



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

お茶大伊藤研における
人流可視化の取り組み

伊藤 貴之

お茶の水女子大学

スマートIoT推進フォーラム テストベッド分科会

2022年12月25日

- **1992年** 早稲田大学大学院理工学研究科修士課程修了
日本アイ・ビー・エム(株)入社・東京基礎研究所配属
 - 1997年 博士(工学)
 - 2000年 米国カーネギーメロン大学客員研究員 (半年間)
 - 2003年 京都大学情報学研究科COE研究員 (2年間)
- **2005年** 日本アイ・ビー・エム(株)退職
お茶の水女子大学 助教授(准教授)
 - 2011年 同大学教授
 - 2019年 同大学文理融合AI・データサイエンスセンター長兼任
 - 2022年 同大学ジェンダード・イノベーション研究所研究員兼任

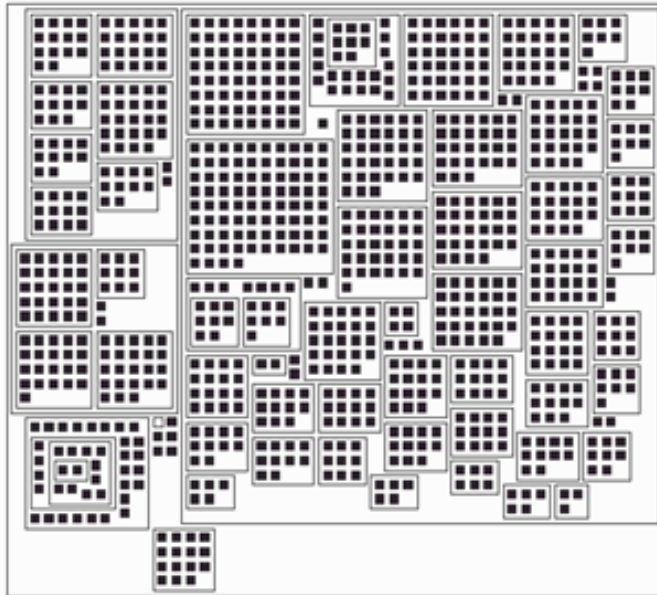
可視化の研究をしてきました



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

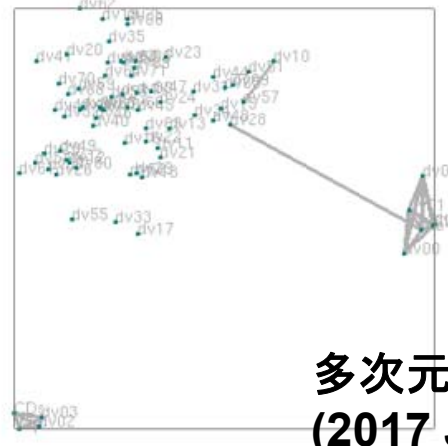
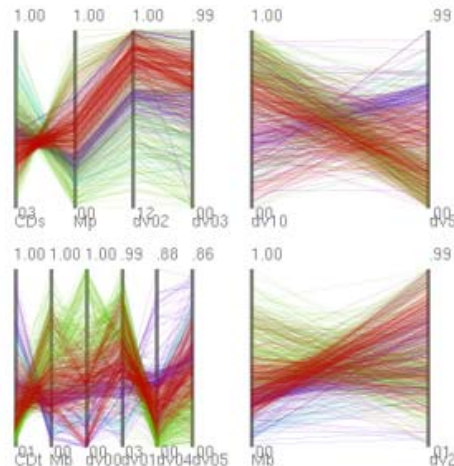
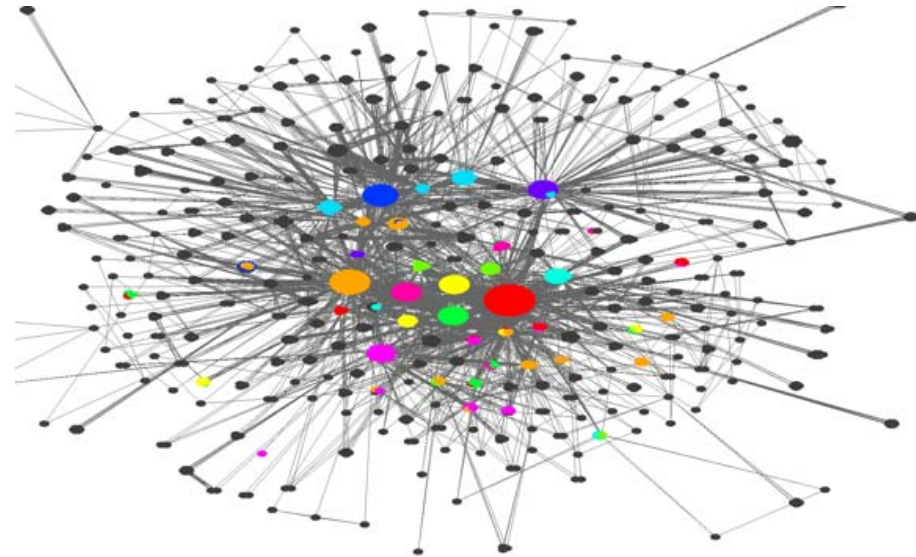
階層データ可視化

(2004 IEEE TVCG, 2006 IEEE CG&A)



ネットワークデータ可視化

(2015 IEEE CG&A, 2020 IEEE TVCG)



多次元データ可視化

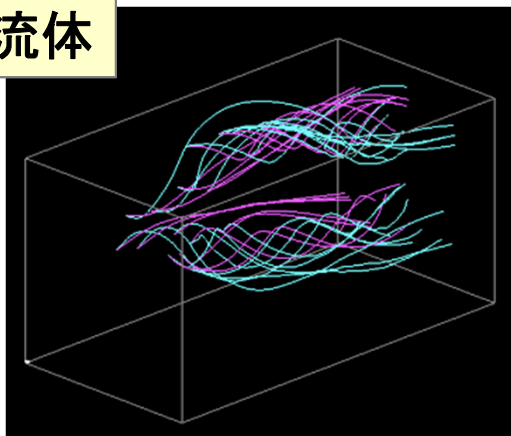
(2017 JVLC, 2022 JOV)

可視化の適用事例: お茶大伊藤研の場合

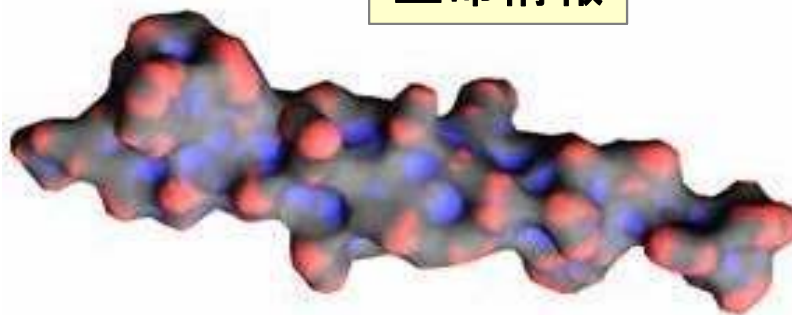


Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

流体



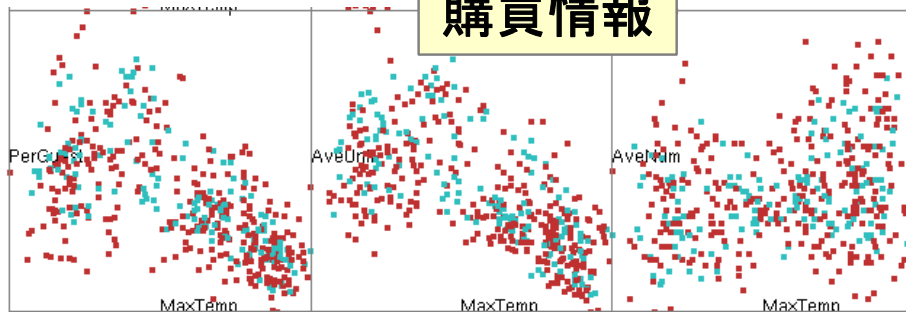
生命情報



音楽



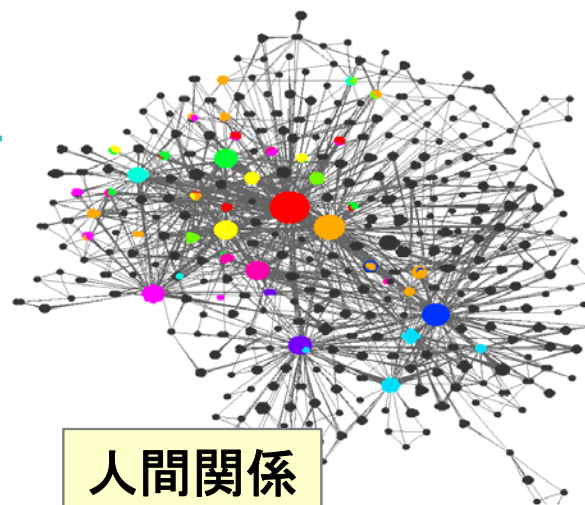
購買情報



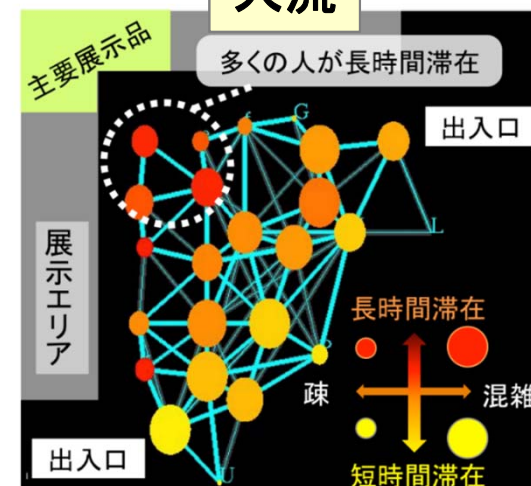
ライフログ(写真)



人間関係



人流



今日の話題は...人流



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



歩行者の流れを知りたい



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



例1:スクランブル交差点で
多くの人に向かう人に
どの広告が眼に入るか
を知りたい



例2:駅や空港で
利用者が交差せずに
スムーズに人が流れて
いるかを知りたい



課題1: 歩行経路を要約する

歩行者の動きを要約する



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

あまりにも多種多様な
人の流れ

どこからどこに行く人が
全体的に多いの？



お茶大における歩行者の動きを追跡する



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

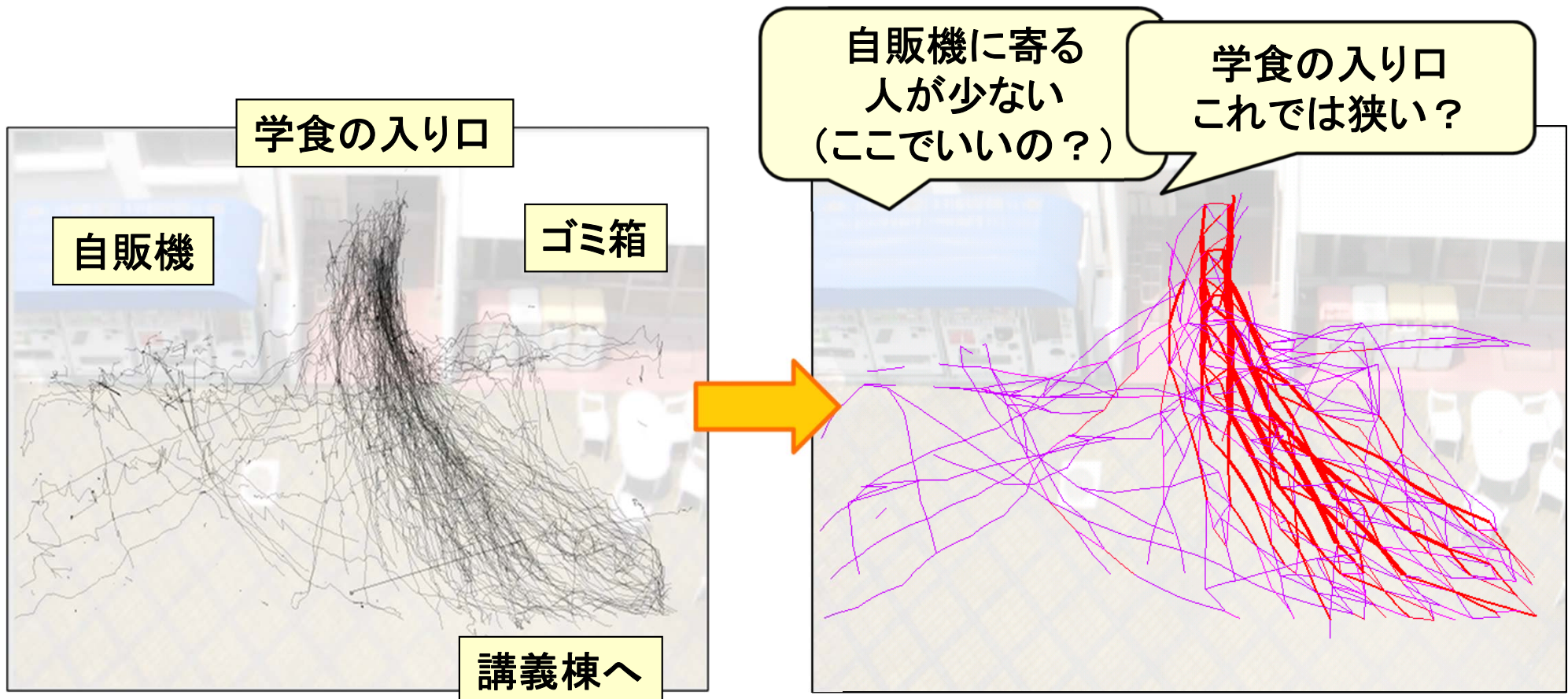
- 高いフロアから中庭を30分撮影 → コンピュータで人物追跡



お茶大における歩行者の動きを要約する



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



これでは人数を把握しにくいので...

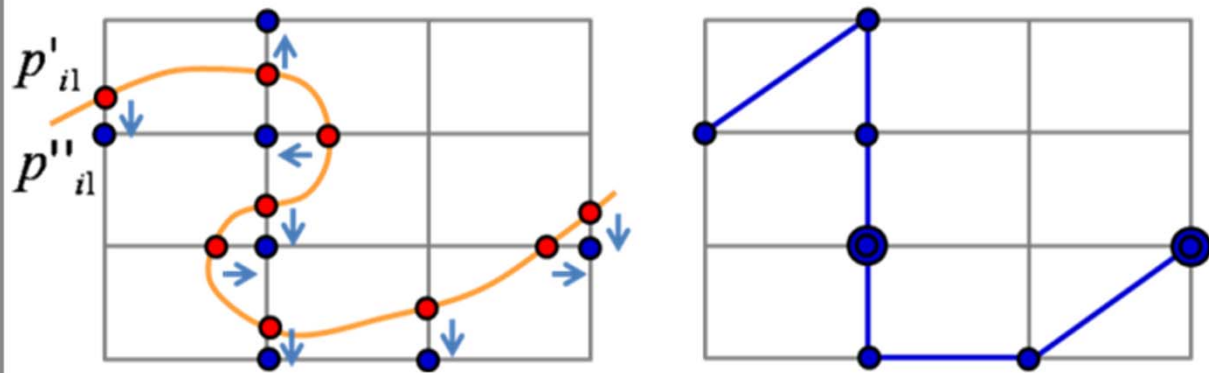
色や太さで歩行者数を示してみる

歩行経路要約のための処理手順

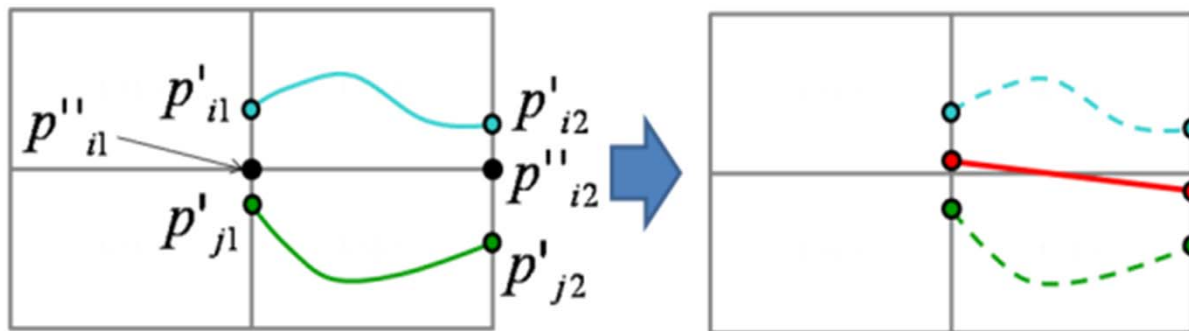


Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

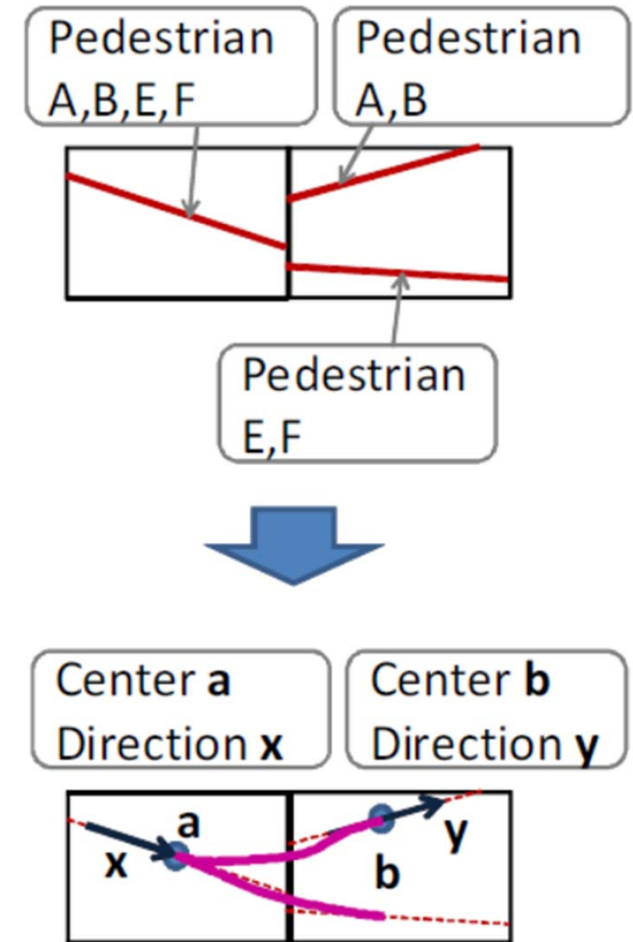
STEP 1: 経路の量子化



STEP 2: 経路の併合(束化)



STEP 3: 束線分の連結



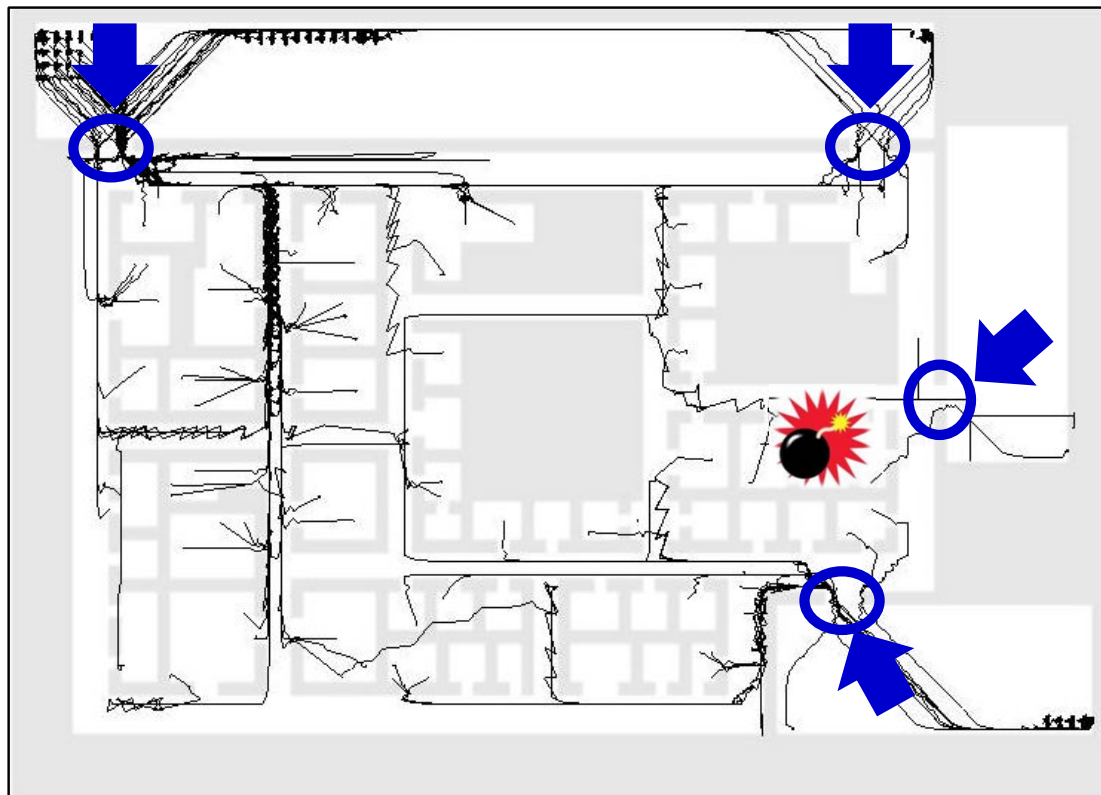
抜き打ち避難訓練における人の流れ



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 2008年にアメリカの学会で公表されたデータ
- 架空の爆弾宣言 → 4ヶ所の出口から80人が避難

青: 出口



抜き打ち避難訓練における人の流れ

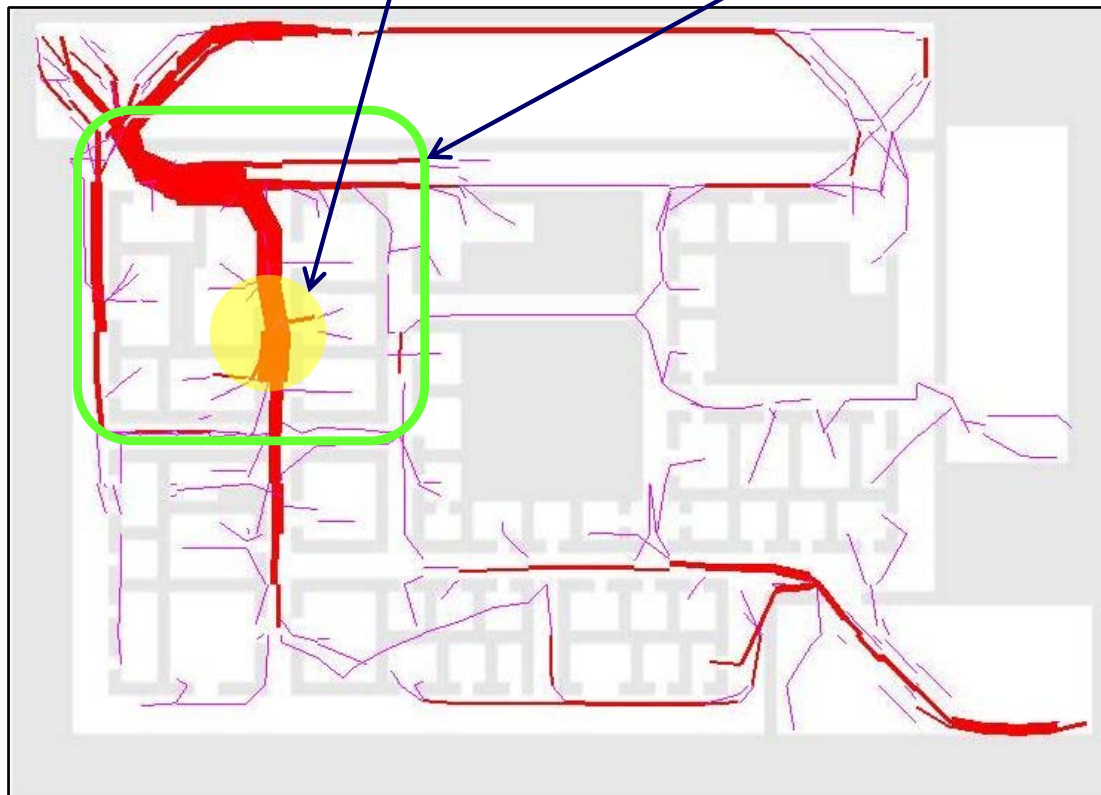


Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 色と太さで人数を表せば、問題点が浮き彫りに

右往左往してしまう

混雑した道を選択してしまう





課題2: 時間変化を観察する

歩行者の時間別分布を観察する



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

いつどこへ行く人が多い？

特徴的な日時に
何が発生しているか？

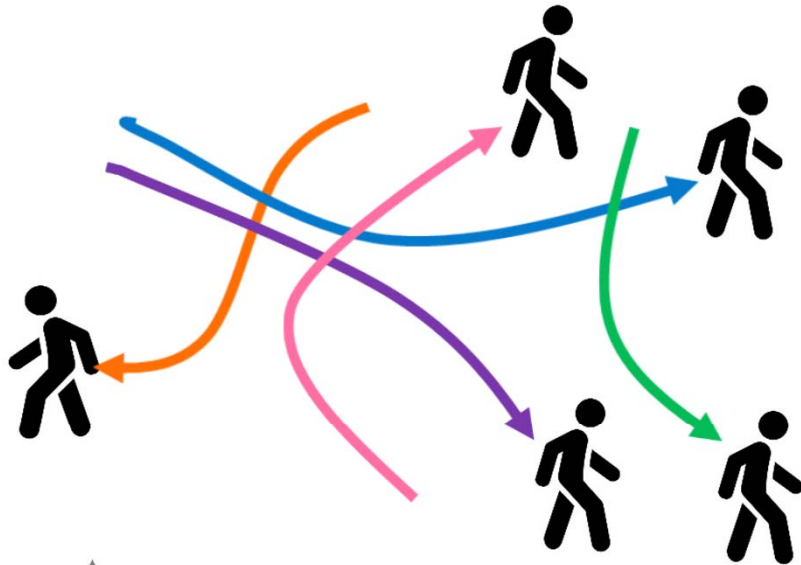


歩行者の時間別分布を観察する

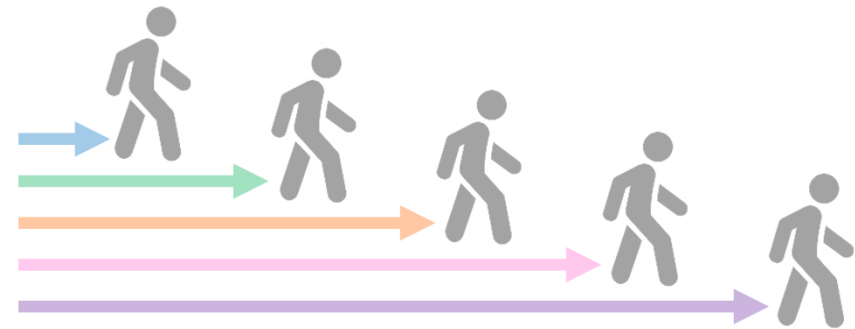


Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 歩行経路の時間別分布



- 歩行速度の時間別分布

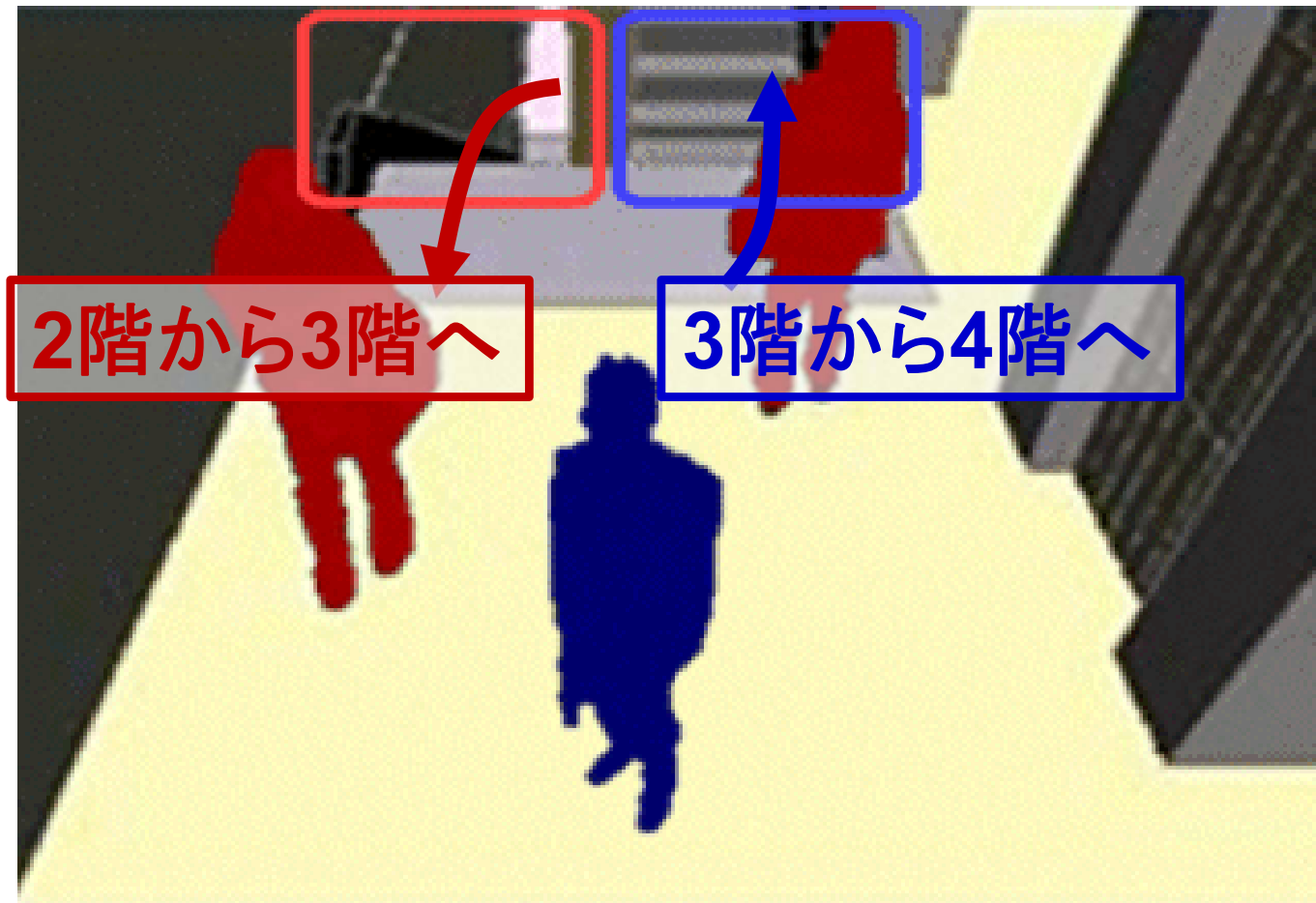


東京の商用ビルでの長期間撮影から



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

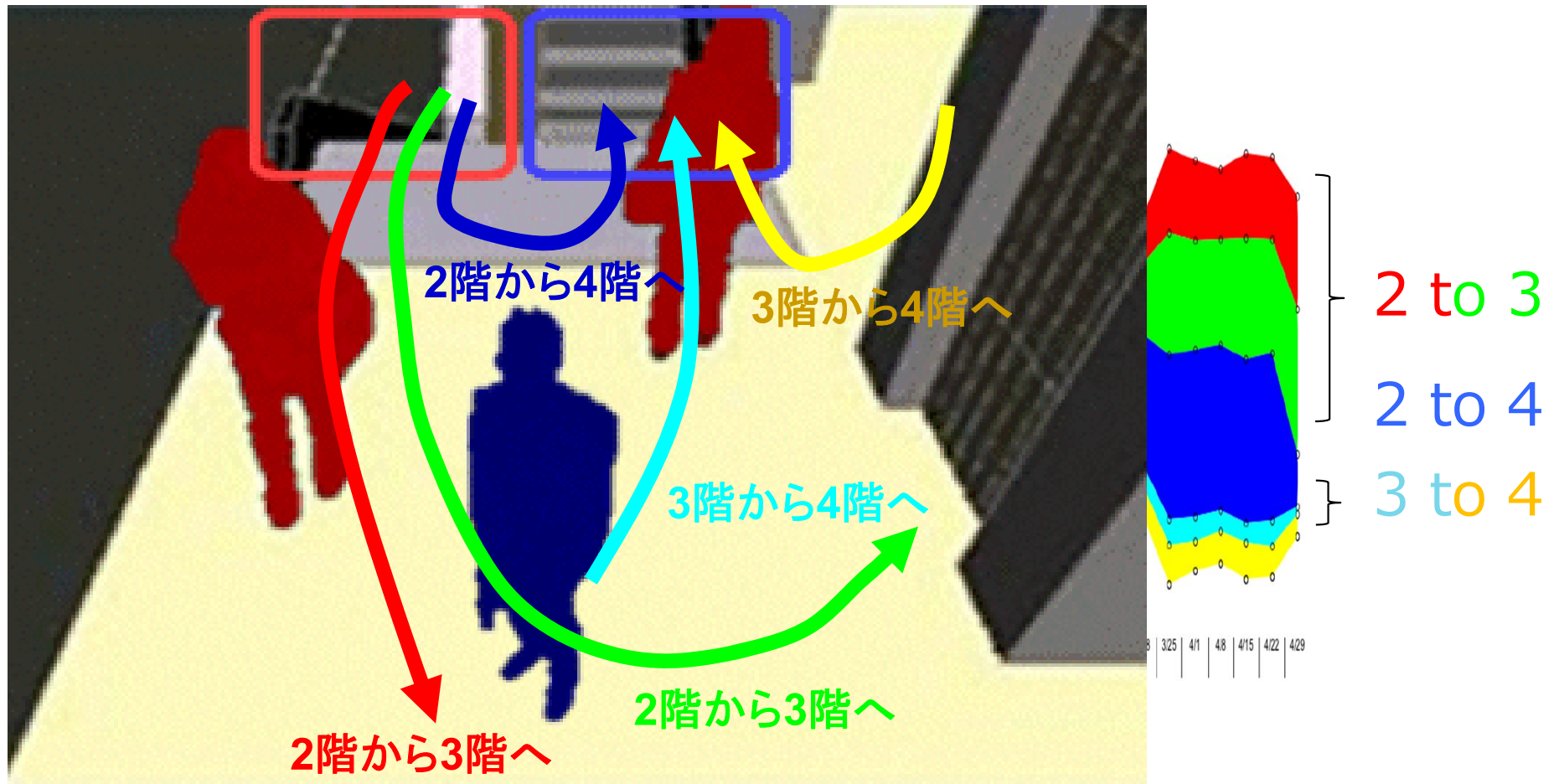
エスカレータの前にて



歩行経路を5つのクラスタに分類



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

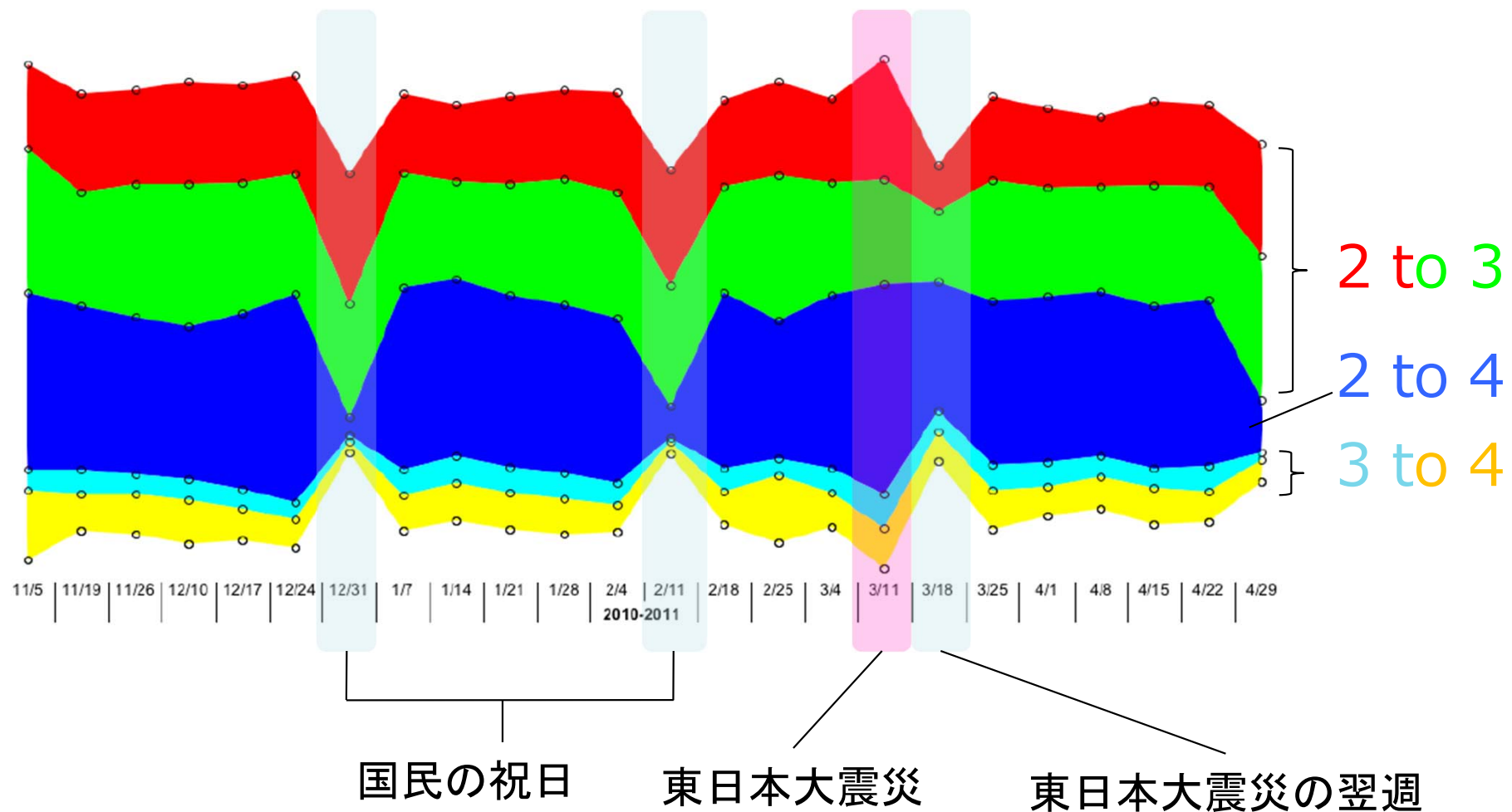


長期間にわたって歩行者数を集計する



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

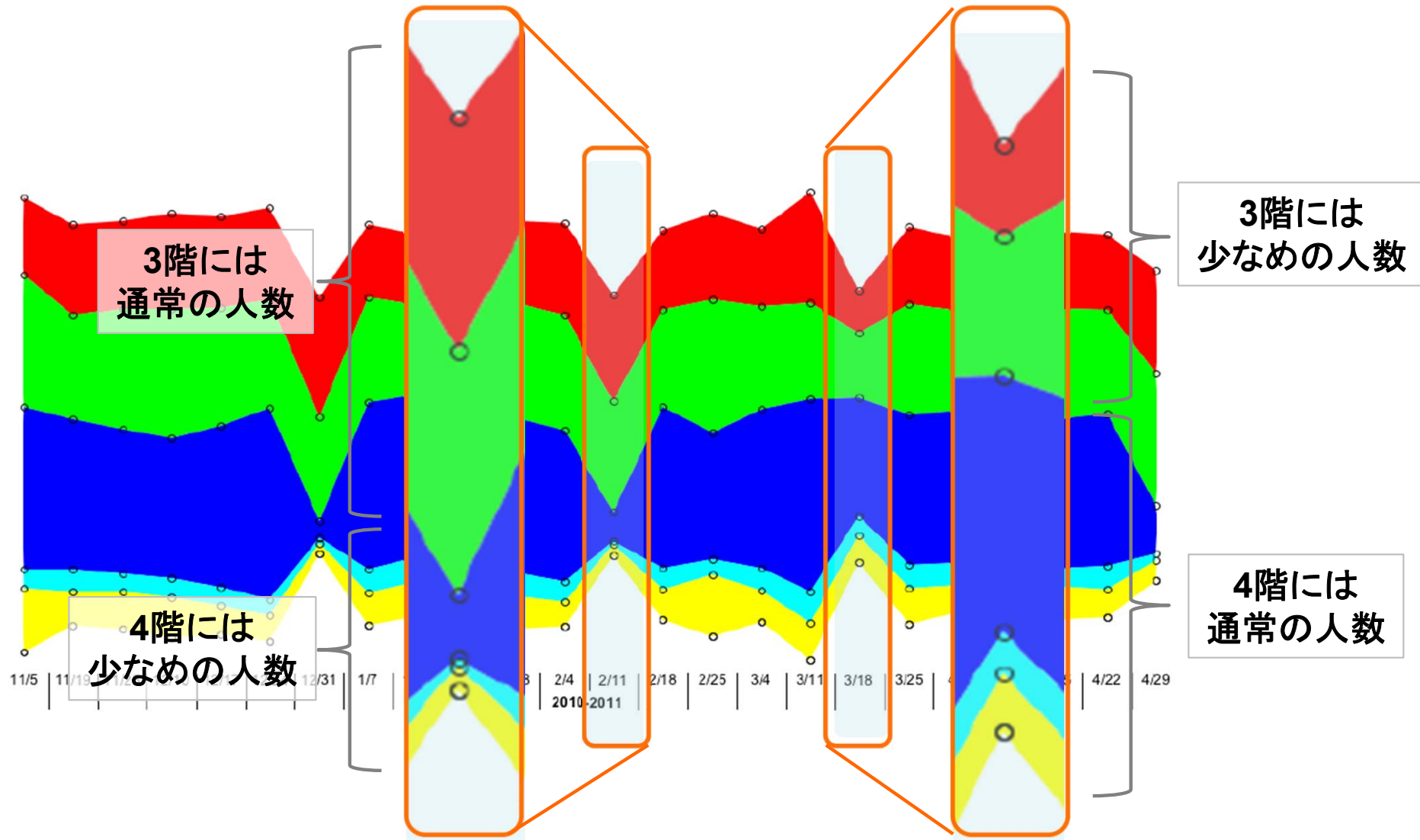
2010年11月～2011年4月の毎週金曜日について



長期間にわたって歩行者数を集計する



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



休日: 3階(レストラン)には通常の人数

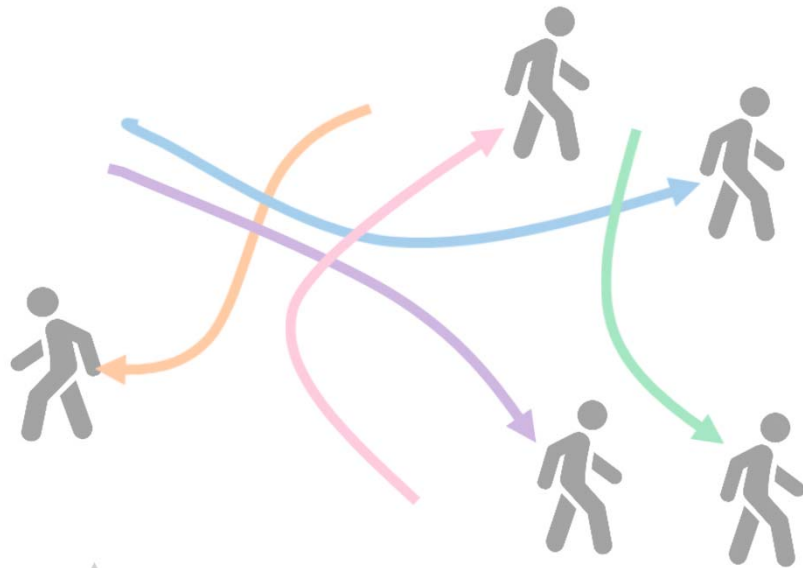
震災翌週: 4階(オフィス)には通常の人数

歩行者の時間別分布を観察する

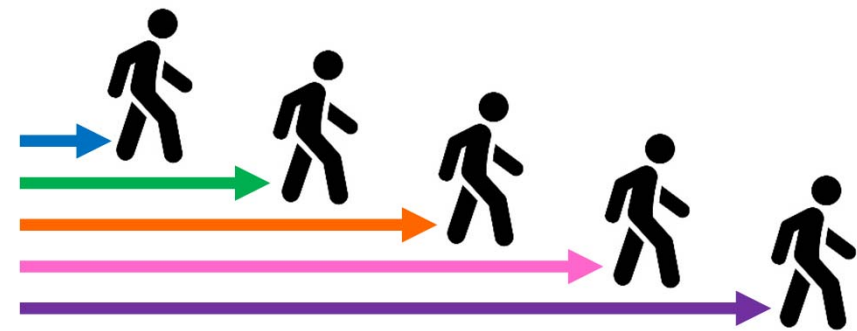


Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 歩行経路の時間別分布



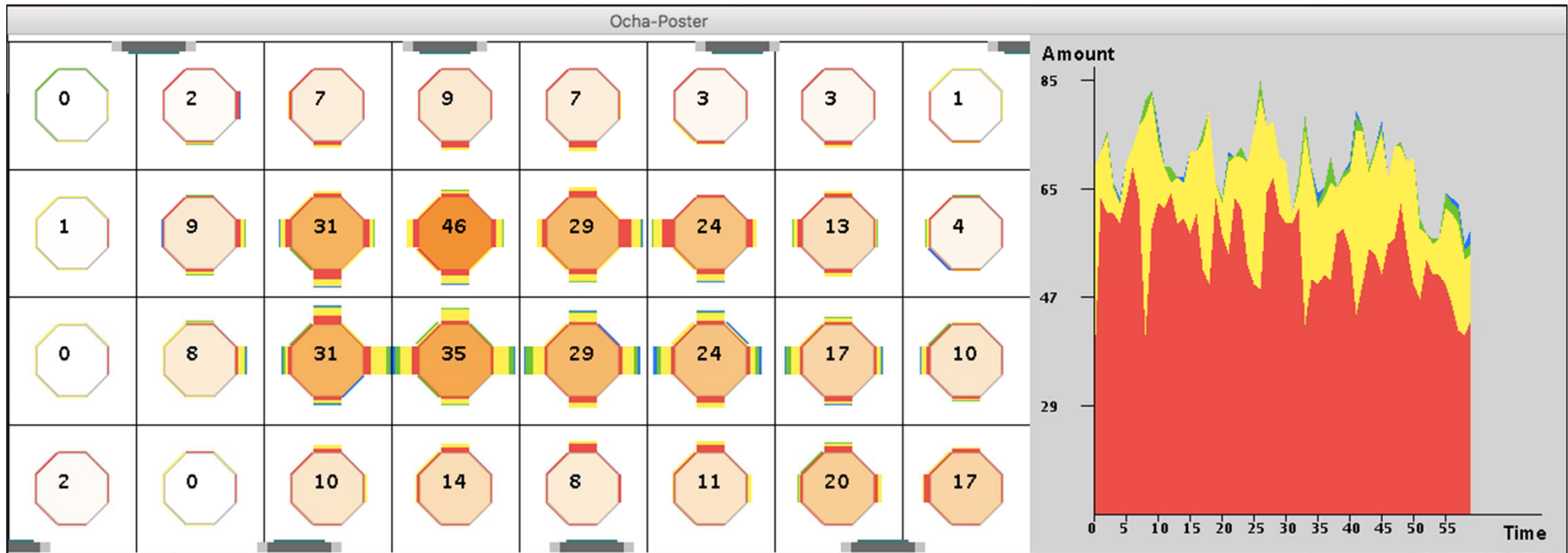
- 歩行速度の時間別分布



歩行速度の空間/時間分布表示



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



歩行状態の分類

赤 黄 緑 青
遅 速

歩行速度の空間分布

- 各地点での該当人数を8方向のオブグラフで表示
- 静止人数を数字と八角形の色の濃さで表示

歩行速度の時間分布

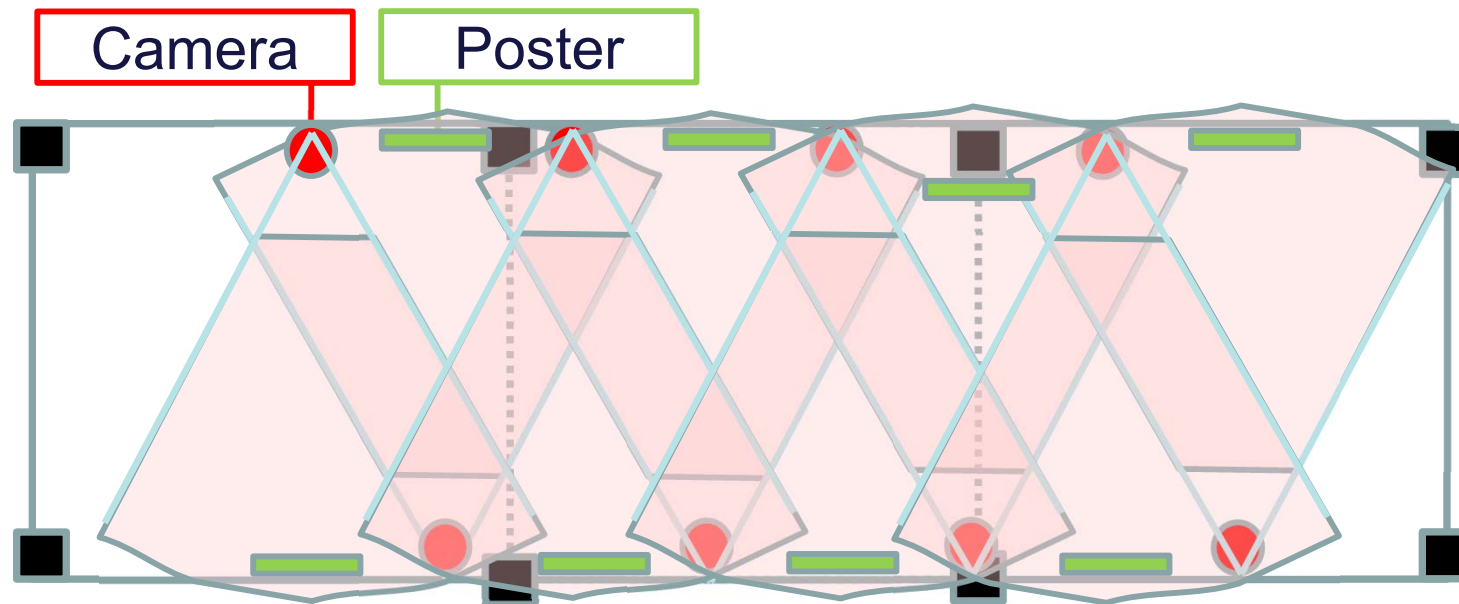
- 各地点での該当人数を積み上げ折れ線グラフで表示

ポスター発表会場での適用事例



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 2017年にポスター発表会場で取得した5時間の人流
- 1時間に8人が発表、5セッション実施、参加者は40人
- 5時間の人流データを全てを保存したファイルと1時間ずつ分割したファイルをそれぞれ可視化

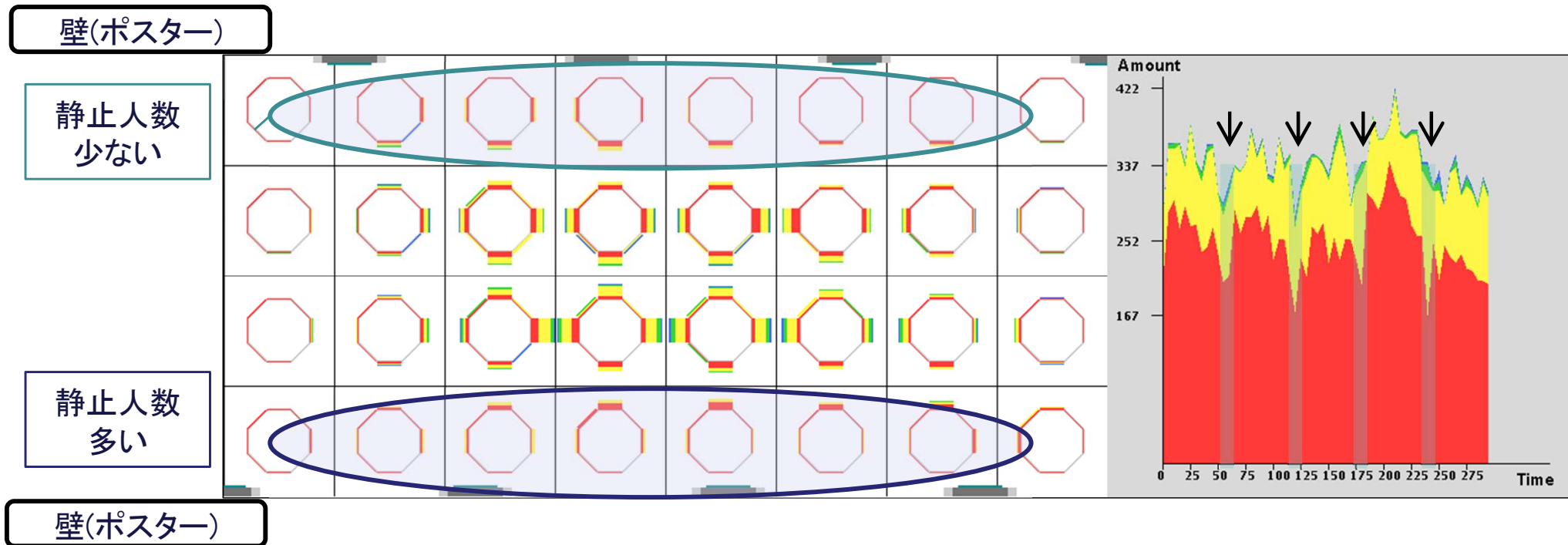


ポスター会場マップ

実行例(1) 5時間のデータから



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

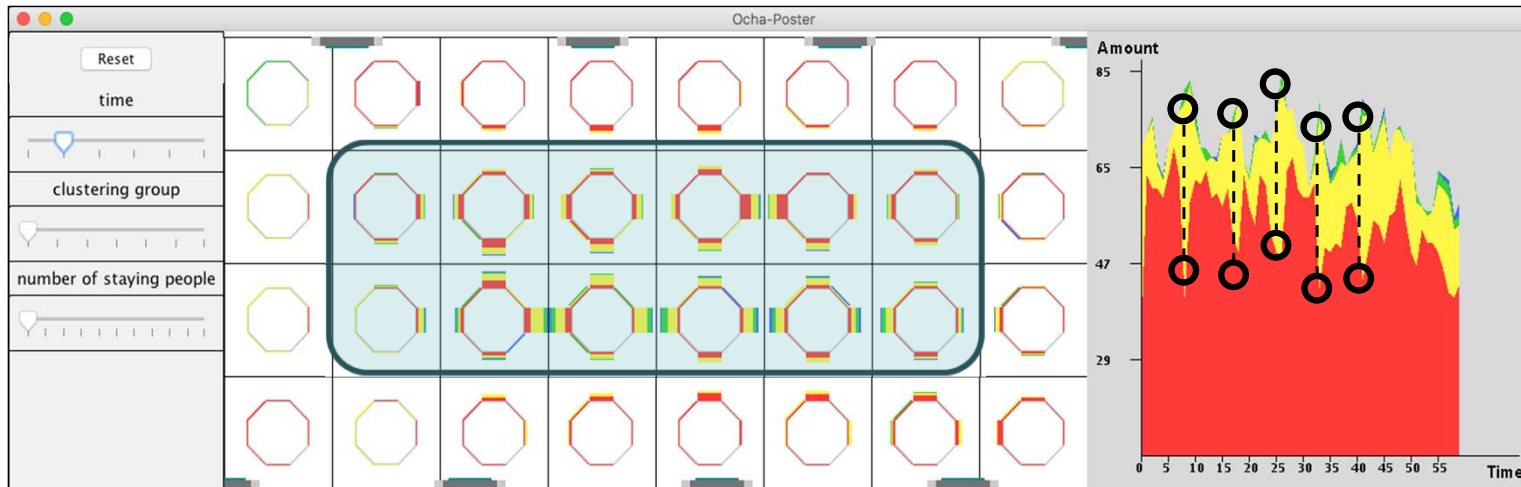


- ポスター周辺は静止人数が多い
- ポスター位置によって
滞在人数が異なる
- 約60分おきに人数が大きく減少
＝ポスターセッションの
区切れ目の時間

実行例(2) 1時間のデータから



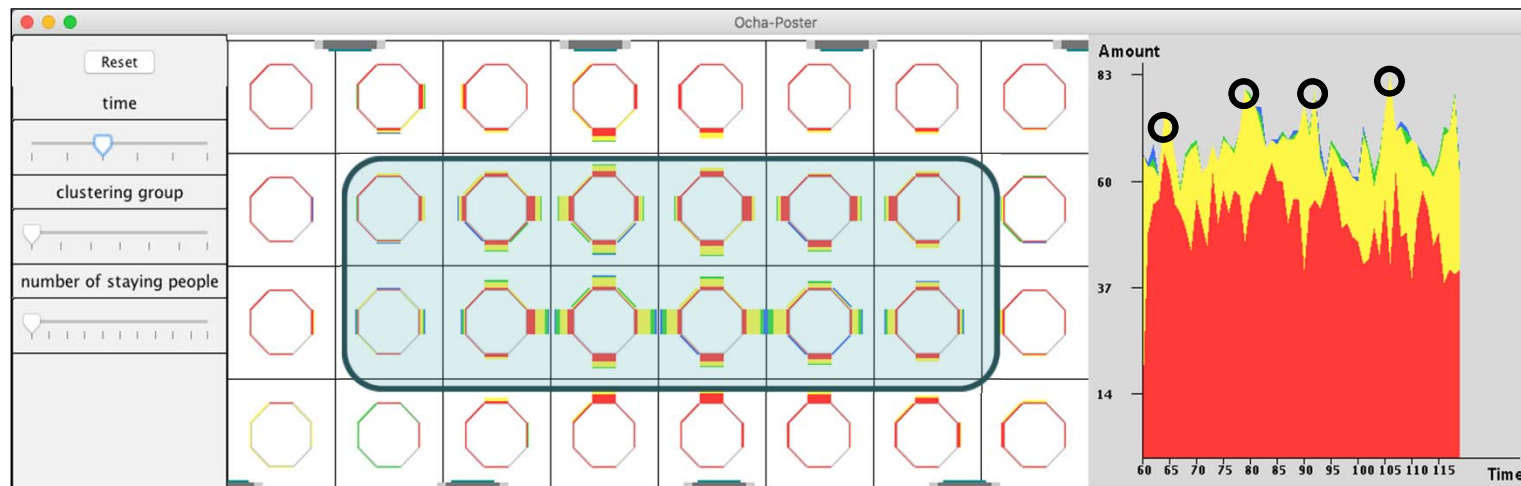
Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



1時間目を選択



•中央部の移動の
パターンが異なる



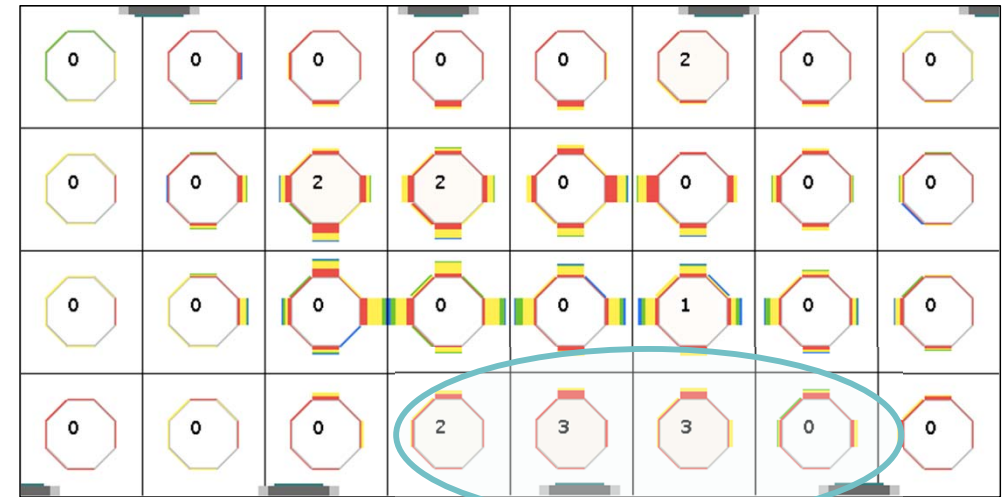
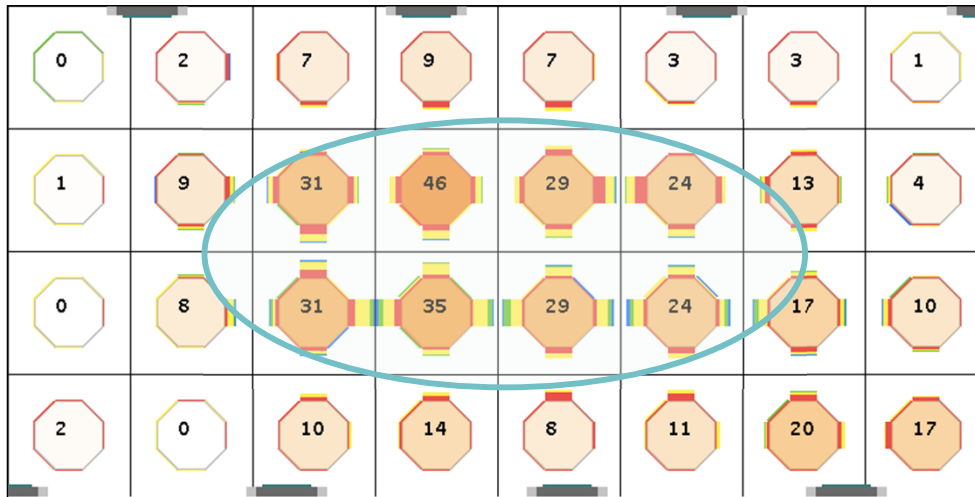
4時間目を選択

•約6分ごとに
大きく移動する
→ 説明が約6分
で終了する?

実行例(3) 1時間のデータから



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



どちらも1時間目を選択

30～90秒間静止した人の数
(通路部分に人が多い)

570秒以上静止した人の数
(片側のポスター付近に人が多い)

立ち止まって長時間活発に議論していた
ポスターの位置である可能性が高い



課題3: 近接人物に着目する

公共スペースでの感染の原因究明



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

思わぬ近接が
誰との間に発生しているか

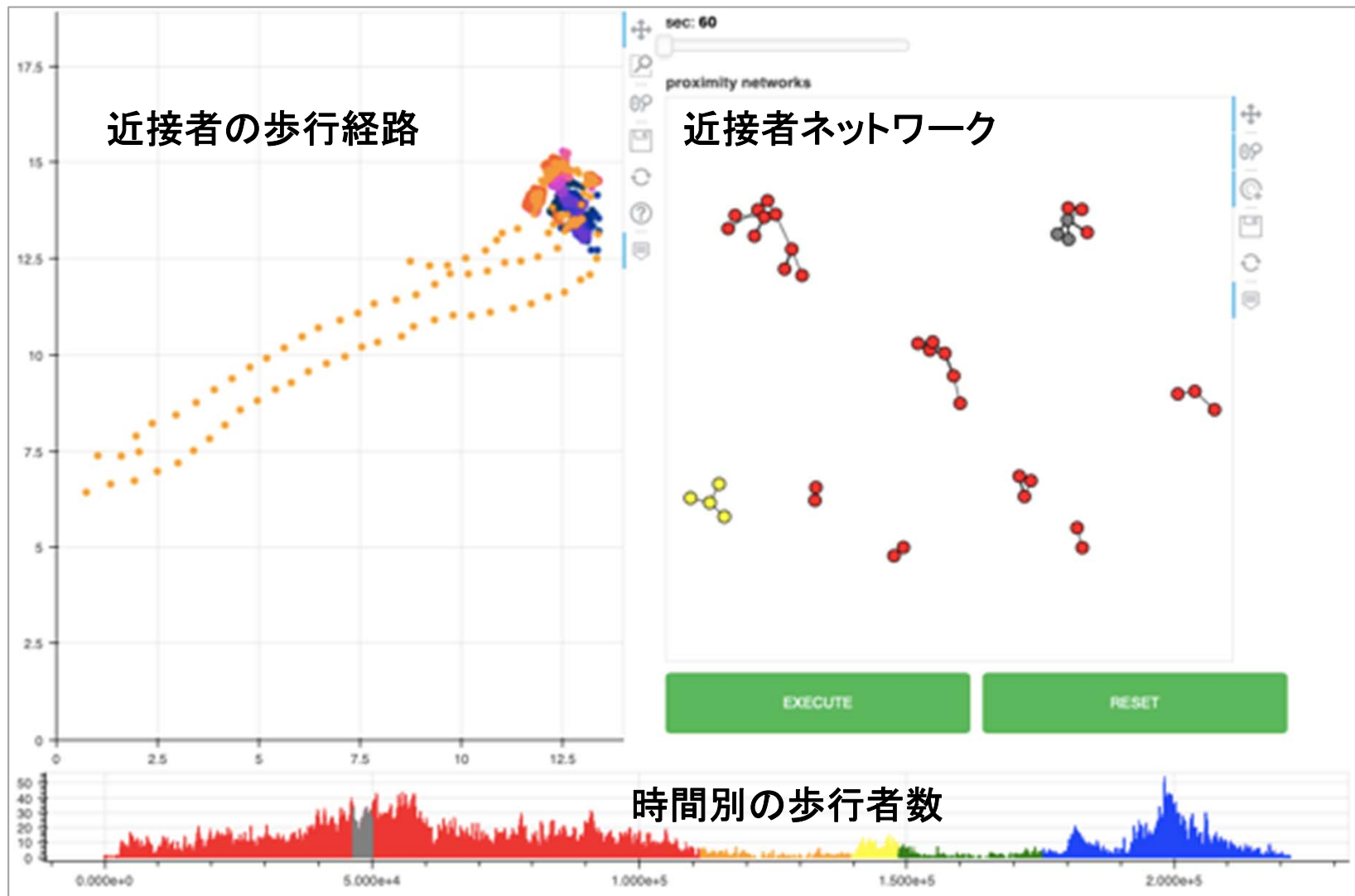
思わぬ近接が
いつどこで発生しやすいか



開発した可視化システム



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

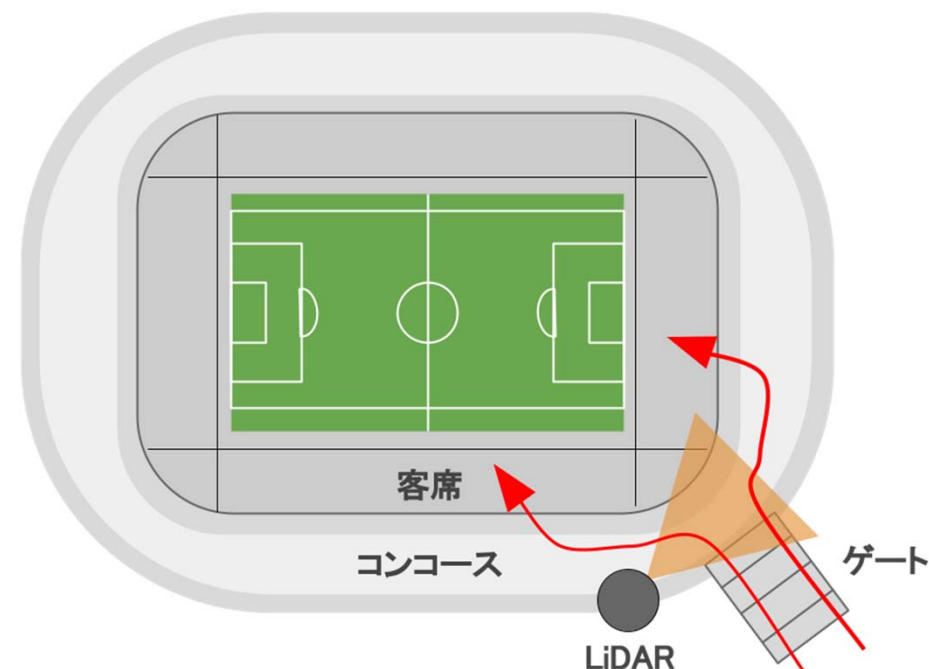


サッカースタジアムでの計測データ



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 計測場所
 - サッカースタジアムのコンコースの一部
 - 14m × 19mの空間
- 計測時期
 - 感染者数が増加傾向にあった時期
- 詳細情報
 - 開始前から終了後の約6時間
 - 1万人を超える歩行者情報を取得

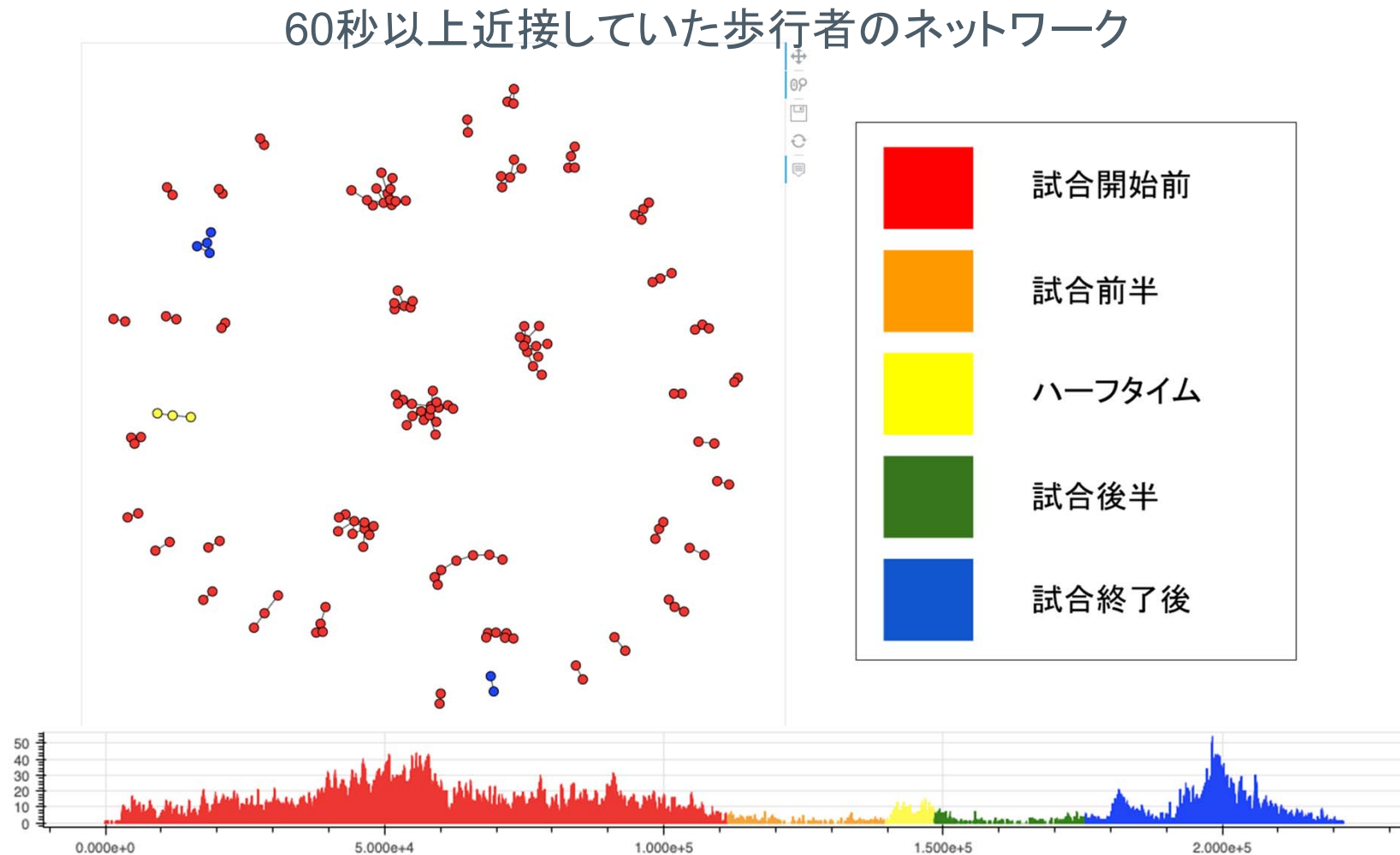


近接者ネットワークの例



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 近接の多くは**試合前の時間帯**に集中



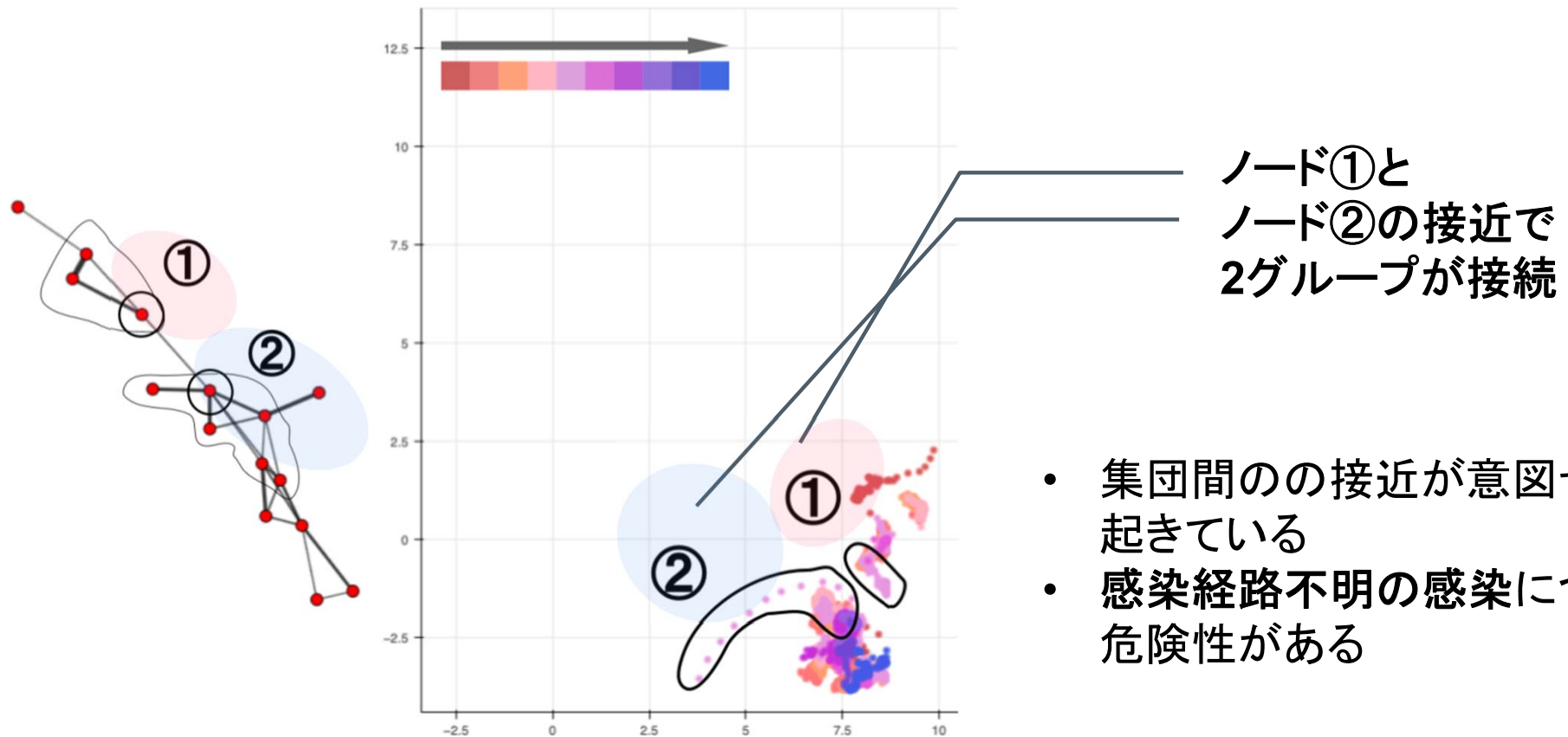
近接者ネットワークからの経路抽出



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 近接の発生した2クラスターの経路

試合前の時間帯に発生した
特徴的なクラスターとその歩行経路



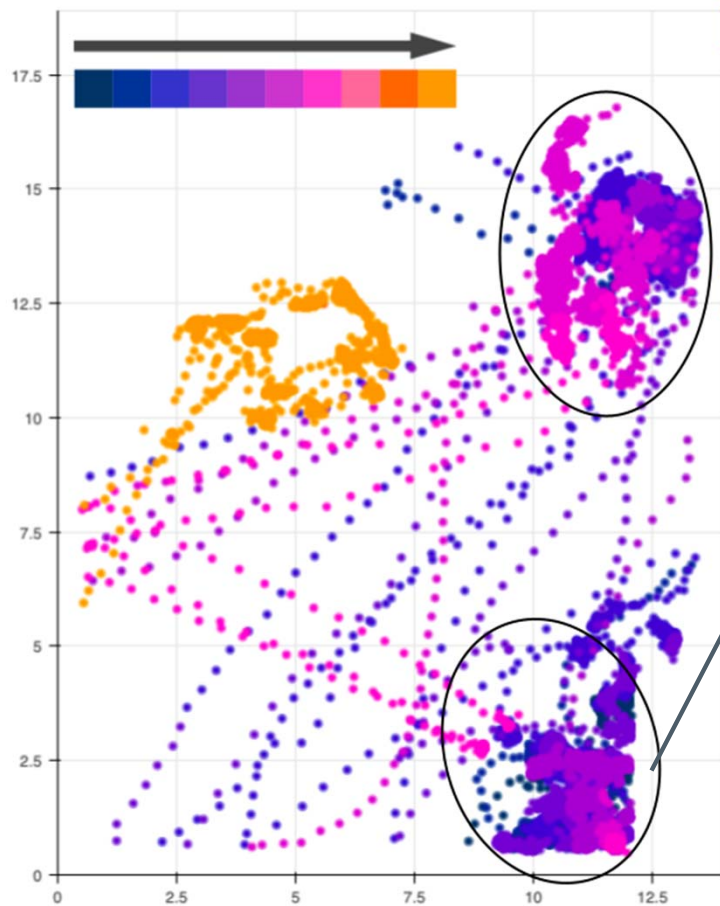
- 集団間での接近が意図せずに起きている
- 感染経路不明の感染につながる危険性がある

近接者ネットワークからの経路抽出



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University

- 5人以上を含む全てのクラスターの歩行経路



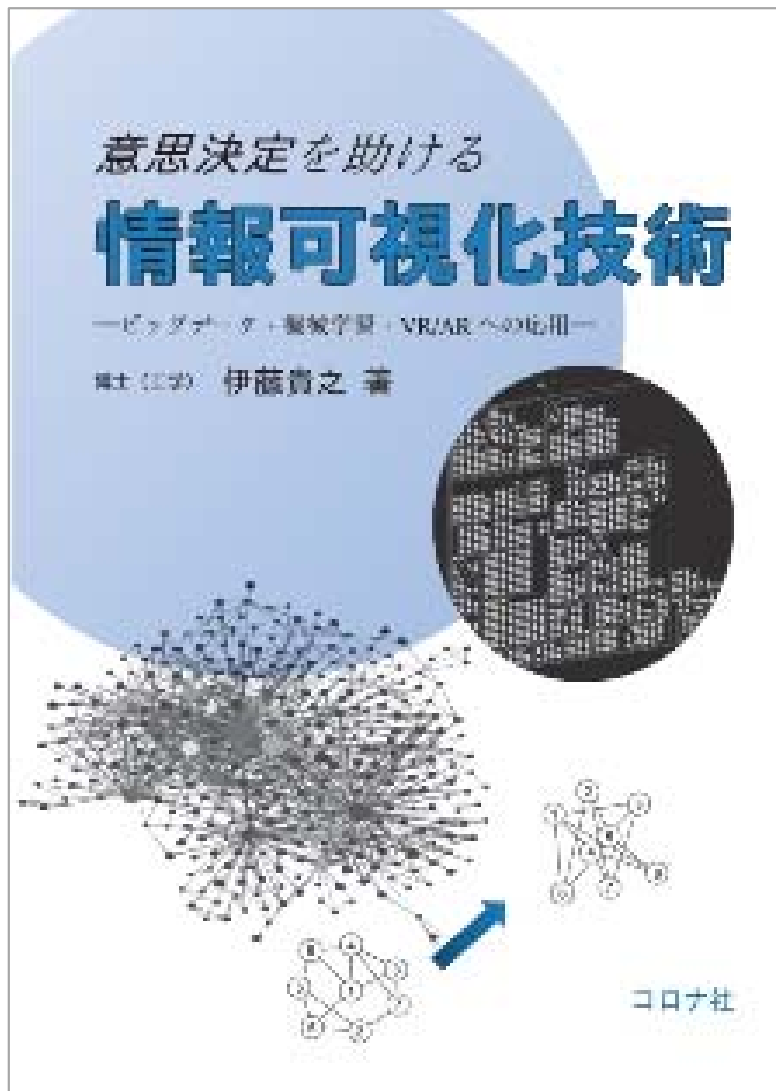
- 近接が発生しやすい場所が2箇所存在
 - 全て試合開始前の時間帯
 - 座ることが可能な空間

- 人流可視化に関する3つの課題
 - 歩行経路を要約する
 - 時間変化を観察する
 - 近接人物に着目する
- 議論
 - 可視化結果の中には「自明な知見」が含まれている
 - 例1: ポスターセッションでの60分おきの人の流れ
 - 例2: 座りやすい場所での近接の発生
 - たとえ自明な知見であっても「実際に起こっているのか」「どの程度起こっているのか」を確認することに意義がある

可視化について詳しく学ぶなら...



Itoh Laboratory,
Ochanomizu University



意思決定を助ける 情報可視化技術 - ビッグデータ・機械学習・VR/ARへの応用 -

1. 情報可視化の定義・歴史・展開
2. データ構造と情報可視化手法
3. 情報可視化の操作と評価
4. 視覚特性から考える情報可視化デザイン
5. 情報可視化の適用事例
6. ビッグデータと情報可視化
7. 機械学習と情報可視化
8. VR/ARと情報可視化
9. 情報可視化の研究開発の展望

第3版増刷！

