

第 2 回新都市社会技術セミナー

研究報告 2

「IT を活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究」

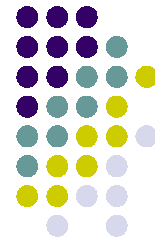
プロジェクトリーダー 谷口 栄一（京都大学大学院工学研究科教授）

平成16 年11 月10 日

新都市社会技術融合創造研究会

ITSに関する研究 グループ

谷口栄一
京都大学



1

研究目的



- (1) ITSを活用して、従来は計測が困難であった道路交通の実態を詳細に把握し、道路整備計画立案に資する道路ネットワーク評価システムを開発すること
- (2) ITSを活用してまちづくりに役立つ交通マネジメントシステムを開発すること

2

研究内容



(1)プローブカーデータを活用した交通挙動の計測・道路ネットワーク評価

- 1) プローブカーによる交通調査手法の開発
- 2) プローブカーデータを活用した交通変動特性
- 3) プローブカーデータを活用した道路ネットワーク評価
- 4) プローブカーデータを活用した物流の効率化の評価

(2)ITSを活用したまちづくりのための交通マネジメントシステム

- 1) ITSを活用した駅前広場の交通運用
- 2) ITSを活用した荷捌き駐車場の効率化および環境改善
- 3) ITSを活用した歩行者系道路利用システム

3

参加メンバー



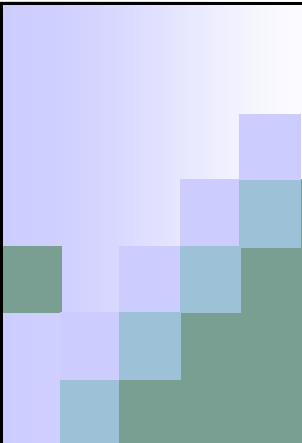
(1)プローブカーデータを活用した交通挙動の計測・道路ネットワーク評価

- 日立製作所、住友電工、オムロン
- 近畿地方整備局道路部
- 京都大学 (谷口栄一、山田忠史、飯田恭敬、宇野伸宏、北村隆一、吉井稔雄)、神戸大学(朝倉康夫)

(2)ITSを活用したまちづくりのための交通マネジメントシステム

- 鹿島建設、NTTインフラネット、阪急電鉄、駐車場整備推進機構
- 近畿地方整備局道路部
- 京都大学 (飯田恭敬、北村隆一、川崎雅史、倉内文孝、谷口栄一、相浦宣徳、青山吉隆、中川大、柄谷友香)

4



プローブカーデータを 活用した 物流効率化の評価

第2回 新都市社会技術セミナー (2004年11月10日)
ーITSを活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究ー

谷口栄一 (京都大学)

1



背景

- 都市内交通に大きな影響を与える大型貨物車両
- 一方でeコマース・JITなど物流ニーズの高まり
- 既存の道路ネットワーク
 - 大型車両の走行ネットワーク

効率的な物流の実現



交通・環境・経済に好影響

2

現状と課題

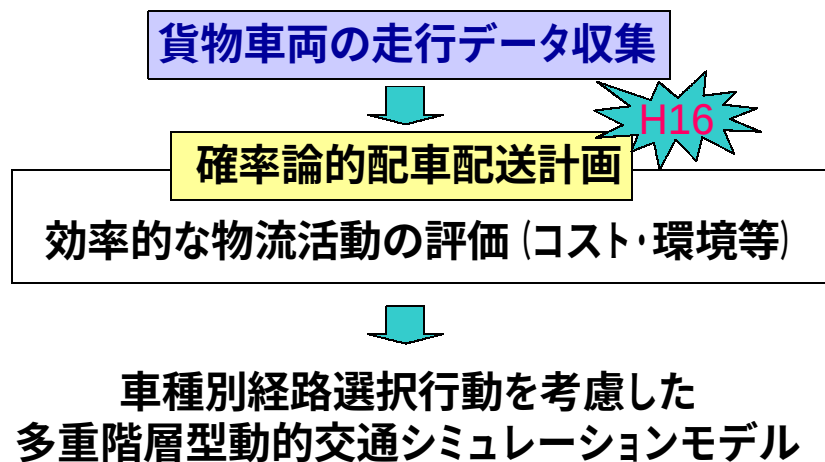
- 確率論的配車配送計画・動的配車配送計画
 - 交通状況の把握が不十分 (VICS情報のみ)
 - 物流車両の走行経路特定が困難
- 交通流シミュレーション
 - 大型車両を適切に表現可能なモデルが必要

交通状況・大型車両の挙動分析

➡ プロブカーの活用

3

研究の流れ



4

研究調査対象

- 大阪・兵庫を走行する物流車両を対象
 - 家電製品の小売店へのルート配送：PDA型
→ 都市内（中域）
 - 清涼飲料の拠点のルート配送：ナビ型
→ 都市間（中域・広域）
- 都市内の走行データ・配送先データを分析

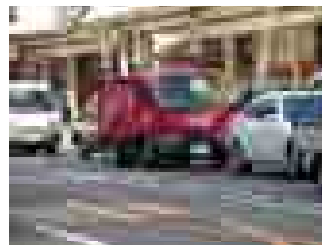
5

使用するプローブ調査機器

- PDA型・ナビ型を使用：1秒毎の位置情報を取得



PDA型プローブ装置



走行中のナビ型プローブ装置装着車両

6

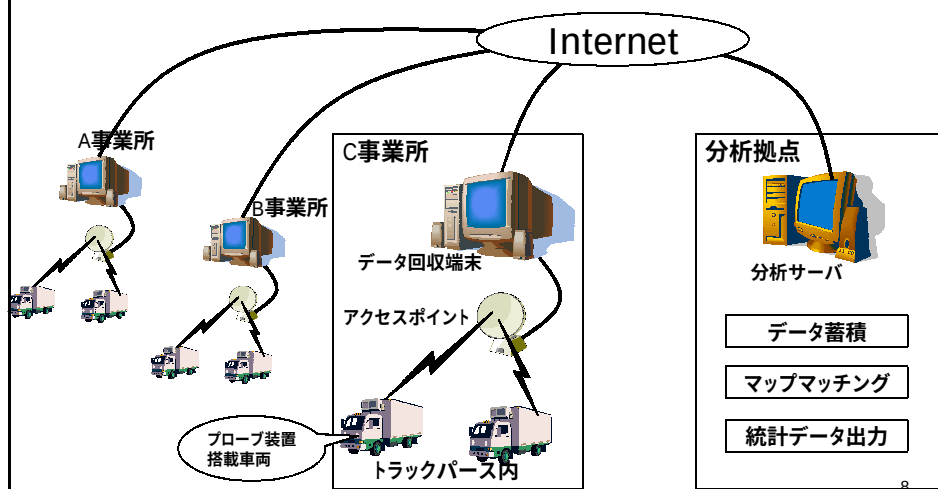
走行データの収集

- プローブ装置を取り付けた車両（プローブカー）からデータをインターネットを通じて毎日回収
- 回収したデータより配送経路を自動でマップマッチングし、リンク走行時間を抽出蓄積

→ プローブカーによるリンク走行時間分布と
VICSによる旅行時間分布の比較

7

自動プローブ情報収集システム



プローブデータの確率論的 配車配送計画への適用イメージ

- ネットワーク設定・顧客情報設定
- データ回収・データ形式変換
- リンク単位のデータ抽出・蓄積
- 貨物データ
- 配送順序の求解・配送コスト等の算定
- ネットワーク上の交通への影響測定

9

確率論的配車配送計画への 適用時の課題

- 確率論的配車配送計画実施時に必要なデータ
 - 道路ネットワーク
 - 旅行時間情報
 - 顧客情報、貨物情報
- 大型貨物車両の経路選択挙動と影響を考慮した交通流シミュレーションモデル

10

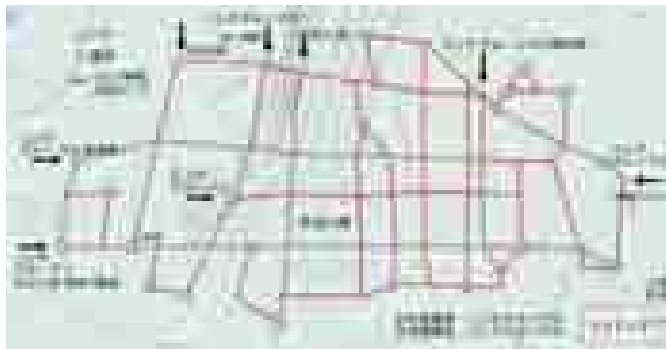
ケーススタディ

- 2004年4月7日・10日
- 大阪市南部地区
- 家電製品配送トラック1台(2t車)使用
- リンクの旅行時間分布はプローブデータ・VICSデータにより作成
- 総コスト・環境負荷について確率論的配車配送計画により得られた解と実配送に基づく経路の期待値[Case (EA)]を比較

11

対象ネットワーク

阪神地区ネットワーク



69ノード
うち顧客ノード:22
デポノード:1
218リンク→
6リンクグループ

取得データ:
66台・日
(04/3/13~04/6/2)

12

ルートの比較

2004年4月7日

ケース(EA)



13

ルートの比較

2004年4月7日

最適解



14

ルートの比較

2004年4月10日

ケース(EA)



15

ルートの比較

2004年4月10日

最適解



16

コスト比較

4月7日	ケース (EA) (円)	最適解 (円)	変化 (%)
固定コスト	10,417	10,417	0
運行コスト	26,310	20,083	-24
遅刻ペナルティ	16,662	17	-100
早着ペナルティ	89	538	504
総コスト	53,478	31,055	-42
4月10日	ケース (EA) (円)	最適解 (円)	変化 (%)
固定コスト	10,417	10,417	0
運行コスト	26,924	21,925	-19
遅刻ペナルティ	5,018	2,661	-47
早着ペナルティ	923	923	0
総コスト	43,282	35,926	-17

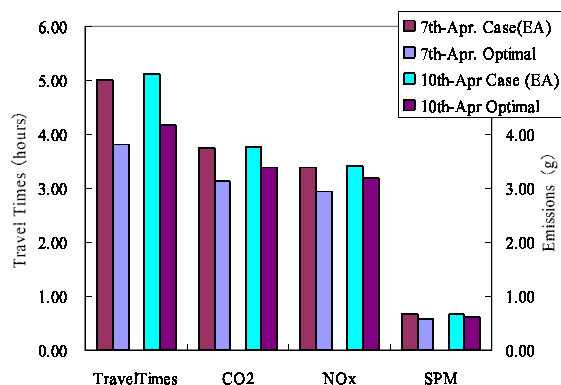
最適解は運行コストと遅刻
ペナルティを削減可能

しかし早着ペナルティは若干
増加するケースも

総コストは大きく削減

17

環境負荷の比較



4月7日・10日とも

最適解はCase (EA)と
比べ、旅行時間・環境
負荷ともに削減可能

18

まとめ

得られた知見：

- 確率論的配車配送計画は旅行時間の不確実性に対応した配送経路の算出が可能
- 確率論的配車配送計画はケース(EA)に比べ、コストのみならず環境負荷の削減も可能

今後の課題：

- 得られた旅行時間分布を実際の配送における確率論的配車配送計画に適用し、効率的な配送の実現を確認

19

今後の予定

- データの取得
 - 走行履歴の蓄積
- 多重階層型動的交通シミュレーションモデルの構築・検証
- 確率論的配車配送計画の適用・実証実験
- 効率的な物流実現に向けた評価手法の検討(コスト・環境負荷)

20

ITSを活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究

所要時間信頼性評価に向けた バスプローブデータの補正方法について

第2回新都市社会技術セミナー
2004年11月10日

宇野伸宏 (京都大学)
飯田恭敬 (京都大学)
村上則夫 (FM Tokyo)



1

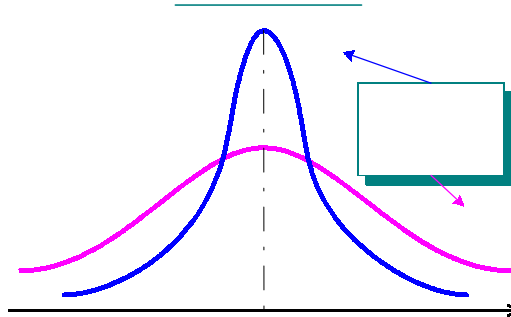
発表の構成

- はじめに
 - 所要時間信頼性の評価の考え方
 - バスプローブ調査手法の適用
 - 本研究の目的
- プローブシステムを利用した調査について
- バスプローブデータの補正手法について
 - 回帰分析を適用した補正手法
 - バス旅行速度の補正手法
- おわりに

2

所要時間信頼性の評価の考え方

- $R_{OD} = Prob(t \leq t^*)$
基準時間 t^* 以下で目的地まで到着できる確率



- 上記の例では経路1の方が所要時間信頼性の点で優れている.

3

バスプローブ調査手法の適用 #1

- プローブカー調査システムを用いることで、道路ネットワーク上の動的交通データを入手可能.



車載のGPS機器から得られる車両の位置データ

+

道路ネットワークに関するデジタルデータ

4

バスプローブ調査手法の適用 #2 バスプローブと乗用車プローブの比較

	バスプローブ 《経路先決型》	乗用車プローブ 《経路選択型》
特定区間のプローブカー の走行頻度	相対的に大	相対的に小
道路ネットワークへの吸 着時の誤差	相対的に小	相対的に大
経路選択行動分析への 適用可能性	不可能	可能

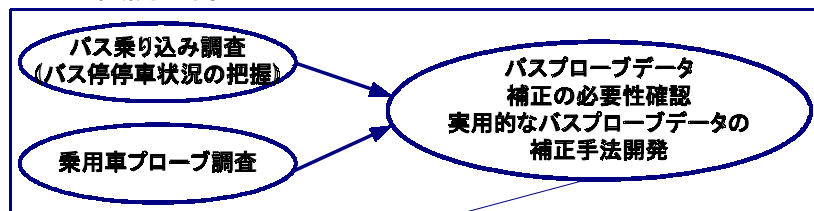
- バスプローブ調査は所要時間分布データの取得に適している。
- バス停における停車のために、バスプローブで計測される所要時間は一般交通の所要時間より過大となる可能性あり。

5

研究目的

- バスプローブデータの補正手法の提案
所要時間・旅行速度に関する補正

本研究の対象



既収集バスプローブデータ
に対する補正手法の適用

道路ネットワークの
所要時間変動特性の
分析

所要時間信頼性から見た道路ネットワークの
サービス水準評価

今後の研究課題

6

プローブシステムを用いた調査について

○ バス乗り込み調査

GPS機器を持った調査員がバスに乗り込み、バスの運行状況（バス停停車、渋滞等）について記録

○ 乗用車プローブによる走行調査

- 一般的な交通状況を代表する所要時間データを得るため乗用車プローブによる調査も実施
- ドライバーは交通の流れにのって走行することが求められる。

○ 調査実施日：2003年12月17日・21日

○ 対象路線：京阪バスの4路線

高槻1系統、枚方39系統、寝屋川4系統、門真21系統

7

バスプローブデータの補正手法について #1

- 補正手法の概要

乗用車プローブとバスプローブの所要時間の平均値に対する
t検定（平均値に有意な差異が認められるか？）



バスプローブで計測された所要時間の補正の必要性

○ バスプローブの所要時間の第1の補正方法

- 乗用車プローブの所要時間を従属変数とした回帰分析の適用

○ バスプローブの所要時間の第2の補正方法

- バス停停車の影響を考慮した旅行速度・所要時間補正
- 補正後のデータベースを用いれば任意の道路区間の評価が可能

8

バスプローブデータの補正手法について #2

- 回帰分析の適用 (第1の方法)

○ 説明変数

バスプローブの所要時間

一般交通が停車中のバスを追い越し可能か否か

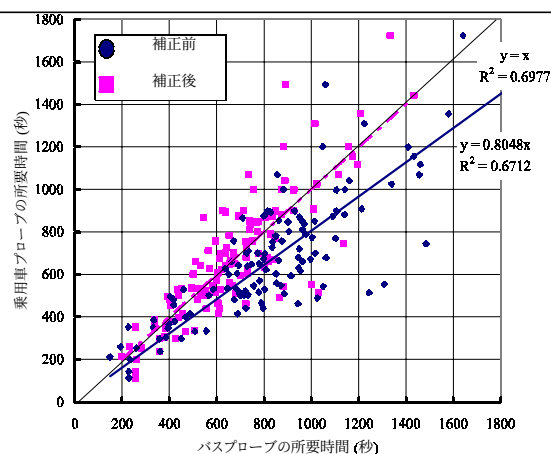
→ 必要となる所要時間の補正の程度は停車中のバスが一般交通の動きを阻害するか否かで異なる。

説明変数	回帰係数	標準誤差	t値
バス所要時間	0.761	0.047	16.16
バス停すり抜け可否	-79.12	30.72	2.58
定数項	84.33	40.15	2.1
修正済決定係数	0.69	サンプル数	120
修正済重相関係数	0.76		

9

バスプローブデータの補正手法について #3

- 補正前後でのバスの所要時間



- 回帰分析を用いた第1のアプローチは、バスプローブと一般の交通の間の所要時間の乖離を緩和することが可能。

10

バスプローブデータの補正手法について #4

- バスの旅行速度の補正手法

Step 1: 停留所でのバスの停車を識別するための判別分析の適用

Step 2: 停留所停車の前後での減速・加速の識別
ルールの適用

Step 3: バスの旅行速度の補正

11

バスプローブデータの補正手法について #5

- 判別分析によるバス停停車の識別

- 判別分析を利用して、バス停停車をプローブデータより判定.
- 説明変数: バスの速度 (移動量)・最短バス停までの距離

	変量 1
バスの速度	-0.802
バス停距離	-0.641
固有値	0.458
累積確率	1.000

観測値	判別分析による分類結果 (予測)			
		正答%	走行	停止
			p=.82818	p=.17182
	走行	95.8	1667	73
	停止	92.0	29	332
	合計	95.1	1696	405

12

バスプローブデータの補正手法について #6

- 加減速の識別の方法

バス停停止に伴う加速・減速モードの判別

バス停停止判別分析



バス停停止と判定された時刻の
前後20秒のデータに着目

バス停停止前 & 速度減少が3秒以上継続

減速モード

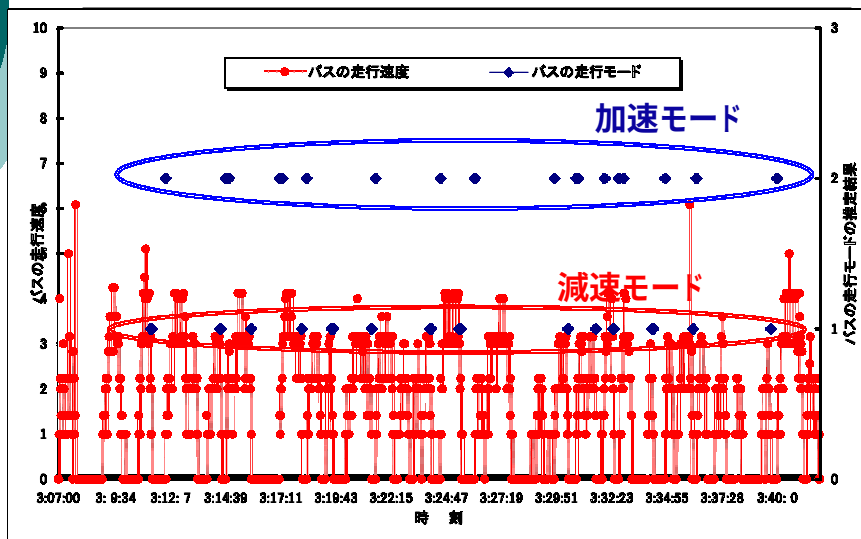
バス停停止後 & 速度増加が3秒以上継続

加速モード

13

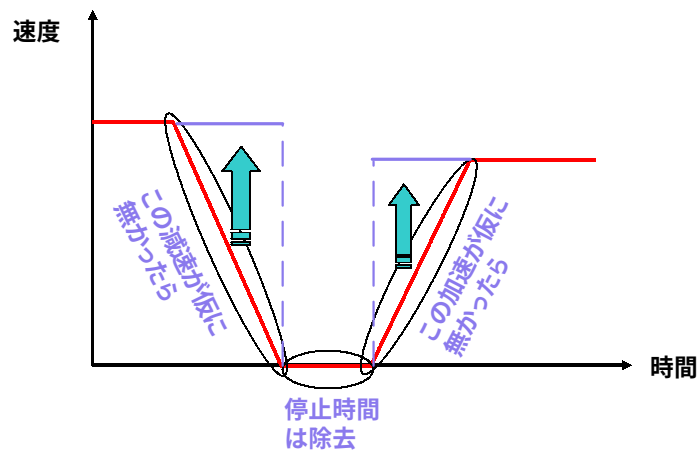
バスプローブデータの補正手法について #7

- バスの加減速の識別事例



バスプローブデータの補正手法について #8

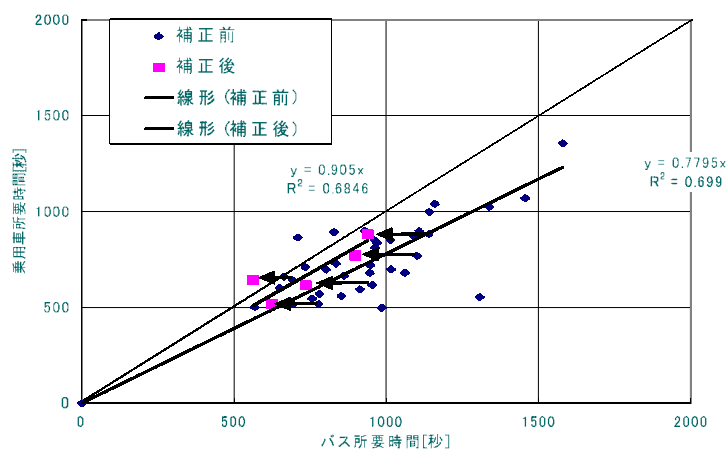
- 走行速度補正の考え方



15

バスプローブデータの補正手法について #9

- バスの走行速度を補正する方法の妥当性



- バスの旅行速度を補正する方法でも、一般交通とバスの間の旅行時間の乖離を削減できる可能性を示唆した。

16

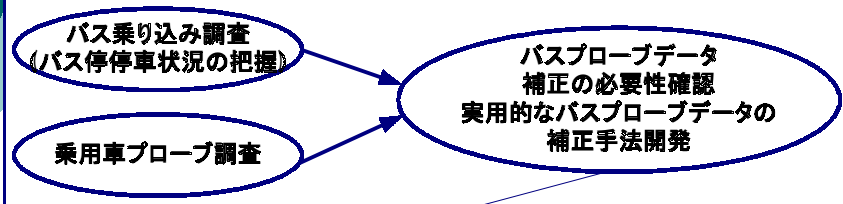
本研究のまとめ

- 本研究では、バスプローブデータを利用して道路ネットワーク上の所要時間変動特性を把握するため、バスプローブで計測される走行速度・所要時間を補正する方法を提案した。
- 回帰分析を適用して特定区間の所要時間を補正する方法、ならびに、バス停停車の影響を排除して、旅行速度を補正する方法ともに、一般のドライバーが経験する旅行時間の近似値を提供できる可能性が示唆された。

17

今後の研究課題

本研究の対象



既収集バスプローブデータ
に対する補正手法の適用

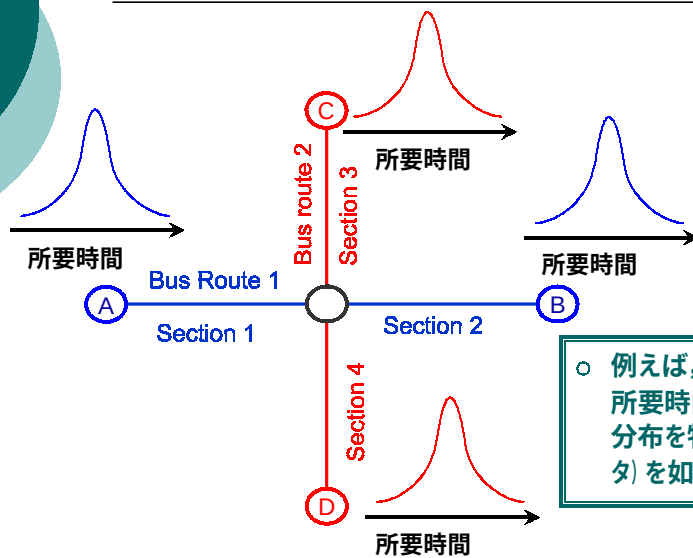
道路ネットワークの
所要時間変動特性の
分析

所要時間信頼性から見た道路ネットワークの
サービス水準評価

今後の研究課題

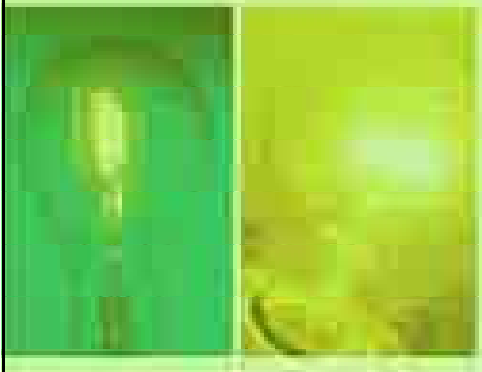
18

所要時間信頼性に観点からネットワークのサービスレベルを評価するためには……



- 例えば, AC間やCB間の所要時間分布 (あるいは分布を特徴づけるパラメータ) を如何にして得るか

スマートターミナル研究 グループ報告



京都大学 倉内文孝

第2回新都市社会技術セミナー (平成16年11月10日)₁

本研究のねらい

- OD交通を支える起終点施設としてのターミナル機能の高度化
- 人と環境に優しいターミナルを目指した機能の高度化実現に向けての研究開発
- ICT (Information Communication Technology) およびITS (Intelligent Transport Systems)の活用

具体的な研究テーマ(1)

- 需要応答型の公共交通システム
 - 乗車需要に応じた配車による公共交通
 - ターミナル待機時間の縮減による乗降スペースの小型化
 - ICTとの融合による公共交通の利便性向上
- 駅前スペースの動的管理システム
 - 動的な駅前広場の利用変更
 - 従来型の駅前整備においてはタクシーベイ、バス停留所などは固定的に利用
 - 車両需要、乗車需要には偏りがある
 - ピーク時間帯はバスの利用が多い
 - オフピーク時間帯はタクシー需要

3

具体的な研究テーマ(2)

- 駐車場の統合管理システム
 - 周辺駐車場との連携により自家用車およびバス待機時間の短縮
 - バス停留所の省スペース化および共同利用化
- 機能配置と歩行者流動の適正化
 - 歩行者流動特性を考慮した各種機能施設の最適配置
- 情報の収集提供システムの高度化
 - 利用者流動のデータ観測と安全誘導管理
 - バスと乗客との双方向通信
 - バス案内情報システムの高度化
 - 待合いスペースとの連携方策と誘導

4

具体的な研究テーマ(3)

- 歩行者移動の誘導案内システム
 - 動的なサイン計画
 - DRT, 駅前広場管理と連携した誘導
- 交通結節機能の信頼性分析
 - 利用者の利便性向上効果
 - シームレス, スティブル, フレキシブルの定量的評価
- ターミナル機能高度化の地域効果分析
 - 交通渋滞緩和
 - 交通安全向上
 - まちの活性化

5

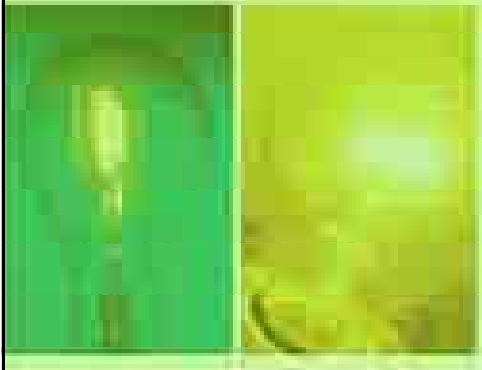
研究体制

- | | |
|---------------|----------|
| • メンバー | • 協力メンバー |
| – 京都大学 | – 京都市 |
| • 飯田恭敬 | – 長岡京市 |
| • 北村隆一 | – 京阪電鉄 |
| • 川崎雅史 | |
| • 倉内文孝 | |
| – 国土交通省 | |
| – 鹿島建設 | |
| – NTT インフラネット | |
| – 駐車場整備推進機構 | |
| – 積水樹脂 | |
| – 阪急電鉄 | |

6

研究紹介

バス乗降場の共有化による公共交通ネットワーク機能向上の評価方法



7

概要

- 駅前スペースの高度利用化のために、路線バスの乗降スペースの共有化を考える
 - 到着タイミングによって乗降バス停が変化するシステムを考える
 - 待合いスペースから情報提供によって乗客を誘導
 - 路線バス乗降場所の省スペース化によって余った場所を他の用途に利用可能
- 乗降スペース共有化は公共交通のネットワーク性を高める効果がある
 - 乗降場所共有化で乗客の乗車選択肢が増加する
 - 結果的に期待所要時間の短縮が期待される
 - 効果的な情報提供によってより効果的な誘導が可能
 - ネットワーク性向上効果をモデル分析によって確認可能であることを示す

8

自動車交通と公共交通における乗客の選択行動仮定

- 道路交通
 - 利用者は“最短所要時間 (コスト) 経路”を利用する
- 公共交通
 - いつでも車両が到着するわけではないため、サービス頻度 (車両到着までの待ち時間) を考えなければならない
 - 利用者は“期待最短所要時間 (コスト) 経路”を利用する

9

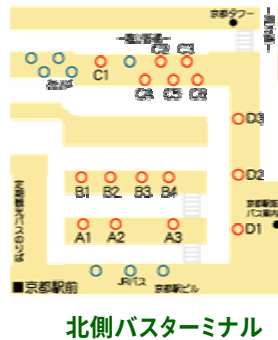
モデル化のための前提条件

- 頻度ベースのサービスを仮定する
 - 確率的に取り扱うことが可能
 - 静的なモデルの枠組み
- 利用者は目的地にたどり着くことができる全ての路線について車両の到着頻度と所要時間を経験的に認識している.

10

例1: 京都駅でのバス停配置

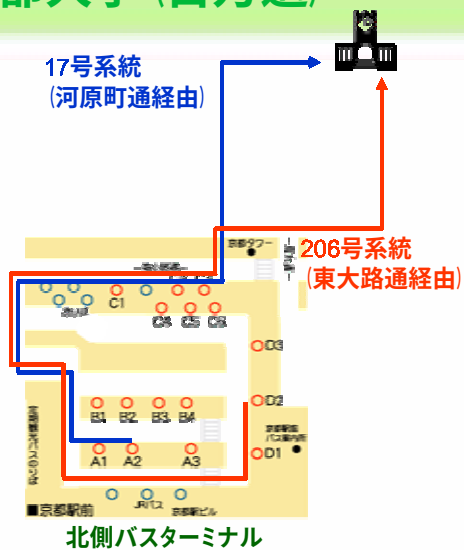
- 16個のバス停 (八条口にも8個)
- 8つのおりば
- 観光バスの停車スペースの不足
- 同一目的地でも異なるバス停



11

京都駅～京都大学 (百万遍)

- D2乗り場から206号系統
 - 1時間6本
 - 所要時間30分
- A2乗り場から17号系統
 - 1時間3本
 - 所要時間26分
- 17号のみ利用
 - 期待所要時間46分
- 206号のみ利用
 - 期待所要時間40分
- どちらか先にきたバスを利用
 - 期待所要時間35.3分



12

例1から導き出されること

- 同一目的地の車両 (17 & 206) が同一の乗降スペースから出発する
あるいは
- どちらが先に来ても乗れるぐらい乗降スペースが近い
ならば
- どちらか先にきた方に乗車することで目的地 (百万遍) までの期待所要時間は小さくなる
↓
- 乗降場所の共有化はバスのネットワーク性の向上に寄与する

13

例2：公共交通の情報提供効果

- 今までは次のバスがいつ到着するかわからないことを仮定
 - 各系統の車両が独立でランダムに到着すれば, ある系統が一番に到着する確率は到着頻度に比例する
- 実際の状況では時刻表ベースのサービス提供
 - もしバスに遅れがなければランダム性は成立しない
- バスの接近情報などを提供している都市も多い

14

ポケロケ (京都市)

<http://www.city.kyoto.jp/kotsu/>

- 停留所と系統番号を入力すると接近情報を表示
- 時刻表を見ることが可能
- 市バス接近メール通知サービス (ポケロケメール) を試験運用中



15

情報提供がある場合の行動仮定

- 各系統について、次のバスが何分後に到着するかわかっていると仮定
- (例1の条件で) 206号系統が到着してから4分以内に17系統が到着すれば、結果的に17系統の方が先に目的地に到着する

16

選択確率の計算

- 情報がない場合

- 17号系統が先に来る確率: 0.333

$$\Pr(w_{17} \leq w_{206}) = \frac{1/f_{17}}{1/f_{17} + 1/f_{206}} = \frac{1/20}{1/20 + 1/10} = 0.333$$

- 期待所要時間: 35.3分 (待ち時間6.7分, 移動時間28.7分)

- 情報がある場合

- 17系統に乗れば先に目的地に到着する確率: 0.454

$$\Pr(t_{17} + w_{17} \leq t_{206} + w_{206}) = 1 - \frac{1/f_{17}}{1/f_{17} + 1/f_{206}} \exp(-f_{17}(t_{206} - t_{17})) = 0.454$$

- 期待所要時間: 35.1分 (待ち時間6.9分, 移動時間28.2分)

(t : 所要時間, w : 待ち時間, f : 平均待ち時間)

17

公共交通に関する情報提供効果

- 知見

- 情報提供によって時間短縮効果が期待される
- 有用な情報は相補関係にある路線の情報

- 課題

- 情報によって利用者が所要時間の短い路線に集中する可能性もある

18

まとめ

- 乗降場所が共有されればその分ネットワークの連結性が高まり、目的地までの期待所要時間が減少する
 - 情報提供によってさらにその効果が高まる
- ↓
- 交通結節点整備の面的効果を定量化可能
 - 公共交通ネットワークの再構成

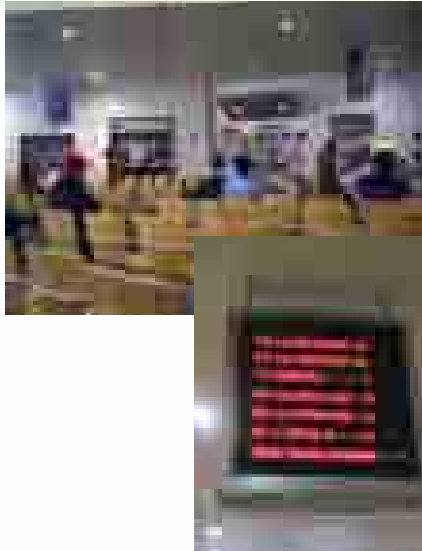
19

公共交通情報システムの方向性

- 機関(系統)ごとの情報ではなく目的地ごとの情報提供
 - Pull型情報提供システムの開発および有用性確認
- バス停の動的割り当ては利用者にとってはわかりづらい？
 - 利用者の誘導方法
 - 待合いスペースの利用計画
- バスの乗車容量を超えたケースの対応
 - 待ち行列の形成方法
 - 乗車予約

20

参考: Bus Exchange (Christchurch, New Zealand)



- 3カ所バス停を複数の路線が動的に利用
- 情報板にはバス到着までの待ち時間とともに到着間近の車両の到着バス停を掲示
- バスの滞留時間も短く環境にもやさしい

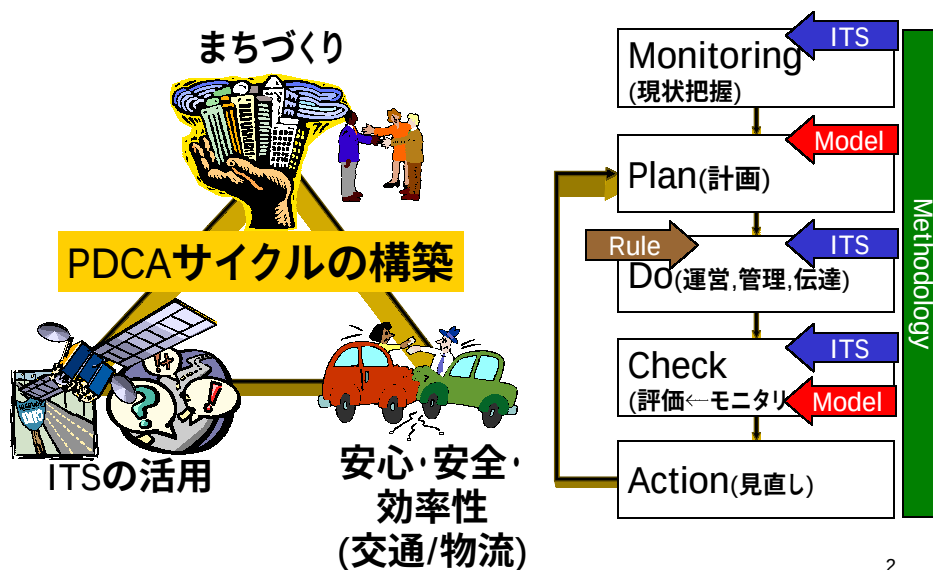
ITS技術を活用した路上荷捌き施設整備と 安全安心のまちづくり手法に関する研究

平成16年11月10日
京都大学

京都大学 谷口栄一
京都大学 相浦宣徳

1

本研究の基本スタンス



2

研究目的

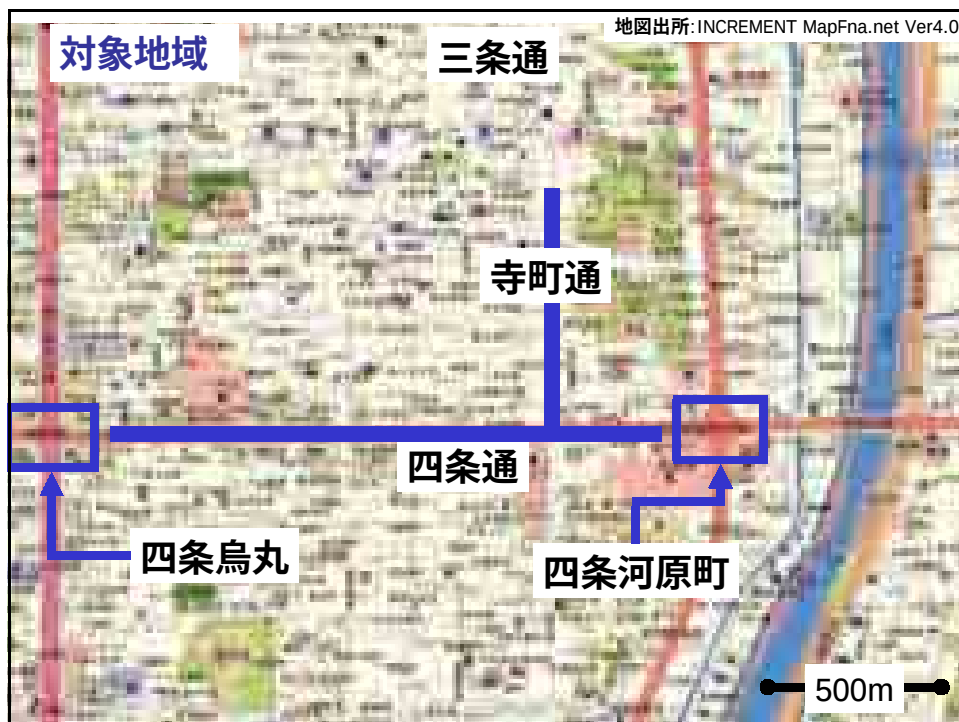
都市内物流において重要な課題である”**荷捌き**”を主たる対象とし、**ITSを活用**した効率的かつ環境にやさしい”**安心・安全なまちづくり手法**”を提案する

➡ 荷捌き施設整備コンセプトの確立
安心・安全なまちづくり手法の体系化



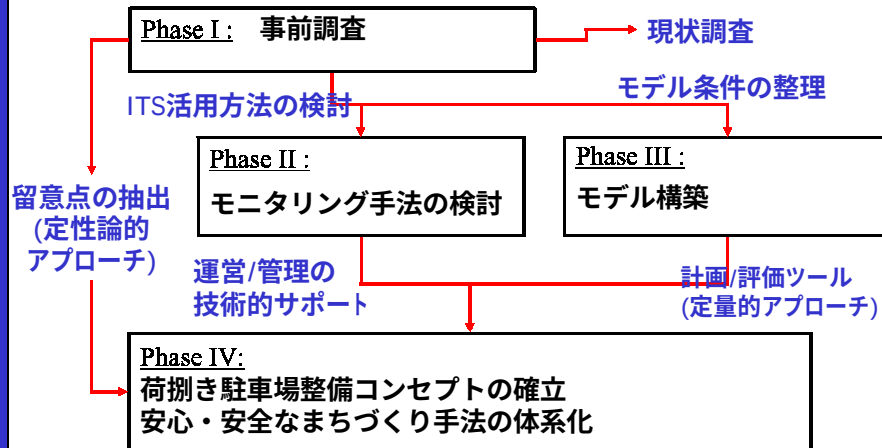
- 計画・評価のための**モデル**(ツール)の構築(P,A)
- **ルール**作成・伝達を含めた**管理・運営**手法の確立(D)
- **モニタリング**(現状把握、**管理**)手法の確立(C)
- **安全性指標**に関する検討(C)

3



研究フェーズ 平成15-17年度

安全性指標の検討・ルール



平成15年度
研究成果

- (1) 荷捌きに関する事例調査
- (2) プローブカーによる予備調査
- (3) シミュレーションモデルの構築

5

(1) 事例調査 (荷捌きに関する)

目的:

- 社会実験結果から、
安全性・効率性の両面において留意すべき点を整理

- 運営/管理方法(ルール構築/伝達を含む)
- ITS活用事例と課題, 活用により期待できる効果
- 法律/規制上の問題点
- インフラ面での課題
- 実験後の展開

対象事例:

- (1) 路上・路外荷さばきスペース (東京都渋谷区)
- (2) ポケットローディング (東京都練馬区)
- (3) 荷さばき停車区画、高架下駐車場 (東京都台東区)

6

事例調査まとめ

	運営/管理 (ルール構築)	ITS活用方法 と課題/期待 できる効果	法律/規制 上の課題	インフラ面 での課題	実験後の 展開
事例(1) 路上・路外 荷さばきス ペース	・ボランティアによる荷捌きスペースの管理(荷捌きスペースを巡回、駐車時間指導)		・道路交通法との整合(法に抵触しない範囲内での運用)	・路外駐車場の用地確保が困難 ・住民との合意形成	東京都の交通円滑化プログラム「スムーズ東京2.1」に発展
事例(2) ポケット ローディン グ	・一般車両と荷さばき車両の共存(料金面) ・地域商店や運送会社が運営するビジネスモデルの構築	・予約システムとして利用し、配送計画が事前に可能 ・到着タイムラグから事前予約は難しい	・特になし	・台車等による運搬であるため、駐車場出入口の段差等の排除 ・横持ち距離を最小限にしたPLS駐車場の適切な配置	・広範なポケット・ローディングシステムの利用促進 ・住民参加を促進する体制づくり
事例(3) 荷さばき停 車区画、高 架下駐車場	・渋滞対策支援要員による啓発活動		・道路交通法との整合(駐車は5分以内)	・荷捌き停車区画の形状・規模の検討(切込み付近に駐停車車両)	・荷捌き停車区画の開放(1月より) ・地元との協働

7

(2)プロブカーによる予備調査

目的:

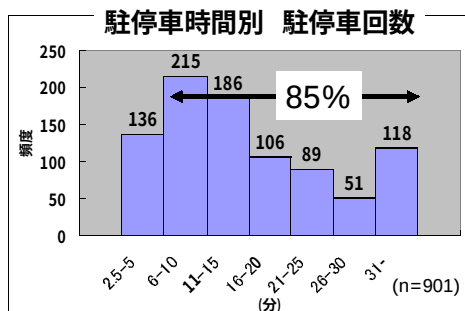
- 研究対象地域に関する予備調査
- 貨物車両の走行状況、停車状況(駐車場所、時間)、荷捌き発生箇所・回数の把握
- 横もち(荷捌き場・荷主間)に関する予備調査

調査概要:

- 1)調査箇所:京都市内
- 2)対象とするトラック台数:2台
- 3)実験期間:平成16年2月16日-4月9日(月-金)

協力事業者: 佐川急便株式会社(宅配部門)

8



	2.5-5分	6-10分	11-15分	16-20分
駐停車回数	136	215	186	106
構成比率	15.1%	23.9%	20.6%	11.8%

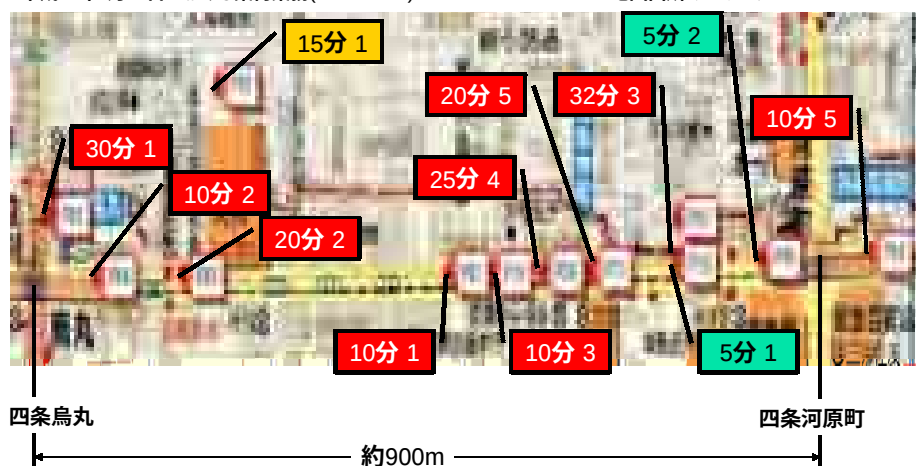
	21-25分	26-30分	31分-	計
駐停車回数	89	51	118	901
構成比率	9.9%	5.7%	13.1%	100.0%

平成16年2月16日 - 4月9日(月・金)

9

平成16年4月21日における集荷業務(9:00-13:00)

地図出所: プロアトラスW2 Ver.1.0.0.0



10

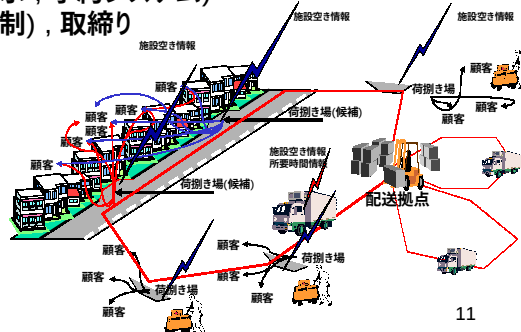
(3)シミュレーションモデルの構築

目的:

□ 計画・評価のためのモデル(ツール)の構築

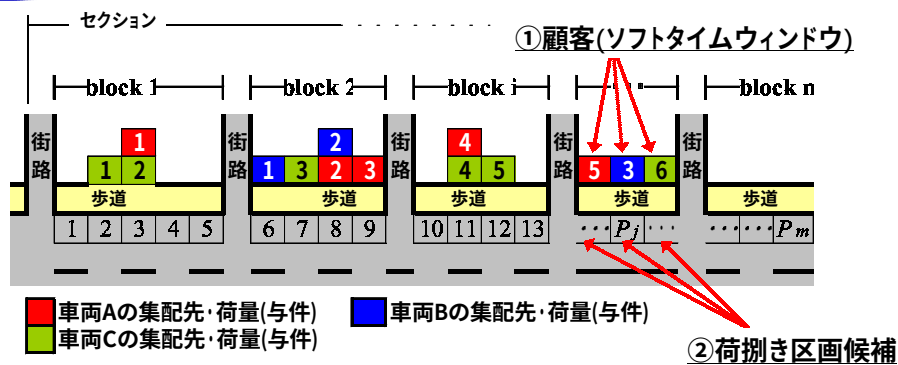
検討項目:

- 1) 荷捌き施設の位置,数
- 2) 荷捌き施設の形態
- 3) 利用時間,利用料金
- 4) 情報の活用方法 (空情報の提示, 予約システム)
- 5) 啓蒙活動 (一般車両の使用規制), 取締り
- 6) 区域の流通特性, 交通特性



11

モデル構造(1)



- 1) 荷捌き施設の位置,数
- 2) 荷捌き施設の形態
- 3) 利用時間,利用料金
- 4) 情報の活用方法 (空情報の提示, 予約システム)
- 5) 啓蒙活動 (一般車両の使用規制), 取締り
- 6) 区域の流通特性, 交通特性

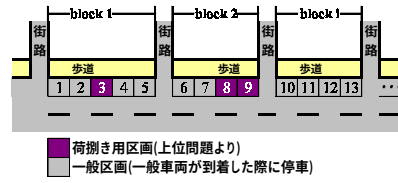
12

モデル構造(2)

①上位問題: 停車区画ロケーション問題

荷捌き停車区画配置の決定

総費用最小化



荷捌き停車
区画位置, 数

荷捌き区画使用
状況, 横もち状況

駐停車状況,
待ち状況

貨物車両の行動
・走行行動
・荷捌き区画選択
・横もち作業

一般車両の行動
・駐停車場所選択
・駐停車行動

②下位問題: 貨物・一般車両行動モデル

13

貨物車両の駐停車区画選択行動

$$p^* \text{ Satisfy } T_{P_i, p^*, y_{i, p^*}} = \min_{1 \leq p \leq P_p} \{ T_{l, p, y_{i, p}} \}$$

ここで、

$$T_{P_i, p, y_{i, p}} = T_{r, l}(P_i, p) + T_{s, l}(y_{i, p})$$

$T_{r, l, p, y_{i, p}}$: 配送に車両が区画 p を使用し横もちをした際に要する時間

$T_{r, l}(P_i, p)$: 車両が現在位置 P_i から区画 p への移動に要する時間

$T_{s, l}(y_{i, p})$: 車両が区画 p から顧客への横もちに要する時間

P_i : 車両 l の現在位置

P_p : 荷捌き用区画総数

p : 荷捌き用区画番号 $p = \{1, \dots, P_p\}$

$y_{i, p}$: トラックが荷捌き用区画 p を使用した際の顧客と横もち順序を示す数列

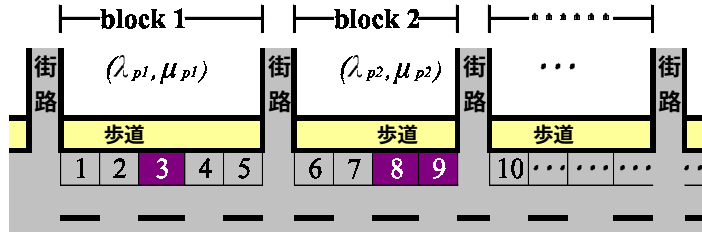
$$T_{f, p^*}(p) = \min \left[T_{s, l}(y_{i, p^*}) + g(p^*), \min_{\substack{1 \leq p \leq P_p \\ (p \neq p^*)}} \{ T_{P_i, p, y_{i, p}} \} \right]$$

$T_{f, p^*}(p)$: p^* が使用されていた際の顧客 y_{i, p^*} への横もちに要する時間

$g(p)$: 荷捌き用区画 p を他車両が使用していた際の区画 p の空き時間推計関数

14

一般車両の駐停車行動



- 荷捌き用停車区画(上位問題より)
- 一般区画(一般車両が到着した際に停車)
- λ_{pi} : 一般車両のblock(i)における到着率
- μ_{pi} : 一般車両のblock(i)におけるサービス率

一般区画数を超過した場合には駐停車待ちが発生した場合

- ・荷捌き用区画での駐停車
- ・他ブロックへの移動
- ・現在場所での待機

15

目的関数

$$C_{total} = \underbrace{\sum_{l=1}^m C_{r,l}(t_{l,0}, x_l)}_{\text{red}} + \underbrace{\sum_{l=1}^m C_{s,l}(t_{l,0}, x_l, Y_l)}_{\text{blue}} + \underbrace{\sum_{l=1}^m C_{p,l}(t_{l,0}, x_l, Y_l)}_{\text{green}} + \underbrace{\sum_{k=1}^n C_{w,k}(z_k)}_{\text{purple}}$$

C_{total} : 総費用 (円)

$C_{r,l}(t_{l,0}, x_l)$: トラック l の走行時に要する費用 (円)

$C_{s,l}(t_{l,0}, x_l, Y_l)$: トラック l の停車および横もちに要する費用 (円)

$C_{p,l}(t_{l,0}, x_l, Y_l)$: トラック l の遅刻ペナルティ (円)

$C_{w,k}(z_k)$: 一般車両 k の駐停車までの待ちに 対する時間価値 (円)

m : エリア内で配送を行な うトラック台数

t_0 : トラック l の対象エリアへの到着 時刻を表すベクトル

$t_0 = \{t_{0,l} \mid l=1, m\}$

x_l : トラック l の配送経路への区画の 割当てと経由順序を示す数列 $x_l = \{s(i) \mid i=1, S_l\}$

$s(i)$: あるトラックが i 番目に駐停車する区画 の番号

S_l : トラック l が駐停車する区画の総 数

Y_l : トラック l が駐停車する全区画への顧客の割当て横もち順序を示す数列 $Y_l = \{y_{l,s(i)} \mid i=1, S_l\}$

$y_{l,s(i)}$: トラック l が駐停車した区画 $s(i)$ への顧客の割当てと横もち順序を示す数列 $y_{l,s(i)} = \{h(j) \mid j=1, H_{l,s(i)}\}$

$h(j)$: ある区画から j 番目に横もちされる顧客の番号

$H_{l,s(i)}$: トラック l が駐停車した区画 $s(i)$ から横もちされる顧客の総数

n : 対象エリアに到着する一般車両の台数

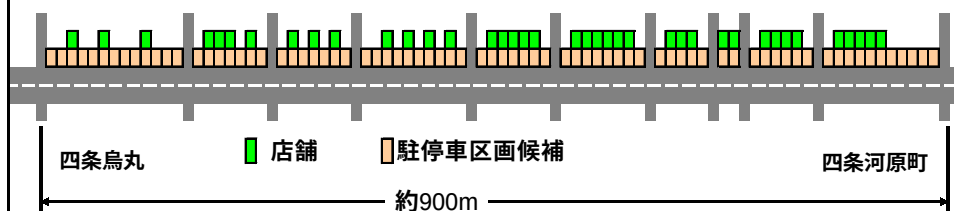
z_k : 一般車両 k の駐停車までの待ち時間

16

シミュレーション例

目的: 貨物車両駐停車区画へ進入する
一般車両に対する**取り締まり効果**の検討

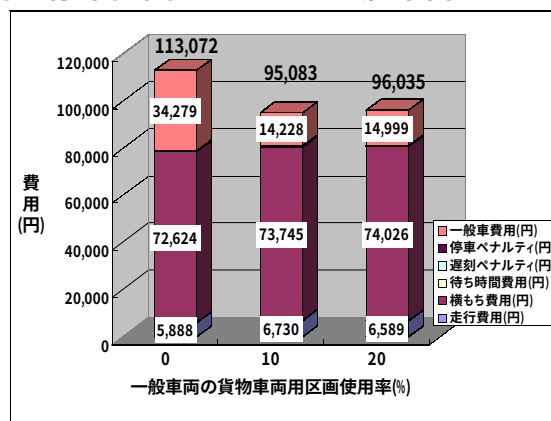
- 貨物車両台数および配送店舗数:
10車両, 各車両が各々複数(5-10)荷主に対し配送
- 受荷主数およびタイムウィンドウ:
40荷主, 荷主毎にソフトタイムウィンドウを設定



17

シミュレーション例

貨物車両駐停車区画へ進入する一般車両に対する**取り締まり効果**



一般車両の貨物車両用区画使用率	走行費用(円)	横もち費用(円)	待ち時間費用(円)	遅刻ペナルティ(円)	停車ペナルティ(円)	一般車費用(円)	総費用(円)
0	5,888	72,624	280	0	0	34,279	113,072
10	6,730	73,745	280	0	100	14,228	95,083
20	6,589	74,026	421	0	0	14,999	96,035

18



平成16年度の研究計画

- ☐ 事例調査および基礎データの収集
- ☐ プロブデータによる荷捌き作業状況の分析
- ☐ 荷捌き作業に関するアンケート調査
- ☐ 路上荷捌き施設配置計画モデルの構築

プローブカーデータを用いた 市街地エリアにおける駐停車場所のモニタリング

新都市社会技術融合創造研究会 ITS部会

京都大学 吉井稔雄
京都大学 中村俊之
京都大学 北村隆一

1

発表の構成

- 研究のねらいと意義
- プローブデータの特徴
- 今回利用するデータについて
- データ集計結果
- 今後の展望

2

研究のねらいと意義

・プローブを用いて市街地エリアにおける駐停車実態を把握することで,

一般車両 …… 駐車場計画 (路上も含む)

物流車両 …… 荷捌き場の整備計画

バス・タクシー …… タクシースタンド・バス停位置の再検討

総合的に …… 各種規制・道路運用・信号運用

→ 今年度はタクシープローブデータを利用して, プローブによるデータ獲得可能性の検証を行う

3

プローブデータの特徴について

- ・ 長所

時間的・空間的に連続なデータ

自動的に取得

各種のデータを組み合わせて取得

- ・ 短所

高価?

取り付けの手間

データの処理 (オンラインでは通信費用)

4

今回利用するデータについて

・インターネットITS名古屋実験データ

・収集期間

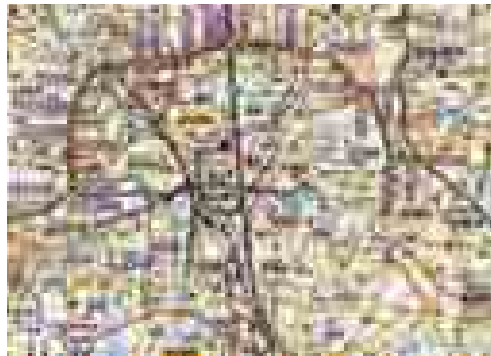
2002年1月～3月

・対象エリア

名古屋都市圏

・対象車両

タクシー 1570台



5

今回利用するデータについて

・データの送信 (イベント発生)

距離 (300m) 周期

時間 (550秒) 周期

車両停止時, 発進時

実車/空車の変化時

エンジン始動/終了時

危険挙動発生時 (速度超過・急加速・急減速)

・取得されるデータ

時刻, 車両位置, 速度, 加速度, 積算走行距離

GPS方位

パーキングブレーキ作動の有無

ワイパー作動の有無

イベントの情報 (SS, ST, 急加速, 急減速)

実車・空車

6

今回利用するデータについて

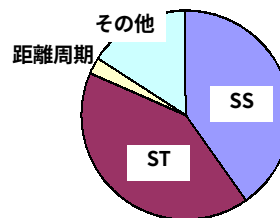
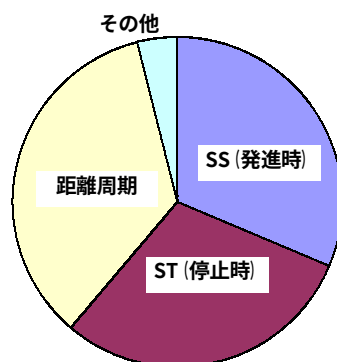
・今回対象とする範囲



7

集計結果

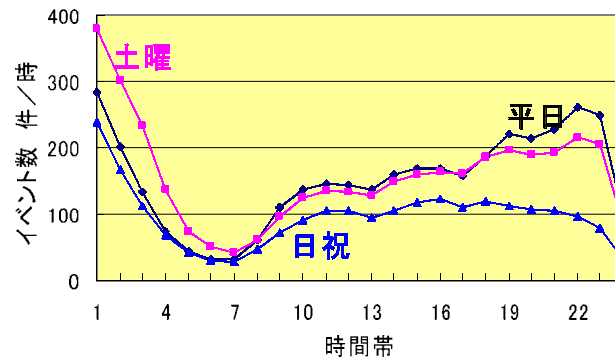
イベント発生回数



全体エリア 3130万件 対象エリア 324万件
都心部商業エリアのため距離周期によるイベントが少ない
実車空車の切り替えによるイベントの影響

8

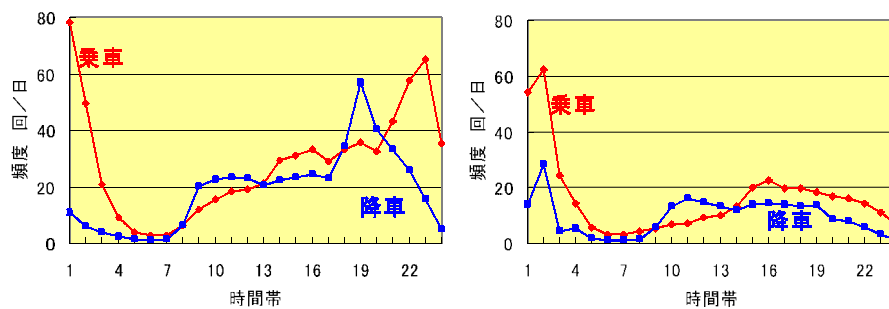
時刻別発生トリップ数



タクシーブロープのため深夜12時前後のトリップ数が多い

9

乗降車回数



平日平均

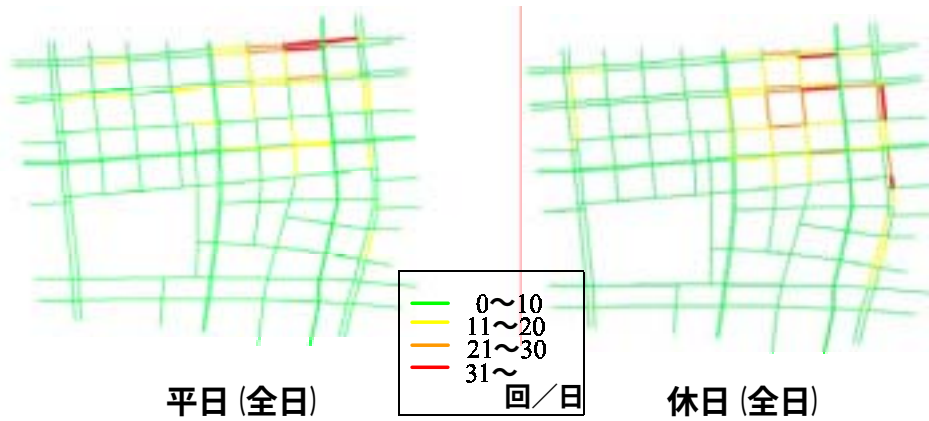
休日平均

平日は、夕方に降車のピーク、深夜に乗車のピーク有り

休日は、乗降車ともに大きなピークはみられない

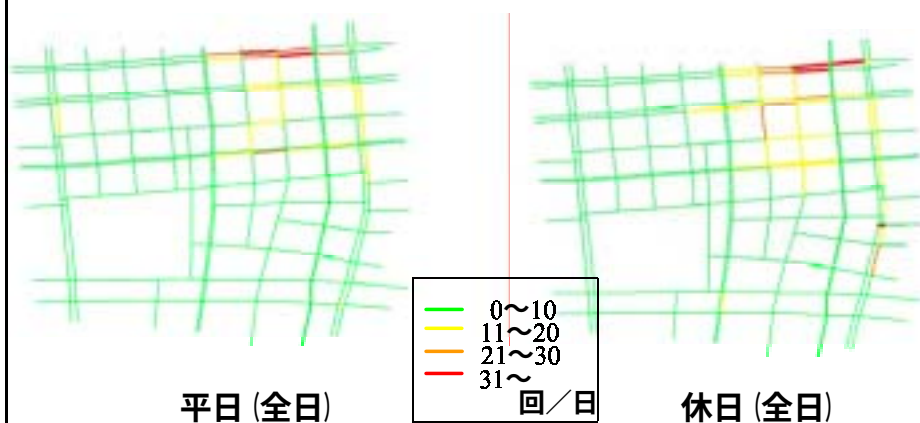
10

乗車回数



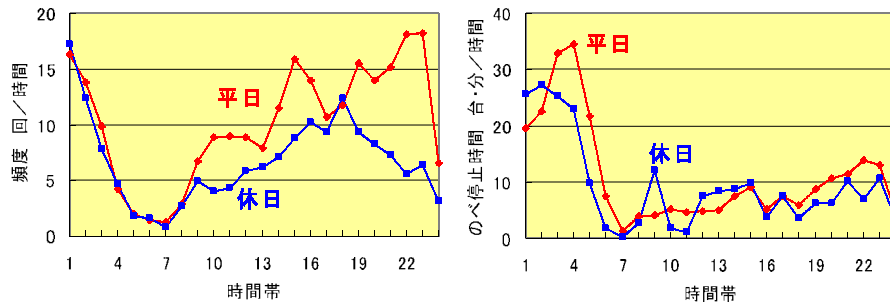
11

降車回数



12

停止台数と停止時間 (客待ちなど)



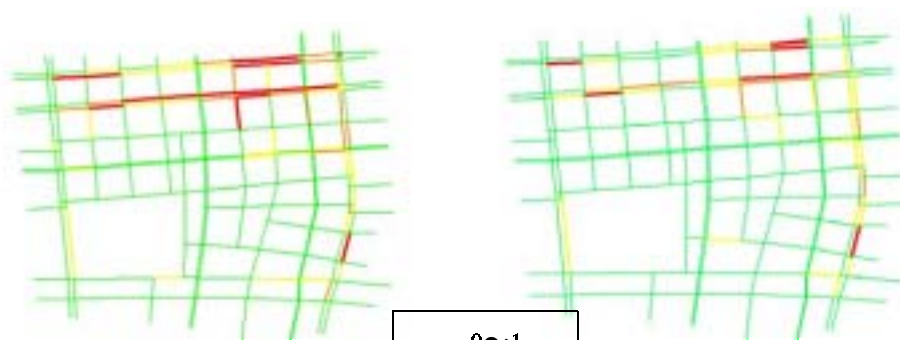
停止台数

停止時間

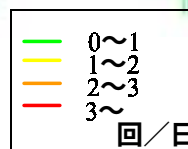
夕方以降は客待ちタクシーの停止回数が多く、
深夜を過ぎるあたりから一台あたりの停止時間が長くなり
のべ停止時間が大きくなる → 深夜の秩序づくり

13

のべ停止回数



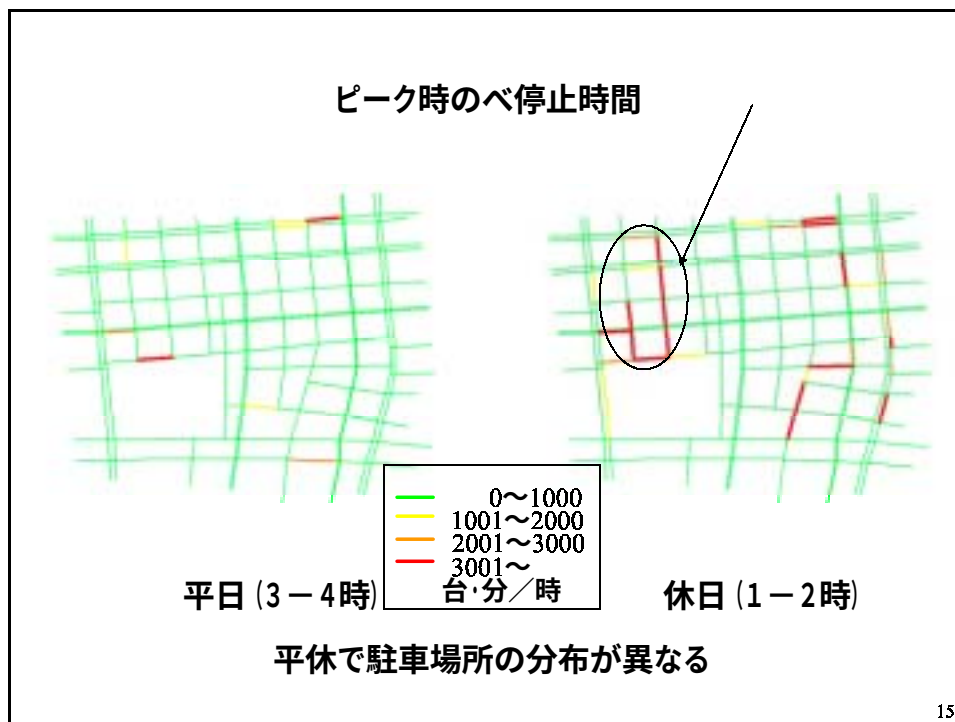
平日 (全日)



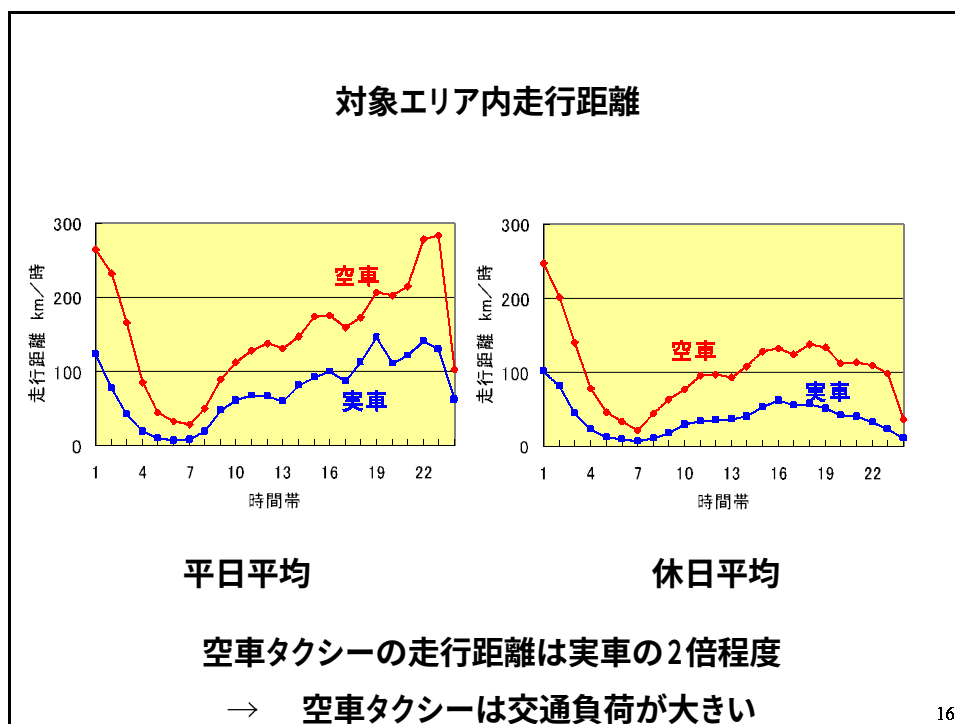
休日 (全日)

幹線道路で客待ちの停車をしている

14

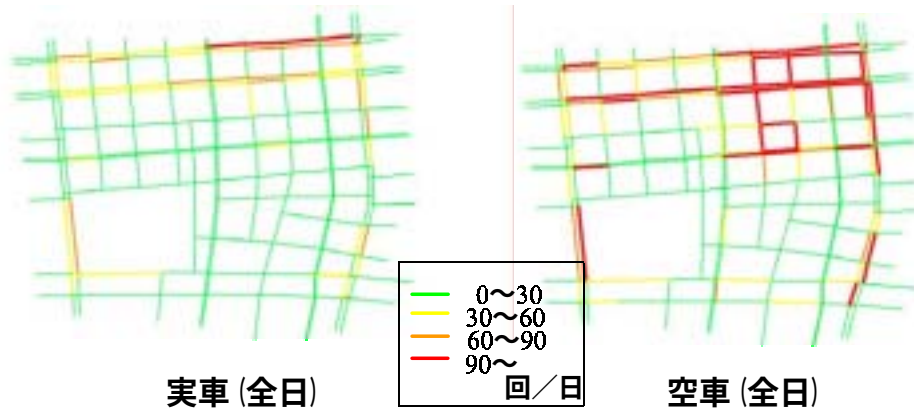


15



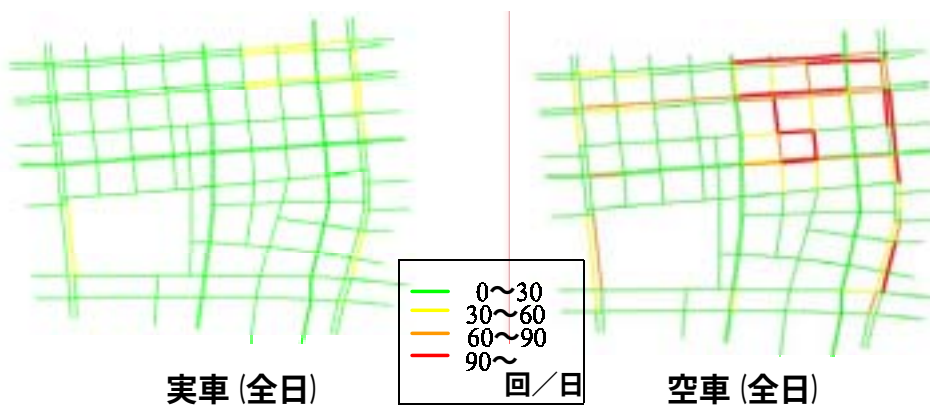
16

リンク別車両走行回数 (平日)



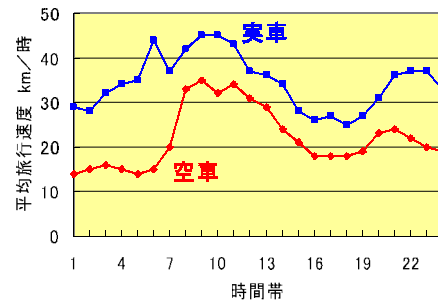
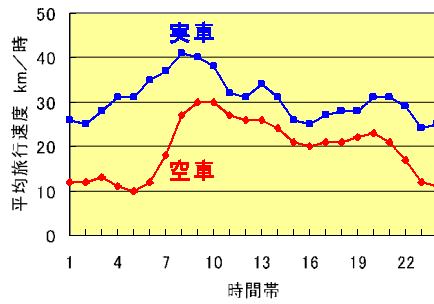
17

リンク別車両走行回数 (休日)



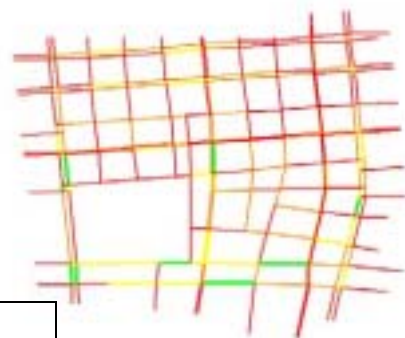
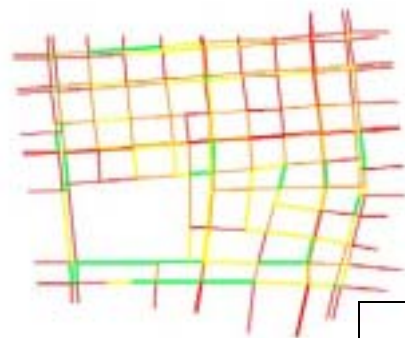
18

実車・空車別旅行速度

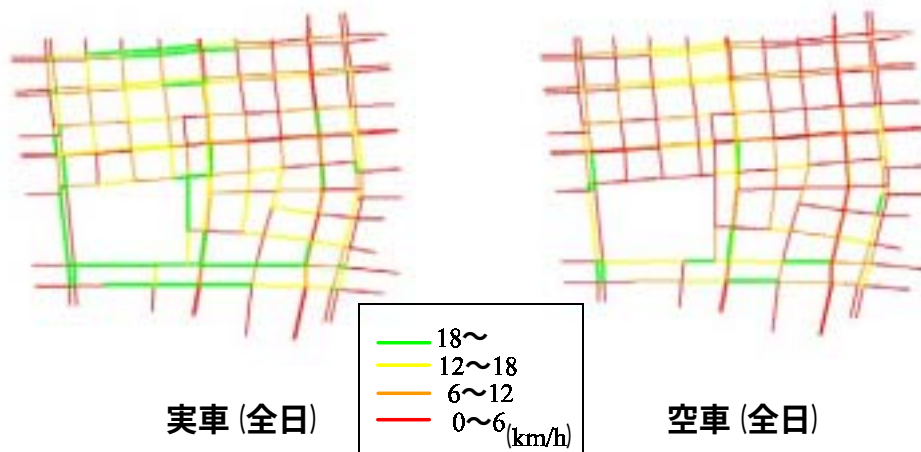


実車タクシーの旅行速度は空車タクシーよりもかなり速い
 → 空車タクシーによる交通の円滑性阻害することが推測される

リンク別平均旅行速度 (平日)



リンク別平均旅行速度 (休日)



21

まとめ

- ・今年度の研究において
タクシープローブデータを用いて市街地エリアにおける
駐停車実態を把握し,
 - 1)客待ち等によるタクシーの停車場所と停止時間
 - 2)空車タクシーによる低速走行
 - 3)タクシー乗降数の発生状況を時間的・空間的に把握することができることを確認した。

22

今後の展望

・今年度の
適切な交通規制・道路運用・信号運用・TDMを実施するために,

- 1)時間・空間的 (面的) に3つの次元を持つ駐停車需要
 - 2)空車タクシーの挙動 (低速走行, のろのろ運転)
- を, プローブを利用して把握する方法の確立を目指す.