

# 近年の自然災害から考える 水道の災害レジリエント

水道技術研究センター 第10回水道講座

2018年10月19日

名古屋大学 平山修久



名古屋大学減災連携研究センター

Disaster Mitigation Research Center, NAGOYA UNIVERSITY

# 2018年の災害

- 2月上旬 福井を中心とする豪雪 死者12名
- 6月8日 土木学会・経済被害1,410兆円発表
- **6月18日 大阪府北部の地震M6.1 死者5名**
- **7月6-9日 西日本豪雨災害 死者221名**
- 7月-8月 記録的猛暑 2ヶ月で死者153名
- 7月29日 台風12号 (逆送台風)
- **9月4日 台風21号 死者13名**
- **9月6日 北海道胆振東部地震M6.7 死者41名**

# 2018.6.18 大阪府北部地震

- 2018年6月18日 7:58AM
- Mj6.1, 震源の深さ13km
- 震度6弱：大阪市北区, 高槻市, 枚方市, 茨木市, 箕面市
- 人的被害：死者5名（ブロック塀の崩壊2名, 家具の転倒2名）, 負傷者423名
- 住家被害：全壊3棟, 半壊19棟, 一部損壊10,802棟
- 火災発生件数：8件
- 震度6弱暴露人口：100万人



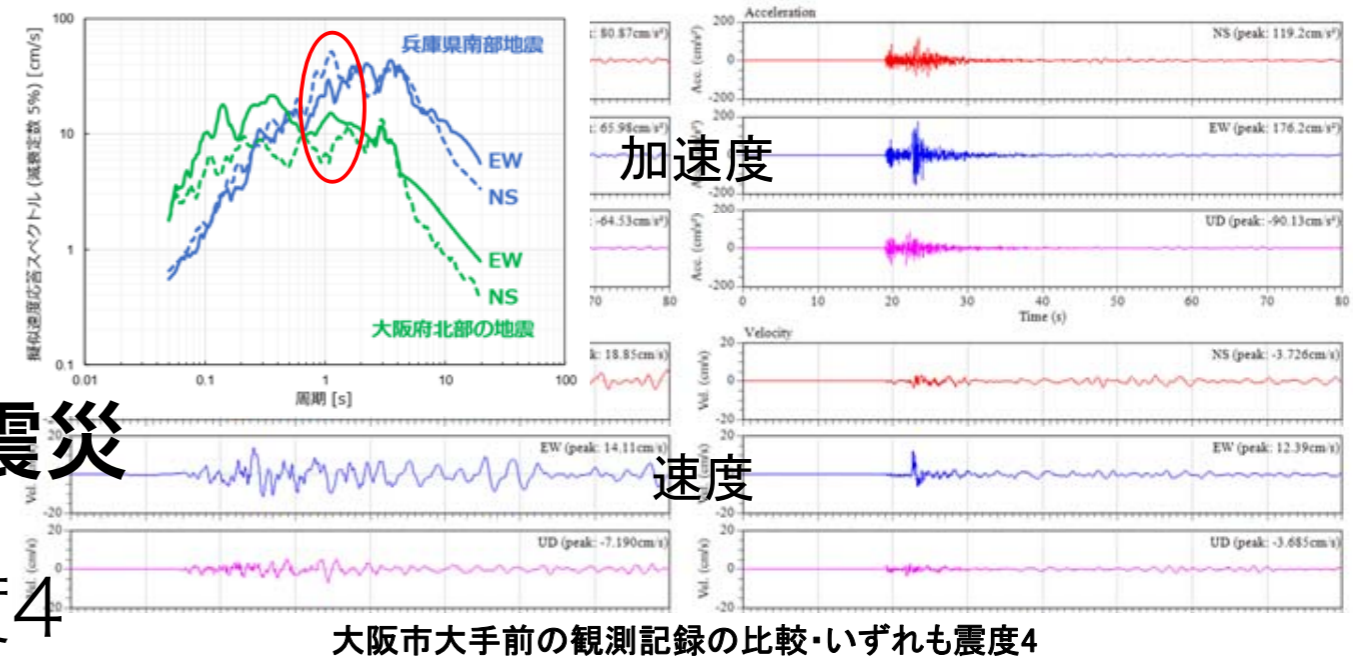
# 23年前との揺れに違い

## — 1995年阪神・淡路大震災

- ✓ 大阪市・大手前：震度4
- ✓ 死者31名，全壊895

## — 2018年大阪府北部の地震

- ✓ 88震度計，大阪府高槻市震度6弱
- ✓ 死者5名，全壊12，半壊273，一部損壊41,459



# 都市の脆弱性

- ブロック塀, 家具の転倒防止 : 1978年宮城県沖地震  
ブロック塀倒壊18名。
- 通勤時間帯の地震 : 通勤困難, 帰宅困難。 1995年午前5時46分, 首都圏の大雪, 台風。
- 道路の渋滞 : 1995年阪神・淡路大震災の国道2号, 43号。 2011年東日本大震災国道4号, 三陸自動車道, 2016年熊本地震国道3号。
- エレベータ : 大阪府74,303台, 緊急停止1万基以上, 339件閉じ込め, 復帰に時間がかかる。
- 都市インフラ : 淀川等堤防に亀裂11ヶ所。

# 都市ライフラインの脆弱性

- **M6.1, 震度6弱でこれほど影響が出るのか…**
- 水道：20日復旧（3日間）。送水管被災。1995年阪神・淡路大震災阪神水道企業団, 2011年東日本大震災宮城県企業庁。水源から蛇口まで。
- 電気：18日復旧（1日未済）。
- ガス：24日復旧（7日間）。11万2千戸供給停止。1995年86万戸, 3ヶ月間, 2016年熊本地震10万戸, 15日間。
- 通信：輻輳。大きな被災なし。

# 水道施設について

- > 管路延長（導水，送水，配水管）11,205km, 33,078km, 54,058km, 567,970km
  - 茨木市：6.4km, 43.1km, 725.7km, 高槻市：3.6km, 22.9km, 1017.3km, 島本町：5.5km, 6.5km, 77.9km, 大阪広域水道企業団：16.7km, 55.4km, 0.0km
- > 耐震管（基幹管路：導水，送水，配水本管）全国：28.2%
  - 茨木市：35.5%, 高槻市：30.1%, 島本町：16.0%, 大阪広域：31.2%
- > 耐震管（導水，送水，配水本管，配水支管）全国：23.6%
  - 茨木市：15.8%, 高槻市：14.3%, 島本町：11.3%, 大阪広域：31.2%
- > 布設40年以上の管路，全国（導）24.1%，（送）18.5%，（配）18.4%，（支）12.8%
  - （導水）茨木市：51.8%, 高槻市：53.6%, 島本町：48.3%, 大阪広域：90.3%
  - （送水）茨木市：28.1%, 高槻市：26.6%, 島本町：37.9%, 大阪広域：57.9%
  - （配水本管）茨木市：19.0%, 高槻市：50.5%, 島本町：0.0%, 大阪広域：0.0%
  - （配水支管）茨木市：9.9%, 高槻市：11.0%, 島本町：38.1%, 大阪広域：0.0%

# 水道施設について（更新状況）

## > 導水・送水（H27更新率）全国1.01%

— 茨木市：0.0%，高槻市：0.0%，島本町：0.0%，大阪広域水道企業団：0.01%

## > 配水管（更新率）全国1.10%

— H27：茨木市：1.23%，高槻市：0.69%，島本町：2.45%，大阪広域水道企業団：—

— H26：茨木市：1.38%，高槻市：0.88%，島本町：1.15%，大阪広域水道企業団：—

— H25：茨木市：0.91%，高槻市：1.17%，島本町：0.45%，大阪広域水道企業団：—

## > 水道料金20立方メートル（全国平均：3,192円）

— 茨木市：基本540円，1,998円，高槻市：基本637円，2,311円，島本町：基本712円，2,872円

## > 給水原価20立方メートル（全国平均：3,288円）

— 茨木市：2,730円，高槻市：2,493円，島本町：2,879円

## > 全国平均では、3,288円で製品を生産し、3,192年で販売している。



# 大阪府北部の地震

- 水源から蛇口まで、ひとつの水道システム機能として考えた災害対策。
- 事業継続。
- 災害対応リソース（事業体，民間，市民）。
- 委託事業における契約。
- 管路更新（耐震化）の更なる促進。
  - ✓ 「お金がない，人がない」という言い訳は災害には通用しない。

# 2018年7月豪雨による西日本豪雨災害

- 7月上旬の10日間で、全国で824億トンの降雨量
  - ✓ 1982年以降で最大降雨量
  - ✓ 2017年8月ハリケーン・ハーヴィ災害：約1,000億トン
  - ✓ 琵琶湖の貯水量：275億トン = 琵琶湖の約3倍
- 1府9県に大雨特別警報が発表

# 広域的複合災害

## — 広範囲での浸水被害

- ✓ バックウォーター：岡山県倉敷市真備町
- ✓ ダム放流：愛媛県大洲市)

## — 土砂災害：広島県呉市，愛媛県宇和島市

## — 砂防ダム決壊：広島県坂町

## — ため池決壊：広島県福山市，山田古池

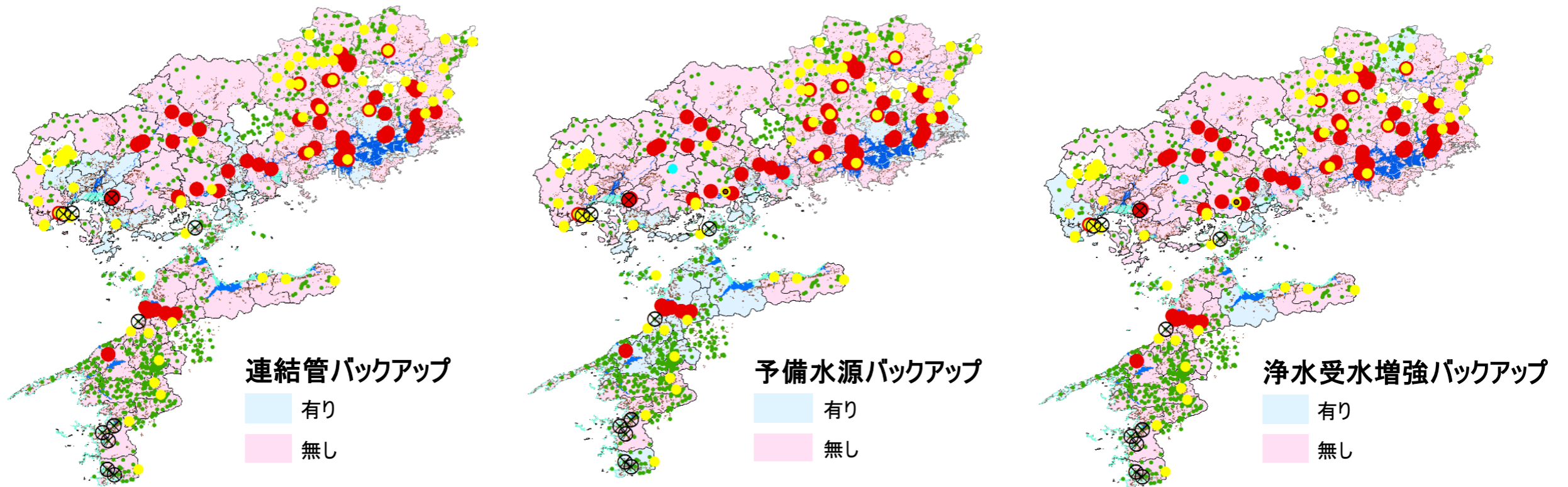
## — 上水道施設の被災

- ✓ 全国18道府県76市町村：最大263,319戸の断水









# 2018年7月西日本豪雨災害 吉田浄水場への被害



# 上水道施設の水害リスク



## 凡例

-  津波想定区域内の上水道施設
-  土砂災害警戒区域内の上水道施設
-  浸水想定区域内の上水道施設
-  上水道施設
-  浸水想定区域
-  土砂災害警戒区域
-  津波浸水区域
-  市町村界

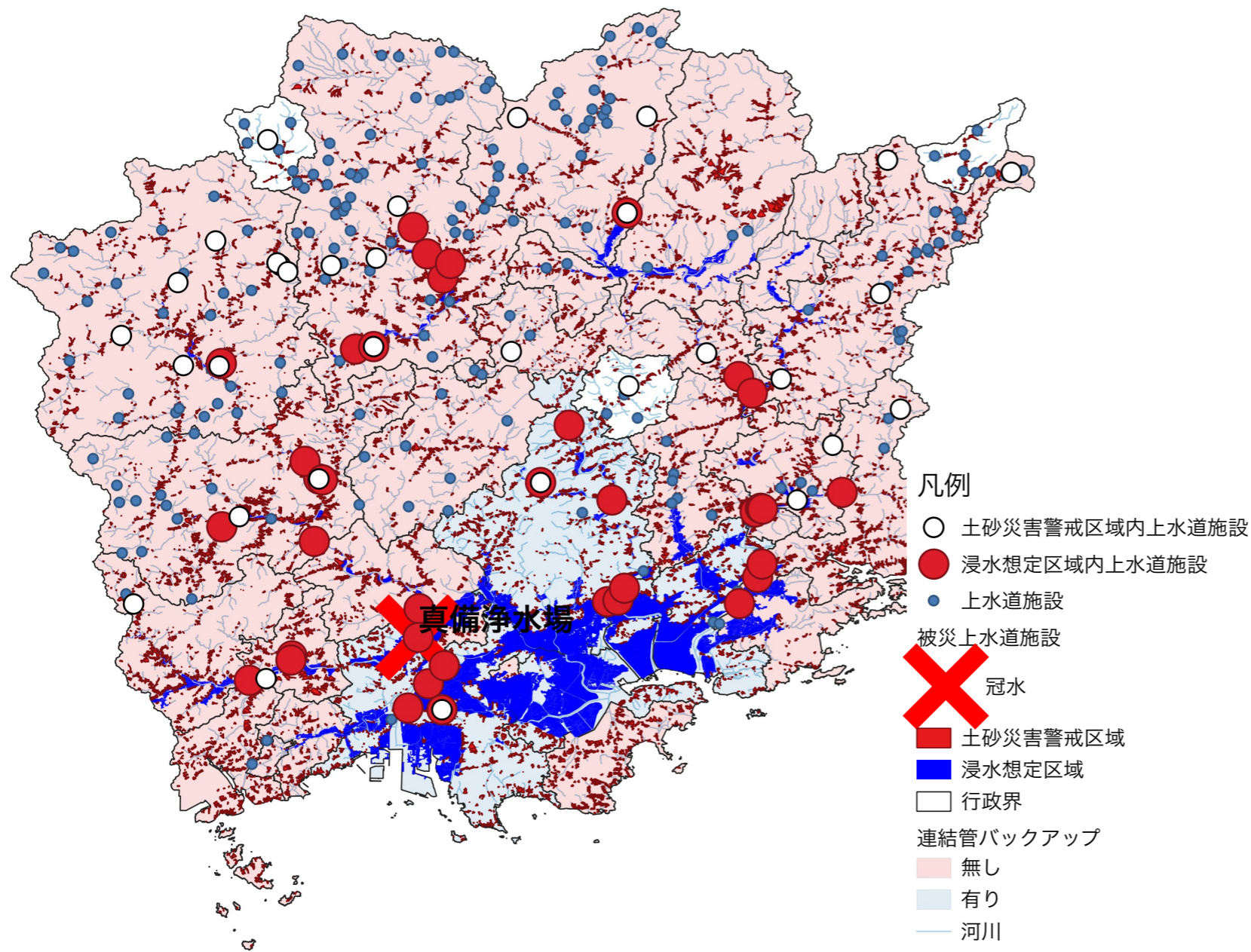
**浄水場・ポンプ場**：854ヶ所、2,437,613m<sup>3</sup>/日

**浸水想定区域内**：60ヶ所、875,541m<sup>3</sup>/日（35.9%）

**土砂災害警戒区域内**：64ヶ所、702,846m<sup>3</sup>/日（28.8%）

**津波想定区域内**：10ヶ所、19485m<sup>3</sup>/日（0.7%）

# 上水道施設の水害リスク (岡山県)



## 浄水場・ポンプ場

256ヶ所

994,267m<sup>3</sup>/日

## 浸水想定区域内

37ヶ所

634,229m<sup>3</sup>/日 (63.8%)

## 土砂災害警戒区域内

32ヶ所

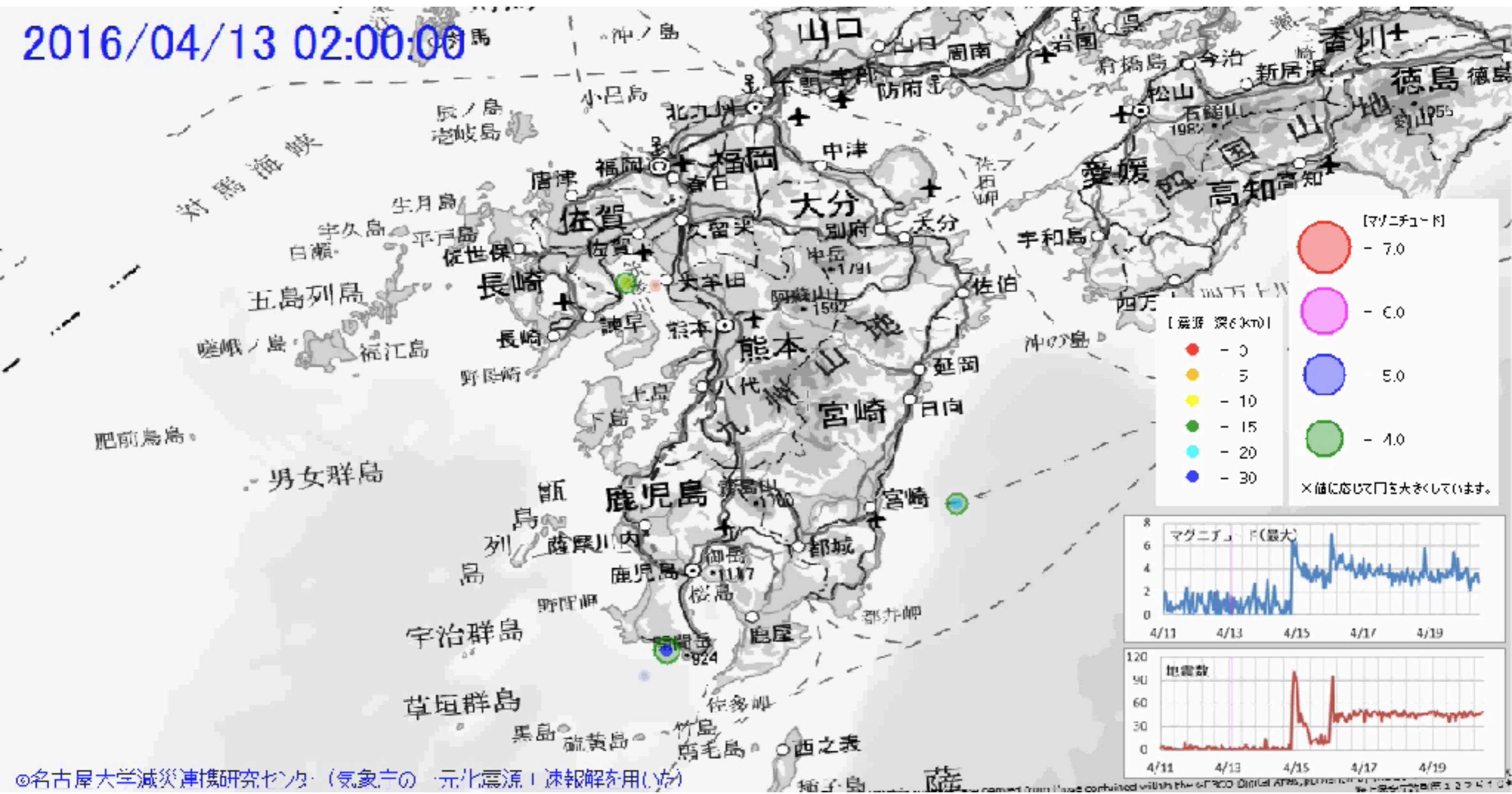
47,655m<sup>3</sup>/日 (4.8%)

# 上下水道施設の災害対策

- 地震対策, 風水害対策, 水安全計画, 危機管理対策, 渇水対策, 新型インフルエンザ対策, テロ対策…
- 水害リスクの把握
  - ✓ 浸水想定区域
  - ✓ 土砂災害警戒区域
  - ✓ 津波浸水想定
- **地震対策のみならず水害対策**
- **水害リスク低減を考慮した施設更新**

# 2016年熊本地震

2016/04/13 02:00:00



©名古屋大学減災連携研究センター (気象庁) 元化震源 | 速報解を用いた



# 熊本地震と阪神・淡路大震災

	熊本地震	阪神・淡路大震災
活断層	日奈久・布田川断層帯	野島断層
発生日時	2016年4月16日（土） 1:25	1995年1月17日（火） 5:46
地震の規模	Mj 7.3	Mj 7.3
地震の種類	活断層型（直下型）地震	活断層型（直下型）地震
死者行方不明	259人（関連死含む）【50人】	6,434人【5,500人】
被災自治体	熊本県	2府県 （兵庫10市10町，大阪5市）
建物被害	全壊8,648棟，半壊34,398棟	全壊104,906棟，半壊144,274棟
避難者	約18万人	約32万人
被災者	高齢者と学生	建物倒壊による窒息・圧死 （8割）

# 23年前の教訓が活かされていない！



神戸市役所



宇土市役所



庁舎の被害



益城町役場

# 災害対応成功の鍵

- 平時時から災害リスク評価
- 都市機能への甚大な被害の回避
- 行政トップのリスク・コミュニケーション
- 現場対応への権限と予算の委任
- 将来の災害対応のための検証

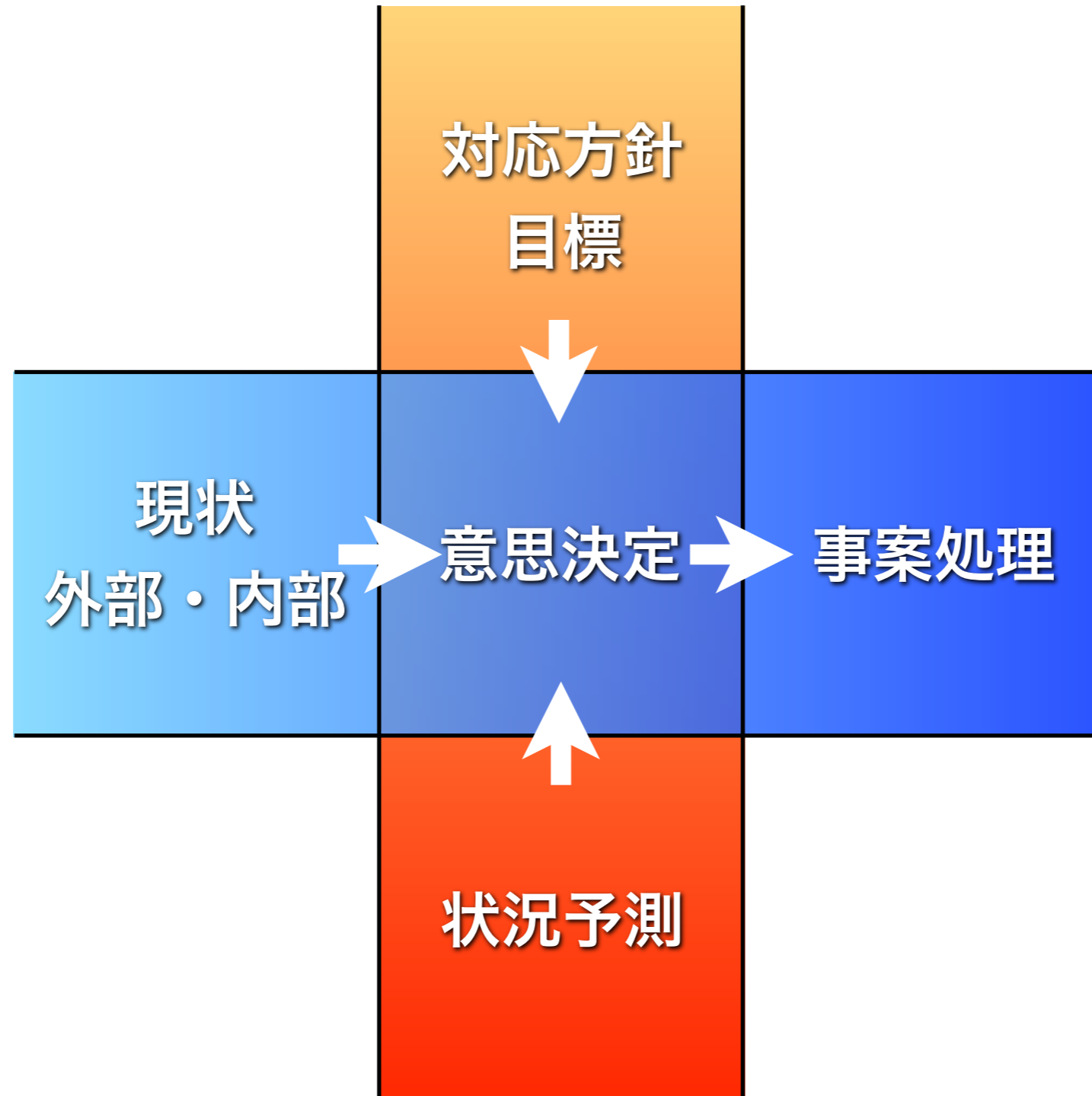
# 米国の災害対応から学ぶ

- **MBO** (Management by Objectives : 目標による管理に基づく災害対応)
- **ESF** (Emergency Support Functions : 問題解決型の機能的組織)
- **Time Line** (事前行動計画)
- **Risk Communication** (行政トップのリスク・コミュニケーション)
- **AAR** (After Action Review : 災害教訓を活かすための徹底的な検証, ふりかえり)

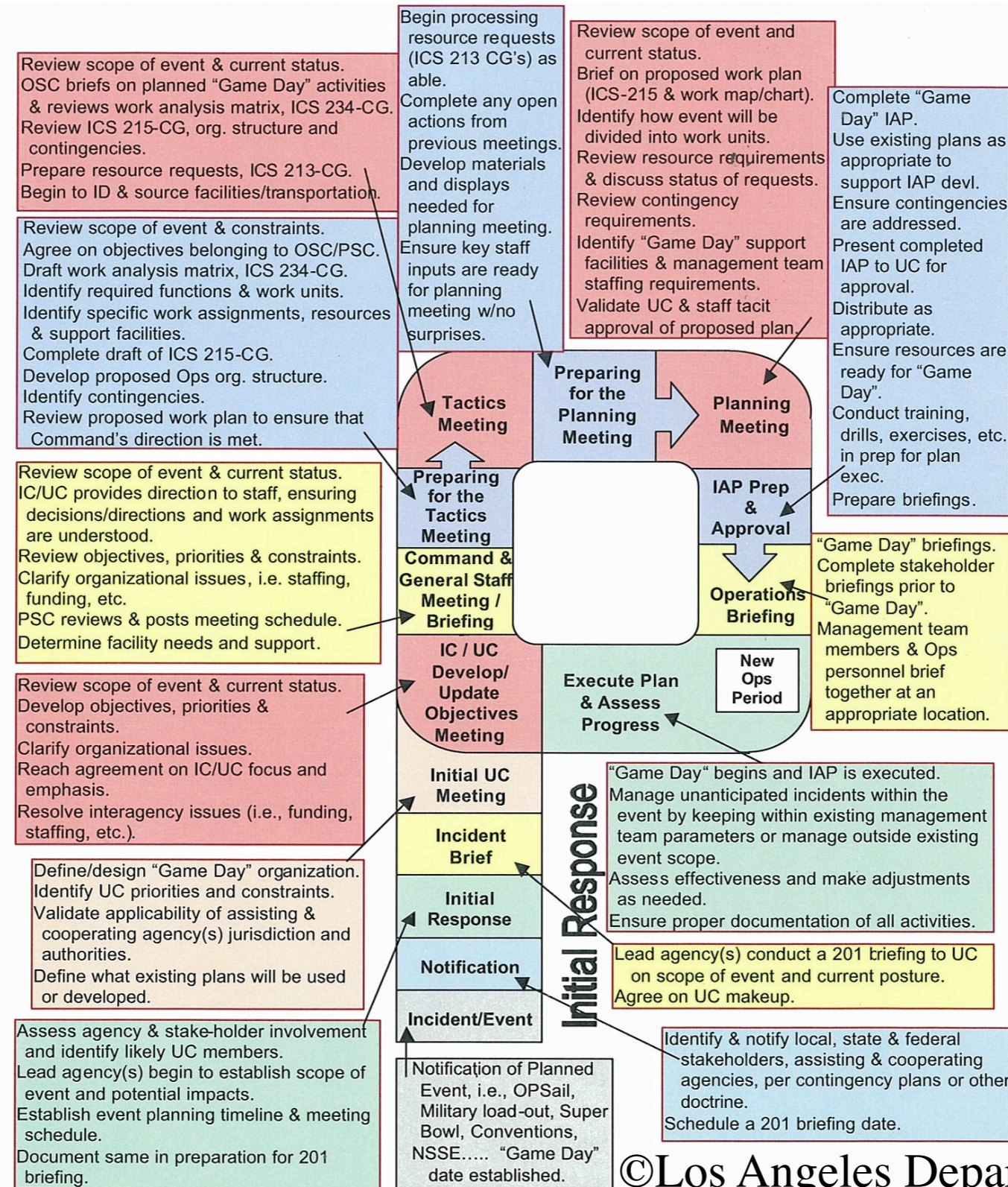
# Management by Objectives (MBO)

- 目標による管理 ≠ 目標管理
- 組織の目標・対応方針を設定し、これらの目標を達成するために、**(災害対応) 業務, 人的・物的リソース, 情報を管理**する

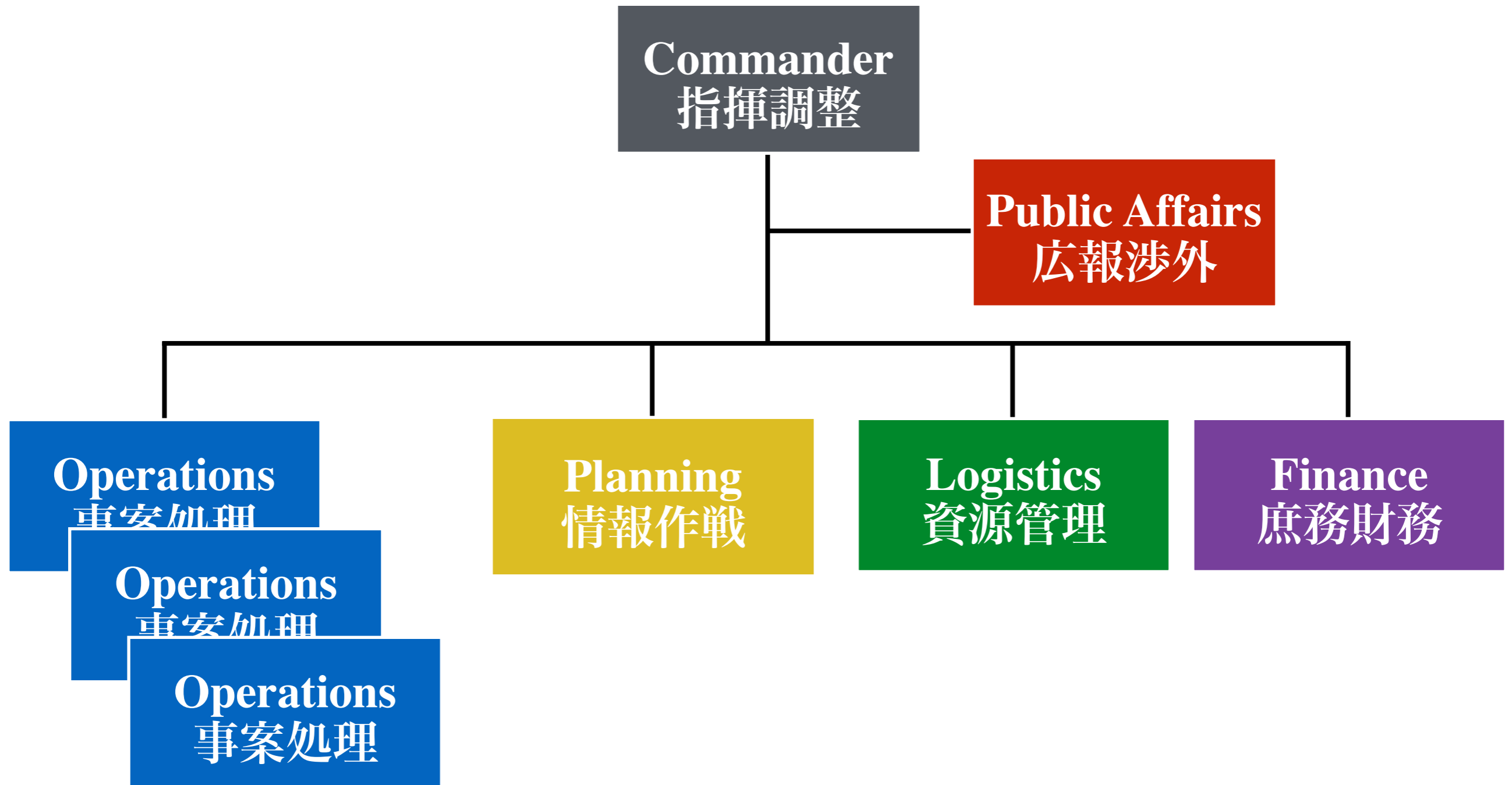
# 目標による管理に基づく災害対応



# 米国ロサンゼルス市水道電気局における災害対応マネジメントシステム (Operational Planning P)



# 災害対応における組織の基本機能





# 米国インシデント・マネジメント・システム (NIMS) における緊急事態支援機能

---

ESF#1	Transportation (輸送支援)
ESF#2	Communications (通信支援)
ESF#3	Public Works and Engineering (公共・技術支援)
ESF#4	Firefighting (消防支援)
ESF#5	Information and Planning (情報及び計画支援)
ESF#6	Mass Care, Emergency Assistance, Housing and Human Services (避難支援)
ESF#7	Logistics Management and Resource Support (補給支援)
ESF#8	Public Health and Medical Services (公衆衛生支援)
ESF#9	Search and Rescue (搜索救助支援)
ESF#10	Oil and Hazardous Materials Response (油及び危険物対応支援)
ESF#11	Agriculture and Natural Resources (農業支援)
ESF#12	Energy (エネルギー支援)
ESF#13	Public Safety and Security (公衆安全支援)
ESF#14	Long Term Community Recovery (長期的復興支援)
ESF#15	External Affairs (対外調整支援)

---

# 災害時に首長，リーダー 自らが語ることの意義

- 災害対応の陣頭指揮を取るリーダーが，大局的な方針を明確に示すことによって，
  - 被災者に**安心感・信頼感**をもたらす
  - 応急対策活動を円滑化する
  - 苦しい生活を耐え抜くための希望を与える
  - 被災地外からの支援を呼び込む

# TIME LINE

- **タイムライン**とは、防災に係わる組織が連携し、事前調整を図り、災害に対するそれぞれの役割（ESF）や対応行動を定めたもの。
- 何時：ハリケーン上陸時刻±HOUR
- 誰が：機関または組織
- 何を：防災・減災行動

# ニュージャージー州 ハリケーン用タイムライン

TIME LINE	ACTIVITY	ESF
H-120	各機関の防災行動レベルを2へ	ALL ESF
H-96	避難所の計画と準備	ESD #6, ESF #7 etc
H-96	住民避難の計画と準備	ESF #6 etc
H-72	州知事による緊急事態宣言	ESF #5 etc
H-48	防災行動レベルを3へ格上げ	ALL ESF
H-48	郡と州の避難所準備	ESF #1, ESF #6
H-36	車による（一方通行）避難準備	ESF #1, ESF #6
<b>H-36</b>	<b>州知事 避難勧告 発表</b>	<b>ESF #5 etc</b>
H-36	郡と州の避難所開設	ESF #6 etc
H-24	公共輸送機関の停止	ESF #6, ESF #1 etc
H-12	車による（一方通行）避難の開始	ESF #1, ESF #6 etc
H-12	緊急退避	ESF #5 etc
H-0	警察・消防団は活動停止, 避難	ESF #4, ESF #5 etc

# 北米大停電（2003.8）のNY市長記者会見

- 北部，西部から電力が戻り始めた。回復にはまとまった時間（hours, not minutes）が必要だ。詳しい予測はできない。
- これはテロではない。
- けが人はいない。地下鉄に取り残された人の避難は順調に進んでいる。犯罪はない。市民は落ち着いている。9/11の教訓は生きている。
- 信号が止まっている。全警官を動員し，交通管制している。

復旧の見通し

安心感を  
もたらす情報

危機事象への  
具体的な対処

# 北米大停電（2003.8）のNY市長記者会見

（つづき）

- 外は暑いので、水分を十分に補給し、窓を開けて換気してほしい。冷蔵庫のドアは閉めておくように。
- エアコンなど電気製品のスイッチは切っておくように。
- 今晚中の電力回復は難しいだろう。夜の用事はキャンセルしたほうがよい。

二次災害防止のための呼びかけ

応急対策を円滑化するためのお願い

歓迎されない情報もフェアに出す

# After Action Review

- **What did we intend to happen?**
  - ✓ そもそも我々は何をしようとしていたのか？
- **What actually happened?**
  - ✓ 実際には何が起きたのか？
- **What should we sustain about what happened?**
  - ✓ なぜそうなったのか？
- **What can we improve about what happened?**
  - ✓ 次があるとしたら、どのように改善するか？

# 水道事業のミッション

## ＞ 水道法第1条

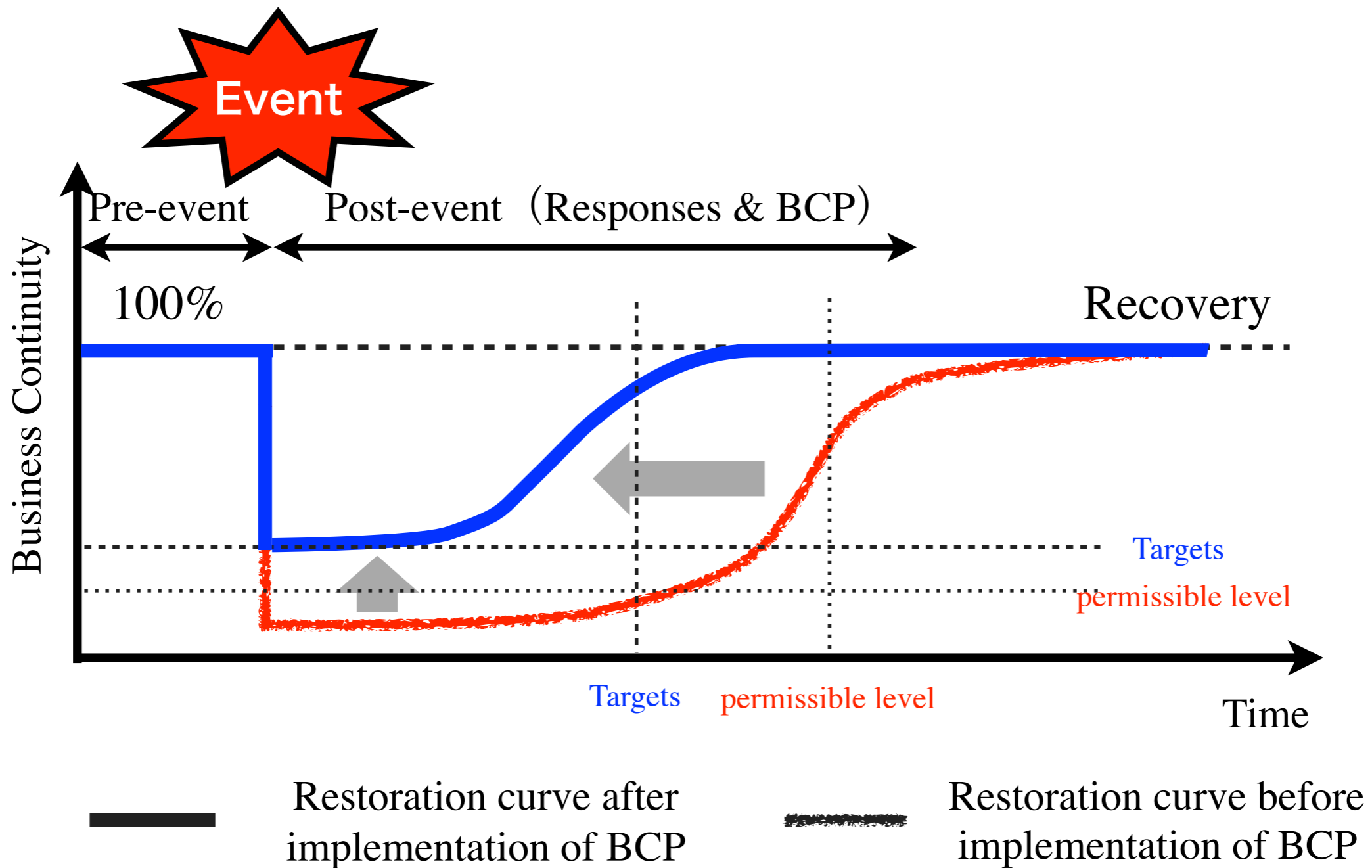
- 一 水道の布設及び管理を適正かつ合理的ならしめるとともに、水道を計画的に整備し、及び水道事業を保護育成することによつて、**清浄にして豊富低廉な水の供給を図り、もつて公衆衛生の向上と生活環境の改善とに寄与**する

- ＞ 市民や社会との信頼関係を構築し、
- ＞ 安全な水を安定供給する事業活動を通じて、
- ＞ **市民生活や社会経済活動を支える**



**災害レジリエント ≠ 強靱化**

# 事業継続計画 (BCP) の概念



**防災＋減災**  
**＋**  
**縮災（レジリエンス，回復力）**

# 国内の水道事業に関する 危機管理計画等の現状

- 事業継続計画 = 地域防災計画（？）
- Action Plan と Incident Action Plan
- 実行計画と受援計画
- マニュアル，体制，制度，施設
- 計画の実効性確保（訓練・演習を活用したPDCA）

# 水道事業の災害対策計画

- ＞ 地域防災計画
- ＞ 地域水道ビジョン
- ＞ 中長期施設整備計画
- ＞ 危機管理対策基本計画
- ＞ 事業継続計画
- ＞ 水安全計画
- ＞ 地震災害対策
- ＞ 風水害対策
- ＞ 応急復旧計画
- ＞ 受援計画
- ＞ 応援派遣計画
- ＞ 職員参集計画・マニュアル
- ＞ 災害対策本部マニュアル
- ＞ 応急給水マニュアル
- ＞ 広報マニュアル
- ＞ 渉外対応マニュアル
- ＞ 渴水対策マニュアル
- ＞ 取水停止・供給停止判断基準
- ＞ クリプトスポリジウム対策
- ＞ 水源水質事故対応マニュアル
- ＞ 新型インフルエンザ対策マニュアル
- ＞ テロ対策マニュアル
- ＞ 相互応援に関する協定
- ＞ …

# 正常化の偏見

- 「自分（だけ）は大丈夫！！」
- 「大したことにはならないはず」
- 「危険を無視する心理」：目の前に危険が迫ってくるまで、その危険を認めようとしなない人間の心理傾向

# Integrating With Other Plans



# Water Research Foundation Introduction of BCP

- It is important that business continuity planning be integrated into *a utility's culture* and, as such, consistent with *the utility's mission*.
- The utility's mission includes the provision of a reliable supply of high quality water.
- Does the BCP:
  - Define the scope
  - Establish written policy by the water utility Executives
  - Define the Incident
  - Provide basic assumptions
  - Integrate with other plans



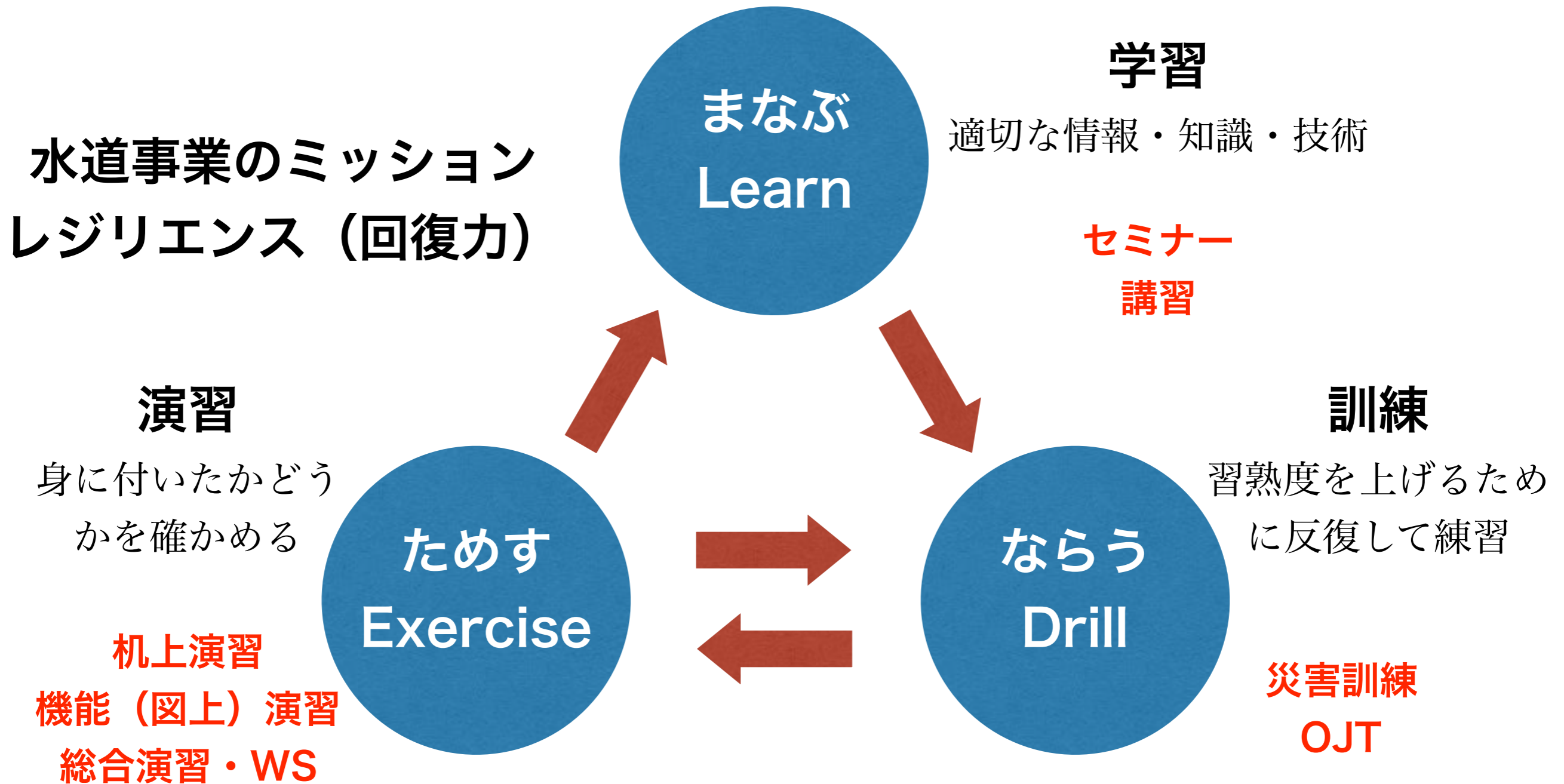
# 災害レジリエントな水道システムとは

- Disaster Prevention; Mitigation & Preparedness
- 災害時にいかに迅速に 「市民生活や社会経済活動を平常時と同じレベルで支える」 ことができるようになるのか
- 「耐震化を進めて被害が生じないようにする」,  
「応急給水システムを構築する」
- 耐震化&システム&事業継続&経営
- 水道企業文化 ; Water Professional Mind

# 災害レジリエントな水道システムの構築

- ＞ 継続的にレジリエンスを向上するプロセス
- ＞ **ゴールはない！**
- ＞ 構築の過程（プロセス）が重要
  - － **ヒト・モノ・コト**
    - － 災害文化，水道事業文化の醸成
    - － 危機意識の共有，主体性，当事者意識の醸成
    - － 被害抑止，被害軽減はアプローチ
    - － 対応計画，マニュアルはひとつのツール

# 継続的な災害対応力の向上



# 災害レジリエントな**水道企業文化**

- **明確なビジョンとそれを実現するための技術・手法**
  - ひと（リーダーシップ, エンジニア, コミュニティ）
  - もの（施設, 設備, 技術）
  - 情報（コミュニケーション）
  - 組織（制度, システム）
  - お金（経営）
  - ネットワーク（技術者, 専門家）

Nagahisa Hirayama:  
[hirayama.nagahisa@nagoya-u.jp](mailto:hirayama.nagahisa@nagoya-u.jp)