

2018年6月18日大阪府北部の地震の調査報告会
2018年7月23日 土木学会・地震工学委員会

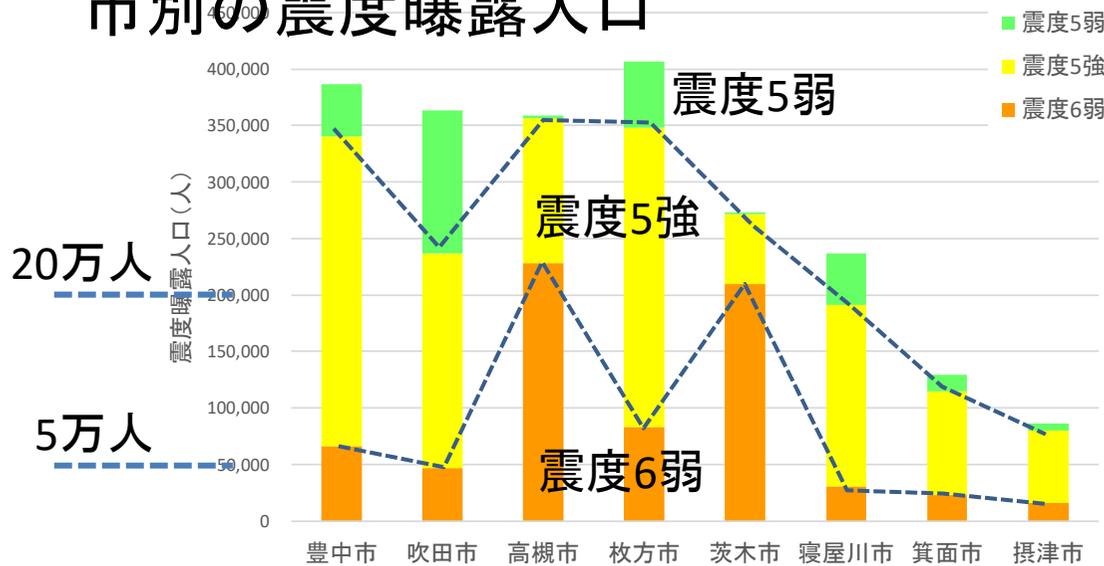
ライフラインの機能的復旧過程と 震災間比較

岐阜大学工学部社会基盤工学科
能島暢呂

- 震度曝露人口の評価
 - ✓ 家屋被害との関係
 - ✓ ライフライン機能被害との関係
 - ✓ 震災間比較
- 供給系ライフライン(停電・断水・都市ガス停止)
 - ✓ 初期被害
 - ✓ 機能的復旧過程
 - ✓ 組織的対応

震度曝露人口と住家被害の関係

市別の震度曝露人口

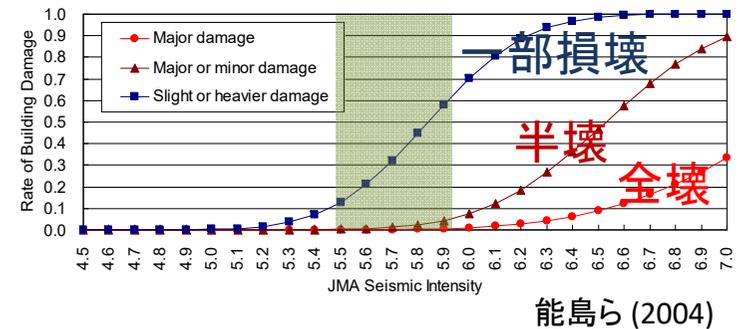


防災科学技術研究所「リアルタイム地震被害推定・状況把握システム」による推計値

市別の住家被害



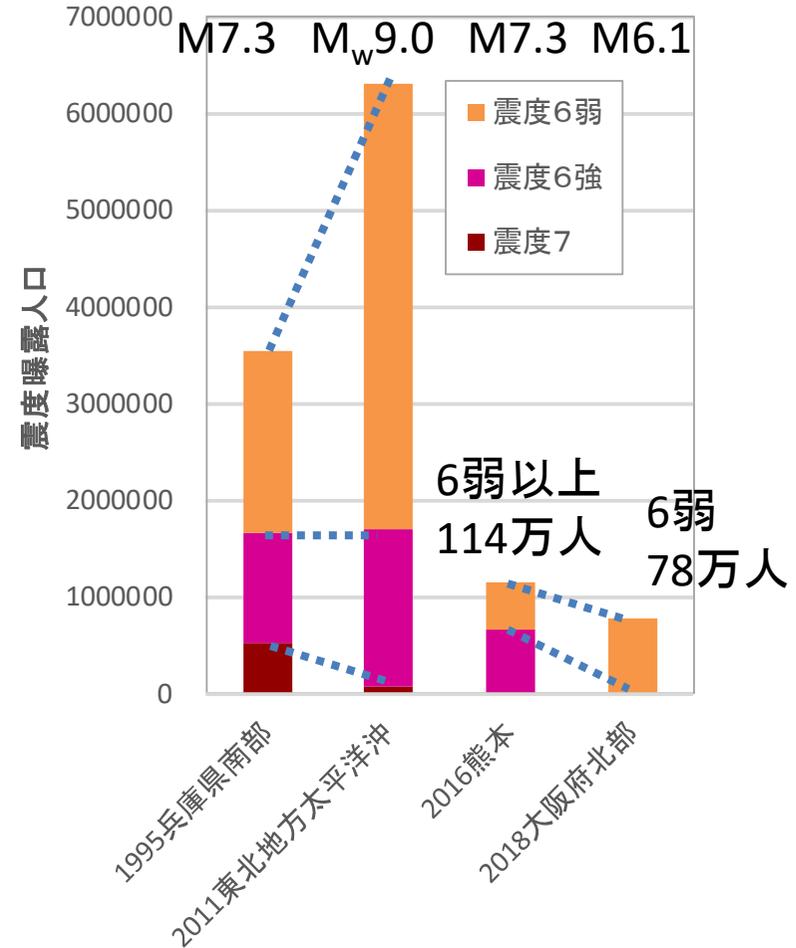
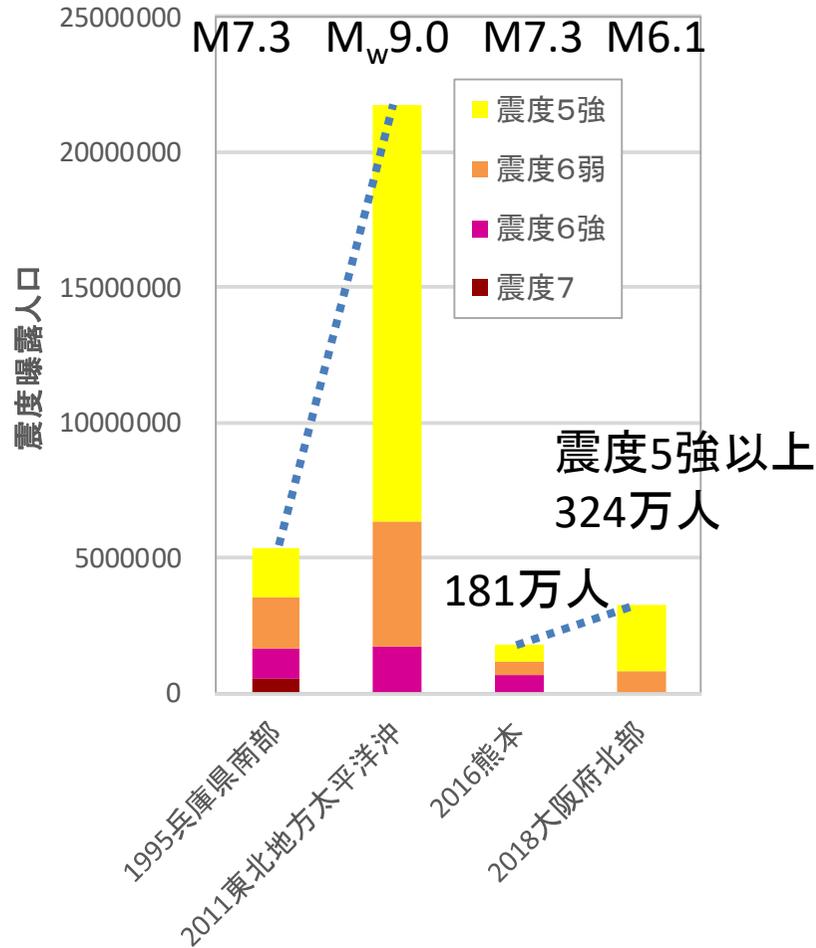
震度6弱の震度曝露人口は一部損壊の棟数に比例的



全域での被害(消防庁 7/5 第26報)による

- 全壊 9棟
- 半壊 87棟
- 一部損壊 27,096棟

既往地震における震度曝露人口の比較

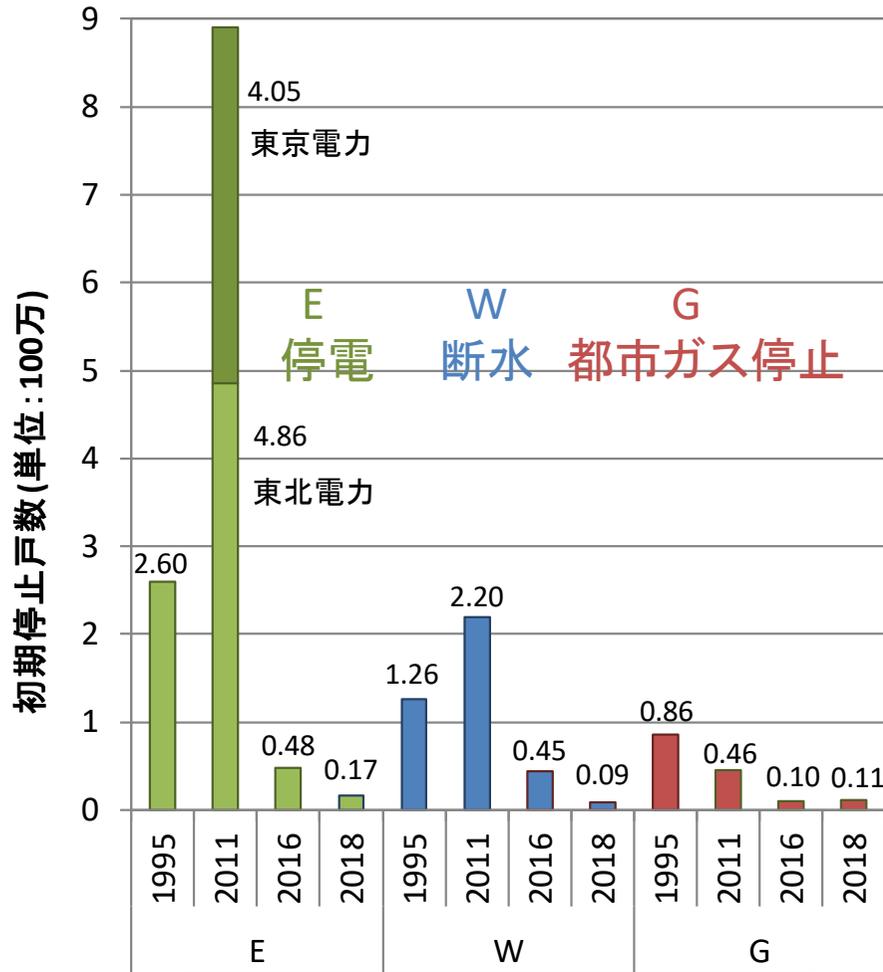


震度5強以上 熊本地震 < 大阪府北部の地震 (1.8倍)

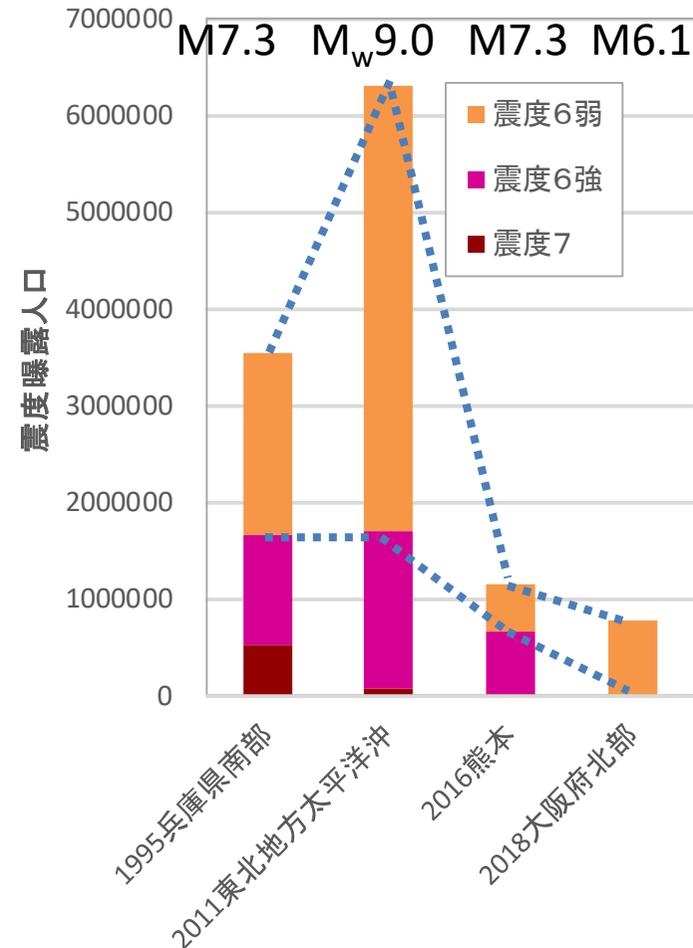
震度6弱以上 熊本地震 > 大阪府北部の地震 (0.68倍)

震度6強以上 熊本地震 >> 大阪府北部の地震 (0倍)

供給系の初期(最大)停止戸数の比較

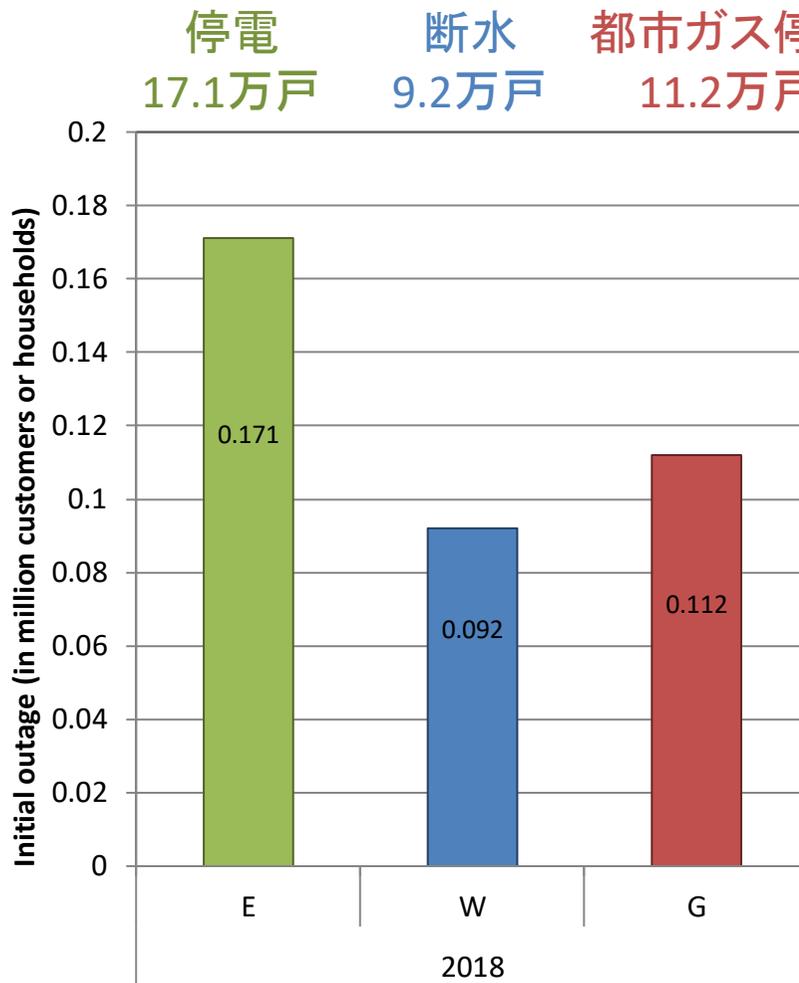


1995: 阪神・淡路大震災
 2011: 東日本大震災
 2016: 熊本地震
 2018: 大阪府北部の地震

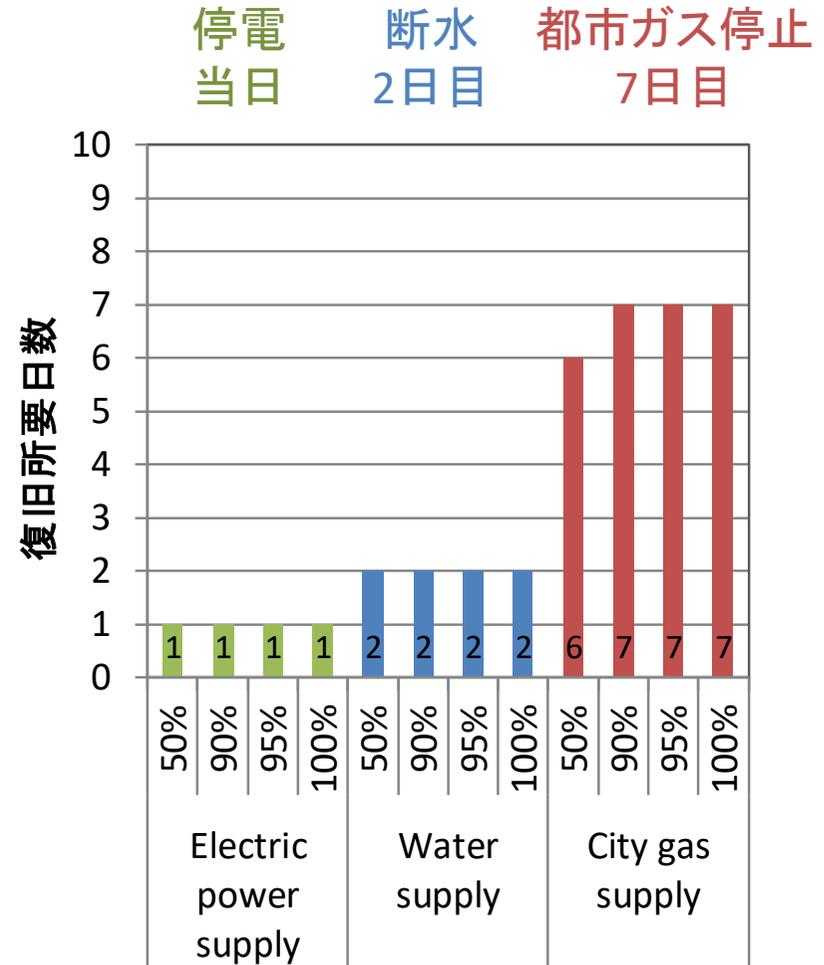


震度6弱以上 (or 6強以上) の震度曝露人口は初期停止戸数と高い相関 (供給エリアが人口密集地域に集中する都市ガスについてはやや変則的)

最大停止戸数と復旧所要日数の比較 (大阪府北部の地震)



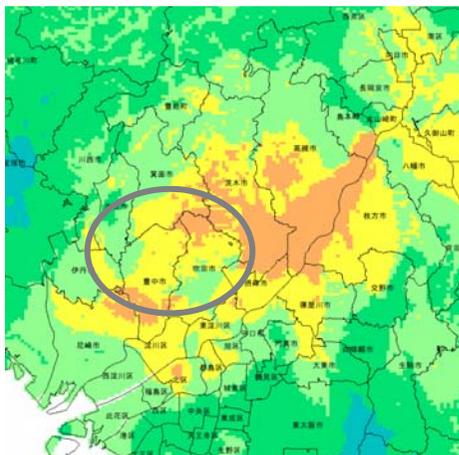
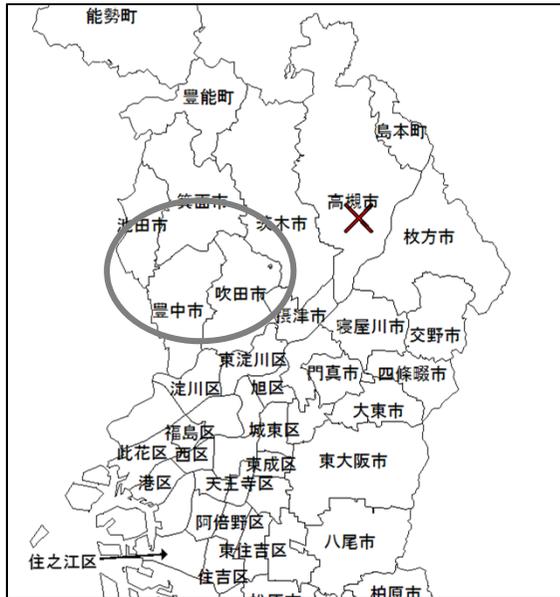
通常: 停電 > 断水 > 都市ガス停止
 今回: 停電 > 断水 < 都市ガス停止



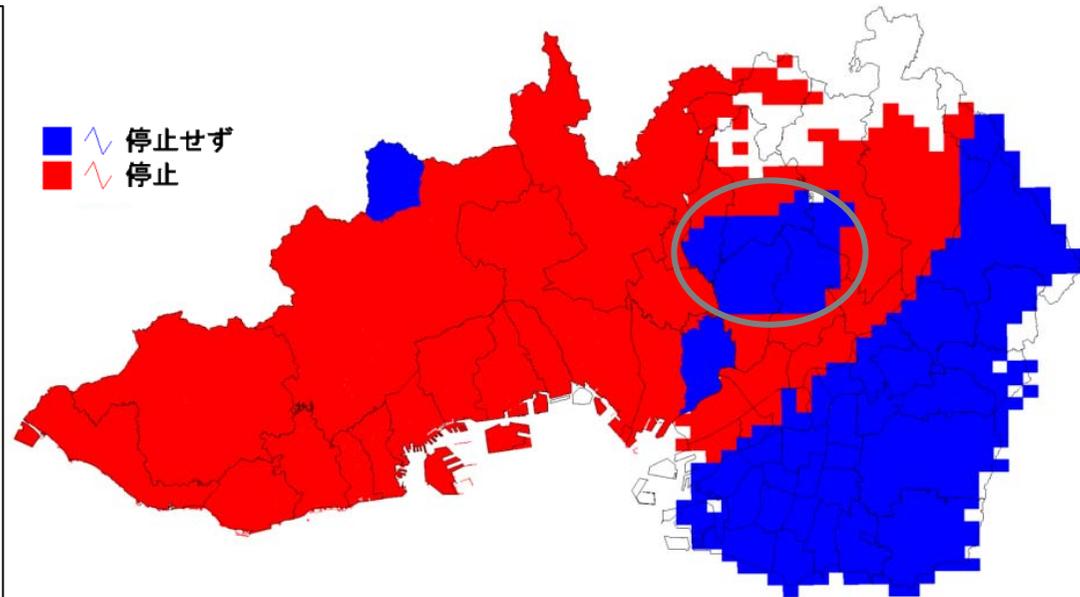
いずれも復旧は早い

停電範囲の比較

今回の地震による主な
停電範囲(○の範囲内)



阪神・淡路大震災における
停電範囲

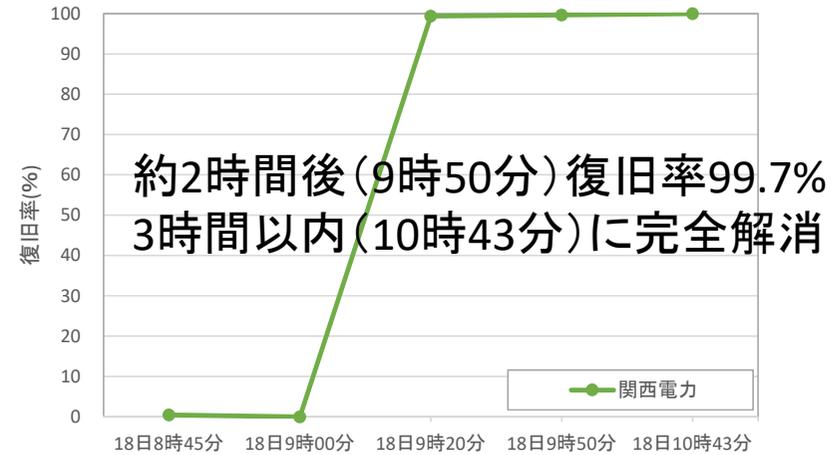


- 豊中市・箕面市・吹田市・池田市など
- 北豊中変電所の供給区域に相当
- 震源からはやや距離があり震度分布との関連は弱い
- 変電所もしくは接続する送電線に何らかの支障が生じた可能性

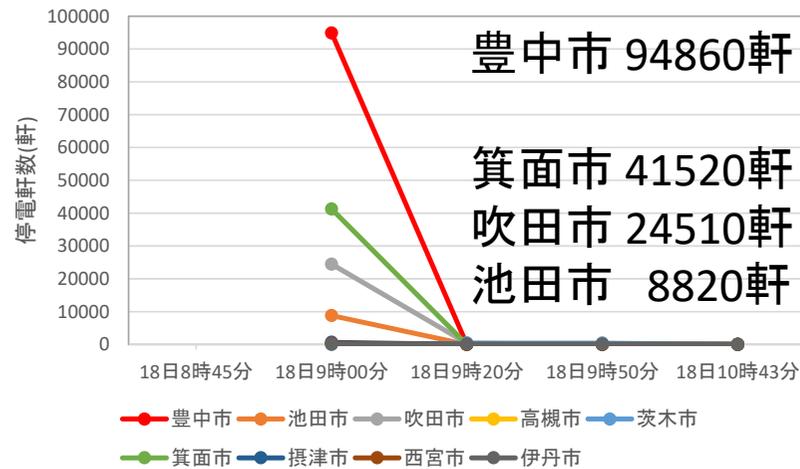
停電軒数の解消過程と復旧率



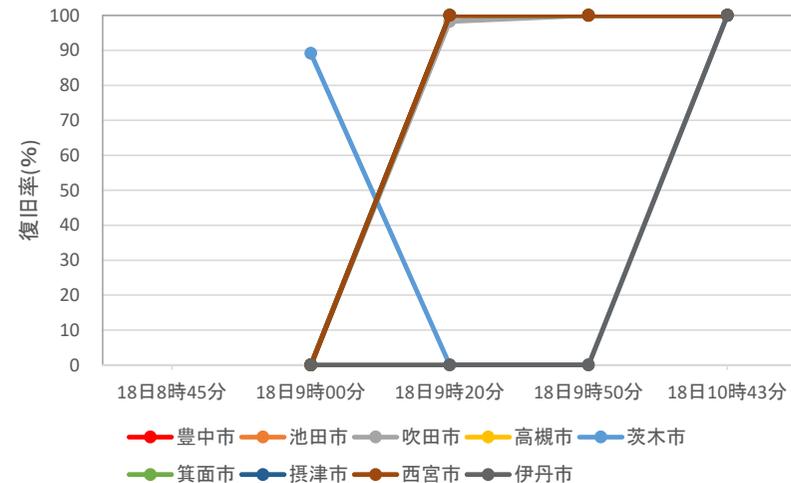
停電軒数(関西電力全体)



復旧率(関西電力全体)



停電軒数(市別)



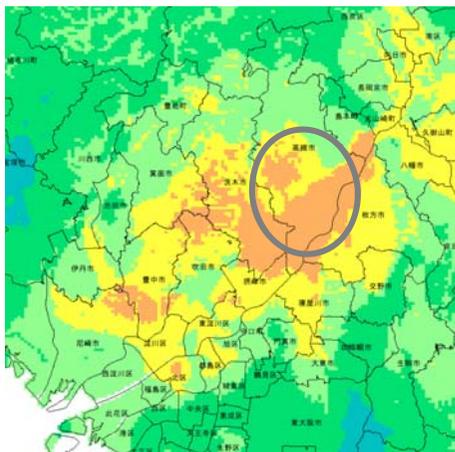
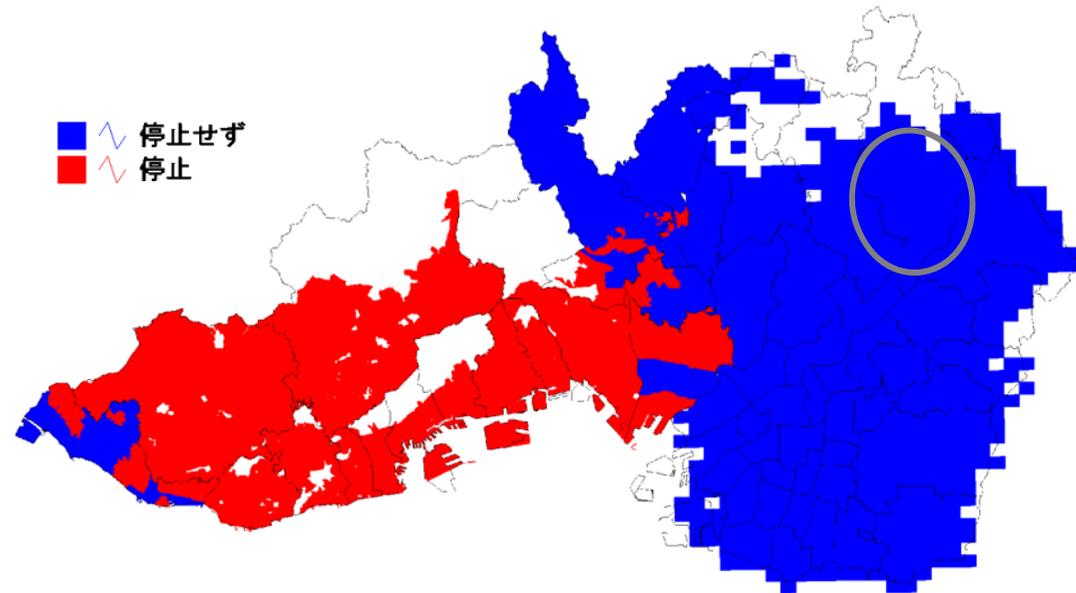
復旧率(市別)

断水範囲の比較

今回の地震による主な断水範囲(○の範囲内)

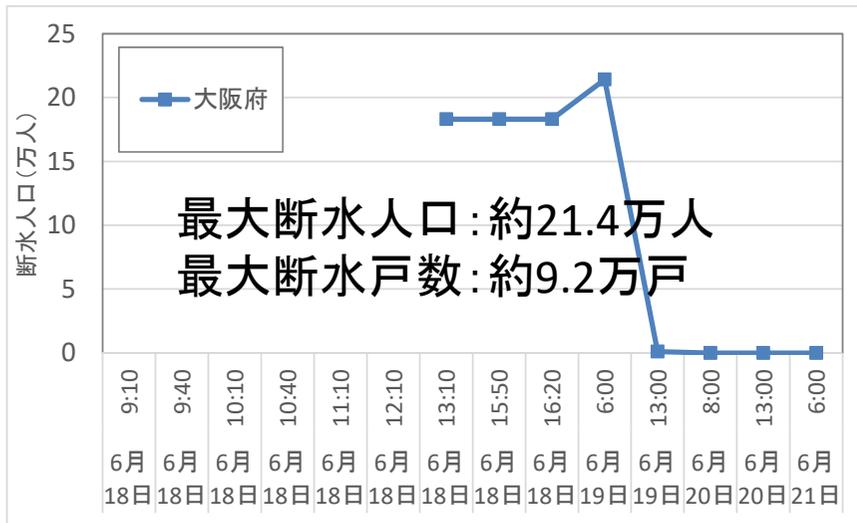


阪神・淡路大震災における断水範囲

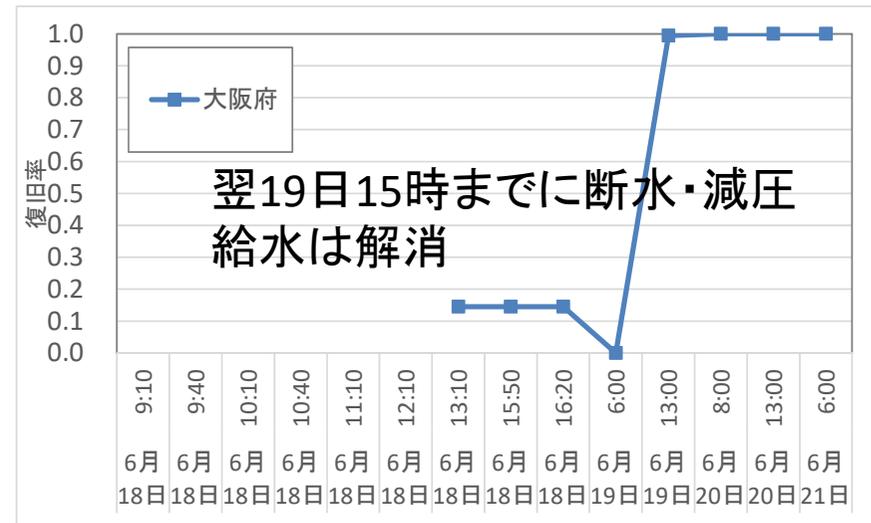


- 高槻市(・箕面市・吹田市)など揺れの強い地域
- 大阪広域水道企業団が北大阪の7市町への送水を停止
 - ✓ 送水管漏水3箇所(高槻市, 吹田市, 大東市)
 - ✓ 附属施設被災 7箇所

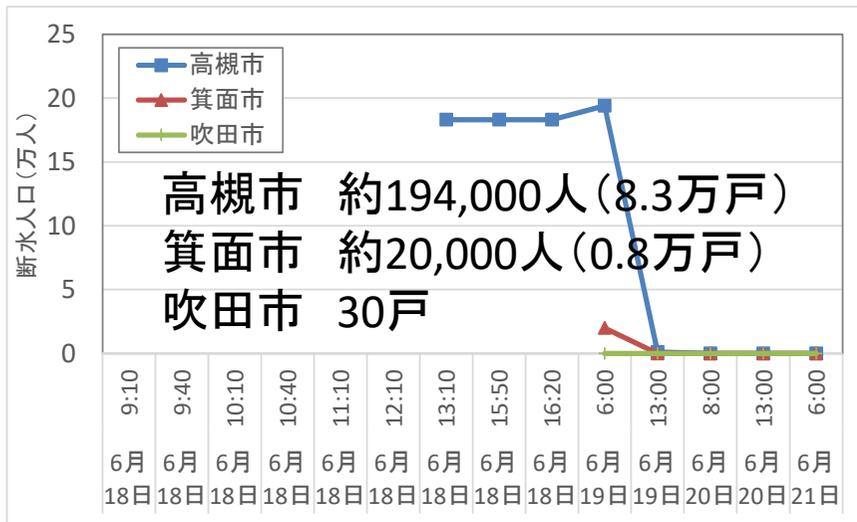
断水人口の解消過程と復旧率



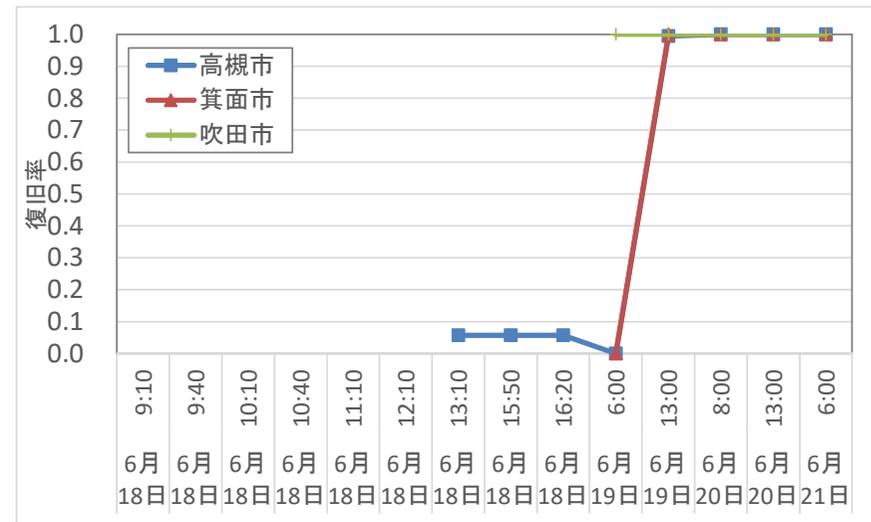
断水人口(大阪府全体)



復旧率(大阪府全体)

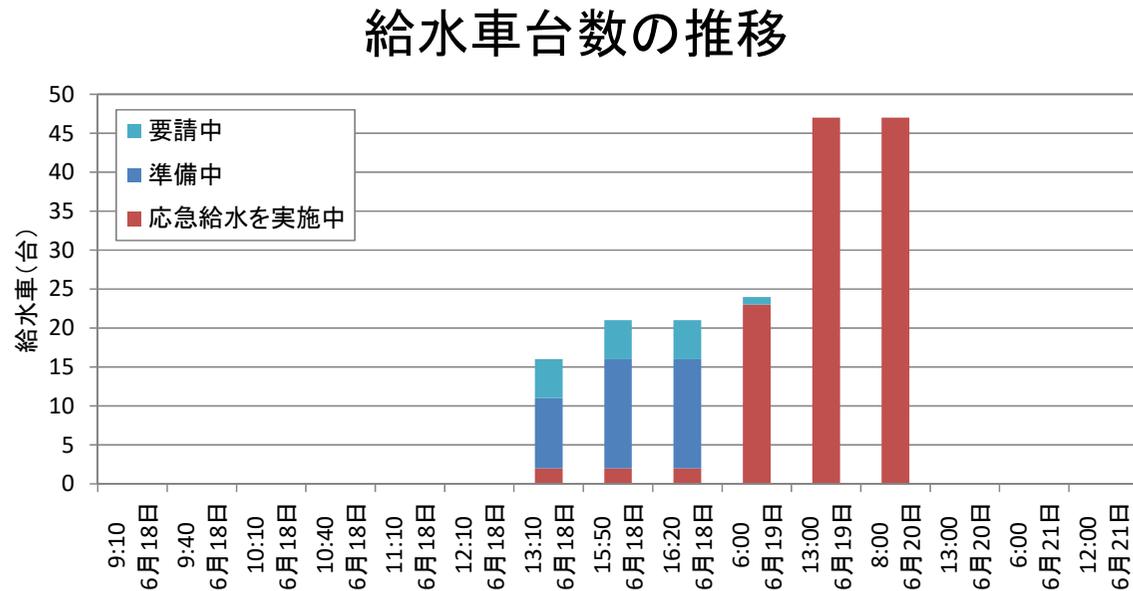
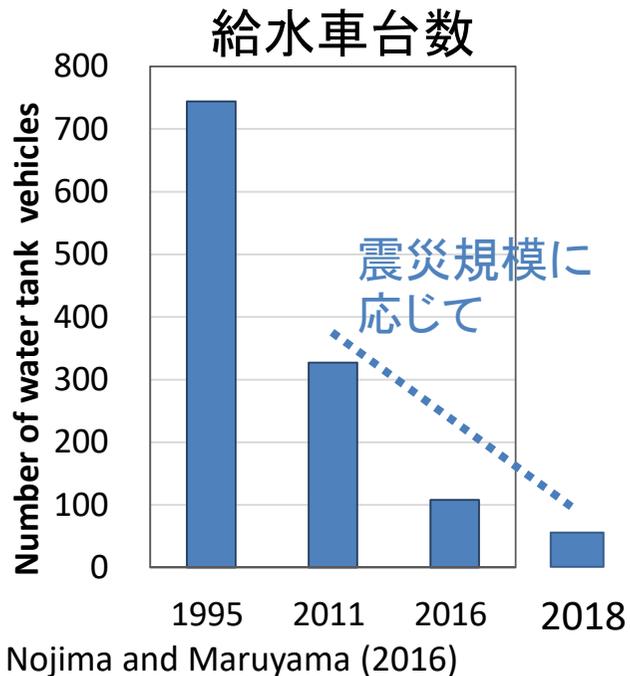


断水人口(市別)



復旧率(市別)

応急給水のための給水車（自衛隊を除く）



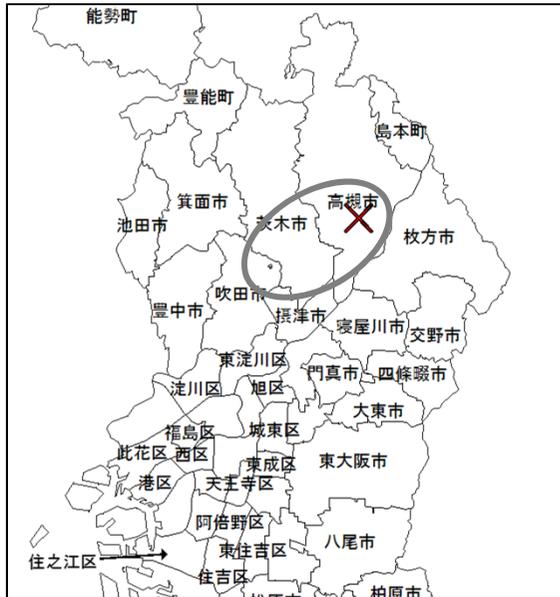
高槻市・箕面市：6月19日までに終了
吹田市：6月20日までに終了

- 阪神・淡路大震災： 約750台
- 東日本大震災： 約330台
- 熊本地震： 108台
- 大阪府北部の地震： 47台
- 全国1,496事業者： 1,148台保有

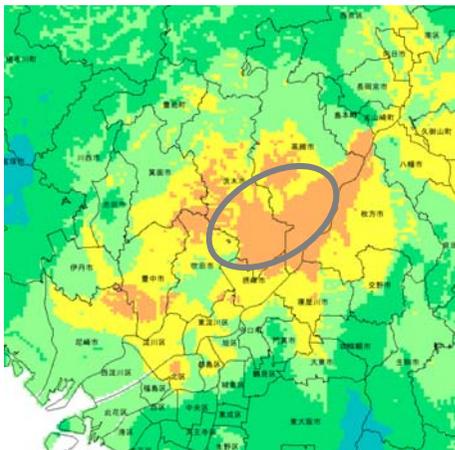
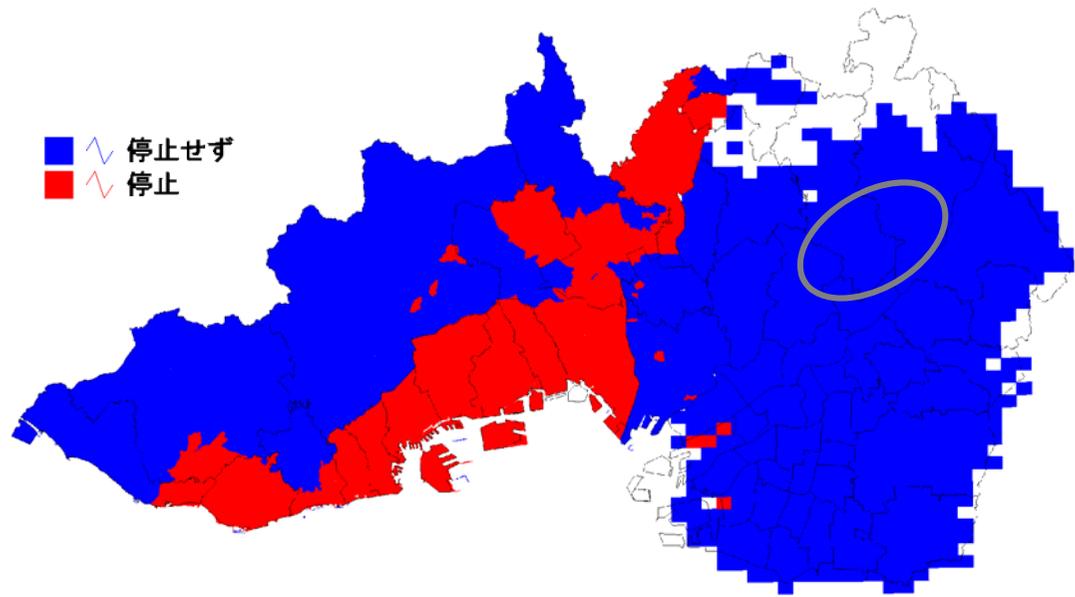
南海トラフ巨大地震では絶対的不足の懸念

都市ガス停止範囲の比較

今回の地震による主な
都市ガス停止範囲(○の範囲内)

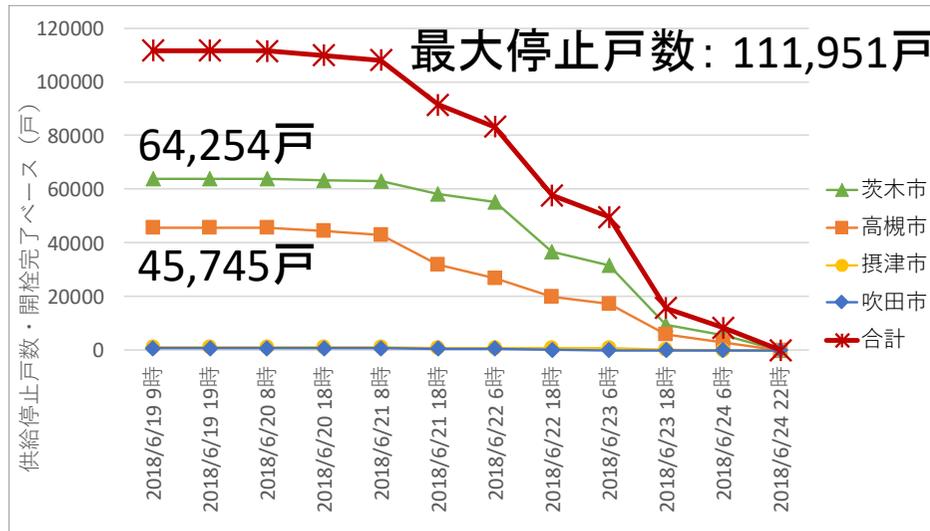


阪神・淡路大震災における
都市ガス停止範囲

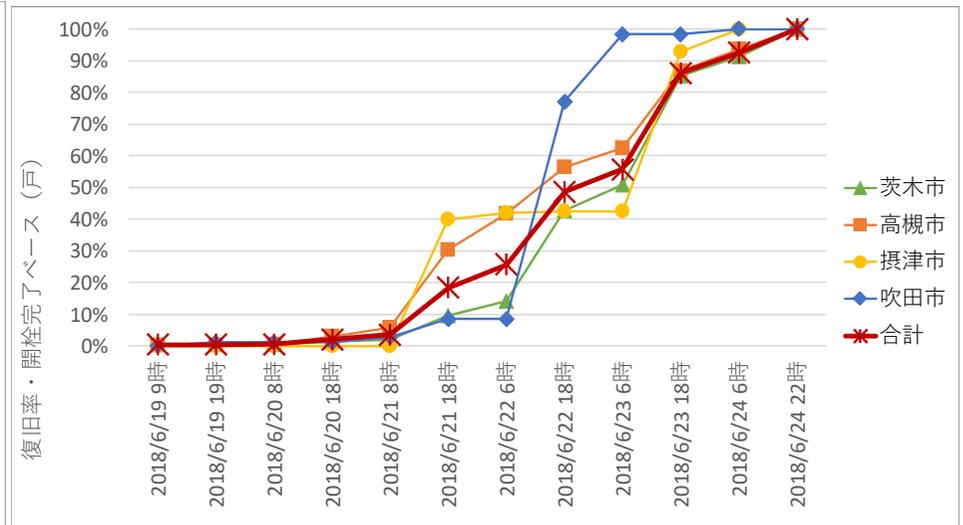


- 茨木市・高槻市など揺れの強い地域で都市ガス停止
- 基幹設備(製造所, 発電所, ガスホルダー, 高圧導管)と中圧導管には被害なし
- 地震観測による供給停止判断が行われた

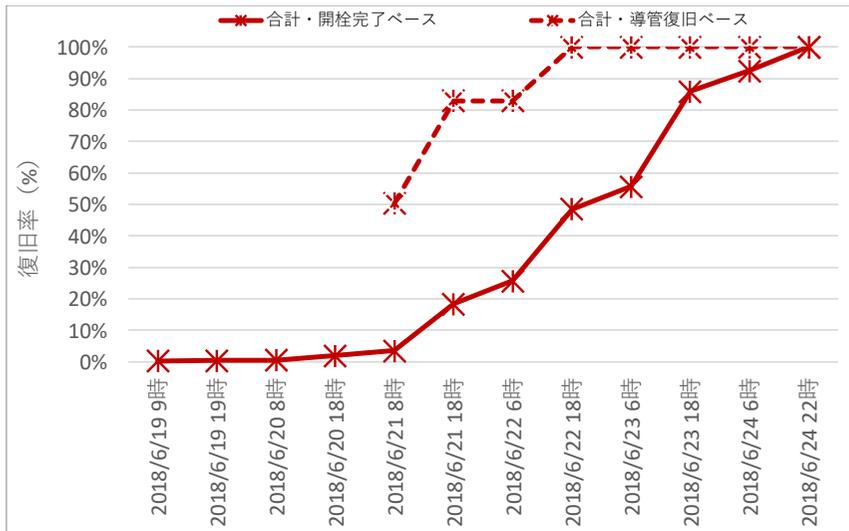
ガス停止戸数の解消過程と復旧率



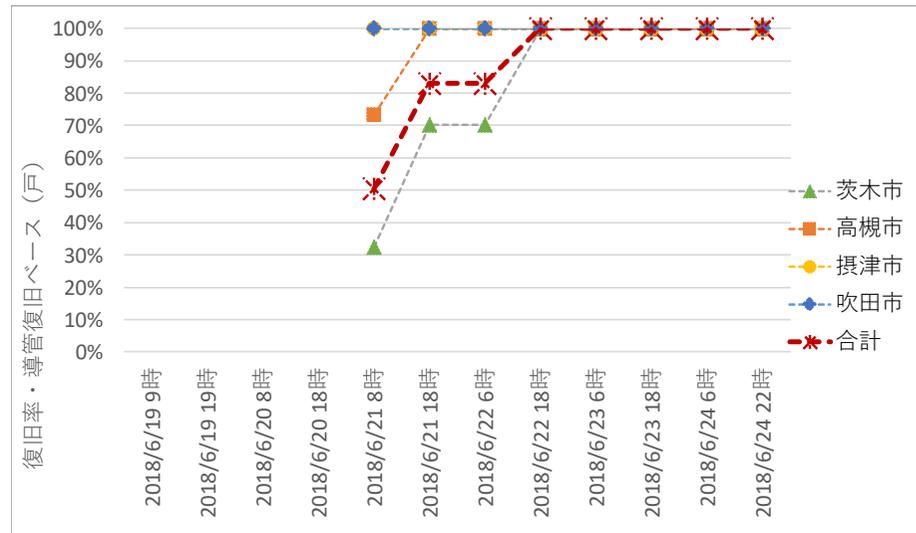
ガス停止戸数(市別+全体)



復旧率(市別+全体)



復旧率(導管復旧ベース, 全体)



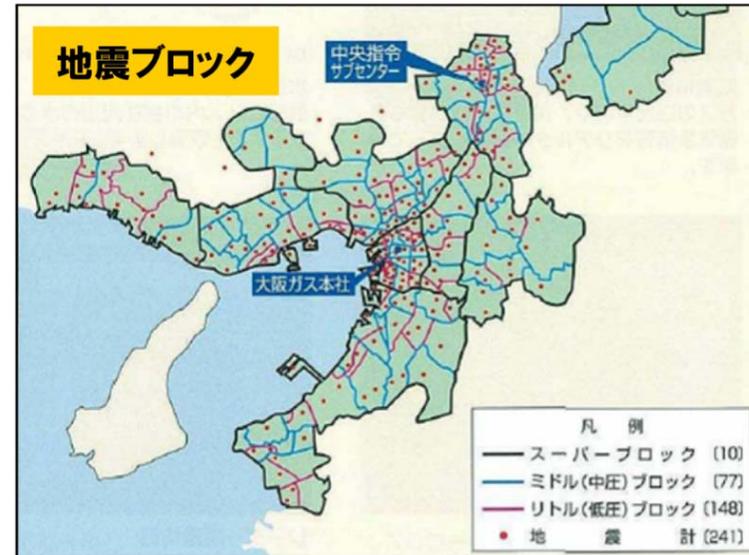
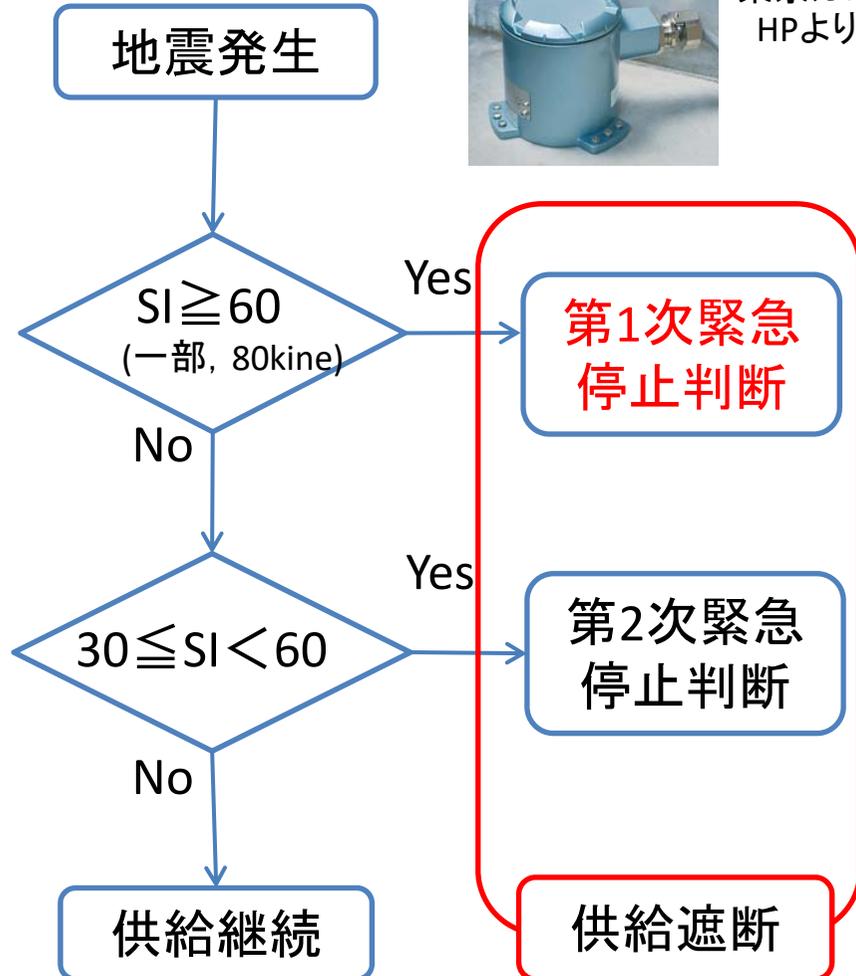
復旧率(導管復旧ベース, 市別+全体)

都市ガスの緊急停止判断

SIセンサ

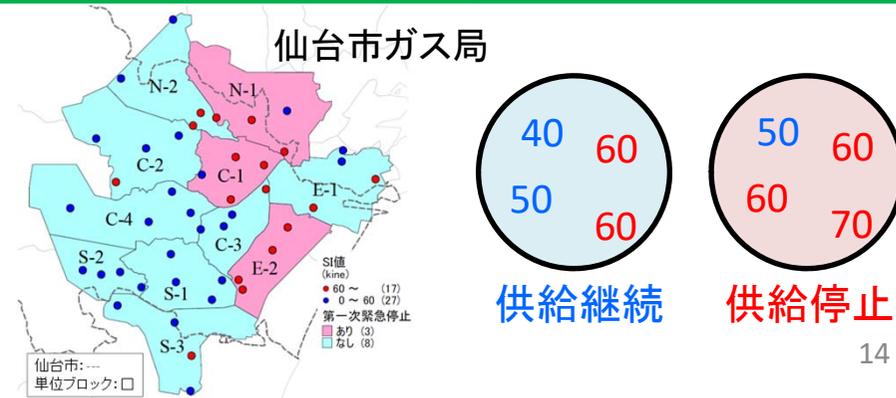


東京ガス
HPより



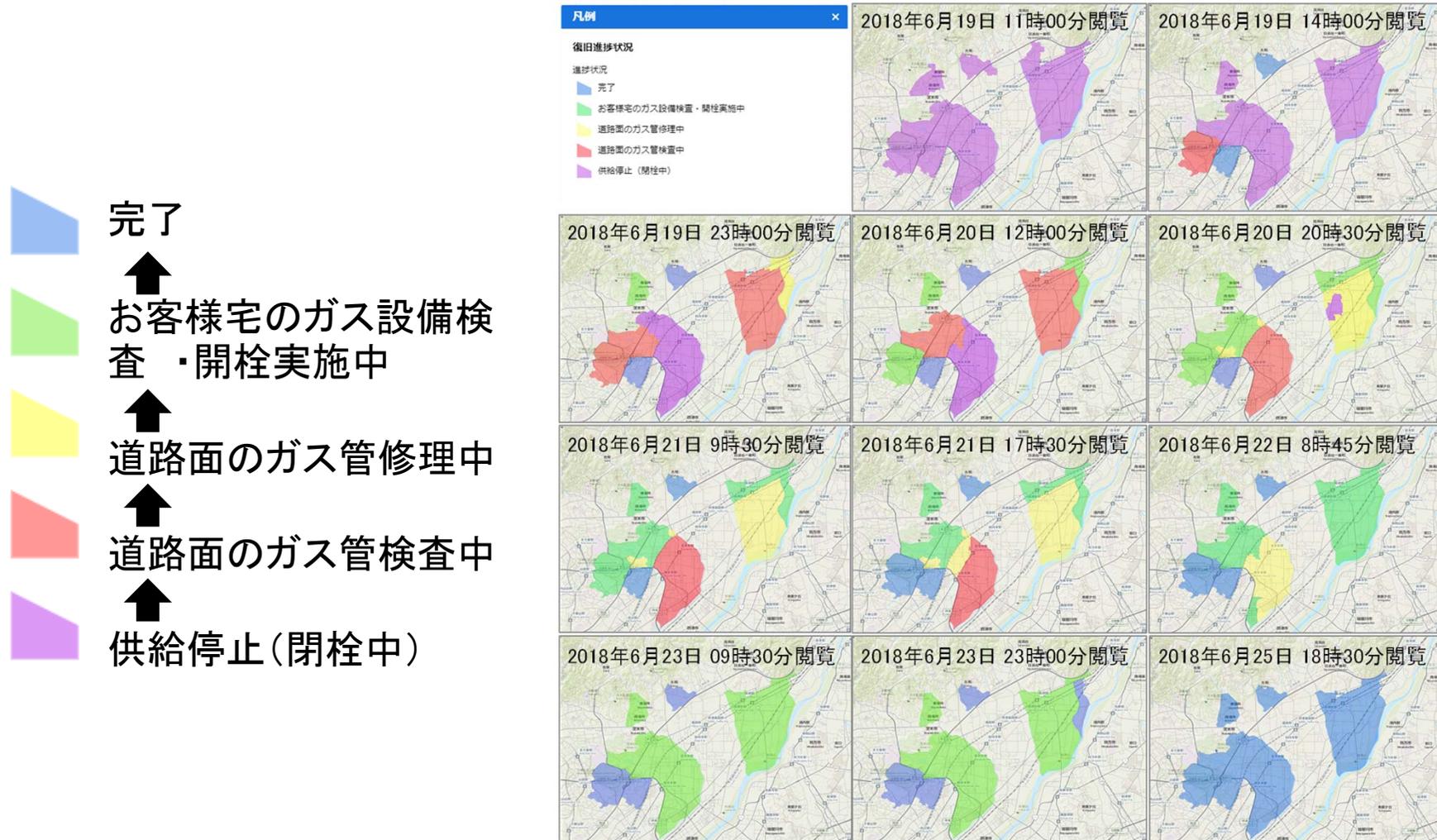
リトルブロック159個, 地震計258基
平均1.62基/リトルブロック(2016年3月)

k-out-of-n遮断システム
(能島・加藤, 2015; 森山・能島, 2017)



大阪ガス「復旧見える化システム」

大規模地震発生時にガスの供給を停止した地域のお客さまに対して**わかりやすくガスの復旧情報を提供**するシステム(2018年5月10日 プレスリリース)



大阪ガス「復旧見える化システム」より引用

防災基本計画（平成24年9月改訂，最新平成30年6月）

○ライフライン事業者は，地震発生時に円滑な対応が図られるよう，ライフラインの**被害状況の予測・把握及び緊急時の供給**について，**あらかじめ計画を作成しておくものとする**。また，ライフライン施設の応急復旧に関して，広域的な応援を前提として，あらかじめ事業者間で広域応援体制の整備に努めるものとする。

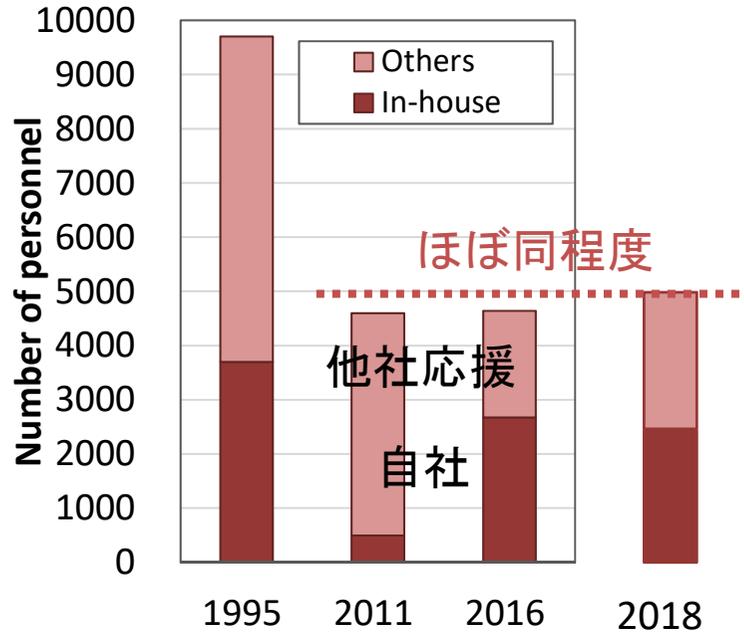
第2編 各災害に共通する対策編 第1章 災害予防
第6節 迅速かつ円滑な災害応急対策，災害復旧・復興への備え

○ライフライン，交通輸送等の関係機関〔総務省，厚生労働省，経済産業省，国土交通省等〕は，復旧に当たり，可能な限り**地区別の復旧予定時期の目安を明示**するものとする。

第2編 各災害に共通する対策編 第3章 災害復旧・復興
第2節 迅速な原状復旧の進め方

都市ガスの復旧応援体制と代替供給

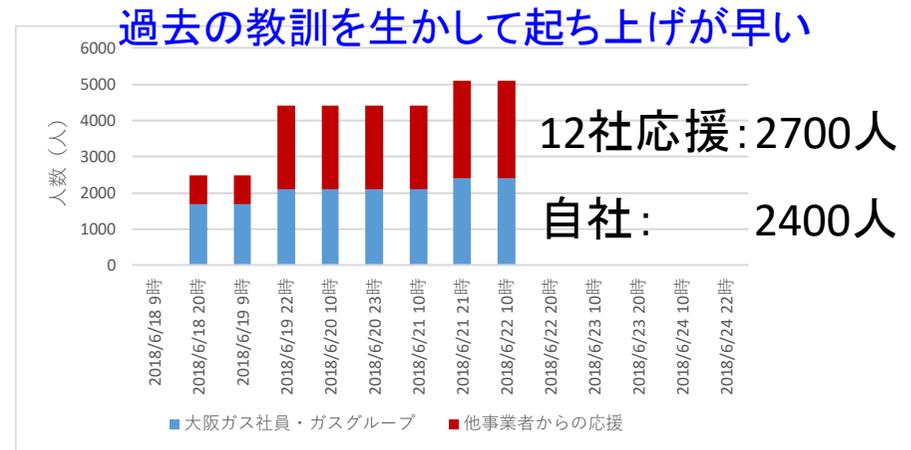
復旧要員数(人)



Nojima and Maruyama (2016)

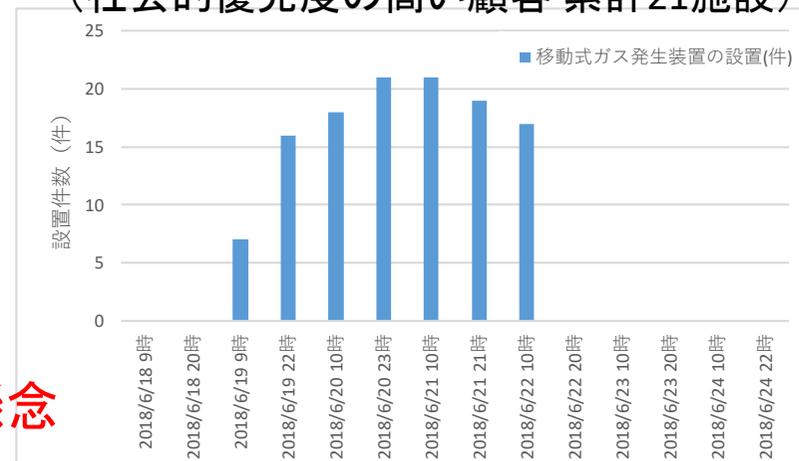
- 阪神・淡路大震災: 9700人
- 東日本大震災: 4600人
- 熊本地震: 4600人
- 大阪府北部の地震: 5100人

復旧隊および復旧応援隊の人数の推移
(減少過程は詳細不明)



移動式ガス発生装置の設置

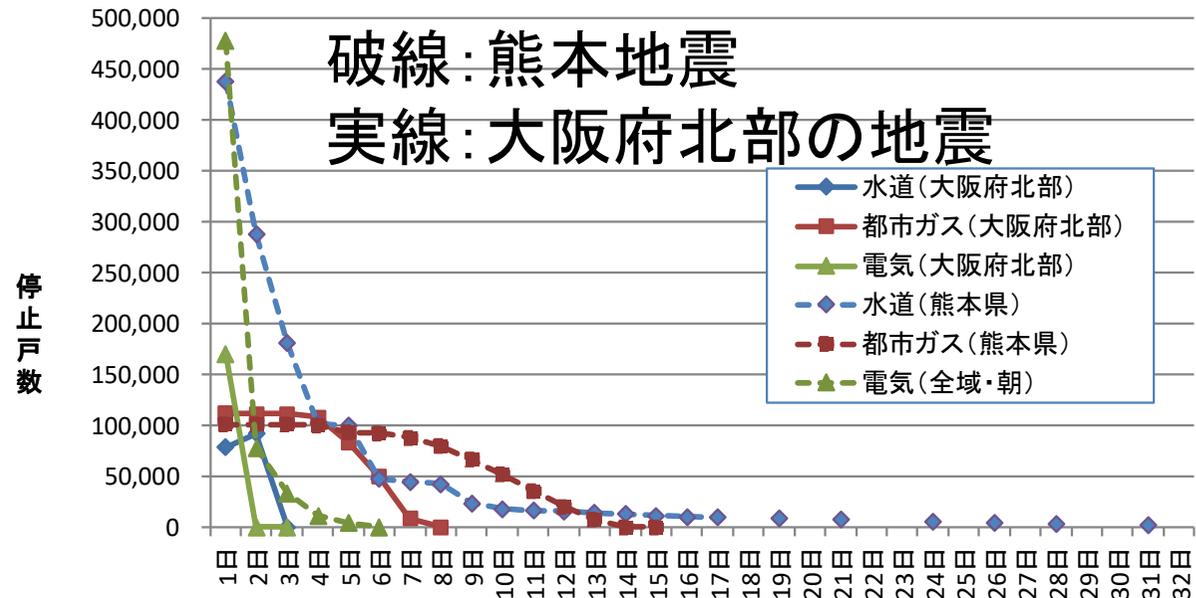
(社会的優先度の高い顧客 累計21施設)



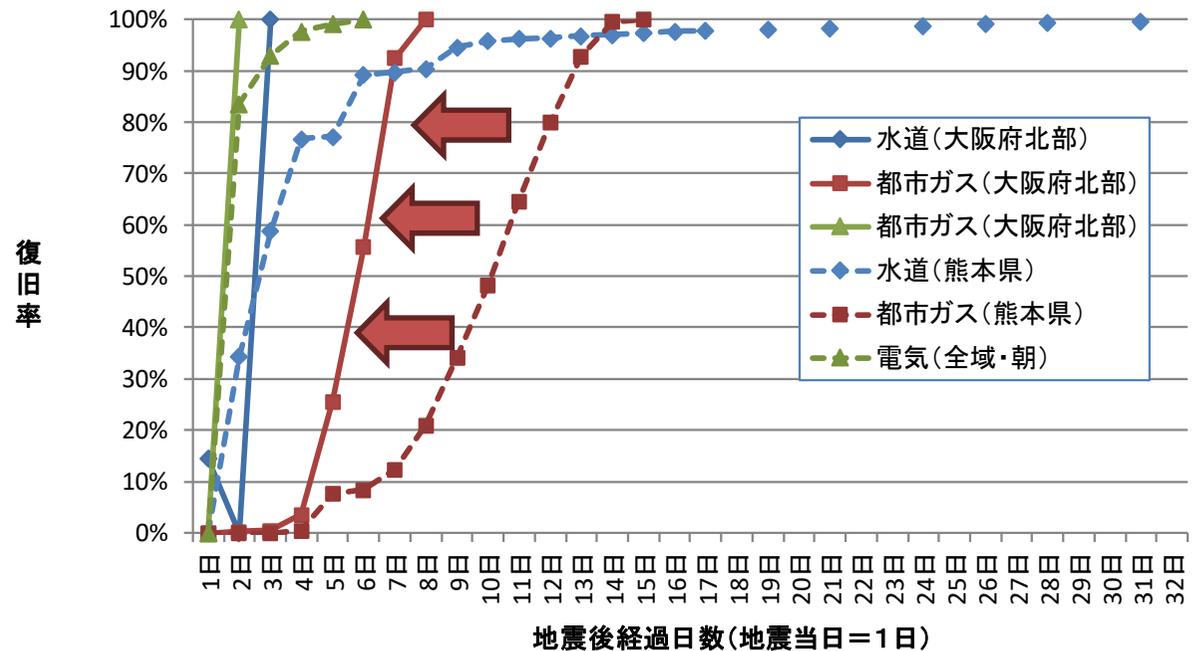
南海トラフ巨大地震では絶対的不足の懸念

供給系ライフラインの復旧過程の比較

停止戸数の解消過程



復旧率

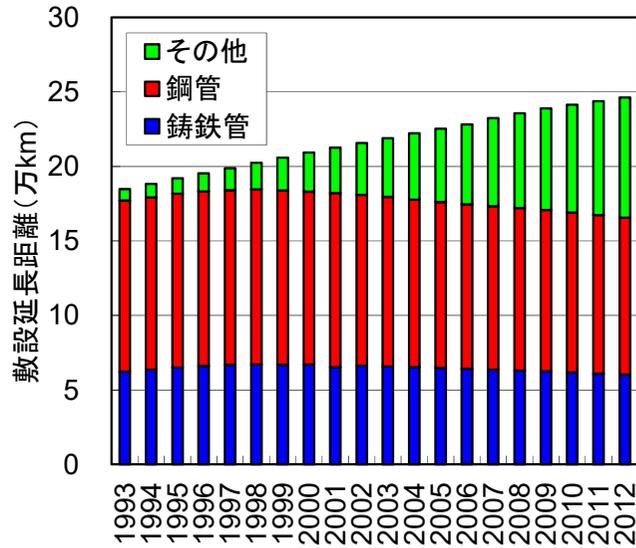


- 都市ガスの停止戸数・復旧体制はほぼ同程度
- 復旧速度は約2倍早い
- 導管被害が極めて少なかったと推察される

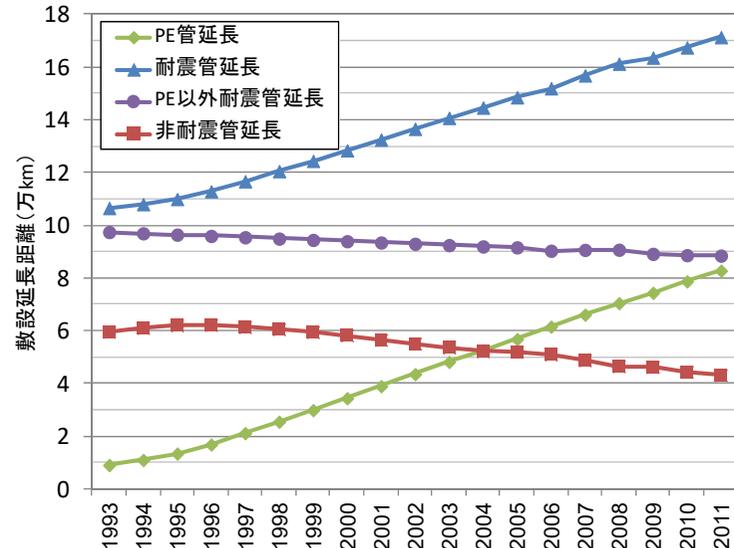
ガス導管の構成と耐震性の推移

(全都市ガス事業者)

管種別敷設延長距離



耐震管延長の増加傾向(一部試算)

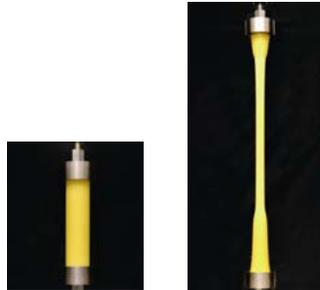


能島・加藤(2014)に加筆

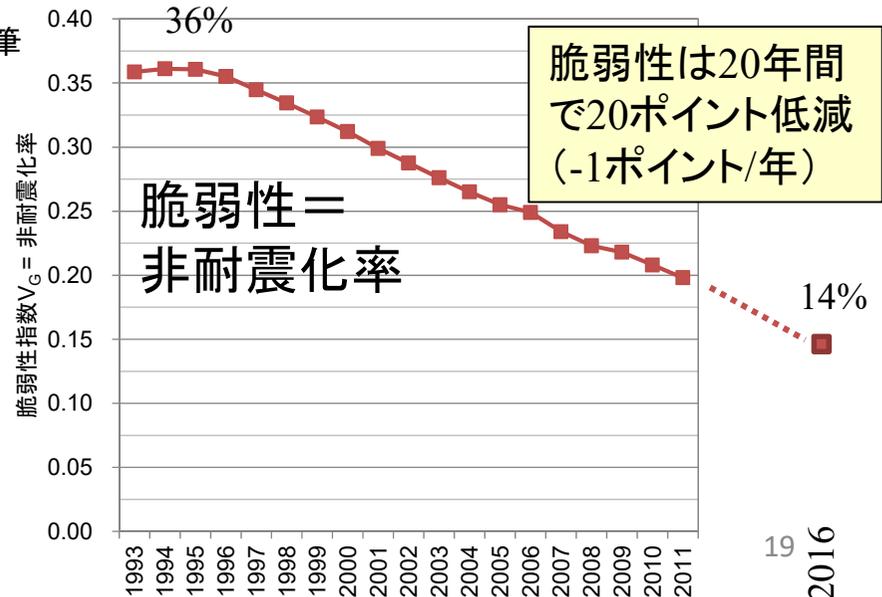
「その他」のほとんどを占めるポリエチレン(PE)管



PE管の高い変形(耐震)性能



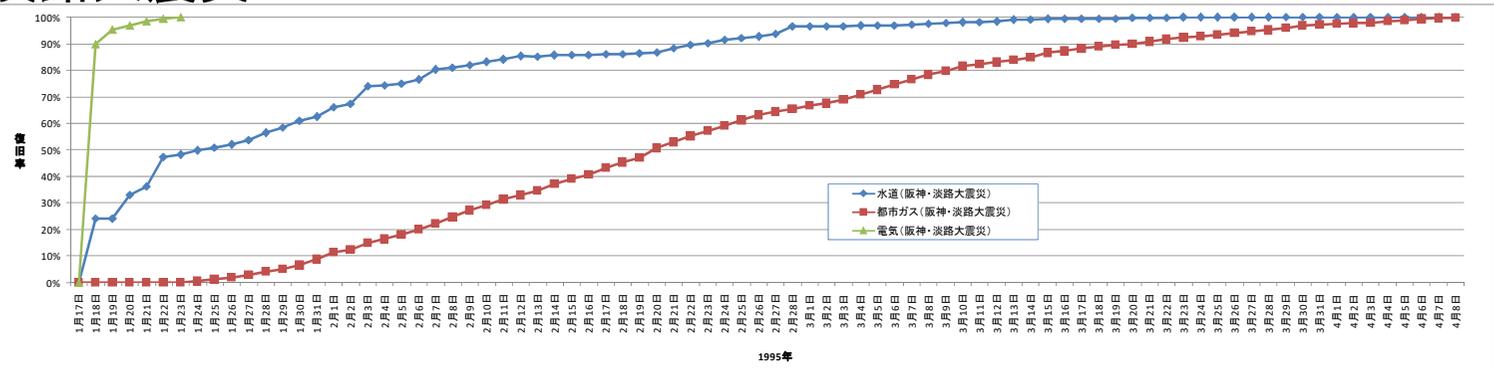
東京ガス提供



供給系ライフラインの復旧率の震災間比較

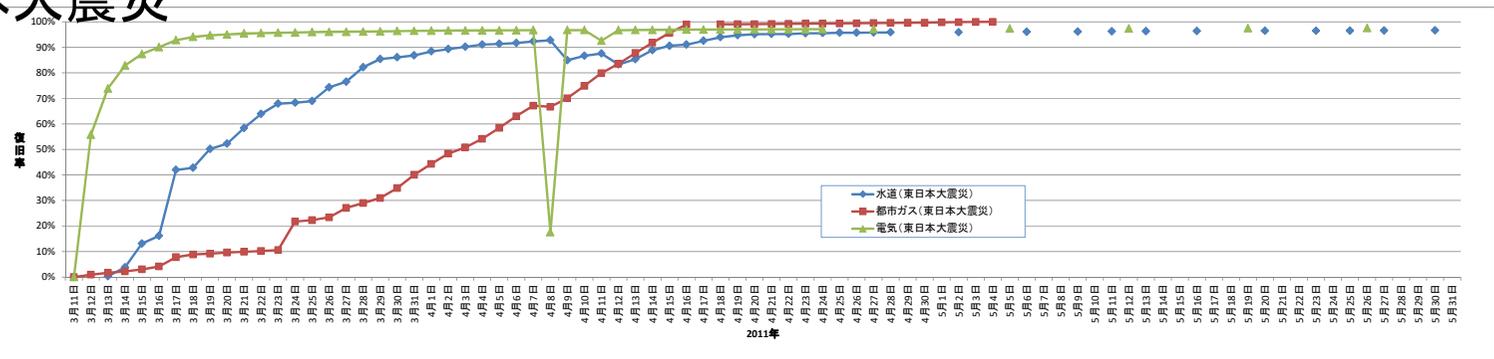
■ 1995年阪神・淡路大震災

停電: 260万戸
 断水: 126万戸
 ガス停止: 86万戸



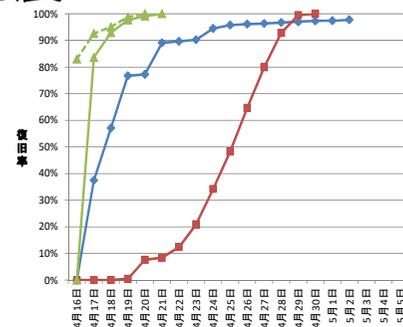
■ 2011年東日本大震災

停電: 891万戸
 断水: 220万戸
 ガス停止: 46万戸



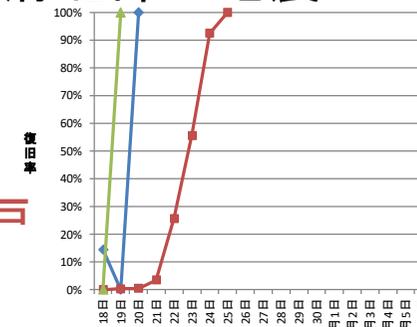
■ 2016年熊本地震

停電: 48万戸
 断水: 43万戸
 ガス停止: 10万戸



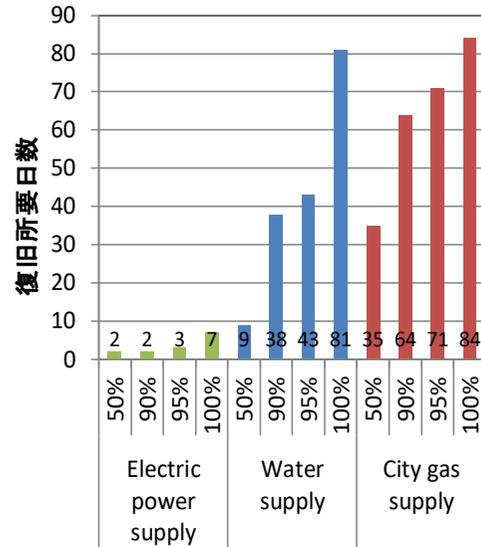
■ 2018年大阪府北部の地震

停電: 17万戸
 断水: 9万戸
 ガス停止: 11万戸

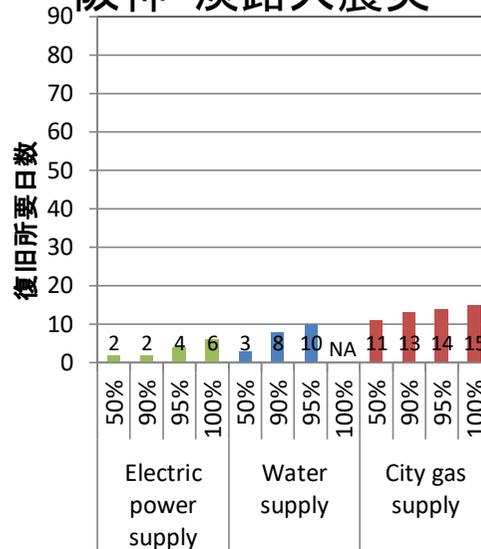


復旧所要日数の比較

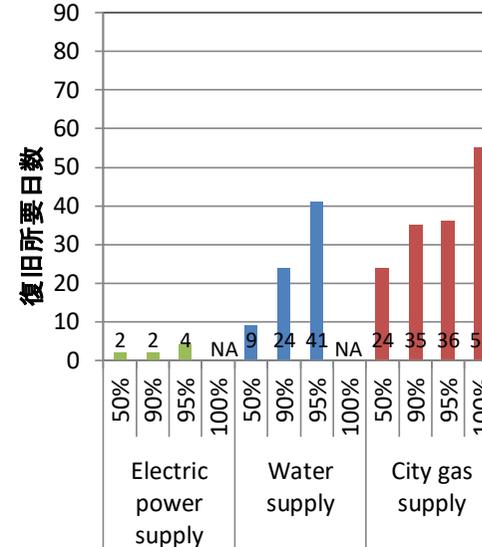
(復旧率50%, 90%, 95%, 100%達成)



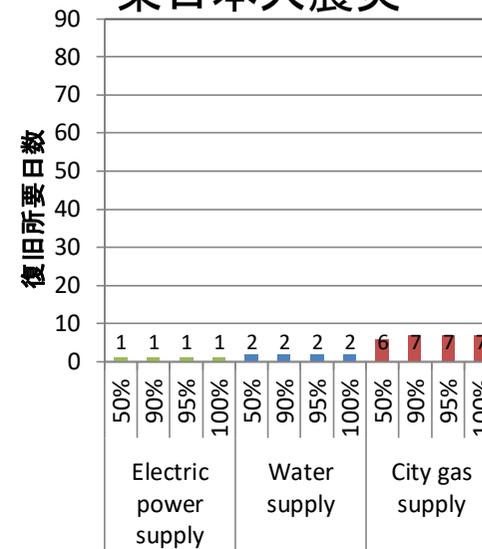
阪神・淡路大震災



2016年熊本地震

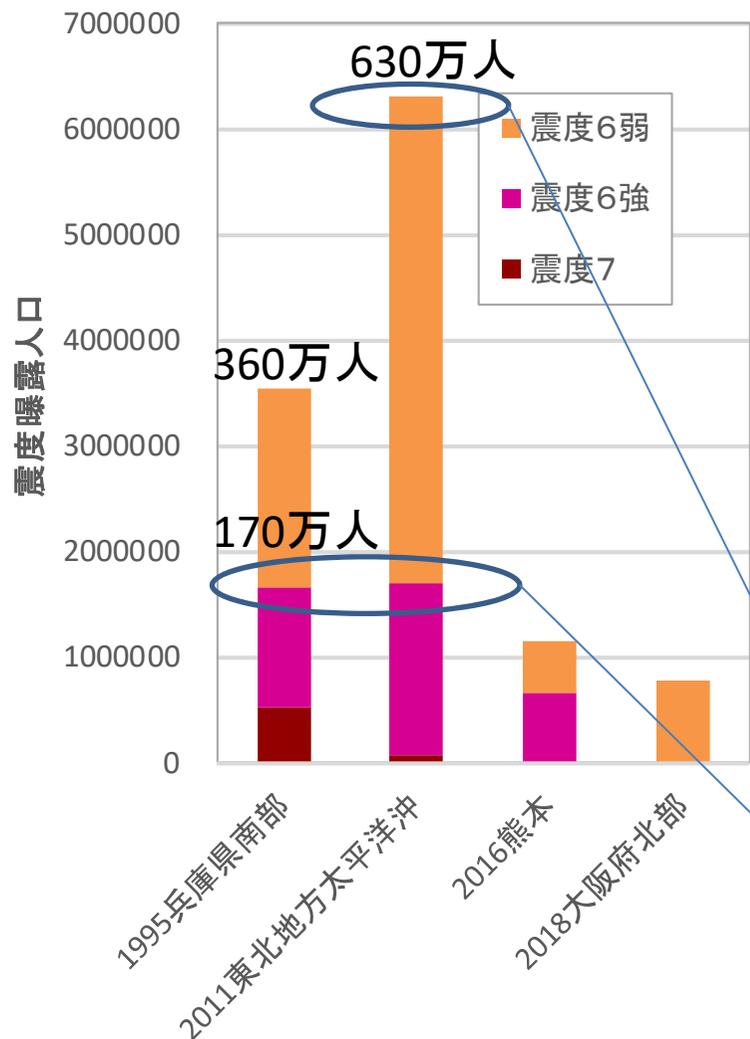


東日本大震災



2018年大阪府北部の地震

来るべき巨大地震



(想定)南海トラフ巨大地震
震度6弱以上: 2000万人以上(約3倍)
震度6強以上: 1000万人程度(約6倍)

ライフラインのレジリエンス向上のために 「ライフライン復旧概況」の公開

供給系ライフラインを中心に、地震時の機能的被害・復旧について速報をまとめています。詳しくは下記よりダウンロードして下さい。

https://www1.gifu-u.ac.jp/~nojima/take_out_LLEQreport.htm

ライフライン復旧概況

岐阜大学工学部社会基盤工学科 能島暢呂

供給系ライフラインを中心に、地震時の機能的被害・復旧について速報をまとめています。
下記よりダウンロードして下さい。（日付の新しい順に変更しました）

平成30年7月豪雨災害

- 時系列編 Ver.1 : 2018年7月11日まで (PDF:180700-JulyHeavyRainFall-LL-GUNN-ver.1.pdf, 21p.) 2018/7/13

2018年6月18日 大阪府北部の地震

- 時系列編 Ver.2 : 2018年7月2日まで (PDF:180618-OsakaFuHokubuEQ-LL-GUNN-ver.2.pdf, 40p.) 2018/7/4
- 時系列編 Ver.1 : 2018年6月22日まで (PDF:180618-OsakaFuHokubuEQ-LL-GUNN-ver.1.1.pdf, 30p.) 2018/6/23

2016年4月14,16日 熊本地震

- 時系列編 Ver.2.1R : 2016年5月16日まで (PDF:160414-16-KumamotoEQ-LL-GUNN-ver.2.1R.pdf, 45p.) 2016/7/5
(図8.8(a)(b)が逆だったので修正しました)
- 時系列編 Ver.2 : 2016年5月16日まで (PDF:160414-16-KumamotoEQ-LL-GUNN-ver.2.pdf, 45p.) 2016/5/20
- 時系列編 Ver.1 : 2016年5月2日まで (PDF:160414-16-KumamotoEQ-LL-GUNN-ver.1.pdf, 43p.) 2016/5/3

2011年3月11日 東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）

- 時系列編 Ver.3 : 2011年5月31日まで (PDF:110311-GEJEQD-LL-GUNN-ver.3.pdf, 26p.) 2011/6/3
- 時系列編 Ver.2 : 2011年4月13日まで (PDF:110311-GEJEQD-LL-GUNN-ver.2.pdf, 19p.) 2011/4/14
- 時系列編 Ver.1 : 2011年3月31日まで (PDF:110311-GEJEQD-LL-GUNN-ver.1.pdf, 17p.) 2011/4/3