

シミュレーションを用いたCテロ対策における医療備蓄に関する研究

○今枝美晴 ○田口尚樹 市川学 中井豊 (芝浦工業大学)

Research on medical stockpiling for countermeasures against C terrorism 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、Cテロ対応の備蓄量・配置が現実社会でどのように影響するかを検証する。

キーワード: 2020年オリンピック・パラリンピック東京大会, CBRNE, シミュレーション, 医療備蓄

1. 研究背景・目的

1.1. はじめに

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。

1.2. CBRNEテロについて

CBRNEとは、Chemical(化学), Biological(生物), Radiological(放射性物質), Nuclear(核), Explosion(爆発物)の接頭字を表す言葉である。CBRNEテロとは上記の5つを用いたテロを指す。特にCBRNテロでは使用される有害物質の特性に応じて通常の爆弾等とは異なる被害・症状が出現する為、それらに対応した備えが必要となる。

本研究では特にCテロを対象とした検証を行

う。

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たとした。結果、重傷患者には推奨時間の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]。

3. 方法論

本研究ではS-quattro Simulation Systemとpythonを用いてシミュレーションモデルを作成し、シミュレーションを用いて研究を行う。モデル作成にあたり、東京都内の病床数20以上の医療機関、オリンピック会場、救急車両の収容場所(消防署)の位置情報を取得した。また各医療機関における病床数や医師数等の医療機関情報をまとめた。これらの情報はcsv形式のファイルで管理する為、シミュレーションするシナリオに応じて変更することが可能である。

シミュレーションを行う際、1)テロ・傷病者の発生は東京都内のオリパラ会場として搬送先は東京都内及び千葉県内複数の医療機関を対象として最適化アルゴリズムで決定する、2)患者搬送の優先

度は重症者(赤タグ)>中等症者(黄タグ)とする, 3) 傷病者はエージェントベースのアプローチとして傷病の割合や時系列における病態に変化をつける, 以上を全体の前提条件として設定する. 各医療機関における搬送された患者数と医薬品残数を比較し, 発生した患者に対して最大限医療処置を届けることが出来る備蓄配置を探り, 研究の成果とする.

3.1. シミュレーションモデルの概要

シミュレーターを構築・運用することで, モデルの環境に医療機関, 消防署, 患者エージェント, 車両エージェントを生成することで, 患者の発生状況, 時々刻々と患者の病態が変化する病態遷移や, 搬送車両による患者の収容及び医療機関への搬送状況, 医療機関の医薬品備蓄量の状況の変化などを把握できる. また, 確率的なランダム処理を行うことで, 患者の発生, 医療機関での処置時間などに不確実性を与える事ができると共に, 患者搬送方法や道路の状況に関する情報を設定することができるなど多様なシナリオ分析が可能となる. モデルのイメージは Fig. 1, Fig. 2 に示す通りである.

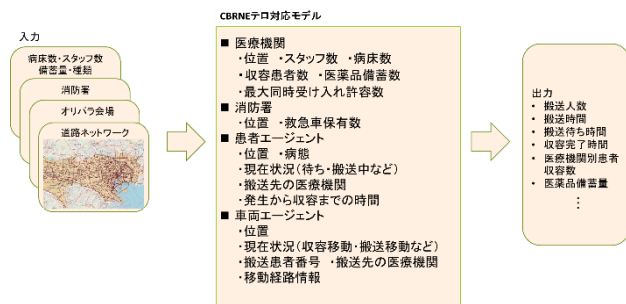


Fig. 1 モデルの概要

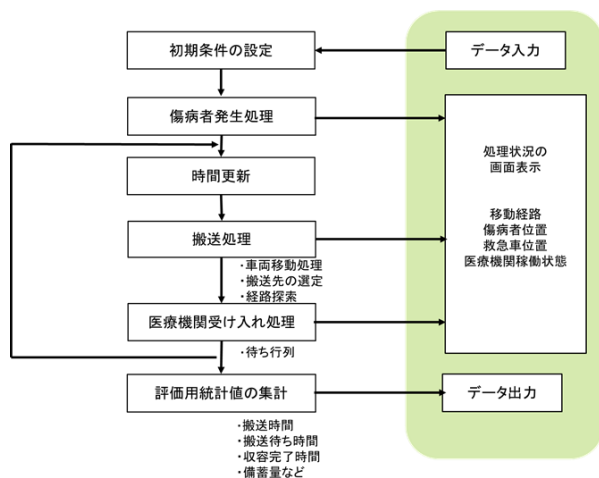


Fig. 2 モデルフロー

3.1.1. 入力データ

シミュレーションモデルへの入力データは道路ネットワーク, オリパラの会場の位置と規模, 医療機関の位置, 病床数, 医薬品備蓄量, 医師数, 搬

送車両の所属場所と保有台数といった基本情報のほかに, テロが発生する会場数やテロの規模を表す患者数, 患者の病態が変化する病態遷移モデルの設定が必要である.

3.1.2. 患者エージェント

患者エージェントは, 入力された任意の地点別の患者数とトリアージ別発生割合をもとにランダムに発生させる (Table1). トリアージとは, 患者の重症度に基づいて, 治療の優先度を決定して選別を行うことであり, 搬送順序や医療機関の選択時の基準となる. 傷病者の処置は直ちに行われるべきであるが, 処置を始めるべき最大限の時間として, 猶予時間を正規分布に従ってランダムに設定している. 発生した患者は, Fig. 3 に示すパラメータを持ち, 医療機関での処置終了後, 評価項目の算定を行ってシミュレーション系から消去される. また, 患者の発生と同時に救急搬送の依頼が行われたものとする.

Table1 トリアージ別特性例

トリアージ	優先順位	猶予時間	平均処置時間	発生確率
赤	1	任意に設定可能	任意に設定可能	任意に設定可能
黄	2			
緑	3			

位置
患者 id
トリアージタグ (赤・黄・緑)
搬送先医療機関 id
生死
現在状況 (搬送待ち, 搬送中, 処置済みなど)
搬送待ち時間

Fig. 3 患者エージェントのパラメータ

3.1.3. 車両エージェント

車両エージェントは各消防署に所属するように割り当てられ, 患者エージェントを医療機関に搬送する. 患者エージェントの保持する病態, 医療機関の病床数, 医師数, 医薬品備蓄量などの情報から搬送可能な医療機関を選定し, その中で最寄りの医療機関へ搬送を行う. 各車両は Fig. 4 に示すパラメータを持つものとする.

a) 患者収容処理

車両は基本的には, 管轄の発生地点で発生した患者を優先度の高い順に収容する. 収容対象の患者までの経路は時間最短経路を探索して決定する.

経路探索では、入力した道路ネットワーク上の利用可能な道路のみを用いて経路を探す。なお、車両は収容要請のあった患者のいる地点に向かうのみであり、経路の途中で他の患者が存在しても収容しないものとする。また、車両に同時に収容できる患者は1名とする。

b) 医療機関搬送処理

搬送先の医療機関の選択においては、医療機関の医薬品備蓄数、病床数、医師数から搬送患者の処置が可能な搬送時間が最短となる医療機関を選定する。また、車両が患者発生地点に到達した時点で、死亡している患者に関しては搬送を行わないものとする。搬送途中で患者が死亡した場合においては、目的地を現在位置から最寄りの医療機関へ変更し、搬送を再開する。

発生地点
所属消防署 id
患者 id
現在位置
現在状況(収容移動, 搬送移動など)
目的地
搬送経路情報
現在の搬送時間

Fig. 4 車両エージェントのパラメータ

3.1.4. 出力データ

シミュレーションによって算出するための指標は、Fig. 5に示すような患者、医療機関に関するデータである。搬送に要する時間、待機時間、処置終了までに要する時間等を、患者、医療機関ごとにみることにより、シナリオを分析できる。

① 患者に関するデータ
トリアージ別患者数, 発生地点, 死者数, 搬送時間, 搬送待ち時間, 処置完了までの総時間
② 医療機関に関するデータ
医療機関別・トリアージ別受け入れ患者数, 残り医薬品備蓄数, 残り病床数

Fig. 5 シミュレーションのアウトプット

3.1.5. 単一会場におけるシミュレーション分析

単一会場でテロが発生した際の患者の発生状況と死者数、平均搬送待ち時間、平均搬送時間を全 25 会場(Table2)で検証する。搬送待ち時間は、患者が発生してから救急搬送が開始されるまでの待ち時間とする。また、搬送時間は患者が発生した地点から、対応可能な医療機関までの搬送にかかる時間とする。

Table2 競技会場一覧

会場	収容人数 (人)
オリンピックスタジアム (新国立競技場)	68,000
東京体育館	7,000
国立代々木競技場	10,200
日本武道館	11,000
東京国際フォーラム	5,000
国技館	7,300
馬事公苑	9,300
武蔵野の森総合スポーツプラザ	7,200
東京スタジアム	48,000
武蔵野の森公園	5,000
有明アリーナ	15,000
有明体操競技場	12,000
有明アーバンスポーツパーク	5,000
有明テニスの森	19,900
お台場海浜公園	5,500
潮風公園	12,000
青海アーバンスポーツパーク	7,100
大井ホッケー競技場	15,000
海の森クロスカントリーコース	16,000
海の森水上競技場	14,000
カヌー・スラロームセンター	7,500
夢の島公園アーチェリー場	5,600
東京アクアティクスセンター	15,000
東京辰巳国際水泳場	4,700
陸上自衛隊朝霞訓練場	3,200

3.2. シミュレーションを用いた現状分析

まず初めに、厚生労働省から頂いたデータをもとに現在の東京都内の備蓄配置で化学テロが発生した場合を想定としたシミュレーションを行う。現在の国家備蓄計画が機能するかの検証を行うことで現状に対する問題点を探る。

今回シミュレーションするシナリオは次の通りである。テロ発生場所は新国立競技場、テロの種類はサリン散布想定とする。想定被災人数 750 名

のうち初期投与対象者 410 名(重症 70 名, 中等症 340 名)とし, 現場から最も近い医療施設から順に搬送先に設定する. 対サリンの医薬品(アトロピン, パム)と病床残数のいずれかが不足した場合他の医療施設へと患者を搬送する. 患者 1 名あたりに使用する医薬品はトリアージ区分で異なり, 重症:アトロピン 20A, パム 2A, 中等症:アトロピン 8A, パム 2A となる. 単位として扱っている「A」はアンプルで, 注射剤を入れる密閉容器の一種 (Fig.6) を指す単語である[2].



Fig.6 アンプル参考画像

3.3. 医療備蓄の最適化

3.2 で得られた結果をもとに備蓄の再配分を検討する. 対サリンの医薬品備蓄数と発生する傷病者の数を見直し, 対サリンの医薬品備蓄数は(各医療機関の病床数) × (赤タグ患者に必要な医薬品数) の式で求め, 発生する傷病者の数はテロ発生会場の収容人数をもとにトリアージごとに決定する (Table3). 搬送先選定時の病床残数と対サリンの医薬品残数のいずれかが不足した場合, 他の医療機関へ搬送する.

Table3 傷病者の発生人数

赤タグ患者 (重症)	収容人数×正規分布に従った乱数※1 (※1 平均 0.01 標準偏差 0.005)
黄タグ患者 (中等症)	収容人数×正規分布に従った乱数※2 (※2 平均 0.05 標準偏差 0.005)
緑タグ患者 (軽傷)	収容人数×正規分布に従った乱数※3 (※3 平均 0.05 標準偏差 0.005)

出力結果を得た後, 使用した各医薬品の総数と厚労省データの医薬品総数を比較する. 使用した各医薬品の総数が厚労省データを下回っている場合, 現在の備蓄計画で医薬品備蓄数は足りていることが分かり, 医薬品備蓄の配置・配分を再検討することで患者に十分な医療処置を届けることが可能だと言える. 使用した各医薬品の総数が厚労省データを上回っている場合, 赤タグ患者と黄タグ患者の両方を現在の医薬品備蓄で対応することが難しいため, 赤タグ患者の対応状況を把握, 医薬品の必要最低備蓄量を勘案することで最低限対応出来る備蓄量・配置を検討することが可能となる.

3.4. 複数シナリオによる検証

3.3 でシミュレーションしたシナリオ以外でも, 異なる会場でのテロ発生や同時多発など起こり得るシナリオは多数存在する. 実際のテロ対策にあたり, 単一的なシナリオだけではなく複数のシナ

リオを検証することで様々な状況に対応出来る備蓄配置を探る. 本研究では, 8/8 の競技スケジュール (Table4) における全 45 パターンの 2 地点同時多発テロ発生想定シナリオを検証する. 全パターンの各医療施設の備蓄需要を把握することで, その日の必要備蓄量を把握することが出来る.

Table4 8/8 の大会開催会場スケジュール(抜粋)^[3]

会場名	日程 (開始)	日程 (終了)
東京辰巳国際水泳場	2020/8/8 9:30	2020/8/8 12:10
海の森水上競技場	2020/8/8 9:30	2020/8/8 12:50
東京アクアティクスセンター	2020/8/8 10:00	2020/8/8 11:30
有明体操競技場	2020/8/8 10:00	2020/8/8 12:40
潮風公園	2020/8/8 10:00	2020/8/8 12:50
有明アリーナ	2020/8/8 13:30	2020/8/8 15:30
東京辰巳国際水泳場	2020/8/8 13:40	2020/8/8 15:00
国技館	2020/8/8 14:00	2020/8/8 16:00
日本武道館	2020/8/8 14:00	2020/8/8 20:15
東京スタジアム	2020/8/8 14:30	2020/8/8 20:15

4. 研究結果

4.1. 単一会場におけるシミュレーション分析

以下のグラフに患者の発生状況と死者数, 搬送待ち時間, 平均搬送時間を示す (Fig.7~Fig.10)

患者の発生に関して, 各会場の収容人数に比例する為, 新国立競技場と東京スタジアムにてより多くの患者が発生した. しかし, 死者が発生したのは馬事公苑のみという結果になった. このことから, 患者の発生数以外の要因も患者の生死に繋がると考えた.

搬送待ち時間に関して, 新国立競技場と東京スタジアムは患者が多く発生する為, 搬送待ち時間も長くなった. しかし, 馬事公苑は発生患者が少ないにも関わらず多くの時間を要した. これは, 馬事公苑から救急車を保有する消防署までの距離があることが要因に挙げられる.

搬送時間に関して, 馬事公苑が一番多くの時間を要した. これは馬事公苑から対応可能な医療機関との距離が離れていた為だと考えられる. 一方で, 患者数の多い新国立競技場における搬送時間は比較的短かった.

これらの結果より, 馬事公苑のみ死者が発生したことに関して, 搬送時間を短縮することが死者を発生させないことに繋がる重要な要因だと判明した. 搬送時間を短縮するために, 救急車などの患者搬送資源や医療施設内の医療備蓄を補充することが考えられる.

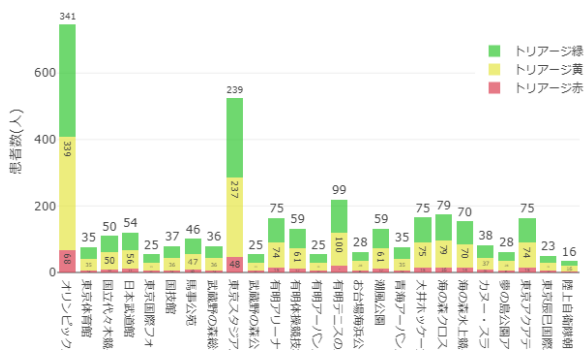


Fig.7 会場別の患者発生数

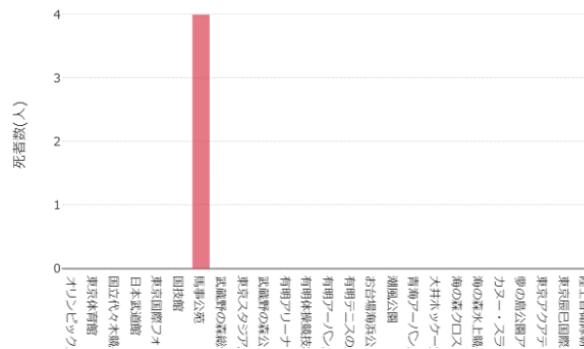


Fig.8 会場別の死者数

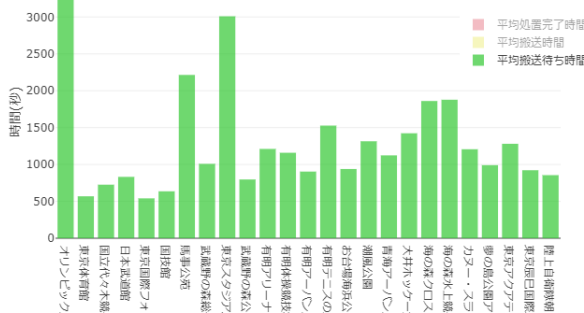


Fig.9 会場別の平均搬送待ち時間

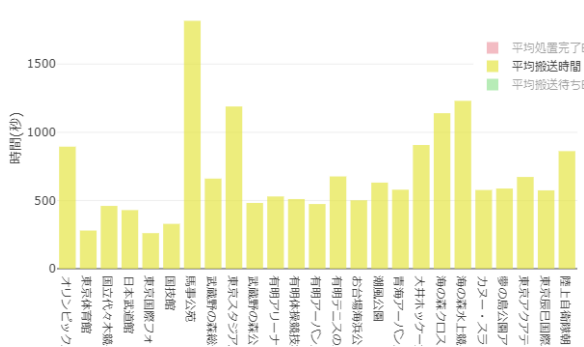


Fig.10 会場別の平均搬送時間

4.2. シミュレーションを用いた現状分析

新国立競技場から半径 10km 以内の医療施設を搬送先の対象とした場合、初期医薬品投与対象者 410 名のうち 106 名が初期処置を受けられる結果となった。これは、各医療施設に備蓄されているアトロピンとパムのバランスが悪く、いずれかが不足するためテロ現場周辺の医療施設に搬送しきれないことが原因である。搬送先の対象を 10km

から都内全ての医療施設と変更した場合、410 名全ての患者が初期処置を受けられる結果となった。現時点で医薬品の備蓄バランスや配置場所を改善する必要があることが分かった。

Table5 新国立競技場から半径 10km 以内の医療施設を搬送先とした場合 (抜粋)

医療機関名称	病床数	病床残数	アトロピン備蓄数 (A)	アトロピン残数 (A)	パム備蓄数 (A)	パム残数 (A)	患者受入数	赤タグ患者受入数	黄タグ患者受入数	搬送時間 (秒)
0 慶應義塾大学病院	960	956	102	22	8	0	4	4	0	79.6
1 東京女子医科大学病院	1379	1377	870	830	5	1	2	2	0	265
2 日本赤十字社医療センター	708	691	370	30	35	1	17	17	0	293
3 公益財団法人 東京都保健医療公社 大久保病院	304	304	113	113	0	0	0	0	0	297
4 東京医科大学病院	1015	1008	200	60	15	1	7	7	0	317

Table6 患者の搬送状況 (抜粋)

搬送状況	トリアージ	搬送先
103	done	yellow 東京都立墨東病院
104	done	yellow 東京都立墨東病院
105	done	yellow 東京都立墨東病院
106	done	yellow 東京都立墨東病院
107	not_yet	yellow NaN
...

4.3. 医療備蓄の最適化

シミュレーションを行った結果、新国立競技場で発生した患者の総数は 7,562 人、うち赤タグ患者 362 人、黄タグ患者 3,564 人となった (Fig.11)。従って、搬送すると 3,926 人運ぶことができ、赤タグ患者搬送完了まで約 26 分、黄タグ患者搬送完了まで約 4 時間 29 分かかった。

赤タグ患者と黄タグ患者のどちらも搬送・薬剤投与をした場合、厚労省のデータにおける医薬品備蓄総数ではアトロピンが 23,018A、パムが 5,825A (赤タグ患者換算でアトロピンは約 1,150 人分、パムは約 2,912 人分) 不足するという結果が得られた (Table7 及び Table8)。

赤タグ患者だけ薬剤投与した場合、厚労省データの医薬品総数における赤タグ患者対応率がアトロピンとパムの双方で 100%を上回ることから

(Table9)、それらの備蓄総数で足りることが分かった。しかし、備蓄計画の医薬品備蓄分布と使用された医薬品分布を比較すると、差が正の値である施設があることから (Fig.12)、医薬品を余っている医療機関から不足している医療機関に再配分する必要があると考えられる。

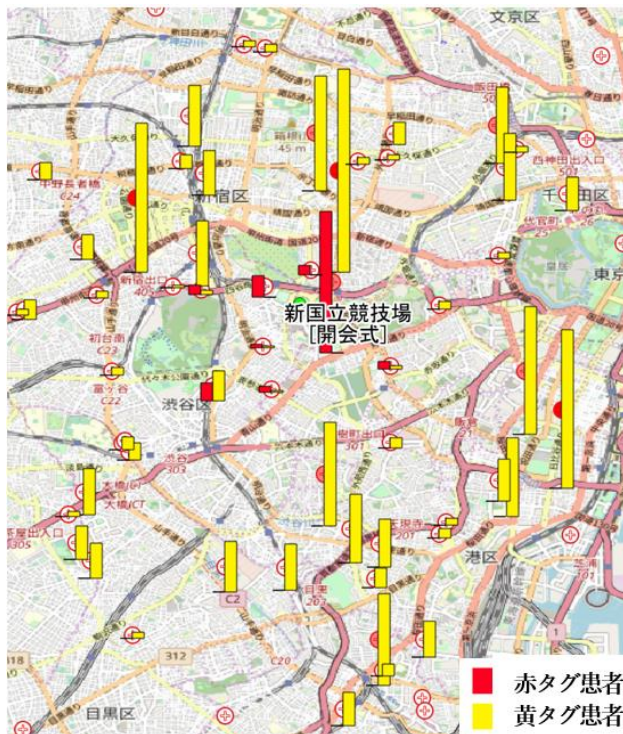


Fig.11 赤タグ患者・黄色タグ患者の搬送先分布



Fig.12 対サリン医薬品の利用数と現備蓄計画の差分

Table7 4.3 シミュレーション出力結果 : アトロピン (抜粋)

医療機関名	利用可能な病床数	アトロピン初期数	アトロピン使用率 (%)	厚労省データと比較 (アトロピン)
林外科病院	16	320	100	-320
代々木病院	36	720	100	-720
慶應義塾大学病院	235	4700	100	-4598
オリンピア眼科病院	9	180	80	-144
東海大学医学部附属東京病院	24	480	80	-384
山王病院	19	380	81.0526316	-308
伊藤病院	14	280	82.8571429	-232
原宿リハビリテーション病院	81	1620	62.22222222	-1008
参宮橋脊椎外科病院	5	100	40	-40
J R 東京総合病院	109	2180	40	-872
井上病院	14	280	40	-112
東京女子医科大学病院	337	6740	40	-1826

Table8 4.3 シミュレーション出力結果 : パム (抜粋)

医療機関名	利用可能な病床数	パム初期数	パム使用率 (%)	厚労省データと比較 (パム)
林外科病院	16	32	100	-32
代々木病院	36	72	100	-72
慶應義塾大学病院	235	470	100	-462
オリンピア眼科病院	9	18	100	-18
東海大学医学部附属東京病院	24	48	100	-48
山王病院	19	38	100	-38
伊藤病院	14	28	100	-28
原宿リハビリテーション病院	81	162	100	-162
参宮橋脊椎外科病院	5	10	100	-10
J R 東京総合病院	109	218	100	-218
井上病院	14	28	100	-28
東京女子医科大学病院	337	674	100	-669

Table9 4.3 厚労省データにおける各医薬品備蓄総数の赤タグ患者対応率

アトロピン	175.88%
パム	279.97%

4.4. 複数シナリオによる検証

シミュレーションを行った結果、全パターンのうち患者が最も発生した会場の組み合わせは新国立競技場と東京スタジアムで、発生患者数は13,397人、うち赤タグ患者1,221人、黄タグ患者6,303人となった。出力結果全体を見てみると、医療施設毎に必要な備蓄数が大きく異なることが判明した (Table10)。全パ

ターンを検証した場合の各医療施設におけるタグ別搬送患者最大数を Fig.13 に示す。

赤タグ患者と黄タグ患者のどちらも搬送・薬剤投与をした場合、厚労省のデータにおける医薬品備蓄総数ではアトロピンが 129,450A, パムが 24,267A (赤タグ患者換算でアトロピンは約 6,473 人分, パムは約 12,134 人分) 不足するという結果

が得られた (Table11 及び Table12)。

赤タグ患者だけ薬剤投与した場合、厚労省データの医薬品総数における赤タグ患者対応率がアトロピンとパムの双方で 100%を下回ることから (Table13), それらの備蓄総数では不足していることが判明し、備蓄総量の再検討が必要であると言える。

Table10 4.4 シミュレーション結果分析 (抜粋)

医療機関名	利用可能な病床数	搬入患者最大数	搬入赤患者最大数	搬入黄患者最大数	アトロピン最小使用数	アトロピン最大使用数	パム最小使用数	パム最大使用数	現在備蓄との比較 (アトロピン数)	現在備蓄との比較 (パム数)	現在備蓄との比較 (総合)
くじらホスピタル	24	24	24	24	0	480	0	48	-480	-48	対応不可
鈴木リハビリテーション病院	25	25	25	25	0	500	0	50	-500	-50	対応不可
昭和大学江東豊洲病院	75	75	75	75	0	1500	0	150	-1460	-145	対応不可
有明病院	168	168	168	168	0	3360	0	336	-3030	-336	対応不可
木場病院	18	18	18	18	0	360	0	36	-360	-36	対応不可
藤崎病院	29	29	3	29	0	268	0	58	-268	-58	対応不可
寿康会病院	12	12	3	12	0	132	0	24	-132	-24	対応不可
順天堂東京江東高齢者医療センター	98	98	8	98	0	880	0	196	-806	-196	対応不可
東京都立東部療育センター	29	29	1	29	0	244	0	58	-244	-58	対応不可
日本大学病院	78	78	16	78	0	816	0	156	-713	-136	対応不可
一盛病院	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	対応可
西村記念病院	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	対応可
二本松眼科病院	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	対応可
東都文京病院	30	30	0	30	0	240	0	60	-240	-60	対応不可
順天堂大学医学部 附属 順天堂医院	252	252	0	252	0	2016	0	504	-1967	-504	対応不可
杏雲堂病院	48	48	48	48	0	960	0	96	-960	-96	対応不可
東京曳舟病院	49	0	0	0	0	0	0	0	20	5	対応可
江戸川共済病院	29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	対応可
中林病院	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	対応可
小松川病院	22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	対応可
永寿総合病院	98	98	0	98	0	784	0	196	-734	-196	対応不可

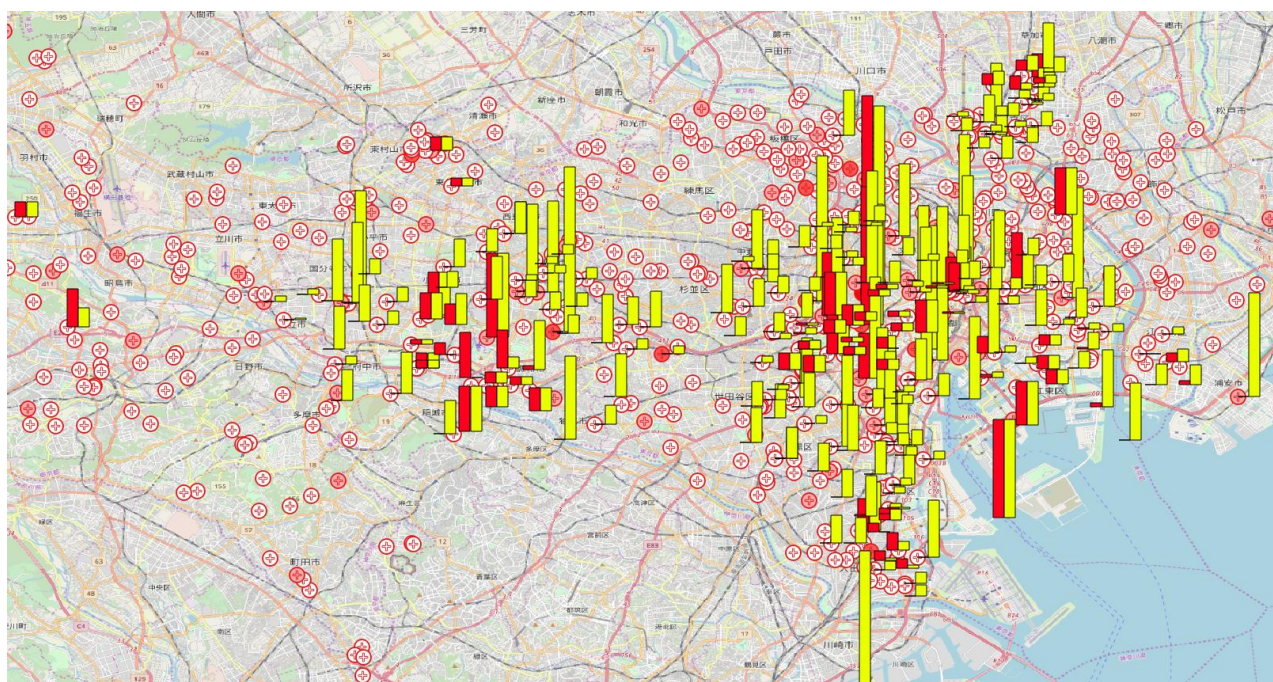


Fig.13 各医療施設における最大搬送患者数分布

Table11 4.4 シミュレーション出力結果
：アトロピン（抜粋）

医療機関名	利用可能な 病床数	アトロピン 最小使用数	アトロピン 最大使用数	現在備蓄との比較 (アトロピン数)
くじらホスピタル	24	0	480	-480
鈴木リハビリテー ション病院	25	0	500	-500
昭和大学江東豊洲 病院	75	0	1500	-1460
有明病院	168	0	3360	-3030
木場病院	18	0	360	-360
藤崎病院	29	0	268	-268
寿康会病院	12	0	132	-132
順天堂東京江東高 齢者医療センター	98	0	880	-806
東京都立東部療育 センター	29	0	244	-244
石川島記念病院	11	0	88	-88
松寿会病院	22	0	368	-368
聖カタリナ病院	10	0	152	-152
葛西昌医会病院	35	0	376	-376

Table12 4.4 シミュレーション出力結果
：パム（抜粋）

医療機関名	利用可能な 病床数	パム最小 使用数	パム最大 使用数	現在備蓄との比較 (パム数)
くじらホスピタル	24	0	48	-48
鈴木リハビリテー ション病院	25	0	50	-50
昭和大学江東豊洲 病院	75	0	150	-145
有明病院	168	0	336	-336
木場病院	18	0	36	-36
藤崎病院	29	0	58	-58
寿康会病院	12	0	24	-24
順天堂東京江東高 齢者医療センター	98	0	196	-196
東京都立東部療育 センター	29	0	58	-58
石川島記念病院	11	0	22	-22
松寿会病院	22	0	44	-44
聖カタリナ病院	10	0	20	-20
葛西昌医会病院	35	0	70	-70

Table13 厚労省データにおける
各医薬品備蓄総数の赤タグ患者
対応率

アトロピン	20.79%
パム	33.09%

5. まとめ

本研究は、C テロのサリン散布想定でシミュレーションモデルを作成し、現在の国家備蓄計画が機能するかの検証を行った。厚労省のデータを基に複数シナリオを検証することで、より有用的な備蓄総量や配置等の検討に繋げることが出来る。

本研究の結果として、まず、搬送時において搬送時間の短縮が重要であることが判明した。次に、現在の国家備蓄計画では備蓄不足の場合と赤タグ患者のみ対応出来る場合とではばらつきがあり、さらに黄タグ患者の対応をするためには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分かった。

本研究ではサリン散布想定で検証を行ったが、実際に化学テロで用いられる化学剤にはサリンを含む神経剤の他に 5 種類が存在し、それぞれに合った解毒剤の備蓄が必要となる。CBRNE テロ対策という観点においても他の BRNE テロに対応するシミュレーションモデルが必要である。今後は、今回検証したシナリオ以外での検証、またサリン散布以外の CBRNE テロに対応したシミュレーションによる検証を行うことで、より多様な状況に

応じた CBRNE テロ対策が可能となる。

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] 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_agents.php, 2019-8 閲覧
- [3] 公益財団法人東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会, 「オリンピック競技スケジュール」, <https://tokyo2020.org/ja/schedule/>, 2019-12 閲覧

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。