

DMAT 編成問題

Disaster Medical Assistance Team Formation Problem

岸田 有平¹沖本 天太²平山 勝敏²神戸大学海事科学部¹ 神戸大学大学院海事科学研究科²

1 序論

防災、減災、傷病者や避難民の救済・救援活動等の災害対策を考えることは、自然災害大国といわれる日本において最重要課題の1つである。災害派遣医療チーム (Disaster Medical Assistance Team, DMAT) [6] とは、大規模な災害時に被災者の生命を守るための救急医療を行う、専門的な訓練を受けた医療チームを指す。DMAT は医師1名、看護師2名、事務職員1名の計4名からなり、その活動期間は移動時間を除き48時間以内が基本とされている。平成23年3月11日の東日本大震災では、全国各地から約340チームのDMATが被災地に派遣され、3月11日から12日間にわたり救急医療活動が行われた。

どのようにDMATを編成するかという問題は災害時ににおいて重要な課題の1つである。DMATは被災地域の都道府県や厚生労働省の派遣要請に基づき、DMAT指定医療機関で資格をもつスタッフから編成される。しかし、資格をもつスタッフは他の医療機関にも数多く存在し、複数の医療機関のスタッフからDMATを編成することも可能である。例えば、DMAT指定医療機関に存在するDMAT資格をもつ医師が手術中や病気等で出勤不可能な場合、他の医療機関の医師を加えることにより、DMAT編成が可能となる。しかし、どの医療機関から誰(医師、看護師、事務職員)を何名選ぶかは簡単な問題ではない。例えば、ある地域にDMAT指定医療機関が30あるとする。単純化のため、各医療機関にちょうど4名(医師1名、看護師2名、事務職員1名)の資格をもつスタッフがいるとする。このとき、DMAT1隊の編成可能な組合せは391,500通りもある。

チーム編成問題 [4] とは、マルチエージェントシステムにおける基本的な枠組みの1つであり、応用例に、ロボカップレスキュー [2]、UAVオペレーション [1]、ソーシャルネットワークにおけるチーム編成 [3] 等が挙げられる。チーム編成問題は、異なるスキルをもつエージェントの集合から、与えられたタスク集合が達成可能となる部分集合を編成する問題である。

本論文では、チーム編成問題のフレームワークを拡張し、災害派遣医療チーム (DMAT) 編成問題を定義する。また、災害発生後、都道府県や厚生労働省からの派遣要請に関するDMATが満たすべき性質として、達成可能性及び出勤可能性を定義する。さらに、この問題を解く高速なDMAT編成ソフトを開発する。実験では、東日本大震災時に派遣された約340チームの倍の680チームのDMATを、実データを用いて編成する。

2 DMAT 編成問題

災害派遣医療チーム (DMAT) とは、大規模な災害時に被災者の生命を守るため救急医療を行う、専門的な訓練を受けた医療チームを指す [6]。DMAT 構成員は、派遣要請に基づき、医師1名、看護師2名、事務職員1名の計4名から編成される。

定義 1 (DMAT 編成). DMAT 編成は、 $A = \{a_1, \dots, a_n\}$ を DMAT 資格をもつ医師、看護師、事務職員からなる集合、 $S = \{d, n, s\}$ をスキル集合、 $P = \{p_1, \dots, p_m\}$ を救急医療実施期間の集合、 α_s を A から S への写像、 α_p を A から P への写像とし、

$$DMAT = \langle A, S, P, \alpha_s, \alpha_p \rangle \quad (1)$$

の組により定義される。写像 α_s は各 DMAT 隊員のスキルを返し、 d は医師、 n は看護師、 s は事務職員をそれぞれ表す。写像 α_p は各 DMAT 隊員が出勤可能な救急医療実施期間を返す。また、 A の部分集合 $T \subseteq A$ を DMAT、 $R_s = \{d, n, s\}$ 及び $p_j \in P$ ($1 \leq j \leq m$) の組 $\langle R_s, p_j \rangle$ を派遣要請と呼ぶ^{*1}。

定義 2 (達成可能性). DMAT 編成 $DMAT = \langle A, S, P, \alpha_s, \alpha_p \rangle$ 及び、派遣要請 $\langle R_s, p_j \rangle$ の R_s に関して、以下が成立するとき、DMAT $T \subseteq A$ は R_s に関して達成可能であるという。

$$R_s \subseteq \bigcup_{a_i \in T} \alpha_s(a_i). \quad (2)$$

定義 3 (出勤可能性). DMAT 編成 $DMAT = \langle A, S, P, \alpha_s, \alpha_p \rangle$ 及び、派遣要請 $\langle R_s, p_j \rangle$ の p_j に関して、以下が成立するとき、DMAT $T \subseteq A$ は p_j に関して出勤可能であるという。

$$p_j \subseteq \bigcap_{a_i \in T} \alpha_p(a_i). \quad (3)$$

DMAT 編成問題は以下のように定義される。

定義 4 (DMAT 編成問題).

- Input : DMAT 編成 $DMAT = \langle A, S, P, \alpha_s, \alpha_p \rangle$ 及び、派遣要請 $\langle R_s, p_j \rangle$,

^{*1} p_j ($1 \leq j \leq m$) は救急医療実施期間を表し、例えば、 p_1 は1月3日から5日の2日間のよう日付単位で設定されているものとする。

表 1 DMAT 編成 .

隊員	スキル	期間	隊員	スキル	期間
a_1	$\{d\}$	$\{p_1, p_2\}$	a_2	$\{d\}$	$\{p_2, p_3\}$
a_3	$\{n\}$	$\{p_1\}$	a_4	$\{n\}$	$\{p_1, p_2\}$
a_5	$\{n\}$	$\{p_2, p_3\}$	a_6	$\{s\}$	$\{p_3\}$
a_7	$\{s\}$	$\{p_1, p_2, p_3\}$	a_8	$\{s\}$	$\{p_2, p_3\}$

- **Output** : 派遣要請 $\langle R_s, p_j \rangle$ に関して達成可能, かつ, 出動可能となるような DMAT $T \subseteq A$ は存在するか?

例 1. $DMAT = \{\{a_1, a_2, \dots, a_8\}, \{d, n, s\}, \{p_1, p_2, p_3\}, \alpha_s, \alpha_p\}$ を DMAT 編成, $\langle \{d, n, n, s\}, \{p_1\} \rangle$ を派遣要請とする. 表 1 に各隊員のスキル及び, 出動可能期間を示す. スキル集合は写像 α_s により, 出動可能期間の集合は写像 α_p により与えられるものとする. 例えば, $\alpha_s(a_1) = \{d\}$, $\alpha_p(a_1) = \{p_1, p_2\}$ より, 隊員 a_1 は医師であり, p_1 及び p_2 の派遣要請に対して出動可能である. 派遣要請 $\langle \{d, n, n, s\}, \{p_1\} \rangle$ に関して達成可能, かつ, 出動可能となる DMAT は $T = \{a_1, a_3, a_4, a_7\}$ となる.

3 DMAT 編成ツール

DMAT 編成ツールについて, 図 1 のフローチャートを用いて説明する. また, 東日本大震災時に派遣された約 340 チームの倍の 680 チームの DMAT を実データを用いて編成する.

1. 各 DMAT 隊員は出動可能期間を GUI から入力する.
2. 派遣要請 $\langle R_s, p_j \rangle$ に対し, すべての DMAT 隊員の出動可能期間の集合 P が存在しない場合は 1 に戻る.
3. 派遣要請 $\langle R_s, p_j \rangle$ と派遣チーム数を GUI に入力する.
4. GUI を通じて蓄積したデータセットを Input とし, 派遣要請 $\langle R_s, p_j \rangle$ を満たす DMAT を指定したチーム数だけ生成するプログラム (DMAT 編成プログラム) を実行する.
5. 結果 (編成された DMAT) を GUI に出力する.

本ツールの DMAT 編成プログラムを用いたシミュレーション実験を行う. 我が国には, DMAT 隊員が平成 22 年の段階で 4338 名 (内訳: 医師 1463 名, 看護師 1774 名, 業務職員 1101 名) と公表されている [5]. 2016 年 5 月 15 日の日本経済新聞の記事によると, DMAT 資格保有者の数は, 現在では倍の 9328 人に急増している. そのため, 実験では内訳もそれぞれ倍として扱った. また, 想定する災害規模は東日本大震災よりも大規模なものとした. 編成する DMAT 数に関しては, 東日本大震災の例より, 1 日あたり約 340 チーム派遣されているので, 今回は倍の 680 チームとした. 活動期間は移動時間を除いた 48 時間以内を 1 ターム p_j とし, 東日本大震災では約 6 ターム活動しているため, ここでも 6 タームを入力値とした. 実験結果より, 上記の入力で 1 秒以内に 680 チームの DMAT を編成することができた. 以上より, 本ツールを用いることにより, 災害時に DMAT が迅速に編成可能であることが分かった.

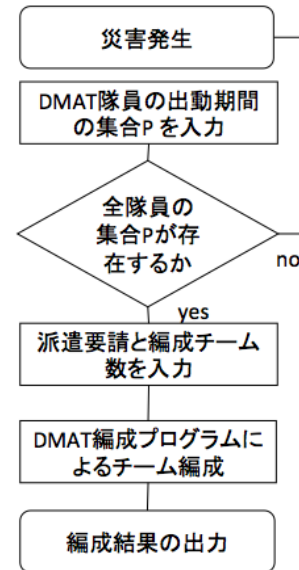


図 1 DMAT 編成工程 .

4 結言

自然災害大国といわれる日本において, 災害対策を考えることは最重要課題の 1 つである. DMAT とは, 大規模な災害時に被災者の生命を守るための救急医療を行う, 専門的な訓練を受けた医療チームを指す. 本論文では, DMAT 編成問題を定義し, この問題を解く高速な DMAT 編成ソフトを開発した. 実験では, 東日本大震災よりも大規模な災害を想定し, 東日本大震災時に派遣された約 340 チームの倍の 680 チームの DMAT が 1 秒以内に編成可能であることを示した. 今後の課題として, より詳細な制約の追加, 例えば, なるべく同じ都道府県の隊員からなる DMAT の編成や, ロバスト性を考慮した DMAT 編成問題の定式化等が挙げられる. その他にも, 本ツールは医療機関における手術チーム編成への適用が可能であると考えられる.

参考文献

- [1] J. George, J. Pinto, P. B. Sujit, and J. B. Sousa. Multiple uav coalition formation strategies. In *AAMAS*, pages 1503–1504, 2010.
- [2] H. Kitano and S. Tadokoro. Robocup rescue: A grand challenge for multiagent and intelligent systems. *AI Magazine*, 22(1):39–52, 2001.
- [3] T. Lappas, K. Liu, and E. Terzi. Finding a team of experts in social networks. In *KDD*, pages 467–476, 2009.
- [4] R. Nair and M. Tambe. Hybrid bdi-pomdp framework for multiagent teaming. *Journal of Artificial Intelligence Research*, 23:367–420, 2005.
- [5] 総務省消防庁. DMAT とは.
- [6] 日本集団災害医学会. DMAT 標準テキスト. へるす出版, 2015.