

九州大学 学生員 ○坂本紘二

〃 〃 川橋清秀

1. まえがき 最近、都市における人口集中化、過密化、さらにスプロール化が進む中で、交通事故の増加、大気汚染等の都市問題が都市の周辺地域へ外延的に拡大しつつある。いわゆる都市化の現象が顕著になってきている。そこで、地域の計画を行う上で、都市化の動向を予知することが必要であり、本論文はそのような観点から、福岡県における将来の都市化パターンを想定するために、グラビティモデルを用い、ポテンシャル、エネルギーの測定を行った結果の報告である。

2. モデル式 都市化の尺度となる指標を見出すために、従来では夜間人口、人口密度、宅地率、農地転用状況等の指標を用いて空間的、時系列的な動向を調査するに止まっているが、本調査では、一般的に地域毎に求められる経済指標の対象地域を超越して、その地域が影響し合うと考えられる複数の地域に関する指標によって、地域間の結びつきの度合や地域の潜在力等の計量化を試み、都市化の動向を探ろうとするものである。

地域の社会現象を説明したり、地域間の結びつきの度合等を測定する指標としては、目下のヒンこう Stewart, Zipf, W. Isard 等によって用いられた地域ポテンシャルやエネルギーが一般的である。これは、原理的には「ある質量を持った area からの距離が大きくなるにつれて、一般にその area との結びつきは小さくなる傾向にあるが、area の質量の規模が相対的に大きいと距離が大きくなっても、その結びつきはあまり減少しない」という万有引力の法則に類似したもので、この概念を経済分析にヒリ入れて定式化されたものがグラビティモデル(ポテンシャルモデル)である。

M_i, M_j を i, j 地区の質量(Mass)、 d_{ij} を i, j 間の距離とすれば、グラビティモデルでは次に示す三式が基本的概念として与えられる。

$$(i) \frac{M_i}{d_{ij}} \quad (\text{ポテンシャル}) \quad (ii) \frac{M_i M_j}{d_{ij}^2} \quad (\text{グラビティ}) \quad (iii) \frac{M_i M_j}{d_{ij}} \quad (\text{エネルギー})$$

(i)式は j 地区が i 地区に及ぼす潜在的影響力を、(ii)式は i, j 地区間の引力を、(iii)式は i, j 地区間の i 地区における絶対的吸引力をそれぞれ表わしていると考えられ、質量 M の指標として人口をとれば、それぞれ、人口ポテンシャル、人口力、人口エネルギーと定義づけられているものである。

今回の調査では、総合的指標と考えられる人口(データの都合上、夜間人口)を質量にとり、県内市町村毎の、ポテンシャルの総和(周辺の市町村が及ぼす影響力の合計)を主とした次に示す三式により、昭和30年、35年、40年、および60年時点について、ポテンシャル Π_i 、エネルギー E_i および都市が県内各市町村に及ぼす影響力 Π_i^e を算定する。

$$\Pi_i = \sum_j \frac{P_j}{d_{ij}} + \frac{P_i}{d_{ii}} \quad \text{----- (1)} \quad \text{ただし、} P_i, P_j: \text{市町村 } i, j \text{ の人口}$$

d_{ij} : i, j 間の経済距離

$$E_i = P_i \sum_j \frac{P_j}{d_{ij}} \quad \text{----- (2)}$$

d_{ii} : 計算対象市町村 i の域内経済距離

$$\Pi_i^e = \frac{P_i}{d_{i1}} + \frac{P_i}{d_{i2}} \quad \text{----- (3)}$$

P_1, P_2 : 都市 1, 2, ... の人口

d_{i1}, d_{i2} : 市町村 i から都市 1, 2, ... までの経済距離

なお、この範囲は、日常生活行動の生態学的範囲ということと、1時間交通圏を想定した。また、人口は30、35、40年は国勢調査人口、60年は各県推定人口を用いた。

3. 経済距離 分母の距離に物理的距離を用いずに経済距離を用いたのは、比較的狭い地域内で稀密に検討を加える場合に、現実の交通機関に合った交通抵抗の概念と採用してモデル式の適合性を高めるためと、将来の道路網整備、交通機関の近代化に伴う地区間の結びつきの変化が、ポテンシャル、エネルギーの地域分布パターンにどう影響するかとある程度見極めるためである。

経済距離は、すべての交通機関（自動車、電車、国鉄）による地域間の所要時間と費用（犠牲量）を、輸送分担率によって加重平均して一つの指標としたものである。路線長（交通機関の別も含む）に従って輸送を行う際、利用者が支払わなければならない犠牲量 S_k は輸送の料金 C_k と所要時間 T_k により次式で与えられる。

$$S_k = C_k + wT_k \quad \text{----- (4)}$$

w は利用者の時間評価を表わし、その値の分布は交通機関別輸送量と輸送時間および費用の実績から求められるが、ここでは1時間1人当たり330円（本州四国連絡橋の経済調査で行った昭和40年の実績による平均値）を一律に与えて

いる。また分担率は、広島都市圏について利用目的別に時間比で求められている鉄道分担率⁴⁾と、大量交通機関によるトリップ数の構成比と加重平均し、それを時間比と犠牲量比の相関関係から、犠牲量比によるものに直した分担率曲線を用いて与えている。（図-1参照）

式(1)における域内経済距離 d_{ii} は、簡便な方法として次に示す式によって計算する。

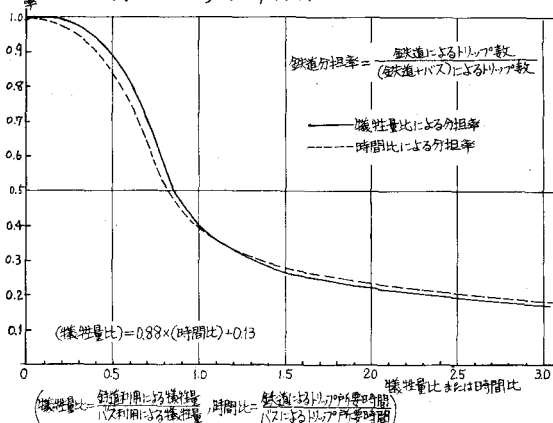
$$d_{ii} = \left(\frac{S_{iA} + S_{iB} + S_{iC} + S_{iD} + S_{iE}}{5} \right) \times \frac{1}{2} \quad \text{----- (5)}$$

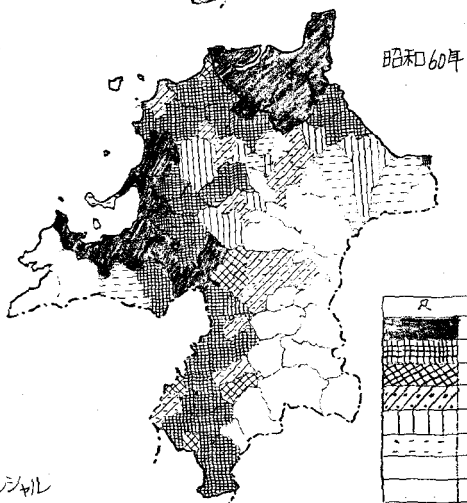
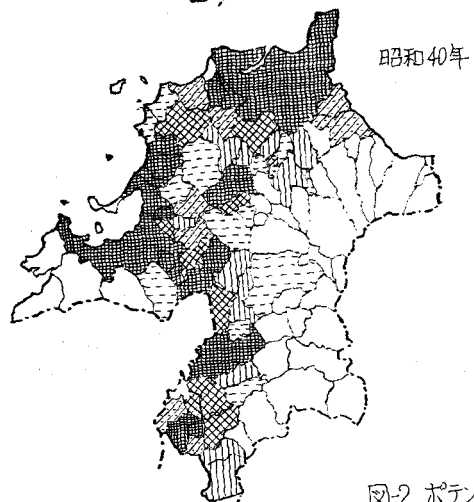
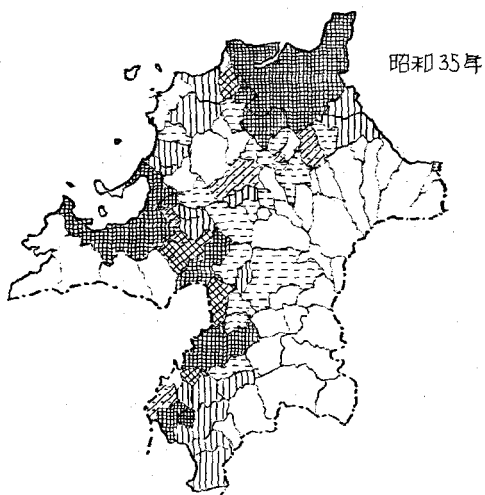
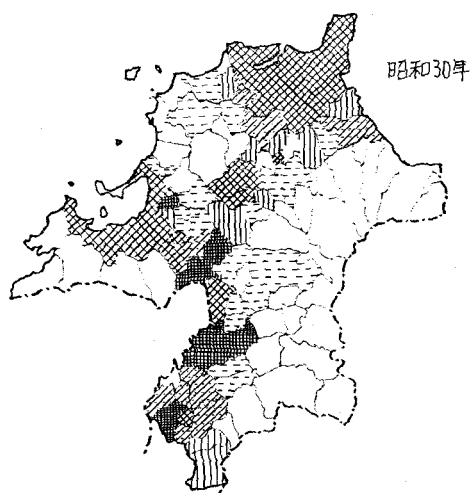
つまり、市町村の中心地から市町村域の境界に達するまでに要するバス利用による犠牲量（およそ5方向をとって $S_{iA}, S_{iB}, S_{iC}, S_{iD}, S_{iE}$ ）の平均値の $\frac{1}{2}$ と考えた。

4. 結果についての考察 算定結果の一部であるが、式(1)、(2)によるポテンシャル・エネルギー値の経年変化を表-1に、またポテンシャルの市町村別分布パターンを図-2に示している。図によれば、昭和30年で北九州・筑豊・筑後を結ぶ線上に強度分布を示していたのが、産炭地の経済力の漸次的低下を受けて、昭和40年では北九州-福岡-久留米と結ぶ国道3号線沿いに移行し、その傾向が昭和60年ではさらに強まり、メガロポリスの姿を想起させる。特に福岡を中心とした北九州-久留米方向を結んだ線上パターンへの集中の高まりが十分に予測される。参考として、図-3に人口密度分布を示している。

しかしながら、以上のような結果と地域的な都市化の大略の傾向を知る程度に止めず、本調査で求めた指標の表わす意味を明確にし、都市化の尺度として用いるためには、あるいは具体的な計画に量的に反映させるためには、人口増、宅地率、地価、集中発生交通量との相関分析を進め、さらに分子の質量として夜間人口だけでなく、就業人口、商業販売額、事業所数等を与えたもので求めてみる必

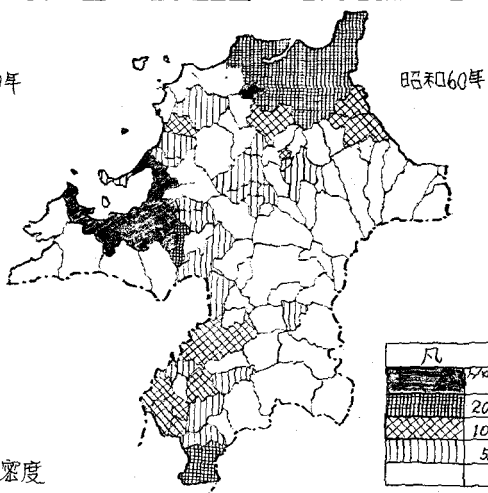
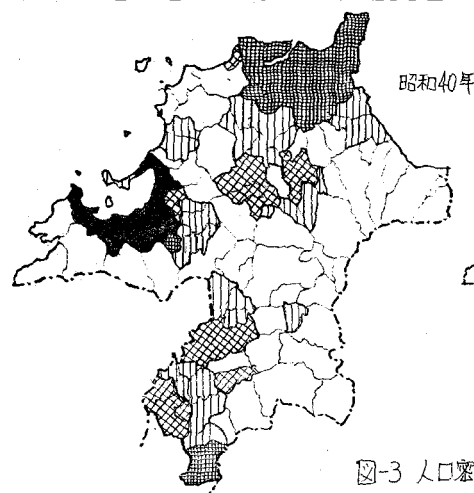
図-1 分担率曲線





R	例
[Solid black]	150以上
[Cross-hatch]	100~149
[Diagonal lines \]	70~99
[Diagonal lines /]	80~89
[Horizontal lines]	70~79
[Vertical lines]	60~69
[Dotted]	59以下

図-2 ポテンシャル



凡	例
[Solid black]	3000以上
[Cross-hatch]	2000~2999
[Diagonal lines \]	1000~1999
[Diagonal lines /]	500~999
[Dotted]	499以下

図-3 人口密度

表-1 県内市町村別 ホテンシャル・エネルギー 値の推移

市町村	ホテンシャル・エネルギー									市町村	ホテンシャル・エネルギー																		
	昭和30	昭和35	昭和40	昭和45	昭和50	昭和55	昭和60	昭和65	昭和70		昭和30	昭和35	昭和40	昭和45	昭和50	昭和55	昭和60	昭和65	昭和70										
福岡	907	1043	1205	2797	6554	22879	31829	10781	115	133	240	137	192	664	三輪	585	724	765	780	526	618	631	755	124	131	168	177	120	144
北九州	443	1047	1172	1616	2343	30471	42669	97238	111	124	171	129	185	413	九頭	665	665	716	937	651	610	656	750	0.78	1.08	1.41	0.94	1.01	1.15
直方	852	999	957	1849	4083	5260	4264	8066	117	112	147	126	110	191	大野	907	958	1453	2625	1092	1342	3553	4428	105	160	289	123	289	13.08
飯塚	826	870	1000	1037	716	6517	6675	6075	0.94	108	112	0.91	0.93	0.85	飯野	100.9	1115	1192	2068	2661	3077	3766	10432	1.11	1.18	2.05	1.16	1.42	3.93
久留米	995	1017	1116	1440	12329	13882	15325	23977	1.02	1.12	1.45	1.06	1.21	1.36	太宰府	869	919	992	1387	1084	1205	1704	6615	1.06	1.14	1.60	1.11	1.57	6.10
大田川	792	775	771	930	8543	8393	9014	13070	0.98	0.977	1.24	0.98	1.06	1.53	春日	989	963	1102	1801	1444	1917	2898	9695	1.07	1.23	200	133	2.01	6.71
田川	636	664	724	811	4254	6177	4236	3363	1.04	1.14	1.28	1.45	1.00	0.79	野洲	635	472	650	1077	211	384	560	1160	0.85	1.17	1.94	0.82	1.19	2.46
柳川	1205	1123	1103	1235	3845	4304	4354	4515	1.12	1.10	1.23	1.17	1.13	1.17	早良	33.1	35.9	40.0	65.8	307	329	36.7	77.0	1.08	1.21	1.99	1.07	1.20	2.51
山田	435	390	324	287	1113	870	522	161	0.70	0.74	0.66	0.78	0.47	0.4	前原	36.1	38.2	41.1	55.0	88.9	946	1012	1477	1.06	1.14	1.52	1.06	1.14	1.66
甘木	615	683	657	842	2346	2647	2517	3660	1.11	1.07	1.37	1.11	1.07	1.56	二丈	26.6	27.3	27.0	41.1	312	313	297	280	1.03	1.02	1.55	1.00	0.95	0.70
八女	677	738	676	876	2231	2483	2182	2845	1.09	1.00	1.32	1.12	0.98	1.28	志摩	31.9	32.5	36.3	44.8	448	447	457	3.5	1.02	1.14	1.47	1.00	1.02	0.70
筑後	804	747	787	1142	2813	2509	3374	4446	0.93	1.23	1.42	0.89	1.20	1.58	浮羽	31.7	28.7	29.6	31.2	621	528	517	432	0.91	0.93	0.98	0.85	0.83	0.70
大川	825	827	808	873	3030	3093	3044	4285	1.00	0.98	1.06	1.02	1.01	1.36	吉井	42.0	39.4	39.1	41.2	681	610	584	509	0.94	0.93	0.98	0.90	0.86	0.75
行橋	869	785	802	103.9	2794	2993	3025	3753	0.80	0.91	1.18	0.93	1.08	2.06	田丸	45.7	42.9	47.3	672	1031	913	777	961	0.82	1.04	1.51	0.89	0.95	0.93
豊前	363	305	496	672	807	600	1223	2474	0.84	1.37	1.91	0.74	1.52	3.07	北野	57.4	61.8	68.9	877	751	752	794	677	1.04	1.16	1.48	1.00	1.06	0.90
中間	891	1126	1194	1449	2804	3030	3319	6067	1.26	1.34	1.63	1.44	1.33	2.42	小郡	92.9	97.1	99.3	139.0	2124	2230	2484	5084	1.05	1.07	1.50	1.05	1.07	1.39
粕屋	1040	103.9	138.4	180.0	144	1226	1928	4559	1.00	1.33	1.73	1.07	1.69	3.99	大分	62.7	62.1	73.9	100.3	792	758	885	778	0.99	1.17	1.59	0.86	1.12	0.98
吉富	547	738	1074	1609	870	1257	2200	5477	1.35	1.46	2.94	1.44	2.53	6.32	三洲	80.4	95.0	94.5	103.8	775	1063	1047	784	1.18	1.19	1.29	1.38	1.35	1.01
志免	734	832	981	1441	1244	1282	1484	3787	1.10	1.30	1.91	1.03	1.19	3.05	武馬	68.9	66.6	67.7	92.3	948	875	965	947	0.97	0.98	1.31	0.92	0.89	0.89
篠栗	656	693	870	1218	925	933	1181	2110	1.06	1.33	1.86	1.01	1.28	2.28	大木	81.0	79.3	94.5	100.6	1036	995	1158	769	0.98	1.17	1.24	0.96	1.12	0.74
志賀	225	341	417	671	25.8	367	376	544	1.50	1.83	3.04	1.42	1.53	2.17	土花	43.4	49.4	51.7	48.9	821	813	807	435	1.02	1.07	1.01	0.99	0.98	0.58
須恵	644	754	776	1161	1034	1623	357	1623	1.17	1.20	1.80	0.99	0.83	1.57	支那	16	15	15	17	0.4	0.4	0.3	0.94	0.94	1.06	1.00	1.00	0.75	0.77
新宮	601	795	1216	1904	43.9	620	1064	2891	1.32	2.02	3.17	1.41	2.42	6.59	黒木	22.2	20.6	25.0	28.3	46.7	424	476	32.5	0.93	1.13	1.27	0.91	1.02	0.70
宇美	688	700	837	125.8	1215	1194	1419	2288	1.02	1.22	1.83	0.98	1.17	1.88	上隅	24.3	30.6	31.5	34.0	167	207	188	9.9	1.26	1.30	1.40	1.21	1.13	0.59
久山	589	547	621	760.7	37.9	343	427	929	0.93	1.05	1.63	0.91	1.13	2.45	川井	63.7	61.0	72.9	83.8	1047	897	1003	810	0.96	1.14	1.32	0.86	0.97	0.77
東條	603	732	76.9	1394	1193	1475	2073	7745	1.21	1.61	2.30	1.23	1.75	6.65	室野	5.0	5.3	5.8	5.9	33	34	31	1.7	1.06	1.16	1.18	1.03	0.94	0.52
福岡	523	637	1063	1366	53.3	713	1512	5236	1.31	2.04	2.99	1.37	2.69	9.30	大知	80.3	75.0	87.8	99.3	143.3	148.8	156.6	179.1	0.93	1.09	1.24	0.94	1.11	1.25
津島	399	442	688	106.3	42.9	464	738	1141	1.11	1.72	2.66	1.08	1.72	2.66	三浦	96.4	112.7	110.0	121.7	154.1	180.3	1727	1927	1.17	1.14	1.26	1.17	1.12	1.25
玉海	321	352	621	875	32.9	330	577	516	1.11	1.93	2.73	1.00	1.75	1.57	山川	53.0	44.0	50.5	484	522	350	343	19.1	0.92	0.95	0.93	0.87	0.66	0.37
岡田	654	726	892	126.2	771	93.8	1195	2073	1.11	1.36	1.93	0.97	1.23	2.16	瀬高	33.6	71.9	92.5	106.7	207.3	184.8	233.3	275.0	0.86	1.11	1.28	0.92	1.16	1.37
遠賀	721	715	909	1360	68.7	89.0	91.3	1202	1.35	1.52	1.99	1.30	1.33	1.75	高田	74.4	76.3	72.6	111.1	123.1	140.7	1286	2305	1.03	0.98	1.49	1.14	1.04	2.03
水巻	829	976	1239	146.8	1957	2673	3443	3488	1.20	1.49	1.77	1.37	1.61	1.77	香春	71.6	81.5	70.3	82.9	128.4	138.7	106.6	116.5	1.14	0.98	1.17	1.08	0.83	0.86
芦屋	501	549	76.7	897	677	688	1187	1895	1.10	1.53	1.79	1.02	1.75	2.80	赤	45.2	42.0	53.5	53.4	213	192	224	15.6	0.93	1.18	1.18	0.90	1.05	0.73
小竹	704	675	781	779	113.8	108.6	91.6	58.9	0.99	1.11	1.11	0.95	0.80	0.52	漆田	38.2	36.8	47.4	46.9	990	866	909	45.8	0.96	1.24	1.23	0.87	0.92	0.46
宮田	565	523	755	833	222.9	207.8	2487	1353	0.93	1.34	1.48	0.90	1.12	0.61	大住	53.6	47.8	58.7	63.0	43.7	39.1	40.2	31.5	0.89	1.11	1.22	0.89	0.92	0.72
鞍手	660	650	778	104.7	1713	1600	1471	1221	0.98	1.21	1.59	0.93	0.86	0.71	川崎	51.9	50.1	58.6	56.4	153.9	143.8	135.1	81.3	0.97	1.13	1.09	0.93	0.88	0.53
若宮	430	397	691	770	55.2	479	739	772	0.92	1.61	1.84	0.87	1.33	1.40	米田	66.2	62.7	67.9	724	721	661	612	34.5	0.95	1.03	1.09	0.84	0.77	0.44
磯井	486	469	433	586	50.9	39.9	305	226	0.97	0.89	1.21	0.78	0.60	0.44	金田	92.3	82.8	86.5	772	724	661	688	586	0.90	0.94	0.94	0.91	0.95	0.74
嘉穂	404	322	321	282	68.8	55.0	411	211	0.36	0.36	0.37	0.80	0.60	0.31	赤池	73.6	68.3	74.4	66.2	100.8	882	717	193	0.93	1.01	0.90	0.88	0.71	0.19
篠栗	748	687	592	707	242.9	216.0	128.9	46.7	0.92	0.79	0.95	0.89	0.53	0.27	方城	57.9	53.6	60.2	55.8	783	660	478	11.0	0.93	1.04	0.96	0.84	0.61	0.14
庄内	607	571	478	618	1122	926	378	360	0.94	0.79	1.02	0.83	0.34	0.32	方城	718	742	733	114.9	144.5	151.0	177.3	78.2	1.01	1.08	1.56	1.04	1.24	5.23
須田	638	614	683	661	581	58.3	549	382	0.96	1.07	1.04	1.00	0.94	0.66	藤山	608	610	585	701	393	337	373	33.9	1.01	0.97	1.16	0.98	0.94	0.85
徳波	918	793	910	837	3226	2443	2220	1179	0.86	0.79	0.91	0.76	0.67	0.37	豊津	59.1	55.7	58.9	75.0	43.9	42.9	49.7	53.1	0.94	1.00	1.27	1.00	1.13	1.32
築城	677	678	670	751	1223	1079	961	654	0.97	0.96	1.08	0.90	0.79	0.53	厚川	44.1	43.7	44.7	61.7	55.1	53.6	46.7	48.6	1.04	1.01	1.40	0.97	0.85	0.88
桂川	66.9	62.1	67.3	80.4	1287	113.1	122.9	76.0	0.93	1.04	1.20	0.88	0.95	0.59	築城	54.0	53.3	53.0	73.5	65.3	61.3	57.0	70.0	0.99	0.98	1.36	0		