

# 災害時の医療材料の需要と供給 ～シミュレーション実験を通した一考察～

山田 覚<sup>1</sup>、木下真里<sup>2</sup>

(2020年9月25日受付, 2020年12月14日受理)

## Supply and demand of medical materials in disaster

—A consideration through simulation experiments—

Satoru Yamada<sup>1</sup>, Mari Kinoshita<sup>2</sup>

(Received : September 25, 2020, Accepted : December 14, 2020)

### 要 旨

災害時に医療施設では、通常の業務に加え災害医療に関する業務が増え、医療材料の使用は通常と異なる。一般的に備蓄量は3日分程度と考えられて来たが、近年これでは不足との意見もあり7日分程度の備蓄が必要であるとする考えもある。しかし、これらの考えの根拠は十分ではなく、現象が災害であることから更に需要の予測の困難性もある。

そこで本研究は、医療材料の借り出し依頼元および借り出し量の意思決定を人に委ねたネット上のシミュレーション・システムを開発し、医療材料の需要と供給を経時的に再現し、備蓄の在り方および医療材料の担当者の意思決定を検討することを目的とした。

シミュレーションの結果、備蓄量に関しては、従来考えられていた3日分の備蓄では対応できないことが分かった。一方、最適な備蓄量の推定には、想定される状況をパラメータに反映した人が介入するシミュレーションを繰り返し、データを蓄積する必要性が明らかとなった。また、担当者の意思決定に関しては、災害拠点病院と救護病院の役割を明確にし、役割に応じたネットワーク間での医療材料の融通のためのルール化、およびルール化には予期せぬ需要も考慮するため、パラメータの設定を考慮したシミュレーションを繰り返す必要があることが明らかとなった。更に、シミュレーションの積み重ねにより得た最適なあるいは調整できる各種パラメータの設定をしたシミュレーターにより、自病院が所属するネットワークの特色を考慮した訓練の必要性が明らかとなった。

キーワード：需要、供給、医療材料、災害、医療機関

### Abstract

The present study aimed to examine the standard procedures for medical consumables' stock management by a web-based simulation system, allowing human manipulation to select channels, quantity, and timing of supplies.

The results of the simulation exercise indicated that the conventional three days' stock might not be sufficient in an actual emergency, whereas accumulated data by multiple simulations with different parameters will be necessary to best estimate an optimal amount of storage. The results suggested that each hospital's explicit roles in the medical service network in time of disaster and clear guidelines for material procurement, including contingency demand, will improve the decision-making process. The study also suggested the necessity of drills with data cumulated simulators, which allow parameter adjustments to simulate virtual network conditions at each hospital.

Key words: demand, supply, medical consumables, disasters, medical facilities

<sup>1</sup> 高知県大学看護学部 教授 工学博士 Faculty of Nursing, University of Kochi, Professor

<sup>2</sup> 高知県大学看護学部 准教授 医学博士 Faculty of Nursing, University of Kochi, Associate Professor

## 1. はじめに

災害時に医療施設では、通常の業務に加え災害医療に関する業務が増え、医療材料の使用は通常と異なる。外部からの供給のタイミングを考慮して、一般的に備蓄量は3日分程度と考えられて来たが、近年これでは不足との意見もあり7日分程度の備蓄が必要であるとする考えもある。しかし、これらの考えの根拠は十分ではなく、現象が災害であることから更に需要の予測の困難性もある。

このような状況で、災害を再現することは難しいが、シミュレーションにより模擬的にその現象を再現することができる。医療の分野では、井上ら(2011)による災害時救急救命拠点に関する研究、村山ら(2017)による緊急医療救護所の諸機能の配置に関する研究、夏目(2019)の避難所の保健医療需要に関する図上シミュレーション、益田(2019)の震災発生緊急時の訪問看護師の準備に関して、布施ら(2019)の災害医療シミュレーション・システムの開発などの研究があり、このように再現が難しい医療分野においてシミュレーションが利用されている。

そこで本研究は、医療材料の借り出し依頼元および借り出し量の意思決定を人に委ねたネット上のシミュレーション・システムを開発し、医療材料の需要と供給を経時的に再現し、備蓄の在り方および医療材料の担当者の意思決定を検討することを目的とした。

## 2. 研究方法

### 1) シミュレーション

シミュレーションには、現物を小型の模型で作成して実験を行う縮尺モデル法と、対象となる現象を数学モデル等により再現する数学モデル法がある。数学モデル法には、確率的モデルに記述するものがあり、これをモンテカルロ法といい、乱数を発生させてそれに基づきシミュレーションを行う。また、自然、地域、社会、人間などを対象としたもので、本来実験が不可能な場合に、数学

モデル法が用いられる(川面、2002)。本研究は、災害の状況を再現すること、およびそこに人間が介入することから、数学モデル、特にモンテカルロ法を用いることとする。

### 2) シミュレーションを用いた災害研究

シミュレーションを用いた災害における物流や需要と供給に関する研究は、森澤ら(1996)の水害時における一般廃棄物処理や岡山ら(2010)の水害廃棄物排出過程に関する研究などがあり、災害により発生した廃棄物をいかに効率的に搬出するかの研究であった。その後、小川ら(2017)の災害時のサービス需要ギャップや、夏目ら(2019)の大規模図上訓練、布施ら(2019)の災害医療シミュレーションの研究では、評価モデルの開発や医療材料などの情報を図上で確認するなどがあるが、具体的な医療材料の「何を」「いくつ」という物流システムの開発までには至っていない。

本研究では、医療材料の具体的な貸借ができるシミュレーション・システムを開発し、実験に用いることとする。

### 3) 本研究のシミュレーション・システム

ネットワークを用いて複数の施設間で医療材料のやり取りができるシステムを開発し、需要と供給の状況を模擬的に再現し、備蓄量や意思決定の仕方、強いては地域のネットワークの在り方を検討できる環境を構築した(図1)。

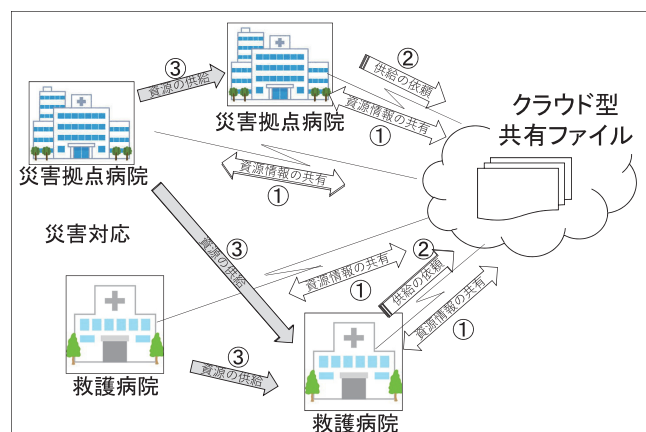


図1 医療材料貸借システム

4) 研究課題

研究課題は、以下の2点とする。

- (1) 医療材料の需要と供給を経時的に再現し、備蓄の在り方を検討する。
- (2) 医療材料の需要と供給を経時的に再現し、医療材料の担当者の、医療材料の借り出し依頼先（どの病院から借り出すか）および借り出し量的意思決定を検討する。

5) 実験方法

ネット上で稼働する医療材料の需要と供給に関するシミュレーション・システムを用いて、医療材料の備蓄量を共有し、ランダムに発生する患者に対して不足が予想される材料を他施設に借り出し依頼し、次の使用に備えるシナリオを作成した。通常の備蓄量や患者の発生条件を幾つか設定し、それに応じて刻々と変化する各施設の備蓄量を見ながら、1日単位で各病院の他施設への借り出し依頼量を各施設の担当者が意思決定する。参加病院は仮定の5病院（災害拠点病院2、救護病院3）で、4日目の定期供給では、各病院の通常の使用量に対して、ランダムに発生させた量の材料が業者から供給されるようにした。

1つの実験室にて、参加者が一堂に会し、学内ネットワークに接続された端末の前に座り（図2）、シナリオに従って医療材料等の備蓄量（初期設定）、使用量（ランダムに決定）、借り出し先（参

加者が決定）、借り出し量（参加者が決定）、供給量（借り出し量によりに決定、定期供給はランダムに決定）を自分の端末から入力する。入力された内容は、クラウド型共有ファイルを通じてグラフと表により、参加者全員が同様に共有する。

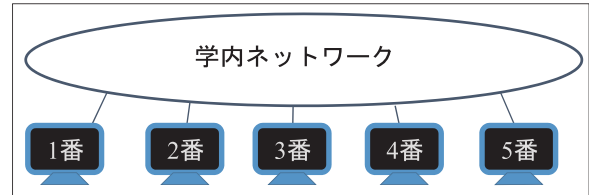


図2 シミュレーション実験

験の参加者は、以上の情報を用いて、ランダムに発生する患者に対して不足が予想される材料を他施設に借り出し依頼し、次の使用に備えた。

6) 倫理的配慮

倫理的配慮は、高知県立大学研究倫理委員会の承認を得た。研究協力者には、倫理審査項目に則り、研究協力の自由意思の保証、意思決定結果を個別に評価するものではないこと、分析結果の公表の仕方等について、説明をした。

7) シミュレーションのアルゴリズム

シミュレーションのアルゴリズムを図3に示す。細線の部分は、通常の業務における医療材料の管理上のアルゴリズムであるが、太線の部分は、災害時のアルゴリズムを示している。右上の被災

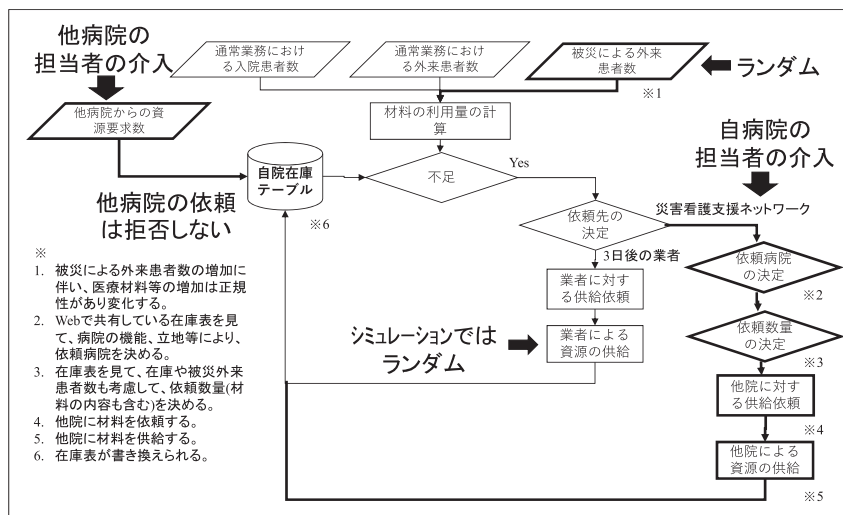


図3 シミュレーションのアルゴリズム

による外来患者数はランダムに発生し、材料の不足が生じると、右下のネットワークを利用して他病院に借り出しを依頼する。依頼した内容は自病院の在庫テーブルに反映されるとともに、この情報はネットワークの他病院にも閲覧される。時には、左上の他病院からの借り出し依頼がある。この場合、このシミュレーションでは、依頼を拒否しないこととする。発災後4日目には、右下の業者による通常の供給が行われるが、災害時ということもあり、供給量はランダムに設定される。

## 8) 実験日時

平成30年12月から平成31年3月

## 9) 研究協力者

災害医療に興味のある看護学研究科大学院生4名、看護学部教員1名。

大学院生と教員が研究協力者として参加したため、立場の違いによるバイアスがかからないように、本実験は条件を設定した架空の施設間でのやりとりであることを説明した。また、災害拠点病院と救護病院の差異に関して、一般的な役割とそれによる初期備蓄量の違いを説明した。

## 10) パラメータ

モンテカルロ法によるシミュレーションを実施するに当たり、以下のパラメータの設定を行った。

### (1) 医療材料と備蓄量

医療材料は、輸液セットとした。輸液セット2箱を1日分として、シミュレーションでは何日分備蓄するかを設定した。災害拠点病院は、3日分+2日分の計5日分(10箱)、救護病院は3日分(6箱)とした。また、以上の3倍のパターンも準備し、災害拠点病院は15日分(30箱)、救護病院は9日分(18箱)の備蓄を設定した。

借り出し等のやりとりは、輸液セットを箱単位(1箱、2箱など)で扱った。

### (2) 1日の使用量

1日の使用量は、計算の前提となる平均使用量として、通常の1日分を使用する場合と、通常の2日分を使用する場合を設定した。使用量は、入院患者の状況や、外来すなわち被災者の状況により予測が難しいので、毎日の各病院の使用量は、正規乱数を発生させて設定した。

正規乱数は、1日の平均使用量と使用量の標準偏差を研究者があらかじめ設定し、中心極限定理を用いて計算した。これにより、使用量はランダムに算出されることになる。なお、標準偏差は、1日の使用量の3分の1を設定した。

また、現実には医療材料がマイナスになることはないが、本シミュレーションでは、計算上マイナス値を算出することとした。

### (3) 備蓄量と1日の使用量の組み合わせ

本研究では、以下の2つのパターンでシミュレーションを実施した。

パターン1:

備蓄量: 災害拠点病院5日分、救護病院3日分  
1日の使用量: 通常の1日分(両病院)

パターン2:

備蓄量: 災害拠点病院15日分、救護病院9日分  
1日の使用量: 通常の2日分(両病院)

## 3. 結果

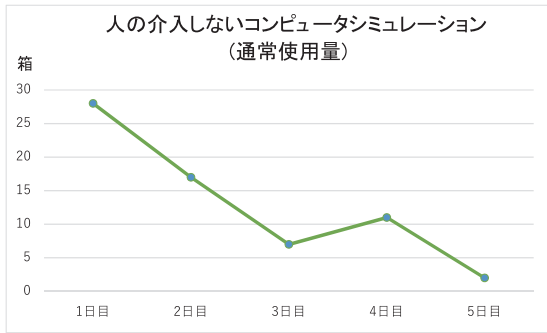
### (1) 備蓄量の検討

#### 1) コンピュータシミュレーション

図4は、コンピュータシミュレーションによる、災害拠点病院の備蓄5日分、救護病院の備蓄3日分、両病院とも使用量は通常と同じ1日分で、標準偏差は平均の1/3としたパターン1の結果であり、人の介入がないものである。

よって、コンピュータによる計算、即ち与えられた条件下で、最適な結果を算出したものとなる。通常の使用量であれば、設定した備蓄量で対応でき、5日目でも備蓄があることがわかる。

### 5施設による実験の結果(輸液セット)



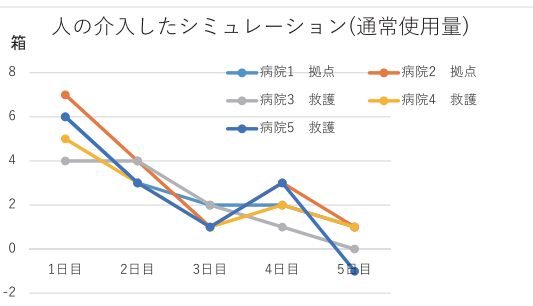
備蓄量: 災害拠点病院5日分、救護病院3日分、  
 使用量: 通常の1倍、使用量のバラツキ(SD): 通常の1/3

図4 コンピュータシミュレーション (使用量1日分)

### 2) 人が介入したシミュレーション

図5は、人が介入した通常の1日分使用のパターン1のシミュレーションによる結果で、病院1と2が災害拠点病院、病院3、4、5が救護病院である。図4のコンピュータのみの実験と設定

### 5施設による実験の結果(輸液セット)



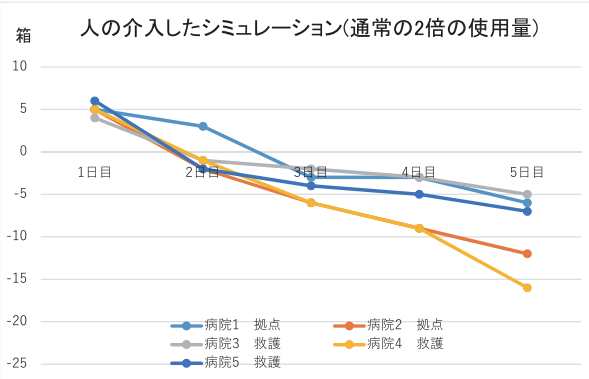
備蓄量: 災害拠点病院5日分、救護病院3日分、  
 使用量: 通常の1倍、使用量のバラツキ(SD): 通常の1/3

図5 人が介入したシミュレーション (使用量1日分)

された条件は全く同じであるが、人が介入することにより、最適な結果とはならず、救護病院5はマイナスの値となってしまった。

図6は、人が介入した通常の2日分使用のシミュレーションによる結果である。通常の2倍の使用量になると、2日目で災害拠点病院1を除いて他の病院は在庫が底をつき、計算上はマイナスとなってしまった。医療材料は供給されず、入院患者および被災者が来院するため、日を追う毎にマイナスとなって行くことがわかる。

### 5施設による実験の結果(輸液セット)



備蓄量: 災害拠点病院5日分、救護病院3日分、  
 使用量: 通常の2倍、使用量のバラツキ(SD): 通常の1/3

図6 人が介入したシミュレーション (使用量2日分)

### (2) 介入した人の意思決定

#### 1) 使用量と備蓄量の違いによる挙動の差

図7は、左が災害拠点病院の備蓄量5日分、救護病院の備蓄量3日分、両病院とも使用量は通常と同じ1日分で、標準偏差は平均の1/3とした

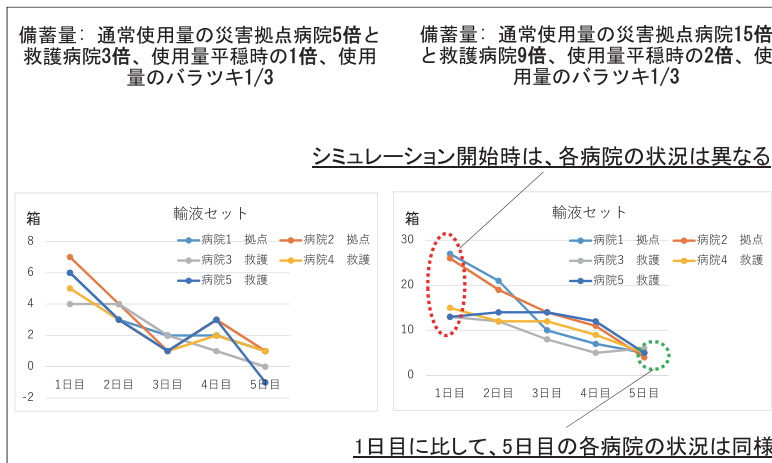


図7 パラメータ設定の違いによる結果

パターン1の結果であり、人の介入があった結果である。右は、災害拠点病院の備蓄量15日分、救護病院の備蓄量9日分、両病院とも使用量は2日分で、標準偏差は平均の1/3としたパターン2の結果であり、人の介入があった結果である。左右で備蓄量が異なるので、グラフのスケールが異なるが、パターン1では1日目も5日目も各病院の備蓄量がバラツキていることがわかる。一方、右側のパターン2は当初のバラツキに対して、徐々にある一定の量に収束し、互いに融通し合っていることがわかる。

## 2) 使用量1日のパターン1の場合の時間経過と意思決定

結果の一例として、以後、病院5の担当者の意思決定の状況を示す。

病院5の担当者は、5病院の中で救護病院ではあるが最も在庫量が少ないことから、在庫量を増やすことを考え、在庫量の多い病院1と2からそれぞれ1箱の借り出しを行った。その結果、5病院の中で2番目の在庫量となった(図8)。

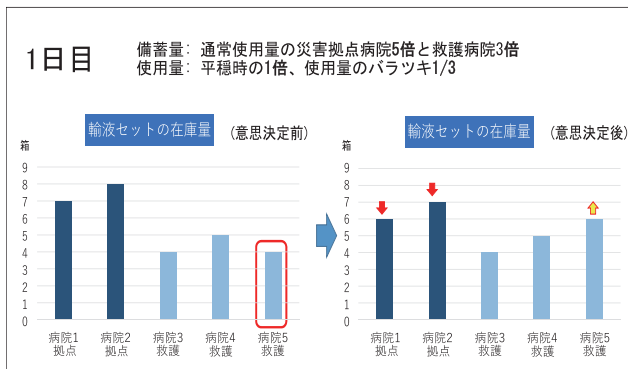


図8 1日目 (使用量1日分)

2日目になり、それぞれの病院で材料が使用され、どの病院も同様の在庫量であることから、他病院への借り出しは依頼しなかった。(図9)。

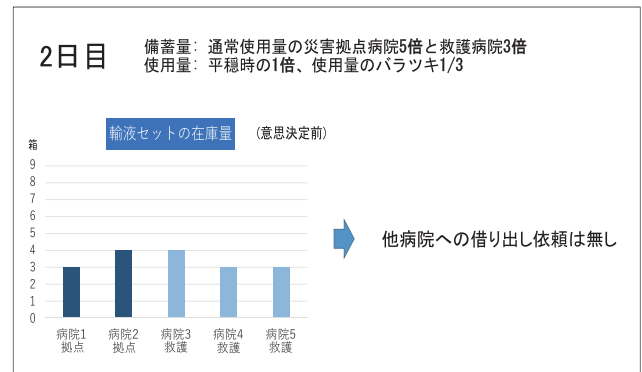


図9 2日目 (使用量1日分)

3日目となり、在庫は1箱しかないものの、他病院も同様の在庫量であることから、他病院への借り出しは依頼しなかった。(図10)。

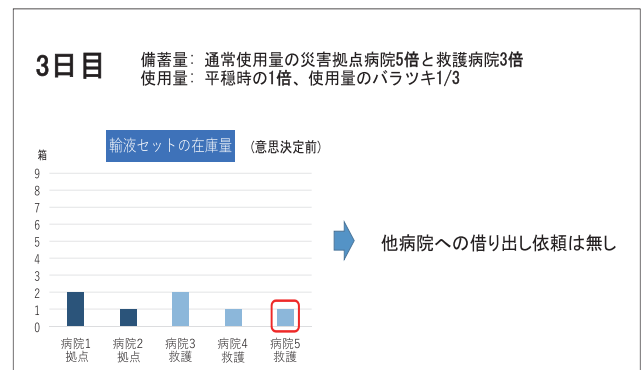


図10 3日目 (使用量1日分)

4日目に、ランダムな量であるが業者から供給があり、結果的に全病院中最も在庫がある病院の一つとなった。このことから、他病院への借り出しは依頼しなかった(図11)。



図11 4日目 (使用量1日分)

自病院はこのエリアで最も在庫があったこと、同様に最も在庫がある病院が災害拠点病院であっ

たことから、災害拠点病院である病院1の在庫が0になり、病院1の担当者は病院5に1箱借り出しを依頼し、病院3の担当者も使用量が急激に増えたため、病院5に2箱借り出し依頼をした。このように他病院の病院5への借り出し依頼が集中し、使用前であっても在庫0の状態に陥った。さらにその後、1箱が使用され、他への依頼もできず計算上マイナスとなってしまった。（図12）。

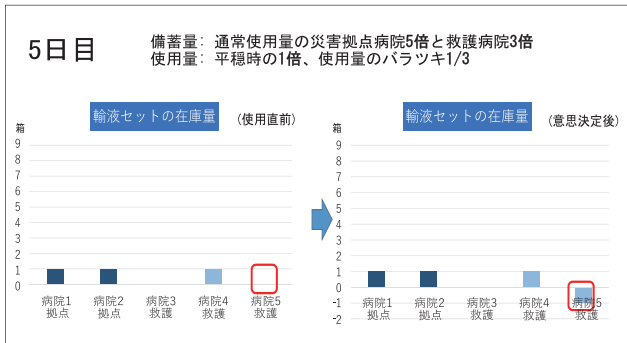


図12 5日目（使用量1日分）

3) 使用量2日分のパターン2の場合の時間経過と意思決定

病院5は、平穩期使用量の6.5倍の備蓄があり、他病院の状況は、どこも同様であることから、他病院への借り出しは依頼しなかった(図13)。

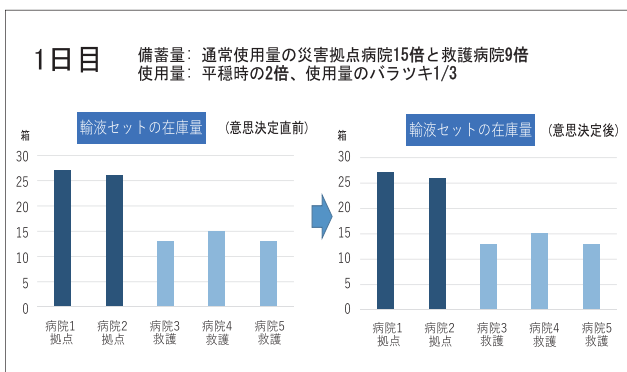


図13 1日目（使用量2日分）

2日目になり、それぞれの病院で材料が使用され、病院5は最も在庫量が少なくなり、病院2に5箱の借り出し依頼をした（図14）。

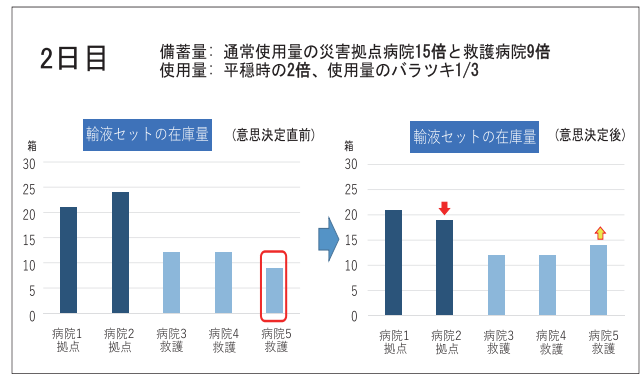


図14 2日目（使用量2日分）

3日目になり、病院5は10箱5日分の在庫量があったが、他病院と比べると若干少ないことから、最も在庫がある病院の一つである病院1から4箱の材料を借り出し依頼した。その結果、最も在庫量がある病院の一つとなった(図15)。

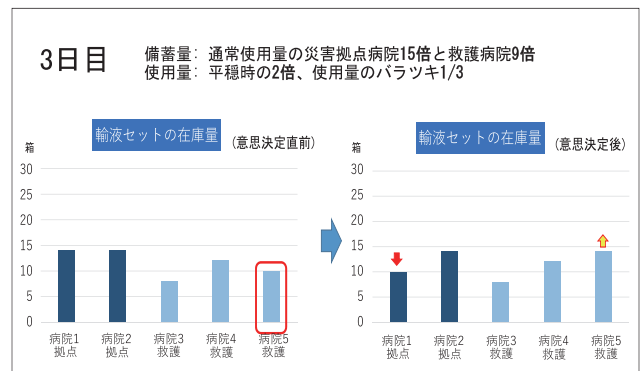


図15 3日目（使用量2日分）

4日目に、ランダムな量ではあるが業者から供給があり、結果的に全病院中最も在庫がある病院となり、他病院への借り出しは依頼しなかった（図16）。

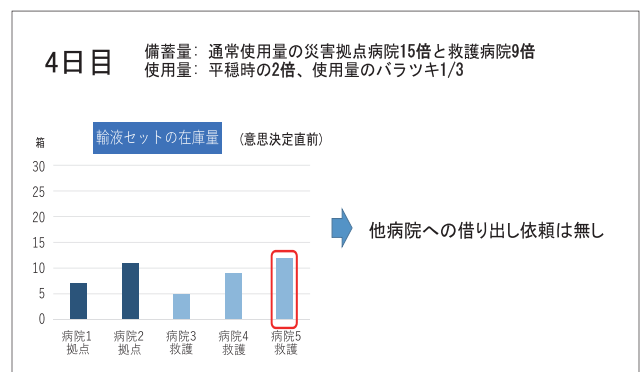


図16 4日目（使用量2日分）

5日目になり、使用直前の状態では、災害拠点病院である病院1から2箱の借り出し依頼があったが、その状態でも最も在庫がある病院となっていた。しかし、5日目の使用が5箱あり、結果的に他病院と同様の在庫量となった(図17)。

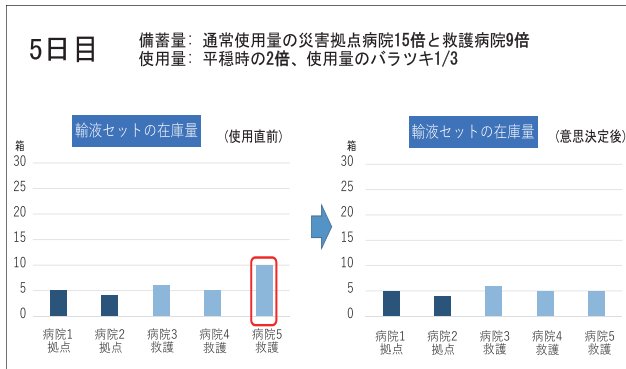


図17 5日目 (使用量2日分)

#### 4. 考察

##### (1) 備蓄の在り方 (研究課題1)

医療材料の使用量が平穩期と同様の1日分の場合、コンピュータのみによるシミュレーションでは、図4の通り最適な状況で模擬的に現象が再現されたため、一般的に言われている備蓄量3日分をベースとして、災害拠点病院に2日分を追加すれば、5日は対応できることが分かった。しかし、現実的には全病院間でこまめに在庫量を確認し、不足分を過不足無くやりとりすることは難しく、やりとりには、変動する担当者の意思決定が関わる。図5の担当者が介入したシミュレーションでは、全病院間でやり取りはするものの、結果的に救護病院5は5日目に計算上マイナスの在庫となってしまった。このことから、論理的には3日分の在庫量をベースとした考え方で対応できるが、現実的には人間の介入により計算通りには行かないことがわかり、一般的に言われている3日分の在庫量の確保を再考する必要がある。

また、前述と同様に災害拠点病院には3日プラス2日分の計5日分、救護病院には3日分の在庫がある設定で、1日に平穩期の2倍(2日分)の使用量があった場合、図6に示す通り、2日目で若干備蓄量の多い災害拠点病院1以外は、全て在

庫が無くなっている。災害時には、平穩期の使用量より多くの材料が使用されることは容易に予測できるが、平穩期の2倍の使用量であった場合、1日しか対応できないことがわかる。

一方、図7では、パターン1とパターン2の比較で、在庫量が多い場合は、1日目は病院の機能により在庫の差があるものの、時間の経過とともに互いの在庫をやり取りし、5日目には5病院がほぼ同様の在庫量となり、病院間の融通がし易いことを示している。パターン2の場合、通常の2倍の利用量を想定しているものの、一般的に言われている3日分の在庫の3倍の在庫を確保しているが、在庫最適量の推定にはデータが不十分であり、各種パラメータの設定を組み合わせ、更なるデータの蓄積が必要である。

##### (2) 担当者の意思決定 (研究課題2)

災害拠点病院は、厚生労働省により、各二次医療圏に1ヶ所整備することが、原則定められている(厚生省健康政策局長、2006; 厚生省健康政策局長、2012)。高知県では、災害拠点病院および救護病院の役割を、高知県災害時医療救護計画(高知県、2019)で整理しているが、医療材料等の供給については、救護病院に対して市町村が備蓄する物資の提供を優先して受けるのみの記述で、救護病院間、あるいは災害拠点病院も含めた医療材料のやり取りに関するルールは定めていない。

一方、災害拠点病院と救護病院の区別はあるものの、従来の入院患者や、各病院周辺の被災した住民の対応には大差はない。そのような状況で、シミュレーション実験において、救護病院5の担当者は、自病院の在庫量が少なくなることを心配し、比較的遠慮なく他病院へ借り出しの依頼をした。

パターン1のシミュレーションでは、救護病院5は1日目に5病院中最も在庫量が少なくなることから、比較的在庫量の多い災害拠点病院1と2に借り出しを依頼し、5病院中2番目、救護病院の中では最も在庫量が多くなり、災害拠点病院1と同じとなった。5病院全体のバランスから考える



と、災害拠点病院と同等の在庫量をもつべきかどうかの議論、およびルール化が必要だと思われる。4日目には救護病院5は、最も在庫の多い病院となったが、災害拠点病院1は在庫が底をついたため、救護病院5に1箱借り出しを依頼し、また、救護病院3も使用量が急減に増加したため、救護病院5に2箱の借り出し依頼をした。これによって、救護病院5は在庫量が底をついてしまった。この状態で救護病院5は1箱の利用があったため、シミュレーション上はマイナス1箱となってしまった。比較的遠慮なく他病院の借り出し依頼をしていた救護病院5ではあったが、5病院の中でのバランスを考慮せず、一次的に在庫量が多くなると、その情報から他病院の借り出しが集中し、更にバランスが崩れてしまったことがうかがえる。上手く医療材料を手に入れることができても、他病院とのバランスを考慮して、上手く連携しなければ破綻してしまうこともあることがわかる。

パターン2のシミュレーションでは、救護病院5は2日目に最も在庫が無い病院になってしまったため、最も在庫のある災害拠点病院2から5箱の借り出しを依頼した。この状態では、災害拠点病院と救護病院には当初の2日分の在庫量の差（災害拠点病院としての6箱分追加備蓄）があり、バランスは崩れていない。しかし、3日目に救護病院5は、5日分の在庫があるにも拘わらず、下から2番目の在庫量であったことから、最も在庫がある災害拠点病院1に4箱（2日分）を借り出し依頼し、結果的に最も在庫がある病院となった。更に、5日目には、他の病院が自病院の在庫でなんとか凌いでいたこと、および救護病院5の使用量も極端に多くならなかったことから、他病院の倍になる在庫量を持つことになった。しかし、5日目の救護病院5の使用量は5箱と多く、他病院と比して2倍の在庫量を持っていたにも拘わらず他病院と同等の在庫量となってしまった。このことから、医療材料のやり取りには一定のルールが必要ではあるが、予期せぬ需要も考慮する必要が

あることがわかる。

これらのルールの検証や、予期せぬ需要に対応できる在庫量の設定には、想定される状況を反映したパラメータを設定し、シミュレーションを繰り返し、データを蓄積して検証することが必要である。神藤(2015)は、災害看護における戦略的意思決定モデルに関して言及しており、災害医療における重要な事項として、「過去の経験と知識の集積により必要な知見を得る」ことを述べている。また、児玉(2019)はシミュレーション教育が知識を深めることを指摘しており、実際に起こった災害のみでは経験量がさほど多くないので、経験と知識の集積は十分にはできない。

シミュレーションの積み重ねにより得た最適なあるいは調整できる各種パラメータの設定により、シミュレーターを開発することができる。これを用い、自病院が所属するネットワークの特色をパラメータとして設定し、想定される、あるいは想定外も考慮した環境が実現できる。医療におけるシミュレーション教育は、本多ら(2018)の卒前教育や、黒田(2019)のメディカルラリーによる教育、安原ら(2019)の避難所運営ゲーム活用などの報告があり、その有効性が示されている。更に、研修の視点から、橋本ら(2015)は災害医療のトレーニングシステムの報告をしており、災害時における医療材料の他病院とのやり取りのノウハウを身に付けるためにも、シミュレーションによる訓練が有効であると考えられる。

## 5. 結論

### (1) 備蓄の在り方

従来考えられていた3日分の備蓄量では対応できないことが分かった。また、人が介入するシミュレーションでは、コンピュータのみによるシミュレーションで算出される最適解にはならず、人の意思決定すなわち思考の揺らぎを考慮する必要があることが分かった。

一方、備蓄量が多いと、人が介入しても病院間でのやり取りは備蓄量に余裕があるため比較的ス

ムースに行え、全体のバランスを保つことができることが分かった。しかし、どの程度備蓄すべきかは、想定される状況をパラメータに反映した人が介入するシミュレーションを繰り返し、データを蓄積し検討する必要がある。

## (2) 担当者の意思決定

上手く医療材料が入手出来ても、他病院との連携が取れなければ破綻することもあり、如何に連携するかというルール化、および災害拠点病院と救護病院の役割を明確にし、役割に応じたネットワーク間での医療材料の融通のためのルール化が必要である。また、このルール化検討には、予期せぬ需要も考慮しなければならず、パラメータの設定を考慮したシミュレーションを繰り返すことにより、最適な備蓄量の推定とともにルールの洗練化も行う必要がある。

これらのシミュレーションの積み重ねにより得た最適なあるいは調整できる各種パラメータを用いて設定したシミュレーターにより、意思決定者の揺らぎを少なくするため、自病院が所属するネットワークの特色を考慮した訓練が必要である。

## 6. 残された課題

今回のシミュレーションは、情報ネットワークを利用したもの、具体的なインターネットを利用したものではない。今後、実験室実験から情報ネットワークの条件が異なる臨床を繋いだ実験をすることが必要である。また、仮に5病院を設定したが、現行の医療圏を考慮した病院の参加を得て行う必要がある。

本研究は、医療材料の貸借をシミュレートしたものであるが、医療従事者等の人材の貸借の需要もあり(山田、2019)、人材の需要と供給システムの構築に発展させて行きたい(沼田ら、2018)。

## 引用・参考文献

川面恵司:シミュレーションとは、シミュレーショ

ン、21(1)、1、2002

黒田梨絵:看護学生への災害対応のための新たなシミュレーション教育の試み、健康科学大学紀要、15号、71-77、2019

井上祐平、広兼道幸:災害時救命救急拠点のためのシミュレーションシステムの開発、ファジィシステムシンポジウム講演論文集 27、381-386、2011

橋本真由美、奥寺敬、若杉雅浩:情報通信技術を利用した災害医療トレーニングシステムの導入、Journal of Clinical Simulation Research、5(1)、10-12、2015

神藤猛:災害看護における傷病者の搬送順位に関する戦略的意思決定モデル、千葉大学大学院看護学研究科紀要、37号、11-16、2015

小川憲斗、蔵本薫、熊谷敏:災害時のサービス需給ギャップの発生抑制と解消のための施策の立案拠点方法、日本経営工学会誌、68(3)、179-190、2017

村山達雄、小島督弘、江川香奈、他:小学校に拠点をおく緊急医療救護所の諸機能配置に関する研究、日本建築学会計画系論文集、82(739)、2277-2283、2017

本多満、一林亮、鈴木銀河、他:卒前教育における災害シミュレーション教育の有用性、日臨救急医学会誌、21、12-16、2018

沼田宗純、小山ゆりえ:効果的な災害医療救護体制の構築に向けた保健医療救護対応のプロセス化と人員配置シミュレーション、生産研究、70(4)、89-92、2018

児玉貴光:安全な院内搬送を実現するための教育、日臨麻会誌、39(1)、81-85、2019

安原智久、落合千波、永田実沙、他:薬学部における災害医療教育への避難所運営ゲーム(HUG)の導入と防災に対する意識変容の検証、薬学教育、3、1-8、2019

夏目恵子:シミュレーション技術を用いた大規模震災図上演習の取り組みと地域における防災対策の向上 研修報告、保健医療科学、68(2)、

168-169、2019

夏目恵子、市川学、奥田博子、他：シミュレーション技術を用いた大規模震災図上演習の取り組みと地域における防災対策の向上、保健医療科学、68(3)、250-258、2019

益田育子：震災発生緊急時に訪問看護師が必要と考える対策の準備状況トラフ地域、被災地、一般地域の比較から、日保学誌、21(4)、192-200、2019

布施理美、鈴木進吾、布施明、他：施策検討を可能とする首都直下地震を想定した災害医療シミュレーション・システムの開発、日医大医会誌、15(4)、170-181、2019

森澤眞輔、田中佐世子、井上頼輝：水害時における一般廃棄物処理と処理システムのリスク軽減、廃棄物学会論文誌、7(1)、8-17、1996

岡山朋子、伊藤秀行、平山修久：水害被災家屋からの水害廃棄物排出過程に関する調査研究、第21回廃棄物資源循環学会研究発表会講演集、21(0)、38-38、2010

厚生省健康政策局長：第1回災害医療等のあり方に関する検討会(参考資料1)、健政発第451号、2006

厚生省健康政策局長：災害時における医療体制の充実強化について、医政発0321第2号、2012

高知県：高知県災害時医療救護計画、27-28、2019

山田覚：災害時の人的資源の外部からの供給の期待、日本災害看護学会誌、21(1)、152、2019

