

## 需要予測・費用便益分析の詳細について

<b>1 交通需要予測手法について</b> .....	<b>3</b>
1.1 需要予測モデルの全体構造 .....	3
1.2 生成交通量の予測 .....	4
1.3 発生集中交通量.....	6
1.4 分布交通量.....	8
1.4.1 需要予測フロー .....	8
1.4.2 分布交通量の予測方法 .....	9
1.5 交通機関選択モデル・鉄道経路選択モデル.....	11
1.5.1 モデルの全体構造.....	11
1.5.2 徒歩二輪交通量の予測 .....	12
1.5.3 交通機関別交通量・鉄道経路別交通量の予測.....	13
1.6 現況再現結果 .....	24
<b>2 費用便益分析について</b> .....	<b>25</b>
2.1 便益の計測.....	25
2.1.1 利用者便益の計測方法 .....	25
2.1.2 環境等改善便益の計測方法 .....	31
2.2 費用の算定.....	38
2.2.1 費用の算定について .....	38
2.2.2 費用算定の基本的な考え方 .....	38
2.3 費用便益分析 .....	43
2.3.1 費用便益分析の指標 .....	43
2.3.2 便益・費用の現在価値の推計.....	45
2.3.3 費用便益分析におけるその他の基本的諸条件.....	47

# 1 交通需要予測手法について

## 1.1 需要予測モデルの全体構造

需要予測の一般的な手法としては、四段階推定法がある。これは、予測する内容を段階に分けることで、考え方が明確で説明し易いことから広く実務に適用されてきた。

答申第8号における需要予測では、統合型の四段階推定法が用いられており、四段階推定法では、各予測段階が独立していることから、各段階での交通サービス変数の整合がとられていないことが指摘されていたため、下位段階の交通サービス変数（合成効用値）を上位段階に受ける構造としていた。

一方で、最近の需要予測方法の動向として、予測結果が実績値に比べて過大となる傾向にあり、その原因の一つに発生交通量・分布交通量予測においてアクセシビリティ指標（答申第8号予測モデルの合成効用値も含まれる）が効き過ぎるという指摘があり、このため、本検討では、次に示すような交通手段別交通量と鉄道経路別交通量予測においてのみの統合型の構造とした。

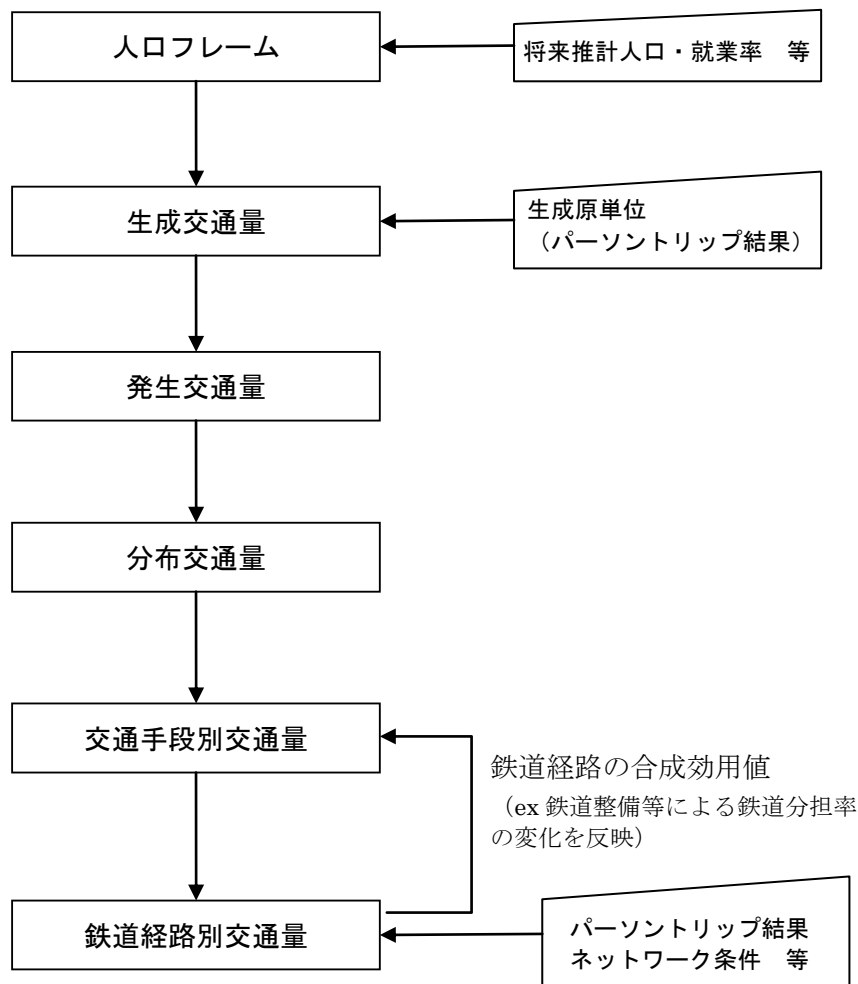


図 1-1 本調査モデルの全体構造

## 1.2 生成交通量の予測

### (1) 生成交通量と生成原単位

生成交通量とは、対象地域内の居住者によって行われるトリップの総数であり、生成原単位とは、1人1日あたりのトリップ回数を示す。ここで、域外からの流入出を考えなければ。域内の総交通量は生成交通量と等しくなる。

通常の発生集中原単位による予測では、詳細な地域毎の交通量の傾向を分析することが可能であるが、この場合、地域別の詳細な個人属性などの統計を整理することが難しい。そのため、近畿圏（予測対象圏域全域）の総発生集中交通量となる生成交通量の段階で、今後の少子高齢化の進展や、若年人口や生産年齢人口の減少等の社会的な動向を勘案し、トリップ（通勤・通学・自由・業務・帰宅）ごとの交通量の推計を行う。

生成交通量の予測は、以下の式により算出する。

目的別生成量	=	目的別属性別生成原単位	×	属性別将来人口
<p><u>属性</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 性・年齢階層（5歳階級）・免許保有有無 の中から目的別に有意な変数</li> </ul> <p><u>目的</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 通勤，通学・登校，自由，業務</li> </ul>				

図 1-2 生成原単位式

### (2) 生成交通量の予測

生成交通量は、傾向の異なる属性により原単位を分離し、平成22年PT調査から生成原単位を算出する。カテゴリの分離の考え方は、以下のとおりとする。

表 1-1 目的別生成原単位の予測ベースとなる人口指標・カテゴリ

	通勤	通学・登校	自由	業務
ベースとなる人口指標	就業人口	常住人口 25歳以上は 就学人口	常住人口	就業人口
性	×	×	男女	男女
年齢	5歳階級 (15歳以上)	15歳未満 15～24歳 25歳以上	5歳階級	5歳階級 (15歳以上)
免許	×	×	有無	有無
就業有無	(就業のみ)	×	就業 非就業	(就業のみ)
将来原単位の設定	PT調査時点の 原単位で一定 推移	PT調査時点の 原単位で一定 推移	PT調査時点の 原単位で一定 推移	PT調査時点の 原単位で一定 推移

表 1-2 生成交通量(H22)と生成原単位(近畿圏)

通勤目的				通勤目的				
ベース人口：就業人口				ベース人口：常住人口・就学人口				
年齢区分	生成交通量 (トッパ/日)	就業人口 (人)	生成原単位 (トッパ/人)	年齢区分	生成交通量 (トッパ/日)	常住人口 (人)	就学人口 (人)	生成原単位 (トッパ/人)
15～19	27,281	126,932	0.2149	15歳未満	1,608,780	2,591,198		0.6209
20～24	368,215	577,067	0.6381	15～24	1,086,429	2,003,301		0.5423
25～29	671,484	772,405	0.8693	25～	31,436		40,169	0.7826
30～34	671,046	859,175	0.7810					
35～39	883,953	1,063,172	0.8314					
40～44	846,340	981,727	0.8621					
45～49	638,422	900,485	0.7090					
50～54	597,041	791,932	0.7539					
55～59	669,760	831,894	0.8051					
60～64	460,549	817,916	0.5631					
65～70	210,520	437,220	0.4815					
70～74	73,830	208,289	0.3545					
75～79	27,834	101,187	0.2751					
80～84	10,716	45,499	0.2355					
85～	3,437	18,545	0.1853					

年齢区分	生成交通量(トッパ/日)							
	男性				女性			
	就業		非就業		就業		非就業	
	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有
0～4	0	0	0	0	0	0	0	0
5～9	0	0	0	220,509	0	0	0	202,911
9～14	0	0	0	220,028	0	0	0	205,990
15～19	2,573	2,562	11,934	113,340	1,859	2,590	11,491	122,262
20～24	44,186	8,056	68,170	27,021	55,284	22,966	63,076	38,012
25～29	103,222	11,163	19,835	8,705	141,154	28,805	79,388	21,622
30～34	129,494	9,298	21,073	9,399	177,829	30,986	196,246	31,423
35～39	189,398	11,672	27,127	10,664	293,147	41,118	335,140	48,410
40～44	192,909	12,000	27,808	8,109	294,035	44,144	291,908	55,680
45～49	149,573	9,210	20,607	8,103	218,230	40,210	164,950	45,613
50～54	156,769	10,448	24,551	7,418	191,514	50,894	168,161	69,903
55～59	186,344	16,493	55,040	17,933	176,201	76,777	245,451	162,063
60～64	211,460	16,919	205,117	39,295	125,871	92,794	310,055	302,614
65～70	183,478	18,952	385,982	74,543	56,049	67,223	211,337	416,685
70～74	73,032	11,503	364,680	107,617	14,254	31,386	106,220	447,877
75～79	29,233	10,578	194,109	133,274	3,680	18,716	34,175	322,491
80～84	12,463	6,820	75,083	93,638	841	9,002	7,912	198,028
85～	2,658	3,250	15,705	46,978	87	4,456	1,790	127,150

ベース人口：常住人口

年齢区分	生成原単位(トッパ/人)							
	男性				女性			
	就業		非就業		就業		非就業	
	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有
0～4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5～9	0.0000	0.0000	0.0000	0.4999	0.0000	0.0000	0.0000	0.4829
9～14	0.0000	0.0000	0.0000	0.4684	0.0000	0.0000	0.0000	0.4591
15～19	0.0713	0.0970	0.2984	0.2981	0.0815	0.0622	0.3713	0.3326
20～24	0.1893	0.1743	0.3858	0.3619	0.2650	0.2585	0.4855	0.3829
25～29	0.2820	0.2689	0.1960	0.2177	0.4856	0.3883	0.5481	0.3889
30～34	0.2828	0.2384	0.2500	0.2393	0.6036	0.4580	0.8692	0.5685
35～39	0.3199	0.2969	0.2888	0.2555	0.8215	0.5486	1.1583	0.7650
40～44	0.3647	0.3640	0.3379	0.2196	0.8424	0.6237	1.3309	0.9008
45～49	0.3160	0.3370	0.3147	0.2386	0.6743	0.5284	1.0226	0.7494
50～54	0.3746	0.3958	0.4211	0.2667	0.7335	0.5920	1.2256	0.9700
55～59	0.4134	0.4292	0.6695	0.5357	0.7902	0.6412	1.4926	1.2203
60～64	0.4627	0.3823	1.0072	0.7374	0.7413	0.6321	1.3682	1.1263
65～70	0.7476	0.6317	1.3404	1.0007	0.8479	0.7025	1.3341	1.0971
70～74	0.6595	0.5247	1.3739	0.9900	0.7195	0.5622	1.3578	1.0631
75～79	0.6247	0.6219	1.1973	0.8817	0.6841	0.5849	1.1053	0.7763
80～84	0.7387	0.6410	1.0357	0.7320	0.7231	0.5351	0.8853	0.6023
85～	0.6550	0.5386	0.7794	0.4679	0.4009	0.5410	0.6949	0.3626

年齢区分	業務目的							
	生成交通量(トッパ/日)				生成原単位(トッパ/人)			
	男性		女性		男性		女性	
	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有	免許保有	免許非保有
15～19	10,018	48,815	6,913	47,893	0.2776	1.8483	0.3031	1.1507
20～24	85,800	15,554	58,190	26,677	0.3676	0.3365	0.2789	0.3003
25～29	152,107	12,255	75,060	17,232	0.4155	0.2953	0.2582	0.2323
30～34	203,179	11,623	76,169	16,241	0.4437	0.2980	0.2585	0.2401
35～39	333,575	13,443	104,307	19,432	0.5634	0.3419	0.2923	0.2593
40～44	318,829	14,843	115,287	19,259	0.6028	0.4502	0.3303	0.2721
45～49	249,200	9,010	90,189	17,393	0.5264	0.3297	0.2787	0.2286
50～54	257,234	11,059	85,784	23,204	0.6147	0.4189	0.3285	0.2699
55～59	318,236	16,602	90,017	34,685	0.7060	0.4321	0.4037	0.2897
60～64	294,150	16,718	76,143	46,862	0.6436	0.3778	0.4485	0.3192
65～70	215,852	15,499	37,243	40,362	0.8795	0.5166	0.5634	0.4218
70～74	74,243	7,429	7,337	12,806	0.6705	0.3389	0.3704	0.2294
75～79	31,633	6,284	1,993	7,769	0.6759	0.3695	0.3705	0.2428
80～84	11,572	3,429	403	3,006	0.6859	0.3223	0.3465	0.1787
85～	2,244	1,555	35	1,419	0.5530	0.2577	0.1613	0.1723

注) PT調査では15歳未満の業務目的交通があるため、15～19歳区分に含めた

### 1.3 発生集中交通量

#### (1) 需要予測フロー

本調査では、次の5分類で需要予測を行う。

- ① 通勤
- ② 通学（15歳以上）※
- ③ 登校（15歳未満通学）※
- ④ 自由
- ⑤ 業務
- ⑥ 帰宅

※通学目的・登校目的は、国勢調査の通勤通学流動が15歳以上を対象としていることから、統計調査との整合性のため、目的の名称を分類している。

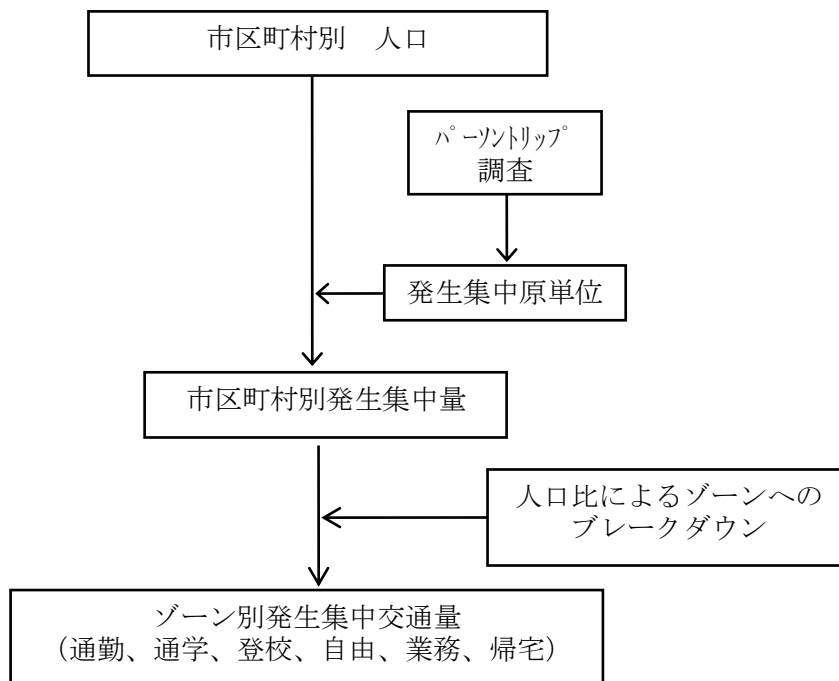


図 1-3 発生集中交通量の予測フロー

#### (2) 市区町村別・ゾーン別発生集中交通量

市区町村別およびゾーン別の発生集中交通量は、各関連する人口指標に対する原単位指標から求めた。ただし、生成交通量をコントロール・トータルとして補正している。

表 1-3 発生集中交通量予測に用いる原単位指標

	通勤	通学	登校	自由	業務	帰宅
発生	就業人口	15才以上 就学人口	15才未満 就学人口	昼間人口	従業人口	(各目的の集中量 より説明される)
集中	従業人口	15才以上 従学人口	15才未満 従学人口	昼間人口	従業人口	(各目的の発生量 より説明される)

表 1-4 発生集中原単位

	通勤		通学		登校	
	発生	集中	発生	集中	発生	集中
北区	0.848	0.928	1.524	1.010	1.080	1.050
中央区	1.008	0.997	1.278	1.011	0.987	1.171
西区	1.016	1.008	1.304	0.822	1.011	0.959
天王寺区	0.759	0.761	1.166	1.252	1.095	1.319
浪速区	1.127	0.863	1.289	1.097	0.910	0.985
福島区	0.705	0.805	1.088	0.747	1.094	1.003
大正区	0.673	0.645	0.998	0.790	1.015	1.019
港区	0.673	0.697	1.167	0.935	1.096	1.068
此花区	0.678	0.774	0.911	0.850	1.141	1.195
西淀川区	0.753	0.748	1.043	0.910	0.955	0.917
淀川区	0.814	0.844	1.112	1.094	1.105	1.096
東淀川区	0.824	0.604	1.047	1.056	1.021	1.044
都島区	0.743	0.662	1.070	0.915	1.078	1.026
旭区	0.747	0.578	1.053	1.286	0.971	0.982
城東区	0.745	0.687	1.119	0.918	1.048	1.094
鶴見区	0.733	0.624	0.964	0.602	1.062	1.024
東成区	0.724	0.774	1.012	0.712	1.053	1.039
生野区	0.763	0.620	1.221	0.914	1.063	0.965
東住吉区	0.673	0.580	1.063	0.529	1.014	0.996
平野区	0.751	0.605	1.063	0.730	1.034	1.034
西成区	0.780	0.642	1.218	0.769	0.976	0.882
阿倍野区	0.723	0.726	1.067	1.305	1.002	1.114
住吉区	0.721	0.537	1.071	1.373	0.945	0.992
住之江区	0.770	0.811	1.116	0.937	0.997	0.991
原単位指標	就業人口	従業人口	就学人口 15歳以上	従学人口 15歳以上	就学人口 15歳未満	従学人口 15歳未満

表 1-5 発生集中原単位

	自由		業務		帰宅	
	発生	集中	発生	集中	発生	集中
北区	0.458	0.675	0.363	0.468	0.390	0.093
中央区	0.345	0.416	0.351	0.450	0.198	0.048
西区	0.362	0.322	0.432	0.465	0.169	0.191
天王寺区	0.514	0.749	0.488	0.497	0.481	0.247
浪速区	0.435	0.519	0.444	0.509	0.344	0.223
福島区	0.481	0.518	0.434	0.433	0.359	0.321
大正区	0.529	0.496	0.456	0.393	0.370	0.430
港区	0.546	0.541	0.481	0.444	0.392	0.415
此花区	0.489	0.451	0.366	0.369	0.340	0.384
西淀川区	0.496	0.434	0.421	0.393	0.319	0.395
淀川区	0.451	0.433	0.365	0.390	0.281	0.285
東淀川区	0.512	0.451	0.436	0.370	0.313	0.394
都島区	0.591	0.734	0.562	0.458	0.536	0.442
旭区	0.590	0.529	0.418	0.340	0.373	0.454
城東区	0.574	0.480	0.446	0.370	0.327	0.442
鶴見区	0.585	0.612	0.467	0.432	0.458	0.442
東成区	0.530	0.481	0.423	0.435	0.361	0.407
生野区	0.533	0.435	0.441	0.405	0.332	0.438
東住吉区	0.600	0.568	0.505	0.440	0.435	0.487
平野区	0.558	0.523	0.408	0.402	0.390	0.428
西成区	0.538	0.474	0.496	0.416	0.362	0.458
阿倍野区	0.621	0.734	0.436	0.440	0.501	0.385
住吉区	0.593	0.521	0.515	0.476	0.387	0.466
住之江区	0.502	0.487	0.380	0.399	0.336	0.347
原単位指標	昼間人口	昼間人口	従業人口	従業人口	各目的 集中量	各目的 発生量

## 1.4 分布交通量

### 1.4.1 需要予測フロー

分布交通量の需要予測フローは次のとおりであり、現況の分布パターンを元にした予測手法としている。

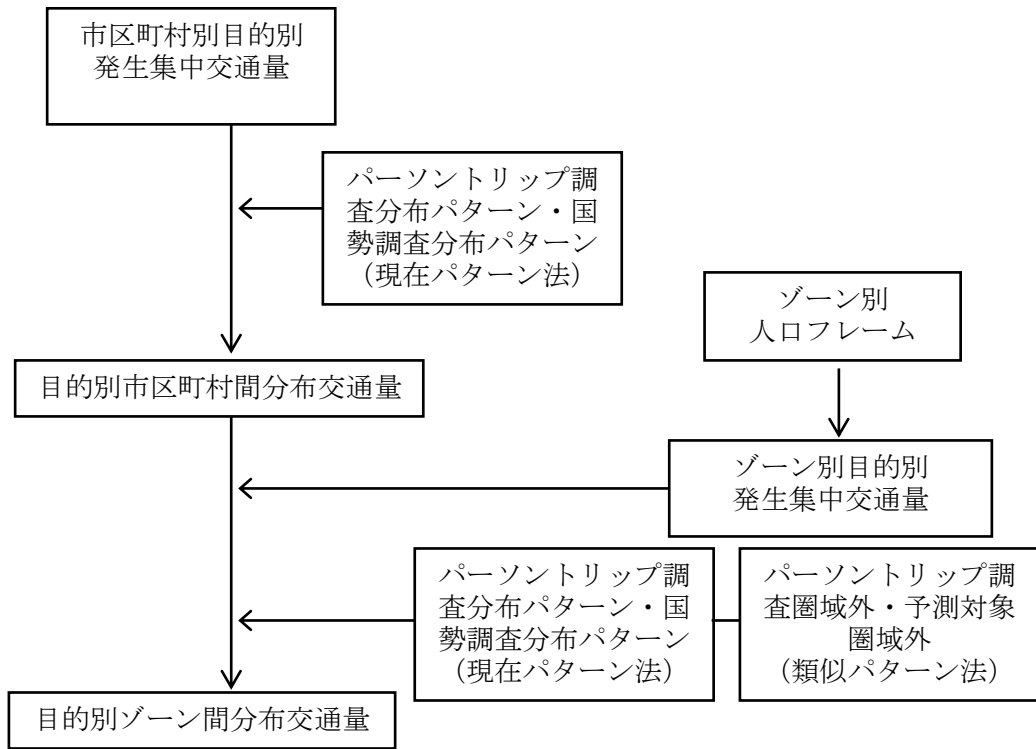


図 1-4 分布交通量の需要予測フロー



## 1.4.2 分布交通量の予測方法

### (1) 分布交通量予測の基本的考え方

分布交通量の予測は、現在パターン法と類似パターン法を併用したモデルにより予測を行う。この方法は手法が分かり易く、現在分布と分布パターンが大きく変化しないため、説明力のある方法である。また、国勢調査および最新のPT調査は予測対象地域（近畿圏）の範囲をカバーして（PT調査で一部三重県を除く）、完全な現在OD表が得られるため、精度の高い予測結果を得られる。

現在パターン法の適用は市区町村レベルと予測ゾーンレベルの2段階に分けて行い、市区町村レベルは収束計算法、予測ゾーンレベルは発生集中量比により予測して、予測精度の向上を図る。

### (2) 市区町村レベルの予測方法

市区町村レベルの予測は、前述の通り現在パターン法を用いることとする。

現在パターン法には数種類の予測方法があるが、今回の予測においては、一般的によく用いられるフレーター法を用いる。（下図にフレーター法の定義を示す。）

$$X_{ij} = T_{ij} \cdot F_i \cdot G_j \cdot \frac{L_i + L_j}{2}$$

$$F_i = X_i / T_i \quad , \quad G_j = Y_j / U_j$$

$$L_i = \frac{\sum_{j=1}^n T_{ij}}{\sum_{j=1}^n (T_{ij} \cdot G_j)} \quad , \quad L_j = \frac{\sum_{i=1}^n T_{ij}}{\sum_{i=1}^n (T_{ij} \cdot F_i)}$$

現在パターンOD

T <sub>ij</sub>	T <sub>i</sub>
U <sub>j</sub>	

将来OD

X <sub>ij</sub>	X <sub>i</sub>
Y <sub>j</sub>	

ただし、

- X<sub>ij</sub>: jゾーン間将来交通量
- T<sub>ij</sub>: i jゾーン間現在交通量
- F<sub>i</sub>: ゾーンiの発生量の成長率
- G<sub>j</sub>: ゾーンjの集中量の成長率
- L<sub>i</sub>: すべてのゾーンjがゾーンiに対してもつ平均吸引力の逆数
- L<sub>j</sub>: すべてのゾーンiがゾーンjに対してもつ平均発生力の逆数
- X<sub>i</sub>: ゾーンiの将来発生量
- T<sub>i</sub>: ゾーンiの現在発生量
- Y<sub>j</sub>: ゾーンjの将来集中量
- U<sub>j</sub>: ゾーンjの現在集中量

注) X<sub>ij</sub>の横計、縦計がX<sub>i</sub>、Y<sub>j</sub>に一定の条件で合致するまで繰り返す

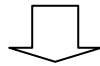
図 1-5 フレーター法

(3) ゾーンレベルの予測方法

ゾーン間分布交通量は、交通手段分担及び経路配分の対象となる交通量であり、市町村間分布交通量をブレイクダウンして求める。ブレイクダウンは、基本的にはPT調査のゾーン間OD交通量を基本パターンとした現在パターン法で行うものとする。ただし、PT調査圏外は現在パターンが得られないので、ゾーンの目的別発生交通量、集中交通量比により分割する方法（簡便法）を用いることとする。

市町村間OD表

A人	B人
C人	D人



ゾーン間OD表

$A \times \frac{a_1}{a_1 + a_2} \times \frac{b_1}{b_1 + b_2}$	$A \times \frac{a_1}{a_1 + a_2} \times \frac{b_2}{b_1 + b_2}$	$B \times \frac{a_1}{a_1 + a_2}$	発生交通量
$A \times \frac{a_2}{a_1 + a_2} \times \frac{b_1}{b_1 + b_2}$	$A \times \frac{a_2}{a_1 + a_2} \times \frac{b_2}{b_1 + b_2}$	$B \times \frac{a_2}{a_1 + a_2}$	
$C \times \frac{b_1}{b_1 + b_2}$	$C \times \frac{b_2}{b_1 + b_2}$	D	
$b_1$	$b_2$	$b_3$	

集中交通量

図 1-6 ゾーン間分布交通量の予測方法(PT調査圏域外)

## 1.5 交通機関選択モデル・鉄道経路選択モデル

### 1.5.1 モデルの全体構造

交通機関選択モデルと鉄道経路選択モデルとの全体構造を以下に示す。交通機関選択モデルはネスティッドロジットモデル (Nested Logit Model、以下NLモデル) を用いるが、その中で、鉄道の効用値については経路選択モデル (マルチロジットモデル) による経路の合成効用 (ログサム) を用いるものとする。推定の手順としては、下位モデルである鉄道経路選択モデル (レベル1) のパラメータ推定を経た後、交通機関選択モデルで鉄道・バス、ならびに公共交通機関・自動車の段階選択モデル (レベル2) の推定を行うこととする。

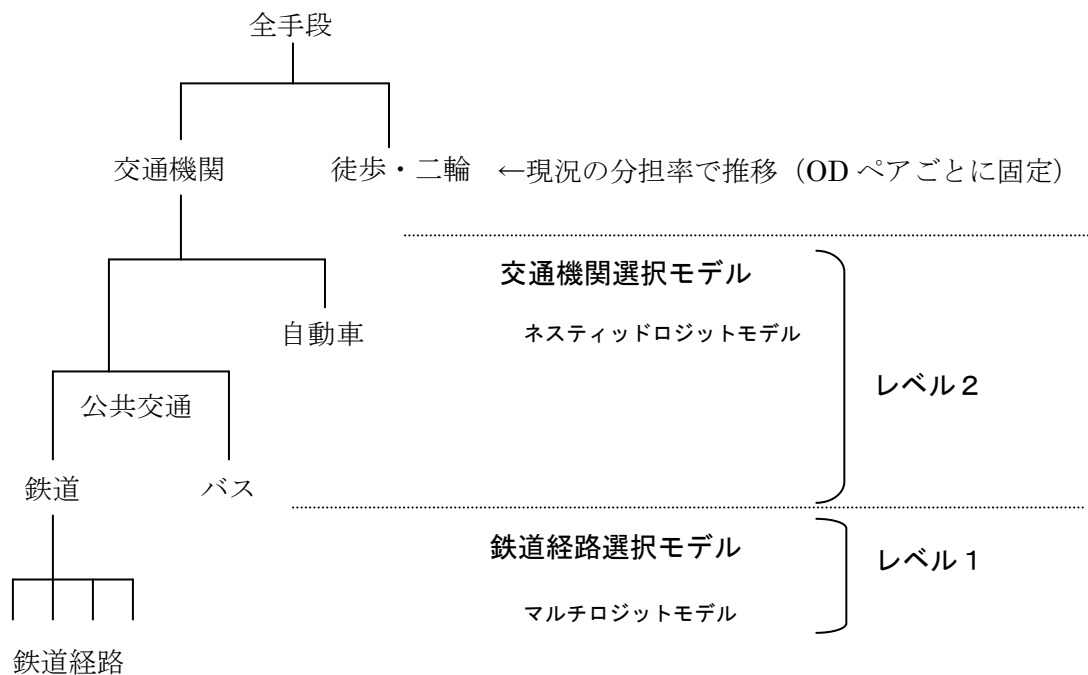


図 1-7 交通機関選択モデルと鉄道経路選択モデルの全体構造

#### ○交通機関選択モデルと鉄道経路選択モデルの関係について

交通機関選択モデルにおいて、各交通機関の効用値の計算は、鉄道経路選択はあくまで交通機関選択の選択枝ツリーの1部分として扱い、各経路の合成効用値を採用することで、鉄道サービスの向上が交通機関選択に与える影響を適切に考慮するものとしている。

### 1.5.2 徒歩二輪交通量の予測

徒歩二輪交通量については、OD間距離と密接な関係があることが一般的であり、その分布は、下図に示すとおり、いずれの目的でも、10kmまでに大きく減少し、10kmを超えると、ほぼ微少な分担率となっている。

過去10年では、長距離の徒歩二輪分担率が上昇する傾向にあるものの、その率は微少であることや、将来の分担状況の設定が困難なこと、OD間（ゾーン間）の距離は、現況・将来に関わらず変化は小さいことから、各OD間の徒歩二輪分担率は、現況における分担率で推移するものと仮定する。

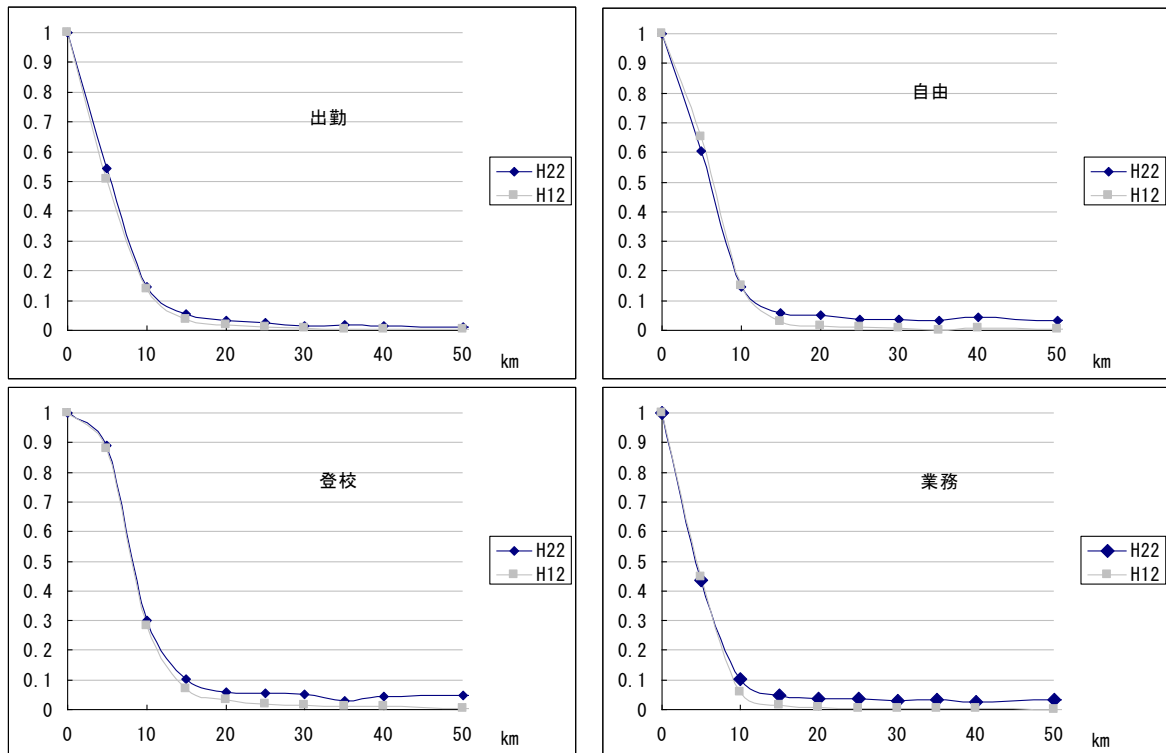
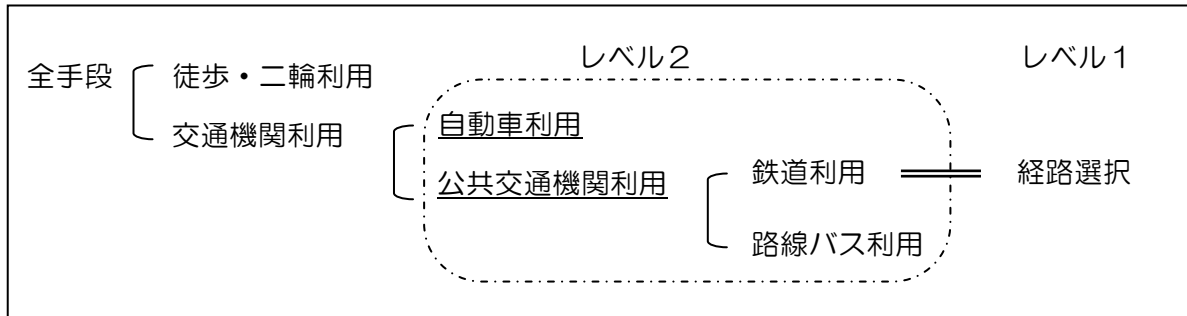


図 1-8 PT調査における目的別徒歩二輪分担率(トリップ長5kmごとに集約)

### 1.5.3 交通機関別交通量・鉄道経路別交通量の予測

#### (1) 交通機関選択・鉄道経路選択モデルの構造

交通機関選択モデルおよび鉄道経路選択モデルは、以下のような入れ子構造を適用する。



#### (2) 鉄道経路選択モデル（レベル1）

非集計行動モデルは、個人の交通行動をモデル化しているため論理性を有し、運政審答申第7号（1985年、東京圏における鉄道計画）の需要予測で用いられたことを契機として、最近では鉄道需要予測の主流になっている。非集計行動モデルには、種々の手法があるが、OD間の経路が複数（1～N）になるので、交通機関別交通量の予測と同様、マルチ・ロジットモデル（ML法）を採用する。式の定義は次のとおりである。

$$P_{in} = \frac{\exp[V_{in}]}{\sum_{j \in A_n} \exp[V_{in}]} = \frac{\exp[\lambda \theta X_{in}]}{\sum_{j \in A_n} \exp[\lambda \theta X_{in}]}$$

ただし、 $P_{in}$  : 個人  $n$  が選択肢  $i(i=1, \dots, I_n)$  を選択する確率  
 $A_n$  : 個人  $n$  の選択肢集合  
 $\lambda$  : 効用の確率項のばらつき（選択結果は確率的に変動すると考える）  
 $X_{in}$  : 個人  $n$  における選択肢  $i$  の特性  
 $\theta$  :  $X_{in}$  のパラメータ  
 $V_{in}$  : 個人  $n$  における選択肢  $i$  の持つ効用

図 1-9 鉄道経路選択非集計モデル式

鉄道経路選択モデルの概要は、次のとおりである。

#### (a) ゾーン間利用路線の設定

出発ゾーンから利用可能な鉄道駅（現況分析結果から最大 20 駅程度）と到着ゾーンから利用可能な鉄道駅の組み合わせで、ゾーン間鉄道利用駅を設定する。例えば、前者が 5 駅、後者が 4 駅あるとするならば、 $5 \times 4 = 20$  駅間の組み合わせとなる。

次に、1 駅間 1 ルートと考えて、最短所要時間になる経路を 1 駅間ごとに設定する。

#### (b) ゾーン間鉄道経路配分率の設定

ゾーン間各経路の交通特性（所要時間、運賃、運行本数等）の値を計算して、鉄道経路選択モデルに代入して、各経路の効用を算定する。

次に、効用の高い経路のうち  $N$  路線（今回は、最大 10 路線とする）を選んで選択対象経路とし、選択対象経路の効用から、各経路の配分率を算定する。

### (3) 交通機関別交通量の予測方法（レベル2）

交通機関別交通量の予測は、各個人のトリップに関するデータを用いて個人の行動を直接モデル化する非集計行動モデルを用いることとする。

非集計行動モデルは、個人の交通行動をモデル化しているため論理性を有し、運政審答申第7号（1985年、東京圏における鉄道計画）の需要予測で用いられたことを契機として、鉄道需要予測の主流になってきている。非集計行動モデルには、種々の手法があるが、本予測ではネスティッドロジットモデル（以下、NLモデルと略す）を採用する。

前述の交通手段選択について、自動車・公共交通（マストラ）利用確率を $P(a)$ 、マストラ利用時の鉄道、路線バス利用の確率（条件付き確率）を $P(b|a)$ とすると、定式化は以下のとおりとなる。

$$P(a) = \frac{\exp(V_a + \lambda\Lambda)}{\sum_{a'} \exp(V_{a'} + \lambda\Lambda)} : \text{自動車・マストラの選択確率}$$

$$P(b|a) = \frac{\exp(V_b + V_{ab})}{\sum_{b'} \exp(V_{b'} + V_{ab'})} : \text{マストラ選択時の鉄道・バスの選択確率（条件付き確率）}$$

$P(a,b) = P(a) \times P(b|a)$  より、

$$P(a,b) = \frac{\exp(V_a + \lambda\Lambda) \exp(V_b + V_{ab})}{\sum_{a'} \exp(V_{a'} + \lambda\Lambda) \sum_{b'} \exp(V_{b'} + V_{ab'})} : \text{自動車、鉄道、バスの同時選択確率}$$

ただし、 $\Lambda = \ln \sum_{b'} \exp(V_{b'} + V_{ab'})$  : 鉄道・バスの効用値の合成変数（ログサム変数）

$V_a$  : 自動車・マストラ選択（第1段階）の効用値

$V_b$  : 鉄道・バス選択（第2段階）の効用値

$V_{ab}$  : 2段階双方に関係した効用値

$$V = \theta_1 x_1 + \theta_2 x_2 + \dots + \theta_n x_n \quad x: \text{説明変数、} \theta : \text{パラメータ値}$$

このときの未知数は説明変数 $x_i$ にかかるパラメータ値 $\theta$ のほか、効用の分散の大小を表現する係数 $\lambda$ となる。NLモデルの推定は、個々のサンプルの選択行動（P）が最も適合度の良くなるような $\theta$ と $\lambda$ を求めることである。

なお、ここで $\lambda = 1$ のときは、効用の分散がすべて等しくなり、通常の同時選択ロジットモデルと一致する。 $\lambda = 0$ のときは、2つの異なる選択が相互に独立であることを示している。（第2段階の効用が第1段階に影響しない）

交通手段の利用のしやすさは、その交通手段の持つ特性（運賃・所要時間など）と個人属性（性・年齢など）によって異なると考えられる。しかしそれぞれの特性はそれぞれ単位（円・分など）が異なっているほか、非数値データ（性別など）も含まれているため、これらを同一尺度で数量的に評価することにより、それぞれの交通手段の利用のしやすさを考慮する必要がある。そこで、上式では、各特性を同等に評価する手段として、「効用」

という同一尺度を定義して用いている。

ここで、効用とは、交通手段  $n$ （鉄道・バス・自動車）のもつ「望ましき」、すなわちその交通手段の利用しやすさを示しており、下図に示すように、各特性の線形和で定義される。

$$V_{in} = \theta_1 X_{1in} + \theta_2 X_{2in} + \dots + \theta_k X_{kin} + \varepsilon$$

ここで、  
 $V_{in}$  : 個人  $n$  における選択肢  $i$  の持つ効用  
 $X_{in}$  : 個人  $n$  における選択肢  $i$  の特性  
 $\theta$  :  $X_{in}$  のパラメータ  
 $\varepsilon$  : 効用の確率項のばらつき

図 1-10 効用の定義式

上図に基づいて、各個人の各交通手段における効用を計算できる。そしてその効用値を前述の利用確率式に代入することにより、各個人が、それぞれの交通手段をどのような確率で選択するかを計算することが出来る。上式は、すべての交通手段の効用の和に対する、1つの交通手段の効用の比と考えられるので、すなわち、「効用が高い (=より望ましい) 交通手段ほど、選択される確率は高い」と言える。

(4) 交通機関選択モデルと鉄道経路選択モデルの特性変数

モデルの特性変数は、以下の点を踏まえて、データ化を行った。

- ・直通運転や運転系統を明示的に表現できるデータ構造とする
- ・経路探索において待ち時間を明示的に考慮する
- ・普通列車と優等列車（有料）を区分し、特急・急行料金収入が算定できるようにする
- ・新設路線では地下深い駅があり、需要予測の乖離要因にもなっていたことから、駅の移動円滑化指標（バリアフリー指標）を見直す

以上を踏まえ、特性変数としては、以下のものを採用した。

表 1-6 交通機関選択モデルと鉄道経路選択モデルの特性変数

交通目的				通勤			通学・登校			自由			業務			
		交通機関	説明変数	公共交通		自動車	公共交通		自動車	公共交通		自動車	公共交通		自動車	
				鉄道	バス	鉄道	バス	鉄道	バス	鉄道	バス	鉄道	バス			
レベル1	鉄道 経路選択	幹線 交通 特性	所要時間	分	○		○		○		○		○			
			費用・運賃	円	○		○		○		○		○			
			乗換抵抗	*	○		○		○		○		○			
			乗換回数	回	○		○		○		○		○			
			終日平均待ち時間	分						○				○		
			ラッシュ時平均待ち時間	分	○		○									
			始発駅ダミー	1 or 0	○		○				○				○	
	端末交通 特性	鉄道端末時間	分	○		○			○				○			
		鉄道端末費用	円	○		○			○				○			
	移動円滑化 指標	垂直移動距離	m	○					○				○			
ESの設置		2,1,0	○					○				○				
EVの設置		2,1,0	○					○				○				
レベル2	交通 特性	鉄道	鉄道ログサム	*	○			○			○			○		
		バス・ 自動車	所要時間	分		○	○		○	○		○	○		○	○
			費用・運賃	円		○	○		○	○		○	○		○	○
		バス	バス停との時間	分		○			○			○			○	
	自動車	都心関連OD	2,1,0			○						○			○	
	個人属性	性別	男1女0			○										○
		年齢	歳			○										
		65歳以上ダミー	1 or 0										○			
		自動車保有台数	台/世帯			○			○				○			
	ダミー	バスダミー	バス1			○			○			○			○	
乗用車ダミー		乗用車1			○			○			○			○	○	
スケールパラメータ			*		○			○			○			○		

(注)○印は、目的別各交通機関の選択特性を示す



非集計行動モデルは、基本的に個人を単位とするが、予測に当たってはゾーンOD間を単位とした地域分類法を用いて集計する。このため、予測精度が悪くなることが予想されるので、予測手法の現況再現性を検討し、現況における実績値と推計値の誤差率をゾーンOD間機関別特性値として求め、予測に当たってはこの特性値を加味して、各ゾーン間の交通機関別交通量を求めることとする。

交通機関選択モデルにおいて、効用値の計算は、鉄道にあつては鉄道経路選択モデルにおける経路の合成効用値、バス・自動車にあつては時間最短経路の効用値とする。

#### (5) パラメータ解析用データの作成方法

各特性変数の説明は次表のとおりであり、パラメータ解析用データの作成方法は、次に示すとおりである。

表 1-7 交通機関選択モデルと経路選択モデルの特性変数の内容

		分類・特性変数		指標単位	説明
レベル1	鉄道経路選択	幹線交通特性	所要時間	分	ラインホール所要時分(乗換時間含む) 経路探索では待ち時間を明示的に考慮
			費用・運賃	円	運賃・特急料金
			乗換抵抗	*	乗換に要するエネルギー
			乗換回数	回	乗換回数(HOMEでの乗継ぎは除く)
			終日平均待ち時間	分	終日の初乗駅・乗換駅での平均待ち時間の和
			ラッシュ時平均待ち時間	分	ラッシュ時の初乗駅・乗換駅での平均待ち時間の和
			始発駅ダミー	1 or 0	始発駅か否か
		端末交通特性	鉄道端末時間	分	ゾーン中心と駅ホーム中心とのアクセス・イグレス時間
			鉄道端末費用	円	鉄道端末のバス運賃
		駅の移動円滑化指標	垂直移動距離	m	地平レベルからホームまでの垂直移動距離
			ESの設置	2,1,0	アクセス駅、イグレス駅の施設条件
			EVの設置	2,1,0	アクセス駅、イグレス駅の施設条件
		レベル2	交通特性	鉄道	鉄道利用の効用
バス・自動車	所要時間			分	出発地から目的地までの所要時分
自動車	費用・運賃			円	出発地から目的地までの運賃、燃料費・有料料金
バス	バス停との時間			分	出発地・目的地からバス停までの所要時分
自動車	都心関連OD			2,1,0	都心での自家用車利用の困難性を表現 (2:都心~都心、1:都心~その他、0:その他~その他)
個人属性	性別		男1女0	性別での自家用車利用の差違を表現	
	年齢		歳	高年齢ほど自家用車利用の困難性を表現	
	65歳以上ダミー		1 or 0	高齢者の自家用車利用の困難性を表現	
	自動車保有台数		台/世帯	保有台数と自家用車利用の利便性を表現	
ダミー	バスダミー		バス1	バス利用のダミー変数	
	乗用車ダミー		乗用車1	乗用車利用のダミー変数	
スケールパラメータ					*

## (6) バリアフリー施設の評価指標（乗換抵抗）について

### ① 概要

鉄道間のバリアフリー施設の整備などの政策等への評価を行うため、乗換抵抗については、乗換回数や所要時分のみの変数ではなく、階段・E S（エスカレーター）などを明示的に評価できるような指標を用いることとする。

運動の強さを示す指標としては、METs（metabolic equivalents）が知られており、この指標を用いて、階段・E Sの評価を行うこととする。METsによる運動のエネルギー消費量は、

$$(\text{運動によるエネルギー消費量}) = (\text{個人の安静時代謝}) \times (\text{METs}) \times (\text{時間})$$

で表され、この時の駅構内の移動に関するMETs値は以下の通りである。

表 1-8 駅バリアフリーに関する運動のMETs

	METs
立位	1.25
歩行	2.74
階段（昇降）	4.82

したがって、乗換抵抗は以下の式で表すものとする。

$$(\text{乗換抵抗}) = 2.74 \times (\text{水平方向の歩行時間}) + 1.25 \times (\text{E Sによる昇降時間}) \\ + 4.82 \times (\text{階段昇降時間})$$

ここで、水平方向の歩行時間・E Sによる昇降・階段昇降時間は、それぞれ、次に示す方法で算出する。

### ② 水平方向の歩行時間

大都市交通センサスの乗換施設実態調査における、乗換駅間の所要時間を用いる。

### ③ E Sによる昇降時間

大都市交通センサスの乗換施設実態調査における、乗換経路上のE Sの所要時間を用いる。ただし、水平方向の歩行時間と同様に、昇降時間は昇降を平均して求めるものとする。

### ④ 階段による昇降時間

大都市交通センサスの乗換施設実態調査における、乗換経路上の階段の所要時間を用いる。ただし、水平方向の歩行時間と同様に、昇降時間は昇降を平均して求めるものとする。

⑤ 現況未整備駅もしくは大都市交通センサスデータが無い駅のデータ作成

大都市交通センサスの乗換施設実態調査における、一階層当たりのE S・階段の平均所要時間から、一階層当たりの移動に必要なエネルギーを求める。続いて乗換駅のホーム中心間の乗換経路を想定し、乗換経路の水平方向移動距離および階層差から、乗換抵抗値を算出する。ただし、新駅については、基本的にE Sが整備されるものとする。

一階層当たりの階段・E Sの所要時分は、平成12年大都市交通センサス・乗換施設実態調査より、それぞれ約20秒および約25秒であり、ME T sを用いてエネルギー換算すると一階層当たりの移動における乗換抵抗値は以下のようになる。

表 1-9 一階層の移動における階段・ESの抵抗値

	平均所要時分 (秒/階層差)	ME T s	エネルギー換算 (=乗換抵抗)
階段	19.86	4.82	95.73
E S	25.97	1.25	32.46

また、水平方向の速度は、大都市交通センサスによる平均速度が65.87m/分である。したがって水平移動10mの乗換にかかる抵抗値は以下のようになる。

$$10[\text{m}] \div (65.87[\text{m}/\text{分}] \div 60) \times 2.74 = 24.96$$

(7) モデル推定結果

① 通勤目的

- パラメータの符号条件、t 値とも妥当かつ十分説明力のあるモデルとなっている。
- 時間価値（費用・時間のパラメータ比）は約 38 円/分であり、大阪府の毎月勤労統計調査に基づく時間価値 39 円/分と大差ない値となっている。
- モデル全体の説明力を表す尤度比は 0.2 以上でありモデル全体の説明力を有していると判断される。

表 1-10 パラメータ推定結果(通勤目的)

レベル	分類	特性変数	妥当な符号	パラメータ値	t値
レベル1 鉄道 経路選択	鉄道 交通特性	所要時間	(-)	-1.4418E-01	-10.48
		費用・運賃	(-)	-3.8456E-03	-4.03
		乗換抵抗	(-)	-3.4749E-04	-2.38
		乗換回数	(-)	-4.1535E-01	-3.16
		終日待ち時間	(-)		
		ラッシュ待ち時間	(-)	-6.2563E-02	-2.26
	末端 交通特性	始発駅ダミー	(+)	4.8556E-01	3.45
		鉄道末端時間	(-)	-1.7019E-01	-22.21
		鉄道末端費用	(-)	-5.8092E-02	-3.68
		移動円滑 化指標	垂直移動距離	(-)	-2.0381E-02
ESの設置	(+)		2.1069E-01	2.07	
レベル2 交通 機関選択	鉄道	鉄道ログサム	(+)	2.6433E-01	7.30
		バス・ 自動車	所要時間	(-)	-2.9980E-02
	費用・運賃		(-)	-7.9087E-04	-2.78
	バス	バス停との時間	(-)	-1.3088E-01	-2.62
		自動車	都心関連OD	(-)	-4.1133E-01
	個人属性		性別	(+)	4.3303E-01
		年齢	(+)	1.7297E-02	2.55
		65歳以上ダミー	(-)		
	交通手段 ダミー	保有台数	(+)	6.2642E-01	3.65
		バスダミー	(±)	-2.0682E+00	-3.93
λ	乗用車ダミー	(±)	-2.3661E+00	-3.61	
	スケールパラメータ		5.77278E-01		

時間価値	レベル1	37.5 円/分
	レベル2	37.9 円/分
尤度比	レベル1	0.228
	レベル2	0.662

毎月勤労統計調査に基づく時間価値

(円/分)

	全国	東京都	大阪府
H15	37.4	48.2	40.9
H22	36.2	47.0	39.2

② 通学目的

- パラメータの符号条件、t 値とも妥当かつ十分説明力のあるモデルとなっている。
- 時間価値は約 12 円/分となり、通勤目的に比べかなり低くなっているが、学生アルバイトの時間単価と同程度であるので妥当といえる。

表 1-11 パラメータ推定結果(通学目的)

レベル	分類	特性変数	妥当な符号	パラメータ値	t値
レベル1 鉄道 経路選択	鉄道 交通特性	所要時間	(-)	-1.2341E-01	-9.08
		費用・運賃	(-)	-1.0081E-02	-6.05
		乗換抵抗	(-)	-5.4129E-04	-2.89
		乗換回数	(-)	-4.1786E-01	-2.84
		終日待ち時間	(-)		
		ラッシュ時待ち時間	(-)	-7.6401E-02	-2.93
	端末 交通特性	始発駅ダミー	(+)	6.8875E-01	5.26
		鉄道端末時間	(-)	-1.9097E-01	-25.34
		鉄道端末費用	(-)	-2.7462E-02	-2.09
		移動円滑 化指標	垂直移動距離	(-)	
ESの設置	(+)				
EVの設置	(+)				
レベル2 交通 機関選択	鉄道	鉄道ログサム	(+)	3.0190E-01	10.37
	バス・ 自動車	所要時間	(-)	-3.5569E-02	-8.55
		費用・運賃	(-)	-2.9524E-03	-25.80
	バス 自動車	バス停との時間	(-)	-4.6133E-02	-2.10
		都心関連OD	(-)		
	個人属性	性別	(+)		
		年齢	(+)		
		65歳以上ダミー	(-)		
		保有台数	(+)	4.3410E-01	3.43
	交通手段 ダミー	バスダミー	(±)	-8.0498E-01	-2.39
乗用車ダミー		(±)	-2.9075E+00	-8.97	
λ	スケールパラメータ		6.5042E-01		

時間価値	レベル1	12.2 円/分
	レベル2	12.0 円/分
尤度比	レベル1	0.296
	レベル2	0.553

③ 自由目的

- 自由目的についてもパラメータの符号条件ならびに t 値は妥当かつ有意なものとなっている。
- 時間価値は約 15 円/分となっており、通勤目的と通学目的の間にあり、パート職の時間単価を勘案すると妥当な結果といえる。

表 1-12 パラメータ推定結果(自由目的)

レベル	分類	特性変数	妥当な符号	パラメータ値	t値	
レベル1 鉄道 経路選択	鉄道 交通特性	所要時間	(-)	-7.0356E-02	-5.34	
		費用・運賃	(-)	-4.6439E-03	-6.04	
		乗換抵抗	(-)	-5.5886E-04	-3.20	
		乗換回数	(-)	-3.7683E-01	-2.38	
		終日待ち時間	(-)	-8.7048E-02	-2.87	
		ラッシュ時待ち時間	(-)			
	末端 交通特性	鉄道端末時間	(-)	-1.3899E-01	-20.76	
		鉄道端末費用	(-)	-4.7619E-02	-3.25	
		移動円滑 化指標	垂直移動距離	(-)	-2.4566E-02	-3.12
			ESの設置	(+)	3.5713E-01	3.31
	EVの設置	(+)	4.6393E-01	3.44		
レベル2 交通 機関選択	鉄道	鉄道ログサム	(+)	3.3440E-01	7.72	
	バス・ 自動車	所要時間	(-)	-1.5428E-02	-3.23	
		費用・運賃	(-)	-9.8264E-04	-4.32	
	バス	バス停との時間	(-)	-7.6568E-02	-2.02	
	自動車	都心関連OD	(-)	-7.3787E-01	-2.17	
	個人属性	性別	(+)			
		年齢	(+)			
		65歳以上ダミー	(-)	-5.4785E-01	-2.17	
		保有台数	(+)	1.2856E+00	3.86	
	交通手段 ダミー	バスダミー	(±)	-1.6462E+00	-4.07	
乗用車ダミー		(±)	-1.1037E+00	-3.26		
λ		スケールパラメータ		6.8483E-01		

時間価値	レベル1	15.2	円/分
	レベル2	15.7	円/分
尤度比	レベル1	0.238	
	レベル2	0.510	

④ 業務目的

- 業務目的についてもパラメータ符号条件、t値とも妥当かつ有意なものとなっている。
- 時間価値は約 41 円/分程度となり、通勤目的より若干高い結果となっている。業務目的が一般的に時間的制約の強い交通であることを勘案すると妥当といえる。

表 1-13 パラメータ推定結果(業務目的)

レベル	分類	特性変数	妥当な符号	パラメータ値	t値
レベル1 鉄道 経路選択	鉄道 交通特性	所要時間	(-)	-1.2414E-01	-9.55
		費用・運賃	(-)	-2.9867E-03	-4.91
		乗換抵抗	(-)	-4.9215E-04	-3.26
		乗換回数	(-)	-3.5668E-01	-2.72
		終日待ち時間	(-)	-5.5204E-02	-2.58
		ラッシュ時待ち時間	(-)		
	端末 交通特性	始発駅ダミー	(+)	3.0039E-01	2.10
		鉄道端末時間	(-)	-1.5658E-01	-21.43
	移動円滑 化指標	鉄道端末費用	(-)	-2.5168E-02	-2.00
		垂直移動距離	(-)	-1.6389E-02	-2.15
		ESの設置	(+)	2.6224E-01	2.39
		EVの設置	(+)	4.4378E-01	3.16
レベル2 交通 機関選択	鉄道	鉄道ログサム	(+)	3.9004E-01	6.42
	バス・ 自動車	所要時間	(-)	-2.4745E-02	-4.52
		費用・運賃	(-)	-6.1614E-04	-3.37
	バス	バス停との時間	(-)	-9.6611E-02	-2.02
	自動車	都心関連OD	(-)	-2.2322E-01	-2.00
	個人属性	性別	(+)	5.4344E-01	3.43
		年齢	(+)		
		65歳以上ダミー	(-)		
	交通手段 ダミー	保有台数	(+)		
		バスダミー	(±)	-1.9467E+00	-3.91
	乗用車ダミー	(±)	-8.4284E-02	-0.55	
λ	スケールパラメータ		4.2183E-01		

時間価値	レベル1	41.6	円/分
	レベル2	40.2	円/分
尤度比	レベル1	0.213	
	レベル2	0.542	

## 1.6 現況再現結果

駅間通過人員の再現結果は次に示すとおりであり、相関係数は0.991で良好な結果が得られた。

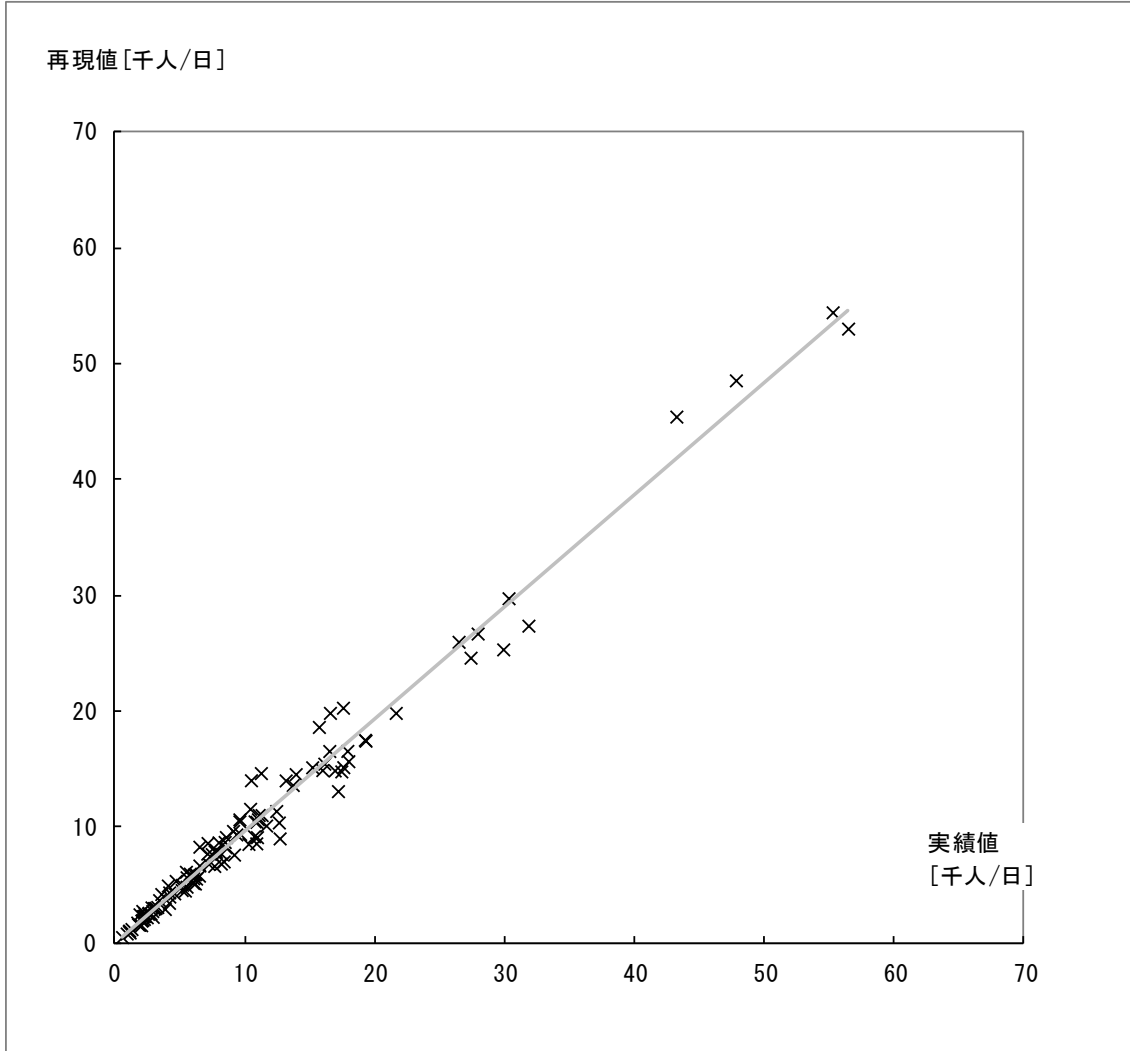


図 1-11 現況再現結果(駅間通過人員)



## 2 費用便益分析について

### 2.1 便益の計測

#### 2.1.1 利用者便益の計測方法

##### (1) 利用者便益計測の基本的考え方

利用者便益とは、全交通利用者が負担する金銭的、時間的、その他全ての費用が鉄道の整備によって軽減される効果である。

利用者便益の計測は、原則としてODペアごとに行い、それらを足し合わせることで行う。また、利用目的（通勤・通学、買い物、観光など）によって、利用者の時間評価値が異なると考えられるため、利用目的別に利用者便益を算定することが望ましい。

さらに、需要予測において四段階推定法を採用している場合には、対象事業の特性に応じて、利用者便益の計測を行うものであり、本検討では四段階推定法を採用していることから、交通機関連選択モデルの段階で、算出される利用目的別の効用関数式から、利用者便益の計測を行う。

##### (2) 利用者便益計測の基本式

鉄道整備事業によって発生する利用者便益は、消費者余剰分析によって計測することを原則とする。

消費者余剰分析とは、事業実施に伴う交通サービスの改善の便益を1人あたりの費用（＝一般化費用：所要時間、運賃、旅客快適性を金額換算した値）の変化分に需要を乗じた値で算出する方法である。

利用者便益の計測は、次式によって年度ごとに算出する。

$$UB_{tb} = \sum_{i,j} \frac{1}{2} (Q_{ij}^0 - Q_{ij}^1) (C_{ij}^0 - C_{ij}^1) \quad (1)$$

ここで、変数の右肩の「0」は鉄道整備無し、「1」は整備有りを表す。

$UB_{tb}$  : 各  $tb$  年の利用者便益 (以下、 $Q_{ij}$  および  $C_{ij}$  の表記では、 $tb$  は省略している)

$Q_{ij}^0$  : 鉄道整備無のゾーン  $i$  からゾーン  $j$  へのOD交通量 (人/年)

$Q_{ij}^1$  : 鉄道整備有のゾーン  $i$  からゾーン  $j$  へのOD交通量 (人/年)

$C_{ij}^0$  : 鉄道整備無のゾーン  $i$  からゾーン  $j$  への一般化費用 (円)

$C_{ij}^1$  : 鉄道整備有のゾーン  $i$  からゾーン  $j$  への一般化費用 (円)

なお、式(1)のうち特定のODペアについての利用者便益をグラフで示したものが、下図である。

without ケースおよび with ケースのOD需要量と一般化費用を表す点  $W^0(Q^0, C^0)$  と点  $W^1(Q^1, C^1)$  のデータを用いて、利用者便益を台形の面積で算出する。同様の計算を全てのODペアについて実施し、足し合わせたものが鉄道整備によって特定の年度に発生する利用者便益である。

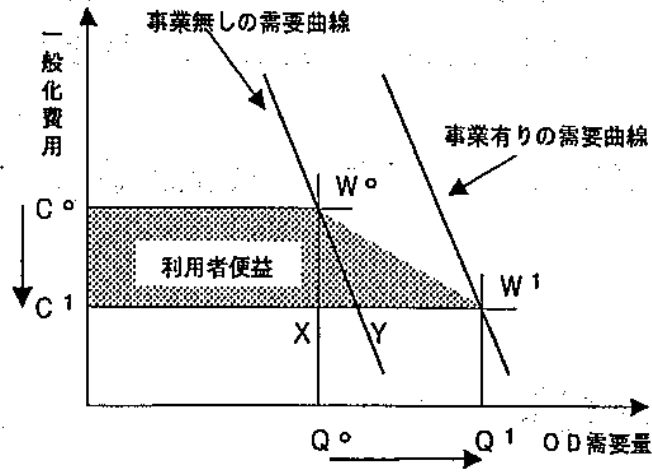


図 2-1 消費者余剰分析による利用者便益算定の概念図

具体的な計測手順は以下の通りである。

- 作業1：withoutケースとwithケースとの2ケースについて需要予測を行い、全てのODペアについて、各ケースの需要量を算定する。
- 作業2：withoutケースとwithケースの両方について、全てのODペア間の交通サービス変数（所要時間や運賃など）を整理する。
- 作業3：作業2において整理された交通サービス変数をもとに、without、withの両ケースについて一般化費用を全てのODペアについて算定する。
- 作業4：作業1からのOD需要量と作業3からの一般化費用とを、式(1)へ代入し、全ODについて合算する。これによって求められるのが、特定の年度に発生する利用者便益である。

### (3) 一般化費用の算定方法について

#### ① 一般化費用とは

一般化費用とは、所要時間や運賃、その他の交通サービス変数を金額換算し、合算した値のことを指す。ゾーン間での特定交通機関あるいは特定経路の一般化費用は、一般的には式(2)のような式で表される。

$$GC_{k,ij} = F_{k,ij} + \sum_a \left( \omega_a \cdot \sum_{pq} T_{a,k,ij,pq} \right) + \sum_b \left( \omega_b \cdot \sum_{pq} conf_{b,k,ij,pq} \right) \quad (2)$$

ここで、

- $GC_{k,ij}$  : ゾーン i からゾーン j への k 番目の交通機関または経路の一般化費用 (円)
- $F_{k,ij}$  : ゾーン i からゾーン j への k 番目の交通機関または経路の運賃 (円)
- $T_{a,k,ij,pq}$  : ゾーン i からゾーン j への k 番目の交通機関または経路の種類 a のリンク p → q の所要時間 (分)
- $conf_{b,k,ij,pq}$  : ゾーン i からゾーン j への k 番目の交通機関または経路のリンク p → q で発生する種類 b のその他の指標値の時間換算値 (分)
- $\omega_b$  : その他の指標 b の時間評価値 (円/分)

である。

なお、リンクの種類 a としては、鉄道乗車リンク、アクセス・イグレスリンク、乗換リンク等があり、その他の指標 b としては、乗換抵抗や運行本数等が挙げられる。

#### ② ゾーン間の一般化費用算定の方法

ゾーン間に複数の交通機関あるいは複数の経路がある場合、当該ゾーン間の一般化費用の算定には以下の3種類が考えられる。

方法1：最も一般化費用の低い交通機関あるいは経路の所要時間や運賃等を用いて、当該ゾーン間の一般化費用を算定する方法

方法2：各交通機関あるいは経路の所要時間や運賃等を、それぞれその需要に応じて加重平均を行うことにより、当該ゾーン間の一般化費用を算定する方法

方法3：需要予測モデルに非集計ロジットモデルを使用している場合、ログサム変数を用いて、当該ゾーン間の一般化費用を算定する方法

このうち方法3は、利用者便益を算定する上で理論的な整合性が確保されるものであり、本予測では非集計ロジットモデルを用いているため、方法3を用いることとする。

### ③ 一般化費用の各項目の算定方法

#### (a) 時間評価値による金額換算

一般化費用の算定は先の式(2)に示すとおりであり、この式に示された時間評価値 ( $\omega$ ) の考え方は次のとおりである。

時間評価値の算定には、一般に「選好接近法」あるいは「所得接近法」が用いられる。

選好接近法とは、時間の節約を獲得するのに犠牲にしても良い金額と節約時間との関係を、現実の交通行動データから分析し、時間評価値として計測しようとするものである。需要予測の際に使用したモデルの時間と運賃のパラメータから、この時間評価値を求める。

一方で、所得接近法とは、節約される時間を所得機会に充当させた場合に獲得される所得の増分をもって時間評価値とするものである。したがって、この場合の時間評価値は、利用者の時間あたり賃金（実質賃金率＝年間賃金／年間実労働時間）をもって算定される。マニュアルにおいては原則として選好接近法を用いることとしており、本検討では選好接近法のみにより計測する。

本検討においては、次の時間評価値を用いている。

表 2-1 時間評価値(円/分)選好接近法

	通勤	通学登校	自由	業務
① 所要時間パラメータ	-1.44E-01	-1.23E-01	-7.04E-02	-1.24E-01
② 費用パラメータ	-3.85E-03	-1.01E-03	-4.64E-03	-2.99E-03
①/② 時間評価値 (円/分)	37.5	12.2	15.2	41.6

#### (4) 利用者便益の分解方法

本検討では、需要予測モデルに非集計ロジットモデルを使用し、ログサム変数を用いているため、一般化費用を「時間短縮便益」「費用節減便益」「その他の便益」の各便益に簡単には分解できない。このため、本検討では次に示す近似的な計算方法で各便益を求めるものとする。

ただし、需要予測モデルにおいては、車両内の混雑による鉄道ルートの変更は考慮していないため、車両内混雑緩和便益については一般化費用に含まれず、別途加算するものとする。

##### ① 総所要時間の変化（時間短縮便益）

需要予測結果から、整備路線利用者について、当該路線整備の有無による、最初の出発地から最終目的地に至るまでの間の所要時間の変化（短縮時分）の総和を求め、これに前述の時間評価値を乗じて算定する。

##### ② 総費用の変化（費用節減便益）

需要予測結果から、既存ルート（マイカー、バスを含む）からの転換に伴う運賃負担軽減額（または増加額）を算定する。

##### ③ その他の便益

需要予測モデルにおける、時間、費用以外の交通特性（乗換抵抗・運行間隔・始発駅ダミー・駅バリアフリー施設・バス、自動車のダミー変数など）による一般化費用の増減を表す。

本来は時間、費用以外のパラメータと費用のパラメータとの比を掛けてそれぞれの一般化費用（＝乗換抵抗など利用者の負担（便益）を貨幣単位に換算）を算定し、整備前後の費用の差をもって便益とするが、実際には、上記3便益の和がログサムを用いた総便益に一致しなくなるため、ここでは、その他便益は総便益より時間短縮便益と費用節減便益を引いた差とする。

##### ④ 旅客快適性の変化（車両内混雑緩和便益）

一般的には、鉄道車両内混雑による不快感は、下式（1）により、時間換算値として計測される。

$$\omega_l \cdot \sum_{pq} \delta_{k,ij,pq} \cdot T_{l,k,ij,pq} \cdot f_{cong} (x_{pq}, cap_{pq}) \quad (1)$$

ここで、

$\omega_l$  : 乗車中の時間評価値【円/分】

$T_{l,k,ij,pq}$  : ゾーン i からゾーン j への k 番目の鉄道経路の駅 p → 駅 q の乗車

時間【分】

$f_{cong}(\cdot)$  : 混雑不効用関数（混雑不効用の評価値の時間換算係数）

$x_{pq}$  : 駅 p → 駅 q のリンク需要量【人/時】

$cap_{pq}$  : 駅 p→駅 q のリンクの交通容量【人/時】

$\delta_{k,ij,pq}$   $\begin{cases} 1 : \text{リンク } pq \text{ がゾーン } ij \text{ 間の } k \text{ 番目の経路上にある場合} \\ 0 : \text{リンク } pq \text{ がゾーン } ij \text{ 間の } k \text{ 番目の経路上にない場合} \end{cases}$

である。

なお、混雑不効用関数としては、以下の表を用いることとする。

表 2-2 混雑不効用関数

混雑率 (%)	混雑不効用関数
0 以上 100 未満	$F=0.0270R$
100 以上 150 未満	$F=0.0828R-0.0558$
150 以上 200 未満	$F=0.179R-0.200$
200 以上 250 未満	$F=0.690R-1.22$
250 以上	$F=1.15R-2.37$

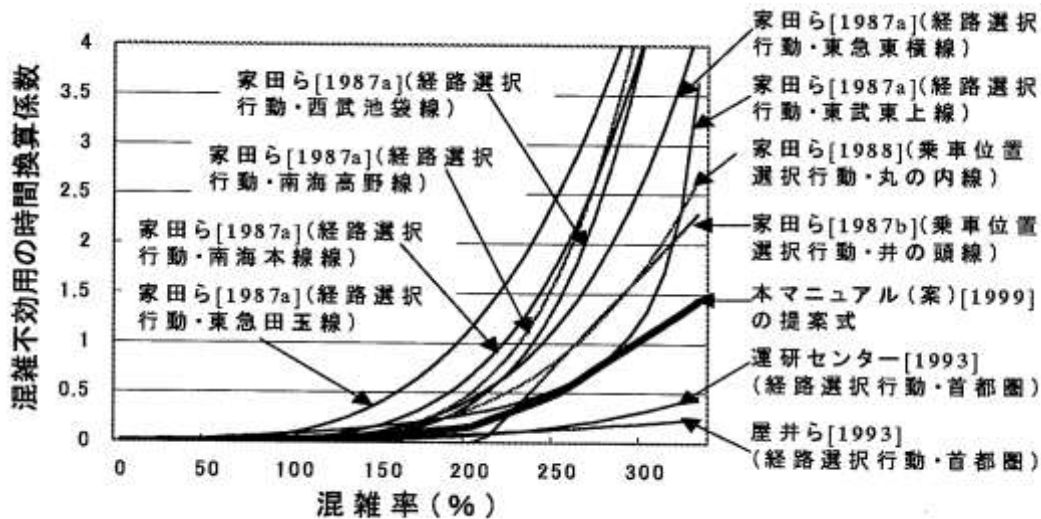
ここで、

F : 混雑不効用の評価値の時間換算係数 (混雑不効用関数  $(=f_{cong}(\cdot))$ )

R : 混雑率【%】 / 100  $\left( = \frac{x_{pq}}{cap_{pq}} \right)$

である。

なお、マニュアルの混雑不効用関数と、既存の関連研究における代表的な混雑不効用関数との関係を図示したものが下図である。



注：図中の ( ) 内は、それぞれ関数推定の対象とした利用者の行動ならびに路線

図 2-2 マニュアルの混雑不効用関数と他の既存研究成果との関係

## 2.1.2 環境等改善便益の計測方法

### (1) 環境等改善便益の計測方法の基本的な考え方

環境等改善便益のうち、道路混雑緩和効果（時間短縮便益・経費減少便益・事故減少便益）および道路騒音改善便益については、一般的な方法が、「道路投資の評価に関する指針（案）」（平成10年6月、道路投資の評価に関する指針検討委員会）（以下「指針」と略す）に示されている。

しかしながら、これらを求めるには、道路の交通量予測など、複雑な計算過程を要する。そこで本検討では、指針に示された考え方のみを参考にし、道路の交通量予測は行わず、近畿圏全域の走行台キロの変化と、現況の実績値等から設定した原単位などを用いて、これら環境等改善便益を計測する。

## (2) 道路混雑緩和効果

### ① 走行時間短縮便益

走行時間費用は、交通量及び走行時間を用いて計測される。

走行時間費用： $Q \cdot T \cdot \alpha \cdot 365$  (円/年)

$Q$  :交通量 (台/日)

$T$  :走行時間 (分)

$\alpha$  :時間価値原単位 (円/台・分)

走行時間短縮便益は、対象地域全域での走行時間費用を整備前後で算出し、総走行時間費用の減少量として表される。

このとき、整備前後では、対象路線の周辺を中心に交通量の減少が予想されるが、本調査では、交通量の減少は少ないこと、混雑の回避のため効果が広く分散されることから、走行速度は変化しないものと考え、走行時間は、大阪市一般道の平均速度 (19.3km/h) を用いて、以下の式で表す。

走行時間： $X_1 / X_2 \cdot 60$  (分)

$X_1$  :自動車走行台キロ (台キロ/日) の削減量

$X_2$  :大阪市一般道の平均速度 (16.8km/h) (H22 道路交通センサス)

時間評価原単位については、対象地域全域において複数の車種が走行しているが、簡単のため乗用車の原単位を用いる。

車種	時間評価値 (円/台・分)
乗用車	40.1

注) 平成 20 年価格



## ② 走行経費減少便益

走行経費は、交通量及び延長を用いて計測される。

走行費用： $Q \cdot L \cdot \beta \cdot 365$ （円/年）

$Q$ ：交通量（台/日）

$L$ ：延長（km）

$\beta$ ：走行経費原単位（円/台 km）

走行経費節減便益は、対象地域全域での走行経費を整備前後で算出し、総走行経費の減少量として表される。

このとき、整備前後では、対象路線の周辺を中心に交通量の減少が予想されるが、本調査では、交通量の減少は少ないこと、混雑の回避のため効果が広く分散されることから、走行速度は変化しない（16.8km/h：大阪市一般道の平均速度）ものとする。

走行経費原単位は、道路規格別・沿道別に設定されるが、本調査の対象路線の効果が発現は、広く大阪市一般道に広がるものと考えられることから、一般道・市街地の原単位を用いる。ただし、対象地域全域においては複数の車種が走行しているが、簡単のため乗用車の原単位を用いる。

速度 (km/h)	時間評価値 (円/台・km)
15.0	28.26
16.8	27.45
20.0	26.02

注) 平成 20 年価格

### ③ 交通事故減少便益

交通事故による損失額は（人身事故によるものと物損事故によるものを含む）は、以下の式を用いて計測される。本調査の対象とする路線は、大阪市の臨海部を走る路線であることから、D I D地区の4車以上の道路が多く、交通量が減少する道路の大半がこの種の道路に該当すると考えられる事から、D I D地区の4車以上の算定式から計測する。また、簡単のため、中央分離帯は考慮しない算定式を用いる。

道路・沿道区分	事故損失額 (千円/年)
一般道・D I D・4車線以上	$Y = 1760X_1 + 530X_2$

ただし、 $X_1$ :走行台キロ（千台キロ/日）、 $X_2$ :走行台・交差点数（千台・箇所/日）

ここで、算定式は線形式であるから、 $X_1$ 、 $X_2$ には削減量を代入して、交通事故減少便益は、事故損失額の差として、

交通事故損失の削減額： $1760 X_1 + 530 X_2$ （千円/年）

$X_1$ ：自動車走行台キロ（千台キロ/日）の削減量

$X_2$ ：自動車走行台箇所（千台箇所/日）の削減量

と表される。

ただし、このときの自動車走行台箇所は、簡単のため大阪市一般道の交差点密度が概ね同一（12.3箇所/km：H22道路交通センサスより）として、以下の値を用いる。

自動車走行台箇所の削減量：

走行台キロの削減量（千台キロ/日）×12.3（箇所/km）

(3) その他の環境改善便益

① 道路騒音の改善による局所的環境改善効果の計測

(a) 道路騒音の等価騒音レベルの算定

道路騒音の等価騒音レベルは、車種（混入率）、走行速度及び交通量を用いて計測される。本調査では、転換する交通量が少ない事から、走行速度は変化しないものと考え、大阪市内の平均速度(16.8km/h)に最も近い、走行速度を 20km/h として算定式から計測する。

走行速度 (km/h)	等価騒音レベル (dB(A))
20	$36+10 \cdot \log(a+4.4b)+10 \cdot \log(Q/24)$

ただし、a:小型車混入率、b:大型車混入率 (a+b=1)、Q:自動車交通量 (台/日)

またここで、転換する交通量が少ない事から、a,b についても整備前後で変化がないと仮定すると、騒音レベルの整備前後の差は、

$$\text{騒音レベルの差} : \zeta_0 - \zeta_1 = 10 \cdot \log(Q_0/24) - 10 \cdot \log(Q_1/24)$$

$Q_0$  : 整備前の自動車交通量

$Q_1$  : 整備後のそれぞれの自動車交通量

$\zeta_0$  : 整備前の騒音レベル

$\zeta_1$  : 整備後の騒音レベル

と表される。

道路交通が減少する地域は、対象路線を中心に広範囲におよぶが、簡単のため、平均交通量の考え方をもちいる。すなわち、整備前後の交通量は、以下のように表され、上記の式に当てはめることで、等価騒音レベルの低下が計測される。

$Q_0$ : 整備前の交通量	$\frac{\text{走行台キロ (207.72 百万台キロ/日)}}{\text{道路延長 (19,338.1km)}} = 10,691 \text{ 台/日}$
$Q_1$ : 整備後の交通量	$\frac{\text{走行台キロ (207.72 百万台キロ/日)} - X}{\text{道路延長 (19,338.1km)}}$ ただし、Xは新線整備による走行台キロの減少

※ 表中の数値は、平成 17 年道路交通センサスにおける 2 府 4 県の合計値

(b) 道路騒音による影響の貨幣換算

(a)で算定された道路騒音の等価騒音レベルに、240[万円/dB(A)/km/年]と減少分の交通量の平均トリップ長 (=走行台キロの減少分÷交通量の減少分) を乗じて貨幣換算する。

## ② 局所的環境改善効果の計測について

### (a) NO<sub>x</sub> 排出量の算定

NO<sub>x</sub>排出量は、車種（混入率）、走行速度および交通量を用いて計測される。本調査では、転換する交通量が少ない事から、走行速度は変化しないものと考え、走行速度を16.8km/h（大阪市一般道の平均速度）として算定式から計測する。

走行速度 (km/h)	NO <sub>x</sub> 排出量 (g/km/日)
10	$(0.34a+3.79b) \cdot Q$
16.8	$(0.31a+3.48b) \cdot Q$
20	$(0.29a+3.33b) \cdot Q$

ただし、a:小型車混入率、b:大型車混入率（a+b=1）、Q:自動車交通量（台/日）

ここで、自動車の削減はすべて乗用車（小型車）によるものと仮定し、上式にa=1, b=0を代入して、NO<sub>x</sub>排出量の減少量は、自動車走行台キロの削減量 $X_1$ を用いて、

$$\text{NO}_x \text{ 排出量の減少量} : 0.31Q \quad (\text{g/km/日}) \times \text{平均走行キロ} = 0.31X_1 \quad (\text{g/日})$$

$X_1$  :自動車走行台キロ（台キロ/日）の削減量

と表される。

### (b) NO<sub>x</sub> による影響の貨幣換算

(a)で算定されたNO<sub>x</sub>の排出量をもとに、292[万円/トン]（DID地区におけるNO<sub>x</sub>の貨幣評価原単位）を乗じて貨幣換算を行う。

### ③ 地球的環境改善効果の計測について

#### (a) CO2 排出量の算定

CO2 排出量は、車種（混入率）、走行速度および交通量を用いて計測される。本検討では、転換する交通量が少ない事から、走行速度は変化しないものと考え、走行速度を16.8km/h（大阪市一般道の平均速度）として算定式から計測する。

走行速度 (km/h)	CO2 排出量 (g-c/km/日)
10	$(99a+237b) \cdot Q$
16.8	$(77a+211b) \cdot Q$
20	$(67a+182b) \cdot Q$

ただし、a:小型車混入率、b:大型車混入率（a+b=1）、Q:自動車交通量（台/日）

ここで、自動車の削減はすべて乗用車（小型車）によるものと仮定し、上式に a=1,b=0 を代入して、CO2 排出量の減少量は、自動車走行台キロの減少量 X1 を用いて、

$$\text{CO2 排出量の減少量} : 77Q \quad (\text{g/km/日}) \times \text{平均走行キロ} = 77X_1 \quad (\text{g/日})$$

X<sub>1</sub> :自動車走行台キロ（台キロ/日）の削減量

と表される。

#### (b) CO2 による影響の貨幣換算

(a)で算定された CO2 の排出量をもとに、10,600[円/トン-c]（DID 地区における CO2 の貨幣評価原単位）を乗じて貨幣換算を行う。

## 2.2 費用の算定

### 2.2.1 費用の算定について

費用便益分析における費用は計算価格で算定する。計算価格とは、実際の費用、すなわち市場価格を次のように換算したものである。

- ・市場価格から税金、補助金、利子といった国民経済的に見た場合の移転所得を除く。
- ・機会費用（あるプロジェクトの投資額を他のプロジェクト等へ投資した場合に得られる最大の収益）の考え方に基づいて算定する。

ここで、機会費用とは、そのプロジェクトに投資することによって、他の投資を行う機会を犠牲にしたために生じる費用で、一般には、その費用によって生み出される生産物や、サービスの提供を中止したときに生じると考えられる費用の総節約額から求められる。

具体的には、用地費について考えると、従前から事業主体が所有しており、整備事業を実施する際に改めて用地取得費が発生しない場合がある。そうした場合であっても、その土地が他の目的で利用されることで収益が得られるのであれば、整備事業のために利用することで、他の目的で利用した場合に得られる収益を失うこととなる。そこで、機会費用の考え方にたった上で、用地費を周辺の土地価格を参考に計上する。

### 2.2.2 費用算定の基本的な考え方

#### (1) 費用算定の対象

費用は、建設期間中に発生する費用（初期投資）のみならず、供用開始後から計算期間末までの維持改良費・再投資等も含める。営業費は、負の便益として、供給者便益の計測で取り扱う。

初期投資としては、直接工事費（工事材料費、設備費、労務費等）のみならず、用地関係費（用地取得費、移転補償費）、間接工事費（建設機械損料、仮設費、保険料、現場管理費等）を計上する。事業中に環境等対策が行われる場合には、この対策に係る費用は、可能な限り建設費の一部として計上する。

維持改良費とは、資産の寿命を長期化させる投資という意味で、維持修繕費（維持補修費）とは異なる。また、再投資は、計算期間中に資産の耐用年数が経過してしまう資産（例えば、車両）に対しての新たな投資を指す。

上下分離等により複数の主体が費用を負担する場合は、全ての主体が負担する費用を計上する。

なお、鉄道プロジェクト評価の効率的な実施の観点から、他と比較してオーダーが著しく小さい費目については、必ずしも厳密な計測を行う必要はない。

(2) 費用発生時期

各費用は、実態に即して適切な時期に計上する。

(3) 補助金の取扱い

費用等に対する補助金分は投資額と見なし全額費用として計上する。

(4) 税の取扱い

消費税のみを除外する。

表 2-3 一般的な費用の分類

費目		内訳	備考
建設投資額 (初期投資)	建設費	直接工事費	工事材料費
			設備費
			労務費
	間接工事費	建設機械損料	機械設備の使用に対する対価
		仮設費	直接工事費の中に含まれない動力費、安全費等の工事に配分され得ないもの
		保険料	政府保険、海上輸送保険、組み立て保険、火災保険、賠償保険、労災保険等
		現場管理費	工事に伴う現場事務所の運営に要する費用で、管理者人件費、現場事務所経費
用地関係費		用地取得費、移転補償費、漁業補償費がこれに含まれる。なお、用地造成費は建設費に含める。	
開業後の維持改良費・再投資		車両費等	維持改良費は資産の寿命が伸びる投資。再投資は、計算期間中に耐用年数に達した資産に関して、耐用年数に達した次年度に、初期投資と同額の投資を行うもの。
の営業費 開業後の毎年度	運送費等		運送、宣伝費、福利厚生、一般管理費
	維持修繕費(維持補修費)		耐用年数の期間、そのサービスを十分たらしめるための費用(資産評価額の変化はない)
	諸税		印紙税、固定資産税、都市計画税

資料) : 「土木工学ハンドブック(第四版)」(土木学会編、技報堂出版、1989) に加筆修正

費用便益分析における費用および、採算性分析における費用は、資金運用表の利用が可能であるが、以下のとおり、取り扱う項目が異なる。

以下に、資金運用表において該当する費目と、費用便益分析と採算性分析との取扱いの違いを示した。

表 2-4 資金運用表を利用した費用の算定方法

項目	計算表	費用便益分析での扱い	採算性分析での扱い
(1)資金流入	①+②+③		
①純利益	損益計算表より	計上対象外	計上対象
②減価償却費	損益計算表より	同上	同上
③借入金	資金計画より	同上	同上
(2)資金流出	①+②		
①建設投資額	設備費 投資計画より	消費税分を除外して、建設期間中の建設費、供用中の維持改良費・再投資額を投資時期に合わせて基準年度価格で計上する。 実質ベースで算定するため、物騰、人件費上昇率は除外する。 建中利息（建設利息）は国民経済的に見た場合に移転所得であるため、除外する。	消費税分も計上する。  投資時期に合わせて物騰、人件費上昇率を考慮する。 建設利息も計上する。
	用地費 投資計画より	計上対象とする。	同左
②借入金返済	資金計画より	計上対象外	計上対象
(3)資金余剰		同上	同上
(4)累積資金余剰		同上	同上



(5) 費用算定の基本式

以上により算定された費用は、以下の式によって年度ごとに計測する。

$$CC_{tc} = \frac{IV_{tc}}{1+tax} + \frac{MT_{tc}}{1+tax} + RT_{tc}$$

ここで、

CC<sub>tc</sub> : tc年における費用[円/年]

IV<sub>tc</sub> : tc年における建設費[円/年]

MT<sub>tc</sub> : tc年における維持改良費・再投資[円/年]

tax : 消費税率(=0.05)

RT<sub>tc</sub> : tc年における用地関係費[円/年]

である。

## (6) 残存価値の計測

費用便益分析においては、計算期末における資産を、残存価値として、便益として計上する。

残存価値は、企業会計上で非償却資産に当たる用地、償却資産に当たる建設費、維持改良・再投資費に対応する資産を対象として、計算期末に計上する。

残存価値の計上方法は、企業会計上の減価償却概念を援用し次の通り行う。

### ① 非償却資産（用地関係費）

用地関係費等の非償却資産の残存価値は、実勢価格等を参考に評価した純便益で計測することが基本であるが、過大な評価を避けるという意味で、用地取得費によってよい。

### ② 償却資産（建設費、維持改良・再投資費）

償却資産の残存価値は、各資産の償却期間、あるいは全償却資産を一括して総合償却期間で、定額法または定率法で減価償却して計測する。

ここで、計算期末のスクラップ価値については極めて小さい額となるため、残存価値として計上しなくてよい。

## 2.3 費用便益分析

### 2.3.1 費用便益分析の指標

費用便益分析の指標としては、費用便益比、純現在価値、経済的内部収益率の3つの指標があり、基本的にはこれら3つの指標を併記して行うものとする。

なお、これらのうち、費用便益比、純現在価値については、社会的割引率の設定により、値が変動する点に注意が必要である。

#### (1) 費用便益比

費用便益比 (CBR : Cost-Benefit Ratio) は次の式によって算出する。

$$CBR = B / C$$

ここで、

B : 総便益[円] 社会的割引率により現在価値化した各年度の便益の合計

C : 総費用[円] 社会的割引率により現在価値化した各年度の費用の合計である。

費用便益比は、費用に対する便益の相対的な大きさを比で表すものであり、この数値が大きいほど社会的に見て効率的な事業と評価することができる。

#### (2) 純現在価値

純現在価値 (NPV : Net Present Value) は次の式によって算出する。

$$NPV = B - C$$

ここで、B と C は上記と同様である。

純現在価値は、便益から費用を差し引いたものであり、この数値が大きいほど、社会的に見て効率的な事業と評価することができる。

#### (3) 経済的内部収益率

経済的内部収益率 (EIRR : Economic Internal Rate of Return) は次の式によって算出する。

$$EIRR = \text{純現在価値 NPV が 0 となる利率 } i$$

経済的内部収益率は、「投資した資本を計算期間内で生じる便益で逐次返済する場合に返済利率がどの程度までなら計算期間末において収支が見合うか」を考えたときの収支が見合う限度の利率のことで、その概念図が次図である。この数値が大きいほど社会的に見て効率的な事業と見なすことができる。

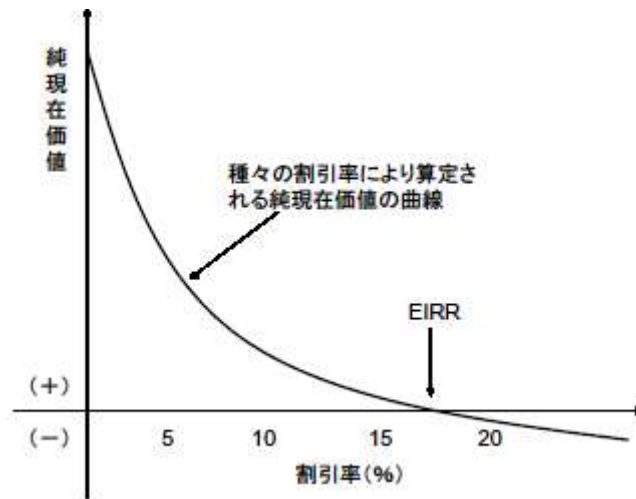


図 2-3 経済的内部収益率と純現在価値との関係

(参考 費用便益分析に当たっての注意点)

費用便益分析の3つの指標（費用便益比 (B/C)、純現在価値 (NPV)、経済的内部収益率 (EIRR))のうち、最も使われてきたのが費用便益比 (B/C) である。この指標は、便益と費用の比という非常に分かり易い指標であるため広く使われてきたが、「少しでも1.0を下回った場合は社会的に必要な事業である」という誤った評価をしないよう、以下のような点に注意が必要である。

まず、本来、鉄道プロジェクトの実施によって得られる効果は、所要時間の短縮、交通費用の減少、移動制約者の利便性の向上、震災時の代替輸送、時間信頼性の確保、文化・観光への効果等、多岐にわたるが、これらのうち便益に計上する効果は、学術的に計測手法が確立し、かつ一定の精度で計測できる効果に限定されている点である。

もう一つは便益及び費用を様々な仮定のもとで算定している点である。例えば、便益及び費用を現在価値に換算するために社会的割引率という係数を用いているが、社会的割引率は、公共事業評価において費用便益分析が導入されて以降、国債の実質利回りを参考として4%に設定することとなっており、現在の我が国の社会経済情勢においては非常に高い値となっている。

一方、費用を便益で回収すると考えた場合の利回りを表すEIRRで考えた場合、B/Cが1.0未満であるということは、EIRRが社会的割引率未満であることを示す ( $B/C < 1.0 \Leftrightarrow EIRR < \text{社会的割引率}$ )。つまり、B/C が少しでも1.0を下回った事業を社会的に非効率な事業であると評価することは、EIRRが4%を少しでも下回った事業を社会的に非効率な事業と評価することになるのである。

以上2点を踏まえ、費用便益分析に当たっては、B/Cのみならず、3つの指標を十分吟味する必要がある。

## 2.3.2 便益・費用の現在価値の推計

### (1) 現在価値化の基本的な考え方

鉄道整備においては通常、長期間にわたり費用や便益が生じるが、機会費用の観点からは現在の1円は将来の1円より価値が高いため、異時点間の費用や便益を比較する際は、将来の価値を現在価値化する必要がある。そのため、総便益及び総費用を算定する際は、まず各年度の便益及び費用を算定し、これらを社会的割引率により現在価値に割り戻して合計する。

このため、年間便益や費用の総額が変化しなくとも、事業期間が変化することで、現在価値に割り戻した総便益や総費用が変化し、費用便益分析の結果が変化する。

なお、実際の計測においては、年度単位の扱いとし、各年度内発生便益、費用は全て年度末計上とする。

### (2) 便益の現在価値の集計

各年度の便益の現在価値への変換及び集計は以下の式によって行う。

$$B = \sum_{tb=1}^Z \left( \frac{B_{tb}}{(1+i)^{T^0+tb-T^c}} \right) + \frac{SV}{(1+i)^{T^0+Z-T^c}}$$

ここで、

B : 総便益[円]

B<sub>tb</sub> : tb期の便益[円/年]

SV : 計算期末の残存価値[円]

tb : 供用開始年度を1とする各年度

Z : 供用開始年度を1とする計算期末の年度 (=30年目及び50年目)

T<sup>0</sup> : 建設開始年度を1とする建設完了の年度 (建設期間はT<sup>0</sup>年間となる)

T<sup>c</sup> : 建設開始年度を1とする評価時点の年度

(新規事業採択時評価においては、評価時点が建設開始年度の前年度であり、この場合、

T<sup>c</sup> = 0である)

i : 社会的割引率

である。

(3) 費用の現在価値の集計

各年度の費用の現在価値への変換及び集計は以下の式によって行う。

$$C = \sum_{tc=1}^{T^0+Z} \left( \frac{CC_{tc}}{(1+i)^{tc-T^c}} \right)$$

ここで、

C : 総費用[円]

CC<sub>tc</sub> : tc期の費用[円/年]

tc : 建設開始年度を1とする各年度

Z : 供用開始年度を1とする計算期末の年度 (=30年目及び50年目)

T<sup>0</sup> : 建設開始年度を1とする建設完了の年度 (建設期間はT<sup>0</sup> 年間となる)

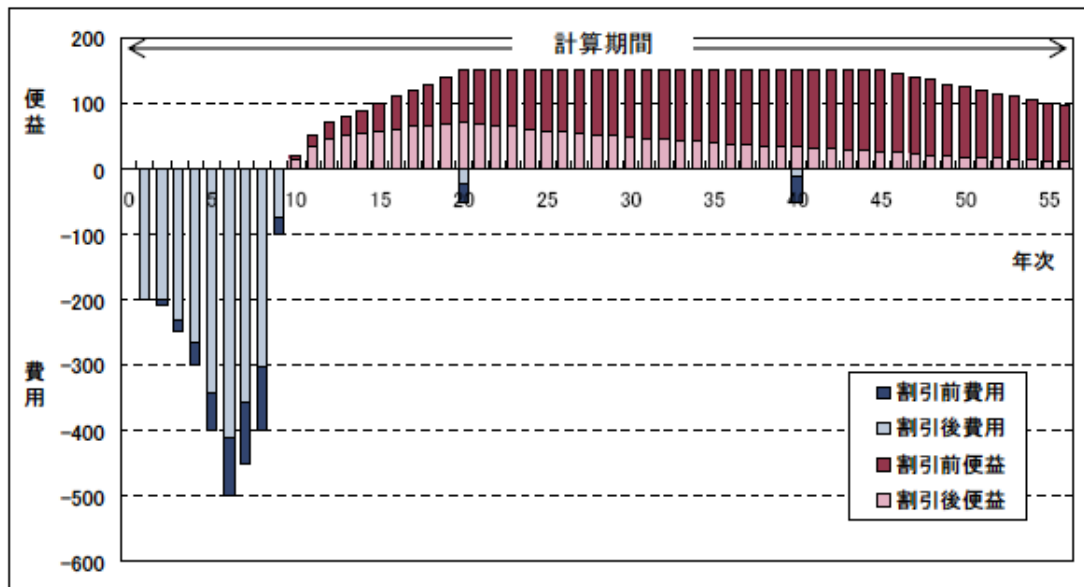
T<sup>c</sup> : 建設開始年度を1とする評価時点の年度

(新規事業採択時評価においては、評価時点が建設開始年度の前年度であり、この場合、

T<sup>c</sup> =0である)

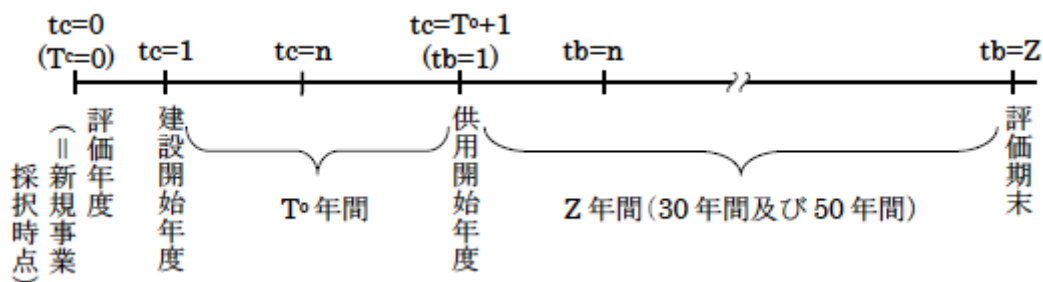
i : 社会的割引率

である。



注) 建設開始の前年を評価時点とした場合のイメージ図 (0年が基準年次)

図 2-4 割引後の現在価値のイメージ



注) 建設開始の前年を評価時点とした場合のイメージ図

図 2-5 評価年度と建設開始年度、供用開始年度の関係

### 2.3.3 費用便益分析におけるその他の基本的諸条件

#### (1) with、withoutの設定

費用便益分析においては、便益及び費用それぞれについて、with（整備事業の実施あり）とwithout（整備事業の実施なし）の状況を比較して算定する。

このwithとwithoutの設定の原則は、便益と費用それぞれにおける設定を、整合を持って行うことである。すなわち、便益算定に当たって考慮したサービス水準の変化を実現するために必要な費用を計上する必要がある。例えば、在来線の改良とともに新車両を導入することによって、速達性の向上が図られるような事業の場合で、時間短縮便益を計上するのであれば、在来線改良の費用とともに、新車両導入の費用を計上する必要がある。

#### (2) 計算期間の設定

計算期間は、建設期間に加えて開業年度から30年及び50年を基本とする。

#### (3) 現在価値化の基準年度

現在価値化の基準年度は、評価を実施する年度、すなわち平成25年度とする。

#### (4) 社会的割引率

「公共事業評価の費用便益分析に関する技術指針（共通編）」（国土交通省、平成21年6月）に従い、社会的割引率は4%とする。

#### (5) 物価変動分の除去

費用便益分析においては人件費、運賃、物価の変動を考慮しないことを原則としており、評価時点の実質価格で評価を行う。

#### (6) 将来時点の便益の想定

計算期間中の将来時点の便益計測に当たっては、今後の人口減少等を考慮したものを基本ケースとして想定する。