

令和 2 年 5 月 21 日現在

機関番号：34504

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2016～2019

課題番号：16K01270

研究課題名（和文）施設の総合的配置計画とその応用

研究課題名（英文）Total Planning of Facility Location and Its Applications

研究代表者

石井 博昭（Ishii, Hiroaki）

関西学院大学・特定プロジェクト研究センター・客員研究員

研究者番号：90107136

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,400,000円

研究成果の概要（和文）：施設配置を総合的に研究した。台湾の成功大学管理学院黄院長、Chung Hwa university of Medical technology の曾副教授との共同研究も行ってきた。黄院長とは配置問題の経営的側面、また曾副教授についてはヘルスケア施設であるAEDの最適配置、最適配分について、神戸学院大学毛利教授と研究してきた。複合施設の配置についても検討してきた。配置場所の評価を評価方法の検討も含めて考察し複数の人の選好から、合意形成の観点から検討してきた。一方で病院等の手術室のスケジューリングも毛利教授と行ってきた。そしてこれらの施設の総合的配置問題の非劣解を求める問題も考察した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

従来の施設配置問題での評価基準は公共施設では施設への近さ、忌避施設では遠さのみで建設費用、複合施設（同時に複数の施設を配置する）、近さに関する望ましさ等、いろいろな観点からの配置場所選択、さらには配置個数については考察してこなかった。いろいろな評価基準から配置するためのモデルを作り、最適あるいは現実的な解として非劣解を求めてきた。さらにはヘルスケア問題を数理的に考察して、手術室のスケジューリングや給食センターの最適配置を求めてきた。また解を評価する評価方法についても新しい手法をいくつか考案してきた。特に集団的意思決定の方法である。これらは一般に社会システム全般に役立つと思われる。

研究成果の概要（英文）：We studied total construction of facility location. We investigate with Dean Huang of Dean on Taiwan National Chung Kung university helps us with respect to management aspect of facility location and we also investigate with Associate professor Tseng of Chung Hwa university of medical technology and Professor Mohri about optimal location and number of AED as health care facility. We also extend our research to locate multiple facilities at a same site. From view of group decision based on preference of sites, we make a multiple objective model and choose non-dominated solutions among possible sites and scheduling of operation rooms on hospitals with Professor Mohri.

研究分野：社会システム

キーワード：AED 複合施設 距離に関するファジイ数 給食センター 数理的評価 ヘルスケア 多目的施設配置 総合的施設配置

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

これまでも施設配置問題の研究を行ってきて、いろいろなタイプの施設配置モデルを考察してきた。これらを総合的に配置することが現実的であると考えた。このためにはいくつかの新しい道具が必要であると考えた。1つ目は異なるタイプの施設への近さに関する満足度を一元的に表す尺度としてファジィ数を考えた possibility chance constraint の下での多目的計画である。これまでに研究してきたファジィ組合せ最適化が役立つと考えた。2つ目は配置場所に関する総合的評価の必要性である。この点に関しても様々な選好の下での集団的意思決定としての合意形成の研究が役立つ。例えばスポーツでの選手のポジションへの配置問題を研究してきた。3つ目は配置場所だけではなく配分数を考えることである。我々の AED (自動体外式除細動器) の研究がその典型である。4つ目は AED の研究で始めたヘルスケア施設の最適運用の必要性である。病院の手術室の最適なスケジューリングや給食センターの配置場所とその学校への配達などである。5つ目は総合的に配置するための多目的組合せ最適化問題の定式化とその非劣解の導出法である。

### 2. 研究の目的

施設の総合的配分を構築する方法を求める。その際には異なるタイプの施設を様々な観点から考えて、現実合う配置場所、配分数を求めることを目的とした。従来の配置モデルだけではなく新しいヘルスケア問題における最適運用も目的とした。例えば病院における手術室のスケジューリング、給食センターの設置場所や学校への最適配送順などである。

### 3. 研究の方法

1つ目は台湾の研究者との共同研究である。台湾国立成功大学管理学系黄院長、Chung Hwa university of Medical technology の曾副教授との研究である。黄院長とは配置問題の経営的側面について、曾副教授についてはヘルスケア施設である AED (自動体外式除細動器) の最適配置、最適配分について神戸学院大学毛利教授ともども研究してきた。AED の研究では簡単な単一のビルで両端の階段で結ばれた上下階でどの階のどこに AED を配置すればよいかを考えたモデルから、これをビル群へ拡張したモデルへとより一般化した。AED の配置配分を考える研究はこれまで考えてこなかったが、生命の関わる一刻を争う社会システムの研究で有用である。手法としては議席配分の考え方を援用している。

2つ目は新しい合意形成の方法を考案して配置場所の良さを評価してきた。関係する複数の人の選好から、集団的意思決定を行うのが合意形成である。スポーツにおいてどのポジションにどの選手を割り当てるのがもっとも効果的であるかを計る方法や、会社組織における人事などで用いられる方法を数理的に援用するものである。

3つ目は複合施設の配置を考えた点である。従来の施設配置では、候補地には高々1つの施設しか配置しなかったが、同じ場所にも配置できる異なるタイプの施設が存在する下での配置を考えるものである。その際には障害物なども考慮し、施設の需要者への近さに関するファジィ数を考え、その可能性機会制約を考えた。

4つ目は既存の施設が存在する下での新しい施設の配置である。その際にはもちろん既存の施設の改廃を含んで考えた。

5つ目はヘルスケア問題としての最適運用モデルであり、病院の手術室のスケジューリングと給食センターを考えた。手術室のスケジューリングでは2つの手術室、医者等の勤務時間、手術の緊急性を考慮したモデルで多目的ビンパッキング問題として定式化し、その解を求めることでより良い運用計画を構築した。一方、幾つかの候補地から候補地の良さそこから各学校への配達順の良さを勘案して、設置場所を決める方法を考案した。実際に三田市の給食センターを例にして、現在の場所および小学校の位置から配送トラック2台のモデルを構築してその方法の有効性を示した。最終的にこれらの異なるタイプの施設に対して総合的に配置することを考え、多目的組合せ最適化問題として定式化しその非劣解を求める方法を示した。このことは複数の施設を候補地に配置する際に役立つ。

### 4. 研究成果

AED の最初の簡単なモデルは International Journal of Japan Association for Management Systems 2018 第10巻1号として公表し、より一般化したモデルは2019年モンゴル・ウランバートルで行われた第21回 Asia Pacific Management Conference で発表した。いずれも毛利教授、曾副教授と連名である。研究方法3つ目の評価モデルはそれ自身注目を集め、2018年9月にソウル韓国航空大学で行われた日韓のワークショップで招待講演を依頼された。研究方法3つ目のモデルは2つの論文として公表した。1つは Bottleneck transportation problem with a fuzzy random constraint と題して International Journal of Japan Association for Management Systems 2017年第9巻1号での公表であり、もう一つは OPTIMAL FACILITY LOCATION PROBLEM UNDER POSSIBILITY CHANCE CONSTRUCTIONS AND BARRIERS と題して Scientiae Mathematicae Japonicae 2018年31巻1号に公表した。研究方法4つ目のモデルは、現在論文作成中である。研究方法5つ目のうち、給食センターの運用では Facility Location Problem for Supply Center of School Lunch と題して Scientiae Mathematicae Japonicae 2017年30巻2号で公表した。全体としての総合的配置については Total Facility Construction Planning

Problem と題して *Scientiae Mathematicae Japonicae* 2020 年 83 号 1 巻に公表した。 *Scientiae Mathematicae Japonicae* は数理科学の国際誌であり、社会システムも広く扱っているが、まず Online で accept され、その後紙媒体として出版される。 *International Journal of Japan Association for Management Systems* は日本経営システム学会の国際雑誌であり、社会システム関連の優れた論文が多数掲載される。我々の研究は、さらにヘルスケアの種々の分野に応用され、社会システムとして役立つと思われ、そのために努力したい。また、将来の施設配置の研究に資する研究として在庫管理、特に Perishable inventory (一定期間経つと商品価値を失う商品の在庫管理)の研究も行った。この研究は競合施設の配置に役立つと思われる。 *Combinatorial Sale Problem for a Perishable Product with Fuzzy Shortage Cost* と題して *International Journal of Japan Association for Management Systems* 2019 年第 11 巻 1 号で公表した。

## 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 7件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 7件）

1. 著者名 Hiroaki Ishii	4. 巻 83
2. 論文標題 OPTIMAL FACILITY LOCATION PROBLEM UNDER POSSIBILITYCHANCE CONSTRAINT CONDITIONS AND BARRIERS	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientiae Mathematicae Japonicae	6. 最初と最後の頁 1-4
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32219/isms.83.2_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hiroaki Ishii	4. 巻 11
2. 論文標題 Combinatioan Sale Problem for a Perishable Product with Fuzzy Shortage Cost	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 International Journal of Japan Association for Managent Systems	6. 最初と最後の頁 25-28
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14790/ijams.11.25	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Hiroaki Ishii	4. 巻 83
2. 論文標題 Total Facility Construction Planning Problems	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Scientiae Mathematicae Japonicae	6. 最初と最後の頁 1-7
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32219/isms.83.1_1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -
1. 著者名 Ya-fen Tseng , Shintaro Mohri and Hiroaki Ishii	4. 巻 10
2. 論文標題 Location of Automated External Defibrillators	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Japan Association for Management Systems	6. 最初と最後の頁 81-85
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14790/ijams.10.81	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Hiroaki Ishii ,Yusuke Sasaki	4. 巻 81
2. 論文標題 Facility Location Problem for Supply Center of School Lunch	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Scientiae Mathematicae Japonicae	6. 最初と最後の頁 131-139
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.32219/isms.81.2_131	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroaki Ishii	4. 巻 10
2. 論文標題 New emergency facility construction problem under the given facility and block-wisely different construction cost	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Japan Association for Management Systems	6. 最初と最後の頁 21-25
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14790/ijams.10.21	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Hiroaki Ishii and Yoshiko Sato	4. 巻 9
2. 論文標題 Bottleneck transportation problem with a fuzzy random constraint	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 International Journal of Japan Association for Management Systems	6. 最初と最後の頁 1-6
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.14790/ijams.9.1	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計11件 (うち招待講演 3件 / うち国際学会 11件)

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 Set Sale Problem for a Perishable Product with Fuzzy Shortage Cost
3. 学会等名 21th Asia Pacific Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 Suitable Evaluation Method of Candidates to Positions Based on Consensus
3. 学会等名 2019 Joint Workshop between Japan & Korea on Research & Business Development for a Sustainable Transportations (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Sintaro Mohri, Ya-Fen Teng and Hiroaki Ishii
2. 発表標題 AED allocation model with structure of floor and stair ways
3. 学会等名 21th Asia Pacific Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 Total Facility Construction Problem
3. 学会等名 20th Asia Pacific Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 Consensus formation and allocation of candidate to positions by using preference of candidate side
3. 学会等名 2018 Joint Workshop between Japan and Korea on Research & Business Development for Sustainable Transportation (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 Optimal facility location problem under possibility chance constraint conditions and barriers
3. 学会等名 IFSA-SCIS 2017 (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 New emergency facility construction problem under the given facility and block-wisely different construction cost
3. 学会等名 19th Asia Pacific Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 Mathematical Method of Evaluation and Consensus Formation
3. 学会等名 The Korea Japan Workshop on Sustainable Management Systems in Service Industry (招待講演) (国際学会)
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 Shintaro Mohri, Ya-fen tseng and Hiroaki Ishii
2. 発表標題 The study of location problem on graph for emergency equipment
3. 学会等名 18th Asia Pacific Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Yoshiko Satoh and Hiroaki Ishii
2. 発表標題 Bottleneck transportation problem with fuzzy random constraint
3. 学会等名 18th Asia Pacific Management Conference (国際学会)
4. 発表年 2016年

1. 発表者名 Hiroaki Ishii
2. 発表標題 An Inventory problem with processed and non-processed products of same perishable goods
3. 学会等名 19th International Symposium on Inventories (国際学会)
4. 発表年 2016年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	増田 佳代  (Masuda Kayo)  (40280416)	関西学院大学・理工学部・教授    (34504)	