



## 【2】自動車から交通空間を取り戻せるか？

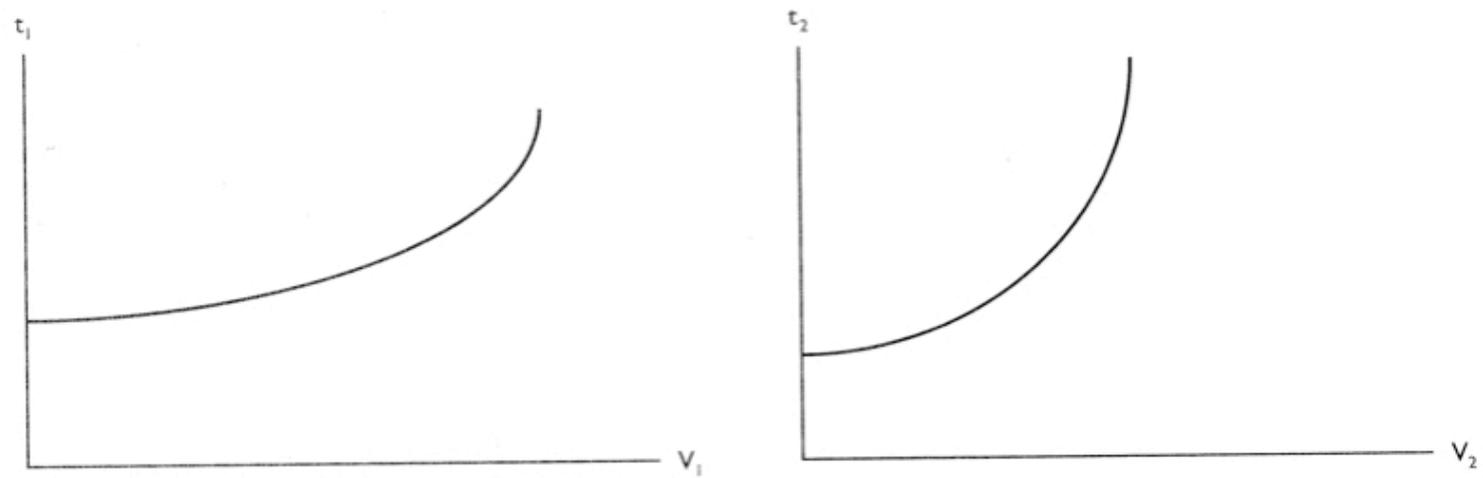
---

大阪産業大学

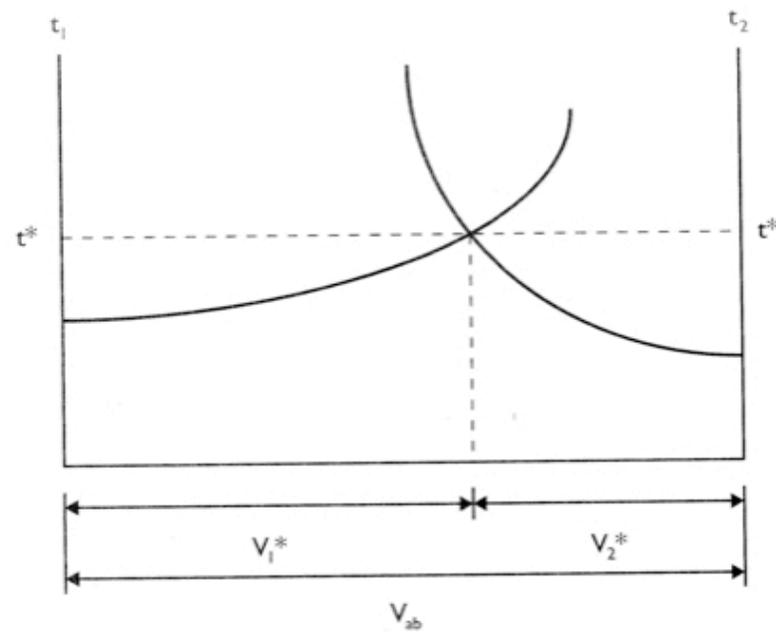
波床正敏  
塚本直幸

Figure 8.7 **Deterministic User Equilibrium Example**

**a) Volume-Delay Curves for the Two Routes**



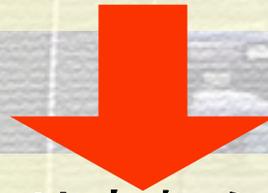
**b) User Equilibrium Solution, Two Route Case**



# 1. はじめに

自動車交通： Q V 曲線  
(私的交通)

公共交通： ???



- ・ 速度はあまり変わらない
- ・ 客が少ない路線：  
バスや電車がなかなか来ない
- ・ 客の多い路線：  
バスや電車に待たずに乗れる

# 1. はじめに

自動車交通： Q V 曲線  
(私的交通)

→ 台数进行处理することが目的か？

公共交通： ???

利用者数と路線の利便性という観点では

- ・ 乗客数と混雑の不快さの関係
- ・ 乗客数→乗降時間→ダンゴ運転
- ・ 乗客数と運賃や事業採算性 etc...

★自動車と共通の視点というわけではない

# 1. はじめに

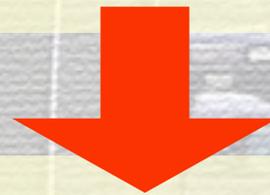
自動車交通：多数の分析ツール  
(私的交通)

自動車主体の分析

&

簡略化した取り扱い

公共交通：分析ツール少ない？



自家用車 ~~遅々として~~ 公共交通  
~~進まず~~

# 1. はじめに

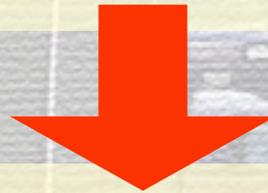
自動車交通：多数の分析ツール  
(私的交通)

自動車主体の分析

&

簡略化した取り扱い

公共交通：分析ツール少ない？



まだまだ  
未解決  
あり

- ・ 間欠運行
- ・ 混雑の不快さ
- ・ 乗継ぎの問題
- ・ 輸送量と運行便数の関係
- ・ パズルのような運行計画  
etc...

# 1. はじめに

## 【研究の目的】

- ・ 公共交通における輸送量とサービス水準の関係  
(考え方 & 各種パラメタの影響)
- ・ 自動車交通と共通の視点を導入  
(自動車交通と同じ平面に両者を描いてみる)

まだまだ  
未解決  
あり

- ・ 間欠運行
- ・ 混雑の不快さ
- ・ 乗継ぎの問題
- ・ 輸送量と運行便数の関係
- ・ パズルのような運行計画  
etc...



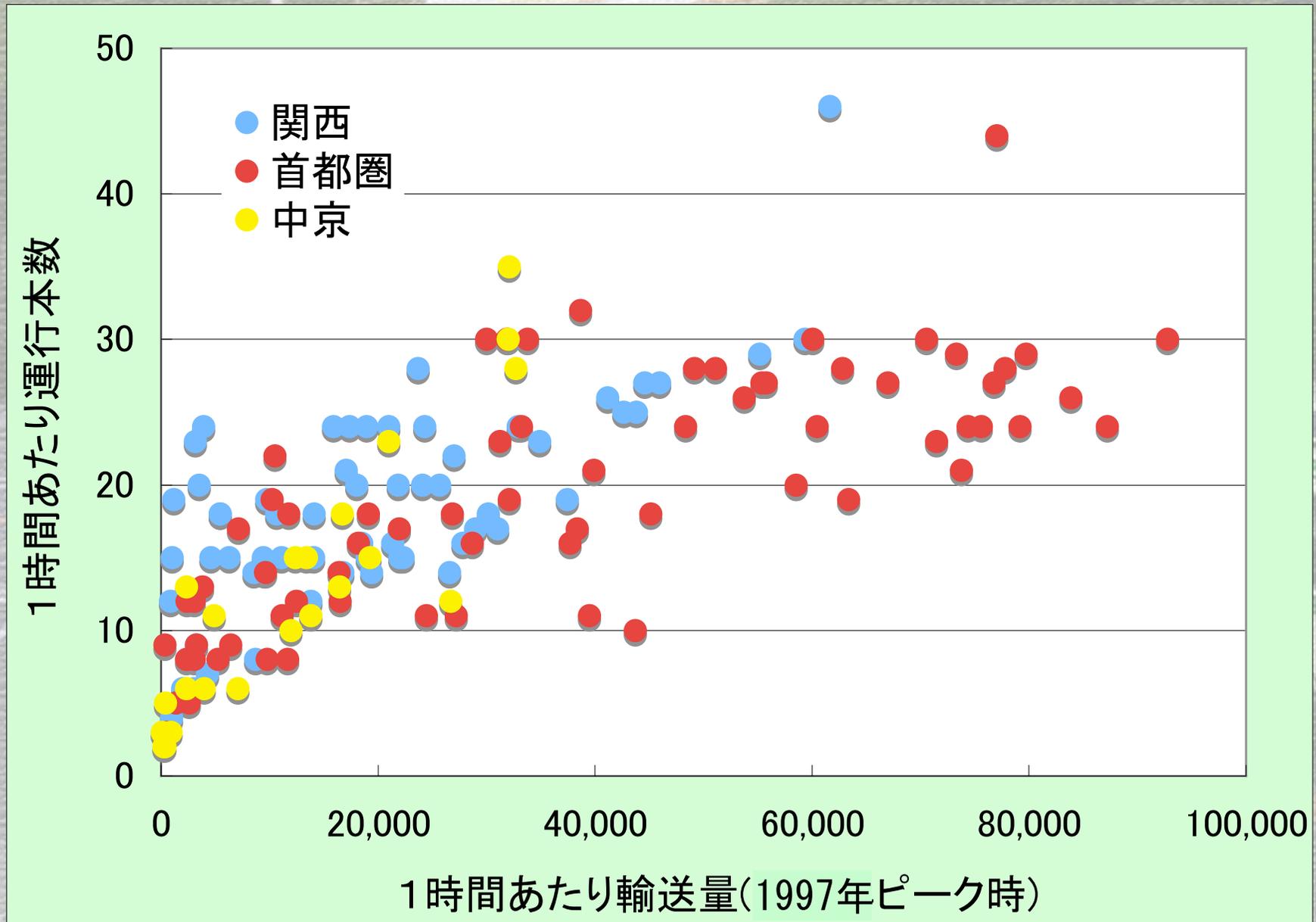
## 2. 輸送需要と利便性 【基本的性質】

輸送 需要	道路上の 自動車		公共交通			
	移動 速度	輸送量				
ゼロ	(高速)	ゼロ				
小	高速	小				
中	中速	最大				
大	低速	小				
特大	超低速	僅小				

## 2. 輸送需要と利便性 【基本的性質】

輸送 需要	道路上の 自動車		公共交通			
	移動 速度	輸送量	運行 速度	待ち 時間	速度 換算	輸送量
ゼロ	(高速)	ゼロ	(高速)	$\infty$	ゼロ	ゼロ
小	高速	小	高速	大	遅	小
中	中速	最大	高速	中	中速	中
大	低速	小	高速	小	高速	大
特大	超低速	僅小	中速	微	中速	特大

## 2. 輸送需要と利便性 【基本的性質】





### 3. 公共交通の輸送量と速度の関係 (1) はじめに

#### 公共交通における基本諸量の関係

$C_{hr}$  : 時間あたり輸送力[人/時]

$$C_{hr} = N_{hr} C_{tr}$$

※  $N_{hr}$  : 時間あたり便数[便/時]

$C_{tr}$  : 編成定員[人/便]

$$C_{tr} = N_{rs} C_{rs}$$

※  $N_{rs}$  : 編成両数[両/便]

$C_{rs}$  : 車両定員[人/両]

$P_{hr}$  : 時間あたり輸送人員[人/時]

$$P_{hr} = N_{hr} P_{tr}$$

※  $P_{tr}$  : 1便の輸送人員[人/便]

$\alpha$  : 混雑率

$$\alpha = P_{hr} / C_{hr}$$

### 3. 公共交通の輸送量と速度の関係

#### (2) 車両密度と便密度

(参考：道路交通)

【交通密度】

単位距離あたりに存在する  
自動車の台数

$K_{rs}$  : 車両密度 [両/Km]

単位距離あたりに存在する  
(公共交通の) 車両数

$K_{tr}$  : 便密度 [便/Km]

単位距離あたりに存在する  
(公共交通の) 便数

$K_{tr} = K_{rs} / N_{rs}$       ※  $N_{rs}$  : 編成両数 [両/便]

$H_{tr}$  : 便頭間隔 [Km/便]

$H_{tr} = 1 / K_{tr}$

鉄軌道の渋滞  
現象や混合交通状  
態の分析で使用



### 3. 公共交通の輸送量と速度の関係

#### (3) 表定速度と 期待サービス速度

(参考：道路交通)

【速度】

複数定義があるが、実際の輸送サービスレベルを表現している

$V_{sc}$  : 表定速度 [Km/時]

$$V_{sc} = L_{ob} / T_{sc} \quad ※ L_{ob} : \text{観測区間長 [Km]}$$

$T_{sc}$  : 停車時間を含めた総所要時間

$T_{sc}$  : 計画所要時間 [時]

表定速度を算出するための所要時間で、途中の停車時間を含めた、観測区間を実際に移動するのに要する時間

$V_{ex}$  : 期待サービス速度 [Km/時]

$$V_{ex} = L_{ob} / T_{ex} \quad ※ T_{ex} : \text{停車時間だけでなく間欠運行に起因する待時間や乗換時間などを含めた総所要時間}$$

期待所要時間



### 3. 公共交通の輸送量と速度の関係

$V_{ex}$  : 期待所要時間[時]

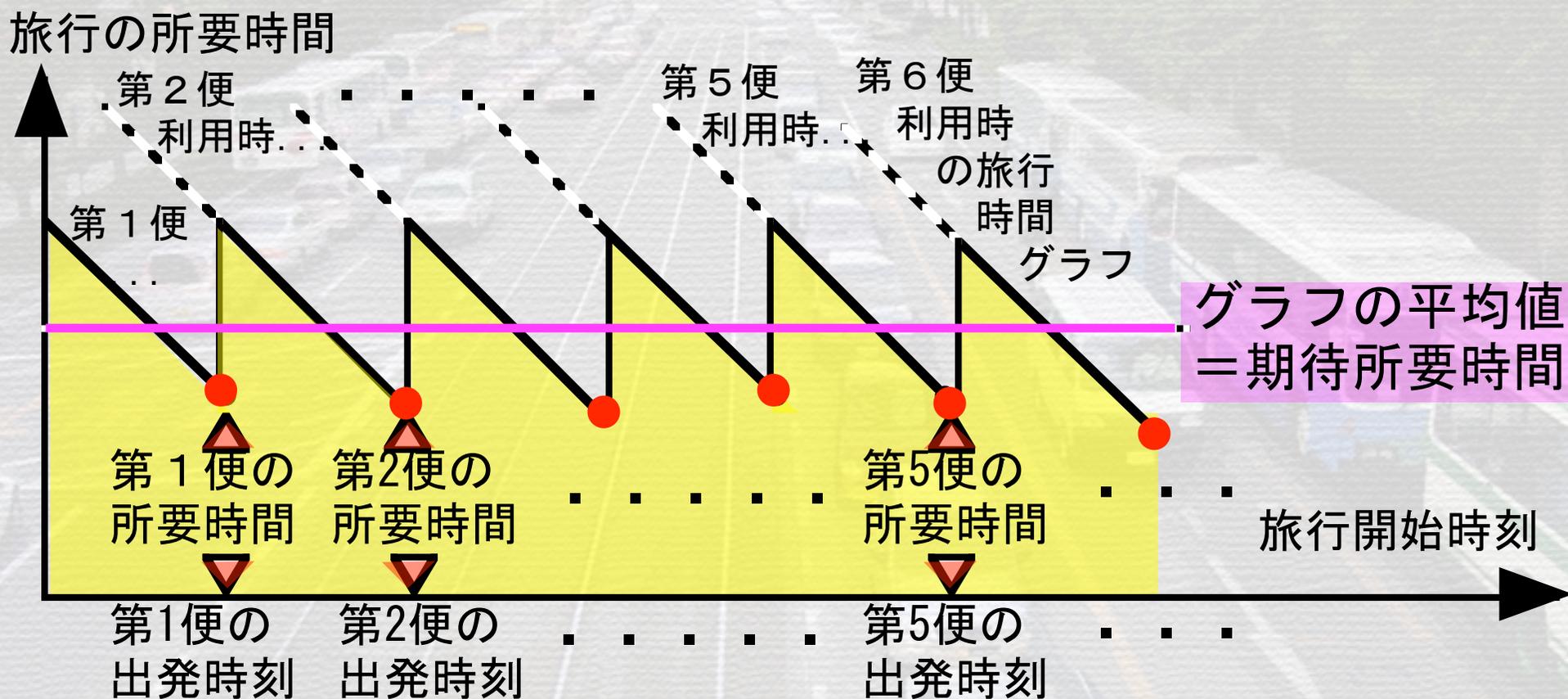


図3 期待所要時間の考え方

### 3. 公共交通の輸送量と速度の関係

#### (4) 輸送人員と期待サービス速度

(参考：道路交通)

【交通量と速度】  
交通需要が増えると車頭間隔が小さくなり、速度が低下する

#### ★等時間間隔運行の場合

$T_{ex}$  : 期待所要時間[時]

$$T_{ex} = \frac{1}{2 N_{hr}} + T_{sc}$$

※  $T_{sc}$  : 計画所要時間[時]

$N_{hr}$  : 時間あたり便数[便/時]

$$N_{hr} = \frac{P_{hr}}{\alpha N_{rs} C_{rs}}$$

※  $P_{hr}$  : 時間あたり輸送人員[人/時]

$\alpha$  : 混雑率

$N_{rs}$  : 編成両数[両/便]

$C_{rs}$  : 車両定員[人/両]

### 3. 公共交通の輸送量と速度の関係

#### (4) 輸送人員と期待サービス速度

(参考：道路交通)

【交通量と速度】  
交通需要が増えると車頭間隔が小さくなり、速度が低下する

● まとめると・・・

$V_{ex}$  : 期待サービス速度 [Km/時]

$$V_{ex} = \frac{2 P_{hr} L_{ob}}{2 P_{hr} T_{sc} + \alpha N_{rs} C_{rs}}$$

※  $P_{hr}$  : 時間あたり輸送人員 [人/時]

$L_{ob}$  : 観測区間長 [Km/時]

$T_{sc}$  : 計画所要時間 [時]

$\alpha$  : 混雑率

$N_{rs}$  : 編成両数 [両/便]

$C_{rs}$  : 車両定員 [人/両]



# 4. パラメタの影響

## (1) 基本ケース



対象区間	京阪電鉄京津線・京都市東西線乗入区間 京都市役所前 - 浜大津間
区間長	$L_{ob} = 11.4$ [Km]
計画所要時間	$T_{sc} = 0.367$ [時間] (22[分])
(表定速度)	( $V_{sc} = 31.1$ [Km/時] )
混雑率	$\alpha = 1.17$ (御陵→蹴上) (2002)
編成定員	$C_{rs} = N_{rs} C_{rs} = 386$ [人/便]

## 4. パラメタの影響

### 輸送人員と期待サービス速度

輸送人員	便数	間隔	平均待ち時間	乗車時間	期待所要時間	期待サービス速度	対表定速度
(人/h)	(本/h)	(分)	(分)	(分)	(分)	(km/h)	(%)
0	0	$\infty$	$\infty$	22	$\infty$	0	0.0
250	0.6	108.4	54.2	22	76.2	9.0	28.9
500	1.1	54.2	27.1	22	49.1	13.9	44.8
1,000	2.2	27.1	13.5	22	35.5	19.2	61.9
2,500	5.5	10.8	5.4	22	27.4	25.0	80.2
5,000	11.1	5.4	2.7	22	24.7	27.7	89.0
10,000	22.1	2.7	1.4	22	23.4	29.3	94.2
15,000	33.2	1.8	0.9	22	22.9	29.9	96.1

# 4. パラメタの影響

## 輸送人員と期待サービス速度

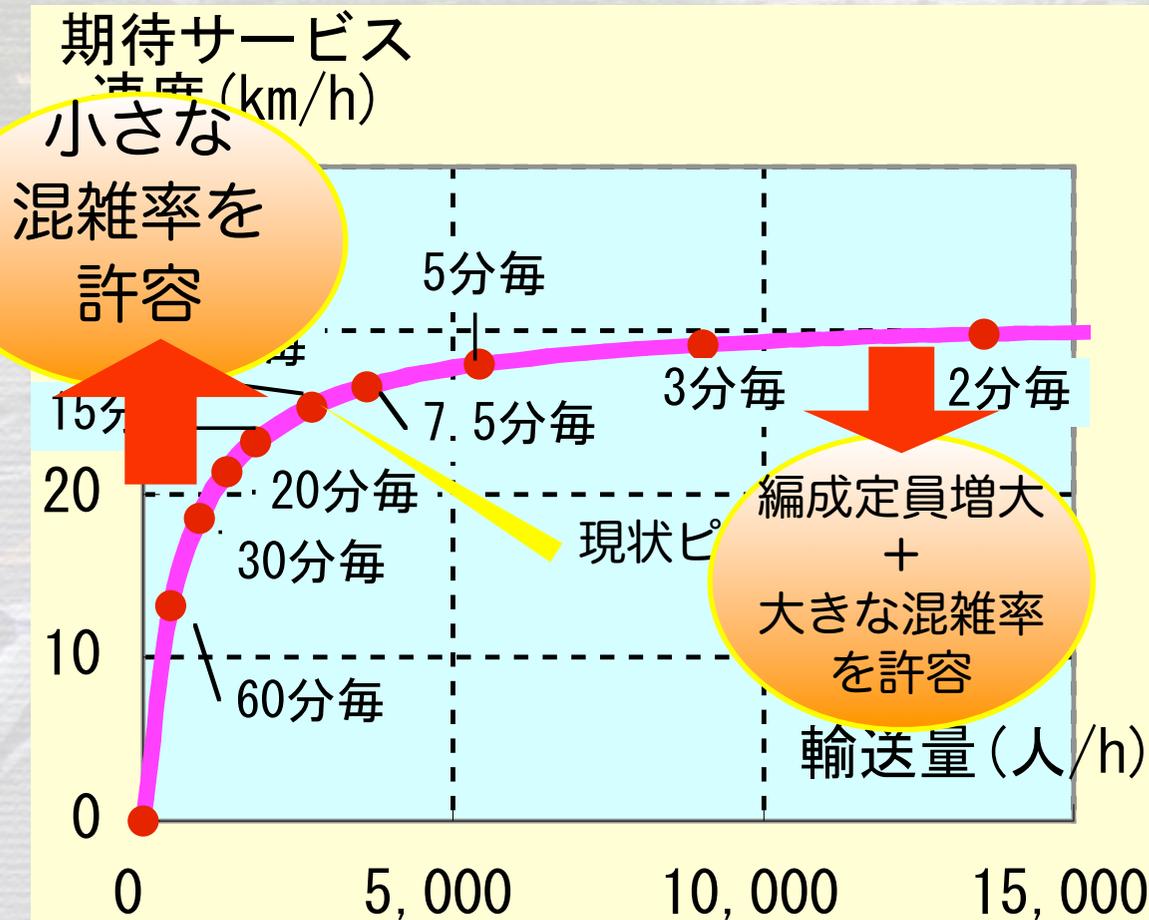


図 輸送人員と期待サービス速度

観測区間長	$L_{ob} = 11.4$ [Km]
計画所要時間	$T_{sc} = 0.367$ [時間] (22 [分])
表定速度	$V_{sc} = 31.1$ [Km/時]
混雑率	$\alpha = 1.17$
編成定員	$C_{rs} = 386$ [人/便] $N_{rs} C_{rs} =$

# 4. パラメタの影響

## a) 観測区間長の影響

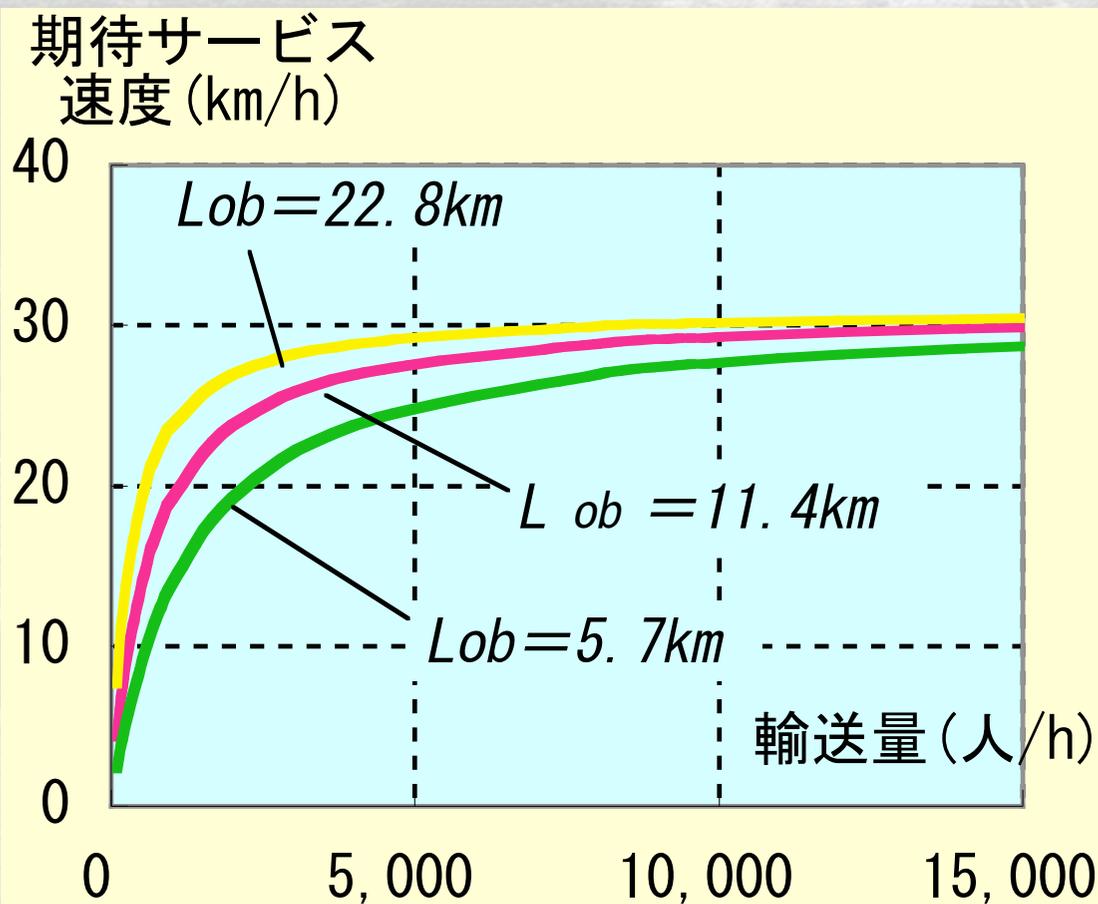


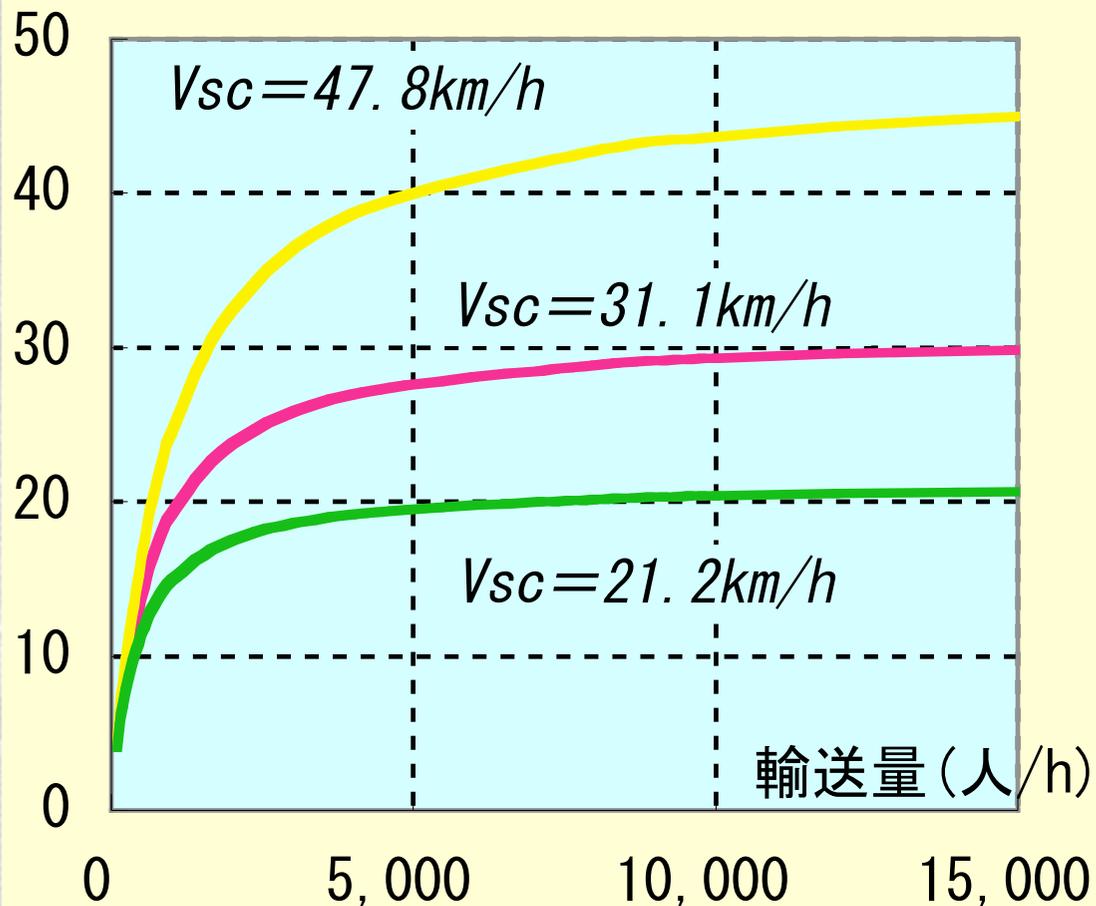
図4 観測距離 $L_{ob}$ の影響

観測区間長	$L_{ob} =$	5.7 11.4 [Km] 22.8
計画所要時間	$T_{sc} =$	0.367 [時間] (22 [分])
表定速度	$V_{sc} =$	31.1 [Km/時]
混雑率	$\alpha =$	1.17
編成定員	$C_{rs} =$ $N_{rs} C_{rs} =$	386 [人/便]

# 4. パラメタの影響

## b) 計画所要時間(表定速度)の影響

期待サービス  
速度 (km/h)



観測区間長	Lob =	11.4	[Km]
計画所要時間	T <sub>sc</sub> =	0.367 (22)	[時間] [分]
表定速度	V <sub>sc</sub> =	47.8 31.1 21.2	[Km/時]
混雑率	$\alpha$ =	1.17	
編成定員	Crs = Nrs Crs =	386	[人/便]

図5 表定速度 $V_{sc}$ の影響

# 4. パラメタの影響

## c) 混雑率の影響

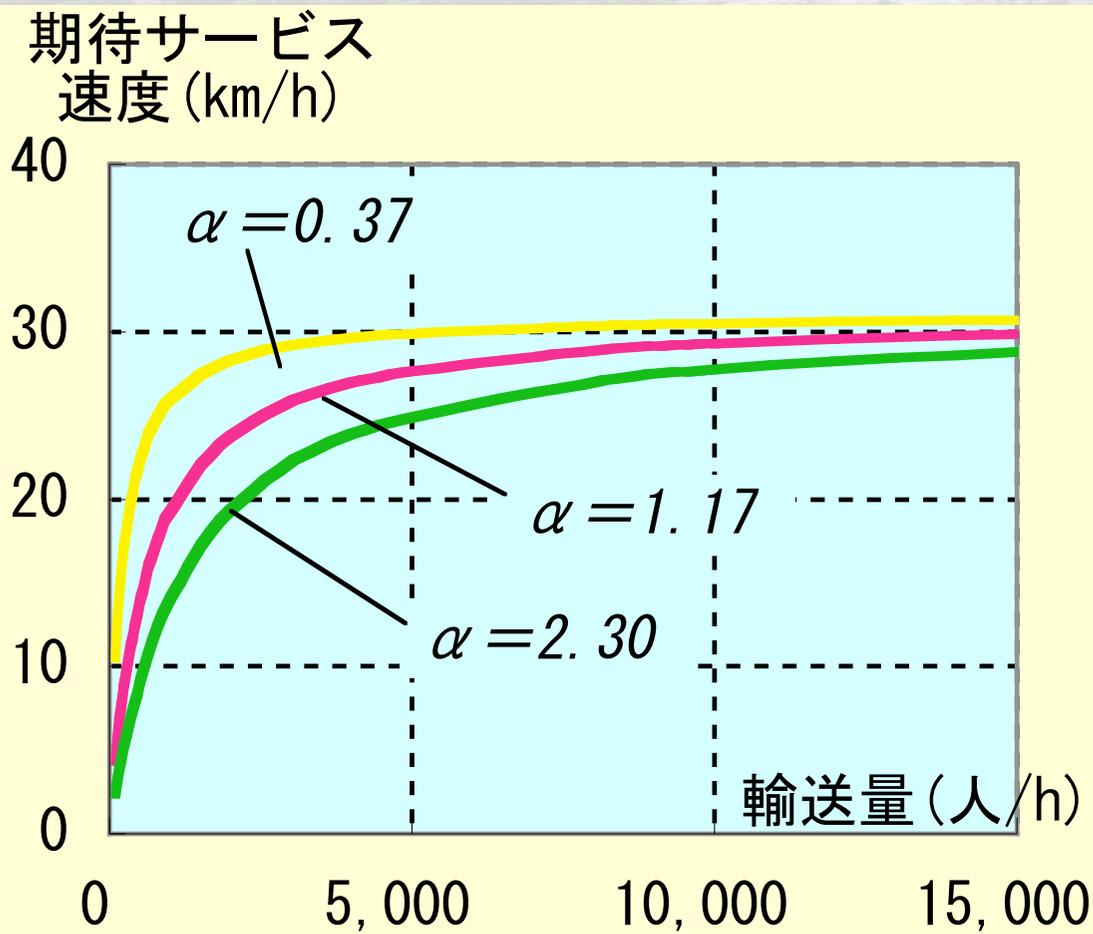
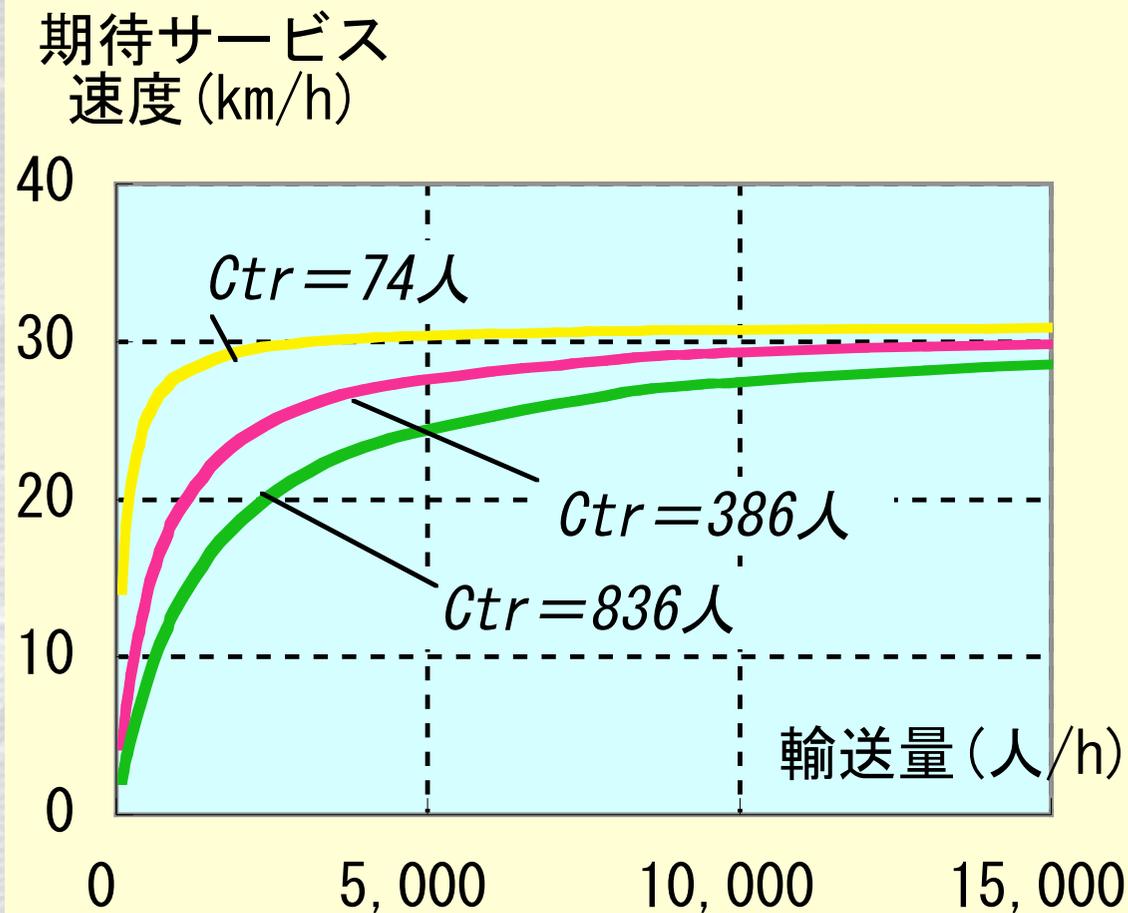


図6 混雑率  $\alpha$  の影響

観測区間長	$L_{ob} =$	11.4 [Km]
計画所要時間	$T_{sc} =$	0.367 [時間] (22 [分])
表定速度	$V_{sc} =$	31.1 [Km/時]
混雑率	$\alpha =$	0.37 1.17 2.30
編成定員	$C_{rs} =$ $N_{rs} C_{rs} =$	386 [人/便]

# 4. パラメタの影響

## d) 編成定員の影響



観測区間長	$L_{ob} =$	11.4 [Km]
計画所要時間	$T_{sc} =$	0.367 [時間] (22 [分])
表定速度	$V_{sc} =$	31.1 [Km/時]
混雑率	$\alpha =$	1.17
編成定員	$C_{rs} =$ $N_{rs} C_{rs} =$	74 386 [人/便] 836

図7 編成定員 $C_{tr}$ の影響



## ※自動車交通のQ V 曲線について

- 国道170号の交通状況をもとに、Q V 曲線を2次関数で近似

$$Q = -1.7051 V^2 + 87.126 V$$

$$[V_{\max} \doteq 51.1 \text{ (km/h)}, Q_{\max} \doteq 1113 \text{ (台/h)}]$$

(1車線あたり、Qは乗用車換算)

## ※自動車交通のQ V 曲線について

- 国道170号の交通状況をもとに、Q V 曲線を2次関数で近似

$$Q = -1.7051 V^2 + 87.126 V$$

$$[V_{\max} \doteq 51.1 \text{ (km/h)}, Q_{\max} \doteq 1113 \text{ (台/h)}]$$

(1車線あたり、Qは乗用車換算)

- 1台あたり1.43人乗車として、人単位に換算

$$N = -2.4375 V^2 + 124.55 V$$

$$[V_{\max} \doteq 51.1 \text{ (km/h)}, N_{\max} \doteq 1591 \text{ (人/h)}]$$

【1車線あたり、Nは輸送量(人/h)】

期待サービス速度 (km/h)

$$V_{max} = 51.1 \text{ km/h}$$

$$N_{max} = 1591 \text{ 人/h}$$

自動車

輸送需要 (人/h)

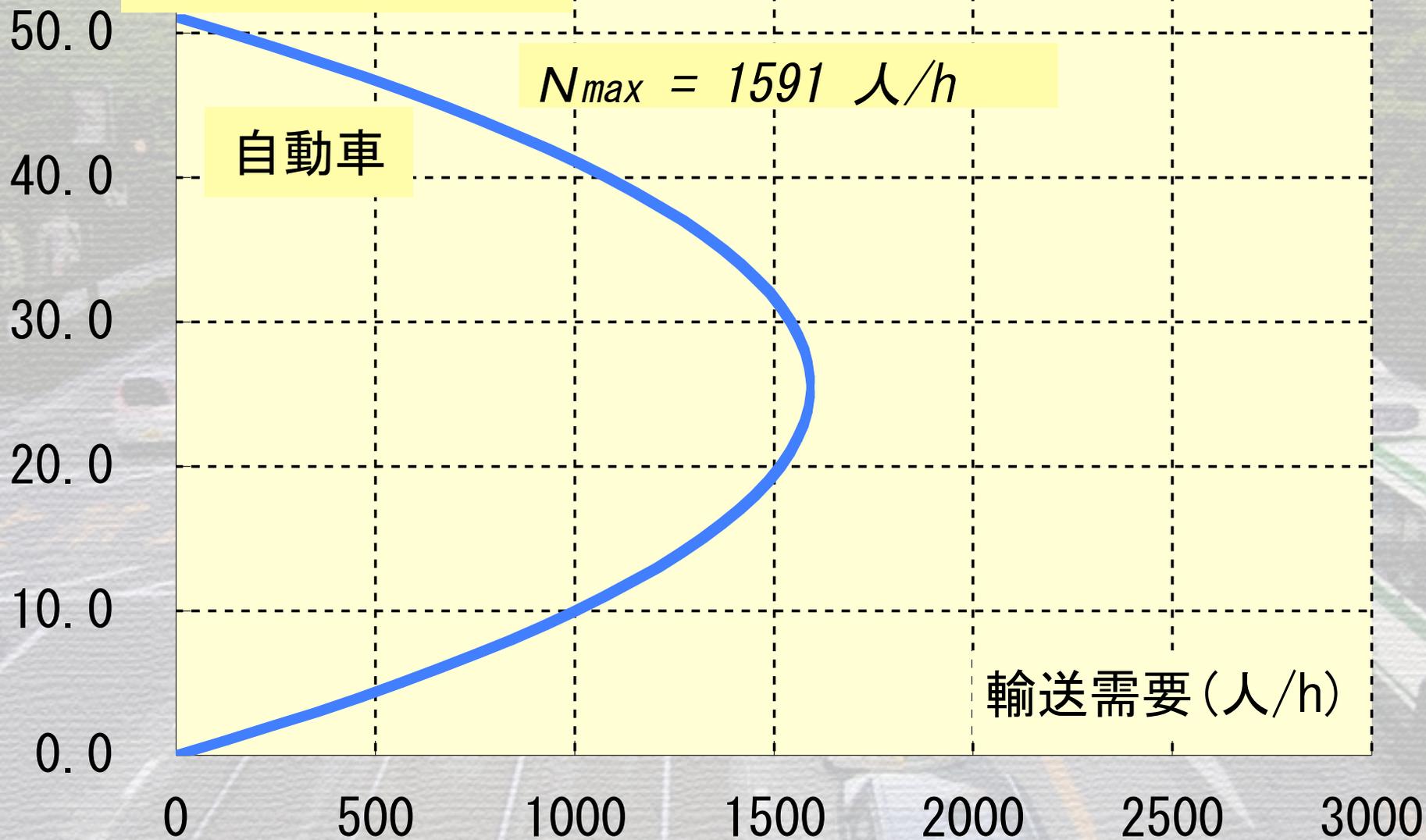


図 輸送需要と期待サービス速度

期待サービス速度 (km/h)

$$V_{max} = 51.1 \text{ km/h}$$

$$N_{max} = 1591 \text{ 人/h}$$

自動車

中量輸送  
(京阪京津線)

輸送需要 (人/h)

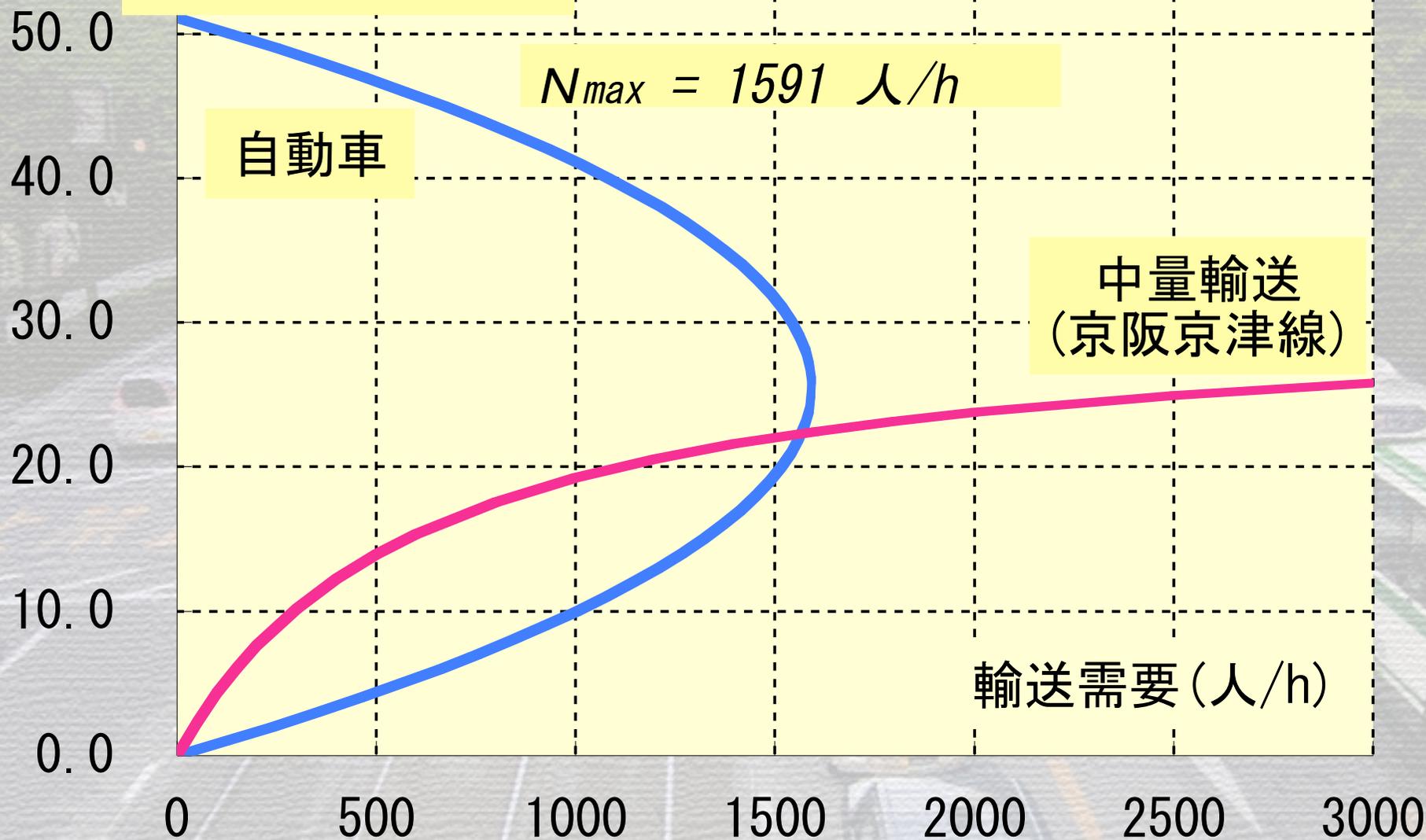


図 輸送需要と期待サービス速度

An aerial view of a busy city street with multiple lanes. A tram is visible in the center lane, moving away from the viewer. Several cars are in the adjacent lanes, some stopped and some moving. The street is lined with trees and buildings. A semi-transparent teal banner is overlaid across the middle of the image, containing the title text.

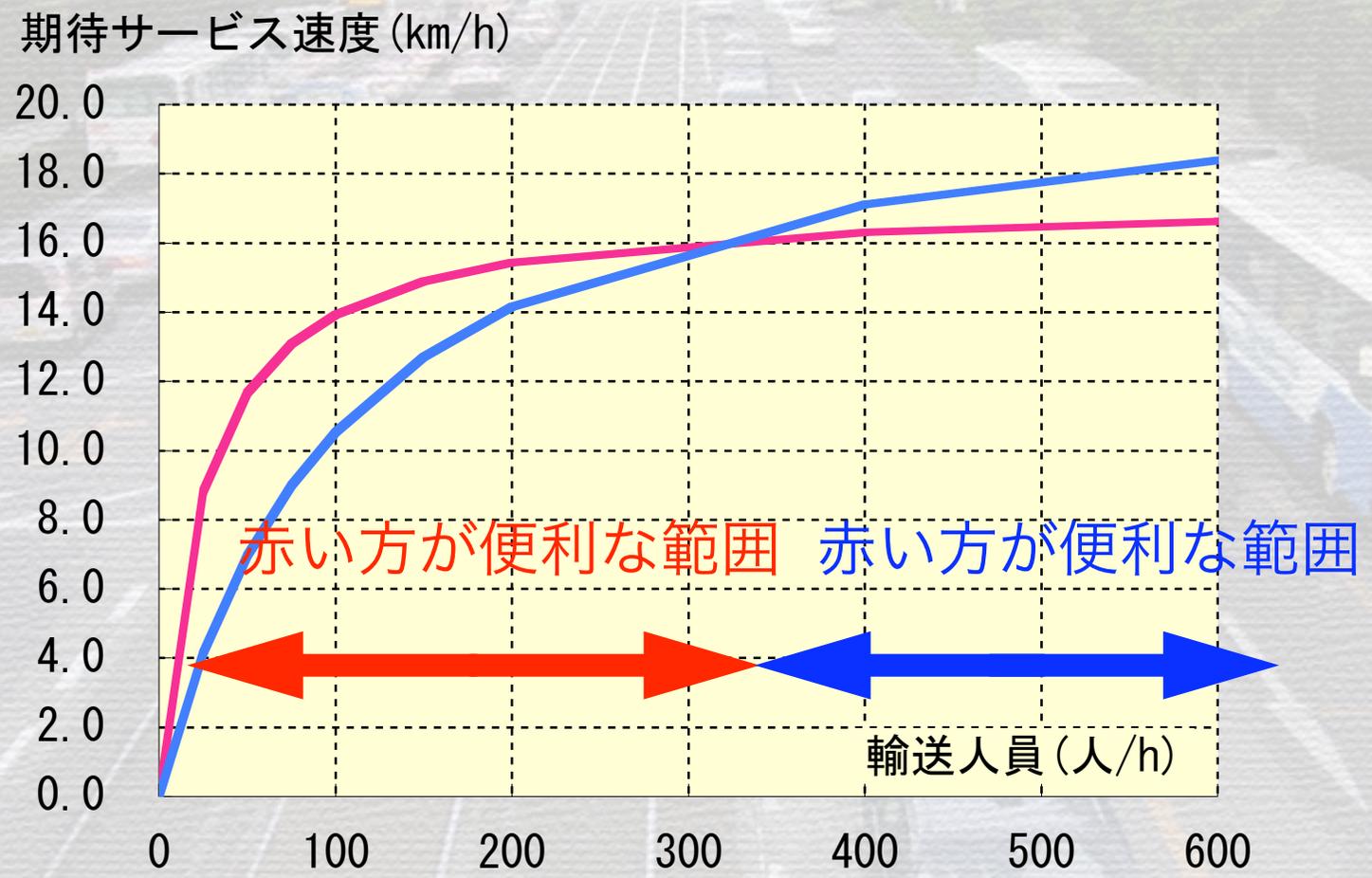
## 5. 予想される自動車交通との相互関係

---

どっちが  
便利？

赤：少量高頻度＋低速輸送

青：中量低頻度＋高速輸送



(例) 適切な交通モードの選択

期待サービス速度 (km/h)

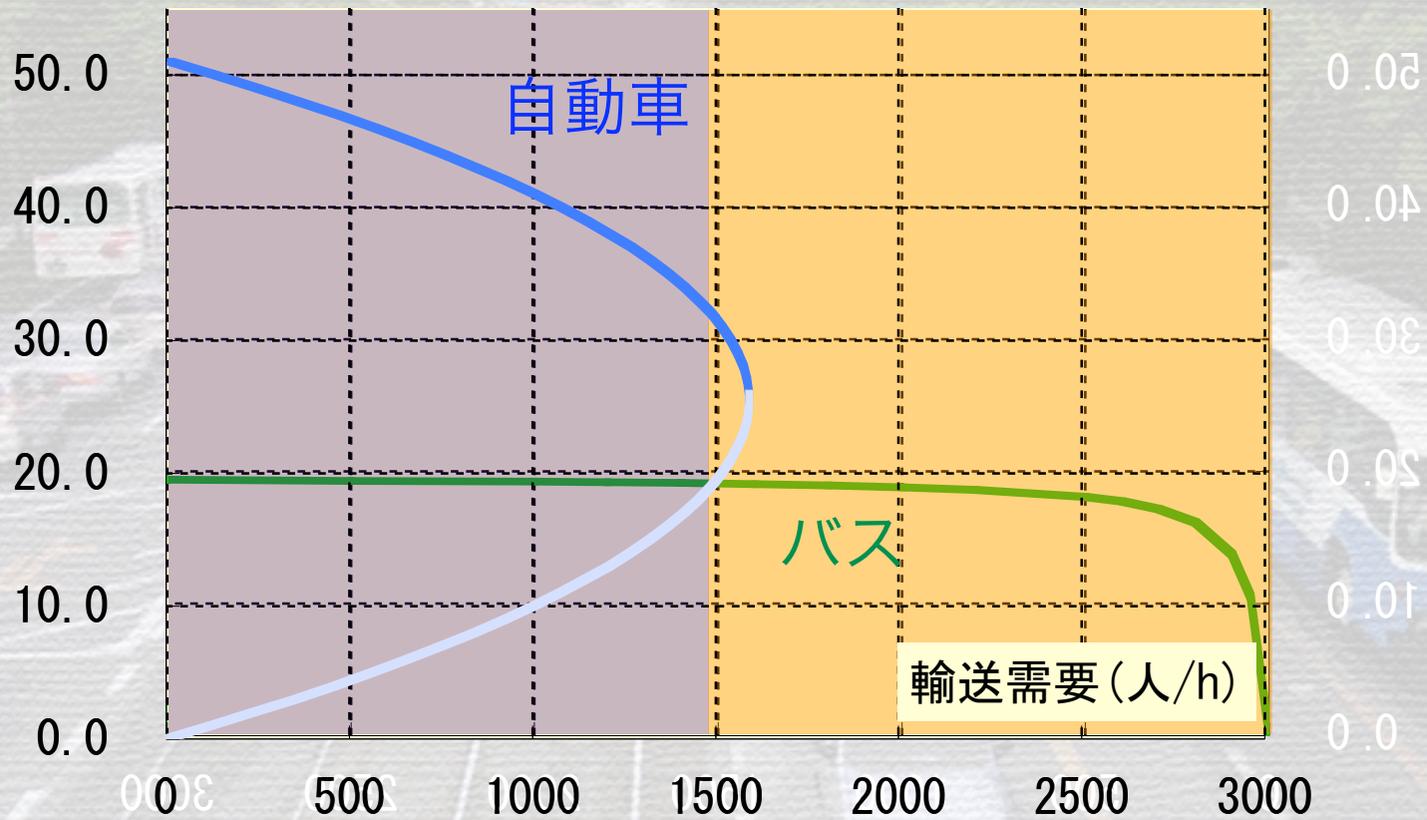


図 輸送需要と期待サービス速度

期待サービス速度 (km/h)

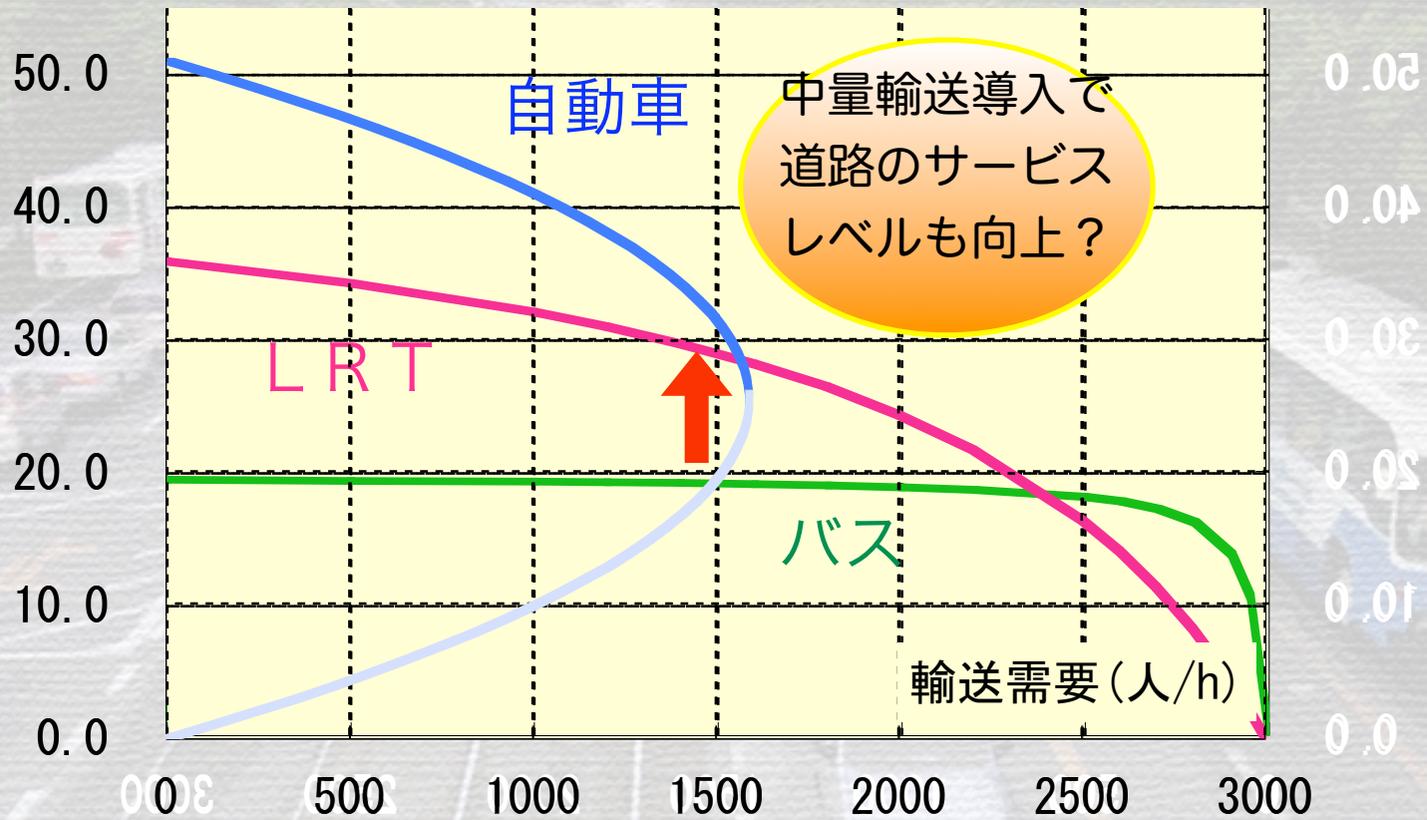


図 輸送需要と期待サービス速度

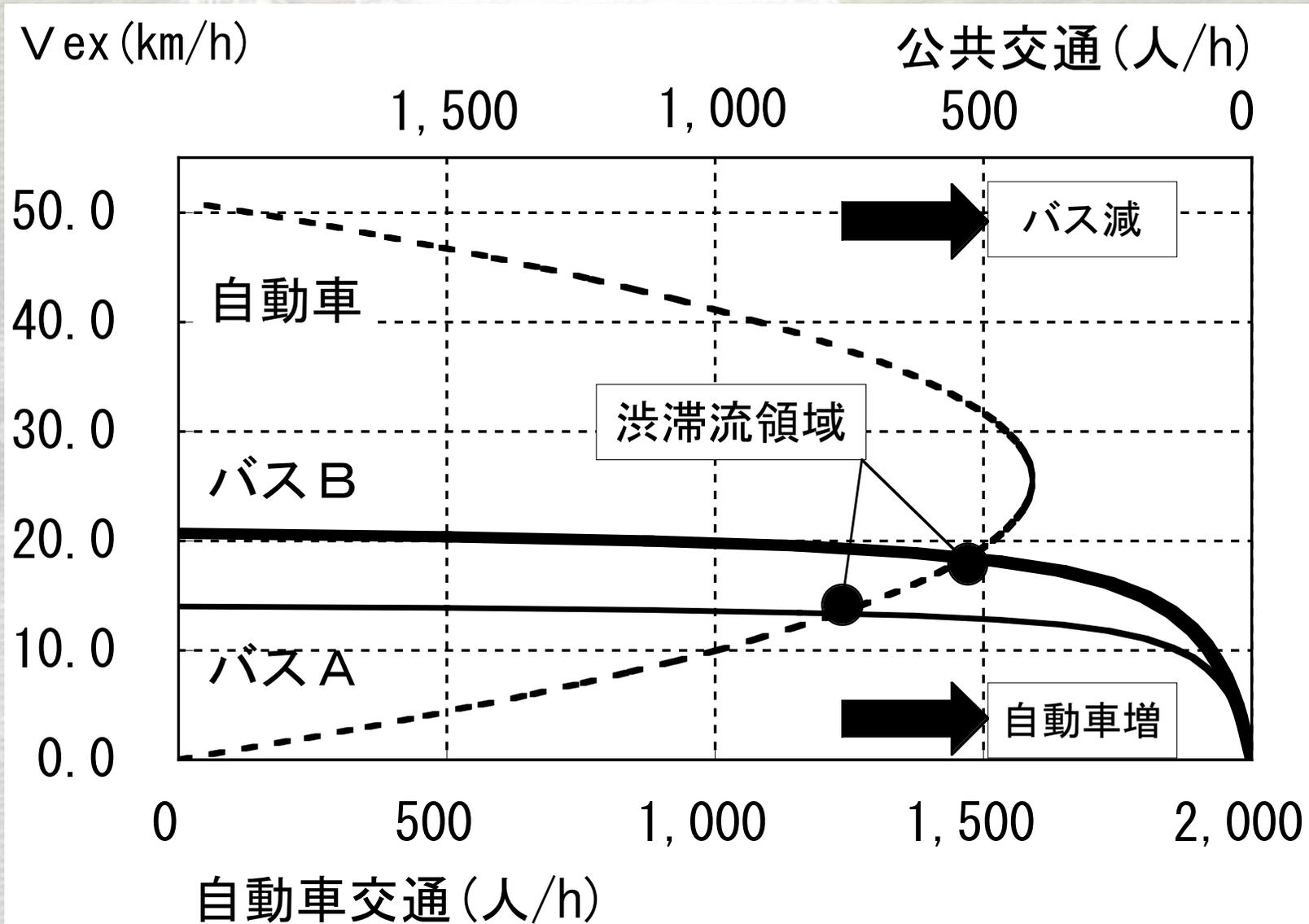


図 1 2 公共交通の小規模な水準向上で乗客減

期待サービス速度 (km/h) 車線増設すると . . .

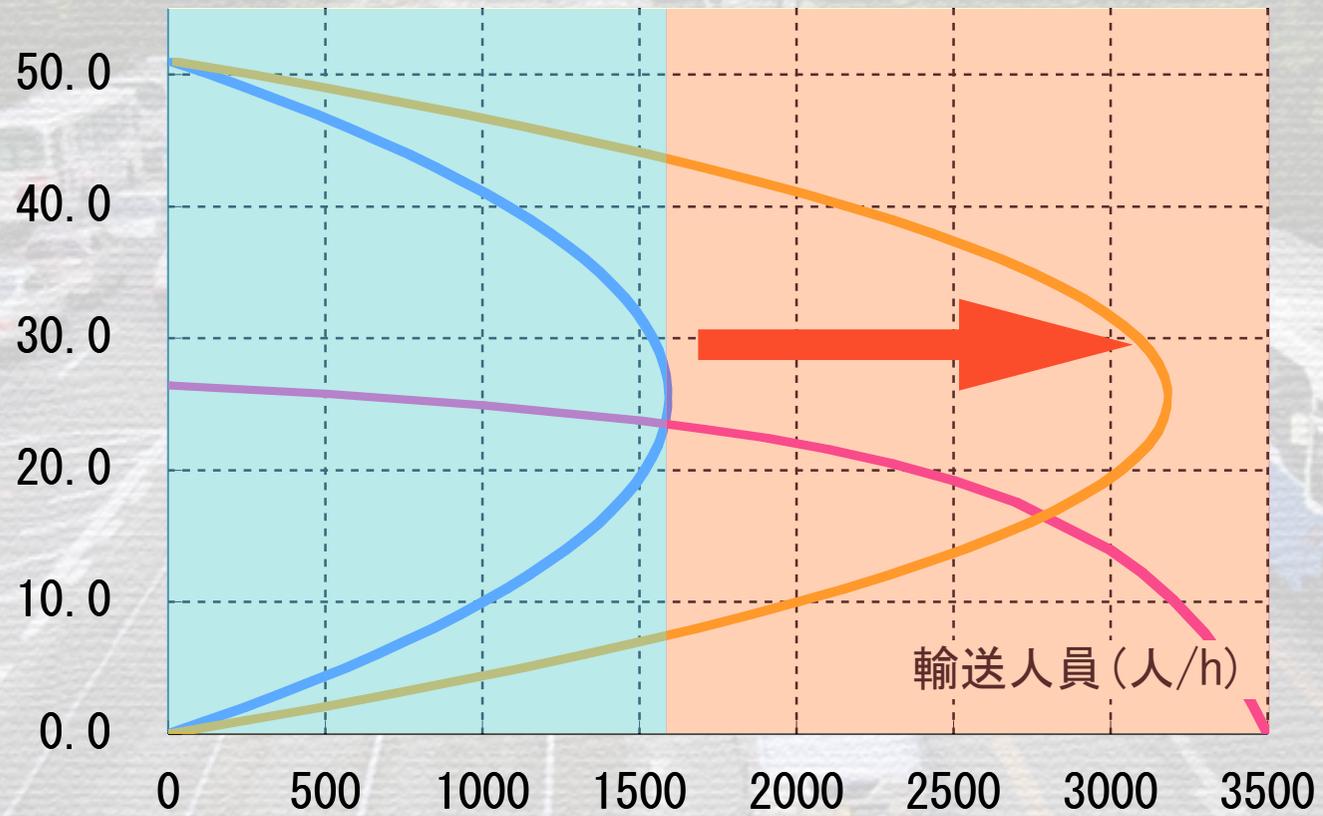


図 輸送人員と期待サービス速度

車線増設すると・・・

期待サービス速度 (km/h)

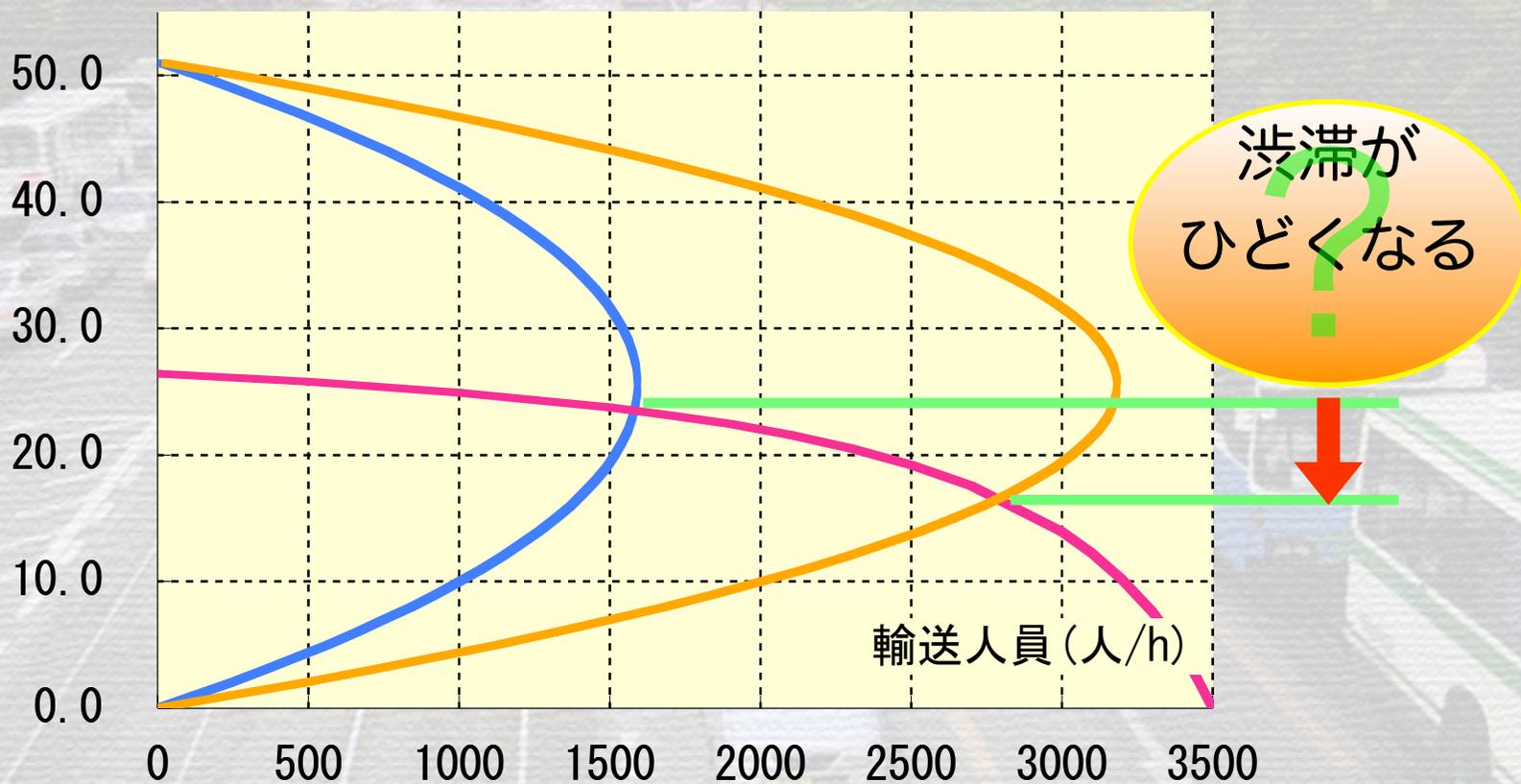


図 輸送人員と期待サービス速度

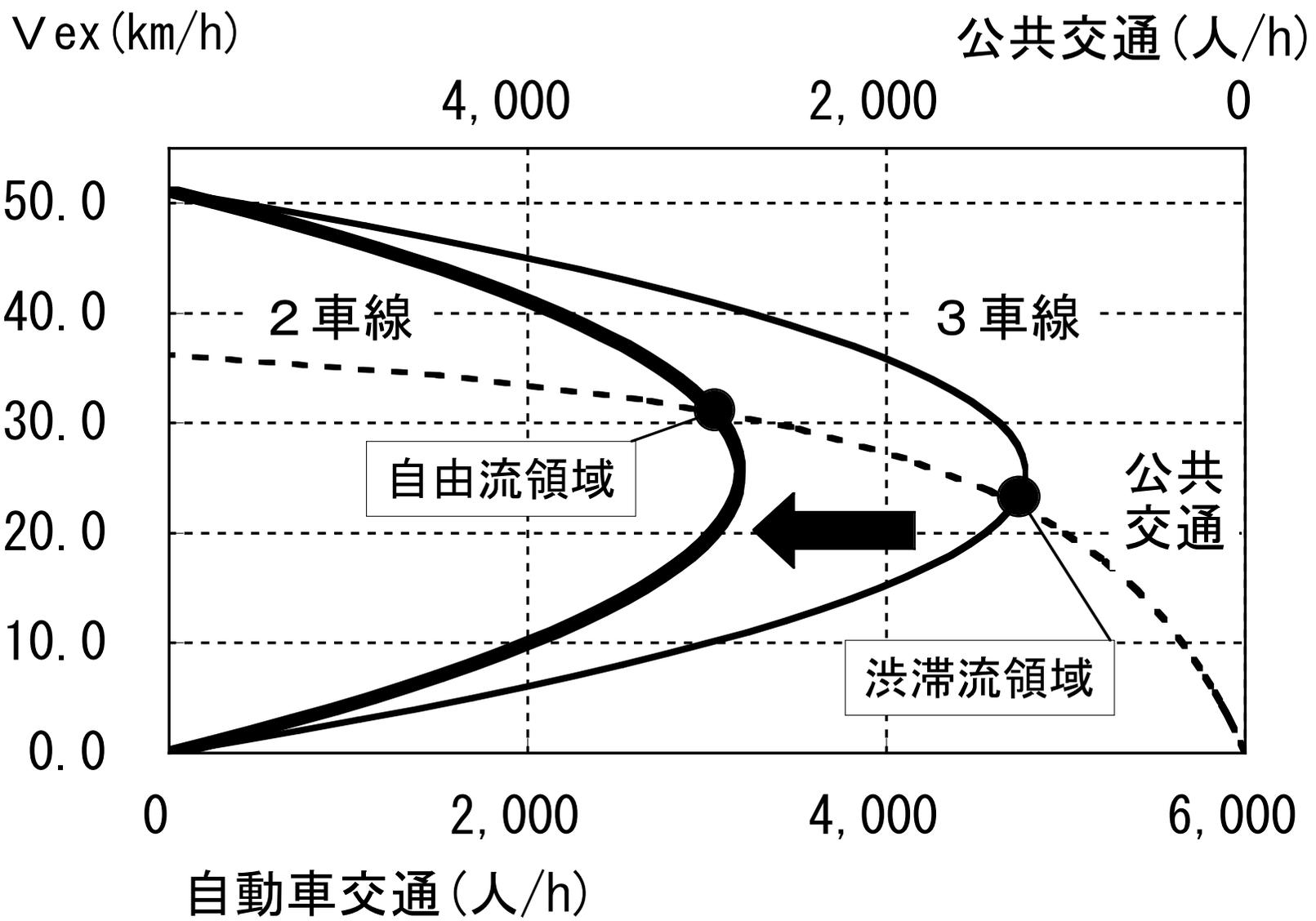


図 1 4 車線削減と良質な公共交通で渋滞解消

期待サービス速度 (km/h)

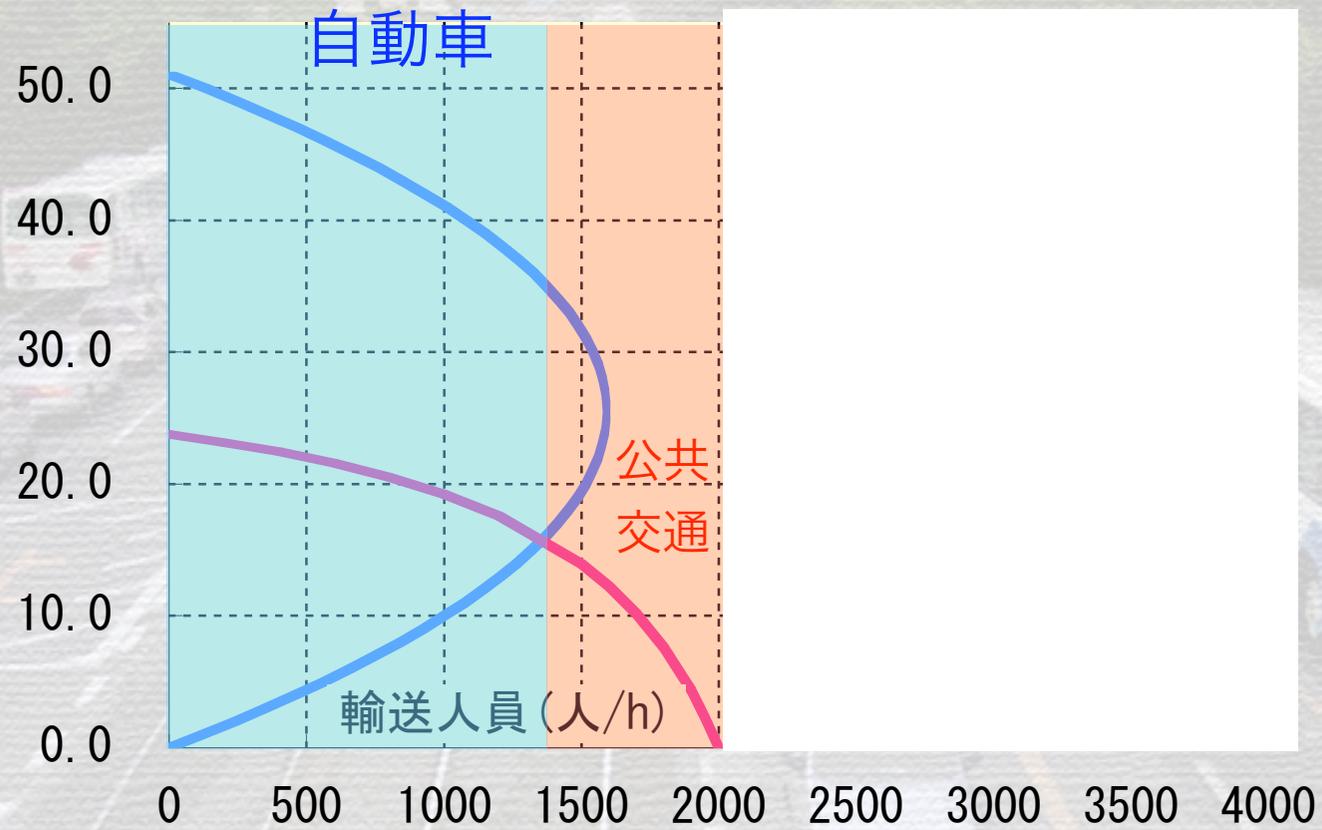
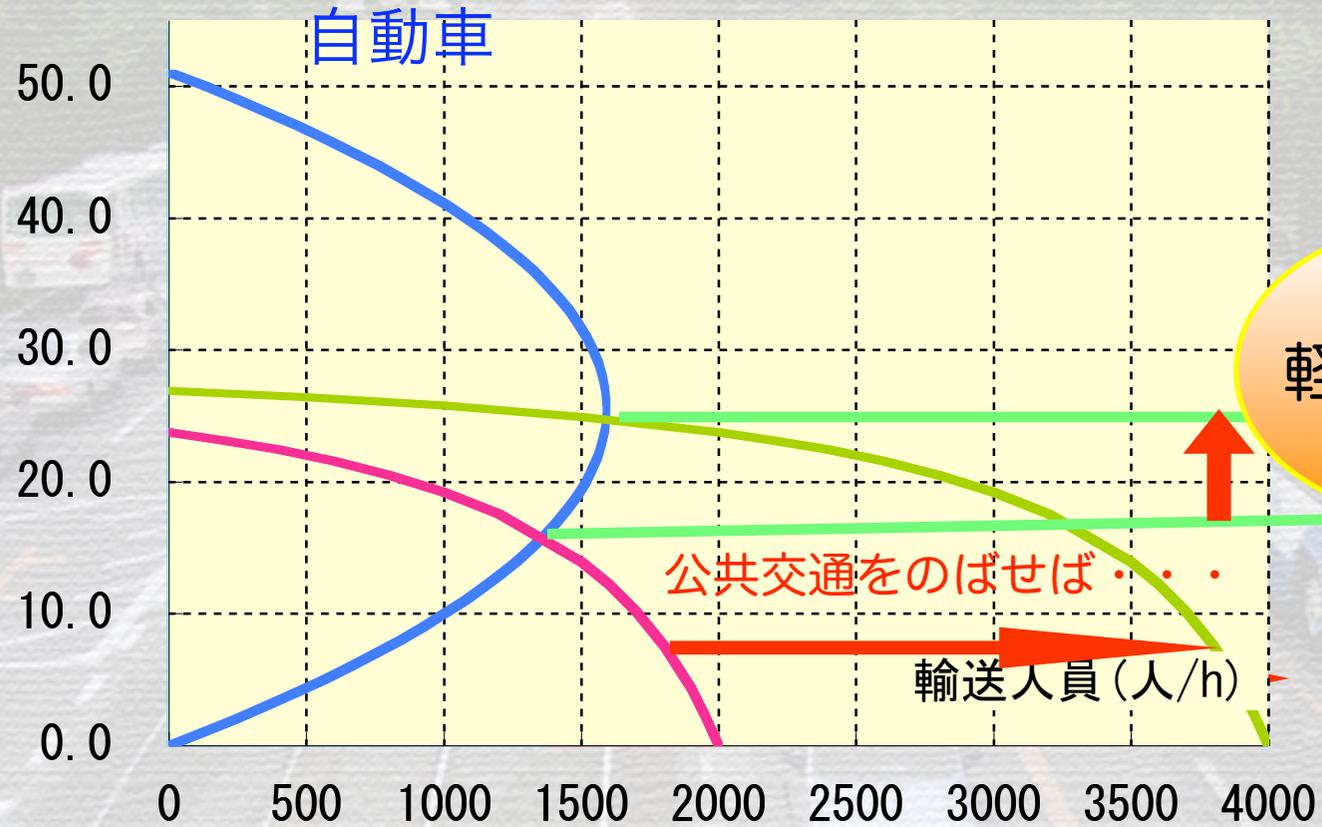


図 輸送人員と期待サービス速度

期待サービス速度 (km/h)



渋滞が  
軽減される

公共交通をのばせば...

輸送人員 (人/h)

図 輸送人員と期待サービス速度

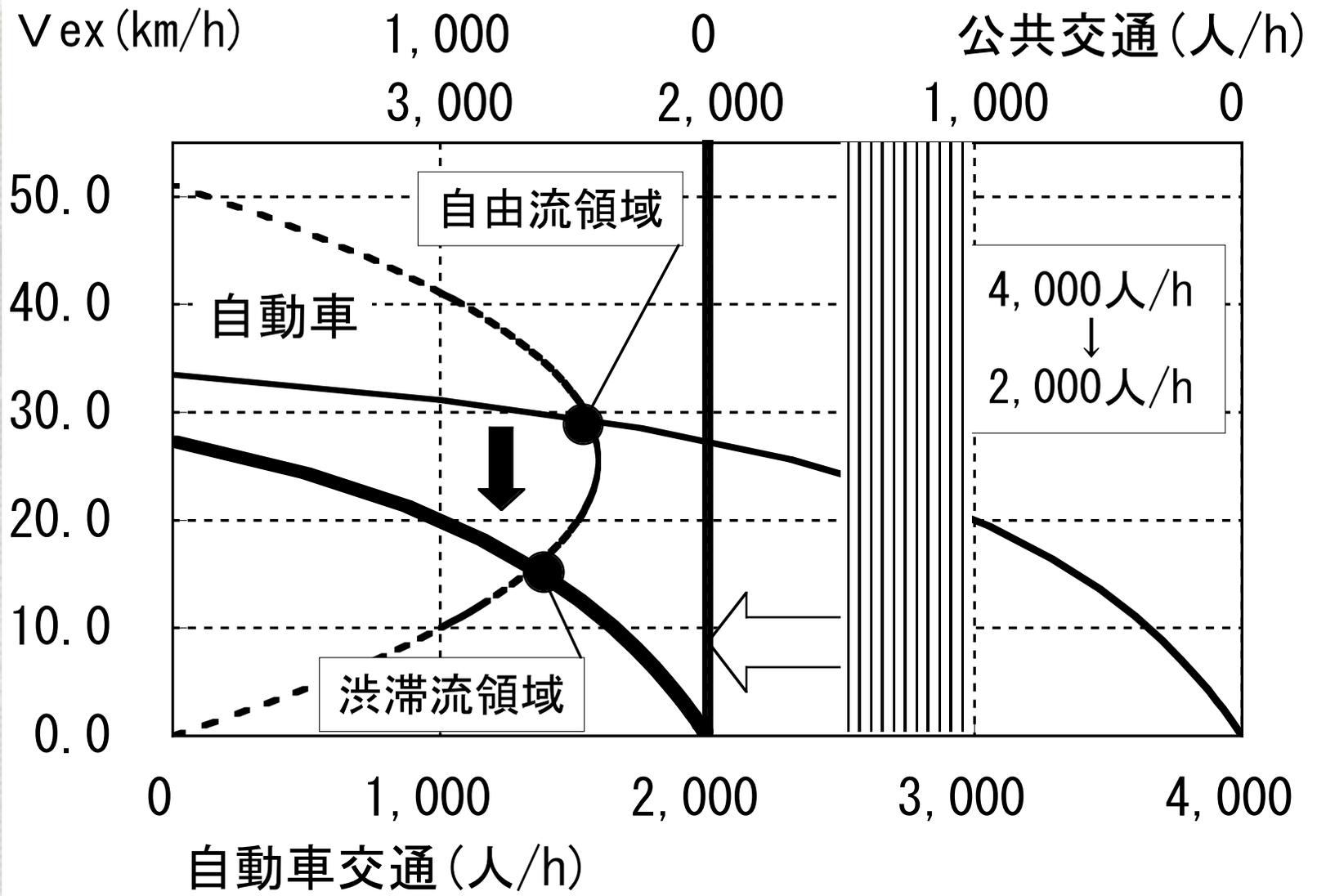


図 1 6 総需要減で渋滞発生



!

以上については、  
今後の詳しい調査必要

## 【2】自動車から交通空間を取り戻せるか？

---

大阪産業大学

波床正敏  
塚本直幸

