災害に負けない下水道をめざして

国土交通省
国土技術政策総合研究所
下水道部長　　堀江　信之

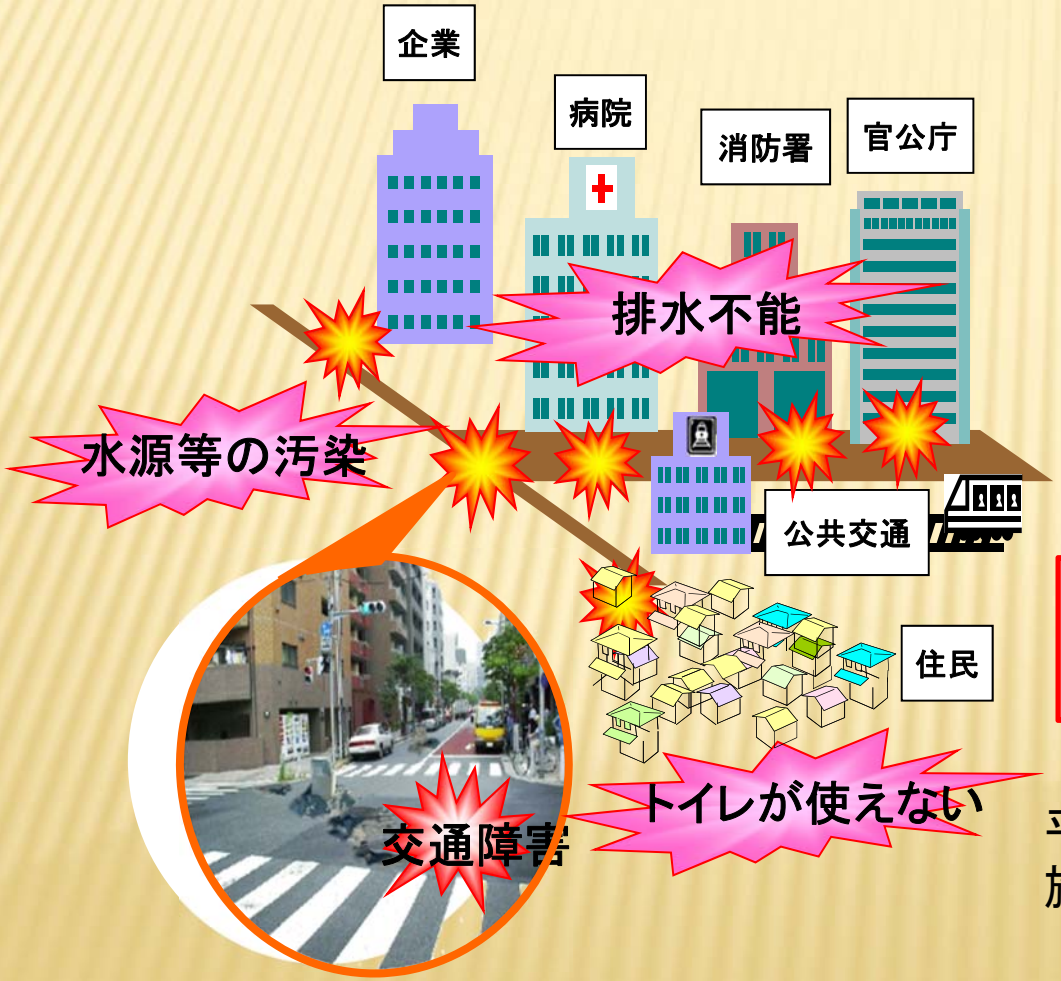
災害に負けない下水道をめざして

～東日本大震災における国総研の対応と今後の対策方針～

1．東日本大震災までの地震対策
2．大震災による被害
3．下水道分野の震後対応
4．下水道における放射性物質対策
5．災害に負けない下水道に向けた取り組み

１．東日本大震災までの地震対策

■ 大地震時の影響 と 既存施設の耐震化状況



平成9年指針策定以前に工事発注された施設の耐震化状況

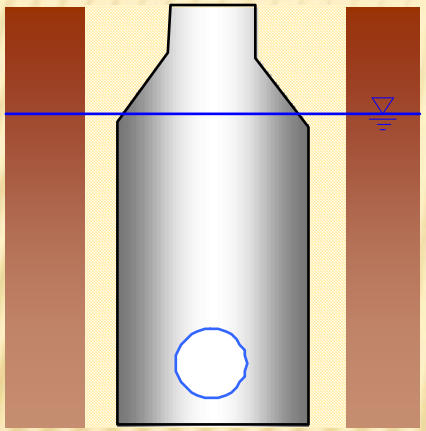
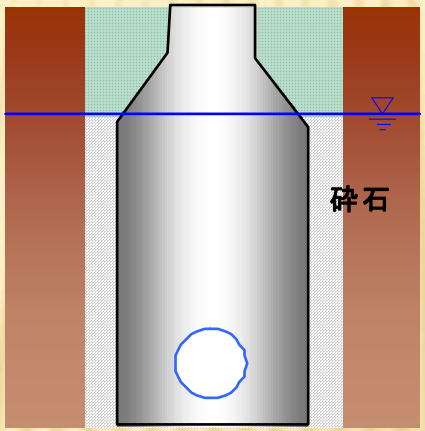
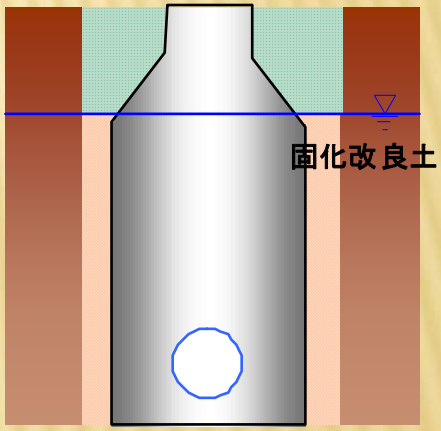
（平成21年度末）

１．東日本大震災までの地震対策

年	下水道分野における地震対策
1995年	1月17日　阪神淡路大震災　M7.3
1997年	耐震基準・地震マニュアル見直し
2004年	10月23日　新潟県中越地震　M6.8
	管路施設の本復旧にあたっての緊急提言
2005年	下水道法施行令改正（構造基準制定）
2006年	下水道地震対策緊急整備事業の創設
	耐震指針・地震マニュアル見直し
2007年	3月25日　能登半島地震　M6.9
	7月16日　新潟県中越沖地震　M6.8
2008年	6月14日　岩手宮城内陸地震　M7.2
	今後の地震対策への提言
2009年	下水道総合地震対策事業の創設
	下水道BCPマニュアル

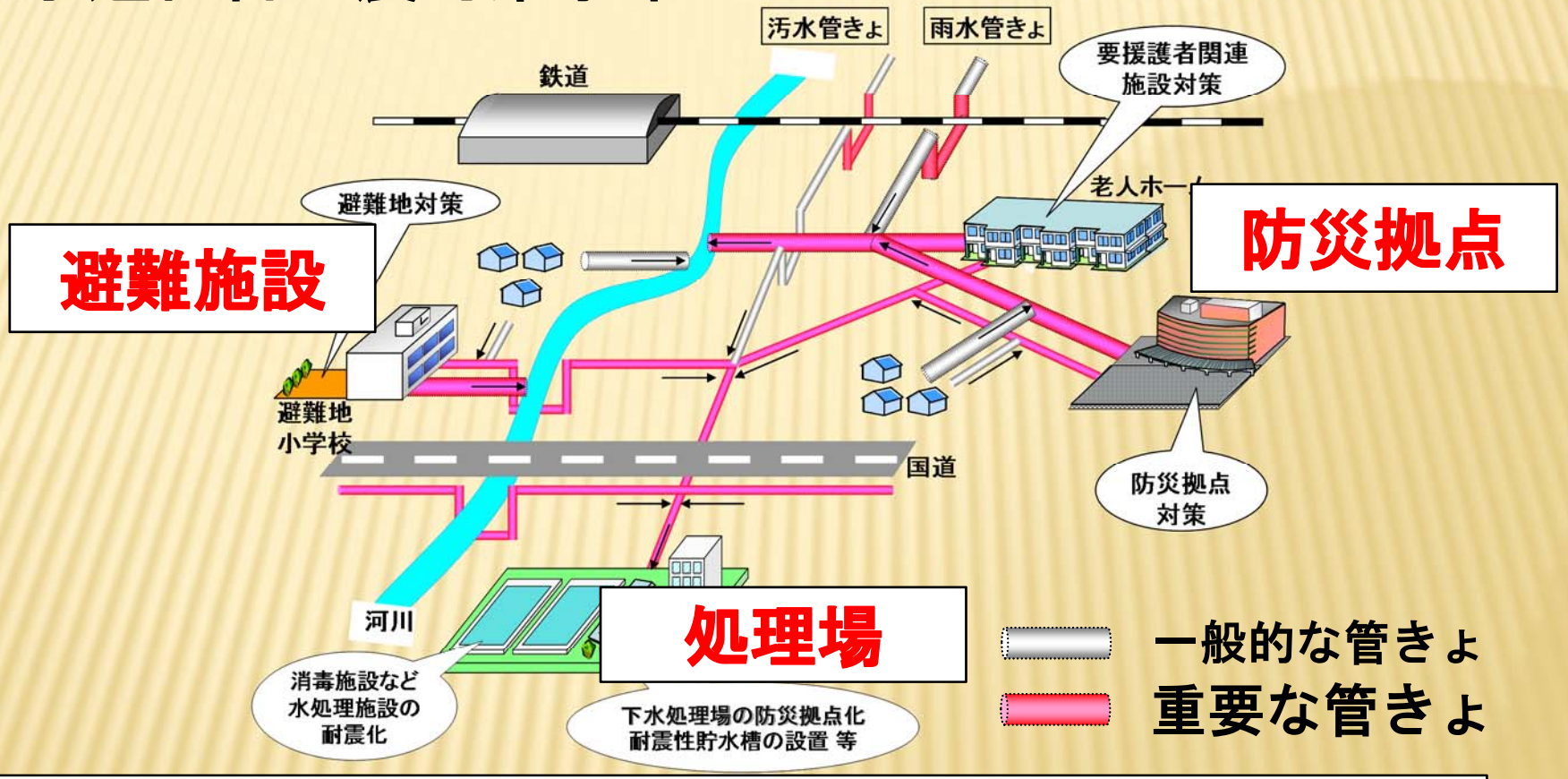
1．東日本大震災までの地震対策

埋め戻し土の対策

埋戻し方法	埋戻し土の締固め	砕石による埋戻し	埋戻し土の固化
概要	良質土で締固め（締固め度 90%以上）ながら、埋戻す。	地下水位以深を透水性の高い材料（砕石）で埋戻す。	地下水位以深をセメント固化改良土等で埋戻す。
概念図			
液状化対策の効果	十分な締固めを行うことにより、埋戻し部の過剰間隙水圧を小さくすることが出来るため、液状化に対する効果は大きい。	マンホール・管路近傍部の過剰間隙水圧が消散するため、液状化に対する効果は大きい。	埋戻し部が非液状化層となるため、液状化に対する効果は大きい。

１．東日本大震災までの地震対策

■下水道総合地震対策事業



✓重要な施設の耐震化を図る「防災」
✓被災を想定して被害の最小化を図る「減災」
✓防災,減災を組み合わせた総合的な地震対策を推進

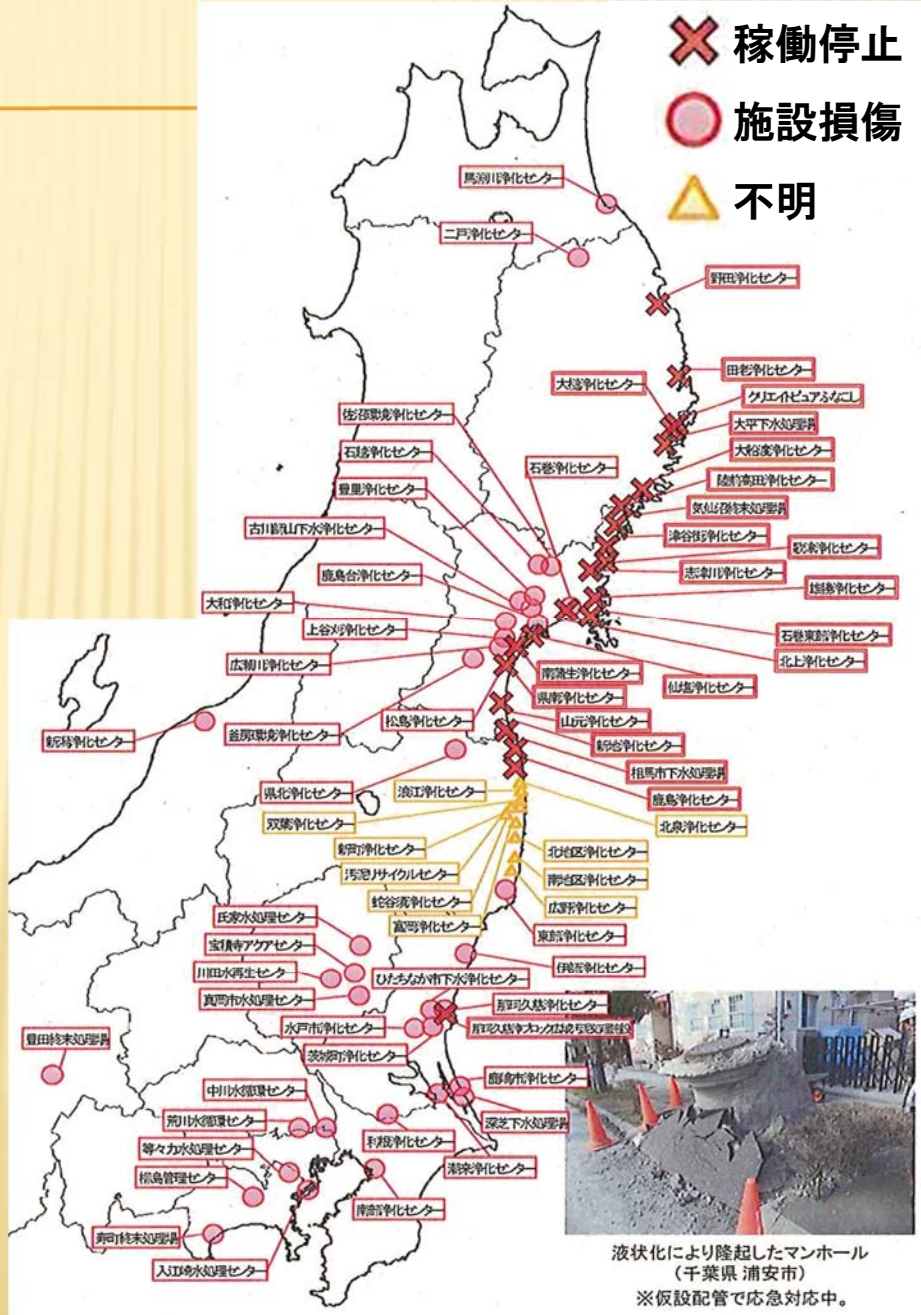
２．大震災による被害

下水道施設の被害

【処理場】
稼動停止　48箇所
施設損傷　63箇所
不明　　9箇所

【管路施設】
129市町村等の下水道管きょ
4730kmのうち573kmで被災。

【ポンプ場】
稼動停止　79箇所
施設損傷　32箇所
不明　　1箇所



液状化により隆起したマンホール
（千葉県 浦安市）
※仮設配管で応急対応中。

2．大震災による被害

下水道施設被害の２つの特徴

津波

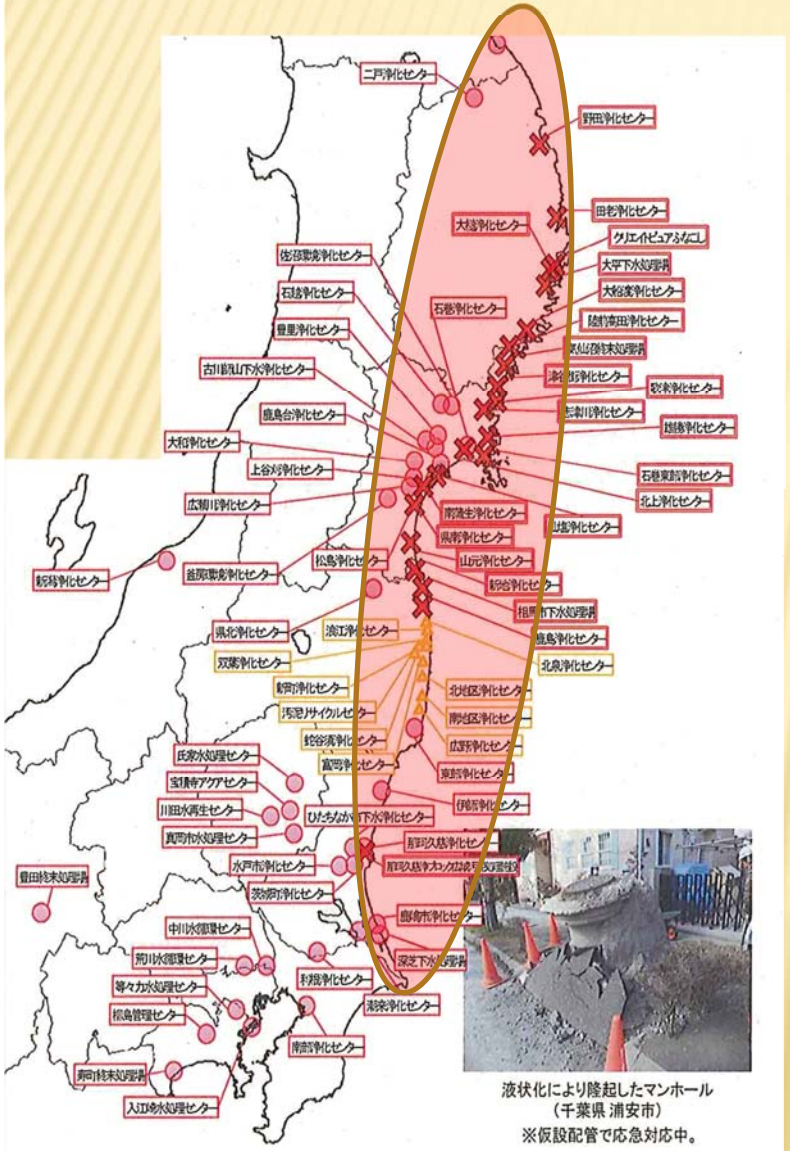
（下水処理場・ポンプ場）

液状化

（管路施設）

2．大震災による被害

処理場・ポンプ場



液状化により隆起したマンホール
（千葉県 浦安市）
※仮設配管で応急対応中。

- 東北地方から関東地方にかけての沿岸部の広い範囲で、**津波**により下水道処理場やポンプ場が壊滅的被害

- **波力**、**浸水**、**漂流物**が主要因

処理場・ポンプ場

×津波（波力）

ポンプ棟破壊（海側外壁）

ポンプ棟破壊（内側）

処理場･ポンプ場

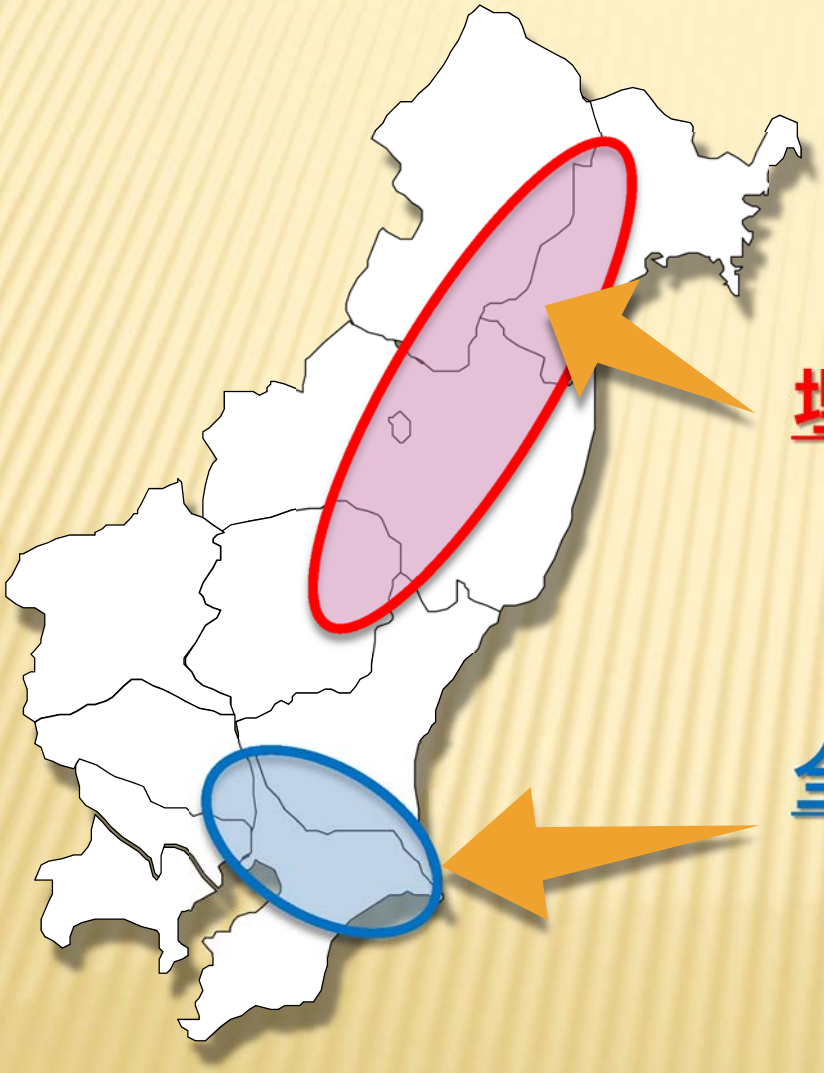
×津波（浸水・漂流物）

電気設備の浸水

漂流物の侵入

２．大震災による被害

管路



埋戻土の液状化による被害

矢吹町、国見町、桑折町、
白石市など

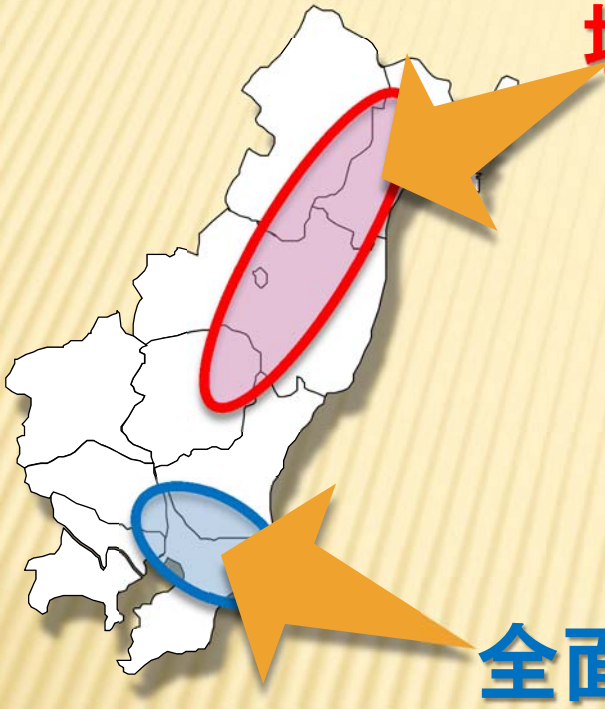
全面的な液状化による被害

（周辺地盤を含む液状化）

浦安市、千葉市、香取市、
潮来市など

2．大震災による被害

管路



埋戻土の液状化

全面的な液状化

下水道施設の被害総括

ⅰ）処理場・ポンプ場

➢地震動による大きな被害はない。

➢津波の**浸水**により**電気設備等**の被害が大。

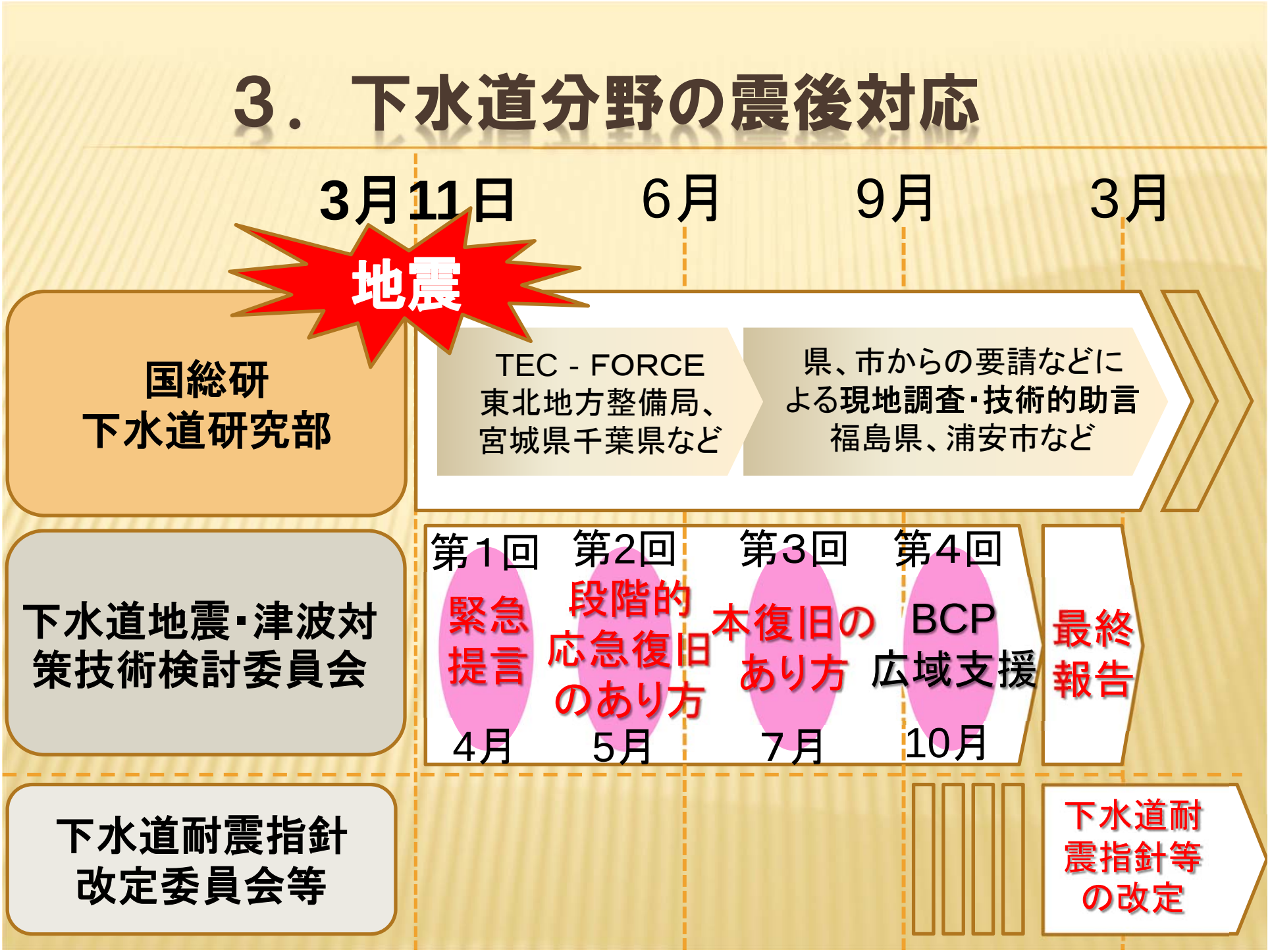
➢津波の**波力**により**建築等**の被害が大。

ⅱ）管路施設

➢本震及び余震の震源に近い**宮城県、福島県と茨城県**及び激しい液状化が起きた**千葉県**で**被災率が高い**。

➢管路被災率は過去の地震を下回っているが、県毎に見ると同等。

3．下水道分野の震後対応



緊急災害対策派遣隊（TEC-FORCE）

◆現地下水道対策本部の準備

◆被災状況調査

・栗原市

・仙塩浄化センター

・南蒲生浄化センター

・新地浄化センター　など

◆現地対策本部活動

（情報収集、連絡調整など）

東北・関東地方に

計７回　延べ40人･日を派遣

下水道地震・津波対策技術検討委員会

委員長	濱田　政則	早稲田大学創造理工学部社会環境工学科教授
委　員	今村　文彦	東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター教授
委　員	大村　達夫	東北大学大学院工学研究科土木工学専攻教授
委　員	中林　一樹	明治大学大学院政治経済学研究科特任教授
委　員	野村　充伸	日本下水道事業団技術戦略部長
委　員	藤間　功司	防衛大学校システム工学群建設環境工学科教授
委　員	藤本　康孝	横浜国立大学工学部電子情報工学科准教授
委　員	松尾　　修	(財)先端建設技術センター普及振興部長
委　員	安田　　進	東京電機大学理工学部建築・都市環境学系教授
他に自治体、国交省、下水道協会等		

３．下水道分野の震後対応

下水道地震・津波対策技術検討委員会

第1回委員会（4/12）
・下水道施設の被害状況の把握
・復旧にあたっての技術的緊急提言（一次提言）

第２回委員会（5/24）
・現地視察、被害状況の把握
・段階的応急復旧について（二次提言）

第３回委員会（7/19）
・応急復旧状況の把握
・被災した下水道施設の本復旧について（三次提言）

第４回委員会（10/17）
・ＢＣＰのあり方について
・広域支援のあり方について

第５～７回委員会（年度内予定）

3．下水道分野の震後対応

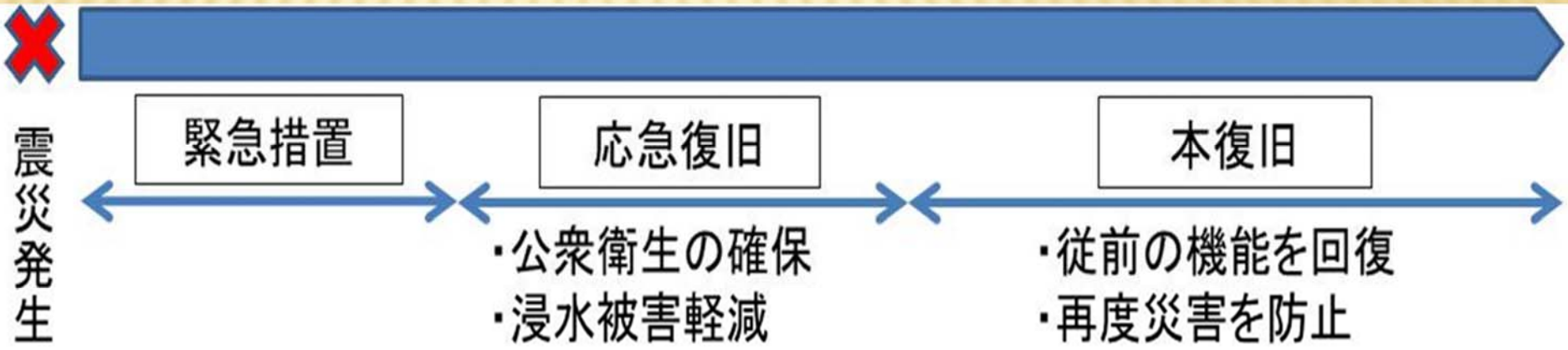
②下水道地震・津波対策技術検討委員会

技術的緊急提言（一次提言）

「下水道施設の復旧にあたっての技術的緊急提言」

（4月15日公表）

地震発生直後から本復旧までを**「緊急措置」、「応急復旧」、「本復旧」の3つの段階に区分**し、それぞれの段階における**留意事項**を記載。



3．下水道分野の震後対応

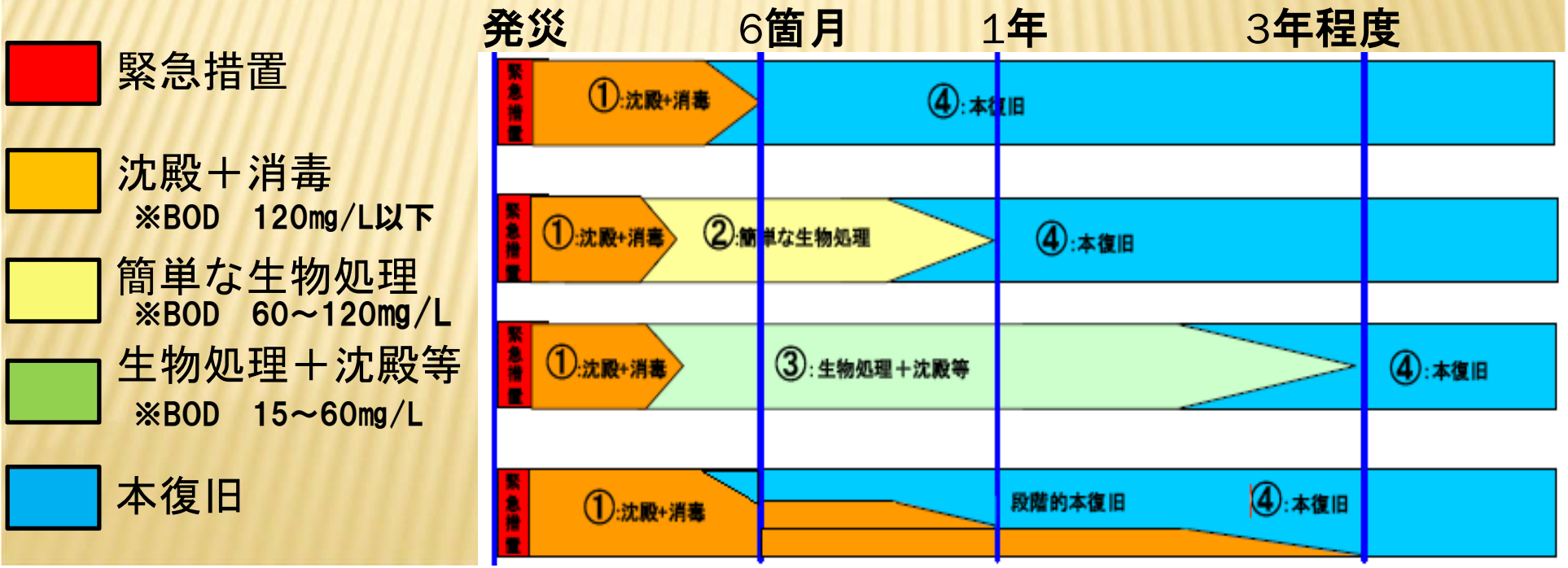
②下水道地震・津波対策技術検討委員会

二次提言

「段階的応急復旧のあり方」

（6月14日公表）

本復旧までに要する期間に応じ、応急復旧で段階的に処理レベルを向上させる基本的な考え方。



三次提言

「東日本大震災で被災した下水道施設の本復旧のあり方」

（8月15日公表）

本復旧における津波対策について

施設	ポンプ場		処理場		
区分	揚水ポンプ 自家発電設備 放流きょ等	左記 以外	流入きょ 揚水ポンプ 管理棟　等	最初沈殿池 脱水設備 消毒設備等	左記 以外
耐津波 要求性能	○	●	○	●	△
対策 の例	・自家発電設備、受変電設備を想定津波高以上の高さに設置	・防護壁の設置	・揚水ポンプへの冠水対応型モータの採用 ・制御盤の高層階への設置	・施設を津波進行方向と平行に配置 ・開口部に覆蓋を設置	・搬入扉等は津波進行方向と平行に設置

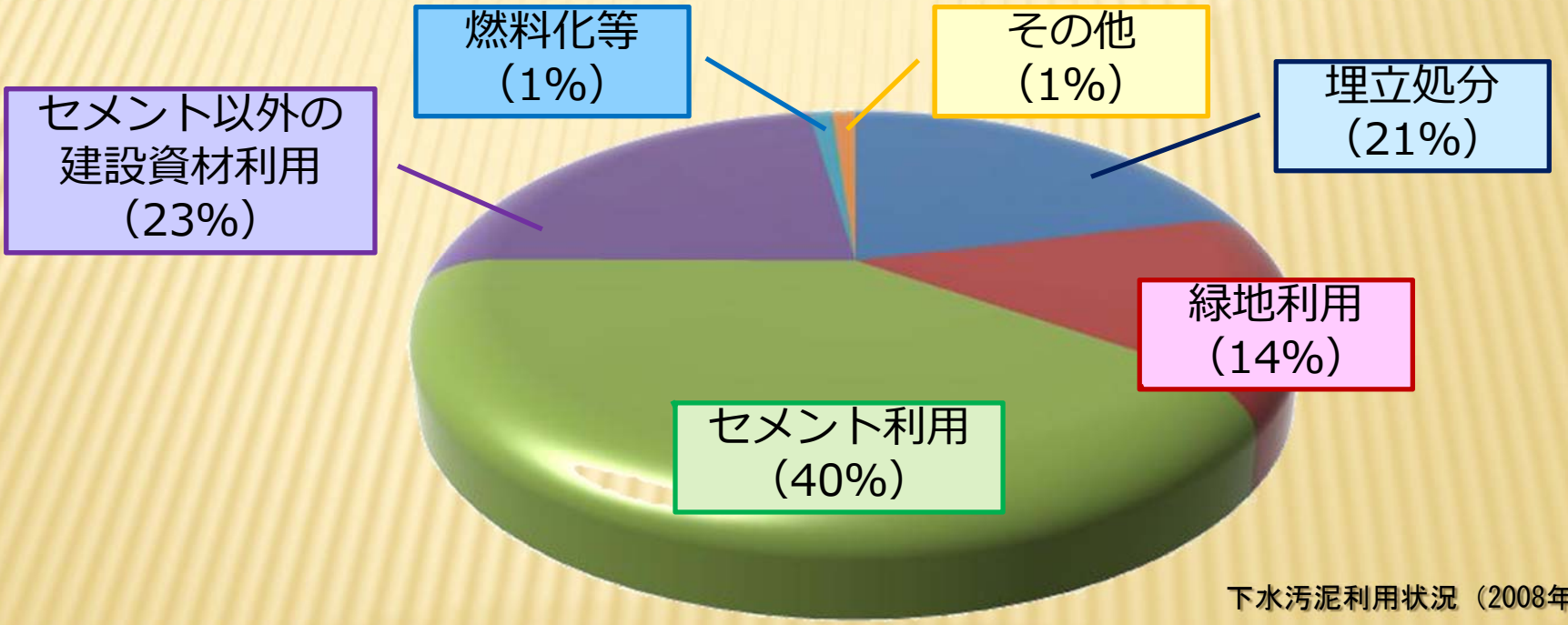
○；機能確保　　●；概ね１週間以内で復旧可能

△；概ね6ヶ月以内で復旧可能

4. 下水道における放射能性物質対策

➢下水汚泥の有効利用･処分状況(従前)

年間約 220万トン(乾燥重量ベース)の汚泥が発生。
そのうち、約 78%が有効利用されている。

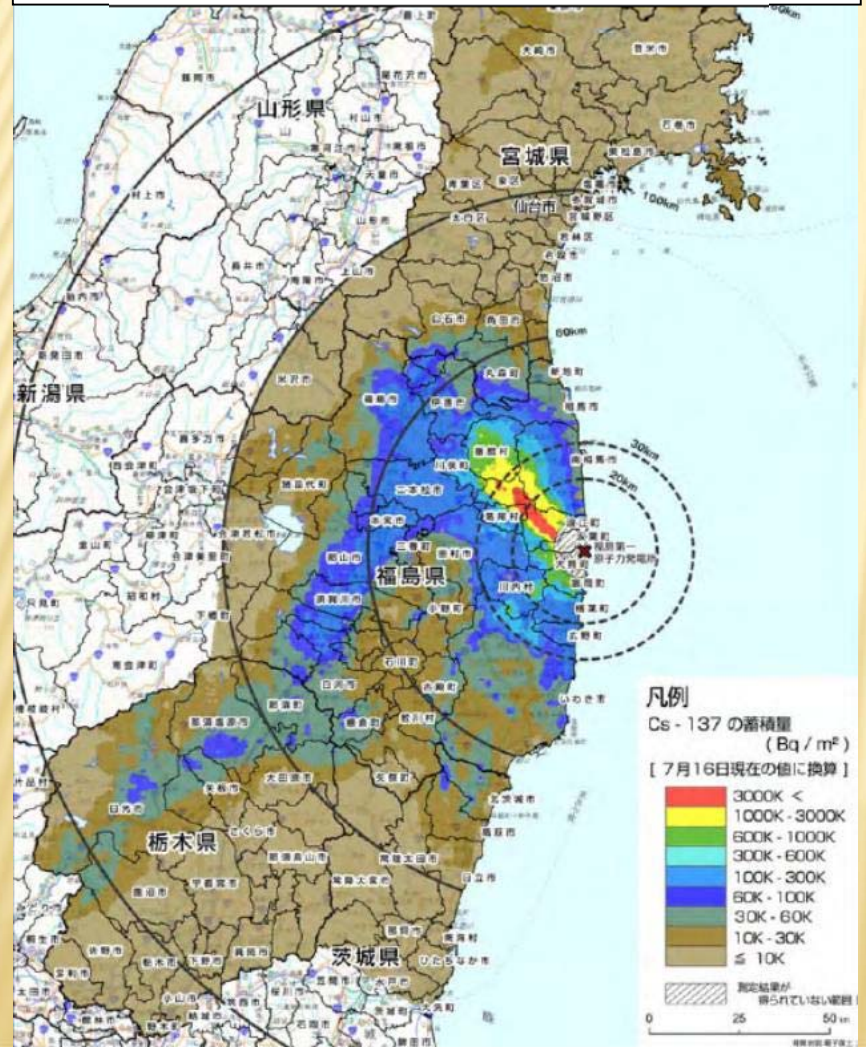


下水汚泥利用状況（2008年度）

今回の原発事故により大きな影響。

4. 下水道における放射能性物質対策

文部科学省による
航空機モニタリング結果

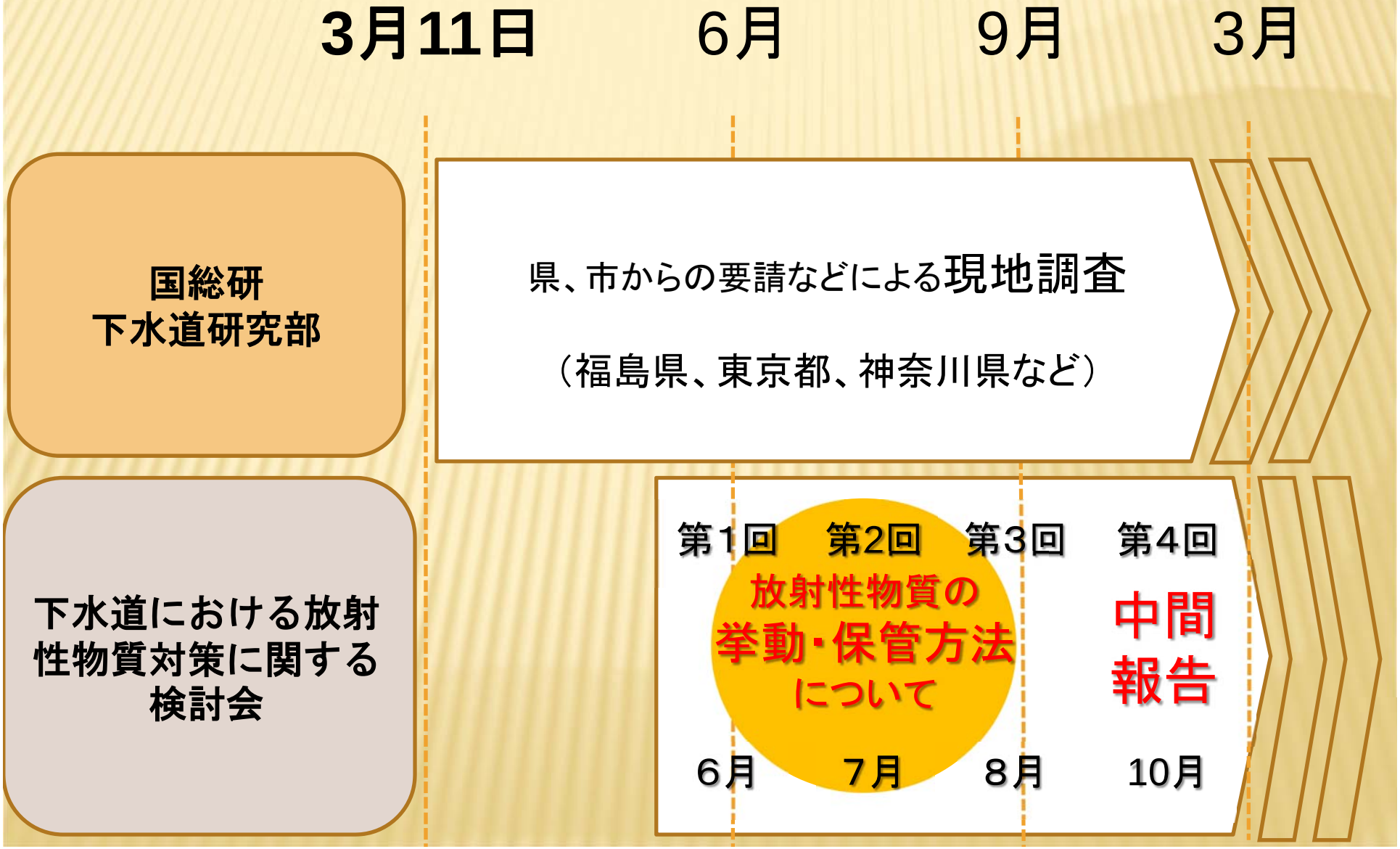


・福島第一原子力発電所事故により、多くの放射性物質が広範囲に飛散。

・東日本を中心とする14都県で検出

一部の下水汚泥から高濃度の放射性物質。
→　受入拒否。

４．下水道における放射性物質対策



上下水処理等副次産物※1の当面の取扱いに関する考え方

＜保管・仮置き・埋立処分＞

※1　脱水汚泥及び脱水汚泥を焼却、溶融等したものや、それを再利用して生産するもの

放射性セシウム濃度が**１０万 Bq/kg を越えるもの**

→ **減容化**（焼却・溶融等）

→ **容器に封入**（焼却灰）

→ **県内に保管**※2（適切に放射線を遮蔽できる施設）

→ **具体的な処分のあり方について、引き続き検討**

放射性セシウム濃度が**１０万Bq/kg 以下のもの**

→ **保管**

→ **管理型処分場の埋立敷地内等への仮置き**※2

→ **埋立処分**

※2　保管、仮置きについては、濃度（8,000Bq/kg超）に応じた敷地境界からの距離の確保等の周辺環境対策や放射線監視、管理体制の確立等が必要

跡地利用 ＼ 放射性セシウム濃度	8,000Bq/kg以下	8,000超～100,000Bq/kg以下
居住等の用途以外	**埋立処分可能**（防水対策等の適切な対策が必要）	
居住等の用途	個別の安全性評価及び長期的な管理の方法の検討の後、埋立処分が可能	

＜副次産物の利用＞

製品が市場に流通する前に**クリアランスレベル以下**になるもの

→ **建設資材(ブロック、路盤材等)製造時の材料等としての利用が可能**

→ **セメント製造時の材料としての利用が可能**（生コンクリート等の段階まで管理され希釈等されることから、セメント段階ではクリアランスレベルの2倍まで許容）

園芸用土等への製品利用

→ **当面自粛**

→ **今後、製品利用形態に応じた安全性を評価し、出荷を再開予定**

共通的事項

○固化、希釈、減容化、他原料との混合等により、脱水汚泥等の放射性セシウム濃度が変化した場合には、変化後の濃度で評価。
○作業員の安全確保のため、電離放射線障害防止規則の遵守等により、放射線量の測定・管理を行う必要。

4. 下水道における放射能性物質対策

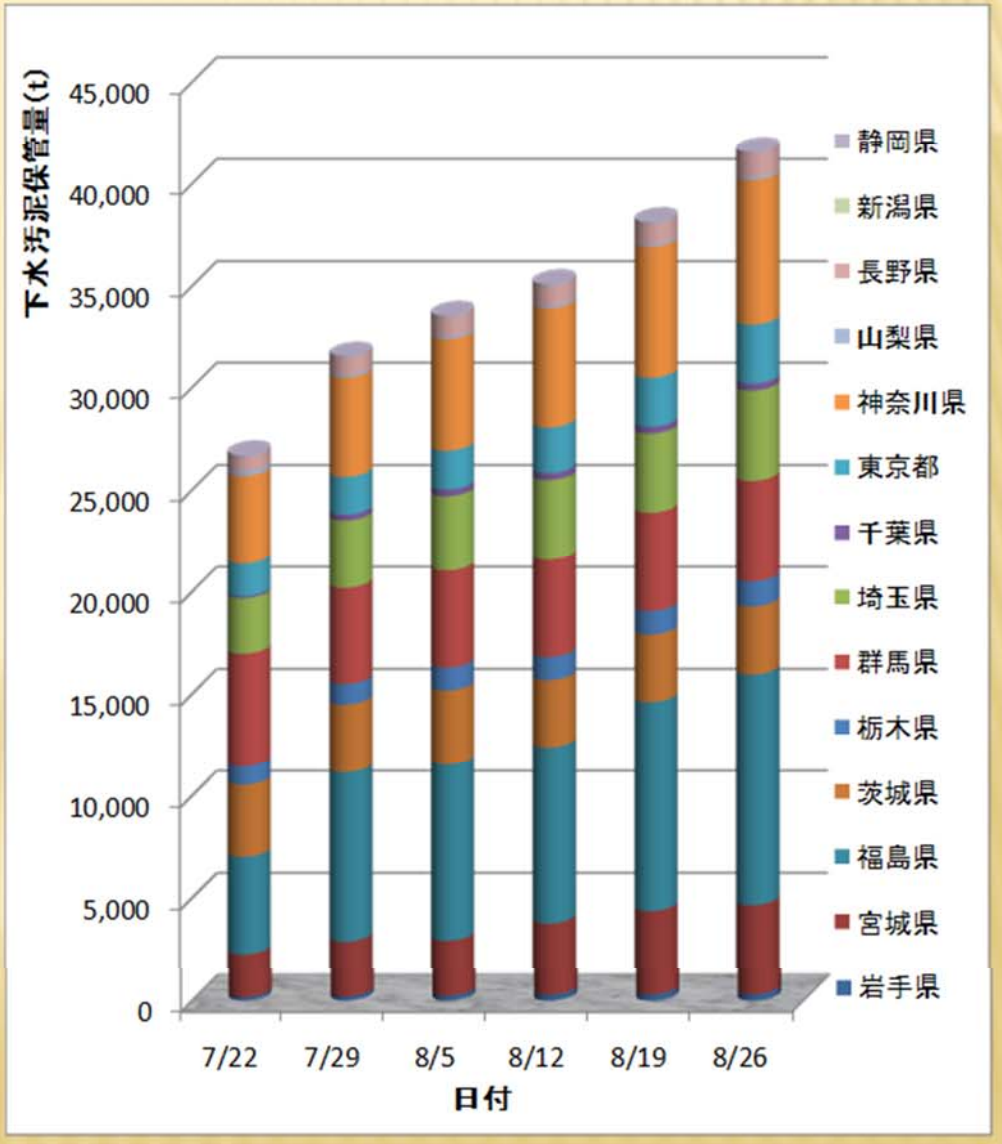
- 基準を満たしている脱水汚泥や焼却灰も、多くの利用業者、埋立処分場から受け入れを拒否されている。

多くの下水処理場で、日々発生する下水汚泥を一時保管せざるを得ない状況。

4. 下水道における放射能性物質対策

➢下水汚泥保管量の推移

都県名	累積保管量(t)
岩手県	約320
宮城県	約4,400
秋田県	―
山形県	―
福島県	約11,300
茨城県	約3,300
栃木県	約1,200
群馬県	約5,100
埼玉県	約4,400
千葉県	約340
東京都	約2,900
神奈川県	約7,100
山梨県	約120
長野県	約1,200
新潟県	約10
静岡県	約100
計	約42,000



4. 下水道における放射能性物質対策

- 汚泥保管状況

4. 下水道における放射能性物質対策

- 汚泥保管状況

国交省による検討会の設置

「下水道における放射性物質対策に関する検討会」

座　長	楠田　哲也	北九州市立大学国際環境工学部教授
委　員	木村　英雄	(独)日本原子力研究開発機構安全研究センター廃棄物安全研究グループ研究主幹
委　員	佐藤　弘泰	東京大学大学院新領域創成科学研究科准教授
委　員	杉浦　紳之	(独)放射線医学総合研究所緊急被ばく医療研究センター長
委　員	鈴木　　穣	(独)土木研究所材料資源研究グループ長
委　員	高岡　昌輝	京都大学大学院工学研究科教授
委　員	中沢　　均	日本下水道事業団技術開発審議役
委　員	森口　祐一	東京大学大学院工学系研究科教授
委　員	森澤　眞輔	京都大学名誉教授
特別委員	成田　良洋	福島県土木部下水道課長
特別委員	黒住　光浩	東京都下水道局計画調整部長

4. 下水道における放射能性物質対策

「下水道における放射性物質対策に関する検討会」

第1回委員会(6/17)
- 下水汚泥中における放射性物質検出状況の把握

第２回委員会(7/25)
- 処理場周辺地域の環境
- 下水処理場における放射性物質の挙動等

第３回委員会(8/29)
- 放射性物質の挙動
- 高放射能濃度下水汚泥の保管方法等

第４回委員会(10/4)
- 8,000 超10万Bq/kg以下の下水汚泥焼却灰等の処分方法

今後第５回以降検討の予定

国総研の対応

➢下水道における放射性物質の流入および処理状況を調査。

	日平均流入水		雨天時流入水
Cs-134 (Bq/kg)	11.2	約30倍	384.1
Cs-137 (Bq/kg)	13.1	→	406.6

初期降雨時の流入下水試料（雨水混入率＊：約8割）

＊雨水混入率＝（雨天時流入量－晴天時流入量）／雨天時流入量

合流式下水道の場合、降雨により高い濃度の放射性物質が流入すると考えられる。

４．下水道における放射性物質対策

国総研の対応

- 下水道管渠内堆積物の放射性物質の状況を確認
  （合流区域14ヶ所、分流区域5ヶ所）

下水道管渠内の堆積物から下水処理施設へ
放射性物質の供給が継続する可能性は低い。

国総研の対応

ロ 調査結果

- 下水処理場（合流式）への放射性物質の流入
  →主として降雨により地表面に沈積した放射性物質が洗い流される。

- 地表の放射性物質濃度が低下
  →下水中の放射性物質濃度も低下と推測。

５．災害に負けない下水道に向けた取り組み

宮城県

「宮城県震災復興計画（案）」（9月30日公表）
　甚大な被害を被った地域の復興に向け、5つの基本理念に基づく、今後10年間の復興の道筋。

①災害に強く安心して暮らせるまちづくり
②県民一人ひとりが復興の主体・総力を結集した復興
③「復旧」にとどまらない抜本的な「再構築」
④現代社会の課題を解決する先進的な地域づくり
⑤壊滅的な被害からの復興モデルの構築

仙台市

南蒲生浄化センター復旧方針検討委員会 提言書
　従前の機能回復＋地震や津波の災害対応＋環境配慮･未来志向型の下水処理場として再生。

５．災害に負けない下水道に向けた取り組み

大阪市

「大阪市下水道 地震津波対策基本プラン（案）」
事業継続計画（BCP）の視点からの基本理念
・円滑な事後対応を可能とする優先事業を厳選
・事業の効率化を図りつつ、増大するリスクに対応
今回被災のない都市の中で、全国に先駆けて策定。

シンポジウム等

「大規模災害に立向かう専門家ｼﾝﾎﾟｼﾞｳﾑ」
米（ﾊﾘｹｰﾝ・地震）、独・英（水害）、日（津波）
等専門家が共通の教訓を議論。（7/26東京）
「ｱｾｯﾄﾏﾈｼﾞﾒﾝﾄ国際規格」
リスク管理を含むｲﾝﾌﾗ運営。
ISO/PC251委員会で2014年発効へ作成中。

５．災害に負けない下水道に向けた取り組み

- 東日本大震災で得られた教訓や委員会提言等

  ⇒ **構造・性能基準等を具体的に明示**

  下水道耐震設計指針等の見直し

- **下水道BCPマニュアルの見直し**
- **広域的な支援ルールの見直し**
- 効率よい応急復旧のための**アセットマネジメント**

  ⇒ **減災への対策方法の確立・導入促進**

５．災害に負けない下水道に向けた取り組み

国総研下水道研究部

- 一日も早い早期復旧復興への支援
- 委員会事務局として全国の津波対策に向けて調査検討を急ぐ
- ゲリラ豪雨対策等を含む災害対策を促進