

第2回防災に関する日本学術会議・学協会・府省庁の連絡会～災害時医療と理工学分野の連携～、日本学術会議講堂、令和元. 6. 13

## 災害時の医療施設における給水確保のための ソフト・ハード対策の推進



公益社団法人 日本水環境学会

秋葉 道宏、島崎 大



(国立保健医療科学院 生活環境研究部)

### 近年の自然災害による断水の発生状況

#### ●主な地震による断水の発生

(厚生労働省調べ)

発生日	地震名等	最大震度	地震規模(M)	断水戸数(万戸)	最大断水日数
H7. 1.17	阪神・淡路大震災	7	7.3	約 13	90日
H16.10.23	新潟県中越地震	7	6.8	約 13	約1ヶ月 <sup>1)</sup>
H19. 3.25	能登半島地震	6強	6.9	約 1.3	13日
H19. 7.16	新潟県中越沖地震	6強	6.8	約 5.9	20日
H20. 6.14	岩手・宮城内陸地震	6強	7.2	約 0.55	18日 <sup>2)</sup>
H20. 7.24	岩手県沿岸北部を震源とする地震	6弱	6.8	約 0.14	12日
H21.8.11	駿河湾を震源とする地震	6弱	6.5	約7.5※	3日
H23.3.11	東日本大震災	7	9.0	約 256.7	約5ヶ月 <sup>3)</sup>
H26.11.22	長野県神城断層地震	6弱	6.7	約 0.13	24日
H28.4.14-16	平成28年熊本地震	7	7.3	約 44.6	約3ヶ月半 <sup>4)</sup>
H28.10.21	鳥取県中部地震	6弱	6.6	約1.6	4日
H30.6.18	大阪府北部を震源とする地震	6弱	6.1	約9.4	2日
H30.9.6	北海道胆振東部地震	7	6.7	約6.8	約1ヶ月半 <sup>4)</sup>

1)道路復旧等の影響地域除く、2)全戸避難地区除く、津波地区等除く、4)家屋損壊地域除く

## ●主な風水害等による断水の発生

(厚生労働省調べ)

発生時期	名称	地域	断水戸数(戸)	最大断水日数(日間)
H22.6中旬～7中旬	平成22年梅雨期豪雨	山口県、秋田県、広島県等	約17,000	6
H23.7下旬	平成23年7月新潟・福島豪雨	新潟県、福島県	約50,000	68
H23.8下旬～9上旬	台風12号	和歌山県、三重県、奈良県等	約54,000	26*
H25.7下旬	梅雨期豪雨	山形県、山口県、島根県等	約64,000	17
H26.7中旬～8中旬	平成26年8月豪雨	高知県、長野県、広島県、北海道等	約55,000	36
H27.7中旬	台風11号	香川県、鹿児島県等	約2,000	10
H27.9上旬	平成27年9月関東東北豪雨	茨城県、栃木県、福島県、宮城県	約9,300	11
H28.1中旬	低温(寒波)による凍結被害	九州を含む西日本各地	約504,000	6
H28.8下旬	台風10号	北海道、岩手県等	約17,000	40
H29.7上旬	九州北部豪雨	福岡、大分等	約3,000 <sup>1)</sup>	23 <sup>1)</sup>
H30.1～2	低温(寒波)による凍結被害	北陸地方、中国四国地方	約36,000	12
H30.7	平成30年7月豪雨	広島、岡山、愛媛等	約263,000	38 <sup>1)</sup>
H30.9	台風28号	大阪、京都、和歌山	約16,000	12

1)家屋損壊地域除く

## 医療施設の被災事例

### ●平成7年(1995年)兵庫県南部地震:都市直下型震災

#### ● 被害状況

- 本地震による死者6,434人、重軽傷者43,792人、住宅被害は639,686棟

#### ● 医療施設への被害

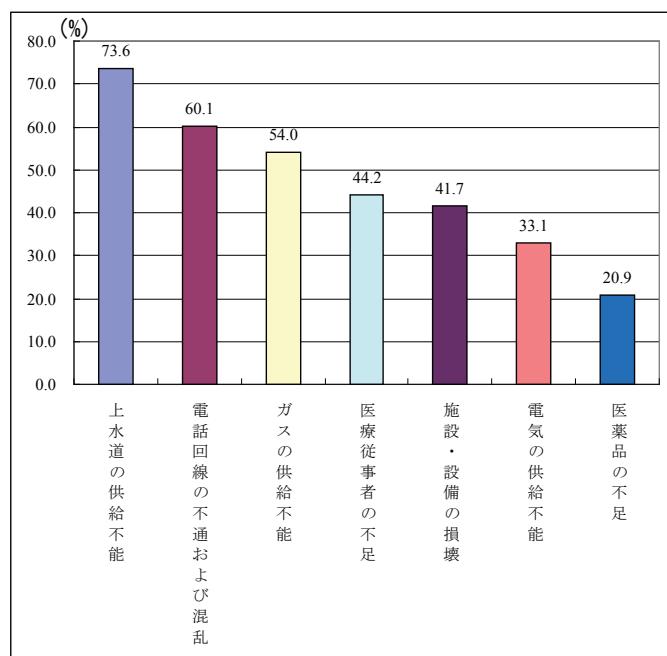
(兵庫県調べ)

- 神戸市内2,251医療施設(22,302病床)のうち、全壊・全焼被害が314施設(約14%)。
- 医療器具の滅菌不能、トイレ用水の不足、調理への影響等の支障。

#### ● 透析施設への被害

- 兵庫県下104透析施設のうち、66施設(約63%)に建物被害。ライフラインの途絶等により、1,700人を超える患者が兵庫県内外で臨時透析を受けた。

- 兵庫県が震災後に医療機関に実施したアンケート調査結果によれば、罹災により医療・診療機能を低下させた原因として、7割以上の施設が「上水道の供給不能」を挙げた。



## ● 医療用水供給の復旧

- ・神戸市内の3施設において医療用水の常時供給までに5日～2週間を要し、かつ、平常時使用量の数%～30%しか水量を確保できなかった。
- ・震災後に新たに自己水源(地下水)併用に切り替えた施設があった。

## ● 平成16年(2004年)新潟県中越地震:中山間地域型地震

### ● 被害状況

- ・本地震による死者68人、重軽傷者4,795人、建物全壊3,175棟、半壊13,810棟、中山間地域を中心として生活基盤に壊滅的な被害。

### ● 医療施設への被害

- ・新潟県内全139病院のうち、軽微なものも含めて47施設(約34%)で被害があった。建物被害が甚大な3施設では全入院患者を他の病院へ移送した。
- ・ほぼすべての施設で病院内部および外部の水道施設に被害があり、水供給が停止した。
- ・各施設への給水量は、一日の平均使用量の約1割から2割程度まで減少した。

### ● 透析施設への被害

- ・新潟県内50施設のうち5施設で被害、そのうち震源地に近い3施設(117床)において透析治療の実施が不能となった。
- ・336人の患者が近隣および遠隔地の透析施設で治療を継続した。
- ・透析不能期間は、2施設が2日間、1施設が6日間に及んだ。

## ● 平成23年東北地方太平洋沖地震:広域型巨大震災

### ● 被害状況

- ・死者15,893、行方不明者2,556名、重軽傷者6,152名、建物被害訳120万戸
- ・全国の総断水戸数は256.7万戸、余震により応急復旧期間が長期化、1万戸未満まで減少は6月末、復旧ほぼ完了は9月末。

### ● 医療施設への被害

- ・岩手県・宮城県・福島県内の380施設のうち10施設が全壊、290施設が一部損壊を被り、被災直後における外来患者や入院患者の受入制限・不可の状況。
- ・津波被害による死者、行方不明者が顕著であり、負傷者は比較的少なかったものの、長期間に渡り慢性疾患を持つ被災者に対する医療ニーズが高い状態。

### ● 透析施設への被害

- ・全国314施設において透析室の操業不能に至っており、そのうち92施設は4日間以上に及んだ。操業不能の主な原因として、震度4以下は停電が、震度5弱以上では断水や施設・機器の破損が中心であった。
- ・操業不能に伴って161施設が支援透析を依頼し、42都道府県の992施設において、のべ10,906名の患者を受け入れた。

## ●平成21年兵庫県佐用町(台風9号):中山間地型風水害

### ●被害状況

- ・8月9～10日に台風9号が来襲、1日最大降雨量326.5mmを記録。死者18名、行方不明2名、家屋全半壊891棟、床上・床下浸水899棟など。
- ・被災直後より水道が断水、被災翌日から自衛隊および近隣水道事業体による応急給水を実施、8月26日には断水が解消した。

### ●医療施設への被害

- ・自己水源(地下水)のみを用いている2施設のうち、1施設において泥水の水源流入と地下電気設備の水没による停電で医療用水の供給が不能となった。

### ●医療用水供給の復旧状況

- ・健康福祉事務所の指導のもと、病院と水道事業体との間で協議を行い、医療用水の給水量及び安全確保のために簡易水道事業に接続した。
- ・簡易水道へ接続するまでの約4ヶ月間は、約20～40m<sup>3</sup>/日の水道水を給水タンク車により受水槽等へ運搬給水した。



## ●平成30年7月豪雨:広域型風水害

### ●被害状況

- ・本年6月28日～7月8日にかけ、台風7号および梅雨前線の影響により西日本を中心に全国的に集中豪雨が発生。
- ・計11府県で大雨特別警報が発表。死者227名、行方不明10名、家屋全半壊16804棟、床上・床下浸水29482棟など。
- ・全国の総断水戸数は約26.3万戸、8月13日までには全て断水が解消した。

### ●医療施設への被害

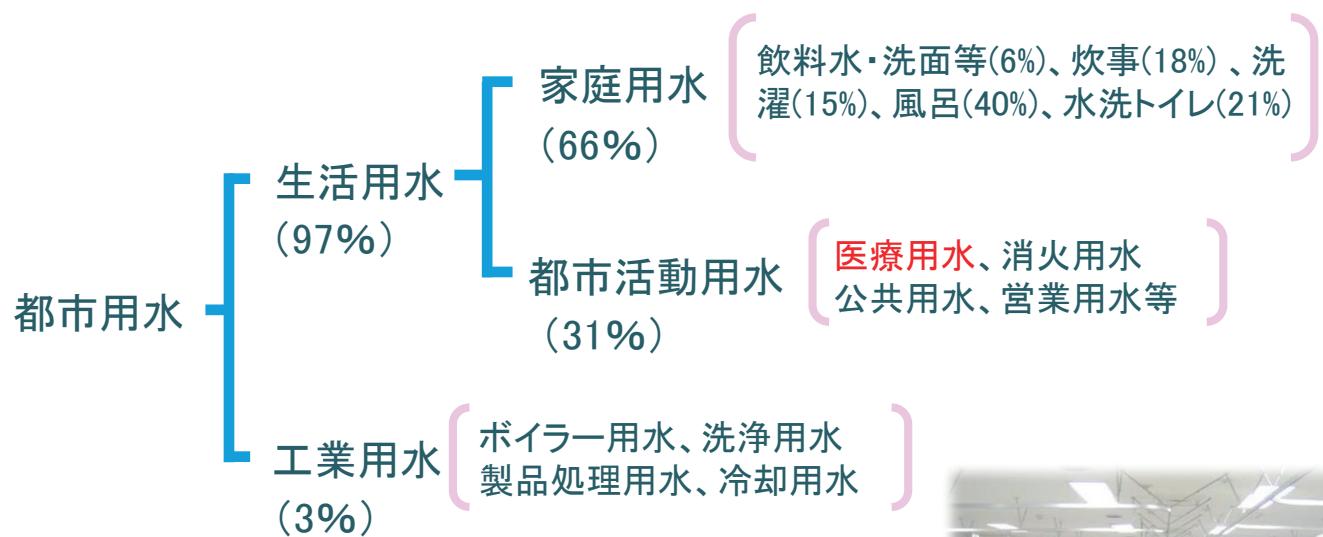
- ・1府5県の最大95医療施設に被害が発生、7月14日時点で74施設が要支援、その原因のほとんどは断水による医療用水の確保不能であった。

### ●透析施設への被害

- ・岡山県倉敷市内の1施設において施設損傷により透析不可、復旧に1～2ヶ月を要するため周辺の透析施設にて外来・入院患者の受け入れ。
- ・広島県内では7月14日時点で13施設が断水による影響、うち10施設は水道局や自衛隊による給水支援を受けて透析を実施、3施設は透析効率を変更する等による対応。ほか、交通遮断による通院不可の患者に対し周辺施設で対応。

## 水使用形態の区分と断水の発生

### ●水使用形態の区分



・国土交通省、H27

・家庭用水の括弧内は使用目的別割合(東京都水道局、H27)



### ●医療用水の主たる用途と断水の発生

#### ・医療行為

診察、手術、透析、医療機器の洗浄・滅菌、感染症対策

#### ・入院患者の生活

食事、トイレ、洗面、風呂、洗濯

#### ・施設の管理

空調、ボイラー、清掃、散水

#### 断水の発生

#### ・水量不足

→医療行為への支障

透析医療の停止、手術部機能停止、滅菌業務不能、衛生環境の悪化、冷却用水など設備運転用水の不足

#### ・水質異常

→患者への健康影響の恐れ  
透析患者への健康被害、感染症発生の恐れ等

## 医療施設の水使用量と水質

### ● 病院の水使用量

- ・1床1日平均使用量: 1,290 ℥／床・日 (n=45) (空気調和衛生工学便覧、H22)
- ・1床1日平均使用量: 407.9 ℥／床・日 (全国、n=404) (望月、S62)
- ・1床1日平均使用量: 890 ℥／床・日 (国立病院、n=98) (岡野ら、H27)

(参考)

- ・生活用水使用量の1人1日平均使用量(都市活動用水を含む): 283 ℥／人・日 (有収水量ベース) (国土交通省、H27)
- ・特別養護老人ホームの1人1日平均使用量: 425 ℥／人・日 (入所者あたり、全国、n=376) (Sagehashi M, Akiba M, 2018)
- ・特別養護老人ホームの1人1日平均使用量: 253 ℥／人・日 (入所者+職員+訪問者あたり、全国、n=287) (Sagehashi M, Akiba M, 2018)
- ・特別養護老人ホームの1人1日平均使用量: 411 ℥／人・日 (入所者あたり、東京、n=13) (Sagehashi M, Akiba M, 2018)

### ● 医療用水(水道水)の水質

#### ・水道水質基準制度



- ・具体的基準を省令で規定
- ・重金属、化学物質については浄水から評価値の10% 値を超えて検出されるもの等を選定
- ・健康関連31項目+生活上支障関連20項目
- ・水道事業者等に遵守義務・検査義務あり

- ・水質基準に係る検査等に準じた
- ・評価値が暫定であったり検出レベルは高くないものの水道水質管理上注意喚起すべき項目
- ・健康関連13項目(農薬類を含む)+生活上支障関連13項目

- ・毒性評価が定まらない、浄水中存在量が不明等
- ・全47項目について情報・知見を収集

(厚生労働省水道課)

## ・水質基準項目(健康に関連する項目)

No	項目	基準値 (mg/l)	No	項目	基準値 (mg/l)
1	一般細菌	100個/ml	17	ジクロロメタン	0.02
2	大腸菌	不検出	18	テトラクロロエチレン	0.01
3	カドミウム及びその化合物	0.003	19	トリクロロエチレン	0.01
4	水銀及びその化合物	0.0005	20	ベンゼン	0.01
5	セレン及びその化合物	0.01	21	塩素酸	0.6
6	鉛及びその化合物	0.01	22	クロロ酢酸	0.02
7	ヒ素及びその化合物	0.01	23	クロロホルム	0.06
8	六価クロム化合物	0.05	24	ジクロロ酢酸	0.03
9	亜硝酸態窒素	0.04	25	ジブロモクロロメタン	0.1
10	シアン化物イオン及び塩化シアン	0.01	26	臭素酸	0.01
11	硝酸態窒素及び亜硝酸態窒素	10	27	総トリハロメタン	0.1
12	フッ素及びその化合物	0.8	28	トリクロロ酢酸	0.03
13	ホウ素及びその化合物	1.0	29	ブロモジクロロメタン	0.03
14	四塩化炭素	0.002	30	ブロモホルム	0.09
15	1,4-ジオキサン	0.05	31	ホルムアルデヒド	0.08
16	シス-1,2-ジクロロエチレン及び トランス-1,2-ジクロロエチレン	0.04			

## ・水質基準項目(性状に関連する項目)

No	項目	基準値 (mg/l)	No	項目	基準値 (mg/l)
32	亜鉛及びその化合物	1.0	42	ジェオスミン	0.00001
33	アルミニウム及びその化合物	0.2	43	2-メチルイソボルネオール	0.00001
34	鉄及びその化合物	0.3	44	非イオン界面活性剤	0.02
35	銅及びその化合物	1.0	45	フェノール類	0.005
36	ナトリウム及びその化合物	200	46	有機物(TOC)	3
37	マンガン及びその化合物	0.05	47	pH	5.8-8.6
38	塩化物イオン	200	48	味	異常でない
39	硬度(Ca, Mg等)	300	49	臭気	異常でない
40	蒸発残留物	500	50	色度	5度
41	陰イオン界面活性剤	0.2	51	濁度	2度

## ・塩素消毒

(衛生上の措置)

水道法第22条 水道事業者は、厚生労働省令の定めるところにより、水道施設の管理及び運営に関し、消毒その他衛生上必要な措置を講じなければならない。

### 施行規則

(衛生上必要な措置)

第17条 法第22条の規定により水道事業者が講じなければならない衛生上必要な措置は、次の各号に掲げるものとする。

三 給水栓における水が、遊離残留塩素を0.1mg/l以上保持(結合残留塩素の場合は、0.4mg/l以上)以上保持するように塩素消毒をすること。ただし、供給する水が病原生物に著しく汚染されるおそれがある場合又は病原生物に汚染されたことを疑わせるような生物若しくは物質を多量に含むおそれがある場合の給水栓における水の遊離残留塩素は、0.2mg/l以上(結合残留塩素の場合は、1.5mg/l以上とする。

## ・透析用水の必要量と水質

### 透析用水の化学的汚染基準（管理基準値）

- ・透析用水は主に水道水を原水として、医療施設(透析用水作製装置)において造水(精製)
- ・透析治療は、週に3回、1回あたり4~5時間、およそ120ℓの水が必要
- ・(一社)日本透析医学会、(公社)日本臨床工学技士会では、透析用水の生物学的汚染基準(生菌数、エンドトキシン(ET)活性値)、化学的汚染基準を設定(平成28年度透析液水質基準)

グループ	汚染物質	汚染基準 (mg/L)	水道水質基準 (mg/L)
第 I	アルミニウム	0.01	0.2
	総塩素	0.1	設定無し
	銅	0.1	1
	フッ化物	0.2	0.8
	鉛	0.005	0.01
	硝酸塩 (asN)	2	10
	硫酸塩	100	設定無し
	亜鉛	0.1	0.1
第 II	カルシウム	2	300 (硬度成分として)
	マグネシウム	4	
	カリウム	8	設定無し
	ナトリウム	70	200

第Ⅰグループ：透析での毒性が報告されている物質  
第Ⅱグループ：透析液に通常含まれている電解質

# 災害時における医療施設の給水確保のためのハード・ソフト対策

## ハード対策

### ● 医療施設

- ・井戸等の自己水源、適切な容量の受水槽の保有
- ・医療施設の建物、受水槽や給水管等の給水設備の耐震化
- ・透析用水作製装置の耐震化

### ● 水道事業体

- ・基幹病院等の重要給水施設に至る管路等について、優先的な耐震化
- ・重要度の高い浄水場の耐震化

災害時においても病院の診療機能を  
3日程度維持するための給水の確保

## ソフト対策

### ● 医療施設

- ・事業継続計画(BCP)の考え方に基づいた災害対応マニュアル策定
- ・相互応援協定の締結

### ● 水道事業体

- ・応急給水活動計画などを含む災害対応マニュアル策定
- ・応急給水にあたって、医療施設は、重要給水施設に位置づけ、優先給水の実施
- ・資機材の備蓄
- ・相互応援協定の締結や合同訓練の実施

## ●水道事業者による重要給水施設の設定

- ・重要給水施設は、**医療機関**、避難場所・避難地、避難所、福祉施設および防災拠点等に大別される。
- ・ほぼ全ての水道事業者が医療機関を重要給水施設に選定している。
- ・**災害拠点病院**や**救急告示医療機関**等の災害医療上重要な医療機関や**人工透析**を行う医療機関を選定している。
- ・上記以外の医療機関については病床数により対象を選定している。(病床数が20以上、50以上、100以上、200以上等)
- ・医療機関のうち、**地下水等の自己水源を使用していないもの**を重要給水施設に選定している。

(厚生労働省水道課「水道施設耐震化推進調査報告書(平成27・28年度)」)

## ●政府「防災・減災、国土強靭化のための3か年緊急対策の実施」

(H30.12.14、厚生労働省資料から)

- 平成30年7月豪雨、平成30年台風21号、平成30年北海道胆振東部地震等により、これまで経験したことのない事象が起こり、重要インフラの機能に支障を来すなど、国民経済・生活に多大な影響が発生した。国民経済・生活を支え、国民の命を守る重要インフラが、あらゆる災害に際して、その機能を発揮できるよう、全国で緊急点検を実施。

→ 厚生労働省関係の点検項目(合計8項目)うち、①災害拠点病院等の給水設備、自家発電設備の整備状況、②水道施設の土砂災害や浸水災害等への対応状況、水道施設管路の耐震化状況

### ● 水道施設(水道管路):全国の上水道管路に関する緊急対策

#### ・緊急対策の概要

平成30年7月豪雨災害や平成30年北海道胆振東部地震 災害を踏まえ、全国の上水道事業者等において、水道管路の災害対応状況について緊急点検を行い、2022年度までに耐震化すべき基幹管路約8,600kmについて、耐震化のペースを現在の1.5倍に加速させる緊急対策を実施する。

#### ・達成目標(地震対策のみ)

2018年度以降、年2%(約2,000km)のペースに引上げることで、基幹管路の耐震適合率を38.7% (2016年度末実績) から2022年度末までに50%とする

#### ・実施主体

都道府県、市町村等の上水道事業者及び水道用水供給事業者

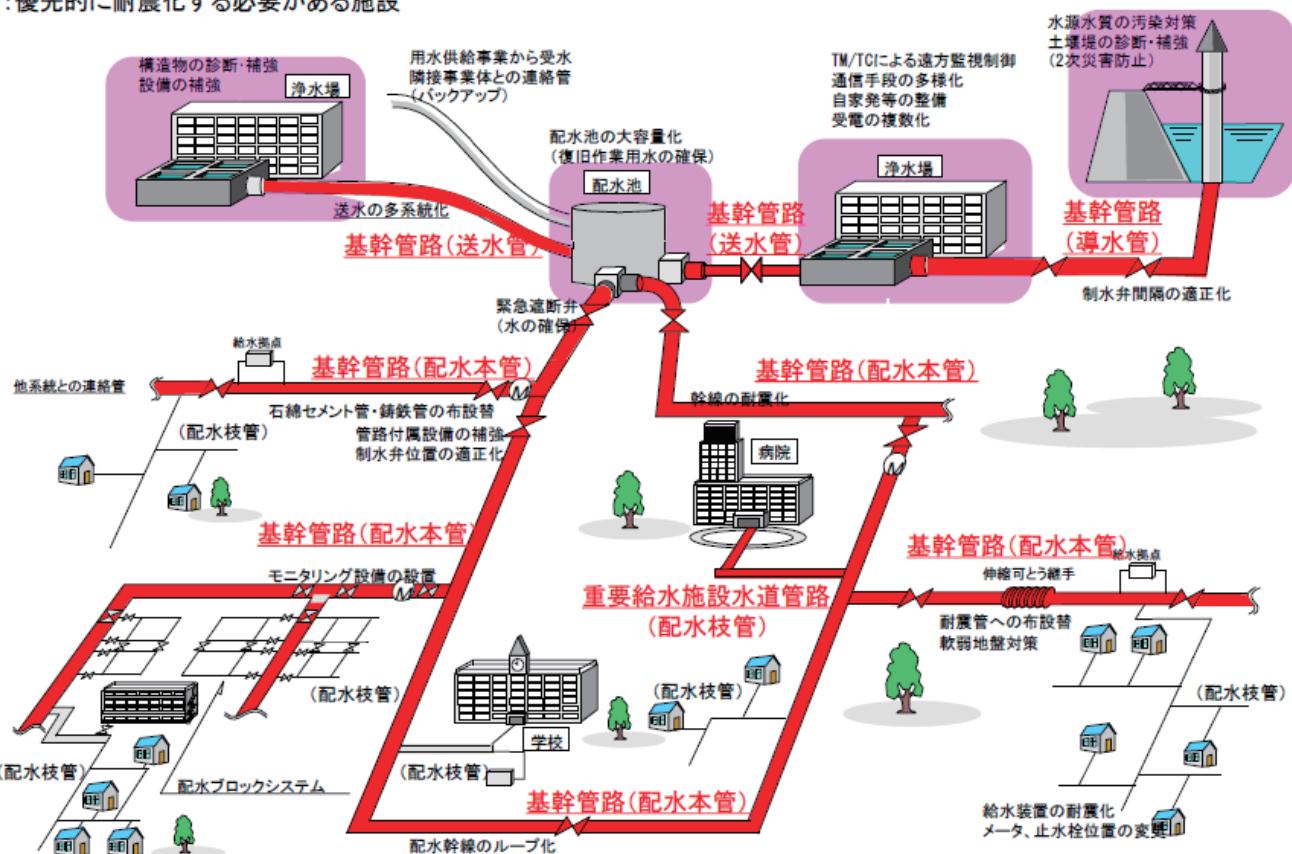
#### 水道における緊急点検の結果について(H30.12.14)

	全体延長 (①)	耐震適合管延長 (②)	耐震適合率 (③)=②/(①)	非耐震適合率 (④)=100%-③)
基幹管路	99,083 km	38,391 km	38.7 %	61.3 %
重要給水施設 に至る基幹管路	67,145 km	30,896 km	46.0 %	54.0 %

## ●水道事業者による重要給水施設の耐震化

(厚生労働省水道課)

- :優先的に耐震化する必要がある管路
- :優先的に耐震化する必要がある施設



## 可搬型海水淡化装置

(沖縄県企業局)

- ・沖縄県内の離島における災害等による給水制限に備え、装置を導入
- ・処理能力:200m<sup>3</sup>/日 × 2台(外形寸法:長さ6.0m × 幅2.4m × 高さ2.6m)



# 医療機関と水道事業体との合同訓練

●首都直下地震対処大都市水道合同防災訓練（東京都水道局・福祉保健局・都立広尾病院他、  
2019.1.22-25）

平成30年度東京都水道局防災訓練等実施状況－首都直下地震対処大都市水道合同防災訓練  
[https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suidojigyo/shinsai/pdf/kunren\\_h30\\_11.pdf](https://www.waterworks.metro.tokyo.jp/suidojigyo/shinsai/pdf/kunren_h30_11.pdf)

## 目的

- ・首都直下地震発生後、日本水道協会による全国の救援体制を迅速かつ円滑、適当な規模で構築できるように、関東地方支部の受援想定に則したリアルな内容の救援・受援訓練を実施
- ・**医療機関などへの緊急対応**を要す状況で給水車(加圧式)が不足した場合の**被災地救援事業体間の緊急かつ横断的な救援方法**を試行し、**医療救護活動をバックアップ**
- ・首都直下地震時の水道界が連携した救援態勢をPR

## 参加団体

①主催者・被災想定都市（5団体）

・東京都水道局、横浜市水道局、川崎市上下水道局、千葉県水道局、さいたま市水道局

②救援側（17団体）

・札幌市水道局、仙台市水道局、宇都宮市上下水道局、茨城県企業局、新潟市水道局、沼津市水道部、静岡市上下水道局、浜松市上下水道部、名古屋市上下水道局、大阪市水道局、堺市上下水道局、神戸市水道局、岡山市水道局、広島市水道局、北九州市上下水道局、福岡市水道局、熊本市上下水道局

③協力団体（5団体）

・**東京都福祉保健局、東京都立広尾病院、横浜市立みなと赤十字病院、日立市企業局、(公社)日本水道協会**

## 東京都水道局における訓練内容（一部）

・救援隊（現地救援本部隊）受入訓練（1月23日）

仙台市及び大阪市（情報連絡調整担当）が「現地救援本部」を設営

・救援隊活動審議訓練（1月23-24日）

都水道局給水対策本部応急給水班から仙台市・大阪市へ応急給水要請の状況（医療機関80施設からの要請）等の説明を行い、医療機関別給水車必要台数データベース（都水道局サービス推進部作成）を基に、給水車の要請台数を算出、地方支部毎に要請台数（給水車295台）を配分、各事業体の台数を決定

・被災大都市連携テレビ会議訓練・救援隊連携応急給水訓練（1月24日）

東京都及び横浜市の医療機関からの応急給水要請に対し、テレビ会議にて**他都市で活動する給水車による緊急支援**を決定、都立広尾病院、横浜市立みなと赤十字病院への救援隊連携応急給水訓練を実施。

