

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 5 月 18 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2016

課題番号：25350466

研究課題名(和文)総合的評価方法に基づく施設配置計画とその応用

研究課題名(英文)Facility location problem based on total evaluation method and its application

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

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：施設配置問題の配置の基準についていろいろな観点から考察できるように数理評価方法のこれまでの研究成果を適応した。この際施設の利用者と設置者の双方の観点から判断するように評価法を工夫した。建設費用に関する基準のあいまい性や確率変動を考慮するとともに障害物の存在も取り入れた総合的配置モデルを考えた。複数の施設を同時配置をする一般的モデルとし、複合施設としての配置も可能として、非劣位置の概念を導入して設置者に有用な情報を提供できるようにしている。

さらにはヘルスケア施設の配置への発展となる給食センターの適切な設置場所の研究にも取り組んだ。

研究成果の概要(英文)：As criteria of facility location, various mathematical evaluation methods are created in order that suitable sites to facility construction are determined. For that purpose, that is, creation of mathematical evaluation to facility location, viewpoints of both user and constructor are taken into accounts. Further ambiguity of criteria and uncertainty about construction cost & existence of barrier are also considered in our facility location models. These are general models to construct various types of facilities including possibility as a multi-facility. Anyway we tried to propose useful information to construction side by introducing idea of non-dominated sides.

Evenmore we researched on center of school lunch as a start of extension to healthcare facilities.

研究分野：数理計画

キーワード：数理的評価 複合施設 ヘルスケア施設 多目的 不確実：不確定 シナリオ解析 緊急施設

1. 研究開始当初の背景

我々はこれまで、色々な情報のもとでの施設配置の研究を行ってきた。特に 20 年度に終了した「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、従来の基準のように忌避型あるいは公共型のように割り切れない、利用者の価値の多様性を考慮してきた。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。そのため、最適に配置あるいは配分を行う必要性はますます高まっている。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。実際の施設をどの場所に配置するかを決めるためには、従来のように各施設について最適な場所だけではなく、2 番目、3 番目、などランク付けした解が必要である。したがって、施設配置問題において効率的に K 番目までの解をもとめる解法の開発が急務となる。このような解法は学術的にも意義がある。違った性格の施設を違った場所に最適な配置をするには、行政側だけではなく市民からの要望を取り入れて合意のもとで行うことがこれからは重要である。肯定的な立場の人たちとネガティブな立場の人たちが同時に存在する状況での施設配置がより現実にあった施設配置問題である。

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でさえ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。妥当な施設配置計画は、各人や行政がもつ代替案の選好順序にできるだけマッチしたマイルドな解を求めていくことが必要である。この選好関係をどのように構築するかは他の意思決定問題にも応用が効き、学術的な意義がある。アンケートなどにより選好関係をランク付けして答えてもらうのが従来は一般的な方法であるが、同順位が存在するあるいはどちらが上とは付けがたいときの解決策として、2 つの代替案に対して可能性を聞く、あるいは A が 0.6 ぐらいで 3 位、B は 0.4 ぐらいで 3 位というように分数と許すようにする方法を考えており、これに絡んで新しい順位付け法を考えているが、より一般的で信憑性のある方法につながると思っている。

設置コストや安全性をも加味し、データの不確実性や将来の変動を考慮したシナリオ解析やリスク解析の手法からくる設置場所の望ましさも要因に入れた設置場所の総合的順位付けを行う。このためには各場所について、各要因に関する順位付けをどのように統合して数理的に合意形成に持っていく仕組みを作るかは重要である。

上記のことは平成 24 年度で終了した「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」で、都市計画の研究者の葉光毅教授(台湾成功大学都市計画系)との議論の中でわかった。施設設置計画は個々の施設についてではなく全体として「最適に」計画されることが必須で他の社会システムの最適化につながる研究となる。たとえば緊急施設配置の整備は他の施設より重要であり、優先度が高いが単独では、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す。

2. 研究の目的

施設配置は、一度作ると廃棄あるいは変更がむずかしいので、適当な数理的総合モデルを構築して、最適な配置についていろいろな角度から検討する必要がある。既存の施設も含めて、各種施設をリンクさせた総合モデルを作り、将来像を反映した全体モデルの検証を通して、無駄のない効率的で効果的な施設配置計画を目指す。このため、各施設とその配置場所についての施設配置問題の解に関して、各要因についてランク付けを行い、確率変動を想定した費用の下での予算制約や、合意形成の考え方のもとにどの場所にどの施設を作ったらよいかを効率的に決定する仕組みを構成することを目指す。その際、利用者の曖昧性を含む意識や施設に対するニーズの確率変動など不確実・不確定要因を十分に考慮した納得の行く仕組みにする。

3. 研究の方法

多様な情報の下での施設配置モデルを作成し、既存の施設も含めて、各種施設をリンクさせた配置を考える。このため個別の施設配置を最適な場所だけでなく 2 番目、3 番目など適当な K 番目まで求める解法をまず構築する。また、各候補地にどの施設を配置するかに適した数理的評価方法を新たに開発する。緊急施設については確率的に変動し、曖昧性を含む建設費用などの要因のもと、統廃合を含めて予算内で複数配置する計画を最適解から 2 番目、3 番目等複数生成する。これらから、各候補地での施設のランキングが分かるので、合意形成での相対距離から、割り当て問題を構成し、どの場所にどの施設を配置するかを決定する仕組み作りを構成する。

4. 研究成果

(1) 配置場所について多様な基準を基に数理的に評価する方法を考案した。特に解のランキングを行って合意形成として配置場所を決める方法や将来のシナリオを考慮した配置を考えた。人を施設、ポジションを候補地とした新たな施設配置としても適用した。

(2) 緊急施設について、事故発生確率がブロックごとに異なる場合に多様な基準の下で妥当な配置を行う方法を考察した。

(3) 施設への距離に関する満足度や建設費用の不確実性の下で障害物の存在も考えた施設配置を考察した。

(4) 施設への距離が遠い方がよいとする

忌避型利用者と距離が近いほど良いとする歓迎型利用者の両方が存在するものでの妥当な配置場所を決定するモデルについてその非劣配置場所を定義し、それ等を求める方法を考案した。

(5) 多様な複数の施設を同時に配置するモデルを考え、多様な基準の下、非劣配置場所を求める方法を考えた。

(6) ヘルスケア施設に関する配置問題を考察した。特に AED の最適配置について考えた。関西学院大学三田キャンパスでのデータを得て、建物群での配分と設置場所についてネットワークモデルを作り、適切に配置する方法を考案した。AED は移動可能な施設としても考えられる。次の課題「施設の総合的配置計画とその応用」へと引き継がれる基礎研究も築いた。

(7) 施設配置はその運用も考えて設置場所を決めなければならないが、そのためにスケジューリングの研究も必要である。広い意味でヘルスケア施設である学校給食センターを、その運用も考えて配置場所を設定すべきものとしての設置場所を求めるモデルを考えた。三田市のデータを用いて簡単な実証を試みた。

(8) その他、施設の運用に役立ついくつかの在庫管理や病院での手術室での医者の配置などのモデルも設定し解析した。

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 5 件)

Hiroaki Ishii and Yusuke Sasaki, "Optimal facility location problem under stochastic construction cost and barriers," International Journal of Japan Association for Management Systems, 査読有, Vol.8, 2016, pp.35-38.

Hiroaki Ishii, "Facility location problem under users with two type criteria, min-max and max-min," International Journal of Japan Association for Management Systems, 査読有, Vol.7, 2015, pp.7-11.

Hiroaki Ishii, "Stochastic facility location problem with fuzzy conditions," 知識と情報, 査読有, 20 巻, 2014, 867-872.

Hiroaki Ishii, "Consensus Formation Based on Scenarios," International Journal of Japan Association for Management Systems, 査読有, Vol.5, 2013, pp.9-13

Hiroaki Ishii and Yung Lung Lee, "Mathematical Ranking Methods for Emergency Facility Location Problem with Bloch-wise Different Accident Occurrence Probabilities," Procedia Computer Science, 査読有, Vol.22, 2013, pp.1065-1072

[学会発表](計 14 件)

Hiroaki Ishii, "Consensus formation on

allocation of candidates to positions by using preference of candidate side," 招待講演, 2016 Joint workshop between Japan and Korea on Research & Business Development for sustainable Transportation, 2016.9.30-2016.10.2, Seoul (Korea)

Takeshi Itoh and Hiroaki Ishii, "A Minimum spanning Tree Model with Fuzziness and Randomness," The 19th Czech Japan Seminar on Data Analysis and Decision Making under Uncertainty, 2016.9.5-2016.9.7, 松本大学(長野県松本市)

Hiroaki Ishii, "Simultaneous Allocation Problem of Multiple Facilities," The 19th Czech Japan Seminar on Data Analysis and Decision Making under Uncertainty, 2016.9.5-2016.9.7, 松本大学(長野県松本市)

Hiroaki Ishii, "Consensus Making Methods by Aggregating Group-wise Consensus Formation," The 17th Asia Pacific Management Conference, 2015.9.30-2015.10.3, Seoul (Korea)

Yusuke Sasaki and Hiroaki Ishii, "Facility Location Problem for Supply Center of School Lunch," The 17th Asia Pacific Management Conference, 2015.9.30-2015.10.3, Seoul (Korea)

Shintaro Mohri and Hiroaki Ishii, "Optimal allocation of AED," ISME2015, 2015.9.2-2015.9.3, 北九州国際会議場(福岡県北九州市)

Hiroaki Ishii, "Some Problems on Healthcare management," The 11th Korea Japan Workshop on Sustainable Management Systems in Service Industry, 2015.8.28-2015.8.30, Gyeongju (Korea)

Hiroaki Ishii, "Some Location and Allocation on Healthcare," 招待講演, Healthcare and Management International Conference 2015, 2015.6.4-2015.6.5, Chung Hwa University of Medical Technology, Tainan (Taiwan)

Yusuke Sasaki and Hiroaki Ishii, "Optimal facility location problem under stochastic construction cost and barriers," 16th Asia Pacific Management Conference, 2014.12.04-2014.12.05, 神戸学院大学(兵庫県神戸市)

Hiroaki Ishii, "Facility location problem under users with two type criteria, min-max and max-min," International Conference on Business and Information 2014, 2014.9.3-2014.9.4, Hawaii (U.S.A.).

Hiroaki Ishii, "Mathematical evaluation methods and application to business," 招待講演, 2014.9.3-2014.9.4, Hawaii (U.S.A.)

Hiroaki Ishii, "Combinatorial sale problem for a perishable products," 18th International

Symposium on Inventories,
2014.8.18-2014.8.22, Budapest (Hungary)
Hiroaki Ishii, “Two Machine flexible shop
problem,” 招待講演, Forum forD
Interdisciplinary Mathematics 22nd
International Conference on Interdisciplinary
Mathematics, Statistics and Computational
Technique, 2013.11.10, 北九州国際会議場
(福岡県北九州市)
Hiroaki Ishii, “Various consensus formation
methods for allocation of persons to
positions,” 9th Korea Japan workshop on
Sustainable Management Systems in Service
Industry, 2013.8.23-25, Jeju (Korea)

研究者番号：90225714

(4)研究協力者

佐々木 祐介 (SASAKI Yusuke)

毛利 進太郎 (MOHRI Shintaro)

〔図書〕(計 0 件)

〔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 0 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

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

(2)研究分担者

()

研究者番号：

(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

斎藤 誠慈 (SAITO Seiji)
同志社大学・理工学部・教授