

# 広域災害時における DMAT 初期配置手法に関する研究

○岩崎大貴<sup>(1)</sup> Shuang Chang<sup>(1)</sup> 市川学<sup>(1,2)</sup> 出口弘<sup>(1)</sup> 金谷泰宏<sup>(1,2)</sup>  
(1) 東京工業大学, (2) 国立保健医療科学院

## Study on DMAT initial placement method in wide area disaster

\*D. Iwasaki<sup>(1)</sup>, S. Chang<sup>(1)</sup>, M. Ichikawa<sup>(1,2)</sup>, H. Deguchi<sup>(1)</sup> and Y. Kanatani<sup>(1,2)</sup>  
(1)Tokyo Institute of Technology, (2)National Institute of Public Health

**概要**— 大規模地震に伴い多数の重傷者の発生が見込まれ、24 時間以内に治療に導くことが重要であり、被災地内の医療機関における初期治療が困難な重傷者は被災地外への搬出が必要となる。そこで、搬出を担う災害医療支援チーム (DMAT) を迅速に派遣しなければならないが、どの被災地内医療機関に派遣するかを決定するには相当の時間を要し、搬出の遅れの主要な要因となっている。本研究では震災発生直後における DMAT 派遣先決定に対して、SA 法等により DMAT 総派遣移動時間を最小化することで各 DMAT 初期配置先の提案を試みた。

**キーワード**: 災害医療, DMAT 初期配置問題, 輸送問題

## 1 DMAT の初期配置問題について

### 1.1 災害時における医療対応及び DMAT について

我が国においては、平成 7 年に発生した阪神・淡路大震災を契機に初期医療の充実強化を図る災害拠点病院<sup>1)</sup>の整備、広域医療搬送拠点 (Staging Care Unit:以下 SCU) を設置し、航空機等を用いて患者を被災地外に搬送する広域医療搬送<sup>2)</sup>等の医療体制の整備が行われてきた。これら医療体制の整備のなかで重傷者の医療対応はとりわけ重要である。重傷者は 24 時間以内に治療を受けることが望ましいとされており、重傷者の医療対応は以下の順序で行われる<sup>3)</sup>。

1. 救急告示病院への患者搬送及び救急告示病院での治療
2. 災害拠点病院への患者搬送及び災害拠点病院での治療
3. 災害医療支援チーム (DMAT) による SCU または災害拠点病院への患者搬送

震災発生後、クリニック、診療所等の重傷者に対して治療能力を持たない医療機関は救急医療に対応できる救急告示病院<sup>4)</sup>への搬送を行う。搬送後、救急告示病院では重傷者の治療を担うが重傷者数が治療可能人数を上回る場合には最寄り災害拠点病院への搬送を行う。搬送後、救急告示病院と同様に災害拠点病院では重傷者の治療を担うが重傷者数が治療可能人数を上回る場合には DMAT によって、重傷者の治療が可能な災害拠点病院または SCU への搬送が行われる。Fig.1 はこれまでの重傷者に対する医療フローを示したものである。

DMAT とは医師や看護師などの医療従事者で構成され、急性期 (おおむね 48 時間以内) に活動できる機動性を持った医療チームである<sup>5)</sup>。災害時、DMAT 派遣に協力する意志を持った病院、DMAT 指定医療機関は DMAT 車 (多くは、救急車両) を保持しており、活動拠点本部に初期配置後、災害拠点病院へ派遣され患者搬送を担う。活動拠点本部は二次医療圏ごとに設置され、医療圏内における DMAT の統括を行う<sup>6)</sup>。

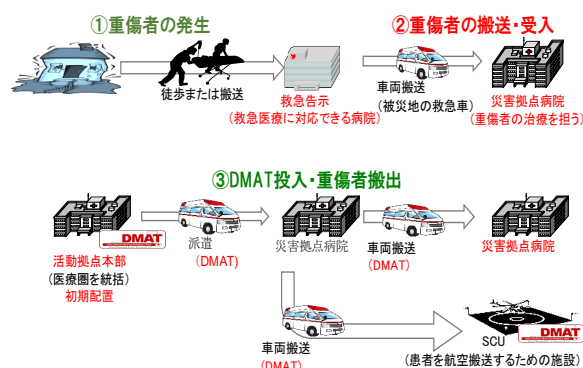


Fig. 1: 重傷者に対する医療対応フロー

### 1.2 DMAT 車の初期配置までの流れ

各 DMAT 車の初期配置先は参集拠点及び活動拠点本部を含めた三つの DMAT 統括本部によって決定する。活動拠点本部を除いた残りの二つは一つ目が事務局本部、二つ目が都道府県調整本部である<sup>6)</sup>。

参集拠点及び各本部設置後、初期配置までに各々は以下の役割を担う。まず、事務局本部の役割は全国の DMAT を統括、都道府県調整本部と各活動拠点本部への配置台数の調整、各参集拠点から各活動拠点本部への配分台数の決定の三点である。次に都道府県調整本部の役割は都道府県の DMAT を統括、自身の都道府県における被災情報の収集、搬送計画の作成、事務局本部への DMAT 要請台数の決定の四点である。次に活動拠点本部の役割は医療圏の DMAT を統括、自身の医療圏における被災情報の収集の二点である。最後に参集拠点の役割は派遣される DMAT が最初に集合する場所である。Table 1 は参集拠点と各本部名称及び参集拠点と各本部設置後の初期配置までの役割を示す<sup>6)</sup>。

Table 1: 参集拠点と各本部名称及び参集拠点及び各本部設置後の初期配置までの役割

名称	役割
事務局本部	全国のDMATを統括
	都道府県調整本部と各活動拠点本部への配置台数の調整
	各参集拠点から各活動拠点本部への配分台数を決定
都道府県調整本部	都道府県のDMATを統括
	自身の都道府県における被災情報の収集
	搬送計画の作成
	事務局本部へのDMAT要請台数の決定
活動拠点本部	医療圏のDMATを統括
	自身の医療圏における被災情報の収集
参集拠点	派遣されるDMATが最初に集合する場所

参集拠点及び三つの統括本部は各々の役割を果たしつつ、以下の流れで各 DMAT 車の配置先を決定する。各活動拠点本部は自身が統括する医療圏の被災情報を収集し、都道府県調整本部に報告する。各活動拠点本部からの報告を受けた都道府県調整本部は被災状況の確認を行い、搬送計画の作成を行う。また、搬送計画に必要な DMAT 車数を事務局本部に要請する。都道府県調整本部から要請を受けた事務局本部は各参集拠点における DMAT 車の参集状況を加味し、各都道府県調整本部と搬送計画、配置台数の調整を行う。各活動拠点本部への配置台数が決まった後、事務局本部では各参集拠点から各活動拠点への配分台数を決定する。決定した配分台数を参集拠点に連絡し、各 DMAT 車の初期配置となる<sup>7)</sup>、<sup>8)</sup>。Fig.2 はこれまでの DMAT 車初期配置までの流れを示したものである。

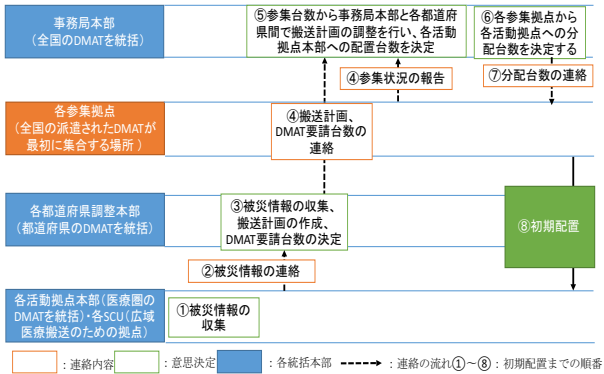


Fig. 2: 初期配置までの流れ

### 1.3 DMAT 車の初期配置問題及び本研究の目的

災害時において、初期医療は極めて重要であり、災害拠点病院からの搬出を担う DMAT 車は迅速に配置されなければならない。そのため、DMAT では初期配置先を決定する訓練を行っている。平成 29 年 7 月 29 日に行われた DMAT 訓練においては、三重県、和歌山県、大阪府、兵庫県を被災都道府県と想定し、全国の DMAT 車 191 台の初期配置を行った。初期配置に際して、各参集拠点から各活動拠点本部への配分台数を決定するが、この配分台数は全 DMAT 車の総移動時間の総和が最小になることが望ましい。しかし、参集拠点及び活動拠点本部が複数ある場合には上記のことを考慮しながら各活動拠点本部で決められた台数通りに配分することは複雑となり、訓練においては訓練開始から初期配置先の決定までに 4 時間を要し、そのうち配

分決定に要する時間は 1 時間であった<sup>8)</sup>。

本研究では上記の課題を解決するために全 DMAT 車の移動時間の総和が小さくなるように各参集拠点にいる DMAT 車の配置先を決定することを目的とする。

## 2 問題状況及び目的の定式化

参集拠点の集合を式 (1) で示す。

$$S = \{s_1, s_2, \dots, s_{N_1}\} \quad (1)$$

活動拠点本部の集合を式 (2) で示す。

$$K = \{k_1, k_2, \dots, k_{N_2}\} \quad (2)$$

DMAT 車の集合を式 (3) で示す。

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_{N_3}\} \quad (3)$$

この時、各 DMAT 車の参集場所は式 (4) で示される。

$$Loc : D \rightarrow S \quad (4)$$

次に各参集拠点に集合した DMAT は式 (5) で示される。

$$Car : S \rightarrow P(D) \quad (5)$$

$$Car(s) = \{d \mid d \in D, Loc(d) = s\}$$

次に各活動拠点本部に配置する DMAT 車数は式 (6) で示される。

$$Req : K \rightarrow N \quad (6)$$

ただし、式 (7) で与えられる通り全参集台数と全配置台数は等しいものとする。

$$\left| \bigcup_{s \in S} Car(s) \right| = \sum_{i=1}^{N_2} Req(k_i) \quad (7)$$

最後に参集拠点から活動拠点本部までの移動時間は式 (8) で示し、事前に与えられているものとする。

$$Time(s, k) : S \times K \rightarrow R^+ \quad (8)$$

本研究の目的は各参集拠点に集合した DMAT 車の配置先を決定することである。そのため、 $\forall d_i \in D$  で与えられる  $d_i$  に対して割り当てられた配置先を  $x_i, \forall x_i \in K$  とする。このとき、配置先の集合を  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_{N_3}\}$  とし本研究の目的関数及び制約を以下に式 (9)、式 (10) でそれぞれ示す。目的関数は全 DMAT 車の参集拠点から活動拠点本部の移動時間の総和が最小となるように設定し、制約は各参集拠点から活動拠点本部に配置される総台数は活動拠点本部の配置予定台数と必ず等しくなる。

目的関数

$$F(X) = \min \sum_{i=1}^{N_3} Time(Loc(d_i), x_i) \quad (9)$$

ただし、 $\forall d_i \in D, \forall x_i \in X$  とする。

制約

$$|\{x \mid x = k, x \in X\}| = Req(k) \quad (10)$$

### 3 輸送問題について

問題状況及び目的の定式化により、DMAT 初期配置問題を目的関数及び制約で示すことができた。これは目的関数  $f(x)$  及び制約  $x \in F(x)$  で表される一般的な最適化問題とみなすことができる<sup>9)</sup>。ただし  $f(x)$  は目的関数、 $F$  は実行可能領域、 $x \in F(x)$  は実行可能関数である。最適化問題の一つとして、輸送問題がある。輸送問題では複数の供給地及びそれぞれの供給量、複数の需要地及びそれぞれの需用量が与えられる。この時、各供給地から各需要地に一つの資源を輸送するコストが決まっており、輸送問題の目的は、複数の供給地から複数の需要地へ各需要が満たされる上での総輸送コストの最小化である<sup>10)</sup>。

DMAT 初期配置問題は輸送問題の類似問題として扱うことができる。すなわち、供給地を参集拠点、需要地を活動拠点本部とし、一般的な輸送問題では供給地に資源が存在するが資源を DMAT 車、輸送コストを参集拠点から活動拠点本部までの移動時間とすることで。これまで輸送問題において研究されてきた解法を適用することができる。ただし、従来の輸送問題に対して、参集拠点に集まった DMAT 車数から活動拠点本部への配置予定台数を決定するため、各参集拠点から活動拠点本部に配置される総台数は活動拠点本部の配置予定台数と必ず等しくなる制約が加えられる。輸送問題の解法はメタヒューリスティック、輸送コストが小さい順に供給地から需要地への輸送先を決定する最小費用法など多くの手法が研究されている<sup>10)</sup>、<sup>11)</sup>。DMAT 初期配置問題を解くために従来の手法を適用する際には以下の二点を考慮しなければならない。

- 問題の規模が災害の規模に依存する
- 災害時における使用のため、計算時間が短くなければならない

そこで、本研究では問題の規模が大きくなったとしても近似解が算出可能なメタヒューリスティックである SA 法<sup>12)</sup> 及び最小費用法<sup>11)</sup> を参考にした瞬時に計算可能なアルゴリズムの開発を行う。

## 4 手法

### 4.1 SA 法による初期配置先の決定

SA 法は物理現象の焼きなまし法を模した最適化の手法である。現在の解に対して、パラメーターを変化させ新たな解を取得する。この二つの解から次の解を取得し、これを繰り返すことで最適化を行う。現在の解と新たな解から、次の解を選ぶ際には温度に依存した遷移確率を設定する。温度はループ回数に応じて減少させることで、温度が高い際にはランダム・ウォークに近くなり、温度が低い際には単純局所探索法となる。これは局所最適解からの脱出を図るためのものである<sup>13)</sup>。

本研究における変化させるパラメーターは各 DMAT 車の配置先である。そのため、まず各 DMAT 車の配置先をランダムに決定した個体を生成し、以下の 1 から 5 を繰り返す。ただし、初期温度を 1000、冷却率を 0.99、終了条件を全 DMAT 車の移動時間の総和が最小となる個体が 5000 回更新されなかった場合とする。また、各参集拠点から各活動拠点本部への移動時間は事前に

与えられているものとする。Fig.3 は SA 法のフローを示したものである。

1. 参集場所が違う DMAT 車 2 台の配置先を入れ替える
2. これまでの計算における全 DMAT 車の移動時間の総和が最小の個体と変更後の個体における全 DMAT 車の移動時間の総和を比較する。
3. 全 DMAT 車の移動時間の総和が最小の個体を保持する
4. 次の解を選択する。  
ただし、 $\exp(-(aftertimes - beforetimes)/T)$  で変更後の個体を選択し、それ以外の確率で変更前の個体を選択する。 $aftertimes$  は変更後の個体における全 DMAT 車の移動時間の総和、 $beforetimes$  は変更前の個体における全 DMAT 車の移動時間の総和、 $T$  を現在の温度とする。
5. 温度  $T$  を減少させる

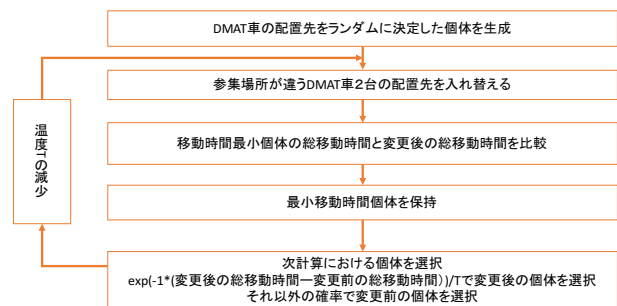


Fig. 3: SA 法による DMAT 車配置先決定フロー

### 4.2 最小移動時間順に DMAT 車の配置先を決定するアルゴリズムによる初期配置先の決定

最小移動時間順に DMAT 車の配置先を決定するアルゴリズム (以下最小移動時間順アルゴリズム) では、以下の 1 から 5 のルールを用いることで問題の規模に左右されず瞬時に DMAT の配置先を決定する。ただし、参集拠点から活動拠点本部への移動時間は事前に与えられているものとする。Fig.4 はこのアルゴリズムを示したものである。

1. 各参集拠点から各活動拠点本部において移動時間が最小の参集拠点と活動拠点本部の組み合わせを取得する。
2. 取得した活動拠点本部の配置予定台数が 0 以上である。  
Yes の場合には 3 に進み、No の場合には次に移動時間が最小の参集拠点と活動拠点本部の組み合わせを取得し、再び 2 を行う。
3. 取得した参集拠点に配置先が決まっていない DMAT 車がある。  
Yes の場合には 4 に進み、No の場合には次に移動時間が最小の参集拠点と活動拠点本部の組み合わせを取得し、2 を行う。



- 取得した参集拠点の配置先が決まっていない DMAT 車 1 台の配置先を取得した活動拠点本部とする。
- 取得した活動拠点本部の配置予定台数を 1 台減らし、2 を行う。

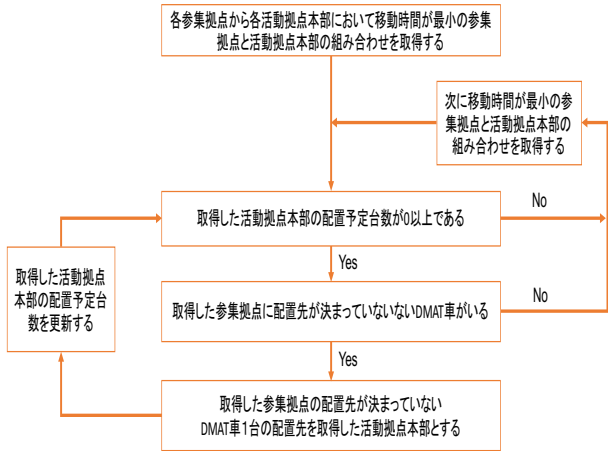


Fig. 4: 最小移動時間順に DMAT 車の配置先を決定するアルゴリズム

## 5 実際の訓練への適用

開発した手法を平成 29 年度政府広域医療搬送訓練時(平成 29 年 7 月 29 日)で得られた DMAT の活動記録情報を用いて検証を行った。この訓練では南海トラフ地震が発生し、三重県、和歌山県、大阪府、兵庫県が被災都道府県の想定である。訓練における目的は全国から DMAT 車が参集拠点に参集し、各活動拠点本部への初期配置先を事務局本部が決定することである。訓練の設定は以下の通りである<sup>8), 14)</sup>。

- DMAT 事務局本部, 各被災県の都道府県調整本部, SCU, 活動拠点本部は設置済みである。
- 全 DMAT 車は事前に参集場所が決定しており, 全 DMAT 車数は 191 台である。ただし, 隣県の DMAT 車は参集拠点に参集済みである。
- 参集拠点は桑名 IC(68), 草津 PA(33), 大阪国際空港 (65), 滝野西 SA(25) の 4 箇所である。ただし, ( ) 内の数字は参集台数である。
- 活動拠点本部は三重県の北勢 (10), 津 (4), 南勢 (10), 伊勢 (10) の 4 箇所, 和歌山県の和歌山・有田・御坊 (14), 田辺 (13) の 2 箇所, 大阪府の北河内・中河内 (14), 大阪市南部・西部 (19), 大阪市北部・東部 (30), 堺・南河内 (11), 泉州 (11), 豊能・三島 (11) の 6 箇所, 兵庫県の神戸 (6), 中播磨・西播磨 (4), 淡路 (4), 東播磨・北播磨 (4), 阪神 (5), 三木 SCU(1) の 6 箇所全 18 箇所である。ただし, ( ) 内の数字は訓練時に事務局本部で決められた配置台数である。

計算時における各参集拠点から各活動拠点本部への移動時間は NAVITIME の API を用いて算出した。NAVITIME の API は通行禁止等を加味できるが本研究に

おいては渋滞, 通行禁止などの道路状況は加味しない。また, NAVITIME による各参集拠点から各活動拠点本部までの計 72 ルートの移動時間の計算時間は 11082ms であった。Table 2 は各参集拠点の参集台数, Table 3 は各活動拠点本部の配置台数を示したものである。

Table 2: 各参集拠点の参集台数

参集拠点	参集台数
桑名IC	68
草津PA	33
大阪国際空港	65
滝野西SA	25

Table 3: 各活動拠点本部の配置台数

活動拠点本部	配置台数
大阪市南部・西部	19
大阪市北部・東部	30
北河内・中河内	24
堺・南河内	11
泉州	11
豊能・三島	11
北勢	10
津	4
南勢	10
伊勢	10
和歌山・有田・御坊	14
田辺	13
中播磨・西播磨	4
淡路	4
東播磨・北播磨	4
三木SCU	1
神戸	6
阪神	5

## 6 結果

訓練時における DMAT 隊員による配分, 最小移動時間順アルゴリズム, SA 法による配分の全 DMAT 車の移動時間の総和はそれぞれ 15319 分, 14664 分, 13972 分であった。ただし, SA 法は 10 回計算を行い, 最も結果のよかったものとする。これは DMAT 車 1 台あたりの平均移動時間がそれぞれ, 80 分, 77 分, 73 分である。最小移動時間順アルゴリズム及び SA 法の処理時間はそれぞれ 62ms, 8625ms(10 回計算時の総計)であった。このときの計算環境は CPU:3.1 GHz Intel Core i7, メモリ:16 GB 1867 MHz DDR3, OS:OS X El Capitan, 使用言語は Java である。Table 4 は各手法における配置先決定時間, 全 DMAT 車の移動時間の総和, DMAT 車 1 台あたりの平均移動時間, 配置先決定時間と DMAT 車の平均移動時間の和である DMAT 車 1 台あたりの平均到着時間を示したものである。Table 5, 6, 7 は各手法による参集拠点から各活動拠点本部への配置台数を示したものである。

Table 4: 各手法における結果

	DMAT隊員	アルゴリズム	SA法
配置先決定時間	約1時間	65ms	8625ms
全DMAT車の移動時間の総和(分)	15319	14664	13972
1台あたりの平均移動時間(分)	80	77	73
1台あたりの平均到着時間(分)	140	77	73

Table 5: 訓練時の DMAT 隊員による各参集拠点から各活動拠点本部への配置台数

参集拠点	活動拠点本部	配置台数
桑名IC	大阪市南部・西部	12
桑名IC	大阪市北部・東部	22
桑名IC	北勢	10
桑名IC	津	4
桑名IC	南勢	10
桑名IC	伊勢	10
草津PA	北河内・中河内	17
草津PA	和歌山・有田・御坊	8
草津PA	田辺	8
大阪国際空港	堺・南河内	7
大阪国際空港	泉州	8
大阪国際空港	豊能・三島	7
大阪国際空港	中播磨・西播磨	7
大阪国際空港	淡路	7
大阪国際空港	東播磨・北播磨	7
大阪国際空港	三木SCU	6
大阪国際空港	大阪市南部・西部	5
大阪国際空港	大阪市北部・東部	6
大阪国際空港	北河内・中河内	5
滝野西SA	堺・南河内	4
滝野西SA	泉州	4
滝野西SA	豊能・三島	4
滝野西SA	和歌山・有田・御坊	4
滝野西SA	田辺	4
滝野西SA	神戸	4
滝野西SA	阪神	1

Table 6: 最小移動時間順アルゴリズムによる各参集拠点から各活動拠点本部への配置台数

参集拠点	活動拠点本部	配置台数
桑名IC	北勢	10
桑名IC	伊勢	10
桑名IC	和歌山・有田・御坊	14
桑名IC	泉州	5
桑名IC	津	4
桑名IC	堺・南河内	2
桑名IC	田辺	13
桑名IC	南勢	10
草津PA	北河内・中河内	24
草津PA	堺・南河内	9
大阪国際空港	大阪市南部・西部	19
大阪国際空港	阪神	5
大阪国際空港	大阪市北部・東部	30
大阪国際空港	豊能・三島	11
滝野西SA	泉州	6
滝野西SA	中播磨・西播磨	4
滝野西SA	東播磨・北播磨	4
滝野西SA	神戸	6
滝野西SA	淡路	4
滝野西SA	三木SCU	1

Table 7: SA 法による各参集拠点から各活動拠点本部への配置台数

参集拠点	活動拠点本部	配置台数
桑名IC	北勢	10
桑名IC	伊勢	10
桑名IC	津	4
桑名IC	南勢	10
桑名IC	北河内・中河内	24
桑名IC	豊能・三島	10
草津PA	和歌山・有田・御坊	14
草津PA	田辺	13
草津PA	泉州	6
大阪国際空港	大阪市南部・西部	19
大阪国際空港	堺・南河内	11
大阪国際空港	泉州	5
大阪国際空港	大阪市北部・東部	30
滝野西SA	阪神	5
滝野西SA	中播磨・西播磨	4
滝野西SA	東播磨・北播磨	4
滝野西SA	神戸	6
滝野西SA	淡路	4
滝野西SA	豊能・三島	1
滝野西SA	三木SCU	1

## 7 結果の比較及び考察

結果より、DMAT 隊員の配分に対して、最小移動時間順アルゴリズム、SA 法を用いた場合の時間削減効果を Table 8 に示す。このとき、配置先決定における削減時間は DMAT 隊員の配分による配置先決定時間から最小移動時間順アルゴリズム、SA 法それぞれの配置先決定時間を引いたものである。ただし、最小移動時間順アルゴリズムの計算時間が 62ms、SA 法の計算時間が 8625ms であり、DMAT 隊員の配置先決定時間が約 1 時間であったことからその差は十分に小さく削減時間も約 1 時間とした。同様に全 DMAT 車の移動時間の総和における削減時間、1 台あたりの平均移動時間における削減時間、1 台あたりの平均到着時間における削減時間は DMAT 隊員の配分結果から最小移動時間順アルゴリズム、SA 法それぞれの結果を引いたものである。

Table 8: DMAT 隊員の配分に対する最小移動時間順アルゴリズム、SA 法を用いた場合の時間削減効果

	アルゴリズム	SA法
配置先決定における削減時間	約1時間	約1時間
全DMAT車の移動時間の総和における削減時間	654分(4%)	1347分(9%)
1台あたりの平均移動時間における削減時間	3分	7分
1台あたりの平均到着時間における削減時間	1時間3分	1時間7分

最小移動時間順アルゴリズムと SA 法における全 DMAT 車の移動時間の総和を比較すると約 600 分の差があるが、1 台あたりの平均移動時間を比較すると約 4 分程度しか差がない。そのため、どちらの手法を用いても DMAT 隊員による配分より配置先の決定時間を大幅に短縮できるだけでなく、DMAT 車の配置に要する移動時間を短縮でき、迅速に DMAT 車の配置先を決定できる。

Table 5, 6, 7 から DMAT 隊員が配分した参集拠点と活動拠点本部の組み合わせは 26 に対して、SA 法及び最小移動時間順アルゴリズムの参集拠点と活動拠点本部の組み合わせは 20 である。すなわち、SA 法及び最小移動時間順アルゴリズムを用いることで DMAT 隊員が管理すべき DMAT 車を派遣する参集拠点と活動拠点本部の組み合わせが減り、負担軽減につながる。

## 8 まとめ及び今後の展望

本研究では DMAT 車の初期配置に際して、全 DMAT 車の移動時間の総和が小さくなるように各 DMAT 車の配置先を検討し、今回適用した訓練規模においては最小移動時間順アルゴリズム、SA 法ともに DMAT 隊員の配分より優れた性能を示せた。

今後の展望として実際の災害で活用できるよう各手法の導入にあたっては導入する状況を加味しなければならない。すなわち、最小移動時間順アルゴリズムにおいてはアルゴリズムが単純なため、計算環境が不足している状況においても人間がこのアルゴリズムを用いて配置先を決定できる。SA 法においては人間が配置先を決定する際に用いることはできず、計算資源が必須となる。ただし、最小移動時間順アルゴリズムよりも厳密解を求めることができる。実際の災害におい

てはこれら計算資源が用意できるかあるいは厳密解をどれだけ求めるかなどの考慮が必要である。また、震災の規模が大きくなればDMAT 隊員のよる配分はより複雑となり、本研究で開発した手法がより有用となることが考えられる。そのため、今後は様々な震災の規模における開発手法の適用及び効果検討が必要である。

## 謝辞

本研究に際して、様々なご指導を頂きました出口先生、金谷先生、chang 助教授、国立保健医療科学院の市川先生に深謝いたします。また、訓練データを提供していただいたDMAT の先生方、また、多くのご指摘を下さいました出口研究室の皆様感謝いたします。

## 参考文献

- 1) <http://www.nho-dmc.jp/disaster/saigaikyoten.html>
- 2) [http://www.bousai.go.jp/oukyu/pdf/kouiki\\_gaiyou.pdf](http://www.bousai.go.jp/oukyu/pdf/kouiki_gaiyou.pdf)
- 3) 金谷泰宏, 近藤久禎, 池内淳子: 保健医療活動支援に関する情報の利活用技術の研究開発, SIP 発表資料 (2017)
- 4) <http://www.pref.kanagawa.jp/uploaded/attachment/50429.pdf>
- 5) <http://www.dmat.jp/DMAT.html>
- 6) <http://www.dmat.jp/katudouyouryou.pdf>
- 7) 長谷川恒夫: DMAT 標準テキスト, 131/131, 株式会社ヘルス出版 (2011)
- 8) 河島譲: 厚生労働省 DMAT 事務局の活動について, 平成 29 年度大規模地震時医療活動訓練資料 (2017)
- 9) <http://www-or.amp.i.kyoto-u.ac.jp/~yagiura/papers/surikagaku200212.pdf>
- 10) 安高真一郎: ロジスティックのための最適配送・配送手法に関する一考察, Journal of the Faculty of Management and Information Systems, No.9, 123/130 (2016)
- 11) <http://www.ner.takushoku-u.ac.jp/anishio/Lecture/Transportation.pdf>
- 12) [http://www.orsj.or.jp/archive2/or58-12/or58\\_12\\_695.pdf](http://www.orsj.or.jp/archive2/or58-12/or58_12_695.pdf)
- 13) 柳浦睦憲, 茨木俊秀: 組合せ最適化メタ戦略を中心として, 97/101, 朝倉書店 (2001)
- 14) 厚生労働省 DMAT 事務局: 平成 29 年度大規模地震時医療活動訓練総括 (2017)