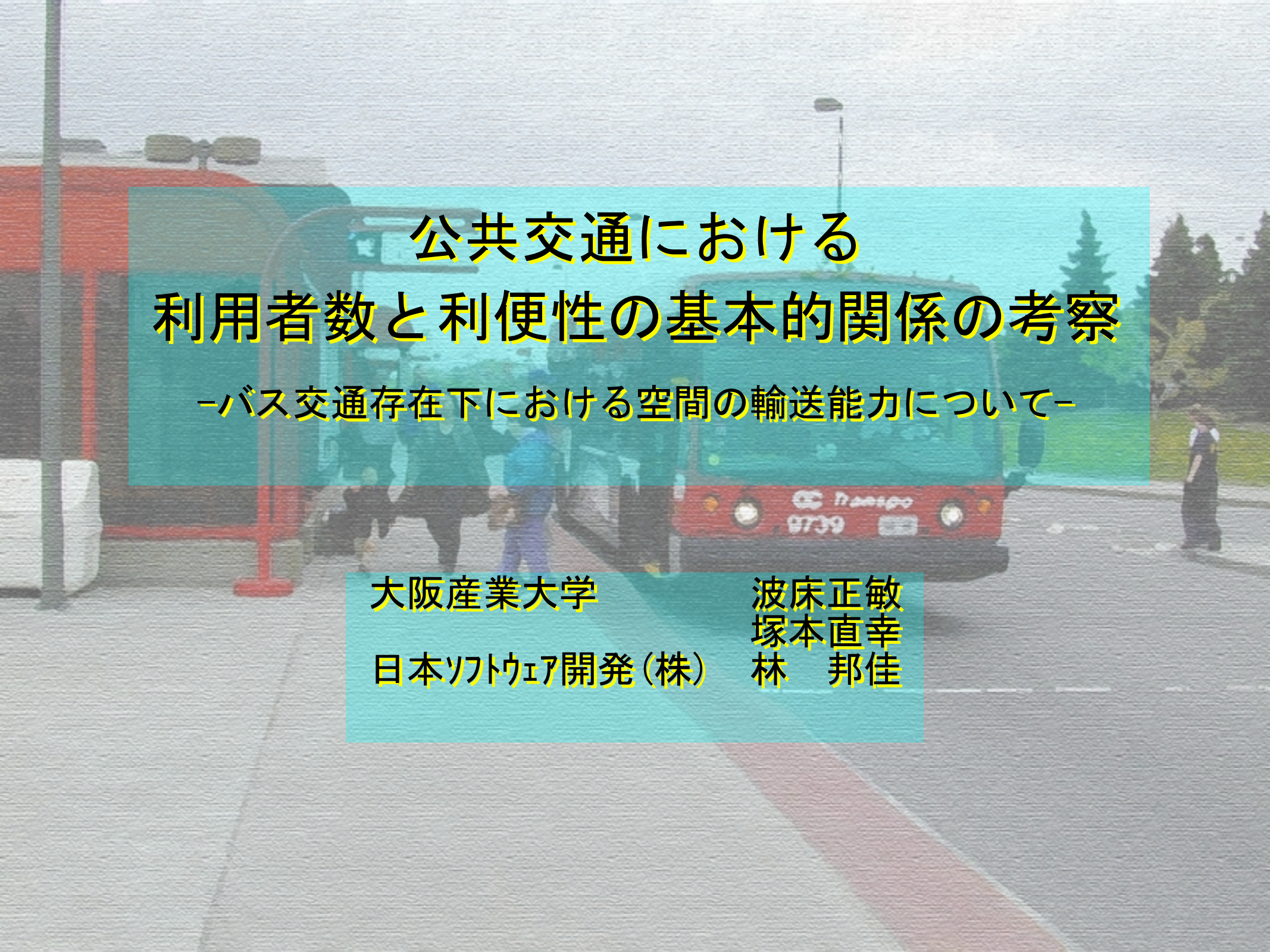






公共交通における 利用者数と利便性の基本的関係の考察

ーバス交通存在下における空間の輸送能力についてー

大阪産業大学

日本ソフトウェア開発(株)

波床正敏
塚本直幸
林 邦佳

1. はじめに 【研究の背景】

様々な 都市環境問題
都市交通問題

自家用車

遅々として
進まず

公共交通

1. はじめに 【研究の背景】

自動車交通： 多数の分析ツール
(私的交通)



公共交通： 分析ツール少ない？

未解決
あり

- ・ 間欠運行
 - ・ 混雑の不快感
 - ・ 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 【研究の背景】

自動車交通： 自動車主体の分析
(私的交通) &
公共交通： 簡略化した取り扱い

未解決
あり

- ・ 間欠運行
 - ・ 混雑の不快感
 - ・ 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】

自動車交通：
(私的交通)

公共交通：

共通の視点を
導入したい

特有の課題

- 間欠運行
- 混雑の不快感
- 乗継ぎの問題
- 輸送量と運行便数の関係
- バスのような運行計画
etc...



1. はじめに 【具体的には...】

自動車交通： Q V 曲線 → 台数进行处理することが目的か？
(私的交通)

公共交通： ??? → 研究例はあるが . . .

都市交通空間の
パフォーマンス

1. はじめに 【具体的には...】

自動車交通： Q V 曲線 → 台数→人数
(私的交通)

公共交通： ??? → 需要と利便性

都市交通空間の
パフォーマンス

バス交通を例
基本的関係考察



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)	∞	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



3. 公共交通のパフォーマンス考察の条件

(1) 渋滞の考慮方法	・ 定時運行可能な状態を考察 ・ 渋滞の影響を受ける場合を考察
(2) 超過密状態の取扱 (過密状態では公共交通も渋滞する)	・ 考慮対象外
(3) 待ち時間の考慮 (乗車時間だけを考慮するのか?)	・ 低頻度：待ち時間を考慮した期待値の方がより精密 ・ 高頻度：乗客の出発分布が一樣 → 平均待ち時間を考慮
(4) 運行間隔一定	・ ダンゴ運転は非効率 → 運行間隔一定と設定
(5) 混雑率の考慮方法	・ 長期的には... 混雑率上昇 → 輸送改善 → 一定の混雑度 混雑率低下 → 輸送効率 → 減便 → 一定の混雑度 → 一定値とする
(6) 定員一定 (輸送需要の波に対して鉄道では増結減車、航空では機材変更する)	・ 一便あたりの定員を一定として考察

3. 公共交通のパフォーマンス考察の条件

(1) 渋滞の考慮方法

- ・ 定時運行可能な状態を考察
- ・ 渋滞の影響を受ける場合を考察

(2) 超過密状態の取扱

(過密状態では公共交通も渋滞する)

- ・ 考慮対象外

(3) 待ち時間の考慮

(乗車時間だけを考慮するのか?)

- ・ 低頻度：待ち時間を考慮した期待値の方がより精密
- ・ 高頻度：乗客の出発分布が一樣

→ 平均待ち時間を考慮

(4) 運行間隔一定

- ・ ダンゴ運転は非効率

→ 運行間隔一定と設定

(5) 混雑率の考慮方法

- ・ 長期的には... 混雑率上昇 → 輸送改善 → 一定の混雑度
混雑率低下 → 輸送効率 → 減便 → 一定の混雑度

→ 一定値とする

(6) 定員一定

(輸送需要の波に対して鉄道では増結減車、航空では機材変更する)

- ・ 一便あたりの定員を一定として考察

3. 公共交通のパフォーマンス考察の条件

(1) 渋滞の考慮方法	・ 定時運行可能な状態を考察 ・ 渋滞の影響を受ける場合を考察
(2) 超過密状態の取扱 (過密状態では公共交通も渋滞する)	・ 考慮対象外
(3) 待ち時間の考慮 (乗車時間だけを考慮するのか?)	・ 低頻度：待ち時間を考慮した期待値の方がより精密 ・ 高頻度：乗客の出発分布が一樣 → 平均待ち時間を考慮
(4) 運行間隔一定	・ ダンゴ運転は非効率 → 運行間隔一定と設定
(5) 混雑率の考慮方法	・ 長期的には... 混雑率上昇 → 輸送改善 → 一定の混雑度 混雑率低下 → 輸送効率 → 減便 → 一定の混雑度 → 一定値とする
(6) 定員一定 (輸送需要の波に対して鉄道では増結減車、航空では機材変更する)	・ 一便あたりの定員を一定として考察

3. 公共交通のパフォーマンス考察の条件

(1) 渋滞の考慮方法	・ 定時運行可能な状態を考察 ・ 渋滞の影響を受ける場合を考察
(2) 超過密状態の取扱 (過密状態では公共交通も渋滞する)	・ 考慮対象外
(3) 待ち時間の考慮 (乗車時間だけを考慮するのか?)	・ 低頻度：待ち時間を考慮した期待値の方がより精密 ・ 高頻度：乗客の出発分布が一樣 → 平均待ち時間を考慮
(4) 運行間隔一定	・ ダンゴ運転は非効率 → 運行間隔一定と設定
(5) 混雑率の考慮方法	・ 長期的には... 混雑率上昇 → 輸送改善 → 一定の混雑度 混雑率低下 → 輸送効率 → 減便 → 一定の混雑度 → 一定値とする
(6) 定員一定 (輸送需要の波に対して鉄道では増結減車、航空では機材変更する)	・ 一便あたりの定員を一定として考察

3. 公共交通のパフォーマンス考察の条件

(1) 渋滞の考慮方法	・ 定時運行可能な状態を考察 ・ 渋滞の影響を受ける場合を考察
(2) 超過密状態の取扱 (過密状態では公共交通も渋滞する)	・ 考慮対象外
(3) 待ち時間の考慮 (乗車時間だけを考慮するのか?)	・ 低頻度：待ち時間を考慮した期待値の方がより精密 ・ 高頻度：乗客の出発分布が一樣 → 平均待ち時間を考慮
(4) 運行間隔一定	・ ダンゴ運転は非効率 → 運行間隔一定と設定
(5) 混雑率の考慮方法	・ 長期的には... 混雑率上昇 → 輸送改善 → 一定の混雑度 混雑率低下 → 輸送効率 → 減便 → 一定の混雑度 → 一定値とする
(6) 定員一定 (輸送需要の波に対して鉄道では増結減車、航空では機材変更する)	・ 一便あたりの定員を一定として考察

3. 公共交通のパフォーマンス考察の条件

(1) 渋滞の考慮方法	・ 定時運行可能な状態を考察 ・ 渋滞の影響を受ける場合を考察
(2) 超過密状態の取扱 (過密状態では公共交通も渋滞する)	・ 考慮対象外
(3) 待ち時間の考慮 (乗車時間だけを考慮するのか?)	・ 低頻度：待ち時間を考慮した期待値の方がより精密 ・ 高頻度：乗客の出発分布が一樣 → 平均待ち時間を考慮
(4) 運行間隔一定	・ ダンゴ運転は非効率 → 運行間隔一定と設定
(5) 混雑率の考慮方法	・ 長期的には... 混雑率上昇 → 輸送改善 → 一定の混雑度 混雑率低下 → 輸送効率 → 減便 → 一定の混雑度 → 一定値とする
(6) 定員一定 (輸送需要の波に対して鉄道では増結減車、航空では機材変更する)	・ 一便あたりの定員を一定として考察



4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(1) 設定条件

参考にした区間	京阪バス 1 号系統 JR高槻駅-京阪枚方市駅間
区 間 長	7. 2km
非混雑時所要時間	22分
表 定 速 度	19. 6km/h
道 路 条 件	片側 2 車線 (※1)
専 用 通 路	全区間 (※2)
一便あたり乗客数	31. 7人 (※3)
(※1) 実際にはJR高槻駅付近と枚方市駅付近が 1 車線 (※2) 実際には一部区間3. 2kmだけ北行 1 車線が朝のみ専用レーン有 (※3) 出典：京阪バス(株)	

4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(2) 輸送需要と期待サービス速度

需要	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	∞	∞	22	∞	0	0.0
25	0.8	76.2	38.1	22	60.1	7.2	36.6

(定義)

期待サービス速度＝区間長÷期待所用時間

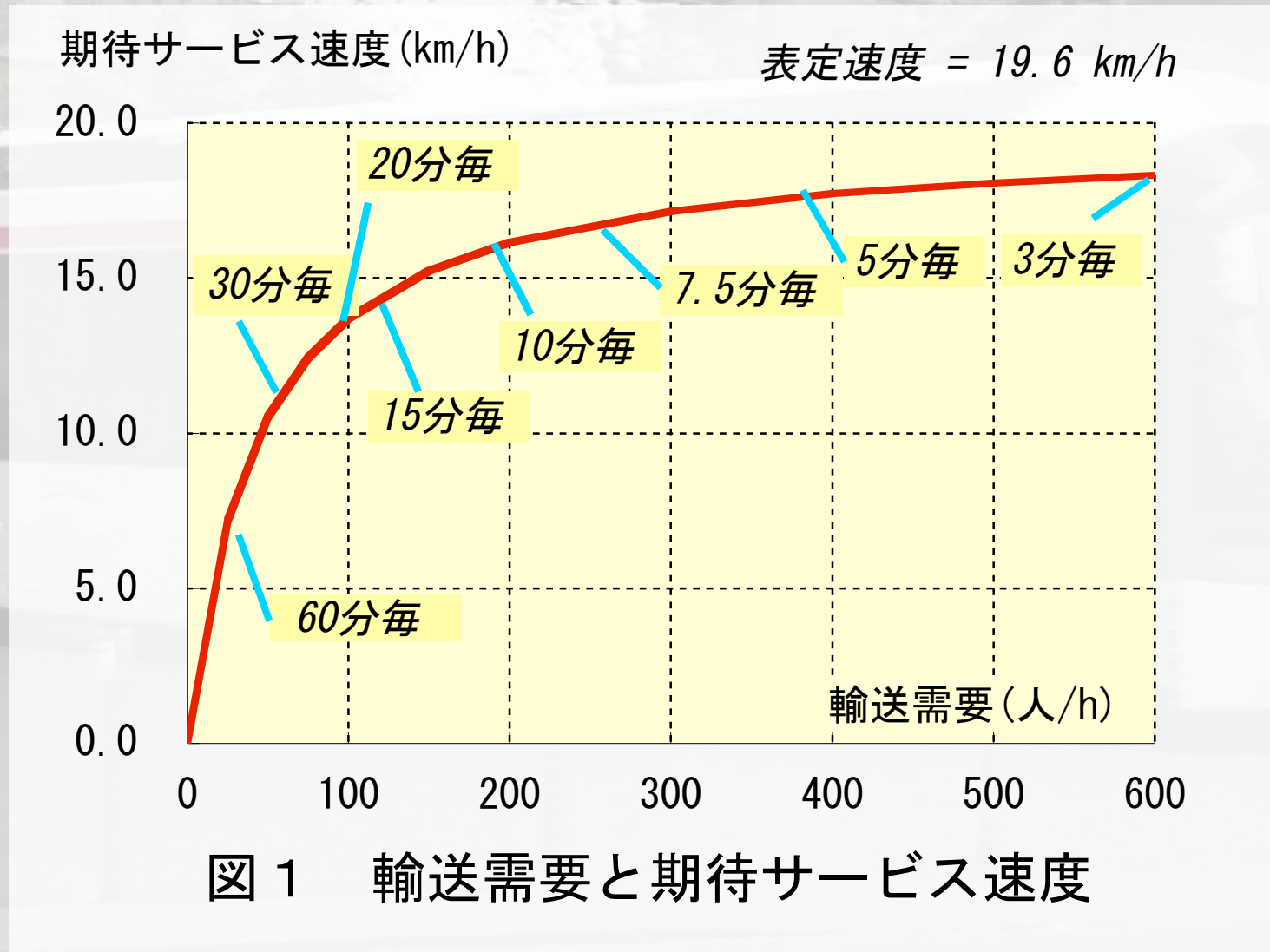
4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(2) 輸送需要と期待サービス速度

需要	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	∞	∞	22	∞	0	0.0
25	0.8	76.2	38.1	22	60.1	7.2	36.6
50	1.6	38.1	19.0	22	41.0	10.5	53.5
75	2.4	25.4	12.7	22	34.7	12.5	63.3
100	3.2	19.0	9.5	22	31.5	13.7	69.7
200	6.3	9.5	4.8	22	26.8	16.1	82.1
400	12.6	4.8	2.4	22	24.4	17.7	90.1
600	18.9	3.2	1.6	22	23.6	18.3	93.1

4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(2) 輸送需要と期待サービス速度



4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(3) 道路上の自動車交通との比較

●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

$$Q = -1.7051 V^2 + 87.126 V \quad [1]$$

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

(1車線あたり、Qは乗用車換算)

4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(3) 道路上の自動車交通との比較

- 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

$$Q = -1.7051 V^2 + 87.126 V \quad [1]$$

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

(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

$$N = -2.4375 V^2 + 124.55 V \quad [2]$$

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

【1車線あたり、Nは輸送量(人/h)】

4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(3) 道路上の自動車交通との比較

期待サービス速度 (km/h)

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

50.0

自動車

40.0

$N_{max} = 1591 \text{ 人/h}$

30.0

20.0

10.0

輸送需要 (人/h)

0.0

0

500

1000

1500

2000

図2 道路上の自動車交通との比較

4. バス交通における輸送需要とパフォーマンス

(3) 道路上の自動車交通との比較

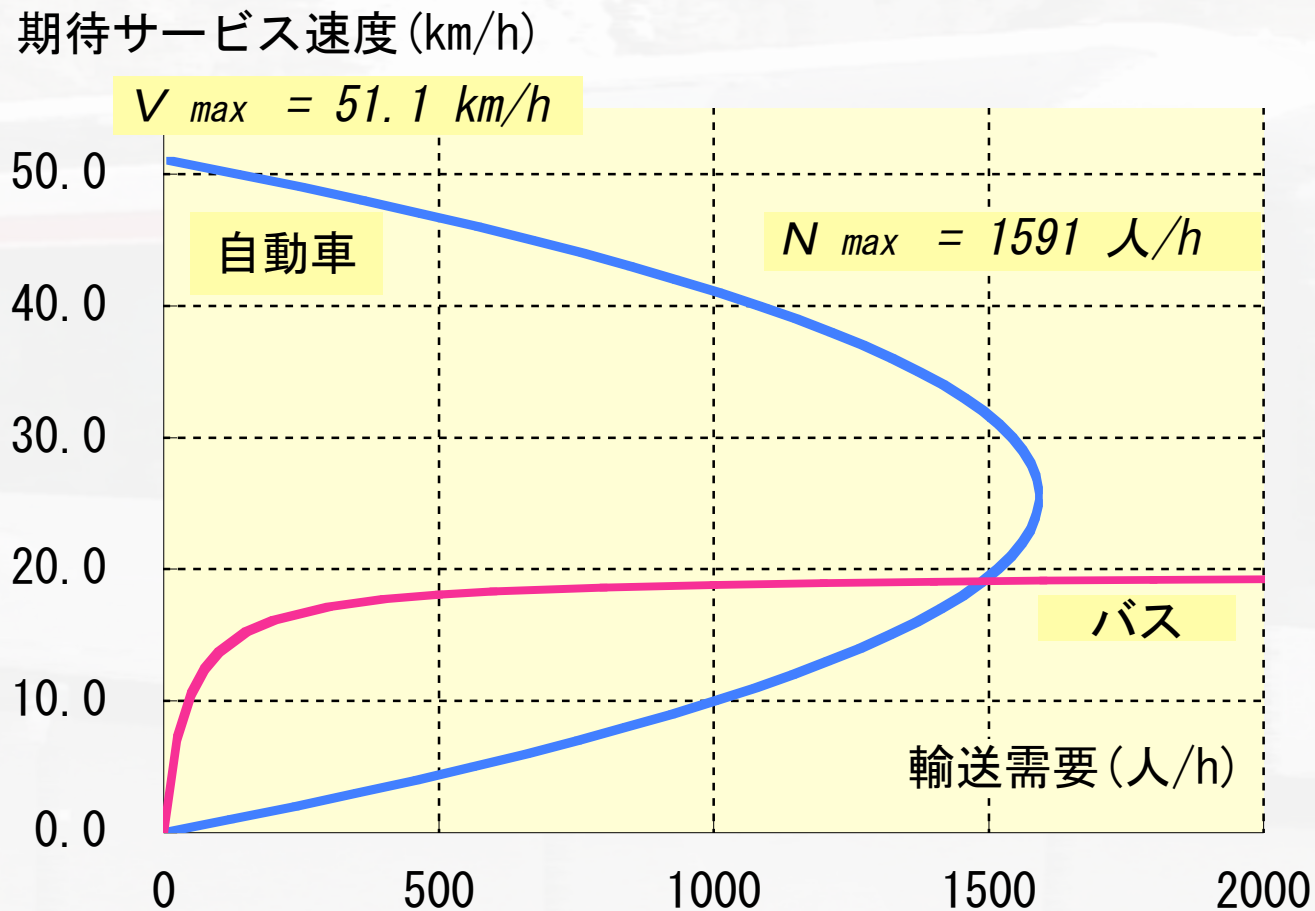


図2 道路上の自動車交通との比較



5. 道路空間のパフォーマンス 【片側2車線】

(1) 専用通路を持たない場合(混合交通)

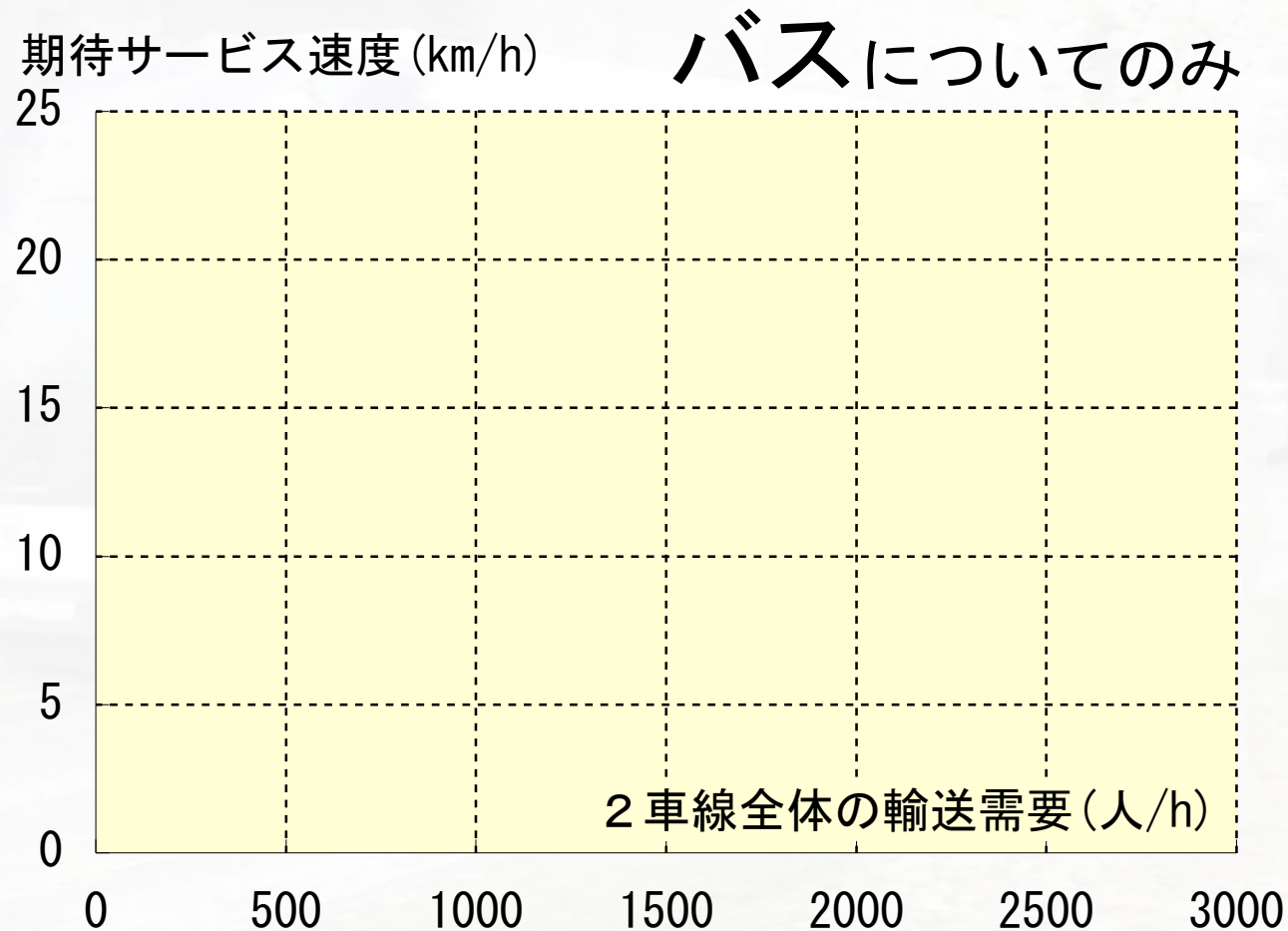


図3 需要とバスの期待サービス速度(混合交通)

5. 道路空間のパフォーマンス

【片側2車線】

(1) 専用通路を持たない場合(混合交通)

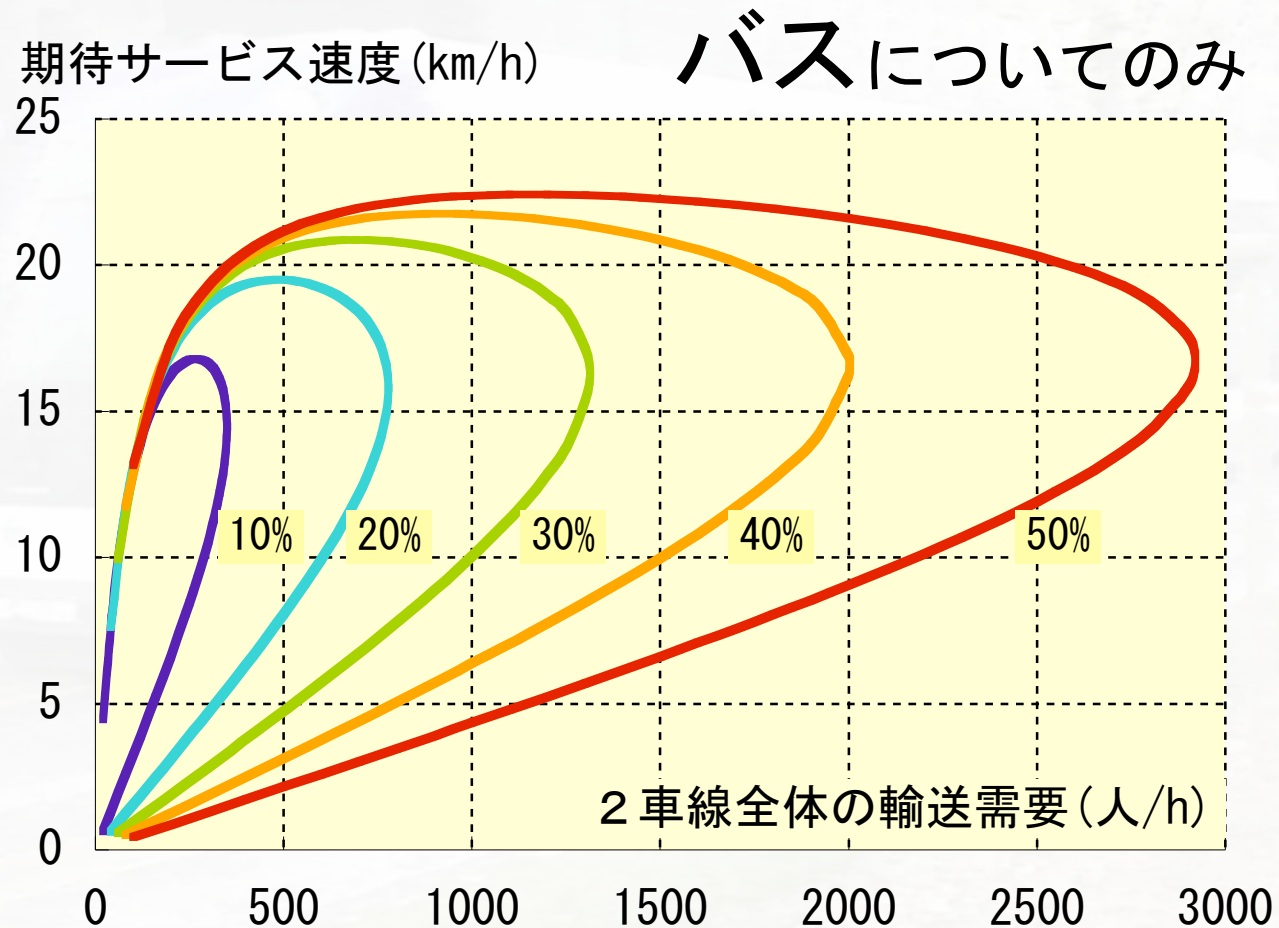


図3 需要とバスの期待サービス速度(混合交通)

5. 道路空間のパフォーマンス

【片側2車線】

(1) 専用通路を持たない場合(混合交通)

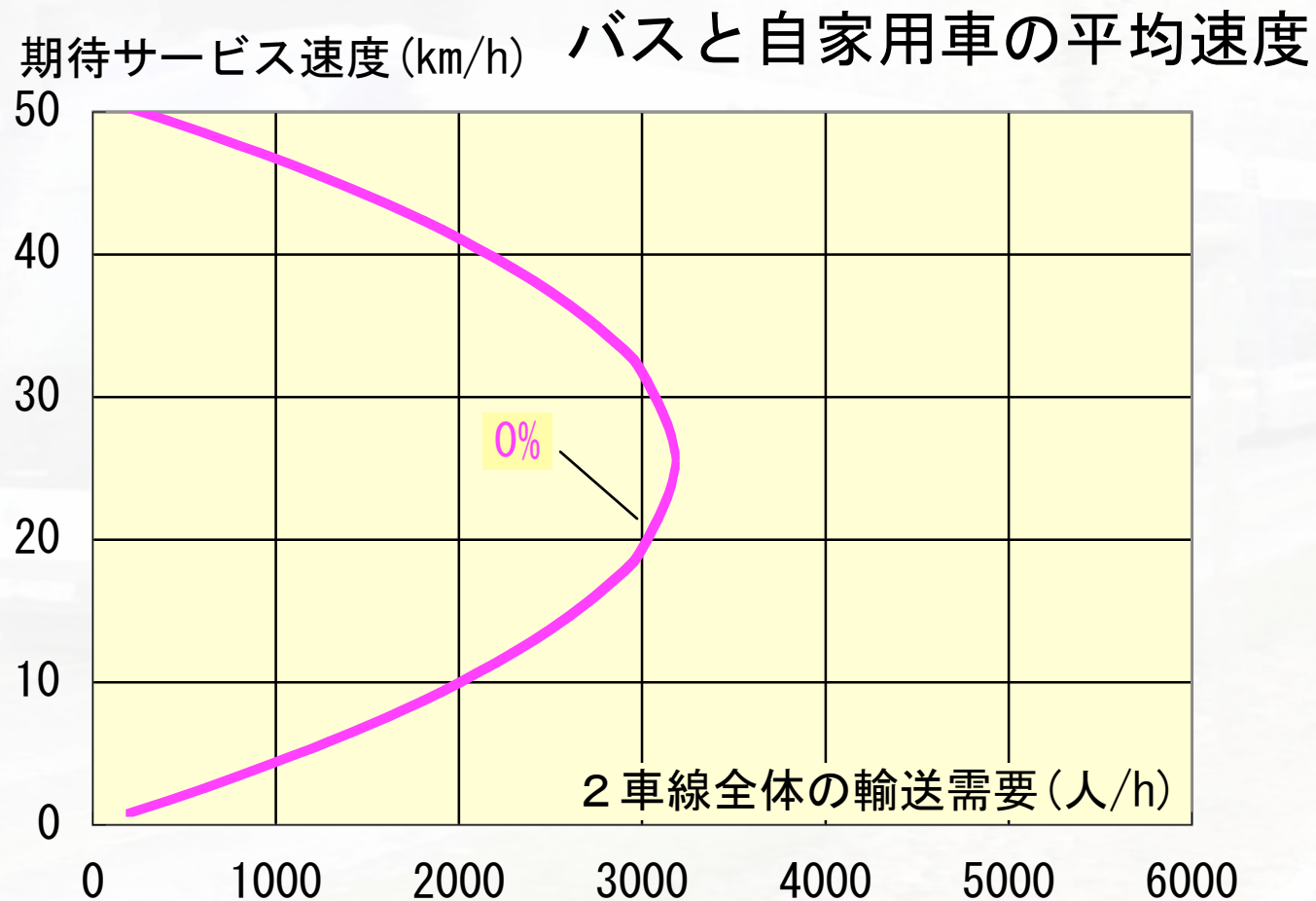


図4 需要と道路空間全体のパフォーマンス(混合交通)

5. 道路空間のパフォーマンス

【片側2車線】

(1) 専用通路を持たない場合(混合交通)

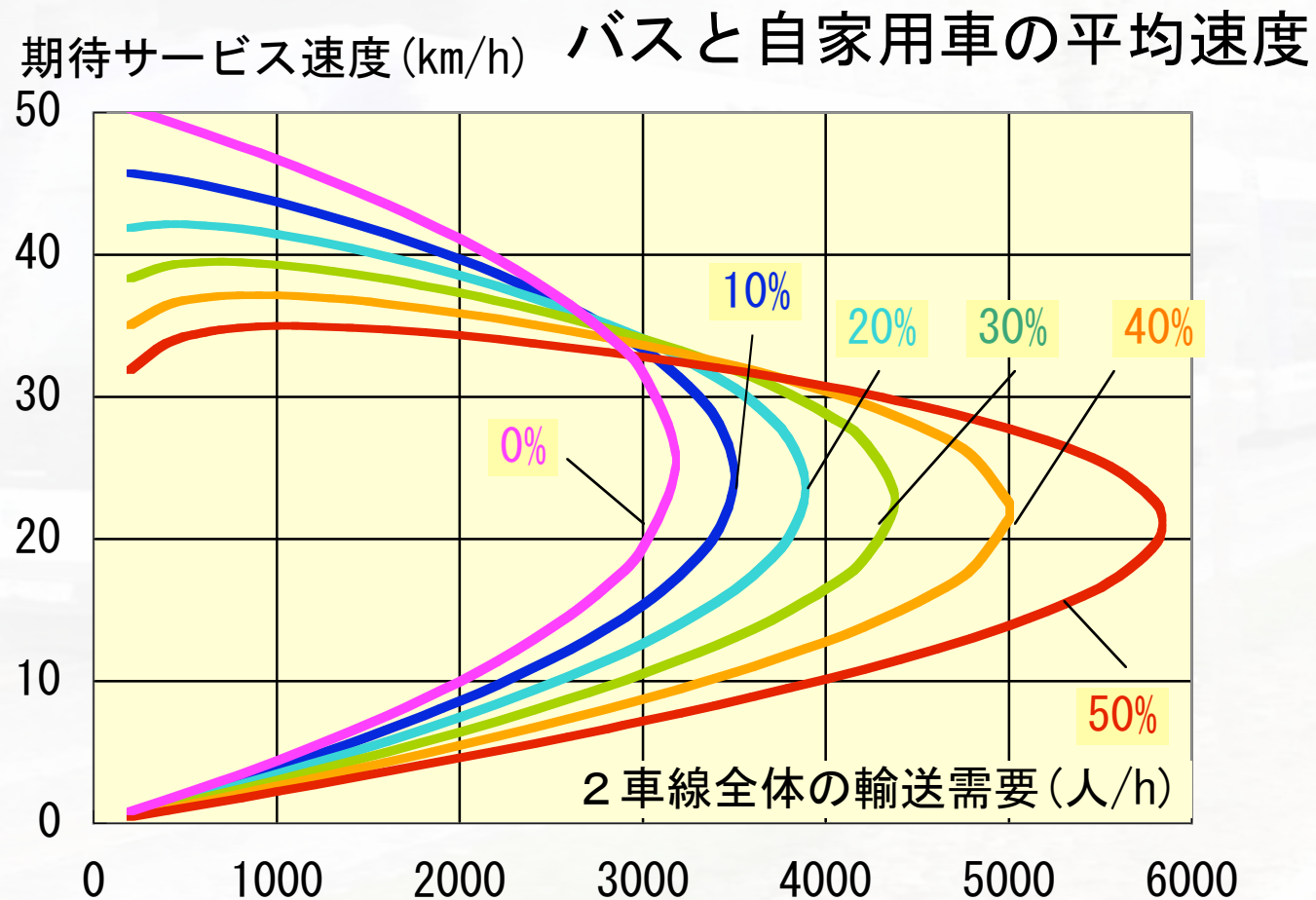


図4 需要と道路空間全体のパフォーマンス(混合交通)

5. 道路空間のパフォーマンス

【片側2車線】

(2) バス専用通路を持つ場合

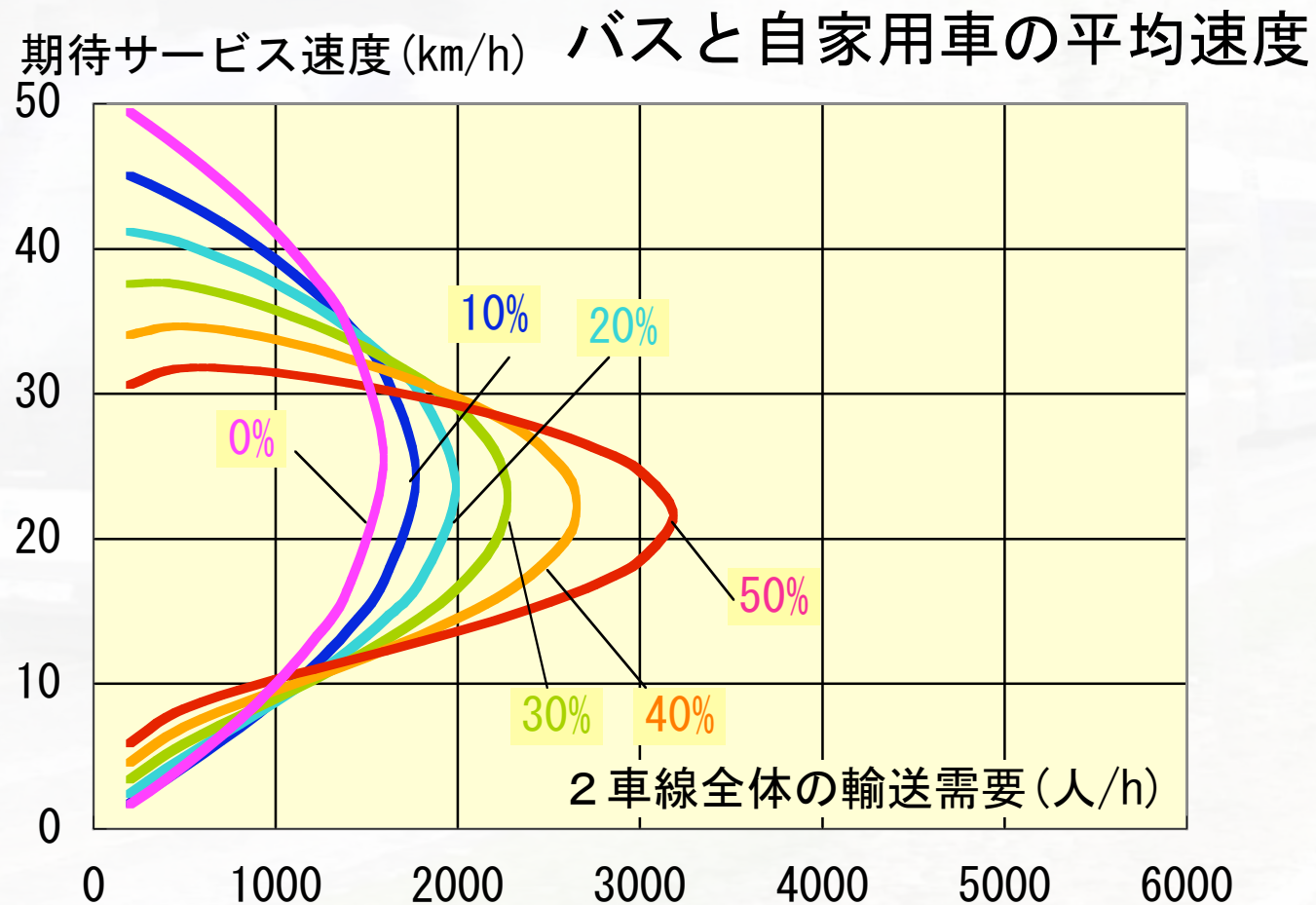


図5 需要と道路空間全体のパフォーマンス(専用通路)

5. 道路空間のパフォーマンス

【片側2車線】

(*) 4000人/hの需要に対応する場合

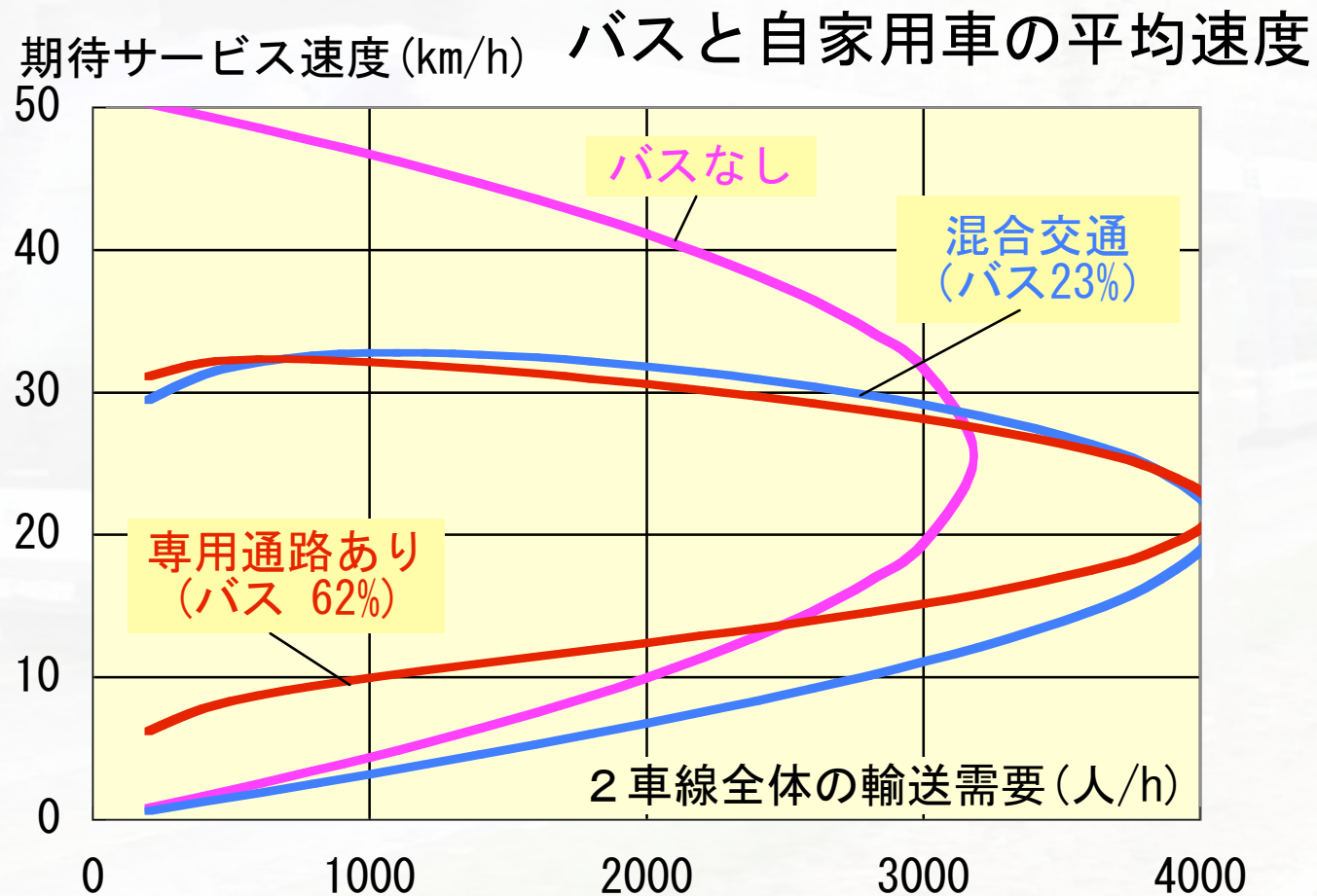


図6 公共交通の形態別道路空間のパフォーマンス



6. 本研究の適用可能性について

(1) 都市交通空間の再配分に関する分析

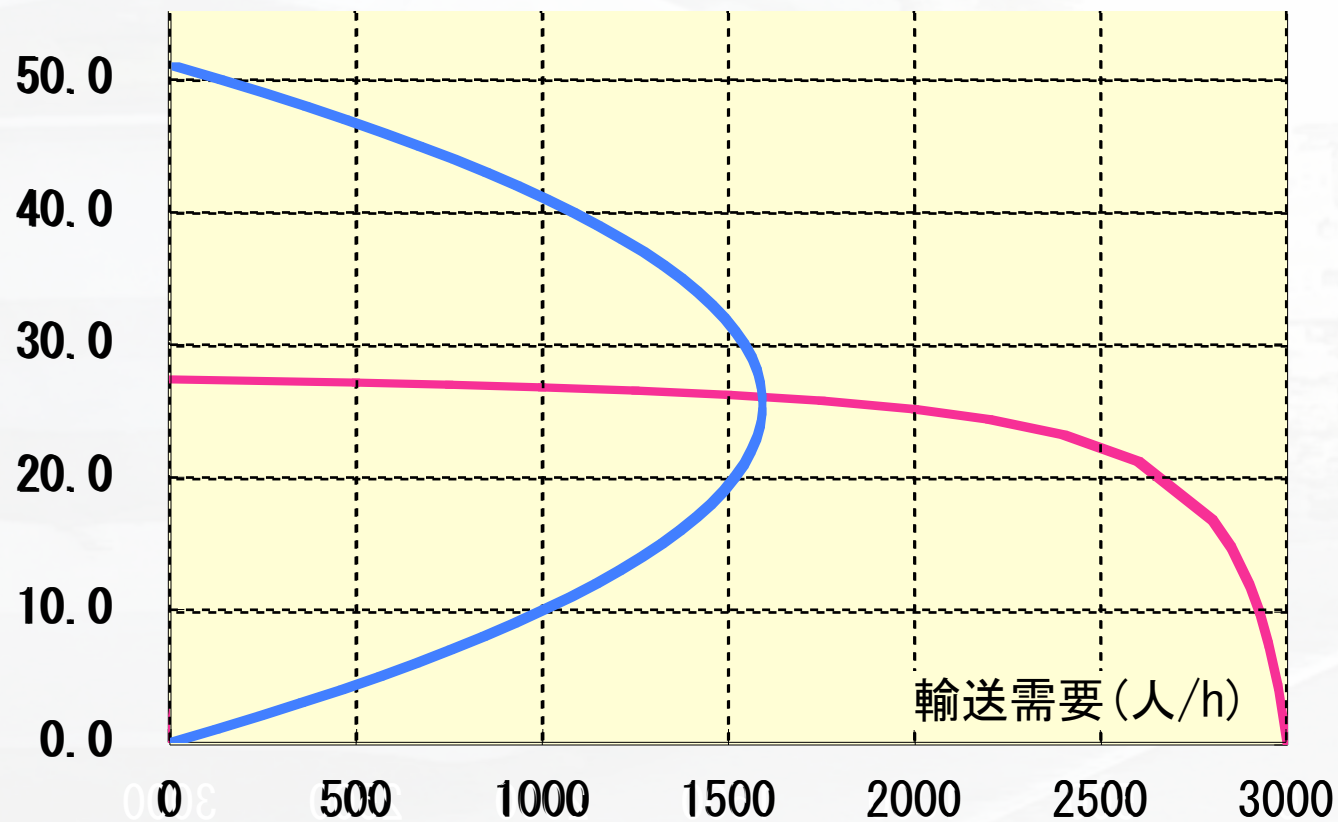
公共交通と自動車交通との直接的な比較



公共交通の特徴を考慮した都市交通空間の再配分

6. 本研究の適用可能性について

期待サービス速度 (km/h)



(例 1) モーダルスプリットの分析

6. 本研究の適用可能性について

(1) 都市交通空間の再配分に関する分析

公共交通と自動車交通との直接的な比較



公共交通の特徴を考慮した都市交通空間の再配分

(2) 適切な公共交通手段(種類)の選択

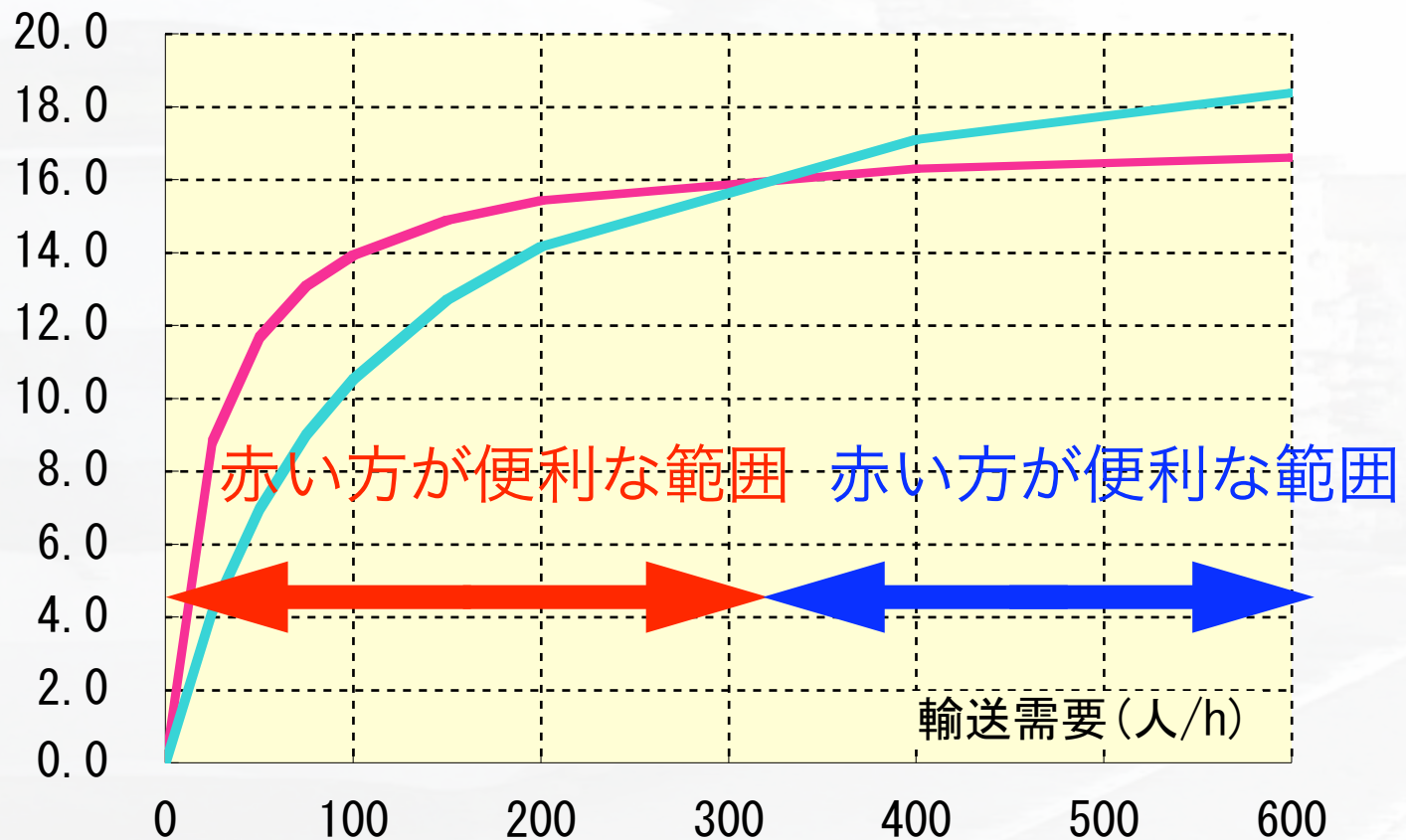
輸送量と利便性の関係



公共交通手段の選択

6. 本研究の適用可能性について

期待サービス速度 (km/h)



(例 2) 適切な交通モードの選択

6. 本研究の適用可能性について

(1) 都市交通空間の再配分に関する分析

公共交通と自動車交通との直接的な比較



公共交通の特徴を考慮した都市交通空間の再配分

(2) 適切な公共交通手段(種類)の選択

輸送量と利便性の関係



公共交通手段の選択

(3) 公共交通の輸送改善策の検討

他の競合する交通機関の影響を考慮



適切な輸送改善方法を選択

6. 本研究の適用可能性について

(例3) 混雑する道路を通るバス路線

公共交通へのシフトを促すには、

- ・ 便数を増やすのがいいか
- ・ 車線増で渋滞解消し、
バス速度向上を目指すか
- ・ たとえ便数が減っても、
速いLRT導入がいいか

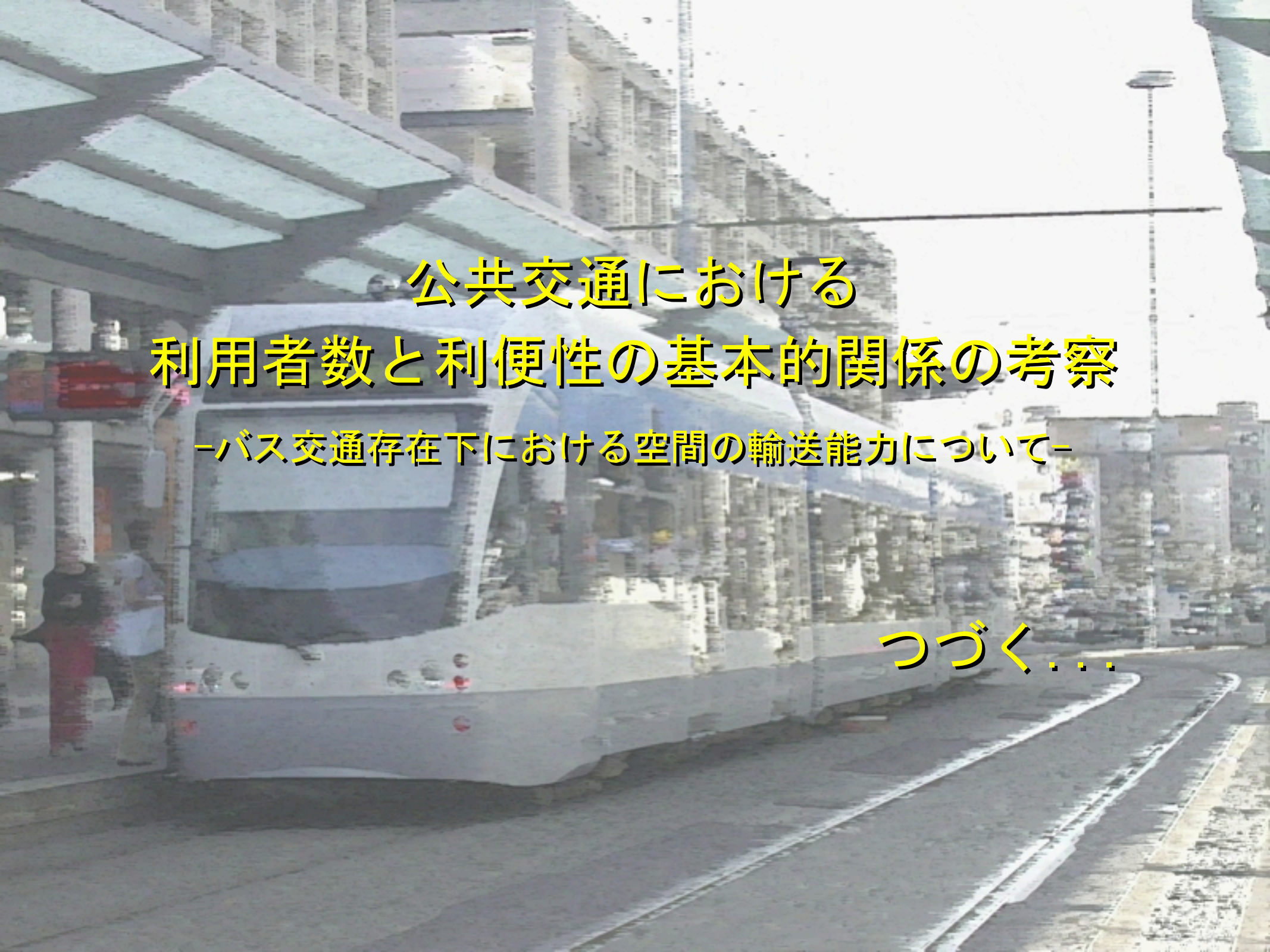
etc...

(3) 公共交通の輸送改善策の検討

他の競合する交通機関の影響を考慮



適切な輸送改善方法を選択

A photograph of a white bus stopped at a bus stop. Several people are standing on the sidewalk near the bus. The background shows a city street with buildings and a clear sky. The text is overlaid on the image.

公共交通における 利用者数と利便性の基本的関係の考察

-バス交通存在下における空間の輸送能力について-

つづく...

つづく...