルの代表的モデルでもあるp-メディアン・モデルを基礎として考察する。また、本研究においては1983年に実施された道央圏パーソントリップ調査データを基に、交通手段としてのマストラ及び道路をそれぞれ利用したときのゾーン間の時間距離を基に種々分析を試みる。

2. 施設配置モデルについて

本研究で対象とする離散立地モデルは、施設候補点が有限個で、需要点と施設候補点との移動費用が与えられたもとで、複数個の施設の最適配置を求める問題である。このモデルにおいても、移動費用と施設配置との関係から非制約施設配置問題、集合被覆問題、p-センター問題等各種の問題が定式化されている。本研究においては、配置すべき施設数p、

需要点と施設候補点との間の移動距離及び需要点までの利用者数が与えられたもとで、各利用者から施設までの移動距離の総和(目的関数)が最小となるようにp個の施設を配置するp-メディアン・モデルを基礎に問題の定式化を試みる。

p-メディアン問題は、m個の需要点とn個の施設候補点を与えられたとき、n個の施設候補点からp個の組み合わせを選び、mn個の割り当てからm個の組み合わせ選ぶ問題でもあることから、組み合わせ最適化問題として定式化することができる。ここで、 P_i は需要点*i*での利用者数(基準化された値)、 C_{ij} は需要点*i*と施設候補点*j*までの最短距離である。また、0-1 整数変数 x_{ij} は需要点*i*が施設候補点*j*に割り当てられるならば1、割り当てなければ0を取る。さらに、0-1 整数変数 y_j は、施設候補点*j*に施設を配置するならば1、配置しないときは0をそれぞれ取る。そうすると、式(1)の重み付き総移動距離zを目的関数(最小化)とする0-1 整数計画問題は、以下のように定式化することができる。

最小化

$$z = \sum_{i \in I} P_i \sum_{j \in J} C_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

制約条件

$$\sum_{j \in J} x_{ij} = 1 \quad \forall i \in I \quad (2)$$

$$x_{ij} \leq y_j \quad \forall i \in I, \forall j \in J \quad (3)$$

$$\sum_{j \in J} y_j = p \quad (4)$$

Optimal Location of Urban Facilities Based on p-Median Model in Sapporo City

by Masahide MURAI, Yuzo MASUYA, Tohru TAMURA and Kazuo SAITO.

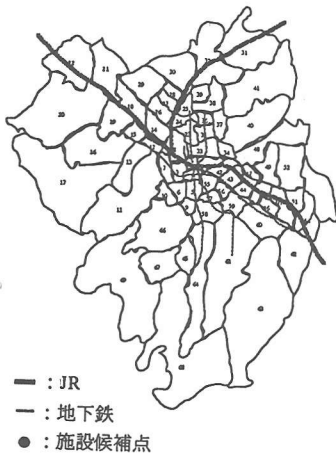


図-1 対象とした札幌市のゾーン

$$x_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall_i \in I, \forall_j \in J \quad (5)$$

$$y_j \in \{0,1\} \quad \forall_j \in J \quad (6)$$

式(2)の制約条件は、どの需要点も必ずどこかの施設候補点に割り当てられることである。また、式(3)の制約条件では、需要点は施設が配置される施設候補点のみにそれぞれ割り当てられることになる。さらに、制約条件式(4)は、施設配置数が全部でp個であることを示している。

このように、p-メディアン問題は、一般に利用者の施設までの距離を考慮した問題であるが、本研究では利用者数を考慮しないで、各ゾーン間の時間距離のみ ($P_i=1$ としたとき) を考えた問題として定式化する。したがって、本研究における施設配置計画は各ゾーンの重みを等しくした時間距離だけを考慮した問題となる。

3. 札幌市における施設配置について

本研究においては、1983年に実施された道央圏パーソントリップ調査データを基に図-1に示されている69個のゾーンを対象に分析を行う。また、各ゾーン間のマストラ及びロードの時間距離はいずれも1983年のデータを用いた。

まずはじめに、マストラ、ロードそれぞれによる各ゾーン間時間距離が施設配置計画にどのような影響を及ぼすかについて考察するため、各計画施設数

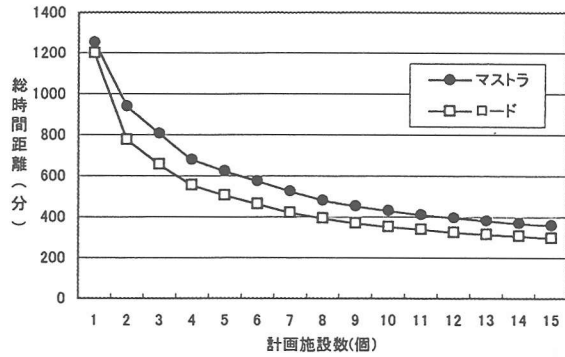


図-2 計画施設数と総時間距離

表-1 マストラ・ロードにおける分析結果

配置個数	83' マストラ				83' ロード			
	総時間距離	最大値	平均値	標準偏差	総時間距離	最大値	平均値	標準偏差
1	1255.2	35.4	18.2	7.4	1200.4	41.5	17.4	8.9
2	939.8	30.2	13.7	6.2	778.7	25.2	11.3	5
3	808.1	30.2	11.7	5.8	657.4	20.6	9.5	4.6
4	680.1	24.2	9.9	5	556.5	20.2	8.1	4.3
5	624.4	24.2	9	5.2	505.1	20.2	7.3	4.2
6	574.1	19.2	8.3	4.4	463.8	20.2	6.7	4
7	525.1	19.1	7.6	4.3	422.7	16	6.1	3.2
8	482.3	19.1	7	3.8	394.3	16	5.7	2.9
9	453.5	19.1	6.6	3.5	369.8	15.9	5.4	2.8
10	432.5	13.1	6.3	3.1	352.4	12.7	5.1	2.6
11	411.7	13.1	6	3	339.5	10.5	4.9	2.4
12	396.7	13.1	5.7	2.8	327	10.5	4.7	2.3
13	382.1	13.1	5.5	2.8	316.9	10.5	4.6	2.2
14	370	13.1	5.3	2.7	307.4	10.5	4.6	2.2
15	359.6	13.1	5.2	2.6	298.3	10.5	4.3	2.1

に対する総時間距離の算定を行った。図-2はマストラとロードの総時間距離と計画施設数の関係を示したものである。また表-1はその分析結果をまとめたものである。計画施設数1箇所に対する総時間距離を比較すると、マストラ1255.2(分)、ロード1200.4(分)となり、総時間距離で約55分、平均値で約1分程度の差であり、他の施設個数に比べて利用交通手段による利便性の差は少ないようである。また、各施設数間の総時間距離の差を見ると、施設数1箇所と2箇所との差が他の箇所数より変化は大きいようである。このことから、施設数を1箇所から2箇所に増やしたとき、利用者に対する利便性が大きく増大することが窺える。さらに、平均値が10分以内になる施設数は、マストラで4箇所以上、ロードで3箇所であり、利用交通手段によって多少差がある。一方、最大値が15分以内になる施設数は、マストラ及びロードいずれも10箇所のときである。

図-3及び4は、各配置個数における各ゾーンか

ら施設候補点までの時間距離の頻度分布図を表したものである。計画施設数 1 箇所の場合、マストラは時間距離 15 分の所に、ロードは 20 分の所にピークがあり、それぞれの頻度分布も異なっている。このことから、公共輸送機関網及び道路網整備の相違が各ゾーンから施設候補点までの時間距離に影響を及ぼしていることが窺える。また計画施設数が2箇所、3 箇所へと増加するに従って頻度分布が全体的に左側にシフトするとともに、時間距離の範囲も減少して行くことが理解できよう。しかしながら、最頻度に対する時間距離がマストラとロードで異なっていることから、それぞれの市域全体でみたときに整備状況の違いが窺える。特に、各ゾーンの地理的位置から見たとき、外縁部ゾーンにおけるマストラに対するアクセスの悪さが影響していることが考えられる。

表-2及び3はマストラとロードにおける施設候補点を1箇所から15箇所までの最適施設候補点として選定されたゾーンである。これらの結果を見ると、全体的にマストラ、ロードともに計画施設数を増加したときも同じゾーンが再度、最適施設候補点として選定されている。例えば、表-2におけるゾーン1、15、68、また表-3におけるゾーン1、20、50などである。また最適候補点が計画施設数の増加とともに変わっても近隣ゾーンが最適候補点となっている場合も多い。例えば、表-2におけるゾーン35と37、67と68などである。また表-3においてもゾーン13と15、ゾーン25と27、28などである。この傾向はマストラ(表-2)の方がより強い傾向が見られる。次にマストラとロードの最適候補点について比較すると、計画施設数が1~3箇所の場合には最適候補点のゾーンは同じではないが近隣ゾーンに配置されている。例えばゾーン14と24、45と59などである。しかし計画施設数4箇所以降、ほぼ同じゾーンが最適候補点として選定されていることが多い。このことから、少数の施設を配置する場合、マストラとロードでは多少の時間距離の差から施設候補点の違いが生じるが、計画施設数が多くなるにつれ、マストラ、ロードの差が殆どなくなっていることがわかる。

図-5及び6、7はマストラとロードの施設候補点数が3個及び10個の場合の各候補点に対する需要ゾ

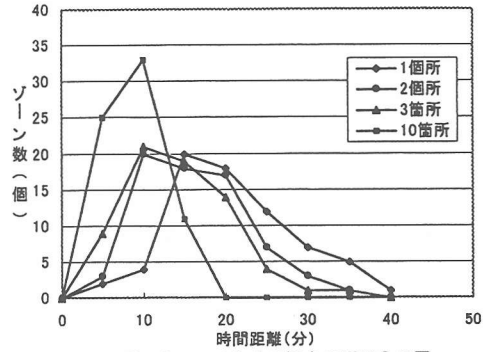


図-3 マストラの場合の頻度分布図

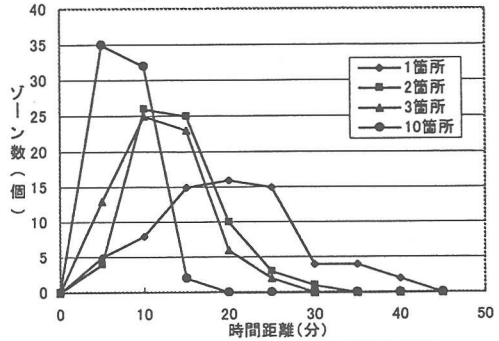


図-4 ロードの場合の頻度分布図

表-2 マストラの場合の最適候補点

		83' マストラ														
設置数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	1															
2	24 59															
3	15 36 59															
4	15 36 45 58															
5	15 28 35 50 58															
6	1 15 25 44 50 65															
7	15 28 35 44 50 57 67															
8	13 21 28 35 44 50 57 67															
9	1 13 21 28 37 44 50 58 67															
10	1 13 20 27 31 37 44 50 58 67															
11	1 6 13 20 27 31 37 44 50 64 68															
12	1 3 6 15 20 28 31 37 44 50 64 68															
13	1 3 6 15 20 28 31 36 37 44 50 64 68															
14	2 3 4 6 15 20 28 31 36 37 44 50 64 68															
15	2 3 4 6 13 19 20 28 31 36 37 44 50 64 68															

表-3 ロードの場合の最適候補点

		83' ロード														
設置数		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	35															
2	14 59															
3	9 26 45															
4	15 36 50 58															
5	15 28 35 50 58															
6	1 15 25 48 50 58															
7	1 15 25 48 50 58 67															
8	1 13 21 25 48 50 58 67															
9	1 13 20 28 37 44 50 58 67															
10	1 13 20 27 31 35 44 50 58 67															
11	1 13 20 27 31 35 37 44 50 58 67															
12	1 9 13 20 27 31 35 37 44 50 64 68															
13	1 8 9 15 20 28 31 35 37 44 50 64 68															
14	1 6 8 15 20 28 31 35 37 44 50 58 66 69															
15	1 6 8 15 20 28 31 35 37 43 47 50 58 66 69															

ーンの分布図を図示したものである。これらの図に限らず最適候補点が札幌市の中心部から北部に多いという傾向が見られる。また札幌市の外縁部のゾーンに最適施設候補点が配置されることは少ないことがわかる。また、マストラとロードで比較すると、マストラの方が全体的に JR や地下鉄が整備されているゾーンや、その近隣ゾーンに計画施設が配置されている傾向があるのがわかった。また、計画施設数3個の場合には需要点に大きな違いが見られるがそれ以降は大きな差はない。計画施設数3個の場合、マストラ、ロードにおいて施設候補点の配置されるゾーンや需要点に大きな違いが見られることから、この計画施設数の場合におけるマストラ、ロードの整備状況に違いがあるためだと思われる。また図7においては施設候補点10個の場合、マストラ、ロードともに札幌市の10区に分けられている区域にほぼ近い形の需要ゾーンを示すことがわかった。

4. あとがき

以上、本研究においては p-メディアン問題を基礎に、マストラを利用した場合の時間距離と道路交通を利用した場合の時間距離を用いた施設配置計画の違いについて考察を試みた。その結果、少数の施設配置においてはマストラ、道路交通において総時間距離、平均時間等に多少の差が生じるが、施設数が増加するごとにその差が小さくなっていき、施設候補点、需要ゾーンともにそれほど差が無いことが把握できた。また、マストラ、ロードともに各ゾーンから施設候補点へのアクセスの良さ、悪さが都市施設の空間配置に影響を及ぼすということも把握できた。

本研究においては時間距離だけを考慮したが、今後は、人口などの重みをつけて配置計画を行うことや、p-センター問題を基礎に配置計画を行うことが必要である。

参考文献

- 1) 大澤義明：施設配置理論モデル、建築都市計画のためのモデル分析の手法（日本建築学会編）、井上書店、
- 2) 大澤義明：地域施設計画モデルにおける計画施設数と最適配置及び最適距離との関係、日本建築学会計画系論文集、第482号、
- 3) 片岡 十二里 田村 齊藤 樹谷：北海道における広域都市施設の空間配置について、土木学会北海道支部論文集、第55号



図-5 マストラの場合の施設数3個のときの分布図

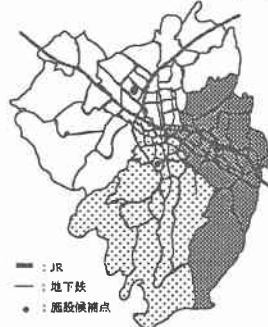


図-6 ロードの場合の施設数3個のときの分布図

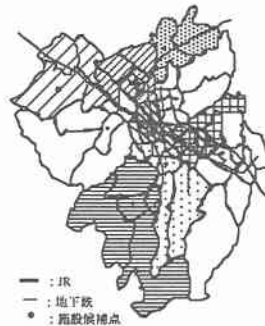


図-7 マストラの場合の施設数10個のときの分布図

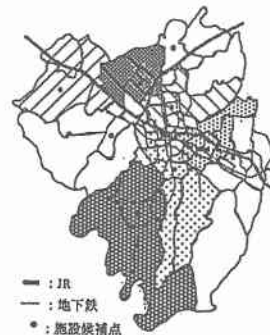


図-8 ロードの場合の施設数10個のときの分布図