



急性期災害医療におけるDMAT配置モデルに関する考察

小谷, 稔

飯塚, 敦

河井, 克之

(Citation)

土木学会論文集F6 (安全問題) , 71(1):32-45

(Issue Date)

2015

(Resource Type)

journal article

(Version)

Version of Record

(Rights)

©2015 公益社団法人 土木学会

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/90003371>



急性期災害医療における DMAT配置モデルに関する考察

小谷 稔¹・飯塚 敦²・河井 克之³

¹学生会員 神戸大学大学院 工学研究科 博士課程後期課程 (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)
E-mail: 111t121t@stu.kobe-u.ac.jp

²フェロー 神戸大学教授 都市安全研究センター (〒657-8501 神戸市灘区六甲台町1-1)
E-mail: iizuka@kobe-u.ac.jp

³正会員 近畿大学准教授 近畿大学理学部・総合理工学研究科 (〒577-8502 東大阪市小若江3-4-1)
E-mail: kkawai@civileng.kindai.ac.jp

近年, 自然災害における被害は甚大であり, 災害医療におけるDMAT (Disaster Medical Assistance Team)の役割が, 人的被害最小化に大きく貢献する. しかし, 情報が錯綜する災害時に医療活動を必要とする場所・規模等を掌握し, 適切なDMAT派遣を行うことは難しい. そこで本研究では, 過去の地震災害の経過時間に伴う累積報告死者数から導いた被災者推定式を用いて, 死者数を最小にする最適化問題を考える.

その結果, 早期派遣が有効であり, 条件(DMAT数, 被災地の状況)によって累積死亡者数を最小にするDMAT派遣が求められた. また, 被災地状況の設定により, 妥当なDMAT派遣のあり方を考察することができた. よって, チーム数に限りがあるDMATの有効的派遣のあり方を提案できることで意思決定の一助となり得ると考える.

Key Words : DMAT, survival rate, limited medical resources

1. はじめに

地震, 津波, 集中豪雨による土砂災害や大雪による雪害などの自然災害による被害を最小化するために, 防災・減災対策がさらに重要となっている. その被害の中でも, 人的被害を最小化する災害医療の観点から, DMAT (Disaster Medical Assistance Team)の活動は, 人的被害を最小化するために大きく貢献し, その役割は重要なものである. しかし, このように人的被害の最小化に貢献するDMATには数的制限があるため, 効果的な派遣を実施する適切な意思決定が求められる.

(1) DMATについて

DMATが設立されるきっかけとなったのは1995年1月17日の兵庫県南部地震である. この地震において「避けられた災害死(Preventable death)」が約500人存在すると日本DMATのホームページ¹⁾で記載されている. この避けられた災害死の人数についての研究^{2), 3), 4), 5)}はされているが, 正確な人数を知ることは難しい. これを契機に行なわれた各種の研究^{6), 7), 8)}や検討⁹⁾の結果を踏まえ, 災害医療の観点から急性期災害医療体制の整備が早急に進められ

てきた. 平成18年には医療法改正により, 都道府県が作成する医療計画の記載事項の中に救急医療, 災害時における医療に係る事項が追加され, 平成20年度からの第5次医療計画に基づいて各都道府県では災害医療体制の整備が行われている. 急性期災害医療体制をなす4本柱として, 災害拠点病院の指定整備, DMATの設立養成, 広域災害・救急医療情報システム(Emergency Medical Information System : EMIS)の導入・整備, 広域医療搬送計画の策定が挙げられる.

DMAT活動要領(H25.9.4改正)¹⁰⁾によるとDMATとは, 大地震および航空機・列車事故等の災害時に被災者の生命を守るために, 被災地に迅速に駆けつけ, 救急治療を行うための専門的な訓練を受けた医療チームとされている. また, 災害の発生直後の急性期(概ね48時間以内)に活動が開始できる機動性を持ち, 1チームの構成は4名(医師1名, 看護師2名, 業務調整員1名)を基本とし, その活動は, 被災地域の医療需要の把握, 被災地における急性期の医療体制の確立, 被災地域での緊急治療や病院支援の実施, 被災地域で発生した多くの傷病者を被災地域外の適切な医療機関へ搬送等があり, 被災地に参集する医療チームとの有機的な連携を行って, 死亡や後遺症の減少をなし

遂げることが期待されている(図-1参照)。自然災害による「犠牲者ゼロ」の取組み¹¹⁾において平成23年度までにDMATを1000チームまで増強するとした目標が達成され、平成25年度で1323チーム¹²⁾が養成されている。

(2) DMAT が組織的活動を実施した主な自然災害

DMAT が初めて組織的活動を実施したのは 2007 年 7 月 16 日の新潟県中越沖地震であり、被災地へ参集し活動した DMAT は 42 チームだった。1 年も経過しない 2008 年 6 月 14 日に発生した岩手・宮城内陸地震では 40 チームの DMAT が被災地に参集して活動した。上記二つの地震災害による課題^{13), 14)}がそれぞれ提言され、急性期医療における DMAT 等の改善が行われた。その他にも自然災害や人為災害で DMAT は派遣されている。そして平成 23 年の東北地方太平洋沖地震では約 380 チームもの DMAT が被災地に参集し、初めての広域災害医療搬送を実施することとなった。

(3) 阪神・淡路大震災と東日本大震災の医療ニーズ

阪神・淡路大震災を契機に整備されてきた災害医療において、DMAT が想定していた医療ニーズは超急性期の外傷を中心とする救命医療に主軸をおいたものだった。しかし、東日本大震災での医療ニーズは想定と異なったものであり、新たな対応を要求されることとなった。阪神・淡路大震災では、死者 6433 人に対して傷病者は 43800 人¹⁵⁾、東日本大震災では死者 15520 人に対して傷病者は 5388 人¹⁶⁾であった。死亡要因として阪神・淡路大震災では建物の倒壊による下敷き等の圧死が多いのに対し、東日本大震災では津波災害による水死が多くなっている。そのため東日本大震災では災害発生後の急性期に必要とされる外傷傷病者に対する医療ニーズの把握が困難になり、慢性疾患に対する医療ニーズが長期にわたり続くことになったと分析¹⁷⁾されている。

(4) 東日本大震災の教訓と課題

各機関での検討会^{18), 19), 20)}によると、DMAT のあり方として、津波災害の特性から DMAT 研修内容、DMAT 活動要領の見直し、活動時期が長期になる場合の対応、指揮調整機能・ロジスティックの支援強化、広域医療搬送における航空搬送計画の策定、ドクターへリの活用についての課題が挙げられている。これらの課題を元に DMAT 活動要領の一部改正、DMAT 研修内容の変更、ロジスティック要員の育成、災害コーディネーターの養成等が実施されている。また、小井土雄一ら²¹⁾は DMAT に関わる活動と今後の研究として、1: 指揮調整機能の更なる強化に係る研究(DMAT 事務局の機能拡充、統括 DMAT の充実)、2: 被災地内でインターネットを含む通信体制の確保に係る研究(被災拠点病院、全 DMAT への

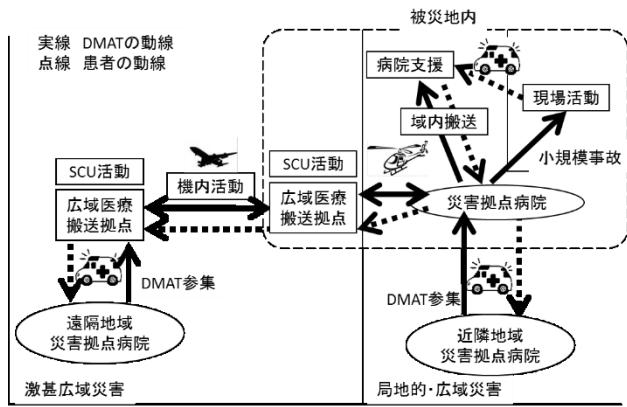


図-1 DMAT 活動イメージ図

(DMAT ホームページ参照して)

星携帯電話の整備), 3: 広域医療搬送戦略の見直しに係る研究(SCU をサポートする近隣病院の指定), 4: 亜急性期活動戦略の確保に係る研究(迅速性を維持しつつ、1~2 週間をカバーできる体制の確保と病院支援戦略の確立), 5: DMAT 全体としてのロジスティックサポートの充実に係る研究(ロジステーション構想の具現化と中央直轄ロジ要員の確保), 6: 他組織との更なる連携に係る研究(自衛隊との一層の連携)を挙げている。

(5) 既往の研究と本研究の位置づけ

災害が発生していない平時において救急自動車、ドクターカー、ドクターヘリコプターおよびランデブーポイントの配置問題の研究^{22), 23), 24), 25), 26)}や、傷病者を選別するトリアージの研究^{27), 28)}がされており、災害が発生した際の準備として活用できる。また、災害時における関係機関との連携^{29), 30), 31)}、救護所の設置³²⁾、広域医療搬送における計画やそのシステムの研究^{33), 34)}はされているが、被災者を直接救うことのできる DMAT 派遣(配置)^{35), 36)}に関する工学的研究はあまりされていない。

そこで、不確実な災害現場の初期情報をもとに對応する急性期医療のひとつとして、人的被害の最小化に貢献する DMAT のチーム数を制約条件とした人的被害最小化問題の初步的なモデルを構築する。このモデルの有用性を検討することで、災害急性期の対応においてチーム数に制約がある DMAT を有効に活用する意思決定の一助となるものと考える。また、本研究では、有限の DMAT をいつ、被災地のどこに、どれだけ派遣するべきかという意思決定の判断材料のひとつとなることを目的として DMAT 派遣モデルを考察する。なお、急性期医療での DMAT 派遣モデルを考察しているため、急性期医療ニーズが少なかった東日本大震災は、対象としない。

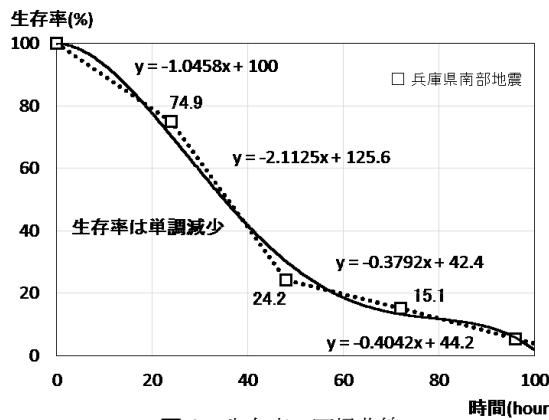


図-2 生存率の回帰曲線

表-1 参考データ

| 災害名 | 発生年月 | 災害名 | 発生年月 |
|-----------|------------|------------|------------|
| 兵庫県南部地震 | 1995.1.17 | サモア沖地震 | 2009.9.29 |
| 新潟県中越地震 | 2004.10.23 | チリ中部地震 | 2010.2.27 |
| ジャワ島中部地震 | 2006.5.27 | ニュージーランド地震 | 2011.2.22 |
| ジャワ島南西沖地震 | 2006.7.17 | 東北地方太平洋沖地震 | 2011.3.11 |
| 岩手宮城県内陸地震 | 2008.6.14 | トルコ東部地震 | 2011.10.23 |
| ラクイラ地震 | 2009.4.6 | | |

2. 研究手法

本研究では DMAT のチーム数を制約条件とし、目的関数である累積死者者数を最小にする最適化問題を定式化する。この際、人的被害に関わる要因は多種多様であるが、災害発生後(以下、発災後と記述する)の経過時間に伴い低下していく生存率、発災後の経過時間に伴い増加していく被災者情報および被災地情報の三つを考慮して定式化する。

(1) 生存率式の設定

兵庫県南部地震以降、地震などの災害によって倒壊した建物等の下敷きになった人の救出時に、「黄金の 72 時間」や「72 時間の壁」というフレーズがよく使われる。兵庫県南部地震の日別救出者中の生存者割合³⁷⁾、人が水を摂取しないで生きられる時間、生き埋めになった際の外傷や環境の変化によって災害が発生してから 72 時間を境に生存率が激減するとされている。このような生存率の低下傾向は外国での災害でも同じとされ、英語では

「Golden 72 hours」と言われている。災害が発生してから報告される被災者の中には救助されて治療を受けられなければ死くなってしまうため、生存率を発災直後($t=0$)は 100% と仮定し、経過時間に伴い被災者が死亡してゆくもの(単調減少)とする。図-2 の各点を結んだ直線をもとにした回帰曲線式は、式(1)のようになる。

$$\alpha(t) = -5.950 \times 10^{-6} t^4 + 1.262 \times 10^{-3} t^3 - 0.07597 t^2 - 0.0573 t + 100 \quad (1)$$

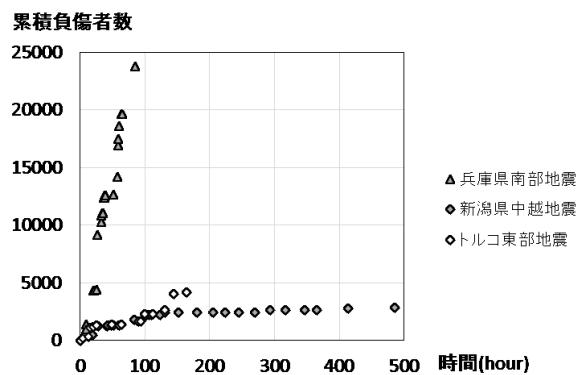


図-3 報告された累積負傷者数の時間推移

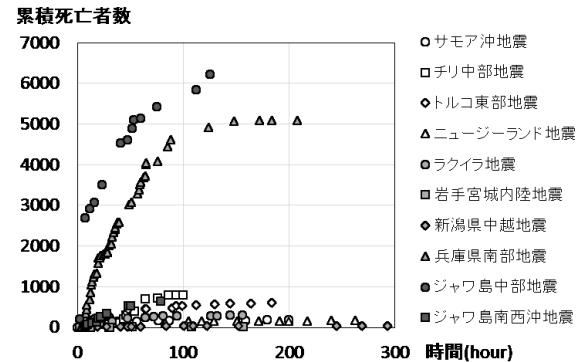


図-4 報告された累積死者数の時間推移

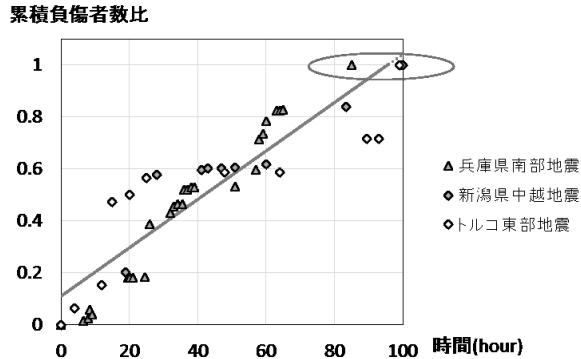


図-5 負傷者数比と回帰直線

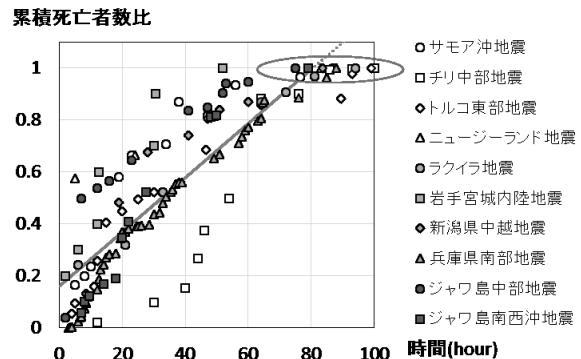


図-6 死亡者数比と回帰直線

(2) 被災者情報の表現

本研究では、表-1 の地震災害における報道機関の情報(付録)を利用する。災害発生後の経過時間に伴う報告負

傷者数の累積推移は図-3 のようになり、災害発生後の経過時間に伴う報告死亡者数の累積推移は図-4 のようになる。災害によって経過時間の報告された負傷者数および死亡者数は異なるため、これらの情報を発災後の経過時間 t における負傷者数比および死亡者数比として表わす。この際、DMAT は発災後 48 時間以内を目安として活動し、活動時間が災害急性期に限られること、発災 72 時間経過すればある程度の後方支援基盤が整うことから、発災後 100 時間付近の累積負傷者数および累積死亡者数を基準とする。

よって、負傷者数比は図-5、死亡者数比は図-6 のようになり、それぞれの比率式を回帰直線として求める。発災後の経過時間 t における負傷者数比の回帰直線は式(2)、死亡者数比の回帰直線は式(3)となる。

$$f(t) = 0.0093t + 0.1119 \quad (2)$$

$$f(t) = 0.0104t + 0.1624 \quad (3)$$

比を求める際に基準時間を 100 時間程度としたが、各比率式において負傷者数比が 1 となる時間は $t=95.5$ 、死亡者数比が 1 となる時間は $t=80.5$ である。このことから、100 時間未満の時間帯(ここでは $t=95.5$ および $t=80.5$)において、被災地の状況(負傷者数又は死亡者数)を把握できたものと考えられる。そこで、本研究では比が 1 となる時間までの DMAT 派遣を考えることとする。

二つの比率式を比較すると図-7 のようになる。災害時の対応が緊急性を要することから、比が 1 となる時間が早く、データの多い累積死亡者数から導出した式(3)を、被災者数比と仮定して用いることとする。

比率式の比が 1 となる 80.5 時間後の累積被災者数を A とし、第 1 報となる被災地情報(初期情報) I を発災後 t_1 時間で入手できる場合、式(4)のように表わすことができる。

$$I = f(t_1) \times A \rightarrow A = \frac{I}{f(t_1)} \quad (4)$$

この時、被災者の時間推移は図-8 のようになる。また、1 時間ごとに情報更新した場合、更新することで図-9 のように新たな処置可能被災者(増加処置可能被災者)が報告される。

(3) DMAT の設定

本研究での提案モデルは災害が発生した際の急性期医療における DMAT 派遣の初步的研究であるため、DMAT の諸条件として、DMAT の参集場所、活動内容、活動開始時期、医療能力を以下のように仮定する。

日本 DMAT 活動要領(H25.9.4 改正)の中で、「DMAT が被災地内で行う活動は、病院支援、域内搬送および現場活動」が主な業務とされており、「被災地域で活動する DMAT は、原則として、被災地域内の災害拠点病院等に設置される DMAT 活動拠点本部に参集し、その調整下で被災地域での活動を行う」と記載されている。また、

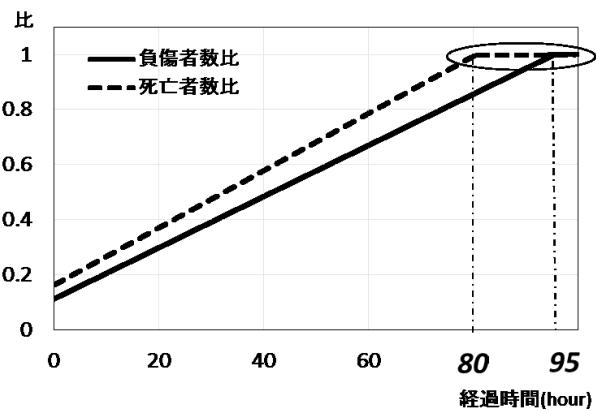


図-7 導出した比率式の比較

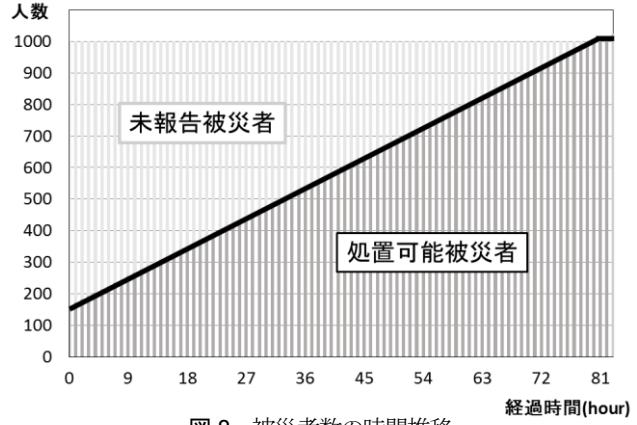


図-8 被災者数の時間推移

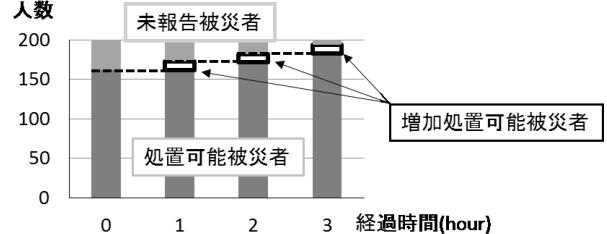


図-9 1 時間ごとの増加被災者数

都道府県等の DMAT 運用計画の中でも DMAT の参集拠点は被災都道府県の災害拠点病院となっており、広域医療搬送を行う際の拠点場所も設定するようになっている。DMAT 派遣は、被災都道府県の要請による派遣、または DMAT 指定病院の自主派遣によって、チームごとに陸路で移動するか、まとまって空路で移動して、参集場所へ向かう。参集場所は、被災都道府県や DMAT 事務局から示されるようになっている。このようなことから、DMAT の参集場所を災害拠点病院とし、活動内容を災害拠点病院での病院支援とする。また、参集場所に到着してから活動する時間はチームごと異なるため、制約条件である DMAT の数のなかで、活動開始する時間に差を設けることとする(図-10 参照)。

DMAT の救命能力として、DMAT が携行する標準資機材は、おおむね 10 名程度の重症・中傷の傷病者に対応できるものであり、現場活動の際には軽症の傷病者を含めて単位時間当たり 20~30 名に対応することが可能とな

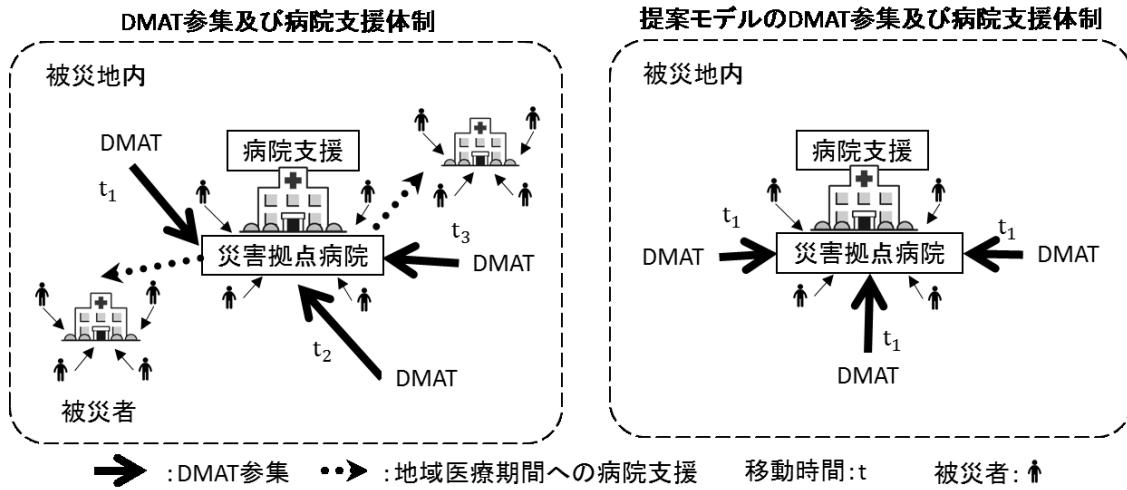


図-10 DMAT 参集及び病院支援体制イメージ図

っている。また、災害の種類を問わず、災害発生時には多数傷病者が発生する可能性があり、その状況下での最大多数の人命救助を目指すために、治療優先順位付け(トリアージ)が行われる。トリアージは繰り返し実施され、発災現場や病院で行う最初のトリアージを一次トリアージといい、そのあとより正確な基準(生理学的、解剖学的、受傷機転、災害弱者)による評価を二次トリアージという。この一次トリアージの時間は30秒以内³⁸⁾または1分以内^{39),40)}と明記されている。また、現場で行われる治療は症状の安定化をはかる応急処置であり、搬送先において症状を取り除く根本治療が行われる。

DMATの病院支援の優先順位⁴¹⁾は、災害拠点病院の拠点化、病院から拠点病院の情報共有・搬送体制の確保、域外搬送体制の確立、病院での診察支援であり、その活動は支援先病院長の指揮下で行うものとされている。災害拠点病院に来院する被災者を直接救う、病院での診察支援を行うものとする。このとき、支援病院施設の資材等を利用でき、来院者の症状によりDMATが処置できる人数は異なってくるが、先に述べたDMAT資器材の対応人数をかんがみ、単位時間当たり10名の来院患者を処置できると仮定する。

(4) 目的関数の定式化

目的式は発災後の経過時間 t の関数となる。まず第1報となる被災地情報(初期情報)を発災後 t_1 時間で入手できるものとし、これを初期情報 I とする。式(4)から比が1となる時間($t=T$)における累積処置可能被災者数 $V_i(T)$ が式(5)のようになる。ここでの i は、DMATを派遣する被災地(災害拠点病院)を表わす。

$$V_i(t) = f(t) \times A_i \quad (5)$$

また、初期情報を入手した時間 t_1 での生存者数 $S_i(t_1)$ は初期情報 I となる。

$$S_i(t_1) = I \quad (6)$$

DMATの医療能力を B 、派遣 DMAT 数を $m_i^{t_1}$ とすると DMATの処置を受けられなかった未治療者数 $G_i(t_1)$ は式(7)となる。 Δt は、DMATの活動時間および情報更新の間隔を表わす。

$$G_i(t_1) = S_i(t_1) - B \times m_i^{t_1} \times \Delta t \quad (7)$$

情報更新による増加処置可能被災者数 a_i は処置可能被災者数推定式の増加分となるため式(8)のようになる。

$$\frac{dV(t_1)}{dt} = A_i \times f'(t) \times t = a_i \quad (8)$$

情報更新後($t=t_1+\Delta t$)の処置可能被災者数 $V_i(t_2)$ は、未治療者数に増加処置可能被災者数を足した式(9)となる。

$$V_i(t_2) = V_i(t_1) + a_i \quad (9)$$

生存者数は処置可能被災者数に生存率を掛けた式(10)となる。

$$S_i(t_2) = V_i(t_2) \times \alpha(t_2) \quad (10)$$

死者数は処置可能被災者数から生存者数を引いた式(11)となる。

$$D_i(t_2) = V_i(t_2) - S_i(t_2) \quad (11)$$

情報更新後($t=t_1+\Delta t$)に派遣するDMAT数を $m_i^{t_2}$ とすると、未治療者数は生存者数から派遣したDMATの医療能力を引いた式(12)となる。

$$G_i(t_2) = S_i(t_2) - B \times m_i^{t_2} \times \Delta t \quad (12)$$

このように情報更新ごとの値を求め、初期情報を得た時間($t=t_1$)から比率が1になる時間($t=T$)までの累積死亡者数を求める式(13)のようになる。

$$\sum_{t_1}^T D_i(t) = \sum_{t_1}^T [V_i(t) - S_i(t)] \quad (13)$$

よって、DMAT数を制約条件とし、累積死亡者数を目的関数とした最小化問題として式(14)のように定式化することができる。

$$\begin{aligned} \text{Min. } \sum_{t_1}^T D_i(t) &= \sum_{t_1}^T [V_i(t) - S_i(t)] \\ \text{Sub. to } \sum_{i=1}^T m_i &= M, \quad m_i \geq 0, \quad t \geq 0 \end{aligned} \quad (14)$$

被災者数の比率式は、表-1の情報から求めた線形回帰直線であるため、時間経過に伴い被災者数が比例的に増加していく情報を再現することとなる。そのため、時間経過に伴い被災者数が比例的に増加していく情報形態であれば提案モデルが適用できるものと考える。また、各地震災害の情報から求めた回帰直線を用いることで、それぞれの地震災害の DMAT 派遣を検証することが可能と考えられる。

3. 一斉派遣の検討

設定した生存率式と処置可能被災者数推定式を用いて DMAT 派遣時の死亡者数変化を考察する。一斉派遣は災害発生後の経過時間 t まで DMAT を派遣せず、経過時間 t に派遣することを言う。情報の更新間隔を $\Delta t=0.1$ 時間とし、簡単のために DMAT の被災地までの移動時間は考慮しない。

(1) DMAT 派遣の有無による違い

例として、被災地を 1 地点、初期情報を $I=150$ 人と仮定し、DMAT 派遣しない場合と発災直後に 4 チーム派遣した場合の累積死亡者数の推移を図-11、各時間の死亡者数の推移を図-12、未治療者数の推移を図-13 に示す。

図-11 から DMAT 派遣により累積死亡者数を減らすことができる。図-12 では初期情報の未治療者がいるため、死亡者は増加していくが DMAT 派遣により一度減少し、未治療者がゼロになることで増加処置可能被災者の死亡者が時間経過に伴い増加する。派遣しない場合も同様に発災後から増加するが、未治療者が減少することで死亡者も減少し増加処置可能被災者が死亡者となる。図-13 では DMAT 派遣により未治療者は減少していきゼロとなる。派遣しない場合は、災害発生初期において未治療者は増加するが、時間経過による生存率低下によって死亡者が増加するため減少していく。

(2) 初期情報が同じ被災地が 2 地点の場合

初期情報が $I_1=I_2=150$ 人と仮定した場合の目的式は式(15)のようになる。

$$\text{Min. } \sum_{t=T}^{80.5} [V_1(t) - S_1(t)] + \sum_{t=T}^{80.5} [V_2(t) - S_2(t)] \quad (15)$$

$$\text{Sub. to } \sum_{i=1}^2 m_i = 10, \quad m_i \geq 0, \quad t \geq 0$$

この時の合計累積死亡者数を図-14 に示す。発災直後に DMAT を 5 チームずつ派遣すると合計累積死亡者は 814 人(1848 人中 1034 人救助)となり、死亡者が最小となる。

(3) 初期情報が異なる被災地が 2 地点の場合

初期情報を $I_1=150$ 人、 $I_2=100$ 人と仮定した場合の目的

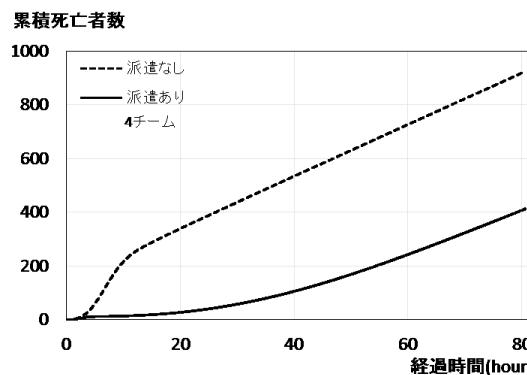


図-11 累積死亡者数の時間推移

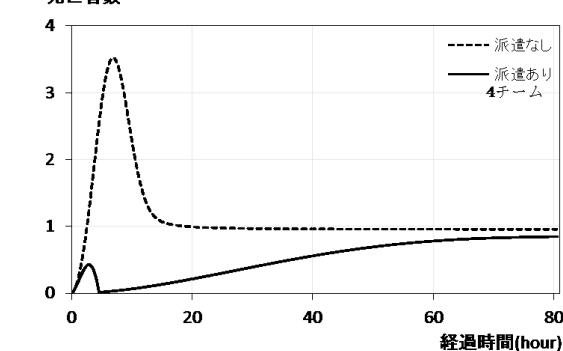


図-12 時間ごとの死亡者数推移

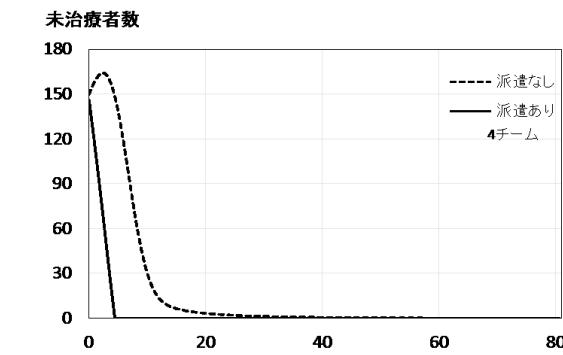


図-13 時間ごとの未治療者数推移

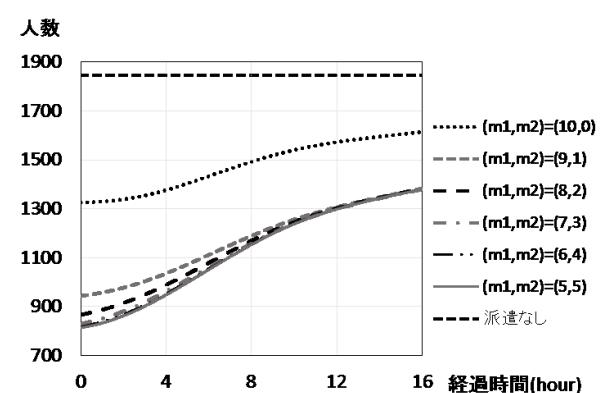


図-14 初期情報が同じ場合の合計累積死亡者数

式は式(15)と同じになる。この時の合計累積死亡者数を図-15 に示す。発災直後に DMAT を被災地 1 に 6 チーム、被災地 2 に 4 チーム派遣すると、被災地 1 は累積死亡者 405 人(924 人中 519 人救助)、被災地 2 は累積死亡者

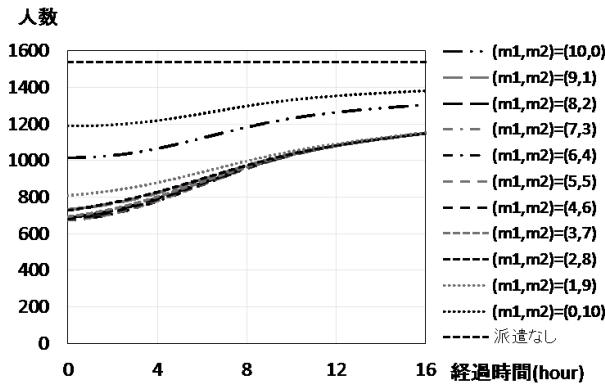


図-15 初期情報が異なる場合の合計累積死者数

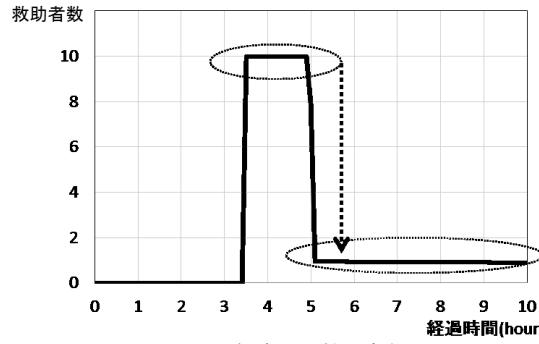


図-16 各時間の救助者数

270人(616人中346人救助), よって合計累積死者数は675人(1540人中865人救助)となり, 死亡者が最小となる.

(4) DMAT 派遣結果の考察

生存率が単調減少し, 被災地情報が既知であるため, DMAT を早期に派遣するのが死者数を最小にするために有効である. DMAT 数に制約がある場合においても DMAT を早期に派遣するのが有効であると考えられるが, 被災者数が異なることで死者数を最小にする DMAT の最適な配分が発生する. よって, 災害発生直後の情報をいち早く入手することが重要となる.

(5) 段階派遣の可能性

派遣された DMAT は派遣された被災地で連続活動するものと仮定したが, 図-16 に発災3.5時間後に DMAT を10チーム派遣した際の各時間の救助者数を表してみると, $t=5$ 以降では DMAT の医療能力($B=10$)以下の人数しか救えなくなっている. これは派遣した DMAT 数に余剰が生じていることを表わしており, DMAT の段階的な撤退が可能であることを示している. よって, 撤退した DMAT を新たな被災地または不足している被災地へ派遣(転用)することが可能といえる.

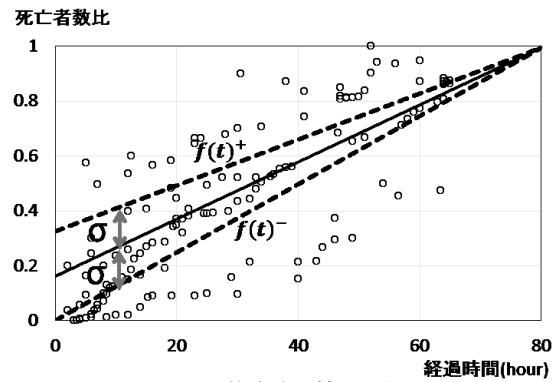


図-17 推定式の情報の幅

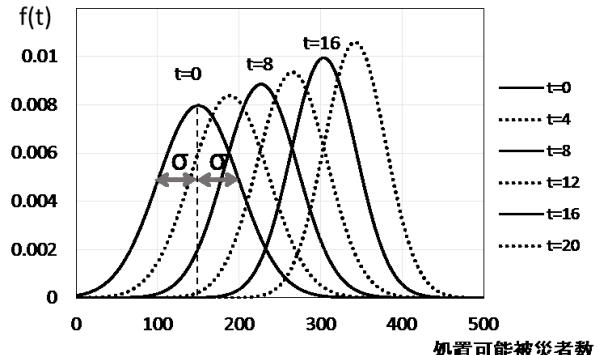


図-18 情報の不確かさの正規分布

4. 情報の不確かさ

仮定した処置可能被災者推定式により処置可能被災者数を推定でき, 情報更新ごとの増加処置可能被災者数を導出できるため, 死亡者数を最小にするために必要な DMAT 数を求められる. しかし, 災害発生から現場の正確な状況を把握することは困難であり, 得られた情報は正確とは限らない. そこで情報の不確かさを表現するために, 得られる情報に幅を持たせる. 例えば, 発災直後の被災者情報に0~400人という幅があり, 時間が経過すれば50~350人という情報幅になり, さらに時間が経過すれば100~300人という情報幅になるようなものである. そこで, 時間に関係すると考えられる情報の不確かさ(情報の確からしさ)を, 確率分布として正規分布に従うものと仮定して表現する.

(1) 正規分布での表現

正規分布の平均 μ は処置可能被災者数推定式に従い, その情報の幅を標準誤差 σ として式(16)のように表わす.

$$f(t) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma} \exp\left(-\frac{(t-\mu)^2}{2\sigma^2}\right) \quad (16)$$

不確実性となる情報の幅を, 標準誤差が $t=0$ の時に仮定した推定式の切片の倍の幅を持ち, 時間経過に伴い標準誤差は小さくなるものと仮定する. よって比率式は上限の式(17)と下限の式(18)となり, 図-17 のように幅を持つ

た比率式となる。

$$f(t)^- = 0.01241 t \quad (17)$$

$$f(t)^+ = 0.008383 t + 0.3248 \quad (18)$$

また、正規分布を表わすと図-18 のように時間経過にともない σ は小さくなり、分布は凸が高くなっていく。

(2) DMAT 派遣の検討

式(17)および式(18)を用いて、被災地を 1 地点、情報の更新間隔が $\Delta t=0.1$ 時間、DMAT 数を 10, 20, 30 とした場合の累積死者者数を、例題として求める。DMAT 数が 30 の結果を図-19 に示す。また初期情報が 150 人の場合、各式での初期情報は式(19)のようになる。

$$I = f(0) \times a_i = \begin{cases} f(0)^- \times \frac{150}{0.1624} = 0 & \text{(下限)} \\ f(0)^+ \times \frac{150}{0.1624} = 300 & \text{(上限)} \end{cases} \quad (19)$$

また、増加処置可能被災者数は式(20)のようになる。

$$\frac{dV(t_1)}{dt} = a_i \times f'(t) \times \Delta t = \begin{cases} 1.14 & \text{(下限)} \\ 0.96 & \text{(平均)} \\ 0.774 & \text{(上限)} \end{cases} \quad (20)$$

a) DMAT 派遣結果

DMAT 数を 10, 20, 30 チームとした場合、以下のように死者者数を最小にする派遣がそれぞれ得られる。下限の式では DMAT 数に関わらず、発災 1 時間以内に派遣すれば累積死者者 479 人(924 人中 445 人救助)となる。上限式では発災直後に派遣し、累積死者者は 10 チームの時 332 人(924 人中 592 人救助)、20 チームの時 325 人(924 人中 599 人救助)、30 チームの時 324 人(924 人中 600 人救助)となる。平均式では発災直後に派遣し、累積死者者は 10 チームの時 402 人(924 人中 522 人救助)、20 および 30 チームの時 401 人(924 人中 523 人救助)となる。

b) DMAT 派遣結果の考察

図-19において発災から 5~7 時間で、下限式と上限式における累積死者者数が逆転する。この前半部分は、下限式の増加処置可能被災者数が多いためであり、後半部分は DMAT 派遣が遅くなることで上限式において派遣までの死者者数が多くなるためである。

30 チームでは、発災直後の派遣で下限式と上限式で死者者数に 155 人の差があるが、比率式が交差する時間帯 $t=6$ では 10 人と差が小さくなる。また、発災直後の派遣で 10 チームは 147 人、20 チームは 154 人の差があるが、図-19 のように 10 および 20 チームの場合でも交差する時間帯(5~7 時間)が存在し、10 チームでは $t=5$ で 14 人、20 チームでは $t=6$ で 2 人の差となる。このことから、死者者数が最小とはならないが、情報に不確実性が存在してもその影響を受けにくい時間帯があることが分かり、その時間帯での DMAT 派遣も考えられる。

累積死者者数

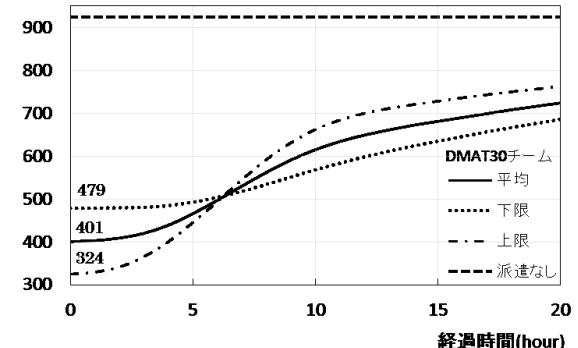


図-19 推定式ごとの累積死者者数推移(DMAT30 チーム)

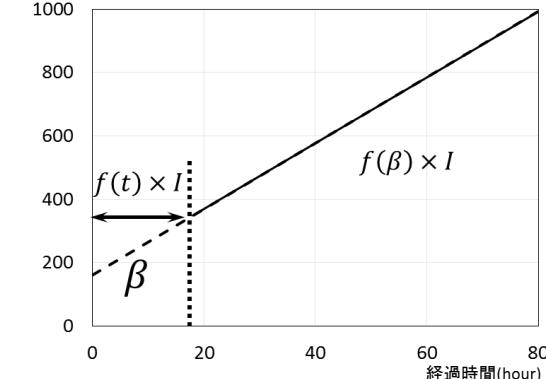


図-20 情報の遅れおよび被災地増加の推定式

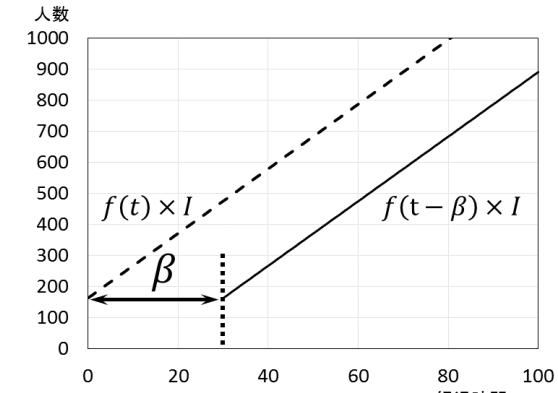


図-21 発災時間のズレの推定式

5. 被災地の状況変化

これまででは、被災地の情報を発災直後($t=0$)に得られるものと仮定して派遣を考えている。しかしながら発災直後に情報を入手することは困難である。そこで、例として情報の入手の仕方を三つ考える。まず一つ目は、発災直後に被災地が 2ヶ所(被災地 1 および被災地 2)存在するとわかっているが、被災地 2 の情報を得られず、時間が経過してから情報を得るような「被災地情報の遅れ」、二つ目は、発災直後では被災地は 1ヶ所であったが、時間が経過すると新たな被災地の情報を得るような「被災地の増加」、三つ目は、地震により津波が発生した場合、地震による被害情報と津波による被害情報を得る時間のズレが発生するような「発災時間のズレ」である。

また, DMAT 派遣を検討する際に, 各被災地へ派遣した DMAT 数に余剰が生じれば, DMAT を撤退させ, 異なる被災地へ再派遣(転用)するものとする.

(1) 比率式の変形

初期情報を入手する時間の遅れを β 時間とすると, $t = \beta$ に初期情報を入手することになり, 「被災地情報の遅れ」および「被災地の増加」では図-20 のように被災者数が変化する. 「発災時間のズレ」は情報入手する時間分だけ比率式が平行移動するため, 式(21)となり図-21 のように被災者数が変化する.

$$f(t - \beta) = 0.0104 \times (t - \beta) + 0.1624 \quad (21)$$

(2) 被災地情報の遅れ

例題として, 被災地が 2箇所存在することを発災直後から知っているものとし, $t=0$ で初期情報($I_1=100$ 人)を得る被災地 1, $t=2$ で初期情報($I_2=150$ 人)を得る被災地 2, DMAT 数を $M=10$ と仮定した場合の派遣を考えてみる. この場合, 被災地が 2箇所存在することを知っているが, 情報の捉え方によって派遣方法は 2通り考えられる.

一つ目は, 被害の程度は不明だが, 被災地 2 も被害を受けているものとみなして発災直後から分配派遣(同時に派遣)する場合である. この場合, 被災地 2 へ派遣することにより被災地 2 の被災状況が判明するものとする.

二つ目は, 被災地 2 から情報がこないのは被害がないとみなして派遣を見送っていたが, 発災後 $t=2$ で情報が届き, 派遣(情報入手後に派遣)する場合である. この二つの派遣は次の「被災地の増加」と同じ考え方であるため, 後で述べる.

a) DMAT 派遣結果

一つ目の発災直後に DMAT を分配派遣した際の合計累積死亡者数と死亡率を求める, 図-22 のようになる. 横軸の DMAT 数は発災直後に派遣する DMAT 数である. 発災直後に被災地 1 に 6 チーム, 被災地 2 に 4 チーム派遣した場合, 被災地 1 は累積死亡者 268 人(616 人中 348 人救助), 被災地 2 は累積死亡者 406 人(924 人中 518 人救助), 合計累積死亡者 674 人(1540 人中 866 人救助)となる. また, 発災直後に被災地 1 に 7 チーム, 被災地 2 に 7 チーム派遣した場合, 被災地 1 は累積死亡者 271 人(616 人中 345 人救助), 被災地 2 は累積死亡者 403 人(924 人中 521 人救助)になり, 合計累積死亡者 674 人(1540 人中 866 人救助)となる. それぞれの経過時間とその時間の DMAT 数を表-2 に示す.

b) DMAT 派遣結果の考察

情報が来ないことから推測される被害の程度によって, DMAT 数の分配に差が生じる. 被害が大きいと見積もれば派遣 DMAT 数は多く, 被害を小さいと見積もれば派遣 DMAT 数は少なくなる. しかしながら, DMAT の配

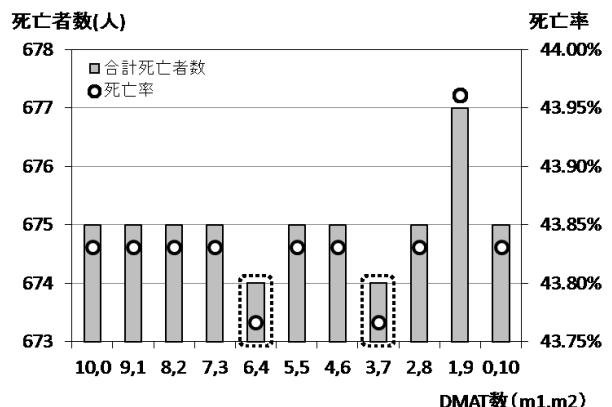


図-22 情報の遅れによる死亡率と合計累積死亡者数

表-2 情報の遅れによる DMAT 数の変化

| 経過時間 | DMAT数 | | 経過時間 | DMAT数 | |
|----------------|-------|----|----------------|-------|----|
| | m1 | m2 | | m1 | m2 |
| 0 ≤ t < 1.8 | 6 | 4 | 0 ≤ t < 2.4 | 3 | 7 |
| 1.8 ≤ t < 1.9 | 3 | 7 | 2.4 ≤ t < 2.5 | 7 | 3 |
| 1.9 ≤ t < 2.9 | 1 | 9 | 2.5 ≤ t < 2.9 | 9 | 1 |
| 2.9 ≤ t < 3.0 | 1 | 4 | 2.9 ≤ t ≤ 80.5 | 1 | 1 |
| 3.0 ≤ t ≤ 80.5 | 1 | 1 | | | |

分の違いによる死亡者数の差は最大で 3 人となることから, 情報を得られなくても被災地が存在すれば, 早期の派遣が有効であり, DMAT 数に余剰が生じれば DMAT を転用することで被害を抑えられると考える.

(3) 被災地の増加

例題として, 発災直後は被災地が 1箇所だと認識していたが時間経過することで被災地がもう 1箇所存在すると判明するものとし, $t=0$ で初期情報($I_1=100$ 人)を得る被災地 1 と, $t=2$ で初期情報($I_2=150$ 人)を得る被災地 2 が存在し, DMAT 数を $M=10$ と仮定する. この場合の派遣方法は, 情報を得た被災地 1 へ発災直後に派遣し, 新たな被災地情報を得た発災 2 時間後に被災地 2 へ派遣する.

a) DMAT 派遣結果

例題の合計累積死亡者数と死亡率を図-23 に示す. 横軸は被災地 1 へ発災直後に, 被災地 2 へ発災 2 時間後に派遣する DMAT 数である. 発災直後に被災地 1 に 6~10 チームのいずれかを派遣し, 新たな被災地情報を得た発災 2 時間後の被災地 2 に 9 チーム派遣すると, 被災地 1 は累積死亡者 268 人(616 人中 348 人救助), 被災地 2 は累積死亡者 417 人(924 人中 507 人救助), 合計累積死亡者 685 人(1540 人中 855 人救助)となる. それぞれの経過時間とその時間の DMAT 数を表-3 に示す.

b) DMAT 派遣結果の考察

DMAT の配分の違いによる死亡者数の差は最大で 19 人となる. 被災地 1 へ発災直後から派遣することが有効であるが, 表-3 から被災地 1 での対応において早い時間帯で DMAT 数に余剰ができたことで, 新たな被災地の

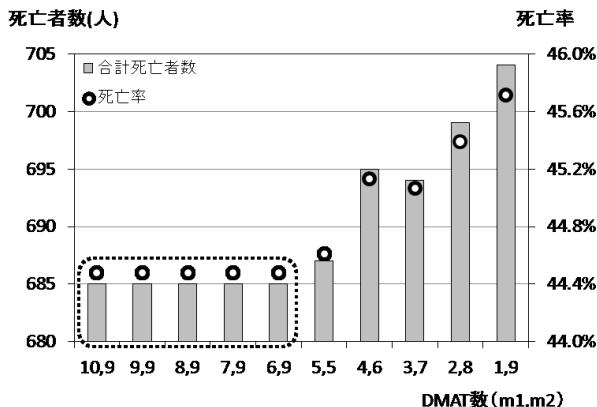


図-23 被災地の増加による死亡率と合計累積死者数

表-3 被災地の増加及び発災時間のズレによる
DMAT 数の変化

| 経過時間 | DMAT数 m1 m2 | 経過時間 | DMAT数 m1 m2 | 経過時間 | DMAT数 m1 m2 |
|------------|-------------------|------------|-------------------|------------|-------------------|
| 0≤t<1.8 | 6 | 0≤t<1.5 | 7 | 0≤t<1.3 | 8 |
| 1.8≤t<1.9 | 3 | 1.5≤t<1.6 | 5 | 1.3≤t<1.4 | 4 |
| 1.9≤t<2.0 | 1 | 1.6≤t<2.0 | 1 | 1.4≤t<2.0 | 1 |
| 2.0≤t<3.9 | 1 9 | 2.0≤t<3.9 | 1 9 | 2.0≤t<3.9 | 1 9 |
| 3.9≤t≤80.5 | 1 1 | 3.9≤t≤80.5 | 1 1 | 3.9≤t≤80.5 | 1 1 |

| 経過時間 | DMAT数 m1 m2 | 経過時間 | DMAT数 m1 m2 |
|------------|-------------------|------------|-------------------|
| 0≤t<1.0 | 10 | 0≤t<1.1 | 9 |
| 1.0≤t<1.1 | 3 | 1.1≤t<1.2 | 8 |
| 1.1≤t<2.0 | 1 | 1.2≤t<2.0 | 1 |
| 2.0≤t<3.9 | 1 9 | 2.0≤t<3.9 | 1 9 |
| 3.9≤t≤80.5 | 1 1 | 3.9≤t≤80.5 | 1 1 |

情報を得てからでも十分な DMAT を派遣でき、死者数を抑えられたと考える。また、DMAT を待機させておくことで、情報を得てからの派遣でも被災地 2 において多くの人を救助できるようになるが、被災地 1 ではその分、避けられた死により死者数が増加すると考えられる。

(4) 発災時間のズレ

例題として、地震発生後に津波が来るものとして地震発生直後($t=0$)で初期情報($I_1=100$ 人)を得る被災地 1 と、津波被害発生直後($t=2$)で初期情報($I_2=150$ 人)を得る被災地 2 が存在し、DMAT 数を $M=10$ と仮定する。この場合の派遣方法は、地震発生直後に被災地 1 へ、発災 2 時間後の津波被害発生直後に被災地 2 へ派遣する。この合計累積死者数と死亡率を図-24 に示す。横軸は被災地 1 へは地震発生直後に、被災地 2 へは津波被害発生直後に派遣する DMAT 数である。

a) DMAT 派遣結果

地震発生直後に被災地 1 に 6~10 チームのいずれかを派遣し、津波被害発生直後に被災地 2 に 9 チーム派遣すると、被災地 1 は累積死者 268 人(616 人中 348 人救助)、被災地 2 は累積死者 402 人(924 人中 522 人救助)、合計累積死者者は 670 人(1540 人中 870 人救助)となる。

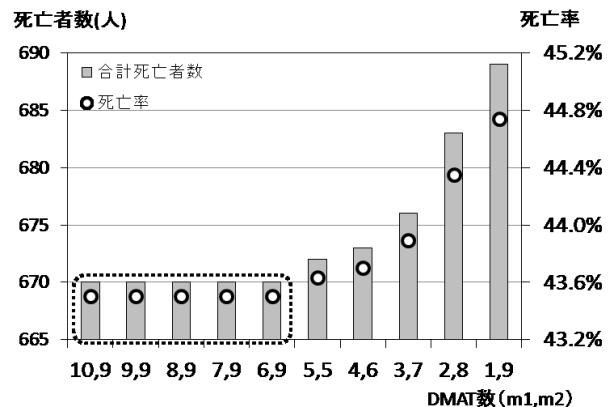


図-24 発災時間のズレによる死亡率と合計累積死者数

それぞれの経過時間とその時間の DMAT 数は表-3 と同じになる。

b) DMAT 派遣結果の考察

DMAT の配分の違いによる死者数の差は最大で 19 人となる。被災地 1 へ発災直後から派遣することで救助者数が多くなり、DMAT 数に余剰ができることで被災地 2 へ転用できる。また、発災後の DMAT の待機数が多くなることにより、被災地 1 で避けられた死が存在し、死者数が多くなっていると考えられる。

(5) 被災地の状況による DMAT 派遣の考察

例として被災地の状況を 3 パターン挙げて DMAT 派遣を検討した結果、災害の規模と情報の入手時間によって DMAT 派遣の仕方は変化することが分かる。この例題では制約条件として DMAT 数を 10 チームとしたが共通していることとして、DMAT の早期派遣が有効であり、DMAT を待機させておくのではなく、派遣したのちに段階的に撤退させて再派遣することが挙げられる。よって、妥当な DMAT 派遣の在り方を示せたと考える。

6. おわりに

本研究では、災害時における意思決定として、災害発生時の急性期医療における防ぎえた死を最小化する DMAT 派遣のあり方を考察するために、生存率式および処置可能被災者数推定式を定式化し、被災地状況を例として 3 パターン設定した。その結果、いずれも DMAT の早期派遣が有効であることが確認でき、情報の不確実性を考慮した推定式に基づく DMAT 派遣では、情報の幅による死者数の差を抑える派遣の時間帯を示すことができた。さらに被災地の状況を変えることで、DMAT を待機させておくのではなく、派遣したのちに段階的に撤退させて再派遣することが有効であることがわかった。ゆえに、人的被害を抑える妥当的な DMAT 派遣の在り

方を示すことができたと考える。これにより、チーム数に限りのある DMAT の派遣のあり方を提案でき、意思決定の一助となり得るものと考える。

しかしながら、本稿の提案モデルにおける被災者数比の仮定式は線形回帰によるものであるため、DMAT 派遣による死者数最小化問題の初步的研究に過ぎない。そのため、それぞれの地震災害の情報を再現できるよう非線形回帰による被災者数比の仮定式を設定する必要がある。また、災害時の救急医療体制の更なる調査、各自治体の地域防災計画や救急医療マニュアル等を参考にして、DMAT 派遣の条件等を設定する必要がある。

付録：地震災害参考資料

兵庫県南部地震

CRK ラジオ関西 558 :

<http://jocr.jp/sinssai/sinsai3.html>

震災データベースリンク集 :

<http://www.shinsaihatsu.com/link/data.html>

兵庫県 HP 阪神・淡路大震災の死者にかかる調査について :

http://web.pref.hyogo.lg.jp/pa20/pa20_000000016.html

新潟県中越地震

朝日新聞 DIGITAL : <http://www.asahi.com>

新潟日報 :

<http://www.niigata-nippo.com/tyuetsujishin/details.php>

ブログ :

http://blogs.dion.ne.jp/tahi_ti/archives/7390811.html

AFPBBNews : <http://www.afpbb.com>

ジャワ島中部地震

Buzzurl : <http://buzzurl.jp/entry>

ブログ :

http://jiro-dokudan.cocolog-nifty.com/jiro/2006/05/_3000_38d0.html

<http://logsoku.com/thread/news19.2ch.net/newsplus/1148728301/>

<http://logsoku.com/thread/news19.2ch.net/newsplus/114896327/>

<http://logsoku.com/thread/news19.2ch.net/newsplus/1149094205/>

<http://zara1.seesaa.net/article/18463533.html>

<http://cheshirecat.seesaa.net/article/18936878.html>

AFPBBNews :

<http://www.afpbb.com/article/disaster-accidents-crime/disaster/2064538/602521>

EpochTimes.jp :

<http://www.epochtimes.jp/jp/2006/05/html/d24572.html>

<http://www.epochtimes.jp/jp/2006/05/html/d64391.html>

rescuenow.net :

http://rescuenow2.cocolog-nifty.com/java_quake/cat600294

4/index.html

<http://www.rescuenow.net/2006/06/619600.html>

ジャワ南西沖地震

NNA.ASIA :

http://nna.jp/free/tokuhou/060717_jog/06/0718a.html

http://nna.jp/free/tokuhou/060717_jog/06/0719a.html

http://nna.jp/free/tokuhou/060717_jog/06/0720a.html

EpochTimes.jp :

<http://www.epochtimes.jp/jp/2006/07/html/d29064.html>

<http://www.epochtimes.jp/jp/2006/07/html/d51088.html>

<http://www.epochtimes.jp/jp/2006/07/html/d53096.html>

ブログ :

<http://blogs.yahoo.co.jp/waytobali/37839666.html>

http://blog.still-laughin.com/archives/2006/05/post_1844.html

http://jakartan.cocolog-nifty.com/blog/2006/07/post_7850.html

掲示板 :

<http://www.asyura.com/0505/jisin13/msg/585.html>

<http://www.asyura2.com/0601/jisin14/msg/114.html>

REUTERS :

<http://jp.reuters.com/article/topNews/idJPJAPAN-11316320090902>

岩手・宮城内陸地震

ブログ :

http://matsubakaikei.at.webry.info/200806/article_16.html

<http://ratio.sakura.ne.jp/archives/2008/06/14230550/>

<http://blog.canpan.info/coco/archive/426>

AFPBBNews :

<http://www.afpbb.com/article/disaster-accidents-crime/disaster/2405328/3036062>

宮城県 HP 防災 : <http://www.pref.miagi.jp>

太田, 牛山 : 平成 20 年(2008 年)岩手・宮城内陸地震による人的被害の特徴, 第 27 回日本自然災害学会学術講演会講演概要集, pp.17-18, 2008.

内閣府 防災情報ページ

<http://www.bousai.go.jp/jishin/iwate/2008iwate.html>

ラクイラ地震

社団法人中越防災安全推進機構 :

<http://soiga.com/chu-etsu/wiki.cgi?page=%A5%A4%A5%BF%A5%EA%A5%A2%A1%A1%A5%E9%A5%AF%A5%A4%A5%E9%C3%CF%BF%CC>

ブログ :

<http://www.heiankigyou.net/seismoblog/index.php?e=9>

<http://news2plus.blog123.fc2.com/blog-entry-514.html>

<http://ameblo.jp/jokeness1445/image-10237952877-10162517529.html>

<http://beiryu2.exblog.jp/9561959/>

<http://beiryu2.exblog.jp/tags/%E3%83%A9%E3%82%A4>

F%E3%82%A4%E3%83%A9/
CRIonline :
<http://japanese.cri.cn/881/2009/04/09/1s138353.htm>
防災情報新聞
http://www.bosaijoho.jp/topnews/item_2655.html
REUTERS :
<http://jp.reuters.com/article/topNews/idJPJAPAN-3736982090407>
NPO 法人国境なき奉仕団 :
<http://www.bra-japan.org/topics/info/page/2>
AFPBBNews :
<http://www.afpbb.com/article/disaster-accidents-crime/disaster/2591824/4021568>
Searchina. :
http://news.searchina.ne.jp/disp.cgi?y=2009&d=0408&f=national_0408_029.shtml
NNA.ASIA :
<http://news.nna.jp/app/search/news/579>
<http://news.nna.jp/app/search/news/588>
<http://news.nna.jp/app/search/news/594>
サモア沖地震
DRS TREND READER PROJECT OFFICIAL SITE :
http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/hayashi/tr/tr_samoaeq/tr_samoaeq_archives.html
nikkansports.com :
<http://www.nikkansports.com/general/news/f-gn-tp1-20090930-549776.html>
REUTERS :
<http://jp.reuters.com/article/worldNews/idJPJAPAN-11743720091001>
外務省 報道・広報 :
http://www.mofa.go.jp/mofaj/press/release/21/9/1196159_1105.html
朝日新聞 :
<http://www.asahi.com/special/09008/TKY200910020417.html>
Bloomberg.co.jp :
<http://www.bloomberg.co.jp/news/123-QRBG66N9EDE01.html>
ブログ :
<http://beiryu2.exblog.jp/21/>
チリ地震
DRS TREND READER PROJECT OFFICIAL SITE :
http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/hayashi/tr/tr_chileeq/tr_chileeq_archives.html
朝日新聞 :
<http://www.asahi.com/special/chile/TKY201003030246.html>
<http://www.asahi.com/special/chile/TKY201002280190.html>
<http://www.asahi.com/special/chile/TKY201003010120.html>
<http://www.asahi.com/special/chile/TKY201003020132.html>

<http://www.asahi.com/special/chile/TKY201003030472.html>
<http://www.asahi.com/special/chile/TKY201003050164.html>
THE WALL STREET JOURNAL :
<http://jp.wsj.com/ed/chile/>
ブログ :
<http://logsoku.com/thread/tsushima.2ch.net/news/1267262866/>
<http://logsoku.com/thread/tsushima.2ch.net/news/1267262866/>
<http://ameblo.jp/guevaristajapones/entry-10474313083.html>
REUTERS :
<http://jp.reuters.com/article/idJPJAPAN-14194620100304>
ニュージーランド地震
47NEWS :
<http://www.47news.jp/47topics/e/197773.php>
<http://www.47news.jp/CN/201103/CN2011030101000172.html>
Asian Disaster Reduction Center :
http://www.adrc.asia/view_disaster_jp.php?NationCode=554&lang=&KEY=1494
ブログ :
<http://hayabusa2.2ch.net/test/read.cgi/eqplus/1298392363/>
[http://machikawaco.wordpress.com/2011/02/23/%E3%83%8B%C%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%83%89%E3%80%80%E3%82%AF%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%81%E3%83%80%80%E5%9C%B0%E9%9C%87%E6%9C%80/](http://machikawaco.wordpress.com/2011/02/23/%E3%83%8B%C%E3%83%A9%E3%83%B3%E3%83%89%E3%80%80%E3%82%AF%E3%83%A9%E3%82%A4%E3%82%B9%E3%83%88%E3%83%81%E3%83%A3%E3%83%BC%E3%83%81%E3%80%80%E5%9C%B0%E9%9C%87%E6%9C%80/)
共同通信社 :
http://www.kyodonews.jp/feature/nz_eq/2011/03/post-55.html
http://www.kyodonews.jp/feature/nz_eq/2011/03/post-63.html
http://www.kyodonews.jp/feature/nz_eq/2011/02/post-51.html
REUTERS :
<http://jp.reuters.com/article/topNews/idJPJAPAN-19701020110224>
<http://jp.reuters.com/article/jpEnvNews/idJPJAPAN-19699720110224>
MKSJ-RM レポート Issue44 2011.3.1 :
<http://www.nksj-rm.co.jp/publications/pdf/r44.pdf>

参考文献

- 1) DMAT 事務局 HP : <http://www.dmat.jp>
- 2) 西村明儒, 上野易弘, 龍野嘉紹, 羽竹勝彦 : 死体検案より, 救急医学別冊, Vol. 19, pp. 1760-1764, 1995.
- 3) 吉岡敏治, 田中裕, 松岡哲也, 中村顕編著 : 災害医療の特徴について, 集団災害医療マニュアル, へるす出版, 東京, pp. 1-17, 2000.
- 4) 吉岡敏治, 田中裕, 松岡哲也, 中村顕編著 : 調査方法及び結果の概要, 集団災害医療マニュアル, へるす出版, 東京, pp. 19-23, 2000.

- 5) 太田宗夫：「災害医学」からみた「救急医学」，日本救急医学会雑誌，Vol. 20, pp. 101-115, 2009.
- 6) 阪神・淡路大震災を契機とした災害医療体制の在り方に関する研究(平成7年度厚生科学研究費補助金 主任研究者：山本保博)
- 7) 日本における災害派遣医療チーム(DMAT)の標準化に関する研究(平成13年度構成科学研究費補助金 主任研究者：辺見弘)
- 8) 災害時における広域緊急医療のあり方に関する研究(平成17年度厚生労働科学研究費補助金 分担研究者：大友康弘)
- 9) 災害医療体制のあり方に関する検討会報告書(2001年6月)
- 10) 日本DMAT活動要領(2013.9.4改正)：
<http://www.dmat.jp/katudoukaisei.pdf>
- 11) 内閣府：自然災害の「犠牲者ゼロ」を目指すための総合プラン(2008年4月)：
<http://www.bousai.go.jp/jishin/taishinka/pdf/sougou.pdf>
- 12) 平成26年行政事業レビュー(厚生労働省)事業番号004-64, 2014.
- 13) 平成19年新潟県中越沖地震調査特別委員会報告書, 2007.
- 14) 平成20年岩手・宮城内陸地震調査特別委員会報告書, 2008.
- 15) 内閣府 阪神・淡路大震災教訓情報資料集, 2000.
- 16) 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)について(第151報), 2011.
- 17) 第2回災害医療等のあり方に関する検討会資料1, 2011.
- 18) 厚労省がH23年10月に出した災害医療等のあり方に関する検討会の報告書, 2011.
- 19) 東日本大震災における災害応急対策に関する検討会 中間取りまとめ(2011年11月28日)
- 20) 中央防災会議 防災対策推進検討会議最終報告, 2012年7月31日
- 21) 小井士雄一らによる東日本大震災におけるDMAT活動と今後の研究の方向性において, 保健医療科学, Vol. 60, No. 6, pp. 495-501, 2011.
- 22) Church, R. and ReVell, C. : The maximal covering location problem, *Papers in Regional Science*, Vol. 32, No. 1, pp. 101-108, 1974.
- 23) Hakimi, S. L. : Optimum locations of switching centers and the absolute centers and medians of a graph, *Operations Research*, Vol. 12, pp. 450-459, 1964.
- 24) 鈴木勉：搬送時間短縮のための救急車両と医療施設の配置計画, 医療と社会, Vol. 14, No. 1, pp. 125-142, 2004.
- 25) 吉田壮宏, 田中健一：消防防災ヘリコプターの出場拠点とヘリポートの最大被覆型同時配置モデル, 都市計画論文集, Vol. 44, No. 3, pp. 751-756, 2009.
- 26) 木村弘, 黒岩孝, 大内宏友, 松原三人：救急医療システムにおけるドクターカーと救急医療施設との連携よりとらえた適正配置に関する実証的研究, 環境情報科学学術研究論文集, Vol. 26, pp. 159-164, 2012.
- 27) 大星直樹, 黒田圭, 鎌江伊三夫, 高橋隆：災害救急時におけるトリアージスタッフの最適配置分析の試み, 第17回医療情報学連合大会論文集, pp. 700-701, 1997.
- 28) 沼田宗純, 秦康範, 大原美保, 目黒公郎：広域災害医療情報を共有するためのITトリアージシステム(TRACY)の開発, 土木学会論文集, Vol. 67, No. 1, pp. 67-77, 2011.
- 29) 吉村(大原)美保, 金田尚志, 目黒公郎, 宮崎早苗, 天野玲子, 原田賢治, 橋田要, 塚田博明, 赤塚健：地震時に災害拠点病院に期待される機能の評価—医学部付属病院とICUSによる共同プロジェクトの進捗報告, 東京大学生産技術研究所 生産研究, Vol. 59, No. 3, pp. 45-50, 2007.
- 30) 山下徹：危機対応社会のインテリジェンス戦略 事例に学ぶ情報共有と組織間連携, 日経BP, 2006.
- 31) 近藤伸也, 東太一, 目黒公郎：災害対応時における複数機関の連携を視野に入れた現行の地域防災計画の分析, 日本災害情報学会第10回研究発表大会予稿集, pp. 77-80, 2008.
- 32) 佐藤豪, 長澤泰, 篠淳夫, 村上正浩, 久保智弘, 山下哲郎：首都直下地震を想定した新宿駅周辺の被災人口推計と医療拠点配置の検討, 日本建築学会計画系論文集, Vol. 77, No. 682, pp. 2749-2755, 2012.
- 33) 大友康裕：災害時における広域緊急医療のあり方に関する研究厚生労働科学研究費補助金健康安全確保総合研究分野医療技術評価総合研究「新たな救急医療施設のあり方と病院前救護体制の評価に関する研究」(主任研究者：小濱啓次)平成16年総括研究報告書, 2004.
- 34) 蛭間芳樹, 大原美保, 近藤伸也, 目黒公郎：広域医療搬送における組織間情報共有の現状と防災情報共有プラットフォームの効果分析, 土木学会論文集A1(構造・地震工学), Vol. 65, No. 1, pp. 669-679, 2009.
- 35) 三好絵里子：緊急時の救命医療活動の最適配置システムの設計, 平成21年神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻, 2010.
- 36) 中山真人：緊急時における救命医療チームの配置における派遣時間の影響, 平成22年神戸大学工学部市民工学専攻, 2011.
- 37) 国土交通省近畿地方整備局「阪神・淡路大震災の経験に学ぶ」：<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/daishinsai/1.html>
- 38) 東京都福祉保健局：トリアージハンドブック, 2013.
- 39) 小笠原智子, 小井戸雄一：災害トリアージ, 医療, Vol. 64, No. 1, pp. 63-67, 2010.
- 40) 大阪府医師会救急・災害医療部：災害時における医療施設の行動基準(第2版), 2007.
- 41) 山内聰, 大友康裕：DMAT活動の実際 被災地活動—病院支援の活動, エマージェンシー・ケア2010新春増刊, pp. 134-140, 2010.

(2015.1.6 受付)

STUDY ON THE DEPLOYMENT MODEL OF DMAT IN ACUTE DISASTER MEDICAL

Minoru KOTANI, Atsushi IIZUKA and Katsuyuki KAWAI

In recent years, enormous damage has been caused by natural disasters. Disaster Medical Assistance Team (DMAT) play an important role in minimizing human suffering. However, since factual information is intermingled with disinformation in the event of a disaster, it is difficult to obtain correct information, such as where and to what extent medical care is required, in order to dispatch DMAT appropriately. In this study, using a victims estimation formula empirically derived from the cumulative death toll data with the passage of time in past seismic hazard, an optimization problem was addressed to minimize the number of deaths.

Consequently, it was found that early dispatch of DMAT would be effective, and DMAT should be dispatched according to the circumstances (number of DMAT, conditions of affected areas) in order to minimize the cumulative death toll. And, by setting the conditions of the affected area, it was possible to consider the way of reasonable DMAT dispatch. Thus, it has become possible to suggest the way of effective dispatch of finite DMAT, to use limited DMAT resources efficiently, and to help make decisions.