

災害時における避難所支援のための需要推計と資源供給の研究

菊池香 市川学 金谷泰弘 出口弘
(東京工業大学 / 国立保健医療科学院)

Study on Supply and Demand Model for Shelter Assistant in Disaster

*K. Kikuchi, M. Ichikawa, Y. Kanatani and H. Deguchi
(Tokyo Institute of Technology / National Institute of Public Health)

概要— 災害時の重要課題の一つに避難所支援がある。災害時の有効な避難所支援のあり方を考えるために、時系列に応じた需要算出モデル、および供給モデルを構築することで、災害対応者の意思決定支援ツール構築を目指した。発災後おおそ3日を急性期、その後の期間を支援充実期と定義し、急性期には計算式による需要算出計算モデル、支援充実期にはABMによる医療需要算出モデル、および医療供給モデルを構築した。ケーススタディとして、埼玉県熊谷市を被災対象地とし、生活必需品および医療需要量を算出した。供給として医療チームを各避難所にランダムに派遣し、供給数を変えた場合の、発生需要(総罹患者数)に対する、妥当な供給量(医療チーム数)の推計を行った。

キーワード: 災害対応, エージェントベースシミュレーション, 需要供給

1 研究背景と目的

1.1 研究背景

災害時の重要課題の一つに、避難者と避難所運営に対する支援がある。大規模災害が発生した場合、避難所生活を余儀なくされる避難者が発生するが、避難所生活は、避難者に心身両面で大きな負担を強いることとなる。実際、東日本大震災の際、震災関連死の30%は避難所生活で発生した¹⁾。よって、避難者および避難所運営支援による間接的な避難者支援は、非常に重要である¹⁾。しかし避難所運営の主体は基本的に自治体であるため、自治体自身も被災した状態下での対応は非常に困難である。解決すべき避難所運営課題として、避難所生活の過程で生じる需要と供給の不一致が挙げられる。

阪神・淡路大震災の場合、生活必需品の需要と供給に関して、指揮系統の混乱や情報伝達の不備、配送業者の手配不足などにより、各避難所では生活必需品の過不足も、長期にわたり生じる事態であった⁵⁾。また、東日本大震災の場合、避難所生活は、ライフラインの長期機能不全や被害の混在から長期化し、食事や生活必需品不足、プライバシー確保、公衆衛生面で支援が生き届かず、生活が困難な状況が続いた⁷⁾。備蓄庫の被災などから、救援物資の欠乏により混乱が生じた一方⁴⁾、物資量が十分である場合であっても、物資の仕分け・配送が難しく、場当たりの対応しかできない状況が続いた⁶⁾。供給が各避難所からの需要追従型であったため、各避難所に対し、適切なタイミングで供給することができず⁵⁾、実際に必要としている人に必要量の物資が行き届いているかまで把握することはできない状況であった⁶⁾。災害時の需要としても、一般的に食料・飲料水といった生活物資、仮設住宅や避難所など居住空間、また自治体職員や警察、医師や看護師といった人的資源など多岐に渡る。需要の種類や性質により供給方法が異なるため、それぞれの特徴を捉え、供給する必要がある。

1.2 研究目的

本研究では、災害の際、供給に対する意思決定者となる自治体が、意思決定をする上で有効となるようなモデルの構築を目指す。時系列に応じた各避難所における需要量の算出、および生じた需要に対する適切な供給の検討を行う。今回は需要として、避難所生活を送る上で生じる資源・サービスのうち、特に医療需要²⁾に着目することとする。

2 関連研究と本研究の位置づけ

2.1 関連研究

避難所運営に有効な関連研究として、胡らは、浮動人口となる通学通勤者や買い物客などを緻密に計算し、時刻別の滞在人口の推定を行っている¹²⁾。また、災害時の避難所での需要を推計する手法として、統計データと計算式を基にした需要推計手法がある。総務省は、具体的な救援物資ごとに需要量を算出する式を定義している⁹⁾。災害発生直後は情報不足により、避難所からの需要要求に関係なく、救援物資を一方向的に供給する方式が基本となるため⁴⁾、発災直後は非常に有効であると言える³⁾。

2.2 災害時の需要算出における必要な視点

災害時の避難所支援に際しては、動的な状況変化を考慮する必要がある。発災直後は、上述の通り情報が不足するため、避難者の個人の状況を考慮した供給を行うことは現実的に難しい。発災直後は、PUSH型の供給を行うのが妥当である。しかし、情報が集まり状況が明らかになってきた段階からは、避難者の状態を考慮したより詳細な需要を把握し、供給することが望ましい。発災時期による避難者の状態変化、地域特性、需要そのものの変化まで考慮し、需要把握とそれに合わせた供給を行うことも重要となる。

2.3 本研究の着眼点と方法論

本研究では発災後からの避難所生活における時期を区別し、時期ごとに異なった需要の算出システムを構

¹⁾以後、避難者と避難所運営に対する支援をまとめて避難所支援と表現する。

²⁾本研究では医療需要として具体的に、医薬品などの物理的資源、医師や薬剤師といった人的資源を対象とする。

³⁾本研究では、このような供給方式をPUSH方式と定義する。

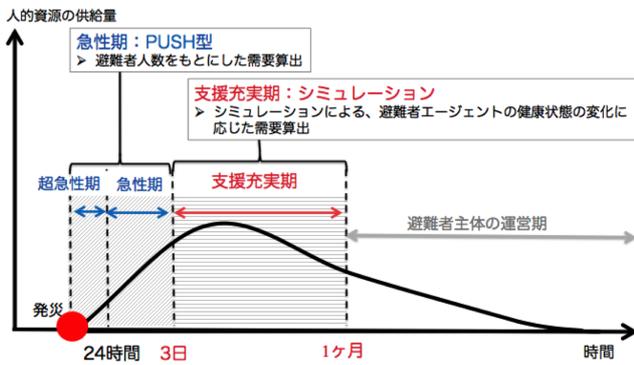


Fig. 1: 研究視点

築する．着眼点として，避難所での需要変化および支援側の情報取得体制に注目する．一般に発災直後の24時間が亜急性期，3日が急性期，その後と区別される．本研究では，亜急性期と急性期にあたる発災後3日を急性期，その後の期間を支援充実期と定義する (Fig. 1)．急性期には PUSH 型の避難人数に依存した計算モデルによる需要算出を，支援充実期にはシミュレーションを用い，避難者個々の状態に応じた需要算出を行う．そのために，現実に対応や意思決定を行える粒度で状態記述を行うモデルである必要がある．そこで，方法論としてエージェントベースモデリング (ABM) を用いる．ABM とは，実世界の人間の行動をエージェントという形でモデル化し，コンピュータ上で行動させることにより，実社会を模倣するモデリング手法である．ABM を用いることで，各避難者の健康状態の遷移を元にした需要算出を行うモデルを構築する．個人需要を集計することで，各避難所，自治体別の需要量も算出できるため，目的に応じ粒度を変えた需要把握が可能になる．

3 モデルの全体概要

本研究では需要を算出するモデルを2種類 (需要計算モデル，医療需要算出モデル)，供給を行うモデルを1種類 (医療供給モデル) 構築する．なお，初期値となる避難所の推定には，避難者推計モデルを用いることとする³⁾．以上の4モデルの関係性を示した図は，以下 Fig. 2 のようになる．

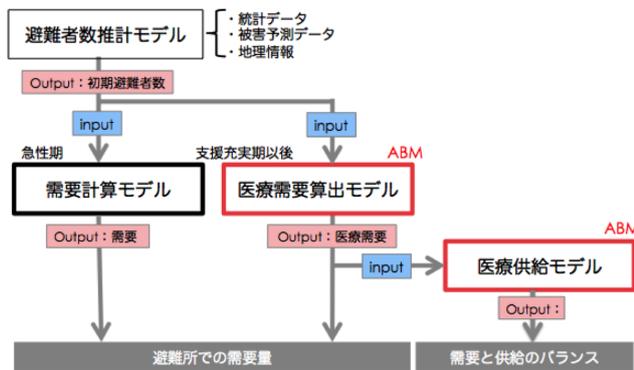


Fig. 2: モデル間関係概要図

3.1 需要計算モデル

人数により推計可能な，物理的物資の需要算出を行う．入力として避難者数を与え，出力として，需要のうち食料・水などの生活必需品の需要量を算出して提

示する．避難所生活の過程で動的に変化する避難所数の推移に従い，需要量の変化について述べる．

3.2 医療需要算出モデル

医療需要推計モデルでは，1 避難所における避難者エージェントひとりひとりの病態遷移に着目する．避難者数・各疾患の罹患率を入力し，出力として，各避難所における避難所エージェントの避難所生活に伴う状態変化と，医療需要量を算出する．

3.3 医療供給モデル

各避難所で発生した医療需要に対し，供給として医療チームの派遣と診療，および医薬品の処方を行う．入力として，医療需要算出モデルで推計した医療需要量を扱い，出力として，動的に移り変わる避難所および自治体全体での需要と供給のバランスを示す．

4 モデル

4.1 需要計算モデル

避難者数から推計可能な，支援物資の需要算出方法について述べる．ここでは，例として，飲料水，食料，毛布を扱う．需要の算出として，以下の算出式を用いた⁹⁾．なお，時刻 t における避難者総数を $m(t)$ (人) とした．

$$\text{飲料水} = m(t) (\text{人}) \times 3(L) \times \text{Days} \quad (1)$$

$$\text{食料} = m(t) (\text{人}) \times 3(\text{食}) \times 1.2 \times \text{Days} \quad (2)$$

$$\text{毛布} = m(t) (\text{人}) \times 2(\text{枚}) \times \text{Days} \quad (3)$$

上記計算式をもとに，1 避難所における日数経過ごとの需要量を算出した．各日ごとの平均避難者数は，初期避難者 100 人，期間を 30 日間でのシミュレーション (試行回数 100 回) 結果平均から算出している．横軸に経過日数，縦軸に各支援物資ごとの需要量と避難者数を取った結果を，Fig. 3 に示す．避難者数の推移に伴い，各物資の需要量も変動していることが分かる．日数の経過に伴い需要量が下がっているのは，避難所に存在する避難者数が減少するためである．これより，避難者数推計手法と，各物資量に対する算出式を設定することで，需要が算出できることを確認した．

4.2 医療需要算出モデル

4.2.1 場と空間の定義

医療需要算出モデルにおける場は，被災都市を想定する．場には避難所 *shelter* 空間と，避難所外 *outof Shelter* 空間を設定した．なお，1 ステップを 1 日とする．

4.2.2 エージェントの定義

エージェントは，避難所生活を送る避難者エージェント $evacuee_j$ である ($m = N_{evacuee}$, $[Evacuee] = \{evacuee_j | j = 1, 2, \dots, m\}$)．モデル内に存在する避難者は，場内における空間 (避難所 *shelter*，避難所外 *outof Shelter*) に存在する．また，避難者は全員，年齢属性 $ageType$ として子ども *child*・青年 *adult*・老年 *aged* のいずれかを有する．避難者の持つ変数を，Table1 に示す．

Table 1: 避難者が保有する変数

変数名	説明	定義域
$ageType$	年齢3区分の属性	{child, adult, aged}
P_{gohome}	遷移確率: 帰宅	0.1

Table 2: 慢性疾患患者に関する変数

変数名	説明	定義域	初期値
$chronicDisease$	慢性疾患か否かの判定	{Yes, No}	No
$dangerousCondition$	危険状態か否かの判定	{Yes, No}	No
$HighbloodPressure$	高血圧患者か否かの判定	{Yes, No}	No
$medicineStock_{HighbloodPressure}$	所持薬量: 高血圧	{0,1,...,100}	0~6の実数
$Diabetes$	糖尿病患者か否かの判定	{Yes, No}	No
$medicineStock_{Diabetes}$	所持薬量: 糖尿病	{0,1,...,100}	0~6の実数
$P_{Highbloodpressure}$	遷移確率: 高血圧		0.14
$P_{Diabetes}$	遷移確率: 糖尿病		0.03

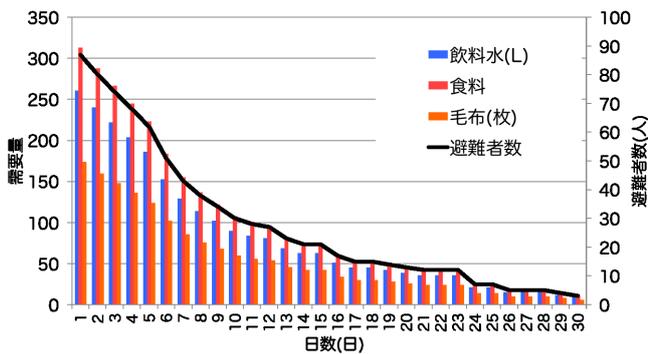


Fig. 3: 需要計算モデルによる需要量変化

4.2.3 総避難者エージェント数の推移

妥当な避難者数減少率に関し、本研究では過去事例として、阪神・淡路大震災と、東日本大震災の避難者数推移を元に検討した。両事例の避難者数推移を Fig. 4 に示す。両事例ともに傾きがほぼ等しくなるのは、18日以降である。18日から31日目までの期間を、避難者数の自然減少を確認できる期間とした。両事例における18日以降の避難者数は、平均10%で減少していた。よって本研究においては帰宅率 P_{gohome} を0.1とし、避難者の意思決定に使用することとした。

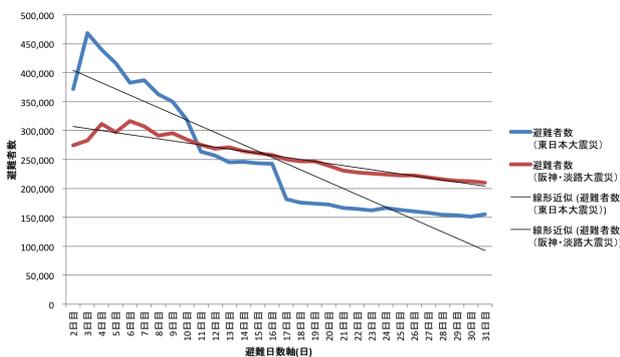


Fig. 4: 東日本大震災と阪神淡路大震災の避難者数推移

4.2.4 状態遷移

避難者の状態遷移は、東日本大震災での石巻市避難所における診療実績に基づき¹³⁾、慢性疾患、急性疾患、精神不安の3つの項目を反映した。疾患か否かの判定は、慢性疾患は初期ステップ、その他2疾患は疾患は

毎ステップごとに行うこととした。避難者が罹患する可能性のある疾患の集合を $[Disease]$ とすると、疾患集合 $[Disease] = \{慢性疾患 [chronicDisease], 急性疾患 [acuteDisease], 精神不安 [mentalIllnes]\}$ となる。

4.2.5 慢性疾患

対象疾患は診療実績より、高血圧・糖尿病とした。平成22年度の全国患者調査における各疾患の罹患患者数を全国人口で割ることで、高血圧の遷移確率 $P_{Highbloodpressure} = 0.14$ 、糖尿病の遷移確率 $P_{Diabetes} = 0.03$ を算出した。なお、今回慢性疾患を罹患するのは老年層 $aged$ のみとした。なお、遷移確率は互いに独立であり、同時罹患を認めるものとした。慢性疾患患者は、Table2の変数を有する。

初期ステップにおいて、それぞれの疾患の遷移確率に基づき、慢性疾患患者を発生させる $type : [Disease] \rightarrow [chronicDisease]$, $[chronicDisease] = \{HighbloodPressure, Diabetes\}$ 。慢性疾患に関する変数として、所持薬量 $medicineStock$ を設定した。所持薬量は1ステップごとに1ずつ減っていき、所持薬量が危険水準を下回った場合、危険状態 $dangerouscondition$ となる。危険水準は、所持薬量が0になった場合とした。

4.2.6 急性疾患

対象疾患に関しても診療実績がある、急性胃腸炎、急性上気道炎、急性皮膚炎の3種類を扱うこととし、診療実績から、急性胃腸炎の遷移確率 $P_{Gastroenteritis} = 0.005$ 、急性上気道炎の遷移確率 $P_{Respiratorydisease} = 0.0043$ 、急性皮膚炎の遷移確率 $P_{Dermatitis} = 0.0007$ とした。毎ステップにおいて、それぞれの疾患の遷移確率に基づき、急性疾患患者を発生させた。なお、遷移確率は互いに独立であり、同時罹患を認めるものとした。急性疾患患者に関する変数は、Table3の変数に示す。

避難者はそれぞれの疾患に対し、罹患日数 $affectionDay$ と自然治癒日数 NT を有する。また、急性皮膚炎に関しては、慢性疾患同様、所持薬数 $medicineStock$ を有し、1ステップごとに1ずつ減っていくこととした。これは、急性皮膚炎のみ1度の診察では完治しづらく、長期的な薬の服用が必要性を考慮したためである。

Table 3: 急性疾患患者に関する変数

変数名	説明	定義域	初期値
$Gastroenteritis$	急性胃腸炎患者か否かの判定	{Yes, No}	No
$affectionDay_{Gastroenteritis}$	罹患日数：急性胃腸炎	{0,1,...,100}	0
$Respiratorydisease$	急性上気道炎患者か否かの判定	{Yes, No}	No
$affectionDay_{Respiratorydisease}$	罹患日数：急性上気道炎	{0,1,...,100}	0
$Dermatitis$	急性皮膚炎患者か否かの判定	{Yes, No}	No
$affectionDay_{Dermatitis}$	罹患日数：急性皮膚炎	{0,1,...,100}	0
$medicineStock_{Dermatitis}$	所持薬量：急性皮膚炎	{0,1,...,100}	0
$P_{Gastroenteritis}$	遷移確率：急性胃腸炎		0.005
$P_{Respiratorydisease}$	遷移確率：急性上気道炎		0.0043
$P_{Dermatitis}$	遷移確率：急性皮膚炎		0.0007
$NT_{Gastroenteritis}$	自然治癒日数：急性胃腸炎患者		2
$NT_{Respiratorydisease}$	自然治癒日数：急性上気道炎		3
$NT_{Dermatitis}$	自然治癒日数：急性皮膚炎		30

Table 4: 精神疾患患者に関する変数

変数名	説明	定義域
$threshold$	避難者のストレス閾値	14 ~ 28 の実数
$daystress$	避難者が1日に受けるストレス	0 ~ 2 の実数
$stressstock$	避難所生活中での総ストレス	{0,1,...,100}

4.2.7 精神疾患

精神疾患については、避難所生活の過程で生じるストレス変化を表現する。精神疾患に関する変数の一覧は、Table4 に示す。

初期ステップにおいて避難者は、ストレス閾値 $threshold$ を乱数で取得することとした。実際の災害発生時、精神ケアチームが避難所を巡回し、精神面の治療を行うのがおおよそ発災から2週間である。よって閾値 $threshold$ の値は、14 から 28 の間の実数で持たせた。全避難者は毎日ストレスを受けることとし、ストレス値を避難者ごとに乱数で取得し、その値に2をかけた値を1日のストレス $daystress$ とした。総ストレス量 $stressstock$ の値が各人の閾値 $threshold$ 超えた場合、不眠・不安などの精神不安症状を発症することとした。

4.2.8 挙動確認：1 避難所における医療需要変化

1 避難所における疾患患者の移り変わりを確認した。年齢区分割合は、平成22年度の全国人口統計値を用いた。1ステップ1日、期間を30日としたシミュレーションを50回行い、その結果を解析をした。Fig. 5に、1避難所における、精神疾患を以外の、急性疾患・慢性疾患の需要量（内科系需要）の推移を示す。今回状態遷移は罹患確率に従うと仮定しているため、総患者数は避難者数に伴い減少するのは自然である。

また Fig. 6 に急性胃腸炎と急性上気道炎の患者数推移を示す。避難所生活開始後3日～1週間程度患者数の多い状態が続き、その後一定水準で推移していく。Fig. 7に、精神疾患患者数推移を示す。精神疾患に関しては、初期には顕在化せず、2週間を過ぎたあたりから急激に患者数が増加しているため、仮定通りの挙動を示している。

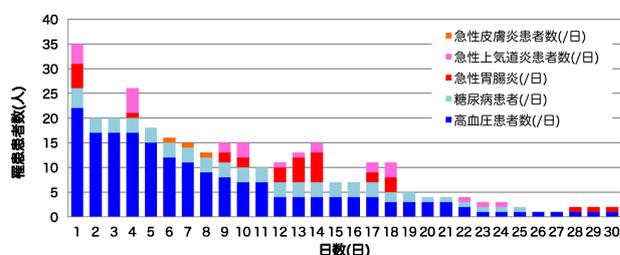


Fig. 5: 内科系需要推移

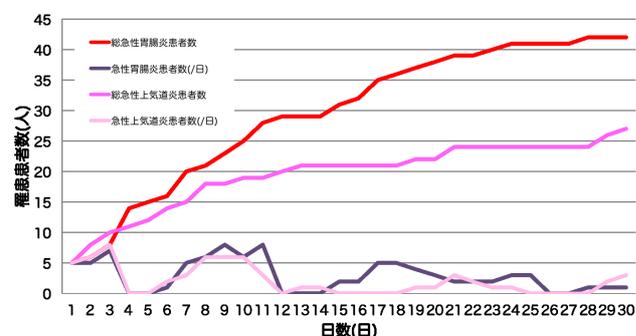


Fig. 6: 急性胃腸炎・急性上気道炎患者数推移

4.3 医療供給モデル

4.3.1 場と空間の定義

供給モデルにおける場は、医療需要算出モデル同様である。空間は、医療需要算出モデルにおいて避難所が1であったのに対し、医療供給モデルでは複数に拡張した ($n = N_{shelter}$ とすると、 $[shelter] = \{shelter_i | i = 1, 2, \dots, n\}$)。

4.3.2 エージェントの定義

医療需要算出モデルの避難者に加え、医療チームについて考慮する (医療チーム数 $r = N_{medicalteam}$, $[medicalteam] = \{medicalteam_s | s = 1, 2, \dots, r\}$)。医療チーム $medicalteam_r$ に関する変数は、Table5の

Table 5: 医療チームに関する変数

変数名	説明	定義域・値	初期値
<i>limitVisitShelter</i>	上限訪問避難所数	{0,1,...,10}	3
<i>VisitMethod</i>	巡回方法	{Random,Priority,Patrol}	Random
<i>limitTreatmentNumber</i>	上限診察患者数	{0,1,...,150}	50

Table 6: 供給シナリオの設定

医療チームの設定		避難所/避難者の設定	
変数名	値	変数名	値
巡回方法	ランダム	避難所数	30 箇所
上限訪問避難所数	3 箇所	初期避難者数	100 人
医療チーム数	-	(避難者の属性)	
		子ども (0 歳 ~ 14 歳)	18
上限治療患者数	50 人	内訳 青年 (15 歳 ~ 63 歳)	59
		老年 (65 歳 ~)	23



Fig. 7: 精神不安患者数推移

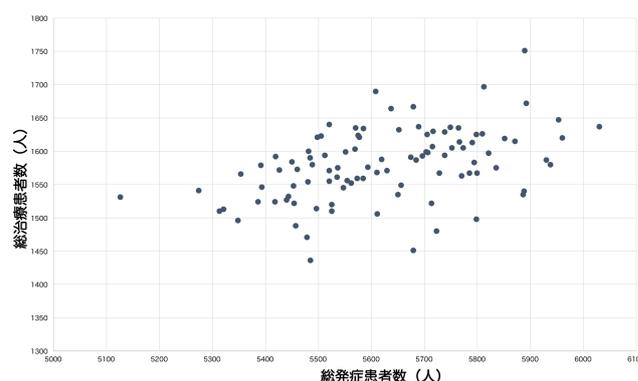


Fig. 8: 医療需要と供給の関係

通りである。

4.3.3 行動ルール

医療チームは各避難所を巡回し、診察を行う。医療チームは指定した巡回ルールに従って避難所へ行き、診察にあたる。各医療チームは1日に巡回できる避難所の数・治療できる患者の数に上限があり、その範囲内で診察を行う。急性胃腸炎・急性上気道炎・精神疾患に関しては、医師の診察を受けると治癒するものとし、需要から外す。急性皮膚炎・慢性疾患に関しては、継続的な治療が必要であるため、治療を受けると患者の有する所持薬変数が、処方された分だけ補填される。治療の際、優先順位をつけ、優先度の高い患者から治療することとする。優先順位は慢性疾患と急性疾患の複合疾患患者、慢性疾患患者、急性疾患患者、精神疾患患者とした。

4.3.4 挙動確認：医療需要と供給の関係

供給モデルの挙動を確認する上で、想定する自治体単位での医療需要と供給の関係に着目する。Table6に供給シナリオを示す。急性胃腸炎・急性上気道炎患者・精神疾患患者は医療チームの診察を受けると、治療もしくは医薬品が施され、完治することとする。急性皮膚炎・慢性疾患患者に関しては、診察により所持薬が増え、危険状態を回避する。今回は処方する薬の数を、6日分とした。

需要が発生する避難所側に関しては、避難所数を100箇所、各避難所に100人の避難者を初期設定した。年齢属性は全国値の人口統計値を用い、全避難所において同設定とした。1ステップは1日、30日のシミュレーションを100回行った。

横軸に避難所で発生する総疾患患者数を、縦軸に医療チームが治療した総患者数を縦軸に取った散布図をFig. 8に、平均や分散といった統計値はTable7に示す。Table7より、総患者数のうち、治療できた患者数は30%近くであることが分かる。今回医療チーム数を10チーム、1チームあたりの治療患者数を50人と仮定している。よって、医療チームは理論的に、発生する全ての患者を治療する余力はあることになる。しかし、結果が治療できた患者数が総患者数の30%となっているのは、今回一日に巡回できる避難所を3箇所と設定したため、需要のある避難所に巡回できなかったためであると考えられる。よって、この結果は妥当であると言える。またFig. 8の1プロットは1試行を示すが、おおよそ右肩あがりに分布している。上方のプロットは、患者数に対し、比較的供給が多い状態であると言える。より右下にプロットされた試行に関しては、医療需要に対して、他の試行に比べ供給が少ない。このプロットが右下がるほど、医療需要に対し供給量が比較的少ないため、供給の効率が比較的悪い状態であると言える。

5 適応事例

5.1 埼玉県熊谷市での適応事例

本研究で構築したモデルの適応事例として、埼玉県熊谷市を対象地区とし、市内における医療需要および供給のシミュレーションを行った。熊谷市は埼玉県北部に位置する、人口約20万人の都市である。

Table 7: 供給シナリオにおける結果

データの型	平均	分散	標準偏差	最大値	最小値	中央値
医療需要	5624.14	30493.13172	174.622827	6030	5126	5610.5
供給	1579.35	2871.583333	53.58715642	1751	1436	1580

Table 8: 適応事例の設定

医療チームの設定		避難所/避難者の設定	
変数名	値	変数名	値
巡回方法	ランダム	避難所数	30 箇所
上限訪問避難所数	3 箇所	初期避難者数	74552 人
医療チーム数	-	(避難者の属性)	
上限治療患者数	50 人	子ども (0 歳 ~ 14 歳)	避難者数*0.20 人
		内訳 青年 (15 歳 ~ 64 歳)	避難者数*0.58 人
		老年 (65 歳 ~)	避難者数*0.22 人

5.1.1 初期避難者数の推定

各避難所の避難人数の推計手順については、避難者推計モデルにより算出した³⁾。具体的に、関東平野北西縁断層帯地震を誘発する可能性のある熊谷北部断層に着目し、震度分布から想定被害人数、被災割合を算出している。市内で同一被害を受けると仮定し、国勢調査の街区人口データに被災割合をかけることで、被災人口を算出した。さらに地域ごとの住宅の全壊・半全壊率、築年数データをもとに、住宅の倒壊状態を考慮した総避難者数を推定した。本研究では避難所として熊谷市内に存在する30の小学校を指定した。各避難者は自分の住宅の存在する学区内の小学校に避難することとし、各避難所の避難人数の推定を行った。算出した総避難者数に対し、熊谷市の市街地別人口分布、お

よび熊谷市の年齢分布を用い、子ども・青年・老年の属性を振り分けた。熊谷市の震度分布と避難所の場所は Fig. 9 に示す。

5.1.2 条件設定

供給側、需要側に対するシナリオを Table 8 に示す。供給モデルと同様、急性胃腸炎・急性上気道炎患者・精神疾患患者は医療チームの診察を受けると、治療もしくは医薬品が施され、完治することとする。急性皮膚炎・慢性疾患患者に関しては、診察により所持薬が増え、危険状態を回避する。

5.1.3 シミュレーション結果

処方薬量についての検証 各避難所で発生する需要に対し、一度の診察で与える処方医薬品数を変化させたときの結果の違いを検討した。医療チーム数は0を10と比較し、それぞれ10回ずつシミュレーションした。避難所生活の設定期間は30日である。

Fig. 10 より、医療チーム数0の場合では、処方薬量を変えても需要量の差異が少ない。これは、慢性疾患患者が所持薬がない状態になると、供給がないため、同じ状態を維持するためと言える。一方、医療チーム数を10チームに増やした場合、処方薬量が6日分の時に比べ、30日分のときは患者の増加が抑制された。6日分の時、供給がない時よりも患者数が増加しているのは、供給を受けるために、慢性疾患患者が定期的に危険状態となるためであると考えられる。これより、需要の膨張には、医薬品供給量が影響している可能性が示された。これより、必要な患者に対し、適切な医療行為を提供するために、単純な診察行為と医薬品の提供を全て医療チームが行うのではなく、べつに医薬品提供を行う薬剤チームの設定を行うことが有効であると考えられる。医療行為を行う医療チームと、薬提供を行う薬剤チームとを分離することで、効率的な医療を提供できる可能性がある。

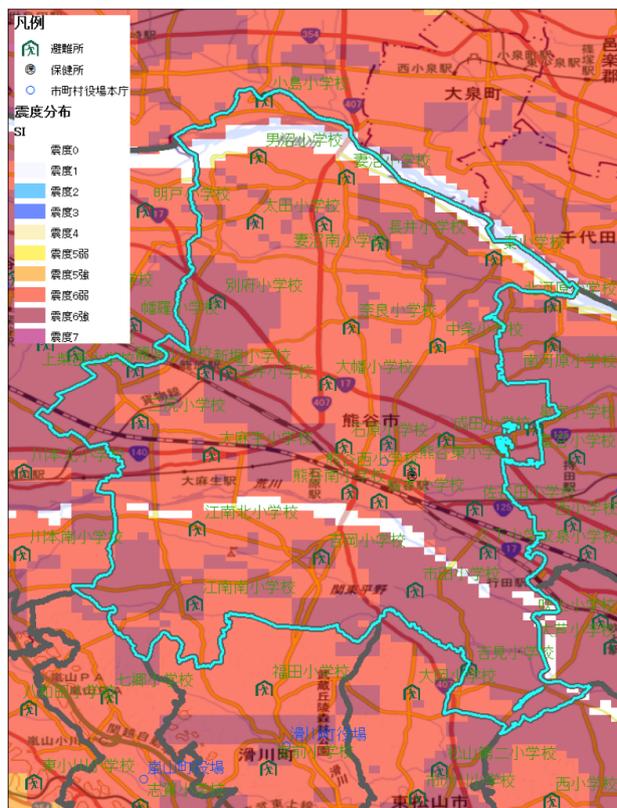


Fig. 9: 熊谷市の震度分布

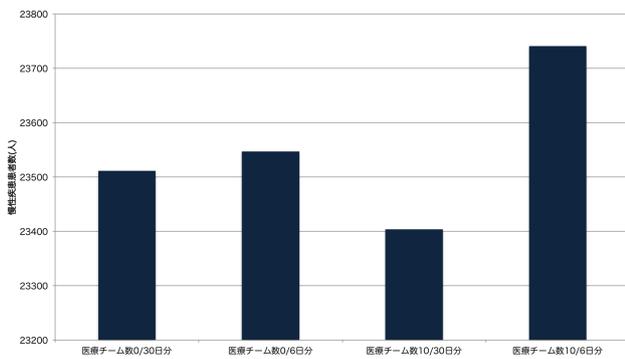


Fig. 10: 処方薬量による慢性疾患患者の差異

医療チーム数の検討 妥当な医療チーム数について考えるために、医療チーム数を10チームから100チームまで10刻みで変化させ、差異を検証した (Fig. 11, Fig. 12) .

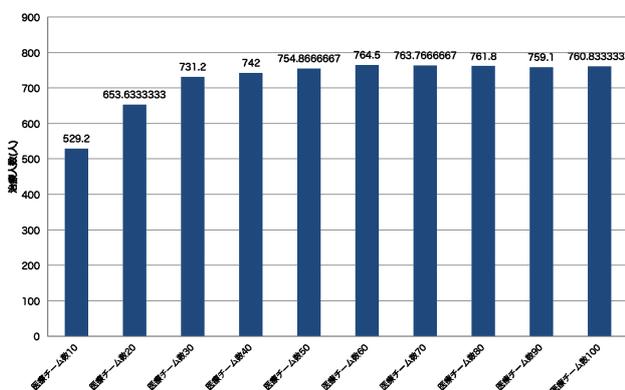


Fig. 11: 1日あたりの平均治療人数

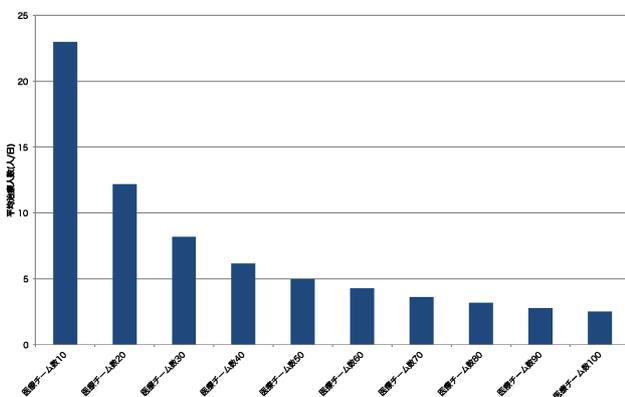


Fig. 12: 1チームあたりの平均治療人数

こちら、避難所生活の期間は30日と設定した。Fig. 11は、1日あたりの平均治療人数を示す。治療患者数の伸びは30チーム程度で落ち、60チームで飽和する結果となっていることが確認できた。またFig. 12は、1医療チームあたりの、チーム数の違いによる治療人数を示す。1チームあたり、最大100人の患者を診察できるにも関わらず、最大でも23人程度しか診察できていないことが分かる。これは、今回医療チームをランダムに派遣しているため、患者情報の共有が医療チーム間でできておらず、需要の多いところに効果的に供給ができていないためである。これより、需要の多いところに優先派遣することで、1チームあたりの治療

効率を向上し、投入する医療チーム数を減らせる可能性がある。

精神疾患について 患者数推移を、精神不安を含めた場合と含まない場合とで比較した (Fig. 13, 14) . 双方を比較した結果、患者が多く発生するピークがずれて生じていた。これは、精神疾患患者のピークは2週間程度で出るのに対し、内科系疾患は1週間程度の避難者が多い時期にピークがくるためである。これより、精神ケアの診察を内科医と分業し、精神ケアを専門に行うチームを別時期に派遣することで、専門家による適切な治療を行える可能性が高い。

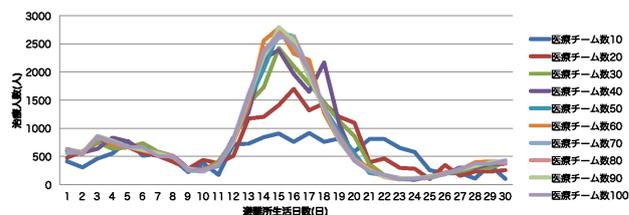


Fig. 13: 精神疾患を含む患者のピーク

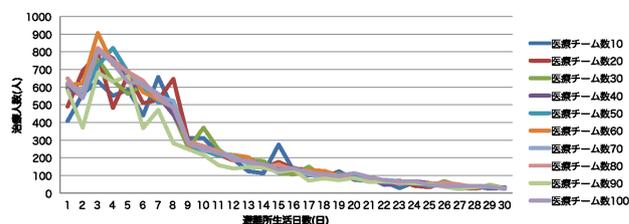


Fig. 14: 精神疾患を抜いた場合の患者のピーク

6 まとめ

本研究では、需要計算モデル、医療需要算出モデル、医療供給モデルの構築を行った。需要算出モデル、および医療需要算出モデルにより、各避難所で発生する需要の算出を行った。また医療供給モデルにより、発生した需要に対する供給法の検討を行った。結果、妥当な医療チーム数の検討や、1度の診察での医薬品の処方量の検討、医療チームの分業の必要性などを示した。これより、政策シナリオを変更することで、異なる供給結果が出ることを確認できた。今後さらに多様なシナリオを分析することで、より具体的な供給ができるようになる。

謝辞

本研究は、総合科学技術・イノベーション会議のSIP(戦略的イノベーション創造プログラム)「レジリエントな防災・減災機能の強化」(管理法人:JST)によって実施されました。

参考文献

- 1) http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/5/pdf/3.pdf
- 2) <http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h17/hakusho/h18/html/H1012110.html>
- 3) 市川ら：災害時保健医療活動支援のための被害状況推計システム，計測自動制御学会 システム・情報部門学術講演会 2015 講演論文集，p237/p238(2015)
- 4) http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/5/pdf/3.pdf

- 5) http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/5/pdf/3.pdf
- 6) http://www.fdma.go.jp/neuter/about/shingi_kento/h24/tikoutai/02/sanko_02.pdf
- 7) <http://www.cas.go.jp/jp/fukkou/pdf/kousou2/siryu5.pdf>
- 8) 中村：避難生活支援実態の行動科学的検討，新潟県中越地震被害報告書，p140/p153（2006）
- 9) http://www.fdma.go.jp/html/new/pdf/150528toukai_hou/s05.PDF
- 10) <http://www.j-shis.bosai.go.jp/>
- 11) http://www.bousai.go.jp/jishin/syuto/taisaku_wg/index.html
- 12) 梶：都市防災学 地震対策の理論と実践、学芸出版社（2012）
- 13) 林：東日本大震災被災者の健康状態等に関する調査，平成 23 年度厚生労働科学研究費補助金（厚生労働科学特別研究事業）（2011）