

IV-19

北海道における広域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 片岡 勝裕
 室蘭工業大学大学院 学生員 十二里孝生
 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・医療施設、教育・学習施設あるいは環境・衛生施設などの、いわゆる広域都市施設の効率的配置は、交流・連携による地域間の機能の相互補完を促進するうえからも重要な課題である。この施設配置を考える場合には地理的条件、輸送費用、移動距離、社会経済、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道路利用による各市町村間の時間距離を用いる。また、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が、本研究では離散立地モデルの代表的なモデルでもある p -メディアン・モデルを基礎に考察する。

広域都市施設の空間配置計画においては、施設インフラ等の都市機能整備に対する投資余力減少の見込みから、高規格幹線道路網等の交通インフラの交流基盤整備の向上をも考慮することの必要性が指摘されている。そこで、本研究では道路網整備に伴う各市町村間の時間距離の短縮が、施設配置数及び空間配置に及ぼす影響について考察するため、北海道における1990年及び2020年それぞれの道路網を対象とした時間距離行列を用いて施設配置計画について種々考察を試みた。

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の、複数個の施設の最適配置を求めた問題である。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の、各使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 個の施設候補点とが与えられたとき、 n 個の施設候補点から p 個の組み合わせを選び、 $m \times n$ 個の割り当てから m 個の組み合わせを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 Hokkaido

by Masahiro KATAOKA, Takao JUNIRI, Yuzo MASUYA, Tohru TAMURA and Kazuo SAITO.



図-1 北海道の高規格幹線道路網

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

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

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-メジアン問題は、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、各市町村間の時間距離のみ($P_i=1$ 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市町村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. 北海道における施設配置について

本研究においては、北海道212市町村のうち離島を除く208市町村を対象に分析を行った。分析に用いた各市町村間の時間距離は、1990年および2020年のそれぞれの道路網を対象に算定したものである。1990年の道路網は、図-1に示されている札幌自動車道および道央自動車道の一部(登別-深川間)が開通した道路網である。また、2020年は図-1に示す高規格幹線道路の供用区間、計画区間が完成したときの道路網である。

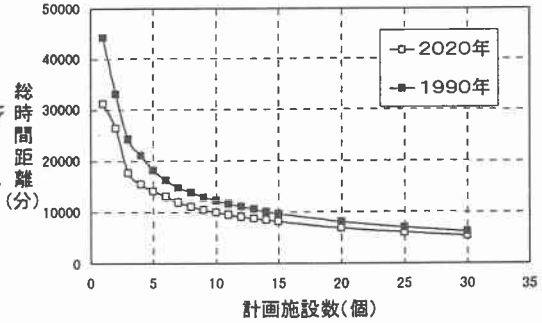


図-2 各年次における総時間距離と計画施設数の関係

表-1 各年次における分析結果

配置個数	1990年			2020年		
	総時間距離	平均値	標準偏差	総時間距離	平均値	標準偏差
1	44173	212	121	31185	150	67
5	18199	87	45	14085	68	36
10	12164	58	31	9911	48	27
15	9649	46	26	8133	39	23
20	8087	39	21	6905	33	18
25	7022	34	20	6079	29	17
30	6222	30	18	5451	26	16

まずはじめに、道路網整備に伴う各市町村間の時間距離の短縮が施設配置計画においてどのように影響を及ぼすかについて考察するため、各計画施設数に対する総時間距離の算定を行った。図-2は1990年と2020年における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。施設配置数が1個所に対する総時間距離を比較すると、1990年の44173分が2020年には31185分となり、総時間距離で約13000分、平均で60分等大きく短縮される。このときの施設候補点は、それぞれ滝川(1990年)と追分(2020年)である。他の計画施設数においても、高規格幹線道路網の整備に伴う各市町村の時間距離の短縮が総時間距離及び平均時間距離等に大きく影響をしていることが理解できよう。しかしながら、計画施設数が多くなるとともにその効果も小さくなることから、高規格幹線道路網の整備は特に広域的な都市施設において大きな影響を及ぼすことが窺える。

図-3及び4は、1990年と2020年の各配置個数における市町村間から施設候補点までの時間距離

の頻度分布を表わしたものである。1990年の頻度分布図を見ると、施設候補点が1箇所（滝川市）のときには滝川市との地理的位置関係によって時間距離も広い範囲（最大値は根室市の509分）の値を取っている。一方、2020年の1箇所（追分町）のときは、150分と250分程度のところに2つの大きな分布を持つなど時間距離の範囲（最大値は羅臼の350分）ははかり小さくなっている。このような結果からも、高規格幹線道路整備が各市町村の時間距離の短縮に大きな効果を及ぼしていることが理解できよう。また、施設候補数を増加するとともに、各市町村からの施設候補点までの時間距離が短縮することが図-3及び図-4の分布状況から理解できよう。さらに、1990年に比べて2020年のピークが全体的に左側に分布していることも理解できる。

10箇所の施設配置数に対する結果を見ると、時間距離の最大値は1990年及び2020年ともに161分でそれぞれ、えりも町、羅臼町であった。さらに、施設数20及び30箇所のときの時間距離の最大値は1990年及び2020年ともに同じ市町村（羅臼町）で1990年（111分）と2020年（85分）となり、高規格幹線道路網が十分に整備されていない地域で最大値を取っていることが窺える。

表-2及び3は、1990年と2020年における施設候補点を1箇所から10箇所までの最適候補点として選定された市町村名である。これらの結果をみると、全体的に両年次とも配置数を増加したときも同じ市町村が再度最適候補点として選定されている。例えば、1990年の滝川市、幕別町、あるいは大野町、2020年における本別町、ニセコ町、あるいは千歳市などである。また、最適候補点が配置数の増加とともに変わっても、前の候補点の近隣市町村が最適候補点となっている場合も多い。たとえば、1990年の滝川市と美幌市、足寄町と幕別町、あるいは2020年の和寒町と音威子府町などである。

次に、1990年と2020年の最適候補点についてみると、高規格幹線道路網による時間距離の短縮が立地点にも影響を及ぼしている。

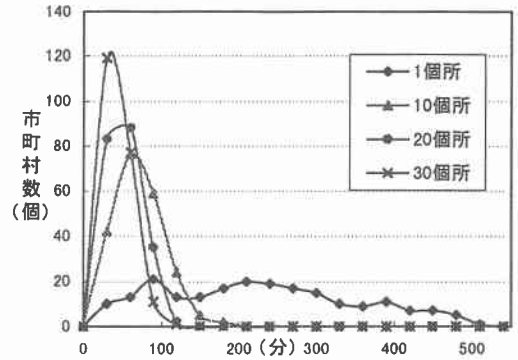


図-3 1990年における頻度分布図

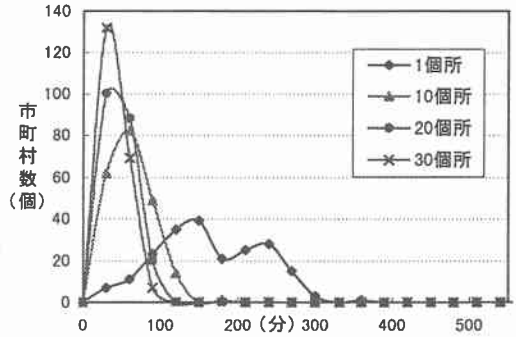


図-4 2020年における頻度分布図

表-1 1990年における施設候補点

配置数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	滝川									
2	岩見沢	足寄								
3	滝川	足寄	長万部							
4	岩見沢	足寄	長万部	美深						
5	美幌	幕別	長万部	美深	美幌					
6	美幌	幕別	真狩	美深	美幌	大野				
7	滝川	幕別	ニセコ	美深	美幌	大野	厚真			
8	滝川	幕別	ニセコ	音威子府	端野	大野	厚真	標茶		
9	滝川	幕別	ニセコ	幌延	端野	大野	厚真	標茶	愛別	
10	滝川	幕別	長万部	幌延	端野	大野	厚真	標茶	愛別	倶知安

表-2 2020年における施設候補点

配置数	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	追分									
2	岩見沢	本別								
3	和寒	本別	長万部							
4	和寒	本別	長万部	千歳						
5	和寒	本別	ニセコ	千歳	木古内					
6	和寒	本別	ニセコ	千歳	木古内	美幌				
7	音威子府	本別	ニセコ	千歳	木古内	端野	滝川			
8	音威子府	本別	ニセコ	千歳	木古内	美幌	滝川	愛別		
9	音威子府	音更	ニセコ	千歳	木古内	端野	滝川	愛別	網走	
10	音威子府	音更	ニセコ	長沼	木古内	端野	滝川	愛別	網走	新冠

すなわち、道路網整備に伴って各市町村間の時間距離の短縮、いわゆる需要点から候補点までの時間距離が全体的に減少するなかで、市町村の空間的分布状況あるいは噴火湾等の地形が大きな影響を及ぼすことになったためと思われる。例えば、候補点4個所以上において、道北地域における1990年の最適候補点が高深町であったのが、2020年には和寒町になっている。あるいは、候補点5個所するとき、1990年では長万部町が道南地域での最適候補点であったが、2020年では木古内町が候補点となっている等である。一方、候補点が多くなると2つの年次の平均時間距離の差も小さくなり、2020年の最適候補点としての立地する市町村も1990年の候補点の近隣に立地している。

図-5及び6は、1990年2020年の施設候補点が6個所の場合の各候補点に対する需要点の分布を示したものである。1990年の需要点の数が最大なのは道央の美咲市の59市町村となる。一方、2020年では、新たに高規格幹線道路網が整備された道北の和寒町が66市町村が最大となり、道央の千歳市の需要点数は、38市町村となった。これにより、高規格幹線道路網整備は需要点数及び需要点の変化に大きく影響していることが理解できる。また、需要点は高規格幹線道路に沿って増加していることも窺える。

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、高規格幹線道路網の整備に伴う各市町村間の時間距離の短縮が広域都市施設の配置に及ぼす影響について種々考察を試みた。その結果、高規格幹線道路網の整備による時間距離の短縮は、計画施設数が少ないときは総時間距離及び平均時間距離に大きく影響するが、計画施設数が多くなるとともにその効果も小さくなることが把握できた。最適候補点として選定される市町村名をみると、配置数を増加したときも同じ市町村が再度選定されている。さらに、1990年と2020年での施設候補点の変化については、施設候補点となる市町村が大きく変化している場合があり、需要点も高規格幹線道路網の整備により大きく変化していることが把握できた。



図-5 1990年の施設数6個所における需要点の分布図



図-6 2020年の施設数6個所における需要点の分布図

本研究では時間距離だけを考慮したが、今後の課題としては、人口による重み付けにより施設配置計画をする必要がある。また、北海道の場合は冬期積雪時に時間距離が大幅に増大することから、これらの要因を考慮した研究をしていく必要がある。

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、1992
- 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、1996
- 3) 青山・山本：都市機能の需要構造を考慮した地域間交流・連携政策に関する基礎的研究、土木学会論文集、No. 597/IV-40、1998
- 4) 宇野・柏谷・朝倉：高速道路整備による交流・連携効果の評価に関する研究、土木計画学研究・講演集、No. 21(2)、1998