
[分担研究年度終了報告]

透析医療に影響を与える首都直下型地震に関し、
行政の被害想定も踏まえた透析医療の
継続条件に関する研究

透析医療に影響を与える首都直下型地震に関し、行政の被害想定も踏まえた透析医療の継続条件に関する研究

研究分担者 花房規男 東京女子医科大学血液浄化療法科 准教授

研究要旨 首都直下地震は、歴史的にも何回も首都圏を襲ってきた地震である。中央防災会議、首都直下地震対策検討ワーキンググループによる検討では、全壊家屋 17 万 5 千棟、死者は最大 1 万 1 千人、要救助者は最大で 7 万 2 千人に上るとされている。今回の検討では、Google Scholar を用いて、「首都直下地震」をキーワードに検索を行った。その結果得られた、首都直下地震におけるインフラ、特に交通、情報伝達、避難所の問題について、災害時医療に影響を与えると考えられる状況について情報をまとめた。さらには、それと同時に透析医療における災害対策についてまとめた。今回の研究からは、被害が大きくなると想定されている区東部、区南部において、被害だけではなく、交通などのインフラ、避難所など複合的な課題が存在することが明らかになった。

A. 研究目的

首都圏は首都直下地震に歴史的にも何度も見舞われてきた。文献的、特に医療以外の文献に特化し、首都直下地震の発災時に見込まれる被害、課題について明らかにし、災害時の腎不全医療に資する情報をまとめることを目的とした。

B. 研究方法

2020 年 10 月 21 日に、「首都直下地震」をキーワードにして、Google Scholar を検索した。検索された 4,346 件の文献について、そのタイトル、および一部表示される本文を基にして、関連性があると考えられる論文を選定、「総論」「歴史」「医療」「交通」「インフラ」「BCP」「その他」にカテゴリ分類した。最終的に、引用文献のハンドサーチ分を含め 345 件の論文の本文からシステマティックレビューを行い、本文を作成した。いずれも公表されている文献データのみを利用したため、倫理面に与える問題はない。

C. 研究結果

1. 首都直下地震の歴史と概要

南関東は、歴史的にも、複数回の震災に見舞われてきた。1293 年には、永仁関東地震が、M 8 クラスの海

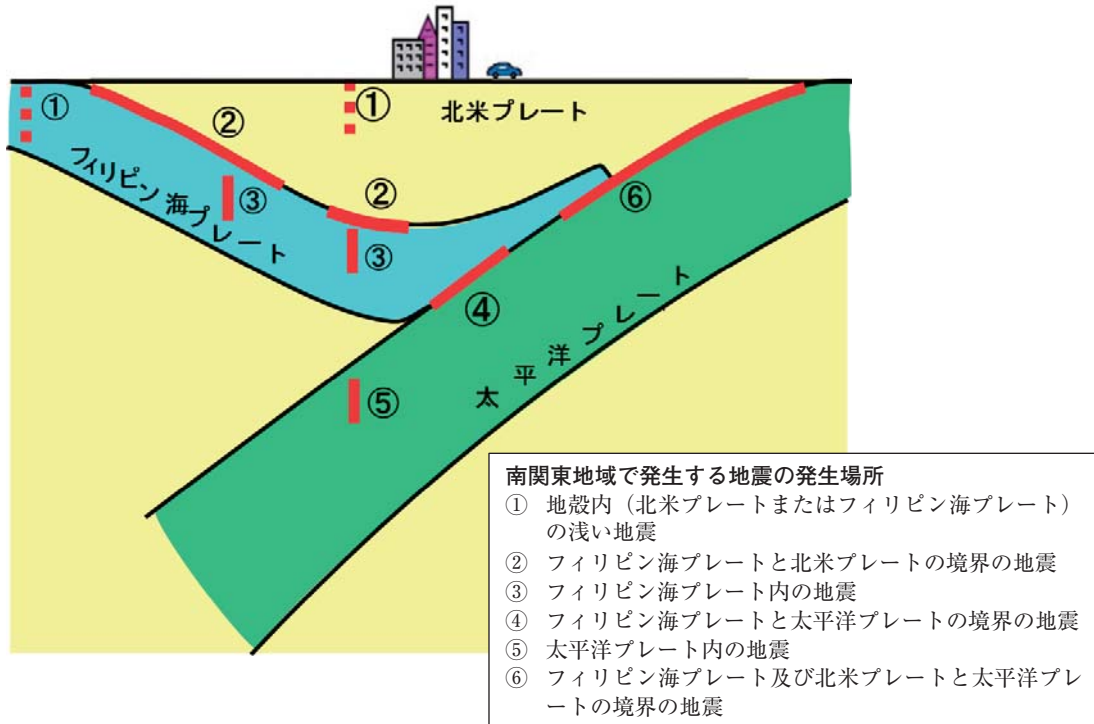
溝型地震として発生している。江戸時代以降においても、1703 年に、相模トラフを震源域とする海溝型地震の「元禄江戸地震」(Mj 7.9-8.2) が関東地方を襲った。大きな津波の被害とともに、房総半島南端が 4.4 m 隆起している。その 4 年後の 1707 年に南海トラフを震源域とする海溝型地震の「宝永地震」(Mj 8.4) が西日本を襲った。元禄江戸地震の 35 日後に活動を開始した富士山が、宝永地震発生の 49 日後に噴火した。16 日間断続的に噴火は続き、約 17 億 m³ の火山灰が江戸の町に降り積もったといわれている。その結果、華やかな文化を誇った元禄時代の終焉を迎えたとしている。一方、1854 年には、「安政東海地震」「安政南海地震」(それぞれ Mj 8.4) が相次いで発生した。さらに、1855 年には、「安政江戸地震」(Mj 6.9) が発生し、江戸は震度 6 以上の揺れに見舞われ、7,500 人が死亡したとされている。1923 年には、大正関東地震が発生しているが、特に江東区・墨田区の木造家屋が全壊、延焼火災を含め 10 万 5,000 人が命を落とした。地震動による建物の崩壊ではなく地震後に発生した火災旋風によるものであったことが明らかになっている¹⁾。

平成 25 年 12 月、中央防災会議、首都直下地震対策検討ワーキンググループは、首都直下地震の被害想定と対策についての最終報告を提出した²⁾。その中で、

表1 首都直下で発生する地震のタイプ

①	地殻内（北米プレート又はフィリピン海プレート）の浅い地震
②	フィリピン海プレートと北米プレートの境界の地震
③	フィリピン海プレート内の地震
④	フィリピン海プレートと太平洋プレートの境界の地震
⑤	太平洋プレート内の地震
⑥	フィリピン海プレート及び北米プレートと太平洋プレートの境界の地震

(文献2より)

図1 南関東地域で発生する地震のタイプ
(文献2より)

首都直下地震を表1、図1に示すような6つのタイプに分類している²⁾。このうち、フィリピン海プレート内の地震 (Mw 7.3) が検討の対象として加えられ、(1) 都区部および首都地域の中核都市等の直下に想定する地震 (12地震)、(2) フィリピン海プレートと北米プレート境界に想定する地震 (2地震)、(3) 主要な活断層に想定する地震 (4地震)、(4) 西相模灘 (伊豆半島の東方沖) に想定する地震 (1地震)、さらに、(5) フィリピン海プレート内および地表断層が不明瞭な地殻内の地震の震度を重ね合わせた震度分布、(6) M8クラスの海溝型地震に分けられている (表2,3)²⁾。

2. 被害想定

平成25年の報告では、都区部直下のM7クラスの地震と、大正関東地震クラスのM8の地震について被害想定が検討されている。このうち、首都中枢機能へ

の影響や、被災量が最も大きくなる都心南部直下の地震について、詳細な被害想定が行われている²⁾。

(1) 建物・人的被害、火災による被害²⁾

都区部を囲むように木造住宅が密集しており、これらの地域では、耐震性の低い木造家屋が多数倒壊することが想定されている。また、急傾斜地の崩壊による被害も加わる。これらの揺れによる全壊家屋は約17万5千棟、死者は最大で1万1千人と推測されている。さらに、要救助者は最大で7万2千人にのぼるとされている。

地震発生直後から火災が連続的、同時に多発し、断水の影響、交通渋滞による消防車両のアクセス困難などから、環状六号線から八号線の間をはじめ、最大で約41万2千棟が焼失する。また、四方を火災で取り囲まれたり、火災旋風の発生などにより、逃げ惑いが

表2 首都直下モデル検討会において検討対象とした地震 (1)

地震の規模		想定場所	今回(2013年)検討での地震のタイプ	前回(2004年)検討での地震のタイプ	
M7クラスの地震	地震の発生場所が難しく、都区部及び首都地域の中核都市等の直下に想定する地震	都心南部直下	フィリピン海プレート内の地震 (Mw7.3)	想定なし	
		都心東部直下		地殻内の浅い地震 (Mw6.6)	
		都心西部直下			
		千葉市直下			
		市原市直下			
		立川市直下			
		川崎市直下			
		東京湾直下			想定なし
		羽田空港直下			地殻内の浅い地震 (Mw6.6)
		成田空港直下			
		さいたま市直下			
	横浜市直下	地殻内の浅い地震 (Mw6.8)			
	地震の発生場所が想定される地震	茨城県南部	プレート境界の地震 (Mw7.3)※1	プレート境界の地震 (Mw7.3)※1	
		茨城・埼玉県境		想定なし	
東京湾北部		想定なし	プレート境界の地震 (Mw7.3)※1		
多摩		想定なし	プレート境界の地震 (Mw7.3)※1		
関東平野北西縁断層帯		活断層 (Mw6.9)	活断層 (Mw6.9)		
立川断層帯		活断層 (Mw7.1)	活断層 (Mw7.0)		
三浦半島断層群主部		活断層 (Mw7.0)	活断層 (Mw6.9)		
伊勢原断層帯		活断層 (Mw6.8)	活断層 (Mw6.7)		
神縄・国府津—松田断層帯		想定なし	活断層 (Mw7.2)		
西相模灘		地殻内の浅い地震 (横ずれ断層型 Mw7.3)	想定なし		
検討対象の地震数 (M7クラス)			19地震	18地震	

(文献2より)

表3 首都直下モデル検討会において検討対象とした地震 (2)

M8クラスの海溝型地震	大正関東地震タイプの地震	相模トラフ沿いの海溝型地震 (Mw8.2※2)	想定なし
	元禄関東地震タイプの地震	相模トラフ沿いの海溝型地震 (Mw8.5※2)	
	延宝房総沖地震タイプの地震	日本海溝沿いの海溝型地震 (Mw8.5※2)	
	房総半島南東沖で想定されるタイプの地震	相模トラフ沿いの海溝型地震 (不明)	
検討対象の地震数 (M8クラス)		4地震	—

(文献2より)

生じ、最大1万6千人が亡くなる可能性が指摘されている。

図2には、平成24年に国土交通省が公表した「地震時等に著しく危険な密集市街地」の東京都内での分布を示す。113地区1,683haがこうした密集市街地として挙げられており³⁾、3,000棟以上の炎症クラスターが70か所程度も存在することが示されている⁴⁾。さらに、杉並区・中野区一帯の120万人を対象としたシミュレーションにおいて、出火点の分布によっては、2区だけで数千人単位の逃げ惑いによる人的な被害が生じうる可能性も示されている⁴⁾。

逃げ惑いに関する問題として、未覚知火災の問題がある。避難経路上で覚知火災とともに、未覚知火災をいかに回避するかが課題となる。非耐火建物密度が低い地域を優先すること、また選択できる経路が多い早期の避難開始、覚知確率を高くすることがこうした逃げ惑いによる被害の低下に重要とされている⁵⁾。

さらに、火災旋風と呼ばれる現象もある。大規模な市街地火災では、竜巻状の空気の渦が発生し、人や物が風により飛ばされたり、猛烈な風によって急速な延焼が引き起こされるとされている。特に、横風の時に火災風下に発生することが多いとされている。関東大

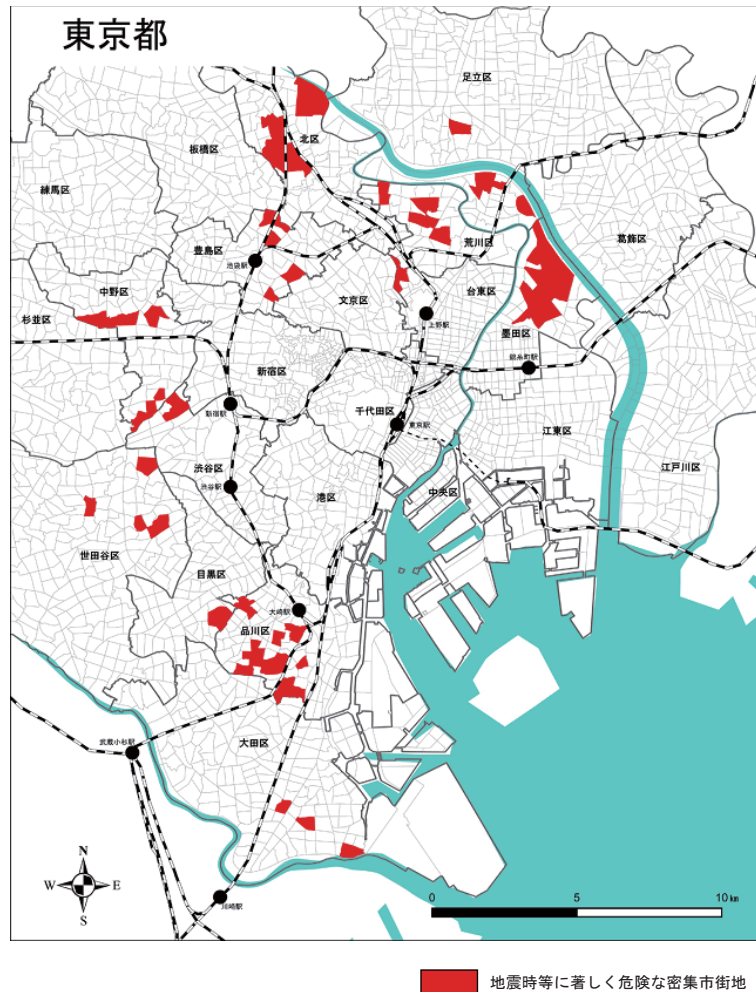


図2 東京都の「地震時等に著しく危険な密集市街地」の分布
(文献3より)

震災においても、陸軍被覆廠跡の空き地に旋風が襲来し、この場所だけで約3万8千人の方が亡くなったとされている。火炎を含んだ火災旋風に発展することもあるとされている⁶⁾。

東京都における都市防災の課題の中心である地震火災について「防災都市づくり推進計画」を策定しており、平成28年3月に最終的な改訂がなされている⁷⁾。特に木造建築が密集している整備地域において、不燃化・耐震化を進めるとともに、特定整備路線として、災害時の延焼遮断（延焼遮断帯）や避難路、緊急車両の通行路を確保、避難場所の確保等が基本方針として進められてきている⁷⁾。

(2) インフラ

インフラにおいても、大きな被害がもたらされる。電力、通信、上下水道、ガス、交通に関する被害推計がなされている²⁾。

1) 電力

先の東日本大震災の時にも、運転停止による計画停電が行われたが、首都直下地震においても、火力発電所の運転停止などにより供給能力は5割程度に低下し、需給バランスが不安定となり、広域で停電が発生する。また、電柱の被害により停電が生じることも想定されるが、こうして発生する停電は全体の1割以下である。東京湾岸の火力発電所が被災した場合には、5割程度の供給が1週間以上継続することが想定される。さらに、東京電力の発電電力は約2/3が液化天然ガス(LNG)に依存している。このため、港湾施設の被害により、LNGの輸入が途絶した場合には、仮に火力発電所が復旧したとしても、電力供給率が大きく落ち込むことも想定されている⁸⁾。

また、非常用電源については、燃料の備蓄が十分ではない場合、交通渋滞によって、追加の燃料の確保が困難となることも想定される。

2) 通信

固定電話については、通信規制の結果、通話が困難となる。通話規制が緩和されるのは2日目になると想定される。また、1割未満の地域では、電柱の被害により通話ができなくなり、復旧には1週間以上かかる見込みである。Faxが付属した多機能電話機は停電では利用できない。

携帯電話は、固定電話同様、利用の集中・輻輳により使用が制限される。規制が緩和されるのは、2日目になると見込まれている。伝送路の被災、基地局の停波により1割が利用できなくなるが、停電が長期化した場合には、利用不可能なエリアが拡大する可能性がある。メールについては、おおむね利用は可能であるが、大幅な遅配が生じる可能性がある。

インターネットについても、設備の破損などによる1割程度の地域での利用不可、停電の長期化がみられた場合には、サービスの提供ができなくなる場合、またルーター等が利用できなくなる可能性が指摘されている。

3) 上下水道

上水道については、管路や浄水場の被災により、約5割の利用者で断水が発生する。管路の復旧には、数週間を要する地区も見込まれる。また、停電が長引いた場合には、停電による浄水場の運転停止の可能性もある。

東京都では、医療機関、首都中枢機関等への供給ルートの耐震化、浄水場・給水所における耐震化、近隣の水道事業者との連携が図られてきている⁹⁾。さらには、給水拠点の整備としての応急給水槽の整備を通じて、200か所の給水地点で都民4週間分の飲料水約103万m³を確保しているとしている⁹⁾。

上水道の停止は、透析治療には大きな影響をもたらすが、飲料水にも大きな影響をもたらす。2012年のシミュレーションで、断水人口の7割がミネラルウォーターを飲料水に用いる場合、首都直下地震では、全国在庫が11~15日でなくなることも推計されている¹⁰⁾。

一方、応急給水については、阪神・淡路大震災以降、様々な大規模災害における応急給水対応の経験から、厚生労働省による地震対策マニュアル策定指針(2008年)、日本水道協会による地震時緊急時対応の手引き(2013年)などで応急給水に対する対応が取りまとめ

られてきた。東京都水道局では、平成18年6月に、震災応急対策計画が策定され、平成31年1月の改訂を経て現在に至る。この中で、応急対策活動の枠組み、活動内容、さらには発災後72時間以内の主な応急対策活動に対して計画されている¹¹⁾。

下水道、管路やポンプ場、処理場の被災により約1割の施設で被害が生じ一部で水洗トイレの使用ができなくなる。管路の復旧は他のライフラインの復旧作業と相まって難航し、1か月以上を要する可能性もある。さらに、ポンプ場の機能が停止したり、管路の復旧前に多量の降雨があると、溢水や内水氾濫の恐れがある。このため、下水道施設の地震・津波対策整備計画が進められてきており、①水再生センター、ポンプ所の耐震化、②水再生センター、ポンプ所の対水化(津波・高潮が東京湾の高潮堤防・水門の破損部位から侵入した場合に備える)、③下水管内への逆流防止対策(高潮防潮堤の操作の自動化・遠方制御)などが計画・実施中である¹²⁾。

4) 交通

首都高速道路、国道、緊急輸送ルートとして想定されている道路の橋梁は、耐震化対策を完了しており、甚大な被害の発生が限定的と想定されている。一方、被災状況の把握、点検、道路啓開には、少なくとも1~2日を要し、緊急交通路、緊急輸送道路として、緊急通行車両などの通行が可能となる。図3には、国土交通省が挙げる、南海トラフ巨大地震・首都直下地震における「八方向作戦」道路啓開を示す。人命救助の72時間の壁を意識し、発災後48時間以内に、各方向最低1ルートは道路啓開を完了することが目的とされている¹³⁾。

一方、一般道は、被災・液状化による沈下、がれきにより閉塞し、通行できない区間が大量に発生する。復旧には1か月以上を要することが見込まれている。特に、東日本大震災の時には、発災後1時間を経ずして大規模な交通渋滞(グリッドロック:車が全く動けなくなるような高度の交通渋滞、図4¹⁴⁾)が首都圏で生じた。鉄道が、運行を停止し、輸送手段が道路交通へ集中したことが大きな要因として挙げられる。東日本大震災時には、道路の損傷はみられなかったが、首都直下地震では、道路自体の損傷・建物の倒壊などによる閉塞など道路自体の問題の他、下記のとおり鉄道

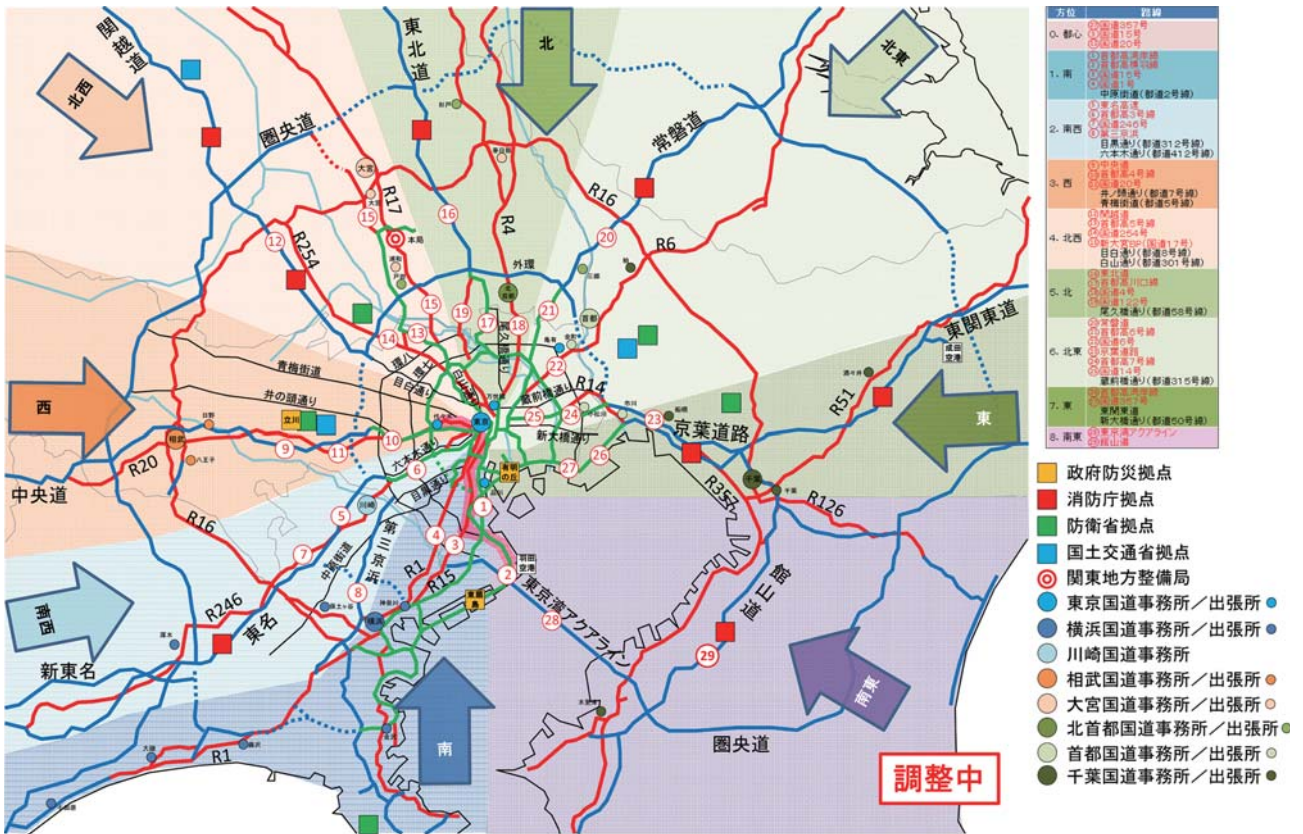


図3 首都直下地震発生時の道路啓開における「八方向作戦」

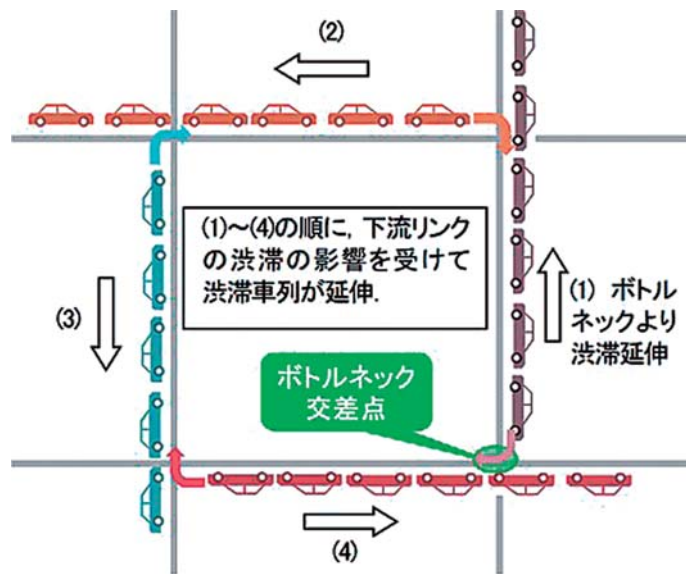


図4 グリッドロック現象 (文献 14 より)

の長期にわたる運行停止が慢性的な交通渋滞を引き起こす可能性が懸念されている¹⁵⁾。こうした交通渋滞の、一般車両、緊急車両への影響については、タクシーの走行速度、東京ガスの緊急車両の走行速度の検討がなされている¹⁶⁾。図5には、一般車両(タクシー)の走行速度の推移を示すが、翌日(3月12日)の午前6

時ころまでは平時よりも走行速度が遅くなっていたことが示されている。一方、図6には、緊急車両の走行速度と、一般車両の走行速度との比(ki値)を時刻別に検討が行われた結果をしめす。一般車両の速度が低下している時間帯においても、緊急車両の走行は特に国道で一般車両の走行速度が低下していたこともあり、

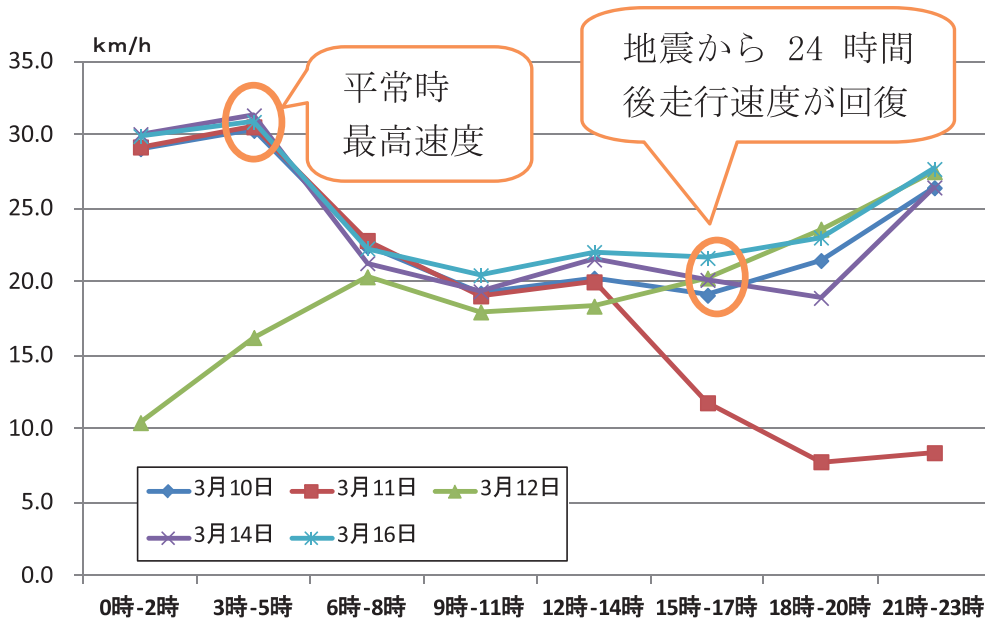


図5 東日本大震災直後の一般車両の走行速度
(文献16より改変)

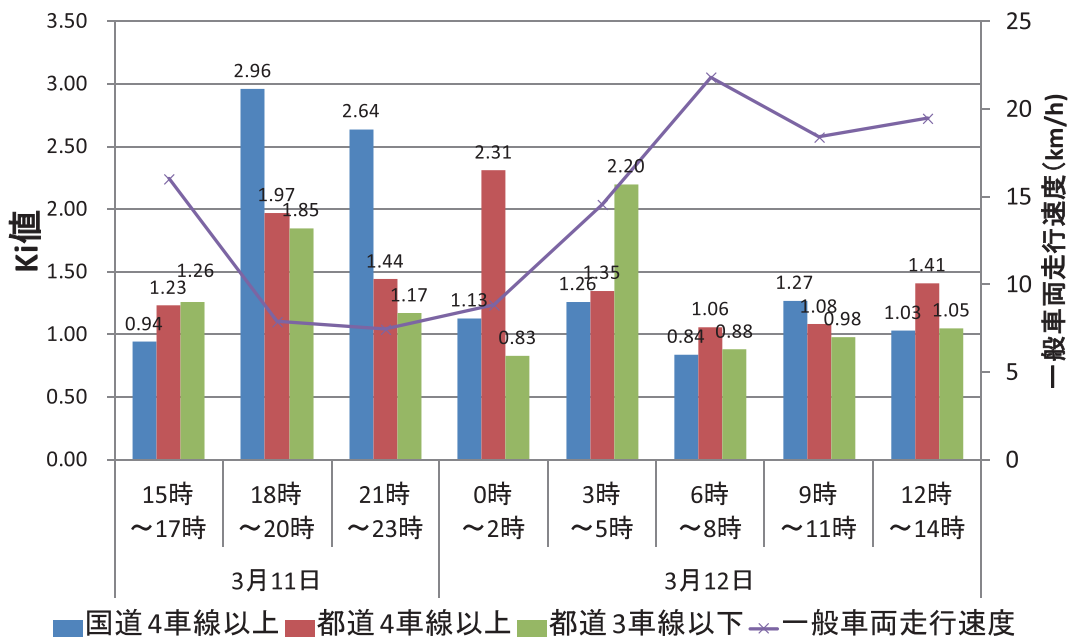


図6 一般車両の走行速度に対する緊急車両の走行速度の比率 (ki 値)
(文献16より改変)

ki 値は大きな値となっている。このことは、緊急車両では、少なくとも東日本大震災時の交通渋滞においては、受ける影響が相対的に少なかったことが明らかになっている¹⁶⁾。同様に東日本大震災におけるこうしたタクシーのデータを解析した検討からは、①日比谷通り、昭和通り、新大橋通り、中央通りなどの南北方向の道路、鍛冶橋通り、晴海通りなど東西方向の道路、②環状道路である山手通り、環状七号線と放射道路との交差部、③渡河部とそれにアクセスする道路、など

が長い距離のグリッドロックが発生した箇所として挙げられている。こうした箇所から連鎖的に広範囲のグリッドロックにつながっていったことが示されている(図7)¹⁷⁾。都内には、こうしたグリッドロックの発端となるボトルネック箇所が数多く分布しており(図8)、こうした災害時に大規模な交通渋滞のきっかけとなるボトルネックの把握、非常時を想定した交通運用のありかたを検討することが重要とされている¹⁸⁾。

街路の閉塞に与える要因についても、検証が行われ

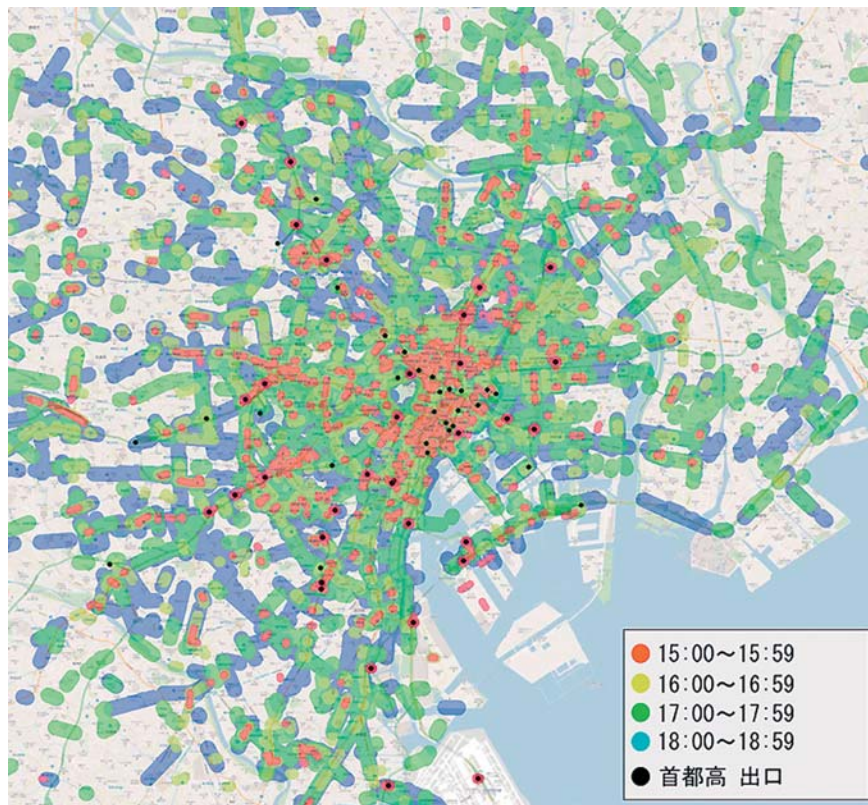


図7 東日本大震災当日のグリッドロックの拡大
(文献 17 より)



図8 東日本大震災時のボトルネック箇所 (1週間前との比較)
(文献 18 より)

ている。阪神・淡路大震災の検討では、地区によっては50%もの街路が通行不可能となっていたこと、建造物の被災程度、街路の幅員、歩道の幅員が地震後の通行可能幅員に影響していること、また車道幅員が8m以上の街路では、建造物の倒壊があっても車両による通行が概ね可能であったとしている。一方、幅員4m未満の街路では、被災度が高く、低層建築物の割合が高かった地域では70%以上の閉塞率となっている。電柱などのポール類はがれきに比較すると影響は大きくないが、調査地区によっては4分の1にあたる街路が影響を受けていたこと、また電線の垂れ下がりも影響することも示されている¹⁹⁾。首都直下地震では、特に東部、さらには多摩川周辺の橋梁で、液状化による段差の発生が懸念されている。特に上述のように渡河部は、東日本大震災においてもグリッドロックの発端となった箇所でもあり、交通への影響が大きいことが想定される²⁰⁾。

こうした道路の閉塞は、避難所への救援物資配送にも大きな影響を及ぼす可能性がある。避難所は、必ずしも緊急輸送道路に面しているわけではない。2019年の荒川区を対象とした首都直下地震における道路閉塞のシミュレーションでは、103か所の避難所のうち、19か所において20回のシミュレーションで2tトラックが到達できなかったとしている²¹⁾。対策として、沿道の建物の耐震化、無電柱化、液状化対策が挙げられているが、複数の避難所で経路を共有化することで、対策費用が軽減できる可能性が示されている²¹⁾。

鉄道に関しても、耐震補強工事はおおむね完了しているが、電気・信号設備などの被災により、復旧に時間を要し、運転再開には地下鉄で1週間程度、JR在来線・私鉄では1か月程度を要することも見込まれている。

羽田空港は、液状化の影響を受ける可能性、さらには、空港までのアクセスが困難となる可能性が想定される。港湾については、陥没・沈下などが耐震強化岸壁以外で生じ、機能が停止する。

傷病者の水上輸送に関して、行政が整備した72か所の既設の船着場のうち、震災初動期に水上輸送が可能で、輸送路の危険性が低い船着場は、若洲海浜公園、有明客船ターミナル、さらに荒川・隅田川の道路橋の耐震対策が完了した後、明石町、両国も使用可能となり、この4か所が傷病者の輸送基地として活用できる

とした2011年の報告がある²²⁾。

5) 燃料

ほとんどの製油所は点検と被災のため、精製を停止する。しかし、石油製品の形で国家備蓄・製品在庫が存在する。しかし、需要の増大と、交通渋滞による輸送能力の低下により、供給が困難となる可能性がある。また、ガソリンスタンドでは、停電による供給停止が多くの施設で見込まれる。

6) 流通

首都直下地震は、流通にも大きな影響を与える。飲食料品小売業、医薬品・化粧品小売業、コンビニエンスストアの小型店事業所では、店舗の全半壊率が首都圏全体で12~13%、東京都では17~19%ともされている。食料品スーパー・ドラッグストアの中・大型店事業所においても、首都圏全体で全半壊率が6~7%、東京都では8~9%に上ると推計されている。さらに、中間流通・製造事業所においても、湾岸部など震度の大きな地域に立地していることが多いため、首都圏全体で7~9%、東京都で11~12%の全半壊率とされている。こうしたことから、物資の不足もさることながら、販売店舗も大きな損害を受けることが示されている¹⁰⁾。

3. 発災後の対策

中央防災会議、首都直下地震対策検討ワーキンググループがまとめた首都直下地震の被害想定と対策についての最終報告において、発災後の対応については、時間経過を大きく3段階に分けた対策が考えられている²⁾。第一段階としては、発災直後の対応で、概ね10時間以内の対応となり、これは国の存亡にかかわる初動である。第二段階は、概ね100時間以内の初期対応で、命を救うことが目的となる。第三段階は、それ以降の対応であり、生存者の生活確保と復旧が目的となる。

(1) 情報の収集

災害対応業務プロセスは、従来様々なガイドライン、国内外の手順書により検討がなされてきている。表4には、こうした国内外の情報・検討を基にした、災害対応業務の体系例について示す²³⁾。一方、表5にはこ

表4 災害対応業務の体系例

ID	分類	ID	業務名	ID	分類	ID	業務名
1	組織運営	1	災害対策本部の設置・運営	6	被災者の生活支援	24	避難所の設置・運営
		2	計画立案（BCP、地域防災計画、地区防災計画等）			25	物資の調達・供給
		3	復旧・復興計画の策定・運用			26	要配慮者への支援
4	通信機能の確保・復旧	27	文教施設の対応、応急教育				
5	被害情報の収集・報告	28	義援金の受付・配分				
6	ハザード情報の収集・伝達	29	各種生活再建支援の実施				
2	情報	7	避難勧告の発令・伝達・避難支援	7	住宅再建	30	被災企業の状況把握・支援
		8	住民への全庁的広報・マスメディア対応・WEB 発信			31	応急危険度判定の実施
		9	相談窓口の設置・運営、電話対応			32	公的な建物・住居修理・解体の対応
		10	土地利用の検討	33	被害認定調査の実施		
3	人材運営	11	職員の動員・管理	8	社会基盤システム再建	34	罹災証明書等の交付
		12	視察等要人対応・議員対応			35	応急仮設住宅の建設・供給・管理
		13	相互応援要請・受援、活動調整			36	道路施設の被害状況把握・復旧
		14	自衛隊・広域消防の応援要請・受援			37	警備・交通規制対応
		15	ボランティアとの連携			38	公共交通機関の被害・運行状況把握
		16	自主防災組織等の支援			39	農地・農業施設の被害状況把握・復旧
4	救助・救急活動	17	職員による救急・救助活動	40	水道施設の被害状況把握・復旧及び応急給水		
		18	医療救護活動・衛生管理・心のケア	41	下水道施設の被害状況把握・復旧		
		19	捜索活動・遺体安置等	42	電力・ガス・通信・石油関連施設の被害・復旧状況把握		
5	財政・金融	20	物価安定対策の実施	43	山地・河川・海岸施設の被害状況把握・復旧		
		21	財源の確保	44	公共建物・施設の被害状況把握・復旧		
		22	災害関連の出納	45	危険物施設の状況把握・安全確保措置		
		23	災害救助法等災害関連法令の事務	46	道路上の障害物の除去		
						47	災害廃棄物の処理

(文献 23 より)

表5 災害対策業務における、必須の情報（EEIs）

1. 電力設備の位置やタイプ
2. 都市ガス施設の位置やタイプ
3. 上下水道の位置やタイプ
4. 道路ネットワークの状況（道路名称，橋梁位置，舗装の状況，沈下箇所など）
5. 鉄道ネットワークの状況（路線位置，鉄道種類，鉄道橋，沈下箇所など）
6. 航路・水路網の状況
7. 空港の状況
8. 災害対策本部の開設位置や状況
9. 車両・設備等の拠点
10. 物資配送拠点の位置等
11. 応援人員の活動拠点の位置や収容能力等
12. 避難勧告・指示等の発令状況（地域，発令種類，レベル等）
13. 人的被害状況（人数，状況，最新更新日時等）
14. 避難所状況（位置，収容能力，現在の人数等）
15. 民間の社会基盤設備（企業名，種類，位置等）
16. ハザード情報（地震動のマグニチュード，震源，位置，最大震度分布等）
17. 通信網の状況
18. 医療機関状況（位置，最大収容能力，現時点での収容能力，連絡先等）

(文献 23 より)

こうした災害対応業務における必須の情報（Essential Elements of Information, EEI）を示す。医療に関連する内容としても、表 5 18. 医療機関状況だけでなく、EEI を網羅することにより、より円滑な災害対策業務に役立てることが可能となる²³⁾。

(2) 災害時医療

災害時医療については、第二段階の対応として挙げられている²⁾。原則的に、外部からの救援部隊の投入には時間を要することが前提となり、地域でできる対応策を検討し、体制作りを進める必要がある。その中には、医薬品の備蓄も含まれる。表 6 には、災害時医療にかかわる、負傷者数、医療資源についてまとめら

表6 首都直下地震による負傷者数, 医療資源

○想定負傷者数	最大約 123,000 人
○想定重傷者数	最大約 24,000 人 (都区部約 13,000 人)
○東京都内の救急車数	337 台
○災害拠点病院数	東京都: 70 神奈川県: 33 千葉県: 19 埼玉県: 15
○全国の DMAT 数	1,150 チーム

(文献2より)

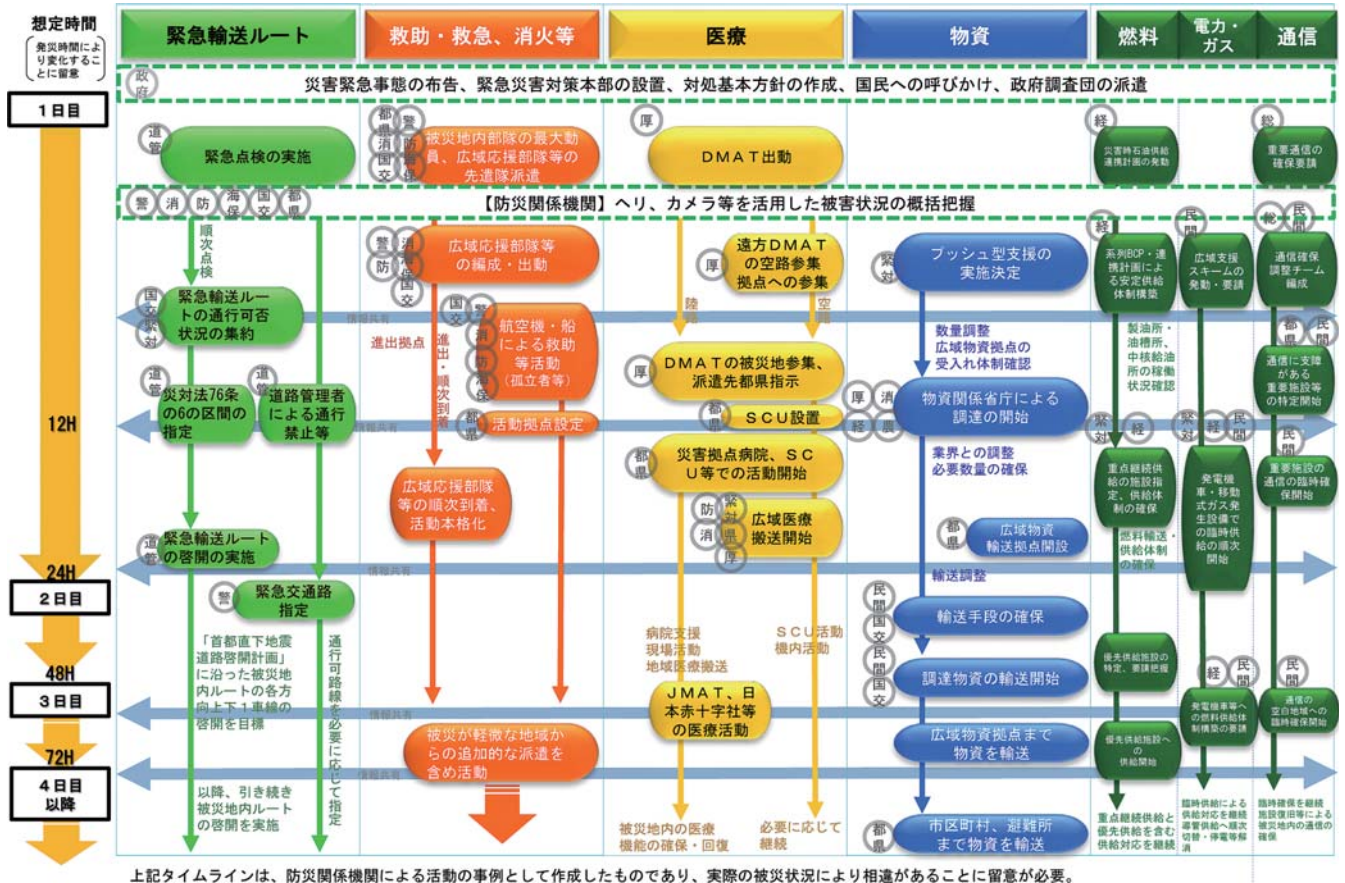


図9 首都直下地震における各活動の想定されるタイムライン (文献24より)

れている。

医療資源を重傷者や重篤な患者に充てるため、軽傷の場合には在宅や避難所などでの応急救護とし、中等傷の場合、地域の病院やクリニックなどでの処置を行うなど、症状に応じた対応が求められる。また、交通が問題となり、域内搬送において、災害拠点病院等への重傷者の搬送は、救急車だけではなく、一般車を利用した搬送の仕組みの検討、さらには透析患者においてバイクを使った搬送などの検討が必要と記載されている。

平成28年3月には、「首都直下地震における具体的な応急対策活動に関する計画」が中央防災会議幹事会

で策定され、その後公開された²⁴⁾。この中で、①首都直下地震では、建物倒壊・火災等による多数の負傷者と医療機関の被災に伴う多数の要転院患者の発生により、医療ニーズが急激に増大する、②被災地である1都3県には、災害拠点病院が162病院(平成31年4月現在 全国742病院の2割超)が存在し、これらの医療資源を最大限活用することが必要である、③DMAT等を全国から迅速に参集させ、被災地内において安定化処置などの最低限の対応が可能な体制の確保を図るとともに、被災地内で対応が困難な重症患者を域外へ搬送し、治療する体制を早期に構築する、としている(図9)²⁴⁾。病院の被災状況をランク付けしたうえで、

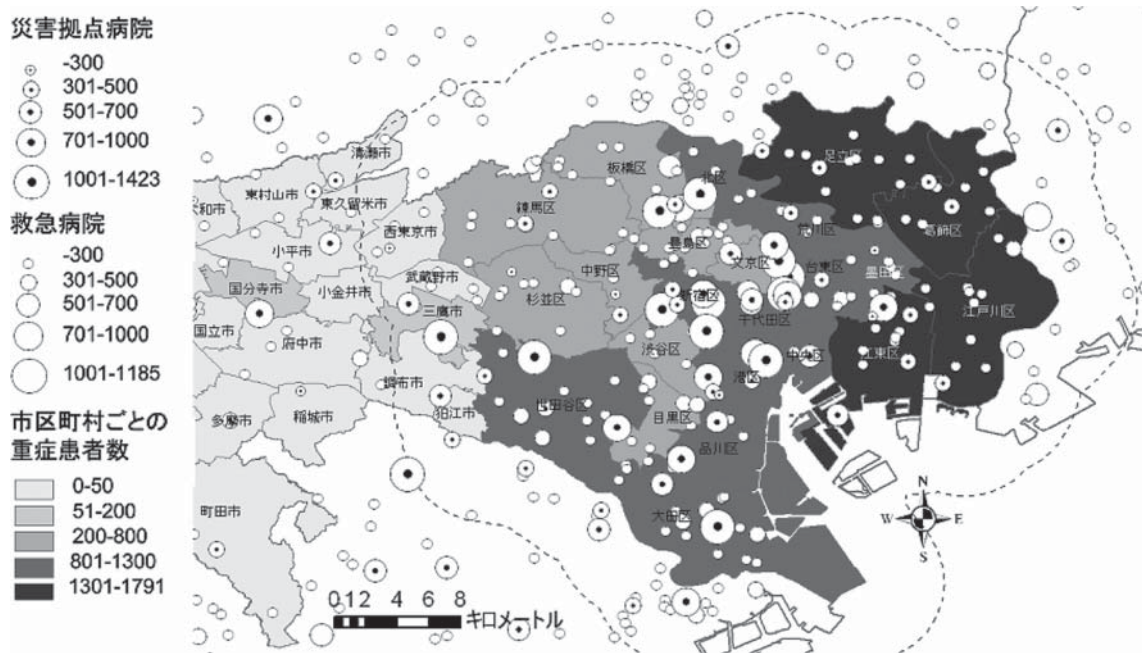


図10 東京湾北部地震時に予想される重症患者の分布と病院立地
(文献26より)

病院が受けた被害を様々な方策でカバーしつつ、病院機能を保つ「ダメージコントロール」をしながら、対応を変化させる。つまり、被害の程度に応じた医療の継続を行うという方向性が検討されている²⁵⁾。

図10には、当時の首都直下地震の一つである東京湾北部地震において、想定される重症患者の分布と、2008年当時の災害拠点病院・救急病院の分布をみたものである²⁶⁾。このように、重症者の分布と、病院立地との間には地理的な乖離が存在することが明らかである。2008年の検討ではあるが、地域別の災害拠点病院・救急病院への搬送患者がシミュレーションされている。3つのシナリオが検証されているが、搬送までの距離を最短にした場合、特に、東京都東部の域内での病院に患者が集中することが懸念されている。この報告では、東京都東部での災害拠点病院の必要性、さらには周辺地域への適切な患者誘導が重要であることが示されている²⁶⁾。同様の検討は、建物被害による道路閉塞・火災・渋滞を考慮し、重症者が一定時間内に車で病院に搬送可能かどうかについて行われており、区東部、区南部において、搬送の可能性が低いことが示されている²⁷⁾。人的資源でも同様であり、区東部・区東北部においては、処置前死亡が多いにもかかわらず、医療救護班が支援に入っても、医療スタッフの待機割合は発災当日にゼロとなることがシミュレーションの結果示されている²⁸⁾。

(3) 要支援者

東日本大震災では、高齢者・障害者の死亡率が顕著に高かったことが明らかになった。死者数のうち約6割が65歳以上の高齢者であり、障害者の死亡率は被災住民全体の死亡率の約2倍に上った^{29,30)}。こうした問題を受けて、「災害時要支援者の避難支援に関する検討会」の報告書³¹⁾において、発災直後の避難誘導、安否確認における課題として、名簿が作成されていなかったこと、また名簿情報が活用されなかったことが指摘されている³²⁾。

東日本大震災をうけた災害対策基本法の改正において、避難行動要支援者名簿の作成が市町村に義務化された。市町村が別の目的に所持している個人情報をも、この名簿の作成のために目的外利用すること、さらに、警察、消防、自主防災組織、社会福祉協議会などの「避難支援等関係者」に対して提供すること、あわせて提供する際の配慮、提供を受けたがわでの秘密保持義務が規定された。

平時には避難行動要支援者の同意のもと、災害時には同意を得ていなくても、避難支援等関係者への名簿情報の提供が可能となっている。具体的な内容としては、「避難行動要支援者の避難行動支援に関する取組指針」²⁹⁾が策定され、その中で示された事項の中に、発災時等における避難行動要支援者名簿の活用が盛り込まれ、発災時に活用されることが期待されている³²⁾。

(4) 自助・共助について

災害時における、三助（自助・共助・公助）において、都民の意識が調査されている。2012年に行われた都内在住者1,656人を対象としたweb調査の結果からは、20～29歳では首都直下地震ということばを知らない居住者が8.1%、被害想定をほとんど知らなかった・全く知らなかったとする都民が39.8%に上ることが示されている。高齢者では認知度は上昇するが、60～69歳においても、被害想定を知っていたとする回答者は24.9%にとどまった。さらに、隣人についてほとんど知らないと回答した者の割合は、20～29歳では59.0%、自治会・町内会への参加も全くしていないとする割合が79.1%に上っている。こうした、平素からの災害に対する認知の向上、また共助の基礎となる近所の付き合いについての介入が特に若年者で求められる³³⁾。

人口の高齢化も大きな課題を与えている。都心南部地震の被害想定結果をもとに、発災時の災害時要配慮者数と、支援可能者数を推定した検討では、2017年現在、全自立高齢者を含む全災害時要配慮者人口は6,490万人で、支援可能者人口は6,220万人となる。25年後の2042年には、全災害時要配慮人口6,400万人に対し支援可能者人口は4,510万人に減少し、3人を2人で支える状況（3：2）になると推計された。非被災地の（障害のある高齢者を除く）自立高齢者を「支援可能人口」と位置付けると、25年後でも3,400万人を7,400万人で支援すること（1：2）が可能と推計され、非被災地域で日常的に自立している「自立高齢者」が自助で震災の備えを実践し、発災後は支援者側に立ち、被災地の支援に取り組むことが求められるとされている³⁴⁾。

医療施設の中においても、災害対応としての優先事項が示されている。英国のAdvanced Life Support Groupは、Major Incident Medical Management and Support（大事故災害時の医療支援）という教育プログラムの中で、部門・災害の種類・場所などを越えて全ての災害対応で共通する7つの優先事項が示されており、頭文字をとって、CSCATTTと呼ばれている（C: Command, 指揮命令あるいは役割分担; S: Safety, 安全; C: Communication, 情報伝達; A: Assessment, 評価; T: Triage, トリアージ; T: Treatment, 治療; T: Transport, 搬送）。CSCAは運営について、TTTは

医療の提供についての原則が述べられている³⁵⁾。限られた人的資源により多数の傷病者に対して効率的にトリアージを行い、適切な治療を行うには、CSCATTTの手順に沿って対応することが重要とされている³⁶⁾。

(5) 情報伝達

災害時の情報伝達は、正確な情報をいかに効率よく伝達するかということが重要な課題となる。大地震における火災・道路閉塞といった物的被害と、避難者間の情報伝達、避難行動をモデル化し、仮想都市を用いた避難行動をシミュレーションした検討では、土地勘の有無、伝聞誤認による誤情報、人口密度などが大きく関連していることが示されている³⁷⁾。土地勘のある人（最短避難者）が避難者全員の0.2%存在するだけでも、土地勘がない人（探索避難者）の避難時間・リスクを半減でき、積極的に避難誘導を行う誘導者が0.1%存在し、発災から2時間誘導するだけでも、避難困難者数は大幅に低減することが示されている。さらに伝聞誤認率が0.1%でも避難時間とリスクが2倍以上となること、発災後3時間以降は、こうした誤情報は避難場所周辺に集中することが明らかにされている。また、人口密度が高い場合には、正確な情報・誤情報とも急速に拡大し、避難者の避難時間とリスクに悪影響が及ぶ³⁷⁾。

(6) 物資供給

東日本大震災の教訓を踏まえ、必要な物資を国が被災府県から具体的な要請を待たず、避難所の避難者へ必要不可欠と見込まれる物資を調達し、被災地に物資を緊急輸送するという、「プッシュ型物資輸送」が防災基本計画に盛り込まれた。実際には、被災地に物資が保管されていることに対する安心感などの一定の効果はあったが、事前の調整不足、情報の不足などから大きな混乱が生じたともされている³⁸⁾。物資の拠点の確保、輸送手段の確保、物資の仕分け・運搬などの人員確保、ニーズの把握の可否、被災地内物資の状況、情報把握体制の確保が特に重要であるとしている³⁸⁾。

4. 避難所

東京湾北部地震発生時には、東京都全域で339万人の避難者（避難所生活者）が発生し、このうち約220万人が避難所生活を強いられるともされている³⁹⁾。

東京都では、平成30年4月現在、都内で避難所2,964か所、福祉避難所1,397か所が確保されており、収容人数は約317万人とされている。一方、地震火災から住民の生命を守るために、避難場所が確保されており、都区部で平成30年6月現在213か所が指定されている。避難圏域は、避難場所までの距離が3km未満となるように指定されており、避難場所周辺での大規模な市街地火災が発生し、輻射熱を考慮した利用可能な空間として、避難計画人口1人あたり1m²以上が確保されている。さらに、近隣の避難者が避難場所へ避難するまでの間、一時的に集合して様子を見る場所、あるいは避難のために一時的に集団を形成する場所として、一時集合場所も設定されている⁴⁰⁾。

避難所については、自治の観点から地域における主体的な運営が行われる。避難所の運営に関しては、東日本大震災の教訓を受け、災害対策基本法が改正され、「避難所における良好な生活環境の確保に向けた取組指針（平成25年8月）」が策定された。具体的な地方自治体が行うべき業務として、避難所運営ガイドラインが内閣府から平成28年4月に公表された。この中で、避難所運営業務の大きな分類としての平時の備え、避難所の設置・運営、質の向上、避難所の解消という視点、さらには初動、応急期（3日目まで）、復旧期（1週間まで）、復興期の各フェーズにおける対応、また、避難所の円滑な運営のための連携協働体制づくりが述べられている⁴¹⁾。その中では、15. 配慮が必要な方への対応として、要配慮者への対策、福祉避難所への移動を検討する、施設・病院への入院・入所を検討するという項目があり、福祉避難所、施設・病院との連携が求められている。

一方、避難所の混雑度についても、地域差が見られることが示されている。東京湾北部地震（M7.3）の想定で、発災から2日後までの避難行動についてシミュレーションを行い、実際の避難所の混雑度を推定した検討がなされている⁴²⁾。この中で、一つの避難所あたりの人数が2,000人を超え、収容可能人員数に対する避難所生活者数の比率で表される「混雑度」が3を超えると推測される避難所が、荒川区・墨田区・大田区に多数存在することが示されている。断水被害、建物被害が避難の理由として大きいことも示されている⁴²⁾。

(1) 帰宅困難者

帰宅困難者への対応も非常に重要な課題である。東京都では、首都直下地震時には、517万人の帰宅困難者が発生することが想定されている⁴³⁾。しかしながら、現状では37万人分の一時滞在施設しか確保されておらず、膨大な数の帰宅困難者への対応について行政だけでは限界があることが課題として挙げられている⁴⁴⁾。こうしたことから、民間事業者による一時滞在施設の開設・帰宅困難者の受け入れも検討されている。東京都の特性として、通勤・通学で都内に昼間滞在している人口も多いため、発災時刻によっては、こうした帰宅困難者への対応が大きな課題として存在する⁴⁵⁾。

東日本大震災時の首都圏での帰宅困難者約5,000人を対象としたwebサーベイでは、7%で帰宅を開始したが、最終的に自宅に帰ることができなかったとしており、そのうち、約1/3では、就業場所、家族・知人宅以外の、宿泊施設、緊急設置避難場所、商店・飲食店、建物内、その他などで当日は滞在したとしている。少なからぬ人数がこうした匿名性の高い場所に滞留することが示されている⁴⁶⁾。

5. BCP（Business Continuity Plan）

我が国におけるBCPは、内閣府から、「事業継続ガイドライン第1版」が2005年8月に発表され、企業、各地方公共団体へと広まっていった。東日本大震災がきっかけとなり、2013年8月に3回目の改訂版が発表されているが、従来の被害を出さない防災対策重視のBCPから、被災を前提とした被害軽減対策重視のBCP策定へと方針転換がはかられている。レジリエンスがこうしたBCPでは、このため、重要と考えられるに至っており、Robustness（頑健性）、Redundancy（冗長性）、Resourcefulness（資源）、Rapidly（即応性）がレジリエンスの高さに関連するとされてきた⁴⁷⁾。一方、レジリエンスは、システム自体が持つものではなく、システムが行うものであるという考え、さらには想定されていない範囲の事象に対しても機能を継続する能力として、「予見能力」「注意能力」「対処能力」「学習能力」の4つの能力をあげ、それぞれ可能性要因、決定的要因、現実的要因、事実要因に対応している。しかし、実際には組織の規模、業務の内容により、レジリエンスの能力は異なり、より臨機応変な対応も求められることも指摘されている⁴⁷⁾。

6. 復興

災害復興は、日本災害復興学会によると、「被災された人々が生活を再建し、被災した地域社会の再生と、集落や市街地の安全化によって再度被災を軽減し、被災自治体が被災者と協働して取り組む地域再生と持続的発展を目指す取り組み」と定義されている。一方、従来の成長社会から、縮減しても、質的な満足を目指す持続可能社会へ社会全体の方向性・志向が変化してきている。こうした中で、被災後の復興の行方（復興、復旧、衰退）、さらにはその復興を評価する視覚（復興主体、復興対象、復興意向）の整理と、さらにはその評価を行う上での復興の概念を構成する9つの軸線（主体、対象、理念、目的、意向、空間、過程、未来、時制）が定義されている⁴⁸⁾。

7. 透析医療における災害対策

透析療法は、腎臓の機能の補助であるが、透析ができない状態が数日継続すると、生命のリスクが存在する。実際に、DOPPSの検討では、透析中止後の生存期間は平均7.8日、中央値6.0日とされている⁴⁹⁾。我が国においても、透析を見合わせた105人の検討で、生存期間は 5.4 ± 3.3 日とされている⁵⁰⁾。このため、いかに治療を継続できるかが透析患者の生命を確保する上で重要な課題となる。

一方、先の中央防災会議、首都直下地震対策検討ワーキンググループの検討で、首都直下地震による被害想定が報告されている。この報告では、冬18時、風速8m/sという気象条件で、建物被害は4.2%、死者0.05%、負傷者0.26%の割合で発生するとしている。東京都内の透析患者は435施設、32,682人とされており、この割合を当てはめると18施設、死者16人、負傷者85人と計算される。停電が約半数、断水が18~31%で発生するとされており、それらの施設を含むと実に366施設で透析ができなくなり、最大2万7千人に影響が出る可能性がある⁵¹⁾。

こうした透析ができなくなる患者の透析場所をいかに確保するかが重要な課題となる。

(1) 従来の災害時透析医療

阪神・淡路大震災で、透析医療が大きな影響を受けた経験をもとにして、日本透析医学会では、災害時情報ネットワークを立ち上げて、震災・災害救助法が適応されるような大規模災害に対して透析治療の情報が収集されてきた。このネットワークは、東日本大震災、熊本地震をはじめとして、何度となく活用され、大きな成果を上げてきている。また、行政も含むメーリングリスト(joho_ml@saigai-touseki.net)も運用されてきており、この二つが我が国の透析医療における災害

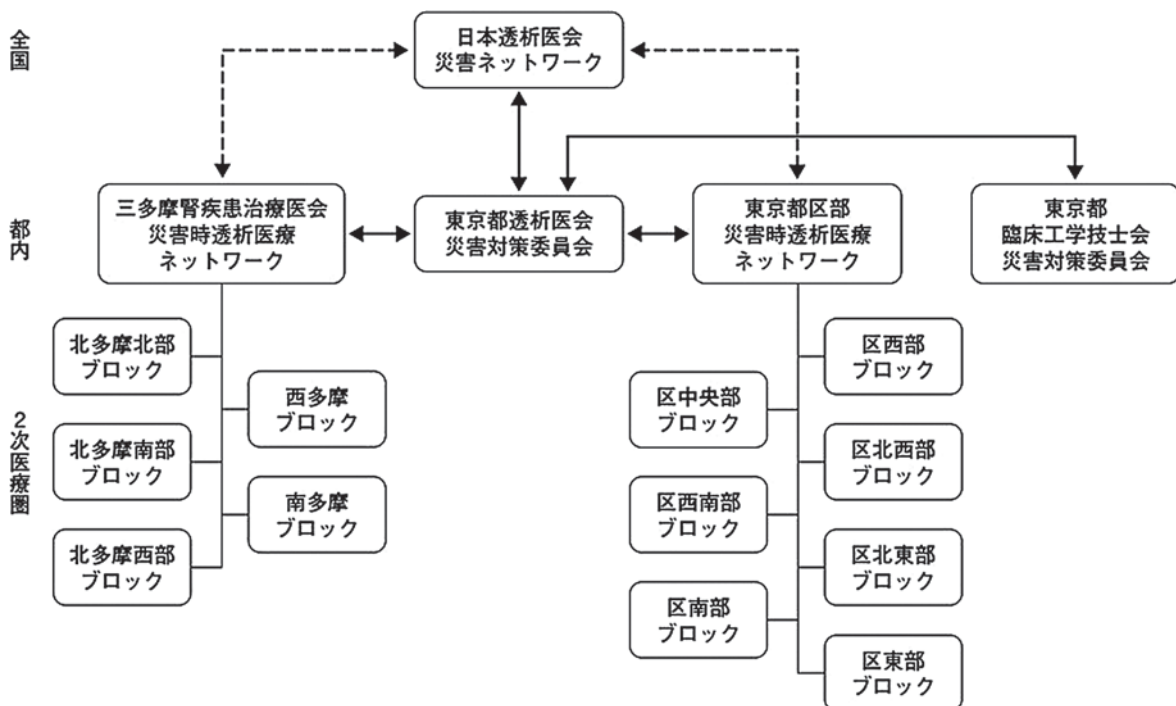


図 11 東京都の災害時透析医療ネットワーク

対策の情報共有ツールの原本として活用されてきている。

一方、東京都においては、従来、東京都区部災害時透析医療ネットワークと、三多摩腎疾患治療医会とが、日本透析医会の東京都の下部組織として、災害時に活動を行ってきた。それぞれのネットワークは都区部で7ブロック、三多摩で5ブロックのそれぞれの二次医療圏を基にして、ネットワーク内での情報の共有、有事の際の治療の確保を行ってきた。行政は、東京都福祉保健局が中心となって、対策が行われてきており、災害時における透析医療活動マニュアルを発刊し、東京都内の区市町村、さらには透析施設への情報提供を行ってきた。

透析医療における実働部隊として存在するのが、JHAT（日本災害時透析医療協働支援チーム）である。災害時に、①先遣隊による現地調査、②業務支援、③支援物資の供給を目的として組織されている。熊本地震、平成30年7月西日本豪雨、令和元年の千葉県ブラックアウトで実際に先遣隊の派遣、支援が行われた。

(2) 東京都透析医会の発足等⁵²⁾

2018年1月に、日本透析医会の下部組織として、東京都透析医会が設立された。同年5月に、災害対策委員会が発足し、東京都内での災害時の情報の集約化が図られてきている。図11にはこうした東京都における情報伝達の組織図を示すが、東京都透析医会は、従来の都区部ネットワーク、三多摩腎疾患治療医会の間を結び、都区部と三多摩との間での患者搬送時の窓口となることが期待されている。さらに、職能団体、行政、インフラ、さらには透析に関わる企業との窓口ともなり、情報のハブとして位置づけられる。

(3) 近隣県との連携

東京は、先述のように、近隣県からの通勤・通学者が多い。また、上記のように、首都直下地震においては、特に区東部・区東北部、区南部で大きな被害が発生し、東京都内だけでの対応は困難になることが想定される。逆に近隣県での大規模災害においては、施設数の多い東京都で対応をとることが求められることが想定される。こうした背景を基にして、実際の都県の間での窓口となる行政と、透析に関する医療者が一堂に会する災害時の透析医療確保に関する広域連携会議

が2019年から行われており、東京都、埼玉県、茨城県、神奈川県、千葉県、群馬県、栃木県、新潟県の1都7県の連携が行われてきている。従来の臨床工学技士の関東臨床工学技士協議会 災害情報伝達訓練と並び、透析に関わる医療者だけではなく、行政も参加した会で、首都直下地震においても、患者の搬送に大きな役割を持つことが期待される。

(4) 情報共有のツール：DIEMAS

東京都における災害時の情報共有のツールとして、2018年12月から稼働したのが、Tokyo DIEMAS (Tokyo Dialysis Information in Emergency Mapping System) である。東京都の全透析施設を地図上で表示させ、平時の情報を保持し、災害時に追加情報を入力することによって、①患者移送の情報の提供、②インフラ企業との連携によって、必要な場所へのインフラの集中、③行政、JHATとの情報共有、の重要なツールとして期待されている。

(5) 災害時における透析医療活動マニュアル改訂

東京都福祉保健局が発行している、阪神・淡路大震災を受けて平成9年に作成された災害時における透析医療活動マニュアルは、現在まで3回の改訂が行われている。上記のような東京都透析医会の発足等を踏まえ、現在改訂作業が行われている。

マニュアルは、大きく、①災害時の透析医療確保に向けた対策、②透析医療機関の災害対策マニュアル、③透析患者用マニュアル、の3部構成となっている。特に、東京都の災害時透析医療の枠組みを規定している災害時の透析医療確保に向けた対策においては、東京都透析医会、あるいは災害対策委員会の位置づけを明確化するとともに、二次医療圏を示す両ブロックのネットワークの下に、区市町村の窓口となる副ブロック長の役割を明確化し、近隣の施設グループと行政との橋渡しの役割を示した。現在改訂も最終段階となっており、近日中の発行が見込まれている。

D. 健康危険情報

特になし。

E. 研究発表

1. 研究発表

1. 安部貴之, 花房規男, 岡本裕美, 川崎路浩, 石森 勇, 村上 淳, 大坪 茂, 菊地 勘, 新田孝作, 土谷 健, 東京都透析医会災害対策委員会. 【透析医療における災害対策】首都直下型地震に対するシミュレーションと東京都内の透析関連団体の取り組み. 医工学治療 32(3) : 166-172, 2020.

2. 学会発表

1. 岡本裕美, 安藤亮一, 花房規男, 酒井 謙, 菊地 勘, 要 伸也, 尾田高志, 酒井基広, 川崎路浩, 安部貴之, 東京都区部災害時透析医療ネットワーク. 東京都における台風 19 号に関するアンケート調査報告. 第 65 回日本透析医学会学術集会・総会 (日本透析医学会雑誌 53(Suppl. 1) : 754, 2020).
2. 川崎路浩, 安藤亮一, 花房規男, 酒井 謙, 菊地 勘, 要 伸也, 尾田高志, 岡本裕美, 安部貴之, 東京都区部災害時透析医療ネットワーク. Tokyo DIEMAS による情報共有 災害対策の第一歩. 第 65 回日本透析医学会学術集会・総会 (日本透析医学会雑誌 53(Suppl. 1) : 608, 2020).
3. 近藤敦子, 小川哲也, 岡本裕美, 安部貴之, 川崎路浩, 酒井基広, 菊地 勘, 尾田高志, 要 伸也, 酒井 謙, 花房規男, 安藤亮一, 東京都区部災害時透析医療ネットワーク. 江東 5 区 + 荒川区の透析施設を対象とした大規模水害の被害想定に関するアンケート調査. 第 65 回日本透析医学会学術集会・総会 (日本透析医学会雑誌 53(Suppl. 1) : 440, 2020).
4. 花房規男, 菊地 勘, 川崎路浩, 酒井 謙, 杉崎弘章, 小川哲也, 尾田高志, 要 伸也, 田島真人, 本田浩一, 岡本裕美, 安部貴之, 今井早良, 上田聰美, 松岡由美子, 吉盛友子, 宿野部武志, 戸倉振一, 大坪 茂, 安藤亮一, 東京都透析医会災害対策委員会. 東京都透析医会における災害時透析医療の取り組み. 第 65 回日本透析医学会学術集会・総会 (日本透析医学会雑誌 53(Suppl. 1) : 440, 2020).

5. 吉盛友子, 今井早良, 上田聰美, 松岡由美子, 花房規男, 菊地 勘, 酒井 謙, 杉崎弘章, 小川哲也, 尾田高志, 要 伸也, 田島真人, 本田浩一, 川崎路浩, 岡本裕美, 安部貴之, 宿野部武志, 戸倉振一, 大坪 茂, 安藤亮一, 東京都透析医会災害対策委員会. 東京都災害時透析看護の会の活動報告 東京都における透析看護の災害対策. 第 65 回日本透析医学会学術集会・総会 (日本透析医学会雑誌 53(Suppl. 1) : 438, 2020).
6. 川崎路浩, 岡本裕美, 吉盛友子, 花房規男. Tokyo DIEMAS (緊急時透析情報共有マッピングシステム) の運用と課題. 第 65 回日本透析医学会学術集会・総会 (日本透析医学会雑誌 53(Suppl. 1) : 335, 2020).
7. 花房規男, 岡本裕美, 川崎路浩, 安部貴之, 菊地 勘, 安藤亮一, 東京都透析医会災害対策委員会. 東京都における大規模水害の想定とその対策. 第 65 回日本透析医学会学術集会・総会 (日本透析医学会雑誌 53(Suppl. 1) : 334, 2020).
8. 花房規男. 腹膜透析における災害対策. 第 26 回日本腹膜透析医学会学術集会・総会.

F. 知的財産権の出願・登録状況

特になし.

参考文献

- 1) 中山 学. 「国難」をもたらす巨大災害にどう対処すべきか～過去の災害を踏まえた今後の取り組み～. 現代社会研究 2019; 5 : 113-139.
- 2) 中央防災会議 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) 平成 25 年 12 月. 2013.
- 3) 国土交通省 都市局都市安全課 住宅局市街地建築課市街地住宅整備室. 「地震時等に著しく危険な密集市街地」について. https://www.mlit.go.jp/report/press/house06_hh_000102.html.
- 4) 加藤孝明. 将来を見据えた都市防火対策のあり方～都市構造・地域社会の変化と都市防火の課題～. 生産研究 2019; 71 : 837-843.
- 5) 鈴木雄太, 糸井川栄一. 地震火災時のリアルタイム避難誘導における未覚知火災の不確実性を考慮した避難経路の最適化. 地域安全学会論文集 2019; 35 : 253-262.
- 6) 消防庁消防大学校. 市街地火災時の「旋風」・「火災旋風」

- の現象解明をめざして. http://nrifd.fdma.go.jp/research/seika/kamitsu_toshi/senpu/index.html.
- 7) 東京都. 防災都市づくり推進計画 (改定) ~「燃えない」「倒れない」震災に強い安全・安心な都市の実現を目指して ~2016 (平成 28) 年 3 月. 2016.
 - 8) 泉谷清高. 首都直下地震における石油製品の供給予測—東日本大震災の事例から導く石油製品の供給予測—. 国際情報研究 2017; 14: 27-38.
 - 9) 師岡 悟, 久保大祐. 水道供給における地震対策. 電気設備学会誌 2008; 28: 470-473.
 - 10) 加藤弘貴. 首都直下地震の流通分野への影響に関する検討—流通関係事業所の建物被害, 飲料水需要の影響を中心として—. 流通情報 2012; 44: 4-13.
 - 11) 東京都水道局. 東京都水道局震災応急対策計画. 2019.
 - 12) 新谷康之. 東京都における下水道施設の地震・津波対策. 下水道協会誌 2013; 50: 31-33.
 - 13) 国土交通省. 道路啓開の基本の方針 (案) 直轄国道. 2014.
 - 14) 大島大輔, 大口 敬. シングルグリッドネットワークにおけるグリッドロック現象の発生条件. 土木計画学研究・論文集 2014; 70: I_629-635.
 - 15) 田村英之. 首都直下地震対策について一切迫性の高い大規模地震の被害想定と対策のポイント. 道路 2015; 888: 30-33.
 - 16) 津田圭介, 胡内健一, 許斐信亮, et al. 首都圏における地震後の緊急対応車両の走行状況に関する一考察. 地域安全学会論文集 2012; 18: 169-176.
 - 17) 清田裕太郎, 岩倉成志, 野中康弘. 東日本大震災時のグリッドロック現象に関する基礎的考察. 土木計画学研究・講演集 2012; 46: 112.
 - 18) 清田裕太郎, 岩倉成志, 野中康弘. 東日本大震災時のグリッドロック現象に基づく都区内道路のボトルネック箇所の考察. 土木学会論文集 D3 (土木計画学) 2014; 70: I_1059-1066.
 - 19) 家田 仁, 上西周子, 猪股隆行, et al. 阪神・淡路大震災における「街路閉塞現象」に着目した街路網の機能的障害とその影響. 土木学会論文集 1997; 576: 69-82.
 - 20) 市川督人. 首都直下地震における道路啓開計画について. JICE REPORT 2015; 28: 44-49.
 - 21) 長谷川究, 小早川悟, 後岡寿成. 大規模地震時における道路閉塞要因を考慮した避難所への救援物資配送に関する研究. 交通工学論文集 2019; 5: A_64-72.
 - 22) 宮崎 渉, 能登敬一, 及川寛永, et al. 首都直下型地震時における傷病者の水上輸送に関する研究. 環境情報科学論文集 2011; 25: 389-394.
 - 23) 沼田宗純. 特集: 首都直下地震-2. 被害をどう把握するのか, 総論: 危機対応の特徴. Bulletin of JAEE 2019; 36: 1-4.
 - 24) 中央防災会議幹事会. 首都直下地震における具体的な応急対策活動に関する計画 令和 2 年 5 月 29 日. 2020.
 - 25) 高橋礼子. 首都直下地震における災害医療体制~災害医療の『これまで』と『これから』. Medical Gases 2018; 20: 31-34.
 - 26) 大原美保, 日黒公郎. 首都直下地震時における病院への重症者搬送数の推計. 生産研究 2008; 60: 555-560.
 - 27) 大原美保, 姜菲. 首都直下地震時における病院への重傷者の搬送ニーズに関する分析. 日本地震工学会論文集 2016; 16: 56-68.
 - 28) 布施理美, 鈴木進吾, 布施 明, et al. 施策検討を可能とする首都直下地震を想定した災害医療シミュレーション・システムの開発. 日本医科大学医学会雑誌 2019; 15(4): 170-181.
 - 29) 内閣府 (防災担当). 避難行動要支援者の避難行動支援に関する取組指針 (平成 25 年 8 月). 2013.
 - 30) 中田敬司. 日本における災害医療の新たな課題とその対策について. 現代社会研究 2015; 1: 20-42.
 - 31) 内閣府 (災害時要援護者の避難支援に関する検討会). 災害時要援護者の避難支援に関する検討会報告書 (平成 25 年 3 月). 2013.
 - 32) 首藤由紀, 田中達也, 田中諒介, et al. 近年の防災・減災対策におけるトピックス. 安全工学 2015; 54: 354-361.
 - 33) 森康俊. 「首都直下地震に関する都民調査」概要報告. 災害復興研究 2013; 5: 39-45.
 - 34) 中林一樹. 首都直下地震への対策の歴史と最前線, そして展望. 基礎工 2018; 46: 2-9.
 - 35) Carley S, Mackway - Jones K, Advanced Life Support Group. ホスピタル MIMMS 大事故災害への医療対応—病院における実践的アプローチ. 大阪: 永井書店; 2009.
 - 36) 大原美保, 橋田要一, 原田賢治, et al. 医師・看護師向けの地震時の初動対応 E-ラーニングの開発と学習効果の評価. 生産研究 2008; 60: 285-290.
 - 37) 大佛俊泰, 土屋拓也. 大地震時の広域避難における情報伝達の影響. 日本建築学会計画系論文集 2017; 82: 2325-2333.
 - 38) 沼田宗純, 井上雅志, 日黒公郎. 2016 年熊本地震におけるプッシュ型物資輸送の考察とプッシュ型物資輸送の発動要件の提案. 生産研究 2018; 70: 257-265.
 - 39) 東京都防災会議. 首都直下地震等による東京の被害想定報告書. 2012.
 - 40) 東京都. 避難所及び避難場所. <https://www.bousai.metro.tokyo.lg.jp/bousai/1000026/1000316.html>.
 - 41) 内閣府 (防災担当). 避難所運営ガイドライン (平成 28 年 4 月). 2016.
 - 42) 大佛俊泰, 荻野光司, 廣川典昭, et al. 想定東京湾北部地震時における避難所の混雑度について. 日本建築学会計画系論文集 2019; 84: 1521-1530.
 - 43) 東京都. 今後の帰宅困難者対策に関する検討会議. 今後の帰宅困難者対策に関する検討会議報告書. 2018.
 - 44) 新藤 淳, 村上正浩, 廣井 悠, et al. 新宿駅周辺地域における帰宅困難者一時滞在施設開設支援手法の開発. 日本地震工学会論文集 2019; 19: 296-305.
 - 45) 大佛俊泰, 大谷郁子. 首都直下型地震を想定した防災計画のための鉄道利用者の時空間分布推定. 地理情報システム学

- 会講演論文集 2005; 14: 453-458.
- 46) 高田和幸, 杉山茂樹, 藤生 慎. 東北地方太平洋沖地震により生じた首都圏の帰宅困難者の行動特性分析—首都圏における鉄道通勤者を対象として—. 土木学会論文集 A1 (構造・地震工学) 2012; 68: I_976-983.
- 47) 畠山慎二, 坂田朗夫, 川本篤志, et al. レジリエンスの考え方に基づく企業 BCP の実効性担保に関する提案. 土木学会論文集 F6 (安全問題) 2014; 70: I_84-92.
- 48) 中林一樹. 日本における「復興」とは何か—成長社会の復興と持続可能社会の復興—. 日本災害復興学会論文集 2020; 15: 1-10.
- 49) Fissell RB, Bragg-Gresham JL, Lopes AA, et al. Factors associated with “do not resuscitate” orders and rates of withdrawal from hemodialysis in the international DOPPS. *Kidney Int* 2005; 68: 1282-8.
- 50) 大平整爾. 【透析の導入・継続・中止】透析の中止 日本における透析中止の現況とあり方. *臨牀透析* 1998; 14: 1341-1347.
- 51) 安部貴之, 花房規男, 岡本裕美, et al. 【透析医療における災害対策】首都直下型地震に対するシミュレーションと東京都内の透析関連団体の取り組み. *医工学治療* 2020; 32: 166-172.
- 52) 花房規男, 菊地 勘, 川崎路浩, et al. 東京都の災害対策医療の現状 東京都透析医会災害対策委員会の取り組み. *日本透析医会雑誌* 2019; 34: 189-200.