

災害拠点病院へのDMAT割り当ての最適化

○鎌田一樹[†] 加藤拓也[†] 小野功[†] 市川学[‡] (東京工業大学[†], 芝浦工業大学[‡])

Optimization of DMAT Assignments to Disaster Base Hospitals

*K. Kamata[†], T. Kato[†], I. Ono[†] and M. Ichikawa[‡]
(Tokyo Institute of Technology[†], Shibaura Institute of Technology[‡])

概要— 広域災害発生時に救急医療に対応可能な適切な装備を有するDMATを迅速に配置することは多くの人命を救うために重要である。本論文では、現在人力で行われているDMATの割り当て問題に適用可能な最適化アルゴリズムを提案する。実際の災害拠点病院に基づくテストデータを用いた実験の結果、提案手法では9秒以内にDMATの適切な割り当て先を決定することが可能であることが示された。

キーワード: DMAT, 割り当て最適化, 最適化アルゴリズム, 山登り法, SA法

1 はじめに

DMAT(Disaster Medical Assistance Team)はおおむね48時間以内の急性期から活動可能な機動性を有する専門医療チームである¹⁾。DMATの割り当て問題に対して、SA(Simulated Annealing)法³⁾を用いてDMATの移動にかかる時間を最小化する研究が既になされている²⁾。しかし、先行研究では、各都道府県から割り当てられるDMATの数は予め決定されており、DMATの移動時間のみを最適化の対象としている。本論文では、各被災県に対してDMATを派遣する都道府県の決定とDMATの移動時間に加えてDMATの能力を考慮した割り当て最適化のアルゴリズムを提案する。

2 DMATの割り当て最適化問題

DMATの割り当て問題は、どの災害拠点病院に対してどのDMATを派遣するかを決定する問題である。本論文では、災害によりDMATを必要とする県を需要県、需要県にDMATを派遣する県を供給県と呼び、需要県におけるDMATを必要とする災害拠点病院を需要拠点、供給県におけるDMATを派遣する病院を供給拠点と呼ぶ。本問題では、1つの供給県は1つの需要県にのみDMATを派遣するという制約条件がある。

本問題の目的関数は、DMATの移動にかかる最大移動時間 t_{\max} と配置されたDMATの平均ランク r_{mean} の加重和として重み w を用いて次式で表される。

$$f(D) = \sum_{d \in D} \left(t_{\max}(X_d) + \frac{\bar{T}}{\bar{R}} w r_{\text{mean}}(X_d) \right). \quad (1)$$

ここで、DMATのランクとは、DMATの能力や装備を想定し、1~5の値が与えられ小さいほど優れる。また、 X_d は需要県の集合 D のうちのある需要県 d に対するDMATの割り当てを表し、 \bar{T} 、 \bar{R} は全移動時間データの平均値と全DMATのランクデータの平均値をそれぞれ表す。

3 提案手法

提案手法では、制約条件を満たすためにDMATの割り当て最適化問題を需要県へ供給県の割り当てる上位問題と各需要県における需要拠点へDMATを割り当てる下位問題の2つの部分問題に分割して最適化する。

上位問題の最適化には山登り法、下位問題の最適化にはSA法を用いる。

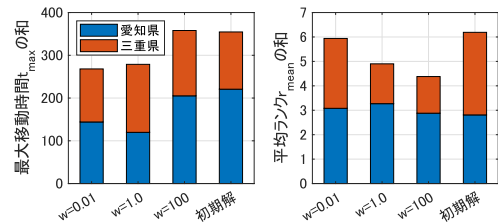


Fig. 1: 各重み w と初期解の100試行中の最良評価値。

4 実験

実際の災害拠点病院をランダムで抽出し、需要県を愛知県と三重県、供給県を長野県、岐阜県、滋賀県、奈良県としたテストデータを用いる。全需要拠点が求めるDMATは34チームであり、全供給拠点から割り当て可能なDMATは54チームである。実験は目的関数の重み $w = 0.01, 1.0, 100$ を設定し、100試行ずつ行う。

各重み w における100試行中の最良評価値とランダム生成された初期解の $w = 1.0$ における最良評価値をFig. 1に示す。いずれも初期解よりも優れた解が得られ、100試行の最適化は9秒以内に終了した。

5 おわりに

本論文では、DMATの割り当て問題に対して適用可能な最適化アルゴリズムを提案した。提案手法により、数十秒以内に需要県と供給県の組合せとDMATの移動時間と能力のどちらも考慮した複数の割り当て案を提供することが可能となった。

謝辞

本研究は、戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」(課題名: 避難・緊急活動支援統合システムの研究開発)の支援を受けて行った。

参考文献

- 1) DMAT事務局: DMATとは, <http://www.dmat.jp/dmat/dmat.html>, (2020年2月26日アクセス)
- 2) 岩崎大貴, 金谷泰宏, 市川学, 出口弘: 広域災害時におけるDMATの初期配置に関する検討, 第76回日本公衆衛生学会総会抄録集, 598, (2017)
- 3) S. Kirkpatrick, C. D. Gelatt and M. P. Vecchi: Optimization by simulated annealing, *science*, 200, 4598, 671/680, (1983)