

# 神戸市中心部における徒歩帰宅シミュレーション

榎本大悟<sup>1</sup>, 菊池麻衣子<sup>2</sup>, 照井彩子<sup>2</sup>, 安倍孝太郎<sup>2</sup>,  
土居菜々子<sup>2</sup>, 小林実季<sup>2</sup>, 伊藤伸泰<sup>1</sup>, 野田五十樹<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> 理化学研究所 計算科学研究センター,

<sup>2</sup> 株式会社 NTT ドコモ, <sup>3</sup> 北海道大学

## 概要

2021 年度より理研・ドコモ・神戸市は共同で、神戸市中心部におけるデジタルツインを構築し、災害時の避難計画立案に役立てることを目指して、都市スケールの歩行者避難行動を予測することを試みてきた。本研究では NTT ドコモ提供の携帯電話情報によるメッシュ人口データ、デジタル地図 OpenStreetMap、オープンソースシミュレータ CrowdWalk を用いてデジタルツインを構築し、混雑箇所を予測した。合流部から混雑が広がっていく様子が観測され、これらの混雑は特に事業所が集中している旧居留地の帰宅を 6 時間遅らせることにより軽減され、混雑箇所の数が減少することが明らかとなった。

## Pedestrian return home simulation in Kobe City center

Daigo Umemoto<sup>1</sup>, Maiko Kikuchi<sup>2</sup>, Ayako Terui<sup>2</sup>, Koutarou Abe<sup>2</sup>,  
Nanako Doi<sup>2</sup>, Miki Kobayashi<sup>2</sup>, Nobuyasu Ito<sup>2</sup>, Itsuki Noda<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> RIKEN R-CCS, <sup>2</sup> NTT DOCOMO, INC.

<sup>3</sup> Hokkaido University

## Abstract

Since FY2021, RIKEN, Docomo, and the Kobe City Government have been attempting to construct a digital twin of the central region of Kobe City under a joint research, to estimate urban scale pedestrian evacuation behavior, with the aim of using it for evacuation planning in the event of a disaster. In this study, the construction was accomplished using population information from cell phones provided by NTT DOCOMO, INC., OpenStreetMap, and CrowdWalk, the open source pedestrian simulator, to estimate congestion locations. It was observed that congestion spread out from the merging roads, and it became clear that these congestion areas could be reduced by delaying the return home for 6 hours of the pedestrians from Old Settlement of Kobe City, where highly concentrated business district locates.

## 1 はじめに

災害時に都市に人が集中していると、避難行動に起因する混乱によって二次被害が生じることが懸念される。特に、都市そのものに災害が発生しなくても、その都市が労働の拠点となっている場合、近隣の都市や地域で災害が発生すると、多数の帰宅困難

者が発生する危険性がある。実際に東日本大震災の際には多くの勤労者が東京都内を徒歩で帰宅することを余儀なくされた。

2021 年度より神戸市、NTT ドコモ、理化学研究所の 3 者は共同で、実データに基づく神戸市のデジタルツインを構築し、避難シナリオの検討、あるいは再開発のシナリオを含めたより広範なまちづくり

の検討を進めている。本研究では、神戸市の外部で大規模災害が発生した場合を想定し、普段から神戸市中央部へ徒歩で通勤している人に加え、普段は電車で通勤する人が駅に集まり、電車が運休していることを知って徒歩での帰宅に切り替えるケースをシミュレーションすることを目標に、帰宅困難者によって生じる混雑が著しい箇所の推定を試みた。また、特定の箇所からの徒歩帰宅者の出発を遅延させれば、これらの混雑が避けられるか、その程度はどのくらいになるか調査した。

## 2 シミュレーション手法

シミュレーションフレームワークとして、オープンソースのエージェントベース歩行者シミュレータである CrowdWalk と、手作業で編集された OpenStreetMap、株式会社 NTT ドコモ (以降ドコモ) により提供された 1 時間分解能・500 m メッシュの人口データを用いた。シミュレーション領域を図 1 左の赤枠で示す。OSM には図 1 右に示すように、歩道・横断歩道が部分的に含まれ、歩行者信号の実装はない。車道・歩道両方のデータを抽出して横断歩道リンクに信号を実装することにした。そのさい図 1 右図青枠以外の領域のように、交差点内のリンクを手作業で削除することにより、赤信号の際でも車道を通して交差点を貫通してしまう歩行者を抑止し、機能する歩行者信号を実装し機能させた。



図 1: シミュレーション領域 (左赤枠) と歩道実装の様子 (右青枠)

## 3 歩行者数推定とシナリオ・結果

人口データでは昼間に神戸市中心部にいる人々がどのメッシュからやってきたか (正確な座標・時刻は不明であるものの) 遡って調べることができる。これにより、シミュレーション領域内から出勤してきた人、東西から出勤してきた人をメッシュごとに弁別し、全体で通常時の徒歩帰宅者は 53,310 人、うち

区内・東・西からの出勤がそれぞれ 14,856 人、16749 人、21,705 人と判明した。シミュレーションにはより細かいメッシュ単位人口を入力した。

神戸市の近隣で災害が発生し、この人数が一斉 (1 時間以内) に帰宅を開始した場合と、図 2 赤枠で代表する旧居留地の人々が帰宅を遅延した場合を比較した。結果、図 3 に示すように混雑箇所が顕著に減少した。避難時間は図 4 に示すように全体では約 5 時間から 8 時間に増大するが、これは遅延の効果がドミナントで、旧居留地以外・遅延させた旧居留地からの帰宅行動の完了時間はいずれも元の時間より短く、それぞれ要した時間は約 4 時間と約 2 時間となった。



図 2: 旧居留地の場所

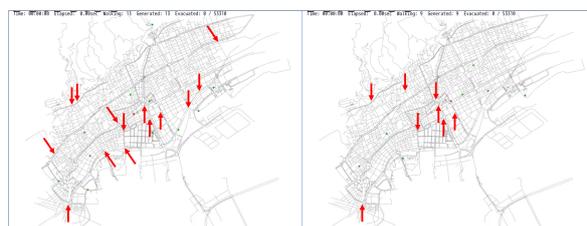


図 3: 遅延なし (左)・あり (右) による混雑箇所 (赤矢印) の比較

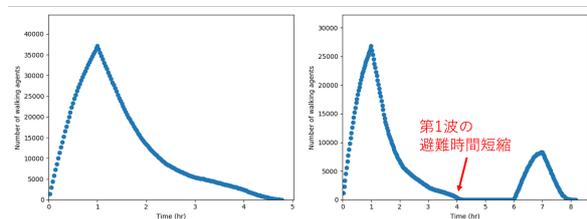


図 4: 遅延なし・ありによる歩行者人数の比較