

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 17 日現在

機関番号：33917

研究種目：基盤研究(A) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24241054

研究課題名(和文) 都市内の災害時の流動に関する総合的研究 効率性と頑健性を備えた都市実現に向けて

研究課題名(英文) Comprehensive study on the flow of people in the event of a disaster to make robust environment city

研究代表者

鈴木 敦夫 (SUZUKI, Atsuo)

南山大学・理工学部・教授

研究者番号：70162922

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 36,100,000円

研究成果の概要(和文)：都市内の災害時の人の流動に関する総合的な研究として、本研究ではテーマを3つ設定した。1) 交通ネットワークシステムの頑健性と効率性の評価：道路、鉄道、航空網それぞれについて、GISデータ、時刻表、交通量データを用いて頑健性と効率性の評価を行った。2) 緊急時の都市内・都市間流動に関するモデル：過大な交通量が流れているときの鉄道の遅延を記述する数理モデルを開発した。また、都市内で早急な避難が必要なほどの重大な事故が発生したときの都市内経路の解析について研究を進展させている。3) コンパクトな都市空間の設計原理：鉄道網の発達が発達平面を時間的に縮小させる効果について数理的に分析した。

研究成果の概要(英文)：As a comprehensive study on the flow of people in the event of a disaster in the city, it was set three themes in this study. 1) Evaluation of transportation network robustness and efficiency: We have evaluated the robustness and efficiency of roads, railways, and aviation networks by using GIS, timetable and traffic data. 2) Making traffic flow models in the event of an emergency: We have developed a mathematical model that describes the railway of the delay of when an excessive amount of traffic is flowing. Also, we have analyzed the path in the city to progress the study of when serious accidents as required immediate evacuation. 3) Compact urban space design principles: We have mathematically analyzed that travel times on the plane are shortend by railway networks.

研究分野：オペレーションズ・リサーチ

キーワード：都市のオペレーションズ・リサーチ 防災 都市計画 交通 GIS

1. 研究開始当初の背景

東日本大震災が、広範囲で大きな被害をもたらした。都市における防災計画を考えるために、災害時の人の流動について明らかにする必要があった。

2. 研究の目的

本研究は「都市の OR」と呼ばれる分野の英知を結集して、都市が直面する災害時の交通やそれに関する施設配置、さらには防災の都市計画の基礎等の問題を解明・解決することを目的とするものである。東日本大震災に見られるように自然災害に対する安全性に関して、都市は効率的かつ頑健な運用の必要性に迫られている。それに対し、数量的、実証的な解決策を与えるのが本研究の目的である。OR、都市工学、地理情報システム等の専門家でグループを組織し、自然災害に関する交通、施設、都市計画のモデルに新展開をもたらす。研究の実施にあたっては、抽象的なモデルを作成するだけでなく、必ず、現実のデータを利用してモデルの妥当性の検証を行い、将来起こりうる現実の災害に対する防災の具体的な問題に対する提言を行う。さらにこれらは統合し、防災意思決定支援システムを試作する。

3. 研究の方法

年度初めに研究会を開いて、従来の本研究グループの研究成果の総括を行い、役割分担や協力関係の確認を行った。各テーマの担当者で随時研究打合せを行い、年間4回程度全員で研究会を行った。外部の研究者も交えて年2回のワークショップを開き、研究の成果を社会に発表した。

4. 研究成果

都市内の災害時の人の流動に関する総合的な研究として、本研究ではテーマを3つ設定していた。ここでは、これに従って研究実績を述べる。それぞれの成果は研究発表欄に記載するとおり論文や学会研究発表会で公開したものである。

(1) 交通ネットワークシステムの頑健性と効率性の評価：道路、鉄道、航空網それぞれについて、GIS データ、時刻表、交通量データを用いて頑健性と効率性の評価を行った。また数理モデルを用いて現状の交通網の問題点を指摘し、改善すべき点について指摘した。いくつかの成果が得られたが主要な成果として、人口希少地域におけるバス路線網は、バス本数が少ないことが指摘されているが、異なるバス路線同士の接続を改善することによって、その利便性を大きく向上させることができることが明らかとなった。

(2) 緊急時の都市内・都市間流動に関するモデル：過大な交通量が流れているときの鉄道の遅延を記述する数理モデルを開発した。また、都市内で早急な避難が必要なほどの重大な事故が発生したときの都市内経路の解

析について研究を進展させている(図1, 図2)。さらに、救急車の配置とその経路についても考察した。このような分析においては、確率モデルと施設配置モデルの融合が重要な役割を果たすことを明らかにした。

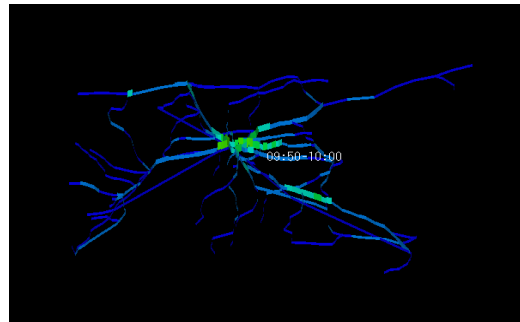


図1：中京圏の鉄道による交通流動の可視化

2時間以内に帰宅できた学生の最寄り駅の分布

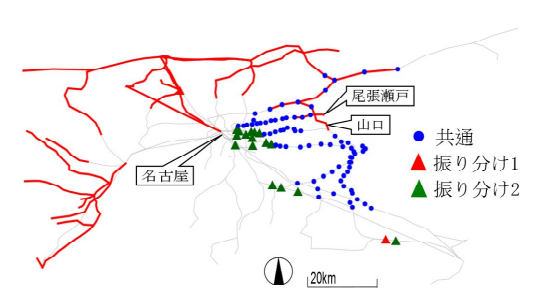


図2：避難に要する時間を地図に示した例

(3) コンパクトな都市空間の設計原理：鉄道網の発達が平面を時間的に縮小させる効果について数理的に分析した。需要の地域差に対して病院を適切に配置する数理モデルを開発した。施設配置や交通路の配置によって空間を時間的に縮小させることができることは自明であるが、実データを用いて、この効果が最大となるように設計する研究を今後も進めたい。

また、医療機関における緊急時のスムーズなスケジューリングは効率的な機器や人的資源の活用のため重要である。本研究では、ORによるスケジューリング問題の定式化と問題解決のためのソフトウェアの施策を行った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計13件)

伊藤真理, 鈴木敦夫, 河原芳昭, 人間ドックにおける最適スケジュール作成について - SSSMC システムの構築 - , 日本経営工学会論文誌, 有, Vol. 66, No. 1, 2015, 49-58

伊藤真理, 鈴木敦夫, 藤原祥裕, Operating

rooms scheduling system: A case study in Aichi Medical University Hospital, Proc. of International Symposium on Scheduling 2015, 有, 2015, 114-120

李 明哲, 張 玉超, 交差点における交通信号の最適サイクル長と切り替え時間へのアプローチ, 日本オペレーションズ・リサーチ学会和文論文誌, 有, Vol. 58, 2015, 148-165

山口剛志, 三和雅史, 大山達雄, わが国の鉄道事故の発生状況と列車運行に与える影響分析, 交通と統計, 有, No.41, 2015, 02-15

森本陽, 栗田治, 田中健一, 混雑状況下にある建築空間内の出口選択が避難効率に与える影響の評価モデル, 都市計画論文集, 有, 50(3), 2015, 636-643

Mihiro Sasaki, James F. Campbell, Mohan Krishnamoorthy, Andreas T. Ernst, A Stackelberg hub arc location model for a competitive environment, Computers & Operations Research, 有, 47, 2014, 27-41

鶴飼孝盛, 佐々木美裕, 空間的な需給バランスを表す新しい指標の提案 - 神奈川県急性期病床を対象として -, 都市計画論文集, 有, 49(3), 2014, 987-992

鳥海重喜, 福岡市におけるフードデザート問題の分析, 都市計画論文集, 有, 49(3), 2014, 993-998

Yudai HONMA and Shigeki TORIUMI, Model Analysis of Electric Vehicle Charging Infrastructure Development on Highways - An Approximation of the Required Scale of Electric Vehicle Charging Facilities -, FORMA, 有, 29(1), 2014, 41-50

Shigeki TORIUMI, Azuma TAGUCHI and Teturo MATSUMOTO, A Model to Simulate Delay in Train Schedule Caused by Crowded Passengers - Using a Time-Space Network -, International Regional Science Review, 有, 37(2), 2014, 225-244

三浦英俊, 国土係数理論を用いた日米英の地域別道路総延長の比較, 都市計画論文集, 有, 48(2), 2013, 153-158

稲川敬介, 古田壮宏, Effect of Merger with Neighboring Local Ambulance Systems, Proceedings of 2013 Asian Conference of Management Science & Applications, 有, 2013, 150-155

三浦英俊, 古藤浩, 平均距離を用いた地域のコンパクト性の計測, 都市計画論文集, 有, 48(3), 2013, 903-908

〔学会発表〕(計 10 件)

伊藤真理, 大西愛乃, 鈴木敦夫, 今村明, 伊藤卓也, 愛知医科大学病院における研修医スケジューリング問題, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2016 年春季研究発表会, 2016 年 3 月 18 日, 慶應義塾大学(神奈川県・横浜市)

中山莉奈, 鈴木敦夫, ズヴィ・ドレズナー, タミ・ドレズナー, The Big Tetrahedron

Small Tetrahedron Method for Three Dimensional Location Problem, INFORMS Annual conference in Philadelphia, 2015 年 11 月 1 日, フィラデルフィア(米国)

大西愛乃, 今村明, 伊藤卓也, 伊藤真理, 鈴木敦夫, Scheduling system for the resident training system in Aichi Medical University Hospital, INFORMS Annual conference in Philadelphia, 2015 年 11 月 1 日, フィラデルフィア(米国)

伊藤真理, 今村明, 伊藤卓也, 大西愛乃, 鈴木敦夫, Implementing night-shift scheduling system for residents in Aichi Medical University Hospital, INFORMS Annual conference in Philadelphia, 2015 年 11 月 1 日, フィラデルフィア(米国)

Mizuyo Takamatsu and Azuma Taguchi, Train and bus timetable design to ensure smooth transfer in areas with low-frequency public transportation services, The 6th International Conference on Railway Operations Modelling and Analysis (RailTokyo2015), 2015 年 3 月 25 日, 幕張メッセ(千葉県・千葉市)

Mari Ito, Atsuo Suzuki, Yoshihiro Fujiwara, An Implementation of Operating Rooms Scheduling System in Aichi Medical University Hospital, INFORMS Annual Meeting 2014, 2014 年 11 月 11 日, Hilton San Francisco(米国)

伊藤真理, 鈴木敦夫, 愛知医科大学病院における手術室のスケジューリング支援システムについて, 第 36 回日本手術医学会総会, 2014 年 9 月 27 日, 札幌ロイトンホテル(北海道・札幌市)

田口東, 高松瑞代, 駅構内売店利用者の待ち時間に対する耐性と購買行動, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2014 年秋季研究発表会, 2014 年 8 月 28 日, 北海道科学大学(北海道・札幌市)

伊藤真理, 鈴木敦夫, 藤原祥裕, 手術所要時間の予測値を用いた手術室のスケジューリング, 日本オペレーションズ・リサーチ学会 2014 年秋季研究発表会, 2014 年 8 月 28 日, 北海道科学大学(北海道・札幌市)

伊藤真理, 鈴木敦夫, 藤原祥裕, 手術室スケジューリングのための手術所要時間の推定について, 日本経営工学会 2014 年春季大会, 2014 年 5 月 17 日, 法政大学(東京都・千代田区)

〔図書〕(計 1 件)

腰塚武志 他, モデリングー広い視野を求めて -, 近代科学社, 2015, p. 192

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:

発明者:

権利者：
種類：
番号：
出願年月日：
国内外の別：

取得状況（計 件）

名称：
発明者：
権利者：
種類：
番号：
取得年月日：
国内外の別：

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

鈴木 敦夫 (SUZUKI, Atsuo)
南山大学・理工学部・教授
研究者番号：70162922

(2) 研究分担者

李明哲 (LI, Mingzhe)
福岡大学・経済学部・教授
研究者番号：00320268

佐々木 美裕 (SASAKI, Mihiro)
南山大学・理工学部・教授
研究者番号：20319297

鷓飼 孝盛 (UKAI, Takamori)
東海大学・医学部・助教
研究者番号：20453540

大山 達雄 (OYAMA, Tatsuo)
政策研究大学院大学・その他の研究科・教授
研究者番号：30134323

三浦 英俊 (MIURA, Hidetoshi)
南山大学・理工学部・教授
研究者番号：30306253

栗田 治 (KURITA, Osamu)
慶應義塾大学・理工学部・教授
研究者番号：40211891

田口 東 (TAGUCHI, Azuma)
中央大学・理工学部・教授
研究者番号：50114533

稲川 敬介 (INAKAWA, Keisuke)
秋田県立大学・システム科学技術学部・助教
研究者番号：50410759

小市 俊悟 (KOICHI, Shungo)

南山大学・理工学部・准教授
研究者番号：50513602

古田 壮宏 (FURUTA, Takehiro)
奈良教育大学・教育学部・准教授
研究者番号：60453825

鳥海 重喜 (TORIUMI, Shigeki)
中央大学・理工学部・准教授
研究者番号：60455441

藤原 祥裕 (FUJIWARA, Yoshihiro)
愛知医科大学・医学部・教授
研究者番号：70238640

高松 瑞代 (TAKAMATSU, Mizuyo)
中央大学・理工学部・准教授
研究者番号：70580059

田中 健一 (Tanaka, Ken-ichi)
慶應義塾大学・理工学部・講師
研究者番号：90408724

(3) 研究協力者

伏見正則 (FUSHIMI, Masanori)
南山大学名誉教授

腰塚武志 (KOSHIZUKA, Takeshi)
筑波大学名誉教授