

厚生労働行政推進調査事業費補助金（地域医療基盤開発推進研究事業）
平成30年度～令和2年度 総合研究報告書
分担研究報告書

開催地域の救急医療体制の構築とリスク評価に係る研究

研究分担者 森村 尚登 東京大学大学院医学系研究科救急科学 教授

研究協力者

浅利 靖：北里大学救命救急医学教授	中川 儀英：東海大学救命救急医学教授
安部 猛：横浜市立大学センター病院助教	野口 英一：戸田中央医科グループ顧問
猪口 正孝：東京都医師会副会長	服部 潤：北里大学救命救急医学助教
内山 宗人：横浜市立大学救急医学助教	服部 響子：北里大学産婦人科助教
蕪木 友則：武蔵野赤十字病院救命救急センター副部長	渕本 雅昭：東邦大学医療センター大森病院看護部
橘田 要一：帝京大学医療技術学部教授	本多 英喜：横須賀市立うわまち病院副院長
坂本 哲也：帝京大学医学部救急医学講座教授	松田 潔：日本医科大学武蔵小杉病院副院長
高橋 耕平：横浜市立大学市民総合医療センター講師	吉田 茜：東京都立墨東病院看護部
高山 泰広：花と森の東京病院救急科医長	吉原 克則：東邦大学医療センター大森病院臨床教授
竹内 一郎：横浜市立大学救急医学教授	渡邊 顕弘：日本医科大学武蔵小杉病院救命救急センター助教
問田 千晶：東京大学附属病院災害医療マネジメント部講師	

研究要旨：

【研究目的】地域内の複数会場において同時開催されるマスギャザリングイベントに対する救急災害時医療体制の構築を支援するために、①初年度に「同時多数傷病者事故（Mass casualty incident：MCI）発生時の医療機関ごとの緊急度別傷病者搬送数と院内収容先予測のシミュレーションモデル（G-PRiSM）」を考案し、解析結果をコンピュータ上の当該地域の地図上に展開するためのアプリケーションソフトを開発した。②次年度は、救急医療の需給均衡に着目して東京オリンピック開催会場を中心とした地域ごとの救急医療負荷の程度に応じた医療支援の類型化を試みた。③最終年度は、G-PRiSMの操作性や視認性ならびに機能拡張性を高めることと、アプリケーション作成に必要な項目を明示し全国地域での活用を見据えた汎用性の向上を図った。【研究方法】①開催地域内の18カ所を仮想MCI発生場所とし、各々300人の傷病者を仮定した。その緊急度内訳を本邦の過去報告を基に設定し、緊急と準緊急の傷病者の総和を初動に必要な救急車台数とした。次に、MCI覚知から根本治療開始までの時間（T分）が60分を超えない範囲で搬送可能な医療機関を搬送先に設定した。来院後転帰と院内収容先の割合は、先行文献により規定した。以上より各医療機関の搬送傷病者数、搬送後転帰を算出した。②G-PRiSMによる解析結果（MCIリスク）に、平時の各地域の救急医療需給不均衡の程度にマスギャザリングによる人口増の影響（マスギャザリングリスク：non-MCIリスク）を加味したうえで、地域ごとの医療支援の類型化のためのフローチャートを策定した。これを基に会場を中心とした想定場所ごとの医療支援類型（タイプA, B, C, D, E）を決定した。③G-PRiSMによるシミュレーション結果を判読しやすくするための画面のレイアウトの修正、画面切り替えの簡略化、傷病者数設定条件の追加を行った。【結果】①搬送先医療機関を救命救急センターのみとし、緊急と準緊急の傷病者全員のTを60分以内と仮定した場合、2か所の競技会場と1か所のライブサイトにおける医療機関が、他と比較して一病院あたりにかかる負荷が多

大であることがわかった。残りの会場、駅においてはMCI発生1時間後の一病院あたりの搬送傷病者数は緊急が2～5人、準緊急が0～2人で、うち入院は3～4人で、入院後は手術1～3人、ICU入室が1人であり、分散搬送可能なことがわかった。また1カ所のライブサイト会場と空港ではTを60分以内とするための搬送先医療機関がなかった。②会場を中心とした想定場所41カ所の総合Tスコアの中央値は152、マスギャザリング時の救急需給比の中央値は0.11であった。これらを基に会場、場所ごとのリスク評価を行い各々の医療支援体制を類型化した。41カ所の想定場所は19のゾーンに振り分けられ、最も多くの支援を要するタイプAが5カ所、Bが1カ所、Cが5カ所、Dが5カ所、通常体制で対応可能なタイプEが4カ所であった。③アプリケーションソフトはウェブへのアクセスを要さないスタンドアローンの形式を採用した。また具体的な操作説明を記載したマニュアルを作成した。【考察】今回のリスク評価法を用いることにより、各会場周辺の医療機関へ搬送される傷病者の緊急度とその数の予測ができ、より具体性を持った準備を可能にすると思われる。併せて周辺の他の医療機関の繁忙度を知ることになり、地域全体での事前計画の策定に役立つと考えられる。また、リスク評価に基づく医療支援体制を構築する際には、今回作成したフローチャートは簡便で汎用性に富むと考えられた。【結論】今回策定したシミュレーションモデルを用いた仮想MCI発生時の各会場における周辺医療機関の搬送傷病者数と緊急度内訳の予測は各医療機関における計画策定と各地域の脆弱度に係る課題抽出に有用である。また、MCIリスク、non-MCIリスクならびに平時の医療提供力を定義付けすることによって、想定場所ごとにマスギャザリング時の医療需給比を算出することが可能になった。これらを基に判定した医療支援類型は、実効性のある医療支援計画策定に寄与すると考えられる。

A. 研究目的

① シミュレーションモデルの策定：

大規模イベント開催時の救急・災害医療体制の構築にあたっては、具体的なリスクの想定が不可欠である。先行論文においてリスク評価のための動的シミュレーションモデルが報告されているが、本邦の救急医療体制と開催地域の地勢の相違からそのまま当てはめることはできない。そこで本分担研究班において、東京オリンピック開催中の開催地域内での同時多数傷病者事故（Mass casualty incident：MCI）を想定し、MCI発生現場と周辺医療機関への消防救急車のアクセス情報と医療機関の類型を基に、設定時間内での医療機関ごとの傷病者搬送数と院内収容先を予測する国内初のシミュレーションモデルを考案し、地域のリスク評価を試みる。

② 平時の各地域の救急医療需給不均衡の程度にマスギャザリングによる人口増の影響（マスギャザリングリスク：non-MCIリスク）の定性評価指標を策定した。non-MCIリスクとMCIリスクの双方の視点から地域ごとの医療負荷の程度を評価したうえで、その程度に応じた医療支援を実現するための類型化を試みる。

③ G-PRISMの操作性や視認性ならびに機能拡張性を高めることと、G-PRISMを搭載したアプリケーションソフトの作成に必要な項目を明示し全国各地域での活用を見据えた汎用性の向上を図る。

B. 研究方法

① 東京オリンピック開催地域内の18カ所（4カ所の競技会場、8カ所のライブサイト会場、5つの主要駅、空港）を仮想MCI発生場所とし、それぞれ300人の傷病者の発生を仮定した。傷病者の緊急度内訳を本邦の過去報告を基に設定し、緊急（トリアージ赤類型）と準緊急（黄類型）の傷病者の総和を初動に必要な救急車台数とした。次に、MCIの覚知から根本治療開始までの時間（T）とし、Tを構成す

る各時間を設定した。救急車の運行速度を500m/分とし、覚知から現着までの時間（A分：中央値）を、直近消防署と仮想MCI発生場所との距離を用いて算出した。また病院選定に要する時間を除く平均現場滞在時間が14分

（東京消防庁データ）であったことに基づき、現着から現発までの時間（B分：平均値）を15分と設定した。また病着から根本治療開始までの時間（D分）は横浜市重症外傷センター搬送基準を参考に15分と規定した。最後にTが60分を超えない範囲で、現発から病着までの時間（C分）を算出し、C分以内に病着できる医療機関を搬送先とした。搬送先医療機関類型は今回の検討では救命救急センターのみとした。また搬送先医療機関の来院後転帰は、先行文献（Gates. Ann Surg. 2014）に基づき、入院59%（うち救急外来からの直接収容先は手術室60%、ICU15%、病棟25%）、帰宅41%とした。これらを基に各医療機関における搬送傷病者数、搬送後転帰を算出した。

② リスク類型化のためのフローチャート作成 1) MCIリスクの評価：

オリンピック会場などのリスク発生想定場所41カ所における「発災60分圏内に搬送可能な救命救急センターの施設数（a）」と「高緊急症例対応用の救急車（42台）の覚知～現場到着までの時間（中央値）（b）」を選択した。aについては搬送可能施設数が中央値以下の場合、またbについては「覚知～現場到着までの時間（42台の中央値）」が41の発生想定場所の中央値以上の場合に、それぞれ高リスク地域と設定した。これらの値は、東京都内の救急医療機関（三次医療機関＋東京都指定二次救急医療機関）データ、道路情報、東京消防庁の救急車搬送データをもとに開発したG-PRISMを用いて算出した。MCIは一律300人の傷病者を想定し、その緊急度内訳は高緊急14%（42人）、中緊急6%（18人）、低緊急65%（195人）、非緊急（死亡）15%（45人）とした。また救急車の走行速度を500m/分としてaを算出した。また現場滞在時間は15分（東京消防

庁データの平均値)、病院到着から根本治療開始までの時間は15分と仮定した。

2) 平時の医療供給力の評価:

「平成30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)総括・分担研究報告書 大規模災害に対する地域災害医療計画策定のための新たな災害医療需給均衡指標(災害医療リスクリソース比)の導入に関する研究(研究代表者 森村尚登)(2019年5月)」の手法に基づき、厚生労働省の病床機能報告制度データと東京都福祉保健局登録データを用いて、施設ごとの医師数・看護師数・総病床数・救命救急入院料加算病床数のそれぞれのTスコア(各数値から算出したロバストZスコアの変換値)の和(総合Tスコア)を平時の医療供給力(R)の指標とした。医師数および看護師数のTスコアは、半径1km圏内のクリニックと半径2km圏内の二次・三次救急医療機関の従事者の合計値から算出した。

3) Non-MCI リスクの評価:

まず患者受診率(D1)を以下のように規定した。『東京都内の患者受診率(D1)』= 1日[2018年7月22日(日曜日)]の都内受診者(独歩来院患者数 + 救急車搬入数 = 6,383) ÷ 東京都人口[昼間15,920,000人]

東京都福祉保健局登録データから2018年で2番目に気温が高かった2018年7月22日(日曜日)のデータを用いた。最も高かった日は平日であったため1日の患者受診数を示すデータを渉猟できなかったため、休日かつ2番目に気温の高かった日のデータを選択した。

次に平時の救急需要(D2)を以下のように定義し算出法を規定した。

『想定場所2kmエリア内で平時に医療機関が受け入れている1日あたりの患者数(D2)』= 2kmエリアの二次・三次救急医療機関の1日あたりの独歩受診患者数 + 救急車搬入数の合計値

上記において2018年7月1日から9月30日(92日間)の受診者数[独歩+救急車]の平均値を用いた。

また、マスギャザリング時に付加される救急

需要(D3)を以下のように定義した。

『マスギャザリングで付加される患者数(D3)』
= 観客数 × 患者受診率(D1)

平時の医療需要(D2)とマスギャザリング時の医療需要(D3)の合計値を総合救急需要(D)とし、これを平時の医療供給力(R)すなわち総合Tスコアで除した値を、マスギャザリング時の救急需給比(A)と定義した。

総合Tスコアおよびマスギャザリング時の救急需給比についても中央値を基準にしてリスクを類型化した。

以上より、平時の医療提供力、MCIリスク、マスギャザリング時の医療需給不均衡度の3つの因子を用いて医療支援類型判定のためのフローチャートを策定した(図1)。各場所へのタイプの適用にあたってはフローチャートの結果を基本にしつつ、2020東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会データならびに東京都福祉保健局提供データを基に、会場や想定場所の使用用途、使用期間、会場タイプ(屋内・屋外/境界の有無)、ラストマイルの状況(最寄駅から会場までの距離、道幅、自動販売機の数、屋根や遮蔽物など)、一日当たりの地域ごとの要救護者数(前年データ)について総合的に評価して決定した。

会場、想定場所のリスク評価因子と定義の一覧を表1に示した。

③ アプリケーションソフトの精緻化

シミュレーション結果を判読しやすくするための画面のレイアウトの修正、画面切り替えの簡略化、傷病者数設定条件の追加を行った。これら基に本アプリケーションソフトの操作マニュアルを作成した。

C. 研究結果

- ① 福知山線列車脱線事故に対する医療活動報告や過去文献を詳細に検討し、現場における緊急度の内訳は緊急14%、準緊急6%、低緊急65%、死亡15%であった。これにより必要台数は300人中の20%にあたる60台(緊

急用42台、準緊急用18台)と算出された。搬送先医療機関を救命救急センターのみとし、緊急と準緊急の全ての傷病者のTを60分以内と仮定した場合、2か所の競技会場と1か所のライブサイトにおける医療機関が、他の場所と比較して一病院あたりにかかる負荷が多大であることが示された。残りの会場、駅においてはMCI発生1時間後の一病院あたりの搬送傷病者数は緊急が2～5人、準緊急が0～2人で、うち入院は3～4人で、入院後は手術1～3人、ICU入室が1人であり、分散搬送が可能であることがわかった。また1か所のライブサイト会場と空港においてはTを60分以内とするための搬送先医療機関をみとめなかった。さらに、搬送先類型、搬送目標時間、仮想MCI発生場所を変数として地図上にマッピングされた医療機関と消防署と仮想MCI発生場所との間の救急車の移動を可視化し、搬送時間、収容傷病者数と収容先を自動計算して表示するアプリケーションソフト(G-PRISM: Geographical Prediction and Risk assessment for Mass casualty Incident)を開発した(別添資料: 2020年東京オリンピック・パラリンピック大会競技会場等の医療リスク評価シート MCIモデル Version 1 (2019.3.31))。なお本アプリケーションにおいて仮想MCI発生場所を各会場等のいずれかから選択した後、搬送先医療機関類型や、救急車運行速度、T分を自由に設定可能な仕様とした。

- ② リスクの類型化の用いる中央値として、発災60分圏内に搬送可能な救命救急センターの施設数は2、高緊急症例対応用の救急車42台の「覚知～現場到着までの時間」の中央値は15.1分であった。総合Tスコアの中央値は152、マスギャザリング時の救急需給比の中央値は0.11であった。表2に会場、場所ごとのリスクの一覧とそれに基づく医療支援類型(タイプA, B, C, D, E)を示

した。41か所の想定場所は19のゾーンに振り分けられ、ゾーンごとの医療支援タイプの内訳は、最も支援を要するタイプAが5か所、中程度のBが1か所、比較的支援を要しないCが5か所、同じくDが5か所であり、通常体制で対応可能と考えられるタイプEが4か所であった(表3)。これを地図にプロットして可視化によるリスク共有の助けとした(図2)。

- ③ アプリケーションソフトはウェブへのアクセスを要さないスタンドアローンの形式をとったうえで、G-PRISMの操作マニュアルを作成した(抜粋: 資料1)。マニュアルには、アプリケーション作成に必要な項目を明記した。

D. 考察

今回のリスク評価法を用いることにより、各会場周辺の医療機関へ搬送される傷病者の緊急度とその数の予測ができ、より具体性を持った準備を可能にすると思われる。併せて周辺の他の医療機関の繁忙度を知ることになり、地域全体での事前計画の策定に役立つと考えられる。また、300人の仮想MCI発生時の対応力の会場間の差異は、平時の救急医療の対応力の差異を示している可能性がある。したがって今後は、平時の各会場周辺における救急医療需要(patient presentation ratio: PPR, transport to hospital ratio: TTHR)と救急医療リソース(ベッド数、医師数等)との需給均衡を調査し、イベントとは関係しない人口の高密度地域を想定して検討を進める必要がある。今回の研究の限界としては、搬送対象の緊急と準緊急を合わせた60人全員が現場に集合し、そこに救急車が続々と到着し、まずは緊急例の42人を搬送すると仮定した点にある。緊急例を搬送する42台と準緊急の18台のA分は各々のタイプのそれらの「中央値」で代用しており、個々の救急車の値を用いていない。今後さらに現実的な設定に近づけるために、1台ずつのA分をもとに搬送するモデルで計

算し、シミュレーションを同じ想定で繰り返し実施し「最適化」を行う必要がある。加えて、ある救急車が現場に着いた時に「緊急または準緊急」のいずれかの症例をランダムに運ぶというモデルを試作する必要がある。またリスク評価に基づく医療支援類型判断の際には、今回策定したフローチャートは簡便で汎用性に富むと考えられた。課題は判定の精度であり、開催後の検討に委ねられている。

E. 結論

今回策定したシミュレーションモデルを用いた仮想MCI発生時の各会場における周辺医療機関の搬送傷病者数と緊急度内訳の予測は各医療機関における計画策定と各地域の脆弱度に係る課題抽出に有用である。また、MCIリスク、non-MCIリスクならびに平時の医療提供力を定義付けすることによって、想定場所ごとにマスギャザリング時の医療需給比を算出することが可能になった。これらを基に判定した医療支援類型は、実効性のある医療支援計画策定に寄与すると考えられる。

F. 研究発表

- 動的シミュレーションモデルを用いたMCIに対する医療需給評価. 第24回日本災害医学会総会・学術集会. 鳥取. 2019年3月.
- 多数傷病者事故 (Mass casualty incident) における現場重症度の推定. 第24回日本災害医学会総会・学術集会. 鳥取. 2019年3月.
- Perspective of an academic consortium for preparedness of emergency/disaster medical response during 2020 Tokyo Olympic/Paralympic Games. World Association of Disaster Medicine. Brisbane. 2019, 05.
- Preparedness of Emergency/disaster Medical Response During 2020 Tokyo Olympic/Paralympic Games From the Perspective of Academic Consortium. The International Conference on Emergency Medicine. Seoul. 2019, 06
- Healthcare at Mass Gathering. International Meeting on Respiratory Care Indonesia. Jakarta. 2019, 07.
- マスギャザリング時の救急・災害医療の課題と対策: 東京オリンピック・パラリンピック開催を控えて. 第43回茨城県救急医学会. 茨城. 2019年9月.
- 東京オリンピック・パラリンピックにおける救急医療需給均衡度に応じた体制の構築. 第47回日本救急医学会総会・学術集会. 東京. 2019年10月.
- Academic organization local government partnerships of medical preparedness during Tokyo Olympic/Paralympic Games in 2020. International Symposium on Mass Gathering Events and Public Health Preparedness. Tokyo. 2020, 01.
- 2020年オリンピック・パラリンピック開催中の救急・災害時医療について. 第70回日本救急医学会関東地方会学術集会. 群馬. 2020年1月.
- 2020年東京オリンピック・パラリンピック開催中の救急医療体制の課題と対策. 令和元年度北海道医師会救急医療研修会. 北海道. 2020年1月.
- 2020年東京オリンピック・パラリンピック開催時の救急・災害医療の課題と対策. 第27回北総救命会フォーラム. 茨城. 2020年2月.
- Medicine at mass gatherings: current progress of preparedness of emergency medical services and disaster medical response during 2020 Tokyo Olympic and Paralympic Games from the perspective of the Academic Consortium (AC2020). Acute Med Surg. 2021 Feb 2;8(1):e626.
- 東京オリンピック・パラリンピック開催に係る救急・災害時医療体制の課題と対策. 麻酔 69巻. p S90-S97. 2020年11月.
- オリンピックコンソーシアムから集中治療医に期待すること. 日本集中治療医学会雑誌 27巻. p230. 2020年9月.

G. 知的財産の出願・登録状況 特になし。

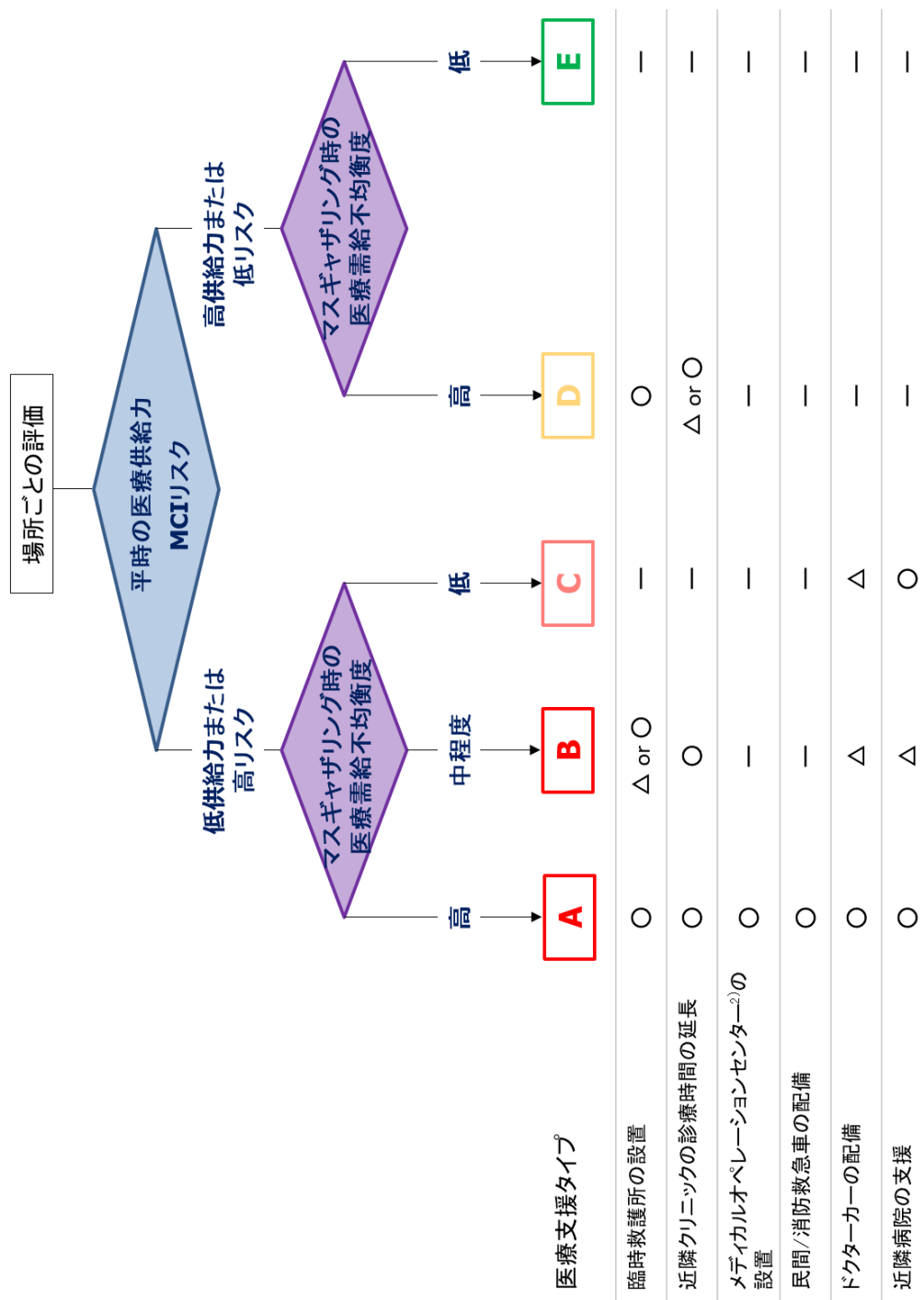


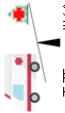
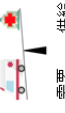
図1. 医療支援類型判定のためのフローチャート

表1 会場リスク評価因子と定義			リスク評価
中項目	定義	データの出典元	
MCUリスク	・300人の傷病者の緊急度内訳:高緊急14%(42人)、中緊急6%(18人)、低緊急65%(195人)、非緊急(死亡)15%(45人) ・救急車の走行速度 500m/分 ・覚知～現場到着:直近の救急車42台が消防署から現場に到着するまでの時間(中央値) ・現場滞在時間:15分(東京消防庁データの平均値) ・病院到着～根本治療開始までの時間:15分	東京都内の救急医療機関(三次医療機関+東京都指定二次救急医療機関)データ、消防情報、東京消防庁の救急車搬送データをもとに開発したG-PRISMを用いて算出	2施設以下
	＜高リスクの定義＞ オンライン会場などのリスク発生想定場所41箇所における搬送可能施設数(中央値)は2であり、中央値以下の場所を高リスク地域と定義した。		3施設以上
	＜高リスクの定義＞ 赤対応目の救急車(42台)の覚知～現場到着までの時間(中央値)	東京都内の救急医療機関(三次医療機関+東京都指定二次救急医療機関)データ、消防情報、東京消防庁の救急車搬送データをもとに開発したG-PRISMを用いて算出	15分以上
	R1 医師数 Tスコア	厚生労働省の病床機能報告制度データと東京都福祉保健局登録データ ＊クリニックの医師数は、1施設あたり1人と仮定した。	153以上
	R2 看護師数 Tスコア	厚生労働省の病床機能報告制度データと東京都福祉保健局登録データ ＊クリニックの看護師数は、1施設あたり1人と仮定した。	153以上
平時の医療供給力	R3 総病床数 Tスコア	厚生労働省の病床機能報告制度データと東京都福祉保健局登録データ	152以下
	R4 救命救急入院料計算病床数 Tスコア	厚生労働省の病床機能報告制度データと東京都福祉保健局登録データ	153以上
	R 総合Tスコア	医師数、看護師数、総病床数、救命救急加算病床数から算出したTスコアの合計値 計算式 = R1 + R2 + R3 + R4	
	d 使用用途		
	e 使用期間		
マスギャザリング(非MCUリスク)	f 会場タイプ(屋内・屋外/境界の有無)	2020東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会データ	
	g 観客数	2020東京オリンピック・パラリンピック競技大会組織委員会データ	
	h ラストマイルの評価		
	i 要救護者数	最寄駅から会場までの距離、道幅、自動販売機の数、屋根や遮蔽物など	
	D1 患者受診率	東京都内の患者受診率 計算式 = 1日(2018年7月22日(日))の都内受診者(独歩来院患者数 + 救急車搬入数 = 6,383) / 東京都人口[昼間15,920,000人]	51人以上
マスギャザリング時	D2 平時の救急需要	半徑2km圏内で平時に医療機関が受け入れている1日あたりの患者数 計算式 = 半徑2km圏内の二次・三次救急医療機関の1日あたりの独歩受診患者数 + 救急車搬入数の合計値	21～50人
	D3 要	マスギャザリングで付加される患者数 計算式 = 観客数 × 患者受診率(D1)	
	D 総合救急需要	平時の医療需要とマスギャザリング時の医療需要の合計値 計算式 = D2 + D3	
	A マスギャザリング時の救急需給比	平時とマスギャザリング時に付加される救急需要の合計値を総合Tスコアで除した値 計算式 = D / R	0.10以下
			0.11
			0.12以上

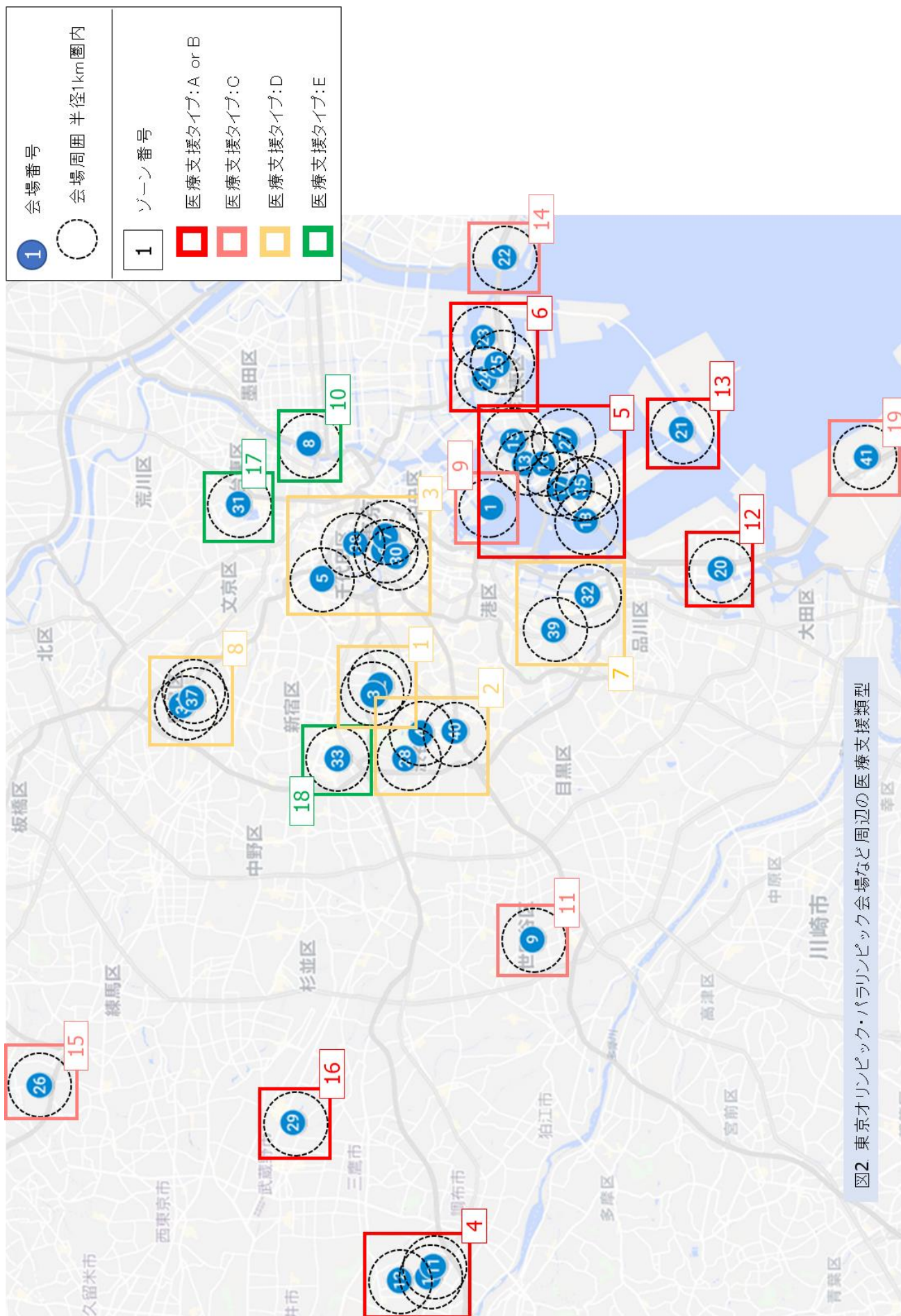
表2. 会場など想定場所における医療リスク評価と医療支援の概要

項目		計算式および算出根拠																		
Zone	No	場所類型	名称	I	II	III	IV	V	VI	VII	a	b	R	f		g	h	A		
				医療支援タイプ	MG対応 現場救護所 設置	MG対応 臨時診療所 診療時間の延長 を 考慮	MG/MCI対応 メディカルオペ レーションセン ター 設置	MG/MCI対応 民間救急車 消防救急車 配備	MCI対応 ドクターカー 配備	MCI対応 近隣病院 支援	発災6分以内圏 内に搬送可能な 救急隊セクター 数	赤十字救急車 の要請可能な 消防団(中央区・ 台東区・台東区) 数	医療供給力 (総合1スコア)	会場と会場周辺のリスク		観客数	要援者 リスク	MG時の 医療需給比 (MG RRR)		
											シミュレーション/ フット解析(G- PRISM)	シミュレーション/ フット解析(G- PRISM)	153以上、rich	屋内	屋内・屋外	屋外		0.11以上、 High		
1	2	オリンピック・パラリンピック会場	新国立競技場	D	O	△	—	—	—	—	14	10	rich	O	O	68000	高	High		
	3	オリンピック・パラリンピック会場	東京体育館								15	9	267	O		7000	高	0.54		
	4	オリンピック・パラリンピック会場	国立代々木競技場								12	11	rich		O	10200	低			
	28	ライブサイト	国立代々木公園	D	O	△	—	—	—	—	12	10	398			35000		High 0.40		
2	40	主要駅	渋谷駅								12	10			O					
	5	オリンピック・パラリンピック会場	日本武道館								13	10		O		11000	低			
	6	オリンピック会場	星条丸前								13	11	rich		O	700	低	High		
	7	オリンピック・パラリンピック会場	東京国際フォーラム	D	O	△	—	—	—	—	13	10	726	O		5000	低	High 0.86		
3	30	ライブサイト	国立日比谷公園								14	11			O	6000				
	38	主要駅	東京駅								14	10			O					
	10	オリンピック・パラリンピック会場	武蔵野の森総合スポーツプラザ							△	2	17		O		7400	高	High		
	11	オリンピック会場	武蔵野スタジアム	A	O	O	O	O	△		2	17	144			48000	高	0.13		
4	12	オリンピック会場	武蔵野の森公園								2	16			O	24000	高			
	13	オリンピック・パラリンピック会場	有明アリーナ								0	16		O		15000	低			
	14	オリンピック・パラリンピック会場	有明体操競技場								1	17		O		12000	高			
	15	オリンピック会場	有明アーバンスポーツクラブ(BMXコ							O	1	17				4000	高			
5	16	オリンピック・パラリンピック会場	有明テニスの森	A	O	O	O	O	O		1	18			O	19900	高	High		
	17	オリンピック・パラリンピック会場	有明テニスの森								2	17	130		O	5500	高	0.47		
	18	オリンピック会場	有明公園								0	18			O	12000	高			
	19	オリンピック・パラリンピック会場	有明公園								0	18			O	8400	高			
6	27	IBC/MPC	東京ビッグサイト								1	18		O						
	35	ライブサイト	臨海副都心(有明地区など)								0	22			O					
	23	オリンピック・パラリンピック会場	有明公園							O	1	17				5000	中	High		
	24	オリンピック・パラリンピック会場	有明公園	A	O	O	O	O	O		2	15	143	O		15000	中	0.34		
7	32	ライブサイト	有明公園								2	16		O		4700	中			
	25	オリンピック会場	有明公園								12	11	rich		O	14000		High		
	39	主要駅	品川駅	D	O	△	—	—	—	—	12	11	262		O			0.69		
	34	ライブサイト	池袋西口公園								11	10	rich		O	5000		High		
8	36	主要駅	池袋駅	D	O	△	—	—	—	—	11	10	765		O			High 0.50		
	37	主要駅	新大塚駅								15	9			O					
	9	1 選手村	東京都中央区晴海に整備予定	C	—	—	—	—	△		2	17	96		O			0.00		
	10	8 オリンピック会場	国技館	E	—	—	—	—	—		13	10	rich 185	O		7700	低	0.03		
11	9	オリンピック・パラリンピック会場	馬事公苑	C	—	—	—	—	△		1	14	152			9300	低	0.05		
	12	オリンピック会場	大井町駅—競技場	A	O	O	O	O	O		2	15	113			15000	中	High 0.11		
	13	オリンピック会場	海の森クロスカントリ—コース	A	O	O	O	O	O		0	24	96			32000		High 0.27		
	14	22 オリンピック会場	カヌー—スラロ—ム会場	C	—	—	—	—	△		0	24	98			7500	低	0.06		
12	26	オリンピック会場	陸上自衛隊朝霞訓練場	C	—	—	—	—	△		0	18	101					0.00		
	16	ライブサイト	都立井の頭恩賜公園	B	O	O	—	△	△		2	13	151		O	20000		Intermediate 0.11		
	17	ライブサイト	都立上野恩賜公園	E	—	—	—	—	—		14	9	rich 658		O	8000		0.01		
	18	ライブサイト	都立和民広場	E	—	—	—	—	—		14	10	rich 337		O	2000		0.00		
19	41	VII	羽田空港	C	—	—	—	—	△		0	25	96		O			0.00		
											0	9	96					0.00		
											1	10	107					0.02		
											2	15	152					0.11		
											13	17	302					0.43		
											15	25	765					0.86		

表3. 医療支援類型と支援内容

i	ii	iii	iv	v	vi	vii	会場周辺の医療タイプ	xi 平時 医療供給力	xii MG時 医療需給 不均衡	xiii MCI時 リスク	例
医療支援 タイプ	必要とする医療支援の内容	MG対応 臨時診療所 周辺クリニック 診療時間の延長 依頼	MG/MCI対応 メディカルオペレーション センター 設置	MG/MCI対応 民間救急 消防救急 配備	MCI対応 ドクターカー 配備	MCI対応 近隣病院 支援					
A	平時需給不均衡大きいエリアなので 少しの負荷であっても救護所設置は 医療機関負担を軽減すると予測され る。また平時の医療供給力が相対的 に低い。MCIリスク対策として園 内病院支援を要する	○	○	○	○	○	供給力小かつ需給不均衡あり  供給 需要	小	大	大	東京スタジアム 武蔵の森周辺 有明周辺 お台場海浜公園 潮風公園 東京ビッグサイト 臨海部 大井町競艇場 海の森クロスカントリーコース
B	供給力小さいためMCI対策しつつMG 負荷対策として救護所設置を考慮	△ or ○	—	—	△	△	供給力小かつ需給不均衡あり  供給 需要	小～中	中	大	都立井の頭恩賜公園
C	MCI対策必要	—	—	—	△	○	供給力小かつMCIリスク高  供給 需要	小	小	大	選手村 馬事公苑 カヌー・スラローム会場 陸上自衛隊朝霧訓練場 羽田空港
D	平時需給不均衡大きいエリアなので 少しの負荷であっても救護所設置 は医療機関負担を軽減すると予測さ れる。MCIリスクに対しては医療供 給力高なので通常同様の体制にする	○ △ or ○	—	—	—	—	供給力大かつ需給不均衡大  供給 需要	大	大	小	新国立競技場 東京体育館 国立代々木競技場 都立代々木公園 日本武道館、聖居外苑 東京国際フォーラム 都立日比谷公園、東京駅 品川駅、池袋駅、新宿駅
E	現行体制	—	—	—	—	—	供給力あり不均衡なし  供給 需要	大	小	小	国技館 都立上野恩賜公園 都立都民広場

MCI: Mass casualty incident, MG: Mass gathering, メディカルオペレーションセンター: エリア、ゾーン内に医療機関がないため、救護所とは別に医務室(クリニックレベル)を(できれば)複数箇所設置し、
それらの活動調整機能と搬送車両(民間救急、可能ならば一部消防)の調整機能を担当する部門と場所



G-PRiSM「多数傷病者発生事故搬送シミュレーションモデル」

Geographical Prediction and Risk assessment model for Mass casualty incident

ver1.

2021年3月19日

東京大学大学院医学系研究科 救急科学教室

分担研究者 森村尚登

目次

はじめに	14
1. G-PRiSM の実行	エラー! ブックマークが定義されていません。
Step1: シミュレーションの実行	エラー! ブックマークが定義されていません。
Step2: 災害発生場所の選択	14
Step3: 搬送先医療機関と発災場所から到着までに要する搬送条件と時間を設定	15
Step4: 現場滞在時間の設定	16
Step5: 救急車の速度を設定	16
Step6: 移動時間の測定	16
Step7: 搬送開始	17
Step8: シミュレーション完了	17
2. シミュレーション完了画面表示項目説明	エラー! ブックマークが定義されていません。
3. 結果表示	20
結果 1 画面	20
結果 2 画面	エラー! ブックマークが定義されていません。
4. G-PRiSM インストール手順	エラー! ブックマークが定義されていません。
1) システム要件	エラー! ブックマークが定義されていません。
2) JAVA SE 11 のインストール	エラー! ブックマークが定義されていません。
3) G-PRiSM 本体のインストール	エラー! ブックマークが定義されていません。
4) インターネット接続	エラー! ブックマークが定義されていません。
5) シミュレーション必要データ一覧.xlsx (マクロ) を使用したデータ修正、および出力	エラー! ブックマークが定義されていません。

はじめに

G-PRiSMとは、Geographical Prediction Risk assessment model for Mass casualty incidentの略です。オリンピック開催などで想定される、多数傷病者事故（mass casualty incident：MCI）発生時の、傷病者の医療機関への搬送状況、地図上でシミュレーションするツールです。MCIが発生した場所の周辺医療機関に、何名の傷病者が搬送される可能性があるかを、傷病者の緊急度別に算出し結果を表示します。

シミュレーションには、以下のいくつかの前提条件があります。

- 1回のMCIで発生する患者数は300名に設定してあります。患者数の変更は、本ツール上では実施できません。
- MCI発生後のトリアージ別患者割合は、文献1に従い、赤14%、黄6%、緑65%、黒15%で計算されます。このうち、赤と黄を搬送対象としています。患者割合の変更は、本ツール上では実施できません。
- 「災害発生場所」には、現時点では、オリンピックが開催される会場と、主要な駅が登録されています。確認したい場所を選択することが可能です。
- 「搬送範囲」では、患者の発生から病院到着までの時間を設定します。患者は、その時間内に搬送できる医療機関に搬送されます。搬送範囲の詳細は、本文末尾のPDFから確認できます。
- 「現場滞在時間」は、救急隊の現場到着から出発までの時間です。自由に変更が可能です。
- 搬送先医療機関は、医療機関の機能に応じて、救命救急センターと指定二次救急病院の中から複数選択可能です。

本ツールは、以下の3者が合同で開発しました。

1. 東京都・神奈川県内の都心南部直下地震を想定した災害医療リスクリソースに係わる学術的検討（RRR研究会）
2. 厚生労働省科学研究事業「2020年東京オリンピック・パラリンピック競技大会に向けての救急・災害医療体制構築に関する研究：開催地域の救急医療体制の構築とリスク評価に係る研究（森村班）」
3. 厚生労働行政推進調査事業「国土強靱化計画を踏まえ、地域の実情に応じた災害医療提供体制に関する研究（分担研究：森村班）」

Step2：災害発生場所の選択

災害場所

選手村

「災害場所ドロップダウンリスト」から災害発生場所を選択します。ここでは、例として、選手村が選択されています。

Step3：搬送先医療機関と発災場所から病着までに要する搬送条件と時間を設定

搬送条件には、搬送先条件「①高緊急を近い範囲に、中緊急をその遠方に運ぶ」と搬送先条件「②高緊急と中緊急患者を同じ範囲に運ぶ」があり、それぞれ動作が異なります。シミュレーションの実行前に、希望の条件を①か②を選択します。

仮想搬送条件を設定する

- ◎①高緊急を近い範囲に、中緊急をその遠方に運ぶ

- ②高緊急と中緊急患者を同じ範囲に運ぶ

搬送先医療機関カテゴリを設定

☒救命救急センター ☐救急告示病院 ☐二次救急病院

高緊急例（赤）の搬送	60	分
------------	----	---

0 120

中緊急例（黄）の搬送	60	分
------------	----	---

60 180

トリアージレベル

高緊急例（赤）、中緊急例（黄）

①を選択した場合

- 搬送先医療機関
カテゴリーを設定。
(複数選択可能)

☐救命救急センター☐救急告示病院☐二次救急病院

高緊急例（赤）と中緊急例（黄色）の患者を搬送させる医療機関の選択。

- 搬送時間設定
消防署から病院到着までの最大時間を設定します。高緊急（赤）は、0~120分、中緊急（黄）は、高緊急（赤）~180分で、それぞれ別々の時間を設定できます。本例では、ともに60分が設定されています。

仮想搬送条件を設定する ○①高緊急を近い範囲に、中緊急をその遠方に運ぶ ◎②高緊急と中緊急患者を同じ範囲に運ぶ 発災場所から病着までに要する搬送時間を設定 60 分 0 120 高緊急例（赤）の搬送 ☒ 救命救急センター ☐ 救急告示病院 ☐ 二次救急病院 中緊急例（黄）の搬送 ☒ 救命救急センター ☐ 救急告示病院 ☐ 二次救急病院	②を選択した場合 高緊急（赤）と中緊急（黄）の患者の搬送先は、それぞれ別々に選択できます。ただし、搬送時間設定は、高緊急（赤）と中緊急（黄）は、共通の設定となります。
Step4：現場滞在時間の設定	
現場滞在時間 高緊急例（赤）の搬送 15 分 0 30 中緊急例（黄）の搬送 15 分 0 30	トリアーゼレベルごとの現場滞在時間を設定します。設定できる範囲は、0～30分の間です。
Step5：救急車の速度を設定	
救急車の速度 500 m/分 1 1,500	救急車の速度を設定します。設定できる範囲は、1～1,500m/分です。
Step6：移動時間の測定	
シミュレーションウィンドウ下にあるパネルの説明 スタート 停止 倍率設定 減速 倍率表示 増速 早送り <input checked="" type="button" value="▶"/>	シミュレーション開始画面の左下に、モデルを実行等が可能なボタンがあります。それぞれのボタンの動作概要は、左記（青枠）に示します。モデルを実行するには、ウィンドウ

左下にある「開始ボタン (▶)」をクリックします。シミュレーションを実行すると、前項で設定された内容で、地図画面が表示され、救急車が移動し、移動時間（発災場所から各消防署・各病院までの移動時間）を計測します。

Step7：搬送開始

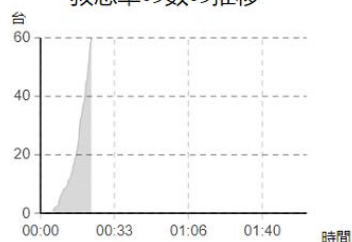
移動時間の計測が完了し、シミュレーションの開始を待機している状態です。画面左上の「搬送開始」ボタンをクリックすることで、災害場所へ、救急車が移動し、患者を乗せた後、病院に搬送します。

Step8：シミュレーション完了

シミュレーションが完了すると、画面下に、「シミュレーション完了」が表示されます。

【搬送範囲算出結果】

aを算出するために使う
救急車の数の推移



消防署から現場に到着した救急車の推移

縦軸：台数

横軸：時間

シミュレーション範囲

直近救急車の

覚知～現着時間の中央値

a1 16.5分

a2 21.8分

現発～病着

120分の場合(b1)73.5分

120分の場合

b2 68.2分

搬送完了時間 108.5分

シミュレーション範囲の定義

シミュレーション範囲とは、災害発生地点から搬送先医療機関までの範囲の設定条件を言います。搬送範囲の設定は、災害発生地点からの直線距離ではなく、道路上の時間距離で設定されます。

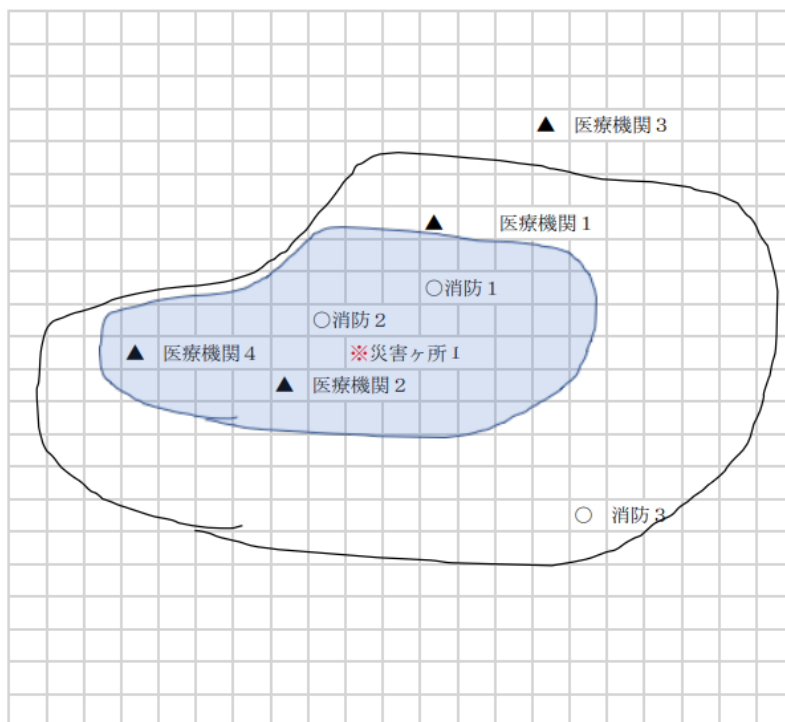


図3 【シミュレーション範囲のイメージ】

救急車の推定走行時間を割り出して、その中に含まれる医療機関を搬送先候補とします。直線距離とは違い、発生地点近隣の医療機関の有無等により、設定範囲は狭くなったり広がったりします。範囲の設定方法は、下図の通りです。

300人を60台で搬送→現場～根本治療開始<60分とするためには

・現場=(**a+15+b**)分

- ・300人(変数)
- ・赤+黄の比率=20%(14%+6%)→服部研究
- ・60人に60台
- ・直近救急車60台の覚知～現着の平均時間=**a分**
 - ・Aは消防到達度データによりメッシュごとに異なる変数
- ・現場滞在時間=東京消防平均データ14分=**15分**
 - ・病院選定に係る時間(7分)は加えない
- ・現発～病着=**b分**

・病着～根本治療開始=**15分**

- ・横浜重症外傷センタープロトコル



発災場所によってaが規定されるため、例えばa=10分ならば、Totalを60分以内にするためにはb=20分となり、搬送先候補の医療機関は発災場所から20分圏内(500m/分の救急車平均速度だと10km圏内)その際、赤を60分以内、黄を120分以内とする。



図【シミュレーション範囲の設定方法】

シミュレーション範囲は、図に記載された、災害地点から「b」の時間内に到達できる 範囲にある医療機関とします。「b」は、総搬送時間によって規定されます。 例として、総搬送時間は、全ての患者を 60 分以内範囲に搬送するモデルと、赤を 60 分以内、黄 を 120 分以内に搬送するモデルの 2 種類があります。

・60分圏内に全て搬送するパターン

「赤対応の42台」の現場までの到着時間の「中央値」をa1とし、赤対応の60分圏b1を算出する。

災害地に集合する救急車は60台分とし、b1範囲に黄色も搬送します。遠方の救急車は使われないで終了することを許可します。

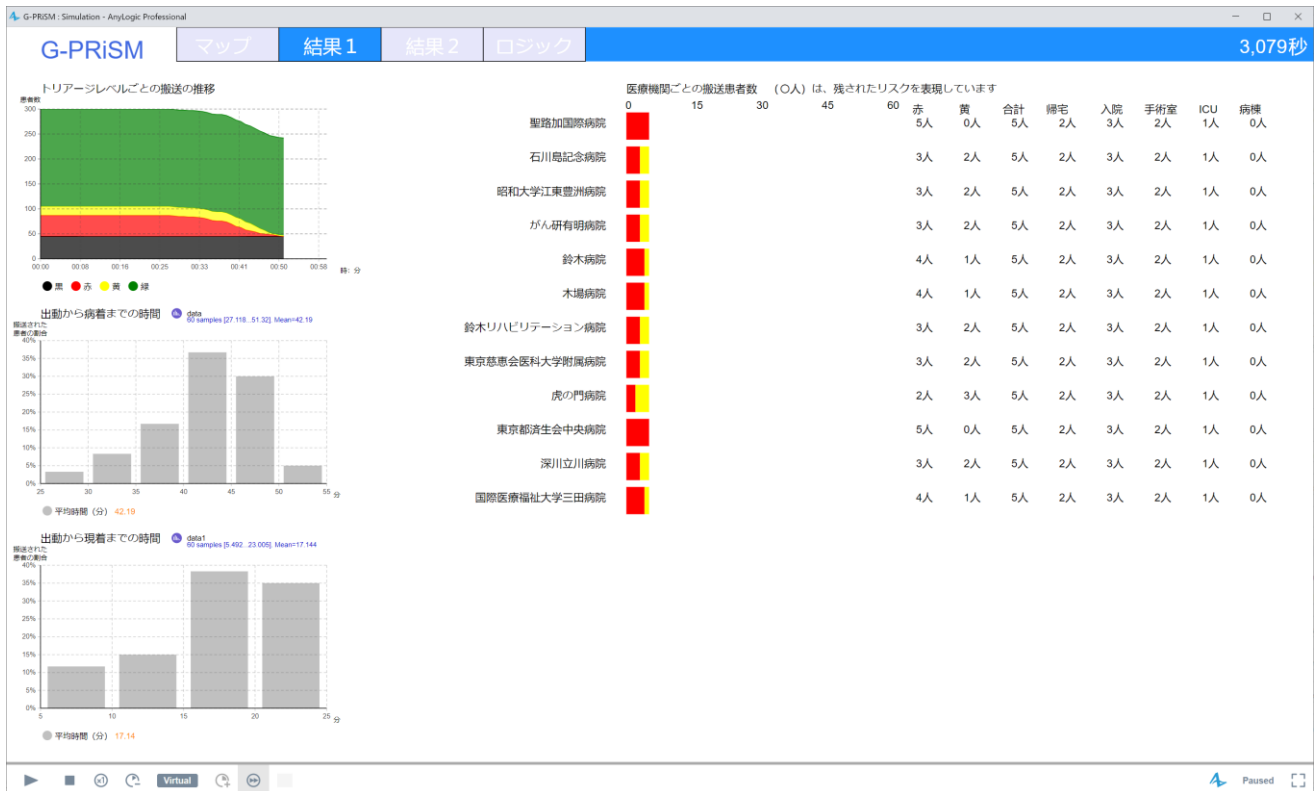
・赤を60分圏内に、黄色を60～120分圏内に搬送するパターン（ランダム発生はなく、赤から黄の順番に搬送する。）

「赤対応の42台」の現場までの到着時間の「中央値」をa1とし、赤対応の60分圏b1を算出します。

「黄対応の18台」（60台の遠い方から18台分）の現場までの到着時間の「中央値」をa2とし、120範囲をb2とし、搬送先はb1-b2の範囲の医療機関としています。

3. 結果表示

結果 1 画面



- トリアージレベルごとの搬送の推移
シミュレーション経過とともに搬送されていない患者の数を表示します。
- 出動から病着までの時間
救急車の出動から搬送先病院到着までの時間をヒストグラムに表示します。
- 出動から原着までの時間
出動から発災現場到着までの時間をヒストグラムに表示します。
- 医療機関ごとの搬送患者数
医療機関に搬送されたトリアージレベルごとの患者の数を表示します。
帰宅・入院・手術室・ICU・病棟は患者数に特定の割合を乗じて算出します。