# 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

建設交流館　グリーンホール
平成18年2月27日

プロジェクトリーダー
京都大学 谷口栄一



## 研究グループおよび体制

(1)ITS技術を活用した道路交通ネットワークの
調査･評価手法に関する研究

(2) ITSを活用したまちづくりのための
交通マネジメントに関する研究

【産】住友電気工業(株)、鹿島建設株(株)、積水樹脂(株)、阪急電鉄(株)、
エヌ･ティ･ティ･インフラネット(株)、(財)駐車場整備推進機構、
(株) パスコ、NTTドコモ関西、まち創生研究所

【官】国土交通省近畿地方整備局、国土交通省京都国道事務所
国土交通省近畿幹線道路調査事務所

【学】京都大学　　神戸大学

## (1)ITS技術を活用した道路交通ネットワークの調査･評価手法に関する研究

1)市街地エリアにおける駐停車場所のモニタリング

2)プローブカーデータを活用した交通行動調査と道路整備効果計測への適用

3)プローブカーデータを利用した所要時間信頼性評価手法の構築

4)プローブカーデータを活用した物流の効率化の評価



## 1)市街地エリアにおける駐停車場所のモニタリング(1/2)

1.研究目的
- 市街地エリアにおける適切なタクシー待機スペース供給量の算定

将来的に，
- IT技術を用いたタクシー配車システムの提案
- 適切なタクシーサービス供給方法の提示

2.取り組み
- プローブタクシーを用いたタクシー挙動の観測
- タクシー乗務員の乗客獲得行動の分析
- 都心部におけるタクシー待機スペース供給量が交通流並びに乗客の待ち時間に与える影響を分析

## 2)市街地エリアにおける駐停車場所のモニタリング(2/2)

3.研究成果

平成15年度
- 空車タクシーの走行ならびに客待ちのための停車実態の定量的な把握

平成16年度
- 空車タクシーによる乗客獲得形態選択行動のモデル化
- 空車タクシーの営業実態の把握

平成17年度
- 空車タクシーによる乗客獲得行動のモデル化
- 都心部においてタクシー待機スペースが不足している可能性を指摘



## 2)プローブカーデータを活用した交通行動調査と道路整備効果計測への適用

1.研究目的
- 一般道路利用者の経路選択特性･出発時刻特性などの行動特性･道路利用特性を分析すること.

2.取り組み
- 神戸山手線･供用前後に一般ドライバー30名を対象とする各2週間の行動データ収集（プローブ機器を使用）
- 同時に，タクシー車両により，ODを固定した経路選択実験を実施
- プローブデータの解析により，行動特性の変化を分析

3.研究成果
- 一般ドライバー30名のうち，3名が供用後に神戸山手線を利用．通勤時間短縮の効果が発生しているものと推察できる．
- 日々の行動変化や時刻に関する分析を検討中

## 3)プローブカーデータを利用した所要時間信頼性評価手法の構築(1/2)

1.研究目的

[研究背景]

-交通サービス水準向上のため移動時間の不確実性を緩和

**求められるサービス：「円滑」かつ「安定」な交通**

-交通データの計測が地点計測から空間的な計測へと展

[研究目的]

- プローブカーデータの有効活用を前提として，道路ネットワークのサービス水準を時間信頼性の観点も加えて評価．
- 新規の道路整備の効果を事前･事後の比較により評価．



## 3)プローブカーデータを利用した所要時間信頼性評価手法の構築(2/2)

2.取り組み

- バスプローブデータを活用した交通サービス水準評価手法を構築するため，主に次の3課題に取り組んできた．
  1) バスプローブデータの補正方法の構築
  2) 所要時間分布の合成方法の構築
  3) 所要時間信頼性に基づくネットワーク評価法の構築

3.研究成果

- バスプローブデータを活用し，道路ネットワークのサービス水準を評価するための方法論を提案できた．
- 交通コストの平均値的な評価にとどまらず，所要時間信頼性の概念に基づき，交通サービスの安定性に関する評価も行った．
  → 新規道路供用に伴うサービス水準変化の分析に適用

## 4)プローブカーデータを活用した物流の効率化の評価

1.研究目的
- ITSを用いて都市内配送トラックの走行を効率化し，効率的で環境に優しい配送手法を確立すること

2.取り組み
- 阪神･大阪地区における道路ネットワークの旅行時間をプローブ･VICSを用いて取得
- 得られた詳細な旅行時間情報を用いて確率論的配車配送計画により最適配送経路を算出
- 都市内配送実験により最適解と通常の配送を比較し，効果を計測

3.研究成果
- 確率論的配車配送計画を用いることでコスト削減･環境負荷低減が可能と確認
- 経路学習を用いることで，より効果を高めることが可能と確認



## (2) ITSを活用したまちづくりのための交通マネジメントに関する研究

1)ITS技術を活用した駅前広場等交通結節点整備計画の評価に関する研究

2)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

3)ITSを活用した歩行者系道路利用システムに関する研究

## 1)ITS技術を活用した駅前広場等交通結節点整備計画の評価に関する研究

1.研究目的
- 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)の活用による高機能化

2.取り組み
- スマートターミナル化に寄与する要素技術の整理
- スマートターミナル化の評価方法の検討

3.研究成果
- スマートターミナル化の導入効果評価方法の提案
- 長岡京市を導入想定都市としたスマートターミナルメニューの提示および期待される効果の整理



## 2)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

1.研究目的
- ITSを活用した効率的かつ環境にやさしい都市内物流システムの提案
- 路上荷捌き駐車場 整備計画手法の確立

2.取り組み
- アンケート調査,荷捌き実態調査,駐停車実態調査等に基づく路上荷捌き活動の分析
- 路上荷捌き施設計画モデルの構築
  - 乗用車の荷捌き区画利用に対する取締り効果の検討
  - 予約システム導入効果の検討
- 路上荷捌き駐車場 整備計画手法の体系化

3.研究成果
- 路上荷捌き施設計画モデルの提案
- 計画モデルを用いた荷捌き施設配置の提案
- 路上荷捌き施設 整備マニュアルの提案

## 3)ITSを活用した歩行者系道路利用システムに関する研究

### 1.研究目的

- 歩行者系道路利用者への情報提供の基本的枠組みの提示
- ＩＴＳによる情報提供の可能性と、その評価システムの構築

### 2.取り組み

- 歩行者に対する情報提供の現状と課題分析
- 情報提供手段の差異による地域内回遊行動の実験分析
- ＩＴＳ情報と固定情報（住居表示等）の連携可能性の検証
- 情報提供の評価システムの構築

### 3.研究成果

- 京都市都心及び住宅地域を対象に、歩行者への情報提供の課題を整理。固定情報とＩＴＳ情報の融合の必要性を示した。
- 地域内回遊行動の実験分析によって所持情報種類別の行動の差異を示した。
- 歩行者に対応した詳細な道路ネットワークモデルを構築し、情報提供の評価システムを構築している（継続）。

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

## テーマ別研究成果(1)

# (1)ITS技術を活用した道路交通ネットワークの調査･評価手法に関する研究

## -テーマ別研究成果報告-



## テーマ別研究成果(1)

1)市街地エリアにおける駐停車場所のモニタリング

2)プローブカーデータを活用した交通行動調査と
道路整備効果計測への適用

3)プローブカーデータを利用した
所要時間信頼性評価手法の構築

4)プローブカーデータを活用した物流の効率化の評価

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

## テーマ別研究成果(1)- 1)

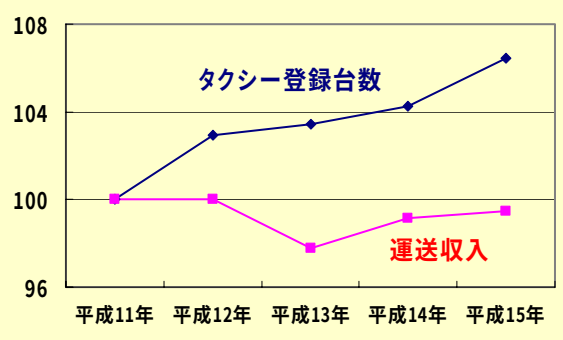
# 1)市街地エリアにおける駐停車場所のモニタリング



## 研究の背景

1.空車タクシーの路上駐停車･うろつきが交通に与える影響

2.公共交通としての適切なタクシーサービス提供の必要性




データ出典:名古屋タクシー協会

## 目的

1.空車タクシーの駐停車実態・走行実態の把握

2.タクシー乗務員による乗客獲得行動の分析
（タクシー挙動のモデル化）

3.適切なタクシー待機スペース供給量の算定

4.（将来的に）適切なタクシーサービス提供方法の提示



## 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　1,570台
　（名古屋市登録台数：約7,0



## 今回利用するデータについて

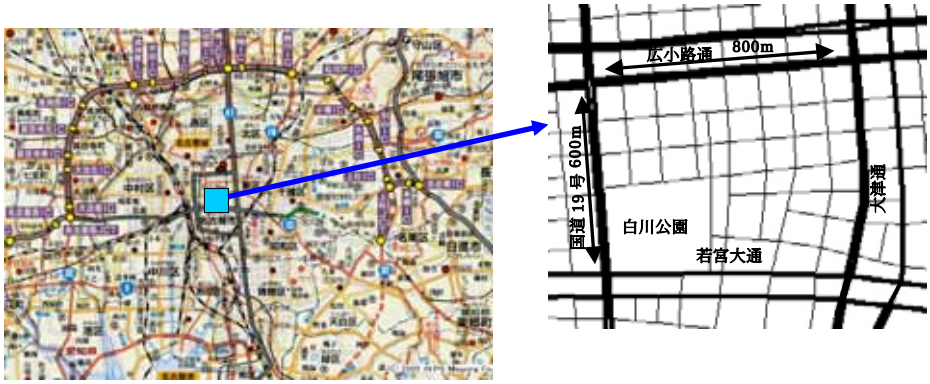
・データの送信（イベント発生）
- 距離（300m）周期
- 時間（550秒）周期
- 車両停止時，発進時
- 実車／空車の変化時
- エンジン始動／終了時
- 危険挙動発生時（速度超過・急加速・急減速）

・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



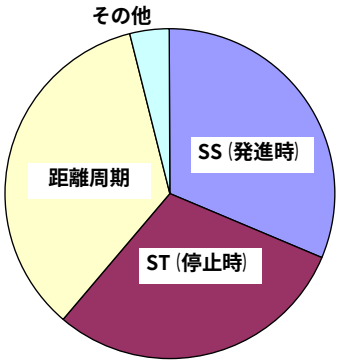
## 今回利用するデータについて

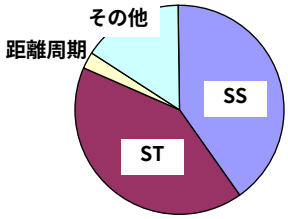
・対象範囲



## 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

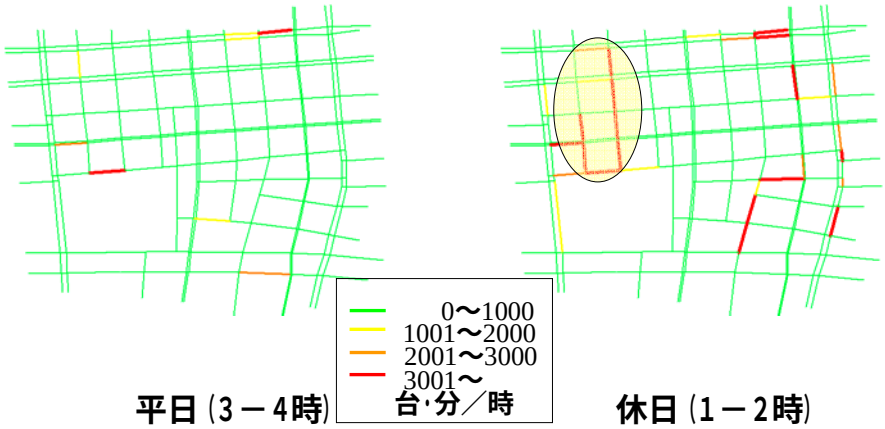
都心部商業エリアのため距離周期によるイベントが少ない

実車空車の切り替えによるイベントの影響



## 1.空車タクシーの駐停車実態･走行実態の把握

ピーク時のべ停止時間

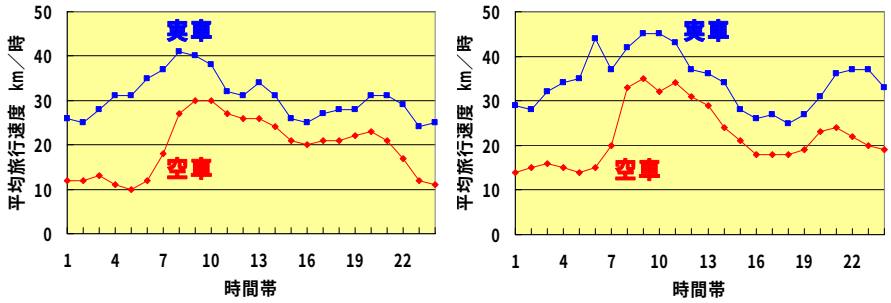



平日（3－4時）　　休日（1－2時）

多数の駐停車タクシーの存在

## 1.空車タクシーの駐停車実態･走行実態の把握

### 実車･空車別旅行速度




平日平均　　休日平均

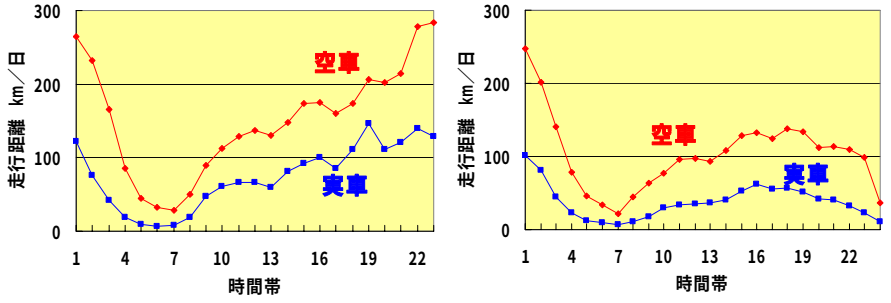
空車タクシーの旅行速度は実車タクシーよりもかなり遅い

→　空車タクシーによる交通円滑性の阻害

ITS

## 1.空車タクシーの駐停車実態･走行実態の把握

### 対象エリア内走行距離



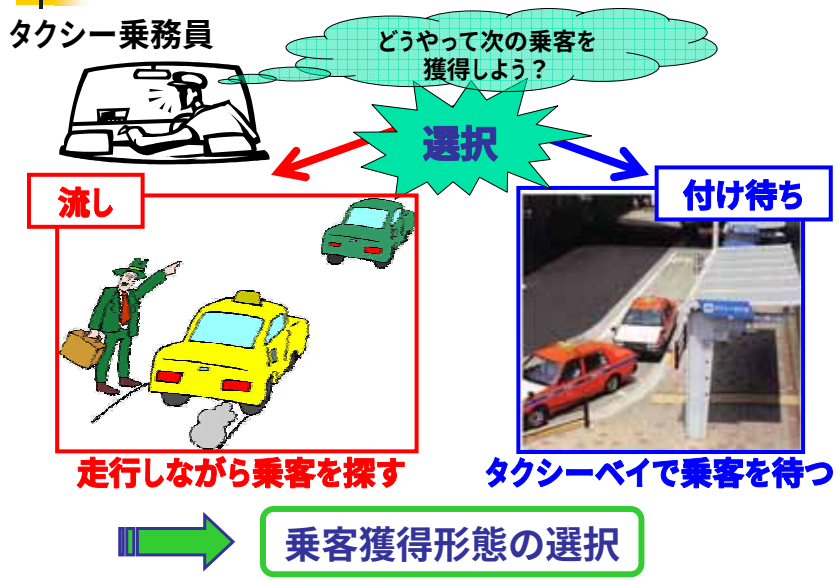

平日平均　　休日平均

空車タクシーの走行距離は実車の2倍程度

→　空車タクシーによる交通負荷

ITSを活用

## 2.タクシー乗務員による乗客獲得行動の分析

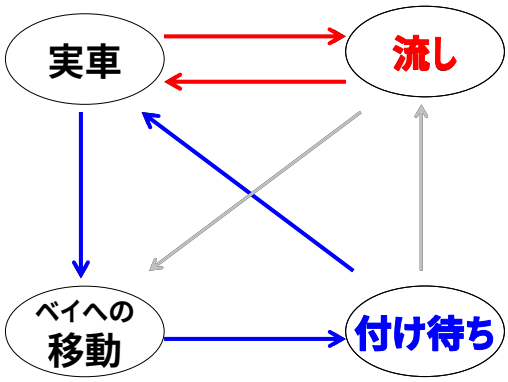



乗客獲得形態の選択



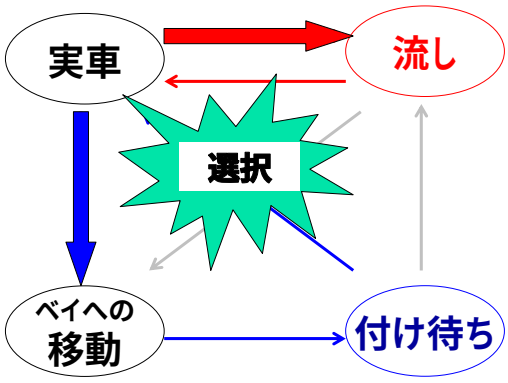
## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

タクシーを4つの状態に



## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

タクシーを4つの状態に






## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

空車タクシーの乗務員
「どうやって次の乗客を獲得しよう？」

**流し / 付け待ち の選択**
「乗客獲得形態 の選択」と呼ぶ
流し･･･走行しながら乗客を探す
付け待ち･･･タクシー乗り場で乗客を待つ

## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

**選択に影響する要因**

・次の乗客を獲得するまでの期待時間
・次の乗客を獲得するまでの時間の分散
・獲得した乗客の期待実車時間



## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

**選択に影響する要因**

・次の乗客を獲得するまでの**期待時間**
・次の乗客を獲得するまでの時間の**分散（標準偏差）**
・**獲得した乗客の期待実車時間**

## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

流しを選択したタクシーの効用

$$U = \beta_1 \times (\text{期待流し継続時間}) + \beta_2 \times (\text{流し継続時間の標準偏差}) + \varepsilon$$



## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

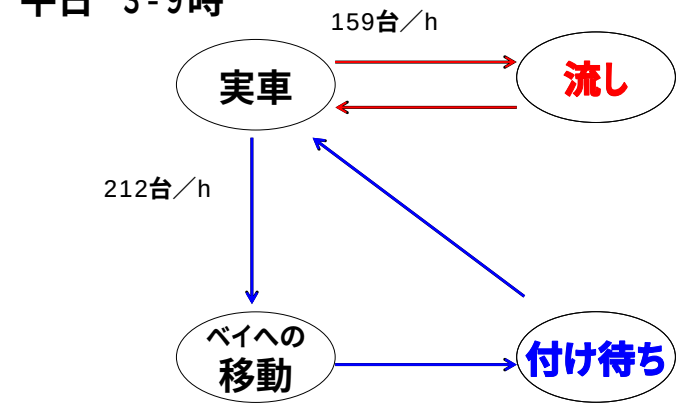
付け待ちを選択したタクシーの効用

$$U = (\text{定数項}) + \beta_3 \times (\text{期待移動時間}) + \beta_5 \times (\text{移動時間の標準偏差}) + \beta_5 \times (\text{期待付け待ち継続時間}) + \beta_6 \times (\text{付け待ち継続時間の標準偏差}) + \tau + \varepsilon$$

← ドライバーの個人差を表現する項

## 遷移状況

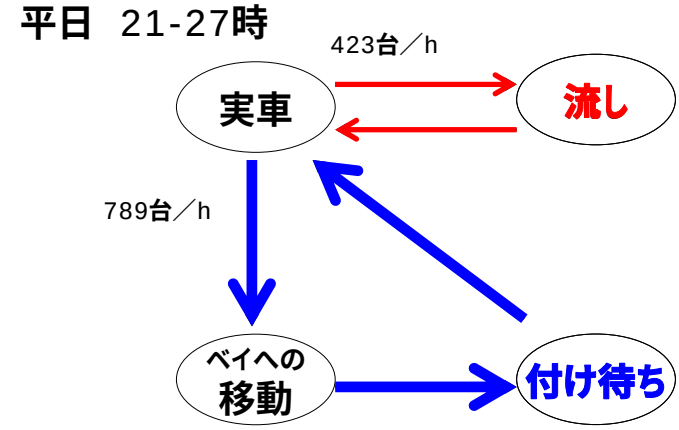
平日　3-9時






## 遷移状況

平日　21-27時



## タクシードライバーの乗客獲得形態選択モデル

$$U(\text{流し}) = \beta_1 \times (\text{期待流し継続時間}) + \beta_2 \times (\text{流し継続時間の標準偏差}) + \varepsilon$$

$$U(\text{付待}) = (\text{定数項}) + \beta_3 \times (\text{期待移動時間}) + \beta_5 \times (\text{移動時間の標準偏差}) + \beta_5 \times (\text{期待付け待ち継続時間}) + \beta_6 \times (\text{付け待ち継続時間の標準偏差}) + \tau + \varepsilon$$



## モデル推定結果

| 説明変数 | 係数 | t値 |
|---|---|---|
| 流し　平均 | -0.0164 | -2.88 |
| 流し　標準偏差 | -0.0092 | |
| 移動　平均 | -0.0390 | -6.41 |
| 移動　標準偏差 | 0.0129 | 3.54 |
| 待ち　平均 | -0.037 | |
| 待ち　標準偏差 | 0.0212 | 6.07 |
| 定数項 | | |
| $\rho = \sigma_\tau^2/(\sigma_\varepsilon^2 + \sigma_\tau$ | | |

流しではリスクを嫌う

$2[L(\beta)-L(0)]$
$=563.4$
$R^2=0.0295$

付け待ちではリスクを好む

付け待ちの方が時間に敏感に反応

タクシードライバーは流しを好む傾向

## 乗客獲得形態選択モデルまとめ

・タクシードライバーが流しを選択する傾向

・流しを選択する際には客を獲得するまでの時間についてリスクを回避，付け待ちの場合にはその逆の傾向



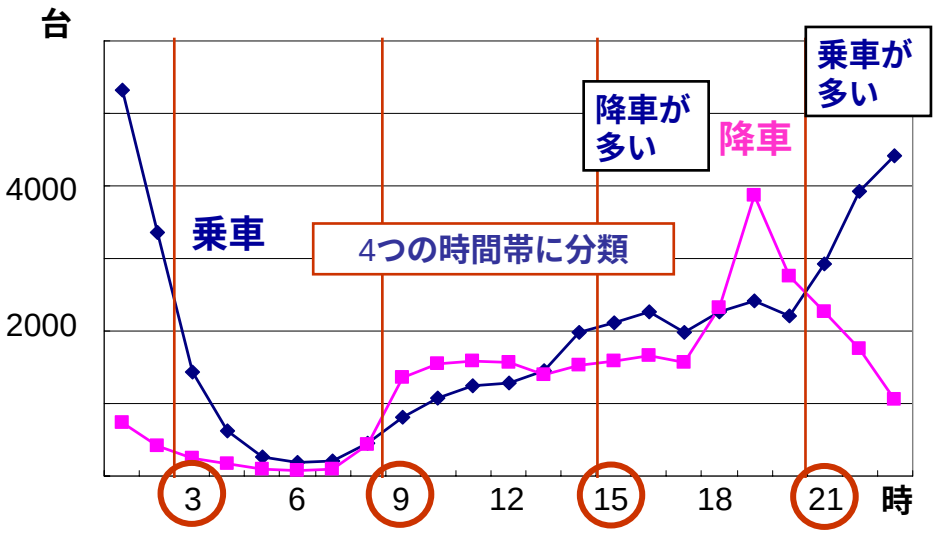
## 3.適切なタクシー待機スペース供給量の算定

乗客獲得形態に着目して
空車タクシーの運行実態を把握

↓

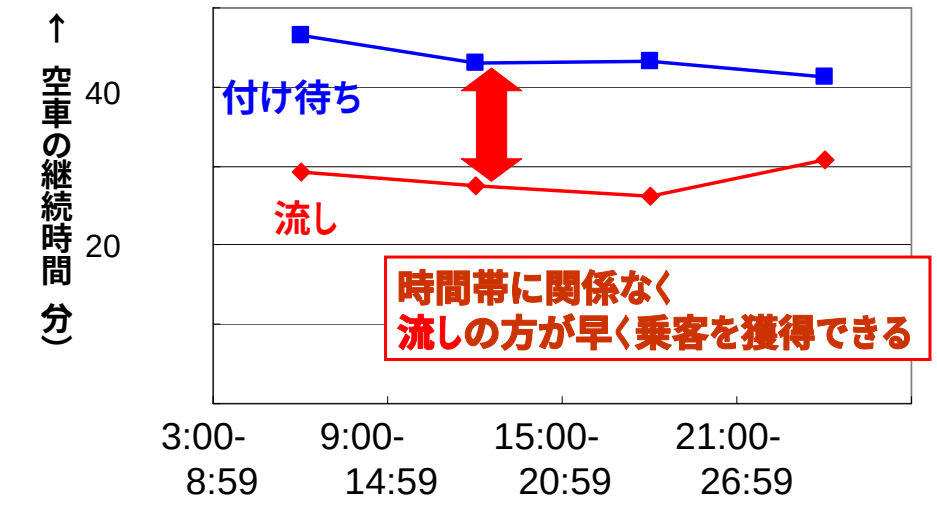
現状の需要に合致した
適切なタクシー待機スペース供給量の算定

## 都心部におけるタクシー需要



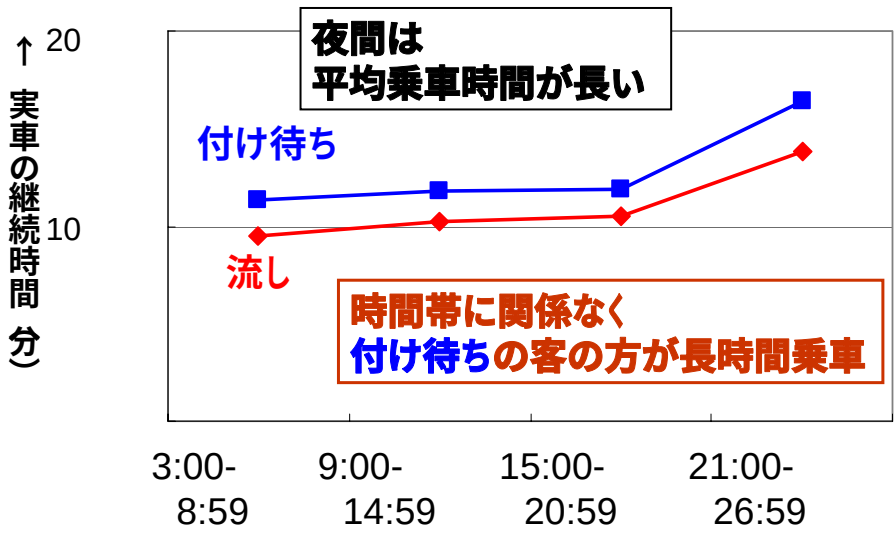

ITSを活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究

## 時間帯別の平均空車継続時間




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

## 時間帯別の平均実車継続時間




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

## 運行実態/乗客需要の実態に関して得られた知見

乗客獲得形態による差異

流しの方が乗客を拾うまでの時間が短い
付け待ちのほうが長時間利用の客が多い

→付け待ちは乗客獲得までに時間がかかるが，
一度乗客を獲得すると，長時間実車になる．

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

## 均衡状態を仮定

タクシー乗務員

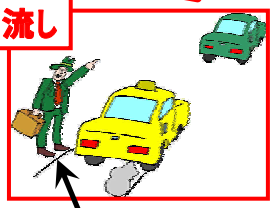


需要発生数
期待空車時間
期待実車時間

実車走行時間率
最大化

選択

流し



付け待ち

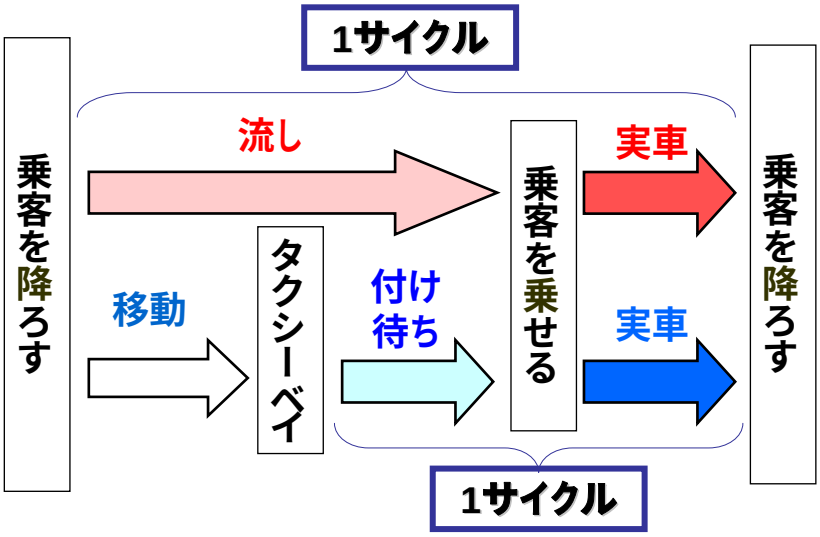


均衡状態

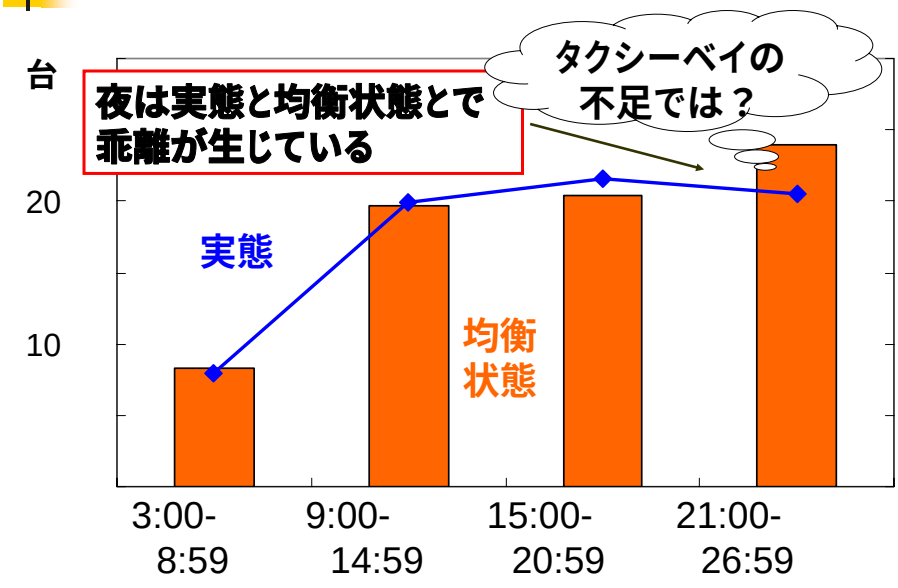
乗客の需要は固定的



## 均衡状態 - 実車走行時間率最大化

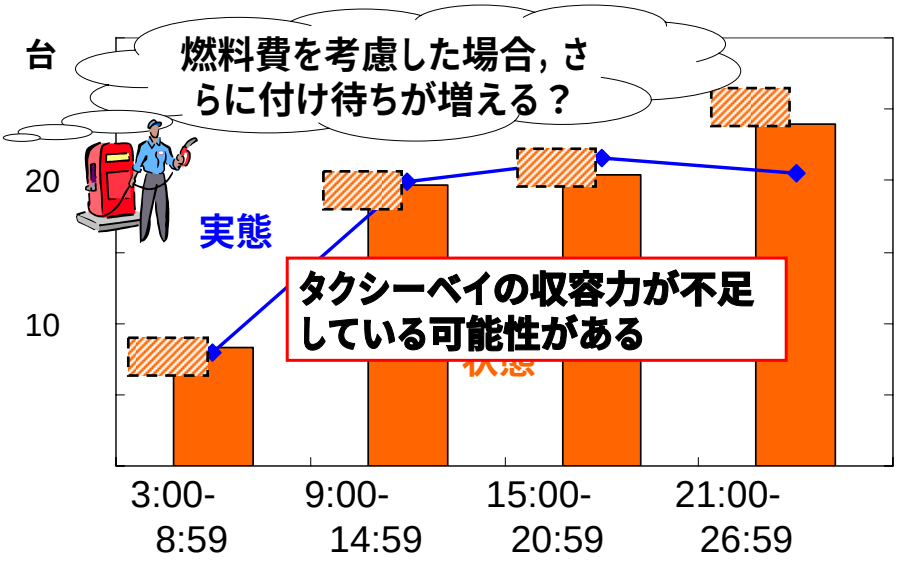


## 均衡状態における時間帯別の付け待ち台数




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

## 均衡状態における時間帯別の付け待ち台数




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

## まとめ

1.空車タクシーの駐停車実態・走行実態の把握
- ・駐停車する多くのタクシーの存在
- ・空車タクシーによる交通負荷が大きいこと
- ・空車タクシーによる低速走行

2.タクシー乗務員による乗客獲得行動の分析
- ・“流し”を選択する傾向があること
- ・客を獲得するまでの時間について，“流し”の場合にはリスク回避，“付け待ち”の場合にはリスクを好む傾向があること

3.適切なタクシー待機スペース供給量の算定
- ・現状におけるタクシー待機スペースの不足
  - → タクシー待機スペースの確保，タクシー台数の調整

## テーマ別研究成果(1)- 2)

# 2)プローブカーデータを活用した交通行動調査と道路整備効果計測への適用



## 目的

**目的:**
一般道路利用者の経路選択特性・出発時刻特性などの行動特性・道路利用特性を分析すること.

**内容:**
過年度に得られた一般車両のプローブデータ等について、道路ネットワークとの相関性を検討すること.

## 研究体制

神戸大学大学院自然科学研究科・朝倉康夫研究室

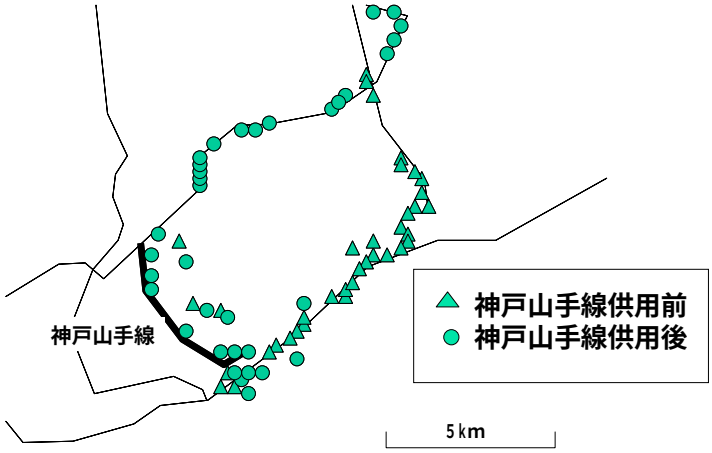
データ収集・解析の一部はシステム科学研究所と共同実施



## 調査対象地域の高速道路網



## 神戸山手線供用前後の経路選択行動の変化の例






神戸山手線の供用前後それぞれ2週間にわたる行動調査で得られた一般ドライバーのサンプル数は30名.

30名の被験者のうち，神戸山手線を利用した被験者は3サンプル.

供用前後の行動を比較すると，これらのドライバーは神戸山手線を通勤に利用しているものと推察される.

高速道路利用によるトリップ時間の短縮が大きく，高速への転換が生じたものと考えられる.

データ数と精度に限界があり，別途に調査されたプローブデータで日々の行動変化や時刻に関する分析を検討中.

## テーマ別研究成果(1)- 3)

# 3)プローブカーデータを利用した所要時間信頼性評価手法の構築



## 目的

◆研究背景

-交通サービス水準向上のため，移動時間の不確定性を削減

**求められるサービス：「円滑」かつ「安定」な交通**

-交通データの計測が従来型の地点計測から空間的な計測へと展開

◆研究目的

- プローブカーデータの有効活用を前提として，道路ネットワークのサービス水準を時間信頼性の観点も加えて評価．
- 新規の道路整備の効果を事前･事後の比較により評価．

## 研究体制

◆研究担当者

宇野 伸宏　京都大学工学研究科都市社会工学専攻

◆研究協力者

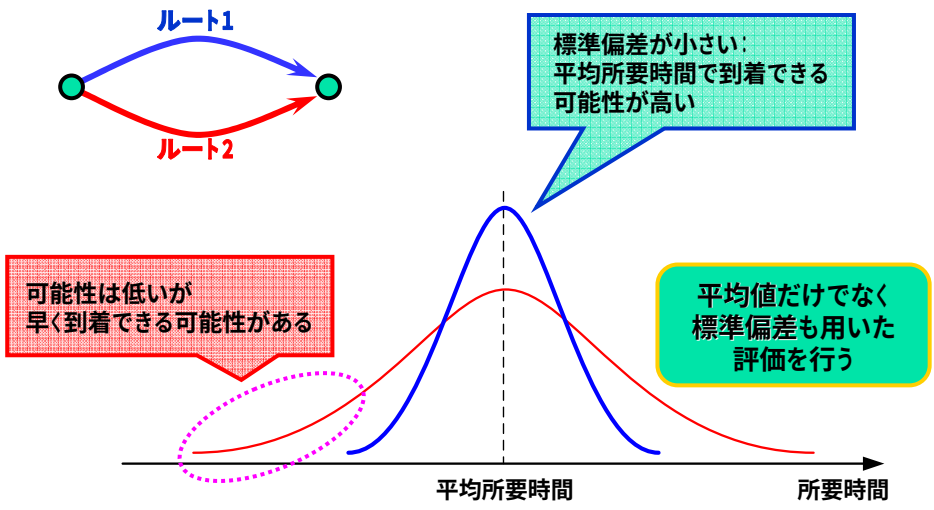
(平成15年度) 村上 則男　京都大学工学研究科修士課程 (現 FM東京)
(平成16年度) 永廣 悠介　京都大学工学研究科修士課程 (現 NEC)
(平成16年度) 田村 博司　京都大学工学研究科修士課程
(平成17年度) 山脇 裕介　京都大学工学部

◆実査ならびにデータ取得にご協力をいただいた関係機関

国土交通省近畿地方整備局
(社)システム科学研究所



## 所要時間分布を用いたネットワーク信頼性の評価



## バスプローブデータの特長と問題点

### 特長

1) 走行経路の特定が容易（走行経路は与件）
2) 同一路線を多数回走行するので，データ蓄積が容易
→ 所要時間変動の把握に適する．

### 問題点

1) バス停停止により，実際の交通状態との乖離の可能性
2) 観測可能な経路･路線が限定される．



## 平成15年度の研究概要

◆バスプローブデータの活用法検討(一般車と異なる挙動?)

1) バス停停車の影響補正の必要性検討
2) プローブデータによるバス停停車の判別方法検討
3) バスプローブデータの補正方法（速度･所要時間）の検討

◆バス乗り込み調査と乗用車プローブ走行調査の実施

調査日　平日：12月17日(水)／休日：12月21日(日)

京阪バスの4路線について

① 高槻営業所管内1系統　（枚方市駅～高槻市駅）
② 枚方営業所管内39系統　（枚方市駅～樟葉駅）
③ 門真営業所管内21系統　（寝屋川市駅～寝屋川団地）
④ 寝屋川営業所管内4系統（寝屋川市駅～守口市駅）

## バス乗り込み調査の調査項目

☆プローブ調査機器によるバスの走行軌跡データ（緯度・経度データ）

＋

①バス停での停止時刻および出発時刻（バスの前ドア・後ドアの開閉時刻）

②信号交差点での停止・発進時刻

③激しい自然渋滞，事故による交通規制など，特殊な状況によるバスの停止状態の開始・終了地点



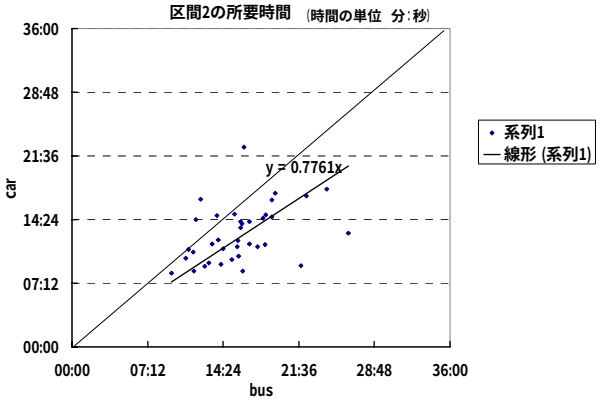
## 調査対象路線の概要

| 営業所 | 系統 | 主な道路 | 車線 | 道路とバス停特性 | 所要時間 | 運行頻度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 高槻 | 1 | 171 0.1 | 2 | | 30 | 1本/10min |
| | | 170 4 | 2 | 停止スペースあり | | |
| | | 13 1.5 | 1 | 停止スペースあり | | |
| 枚方 | 39 | 144 3.2 | 1 | 全区間渋滞 | 45 | 1本/15min |
| | | 18 3.5 | 1 | 停止スペースあり | | |
| 門真 | 21 | 18 2.3 | 1 | 停止スペースあり | 20 | 1本/10min |
| 寝屋川 | 4 | 18 1.2 | 1 | 道幅狭い、スペなし | 35 | 1本/30min |
| | | 13 2.8 | 2 | 停止スペースあり | | |
| | | 1 2 | 2 | 停止スペースあり | | |

## バス・乗用車プローブの所要時間の乖離

◆乗用車（プローブ）データをターゲットデータ
（通常の交通状態を表すデータと仮定）

◆乗用車データとバスプローブデータの比較分析
→ バスプローブデータ補正の必要性について検討




枚方39系統･府道枚方交野寝屋川線の区間

バスの所要時間と乗用車の所要時間との間には相当程度の乖離が認められる．



## バスプローブデータ補正手法

一般の交通状態に近い形でサービス水準評価を行うため，
バスプローブの所要時間からバス停停止時間を除去

### バス停停止判別に基づく所要時間補正手法

元データにバス停停止時刻の記録がないため，速度や座標データからバス停停止を判別する

変数：

速度

走行位置から最寄バス停までの距離

手順

速度･距離に基づき時々刻々プローブデータがバス停停止モードかを判別

バス停停止モードの時間を計測された所要時間から除去

## バス停停止判別について

時刻$t$の速度 $v_t$：

$$v_t \leqq V$$

かつ

時刻$t$におけるバス停$i$までの距離 $l_{it}$：

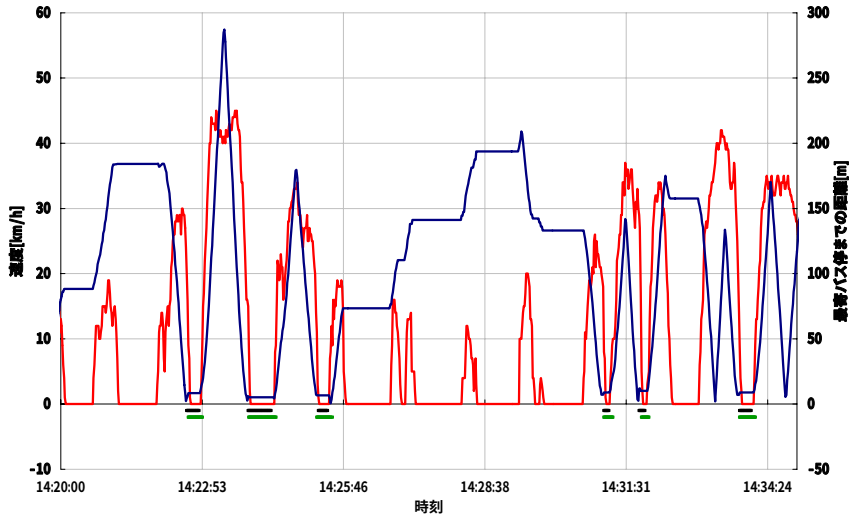
$$l_{it} \leqq L$$

ならば「**バス停停止モード**」

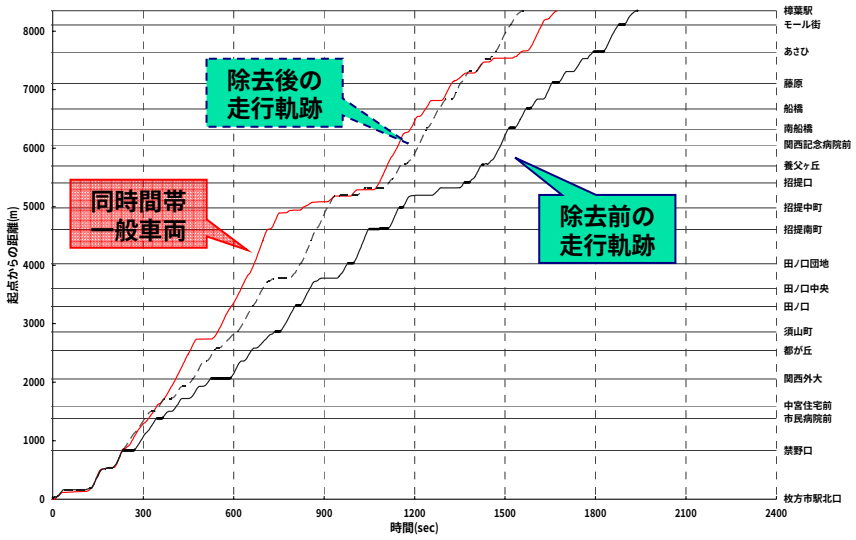
$V$：バス停停止モードの速度の上限値
$L$：バス停停止モードのバス停までの距離の上限値



## 速度・バス停距離を用いたバス停停止判別結果



## バス停停止時間除去前後の走行軌跡比較




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

## 平成16年度の研究概要

◆バスプローブデータによる所要時間信頼性評価の試み

1)実測所要時間分布の理論分布との適合性の検証

2)所要時間分布の合成手法の提案

→ プローブで計測された任意のODペア所要時間変動評価

3)ケーススタディ

同一OD間の2ルートの信頼性評価の事例

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

## 分析対象路線概要

**枚方39系統**
**枚方市駅北口⇔樟葉駅**

**バス停数**：21
**路線長**：約8.3km

**データ入手期間**
2003年12月13日～24日

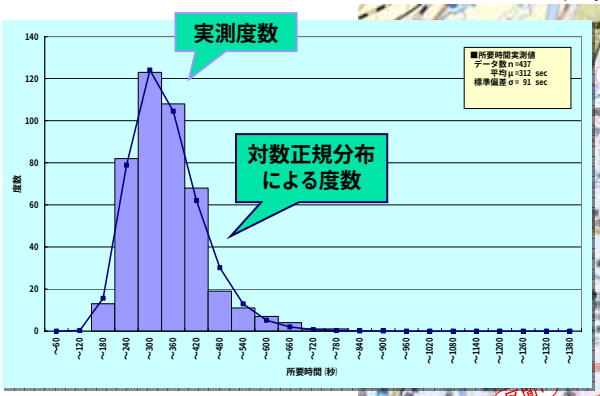


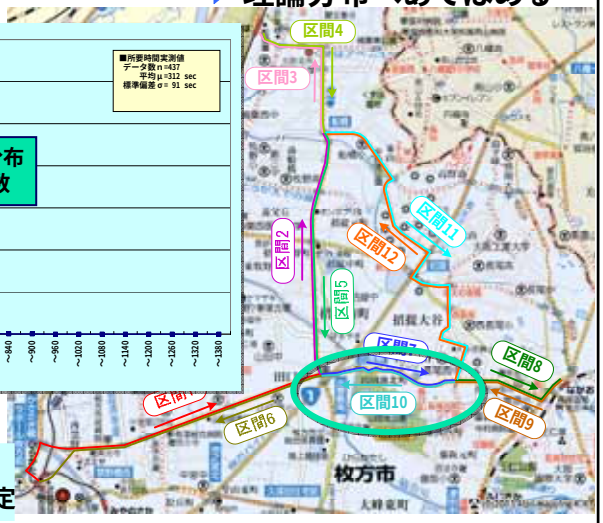
ITSを活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究

## 理論分布への適合確認

**合成により平均値・標準偏差は把握できるが，分布形はわからない**

**理論分布へあてはめる**




**カイ二乗検定により**
**理論分布への適合性検定**

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

## 理論分布への適合検定

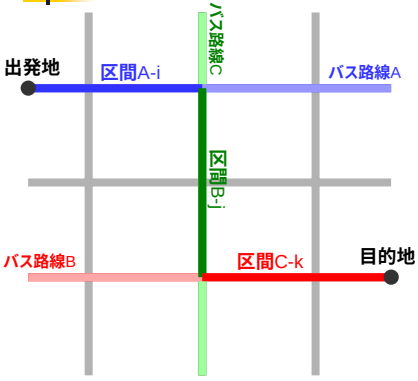
仮説：実測の所要時間分布が理論分布（対数正規分布）に適合

| | データ数 | 平均(秒) | 標準偏差(秒) | 自由度 | 臨界値(α=0.05) | カイ二乗値 | 結果 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 区間 1 | 874 | 703 | 184 | 22 | 33.92 | 156.77 | 棄却 |
| 区間 2 | 355 | 447 | 95 | 22 | 33.92 | 18.60 | 棄却されない |
| 区間 3 | 692 | 345 | 126 | 22 | 33.92 | 27.99 | 棄却されない |
| 区間 4 | 636 | 377 | 68 | 22 | 33.92 | 30.55 | 棄却されない |
| 区間 5 | 327 | 569 | 176 | 22 | 33.92 | 13.36 | 棄却されない |
| 区間 6 | 764 | 656 | 239 | 22 | 33.92 | 143.93 | 棄却 |
| 区間 7 | 519 | 228 | 54 | 22 | 33.92 | 75.25 | 棄却 |
| 区間 8 | 828 | 206 | 86 | 22 | 33.92 | 674.39 | 棄却 |
| 区間 9 | 774 | 207 | 72 | 22 | 33.92 | 237.29 | 棄却 |
| 区間10 | 437 | 312 | 91 | 22 | 33.92 | 10.64 | 棄却されない |
| 区間11 | 309 | 780 | 92 | 22 | 33.92 | 22.74 | 棄却されない |
| 区間12 | 337 | 842 | 137 | 22 | 33.92 | 22.71 | 棄却されない |

所要時間分布は対数正規分布に従うとみなす

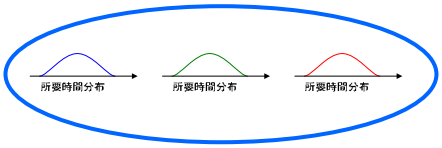
ITSを活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究

## 所要時間分布の合成




OD間の経路が単一のバス路線上に無い場合

区間所要時間分布の合成




所要時間分布の特性値（平均値・標準偏差）を合成する

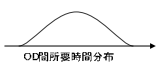
OD間所要時間の平均 $E(Z)=\sum_{i=1}^{n}\mu_{X_i}$

OD間所要時間の分散 $V(Z)=\sum_{i=1}^{n}\sigma_{X_i}^2+2\sum_{i=1}^{n-1}\sum_{j=i+1}^{n}\sigma_{X_i}\sigma_{X_j}\rho_{X_iX_j}$

区間所要時間の平均

区間所要時間の標準偏差

区間所要時間分布同士の相関係数




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

## 分布の特性値合成

仮説：合成対象区間全体の実測の所要時間分布が
合成後の特性値を適用した理論分布（対数正規分布）に適合

| 系統 | 行き先 | データ数 | 実測の所要時間（秒） | | 合成による所要時間（秒） | | 対数正規分布への適合度カイ二乗検定 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 平均 | 標準偏差 | 平均 | 標準偏差 | 自由度 | 臨界値 | カイ二乗値 | 結果 |
| 枚方20 | 長尾駅 | 521 | 1121 | 226 | 1137 | 228 | 18 | 28.87 | 45.29 | 棄却 |
| | 枚方市駅 | 439 | 1153 | 299 | 1175 | 330 | 17 | 27.59 | 44.04 | 棄却 |
| 枚方39 | 樟葉駅 | 354 | 1531 | 283 | 1495 | 302 | 20 | 31.41 | 29.21 | 棄却されない |
| | 枚方市駅 | 328 | 1630 | 416 | 1602 | 407 | 17 | 27.59 | 9.72 | 棄却されない |
| 枚方94 | 長尾駅 | 308 | 1364 | 139 | 1362 | 165 | 19 | 30.14 | 28.97 | 棄却されない |
| | 樟葉駅 | 335 | 1371 | 233 | 1394 | 249 | 18 | 28.87 | 27.36 | 棄却されない |

区間所要時間分布の特性値を合成することで
任意のOD間所要時間分布を算出可能



## 同一OD間の2経路の所要時間信頼性(ケーススタディ)

あるODについて，2つの経路を所要時間の観点から比較

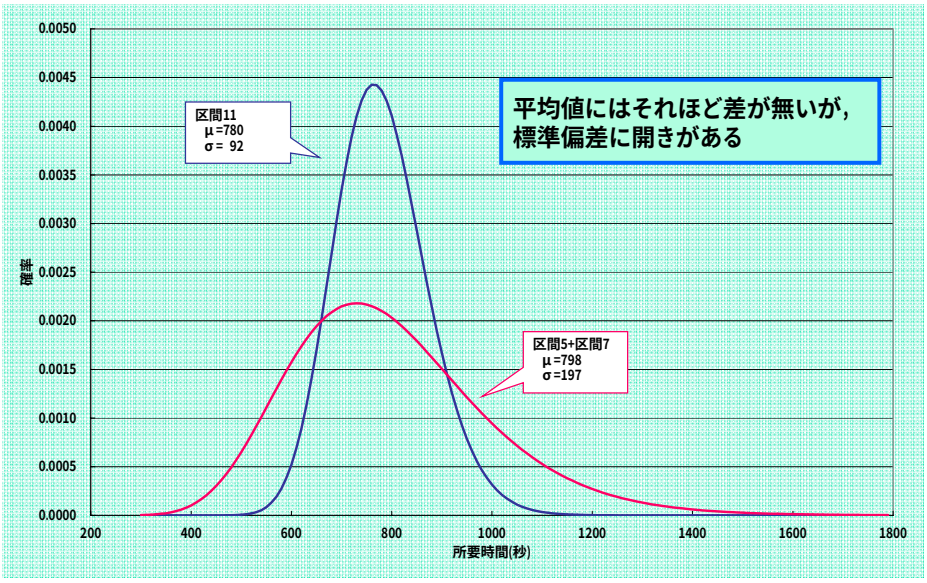
区間11 ⇔ 区間5＋区間7

で比較

| 区間 | 区間長(km) | 所要時間分布(秒) 平均 | 標準偏差 |
|---|---|---|---|
| 区間11 | 4.21 | 780 | 92 |
| 区間5+区間7 | 4.33 | 798 | 197 |

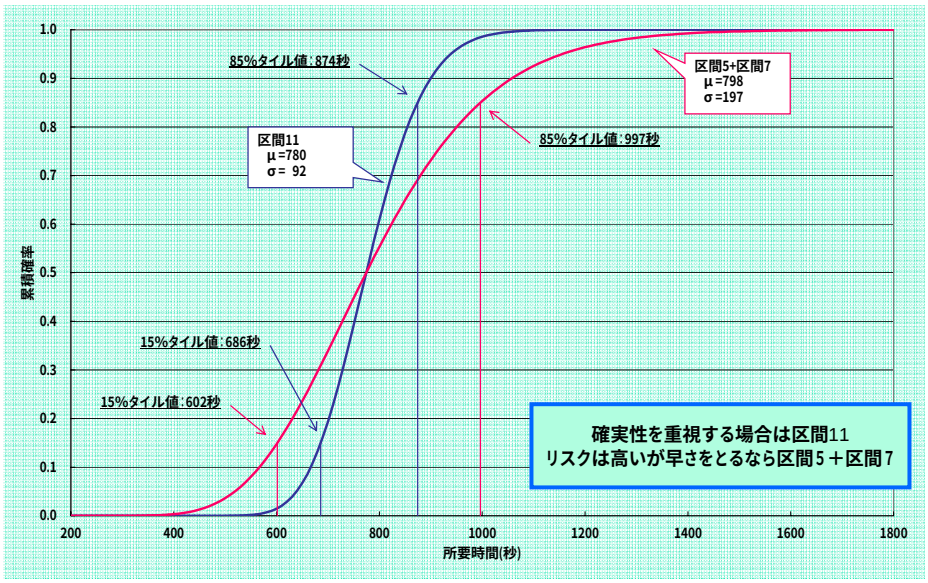


## 所要時間分布の比較1



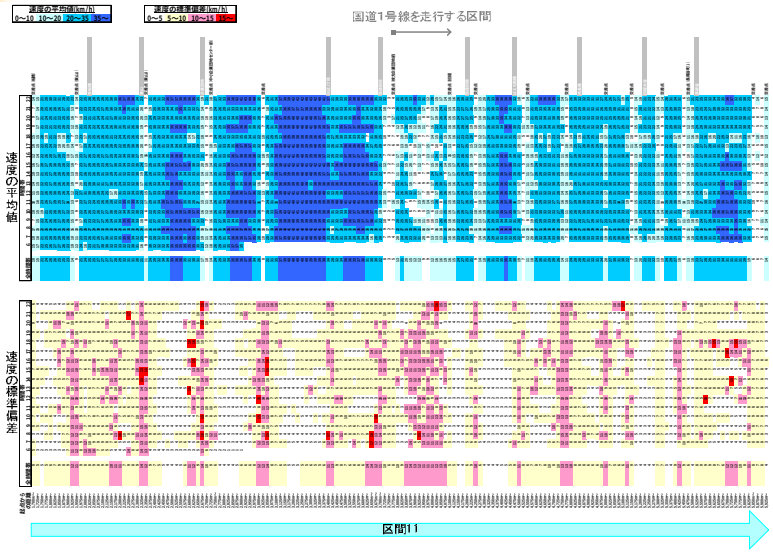

ITSを活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究

## 所要時間分布の比較2




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

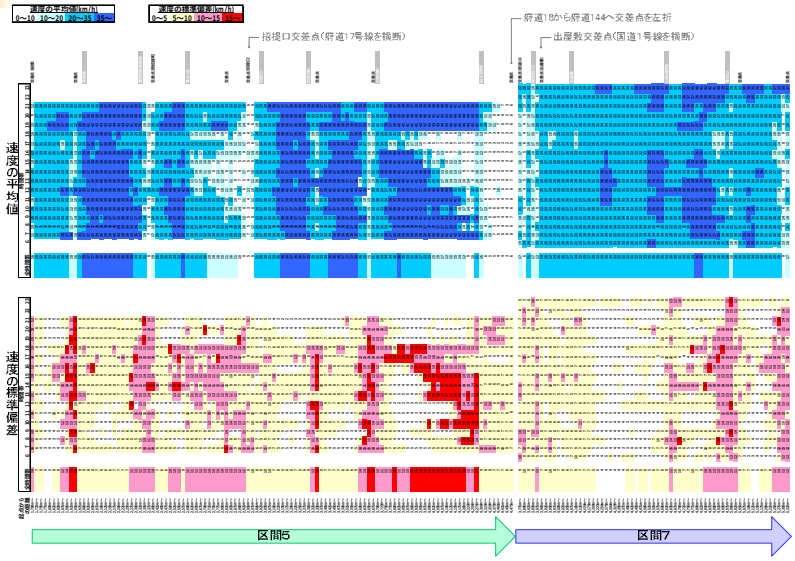
# 走行速度の時空間変動（区間11）




- 国道1号を走行する区間を除いては，大きく速度低下する区間はあまり無い．

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

# 走行速度の時空間変動（区間5＋区間7）




- 招提口交差点と出屋敷交差点での速度変動･低下が顕著

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

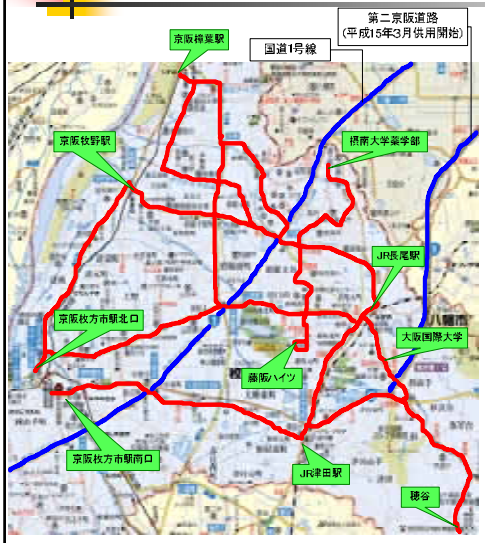
## 平成17年度の研究概要

◆前年度までの成果を踏まえて，道路ネットワークのサービス水準を交通の円滑性（平均所要時間）ならびに安定性（所要時間信頼性）の観点から評価する．

◆新規道路供用の前後の2時点間の道路ネットワークの交通サービス水準の変化を把握する．



## 分析対象道路ネットワーク







全9系統上下2方向計18路線
全72ODペア226経路
便宜的に51区間を設定

全バス停の緯度･経度を実査するのは多大なる労力･コストがかかる

## バス停座標推定値算出




デジタル地図から
仮バス停緯度･経度把握

仮バス停座標から
20m以内3km/h以下のデータ

↓ 蓄積

中央値(50パーセンタイル値)

↓ 算出

バス停座標推定値

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

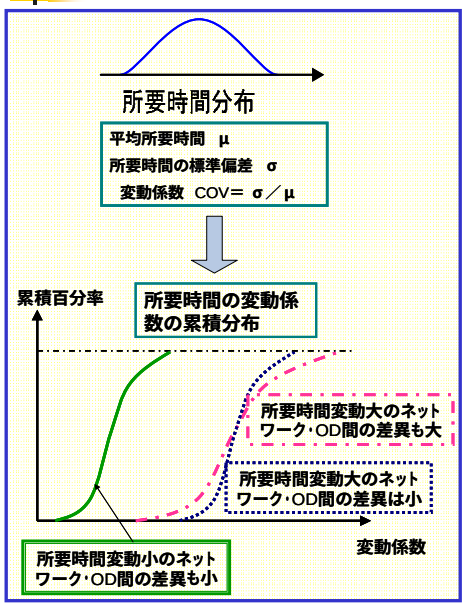
## バス停座標推定値算出結果

| //系統 | バス停名称 | 設定緯度 | 設定経度 | データ数 | 緯度中央値 | 経度中央値 | 差(m) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 枚方39乙 | 樟葉駅 | 34.8582 | 135.679 | 332 | 34.8581 | 135.679 | 8.4 |
| 枚方39乙 | モール街 | 34.8571 | 135.6806 | 3155 | 34.8571 | 135.6807 | 8.2 |
| 枚方39乙 | あさひ | 34.8565 | 135.6863 | 3333 | 34.8564 | 135.6862 | 6.2 |
| 枚方39乙 | 藤原 | 34.8521 | 135.6863 | 3051 | 34.8522 | 135.6863 | 6.2 |
| 枚方39乙 | 船橋 | 34.8485 | 135.6863 | 11019 | 34.8485 | 135.6863 | 3.7 |
| 枚方39乙 | 南船橋 | 34.8455 | 135.6868 | 3401 | 34.8456 | 135.6868 | 3.3 |
| 枚方39乙 | 関西記念病院前 | 34.8427 | 135.6859 | 4760 | 34.8427 | 135.6859 | 3.7 |
| 枚方39乙 | 養父ヶ丘 | 34.8404 | 135.6852 | 4924 | 34.8404 | 135.6851 | 5.2 |
| 枚方39乙 | 招提口 | 34.8365 | 135.685 | 4350 | 34.8365 | 135.685 | 3.0 |
| 枚方39乙 | 招提中町 | 34.8341 | 135.6851 | 3381 | 34.8341 | 135.6851 | 0.1 |
| 枚方39乙 | 招提南町 | 34.8304 | 135.6852 | 11023 | 34.8305 | 135.6852 | 9.0 |
| 枚方39乙 | 田ノ口団地 | 34.8252 | 135.6855 | 11406 | 34.8253 | 135.6855 | 3.2 |
| 枚方39乙 | 田ノ口中央 | 34.8226 | 135.6823 | 3057 | 34.8226 | 135.6823 | 0.0 |
| 枚方39乙 | 田ノ口 | 34.8218 | 135.6799 | 6310 | 34.8218 | 135.6798 | 4.5 |
| 枚方39乙 | 須山町 | 34.8203 | 135.6747 | 7230 | 34.8203 | 135.6747 | 1.2 |
| 枚方39乙 | 都が丘 | 34.8195 | 135.672 | 3772 | 34.8195 | 135.672 | 1.2 |
| 枚方39乙 | 関西外大 | 34.8178 | 135.6662 | 7898 | 34.8178 | 135.6663 | 4.3 |
| 枚方39乙 | 中宮住宅前 | 34.8169 | 135.6633 | 3842 | 34.8169 | 135.6633 | 3.1 |
| 枚方39乙 | 市民病院前 | 34.8163 | 135.6609 | 3676 | 34.8163 | 135.6608 | 11.1 |
| 枚方39乙 | 禁野口 | 34.8156 | 135.6554 | 3570 | 34.8156 | 135.6554 | 1.0 |
| 枚方39乙 | 枚方市駅北口 | 34.8128 | 135.6519 | 329 | 34.8128 | 135.6519 | 0.0 |

現地結果との差がほぼ10m以内

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

## 道路ネットワークサービス水準のマクロ評価




傾きが急かつ左寄りの曲線が理想のネットワーク

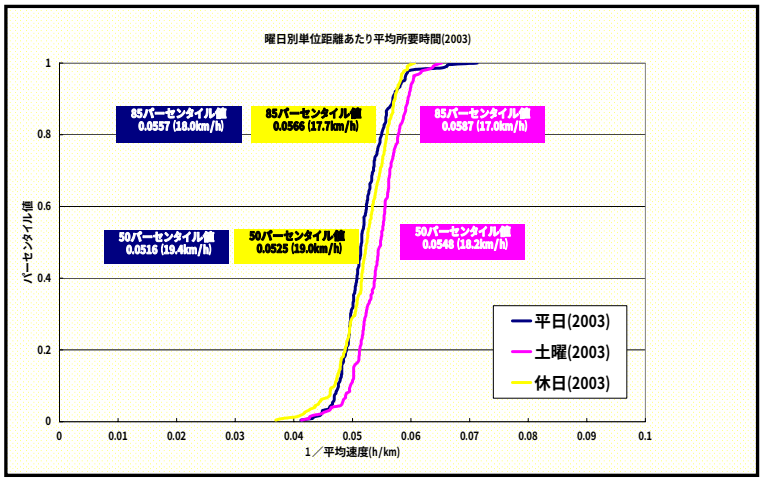
平日･土曜･日祝別にサービス水準を比較

第二京阪及び関連道路供用前後の2時点でサービス水準比較

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

## 平日・土曜日・休日別のサービス水準評価1

円滑性の評価　→　単位距離あたりの平均所要時間

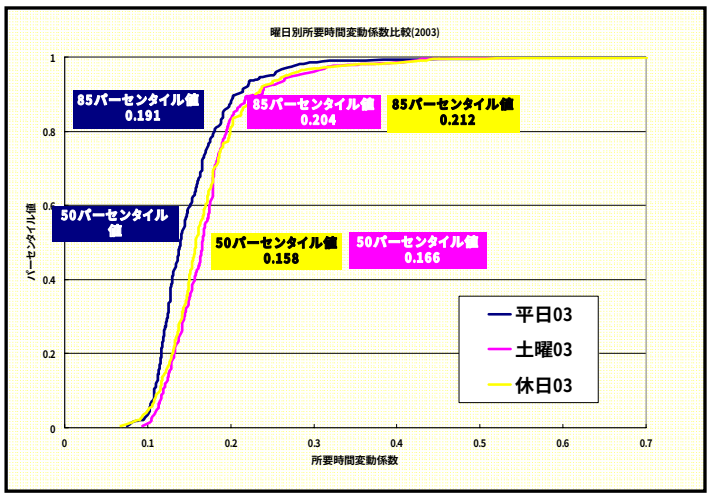



✓円滑性の点で土曜日のサービス水準が相対的に劣る

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

## 平日・土曜日・休日別のサービス水準評価2

安定性の評価 → 所要時間の変動係数

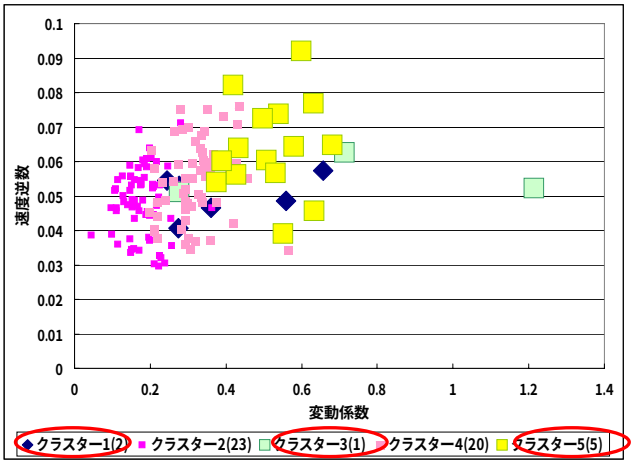



✓平日のサービス水準が相対的に安定している



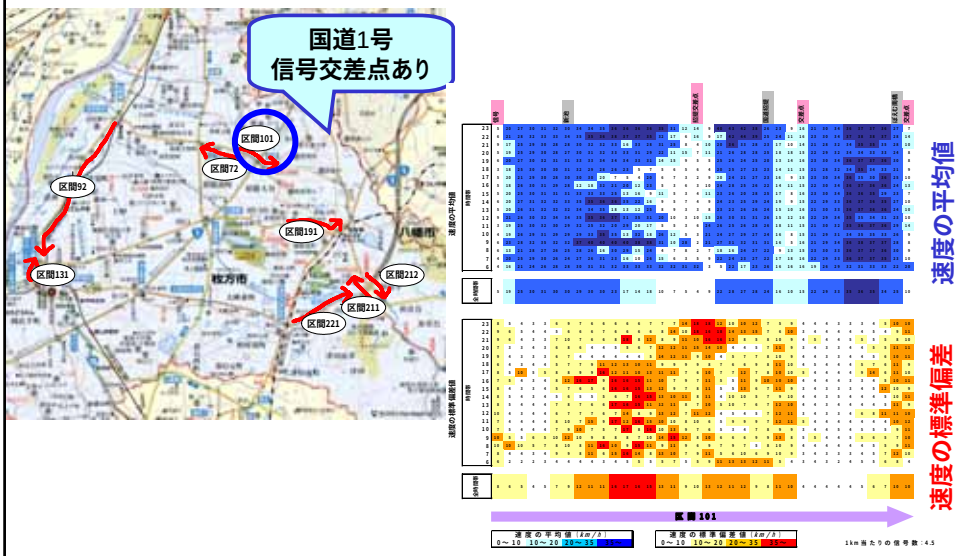
## サービス水準指標に基づく道路区間の分類

平日･土曜･休日の所要時間の変動係数･単位距離あたりの所要時間を説明変数として，全51の道路区間についてクラスター分析




サービス水準の相対的に低い道路区間　8区間

## サービス水準が相対的に低い区間の例




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

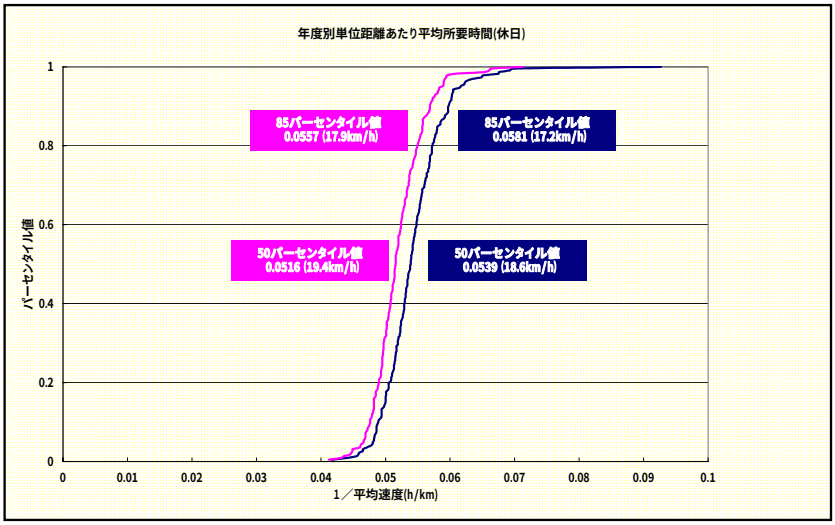
## 新規道路供用前後でのサービス水準の変化

- 第二京阪道路
- 枚方東部線
- 枚方藤阪線




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

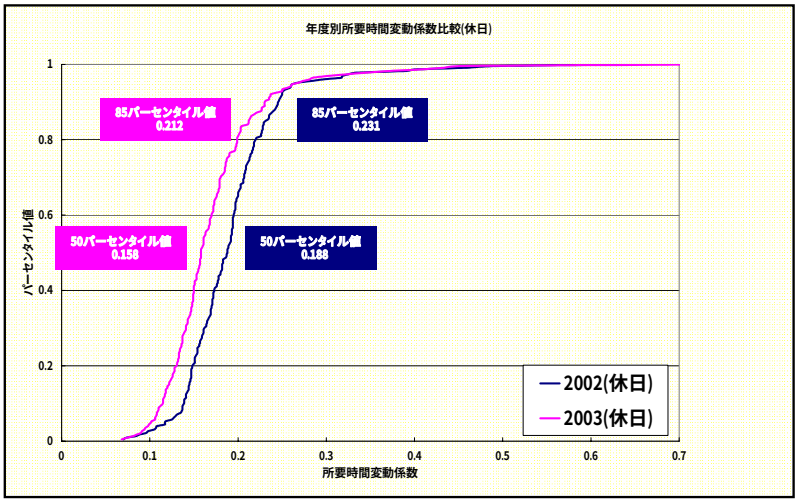
## 単位距離あたりの平均所要時間の変化




2003年の方が2002年と比して相対的に平均所要時間が短縮される傾向

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

## 所要時間の変動係数の変化




2003年の方が2002年と比して相対的に所要時間の変動が減少する傾向

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

## 道路区間単位でのサービス水準の変化




サービス水準

改善
悪化



## 本研究の成果

◆バスプローブデータを活用し，道路ネットワークのサービス水準を評価するための方法論を提案した．

◆交通コストの平均値的な評価にとどまらず，所要時間信頼性の概念に基づき，交通サービスの安定性に関する評価も行った．

◆具体的な研究内容としては
1) バスプローブデータの補正方法の構築
2) 所要時間分布の合成方法の構築
3) 所要時間信頼性に基づくネットワーク評価法の構築
から構成されている．

## 今後の課題

◆天候別･時間帯別の交通サービス水準についても分析する.

◆良好なサービスが提供される区間と相対的にサービス水準の低い区間の道路･交通特性を比較分析し, 効果的なサービス水準の改善方策について検討する.

→ 道路診断システムから道路治療システムへ

## テーマ別研究成果(1)- 4)

# 4)プローブカーデータを活用した物流の効率化の評価



## 研究の目的･背景

ITSを用いて都市内配送トラックの走行を効率化し，効率的で環境に優しい配送手法を確立すること

- 貨物車交通は交通環境に大きな影響
- 仮想ネットワークレベルでは高度な配車配送計画は物流コストと環境への影響を同時に削減可能
- プローブ･VICS等ITS技術の発展により様々な交通情報の入手が可能に
- ITSを活用して高度な配車配送計画の効果を実験により実証

確率論的配車配送計画 (VRPTW-P)
確定論的配車配送計画 (VRPTW-F)

## 研究体制

京都大学大学院工学研究科
都市基盤システム工学講座（谷口研究室）

谷口栄一　教授
山田忠史　助教授
相浦宣徳　助手
安東直紀　京都大学工学研究科博士課程

データ取得協力
日立物流・近畿コカコーラ・近畿特輸

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

## 研究フロー

- H15年度
  プローブカーによる旅行時間分布の推定
  実配送における各種情報の取得（経路等）
- H16年度
  プローブシステムの開発
  VRPTW-Pと実配送の期待コスト比較
  VRPTW-Pと実配送の実験によるコスト比較
- H17年度
  経路選択に学習を用いたVRPTW-Pの実験による
  コスト比較

# 平成15年度研究調査対象

- 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

# 使用したプローブ調査機器

- 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

## 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

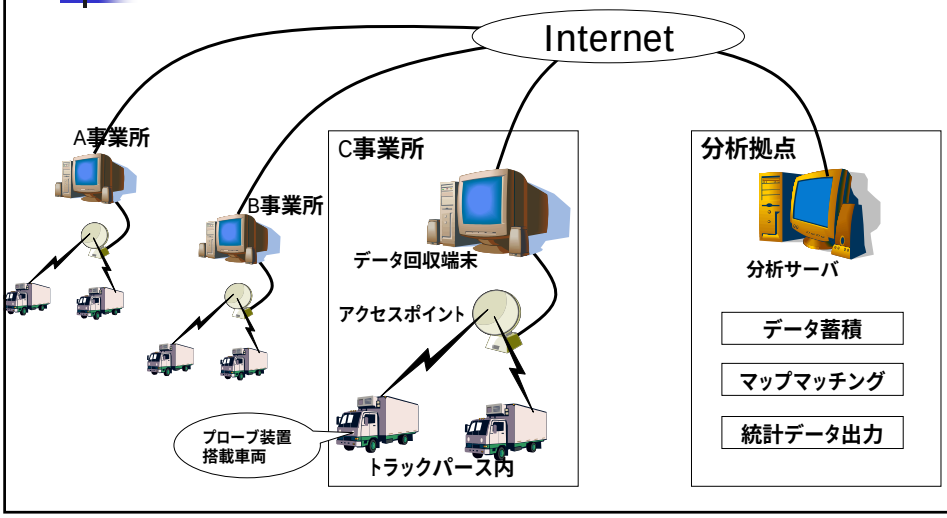
## プローブデータの確率論的配車配送計画への適用イメージ

- 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

# 平成16年度研究概要

- 自動プローブ情報収集システムの開発
- ケーススタディ：
  VRPTW-Pと実配送の期待コスト比較
- 実証実験：
  VRPTW-Pと実配送の実験によるコスト比較

# 自動プローブ情報収集システム



# 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

# 対象道路ネットワーク

大阪南部地区ネットワーク




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)

# ルートの比較

2004年4月7日

ケース(EA)




# ルートの比較

2004年4月7日

最適解



# ルートの比較

2004年4月10日

ケース(EA)




# ルートの比較

2004年4月10日

最適解



# コスト比較

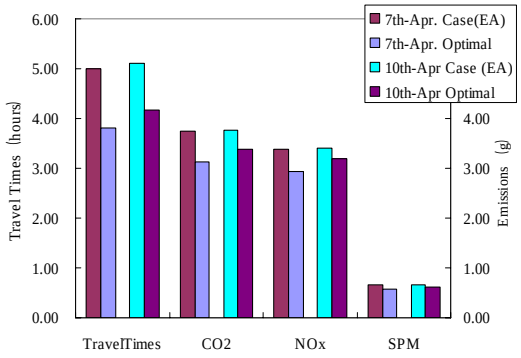
| 4月7日 | ケース(EA) (円) | 最適解 (円) | 変化 (%) |
|---|---|---|---|
| 固定コスト | 10,417 | 10,417 | 0 |
| 運行コスト | 26,310 | 20,083 | -24 |
| 遅刻ペナルティ | 16,662 | 17 | -100 |
| 早着ペナルティ | 89 | 538 | 504 |
| 総コスト | 53,478 | 31,055 | -42 |
| 4月10日 | ケース (EA) (円) | 最適解 (円) | 変化 (%) |
| 固定コスト | 10,417 | 10,417 | 0 |
| 運行コスト | 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

# 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

# 確率論的配車配送計画の実証実験

- H16/10/5～10/14　大阪南部で実施
- 旅行時間情報：VICS情報＋プローブ情報
- 顧客数：11　・トラック数：1台
- 実際の配送経路との比較

# 経路比較

通常配送経路



# 経路比較

VRPTW-Pによる最適配送経路




# コスト比較

| | 通常配送 | | VRPTW-Pの最適解 | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 平均(円) | 標準偏差(円) | 平均(円) | 変化(%) | 標準偏差(円) | 変化(%) |
| 固定コスト | 10,418 | 0 | 10,418 | 0 | 0 | 0 |
| 運行コスト | 3,055 | 134 | 2,932 | -4.0 | 52 | -61.2 |
| 遅刻ペナルティ | 1,018 | 848 | 548 | -46.2 | 191 | -77.5 |
| 総コスト | 14,490 | 972 | 13,897 | -4.1 | 242 | -75.1 |

## 総遅刻時間

| | 通常配送 | VRPTW-P |
|---|---|---|
| 10月5日 | 34分33秒 | 12分55秒 |
| 10月6日 | 2分53秒 | 5分42秒 |
| 10月12日 | 18分08秒 | 7分51秒 |
| 10月13日 | 15分54秒 | 5分15秒 |
| 10月14日 | 1分07秒 | 7分22秒 |

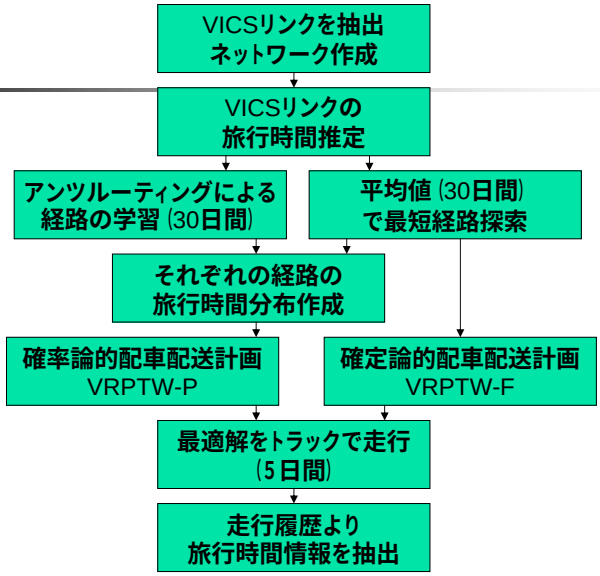
## H16年度実証実験の問題点

- ネットワーク規模･配送規模が小さい
  顧客数：11　･トラック数：1台
  → 比較する差が小さい
- 旅行時間情報がリンクにより異なる
  (VICS情報＋プローブ情報)
- 実際の配送経路との比較

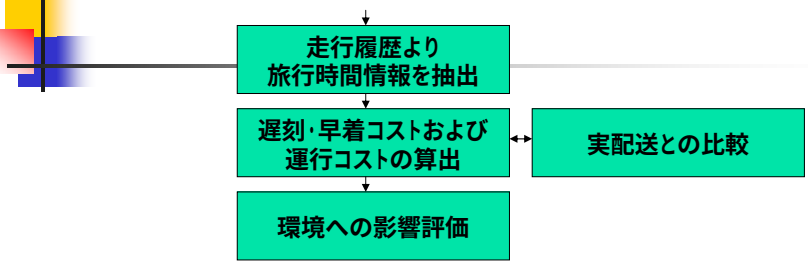
# 平成17年度研究概要

- アンツルーティングを用いた経路学習手法の開発
- 実証実験：
  学習により得られた経路を用いたVRPTW-Pと平均値による最短経路を用いたVRPTW-P・VRPTW-Fの実験によるコスト比較

# 本年度の研究のフロー:1

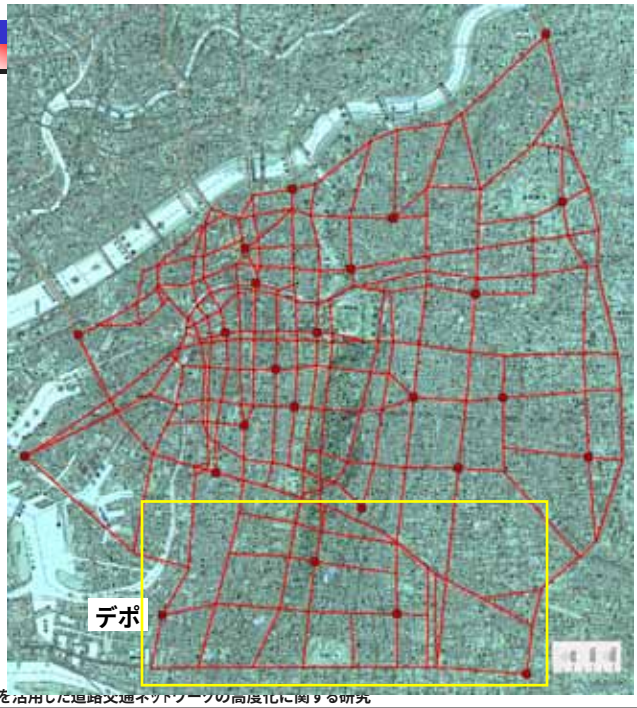


# 本年度の研究のフロー:2




# 確率論的配車配送計画の実証実験

- H17/11/17～11/24　大阪中央部で実施
- 旅行時間情報：VICS情報
- 顧客数：24　･トラック数：各2台
- アンツルーティングにより学習した経路を用いたVRPTW-Pと平均値による最短経路を用いたVRPTW-P･VRPTW-Fとの比較




## 実験概要

**ネットワーク(全てVICSﾘﾝｸ)**
**２２５ノード・７８９リンク**

**顧客数：２４**
**トラック：２台**
**タイムウィンドウ有り**

**経路選択：**
**最短経路（平均値）**
**経路学習（アンツ**
**ルーティング）**

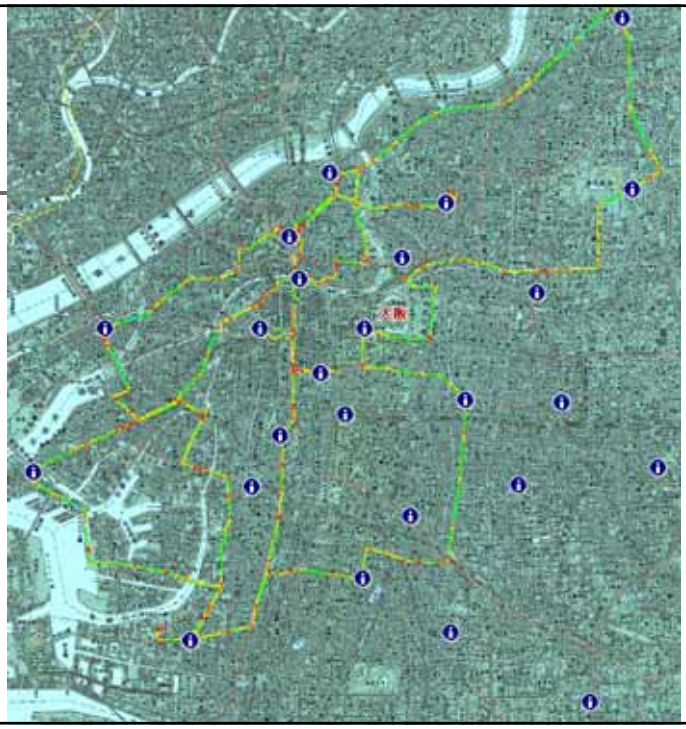
**使用VICSデータ**
H16/10/01~11/16
（30**日間**）

**配車配送計画**
VRPTW-P（**最短・学習**），
VRPTW-F（**最短**）

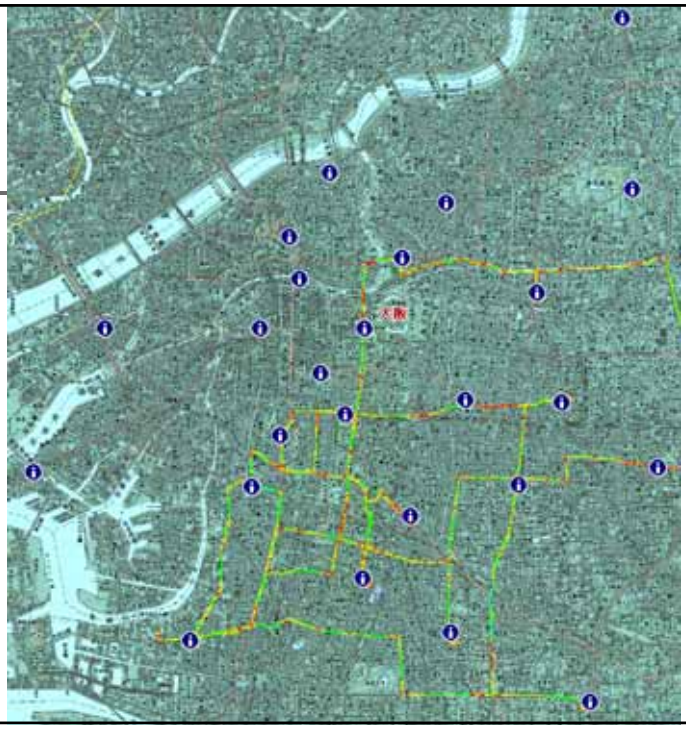
**実験期間**：11/17～24
（5**日間**）



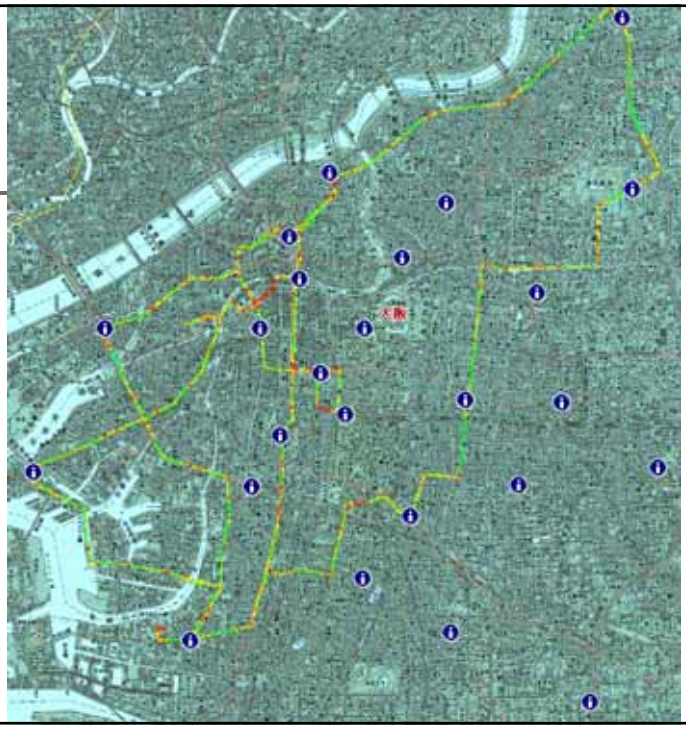
## ルート:F1



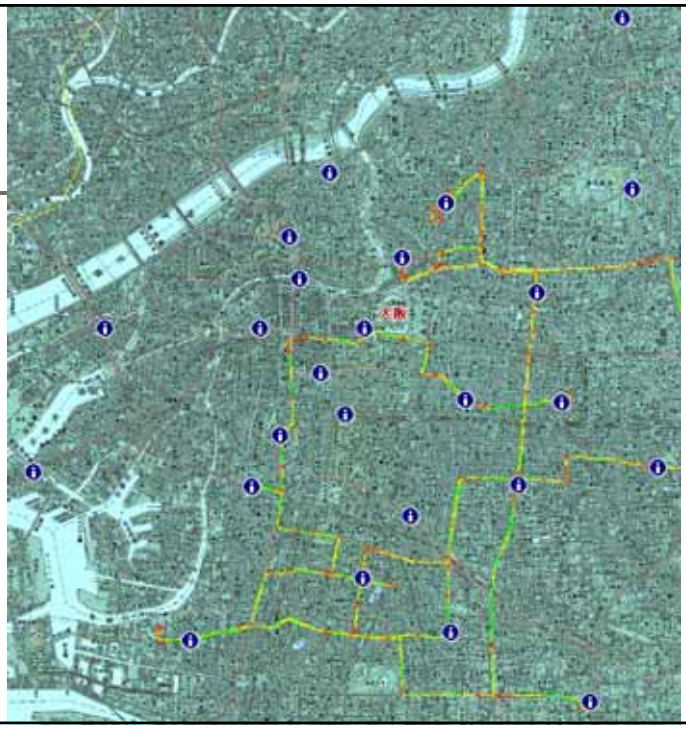
ルート:F2



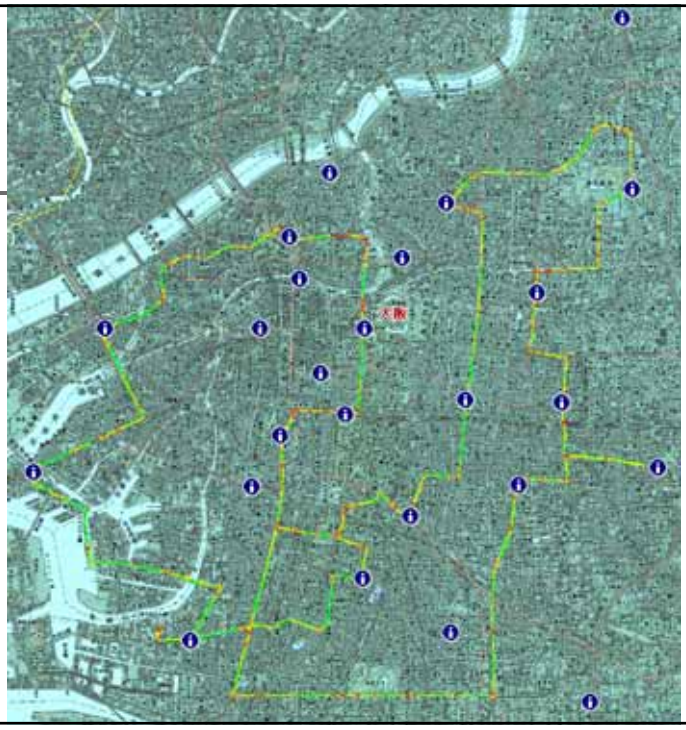
ルート:P1



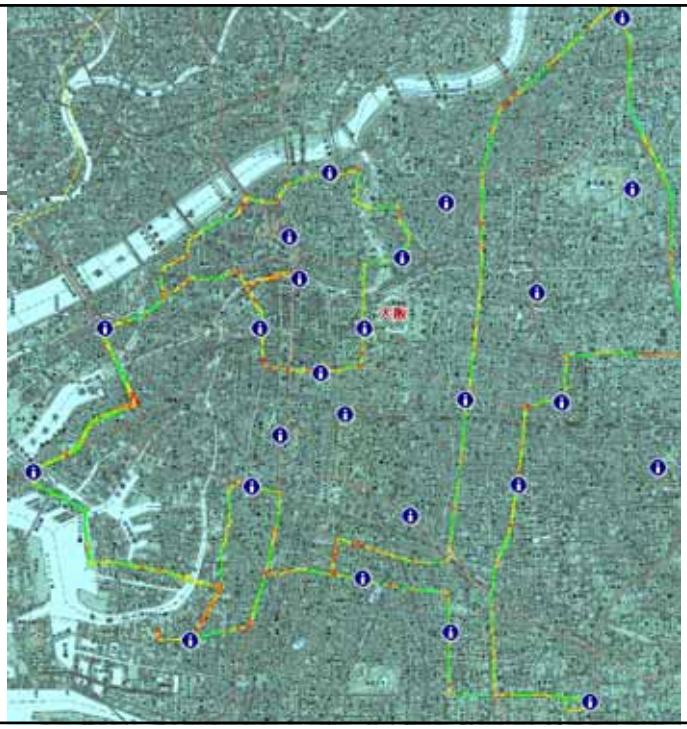
ルート:P2



ルート:A1



# ルート:A2



# 結果比較 (配送時間)

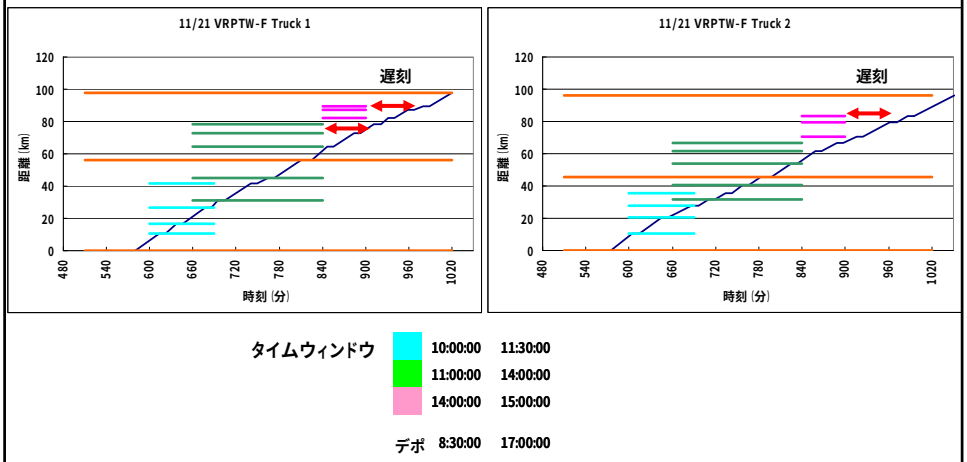
| | | 11月17日 | 11月18日 | 11月21日 | 11月22日 | 11月24日 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 早着 | 0:06:54 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:02:28 | 0:11:32 | 0:04:11 |
| | 遅刻 | 1:27:18 | 2:24:57 | 2:37:25 | 2:12:36 | 2:18:44 | 2:12:12 |
| | 走行 | 10:15:13 | 10:50:10 | 10:41:22 | 10:49:15 | 10:37:35 | 10:38:43 |
| P | 早着 | 0:05:32 | 0:01:14 | 0:05:21 | 0:00:00 | 0:09:38 | 0:04:21 |
| | 遅刻 | 6:58:28 | 8:35:34 | 7:09:16 | 8:36:14 | 5:39:49 | 7:23:52 |
| | 走行 | 11:35:23 | 11:47:51 | 11:27:10 | 11:53:53 | 10:56:15 | 11:32:06 |
| F | 早着 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 | 0:00:00 |
| | 遅刻 | 9:15:21 | 12:02:21 | 10:55:19 | 12:08:11 | 12:25:18 | 11:21:18 |
| | 走行 | 10:33:53 | 11:15:22 | 11:11:08 | 11:22:23 | 11:10:59 | 11:06:45 |

# 実験結果 (配送コスト)

| | | 11月17日 | 11月18日 | 11月21日 | 11月22日 | 11月24日 | 平均 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 早着 | \97 | \0 | \0 | \35 | \162 | \59 |
| | 遅刻 | \6,120 | \10,161 | \11,035 | \9,295 | \9,725 | \9,267 |
| | 走行 | \8,625 | \9,115 | \8,992 | \9,102 | \8,939 | \8,955 |
| | | \38,373 | \35,677 | \40,111 | \40,862 | \39,267 | \39,661 | \39,116 |
| P | 早着 | \78 | \17 | \75 | \0 | \135 | \61 |
| | 遅刻 | \29,335 | \36,141 | \30,092 | \36,188 | \23,821 | \31,115 |
| | 走行 | \9,749 | \9,924 | \9,634 | \10,009 | \9,201 | \9,703 |
| | | \43,094 | \59,996 | \66,918 | \60,636 | \67,032 | \53,992 | \61,715 |
| F | 早着 | \0 | \0 | \0 | \0 | \0 | \0 |
| | 遅刻 | \38,930 | \50,637 | \45,938 | \51,046 | \52,246 | \47,759 |
| | 走行 | \8,887 | \9,469 | \9,409 | \9,567 | \9,407 | \9,348 |
| | | \62,523 | \68,652 | \80,940 | \76,182 | \81,448 | \82,488 | \77,942 |

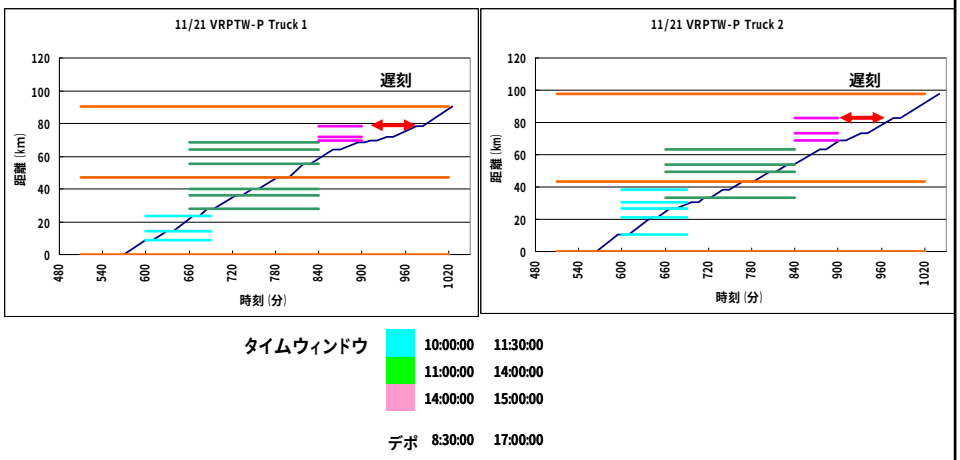
VRPTW-F

11/21のダイヤグラム
•配送の後半で大きな遅刻が発生



## VRPTW-P

11/21のダイヤグラム
•配送の後半で大きな遅刻が発生

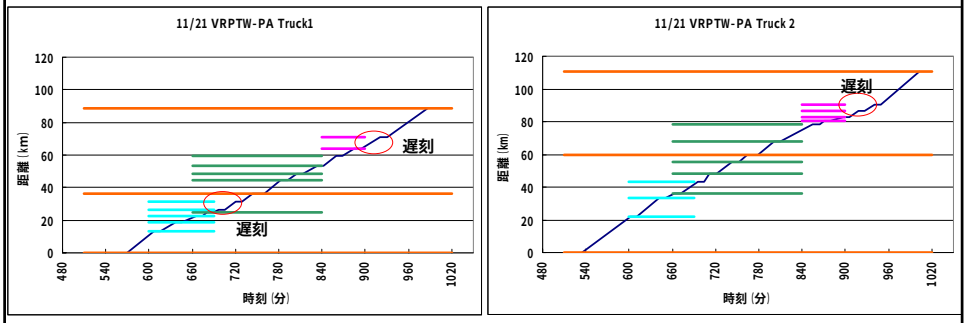



タイムウィンドウ
10:00:00 11:30:00
11:00:00 14:00:00
14:00:00 15:00:00

デポ 8:30:00 17:00:00

## VRPTW-P+アンツルーティング

11/21のダイヤグラム
•遅刻が発生するもわずか




タイムウィンドウ
10:00:00 11:30:00
11:00:00 14:00:00
14:00:00 15:00:00

デポ 8:30:00 17:00:00

# 実験結果 (環境への影響)

## 各ケースの総走行距離・平均速度

| | 総走行距離(km) | 平均速度(km/h) |
|---|---|---|
| VRPTW-F | 193.70 | 17.43 |
| VRPTW-P | 187.90 | 16.29 |
| VRPTW-PA | 199.30 | 18.72 |

## 実験期間中の環境負荷

| | $CO_2$(g) | NOx(g) | SPM(g) |
|---|---|---|---|
| VRPTW-F | 70.06 | 73.52 | 15.05 |
| VRPTW-P | 69.46 | 72.49 | 14.77 |
| VRPTW-PA | 69.65 | 73.33 | 15.15 |

## 研究結果

実験の結果 (経路学習と最短経路の確率論的配車配送計画)

- 総コスト：経路学習＜最短経路 (36%削減)
  - 標準偏差も半減 (60%超)
  - なかでも遅刻ペナルティが大きく削減 (約70%)
- 環境負荷
  - 総走行距離：経路学習＞最短経路
  - 走行速度：経路学習＞最短経路
  - 排出ガス：経路学習＞最短経路
    - 差は最大2.5%

今後の課題

- 実際の配送との比較：総コスト・環境負荷

# (2) ITSを活用したまちづくりのための交通マネジメントに関する研究

## -テーマ別研究成果報告-



テーマ別研究成果(2)

1)ITS技術を活用した駅前広場等交通結節点整備計画の評価に関する研究

2)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

3)ITSを活用した歩行者系道路利用システムに関する研究

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

テーマ別研究成果(2)- 1)

# 1)ITS技術を活用した駅前広場等交通結節点整備計画の評価に関する研究



## 研究目的

- 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)の活用によるターミナルの高機能化

## 研究体制

- メンバー
  - 京都大学
    - 飯田恭敬
    - 北村隆一
    - 吉井稔雄
    - 菊池輝
    - 川﨑雅史
    - 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
- 協力メンバー
  - 京都市
  - 長岡京市
  - 京阪電鉄
  - ダイハツ工業

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

## スマートターミナル化に関するアイデア

- 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
  - 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
- 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

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

## 研究内容(1)

- スマートターミナル化に資する要素技術の開発および整理
  - 駅前広場の高度利用
    - 誘導ライティングシステム
    - ランダムバスバースシステム
  - 駅前広場の情報拠点化
    - 端末側の課題の整理
    - 提供情報の高度化と付加価値化
  - 駐車場の交通結節機能の強化
    - パークアンドライド駐車場に求められる機能の整理
  - 未来型駅前空間の提案
    - 交通結節機能の強化と快適な歩行空間の形成を実現するコンセプトイメージ



## 研究内容(2)

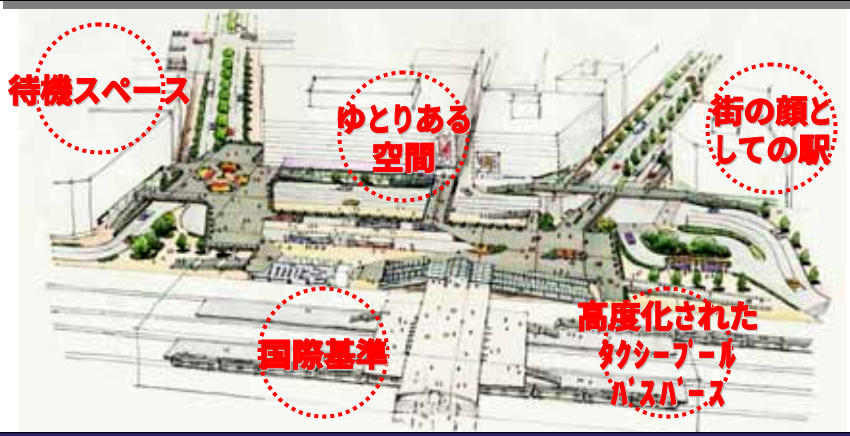
- スマートターミナル化の評価手法の検討
  - 都市の核機能と交通結節性の関連性検討
  - 駅と周辺施設との連結性に関する分析
  - 歩行者誘導における駅の視覚的なわかりやすさの評価
  - デマンド応答型交通システムの導入可能性検討
  - 公共交通における乗り継ぎ利便性向上効果の定量化方法検討
- 長岡京市を導入想定都市としたスマートターミナル化メニューの提案と効果の検討

# 駅前広場の高度利用に関する検討

(鹿島建設株式会社)

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

## これからの駅前広場




- 駅前広場空間の高度利用が期待される
- 余空間を道路、歩行者空間、商業施設として活用可能
- 駅周辺交通の円滑な交通処理
- 自転車駐車場、施設のバリアフリー化を実現

## ＩＴＳを活用した分散型駅前広場

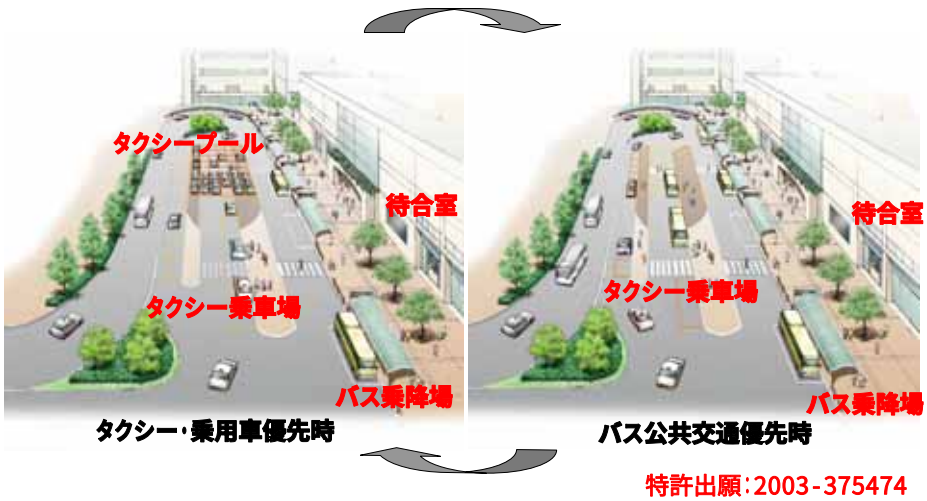



特許出願：2003-049383

**ＩＴＳ技術の導入＝距離と時間の効率化**

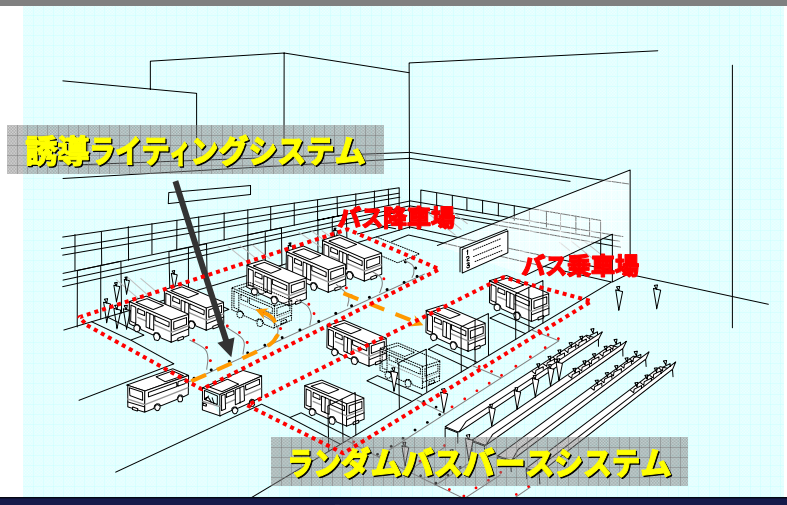
待機スペース ⇔ 駅前広場 ⇔ 現在位置

## ＩＴＳライティングシステム




特許出願：2003-375474

## ＩＴＳを活用したバススペースの効率化




**バス走行スペースの縮小、乗降スペースの拡大**
**発着処理効率の向上**

## 駅前広場における情報活用

（NTTインフラネット株式会社）

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

# 駅前広場における情報活用

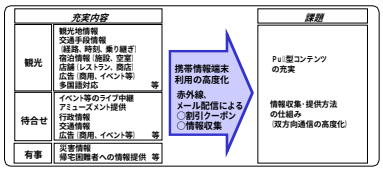
- 1.研究目的
  - 情報提供端末の機能の高度化
  - 提供される情報への付加価値の可能性
- 2.取り組み
  - 研究メンバー：
  - NTTインフラネット株式会社関西支店　奥村　一郎
  - 田中　実
  - 研究期間：平成15年度～平成17年度
- 3.研究成果
  - Push型からPull型に向けた情報提供内容
  - 情報の付加価値性向上のための機能高度化



# 研究内容とその成果について

## 人のたまり場から情報のたまり場へ

情報提供端末の課題（Pull型へ）

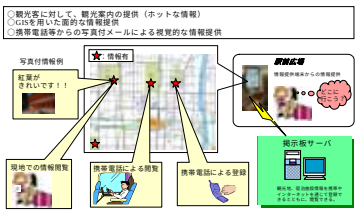



情報のたまり場イメージ

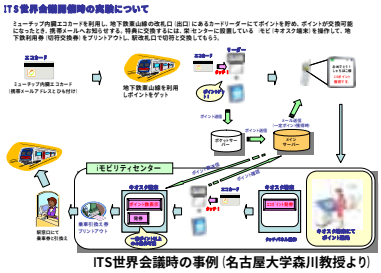



## 提供情報の高度化と付加価値

リアルタイムの情報提供例（情報掲示板）




交通エコポイントの事例




ITS世界会議時の事例（名古屋大学森川教授より）

# 駐車場の交通結節機能の強化

(財)駐車場整備推進機構



## 駐車場における交通結節機能に関する検討

1.研究目的

- 当機構内の自主研究の一環で「都市交通・駐車問題懇談会（座長：東京海洋大学　高橋洋二教授）」を設置し、その中で「駐車場の交通結節機能を強化するための方策」についての検討・議論を行った。
- 道路交通環境の改善に寄与するため、パーク＆ライド駐車場に着目したアンケートを行った。その分析を踏まえ、パーク＆ライド駐車場に求められる機能の条件整理を行った。

## 2.取組み

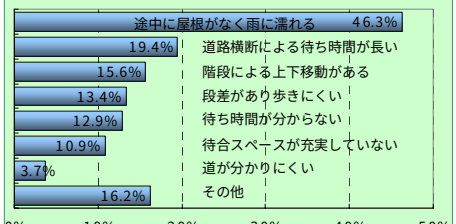
**アンケートの結果、パーク＆ライド駐車場の条件は下記4つの観点が重要であるとの結果が得られた。**

**★パーク＆ライド駐車場に重要な観点**

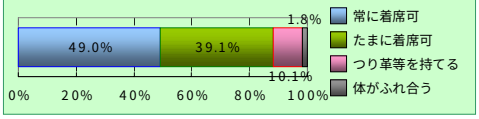
### 1.駐車場から乗換え地点までの距離

３００m以内が約９割を占める。

### 2.移動円滑性（快適性）への配慮




### 3.乗換先交通機関のサービス水準




### 4.目的地までの定時性

パーク＆ライド時に想定時刻通りに目的地へ到着する場合は、居住地域や移動目的によらず、約８割である。

**調査方法：インターネットアンケート**
**調査期間：平成16年11月12日～17日**
**調査対象：普通自動車免許保有者の内、「公共交通機関への乗換え経験者」**
**有効票数：1,014票**



## 3.資料

**今回、資料をまとめるにあたり、下記資料を参考にしました。**
**より詳細な内容については、下記資料をご参照下さい。**

**あたらしい都市交通･駐車施策をめざして**
**－駐車場は「人と車のリビングルーム」へ－**

**財団法人　駐車場整備推進機構**




**お求めの際は、こちらをご覧ください。**
**(財) 駐車場整備推進機構ﾎｰﾑﾍﾟｰｼﾞ**
http://www.parking.or.jp/

# 未来型駅前空間の提案

（阪急電鉄株式会社）



## 未来型駅前空間に関する研究

1.メンバーリスト

組織名：阪急電鉄株式会社 都市交通事業本部 都市交通計画部
代表者：野村 欣史（都市交通計画部長）
参加者：上村 正美（都市交通計画部副部長）
樋口 賢（都市交通計画部調査役）
抱江 卓哉（都市交通計画部調査役）

2.研究目的

①交通結節機能の強化
交通結節機能の強化により道路交通と鉄道との円滑な連携を確保

②快適な歩行空間の形成
「まちの顔」として賑わいのある快適な歩行空間を形成する

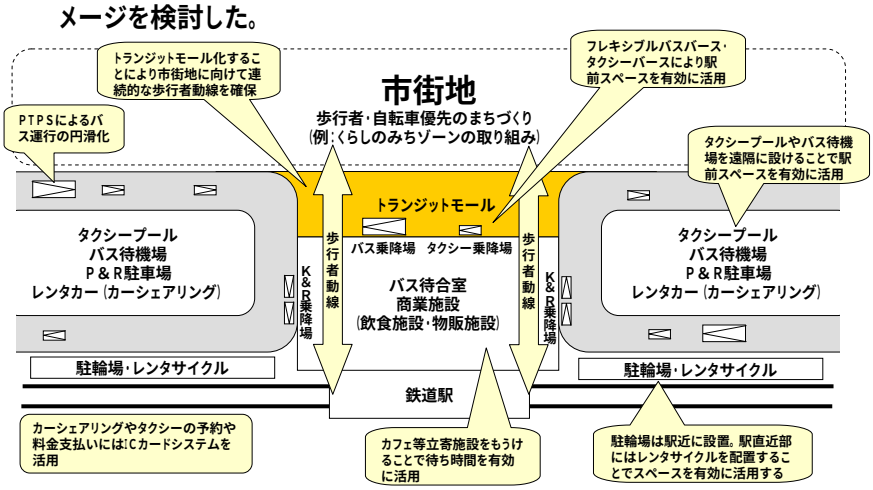
↓

利用者の利便性向上
まちづくりへの寄与
周辺道路交通の円滑化

## 未来型駅前空間に関する研究

### 3.研究内容と成果

交通結節機能の強化と快適な歩行空間の形成を実現するコンセプトイメージを検討した。




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

## 都市の核機能と交通結節性の関連性検討

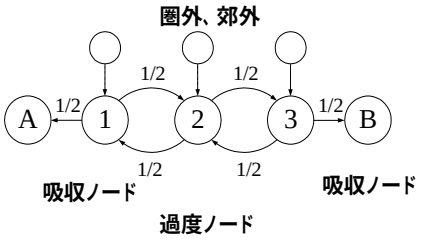
飯田恭敬
(京都大学)

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

## 研究概要

- 概要
  - 都市内の回遊をマルコフ過程で再現し，都市の核機能整備やネットワーク整備による都市活性化と都市形態の関連を検討

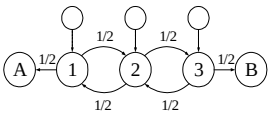
基本ネットワーク

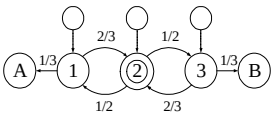


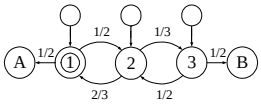

トータルトリップ数T＝10

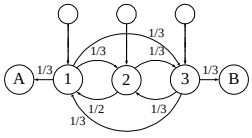


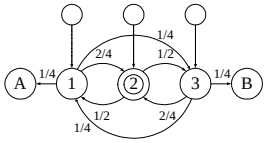
## 機能配置と交通整備タイプの組合せによる総トリップ数T


T=10


T=16


T=10


T=13


T=19

## 機能配置と交通整備タイプの組合せによる交通需要量

| | | 機能配置 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 核機能なし | 核機能中心 | 核機能端部 |
| 交通整備形式 | 隣接機能直結移動 | 10 | 16 | 10 |
| | 全機能直結移動 | 13 | 19 | -- |



## 研究概要と知見

- 概要
  - 都市内の回遊をマルコフ過程で再現し，都市の核機能整備やネットワーク整備による都市活性化と都市形態の関連を検討
- 知見
  - 都市活性化には核機能が不可欠
  - 核機能整備は中心部ほど効果的
  - 機能間の移動性を高める交通機能整備も効果大
  - 機能は分散型より集中型のほうが流動性効果が高い

# 駅と周辺施設との連結性に関する分析

北村隆一，吉井稔雄，菊池輝
（京都大学）



## 駅と周辺施設との連結性に関する調査

1.研究目的

- 駅から（歩いて）行ける施設の認知度と行きやすさ，駅施設と周辺施設との連結性，すなわち，どのような施設，どのような経路が「駅から便利な施設」として認識されているのかを行動調査ならびに動線調査から分析する．
- 駅の利用者が通行する経路や立ち寄る施設を調査し，駅と連結性の高い周辺施設の特徴を把握することにより，駅乗降客を中心市街地へ誘導するためのソフト的な施策を講ずることができる．これによって，中心市街地の機能向上，活性化，来街者の増加を目指す．

## 3年間の研究内容とその成果について

2.取り組み

- 複数の鉄道駅からアクセス可能な京都市中心市街地において，来街者の行動･動線調査を行った．利用交通機関や回遊経路，立ち寄り施設に加え，来街者の行動単位，施設訪問の決定時期，経路や施設選択の理由，を調査分析した．

3.研究成果

- 各種交通施設利用者の，回遊地域や回遊パターン（立ち寄り施設，活動内容，活動時間といった活動の詳細）といった，回遊行動の傾向を定量的に分析し，駅施設･交通施設とその周辺施設との連結性認知の特徴を整理した．



## 歩行者誘導における駅の視覚的なわかりやすさの評価

川崎雅史，出村嘉史
（京都大学）

## 歩行者誘導における駅の視覚的なわかりやすさ

- 1.研究目的
  - 駅の視覚的なわかりやすさ評価視点の提案
  - わかりやすさの事例評価
- 2.取り組み
  - わかりやすさの評価視点の提案（空間イメージの視点）
  - →定位性イメージの確保と可視･不可視領域
  - 事例評価（京都駅、関西国際空港、羽田空港）
- 3.研究成果
  - わかりやすさと空間構成（吹き抜け空間、ガラス利用）
  - 眺望性の高い『Vantage Point』の抽出
  - ITS端末の効果的な設置位置
  - →歩行開始点と『Vantage Point』

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

## デマンド応答型交通システムの導入可能性検討

倉内文孝，飯田恭敬
（京都大学）

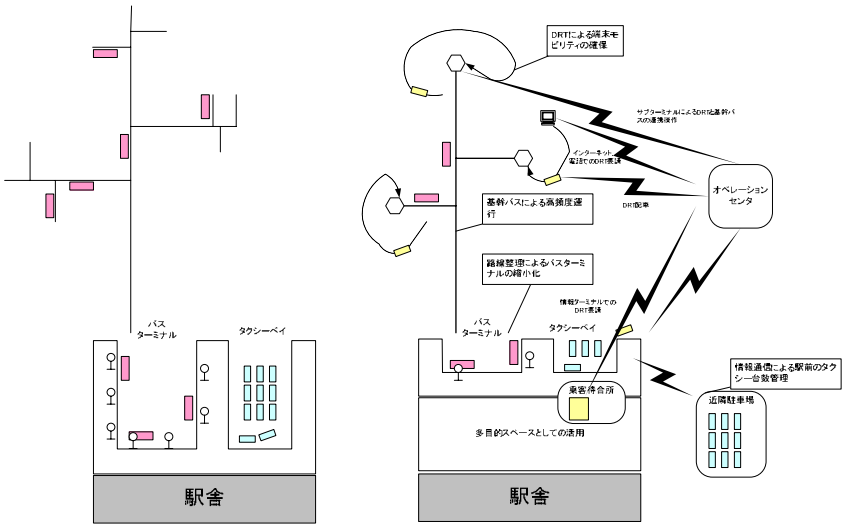
ITSを活用した道路交通ネットワークの高度化に関する研究

## デマンド応答型交通システムの導入可能性検討

- 研究概要
  - デマンド応答型公共交通のサービス特性を分析することを目的とする
  - DRT配車アルゴリズムを構築しDRTのサービス特性の把握を試みる.
- 成果の概要
  - 乗車デマンドが増加し複数車両が導入できればより運行効率性が高まる
  - 想定したサービス形態でバスを満たすほどの需要を割り当てることは困難でありDRTサービスとしては小型車両の方が望ましい
  - 予約順序のサービス効率性に及ぼす影響は小さくなく事後割り当て方式によるサービスも視野に入れた議論が重要



## DRTを活用したスマートターミナル化のイメージ




従来型　　スマートターミナル

# 公共交通における乗り継ぎ利便性向上効果の定量化方法検討

倉内文孝，飯田恭敬
（京都大学）



## 公共交通における乗り継ぎ利便性向上効果

- 研究概要
  - バス乗降場所の共有化によるネットワーク効果を検討するためのモデル構築
  - 簡単なネットワークにおける試算
- 成果の概要
  - 乗降場所共有によって別系統でも同一目的地へ向かうバスに乗車しやすくなる
  - バス接近情報提供によってさらに効果が高まる

## 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有用性
- バス停の省スペース化は利用者にとってはわかりづらい可能性がある
  - 利用者の誘導方法の吟味
- 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



## 長岡京市を導入想定都市としたスマートターミナル化メニューの提案

## 長岡京市における交通問題と展望

- 長岡天神駅周辺の深刻な交通渋滞
  - 駅前広場がない
  - 路線バスの集中
  - キスアンドライド車両
- 長岡天神駅周辺のバリアフリー化とバスネットワークの再編の必要性
- 観光シーズンの交通渋滞
- JR長岡京駅再開発
  - 駅間の連携が課題
- 阪急京都線における新駅設置の合意
  - 比較的良好なアクセス道路
  - 「にそと（第2外環状道路）」との連結

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

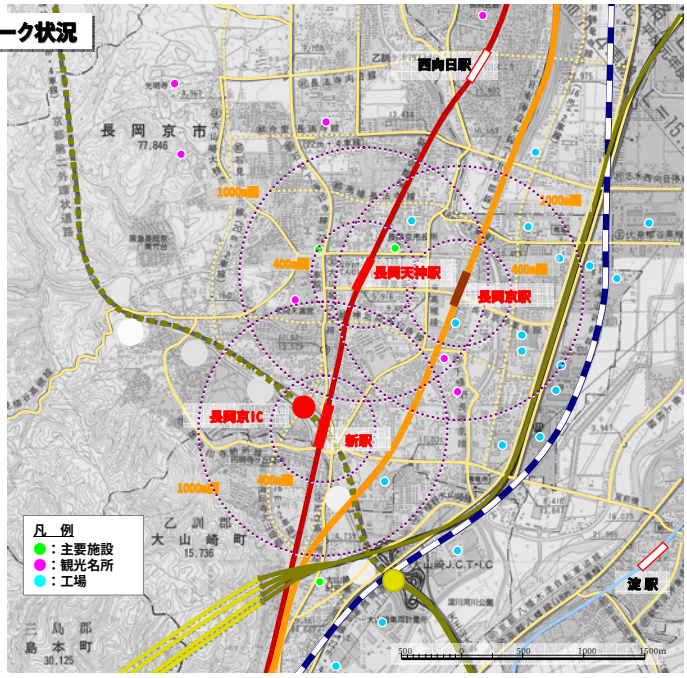
## 長岡京市の交通ネットワーク状況

**【長岡京市概要】**

京都・大阪に二大都市を結ぶ軸の中間に位置

地形の約6割は可住地の平坦部

・人口　約7.8万人
・面積　約20km²
・広がり　東西　6.5km
南北　4.3km



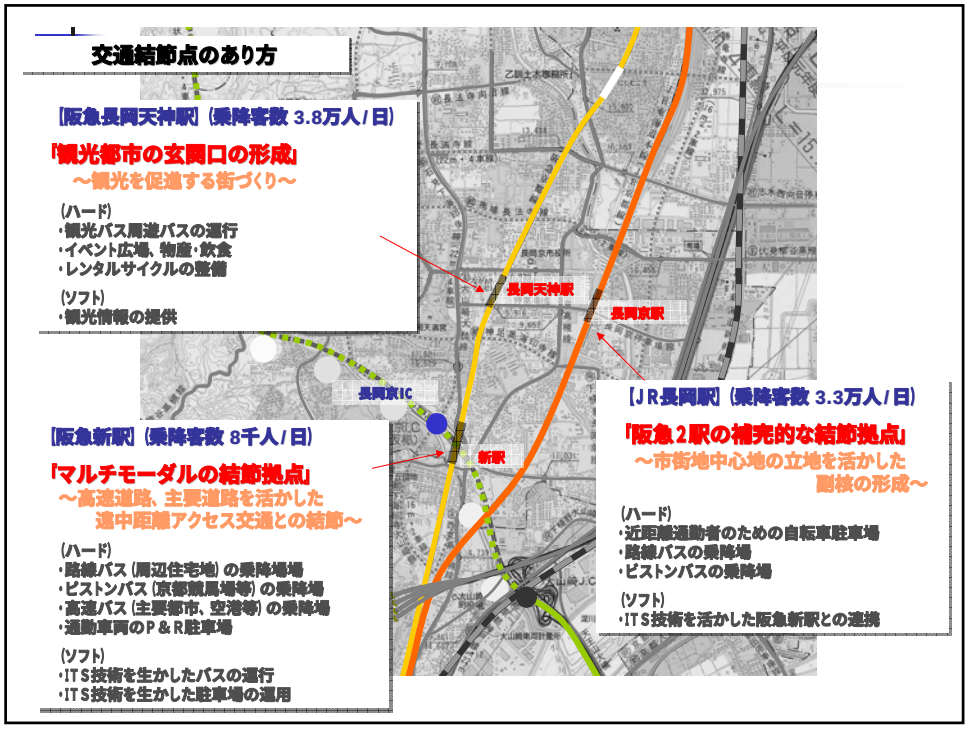
## 問題解決の方向性

- 長岡天神駅の渋滞緩和
  - 路線バスネットワークの再編
  - キスアンドライド車両を新駅へ誘導
  - 乗客の新駅への誘導
- 新駅利用の魅力向上
  - 駐車場と軌道系の連携
  - 新駅と長岡天神駅に関するバス輸送の連携
  - 限られた空間の有効利用し乗り継ぎ性を向上
  - P & R駐車場整備
- 玄関口としての長岡天神駅の改善
  - バリアフリー化
  - 情報によるわかりやすさの改善
- 観光シーズンの自動車利用抑制への寄与
  - 新駅駐車場のP & R利用
  - 周遊バスの整備



## 長岡京市におけるスマートターミナル化メニューと期待される効果

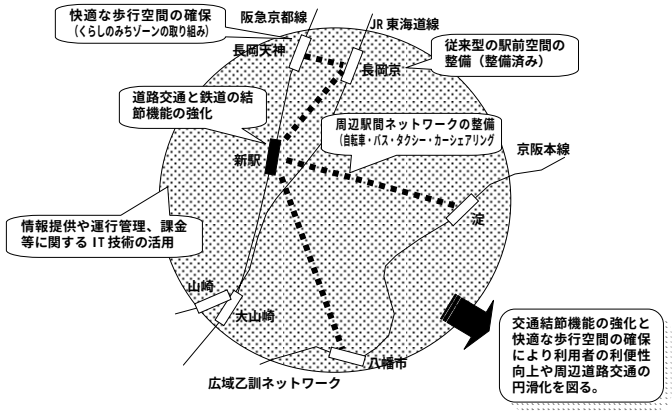
- 新駅へのランダムバスバースシステムの導入
  - 長岡天神駅へ向かう車両の削減
  - 駅前スペースの高度利用
  - K & R車両の新駅への誘導
- 公共交通情報提供システム導入
  - バス情報提供および2 way定期券導入による長岡天神駅から新駅への乗客分散
  - 利用者の利便性向上による自動車利用削減
- 新駅に連結した駐車場の整備とIT化による運用
  - 通勤用P & R駐車場の整備
  - 駐車場情報提供および駐車場予約による効率利用
  - 観光シーズンの京都方面への流入交通の削減
- 長岡天神駅の情報拠点化
  - 歩行者への観光情報等の提供
  - 駅前・駅間空間の再配置
  - 長岡天神駅周辺のバリアフリー化
- ITを活用した周辺駅の有機的連携
  - JR長岡京駅も含めた3駅の補完機能強化
  - 淀川左岸との連携




## 未来型駅前空間に関する研究

### 4.長岡京市を対象にしたケーススタディ

・新駅：京都第二外環状道路との結節点にあたり、交通結節機能の強化を主体に検討。
・長岡天神駅：長岡京市の中心核であり、快適な歩行空間の確保を主体に検討。
・長岡京駅：駅前空間の整備済み・従来型の駅前空間整備。




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

# 高度情報案内発信端末の整備

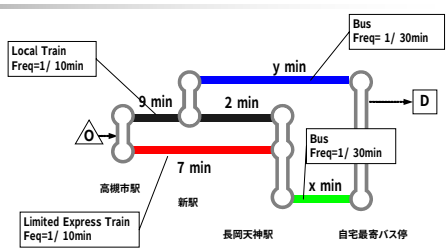
## 高度な情報案内発信端末の設置イメージと6つの機能






# 新駅設置・2way 定期券の効果と自宅位置の関係

**自宅からのバス所要時間と新駅設置および2wayサービスの効果の関係**



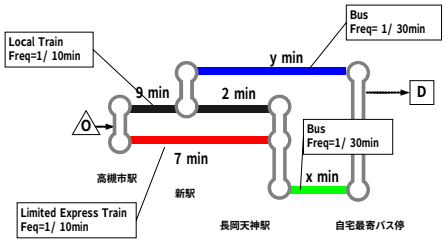

| x [min] \ y [min] | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 8 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 9 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 10 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 11 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 12 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 13 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 14 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 15 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 16 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 17 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 18 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 19 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 | 1 |
| 20 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 1 |

※凡例 3：設置効果もあって2wayサービス効果もある，
2：設置効果はあるが2wayサービス効果はない，
1：設置効果はないが2wayサービスを導入すると効果がでる，
0：設置効果もないし2wayサービスを導入しても効果がでない，

※オフピーク時，n=1，α=10，θ=0，乗客需要：0

## バス接近情報の効果と自宅位置の関係

自宅からのバス所要時間と
車両接近情報提供時の
所要時間短縮効果




| 単位:min | y | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| x | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 |
| 0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.5 | 0.4 |
| 1 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.6 | 0.5 |
| 2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 | 0.6 |
| 3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 | 0.6 |
| 4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.8 | 0.7 |
| 5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 | 0.8 |
| 6 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 | 0.9 |
| 7 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 | 1.0 |
| 8 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 | 1.1 |
| 9 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 | 1.2 |
| 10 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 | 1.4 |
| 11 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 | 1.5 |
| 12 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 | 1.7 |
| 13 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 | 1.4 |
| 14 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 | 1.1 |
| 15 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 | 0.9 |
| 16 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 | 0.6 |
| 17 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 | 0.4 |
| 18 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.3 |
| 19 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 |
| 20 | 0.7 | 0.8 | 0.9 | 1.0 | 1.1 | 1.2 | 1.4 | 1.5 | 1.7 | 1.4 | 1.1 | 0.9 | 0.6 | 0.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| | ※オフピーク時, n=1, α=10, θ=0, 乗客需要:0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |



## 新駅設置による長岡天神駅の交通集中削減効果

- 自動車交通削減
  - バス運行頻度減少による混雑緩和
  - K & R車両減少による効果
  - バス定時性の向上
- 歩行者流動への効果
  - 長岡京市街地における3駅群の利用形態と周辺地域との連結性向上

## テーマ別研究成果(2)- 2)

# 2)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



## 研究体制

［産］　(財)駐車場整備推進機構

［官］　国土交通省近畿地方整備局
　　国土交通省京都国道事務所

［学］　京都大学

## 研究背景

・駐車場法(1957)
・自動車ターミナル法(1959)
・車庫法(1962)

駐車施設の整備計画(1992)

・30分以上の路上駐車対策
→ 路外駐車施設の整備
→ 路上駐車施設の整備
→ 既存駐車場の有効利用

・30分未満の路上駐車対策
・情報提供システム
・案内誘導システム
・専用駐車場等の休日開放
・他

歩行者との交錯、
長距離に及ぶ横持ち



荷捌き場所を探すためのうろつき走行



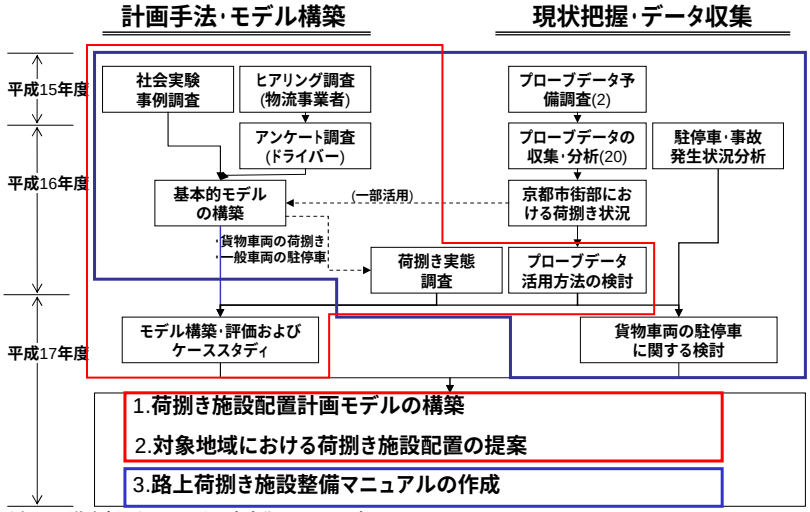
車線の閉塞、視界不良





## 研究の目的・フロー

・ITSを活用した効率的かつ環境にやさしい都市内物流システムの提案
・路上荷捌き駐車場 整備計画手法の確立



## 荷捌き駐車場整備マニュアル

実調査に基づく検証

1.調査
調査方法
調査結果に基づく問題点提出方法

2.需要予測
業種別延床面積を用いた荷捌き駐車需要の推計
附置義務条例を用いた荷捌き駐車需要の推計

3.計画
理論則による計画
経験則による計画
計画手法の妥当性の検証

H15-16年度研究成果
＋
実態調査(H17.12.7実施)
・駐車実態調査
・荷捌き実態調査
・歩行者アンケート,等

4.運用
継続的な運用方法(荷捌きスペースの確保,費用の確保)
新技術の活用方法(ITS,ITの活用)

5.評価
評価項目の整理
モニタリング技術(ITS,ITの活用)

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

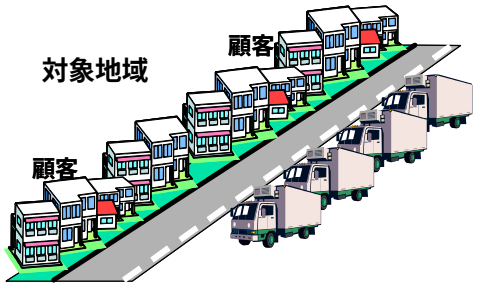
## 1.調査

| 調査名 | 調査指標 | 調査方法 |
|---|---|---|
| 交通量調査 | 交通量(時間別、方向別、車種別) | 任意断面を通行する通過車両を計測 |
| 旅行速度調査 | 旅行速度 | プローブ車両を一定時間毎に走行 |
| 路上駐車調査 | 車種別駐車時間 | 各駐車車両の駐車開始～発車開始の時刻を記録 |
| | 横持ち時間 | 荷さばき作業の開始～終了の時刻を記録 |
| | 横持ち距離(配送先) | 荷さばき作業を追跡し内容確認 |
| | 車種別路上駐車台数 | 駐車台数のカウント |
| | 荷さばき属性(荷姿、個数、配送手段、集配の別など) | 荷さばき作業を追跡し内容確認 |
| 駐車場施設調査 | 駐車場属性営業時間、収容台数、料金など | 現場および駐車センサスデータ等より属性を調査 |
| 駐車場利用実態調査 | 在庫台数 | 駐車場の時間毎の入出庫台数を計測 |
| 道路周辺状況調査 | 沿道属性(住宅･商業の別、店舗面積など) | 現場および住宅地図より計測 |
| アンケート調査 | 顧客（不）満足度 | 聞き取りおよびポスティング、インターネットアンケート |

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

## 2.需要予測

### 対象地域における荷捌き駐車需要(台数)の推計




(1)業種別延床面積を用いた荷捌き駐車需要の推計
(2)荷さばき附置の原単位を用いた荷捌き駐車需要の推計



## 2.(1)業種別延床面積を用いた荷捌き駐車需要の推計

**事業所別･建物別貨物発生集中量の推計**

･事業所別発生集中量の推計
エリア内に存在する各建物を構成する事業所の「業種別床面積」を算出し、各事業所の「業種別床面積」に貨物発生原単位を乗じ、各事業所から発生集中する荷量を求める。

･建物別貨物発生集中量の推計
建物内に存在する各事業所の発生集中貨物量をすべて加算し、建物別貨物発生集中量とする。

↓

**貨物車両訪問台数の推計**

･建物別貨物車両訪問台数の推計
「建物別貨物発生集中量」に貨物車両変換原単位を乗じ、各建物を訪問する貨物車両台数を求める。

･対象エリア貨物車両訪問台数の推計
エリア内に存在する建物別訪問貨物車両台数をすべて加算し、対象エリアにおける延べ貨物車両訪問台数とする。

↓

**荷捌き駐車需要台数の推計**

一度の駐車で複数の事業所を訪問する場合を考慮して、延べ貨物車両訪問台数を立ち寄り建物による割引率で除して、これを対象エリアにおける貨物車両駐車需要台数とする。

問題点：推計手順は正確であるが、計算が複雑。
また、実績が少ないため各原単位の信頼度が低い。

## 2.(2)荷さばき附置の原単位を用いた荷捌き駐車需要の推計

**荷捌き駐車需要台数の推計**
対象とする地区の用途別床面積を算出し、下表の**駐車施設１台あたりの建築物の床面積**を乗ずることにより、必要な荷さばき駐車需要台数を求める。

| | 人口規模 (万人) | 駐車施設1台あたりの建築物の床面積 (㎡/台) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 駐車場整備地区、商業地区、近隣商業地区 | | | | 周辺、自動車ふくそう地区 |
| | | 店舗 | 事務所 | 倉庫 | その他特定 | |
| 対象面積 | | 2000 | | | | 3000 |
| 基準面積 | 100～ | 2500 | 5500 | 2000 | 3500 | 7000 |
| | 50～100 | 2500 | 5000 | 1500 | 3500 | 6500 |
| | ～50 | 3000 | 5000 | 1500 | 4000 | 5000 |

(国土交通省 都市・地域整備局 標準駐車場条例より)

対象地区の建築物床面積より推計可能なため、計算が容易。
また、各自治体での実績あるため各原単位の信頼度が高い。

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

## 3.計画

### 理論則に基づくアプローチ

荷捌き用区画・配置計画手法:

(1)占有率を用いた荷捌き用区画数の算出
(2)待ち行列理論を用いた荷捌き用区画数の算出
(3)シミュレーションモデルを用いた荷捌き用区画整備計画

### 経験側に基づくアプローチ

「荷捌き用スペースの確保」および「歩行者の安全性」の両観点から、交通渋滞、安全性、環境に関する施策を事例をベースとして整理

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

## 3．理論則 -手法の位置付け-

| | | | |
|---|---|---|---|
| 入力 | 荷捌き駐車需要台数 | | |
| | 荷捌き作業実態調査 | 荷捌き作業実態調査 | 荷捌き作業実態調査<br>駐停車実態調査 |
| | (1)<br>占有率を用いた荷捌き用区画数の算出 | (2)<br>待ち行列理論を用いた荷捌き用区画数の算出 | (3)<br>シミュレーションモデルを用いた荷捌き用区画整備計画 |
| 出力 | 路上荷捌き区画数 | | 路上荷捌き区画配置施策評価 |

区画数のみを算出している →

配置の変化に伴う荷捌き時間の変化を考慮出来ない →

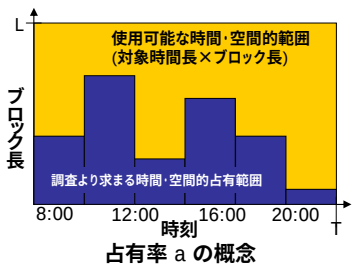
貨物車両以外の行動が考慮出来ない →

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

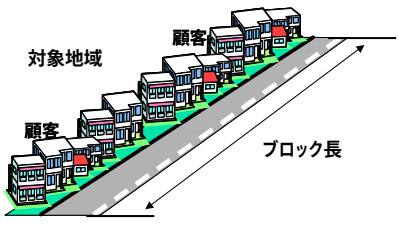
## 3.(1)占有率を用いた荷捌き用区画数の算出手法

$$Y = a \times X$$

$X$ :対象地域における駐車需要台数
$Y$ :必要荷捌き区画数
$a$ :占有率



占有率 a の概念




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

## 3.(1)占有率を用いた荷捌き用区画数の算出手法

$$a = p \times \frac{t_{ave}}{T} = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n} C_i \times l_i\right] \times t_{ave}}{L \times T}$$

ここで、 $p = \frac{\sum_{i=1}^{n} C_i \times l_i}{L}$、 $t_{ave} = \sum_{i=1}^{n}\sum_{j=1}^{m} t_{ij} \times d_{ij}$

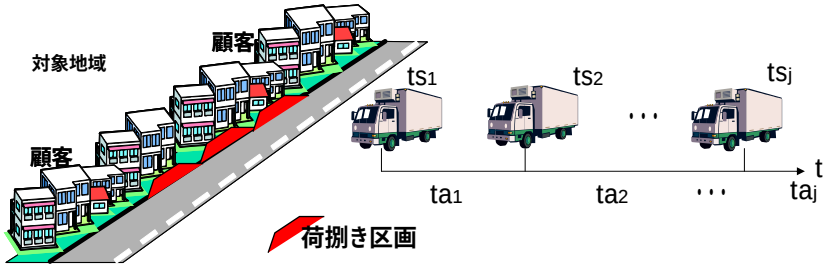
$a$ : 占有率
$i$ : 貨物車両車種コード(*eg.*小型貨物車両,2tトラック,4tトラック,.....)
$j$ : 駐車目的コード(*eg.*商店への納品,商店からの集荷,ビル等への納品,ビル等からの集荷,.....)
$t_{ij}$ : 貨物車両($i$)が駐車目的($j$)のための荷捌きに要した時間の平均
$d_{ij}$ : 貨物車種($i$)が駐車目的($j$)のための荷捌きを行った割合
$C_i$ : 貨物車両種($i$)の駐車回数
$l_i$ : 貨物車両種($i$)の占有長
$T$ : 対象時間長
$L$ : ブロック長( or 横持ち許容距離)
$p$ : 駐車回転率
$t_{ave}$ : 平均駐車時間

**変数・調査項目対応表**

| 変数 | 調査項目 |
|---|---|
| $t_{ij}$ | 荷捌き時間 |
| $d_{ij}$ | 車種別路上駐車台数 |
| $C_i$ | 車種別路上駐車台数 |
| $l_i$ | 車種別車長＋余裕幅 |
| $T$ | 調査対象時間 |
| $L$ | ブロック長 |



## 3.(2)待ち行列理論を用いた荷捌き用区画数の算出手法(M/M/S(∞))




平均到着率 : $\lambda = \sum_{1}^{m} \frac{1}{Ta_i}$

平均サービス率 : $\mu = \sum_{1}^{m} Ts_i \times d_i$

トラフィック密度 : $\rho = \frac{\lambda}{\mu \times s}$

$i$ : 駐車目的コード(*eg.*商店への納品,商店からの集荷,ビル等への納品,ビル等からの集荷,.....)
$Ta_i$ : 駐車目的別平均到着間隔(分)
$d_i$ : 駐車目的別到着比率
$Ts_i$ : 駐車目的別平均荷捌き時間(分)
s : 対象地域内の荷捌き用区画数

## 3.(2)待ち行列理論を用いた荷捌き用区画数の算出手法(M/M/S(∞))

$a = \lambda/\mu$ とすると、行列システム内に存在する貨物両台数が区画数を超過する確率、すなわち貨物車両が二重駐車およびうろつき走行を開始する確率$P(n \geqq s)$次式で表せる。

$P(n \geqq s)$ すなわち、貨物車両が二重駐車およびうろつき走行と開始する確率と費用のトレードオフから区画数$s(0 \leqq s \leqq$最大区画数)が求まる。

$$P_{(n \geq s)} = \sum_{n=s}^{\infty} P_n = \frac{a^s}{(s-1)!(s-a)} P_0$$

$$P_0 = \frac{1}{\left[\sum_{n=0}^{s-1} \frac{1}{n!} a^n\right] + \frac{1}{(s-1)!} a^s \frac{1}{s-a}}$$

変数･調査項目対応表

| 変数 | 調査項目 |
|---|---|
| $Ta_i$ | 車種別駐車時間(駐車開始時間) |
| $Ts_i$ | 車種別駐車時間 |
| $d_i$ | 車種別路上駐車台数 |

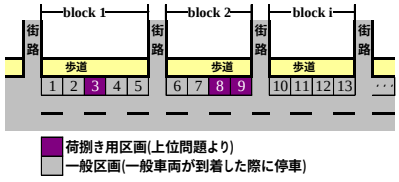


## 3.(3) シミュレーションモデルを用いた荷捌き用区画整備計画手法

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




荷捌き区画使用状況,横もち状況

駐停車状況,待ち状況

荷捌き停車区画位置,数

- 貨物車両の走行費用
- 駐停車および横もちに要する費用
- 配送遅れに対するペナルティ
- 他車両の待ちに対する時間価値

**貨物車両の行動**
- 走行行動
- 荷捌き区画選択
- 横もち作業

**他車両の行動**
- 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

## 目的関数

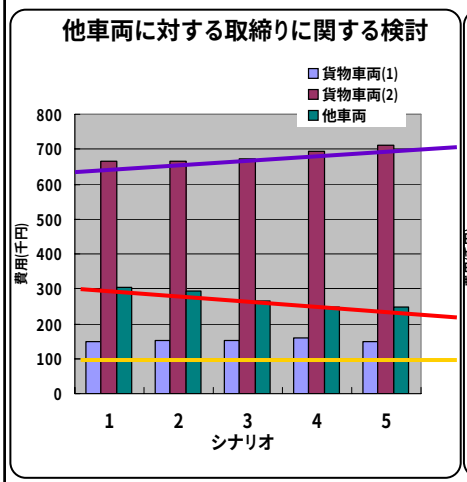
*Minimize:*

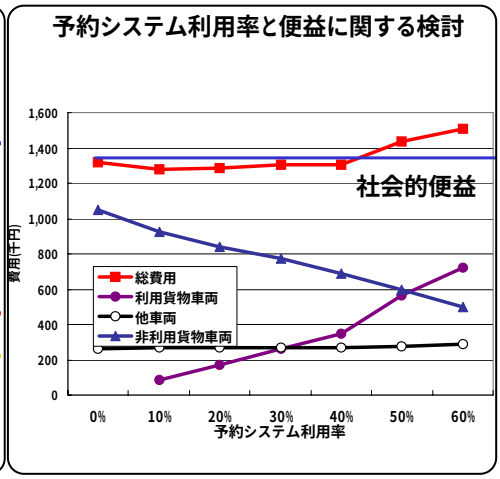
$$C_{total} = \sum_{l=1}^{m} C_{Fr,l}\left(t_{l,0}, x_l\right) + \sum_{l=1}^{m} C_{Fs,l}\left(t_{l,0}, x_l, Y_l\right)$$
$$+ \sum_{l=1}^{m} C_{Fp,l}\left(t_{l,0}, x_l, Y_l\right) + \sum_{k=1}^{n} C_{\mathrm{Pr},k}\left(o_k\right)$$
$$+ \sum_{k=1}^{n} C_{Ps,k}\left(p_k\right) + \sum_{k=1}^{n} C_{Pw,k}\left(q_k\right) \qquad (1)$$

| | 費目 |
|---|---|
| 貨物車両 | 走行: |
| | 横もち: |
| | 入区画待ち: |
| | 遅刻ペナルティ: |
| | 区画利用料金: |
| | 小計 |
| 他車両 | 走行: |
| | 入区画待ち: |
| | 区画利用料金: |
| | 小計 |
| 総計 | |



## シミュレーション結果例



## 3.計画(経験則)

| 課題に対応する施策 | | 荷捌きスペースの確保 | | 歩行者の安全性 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 道路周辺状況 | 小規模小売店舗集積地域 | オフィス街 | 小規模小売店舗集積地域 | オフィス街 |
| 交通渋滞 | 商業施設等への荷捌き施設の附置義務 | | | | |
| | 貨物車に対する周辺路外・路上駐車施設 | | | | |
| | 駐車施設の利便性の向上 | | | | |
| | 貨物車対応可能な駐車施設の整備 | | | | |
| | ITSを活用した駐車施設の予約情報システム | | | | |
| | 一般車、貨物車の通行時間帯の制限 | | | | |
| | 特定時間帯の貨物車専用レーン | | | | |
| 安全 | 貨物車専用レーンの設置 | | | | |
| | 台車等の通行スペースの確保 | | | | |
| 環境 | 郊外共同配送センターからの共同配送 | | | | |
| | 貨物車の環境対応 | | | | |
| | 商業施設等への共同配送 | | | | |
| | 商業施設近隣へのストックヤードの整備 | | | | |



## 4.運用

- 4.1 荷捌きスペースの確保
- 4.2 費用の確保
- 4.3 新技術の活用(ITS,ITの活用)

## 5.評価

- 5.1 明確な評価指標の必要性
- 5.2 新技術の活用(ITS,ITを活用した継続的なモニタリング)

# 研究成果まとめ

## 結論：

貨物車両、その他車両の駐停車行動を考慮した路上荷捌き施設配置計画デルを構築し、対象地域における路上荷捌き施設配置を提案した。

路上荷捌き施設整備マニュアルを作成し、対象地域における有効性を示した。

## 今後の課題：

・面的な整備計画手法の提案

・道路周辺環境が異なる地域における路上荷捌き施設整備マニュアルの有効性の検証

## テーマ別研究成果(2)- 3)

# 3)ITSを活用した歩行者系道路利用システムに関する研究

ＩＴＳを活用した歩行者系道路利用システムに関する研究

1.研究目的

- 歩行者系道路利用者への情報提供の基本的枠組みの提示
- ＩＴＳによる情報提供の可能性と、その評価システムの構築

2.取り組み

- 歩行者に対する情報提供の現状と課題分析
- 情報提供手段の差異による地域内回遊行動の実験分析
- ＩＴＳ情報と固定情報（住居表示等）の連携可能性の検証
- 情報提供の評価システムの構築

ＩＴＳを活用した歩行者系道路利用システムに関する研究

研究体制

学: 京都大学大学院工学研究科
都市社会工学専攻都市地域計画研究室

大阪産業大学工学部
都市創造工学科地域交通計画研究室

官: 近畿地方整備局

産: ㈱ ＮＴＴドコモ関西
㈱ パスコ
㈱ まち創生研究所

## 1. 歩行者に対する情報提供の現状と課題分析

●都市内における歩行者交通の重要性
公共交通や自動車利用者も，最終的な交通手段は徒歩
都市内では駅やバス停･駐車場などへの徒歩交通が不可欠
“歩行者系道路利用者”の重要性

● ITS による歩行者への情報提供
歩行者ITS ----端末機器による歩行者ナビなどの実験は進んでいる．
しかし，利用できる人は限定的．
実際の歩行者は，地図やガイドブック，あるいは歩道上のサイン
や住居案内板などを頼りに回遊

⇒情報化が進展している現在においても，既存型の固定的情報
が依然として重要な役割
一方，歩道や住区での固定情報板は，内容の更新が難しく，
陳腐化したものになっている場合が少なくない。

4

## 歩行者に対する情報提供の現状調査

都心と住宅地区の両方において歩行者に対する情報提供の現状を調査

・京都市中京区（都心部）

・京都市山科・醍醐地区（住宅地域）

エリアをブロックに分けて、各ブロック内の細街路の交差点を対象に住居表示、道標、看板、店舗名などを調査。

●歩行者が自分の位置を特定できる情報内容を収集

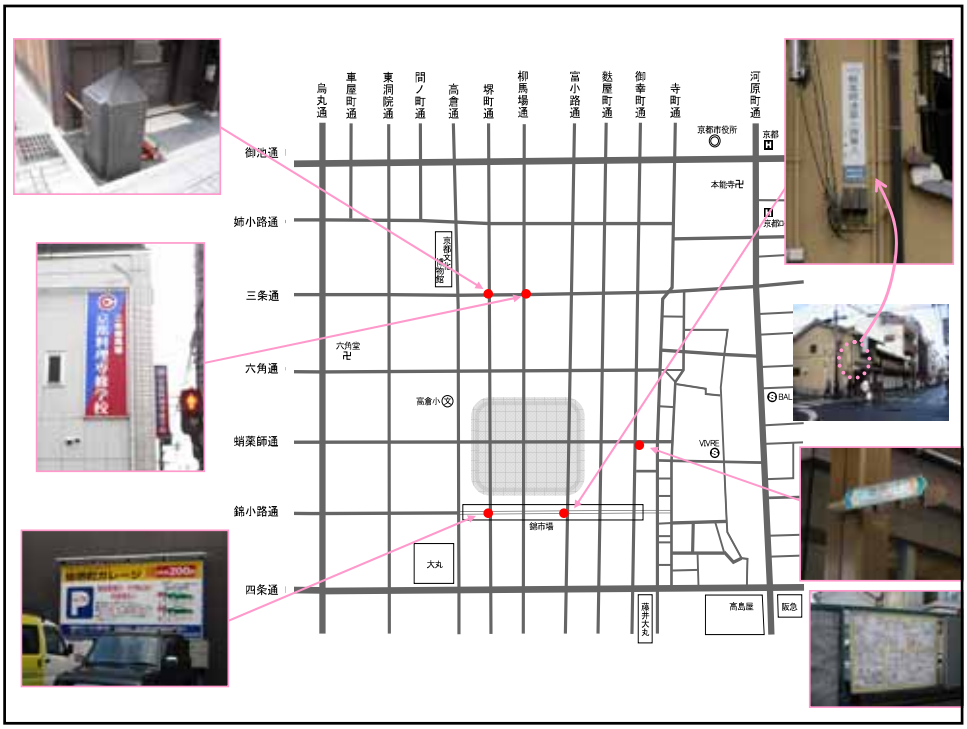
・交差点角の建物に見られる住居表示

・店舗の名称、郵便局等公共施設の名称

・行政広報板、町内会の地図

・駐車場の名称、 道標　など

5



## 歩行者に対する情報提供の現状調査（結果）

●道路標識は主に自動車利用者への情報提供となっており，歩行者は，住居表示･商業看板を含めた多様な手段によって位置確認

⇒ しかし，体系的ではなく，全く情報が無い場所も少なくない．
通りに名称のつけられていない地区では情報はほとんどない．
（町名表示板では位置の特定はできない）

住居表示は、破損が著しいものが多く、ほとんど読めないなど歩行者の移動には役立たないものが多い。

店舗名称や駐車場の名称などは歩行者の移動の支援になっているが、それぞれの情報に関連性がないために、偶然性による視認、確認ができる程度。

⇒ 多様な歩行者（住民･市民･市外からの来訪者、大人と子供、女性と男性、年齢差、身体能力差など）の移動を支援できる、固定型情報提供は十分でないのが現状。

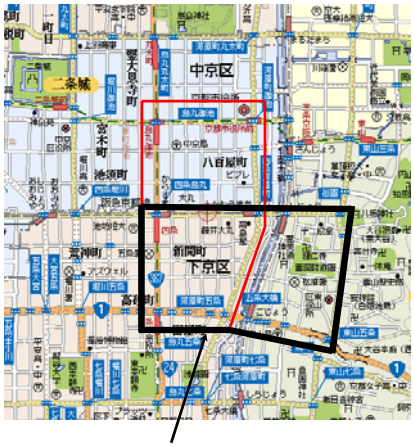
7

## 2．情報提供手段の差異による地域内回遊行動の実験分析

歩行者に対する複数の情報提供手段を用いた回遊行動実験
（京都市都心部を対象）

情報提供手段
①住所のみ
②地図を所有
③携帯ナビを所有

固定情報（住居表示，看板など）との関連も分析



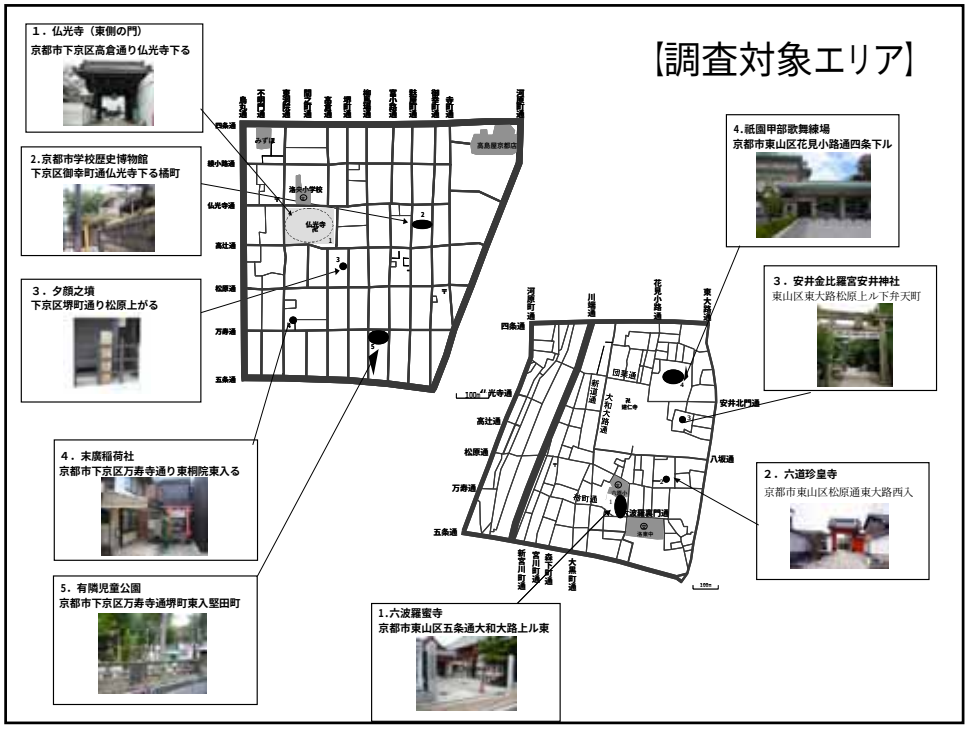
## 【調査概要】

被験者別の調査範囲・属性等

| 被験者 | 情報の種類（西エリア） | 情報の種類（東エリア） | 被験者の居住地 | 性別 | 年齢 | 特記事項 | 調査日 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | 所得情報なし | 携帯ナビを所持 | 埼玉県（東京都勤務） | 女 | 30代 | 東京在住のため土地勘なし．ただし京都特有の住所表記は理解している． | 11月2日 |
| B | 所持情報なし | 所持情報なし | 京都市右京区 | 女 | 20代 | 土地勘及び方向感覚あり． | 11月7日 |
| C | 所持情報なし | 紙ベースの地図持参 | 京都市東山区 | 女 | 20代 | 土地勘及び方向感覚あり． | 11月9日 |
| D | 紙ベースの地図持参 | 紙ベースの地図持参 | 滋賀県 | 男 | 20代 | 土地勘及び方向感覚若干あり． | 11月7日 |
| E | 紙ベースの地図持参 | 紙ベースの地図持参 | 京都市東山区 | 女 | 10代 | 土地勘及び方向感覚あるが，乏しい． | 11月7日 |
| F | 紙ベースの地図持参 | 所持情報なし | 京都市東山区 | 男 | 20代 | 土地勘及び方向感覚あるが，乏しい． | 11月9日 |
| G | 携帯ナビを所持 | 所持情報なし | 東京都（大阪府出身） | 女 | 20代 | 東京在住のため土地勘なし．ただし京都特有の住所表記は理解している．携帯電話の操作に慣れている． | 11月2日 |
| H | 携帯ナビを所持 | 携帯ナビを所持 | 京都市 | 女 | 20代 | 土地勘及び方向感覚あり．携帯電話の操作に慣れている． | 11月7日 |
| K | 携帯ナビを所持 | 携帯ナビを所持 | 京都市東山区 | 女 | 50代 | 土地勘及び方向感覚あるが，乏しい．携帯電話の操作に不慣れ． | 11月8日 |

## 【被験者のもつ情報の比較】






## 【回遊経路（西ゾーン）一例】

A：**所持情報なし**




G：**携帯ナビ所持**



## 【回遊経路（東ゾーン）一例】

E：**紙ベース地図所持**




H：**携帯ナビ所持**




## 【所持情報別にみた回遊距離・時間・速度】

**西エリアの所持情報別・被験者別の歩行経路指標（距離・時間・速度）（誤データ削除後）**

| 〔歩行経路→〕 | | S | → | | | P1 | → | | | P2 | → | | | P3 | → | | | P4 | → | | | E | 区間全体 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 |
| 所持情報 | 被験者 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 所持情報なし | A | | 560 | 12 | 46.7 | | 840 | 16 | 52.5 | | 1230 | 30 | 41.0 | | 1150 | 28 | 41.1 | | 270 | 8 | 33.8 | | 4050 | 94 | 43.1 |
| | B | | 550 | 10 | 55.0 | | 480 | 9 | 53.3 | | 1280 | 23 | 55.7 | | 900 | 16 | 56.3 | | 270 | 6 | 45.0 | | 3480 | 64 | 54.4 |
| | C | | 550 | 12 | 45.8 | | 550 | 10 | 55.0 | | 1070 | 21 | 51.0 | | 850 | 16 | 53.1 | | 270 | 6 | 45.0 | | 3290 | 65 | 50.6 |
| 紙ベース地図 | D | | 550 | 12 | 45.8 | | 500 | 9 | 55.6 | | 540 | 12 | 45.0 | | 1190 | 29 | 41.0 | | 270 | 5 | 54.0 | | 3050 | 67 | 45.5 |
| | E | | 550 | 22 | 25.0 | | 550 | 11 | 50.0 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | F | | 560 | 10 | 56.0 | | 570 | 11 | 51.8 | | | | | | 680 | 12 | 56.7 | | | | | | | | |
| 携帯ナビ | G | | 550 | 10 | 55.0 | | 380 | 15 | 25.3 | | 400 | 20 | 20.0 | | 340 | 10 | 34.0 | | 270 | 5 | 54.0 | | 1940 | 60 | 32.3 |
| | H | | 550 | 12 | 45.8 | | 500 | 7 | 71.4 | | 840 | 23 | 36.5 | | 340 | 7 | 48.6 | | 270 | 6 | 45.0 | | 2500 | 55 | 45.5 |
| | K | | 550 | 16 | 34.4 | | 380 | 13 | 29.2 | | 400 | 13 | 30.8 | | 570 | 25 | 22.8 | | 270 | 7 | 38.6 | | 2170 | 74 | 29.3 |
| **最小回遊(m)** | | | **550** | | | | **380** | | | | **400** | | | | **340** | | | | **270** | | | | **1940** | | |

地点記号の説明
S＝四条烏丸（スタート地点）　P3＝夕顔之墳
P1＝仏光寺　P4＝末廣稲荷神社
P2＝京都市学校歴史博物館　E＝有隣児童公園（割箸地点）

注：距離（m），時間（分），速度（m／分）
注：＊1＝被験者Eは指定した回遊地点の順序を間違った
注：＊2＝被験者Fは指定した回遊地点の順序を間違った

**東エリアの所持情報別・被験者別の歩行経路指標（距離・時間・速度）（誤データ削除後）**

| 〔歩行経路→〕 | | S1 | → | | | P1 | → | | | P2 | → | | | P3 | → | | | E | 区間全体 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 | 地点 | 距離 | 時間 | 速度 |
| 所持情報 | 被験者 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 所持情報なし | B | | 1390 | 26 | 53.5 | | 370 | 5 | 74.0 | | 530 | 8 | 66.3 | | 1220 | 28 | 43.6 | | 3510 | 67 | 52.4 |
| | F | | 1410 | 24 | 58.8 | | 650 | 11 | 59.1 | | 540 | 7 | 77.1 | | 790 | 16 | 49.4 | | 3390 | 58 | 58.4 |
| | G | | | | | | | | | | | | | | 690 | 22 | 31.4 | | | | |
| 紙ベース地図 | C | | 1330 | 23 | 57.8 | | 290 | 6 | 48.3 | | 530 | 9 | 58.9 | | 830 | 27 | 30.7 | | 2980 | 65 | 45.8 |
| | E | | 1510 | 18 | 83.9 | | 290 | 6 | 48.3 | | 540 | 8 | 67.5 | | 1000 | 19 | 52.6 | | 3340 | 51 | 65.5 |
| | D | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 携帯ナビ | A | | 490 | 20 | 24.5 | | 290 | 15 | 19.3 | | 530 | 7 | 75.7 | | 580 | 15 | 38.7 | | 1890 | 57 | 33.2 |
| | H | | 910 | 18 | 50.6 | | 330 | 14 | 23.6 | | 390 | 6 | 65.0 | | 690 | 19 | 36.3 | | 2320 | 57 | 40.7 |
| | K | | 920 | 14 | 65.7 | | 290 | 6 | 48.3 | | 540 | 13 | 41.5 | | 520 | 18 | 28.9 | | 2270 | 51 | 44.5 |
| **最小回遊(m)** | | | **490** | | | | **290** | | | | **390** | | | | **520** | | | | **1690** | | |

地点記号の説明
S1＝河原町仏光寺　P2＝六道珍皇寺
S2＝河原町松原　P3＝安井金比羅宮安井神社
P1＝六波羅密寺　E＝祇園甲部歌舞練場

注：距離（m），時間（分），速度（m／分）
注：＊1＝被験者Gは指定した回遊地点の順序を間違った
注：＊2＝被験者Dは指定した回遊地点の順序を間違った

## 地域内回遊行動の実験（結果）

●所持情報がない場合
　大通りまで迂回するなど，固定情報の有無が重要な影響

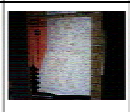
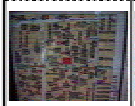
●IT情報（携帯ナビ）
　最短経路をとる場合が多く，情報として有効
　しかし，一度，自らの位置がわからなくなるとかえって迷う

⇒　IT情報の場合も，現在位置および方位を特定する必要
　固定情報との関連の重要性
　ITに対応した固定情報インフラの構築

15

## 3.　ITS情報と固定情報の連携可能性の検証

【道路・施設に設置された固定情報の種別】

| 種型 | 広域地図 | 周辺地図 | 周辺地図 | 通り・交差点名表示 | 町名表示 | 建物名表示 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 記号 | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
| 現在地の表示 | ○ | △（多くの場合あり） | × | × | × | × |
| 幹線道路の表示 | 多くの場合2～4路線を表示 | 多くの場合表示はないが，近くに幹線道路があれば表示 | 地図によって異なる | 通り・交差点の所在によって異なる | 町内の所在によって異なる | × |
| 補助路の表示 | ○ | ○ | △（多くの場合あり） | ○ | ○ | × |
| 観光地情報 | 多くの場合あり | 付近にあれば表示 | 地図によって異なる | なし | なし | あり（観光ポイントの名称） |
| 情報の具体的内容 | ・公的機関の観光地図<br>・コイオンズクラブの案内地図 | ・町内会地図<br>・自転車撤去看板の表示地図<br>・付近ルート案内 | ・市に近ベース の地図（半永久的ではない）<br>・現在地の表示無し<br>・観光案内ポスター等の張り紙に掲載された地図<br>・手書きの案内地図など | ・道路種類<br>・広、郵便局の看板など | ・町名表示<br>・自治会掲示板の町名表示<br>・住居の表札<br>・ポスト | ・案内種類（観光施設名が大きく表示した看板等） |
| 数量（面／頁） | 12／16 | 6／9 | 0／6 | 27／23 | 99／34 | 2／7 |
| 例 |  |  |  |  |  |  |
| |  |  |  |  |  |  |
| |  |  |  |  |  |  |

【被験者の所持情報種類別の固定情報取得の状況】

| 所持情報 | 被験者 | エリア | 全体地図 | 付近地図 | 張り紙地図 | 通り・交差点名表示 | 町名表示 | 建物名表示 | 小計 | 地図を読むための情報（注） | | 合計 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ①～⑥ | ⑦ | 具体的施設等 | ①～⑦ |
| 所持情報なし | A | 西 | 5 | 2 | 0 | 2 | 6 | 1 | 16 | 1 | 学校 | 17 |
| | B | 西 | 0 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 5 | 0 | | 5 |
| | C | 西 | 4 | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 11 | 0 | | 11 |
| | B | 東 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | | 2 |
| | F | 東 | 5 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 11 | 0 | | 11 |
| | G | 東 | 5 | 2 | 1 | 1 | 5 | 1 | 15 | 0 | | 15 |
| 小計 | | | 19 | 7 | 2 | 10 | 15 | 7 | 60 | 1 | | 61 |
| 紙ベース地図 | D | 西 | 0 | 0 | 0 | 5 | 4 | 0 | 9 | 5 | 通りの本数，銀行，交番，駅，百貨店 | 14 |
| | E | 西 | 1 | 3 | 0 | 0 | 2 | 1 | 7 | 8 | 学校，通りの本数，銀行，飲食店 | 15 |
| | F | 西 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 4 | 2 | 学校，コンビニ | 6 |
| | C | 東 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | | 2 |
| | D | 東 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 2 | 2 | 学校，コンビニ | 4 |
| | E | 東 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 3 | 8 | 学校，通りの本数，コンビニ，銀行，寺社，郵便局 | 11 |
| 小計 | | | 2 | 3 | 0 | 13 | 6 | 3 | 27 | 25 | | 52 |
| 携帯ナビ | G | 西 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 学校，信号，寺社 | 7 |
| | H | 西 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 3 | 9 | 信号，寺社，交番，ビル | 12 |
| | K | 西 | 0 | 0 | 0 | 4 | 8 | 0 | 12 | 3 | 寺社，銀行，ビル | 15 |
| | A | 東 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | | 1 |
| | H | 東 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 2 | 5 | 3 | コンビニ，信号 | 8 |
| | K | 東 | 0 | 0 | 0 | 3 | 1 | 1 | 5 | 2 | 交番，区役所 | 7 |
| 小計 | | | 0 | 0 | 0 | 12 | 10 | 4 | 26 | 24 | | 50 |

注：手持ち地図等を読む場合，参考になる建物，通りの数，信号機など

●所持情報なしの場合は，地図を含めたあらゆる情報を確認
●紙地図や携帯ナビの所持者も固定情報をかなり確認している
　通り名，町名，建物名など
●参照している情報が変化するものは，その正確さに依存
　店名等の変化

## 4. 情報提供の評価システムの構築

歩行者系交通への情報提供の効果を評価するシステムの構築
歩行者のモビリティ水準向上による社会的便益の計測

●詳細な道路ネットワークデータを構築
　（標高も考えた3次元ネットワーク）
●坂の上り下りなどの歩行に対する抵抗を表現
●バス・コミュニティバスなどの公共交通ネットワークとバス停データも考慮
●徒歩やバスによる移動を一般化費用で表現
●年令・性別も考慮した一般化費用計測モデルを構築

対象：京都市伏見区醍醐地区

## 評価システムの特徴

●GISを用いて極めて細かな地区レベルの3次元道路ネットワークを構築。徒歩・自転車・バス・自動車による地域内の移動の一般化費用を推計。

●年齢等の主体属性等も考慮した一般化費用を推計し、それぞれについて消費者余剰法を用いて住民のモビリティを定量的に計測。

●下記のような詳細なデータを用いた評価手法を構築。

①徒歩交通は、距離に対して大変敏感であることを踏まえて、地域内の詳細な道路ネットワークを構築。

②徒歩距離は住居の位置の少しの違いによっても異なるため住居単位で、主要施設やバス停までの距離を求めるなどの詳細な分析。

③住宅地区内の移動においては高低差がある場合が多く、モビリティに大きく影響していることを考慮して、徒歩や自転車利用の際の坂道に対する負担感を定量化。

④個人属性別に一般化費用を算出して、距離や高低差に対する抵抗感の差異を考慮。

19

## データベースの構築

(1) 3次元道路ネットワーク

モビリティの向上効果を計測するために、データベースを構築。

①詳細な道路ネットワークデータ

②坂の上下など詳細な地形データ

③町丁字レベルの年齢別性別人口データ　など

ノード数2222、リンク数2978

高さ方向を考慮した3次元の道路ネットワーク

50mメッシュ標高データを用いて、各ノードの標高を算出

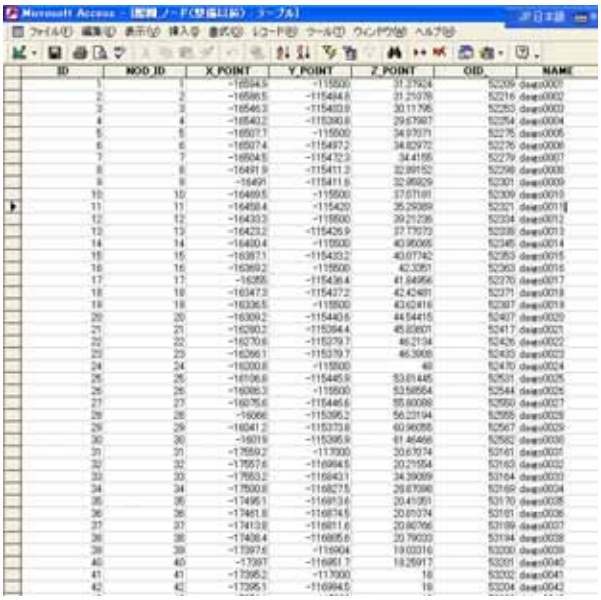
(2) バスネットワーク

バス停位置の座標を抽出してネットワークに追加。

バスノードの標高も、道路ノードと同じ方法で算出。

20

## 3次元道路ネットワーク･座標データベース

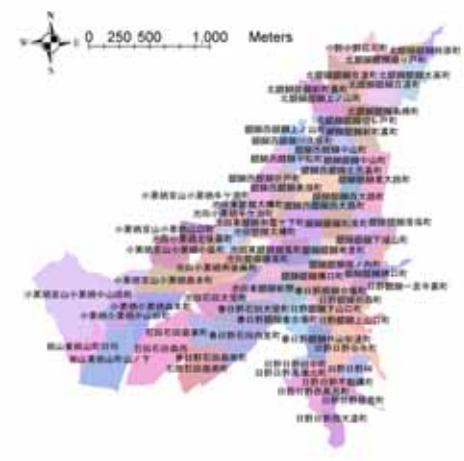


| | ID | NOD_ID | X_POINT | Y_POINT | Z_POINT | OID_ | NAME |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 1 | -16594.5 | -115500 | 31.27924 | 52209 | dwg0001 |
| | 2 | 2 | -16586.5 | -115484.8 | 31.25078 | 52216 | dwg0002 |
| | 3 | 3 | -16546.3 | -115403.9 | 30.11706 | 52263 | dwg0003 |
| | 4 | 4 | -16540.2 | -115390.8 | 29.67987 | 52274 | dwg0004 |
| | 5 | 5 | -16507.7 | -115500 | 34.97071 | 52275 | dwg0005 |
| | 6 | 6 | -16507.4 | -115497.2 | 34.82972 | 52276 | dwg0006 |
| | 7 | 7 | -16504.5 | -115432.3 | 34.4155 | 52279 | dwg0007 |
| | 8 | 8 | -16491.9 | -115411.2 | 32.89152 | 52298 | dwg0008 |
| | 9 | 9 | -16491 | -115411.6 | 32.86929 | 52301 | dwg0009 |
| | 10 | 10 | -16469.5 | -115500 | 37.07181 | 52309 | dwg0010 |
| ▶ | 11 | 11 | -16458.4 | -115420 | 35.29289 | 52321 | dwg0011 |
| | 12 | 12 | -16433.3 | -115500 | 39.21236 | 52334 | dwg0012 |
| | 13 | 13 | -16423.2 | -115426.9 | 37.73079 | 52338 | dwg0013 |
| | 14 | 14 | -16400.4 | -115500 | 40.95065 | 52345 | dwg0014 |
| | 15 | 15 | -16397.1 | -115433.2 | 40.07742 | 52353 | dwg0015 |
| | 16 | 16 | -16369.2 | -115500 | 42.3051 | 52363 | dwg0016 |
| | 17 | 17 | -16355 | -115436.4 | 41.84956 | 52370 | dwg0017 |
| | 18 | 18 | -16347.2 | -115427.2 | 42.42481 | 52371 | dwg0018 |
| | 19 | 19 | -16336.5 | -115500 | 42.62416 | 52387 | dwg0019 |
| | 20 | 20 | -16309.2 | -115440.6 | 44.54415 | 52407 | dwg0020 |
| | 21 | 21 | -16290.2 | -115394.4 | 45.83801 | 52417 | dwg0021 |
| | 22 | 22 | -16270.6 | -115379.7 | 46.2134 | 52426 | dwg0022 |
| | 23 | 23 | -16266.1 | -115379.7 | 46.3908 | 52433 | dwg0023 |
| | 24 | 24 | -16200.8 | -115500 | 48 | 52470 | dwg0024 |
| | 25 | 25 | -16196.8 | -115445.9 | 53.01445 | 52521 | dwg0025 |
| | 26 | 26 | -16086.3 | -115500 | 53.58564 | 52544 | dwg0026 |
| | 27 | 27 | -16075.6 | -115446.6 | 55.80088 | 52550 | dwg0027 |
| | 28 | 28 | -16066 | -115395.2 | 56.22194 | 52555 | dwg0028 |
| | 29 | 29 | -16041.2 | -115373.8 | 60.96088 | 52567 | dwg0029 |
| | 30 | 30 | -16019 | -115395.9 | 61.46466 | 52582 | dwg0030 |
| | 31 | 31 | -17559.2 | -113300 | 20.67074 | 52161 | dwg0031 |
| | 32 | 32 | -17557.6 | -116994.5 | 20.21554 | 52163 | dwg0032 |
| | 33 | 33 | -17553.2 | -116843.1 | 34.29089 | 52164 | dwg0033 |
| | 34 | 34 | -17500.8 | -116827.5 | 29.87896 | 52169 | dwg0034 |
| | 35 | 35 | -17495.1 | -116913.6 | 20.41951 | 52170 | dwg0035 |
| | 36 | 36 | -17461.8 | -116874.5 | 20.61074 | 52181 | dwg0036 |
| | 37 | 37 | -17413.8 | -116811.6 | 20.80766 | 52189 | dwg0037 |
| | 38 | 38 | -17408.4 | -116805.6 | 20.79033 | 52194 | dwg0038 |
| | 39 | 39 | -17397.5 | -116904 | 19.03316 | 52200 | dwg0039 |
| | 40 | 40 | -17397 | -116951.7 | 18.25917 | 52201 | dwg0040 |
| | 41 | 41 | -17395.2 | -117300 | 18 | 52202 | dwg0041 |
| | 42 | 42 | -17395.1 | -116994.5 | 18 | 52204 | dwg0042 |

図－６　構築した３次元道路ネットワーク・座標データベース

21

## 構築したデータベースの出力例




図－３　郊外住宅地分析のための詳細なゾーニング（京都市伏見区醍醐地区）




図－４　歩行者モビリティ計測用の詳細な道路ネットワーク

22

## ゾーンと都市活動データ

(3) ゾーニングおよび住宅データベース

電子住宅地図を用いて、各住宅の座標を抽出.

住宅から最寄りの道路ノードに接続するように、ネットワークを補完.

・抽出した住宅数は約1万戸

・住宅ごとの階数および面積のデータベースも作成。

ゾーンは，総務省統計局によるGIS統計プラザから、最も詳細な行政区の町丁字データに基づいて、対象地区を89ゾーンに分け、ゾーン毎に年齢と性別の人口のデータベースを作成

23

## 交通一般化費用の算出方法

(1) 交通手段別の一般化費用

a) バス 「出発地からバス停」、「乗車中」、「バス停から目的地」までの3段階で定義

b) 徒歩・自転車 道路の距離と高低差による時空間の抵抗を考慮して計測. 上り坂の高低差 (m) 上り坂に対する負担価値 (円/m) を算出

c) 自動車 (運転・同乗) 自分で運転の場合は駐車料金、同乗の場合は運転手の時間価値を考慮

(2) 時間価値および坂道に対する負担価値

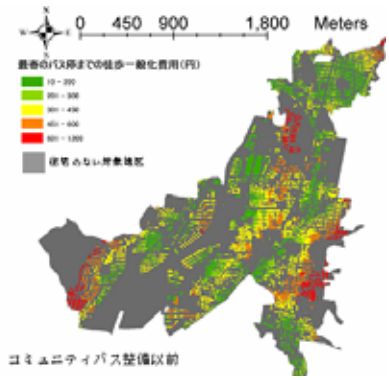
高齢者の負担価値の違いを考慮して、利用者を年齢と性別によって区分し、それぞれの交通移動費用を推計

水平方向では、時間や疲労を考慮した距離価値、上下方向では坂の上り下りに対して感じる負担価値を計測

24

## システム応用例

### コミュニティバス整備によるバス停までの徒歩一般化費用の変化







25

## 今後の研究内容

- ●GISを活用した固定型情報提供の高度化の研究
- ●ITSを活用した移動型情報提供の研究
- ●固定型情報提供と移動型情報提供の融合に関する研究
- ●情報提供システムの設計に関する研究
- ●情報提供システムの評価に関する研究

情報提供の基本理念，ITS等の技術の活用方策，固定情報と移動情報の融合などに関する調査･研究を総合して，ソフト･ハードの両面からの高度な情報提供の実用化に向けての提案を行う。

26