

分担研究報告

「化学テロ対応医薬品国家備蓄の配備・配送戦術の最適化に
関する研究」

研究分担者 市川 学

(芝浦工業大学・システム理工学部 准教授)

令和2年度厚生労働行政推進調査事業費補助金(厚生労働科学特別研究事業)
「2020年オリンピック・パラリンピック東京大会及びその後の本邦における CBRNE テロ等重大事案
への対応能力向上に関する研究」

分担研究報告書
「CBRNE テロ対応シミュレーションモデルを用いた国家備蓄配備・配送戦術の
具体化に関する研究」

研究分担者 市川 学 (芝浦工業大学 准教授)

研究要旨

2020年オリンピック・パラリンピック東京大会(以下、オリパラ)期間中やその前後では CBRNE テロの発生に備えて、オリパラ特有の状況を踏まえた備えと対応が必要となる。本研究ではテロ対応のシミュレーションモデルを構築し、C テロ発生時の会場で発生する傷病者に対して十分に医療を届けることが出来るよう、医療品備蓄の配置や総量を模擬実験可能な環境を提供する。具体的には、エージェントベースのアプローチでモデル構築を行い、医療品備蓄場所と備蓄数、さらにはテロ発生会場の関係性について意思決定者が自由に設定を変えてシミュレーションすることを可能にした。

A 研究目的

本研究では、2020年オリンピック・パラリンピック東京大会(以下、オリパラ)期間中及びその前後の期間中の CBRNE テロの発生に備え、その対応策を検討することができるシミュレーションモデルをエージェントベースのアプローチを用いて構築し、現在の国家備蓄がテロ発生時に対応出来るかについての検証を行う。また、構築したシミュレーションモデルをオリパラの会場におけるテロ発生事案に対応させることで、テロ発生時における傷病者に対して十分な医療を届けられるよう、医療備蓄配置や総量の最適化を行う。複数のシナリオを評価することで現実社会において実現可能かなどを検証する。シミュレーションで検証するシナリオの例としては、開会式会場で客席にサリンが散布された想定、同時もしくは時間差で多発的に複数会場でテロが発生した場合のシナリオなどが挙げられる。

B 研究方法

本研究では一般に公開されているオリパラ会場、消防署、医療機関(災害拠点病院)の位置データ及び救急車の台数や病床数を取得し、SOARS Toolkit(以下、SOARS)を用いてシミュレーションモ

デルを構築する。本シミュレーションにおいて、テロ発生及び傷病者の発生場所はオリパラ会場のみとし、同時もしくは時間差でテロを発生させることができるものとした。また、テロが発生した会場における傷病者の数は、重症度を重み付けしてランダムに発生するものとした。傷病者の発生については、会場定員のある一定数とし、一定数については、表 1 に従うものとした。

表 1 傷病者の発生確率

	平均	標準偏差
重症	0.01	0.005
中等症・軽症	0.05	0.005

医療備蓄量は傷病者数と対応させることで最適な医療備蓄や配置を分析する。エージェントベースのアプローチを採用することで、人の分布や傷病の割合の増減、時系列に則して病態を変化させながら検証を行うことを可能にする。時系列に即した病態遷移として、図 1 のような病態遷移モデルを使用した。構築したシミュレーションモデル内では、状態の遷移については、表 2 に示す状態遷移時間を持って病態が変化するものとした。

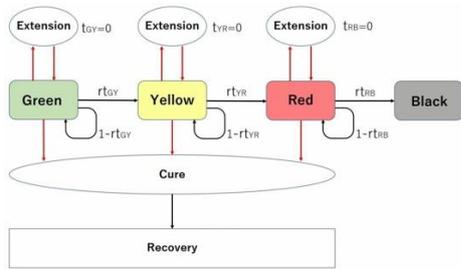


図 1 状態遷移図

表 2 状態遷移時間

状態遷移	遷移時間
重症から死亡	15 分
中等症から死亡	60 分
軽症から死亡	120 分

シミュレーションを実行するにあたり入力値として、以下の項目を設定できるものとした。これらの項目値については、事前に CSV フォーマットのファイルで準備することで、柔軟な条件でのシミュレーションが可能となっている。

- 患者搬送用救急車の設定ファイル (住所及び救急車の台数を設定可能)
- 医療機関設定ファイル (住所及び病床数を設定可能)
- 会場ファイル (住所及び事前備蓄量を設定可能)
- 備蓄場所ファイル (住所及び備蓄数、搬送車両数を設定可能)

上記のファイルより、

- 患者の搬送手段となる車両をどこに何台配備しておくか？
- 患者をどの医療機関で受けるか、さらにその上限はいくつか？
- 事前に会場に備蓄をしておくか？さらにその量は？
- どこに備蓄しておくか？

を自由に設定してシミュレーションをすることが可能となっている。なお、会場・備蓄場所・医療機関の距離の計算については、Google ルート検索の機能を用いて、移動距離及び移動時間を計算した。

C 研究成果

シミュレーション結果の 1 例として、オリンピック会場でテロが発生し、医療備蓄量及び場所を表 3 に示す場所に配置したシナリオを示す。オリンピックスタジアムと備蓄場所の地図上の関係は、図 2 に示すとおりである。

表 3 備蓄保管場所

備蓄保管場所	注射器数
慶応大学病院	100
慈恵医大第三病院	100
がん研究会有明病院	100
東京臨海病院	100
順天堂医院	100
関東中央病院	100
武蔵野赤十字病院	100



図 2 備蓄場所

自動注射器が届く時間は、テロ発生から 4 分後、18 分後、19 分後、23 分後、24 分後、27 分後、37 分後に 100 本ずつ到着することが示された。また、最初の自動注射器到着までの時間が 4 分と早く、重症患者への早急な応急処置を行うことが可能である。重傷患者 74 名と中等症患者 272 名の状態遷移は起こらず、死亡者は 0 名であった。テロ発生から傷病者の搬送までは、84 分を要した。図 3 にオリンピックスタジアムにおける症状別傷病者数の時間変化を示す。



図 3 傷病者数の推移

続いて、表 4 に備蓄保管場所及び各箇所への搬送数を変更したシナリオにて検証を行なった。各医療機関に 100 個の注射器を乗せた運搬車が 2 台ずつある想定である。このシナリオは、各ステークホルダーへのヒアリングに基づく値を用いている。

表 4 備蓄保管場所と注射器数及び台数

備蓄保管場所	注射器数	台数
都立広尾病院	100	2
東京女子医科大学病院	100	2
東京医科歯科大学 医学部附属病院	100	2
東京医科大学病院	100	2
国立国際 医療研究センター	100	2

また、患者の受け入れ先となる医療機関には同時受け入れ可能数を設定した。参考までに、いくつかの医療機関の同時受け入れ可能数を示す。設定の目安は、救命救急センターありの災害拠点病院は一律 6、救命救急センターなしの災害拠点病院は一律 2 とした。

表 5 医療機関ごとの同時受入可能数

医療機関名	同時受入可能数
三井記念病院	2
東京女子医科大学病院	6
東京医科歯科大学 医学部附属病院	6
江東病院	2
日赤医療センター	6

なお、このシナリオにおいてテロ発生後、

- 15 分後に会場備蓄注射器の利用開始
- 20 分後に備蓄場所からの注射器搬送開始
- 注射器利用可能者 1 人あたり 1 分 1 本の注射器の利用

と設定した。図 4 から 図 6 に、会場の患者数の推移を示す。

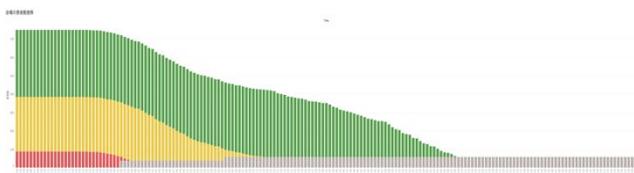


図 4 会場備蓄 0 会場対応者 10 人

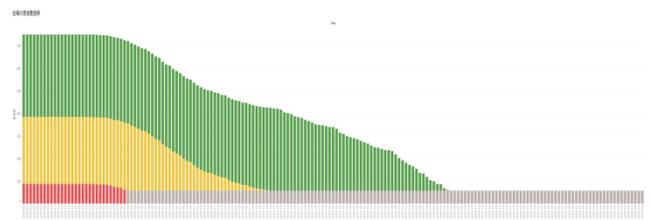


図 5 会場備蓄 50 会場対応者 10 人

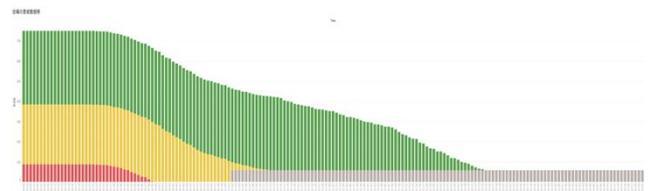


図 6 会場備蓄 100 会場対応者 10 人

横軸が時間、縦軸が患者数で、赤:重傷、黄:中等症、緑:軽症、灰色:死亡である。

D 考察と結論

本研究では、化学テロのサリン散布が東京オリンピック・パラリンピックで行われた想定でシミュレーションモデルを構築し、複数の会場で同時もしくは時間差でテロが発生した場合を想定して、医療備蓄庫からテロ発生会場への備蓄搬送のシミュレーション(備蓄量と搬送時間)を可視化することを可能にした。

また、シミュレーションの条件として、患者搬送用車両・医療機関・備蓄場所・会場の4つについて CSV ファイルを事前に用意することで様々な条件下におけるシミュレーションを実行することを可能とした。事前に様々なテロ発生箇所を想定して備蓄場所の検討を行う際に、本研究で構築したモデルを活用することで、検証が可能になると考える。

本研究の結果として、患者を搬送する場合には、現在の備蓄計画で対応出来るのは赤タグ患者のみであり、黄タグ患者の対応をするためには、今回の検証したシナリオを含め、備蓄総量を増やす必要があることが判明した。また、オリパラスケジュールに沿ったシナリオで検証することで、テロの発生しうる状況を具体的に把握し、スケジュールに応じて各医療機関に必要な備蓄数が異なることが判明した。さらに、備蓄品を会場に運ぶ場合は、各医療機関で備蓄する量と運搬量の適正化を検討して必要性があることが確認できた。

また、ヒアリングに基づくシナリオでは、テロが発生した会場で 15 分後から会場に備蓄してある注射器を利用する想定となっており、現地の情報収集が済み注射器の備蓄庫からの搬送開始を 20 分後と見立てている。

一定数の会場の緊急を要する患者については、会場備蓄が有効であり、本シナリオの想定では、会場に 100 本(対応可能者 10 人)を配置しておくことが望ましい結果がシミュレーションより導き出された。

備蓄場所は、備蓄場所の備蓄数によって、テロが発生した会場の対応可能数に変化が生じた

め、本研究におけるシミュレーションモデルを用いて、さまざまなシナリオ結果から有事に備えておく戦略を検討しておくことが望ましいと考えられる。

G. 研究発表

1. 論文発表
該当なし
2. 学会発表
該当なし

H. 知的財産権の出願・登録状況

該当なし