地震時におけるトイレ機能確保のための調査研究

1．　目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ１

2．　概要・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ１

3．　＜ハード編＞トイレ製品・技術とその適用性
（1）．　トイレ製品・技術の分類・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ２
（2）．　被災状況からみた適用性の検討・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ４

4．　＜ソフト編＞トイレ運用時における留意点等
（1）．　過去の災害時における事例と課題・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ５
（2）．　トイレの資器材及びその供給方策の検討・・・・・・・・・・・・Ｐ６
（3）．　災害時のトイレ対策事例・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ７

5．　まとめ・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・Ｐ８

※本調査は国土交通省からの平成 20 年度委託業務として、㈱ＨＡＰが実施したものです。

1．目的

地震などにより下水道施設が被災した際、トイレ機能は一瞬にして生命線を断たれることになり、BCP、帰宅困難者、避難所の運営に重大な支障をきたすことになる。

そこで、地震時等におけるトイレ対策として、東京等の大都市部においては、下水道の耐震化を進めるとともにマンホールトイレの整備や携帯トイレの備蓄を中心に取り組みが進められている。一部の民間企業においては、事業継続計画（BCP）対応として、災害用トイレの備蓄が行われている。

しかし、中央防災会議では、首都直下地震における避難者数は最大約 700 万人、帰宅困難者数は約 650 万人にのぼると予測されており、東京 23 区では帰宅困難者のトイレ不足が懸念されるほか、避難所のトイレの半分が機能している場合でも、不足状態となることが予測されている。

一方、首都圏以外の大都市や地方の中核都市でも、BCP を含めた災害時のトイレ問題が大きな課題となっている。そこで、本調査研究においては、災害時における下水道機能を代替する技術を調査し、地域防災計画等における災害時トイレ対策、そして自治体や民間企業で進められている BCP でのトイレ対策の一助となることを目的に、被災状況に応じたトイレの適用性について検討し、避難所等設置場所におけるトイレ運用時における留意点などについて取りまとめた。

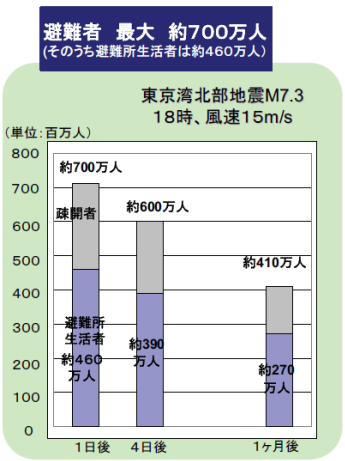
2．概要

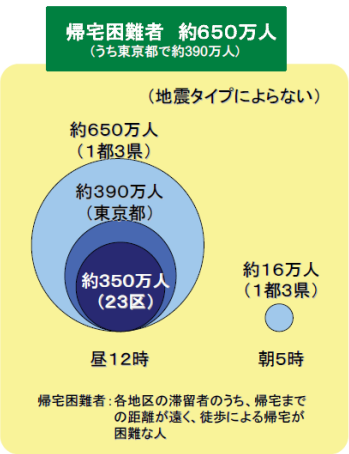
本調査は、＜ハード編＞と＜ソフト編＞の二編で構成している。

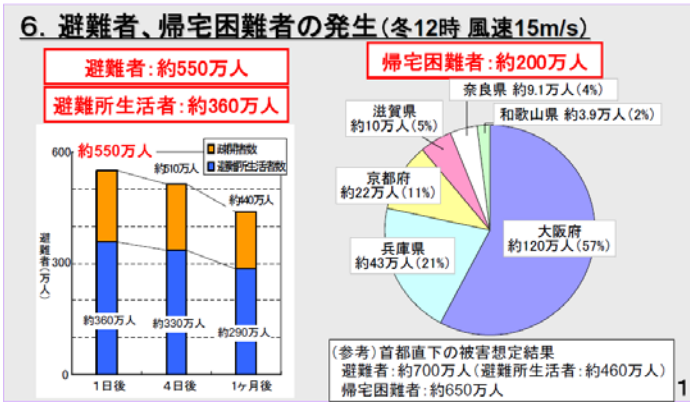
＜ハード編＞では、トイレ製品群を「名称」と「特徴」により分類し、基本的ライフラインである「道路」「水道」「電気」などの各与条件（被災状況）に照らして現場への適用性の検討を行うとともに、その供給方策を体系化。また、災害用トイレの分類毎に技術・製品の事例を取りまとめた。

＜ソフト編＞としては、被災現場におけるトイレ運用時の留意点について、過去の災害時におけるトイレ事情や課題をまとめ、また、現在行われている取り組みについて事例を紹介することとした。

＜参考＞







内閣府防災情報 HP「首都直下地震の被害想定」

www.bousai.go.jp/syuto_higaisoutei/pdf/higai_gaiyou.pdf

同　中部圏・近畿圏直下地震対策（上町断層帯の地震による被害想定）

www.bousai.go.jp/jishin/chubou/taisaku_chukin/pdf/siryou2_02.pdf

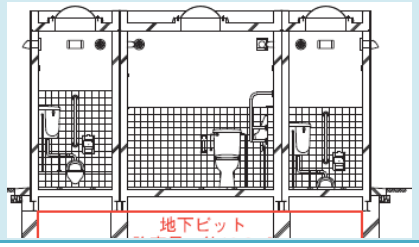
３．＜ハード編＞
トイレ製品・技術とその適用性

トイレ製品・技術の分類（製品イメージは、別冊：トイレ技術・製品事例集参照　）

災害用トイレには、持ち運びが容易で、保管スペースが小さくてすむものから、同じ仮設型でも車でないと移動できないもの、常設型のものまで多様なタイプがある。

どの製品をどこに保管、あるいは設置するかについては、災害時の避難対策の考え方に沿うことになる。その際に、時間経過に伴う、避難者のトイレニーズが変化することも念頭に置く必要がある。

トイレ（写真・図は参考イメージです）	**特徴等**
１.携帯トイレ	便袋をトイレとして使用し、吸水シートや凝固剤で水分を安定化させる。消臭剤がセットになっているものや、臭気や水分の漏れを更に防ぐための外袋がセットになっているものもある。使用場所には、個室や既存のトイレブースなどプライバシーを保つための工夫が必要。使用済み便袋のストック場所、臭気対策、最終処理方法について検討することが必要。トイレ設置のための面積が少ない場所においても対応できる。
２.簡易トイレ	便座と一定の処理がセットになった製品。使用場所や最終処理方法については、別途検討が必要。処理のタイプには、「ラッピング」「コンポスト」「乾燥・焼却」などがあり、安定運用のため、利用上の留意点は各製品ごとに確認することが必要。
３.組立トイレ	便槽に貯留する方式と、マンホールへ直結して流下させる方式がある。特に、マンホール方式では設置の可否、運用体制を確認しておくことが必要。貯留型のものは再利用が難しい。トイレ利用場所は、簡易な仮設物であることが多いため、余震や強風等に対し、安心して利用できるよう固定することが必要。
４.ワンボックストイレ	イベント時や工事の際の仮設トイレとして利用される機会が多い。安定稼動させるため、維持管理は一定のルールや理解が必要。多くが和式であることや臭気対策、段差の解消等が課題となる。室内照明の有無等の確認やトイレットペーパーや清掃用具、洗浄剤等をセットした状態で調達が望ましい。

5.自己処理型トイレ 	処理装置を備えており、汚水を排水しない水循環タイプと、おが屑等によるコンポストタイプがある。水循環タイプでは、汚水を好気性微生物により処理するものや、鉱物抽出液等を用いて凝集沈殿するもの等がある。処理水の循環やばっ気、コンポストの攪拌に電力が必要。また、汚泥が蓄積するため、引抜きが必要。
6.車載トイレ 	トイレ設備を備えた車両を指し、し尿を貯留するタイプや処理装置を備えたタイプがある。トイレは車載可能な範囲で設計変更ができる。処理方式の違いで、使用可能回数は大きく違う。ユニバーサルデザインを導入したタイプも開発されている。平常時は、イベントや公園に設置して仕様が可。
7.便槽貯留 	平常時は水洗トイレとして使用し、断水時には陶器の便器を金鎚等で壊したり、地下ピットの蓋を開けて貯留式トイレとして使用。地下ピットだけを有し、仮設ブースを設けて使用するタイプもある。平常時は組み立て式の仮設ブースをピットの中に保管することも可能。
8.浄化槽 	浄化槽は、建築基準法で性能や構造等が定められ、浄化槽法で製造や維持管理のルール等が定められている。浄化槽の大きさは、日本工業規格によって選択。災害時にも配管等に漏えいがなければ使用可能。また、不要となった浄化槽を改造し、災害時の貯留ピットとして転用することも可能。
9.多目的空間の検討 	不特定多数の人が利用する避難所等では、車いす対応トイレの他、オストメイト対応、乳幼児用のおむつ替えや介助用のユニバーサルシートなどの導入もトイレ自体の検討と合わせて行うことが望ましい。福祉避難所では上記のような対応が必須となる。

被災状況からみた適用性の検討

「災害用トイレのタイプ」　災害現場におけるインフラの被災状況（道路、水、電力）を与条件とし、その条件と性能に基づき災害用トイレを分類。

小↑規模↓大

設置	名称	特徴	与条件（被災状況）				性能（トイレ）						
			道路がない	水がない	電力がない	現地での処理	調達の容易性	設置の容易性	プライバシー	運転・利用の容易性	利用回数	備蓄性	備考
仮設・移動	(1)携帯トイレ	吸収シート方式 凝固剤等方式	○	○	○	保管・回収	◎	◎	※	◎	※	◎	水が出なくなった洋式便器を活用できるため、初期対応として備えられている場合が多い。和式の場合は、別途便座等を準備することが望ましい。使用済み便袋の臭気対策およびストック場所の確保が必要となる。また、便袋の回収方法、最終処理・処分方法を事前に確認する必要がある。
仮設・移動	(2)簡易トイレ	ラッピング型 コンポスト型 乾燥・焼却型　等	○	○	－	保管・回収	○	◎	※	○	※	○	し尿を機械的にパッキング処理、生物処理、乾燥処理するため、タイプごとに利用方法や仕様上の注意点、安全対策を確認しておく必要がある。処理後に発生する残渣の回収・処分方法を事前に確認する必要がる。トイレを利用するための個室やパーティション等を準備する必要がある。
仮設・移動	(3)組立トイレ	マンホール直結型	○	○	○	下水道		○	△	△	◎	○	下水道部局に利用できるマンホールを確認し、マンホールの開閉、トイレブースの設置等、運用体制を構築する必要がある。マンホール上部に設けるトイレブースは、プライバシーや安全性を確保し、余震が起きても安心して使用できるものを準備することが望ましい。
仮設・移動	(3)組立トイレ	地下ピット型	○	○	○	汲取り		○	△	△	◎	○	地下ピットの開閉、トイレブースの設置、汲取り方法・汲取り手配等の運用体制を構築する必要がある。トイレブースは、プライバシーや安全性を確保し、余震が起きても安心して使用できるものを準備することが望ましい。
仮設・移動	(3)組立トイレ	便槽一体型	△	○	○	汲取り	○	△	△	△	○	○	搬送・組立てに要する人数や時間を事前に把握し、訓練等で実践しておく必要がある。汲取り方法・汲取り手配等の運用体制を構築する必要がある。トイレブースは、プライバシーや安全性を確保し、余震が起きても安心して使用できるものを準備することが望ましい。
仮設・移動	(4)ワンボックストイレ	簡易水洗式 非水洗式	－	― （非水洗は○）	○	汲取り	◎	△	△	◎	◎	△	従来型イベントや工事現場で使用されている場合が多いため、利用方法は比較的周知されているが、段差があり、和式便器が多いため、避難所のニーズに合わせた対応が求められる。非水洗式は、臭気対策をより徹底する必要がある。給水・汲取り等、運用体制を構築する必要がある。
仮設・移動	(5)自己完結型	循環式	－	△	－	汲取り	△	△	○	△	◎	△	輸送・設置には、トラックやユニック等を準備する必要がある。比較的大型であるため、設置スペースを要するが、建物としての安定感があり、安心して利用できる。初期水を確保すれば、一定期間、給排水せずに利用できる。洗浄水が汚れたり、汚泥が蓄積した場合は、汲取りを行う必要がある。
仮設・移動	(5)自己完結型	コンポスト型	－	○	－	コンポスト	△	△	○	△	○	△	輸送・設置には、トラックやユニック等を準備する必要がある。比較的大型であるため、設置スペースを要するが、建物としての安定感があり、安心して利用できる。小便利用が増えると、臭気が発生する場合が多く、電力消費量も増える。処理後に発生する残渣の回収・処分方法を事前に確認する必要がる。
仮設・移動	(6)車載トイレ	トイレ室・処理装置一体型	－	△		汲取り－ 下水道			○		◎	△	平ボディのトラックでも利用することができる。発電機、し尿貯留タンク、洗浄水タンクを搭載しているため、必要な水さえ確保できれば利用できる。復旧状況に応じて商用電力や下水道への接続もできる。下水道接続ができない場合は、汲取りを行う必要がある。
常設	(7)便槽貯留			○	○	汲取り			*既存施設	○	◎		地下ピットの開閉、汲取り方法・汲取り手配等の運用体制を構築する必要がある。
常設	(8)浄化槽			－		浄化槽.汲取り			*既存施設	◎	◎		参考として掲載
常設	<参考>水洗トイレ			－	*上水にポンプを使用している場合必要	下水道			*既存施設	◎	◎		参考として掲載
基準			○人力・台車で運べる △貯留槽が満杯になるまでは利用可能 －車両・ユニック車が必要	○水不用 △初期水の確保が必要 －少量の水の確保が必要	○トイレの稼働に電力不用 －トイレの稼働に電力使用	保管・回収：現場一時保管し、収集 汲取り：バキューム必要 下水道：下水道システム	◎流通量・備蓄量が多い ○他地域等から調達できる可能性あり △現状での取扱量は少ない[特定業者による取扱）	◎一人で設置可能 ○複数人で設置 △人力では不可	○個室とセット △簡易なテント・ハウスが多い ※既存トイレブースやパーデションが必要	◎容易性高 ○容易性中 △容易性低	◎101回／日以上 ○51～100回／日 △50回／日以下 ※備蓄量次第で増減	◎省スペースで備蓄 ○倉庫等で備蓄できる △一定の敷地が必要	

４．＜ソフト編＞
トイレ運用時における留意点等

（１）過去の災害時における事例

以下に、過去の災害時におけるトイレの問題点や対応事例の主なものを示す。

	災害時トイレ事情
1.阪神・淡路大震災（平成７年（1996 年）１月１７日発生）	• 道路網の分断や極度の交通渋滞により、他都市等から提供された仮設トイレの設置に手間取った • 当時の神戸市内の水洗化率が高く（水洗化率 97%）、し尿の汲み取り体制は、当時バキューム車保有台数 20 台程度と不十分であった • 直後の行政の災害対応においては、救援物資として水、食糧、毛布、医薬品が優先され、トイレの対応は後回しとなり、避難所に仮設トイレが設置されたのは早いところでも 3 日目以降となり、遅いところでは 11 日目に設置されたという事例もあった。
2.新潟中越地震（平成１８年（2007 年）１０月２３日発生）	• 仮設トイレは 100 人に 1 基の割合では、数が足りないという情報が多くあった。60 人に 1 基がのぞましい。 • “トイレが不安で水を飲むことを控えたとする人”は小千谷市で 33.3%、川口町で 13.8%と多かった。これは、深部静脈血栓症(エコノミークラス症候群)を含む血栓症が起こりやすくなる状態となる。実際に、体調を崩し医者にかかる事態に陥っていった人は小千谷で 23.9%、川口町では 23.1%。ストレスや不眠、集団生活による感染症なども原因と考えられる。死者 60 名のうち半数近くがこれらとの関連死といわれている。
3.能登半島地震（平成１９年（2008 年）３月２５日発生）	• 市の行事の開催予定があったため、震災発生の前日に、地元のイベント会社と市の間で、物品の手配の段取りができていた。仮設トイレを短時間で手配することができた。
4.新潟中越沖地震（平成１９年（2008 年）７月１６日発生）	• 新潟中越地震で被害を受けて修繕した場所は損壊がなく、逆に前回被害を受けていない場所が損壊していたようであった。 • 発災直後に役場職員が駆けつけ、水洗トイレ利用を禁止し、備蓄してあった簡易トイレ・携帯トイレ（便袋式トイレ）、そして消毒液とウェットティッシュの利用を指示したことから、このような素早い対応は非常に効果的であった。
5.災害時における要援護者のトイレ事情	• 夜間のトイレ介助者がいなくて困った。 • トイレ等への移動に支障をきたした。 • 仮設トイレが和式だったため使用できなかった。身体が不自由な人が無理に使い、手すりが無かったこともあり、身体のバランスを崩し、トイレの外まで倒れてしまった

ここに紹介した内容は、人の生死や健康、UD に関わることが多く、震災時のトイレに関わるごく一部の事例だが、災害時のトイレ対策を検討する際に念頭に置かれることが望ましい。

（2）トイレの資器材及びその供給方策の検討

総務省消防庁がまとめた「災害支援物資の備蓄・物流計画ガイドライン検討会報告書（平成 18 年)」では、緊急物資等の備蓄･調達に係る基本的な考え方として、平常時における地域対応が以下のように整理されている。

平常時における地域対応

①住民・事業所等の備蓄・調達体制

・自助・共助の考え方に基づき、住民は３日分の以上の物資を備蓄する。また、住民組織による共同備蓄についても検討する。

・事業所は従業員が自宅に戻ることが可能となるまでの間の物資を備蓄する。

②地方公共団体の備蓄・調達体制

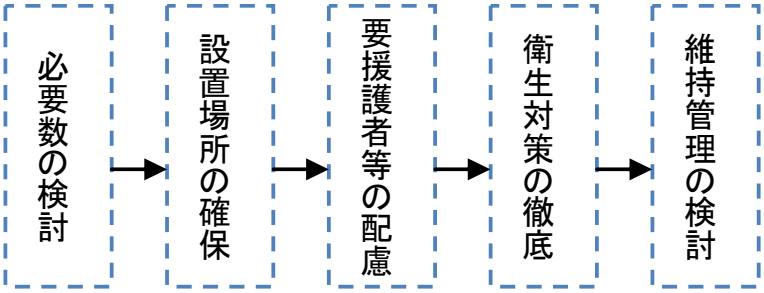
・都道府県と市区町村の役割分担を明確にする。

・最低限、応急対策要員用の物資、住民等が備蓄しにくい物資等について備蓄・調達体制を確保する。

・災害時要援護者に必要な物資等について備蓄・調達体制を検討する。

トイレ対策は、災害用トイレの調達から、汲み取り、処理・処分、撤去、防疫・衛生まで、多岐にわたるため、あらかじめ担当部署等の役割分担を明確にし、被災時の窓口や実行主体の一元化を図ることが、対策の有効性を高めることにつながると考えられる。

また、災害時のトイレ対策は、次のような検討フローが一例として考えられる。



災害時のトイレの検討フロー（例）

１.必要数の検討

一般的に避難所においては100人に1台以上のトイレが必要といわれているが、現場の状況によって異なる。

与条件（仮定）

・当該避難所の避難者収容者数を 500 人とする

・当該避難所で備蓄されているトイレを、簡易トイレ 100 ㍑×3 台、組立トイレ 500 リットル×１台（＝し尿貯留容量の合計：800 ㍑）とする。

・し尿の排泄量を一般的に使用される 1.5L／１人・１日とする。

＜試算＞

・トイレ穴数は上記 4 台であるとき、500 人／4 台＝125 人に 1 台の割合となる。

・一日に必要な貯留型便槽の容量は 500 人×1.5 ㍑＝750 ㍑

＜対策の検討＞

・穴数では、トイレ数量の目安とする 100 人に 1 台の割合を求めた場合、少なくとも 1 台（穴）のトイレが求められます。

・容量では、汲み取り等の手配ができるまで、少なくとも 3 日かかると仮定する場合、1 日分としては足りたとしても、2 日目は使用できなくなる可能性が高い。そのため、2250 ㍑分が貯留されるよう追加の対策が求められる。

※水洗（簡易水洗）水の洗浄水量は考慮していない。（非水洗貯留型トイレとして試算）しているため、備蓄しているトイレ技術・製品によって異なる可能性がある。

---

２. 調達体制の構築

①災害用トイレの調達

災害用トイレを調達する際のポイントを以下に整理する。

団体のリストアップ	調達可能な災害用トイレ・関連製品を所有する団体のリストアップ
在庫の把握	調達可能な災害用トイレ・関連製品の内容把握（流通在庫の把握）
関連製品の内容把握	企業等が備蓄している災害用トイレ・関連製品の内容把握
協定の締結	災害用トイレ・関連製品に関する協定の締結
情報ネットワークの構築	災害用トイレ・関連製品に関する情報ネットワークの構築
提案・新技術の受付	災害用トイレ・関連製品に関する提案・新技術の受付

②汲み取り及び処理･処分への対応

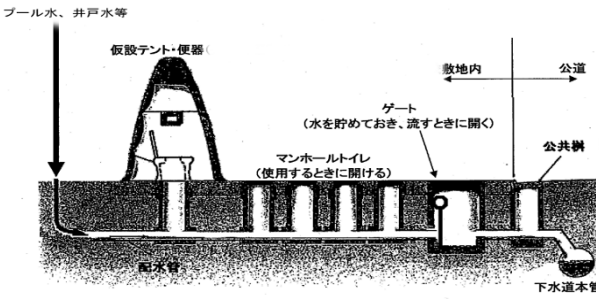
被災人口、あるいは避難場所数、避難人員からし尿等の回収量を想定、下水道整備が進んでいる地域においては、他の地域からの応援を要請することを前提にすることが必要

（３）災害時のトイレ対策事例

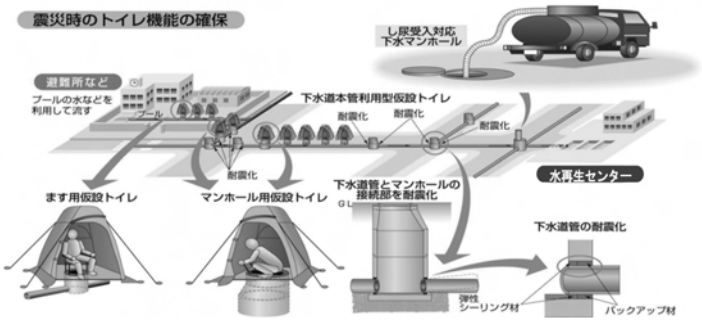
都心部では、トイレを新たに設置する土地（面積）が問題でとなるため、携帯トイレの備蓄を中心に行われている。

また、マンホールトイレについては、貯留型にする場合、都市部においては汲み取りの手配・対応が難しいことが明らかであるため、マンホールトイレの下水道直結型での整備が進められている。

東京都では耐震化を行ったマンホールを指定し、避難所ではマンホールトイレが設置できる設備の整備を進めている。また、配管内の水はプールや井戸による水を使用し、下水道本管まで流す仕組みとしている。



図;マンホールトイレイメージ



図;「東京都下水道局事業概要　平成 20 年版
震災対策の推進震災時のトイレ機能の確保」

5．まとめ

災害時トイレ問題は、被災者にとって緊急かつ生命や健康にも影響する重要な課題である。にもかかわらず、従来は災害対策というと食料や水、衣料などの陰にかくれて十分に取り上げられることはなかった。

しかし、阪神・淡路大震災で 900 人以上の方が「災害関連死」し、中越地震でエコノミークラス症候群が大きくクローズアップされるに至り、災害とトイレ・排泄問題の重要性についてあらためて着目されることとなった。災害が発生して数時間以内にどんな被災状況であろうと、尿意・便意をもようしてくることが分かっている。このごく当たり前の人間的行為を克服しない限りは被害をさらに拡大させる結果を招いてしまう。

ここでは、こうした人々に共通した当たり前のことがらを BCP という視点から、災害時のトイレ対策として問題・課題を整理し、その対応策のまとめを試みた。ポイントは、発災後、時間経過とともにトイレや排泄ニーズが変化し、それへの対応策が必要である。

災害用トイレを縦軸に、時間経過を横軸にして発災後の時間経過の中で、どのようなトイレがつかえるのかをトイレ設備・技術として整理し、それに基づきそれぞれの立場で災害に備えてトイレを準備することが重要である。この平常時対応が十分行きわたっていれば、エコノミークラス症候群による被害の拡大を防ぐことができ、減災につながるものと思われる。こうしたハード対応に加えて、日常からのトイレ問題に関する訓練や官と民との協力体制、そして地域を超えた相互支援といったソフト面での対応が進められれば、災害時トイレ対策は一段と飛躍するものと思われる。本調査がその一助となることを願っている。

日本トイレ研究所

連絡先
〒105-0001　東京都港区虎ノ門 1-11-7　第 2 文成ビル 3F
TEL:03-3580-7487　FAX:03-3580-7176
http://www.toilet.or.jp/