

都市交通計画における課題 その1

— 札幌都市交通圏をめぐる —

正員 瀬 藤 智 雄*

正員 ○白 井 彦 衛**

はじめに

都市交通計画は、都市内容の高次化にともない、土木工学の新しい分野として開発されつつあるが、今後さらに学術上の位置づけを明確にすべき時機がきている。また反面都市交通計画（応用交通工学をも含めて）は、人文科学、社会科学など土木工学の範疇を越えた他の学術分野をも包含する「計画技術」であり、その複雑多岐性は学術上の位置づけと、方法論上の定律化に遅延をもたらす結果となっている。一方、都市化現象は近年とくに顕著となり、その伸びは研究面に先行し、その結果は交通混乱、交通麻痺、交通戦争と称する交通難をひきおこしている。しかし、たとえ研究面が遅れているとはいいいながら、交通計画の成果なしには、望ましい都市機能は発揮できない状態にある。したがって、この問題を解決するための交通計画の立場としては、現実の交通難ととりくみ、現象の解析と定律化を試みながら、計画を樹立するというケーススタディの方法をとりあげたい。筆者等は昭和38～39年にわたって札幌都市交通圏の将来対策を考究する機会をもち、このケーススタディを通して得られた数種の見解をここに紹介することにした。

1. 都市交通計画上の問題点

都市交通は、その性質から基本的課題と応急的課題とに分けられ、両者を対比してしめせば、前者は、主として将来の時点における理想的な基本計画（Master plan）を樹立することであり、換言すれば巨視的（Macro）の立場で都市交通のメインパイプを確保することである。

後者は、主として現在の交通難の解決と、将来の時点へ至るまでの段階的な建設（Stage construction）をスムーズに導くための利用計画と規制方法とであり、換言すれば微視的（Micro）な立場で、都市交通の円滑と安全とをはかることである。

したがって、都市交通を論及する場合、両者の特長を区

別して論及すること、すなわち、現在の時点、将来の時点、その間の過程という3段階のうち、どの段階における問題を論及するか明確にしないと、論点が一致しないことに留意する必要がある。しかし、計画内容は両者に一貫性がないと交通難の解決はむずかしい。

2. 計画立案の方法

- (1) 都市交通計画の前提として、まず都市のビジョンを確立すること。
- (2) 計画の正確性を期すために、交通現況を的確に把握すること。
- (3) 計画の目的をはっきりと、計画の内容におりこむこと。
 - a) 各種機関の能力の比較はどうか？
 - b) どのような交通機関の分担をはかるか？
 - c) それをどのような交通網に組むか？

3. 計画の前提条件

3-1 計画年次

昭和60年を最終計画年次とし、それへ至るまで5年毎の計画を考慮する。ただし札幌交通圏の都市形成が昭和60年に完成するとは考えられないので、必要に応じて、それを越えた時点、すなわち飽和人口における都市像をも考慮し、計画に弾力性をもたせる。

3-2 計画区域

都心より半径20kmの地域に含まれる行政区画を都市交通圏とし、この域内を計画区域とする。この圏内には札幌市全域の他、江別・手稲・石狩・広島を含む約1,500 km²の地域が含まれる。通勤、通学輸送の算定にはさらに小樽・岩見沢・恵庭・千歳の4市町を含む約1,500 km²の地域を附加的に考慮する。

3-3 計画人口

輸送需要算定の必要から、つぎのように区分する。

- 1) 将来の市街地人口 (C, U₁, U₂)
- 2) 将来の札幌都市交通圏人口 (C, U₁, U₂) + (R)

* 北海道開発コンサルタントKK 常務取締役

** 同 上 技術第5課

表-1 計画市街地における人口配分表 (人)

年次	地区名	C	U ₁	U ₂					C U ₁ U ₂	R	合 計
				U ₂ -W	U ₂ -N	U ₂ -E	U ₂ -S	S			
S 45		34,900	291,100	166,000	106,100	89,200	75,400	79,600	516,300	74,000	916,300
50		59,000	397,200	171,300	109,900	83,400	107,900	101,500	574,000	81,800	1,112,000
55		60,400	408,600	212,300	136,800	95,500	161,100	143,600	749,300	89,600	1,307,900
60		61,700	420,100	252,300	162,900	106,300	216,300	186,600	924,400	97,400	1,503,600

(注) 表-1、図-1の人口配分計画にあたり、30人/ha以上の地区を市街地 (C=都心、U₁=第1市街地、U₂=第2市街地) と30人/ha以下の周辺地区とに区分する。

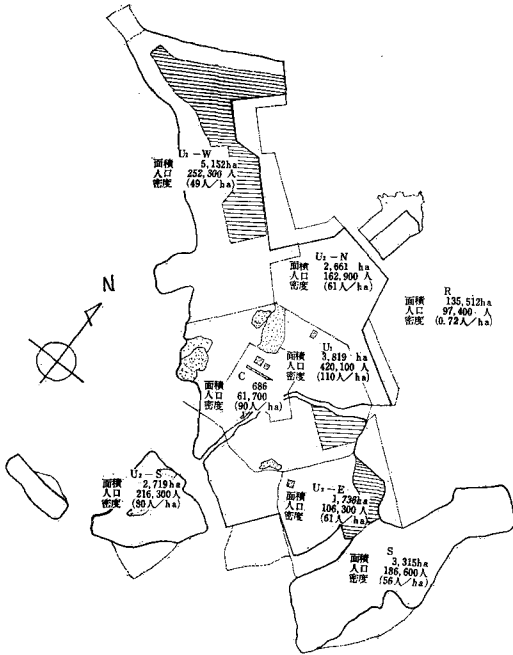


図-1 昭和60年人口配分図

表-1は、札幌市、江別市、手稲町、石狩町、広島村の将来人口推計を都市交通圏人口に組み替えたものであり、そのうちC、U₁、U₂は将来の連担市街地 (図-1) の人口配分をしめしたものである。

4. 輸送計画の基礎となる計数的事項

もっとも円滑な都市交通のシステムは、結局、需要供給のバランスがもっともよく保たれているとき、その機能が発揮される。交通機関の選択にあたり、輸送能力のない交通機関がまず失格し、輸送需要を処理する能力をもつ交通機関がその都市の交通機関の候補としてうかびあがる。そのうちから、経済性、安全性さらに市街地構成の諸点を考慮して総合判定の下に、交通機関の種類が決まる。

4-1 輸送需要の算出

$$T_1 = P \times \frac{C}{365} \times V$$

T_1 : 終日輸送需要 P : 地区人口
 C : 乗車習慣 V : 乗客潮流方向率

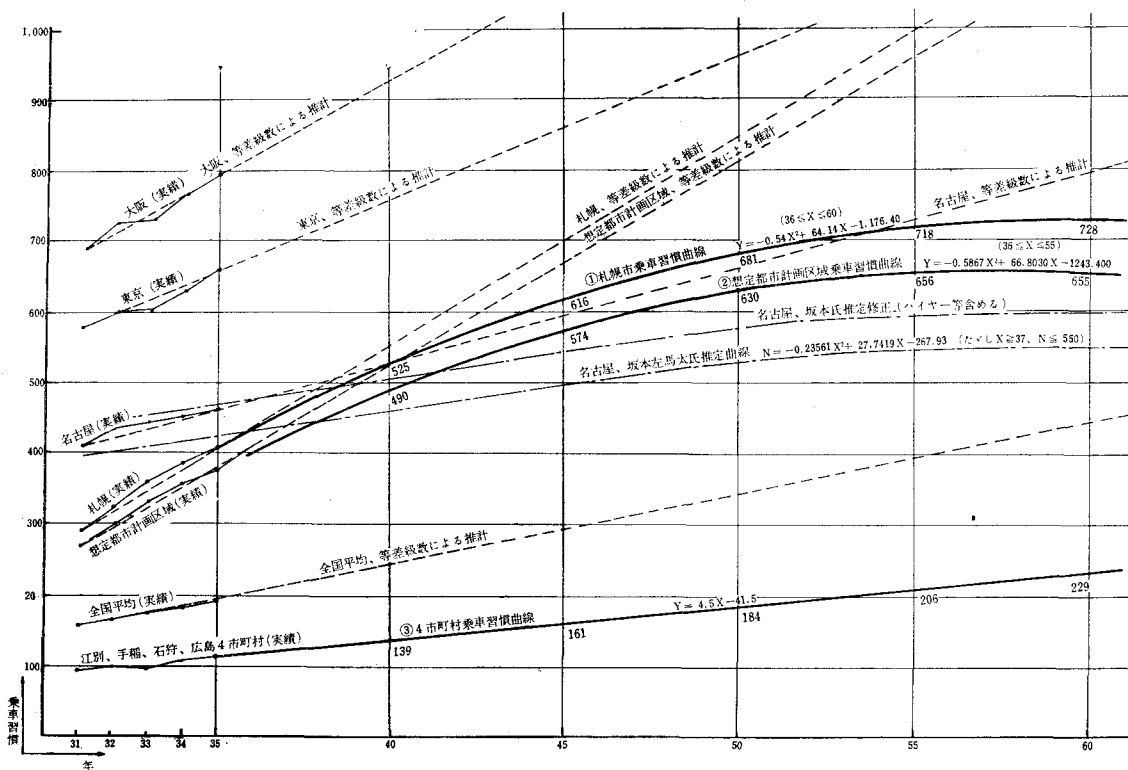
$$T_2 = P_{ha} \times \frac{C}{365} \times \frac{S_h}{S_d} \times V$$

表-2 夜間人口より算出した終日輸送需要 (人)

年次	地区名	C	U ₁	U ₂					C U ₁ U ₂	R	合 計
				U ₂ -W	U ₂ -N	U ₂ -E	U ₂ -S	S			
S 45		58,900	491,280	280,150	179,060	150,540	127,250	134,340	871,340	32,640	1,454,160
50		110,080	741,080	319,600	205,050	155,600	201,310	189,370	1,070,930	41,240	1,963,330
55		118,810	803,770	417,620	269,100	187,860	316,900	282,480	1,473,960	50,570	2,447,110
60		123,060	837,900	503,220	324,910	212,020	431,410	372,180	1,843,740	61,110	2,865,810

表-3 ラッシュ時1時間都心方向輸送需要 (人)

年次	地区名	C	U ₁	U ₂					C U ₁ U ₂	R	合 計
				U ₂ -W	U ₂ -N	U ₂ -E	U ₂ -S	S			
S 45		5,890	78,600	44,820	28,650	24,090	20,360	21,490	139,410	6,530	230,430
50		11,010	111,160	44,740	31,990	21,780	31,410	28,410	158,330	8,250	288,750
55		11,880	112,530	50,110	40,900	22,540	48,170	39,550	201,270	10,110	335,790
60		12,310	108,930	50,320	48,090	21,200	63,850	48,380	231,840	12,220	365,300



(注) 札幌市交通局作成による。

図-2 各都市乗車習慣曲線

T_2 : ラッシュ1時間当輸送人員

P_{ha} : 100 ha 当人口 C : 乗車習慣

S_h : ラッシュ時1時間当輸送人員

S_D : 終日輸送人員 V : 乗客潮流方向率

4-2 輸送能力の算出

$$T_3 = K \times N_h \times F$$

T_3 : 1時間1断面通過可能な輸送能力

K : 定員または満員 (編成車は1編成の定員または満員)

N_h : 1時間最大発車回数

F : 乗車効率

表-4 この計画における輸送能力
(ラッシュ時/1車線)

交通機械の種類	収容量 (定員× 車輛数)	発車回数 (1時間/ 1車線)	有効率 (%)	輸送能力 (人/時)
普通鉄道	200×6	12	100	14,400
高速電車	200×4	30	100	24,000
路面電車	150	60	100	9,000
バス	100	120	100	12,000
自家用乗用車A	2	1,500	100	3,000
自家用乗用車B	2	750	100	1,500

5. 輸送計画算定の公式に影響を与える要素

5-1 乗車習慣 (C)

C は1年間1人当り乗車回数でしめされる。都市交通網の完成された都市において、一般に C の値が高ければ、都市活動も高い傾向にあり、都市活動のパラメーターの一つとみなされる。また反面、都市交通の不備な都市においては、交通機関相互の運行が悪ければ、乗換え回数が多くなり、 C の値も高くなる。

主要都市の乗車習慣は東京 661 回 (S. 35), 大阪 794 回 (S. 35), 名古屋 462 回 (S. 35) であり、札幌の値は 412 回 (S. 36)

5-2 影響圏 (D)

D は出発地から乗車停留所までの計画上の乗客誘致距離をいい、停留所から誘致限界までの半径 R でしめされる。普通鉄道では、同義語として駅勢力圏があり、都市交通機関より R が大でしかも自然界、経済界に影響されて必ずしも円形をしめすとは限らない。しかし、都市交通からみれば、駅勢力圏の中に通勤、通学を主体とした影響圏が別にあるものと考えられる。

D は交通機関の種類によって異なり、この計画に用いる D は次の通りである。

	上限	中位	下限
普通鉄道	4,000 m	2,000 m	500 m

都市高速鉄道	1,000 m	750 m	500 m
路面電車	750 m	500 m	250 m
バス	750 m	500 m	250 m

5-3 1時間最大乗客量 (S_h) 及び方向率 (V)

1時間最大乗客量 (S_h) は、終日乗客量 (S_D) との対比でしめされ、ラッシュ時の比率が上昇し、昼間時の比率が次第に低下するのが普通である。札幌の場合、昭和35年、札幌市交通局の乗客調査で13%、昭和38年、コンサルタント調査では19%を示している。東京の地下鉄の場合、 S_h は S_D の16%内外であるが、国鉄の連絡駅となっている池袋駅では39%、渋谷駅では31%に達している。帝都高速営団の5号線の計画では、 S_h は S_D の20%、都営地下鉄では、この比率を25%としている。

ラッシュ時の対策を解決する事は、輸送計画の焦点で、計画上この時間の分担比を下げるのが望ましい。一般に終日輸送量を減らすことなく、分担比を下げる方法として次の対策が考えられる。

- 1) 交通流をラッシュ以外の時間へ移すこと。
- 2) 交通流を郊外へ向けて、方向率を下げること。

5-4 平均乗車距離 (L_M)

一般に市街地の拡大にともない、住宅地は都心より遠ざかり、ひいては L_M が長くなる傾きがあるが、 L_M が長くなることは、単位時間の輸送能力を低くするばかりでなく、通勤、通学の負担を増す原因となり、都市の生産と生活の両面に悪影響を与えることになる。したがってまず都市計画的な見地から、適正な住宅地建設が望まれる。

つぎに、昭和38年10月、コンサルタントで調査した実績 L_M とこの計画に使用する計画 L_M とをかかげる。

表一五 平均乗車距離

交通機関名	実績 L_M (km)	交通機関名	計画 L_M (km)
国鉄	6.6	普通鉄道	7.0
定鉄*	12.0	高速輸送機関	5.0
市営電車	2.4	路面電車	3.2
市営バス	3.5	バス	4.0
中央バス	5.0		
定鉄バス	4.2		

* 定鉄の L_M が長いのは、定山溪からの通勤、通学者が多いためとみられる。

次に他都市の地下鉄の L_M を参考にすると、東京においては、営団銀座線4.9 km、丸の内線5.8 km、大阪においては4.5 kmである。

5-5 発車回数 (N) と、編成車輛数 (n)

N と n は輸送能力を決める2大要素であり、特に朝夕のラッシュ1時間当りの輸送能力の決定に重要である。たと

えば、ラッシュ1時間に N と n をどこまであげられるかが問題となる。また車間は1時間を N で除した数値をいい、発車回数と逆比例の数値となる。

次に、ラッシュ時におけるロンドンの計画例と札幌(本文)の計画例を示す。

表一六 発車回数と編成車輛数

交通機関名	ロンドン		札幌	
	N	n	N	n
高速輸送機関	40回/時間	6車輛数	24-30回/時間	4-6車輛数
路面電車	65	1	48~60	2~3
バス	150	1	120	1

5-6 表定速度

表定速度を高めることは、車輛の回転効率を引き上げるのに有効である。高速鉄道は専用線をもち、駅間が長く、回転効率を上げやすい。次に、ニューヨーク、東京の例をしめし、札幌における計画の参考としたい。(表-7)

この計画において、路面電車の表定速度の低下は、輸送能力、交通時間帯とともに、将来、市電が生きるか否かのカギを握っているといえる。表定速度低下の原因として、

- 1) 乗降人員の増加
- 2) 系統の重複による車輛の渋滞
- 3) シグナルの増加
- 4) 諸車交通量の増加

があげられる。

表一七 表定速度と関連要素

諸元	単位	ニューヨーク (混雑時)		東京丸の内 荻窪線
		普通	急行	
加 速 度	km/hr/sec	4	4	3.2
減 速 度	km/hr/sec	4.8	4.8	4
平均駅間距離	m	730	1,730	1,100
平均停車時分	sec	33.4	41.8	24.3
表 定 速 度	km/hr	25.1	35.4	29.3

(注) 土木工学ハンドブックによる。

6. 交通モデルの作成による検討

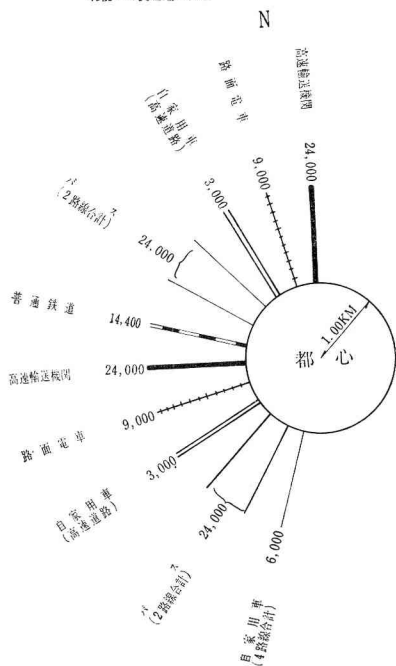
6-1 輸送分担をどうするか

図-3は、計画地域の交通圏をモデル化し、次章に於ける大量輸送機関の種類と規模決定の一助とするものである。即ち、ラッシュ時1時間に、都心より $R=1.0$ kmの断面を下記の所与条件から、いかなる交通網が都心へ向う交通需要を輸送可能とするかについて試算するものである。

所 与 条 件

- (1) 終日輸送量 2,870,000人(表-2及び3による)

札幌都市交通圏モデル



図一三 札幌都市交通圏モデル

- (2) 1時間最大輸送量 (終日輸送量の20%)
 $2,870,000 \times 0.2 = 574,000$ 人
- (3) 都心への1時間最大輸送量 (2)の60%
 $574,000 \times 0.6 = 344,400$ 人
- (4) 1時間1断面に通過可能な輸送能力
 (表-4による)

この試算を試みる事によって、この段階ではまだ種々な見解が出て来るであろう。即ち、この仮想の交通網からは、ラッシュ時に 63,600 人の輸送能力の不足があげられる。この不足を、

- (1) 高速輸送機関中心の解決方法
- (2) 路面電車をフルに使い、不足分を他の機関が受け持つ方法
- (3) 高速道路の強化による方法
- (4) 幹線街路増設によるバス路線中心による方法
- (5) 更に、これらの複合方式による解決方法があげられる。

しかし、この交通機関の選択は新都市における場合と、既成都市の場合とで、明確に区別される。即ち、新都市を建設する場合には、どの機関をも増す事が出来るが、札幌を想定する場合は既成の都市であるから、都市構成上から交通機関の受け入れ態勢に限界があり、その限界を越えた輸送需要について、更に高速輸送機関を新設する必要があるかどうか、路面電車を受け入れる街路をもつかどうか、高速道路を建設する資金の見通しがあるかどうか、又経済

性があるかどうか、更にバスを増す事によって都心に負担がかかり過ぎはしないかどうかという、大量性、経済性、都市構成の3つの条件を比較検討すれば、計数的に客観的に求められる。ここで特に留意しなければならない事は、交通機関の選択は嗜好性によって左右されてはいけないのであり、要は、これらを比較検討する事によって、計数的な根拠をもとに決められなければならない。

6-2 乗車時間と路線長の決定

交通機関利用者延人数(需要)は、地区人口に乗車習慣を乗じて算出されるが、居住地で業務地が近距離の場合には、徒歩通勤が可能である。業務中心としての都心への程度徒歩通勤が可能であるか、図-4 市街地構成モデルを使って試算すれば次の通りである。

行動限界を 1,000 m とすれば

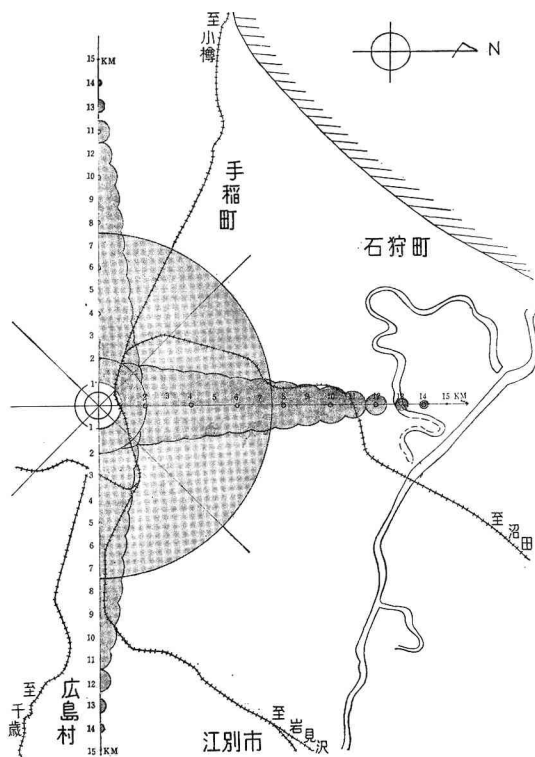
$$\pi r^2 = 3.14 \times 1,000^2 = 3,140,000 \text{ m}^2 \\ = 314 \text{ ha}$$

この地区に於ける人口密度を再開発により 150 人/ha へ高める事を可能とみて、

$$314 \times 150 = 47,100 \text{ 人}$$

即ち、徒歩通勤可能地区には 47,100 人が定性可能である。又、この地区の他に、副都心あるいは地区中心と称する場所にも、徒歩通勤可能地区がある。

都心から 30 分の乗車時間帯内の土地面積は 図-4 の条件



図一四 30分時間帯からみた市街地構成モデル

の下では 20,000 ha であり、この面積は実際の土地利用上から算出された面積とほぼ同じで、人口密度を 80~120 人/ha とすれば 160~240 万人の収容力をもつ事になる。

この試算から、この交通圏に必要とする各種交通機関の限界路線長は、半径 15 km となり、都心より東西南北に 4 方向新設するものとすれば、総路線長は 60 km となる。

又、路面電車とバスの限界路線長は半径 7.5 km で、このルートが何本必要とするかは、輸送需要と影響圏とを検討して算出される。なお、路面電車の限界路線長が決まっても、軌条敷設の前提である街路幅員に限界がある場合は、路面電車の限界路線長は街路によって規制される。これに對して、バスは機動性に富み、路面電車のような制約がないので、計画通りの配置が可能である。

なお、国鉄は、そのルートが交通密度の薄い田園地帯を通過している事、更に駅間距離が長い事、さらに、上記の都市交通機関としての高速鉄道・電車・バスで半径 15 km 圏内の輸送力を確保出来る事から、半径 15 km 以遠の小樽・岩見沢・千歳方面とそれ以遠の中・長距離輸送を担う事が適切であろう。

表—8 30 分時間帯に於ける時速・半径
面積・人口の相関

速度 V (km/h)	半径 R (km)	面積 (ha)	人口 P (人)但し 100人/haとして
7.5	3.75	4,415.6	441,560
15	7.50	17,662.5	1,766,250
30	15.00	70,650.0	7,065,000
45	22.50	158,962.5	15,896,250

図-4 の土地を札幌の現況と照合すると、図-1 の計画地域は、市街地西南部の丘陵地帯、北部の泥炭地を主とする市街地不適格地を除き、更に既開発地として若干の 30 分乗車時間帯以遠の市街地を追加した、いわゆるデフォルトされた形態となっているが、計画地域の大半は 30 分乗車時間帯内の地域となっている。このように将来 100 万人を

越えても市街地の大半が 30 分乗車時間帯内にある事は、東京・大阪のように 1 時間あるいはそれ以上の乗車時間をもつ都市に比べて、かなり恵まれた条件にあるといえるであろう。

7. 交通網形成の基本的な考え方

都市交通網の計画には、都心と朝夕のラッシュ時の通勤、通学輸送には大量輸送機関が都市交通の主役を担うこと、単一の交通機関による輸送が不可能で、各種の交通機関の適正な分担が必要である。

つぎに基本方針をしめす。

- (1) この計画における市街地敷地 20,000 ha には、昭和 60 年の推定人口 150 万人余はもとより、最終市街地面積 23,700 ha には 300 万人の居住が可能である。
- (2) この市街地の最遠距離から都心まで、乗車時間は 30 分、歩行時間、待時間を合わせても、1 時間以内の交通が可能である。
- (3) 都心までは、乗り換えなしの交通系統は可能である。また市域のいずれの場所へも、1 回の乗り換えで十分である。しかし、バスを都心まで直通させると、都心の交通難から、時間的なロスができるおそれがある。
- (4) したがって、バスと高速輸送機関による Park-n-Ride 方式をとっても、都心への時間的な短縮ができる。
- (5) 都心は歩行者優先の原則を確立するため、小環状内部は諸車制限区域としての規則をはかる。また、この実施のためには、土地利用と交通とが一体となった総合計画の樹立が必要である。
- (6) 都心、副都心、地区中心、さらに工業地域のように歩行者の交通が多い地区では、徒歩通勤が可能な交通原則を確立する。このためには、住宅配置と交通系統の一貫性が必要である。
- (7) 需要と能力との比較から、現在の交通機関の拡充のみでは、都市交通のゆきずまりがくる。将来にそなえて、大量かつ高速輸送可能な都市交通幹線の新設をはかる。

(未完)