

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年 3月31日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22510148

研究課題名（和文） 多様な情報に基づく施設配置問題の研究と都市計画への応用

研究課題名（英文） Studies on Facility Location Problem Based on Various Informations and Its Application to Urban Planning

研究代表者

石井 博昭（ISHII HIROAKI）

関西学院大学・理工学部・教授

研究者番号：90107136

研究成果の概要（和文）：緊急施設配置を中心に研究した。障害物を考慮するとともに、距離としてはA距離を用い、配置候補地の望ましさ、事故発生確率の違いを仮定したより現実的なモデルを構築して、その効率的な解法を作り出すことができた。さらに既存施設の存在のもとのモデルへと拡張し、その解法を得た。これら多目的モデルから得られた非劣解の中からどの解を採用するかという実際の決定のルールに役立つよう数理的評価方法と融合させた施設配置モデルを考えた。この研究成果は幾つかのSCI Journalに掲載され、数理的方法としてはかなりの成果が得られている。多様な情報を用いて施設配置を行うという当初の目的が達成されていると思っている。また、これで前回の科学研究「都市の基盤づくりとしての施設配置の数理的研究」と合わせ、施設配置の面からモデルとしてデータベースができつつあると思う。

研究成果の概要（英文）：Basically we have studied emergency facility location problem. Barriers, A-distance, Preference of the possible site, different accident occurrence probabilities etc. are considered and taking them into account we construct more realistic models are constructed. For these models we have proposed efficient solution procedures. Further we have extended the model toward one with the given facility and obtained a solution procedure. We have constructed the combined model with mathematical evaluation method useful to the decision rule choosing the suitable one among the non-dominated solutions of these multi-criteria models. These results from this study are published or to be published in SCI journals and we think the result is good enough as a mathematical approach to the facility location problem. Therefore we think that our purpose to study the facility location problem based on various informations is done. Moreover summarizing with the previous research “Mathematical studies on facility Locations as an infrastructure of Urban Area”, we are constructing the data base of facility location models.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2011年度	800,000	240,000	1,040,000
2012年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
総計	2,700,000	810,000	3,510,000

研究分野：複合領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学

キーワード：社会システム、施設配置、都市計画、多様な情報、数理的評価法、シナリオ

## 1. 研究開始当初の背景

これからの社会では、既存の施設も含めて、その統廃合や、それに伴う人、物の新、再配置が鍵となっている。実際これらは簡単には変更できない。そこでこれまでの都市の基盤作りの研究を生かすことを考え、各種の公共施設、商業施設、交通網の整備等の計画策定の実システムを作ることを目指すことにした。平成20年度に終了した科研費「都市の基盤づくりとしての施設配置の数理的研究」の中で得られた個別の施設配置の成果を具体的に利用して、もっと様々な情報を生かした総合的な都市計画へと展開していく。我々は一方で数理的評価法の研究を行っており、特にITインフラ整備のための政策評価関連で台湾成功大学管理学系李再長教授と共同研究を行った。従来の単なる施設配置ばかりでなくいろいろな要素を加味して都市計画に応用しようと試みる。

1つ目は以前の研究ですでに考えてきた、施設配置に候補地の評価あるいは行政と近隣の住民とのコンセンサスを組み入れた計画である。人間は複雑で多様な基準を同時に持っており、ショッピングモールや駅あるいは学校などは近ければ良いのではなく、実際にはあまり近いと騒音、環境、治安などの悪化のため敬遠される。このように同一の人でも矛盾した基準を持っている。各人や行政が持つ代替案の選好順序にできるだけマッチした解を求めていくことが必要である。行政側としては設置コストなどからくるその設置場所の望ましさも勘案しなければならない。2つ目は日本でも台湾でも重要課題である、緊急施設配置の整備である。これらの設備単独では、都市計画としては有効でないので、関連するITインフラなど、施設の中身も考え、複合的に施設配置を行うことを目指さねばならない。

## 2. 研究の目的

これまでの最適施設配置では、考慮されてこなかった将来の状況予測を用いて、立地場所の検討を推し進める。新しい金融工学的シナリオ解析や数理的評価方法を開発して、多目的に評価する。このためのデータ集めを行う。様々な状況のもと（より一般的障害物の存在、非対称距離、時間帯等）での2地点間の距離について数理的、解析的に研究を進める。消防署などの緊急施設について、既存施設の統廃合を含めて配置についての研究を進める。この際のデータは近隣の消防署に協力を依頼する。モデル

にはその設備の規模や性能（IT化の程度）などを入れた最適化を計る。同時に複数タイプの施設を配置する場合の最適化について考察する。その他、商業施設なども含めたさまざまな施設についての社会的最適化について考察する。以上のような各施設を総合的に配置する計画を立てる。

実際にいろいろな条件を入れた最適な配置場所や将来の状況を出力するシステムを構築する。研究協力者の台湾成功大学都市計画系葉教授には、幅広く適宜関連するデータについて、日本ばかりではなく、台湾、特に台南市周辺のもの収集からその手法、検証を手伝ってもらう。

以上の研究から制約条件等についても現場に合ったモデルにより最適施設配置のデータベース化を行い、計算機上で必要な場合に容易にシミュレーションができるようにする。

## 3. 研究の方法

数年前から国際共同研究をしている台湾国立成功大学都市計画系葉教授に示唆やデータ情報提供を受ける。特に各種施設の総合的配置モデルにおける条件の追加や妥当性について議論するとともに、研究成果を評価してもらい現実的なモデル作成に役立てる。一方で、連携研究者の奥原浩之、塩出省吾、斎藤誠慈の各氏と協力して前回の基盤研究「都市の基盤づくりとしての施設配置の数理的研究」で考察した個別施設モデルを結びつけてより現実的にすると共に将来および波及効果をも考えた様々な情報を手に入れて、都市計画に資するデータベースを構築する。そのため購入するパーソナルコンピュータを駆使して、各人の得意分野での解析および地理情報などの共有化を行う。最終的には適当な設定の下、計算機上での配置実験のためのシステム作りをする。

## 4. 研究成果

まず緊急施設配置について、事故発生確率、障害物の存在、既存施設の存在の下での場所の望ましさを考慮したモデルを構築して、その効率的解法を与えた。これらは多目的モデルであるため得られた非劣解を数理的に評価して、どの解を採用するかを決定する方法についても考察した。これは、都市計画に応用する際には住民の多様な基準を考慮した数理的方法である。一方施設

配置のコストについて確率変動を考慮したモデルも構築した。施設は一度作れば簡単に統廃合できないので、将来のコスト変動、人口変動などのシナリオを考えたモデルへと発展させた。施設建設者側の考慮であり、今まで考察されていない新しいモデルである。特に都市計画へ応用する際に重要である。また、今回は施設の運用などの観点から物資の輸送や運用などのモデルについても考察し効率的解法を与えた。特に東北の大震災の復旧にも役立つファジィ郵送問題も発表した。これらは各々SCI Journalに論文掲載、あるいはそれに準ずる国際雑誌に論文を公表した。これらは、数理的モデルについて厳しい雑誌であり、我々の研究が実際に役立つ可能性が大きいことを示している。塩出氏との都市計画での利便性に繋がる競合施設の研究をはじめ、連携研究者とも協力して多様な情報の下での施設配置に一定の貢献を行ったと思っている。

#### 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 12 件)

- ① Yue Ge, Minghao Chen and H. Ishii, "Chance Constrained bottleneck transportation problem with preference of routes," *Kybernetika*, Vol.48, pp.958-967, 2012(査読有) .
- ② Xuesong Li, H. Ishii and Minghao Chen, "Batch scheduling problem with due date and fuzzy precedence relation," *Kybernetika*, Vol.48, pp.346-356, 2012(査読有)..
- ③ Yue Ge, Minghao Chen and H. Ishii, "A Generalized bi-criteria fuzzy integer flow sharing problem," *International Journal of Approximate Reasoning*, vol.53, pp.480-492, 2012(査読有).
- ④ Shogo Shiode, Kuang-Yih Yeh and Hao-Ching Hsia, "Optimal location policy for three competitive facilities," *Computers & Industrial Engineering*, vol.62, pp.703-707, 2012(査読有).
- ⑤ Xuesong Li, H. Ishii and Teruo Masuda, "Single machine batch scheduling problem with fuzzy batch size," *Computers & Industrial Engineering*, vol.62, pp.688-692, 2012(査読有).

- ⑥ H. Ishii, Y. L. Lee and Y. K. Yeh, "Mathematical Ranking Method for Facility Location Problem," *International Journal of Japan Association for Management Systems*, vol.4, pp.73-76, 2012(査読有)
  - ⑦ Yue Ge and H. Ishii, "Multi-objective bottleneck transportation problem with random and fuzzy factor," 最適化シンポジウム 2011—災害支援におけるサービス科学予稿集, 17-28, 2011(招待講演) .
  - ⑧ Tomoko Kashima, Shinpei Matumoto and H. Ishii, "Decision Support System for Menu Recommendation Using Rough Set," *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, Vol.7 pp. 2799-2808, 2011(査読有)
  - ⑨ H. Ishii, H. C. Hsia and K. Y. Yeh, "Fuzzy Facility Location Problem with Preference of Candidate Sites and Asymmetric A-distance," *International Journal of Innovation Computing Information and Control*, vol.7, pp.4989-4904, 2011(査読有).
  - ⑩ Tsuda and Seiji. Saito, "Application of Fuzzy Theory to the Investment Decisions Process," *Fuzzy Optimization* (ed. W. L. Lodwick and J. Kacprzyk), Springer, pp.365-388, 2010(査読有).
  - ⑪ H. Kono, H. Ishii and Shogo Shiode, "The Study of Trade-off in Conjoint Analysis," *Scientiae Mathematicae Japonicae*, vol.71, pp.121-127, 2010(査読有).
  - ⑫ Yue Ge and H. Ishii, "Stochastic bottleneck spanning problem on a fuzzy network," *Fuzzy Optimization in Fuzziness and Soft Computing*, vol.254, pp.313-321, 2010(査読有).
- [学会発表] (計 13 件)
- ① H. Ishii, "New ambulance facility construction problem with block-wise accident occurrence probabilities and given facility," The 15<sup>th</sup> Czech Japan Seminar on Data Analysis and Decision Making under Uncertainty, 2012.9.25, Osaka University, Japan.
  - ② Xuesong Li, H. Ishii, "Batch scheduling problem with fuzzy due date and fuzzy precedence relation," The 15<sup>th</sup> Czech Japan Seminar on Data Analysis and Decision Making under Uncertainty, 2012.9.25, Osaka University, Japan.

- ③ H. Ishii, “Consensus Formation based on Scenario,” The 8<sup>th</sup> Korea Japan Workshop on Sustainable Management Systems in Service Industry, 2012.8.28, Matumoto University, Japan.
- ④ H. Ishii and Y. L. Lee, “Ambulance Facility Problem with Block-wise Accident Occurrence Probabilities,” ISOLDE XII, 2012.7.23, Hotel Granvia Kyoto, Kyoto, Japan.
- ⑤ H. Ishii and Yung Lung Lee, “Assignment Problem based on Mathematical Formation of Consensus,” KES-IDT-2012, 2012.5.24 Nagaragawa Convention Center, Gifu, Japan.
- ⑥ H. Ishii, “Some Mathematical evaluation method and its extension,” Keynote at International Symposium on Innovative Management, Information & Production, 2011.10.8, Otaru University of Commerce, Japan
- ⑦ Xuesong Li, H. Ishii and Minghao Chen, “Batch scheduling problem with due date and fuzzy precedence relation,” The 14<sup>th</sup> Czech Japan Seminar on Data Analysis and Decision Making under Uncertainty, 2011.9.19, Hejnice, Czech Republic.
- ⑧ H. Ishii, Y.L. Lee and Y. K. Yeh, “Mathematical Ranking Method for Facility Location Problem,” The 2<sup>nd</sup> International Conference on Business and Information, 2011.9.1, Japan America Institute of Management Sciences, Hawaii USA
- ⑨ H. Ishii and W. Y. Wu, “Some Mathematical Evaluation Methods and Application to Marketing,” The 9<sup>th</sup> International Conference on Multinational Enterprises, 2011.3.29, Chinese Cultural University, Taiwan
- ⑩ H. Ishii, “Fuzzy Transportation Problems,” Joint Workshop on Research & Business Development for Substitutable Transportation, 2011.2.10, Osaka Institute of Technology, Japan.
- ⑪ T. Hasuike, H. Katagiri and H. Ishii, “Risk Management of Random Fuzzy Shortest Path Problem,” The 13<sup>th</sup> Czech Japan Seminar on Data Analysis and Decision Making under Uncertainty, 2010.11.3, Otaru University of Commerce, Japan
- ⑫ Xuesong Li, H. Ishii and Teruo Masuda, “Single machine batch scheduling problem with fuzzy batch size,” The 40<sup>th</sup> International Conference on Computers and Industrial Engineering, 2010.7.28, Awaji Island, Japan
- ⑬ Shogo Shiode, Kuang-Yih Yeh and Hao-Ching Hsia, “Optimal location policy for three competitive facilities,” The 40<sup>th</sup> International Conference on Computers and Industrial Engineering, 2010.7.26, Awaji Island, Japan

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

石井 博昭 (ISHII HIROAKI)  
 関西学院大学・理工学部・教授  
 研究者番号： 90107136

### (3) 連携研究者

塩出 省吾 (SHIODE SHOGO)  
 神戸学院大学・経営学部・教授  
 研究者番号： 40154174

齋藤 誠慈 (SAITOU SEIJI)  
 同志社大学・工学部・教授  
 研究者番号： 90225714

奥原 浩之 (OKUHARA KOUJI)  
 大阪大学・情報科学研究科・准教授  
 研究者番号： 40284161