

# 災害時の医療のリスクとリソースに係わる 学術的検討

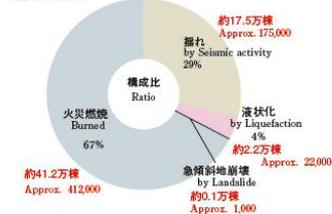
東京大学大学院医学系研究科 救急科学  
森村尚登

# 医療に係るリスクが漠然としていて課題が不明瞭

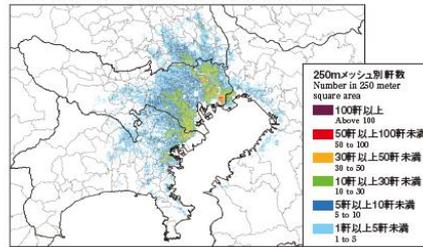
## 首都直下地震の被害想定 Damage Estimation from the Tokyo Inland Earthquake

想定条件：冬・夕方 風速8m/s  
Assumed conditions: Winter, evening; wind speed of 8 m/s

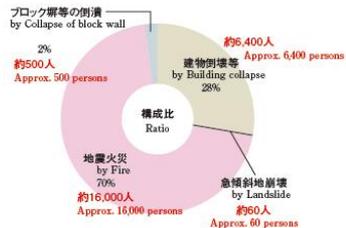
①建物全壊棟数・火災焼失棟数 約61万棟  
No. of houses and buildings collapsed or burned  
Approx. 610,000



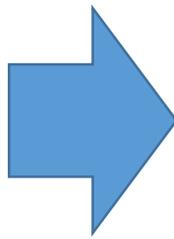
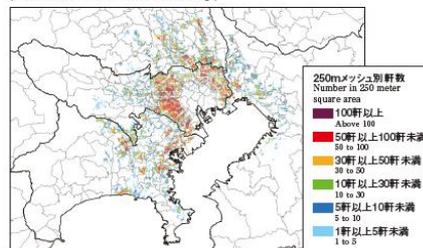
(揺れによる全壊棟数の分布)  
(Distribution of collapsed houses and buildings due to seismic activity)



②死者数 約23,000人  
No. of death toll: Approx. 23,000 persons



(焼失棟数の分布)  
(Distribution of burned houses and buildings)



- 医療面からみた災害時のニーズは地域ごとに異なり、対応する各医療機関の体制も一様ではない。
- 実際の災害は、地域ごとの災害医療体制に異なるインパクトを与えることが容易に予測できる。
- 従前より救急医療や災害医療において、個々の施設の
- 医療需給不均衡に対する病院の対応能力に係る検討は報告されている
- 地域間・地域内比較を目指した、需給不均衡を基にした尺度策定に係る報告は認めていない

表. 区別人口比および推定被災者数

	昼間人口		夜間人口		死者数*			負傷者(重傷者含む)*		
	(平成25年度末)	割合	(平成25年度末)	割合	夏昼	冬深夜	冬夕	夏昼	冬深夜	冬夕
鶴見区	250,323	7.4%	280,234	7.6%	82	250	400	851	2,606	4,264
神奈川区	233,168	6.9%	234,496	6.3%	76	209	373	793	2,180	3,568
西区	170,450	5.0%	97,251	2.6%	56	87	273	580	904	1,480
中区	243,277	7.2%	147,065	4.0%	79	131	389	827	1,367	2,238
南区	154,387	4.6%	194,393	5.2%	50	173	247	525	1,808	2,958
港南区	173,691	5.1%	217,782	5.9%	57	194	278	591	2,025	3,314
保土ヶ谷区	173,514	5.1%	204,290	5.5%	57	182	278	590	1,900	3,108
旭区	197,891	5.9%	248,560	6.7%	64	221	317	673	2,311	3,782
磯子区	136,711	4.1%	161,968	4.4%	45	144	219	465	1,506	2,464
金沢区	195,740	5.8%	204,453	5.5%	64	182	313	666	1,901	3,111
港北区	309,610	9.2%	338,969	9.2%	101	302	495	1,053	3,152	5,158
緑区	146,647	4.3%	178,783	4.8%	48	159	235	499	1,662	2,720
青葉区	234,794	7.0%	307,844	8.3%	77	274	376	798	2,863	4,684
都筑区	193,939	5.7%	209,626	5.7%	63	187	310	660	1,949	3,190
戸塚区	238,630	7.1%	273,962	7.4%	78	244	382	811	2,547	4,169
栄区	97,103	2.9%	123,176	3.3%	32	110	155	330	1,145	1,874
泉区	121,197	3.6%	154,807	4.2%	39	138	194	412	1,439	2,356
瀬谷区	104,258	3.1%	125,599	3.4%	34	112	167	355	1,168	1,911
合計	3,375,330		3,703,258		1,100	3,300	5,400	11,478	34,435	56,348

\*昼および夜の区別人口比に応じて求めた間接法による推定値。死者合計数は、参考文献①から使用。負傷者数は、参考文献①および③より、死者と負傷者の割合を用いて算出。

1) 首都直下地震対策検討ワーキンググループ、首都直下地震の被害想定と対策について(最終報告)、2013年12月、中央防災会議。

3) 横浜市防災会議、横浜市防災計画2015、横浜市。

# 災害医療のリスクとリソースに係わる 学術的検討会 (RRR研究会)

- 2015.4～
- 各災害拠点病院の医療需給均衡の算出・支援必要量・支援優先度に係わる類型化
  - 東京大学大学院医学系研究科 救急科学
  - 横浜市立大学大学院医学研究科 救急医学
  - 北里大学医学部 救命救急医学 同産科学
  - 日本医科大学武蔵小杉病院 救命救急センター
  - 東海大学医学部 専門診療学系救命救急医学
  - 東邦大森病院
  - 平成立石病院
  - 帝京大学医学部附属病院
  - 武蔵野赤十字病院 救命救急センター
  - 横須賀市立うわまち病院



# リスクリソース比の概念の導入

## 目的

- 各災害拠点病院の**医療需給均衡**を算出する
- 各災害拠点病院における**医療支援必要量**を概算する
- 各災害拠点病院の**医療支援優先度**に係わる類型化を行う

## リスクリソース比 Risk-Resource-Ratio: RRR

- リスク
  - 傷病者数(推定)
  - 重症者数(推定)
  - ICU適応症例数(推定)
- 要援護者数
  - 6歳未満人口
  - 75歳以上人口
  - 妊婦
  - 身体障害者手帳交付
  - 精神障害者等基礎把握
  - 要介護認定者
  - 観光客
- 要援護者率(%)  
= 要援護者数/人口

• 修正リスク  
= 傷病者数×(100-要援護者率)+  
傷病者数×要援護者率×1.5

- リソース
  - 災害拠点病院ベッド数
  - 同 ICU・HCU・NICU数

• **リスクリソース比**  
- 冬・夕刻 発災想定  
= 修正リスク/リソース

## RRRの概念

- 災害医療対応プラン策定のための需給バランスの数値化



「発災直後(超急性期)に1ベッドあたり何人診しなければならないか」

## 予測傷病者数のデータリソース

- 横浜市防災会議. 横浜市防災計画2015.  
- 2015年. 横浜市.
- 神奈川県地震被害想定調査委員会. 神奈川県地震被害想定調査報告書.  
- 2015年3月. 神奈川県.
- 内閣府. 平成25年版高齢社会白書(全体版).  
- 2013年. 内閣府.

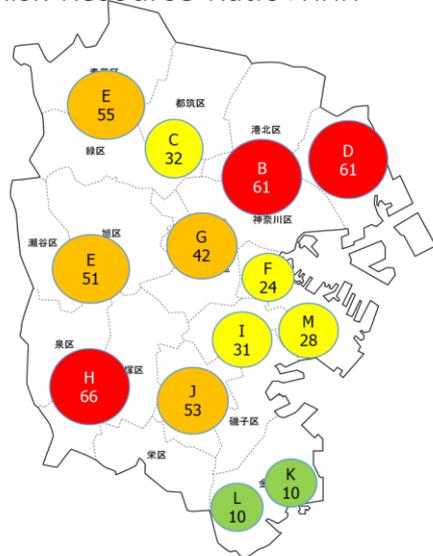
原著論文

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

森村 尚登<sup>1</sup> 問田 千晶<sup>1</sup> 安部 猛<sup>1</sup> 竹内 一郎<sup>2</sup>  
服部 潤<sup>2</sup> 服部 響子<sup>3</sup> 高橋 耕平<sup>1</sup> 本多 英喜<sup>4</sup>  
内山 宗人<sup>5</sup> 松田 潔<sup>6</sup> 中川 儀英<sup>7</sup> 浅利 靖<sup>2</sup>

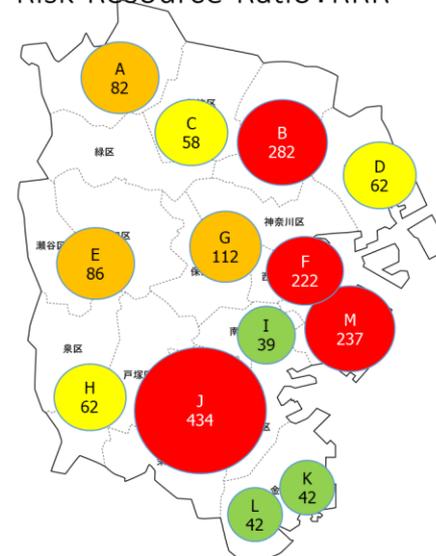
**要旨** 【背景】近年、首都直下型地震への備えが多角的に多面的に検討されているが、地域毎の医療需給均衡の視点での検討は少ない。【目的】対象都市の各災害拠点病院の医療需給均衡を調査する。【方法】都心南部直下地震を想定し、横浜市内の13の災害拠点病院の医療需要(傷病者数)と供給(病床数)の比率[リスクリソース比(RRR)]を算出し、災害拠点病院の災害医療需給均衡のばらつきを数値化した。【結果】RRRは $20.0 \pm 10.4$ 人/床で、災害拠点病院間で統計学的に有意差を認めた。【考察】発災直後の医療需要に対して病床数は絶対的に不足していた。また被災想定における各災害拠点病院の医療需給の不均衡の程度が明らかになった。【結語】RRRは災害拠点病院毎の災害医療需給均衡の指標として有用である。今後は各病院に必要な支援量の割合や支援の優先度に係わる指標について検討を加える必要がある。

災害拠点病院における  
傷病者**総数**に対するイニシャルリスクリソース比  
Risk-Resource-Ratio: RRR



- 予測傷病者総数
  - 56,349
- 総ベッド数:
  - 13災害拠点病院
  - Total: 7742
  - **85%稼働時**: 1161
  - **RRR=49 (19-66)**

災害拠点病院における  
**重症例**に対するイニシャルリスクリソース比  
Risk-Resource-Ratio: RRR

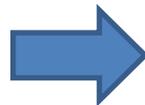


- 予測傷病者総数
  - 7,607
- ICU,HCU,NICUベッド数:
  - 13災害拠点病院
  - Total: 426
  - **85%稼働時**: 64
  - **RRR=106 (39-434)**

# 医療支援の必要量・支援配分割合

対象地域の災害拠点病院ごとの  
医療支援必要量・配分割合  
NMR・NMR(%)

- 医療支援必要量 (NMR)
  - 資源投入後の回復力の程度
  - 定義
    - RRRを目標値まで軽減するために必要な病床数**
- 地域における病院ごとの支援配分割合 (NMR(%))
  - 定義
    - 該当地域のNMR値の総和に対する各病院のNMR**

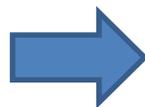
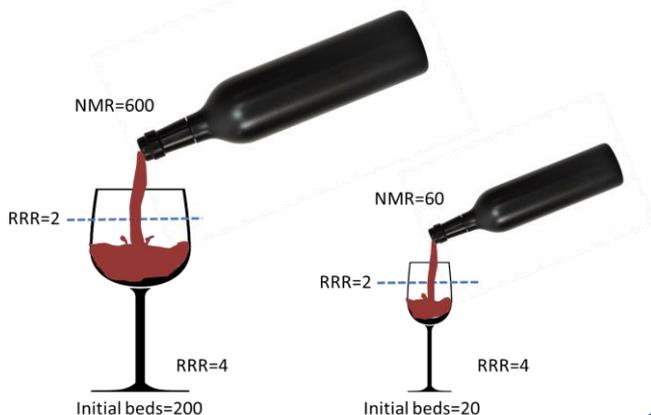


RRRが同じ病院に対する支援量と配分割合

- RRR=20の場合
  - A病院: 400人の傷病者/20床
  - B病院: 8000人の傷病者/400床
- NMR: 支援量**
  - A病院:  $goal-RRR=2=400/(NMR_A+20)$ ;  $NMR_A=180$
  - B病院:  $goal-RRR=2=8000/(NMR_B+400)$ ;  $NMR_B=3600$
- NMR(%): 地域における病院ごとの支援配分割合**
  - 地域内総支援量=10,000の場合
  - A病院:  $NMR_A(\%)=NMR_A/10,000=180/10,000=1.8\%$
  - B病院:  $NMR_B(\%)=NMR_B/10,000=3600/10,000=36.0\%$



支援の絶対量を優先する?  
各病院の負担軽減是正を優先する?



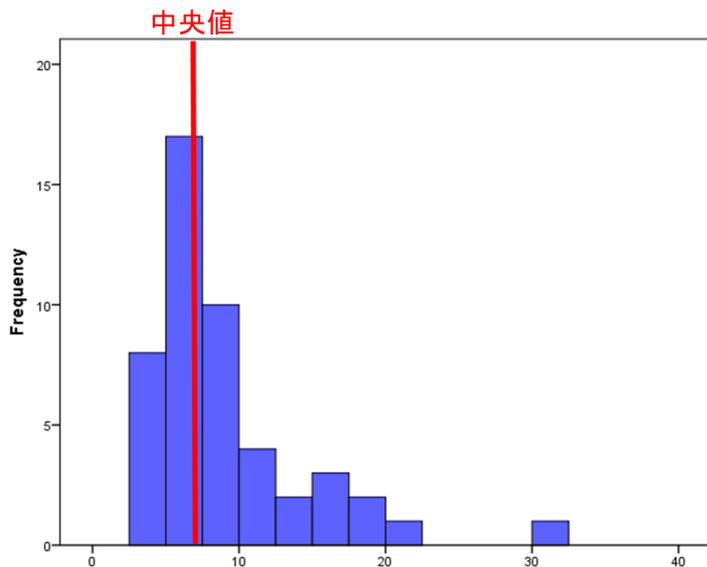
医療支援優先度

- RRRとNMRの組み合わせ
  - 各々の中央値をカットオフ値として分割類型化

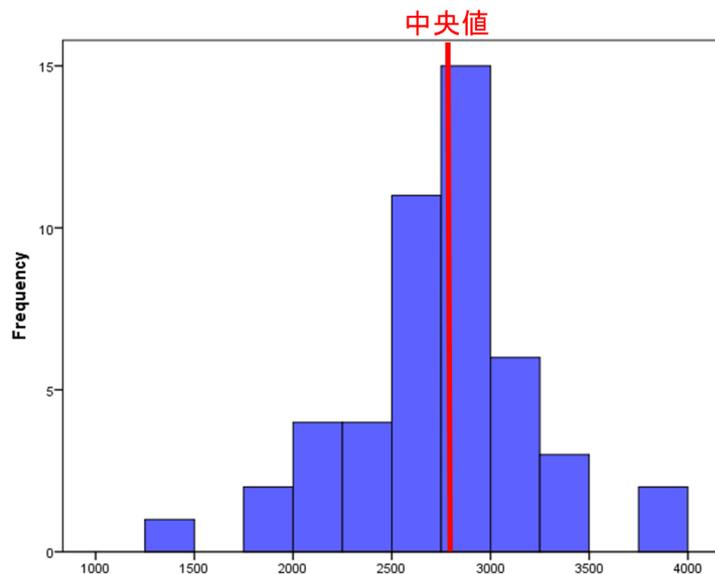
	NMR-High ≥ 1830	NMR-Low < 1830
RRR-High ≥ 20	需給不均衡がひどく 必要支援量も多い 病院	需給不均衡はひどいが 必要支援量は少ない
RRR-Low < 20	必要支援量が多いが、 不均衡はひどくない病院	必要支援量も少なく、 不均衡もひどくない病院

# 検討結果

- 超急性期予測空床数: 59、130
  - 東京: 80病院
  - 神奈川: 33病院
- 重症用ベッド空床数: 2、310
- 修正予測傷病者総数: 235、088
- RRR=4
- NMR=1353
- NMR総和 = 175、958



総傷病者RRRのヒストグラム  
(赤類型の病院群)



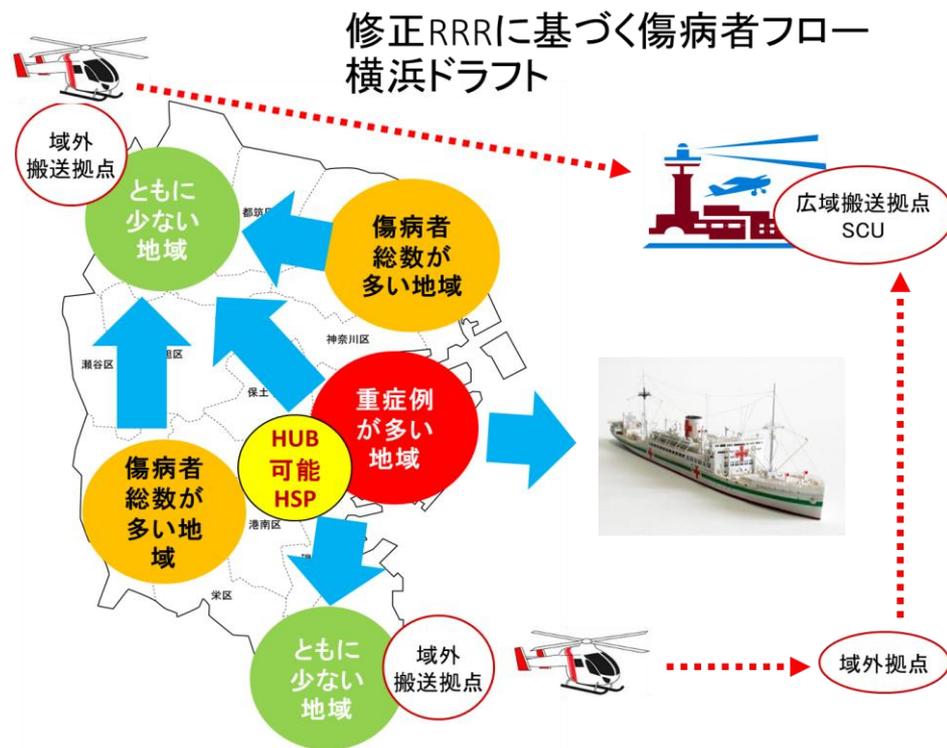
総傷病者NMRのヒストグラム  
(赤類型の病院群)



# RRR解析後の応用

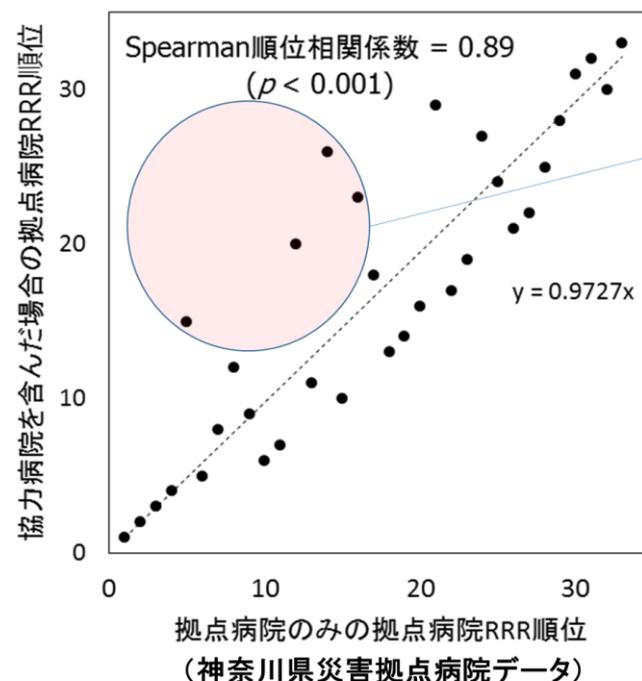
- RRRとNMRとの組み合わせにより、想定災害における被災地域内の各災害拠点病院の支援必要量算出と優先度類型化が可能になり、災害対応計画策定に有用である。

- 高度被災病院→病院退避計画策定
- 非高度被災病院→外部支援計画策定
  - 拠点(Hub)機能
    - 支援物資・スタッフの集合
    - 病院支援チーム派遣
    - 高度被災病院からの一時退避先
    - 他地域への転送基点
- 重症者、軽症者、妊産婦・小児対応



# 本指標の課題

1. RRR値に災害拠点病院以外の病床数が含まれていない
2. 発災直後想定 of 病床利用率を一律85%で計算している
  - 実際の平均病床率(平成25年)
    - 横浜市災害拠点病院: 85.9%
    - 神奈川県全病院: 80.1%
    - 東京都全病院: 80.1%
3. 要配慮者の需要をそれ以外の1.5倍と仮定している



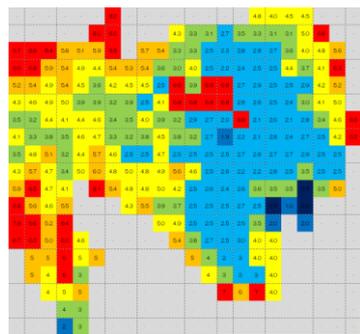
周辺支援の効果が期待できる地域の拠点病院

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

- 主任研究者
  - 森村尚登(東京大学大学院医学系研究科救急科学)
- 分担研究者(敬称略)
  - 田中 淳(東京大学大学院情報学環・学際情報学府)
  - 猪口正孝(平成立石病院)
  - 野口英一(戸田中央医科グループ)
  - 竹島茂人(自衛隊中央病院)
  - 清田和也(さいたま赤十字病院)
  - 蛭間芳樹((株)日本政策投資銀行)
  - 大田祥子(NPO法人ヘルスサービスR&Dセンター)
  - 高橋耕平(横浜市立大学大学院医学研究科救急医学)
  - 問田千晶(東京大学災害医療マネジメント部)

# 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(主任研究者:東京大学 森村尚登)

被災地域内の「災害時の医療」の需給に応じた具体的な支援強化項目と支援量が明示された実効性の高い防災計画策定



**RRR**  
Risk  
Resource  
Ratio  
**NMR**  
Needs of  
Medical  
Resources

④被災地域内各メッシュの需給不均衡度(脆弱度)  
=医療需要/修正医療供給力  
・支援量の算出

③災害時の医療需要と供給の定量化

被災想定に基づく需要の定量化とインフラストラクチャーのダメージに応じた医療機関の対応力の定量化

②医療供給の定量化

医療機関の外来受診数・入院患者数、手術件数、透析件数、ベッド数、ICU数、スタッフ数など

①医療需要の定量化

傷病者数・重症度(総数、疾患別、年齢層別)、平時の外来総数

災害を受けた地域内の医療需給均衡の定量化指標の策定

# 医療補給・輸送力の定量化の試み

- 病院へのアクセスに係るインフラの状況
  - 道路
  - 輸送手段(資器材搬送輸送)
  - 移送手段(傷病者病院間搬送)
  - 病院構造(ヘリポートほか)
- 供給源
  - 輸送に係る人員・組織
  - 薬品、酸素ボンベ、滅菌システムほか
  - その他
- 医療輸送システム

Space

Staff

Stuff

System

# 消防隊等の到達性評価を応用したメッシュごとの補給・輸送力の定量化の試み

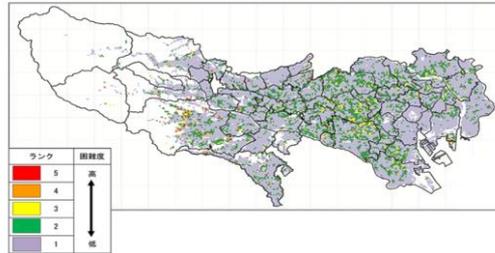
## 震災時の消火活動困難度の計算

震災時の消火活動困難度[隊] =

$$2 \sqrt{\pi \times \text{延焼面積}[\text{m}^2] \times \text{消防隊等の到達性評価値}[\text{分}] / 360[\text{分}]} \\ \times (100[\%] / \text{消防水利の有効性評価値}[\%]) / 30[\text{m}/\text{隊}]$$

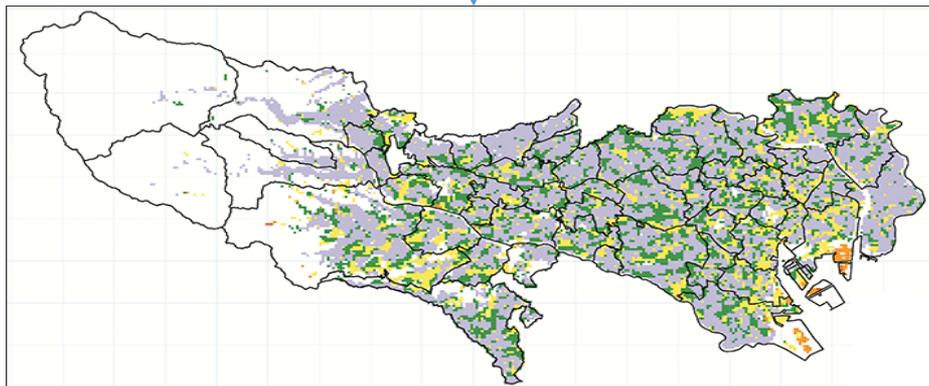
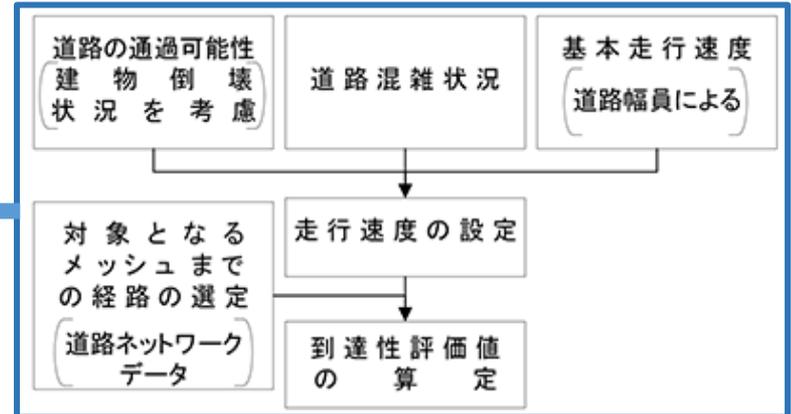
困難度評価値 [口数] = 震災時の消火活動困難度 [隊] × 3 [放水口数]

ランク	困難度評価値[口数]
5	5以上
4	3 ~ 5未満
3	1.5 ~ 3未満
2	0.5 ~ 1.5未満
1	0 ~ 0.5未満



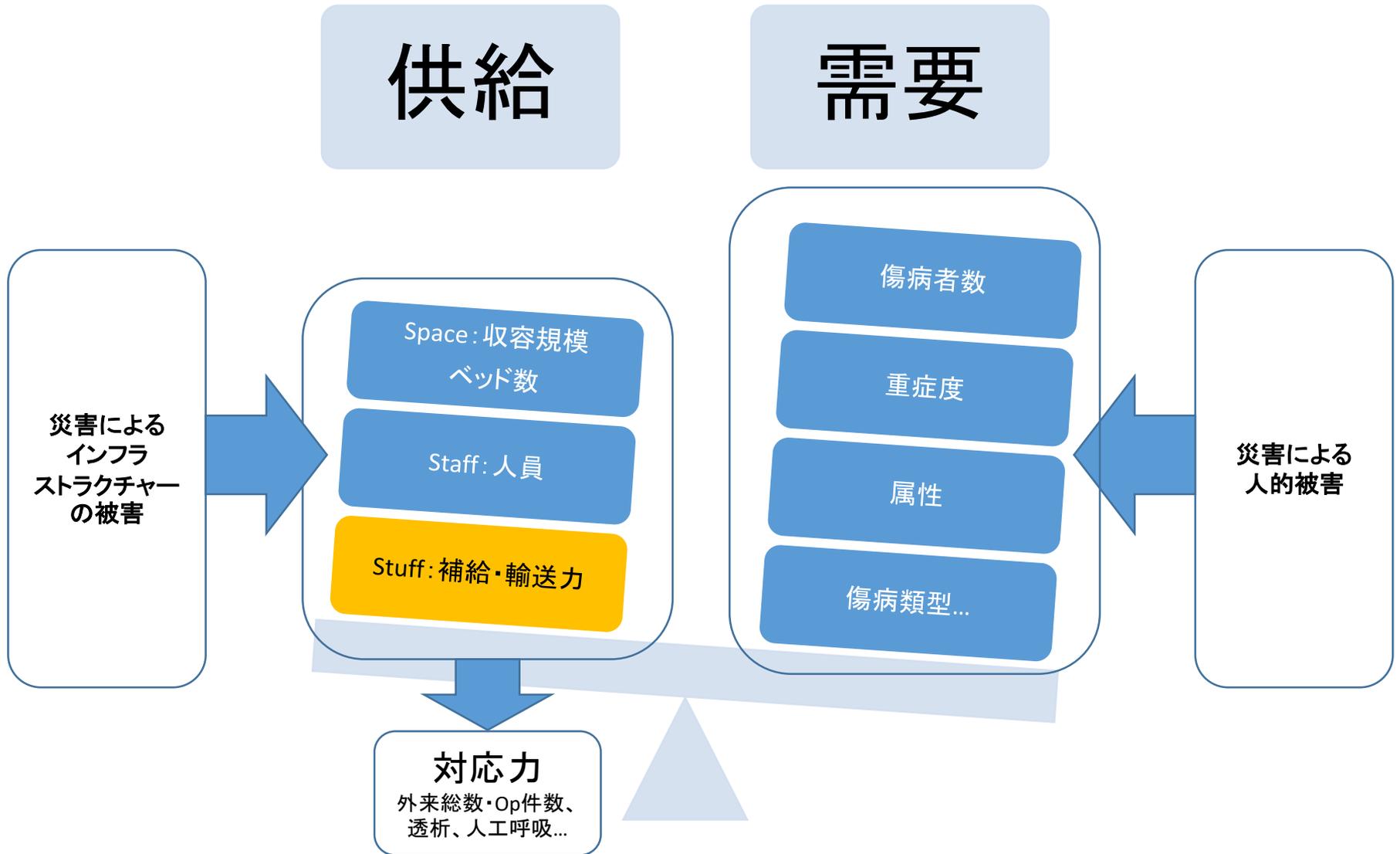
## 消防隊等の到達性

1. 各メッシュ(250m×250m)の直近の消防署・出張所や消防団施設からポンプ車や可搬ポンプ積載車が出動した場合の、各メッシュへの到達時間の違いを相対的に評価したもの。
2. 評価の際、道路の混雑状況を走行速度の低減要因として加味し、震災時の倒壊建物による通行可能性の低下も考慮して算出。
3. 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震時の車両走行速度データを参考に設定

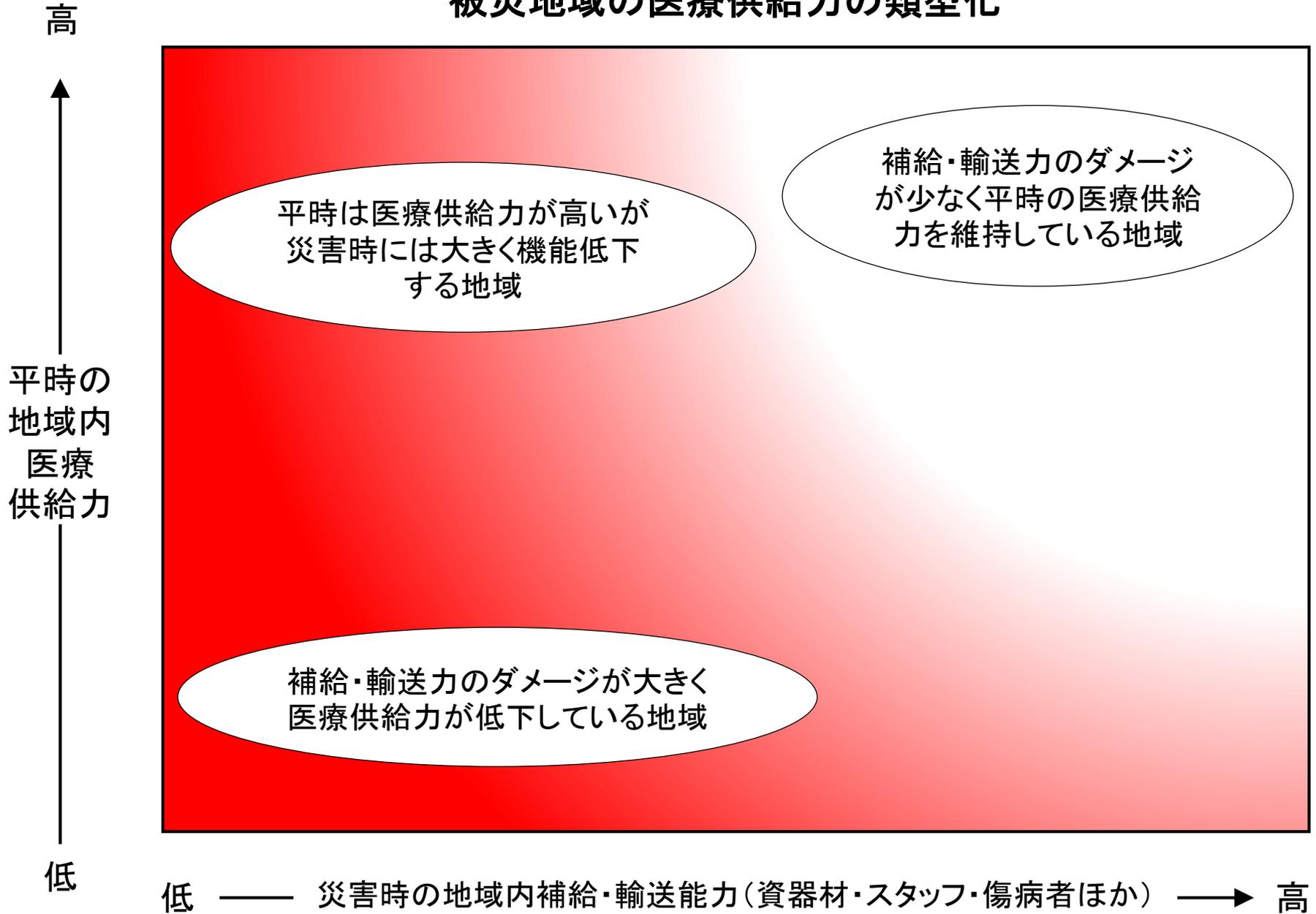


ランク	到達性評価値[分]
5	20以上
4	15 ~ 20未満
3	10 ~ 15未満
2	5 ~ 10未満
1	0 ~ 5未満

# 補給・輸送力を考慮した災害時の医療需給の構成因子

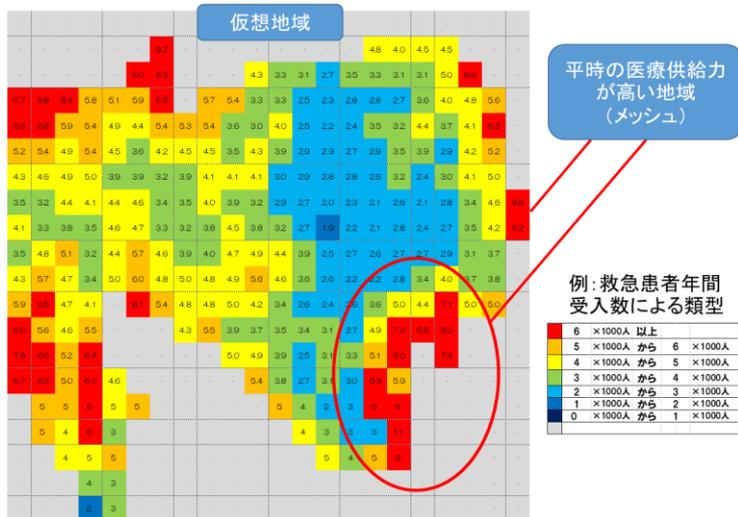


# 平時の医療供給力と災害時の補給・輸送力による 被災地域の医療供給力の類型化



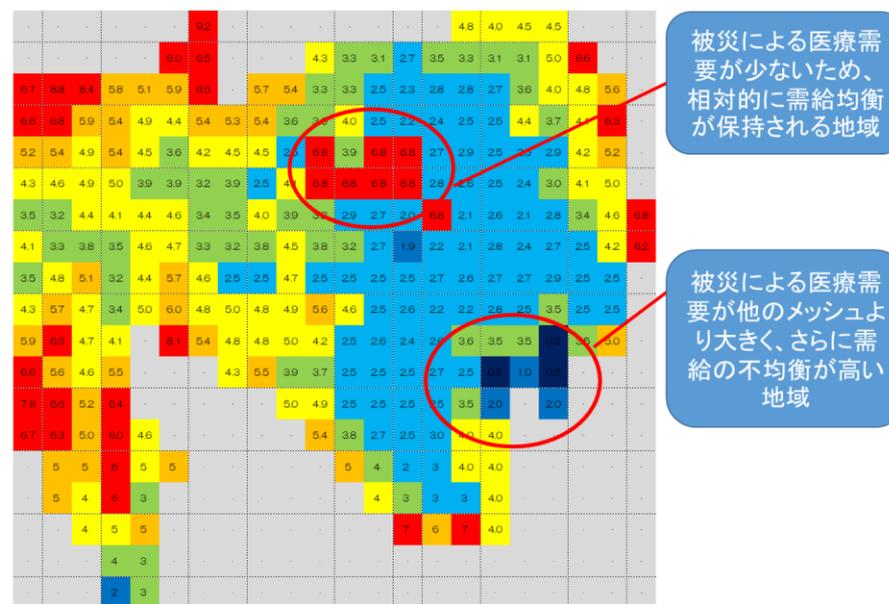
# 災害時医療需給均衡度

粗の医療供給力: 平時の供給力



## 災害時医療需給均衡度類型 (RRR)

= 医療需要 / 修正医療供給力



## 修正医療供給力: 災害時の供給力

(医療輸送力低下状況)



# 各パラメーターの改訂定義

- new RRR (Risk resource ratio) : 各メッシュの相対的脆弱度を表現  
: 各メッシュの災害時医療需給均衡
  - = 医療需要 / 修正医療供給力
  - = 傷病者数 / 提供可能な医療資源 (ユニット)
    - 例えば1人の傷病者に対応するための医療資源を一括りに1ユニットと表現する。1ユニットを使って何人の傷病者に対応しなければいけない状況であるかを表現する
- new NMR (Needs of medical resource)  
: 各メッシュの医療資源必要量
  - = 資源投入後の回復力の程度
  - = (例えば) RRRを2に軽減するために必要なユニット数
- new NMR (%)  
: 被災地域全体における各メッシュで必要な医療資源の配分割合
  - = 被災地域内の総NMR値に対する各メッシュのNMRの割合

# new RRR・NMR・NMR(%)の算出例

## new RRR=20の状態にあるAとBの2か所のメッシュにおける算出例

- Aメッシュ: 400人の傷病者/20ユニット
- Bメッシュ: 8,000人の傷病者/400ユニット

## new NMR: 支援量

- Aメッシュ:  $\text{goal-RRR}=2=400/(\text{NMR}+20)$ ;  $\text{NMR}_A=180$
- Bメッシュ:  $\text{goal-RRR}=2=8,000/(\text{NMR}+400)$ ;  $\text{NMR}_B=3,600$

## new NMR(%): 地域におけるメッシュごとの支援配分割合

: 対象地域のすべてのメッシュの支援量合計=10,000と仮定した場合

- Aメッシュ:  $\text{NMR}_A(\%) = \text{NMR}_A / 10,000 = 180 / 10,000 = 1.8\%$
- Bメッシュ:  $\text{NMR}_B(\%) = \text{NMR}_B / 10,000 = 3600 / 10,000 = 36.0\%$

# 本研究の期待される効果

- 県や市区町村など検討する地域の「被害想定に基づく医療需要」や「地域内病院の医療提供能力」についての定量的な指標に則って国土強靱化計画・防災計画を策定することによって、従来に比して高い実効性と強靱化が期待できる
- メッシュ化した想定被災地域内の「定量的医療需給均衡指標」の値を算出し、それらのばらつきを類型化することによって、「地域内の相対的な脆弱度」を示すことが可能になり、支援を重点的にかつ優先的に行う必要がある地域が浮き彫りになる。その結果、支援体制強化のためのより具体的な準備が可能になる。
- 需給の不均衡の度合いが同程度であっても、需要の絶対量に大きな違いがあるため、「支援必要量」を示す指標による類型化も必要になる。今回策定する定量的医療需給均衡指標を基に地域内の「必要支援量」をメッシュ化した想定被災地域に反映すれば、地域内における災害対応力を反映した、実効性の高い計画の策定に寄与できる
- 今回の手法の開発にあたり、全国どの地域においても汎用性、網羅性が高く、入手容易な項目を選択することによって、対策を検討する地域特性によらず、また地域の規模に応じた適用が可能になる