

# 第 10 章 都市交通

## 都市交通の推移と現状

### 都市交通における交通機関別シェア

表 1 東京圏における旅客輸送人員とその交通機関別シェアの推移（％）

年度	鉄軌道	バス	タクシー	自家用乗用車
1955	78.1	15.3	6.6	-
1965	70.1	20.6	9.2	-
1975	59.7	15.8	5.2	19.4
1980	58.3	13.2	5.2	23.3
1985	58.6	11.3	4.8	25.3
1990	56.3	9.7	3.6	30.5

出典：都市交通年報

東京 23 区におけるピーク時旅行速度：時速 16.8km

表 2 通勤・通学交通における自家用乗用車利用者のシェア（％）

年	特別区部	大阪市	名古屋市	福岡市	富山市
1980	9.4	13.7	30.2	26.8	43.7
1990	9.7	14.7	33.7	30.5	57.7

出典：国勢調査（通勤・通学人口及び昼間人口），総務庁統計局

## 鉄道の混雑と輸送力増強投資

**表 3 三大都市圏の通勤鉄道の混雑率と輸送力**

	東京圏		近畿圏		名古屋圏	
	混雑率	輸送力	混雑率	輸送力	混雑率	輸送力
1975	221	100	199	100	205	100
1980	214	124	188	110	204	116
1985	212	136	187	114	192	125
1990	203	150	171	123	183	139
1993	197	156	166	128	173	152

出典：東京圏鉄道整備のあり方に関する調査報告書，運輸経済研究センター，平成 7 年 3 月

## 都心への通勤人口

**表 4 東京都心 3 区への流入人口**

年	昼間人口	常住人口	流入人口	流入人口 の増加	昼間人口 の増加	常住人口 の増加
1970	2,069,431	402,013	1,667,418			
1975	2,270,713	361,245	1,909,468	242,050	201,282	-40,768
1980	2,298,998	337,664	1,961,334	51,866	28,285	-23,581
1985	2,522,746	323,044	2,199,702	238,368	223,748	-14,620
1990	2,668,849	263,251	2,405,598	205,896	146,103	-59,793

出典：国勢調査（通勤・通学及び昼間人口） 総務庁統計局

**表 5 東京 23 区への流入人口**

年	昼間人口	常住人口	流入人口	流入人口 の増加	昼間人口 の増加	常住人口 の増加
1970	10,432,558	8,840,217	1,592,341			
1975	10,725,085	8,646,188	2,078,897	486,556	292,527	-194,029
1980	10,613,417	8,336,266	2,277,151	198,254	-111,668	-309,922
1985	10,958,178	8,346,709	2,611,469	334,318	344,761	10,443
1990	11,287,948	8,099,153	3,188,795	577,326	329,770	-247,556

出典：国勢調査（通勤・通学及び昼間人口） 総務庁統計局

## 通勤時間

**表 6 平均通勤時間**

従業地・通学地	東京 23 区	大阪市	名古屋市	福岡市	富山市
平均通勤時間（分）	53	46	38	35	27

出典：国勢調査（通勤・通学及び昼間人口） 総務庁統計局

**表 7 都市中心部への通勤者の平均通勤時間**

	東京都心 3 区		名古屋都心 4 区		大阪都心 3 区	
	平均時間	人数 （千人）	平均時間	人数 （千人）	平均時間	人数 （千人）
1975	65	2,075	59	302	57	767
1980	66	1,962	59	356	56	892
1985	67	2,056	59	371	59	892
1990	68	2,277	59	403	60	1,001

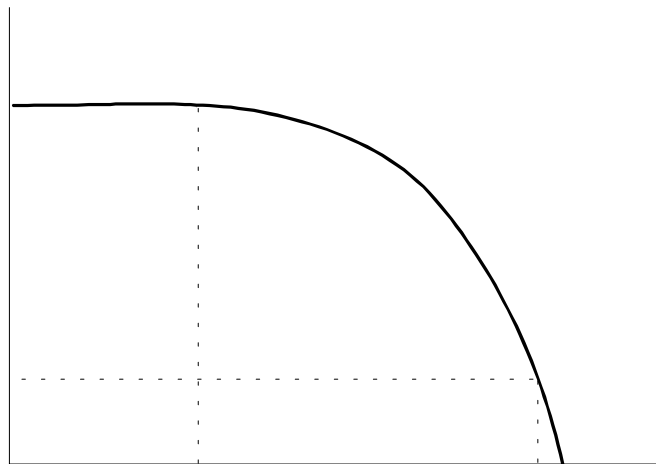
出典：平成 2 年大都市交通センサス報告書

# 混雑の経済分析

## 道路交通における混雑現象

ボトルネック混雑，流れの混雑

図 1 走行速度と交通密度



$$V = DS$$

図 2 交通量と走行速度

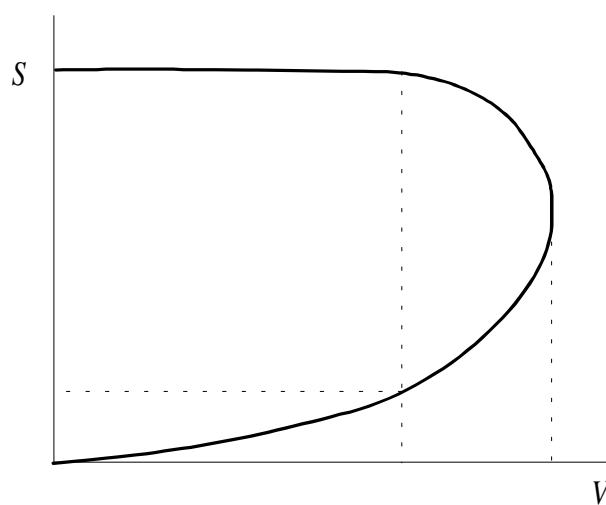
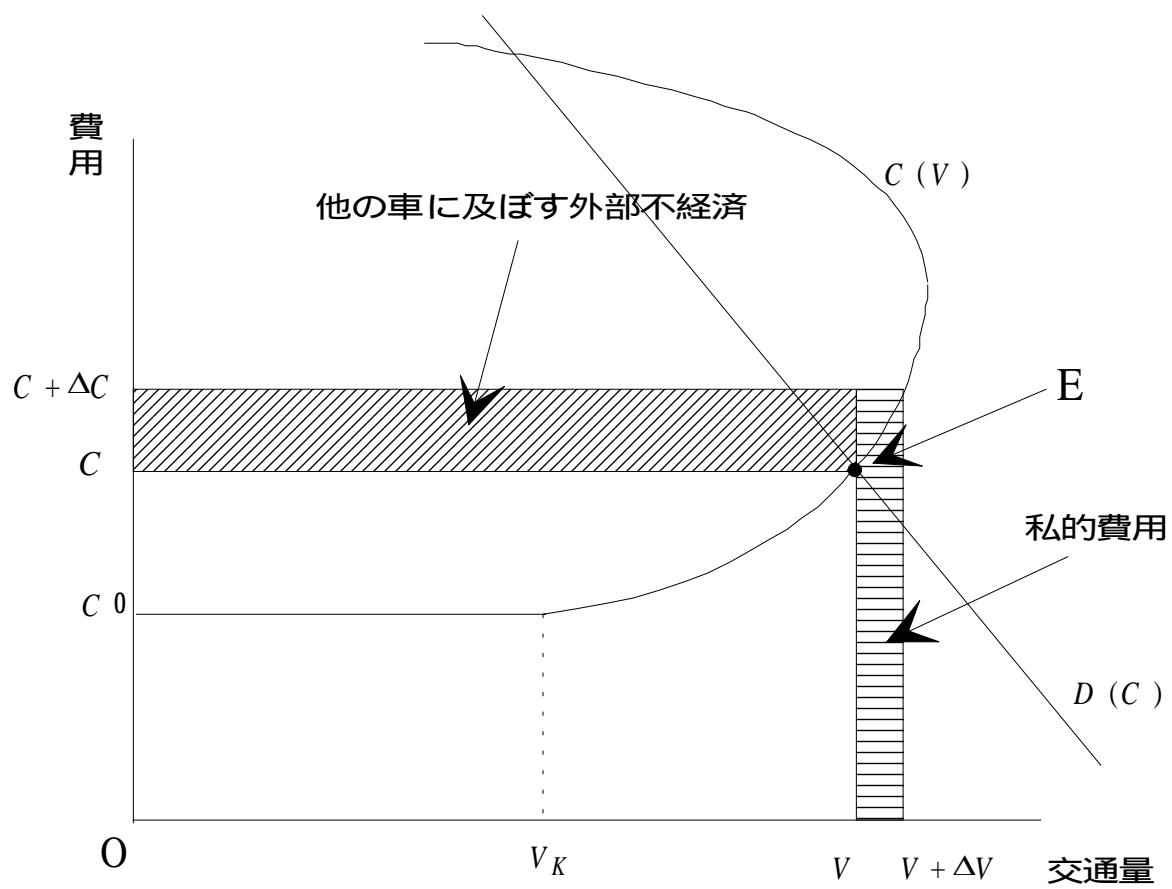
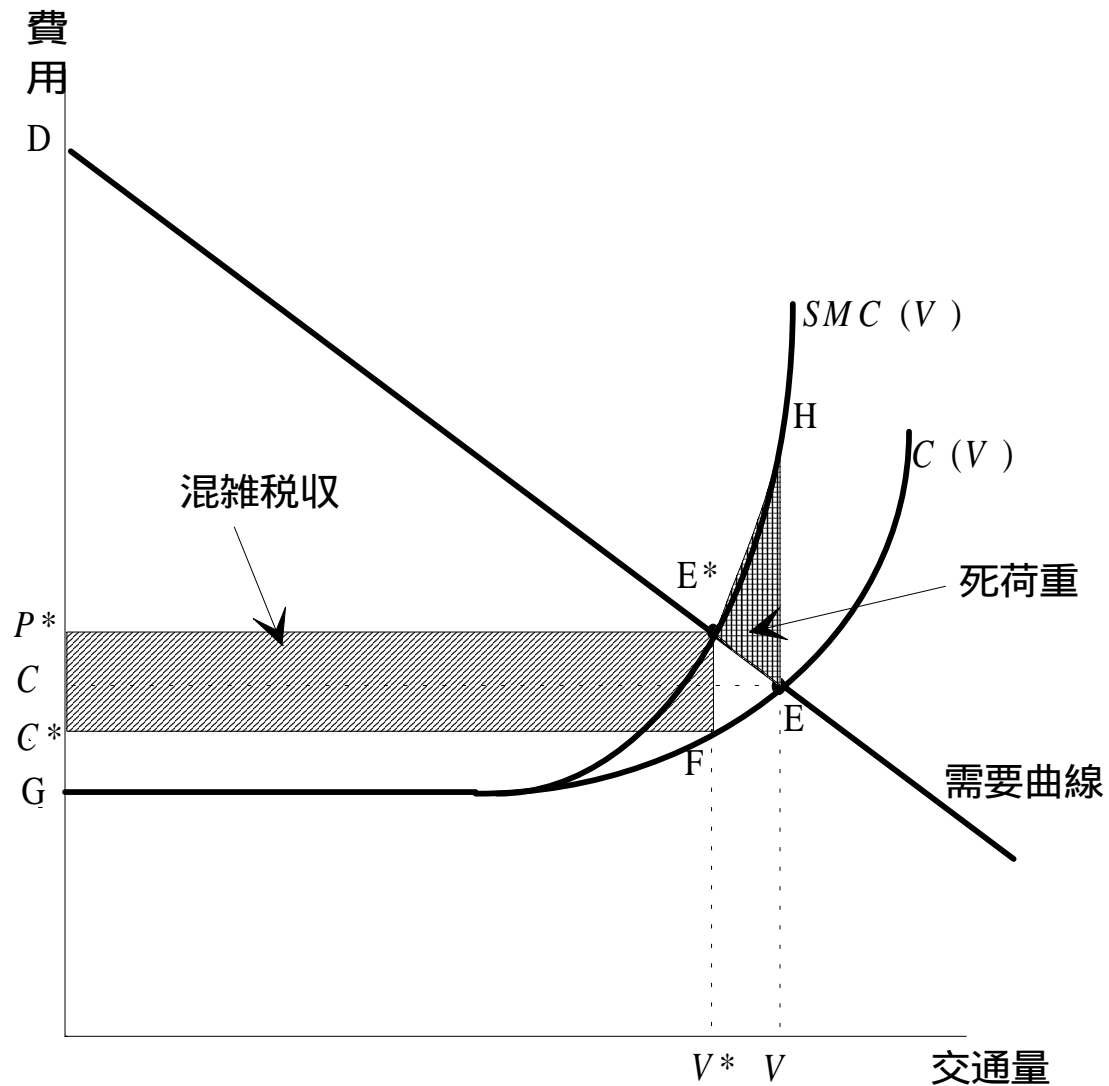


図 3 交通混雑と外部不経済



## 外部不経済と混雑料金

**図 4 混雑料金**



死荷重損失 ( deadweight loss )

利用者は混雑税によって必ず不利益を被る。

## 混雑の程度に応じて混雑税が異なる：時点・地点による違い

## 完全な混雑税は困難

ガソリン税は次善の均一混雑税と解釈できる。

## 超混雑は非効率

混雑を全くなくするのは必ずしも効率的ではない

## 混雑料金の実現可能性と不完全な混雑料金

有料道路：料金を場所と時間に応じて変えればよい

一般道路：都心乗り入れ料金制，電子式道路料金徴収システム  
( Electronic Road Pricing System )

きめの粗い不完全な混雑料金：次善の混雑料金

ガソリン税，軽油引取税：道路利用料金．混雑の程度によって  
は変化しない均一料金．

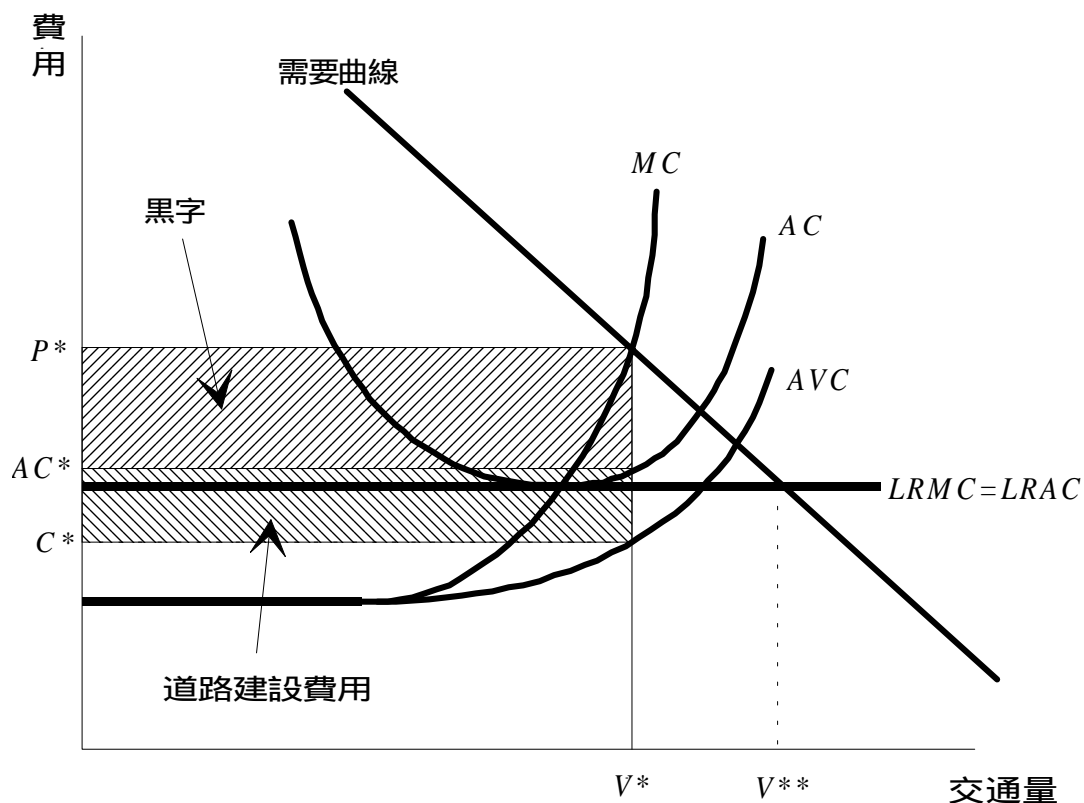
## 混雑料金収入で交通投資費用をまかなえるか？

道路特定財源制度の妥当性

$$TC(V) = F + VC(V)$$

$$AC(V) = C(V) + F / V$$

図 5 混雑料金と交通投資



規模の経済一定：  $LRAC = LRMC$  break even

規模の経済： 混雑料金収入 < 建設費用

規模の不経済： 混雑料金収入 > 建設費用

図 6 混雑料金と道路建設費用：規模の経済一定

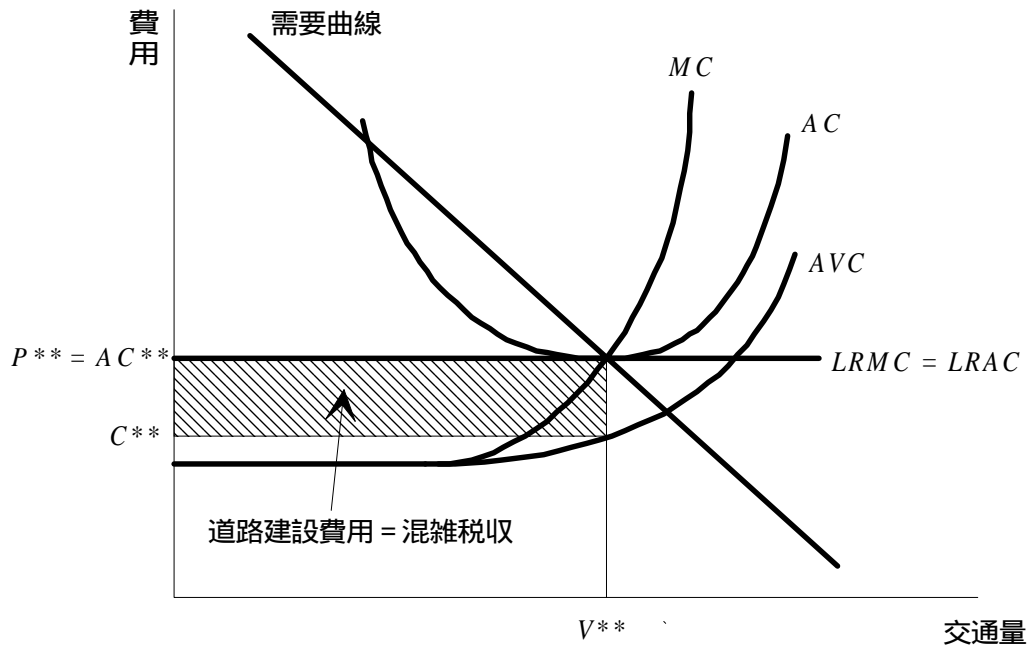
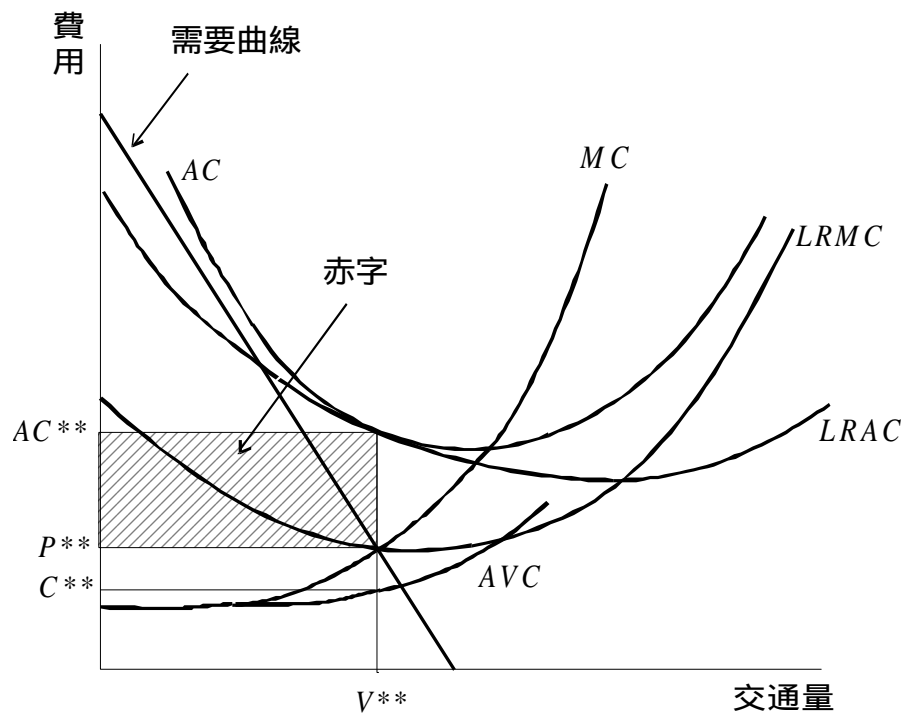
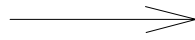


図 7 混雑料金と道路建設費用：規模の経済





規模の経済一定  
最適混雑料金  
最適キャパシティー



混雑料金収入 = 道路建設費

最適混雑料金の計算は困難 交通計画の通常のアプローチは  
最適キャパシティーを先に決定し、その財源をまかなうよう  
に料金水準を決定する。

規模の経済一定  
最適キャパシティー  
混雑料金収入 = 道路建設費



最適混雑料金

- 混雑税ゼロは最適ではない。固定費をカバーしなければならない。
- 都心部では地価が高いので固定費が大きい 混雑税高い  
混雑激しい

都市部と地方部の地価の差 固定費の差 混雑水準の差

## 混雑費用の推定例

### ( 1 ) ロンドン , 1979年

	私的費用 ( £ /mile )	社会的費用 ( £ /mile )
中心部	0.26	0.363
内部	0.23	0.466
外縁部	0.187	0.42

### ( 2 ) Frankena, p.40

#### Toronto における混雑コスト(Deweese)

朝ラッシュ	38 cents / mile
昼間	1.4 cents / mile

#### 米国高速道路 ( Keeler and Small ) ( 時間コストのみ )

夜	0.1 ~ 0.2 cents / mile
9 ~ 4 時	0.3 ~ 1.2 cents / mile
ラッシュ , 田舎及び郊外	2 ~ 9
市ラッシュ 中心	6 ~ 34

#### 米国高速道路 ( Kraus, Mohring and Pinfeld )

		混雑税 ( cents / mile )
rural	昼 nonpeak	0.2 ~ 0.5
	昼 peak	1 ~ 3
中コスト都市高速	nonpeak	0.5 ~ 1.5
	peak	3 ~ 9
高コスト都市高速	nonpeak	1 ~ 3
	peak	5 ~ 15

## 公害費用の推定例

Small: 0.4 cents / mile以上 ( 米国都市 , emission controlなし )

Dewee: 1 cents / mile ( emission controlなし )

排出量にリンクした価格の方が望ましい .

emission control の規制を行うと charge は 0.05 cents / mile に下がる . (Dewee)

## 道路維持費用の推定例

Ontario (Haritos): 0.2 ~ 0.6 cents / mile ( 乗用車 )

Keeler et al (米国1974 ) : 0.45 cents / mile

4 乗ルール : 車軸重量の 4 乗に比例 大型トラックが大きなコストを発生させている。乗用車はほとんどコストを発生させない。車軸数を増加させると軽減される。

## 石油税 ガソリン

国名	小売価格 (税抜価格) (円/ℓ)	税額 (石油消費税, 関税石油税, V A T)			
アメリカ	36.0 (26.7)	9.3	(6.5	0.1	2.7)
イギリス	86.4 (26.4)	60.0	(48.8		11.2)
フランス	122.7 (33.1)	89.6	(70.4		19.2)
西ドイツ	88.4 (30.4)	58.0	(47.1		10.9)
日本	123.6 (63.4)	59.8	(53.8	2.4	3.6)

## 軽油

国名	小売価格 (税抜価格) (円/ℓ)	税額 (石油消費税, 関税石油税, V A T)			
アメリカ	34.7 (22.5)	12.2	(9.5	0.1	2.6)
イギリス	91.9 (40.2)	51.7	(39.7		12.0)
フランス	89.3 (37.2)	52.1	(38.1		14.0)
西ドイツ	90.8 (43.1)	47.7	(36.5		11.2)
日本	70.3 (42.3)	28.0	(24.3	2.4	1.3)

注1. 小売価格は89年12月末価格(但し, アメリカは9月末価格)。

2. V A Tの欄の日本は消費税, アメリカは小売売上税。

3. 為替レート(89年12月) 143.66 円/ドル, 229.84 円/ポンド, 24.20 円/フラン, 82.66 円/マルク。

## 隘路（ボトルネック）混雑

### 駐車混雑

路上駐車，違法駐車

荷物の積み降ろし

駐車混雑の外部不経済：駐車料金，違法駐車の前金，駐車場の  
付置義務，道路の側の積み降ろしスペース

# ピーク・ロード問題

## ピーク・ロード料金の理論

図 8 ピーク・ロード料金

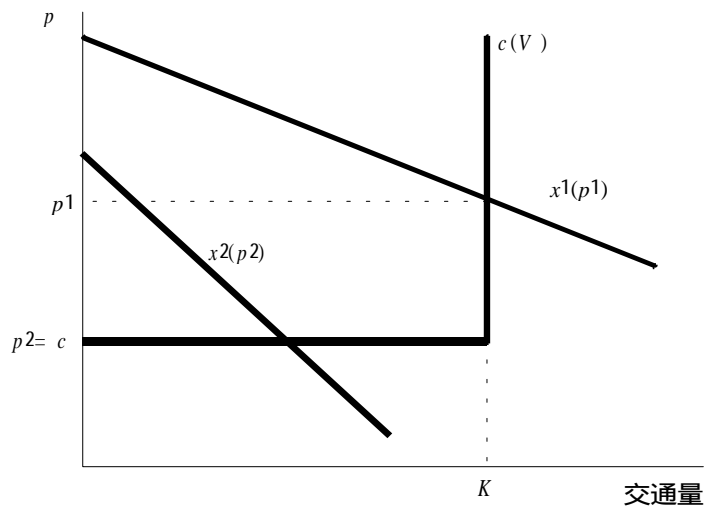
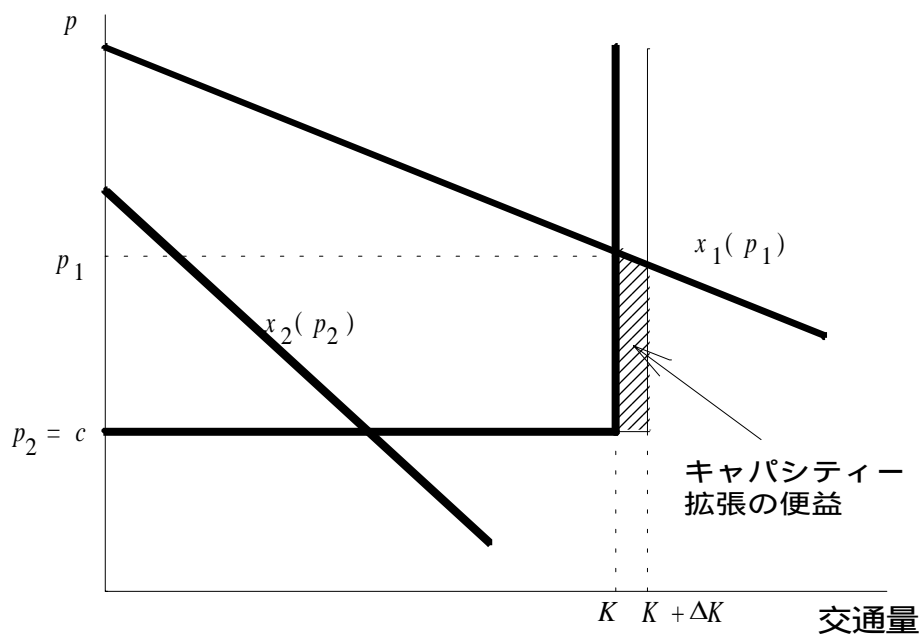


図 9 キャパシティー拡張の便益と費用



## ピーク・ロード料金の実現可能性

都市交通においてピーク・ロード料金には抵抗が大きい．

政治の失敗：運賃規制

規制のない分野におけるピークロード料金：ホテル，旅館，航空における割引運賃．

オフ・ピーク時割引料金

## 需要の経年的増加

複々線化投資：投資前は高料金，投資後は低料金，需要が増加して混雑が発生すると料金を上げる．原価主義はこの逆．

特定都市鉄道積立金制度

## 頻度の経済性と運営費補助

頻度の経済性：利用者数の増加　運行頻度の増加　待ち時間の減少

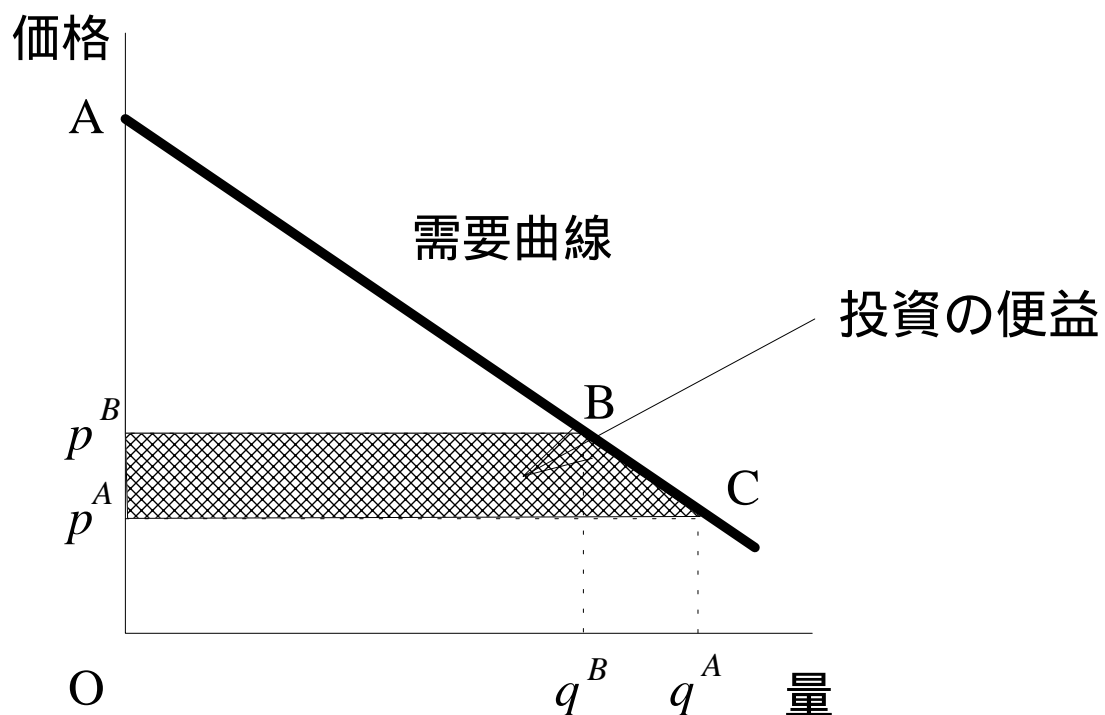
運営費補助の正当化

頻度の経済性による規制の正当化：車両数を増加させるのが望ましい．参入規制を用いて車両数を制限することは資源配分を悪化させる．

## 交通投資の便益評価

### 費用便益分析：発生ベースの便益評価

図 10 消費者余剰と利用者便益



(マーシャルの) 消費者余剰の欠点：

効用水準の変化を金銭換算したものになっていない．

線積分の経路依存性．

ヒックスによる等価変分や補償変分

マーシャルの消費者余剰は等価変分や補償変分の近似値として用いることができる．



## 帰着ベースの便益評価：国民所得（指数）アプローチ

ラスパイレスの数量指数： $Q_L = p^B x^A / p^B x^B$

パーシェの数量指数： $Q_P = p^A x^A / p^A x^B$

### 小プロジェクト：

投資の便益 =  $p \Delta x$

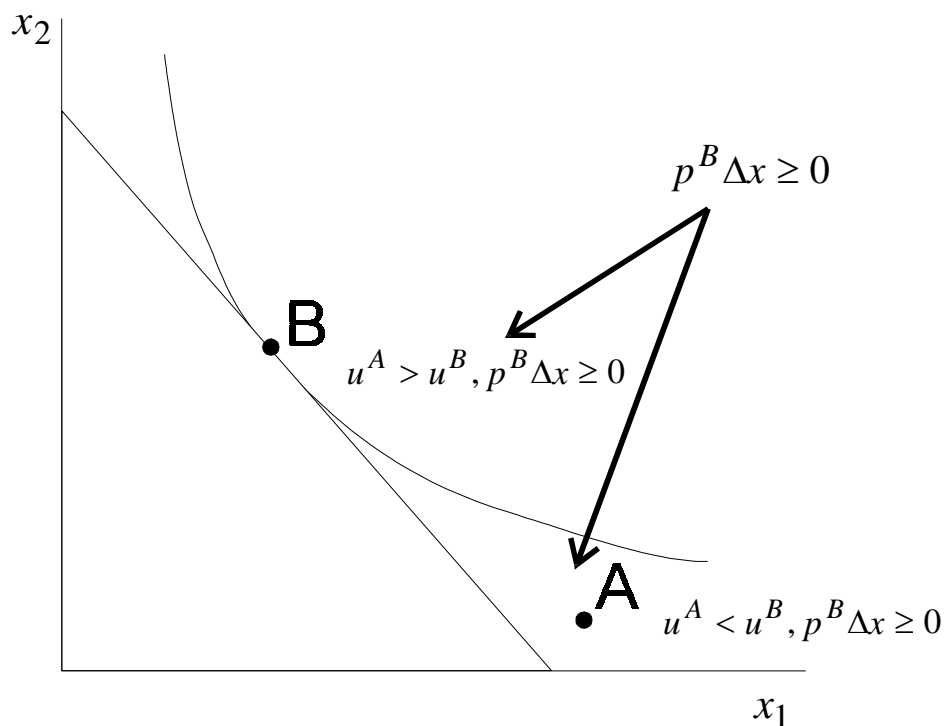
$$\Delta U(x) = \sum \frac{\partial U}{\partial x_i} \Delta x_i = \frac{\partial v}{\partial y} \left\{ \sum p_i \Delta x_i \right\}$$

### 大プロジェクト：

事前の価格（ラスパイレスの数量指数）      便益の過大評価

$$U(x^A) \geq U(x^B) \Rightarrow p^B \Delta x \geq 0$$

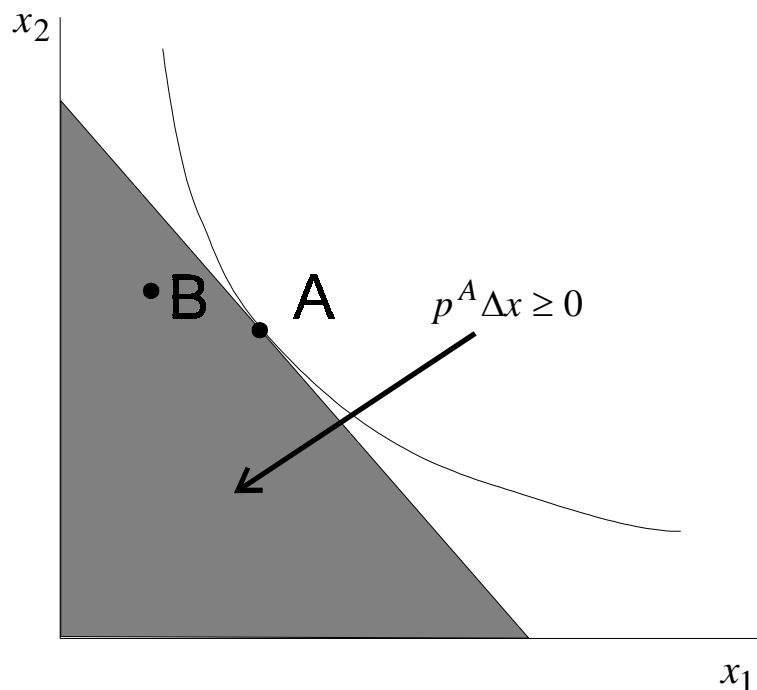
交通投資の純便益が正      事前の価格で評価した国民所得の増加（ $p^B \Delta x$ ）が正．



事後の価格（パーシェの数量指数） 過小評価

$$p^A \Delta x \geq 0 \Rightarrow U(x^A) \geq U(x^B)$$

事後の価格で評価した国民所得の増加（ $p^A \Delta x$ ）が正 交通投資の純便益が正．



価格に歪みが存在していても，消費者価格を使えば問題が無い。

大規模地域計量経済モデルによる便益の計測

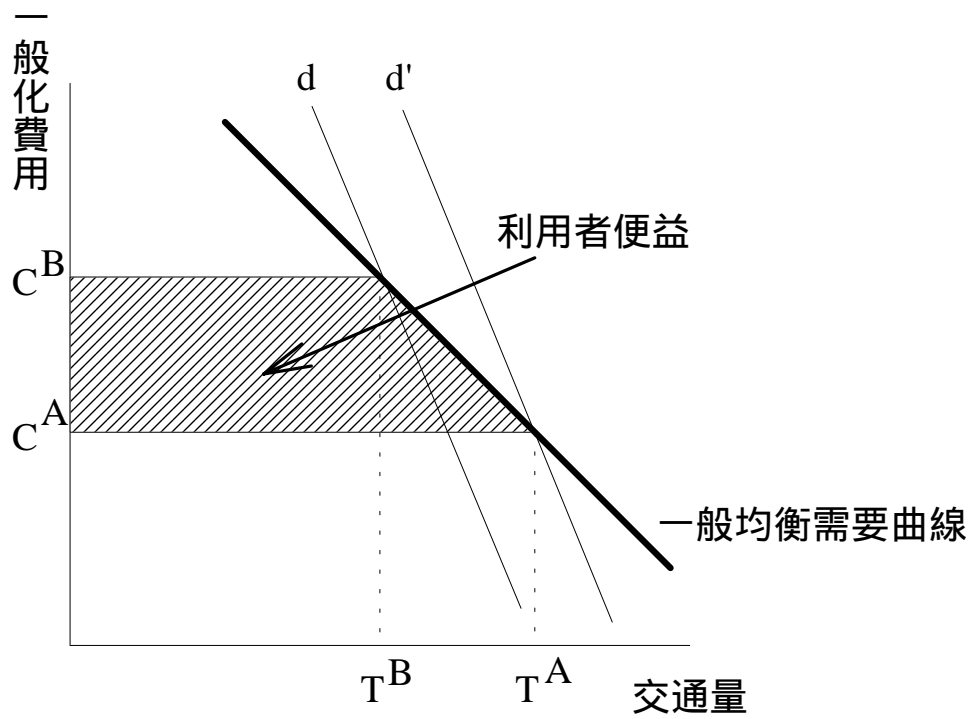
国民所得（指数）アプローチであると解釈できるが，誤差が大きい。

ケインズの乗数効果によって便益が大きく出ることが多い。

便益の2重推定：発生ベースの便益に帰着ベースの便益を加えると便益の二重推定になる．

## 波及効果の便益

図 11 波及効果の便益の計測

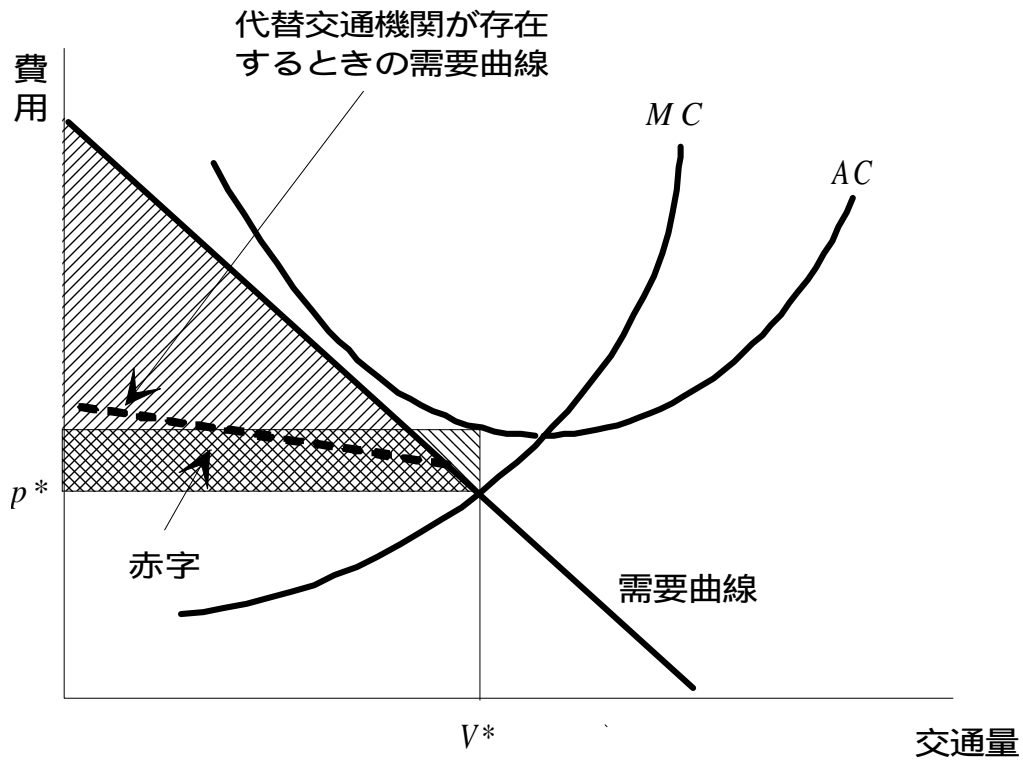


# 交通機関の選択

## 交通密度と交通機関

鉄道	新交通システム	バス	タクシー，自家用車
15,000 人/h	3,000 人/h		

図 12 交通事業の赤字と消費者余剰



## 次善の料金

道路交通に混雑料金が課されていない 代替的な公共交通機関の料金を社会的限界費用より低くするのが次善の最適．

道路交通と公共交通機関の間の密接な代替関係が前提．

## 次善の投資

## 交通と土地利用

図13 交通投資による地代の変化：小開放都市

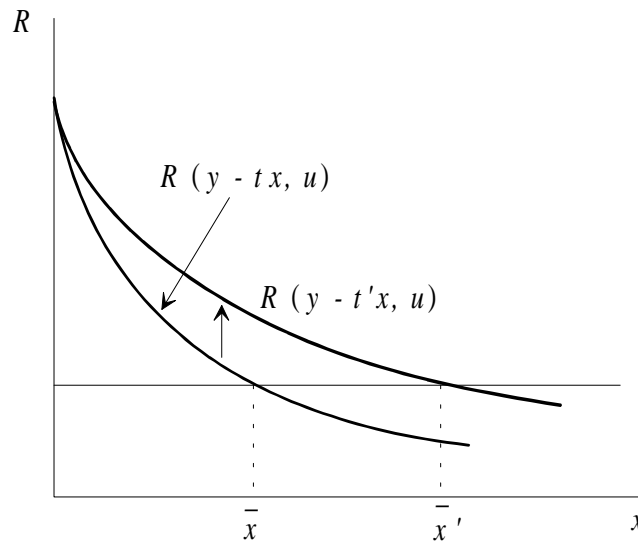
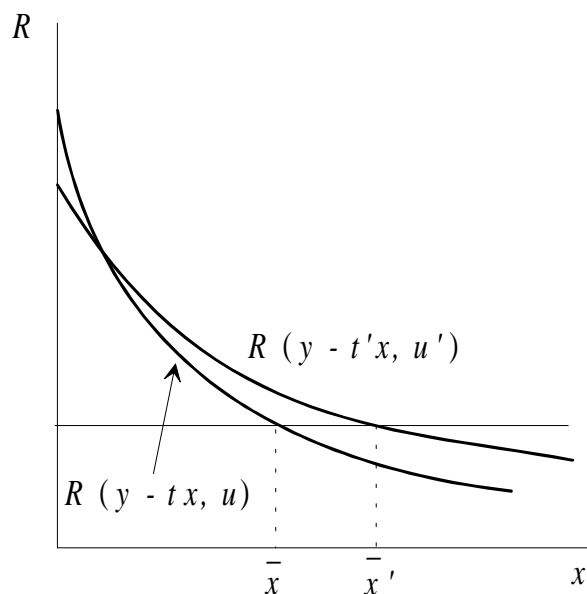


図14 交通投資による地代の変化：小開放都市ではないケース



環状交通による都市システムの変化：アメリカにおける雇用の郊外化

## 都市における貨物輸送

- 東京 23 区の道路交通の約 35%が貨物輸送
- 貨物トラックは大気汚染や騒音公害の主たる原因．
- 積載率が低いことは必ずしも非効率ではない．トラックの走行費用よりも荷物の積み替えや，共同配送等のコーディネーション費用の方が大きい可能性．

トラックの社会的費用：

- (1) 混雑外部性
- (2) 騒音や大気汚染などの環境外部性  
トラックの方が乗用車よりはるかに大きい．ディーゼル車による Nox（窒素酸化物）汚染．
- (3) 道路舗装の磨耗や橋梁の傷み等による維持管理費の増大  
トラックの方が乗用車よりはるかに大きい．4 乗ルール：道路舗装の磨耗は車軸重量の 4 乗に比例．

トラックの税負担

燃料課税：

軽油引取税 < 揮発油税

車体課税（自動車取得税や自動車重量税）

トラック < 乗用車

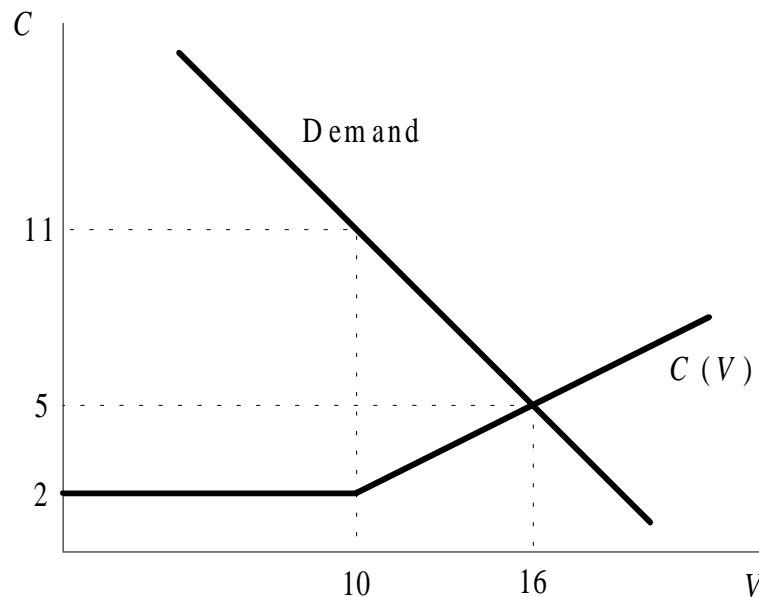
次善の策としての積載効率の向上のための政策介入

共同配送への補助

配送のためのロジスティック・センターの建設の促進

## 練習問題

1. 以下のような道路混雑のモデルについて，(1)社会的限界費用曲線を求め，(2)最適な混雑税とそのもとでの交通量を求めよ。ここで， $C(V)$ は交通量が $V$ のときの各利用者の費用である。



2. 超混雑が発生している場合の死荷重を図 4と同様な図に図示せよ。

3. 道路サービスの供給において規模の不経済性が存在する場合には，混雑料金と道路投資を最適化すると，道路事業者に黒字が発生することを示せ。

4. (1)規模の経済が一定であり，(2)料金水準が最適（均一料金や粗い混雑料金の場合には次善の最適）に決定されていれば，投資規模（交通キャパシティー）が最適になる点で料金収入（あるいは，税収）と交通投資費用が等しくなる。しかし，高すぎる料金が設定されている場合には，料金収入をすべて交通投資にあてると投資が過大になる。

規模の経済一定：  $LRAC = LRMC$  break even

規模の経済：混雑料金収入 < 建設費用

規模の不経済：混雑料金収入 > 建設費用

図 6 と同様な図を描いて，このケースを図示せよ．

5．ある都市鉄道路線について，ピーク時の需要曲線が

$$q_1 = 2,000 - 5p_1$$

であり，オフ・ピーク時の需要曲線が

$$q_2 = 120 - 0.5p_2$$

である．ここで， $p_1$  と  $p_2$  はそれぞれの時間帯の運賃である．電車の運行費用は一人当たり100円であり，ピーク時もオフ・ピーク時も同じである．キャパシティー費用はピーク時の対応だけに必要であり，ピーク時の乗客一人当たり100円である．

(a) ピークとオフ・ピークの運賃が  $p_1$  と  $p_2$  であるときの消費者余剰と鉄道事業者の利潤を求めよ．

(b) 消費者余剰と鉄道事業者の利潤の和を最大化するような運賃と乗客数を求めよ．

6．ある都市の住民はすべて 800 万円の年収をもっており，200  $m^2$  の敷地の住宅に住んでいる．すべての住民は都心に通勤しており，現在の住宅地は都心から 40km の地点まで広がっている．通勤費用は 1 km あたり年間 2 万円かかる．住宅地の外側の境界での地代は農業地代と住宅開発費用を考慮に入れると一戸当たり年間 100 万円である．

(a) 住宅地以外の消費を  $z$  とし都心からの距離を  $x$  としたときの消費者の予算制約はどうなるか？

(b) 都心 ( $x = 0$ ) での地代を求めよ．

(c) この都市が小開放都市であるとせよ．交通システムの改善によって通勤費用が半分になると地代曲線にどのような影響を及ぼすかを図示せよ．