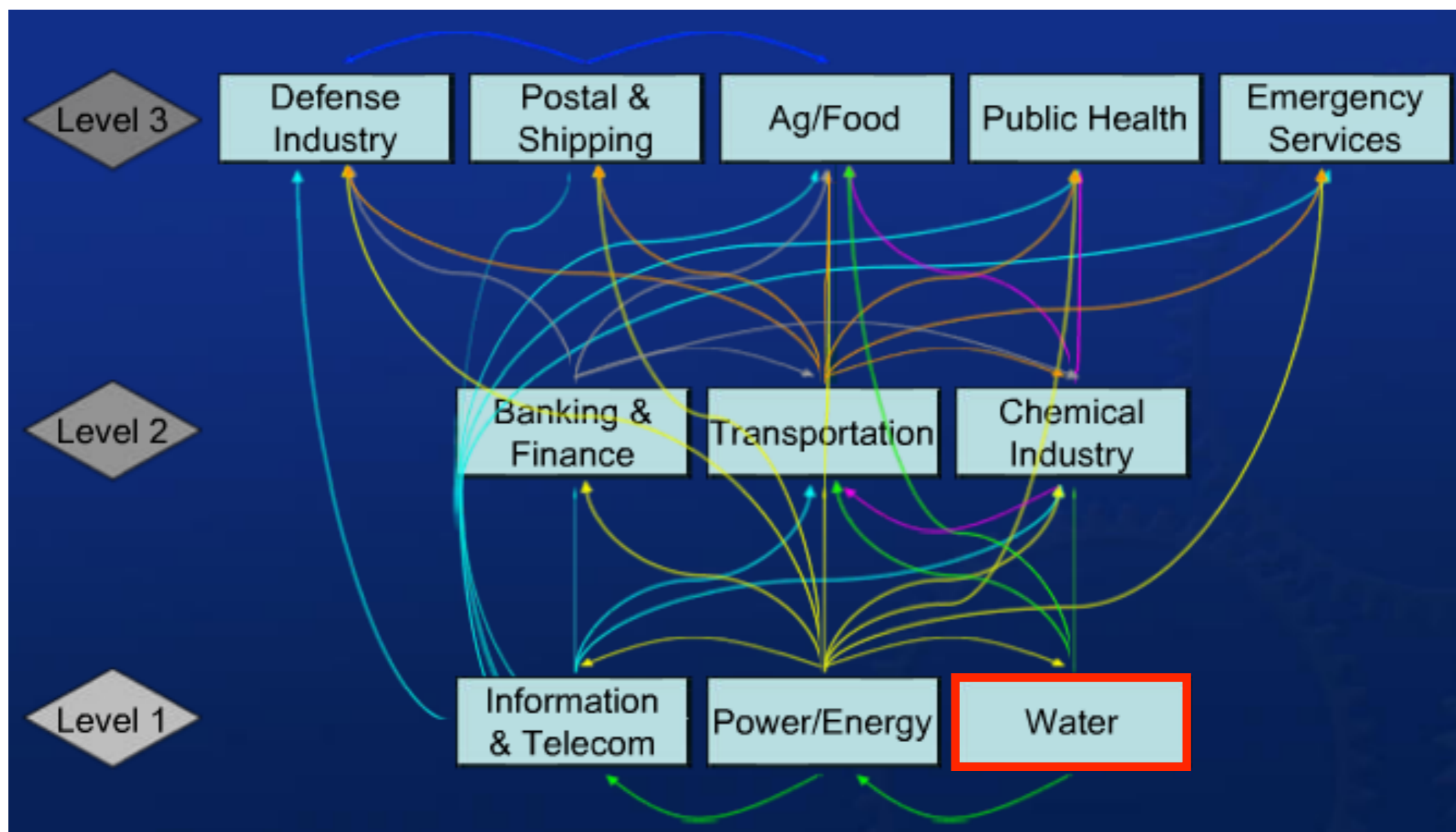


地球防災工学

2010年5月31日

第7回 CIP (1) 水

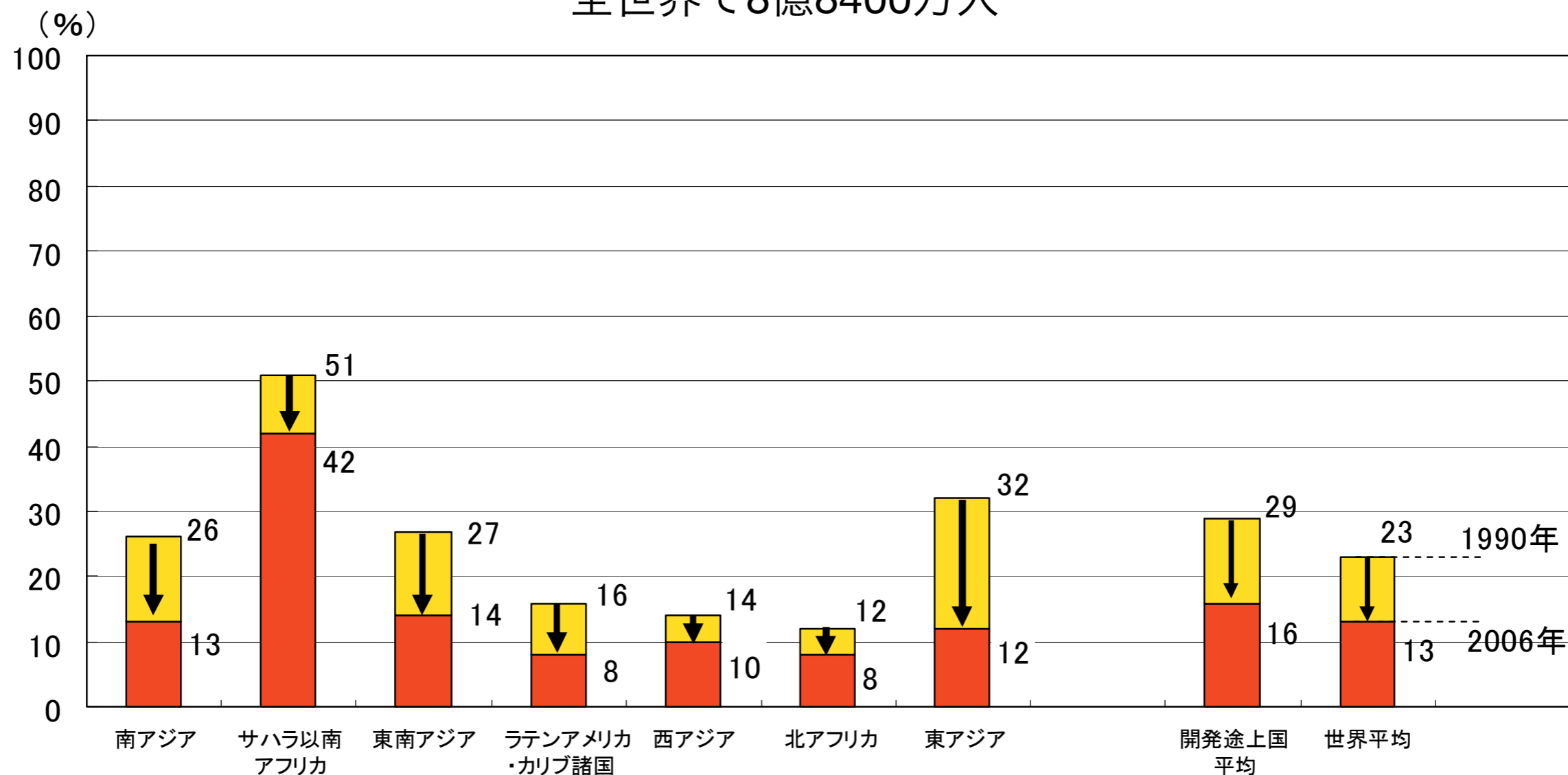
CIPの相互関係



-
- 生命のための水
 - 食料のための水
 - 環境のための水
 - その他の水

安全な飲料水を継続的に利用できない人々

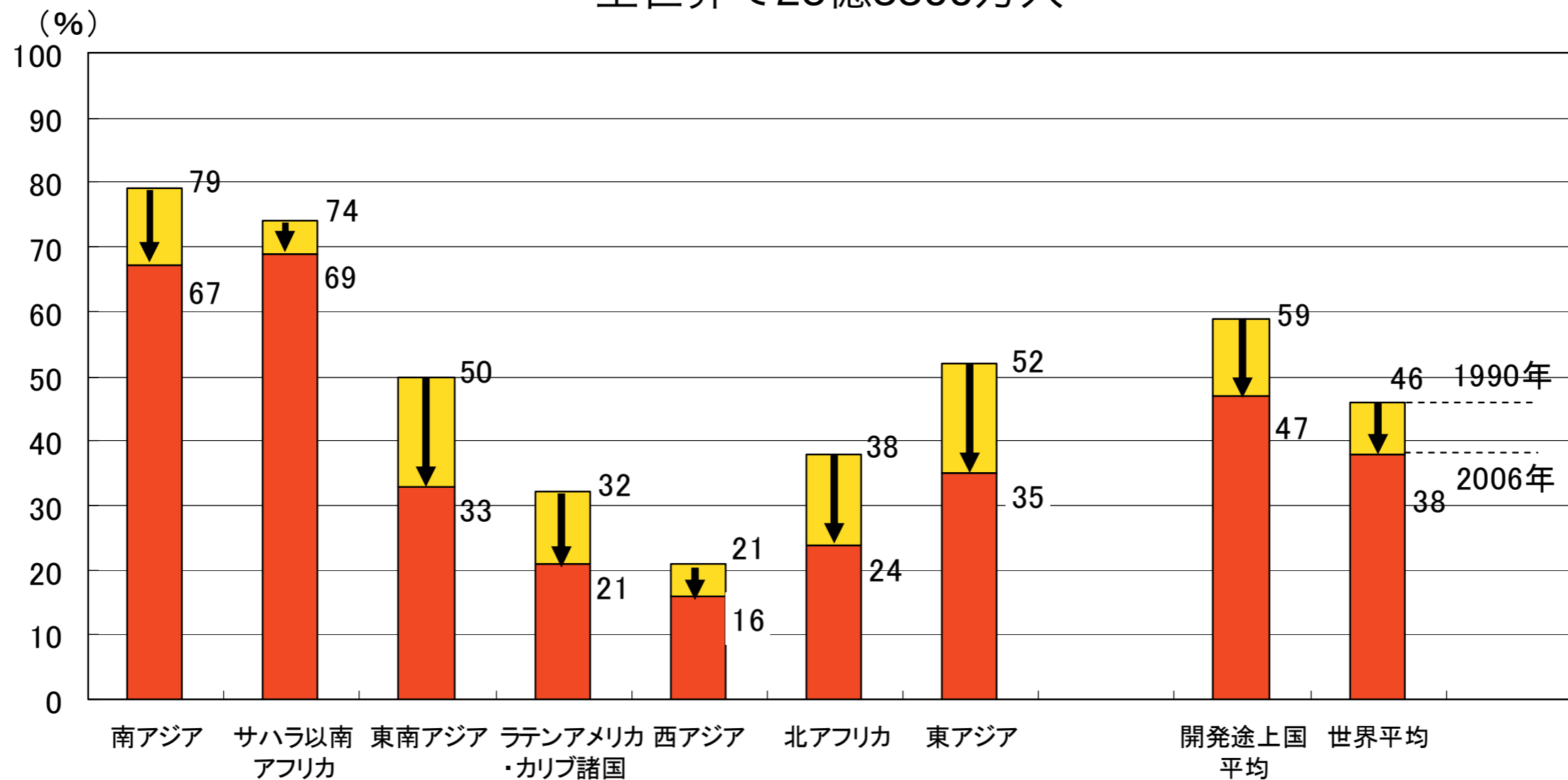
全世界で8億8400万人



(注) 国連児童基金 (UNICEF) 及び世界保健機関 (WHO) 『PROGRESS ON DRINKING WATER AND SANITATION : SPECIAL FOCUS ON SANITATION, 2008』 をもとに国土交通省水資源部作成

基礎的な衛生施設を継続して利用出来ない人口

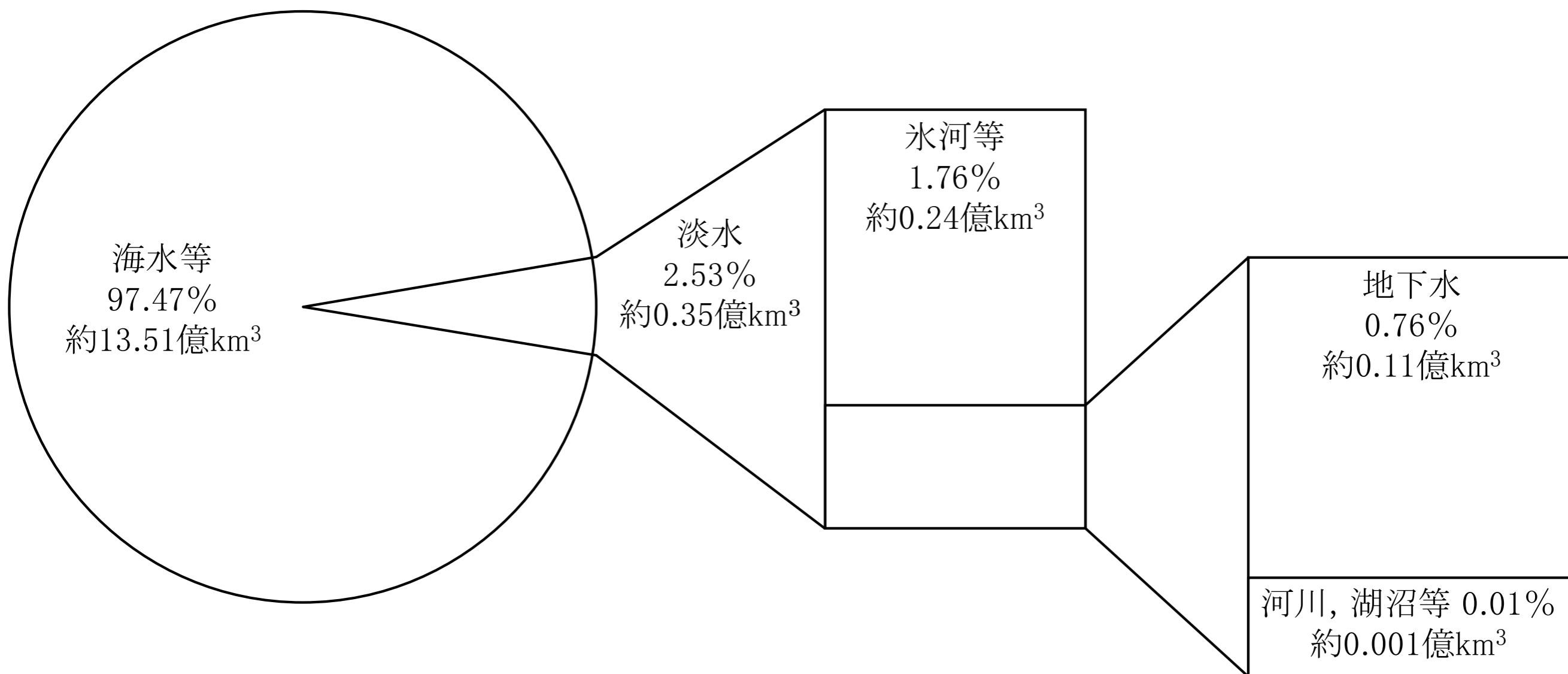
全世界で25億3300万人

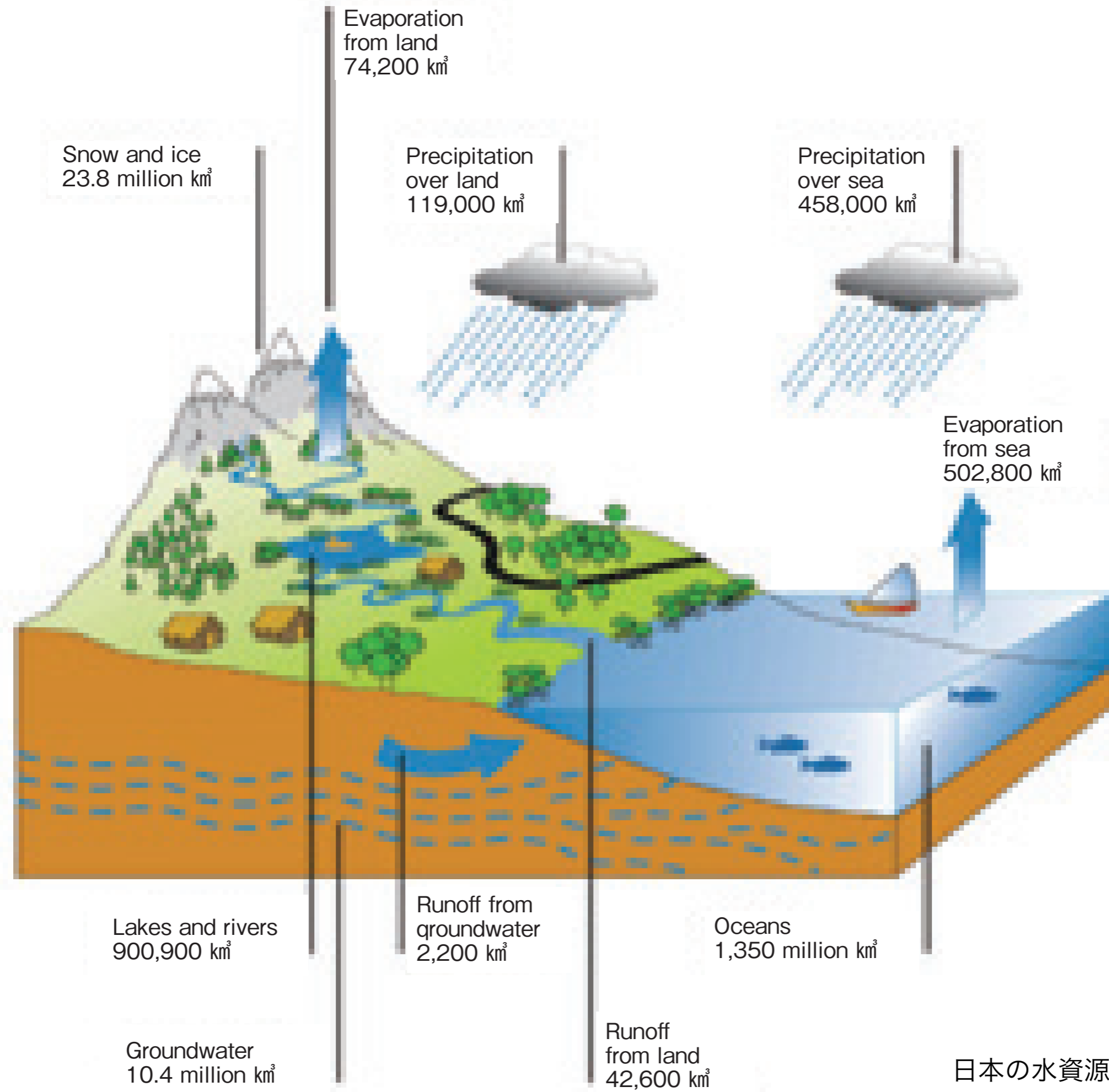


(注) 国連児童基金 (UNICEF) 及び世界保健機関 (WHO) 『PROGRESS ON DRINKING WATER AND SANITATION : SPECIAL FOCUS ON SANITATION, 2008』 をもとに国土交通省水資源部作成

地球上の水の量

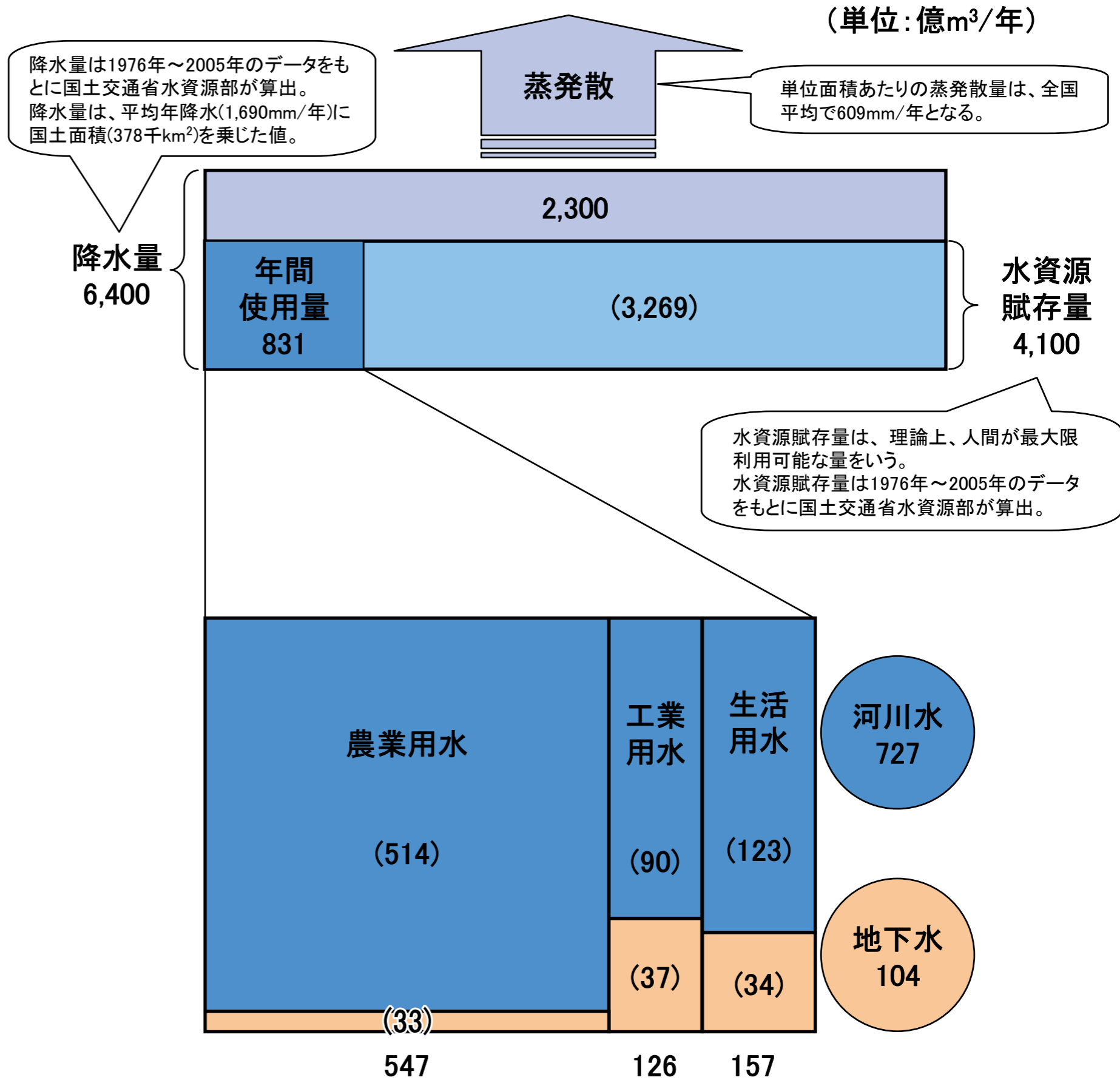
地球上の水の量
約13.86億km³

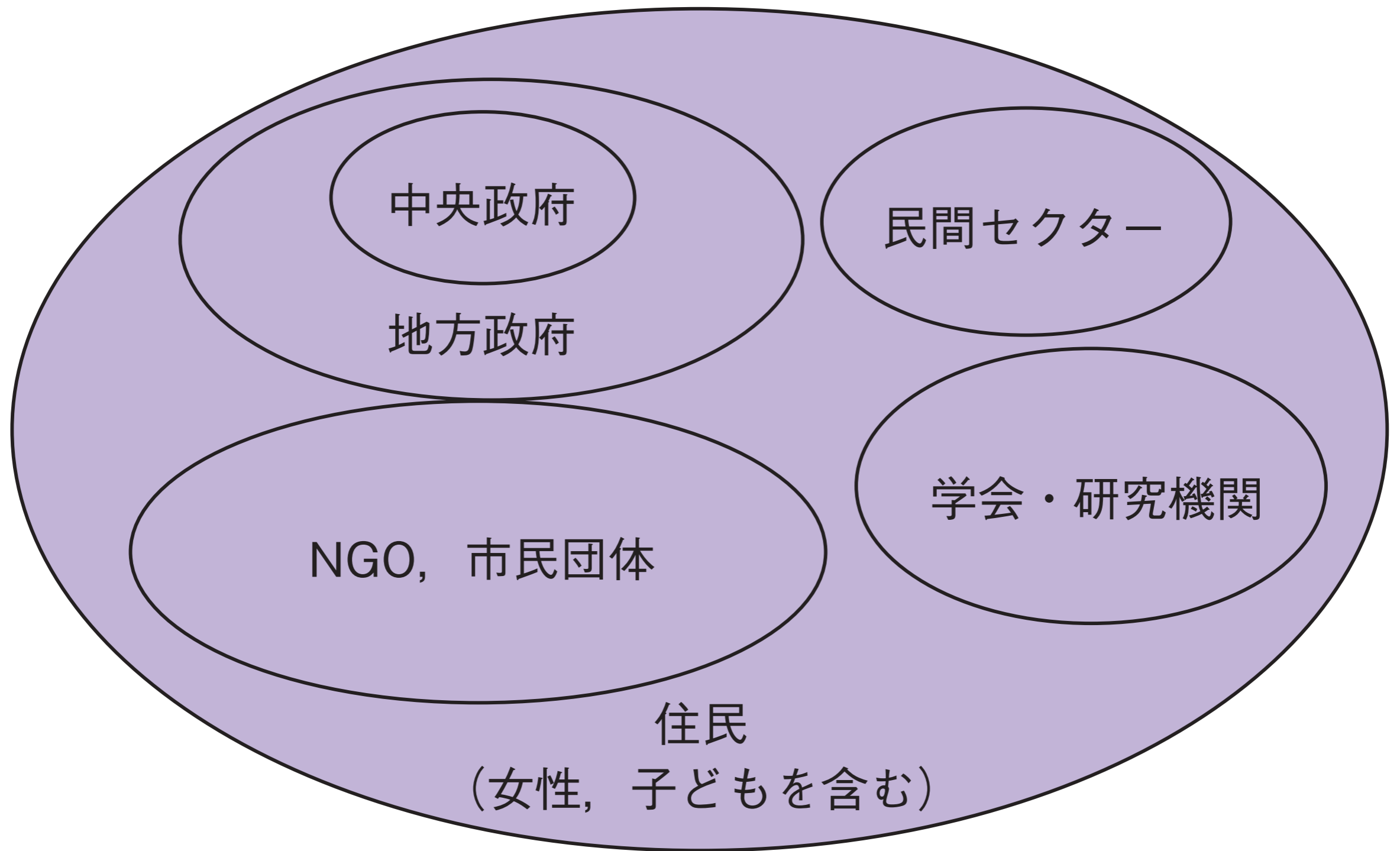




水の利用

- 一人当たり水資源賦存量
- 世界平均：約 8,400m³/人・年
- 日本：約3,200m³/人・年







岡山水道局の配水管破裂事故における臨時給水所



岡山市水道局の配水管破裂事故における破裂した配水管（口径1000mm）（出典；田町一丁目地内漏水事故報告書（平成19年7月20日岡山市水道局））



中越沖地震における給水所での応急給水状況（出典「国民生活を作る安心な水道づくり」，（平成19年10月日本水道協会）

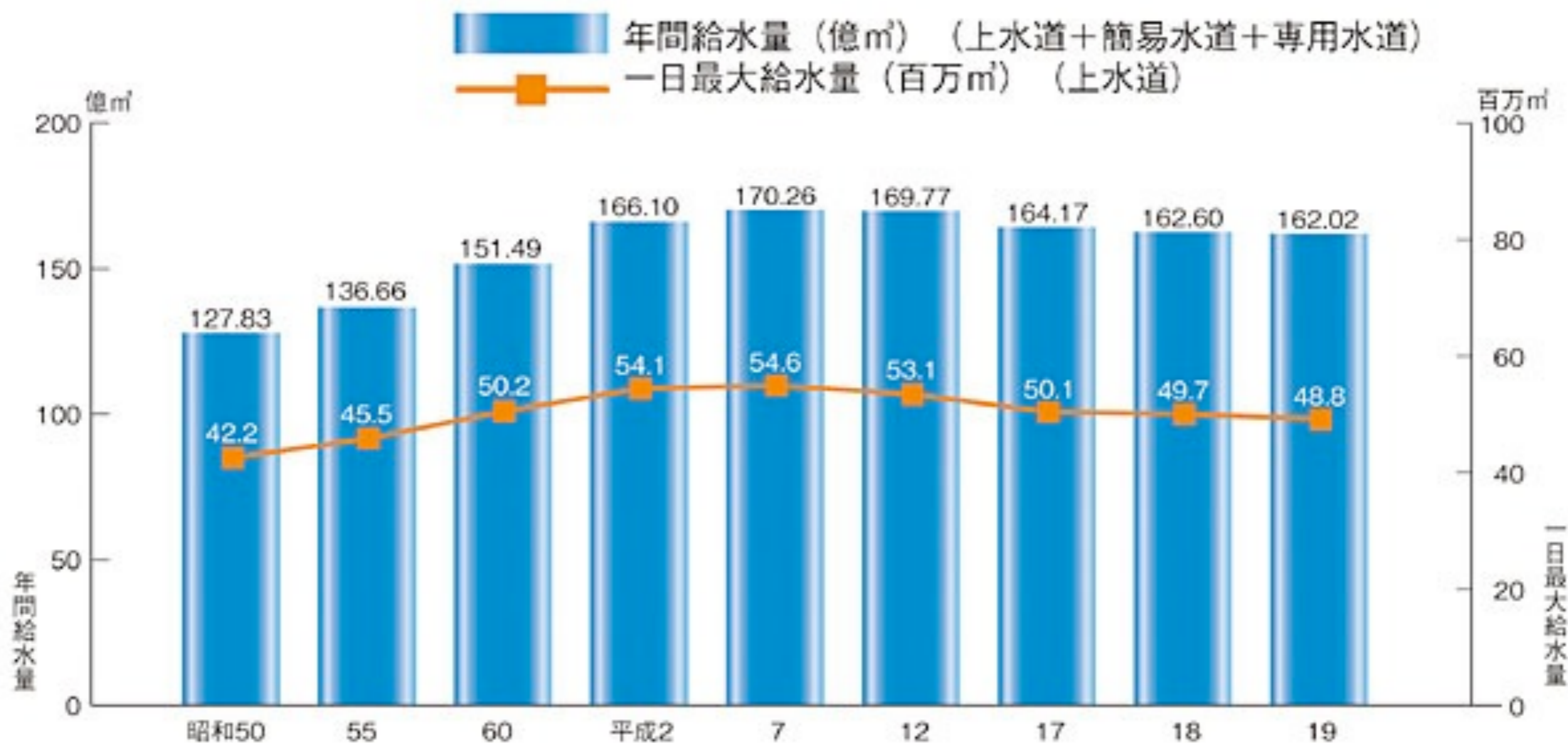


海上保安庁巡視船による給水車への清水の給水（第九管区海上保安部ホームページより）

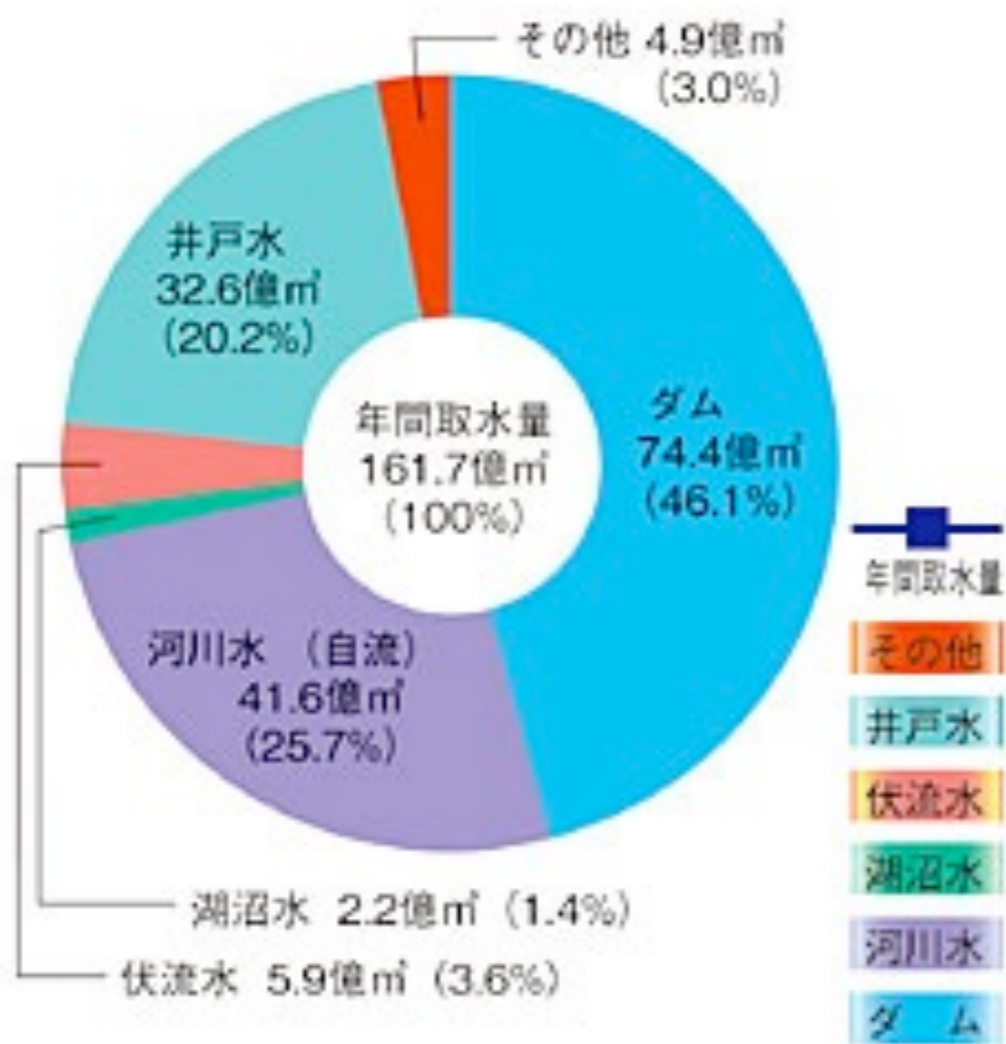


新潟県中越地震における下水道施設の被害状況

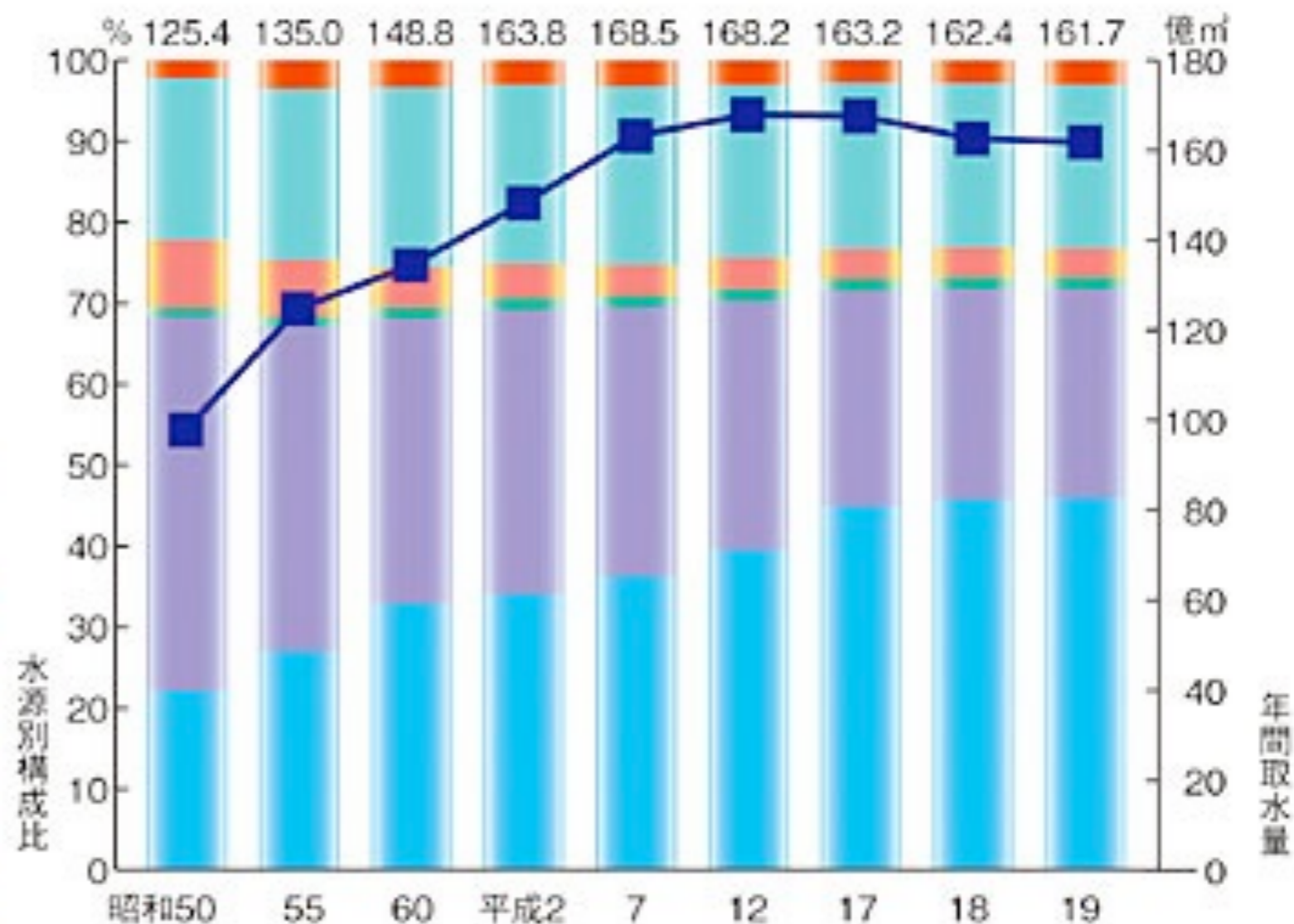
水道の年間給水量



水道水源の状況



水道水源の種別 (平成19年度)
(上水道+用水供給事業の合計)

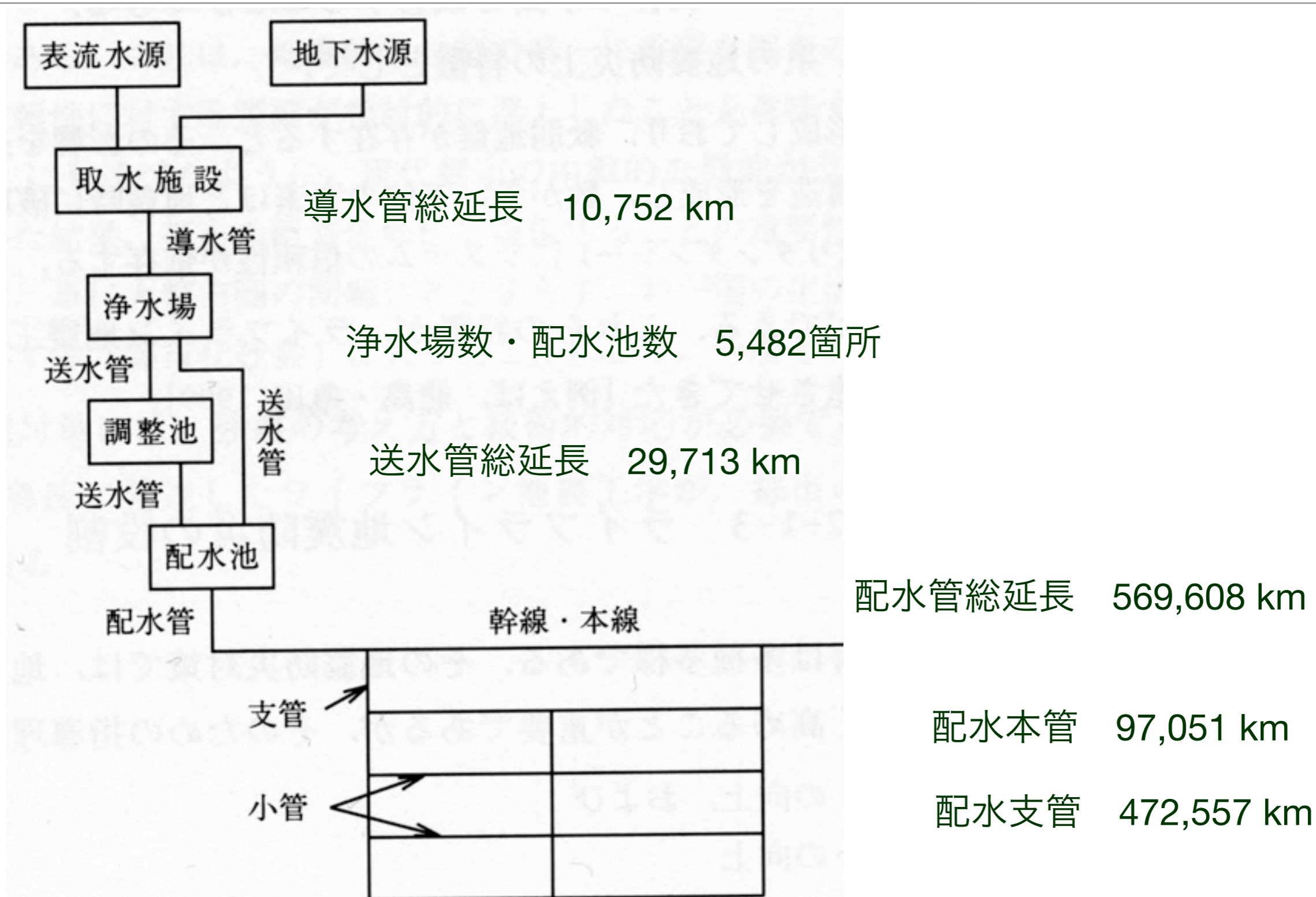


水道の年間取水量と水源別
構成比の推移

水道システムの施設

- 貯水施設：原水を貯留するためのダムなどの貯水施設
- 取水施設：原水を取り入れるための取水堰、取水塔、井戸などの施設
- 導水施設：取水施設で取り入れた水を浄水施設へ導くための管路
- 浄水施設：原水を飲用に適する水（浄水）に浄化するための施設
- 送水施設：浄水を配水施設に送るための管路
- 配水施設：需要に応じて必要な水を供給するための配水池、管路
- 給水装置：配水管から分岐して家庭などに引き込まれた給水管、給水用具

日本の上水道システム



ライフラインの地震被害と波及

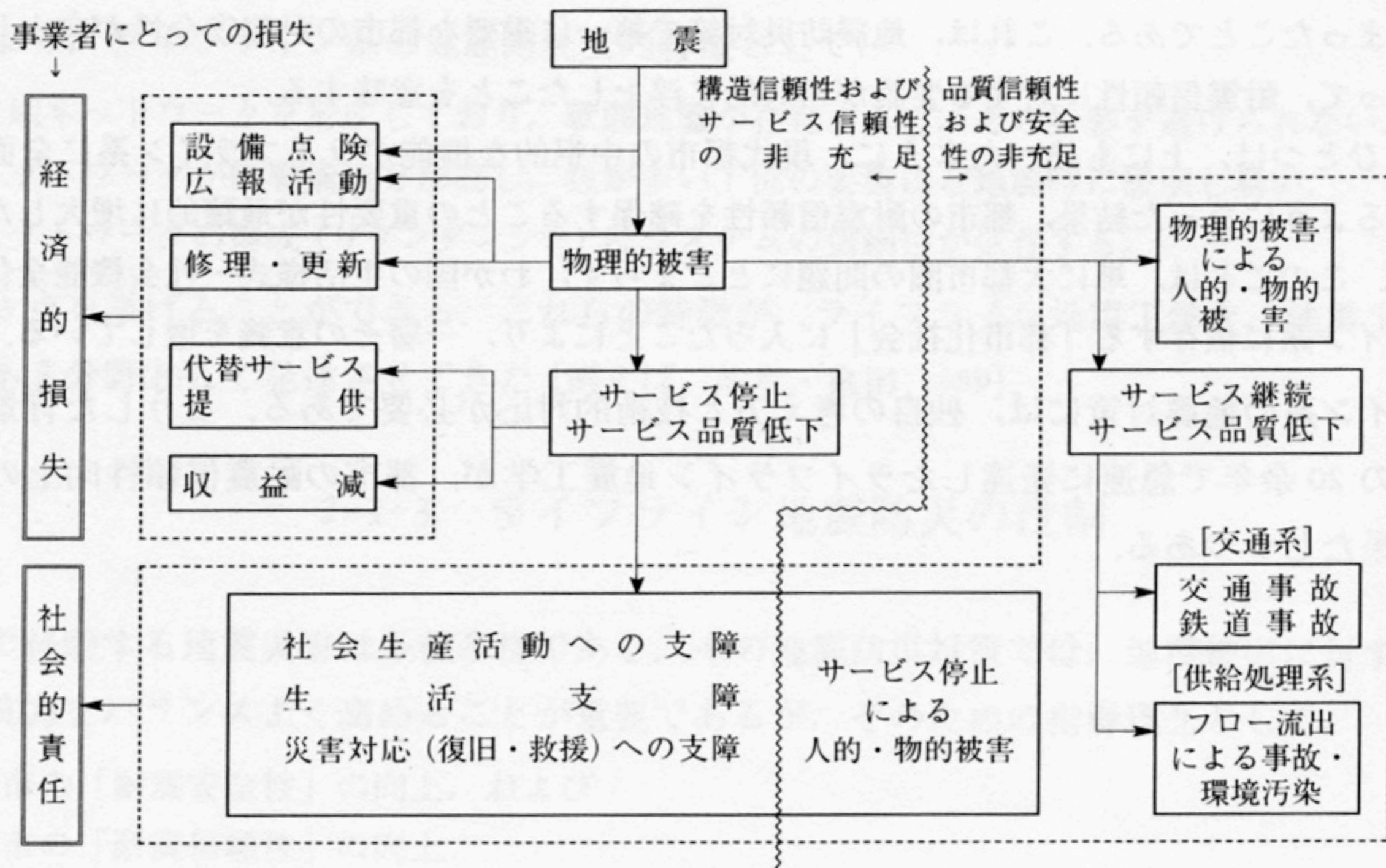


図 2-2-1 ライフライン地震災害の波及構造 [能島 1992]

ライフライン地震災害による生活支障

1983日本海中部地震の例

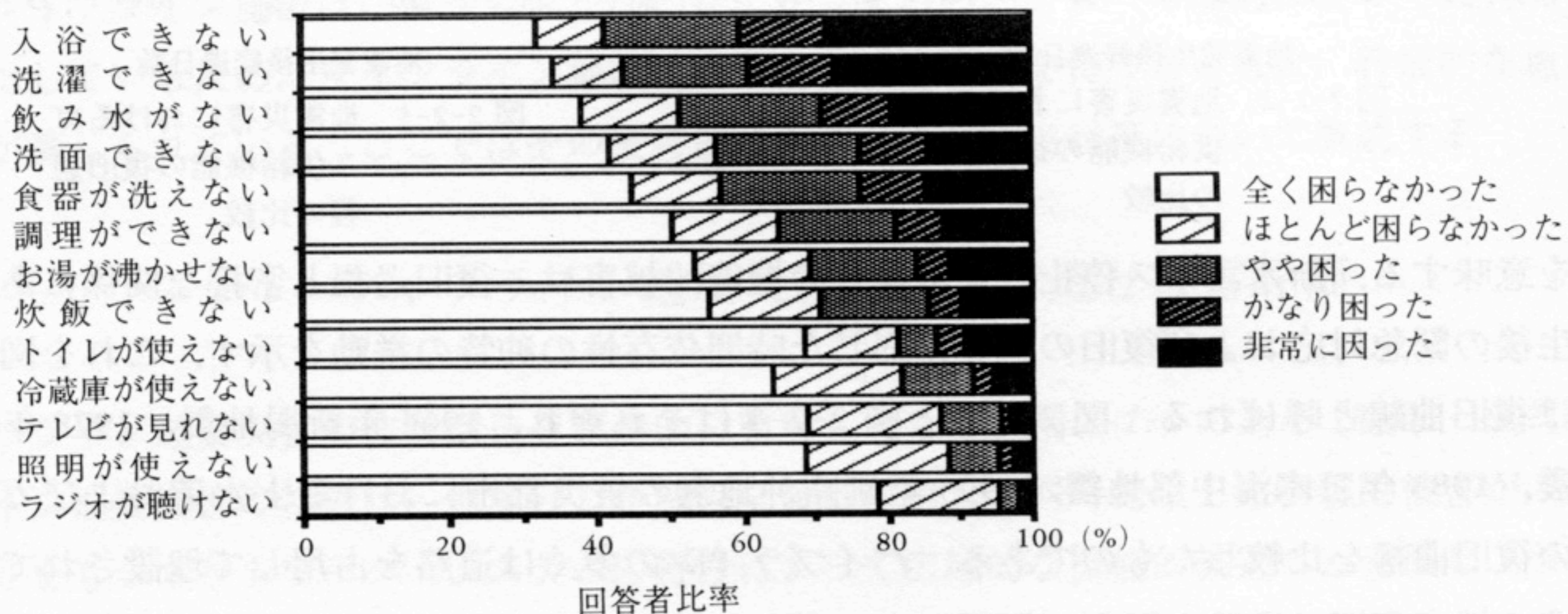


図 2-2-4 ライフライン地震災害による生活支障 [能島ら 1994]

既往の地震災害と水道の被害

表 10-1-1 おもな地震と水道の被害

地震名	発生年月日・規模	被害内容
関東大震災	1923年9月1日 M7.9 震度VI	(東京都) 配水管 382 箇所, 給水管 155,103 箇所
新潟地震	1964年6月15日 M7.7 震度V	(新潟市) 管路の 70 %, 給水管 35,000 箇所, 市内全域断水
宮城県沖地震	1978年6月12日 M7.4 震度V	(宮城県) 管路 1,638 箇所, 給水管 5,982 箇所
日本海中部地震	1983年5月26日 M7.7 震度V	(青森県, 秋田県) 管路 1,812 箇所, 断水戸数 40,321
千葉県東方沖地震	1987年12月17日 M6.7 震度V	(千葉県) 配水管 296 箇所, 給水管 5,079 箇所, 断水戸数 49,752
釧路沖地震	1993年1月15日 M7.8 震度VI	(北海道) 管路 308 箇所, 断水戸数 20,000
北海道南西沖地震	1993年7月12日 M7.8 震度IV	(北海道, 東北 31 市町) 送水管 5 箇所, 配水管 200 箇所, 給水管 63 箇所, 断水戸数 15,000
兵庫県南部地震	1995年1月17日 M7.2 震度VII	(兵庫県内 9 市 5 町, 大阪府) 送水管 11 箇所, 配水管 1,758 箇所, 給水管 89,584 箇所, 断水戸数 1,210,000 (兵庫県内)

水道施設の被害



ニテコ池中堤の崩壊（西宮市水道局）



Φ800mm CIPの破損（神戸市水道局）



Φ700mm SP水道橋の落橋（神戸市水道局）

配水管の被害

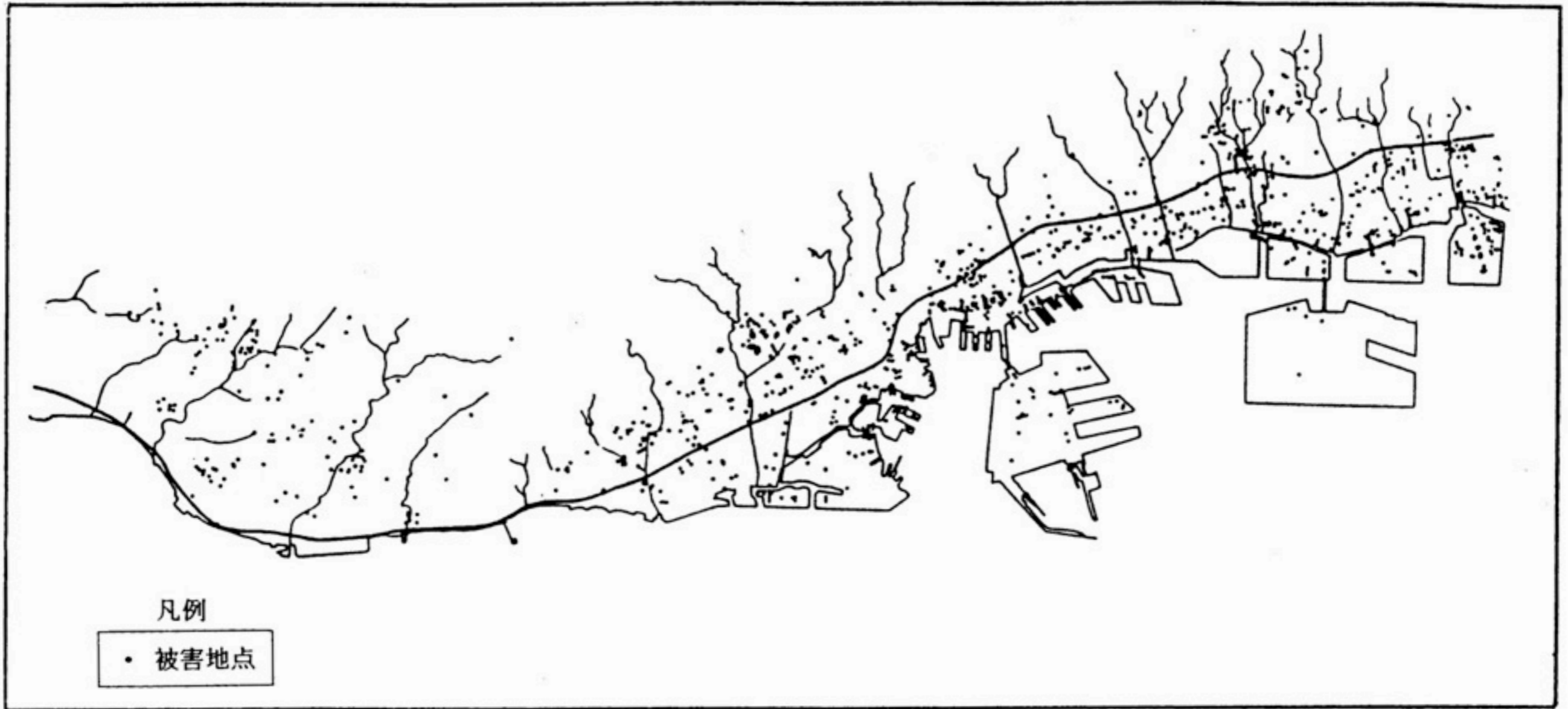


Φ800mm DIP継手の離脱（神戸市水道局）



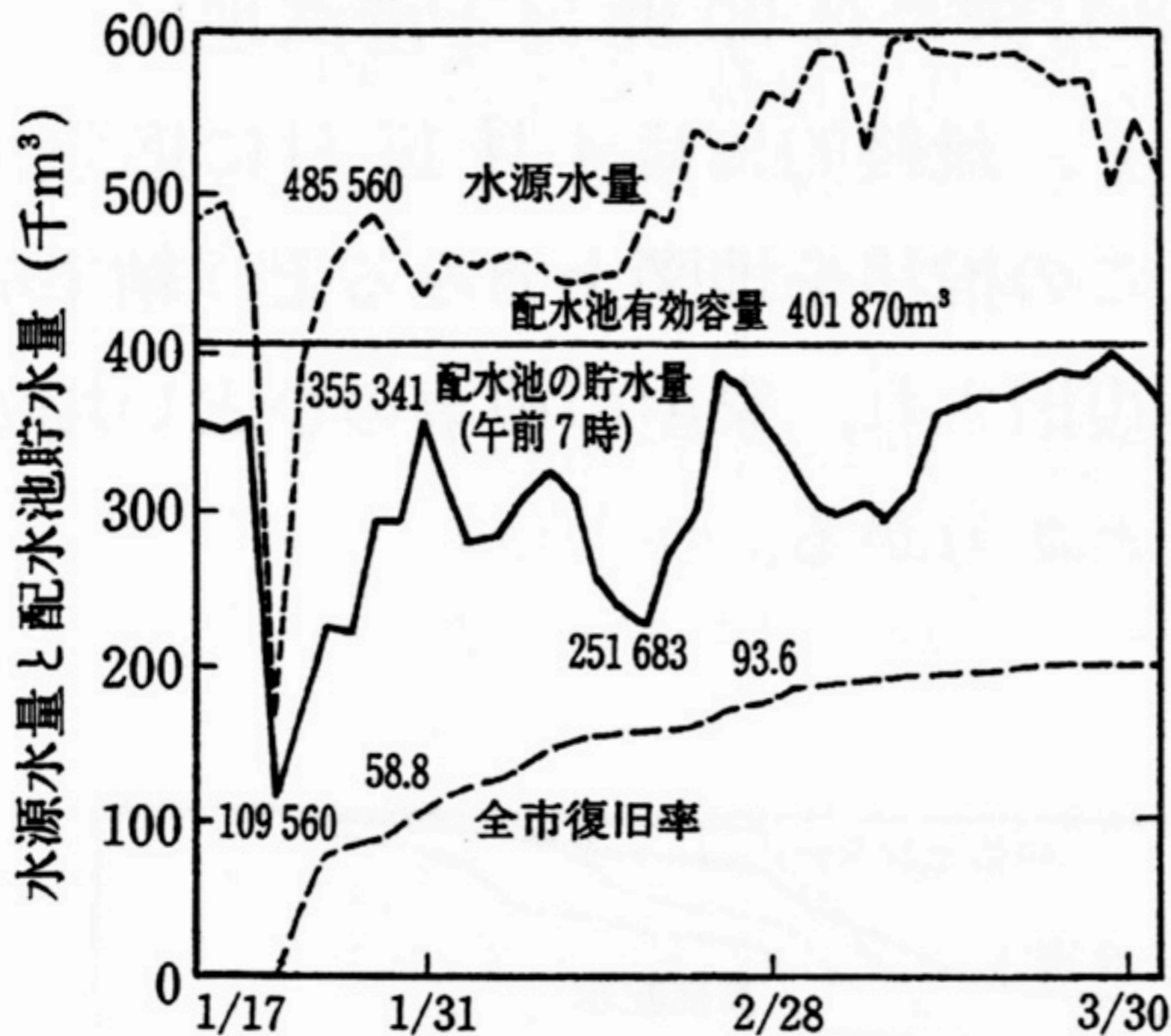
破断箇所からの漏水

配水管の被害



配水管被害の分布

水源水量, 貯水量と通水量の変化



1. 配水池貯留量の変化 (市街地)
 1月17日 5:00(地震前) 338 455 m^3
 18日 1:00(地震後) 94 908 m^3

2. 貯留量ゼロの配水池 (箇所数)

地震発生後1時間以内	7箇所
1～2時間	12
2～6時間	30
6時間以上	30
その他	2
計	81

100%
50%
復旧率

消火用水としての水道



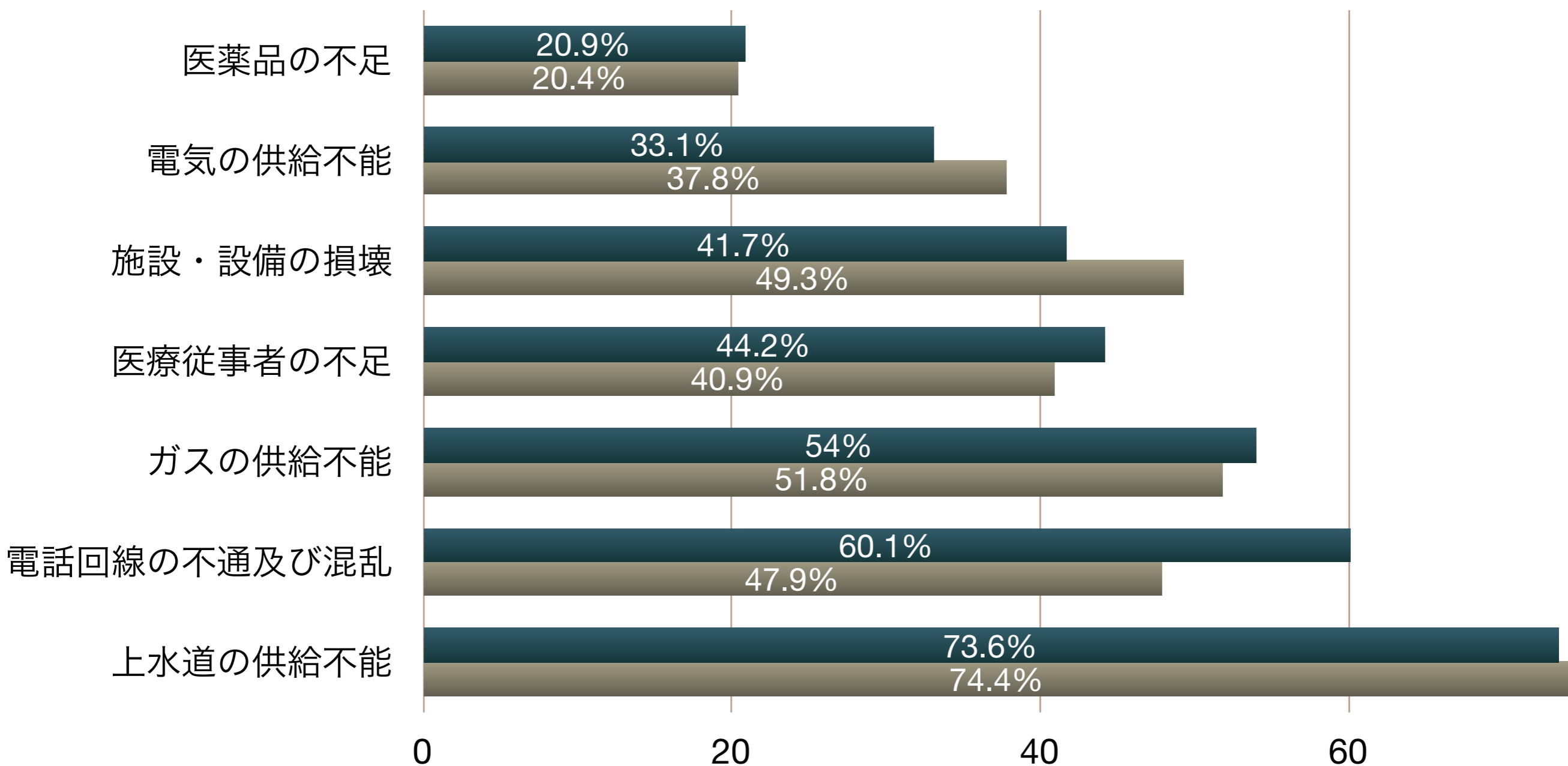
消火栓が使用できないことによる火災の延焼

震度5を想定していたために消火栓が利用できるとの前提で防火水槽の配置が少なかった

医療用水としての水道

医療活動に支障をきたした要因

■ 病院 ■ 診療所



医療用水、ボイラー用水、コンプレッサー・自家用発電機等の冷却水

阪神・淡路大震災調査報告

既往の地震による水道機能支障

地震	水道事業者	断水戸数	罹災率	累積断水戸数	断水解消日数
1964新潟	新潟市	59,000	1.0	1,131,040	46
1978宮城県 沖	仙台市	7,000	0.034	21,640	10
	塩竈市	18,000	1.0	85,556	10
	泉市	17,673	0.993	68,840	7
	石巻市	32,000	0.964	33,023	8
1983日本海 中部	男鹿市	6,909	0.946	14,211	6
	能代市	12,959	1.0	89,701	16
1995兵庫県 南部	神戸市	650,000	1.0	11,011,898	91
	西宮市	157,000	0.959	3,113,496	71
	芦屋市	33,400	1.0	773,805	65

応急給水

- 県内、県外の水道事業者に対して給水車の手配
- 自衛隊、他都市、ボランティアによる給水支援
- タンク車による応急給水（人工透析病院、一般病院、小学校、避難所）
- 交通渋滞によるタンク車移動困難、海上輸送による給水
- 給水場所情報に関する広報の困難



応急給水

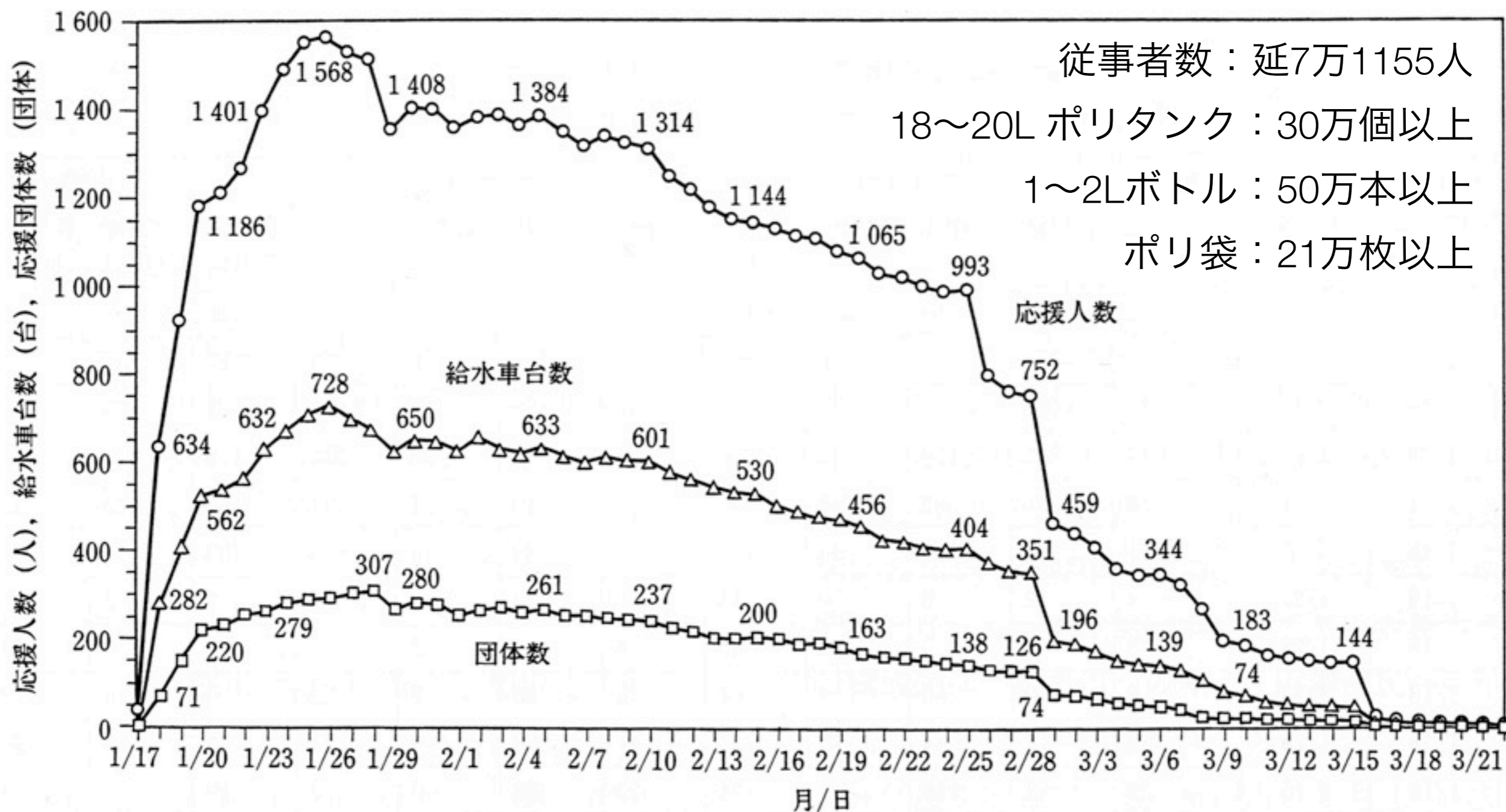


図 2.101 応急給水支援の経日変化

応急復旧

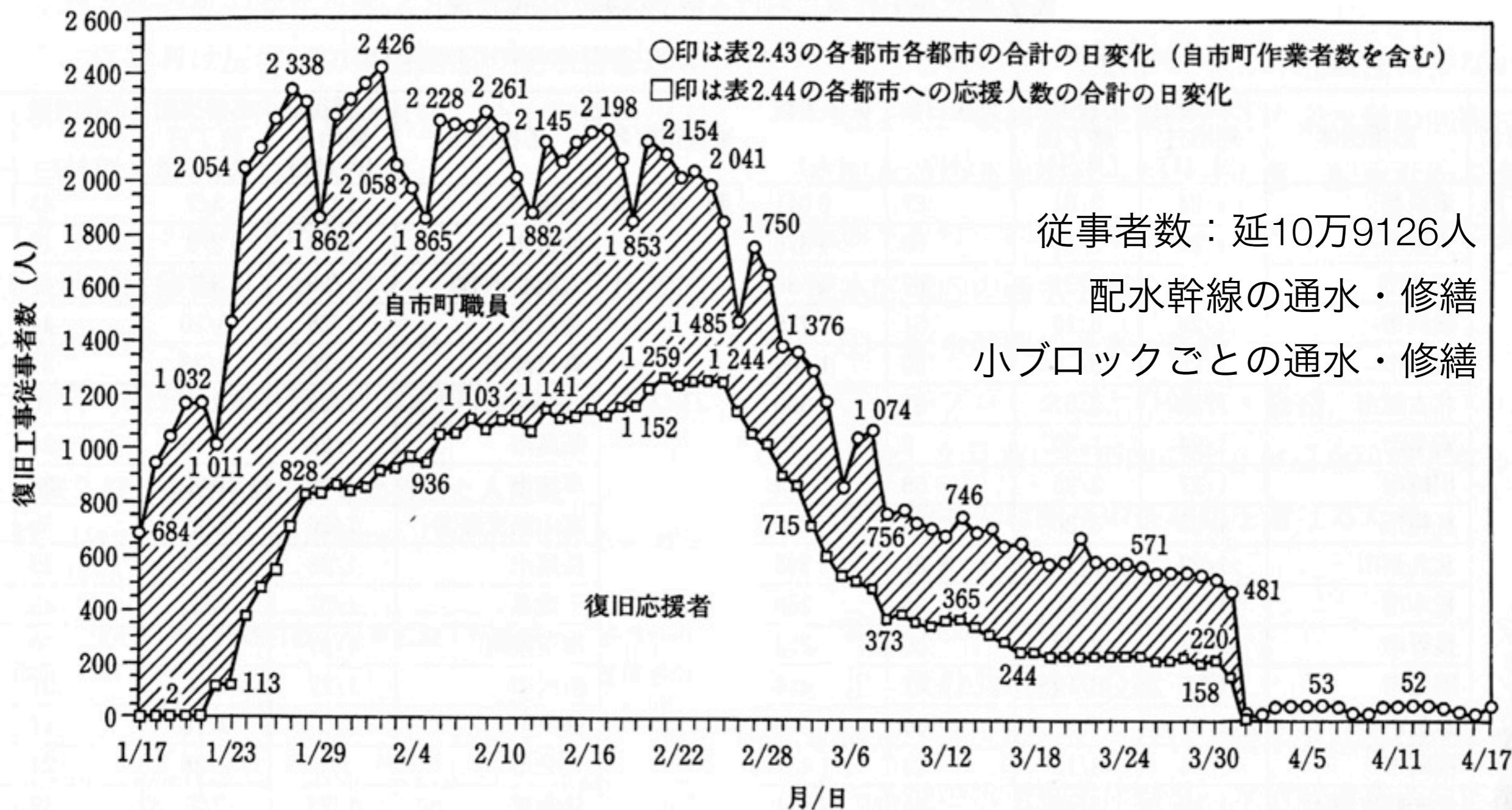


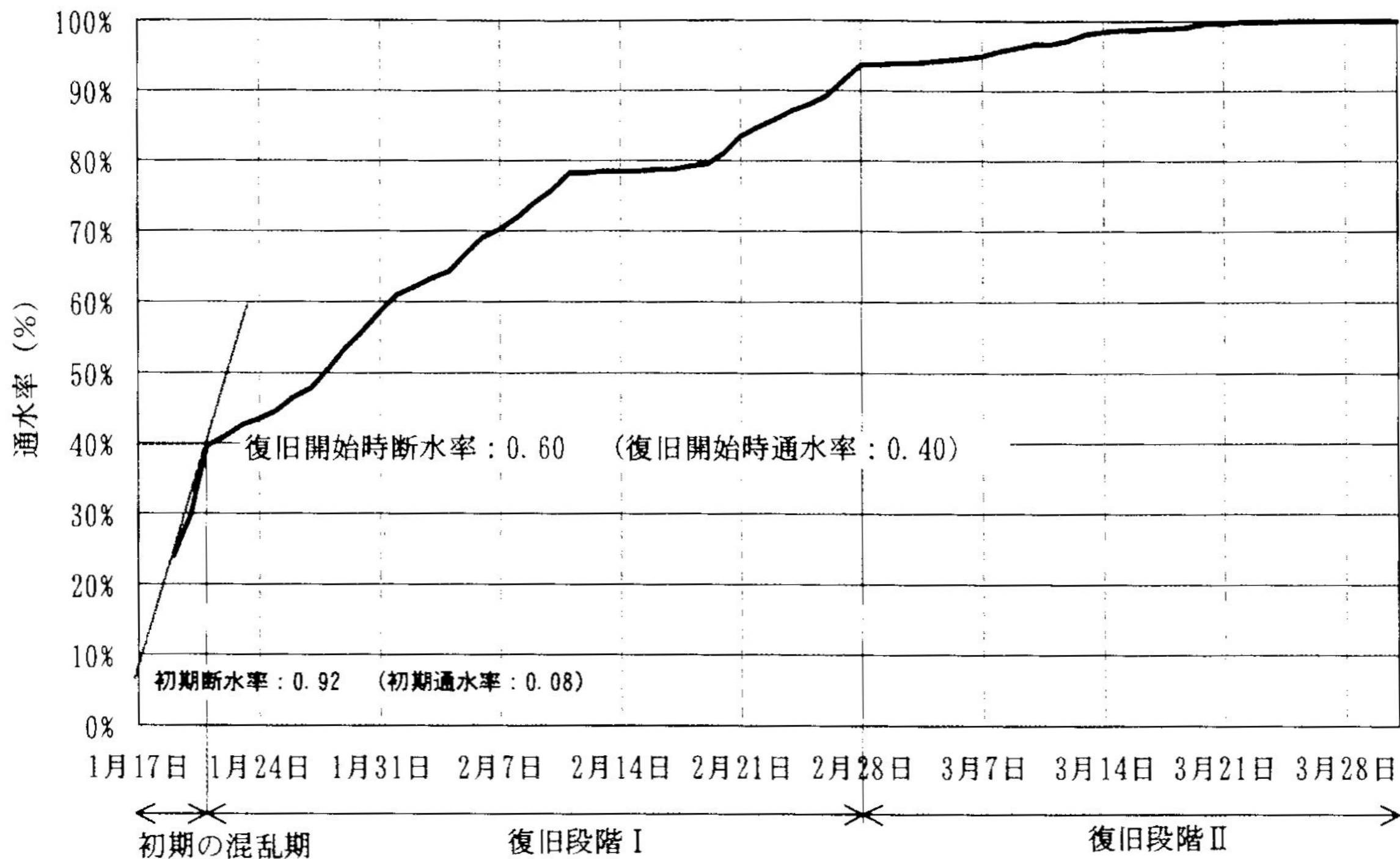
図 2.109 復旧工事従事者数の経日変化

表 2.30 神戸市水道局に寄せられた電話の内容
電話問合せからみた市民・企業の要求（経過日数別）

Table 2.30 Inquiries from Kobe citizens to Kobe Water Work Office by telephone

		第1週目（1月18日～24日）	第2週目（1月25日～31日）	第3・4週目（2月1日～14日）	第5週目以降（2月15日～）
市民からの問合せ	通水の見通し	復旧の見通しは？	具体的かつ正確な情報が欲しい いつ水がでるのか？	詳しい情報提供がない 広報が伝わらない	我慢も限界だ
	応急給水	給水車はいつ、どこに来るのか （場所、時間） 人工透析病院からの給水要求	給水車の広報をせよ （もっと近くまで来て欲しい／ 来ていても分からない） 避難所に給水タンクを設置せよ （量・回数を増やせ）	水が十分給水されない （量・回数+時間帯） （近くは出ているのに…）	水汲みがつらい、疲れた
	漏水その他	とりあえず水を止めてほしい （漏水通報多数）	風呂に入りたい （漏水通報多数）	通水できないと言われたが なんとかして欲しい。 （漏水通報多数）	何回も連絡したが、どうなっ ているのか。 （漏水通報多数）
key word		知りたい	いらだち	不安、あせり	怒り、悲痛な声
企業問合せ	製造業	食料の供給に必要 復旧資材の供給に必要 （生コン、鉄鋼）	タンク車を用意したが、どこへ 取りに行けばよいか	製造を再開したい （酒造会社等） 有料でもよいから水が欲しい	
	サービス業	保冷倉庫に水が必要 （生鮮食品） 銀行に水が欲しい	復旧関係者の宿泊等支援に必要 （ホテル等） 銭湯に水が欲しい	営業を再開したい	
	全般	復旧用の水が欲しい	営業再開に向け見通しが欲しい （雇用計画、生産計画）	なんとか水が欲しい いつ水がでるのか、はっきり せよ	客が逃げる、死活問題だ —

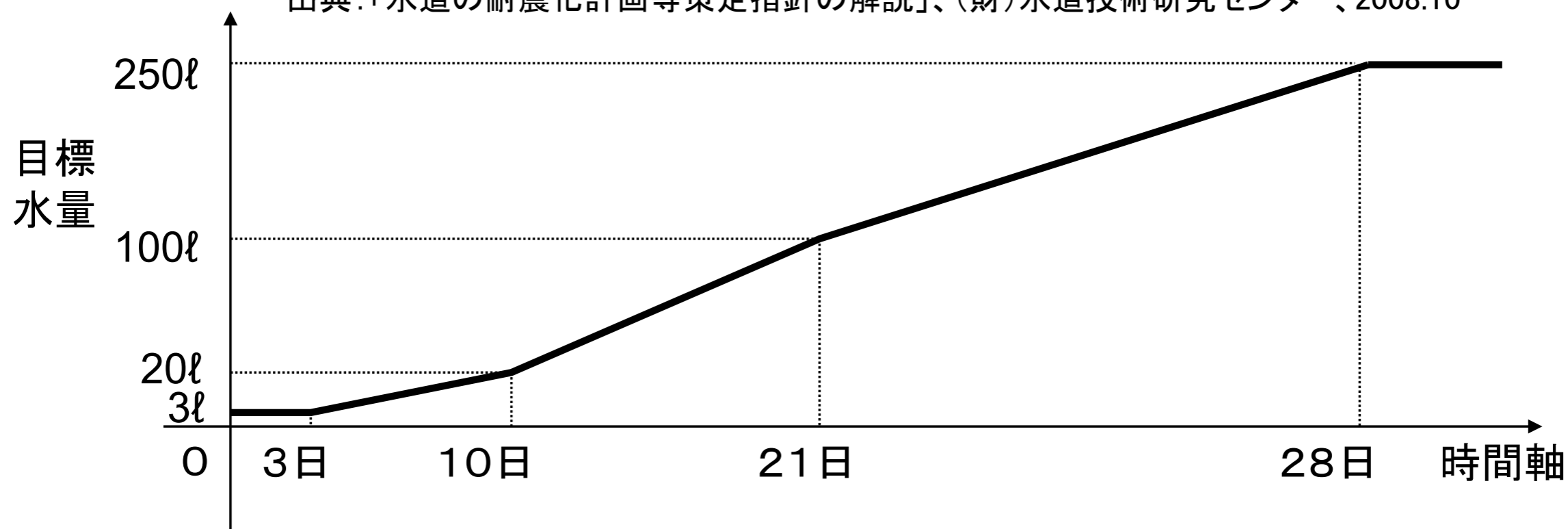
阪神淡路大震災時の神戸市水道局における復旧曲線 (実績)



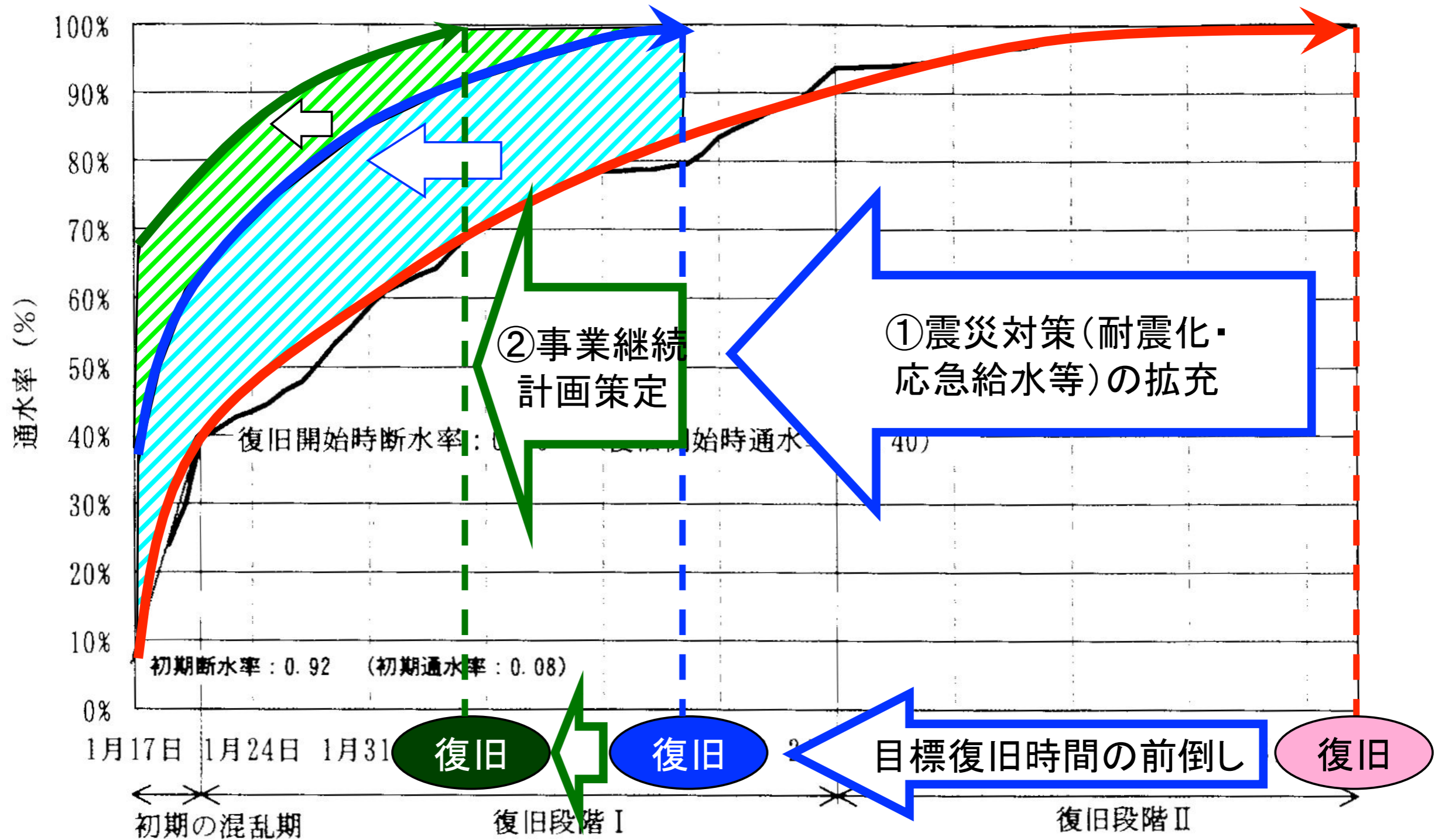
阪神淡路大震災の実績に基づく応急給水の目標設定 (標準型)

1人あたりの目標水量	目標日数	使用用途	内容
3ℓ／人・日	地震発生～3日	飲料用	生命維持のための水
20ℓ前後／人・日	10日	飲料用、水洗トイレ用、洗面	日周期の生活に最小限必要
100ℓ前後／人・日	21日	飲料用、水洗トイレ用、洗面、風呂、炊事	数日周期の生活に最小限必要
250ℓ／人・日	28日	通常量 (1人平均使用水量)	

出典:「水道の耐震化計画等策定指針の解説」、(財)水道技術研究センター、2008.10

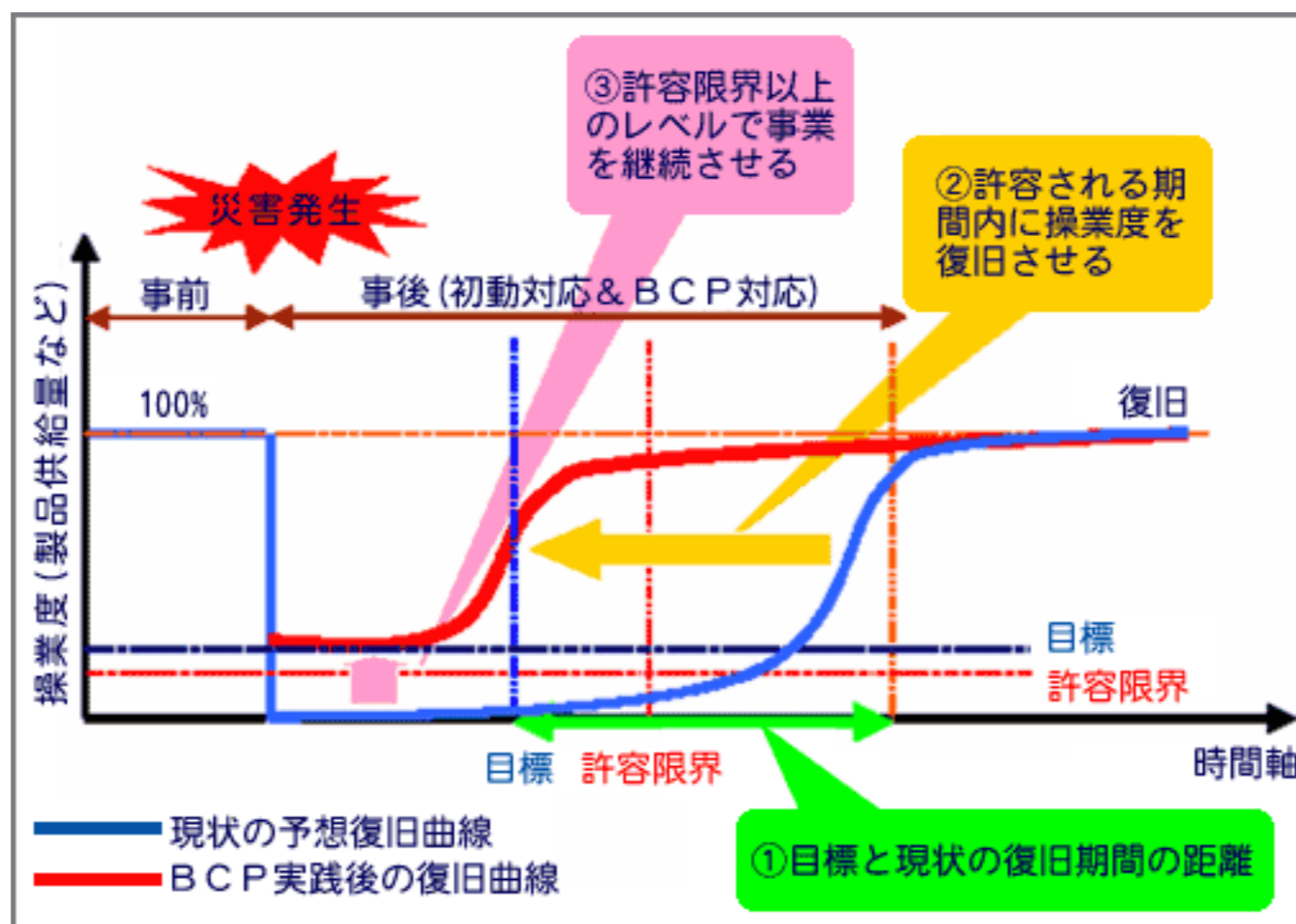


水道事業者における復旧曲線のイメージ



水道事業者の事業継続マネジメント

水道事業者にとっては、「給水」が一番重要な業務となるので、「給水」が中断しないこと、または「給水」が中断した場合に、目標復旧時間内に「給水」を再開するマネジメント計画を、1つの事業継続計画と考えることができる。



BCP策定のポイント

- ① 経営戦略的に重要業務が選定され、ビジネス影響分析によって復旧目標（復旧レベル、復旧時間）が設定されていること。
- ② 復旧目標を達成するための対策が具体的に計画されていること。
- ③ 計画が文書化され、社内への周知・教育・訓練、外部評価・計画更新に対する仕組みが構築されていること。

戦略的に目標を設定し、対策の仕組みを構築する。

大阪市水道局

大阪市水道
グランドデザイン
上位計画

大阪市災害対策本部水道部業務実
施基本計画書[震災対策編]
通称:災害対策マニュアル
(赤本)



大阪市水道
震災対策プラン21
地域防災計画に相当

大阪市水道・グラウンドデザイン
危機管理戦略（上位計画）

大阪市水道震災対策強化
プラン21（基本構想）

事業継続計画
（マネジメント計画）

8つの基本施策に基づく震災対策の推進

1. 基幹施設の耐震性強化
2. 給・配水拠点ネットワークの整備
3. 配水系統間の相互融通性向上
4. 停電対策
5. 資材保有体制の拡充
6. 人工島への安定給水ルート確保
7. 情報通信システムの信頼性強化
8. 地震対策に係るヘッドクォーター施設の耐震性強化

執務環境の整備

防災訓練・教育

非常時業務

災害時に発生する業務
従来の災害対策マニュアル（赤本）

災害時にも必要な通常業務

通常業務

災害対策
マニュアル
に追加

施設整備（ハード面）

行動計画（ソフト面）

大阪市水道局における事業継続計画の策定手順

- ①業務優先度分析
- ②業務プロセス分析
- ③応急対策活動体制・指揮命令系統に関する検討
- ④人的資源の配分方針の策定
- ⑤図上型訓練による検討結果の検証

事業継続計画策定におけるワークショップの活用

- 目的
 - 大阪市水道局の災害時事業継続計画をワークショップを通じて、職員自身で作成する
- 理由
 - 使用者である職員が使用する際の利便性が向上
 - 全庁のステークホルダーの合意形成と合理的な結果が導出可能
 - 全庁的な対応能力の向上
 - ワークショップメンバーの策定参加によって、災害時対応業務及び事業継続計画内容の理解が向上
- 構成
 - 全所属から、係長級職員を一名ずつ輩出して構成

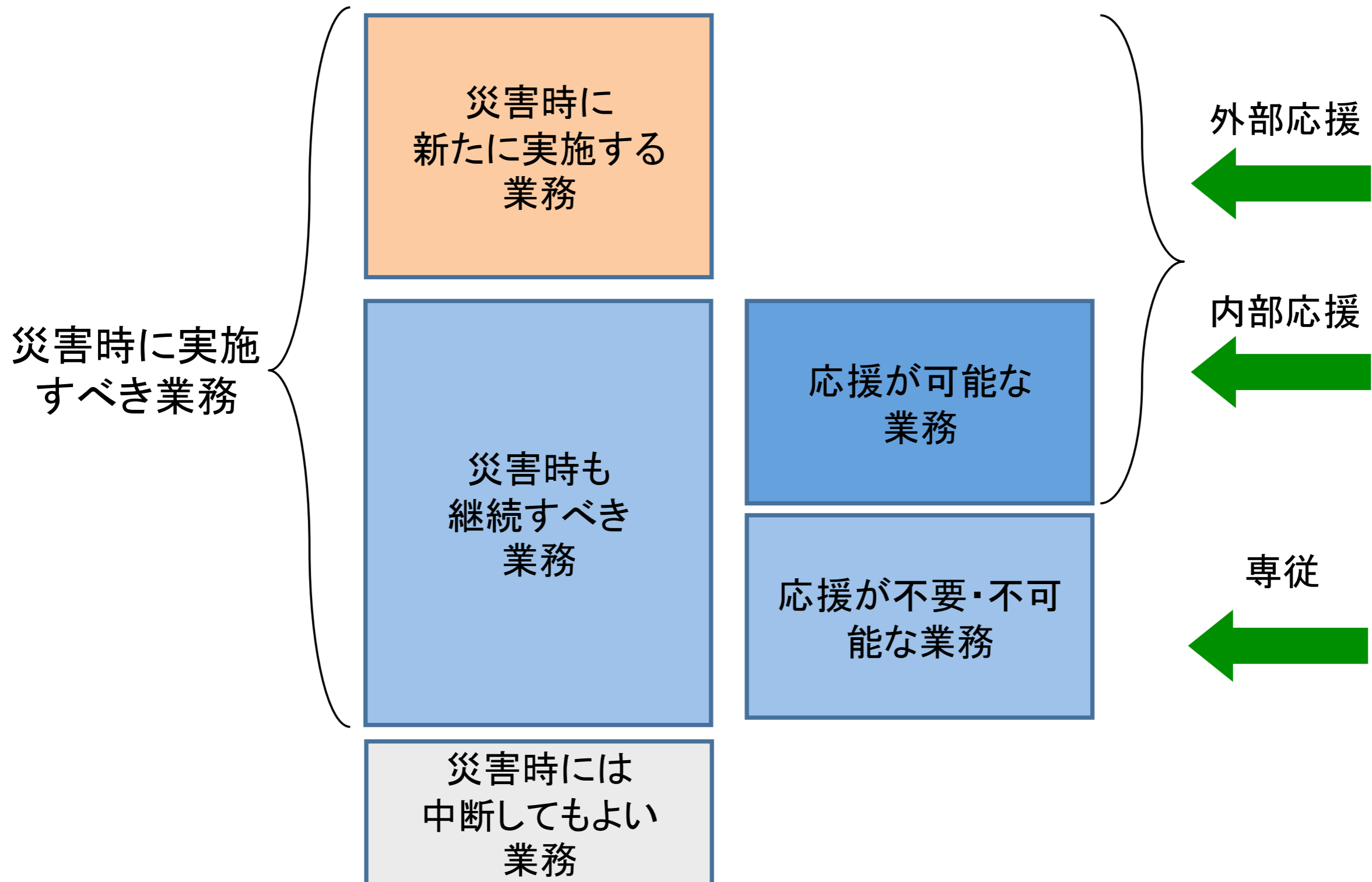
「ワークショップのちから」

- 主なステイクホルダーが皆集まる
 - 会社の全体に関わる計画だから、会社の関係各課が参集
 - 顧客、取引先、株主へとひろげる
 - 自分のアイディア、自分でまとめる、主体意識
- 適切な情報提供がある
 - 各テーブルの専門家を配置する
 - 「はみご」カードの処理に専門性を発揮する
- 時間的なプレッシャーがある
 - 時間をかけたから、良いものができるとは限らない
 - 「まとめなければ」という切迫感が力の源泉
- → 自ら合理的な結果に至る
 - 最後の発表を聞くと、「なるほどな、賢いな」という結論にまとまる

水道局事業継続計画WS

- ①災害時業務優先度分析
 - ワークショップ
 - 平成20年7月4日
- ②業務プロセス分析
 - ワークショップ
 - 平成20年8月18日、9月11日、10月24日、11月17日
 - 補習ワークショップ
 - 平成20年10月6日、10月16日、11月10日、11月11日、11月20日、11月21日
- ③応急対策活動体制、指揮命令系統に関する検討
 - (机上訓練)
 - ワークショップ
 - 平成20年12月1日、12月15日

①業務優先度分析



大阪市水道局の業務の洗い出し

水道局の業務（全752業務）

- 1) 水道局事務分掌（609業務）
 - 技術監、担当課長、研究主幹、担当課長代理、研究副主幹、副参事、担当係長及び主査の担任意務（平成20年3月31日改正）

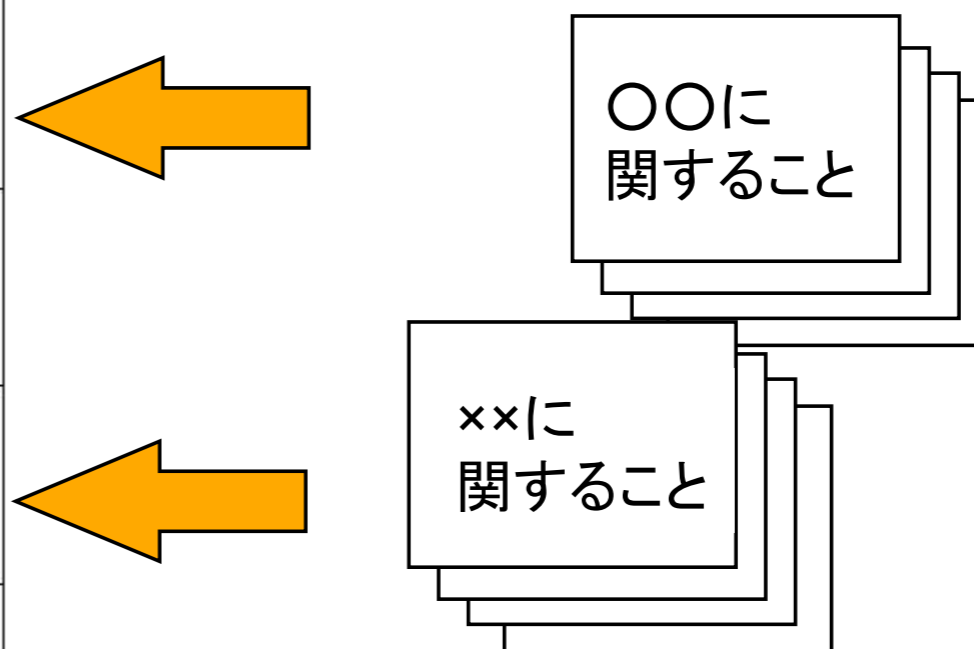
- 2) 災害時に発生する業務（85業務）
 - 「大阪市災害対策本部水道部業務実施基本計画書[震災対策編]」に規定する分掌事務

- 3) 事前の各所属への照会に基づき抽出した業務（58業務）
 - 1) 2) に規定されておらず、災害時に新たに発生すると思われる業務

作業① 災害発生後、いつまでに必要か分類

発災後3時以内 に必要となる業務	
発災後24時以内 に必要となる業務	
発災後3日以内 に必要となる業務	
発災後1週間以内 に必要となる業務	
発災後2週間以内 に必要となる業務	
発災後1か月以内 に必要となる業務	
発災後1か月以降 に必要となる業務	

水道局の業務
(全752業務)



作業② 応援の必要・不要（不可能）を分類

発災後3時以内に必要となる業務	〇〇に関すること 〇〇に関すること
発災後24時以内に必要となる業務	××に関すること
発災後3日以内に必要となる業務	△△に関すること
発災後1週間以内に必要となる業務	□□に関すること
発災後2週間以内に必要となる業務	□□に関すること
発災後1か月以内に必要となる業務	〇〇に関すること
発災後1か月以降に必要となる業務	△△に関すること



応援が必要な業務

発災後3時以内に必要となる業務	〇〇に関すること
発災後24時以内に必要となる業務	××に関すること
発災後3日以内に必要となる業務	
発災後1週間以内に必要となる業務	□□に関すること
発災後2週間以内に必要となる業務	
発災後1か月以内に必要となる業務	△△に関すること
発災後1か月以降に必要となる業務	□□に関すること

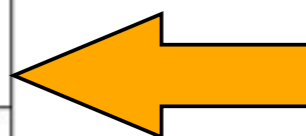
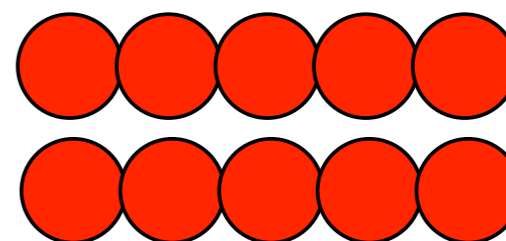
応援が不要・不可能な業務

発災後3時以内に必要となる業務	〇〇に関すること
発災後24時以内に必要となる業務	△△に関すること
発災後3日以内に必要となる業務	□□に関すること
発災後1週間以内に必要となる業務	××に関すること
発災後2週間以内に必要となる業務	△△に関すること
発災後1か月以内に必要となる業務	
発災後1か月以降に必要となる業務	△△に関すること

作業③ 災害時にも継続すべき重要な業務に投票

発災後3時以内に必要となる業務	<input type="checkbox"/> ××に 関すること ●●●●●●●●	<input type="checkbox"/> △△に 関すること ●●●●●	<input type="checkbox"/> ○○に 関すること ●
発災後24時以内に必要となる業務	<input type="checkbox"/> □□に 関すること ●	<input type="checkbox"/> ××に 関すること	
発災後3日以内に必要となる業務		<input type="checkbox"/> □□に 関すること ●●	
発災後1週間以内に必要となる業務	<input type="checkbox"/> ××に 関すること ●●●●●●●●	<input type="checkbox"/> ○○に 関すること ●●	<input type="checkbox"/> □□に 関すること ●
発災後2週間以内に必要となる業務			
発災後1か月以内に必要となる業務	<input type="checkbox"/> ○○に 関すること ●	<input type="checkbox"/> △△に 関すること ●	
発災後1か月以降に必要となる業務		<input type="checkbox"/> ○○に 関すること ●	

1人10票の投票権



業務優先度分析

ワークショップ

作業風景

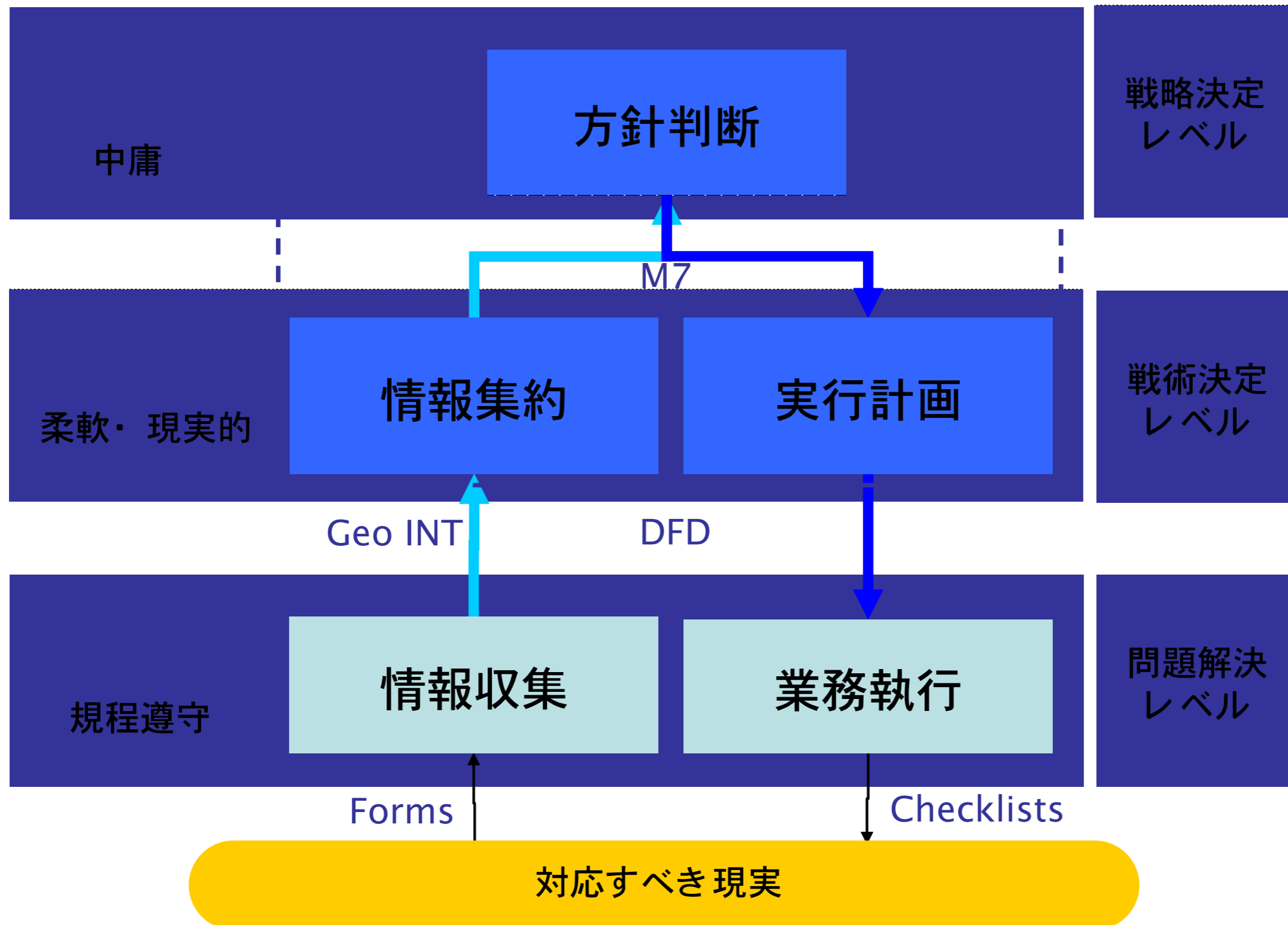


投票の結果決定した、災害時にも継続すべき重要な業務

		災害対策マニュアルに記載されている業務	災害対策マニュアルに記載されていない業務
指揮調整		4 水道部体制 5.3 大阪市災害対策本部との情報連絡 12 広報・広聴及び訓練	・労働安全衛生管理 ・局員の保健衛生
スタッフ機能	情報作戦	5.2 水道部における情報連絡 12 広報・広聴及び訓練	・個人情報保護及び情報公開の総括
	資源管理	5.1 通信手段 10 資材・物資等の調達と管理 11 応急対策活動 13 応援体制	・WAN,LAN回線の運用管理 ・ボトル水の製造・販売・配送の連絡調整
	庶務財務		・局員の給与、勤務時間その他労働条件 ・経理及び業務状況の報告 ・災害復旧に関する国庫補助の手続き
事案処理		7 応急給水活動 8 施設復旧活動 9 管路復旧活動	・営業所の事務分掌中、窓口業務

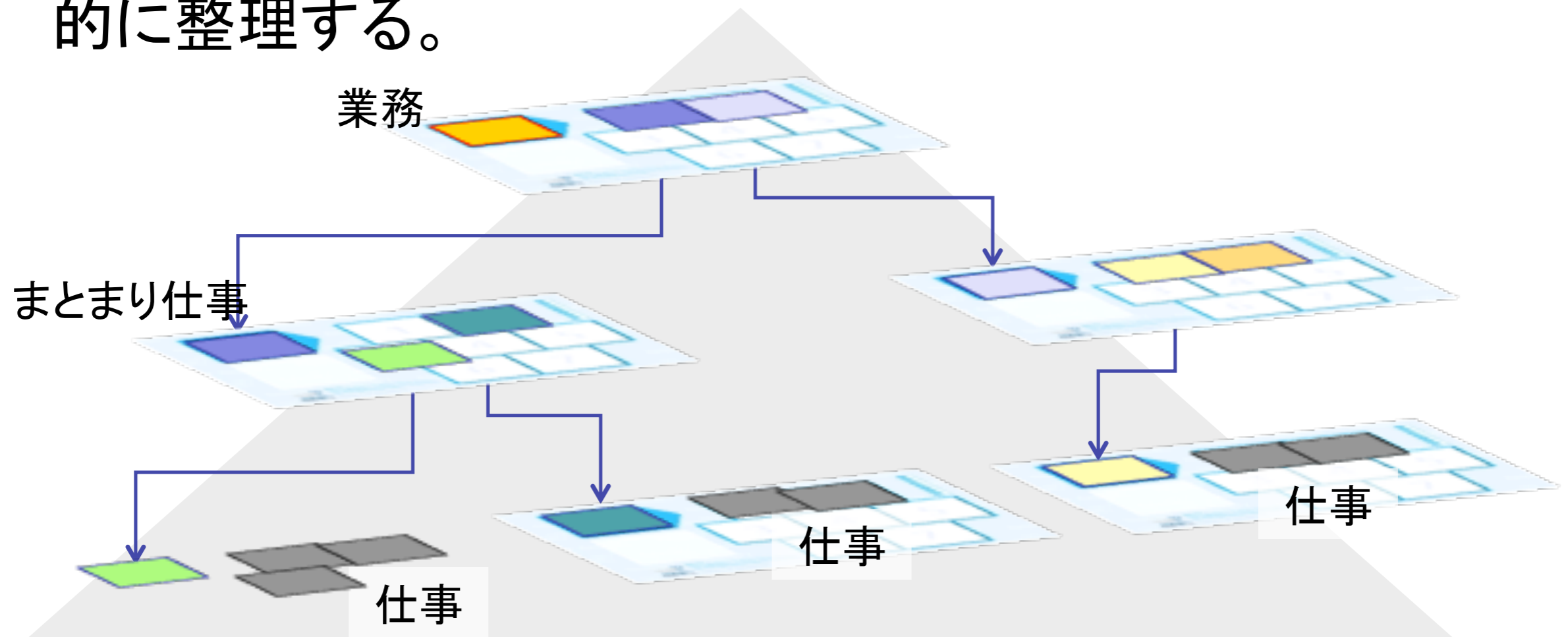
※番号は災害対策マニュアルの章

危機対応組織が持つべき3層構造と5つの業務



業務を階層化した仕事で表現する

- ・ 業務はいくつかのまとめり仕事から構成される。
- ・ まとめり仕事は、いくつかの仕事から構成される。
- ・ 仕事を階層的に整理することで、業務の全体を体系的に整理する。



WBS (Work Breakdown Structure)として表現

第7章 応急給水活動

作業班	レベル1	レベル2	レベル3	レベル4			
1	1	連絡調整係	連絡チーム	1-1-1 応急給水活動拠点の開設を決定する	1-1-1-1 減・断水状況の小学校区を特定する		
					1-1-1-2 地区給水係の班編成をする		
					1-1-1-3 応急給水拠点開設を決定する		
					1-1-1-4 区本部・自主防災組織に連絡する		
				1-1-2 応急給水活動の応援を要請する	1-1-2-1 応急給水活動状況の把握する		
					1-1-2-2 必要不測数を把握する		
		1-2 庶務チーム	1-2-1 本庁舎給水担当の建物・設備等の被災状況を把握し登録する	1-2-1-1 建築物、通信機器及び各種設備等の被害状況を外観調査する			
				1-2-1-2 建築構造物外観調査チェックリストにより、建物の使用可能状況について評価する			
				1-2-1-3 本庁舎給水係の建物・設備の被害状況を災害情報システムに登録する			
			1-2-2 職員及び来庁者の安全確認を行う	1-2-2-1 職員及び来庁者の安全を確認する			
				1-2-2-2 各班の負傷職員名を連絡する			
			1-2-3 職員の勤務状況を把握し登録する	1-2-3-1 職員の各種勤務状況を把握する			
1-2-3-2 職員の各種勤務状況を連絡する							
4	1-2 庶務チーム	1-2-4 職員の宿泊場所、寝具、食糧の確保、備品を調達する	1-2-4-1 寝具を確保する	1-2-4-1-1 寝具の不足数を把握する			
				1-2-4-1-2 寝具を確保する			
			1-2-4-2 宿泊場所を申請する	1-2-4-2-1 宿泊場所の不足数を把握する			
				1-2-4-2-2 職員の宿泊場所を利用申請する			
			1-2-4-3 食糧を分配する	1-2-4-3-1 食料を受領する			
			1-2-4-3-2 食料を分配する				
		1-2-5 緊急車両の申請手続きをする	1-2-4-4 備品等を調達する	1-2-4-4-1 日常用品・備品の数量を把握する			
				1-2-4-4-2 日常用品・備品の調達先を決定する			
				1-2-4-4-3 日常用品・備品を調達する			
		1-2-6 市民からの電話対応をする	1-2-4-5 緊急用地の確保を行う	1-2-4-5-1 緊急用地の確保について水道本部に依頼する			
1-2-5-1 所轄警察に対して緊急車両確認証明書および同表彰の交付を申請する							
	1-2-5-2 緊急車両確認書及び表彰の交付を受けた車両を経理に報告する						
2	2-1 給水計画チーム	2-1-1 水道局の資源を把握する	2-1-1-1 水道局の応急資材の状況を把握する	2-1-1-1-1 資源の確認を事務所へ指示する			
				2-1-1-1-2 事務所からの報告を把握する			
				2-1-1-1-3 情報を整理する			
			2-1-1-2 水道局の要員の状況を把握する	2-1-1-2-1 要員の確認を事務所へ指示する			
		2-1-1-2-2 事務所からの報告を把握する					
		2-1-2 計画を策定する	2-1-2-1 応急給水に関する全体方針を策定する	2-1-1-2-3 要員情報を整理する			
				2-1-2-1-1 初期活動計画を策定する			
				2-1-2-1-2 計画を見直しする			
				2-1-2-1-3 長期的な方針を策定する			
			2-1-2-2 拠点給水全体計画を策定する	2-1-2-2-1 対応状況の確認を指示する			
				2-1-2-2-2 対応状況を把握する			
				2-1-2-2-3 関係機関からの要求を受付する			
2-1-2-2-4 拠点給水全体計画を策定する							

ワークショップふりかえり

