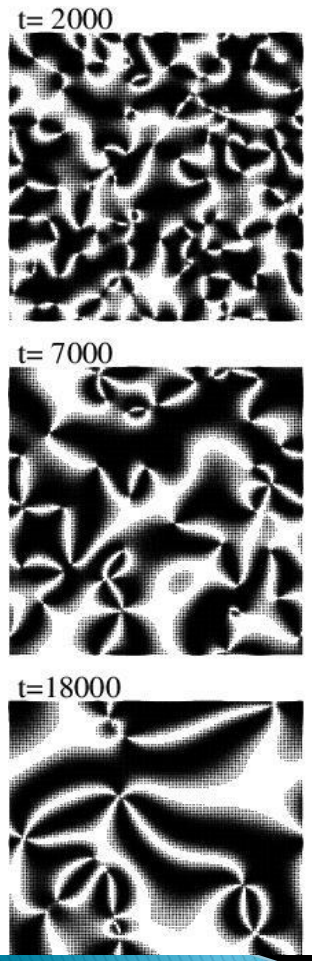
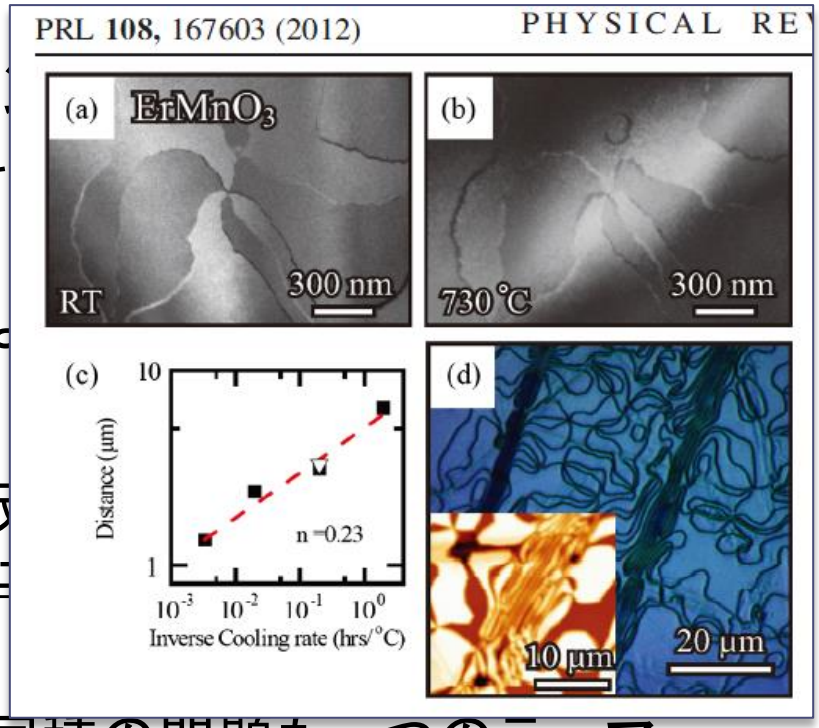
豊木研究室のルーツは「統計物理学」
＞　相転移と相転移ダイナミクス



- 液晶の配向パター
  - パターンを特徴づけ
    則の理論的な導出
- シミュレーションに。



左図は、液晶膜を偏光板
ターン変化に関するシミ

誘電体の分極に関する同種の問題も一つのテーマ
になり得る　①

（があまり期待はしていない。）

自分の老後の楽しみに取っておく（2021年春に定年）

想定しているテーマ

1. 交通流数理モデルシミュレーション
   - 目的：流れをスムーズにする速度、車線変更等の制御のあり方を探る

早く目的地に着きたいという「利己的行動」と輸送システム全体の効率化が相克する場合　→　社会的ジレンマ問題

2. バス運行データの解析と遅延予測システム開発
3. Wi-Fiパケットセンサによる人と車の流れ解析

①「交通流シミュレーション」
交通渋滞の発生メカニズムとコントロールのあり方

- 車線規制のある道路での渋滞低減手法

運転者の利己的行動（車線規制直前での無理な割り込み）が流れを悪くしている

全体の流量を最適化するアルゴリズムは？
「自動運転」が実現したときのために

交通流シミュレーションの比較

Javaによるシミュレーション

車両のアイコン

● ：Cooperator

■ ：Defector

変更点

・車両生成プロセス

・割り込みプロセス

・初速度の設定

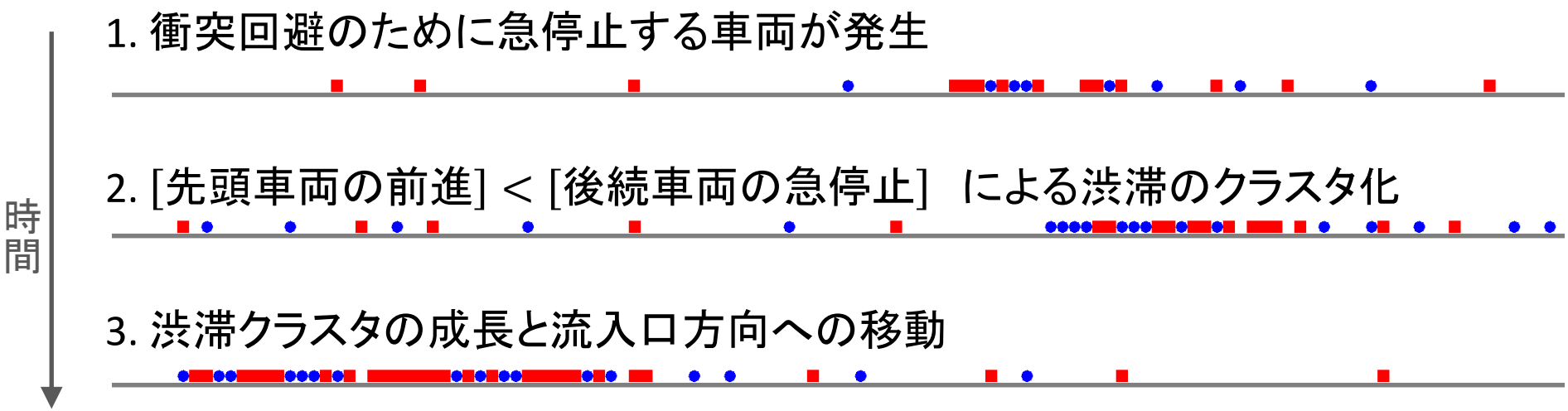
・OV関数のパラメータc

・速度の更新

（1）2016年度卒論（櫻林 優吏）
「車線規制のある2車線道路交通流の最適化に関する数値的研究」
発表スライドより

１車線部分の渋滞発生メカニズム

渋滞クラスタの発生

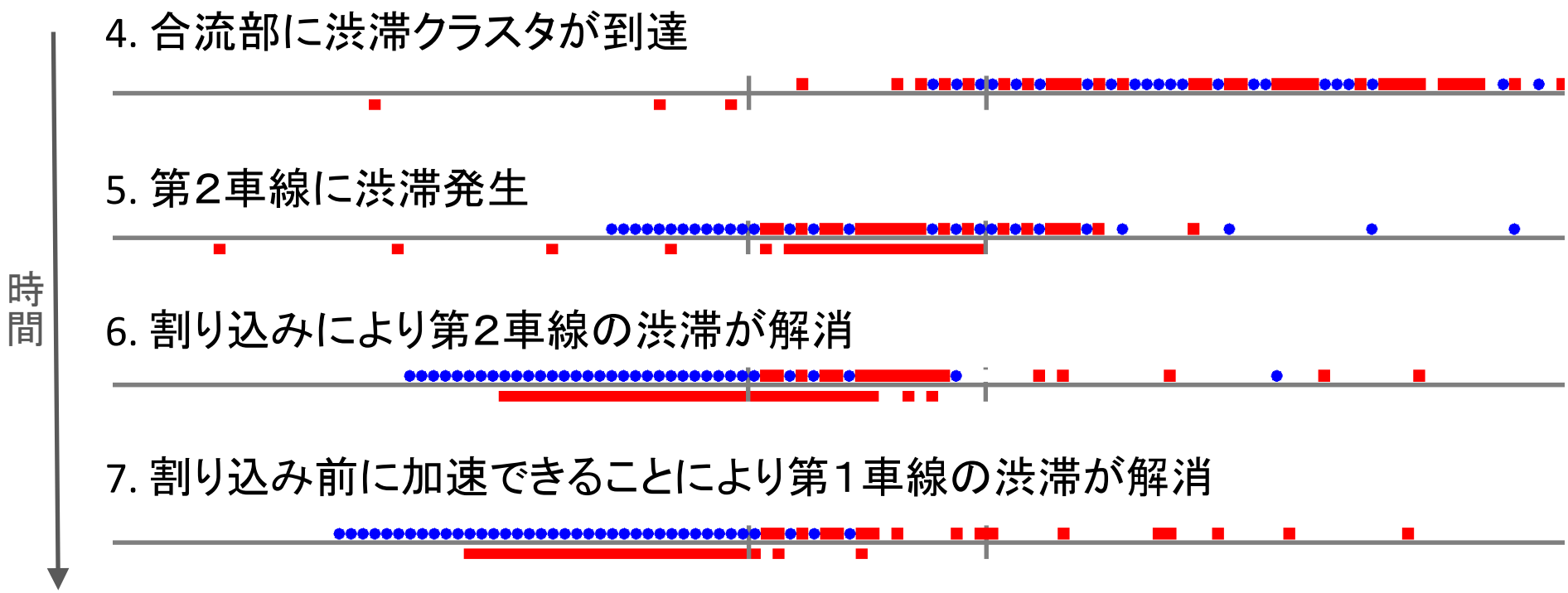


急停止は前進のランダム性により車間距離が0になることで起こる

１車線部分が長いほど渋滞クラスタが発生しやすい

二車線部分の渋滞

渋滞クラスタによる二車線部分の渋滞



渋滞クラスタが発生する流入量αが大きいと流量のピークが現れる

独自に試した複数の制御方法

モデル1：前方車の速度差を考慮したモデル

Liモデル　　前方車との速度差

$$
\begin{cases}
\dfrac{dv_j(t)}{dt} = a[v_j(\Delta x(t)) - v_j(t)] + \lambda[v_j(t) - v_j(t - t_s)] + \lambda(v_{j-1} - v_j) \\[2ex]
\dfrac{dv_j(t)}{dt} = a[v_j(\Delta x(t)) - v_j(t)] + \lambda[v_j(t) - v_j(t - t_l)] + \lambda(v_{j-1} - v_j)
\end{cases}
$$

数理モデルの作成とシミュレーションによる解析の例
「空間情報による制御を加えた最適速度モデルによる交通渋滞解消に関する研究」
（櫻井勇斗 2016年度卒論より）

$$
\begin{cases}
\dfrac{dv_j(t)}{dt} = a[v_j(\Delta x(t)) - v_j(t)] + \lambda[v_j(t) - v_j(t - t_s)] + \lambda[v_{j-1}(t - t_s) - v_j(t)] \\[2ex]
\dfrac{dv_j(t)}{dt} = a[v_j(\Delta x(t)) - v_j(t)] + \lambda[v_j(t) - v_j(t - t_l)] + \lambda[v_{j-1}(t - t_l) - v_j(t)]
\end{cases}
$$

a

モデル3：　a を2種類もったモデル1

以上が、
交通流の数理モデルとシミュレーション

来年度は、地域貢献になる実際の交通渋滞解消を目指した解析をしてみたい
地元の観光スポット周辺でおきる一時的な交通渋滞の課題

②路線バスの位置情報DBを用いた（渋滞等による）運行遅延予測

- 山梨県内のバス路線情報サービスの構築を2007年くらいに始めた
  ⇒　作成したソフトウェアは「やまなしバスコンシェルジュ」に生かされている
- その後、バスにGPS端末を取り付け、バスの位置を表示するシステム（バスロケ）を付加し現在に至っている
- ２年前から、バスの乗降口にセンサーをつけ、乗降客数をカウントし、バスの混み具合をサービスしたり、運行管理に役立てたりする

背景（やまなしバスコンシェルジュに

（3）2017年度卒論：名倉陽太
「山梨県内の路線バス遅延予測サービスを目的とする運行データ解析」
発表スライドより

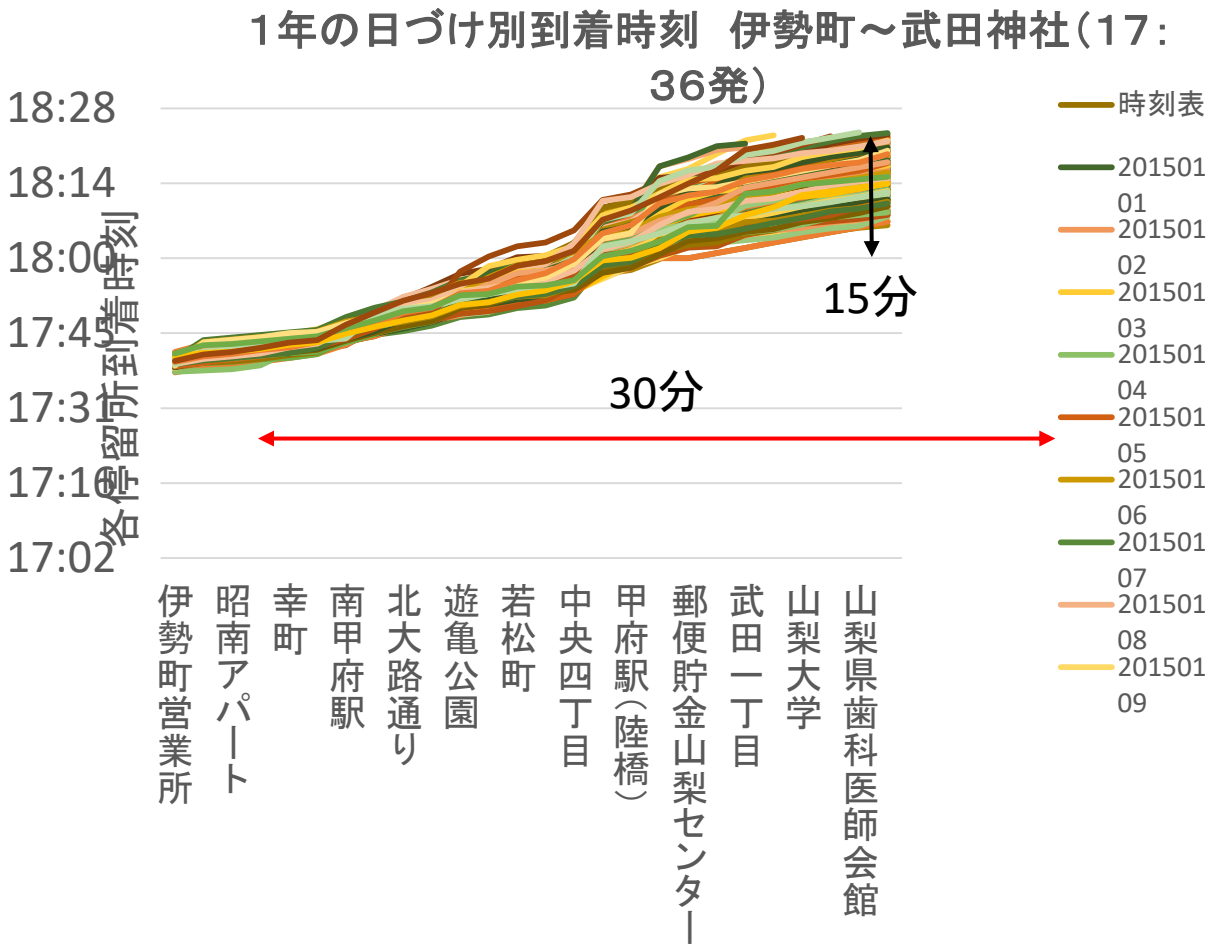
- 高度な公共交通情報サービスシステムの発展に伴い自動車両位置収集システムが世界中の交通機関に設置されている
- 山梨県内でもバス位置情報を提供するWebサービス「やまなしバスコンシェルジュ」がある

やまなしバスコンシェルジュサイト（Webサイトページ）

やまなしバスコンシェルジュサイト（スマートフォンページ）

背景（得られる運行データの例）

伊勢町営業所発、武田神社行きの一年間分のデータ



予測値制度（実測値の差）

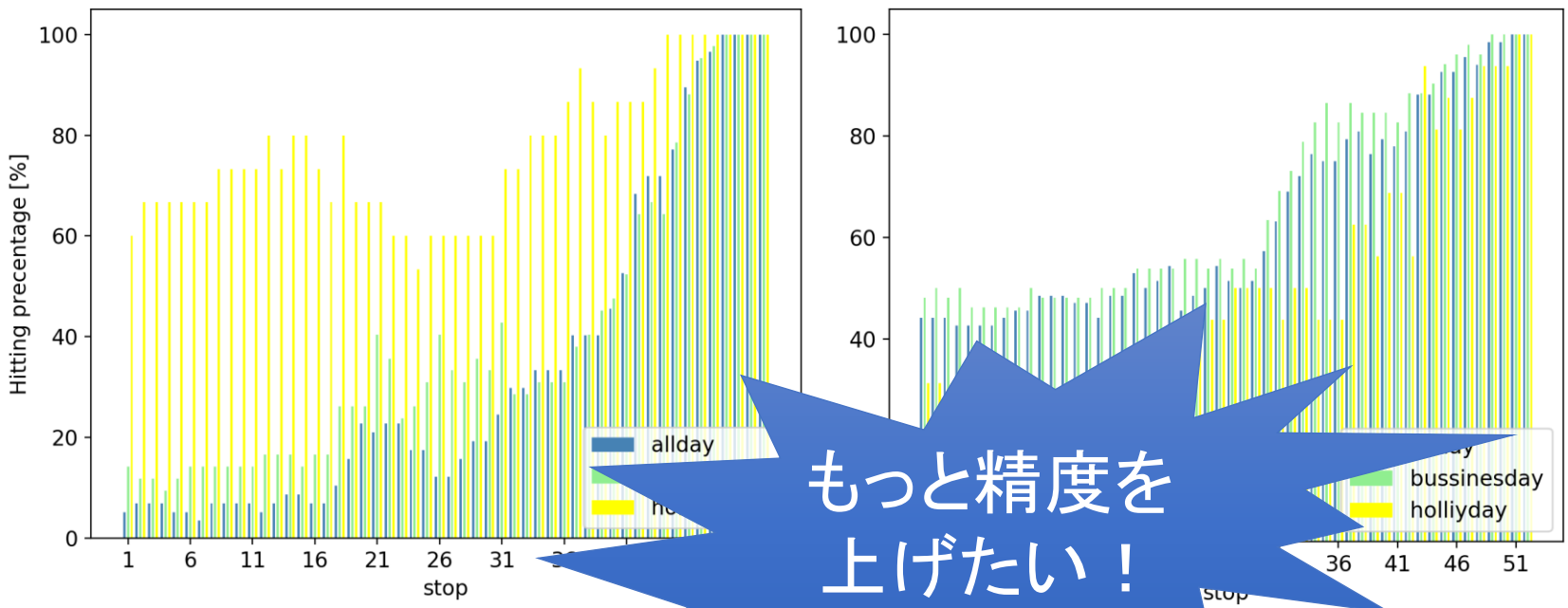
Nagura, et.al.(2017)

停留所通過時刻から
終点到着時刻を予測

到着予測時刻 ＋ テストデータセットの実測値 → ±誤差

通勤時間帯（7:07発8:03着）　　日中（ 11:02発11:58着）

±差２分未満の割合[%]

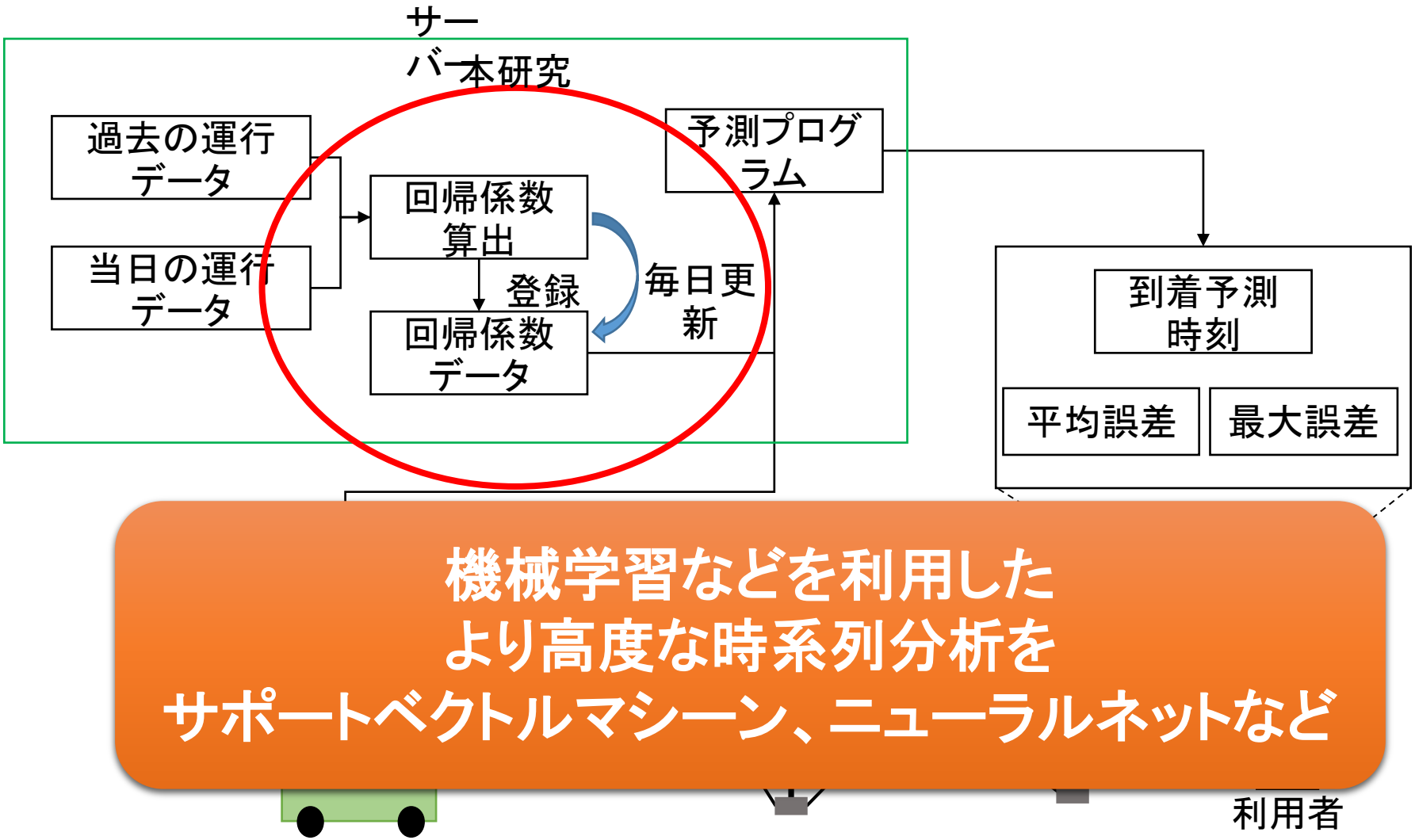


始発

鰍沢～甲府

もっと精度を
上げたい！

目指すシステムの全体像



機械学習などを利用した
より高度な時系列分析を
サポートベクトルマシーン、ニューラルネットなど

３．Wi-Fiパケットセンサによる人の流れの解析

- 観光地や市街地での人の流れを、携帯端末からのWi-Fiプローブパケットを Raspberry Piと周辺機器を用いて収集し分析する
  現在行っているフィールド
  - 甲州市・市民バス、周遊バス
  - 北杜市の観光施設「べるが」
  - 甲府市中心街

使用機器

➢追加・更新が容易なものとして Raspberry Pi 3 を採用

- 近年、IoT端末としての利用が増えてい
- OS,USB,シリアルがあり周辺機器が接続
- 安価でインターネットに接続可能
- 電話線を通じてSIMが接続可能

U-blox7(GPSドングル

- USBで接続可能

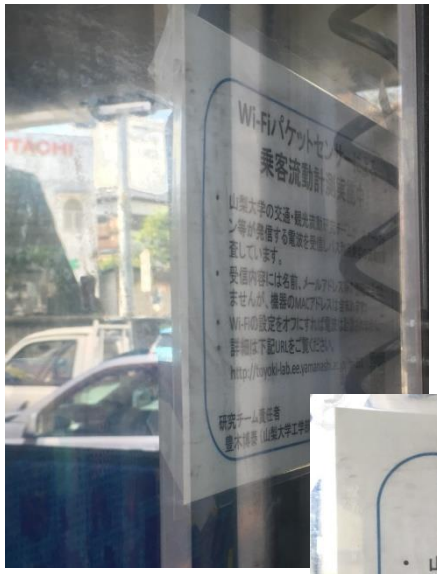
ak-020(3G回線ドング

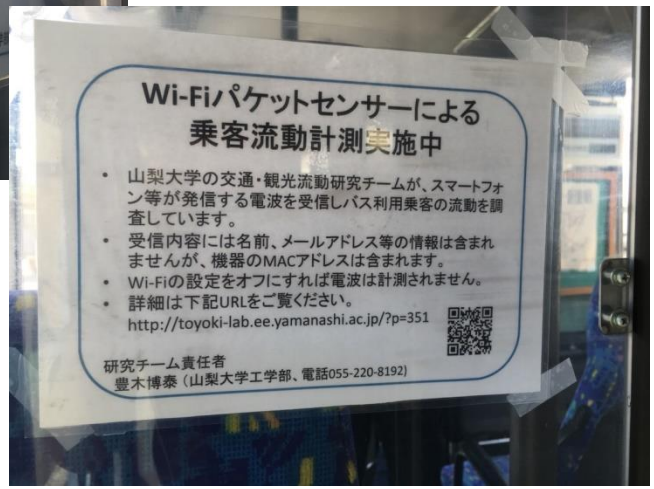
- USBで接続可能

甲州市・勝沼市民バス調査・中間報告(2018/8)

甲州市役所関係者への報告スライドから抜粋

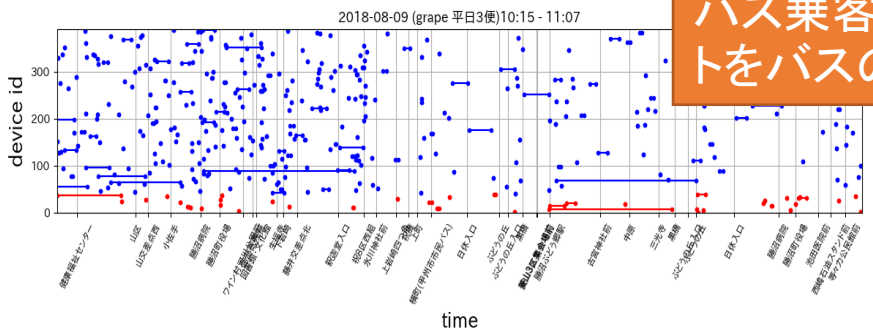
- ６月７日：２台のバスに車載器を搭載
- ほぼすべての日について、パケットキャプチャ、GPS位置情報を取得

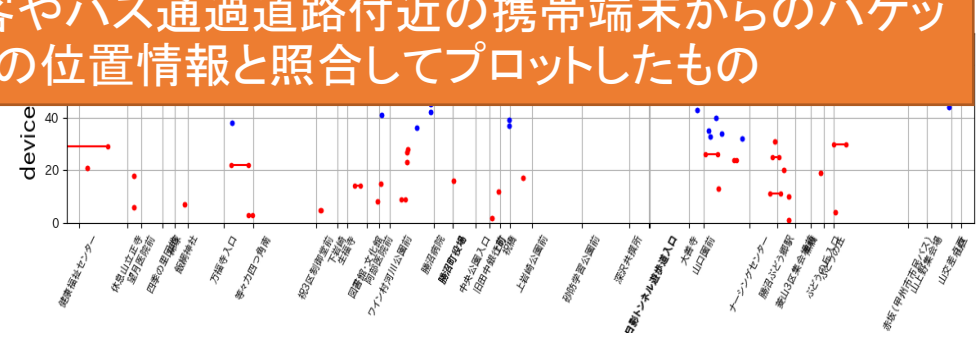


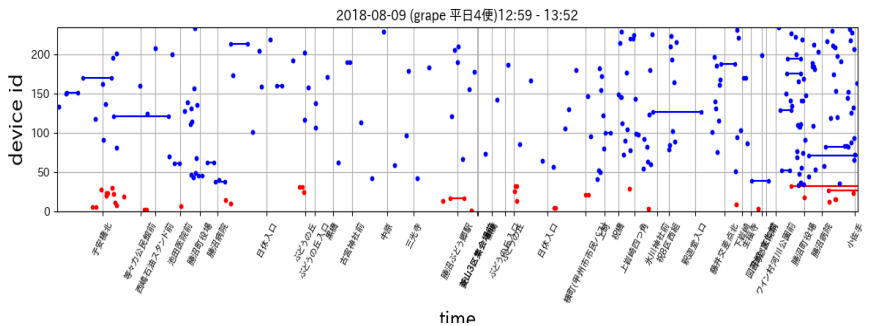


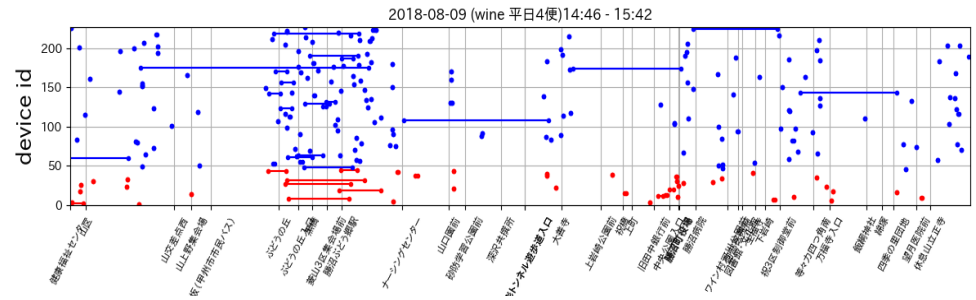
勝沼市民バス「ぶどうコース」、「ワインコース」の観測例

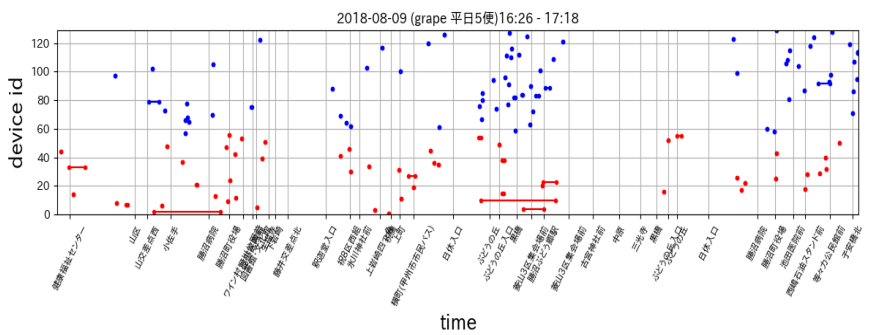
バス乗客やバス通過道路付近の携帯端末からのパケットをバスの位置情報と照合してプロットしたもの

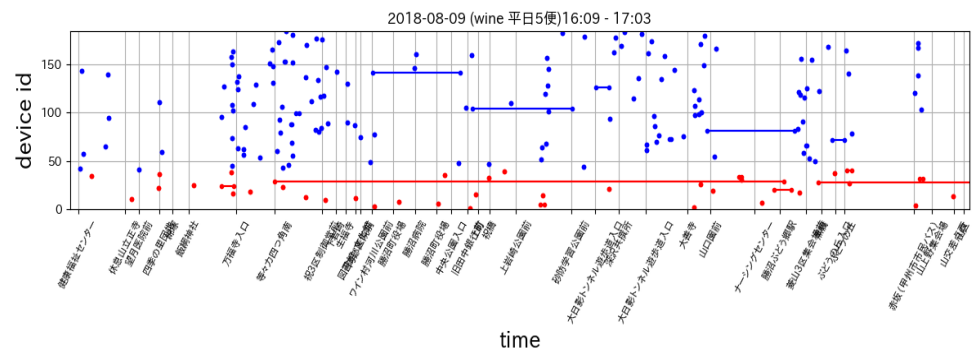






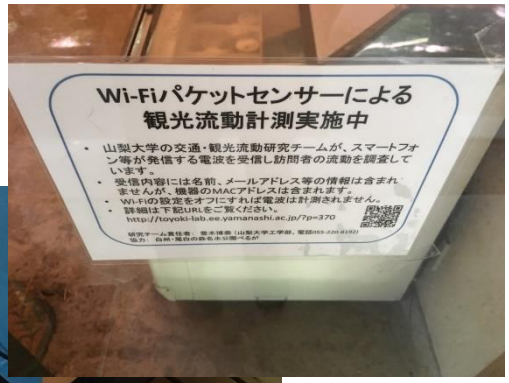




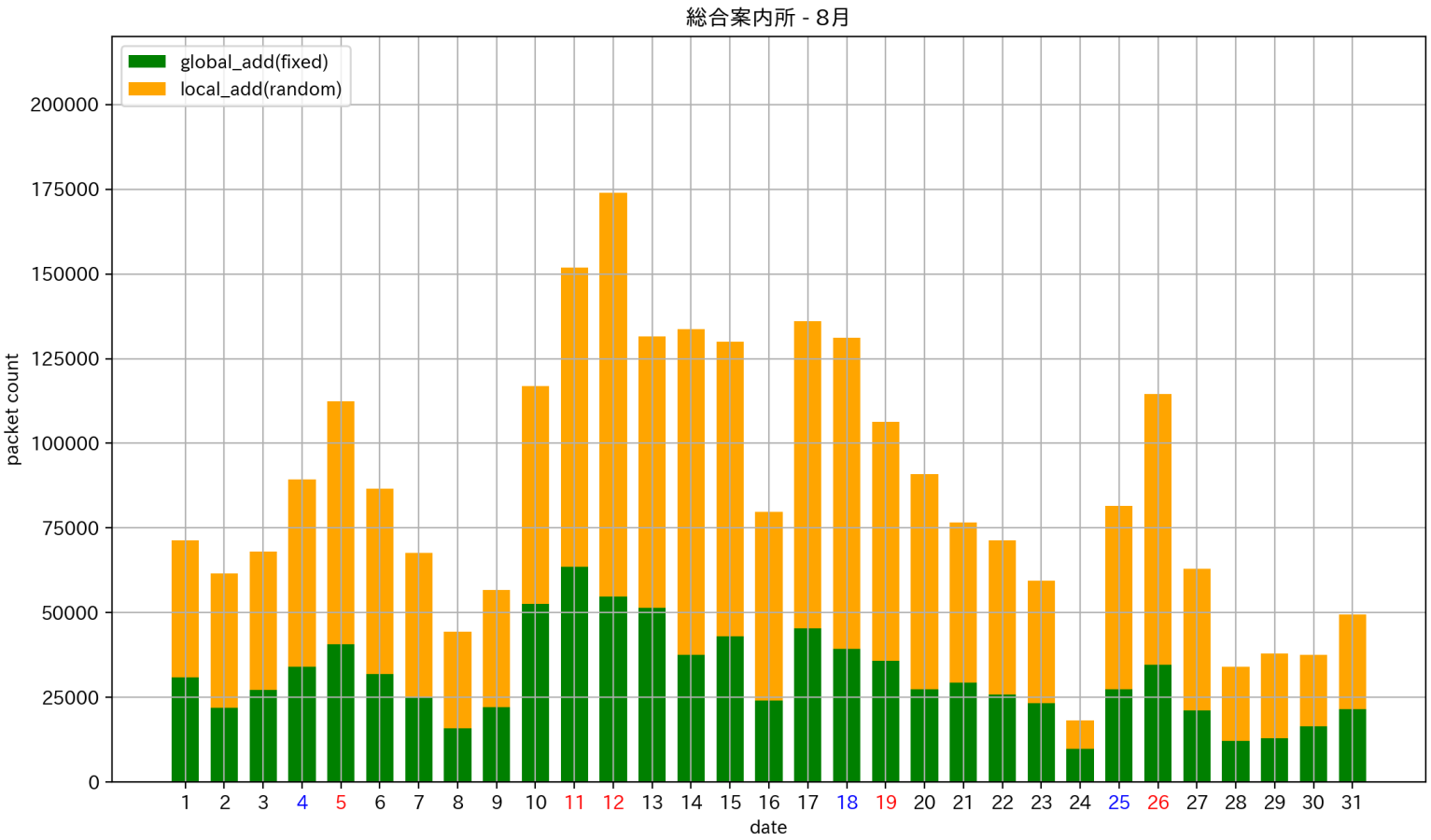


http://8tops.yamanashi.ac.jp/~toyoki/buslog_local/showPassengerFigs.php

尾白川下流域の観光施設「べるが」での歩行者動態推定

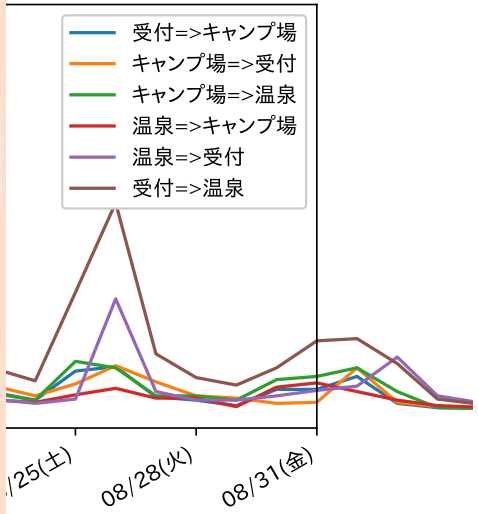


全パケット数（総合案内所7月）



地点間の移動端末数

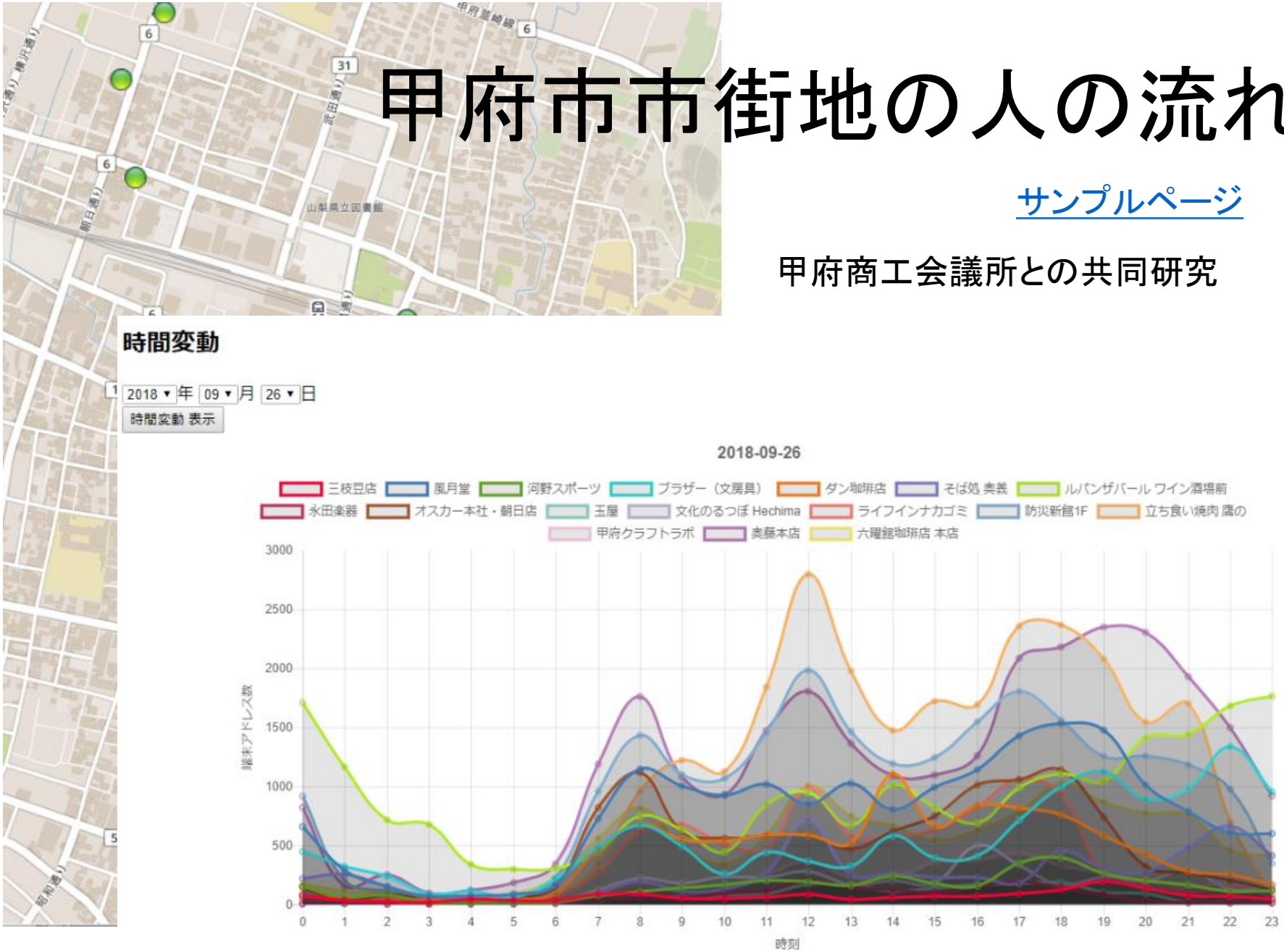
の移動数と相関すると考えられる



甲府市市街地の人の流れ

[サンプルページ]

甲府商工会議所との共同研究



まとめ：想定しているテーマ

1. 交通流シミュレーション
   - 目的：流れをスムーズにする速度、車線変更等の制御のあり方を探る
2. バス運行データの解析と遅延予測システム開発
3. Wi-Fiパケットセンサによる人の流動推定
   （地域の期待が大きいので、これがメインになるかも）

研究室で行うこと

- 交通流シミュレーションでは
  - まずは先行研究論文の講読
  - 自分でプログラムを書いて、シミュレーション
    - JAVAあるいはC
    - メンバーでJAVAの勉強をしてもらいたい
  - 数理モデルとしては、
    - 微分方程式モデル
    - セルオートマトン（格子モデル）
- バス到着時刻予測では
  - 統計学の基礎的な勉強＋機械学習アルゴリズム
  - データ処理・機械学習用プログラム言語Python

- Wi-Fiパケットによる人流推定では
  - シングルボードコンピュータRaspberry Piとデバイスのコントロール、サーバ・クライアント通信の実践的な勉強
  - Python等によるデータ解析