

# シミュレーションを用いた CBRNE テロ対策における

## 医療備蓄配置の最適化について

○今枝美晴 田口尚樹 市川学 中井豊 (芝浦工業大学)

Optimization of medical stockpiling arrangement in CBRNE terrorism control using simulation

M.Imaeda N.Taguchi M.Ichikawa Y.Nakai (Shibaura Institute of Technology)

**概要**— 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。前身研究において, 現在の医療機関における国家備蓄ではテロによる傷病者全員に対応出来ないという結果を得た。さらに, オリパラでは場所, 規模, 現場にいる人数などが異なる為, オリパラ時のテロ対策の検証として前身研究は不十分であると言える。そこで, 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, テロ発生時におけ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の最適化を行う。ここではエージェントベースのアプローチでシミュレーションを行い, 人のいる場所や傷病の割合などを変更して検証する。シミュレーションを通じて複数のシナリオを評価することによって, 対応策の検討や CBRNE の種類に応じた準備など現実社会で可能か等を検討する。

### 1. 研究背景

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) が開催される。オリパラは世界各国から多数の人が集まり, 注目度が大きいことからテロ事件の対象になりやすい。過去には, 1972 年ミュンヘンオリンピックのイスラエル選手団襲撃テロや 1996 年アトランタオリンピックの爆破テロ, 2014 年ソチオリンピックの開催直前連続自爆テロが発生している。厚生労働省は, オリパラ期間中やその前後で CBRNE テロの発生に備え, オリパラ特有の状況を踏まえた備えと対応が必要だと考えている。テロ発生時, 傷病者は重傷患者から順に近隣医療施設へ搬送されて処置を受けることになる。しかし, 各施設における備蓄の貯蓄数や病床数, 担当出来る医療等に制限がかかる為, 患者の搬送先や各施設への医療備蓄の配分を考慮する必要がある。

本研究では医療備蓄量やその配置に着目する。通常 CBRNE テロに対する備蓄や医療マニュアルは国家備蓄計画として配備されている。しかし, 現在の国家備蓄計画がオリパラの状況下で機能するかは科学的検証が行われていないのが現状である。

### 2. 先行研究

先行研究では, 都市型 (大阪府) と地方型 (茨城県) の自治体をモデルとして C テロ想定と備蓄解毒剤配送を中心とした対応シナリオを作成し, 最適配置・配送について検証した。

都市型モデルでは患者 4000 名のうち重症 100 名, 中等症 900 名の計 1000 名を解毒剤投与対象者とし, 医療機関 10 施設, 近隣医薬品卸を含めた解毒剤の在庫量を勘案した。結果, 初期投

与が行える対象者の 4 割程度となった。次に, 上記に加えて基幹災害医療センターに初期投与 2500 名分を準備し, 他の 9 施設に緊急配送されるとした。結果, 重傷患者には投与推奨時間の 120 分以内に初期投与が可能となった。地方型においても都市型同様の結果が得られた。[1]

2 つのモデルによる検証の結果, 現在の医療機関や医療品卸が保有する解毒剤量では解毒剤の推奨投与時間以内に対応できないが, 解毒剤の備蓄量を増加することで対応できる患者数が増加することが判明した。しかし, 先行研究は現状の各施設への備蓄配分が適当であったか定かでなく, オリパラ会場の場所・規模・人数等が想定されていないこと, また同時多発的に複数会場におけるテロの対応等現実で起こり得る事象に対して動的に検討できるモデルでないことを踏まえると, この研究はオリパラ対応の研究としては不十分である。

### 3. 研究目的

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, まず現在の国家備蓄がテロ発生時に対応出来るかを検証する。次にモデルをオリパラの状況に対応させ, 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。シナリオ例として, 開会式会場で客席にサリンが散布された想定, 医療備蓄を現場に運び入れる場合と医療施設のみで処置を行う場合の比較, 同時多

発的に複数会場でテロが発生した場合等が挙げられる。

#### 4. 研究方法

本研究では行政機関が公開しているオリパラ会場、消防署、医療機関の位置データを取得し、S4 Simulation System (以下、S4)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とし、傷病者は重症度を重み付けしてランダムに発生、傷病者の搬送先は最適アルゴリズムで決定する。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とし、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。時系列に即した病態遷移として、Fig.1のような病態遷移モデルを作成する。Fig.1はサリン被害における病態遷移を示す。サリンを蒸気の状態少量～中等量曝露した場合、数分以内に縮瞳や結膜充血、鼻汁、肺症状等が現れる。蒸気的大量曝露や液剤の皮膚への大量曝露時は初期症状として筋攣縮や痙攣、意識消失、無呼吸等が生じるが、初期症状の発生時間は蒸気の場合で1～2分、液剤の場合は1～30分と異なる。以降はどちらも数分以内に呼吸停止や筋弛緩等が発生する。呼吸停止後は Fig.2 のカーラーの救命曲線より約10分で死亡率50%とする。

また医療備蓄の最適化において、各医療施設の病床数や医療処置可能な傷病の差異、患者の搬送手段である救急車の台数の制限、医療施設間や医療施設と会場間における備蓄の配送、中継地点設置の有無等が影響すると考える。これらを踏まえたうえで、医療備蓄が過不足なく配置されるよう最適化を行う。

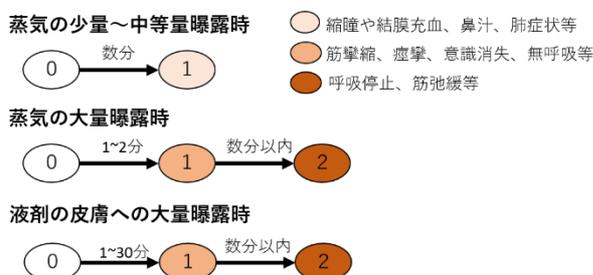


Fig.1 サリン被害における病態遷移図

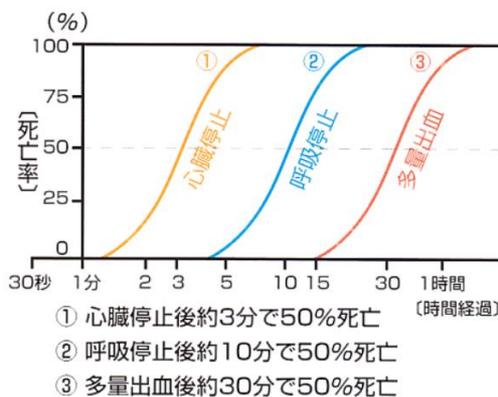


Fig.2 カーラーの救命曲線

#### 5. 期待される結果

本研究によって、現在の国家備蓄計画や備蓄の配置について、CBERN テロの発生に対応出来るよう検討することが出来る。また、オリパラ開催期間中の CBERN テロ発生時に対応できる医療備蓄の配置や総量を最適化すること、それが現実社会で実現可能かなどを検証することが出来る。

#### 謝辞

この研究は、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等に向けた包括的なCBRNEテロ対応能力構築のための研究」(研究代表者 小井土雄一)の助成によって行われた。

#### 参考文献

- [1] 吉岡敏治, 「化学テロ等健康危機事態における医薬品備蓄及び配送に関する研究」, 2013-3
- [2] 文部科学省, 「(別添 1) テロリズムへの対策に資する重要科学技術について」, 2006-7, [http://www.mext.go.jp/b\\_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/suishin/attach/1333413.htm](http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu2/suishin/attach/1333413.htm)
- [3] 防衛研究所, 「防衛研究所ニュース 2014年6月号」, 2014-6, [http://www.nids.mod.go.jp/publication/briefing/pdf/2014/briefing\\_188.pdf](http://www.nids.mod.go.jp/publication/briefing/pdf/2014/briefing_188.pdf)
- [4] 自衛隊中央病院 箱崎 幸也・越智 文雄・宇都宮 勝之, 「緊急災害医療支援学 神経剤(タブン[GA], サリン[GB], ソマン[GD], VX)」, [http://www.group-midori.co.jp/logistic/bc/chemistry/nerve\\_agent\\_s.php](http://www.group-midori.co.jp/logistic/bc/chemistry/nerve_agent_s.php), 2019-8 閲覧
- [5] 海部東部消防組合, 「応急手当～救急車がくるまでに～」, <http://www.amatobu-119.jp/kyukyu/995.htm>, 2019-8 閲覧