

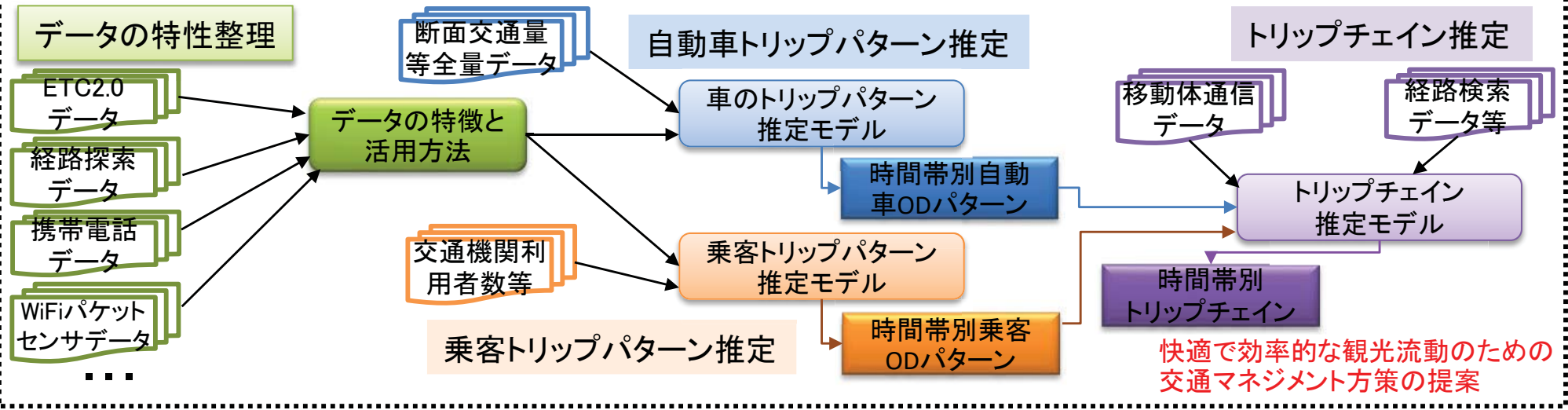
# 観光流動把握を目的とした交通流動推定システムの研究開発

研究代表者：京都大学 宇野伸宏

## 研究の背景・目的

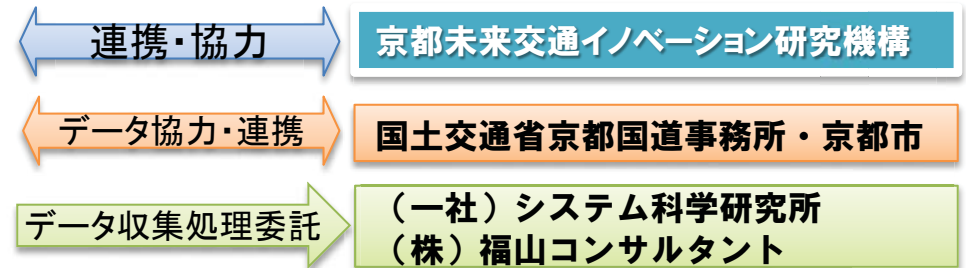
- ✓ 移動体通信データを活用したOD交通量推定を核とするトリップパターン推定システムの実務導入を実現
- ✓ 特に観光流動を対象とし、トリップチェーン推定を行う手法を確立
- ✓ 交通マネジメント施策の効果検証に資する交通流動推定システムを構築

## 研究の全体像



## 研究の実施体制と主な役割

- 宇野伸宏（京都大学）研究統括，自動車トリップパターン推定
- 西田純二（京都大学）データ特性把握
- 清水哲夫（首都大学東京）観光流動トリップチェーン推定
- 倉内文孝（岐阜大学）自動車トリップパターン推定
- シュマッカー・ヤンディアク（京都大学）乗客流パターン推定
- 嶋本寛（宮崎大学）乗客流パターン推定
- 中村俊之（名古屋大学）乗客流パターン推定
- 杉浦聡志（岐阜大学）観光流動トリップチェーン推定
- 木村優介（京都大学）観光行動データ収集および解析



# 研究内容と達成時期

## 目標1: 利用可能データの特徴整理とトリップパターン推定モデルの開発【平成29年度】

- インputデータ整備方法の確立
- エリアサイズに応じた様々な解像度でのトリップパターン推定モデルの構築
- トリップパターン推定モデルの計算速度や推定精度などの整理

## 目標2: 観光流動の観測とトリップチェーン推定モデルの実用性検証【平成30年度】

- 実データでの試算によるトリップパターン推定モデルの実用性担保
- トリップチェーン推定モデルの開発・検証

## 目標3: トリップチェーン推定結果の考察とそれを活用した政策評価・提案【平成31年度】

- 京都における観光流動, 交通流動の理解 (外的要因と交通流動変化の関係の分析理解等)
- 観光流動円滑化のための施策提案 (情報提供・インセンティブ付与によるマネジメントの可能性)

	平成29年度	平成30年度	平成31年度
既往研究の整理			
<b>A. 各種移動体通信データの特徴整理とインputデータ整備手法の開発</b>			
各種データの整理と特性把握			
インputデータ精度向上方法の検討			
仮想データを用いたモデル精度検証			
WiFiパケットセンサデータの収集			
<b>B. 自動車のトリップパターン推定モデルの開発</b>			
OD推定モデルの仕様検討, 開発			
仮想ネットワークを用いた挙動確認			
既知データを用いたOD交通量再現性検証			
実データを用いた推定			
<b>C. 乗客のトリップパターン推定モデルの開発</b>			
OD推定モデルの仕様検討, 開発			
仮想ネットワークを用いた挙動確認			
既知データを用いたOD交通量再現性検証			
実データを用いた推定			
<b>D. 自動車交通流および乗客流を所与としたトリップチェーン推定手法の検討</b>			
対象地域の設定			
交通流動のモデリング			
トリップチェーン推定			
交通施策の提案			
<b>E. 交通マネジメント方策の影響評価と提案</b>			
交通マネジメント方策の影響評価			
交通マネジメント方策の提案			

## FS研究の成果を踏まえた次年度以降の修正事項

1. 本格研究の期間における追加でのデータ購入および調査実施
  - 繁忙期あるいは交通マネジメント方策実施時のデータ収集と分析
2. 交通マネジメント方策評価と提案を追加
  - FS採択時のコメントを受け, 交通マネジメント方策評価と提案を研究テーマEとして追加

## A 各種移動体通信データの特性整理とインプットデータ整備手法の開発

- ✓ 移動体通信データを収集し、交通流動推定システムの入力としての利用可能性から、特性整理 OD, 経路など動的情報の利用可能性が高まる一方、データの代表性, 取得性の点で課題あり
- ✓ Wi-Fiパケットセンサ調査の結果分析(海の京都DMO)及び調査実施(京都市清水エリア)
- ✓ 携帯電話集計データを活用し、観光客を中心としたトリップ特性に関する基礎的分析

## B 自動車トリップパターン推定モデルの開発

- ✓ 自動車トリップパターン推定システムの開発  
主モデル: 空間的な交通分布推定  
副モデル: 時間分布を推定
- ✓ 経路選択に関わる分散パラメータ推定におけるETC2.0データ活用の有用性
- ✓ 時空間的解像度に応じたモデル構造の検討  
全国・地整レベル: 発生交通量を未知変数  
市町村レベル: OD交通量を未知変数

## 自動車トリップパターン推定モデルの構造

- 最小二乗推定量モデル
- 先験OD確率, リンク利用率, 観測リンク交通量をインプットデータに
- ETC2.0データによるインプットデータ作成

主モデル

$$Z_t = \sum_a (\sum_i \sum_j x_{ijt} \cdot p_{aijt} - v_{at}^*)^2 + \mu \sum_i \sum_j (\sum_{i'} \sum_{j'} x_{i'j't} \cdot f_{i'j't} - x_{ijt})^2$$

Subject to

$$x_{ijt} \leq x_{ijt} < \bar{x}_{ijt} \quad \forall i, j, t$$

主モデル:  
当該時間帯 $t$ にネットワーク上に存在する交通量 $x_{ijt}$ を推定

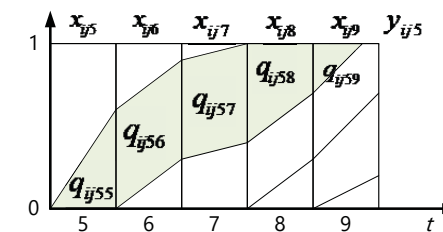
副モデル:  
時間帯別寄与率の概念を用い出発時間帯 $s$ ごとの交通量 $y_{ijs}$ に差し戻す

副モデル

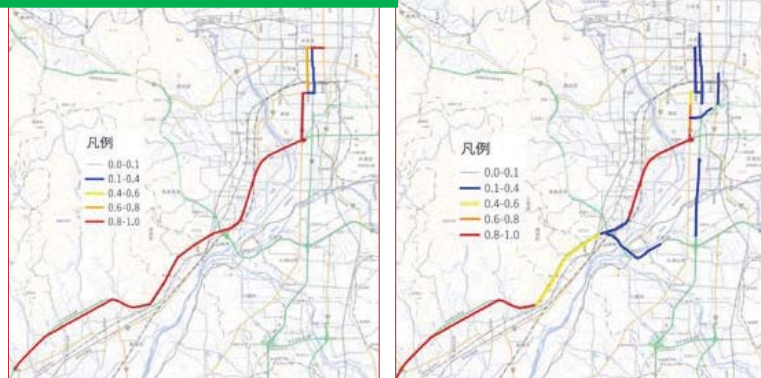
$$Z_{ij} = \sum_t \sum_s (x_{ijt} - \sum_s q_{ijst} y_{ijs})^2$$

Subject to

$$y_{ijs} \geq 0 \quad \forall s$$



## Dialのアルゴリズムvs.ETC2.0



Dialのアルゴリズム

ETC2.0の実績

## ネットワークサイズと計算規模

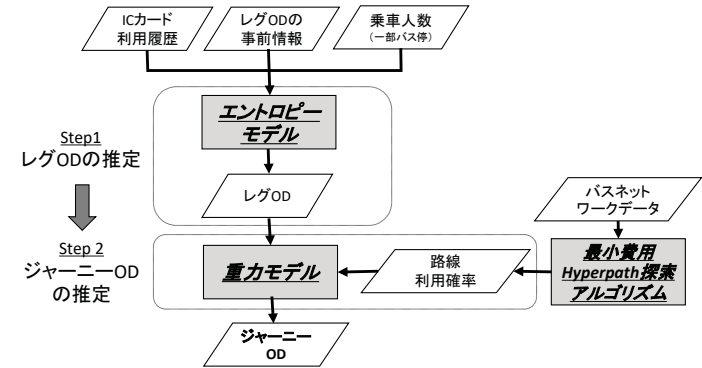
サイズ	ノード数	リンク数 (無向)	セントロイド数	適正変数
全国	-	-	約6,800	発生交通量
地整 (中部) (Bゾーン)	12,287	18,051	1,049 (含域外80)	発生交通量
県 (岐阜県) (Bゾーン)	1,852	2,895	163 (域外含まず)	多少間引いてOD交通量まで
市町村 (岐阜市, センサスBゾーンベース)	228	417	22 (域外含まず)	OD交通量 (時間帯別)
岐阜市内 DRMリンク	27,820	43,137	(参考) 65 PT調査小ゾーン	分析目的に依存?
【参考】モバイル空間統計 (京都市)	-	-	約200 メッシュ数	半分程度までメッシュ数を減少させる必要あり

# 研究の進捗状況(FS研究の成果)(2)

## C 乗客のトリップパターン推定モデルの開発

- ✓ 乗客トリップパターン推定モデルを構築
  - 第1段階: 系統毎のレグOD推定(エントロピーモデル)
  - 第2段階: 乗換を考慮したジャーニーOD推定(重力モデル)
- ✓ 仮想ネットワークを対象にレグOD推定の精度検証
  - ODの事前情報の精度が推定精度に影響

## 乗客トリップパターン推定モデル概要



## D トリップチェーン推定手法の開発

- ✓ Wi-Fiパケットセンサデータを用いた観光流動の抽出
- ✓ トリップチェーン推定手法の検討
  - 1) 時空間ネットワーク上の経路としフロー推定
  - 2) 生存時間モデル(滞留)と重力モデル(移動)の統合
- ✓ モバイル空間統計データによる訪問者の本拠を考慮した滞在分布と道路混雑の基礎分析

## Wi-Fiパケットセンサデータによる観光流動抽出(海の京都DMO)

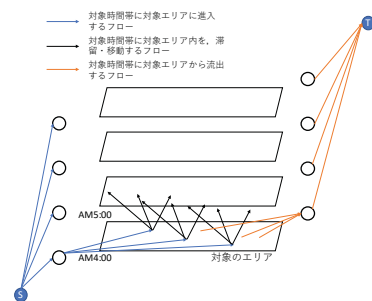
層	全体				日帰り層				城崎訪問層			
	22~6	7~9	10~17	18~21	22~6	7~9	10~17	18~21	22~6	7~9	10~17	18~21
宮津エリア	3.1%	3.9%	15.6%	5.0%	0.4%	1.2%	13.4%	1.2%	2.1%	2.2%	9.6%	2.9%
天橋立(駅周辺)エリア	1.2%	1.7%	17.7%	1.2%	0.1%	1.1%	34.2%	0.4%	0.4%	1.9%	18.9%	0.8%
天橋立(船越)エリア	0.3%	1.1%	11.5%	0.4%	0.1%	0.6%	22.4%	0.1%	0.4%	2.2%	12.8%	0.3%
与謝エリア	0.8%	1.4%	3.9%	1.1%	0.1%	0.4%	3.1%	0.2%	0.2%	0.7%	2.5%	0.5%
道の駅 とれとれセンター	0.6%	0.7%	7.2%	0.4%	0.1%	0.6%	7.2%	0.2%	1.0%	0.9%	6.3%	0.6%
城崎温泉観光案内所	0.8%	0.8%	11.4%	0.7%	0.1%	0.2%	5.3%	0.1%	0.1%	1.1%	20.5%	0.5%
ハクレイ酒造	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.1%
道の駅 丹後王国	0.2%	0.2%	1.4%	0.2%	0.0%	0.1%	1.2%	0.0%	0.0%	0.1%	0.7%	0.1%
宮津ロイヤルホテル	0.3%	0.6%	1.3%	0.7%	0.1%	0.2%	0.9%	0.3%	0.4%	1.8%	1.4%	2.3%
道の駅 舟屋の里	0.3%	0.3%	2.4%	0.1%	0.0%	0.1%	3.1%	0.0%	0.4%	0.2%	1.8%	0.1%
旧加悦町 役場庁舎	0.1%	0.2%	0.7%	0.2%	0.0%	0.0%	0.3%	0.0%	0.1%	0.1%	0.4%	0.1%
時間帯比率	7.7%	10.8%	73.5%	10.0%	0.9%	4.6%	91.7%	2.8%	5.1%	11.2%	75.4%	8.3%

## トリップチェーン推定手法の開発

- モバイル空間統計の「移動・滞留データ」を用いたトリップチェーン推定モデルについて、2つの案を検討した。

### [モデル1]時空間ネットワークによる記述

- 時空間ネットワークにより、トリップチェーンをネットワーク上の経路として記述する。
- トリップチェーンが経路フローとして明示される利点がある。



### [モデル2]マルコフ連鎖による記述

- 時間帯別の移動・滞留がマルコフ過程に従うと仮定し、マルコフ推移行列として各時間帯の移動・滞留選択確率を記述する。
- チェーンが明示されないが、計算負荷は小さくできる。

te1	1	2	...	域内	域外				
t1	20%	1%	...	0%	●%				
t2	1	2	...	域内	域外				
...	1	2	...	0%	●%				
域内流入	2	18%	7%	1	2	0%	●%	域内	域外
域内流出	1	30%	1%	...	0%	○%	...		
域外流入	2	1%	15%	...	0%	...	...		
域外流出	...	...	...	...	...	...	...		
域内流入	▲	△	...	...	0%	...	...		
域外流出	0%	0%	...	...	0%	0%	...		

## 訪問者の滞在状況(東山エリア)

