

線的都市施設の適正な量について

01014350 筑波大学 大津 晶 OHTSU Shou

1. はじめに

都市施設の適正な数(規模)は, 都市施設計画論の主要な関心事として様々な観点から論じられてきた. 文献 [1] や文献 [2],[3] は, 都市施設へのアクセス費用と建設費用等のトレード・オフの関係に着目したモデルを提案し, 都市施設の適正数と地域の面積および人口の関係について明快な結論を得ている. これらは区役所などの点的な施設を念頭に構成されたモデルであるが, 本稿は都市平面上の線的な施設の適正量について考察するものである.

2. 都市平面上の線的施設

解析的な取り扱いと可能にするため, つぎのような単純化を行う.

- ・単位領域(以下便宜的に都市と呼ぶ)が凸形状
- ・施設は都市を含む平面上で一様にランダムな直線

さらに図1のように, 都市の周長と面積をそれぞれ $L, S[\text{km}]$, 一様な直線の領域内部に含まれる部分の延長を $\Lambda[\text{km}]$ とし, この都市に $P[\text{人}]$ が住んでいるものとする. この都市における施設の“量”は, 領域内の線的施設の長さの延長 λ で計量することにしよう.

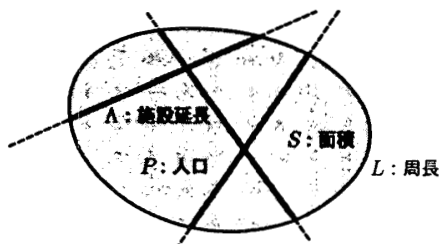


図1: 一様な直線とその上の2点

3. 線的施設の適正量

「施設が増えれば住民の利便性が高まる一方, (税金で賄われる) 施設の建設・維持管理費用が高む」という関係の下で, 適正な施設の量(長さ)を決めたい. そこで, “住民一人あたりの最も近い施設までのアクセス費用”と“施設の建設・維持管理費用”の和が最小となる施設の量を線的都市施設の適正量と定義しこれについて検討する.

3-1. 施設の建設・維持管理費用

施設の建設費用および維持管理費用は施設延長 Λ の増加関数であると考えて良い. いま施設の単位長さあたりの費用 $a[\text{円/km}]$ ($a > 0$) が不変であり, 固定費用が存在しないものと仮定すると, 都市全体での施設の

建設・維持管理費用 $t_{\text{建設}}$ はつぎのように表せる.

$$t_{\text{建設}} = a\Lambda \quad (1)$$

3-2. 施設までのアクセス費用

冒頭の2つの仮定(領域が凸, 一様な直線)から, 文献 [4] により都市内の任意地点から最も近い線の施設までの距離の平均値は $S/(2\Lambda)$ である. したがって単位交通費用を $b[\text{円/人} \cdot \text{km}]$ とすれば, 住民全体の施設までのアクセス費用 $t_{\text{交通}}$ はつぎようになる.

$$t_{\text{交通}} = b \frac{PS}{2\Lambda} \quad (2)$$

3-3. 適正な線的施設延長の導出

都市住民の費用負担の総額 $T(\Lambda)$ を, 上で定義した施設の建設・維持管理費用と施設までのアクセス費用の和で与えれば, 以下のように定式化できる.

$$\begin{aligned} T(\Lambda) &= t_{\text{建設}} + t_{\text{交通}} \\ &= a\Lambda + b \frac{PS}{2\Lambda} \end{aligned} \quad (3)$$

以下, 線的都市施設の延長 Λ に関する最小化問題:

$$\text{minimize } T(\Lambda) \quad (4)$$

の解を求める.

$$T''(\Lambda) = bPS\Lambda^{-3} > 0 \quad (5)$$

より, 目的関数 $T(\Lambda)$ は区間 $(0, \infty)$ で凸関数である. したがって1階の条件:

$$T'(\Lambda) = a - b \frac{PS}{2} \Lambda^{-2} = 0 \quad (6)$$

を満たす Λ が唯一の最適解である.

これを計算して, 住民の総費用負担を最小にする線的都市施設の総延長 Λ^* は,

$$\Lambda^* = \sqrt{\frac{b}{2a}} \sqrt{PS} \quad (7)$$

のように求められる. 式7から, 都市住民の費用負担を最小にする線的都市施設の量はその都市の面積と人口の相乗平均に比例することが分かった.

4. 政令指定都市の道路整備状況

線的都市施設の代表として道路に注目してみよう. 表1に東京区部および12政令指定都市の名前, 人口, 面積, 道路延長, さらに Λ/P , Λ/S , $\lambda = \sqrt{PS}$ を示す.

表 1: 東京区部および政令指定都市の道路整備状況

	人口 P [人]	面積 S [km ²]	道路延長 Λ [km]	Λ/P ($\times 10^{-3}$)	Λ/S	$\lambda = \sqrt{PS}$	Λ/\sqrt{PS} ($\times 10^{-3}$)	$\sqrt{S/P}$ ($\times 10^{-3}$)
札幌市	1,822,300	1,121.12	446.2	0.245	0.398	45,200	9.87	24.8
仙台市	1,008,024	783.53	362.8	0.360	0.463	28,104	12.91	27.9
千葉市	887,163	272.08	224.1	0.253	0.824	15,536	14.42	17.5
東京区部	8,130,408	621.22	1,113.6	0.137	1.793	71,069	15.67	8.7
横浜市	3,426,506	434.43	405.3	0.118	0.933	38,582	10.50	11.3
川崎市	1,249,851	144.35	143.2	0.115	0.992	13,432	10.66	10.7
名古屋市	2,171,378	326.35	473.2	0.218	1.450	26,620	17.78	12.3
京都市	1,467,705	610.22	530.4	0.361	0.869	29,927	17.72	20.4
大阪市	2,598,589	221.27	374.3	0.144	1.692	23,979	15.61	9.2
神戸市	1,493,595	549.58	490.2	0.328	0.892	28,650	17.11	19.2
広島市	1,126,282	741.51	482.8	0.429	0.651	28,899	16.71	25.7
北九州市	1,011,491	483.15	394.4	0.390	0.816	22,107	17.84	21.9
福岡市	1,341,489	337.84	325.9	0.243	0.965	21,289	15.31	15.9
平均	2,133,445	511.28	443.6	0.257	0.980	30,261	14.78	15.5

人口：平成 12 年 10 月 1 日現在。平成 12 年国勢調査による。

面積：平成 12 年 10 月 1 日現在。全国都道府県市区町村別面積調査による。

道路延長：平成 9 年度道路交通センサスにおける、「一般道路」（一般国道、主要地方道、地方道）の整備済み道路延長の合計（高速道路は含まない）。

表 1 の 5 列, 6 列は各都市の「一人あたり道路延長」と「単位面積あたり道路延長」であり, 道路整備水準の論議においてしばしば取り沙汰される指標である。あわせて図 2, 3 に示した道路延長と人口, 面積の散布図からつぎのような点を指摘することができる。すなわち「一人あたりの道路延長から見れば広島市には東京区部のおよそ 3 倍もの道路があることになる」が, 「単位面積あたりの道路延長から見ると, 逆に東京区部のほうが 3 倍程度の整備水準と評価される」のである。

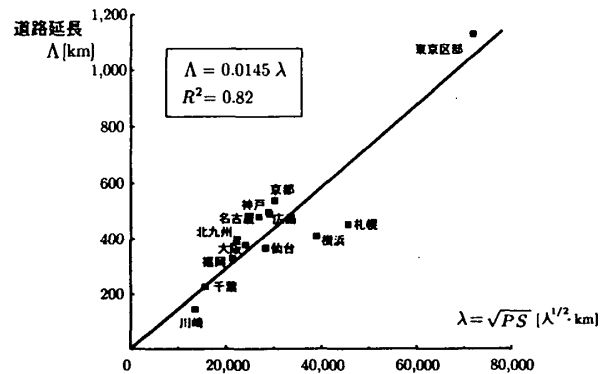


図 4: 各都市の λ と Λ

表 1 の 8 列および図 4 は, 3 節で導いた基準 λ (人口と面積の相乗平均) で測った各都市の整備水準である。大局的に見ると前 2 者の基準に比して各都市の整備水準のばらつきは小さく, 際だって整備が進んだ(あるいは見劣りする)都市はないと言える。しかしながら詳細に観察すれば, 札幌, 横浜に比べて名古屋や京都は 2 倍弱の水準にあることが分かる。

4. おわりに

本研究は図 2 や図 3 でみた“従来指標”を否定するものではない。むしろ筆者は, 式 7 が明示的にする線的都市施設の適正量が, これら従来指標の背景にある(概念的な)公平性を維持するために必要な社会的費用を示唆するものと捉えている。

参考文献

- [1] 栗田 治 (1999): 都市施設の適切な数に関する数理モデル—政令指定都市の区数に関する分析例—。日本建築学会計画系論文集, 第 524 号, pp.169-176.
- [2] 鈴木 勉 (1999): 移動損失基準による地域施設密度と人口密度の理論的関係に関する研究。日本建築学会計画系論文集, 第 521 号, pp.183-187.
- [3] 鈴木 勉 (2000): p-メディアン問題における規模密度法則の成立性。日本建築学会計画系論文集, 第 532 号, pp.171-176.
- [4] 腰塚武志 (1985): 都市施設の密度と利用者からの距離との関係について。日本都市計画学会学術研究論文集, 第 20 号, pp.85-90.

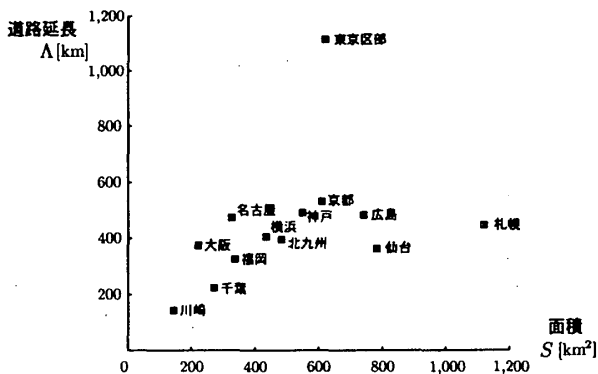


図 2: 各都市の面積と道路延長

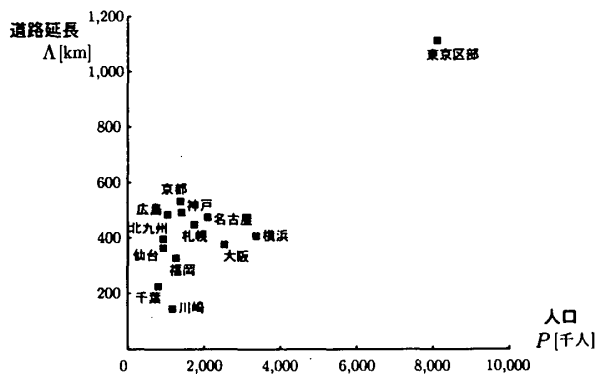


図 3: 各都市の人口と道路延長