

2016年8月30日
新宿駅周辺防災対策協議会
新宿駅周辺地域都市再生緊急整備協議会
2016年度第2回セミナー

電気・ガス・水道・通信等はつかえるの？ —ライフラインの地震被害と対策—

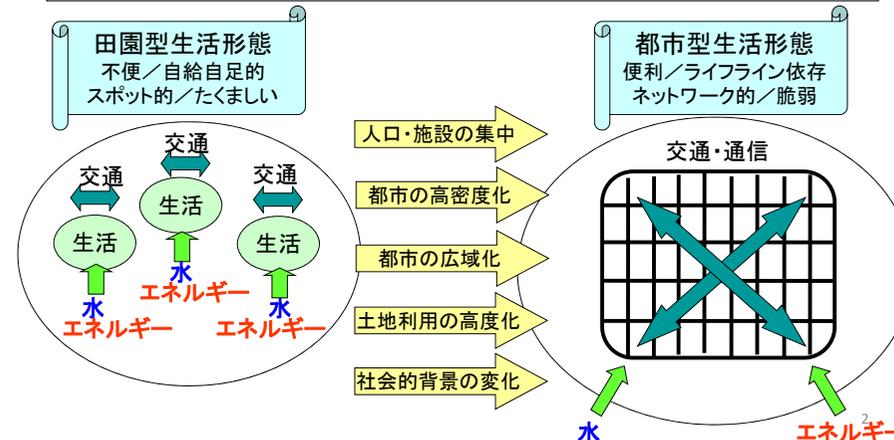
岐阜大学工学部 社会基盤工学科防災コース 教授
清流の国ぎふ 防災・減災センター 副センター長
岐阜大学 地域減災研究センター センター長

能島 暢呂 (のじま のぶおと)

1

都市化に伴うライフライン依存の深化

ライフライン (lifeline) : 都市の水循環・エネルギー供給・交通・運輸・通信を担うネットワーク系の都市施設の総称. 1971年サン・フェルナンド地震で大きな被害を受け, UCLAの C.M.Duke教授が「ライフライン地震工学」という新たな分野を提唱したことが言葉の由来. 膨大な施設から構成されるため地震時に物的損傷を受けやすい. その機能的被害が都市機能マヒに発展して影響が長期化することが問題となり, ハード・ソフトの両面から様々な地震対策が講じられている.



ライフライン (Lifeline) とは

- 面的な広がりを持ち, 社会基盤施設 = インフラストラクチャーの主要部分を占める.
- 電力供給システム / 都市ガス供給システム / 上水道システム / 下水道システム / 固定電話・携帯電話 / 道路交通システム / 鉄道システム
- エネルギー供給系 / 水供給処理系 / 通信系 / 交通運輸系
- 供給系 / 処理系 / 通信系 / 交通運輸系
(人体の動脈 / 静脈 / 神経系に例えられる)

3

天災は忘れた頃にやってくる

- 「文明が進むほど天災による損害の程度も累進する傾向がある」 (もっと対策を進めるべきなのに, 進まないのは...)
- 「畢竟(ひっきょう)そういう天災がきわめて稀にしか起こらないで, ちょうど人間が前車の顛覆(てんぷく)を忘れたところにそろそろ後車を引き出すようなことになるからだろう」

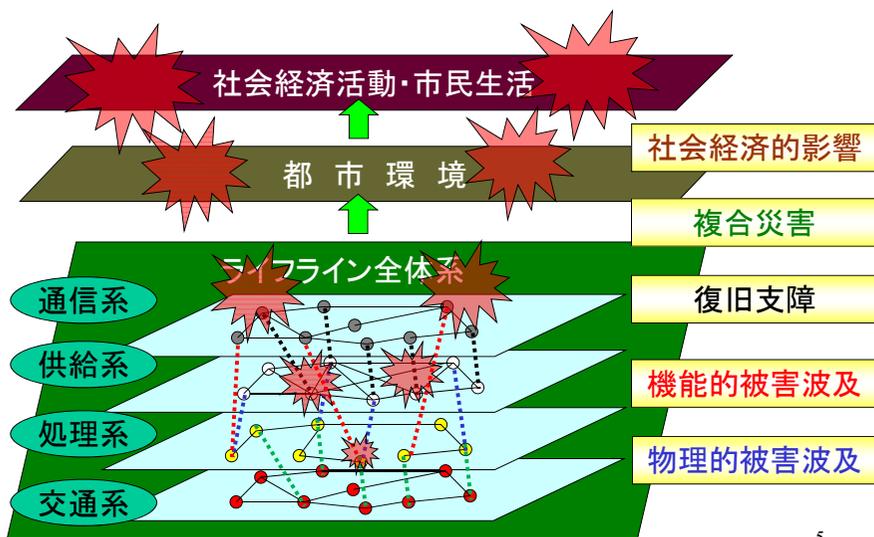
災害は進化する

「ライフライン地震工学」への洞察

- 「二十世紀の現代では, 日本全体が一つの高等な有機体である. 各種の動力を運ぶ電線やパイプが縦横に交叉し, いろいろな交通網が隙間もなく張り渡されている有様は高等動物の神経や血管と同様である. その神経や血管の一か所に故障が起こればその影響はたちまち全体に波及するであろう」

寺田寅彦: 『天災と国防』, 1934年1月

重要インフラの相互依存性と被害連鎖波及



5

ライフライン停止の影響は？

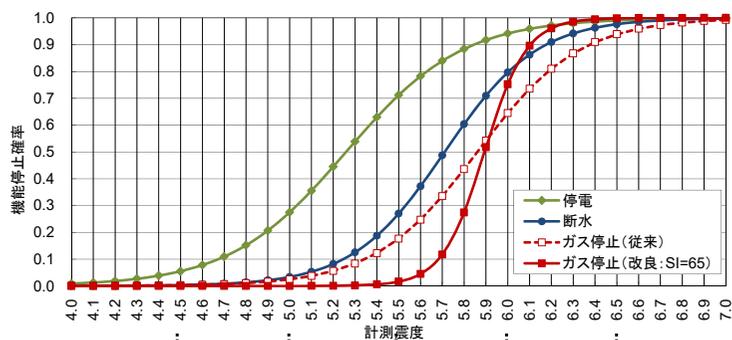
- 停電
- 断水
- ガス停止
- 道路通行止め
- 鉄道遅延・運休
- 固定電話不通
- 携帯電話不通

日常生活
炊事, 洗濯, 掃除, 風呂, トイレ
勉強, 娯楽, 団らん,
照明, 冷暖房, エレベータ, ATM
インターネット, 連絡, 通勤, 通学

社会・経済・生産活動
製造業, 情報通信業, 金融業,
卸売・小売業, 運輸・郵便業,
宿泊業, 飲食サービス業,
行政サービス, 教育・学習支援業
農林業, 漁業, 電気・ガス・水道業

災害対応
職員参集・派遣, 災害情報収集
消防, 救急・救命, 被災者支援,
避難所運営, 復旧・復興活動

ライフラインはどの程度の震度で止まるのか



震度 4 5弱 5強 6弱 6強 7

- ✓ 強い揺れになると, ライフラインはほぼ止まる
- ✓ 個人・世帯レベルで備えが必要

7

供給系ライフラインの復旧率の比較

■ 1995年阪神・淡路大震災 Nojima and Maruyama (2016)

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

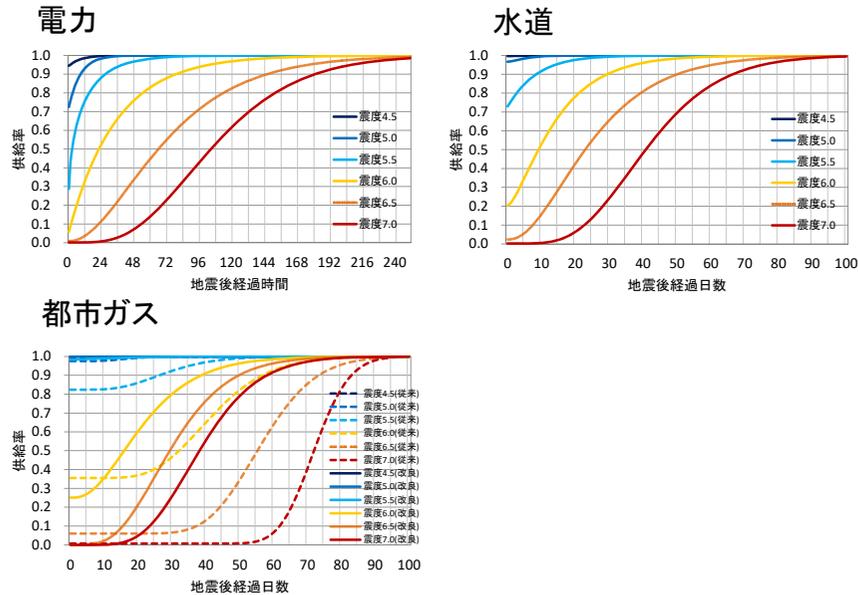
停電: 48万戸
断水: 43万戸
ガス停止: 10万戸

➢ 熊本地震は相対的に復旧ペースは早い。

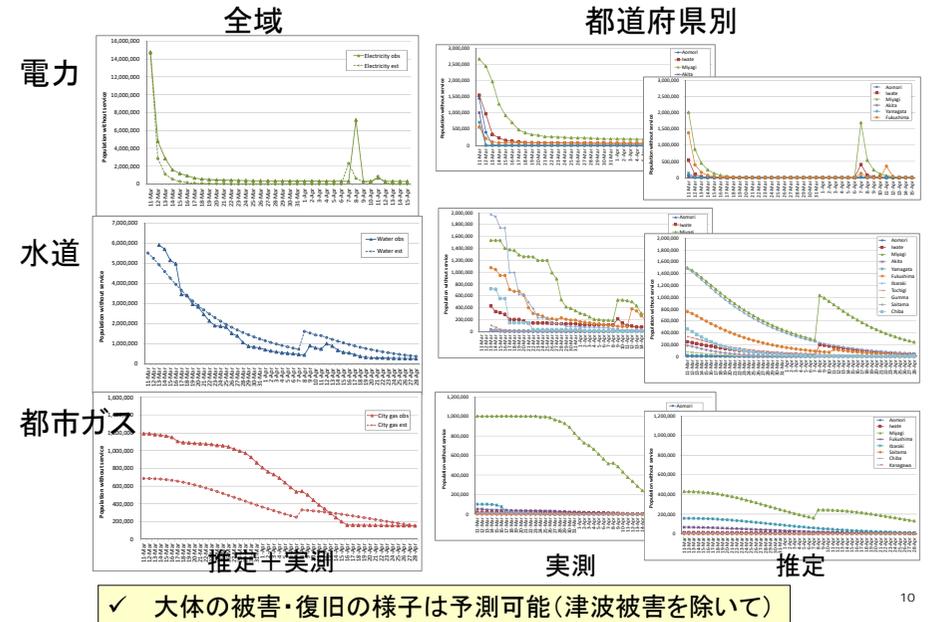
➢ ただし被害甚大地域の復旧は立ち遅れている。

8

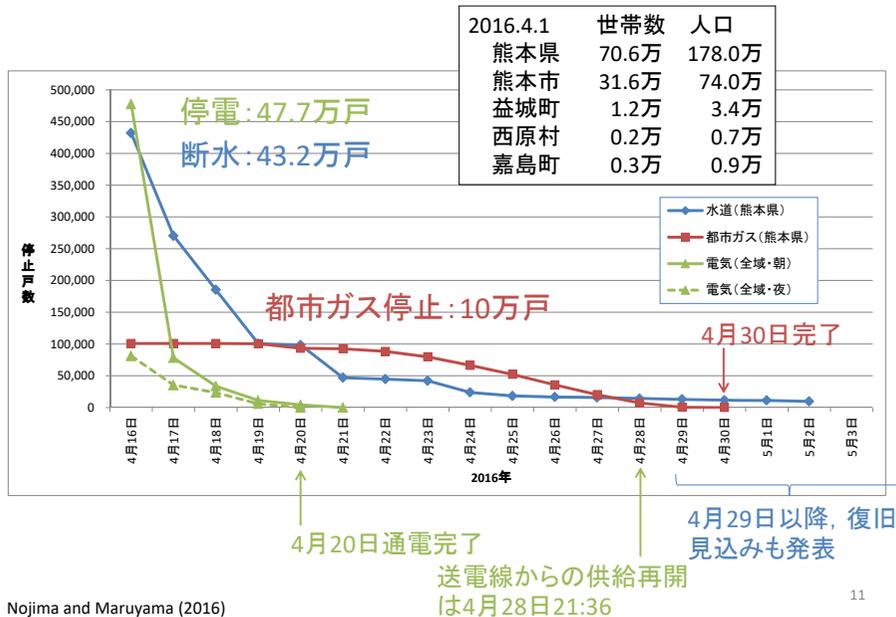
地震時ライフライン機能被害予測モデル



評価モデルの精度検証 (東日本大震災)



供給系ライフライン停止戸数の解消過程



電気の被害(停電)と復旧の特徴

- 災害時に異常(設備被害, 系統事故, 供給・需要の急変)を検知すると, 電力系統(電圧・周波数)を守るため, 事故区間が切り離される停電が発生する(かなり広域で停電).
- 自動停電復旧システムによって送電網の系統制御が行われ, 健全区間には迂回ルートによって電力供給が再開される(迅速な系統復旧, 数時間程度).
- 配電設備の被害が大きい地域では復旧までにさらに時間を要するが, 電柱と配電線の応急復旧は比較的早い(数日~1週間程度).
- 送電設備の被害が大きく応急復旧が遅れそうな地域には, 高圧発電機車を配電線に直接つないで応急処置が行われる(応急送電).

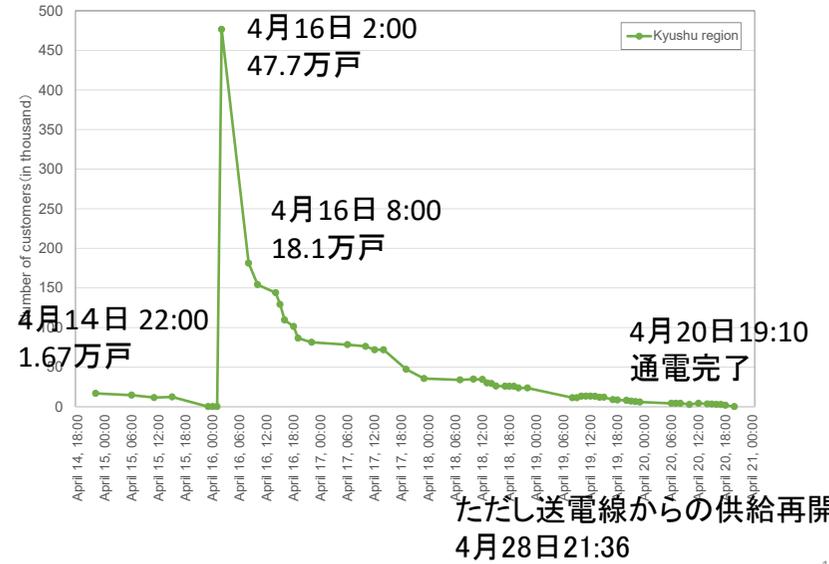


電気の被害と復旧に関する注意事項

- 二次災害(電気火災, 通電火災, 感電事故)の防止
 - ✓ **電気火災**(使用中の電気器具が可燃物に着火して火災に至ること)防止のため, **電気器具を安全にOFFにしてプラグを抜く**.
 - ✓ **通電火災**(停電後の通電再開時に, 電源ONのままとなった電気器具が可燃物に着火して火災に至ること)の防止のため, **屋外避難の際はブレーカを切る**.
 - ✓ できれば「**感震機能付住宅用分電盤**」や「**感震ブレーカー**」を設置する.
 - ✓ **感電防止のため, 切れた電線などに触れないよう注意**.
- 停電対策(照明+電源)
 - ✓ 懐中電灯, ソーラーライト, ローソク, 乾電池, 蓄電池, 発電機など, 事前の備えを十分に

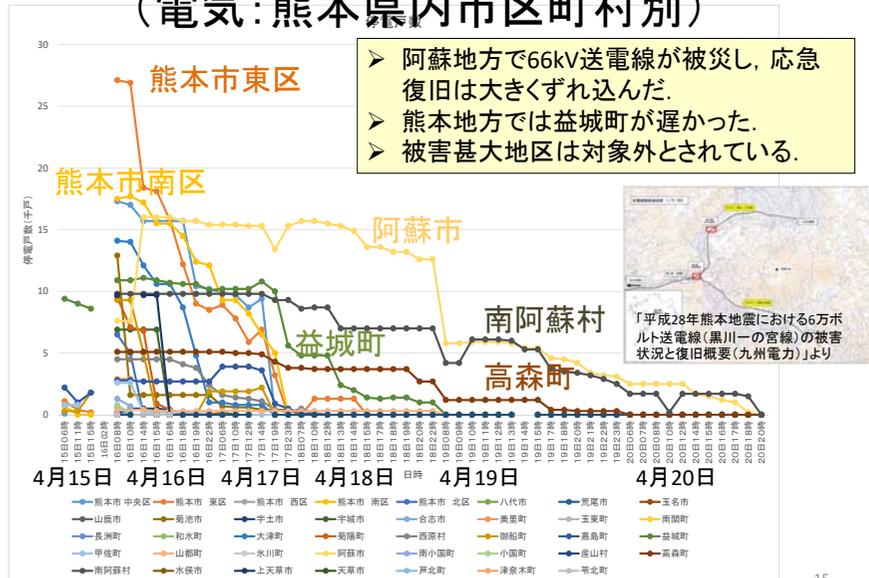
参考:「防災土教本」など

前震・本震に伴う停電発生・解消過程



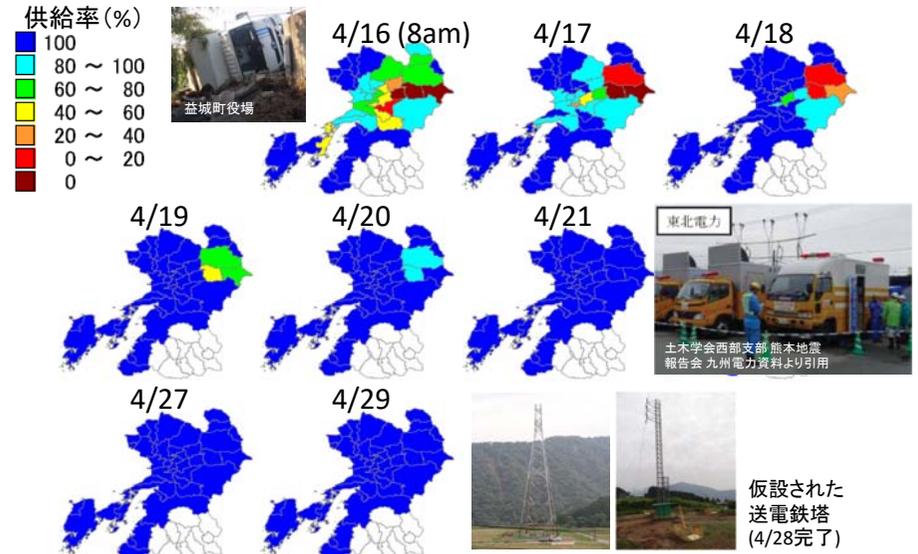
九州電力発表資料に基づき岐阜大学地震工学研究室まとめ

供給系ライフライン停止戸数の解消過程 (電気: 熊本県内市区町村別)



九州電力発表資料に基づき岐阜大学地震工学研究室まとめ

供給率(電力)の時系列変化



注: 4/21~28の間, 阿蘇地方では高圧発電機車からの送電

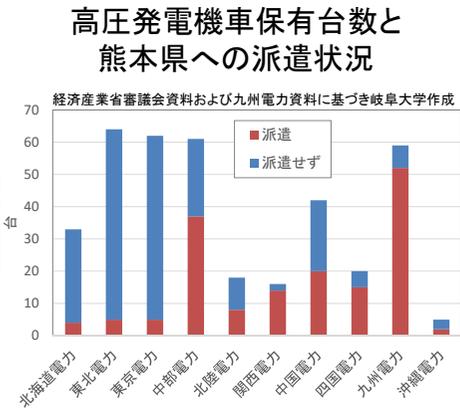
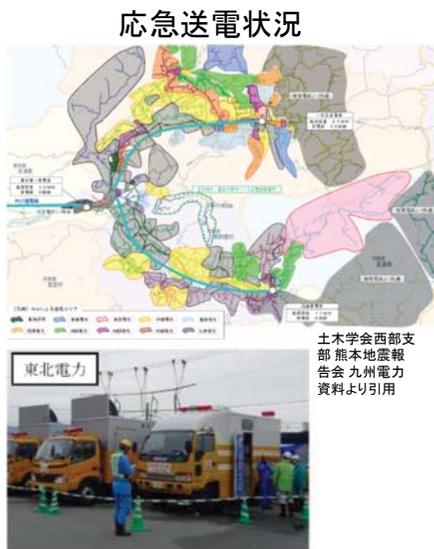
阿蘇地方の66kV送電線(黒川一宮線)の被害



阿蘇地方の停電対応(送電線の応急復旧)

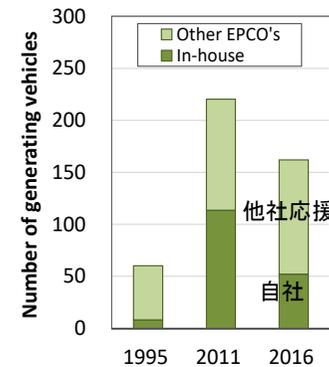


阿蘇地方の停電対応 (高圧発電機車による応急送電)

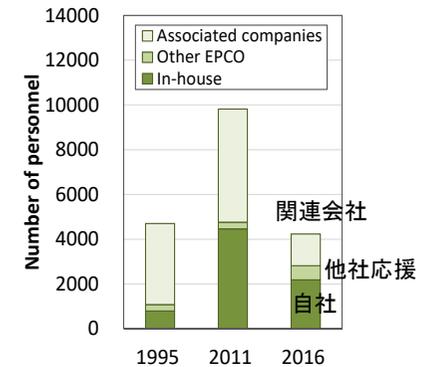


電力会社の復旧応援体制の比較

高圧発電機車保有台数と熊本県への派遣状況



配電部門における復旧要員数(人)



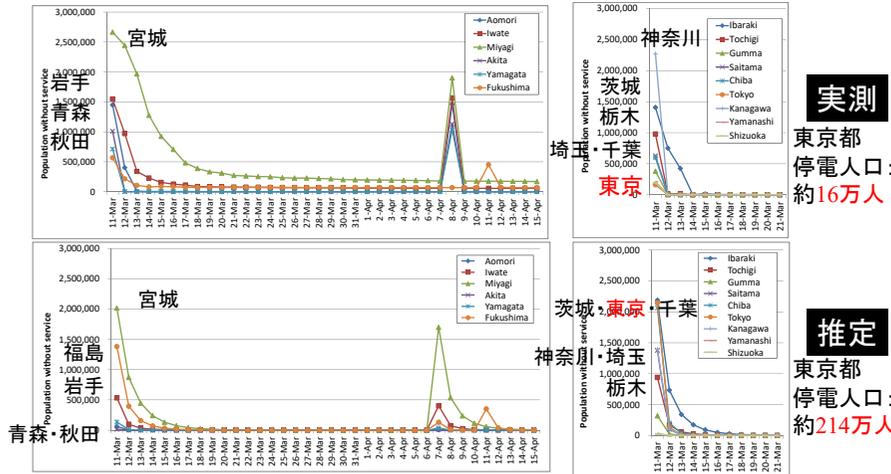
全国380台のうち162台(約43%)を派遣
東日本大震災: 220台(約58%)
南海トラフ巨大地震では絶対的に不足の懸念

1995: 阪神・淡路大震災
2011: 東日本大震災
2016: 熊本地震

都県別停電人口の推移

東北電力管内

東京電力管内



➢ 他県では比較的よくあが、東京都については過大評価
➢ 首都圏で停電しにくい送電網? 外的事象(首都圏外の原因)には頑健?

2006年8月14日首都圏大規模停電の概要

発生日時: 平成18年8月14日(月) 7時38分
事故箇所: 江東線78~79号鉄塔間の27万5千ボルト送電線(旧江戸川横断)
事故原因: 送電線にクレーン船のクレーンブームが接触



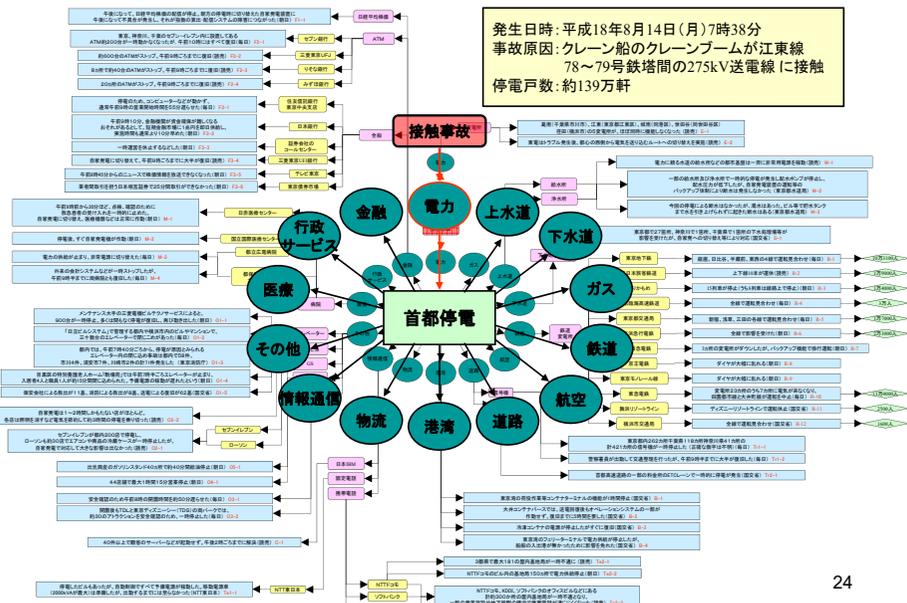
➢ 内的事象(首都圏外の原因)には意外に脆弱?

送電復旧の推移



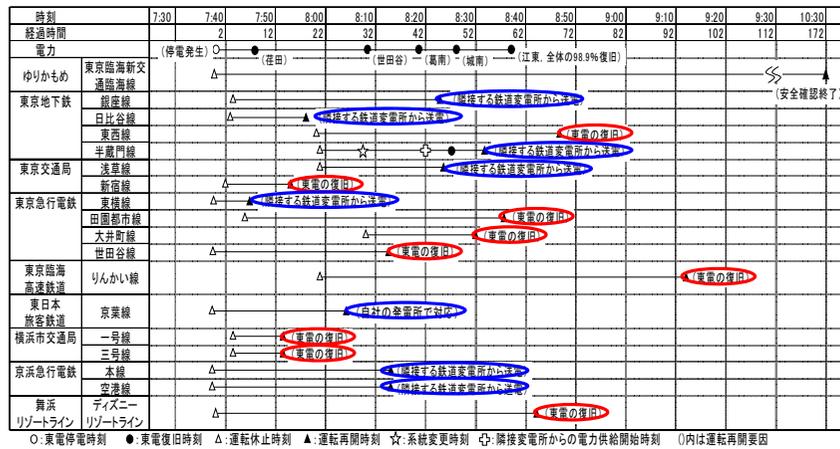
東京電力(株): サステナビリティレポート2007, 東京電力と社会との関わり 特集「江東線損傷による首都圏停電」, 2007年, pp.52-53.

2006年首都圏大規模停電の影響



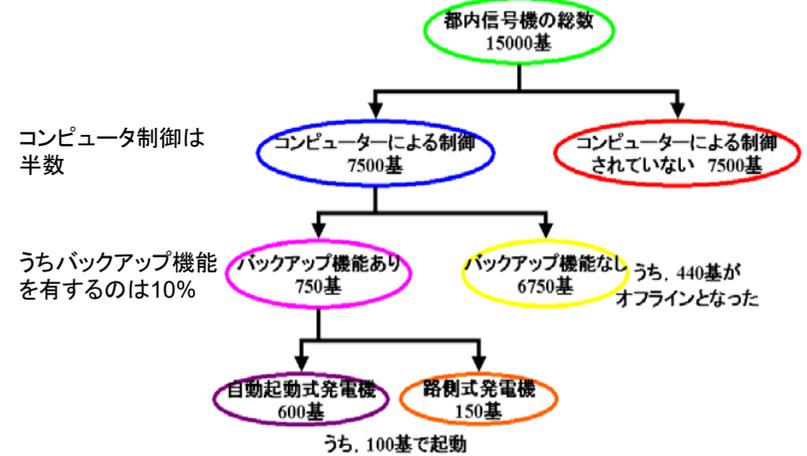
2006年首都圏大規模停電の鉄道への影響波及と機能復旧(影響人口約34万人)

9 事業者18路線が運行停止

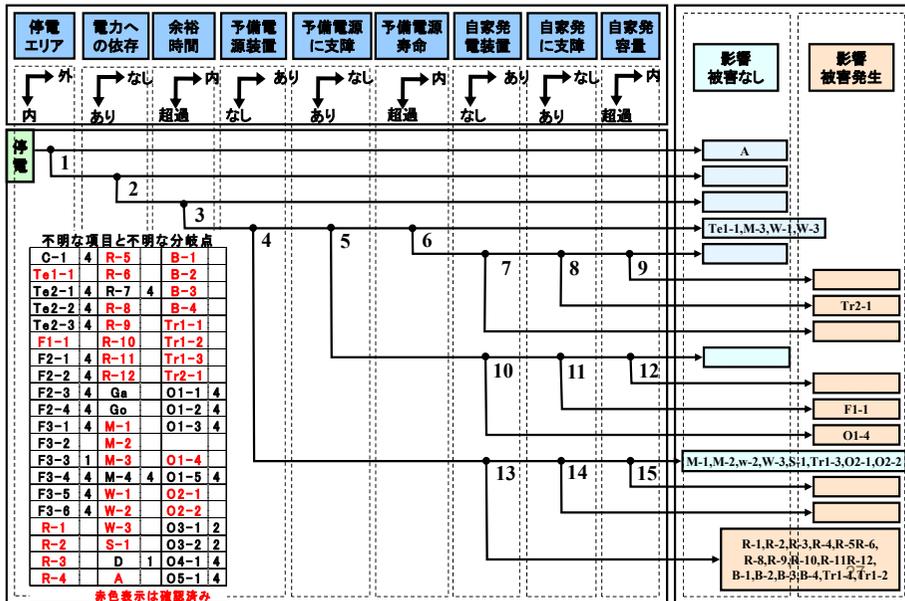


○:バックアップにより運行再開
 ○:東京電力の復旧により運行再開

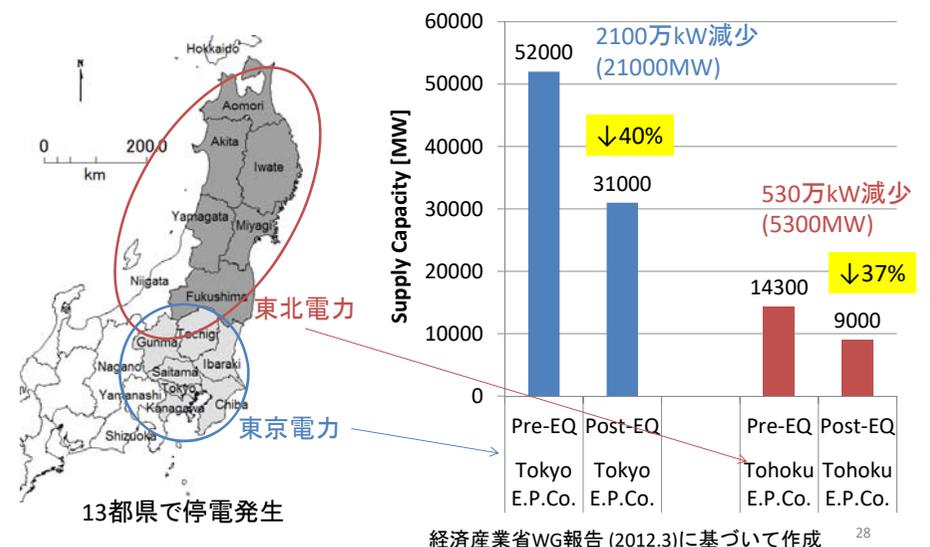
都内信号機の現状と首都圏大規模停電時の状況



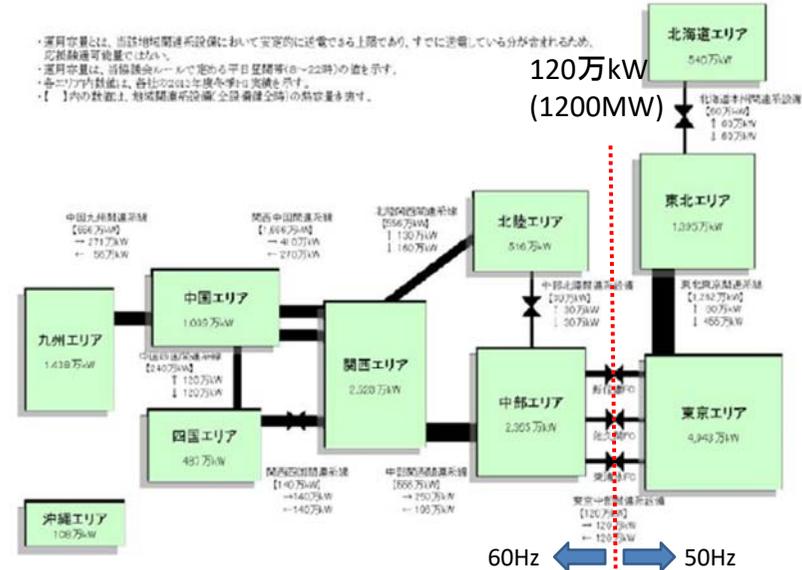
2006年首都圏大規模停電と停電対策



東日本大震災における地震発生前後の供給力の比較

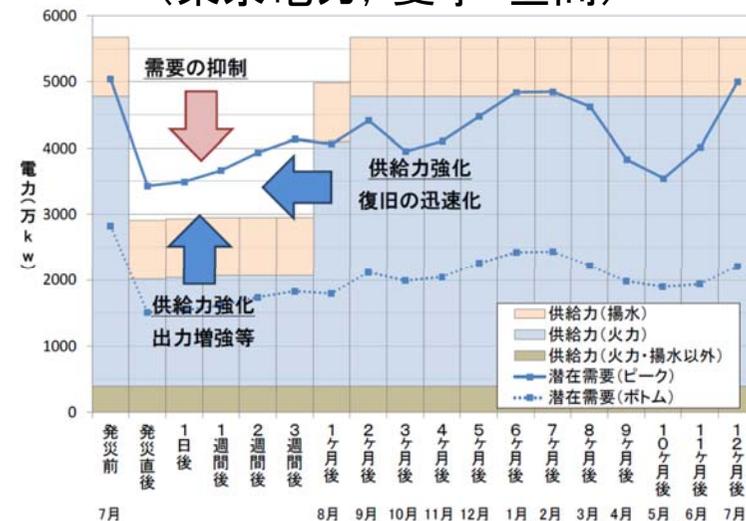


地域間連系線の現状(相互融通量の目安)



「(株)三菱総合研究所:平成26年度災害に強い電気設備検討調査(災害時の電力需給等シミュレーションに関する調査)報告書, 2015.2.27」より引用・加筆 (原典:電力需給検証委員会報告書, 2014.10)

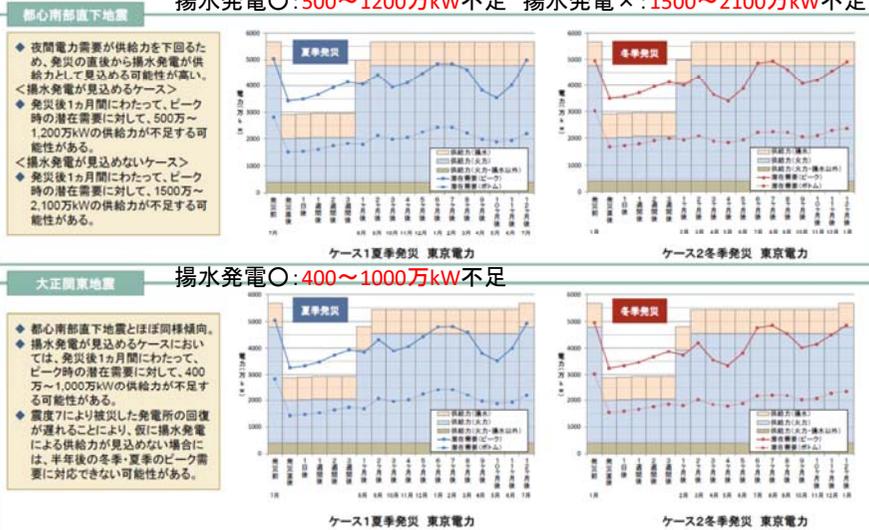
都心南部直下地震発生時の電力需給(東京電力, 夏季・昼間)



「(株)三菱総合研究所:平成26年度災害に強い電気設備検討調査(災害時の電力需給等シミュレーションに関する調査)報告書, 2015.2.27」より引用

4. 都心南部直下地震、大正関東地震の需給バランス評価結果

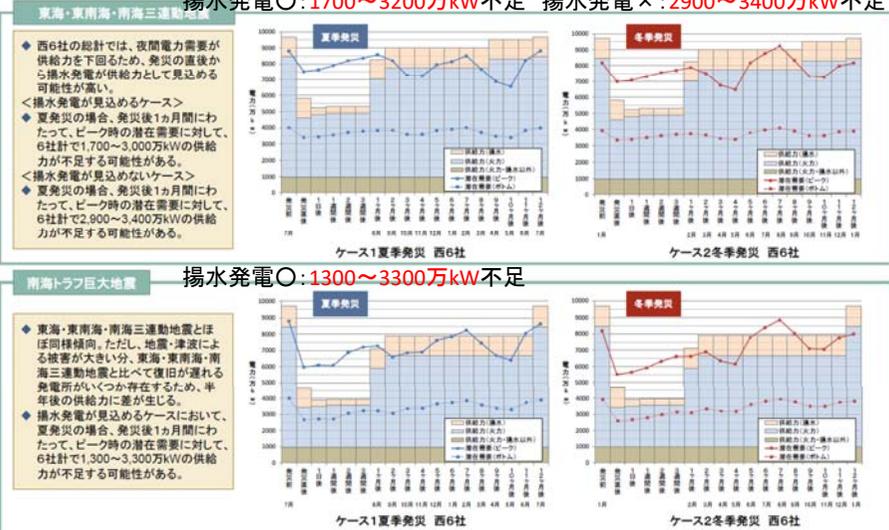
揚水発電○: 500~1200万kW不足 揚水発電×: 1500~2100万kW不足



「(株)三菱総合研究所:平成26年度災害に強い電気設備検討調査(災害時の電力需給等シミュレーションに関する調査)報告書, 2015.2.27」より引用

5. 東海・東南海・南海三連動地震、南海トラフ巨大地震の需給バランス評価結果

揚水発電○: 1700~3200万kW不足 揚水発電×: 2900~3400万kW不足



「(株)三菱総合研究所:平成26年度災害に強い電気設備検討調査(災害時の電力需給等シミュレーションに関する調査)報告書, 2015.2.27」より引用

都市ガスの被害と復旧の特徴

- 揺れによりガス導管網に大きな被害が予測される場合には、二次災害防止のため供給を遮断する。
 - ✓ SIセンサによるブロック供給遮断
 - ✓ マイコンメータによる戸別供給遮断
- ガス導管の被害が大きい地域では、復旧作業に時間を要する(数日~1,2ヶ月程度)。
- 近年では、低圧導管にポリエチレン(PE)管の採用が進み、耐震化率は全国平均で86%。目標90%。
- 復旧作業は安全性を最優先して進められる。
 - ✓ 閉栓、ガス漏れ調査、被害箇所修繕、屋内配管検査・修繕、ガス点火試験、開栓
- 日本ガス協会が全国の都市ガス事業者からの支援を組織的に調整して、迅速に復旧応援体制がとられる。



参考:「防災士教本」など

都市ガスの被害と復旧に関する注意事項

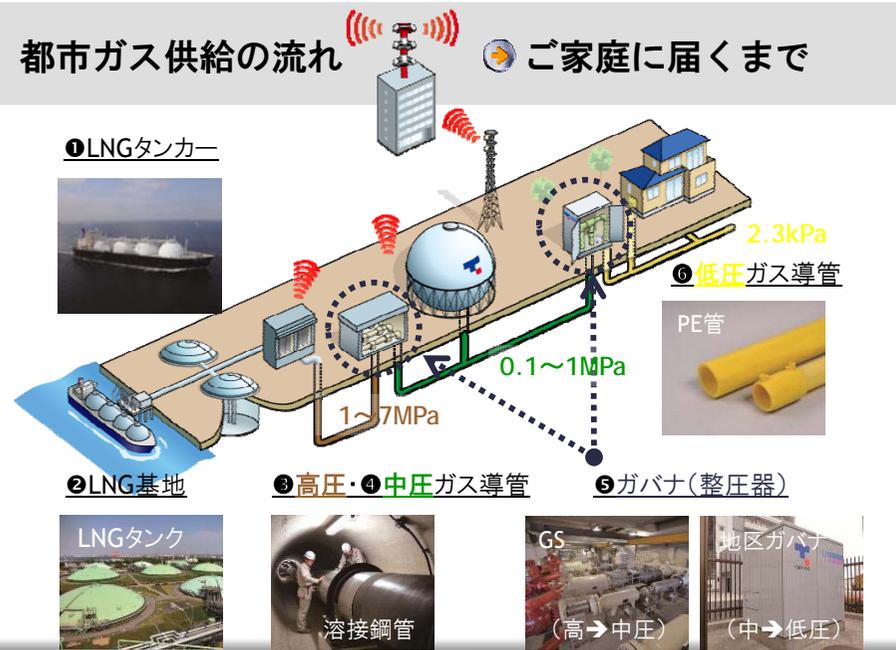
- ガス使用時に強い揺れを受けた場合
 - ✓ 安全に火を消せる場合は消す。揺れている間は無理しない。
 - ✓ 基準以上の揺れや異常流量を検知するとマイコンメータの感震遮断装置が作動してガスは止まる。
 - ✓ 揺れが収まったら、消せなかったガス器具の栓を閉める。
- ガス臭がする場合
 - ✓ 窓や戸を開けて換気し、ガス会社に連絡して、屋外に避難する。
 - ✓ 火気は絶対に使用しない。スパークする電気製品も使用しない。
- ガスを使おうとしても使えない場合
 - ✓ マイコンメータが作動した可能性があり、その場合は、所定のマイコンメータの復帰方法でガスが使えるようになる。
 - ✓ ブロック供給遮断された場合は、復旧作業による開栓を待つ。開栓作業の立ち合いに協力する。
- ガス途絶対策
 - ✓ 卓上コンロ、携帯コンロ、ガスボンベ、固形燃料

参考:「防災士教本」など

34

都市ガス供給の流れ

ご家庭に届くまで

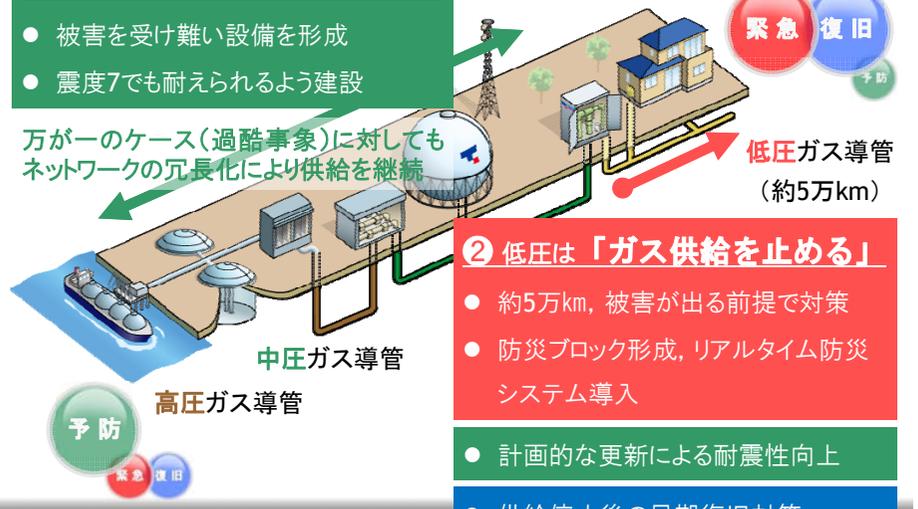


地震防災対策の基本的考え方、スタンス

① 高中圧は「ガス供給を継続」

- 被害を受け難い設備を形成
- 震度7でも耐えられるよう建設

万が一のケース(過酷事象)に対してもネットワークの冗長化により供給を継続



② 低圧は「ガス供給を止める」

- 約5万km、被害が出る前提で対策
- 防災ブロック形成, リアルタイム防災システム導入

- 計画的な更新による耐震性向上

- 供給停止後の早期復旧対策

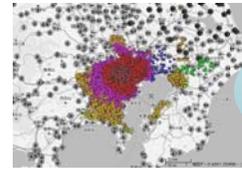
東京ガスの高圧ガス導管ネットワーク，供給エリア

導管総延長 : 56,740km
 ・高圧(HP) : 875km
 ・中圧(MP) : 6,592km
 ・低圧(LP) : 49,273km

- 2016年3月 日立LNG基地(第4基地)の供用開始
- 供給安定性が飛躍的に向上



緊急 緊急対策②：被害が大きい地域のガス供給を「止める」リアルタイム防災システム“SUPREME”による制御



速やか・高精度な被害把握に基づき供給停止をコントロール
 (遠隔監視・制御)



世界でも類を見ない超高密度設置された地震計



× 4,000箇所



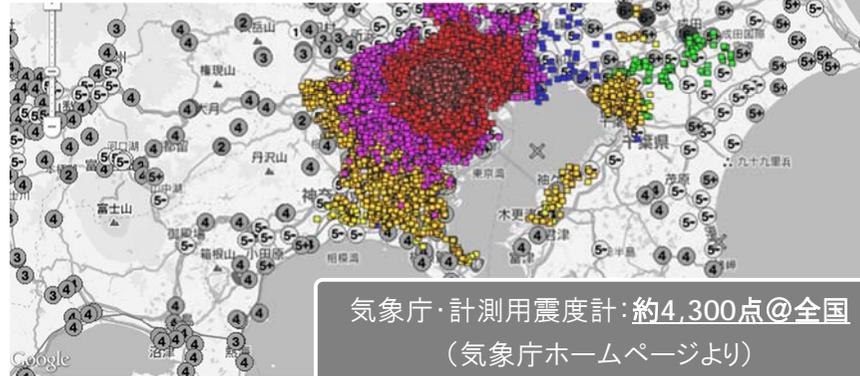
SUPREME
 世界最高レベルの地震防災システム
 “SUPREME”

超高密度地震情報をフル活用，高精度な被害把握を実現



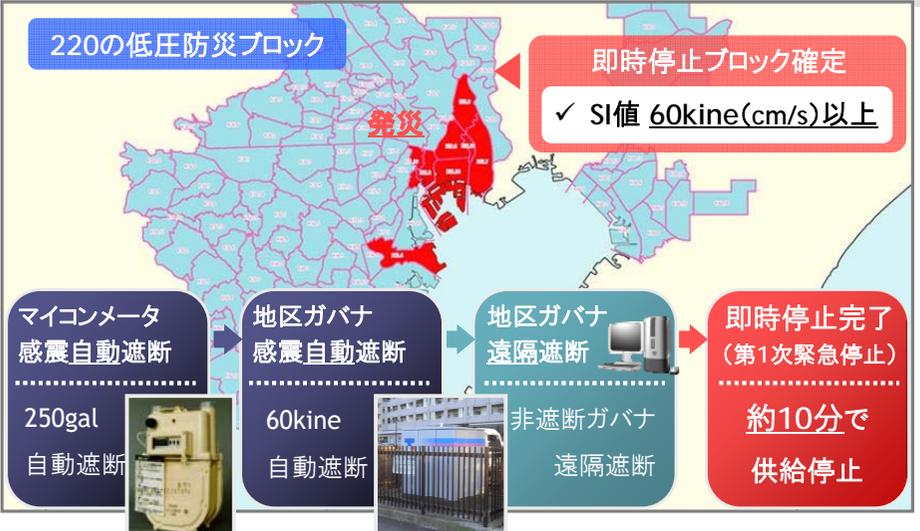
緊急 緊急対策②：被害が大きい地域のガス供給を「止める」「SIセンサ」の設置状況

- ✓ 地震計と遠隔監視装置を約4,000箇所を設置
- ✓ 圧力，流量についてもモニタリング可能
- ✓ 1km²に1箇所の高密度な情報



気象庁・計測用震度計：約4,300点@全国
 (気象庁ホームページより)

緊急 緊急対策②：被害が大きい地域のガス供給を「止める」SUPREMEによるガス供給停止の流れ

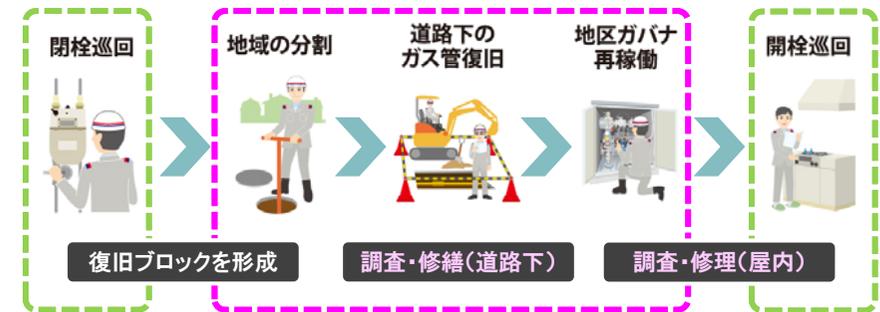


①供給停止範囲の極小化 低圧Lブロックの細分化（停止単位の分割）



都市ガスの復旧作業

- 道路下のガス導管被害に対して、「1箇所ずつ」丁寧に修繕
- 需要家宅を「1戸ずつ」巡回し、安全を確認しながら閉栓・開栓作業を実施
(昔からやり方は変わらず、被害が小さくても同じ手法を適用)



②復旧作業の合理化 被害程度に応じた「新たな復旧手法」の導入

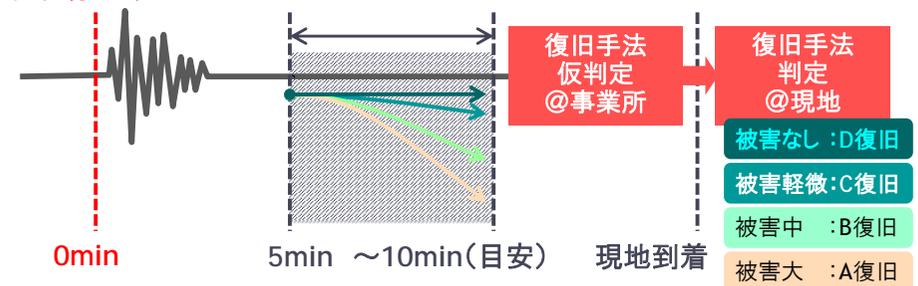


②復旧作業合理化 被害程度に応じた「新たな復旧手法」の導入



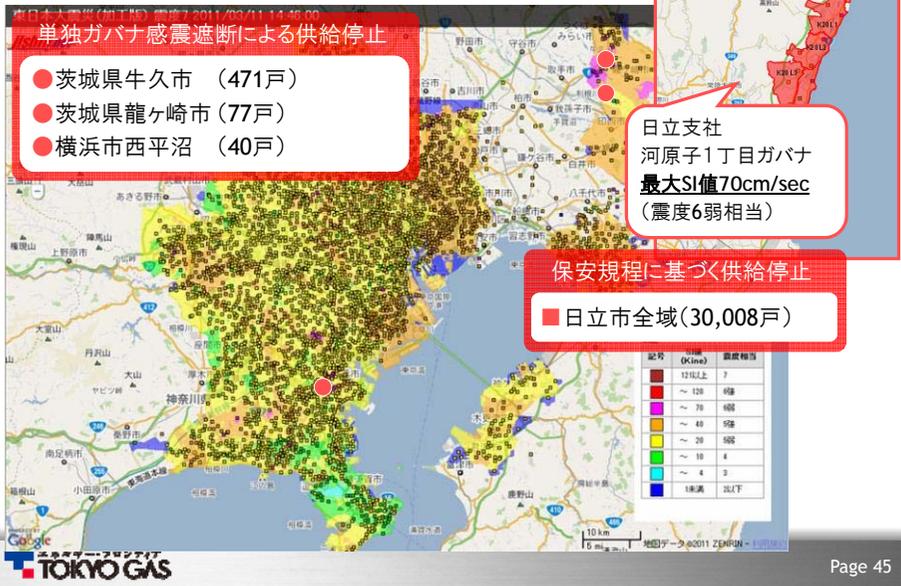
- 2010年「新たな復旧手法」のマニュアルを整備
 - ブロック内圧力降下量に基づき被害程度判断 (データ確認の上、復旧手法を仮判定)
 - A,B,C,D復旧を最終的には現地で判定

供給停止確立 2次圧震動収束後、データを確認→A~D仮判定



東日本大震災への対応

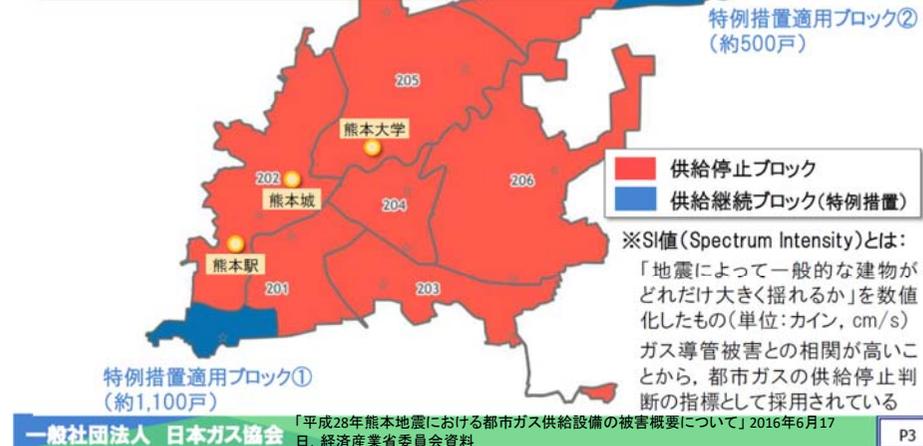
SUPEREMEが稼働、供給停止地域を速やかに確立



1. 西部ガス熊本支社管内の観測SI値

観測SI値に基づく第1次緊急停止判断

- SI値60カイン以上を記録したブロックで供給停止
- ガス導管・建物の耐震性が高い(耐震化率90%以上)ブロックで、特例措置を適用し供給継続(80カインまで)



1. 西部ガス熊本支社管内の観測SI値

西部ガスの地震計が観測したSI値

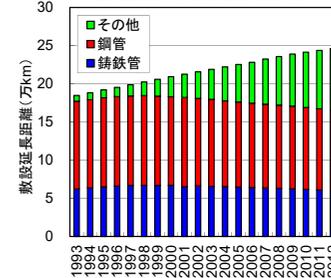
- 供給停止判断基準のSI値60カイン以上を広範にわたり観測

- ブロック数:7
- SIセンサ:16基

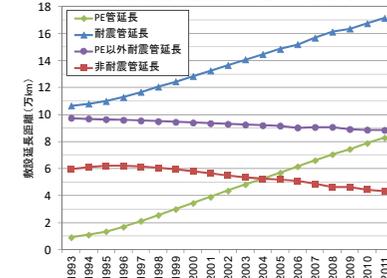


ガス導管の構成と耐震性の推移

管種別敷設延長距離



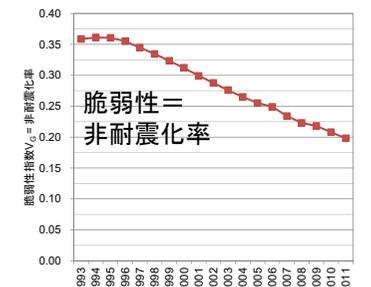
耐震管延長の増加傾向



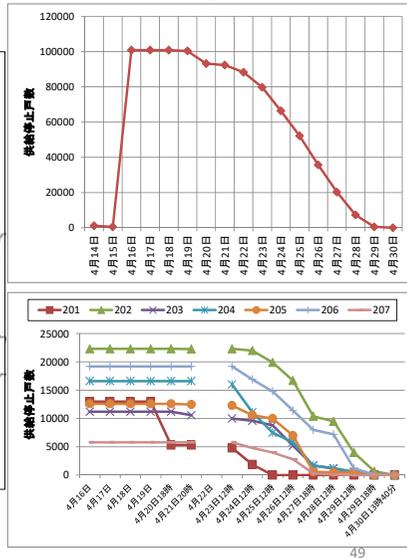
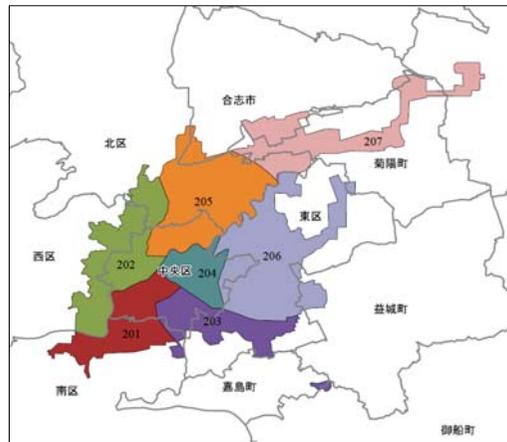
「その他」のほとんどを占めるポリエチレン(PE)管



PE管の高い変形(耐震)性能



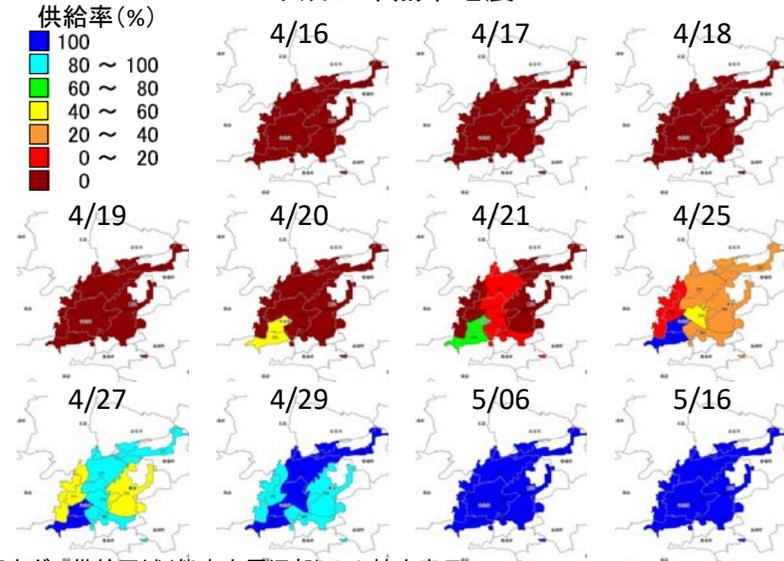
供給系ライフライン停止戸数の解消過程 (都市ガス:全体+7ブロック別)



西部ガス発表資料に基づき岐阜大学地震工学研究室まとめ

供給率(都市ガス)の時系列変化

平成28年熊本地震



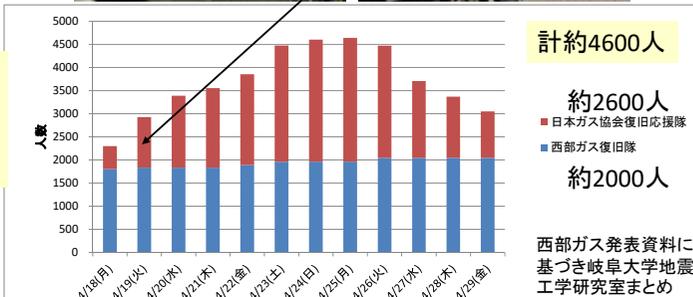
注:都市ガス供給区域(熊本市周辺部)のみ拡大表示

都市ガスの復旧隊+復旧応援隊

2016年4月19日 九州自動車道



阪神・淡路大震災
: 約9700人
東日本大震災
: 約4600人



計約4600人

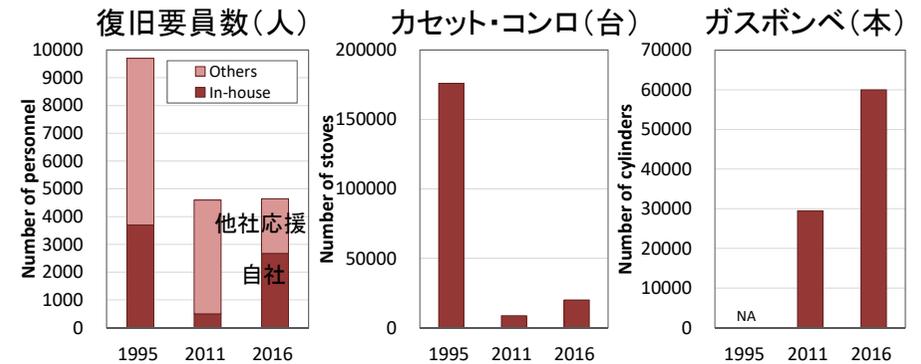
約2600人

約2000人

西部ガス発表資料に基づき岐阜大学地震工学研究室まとめ

都市ガスの復旧応援体制と代替供給

1995: 阪神・淡路大震災
2011: 東日本大震災
2016: 熊本地震

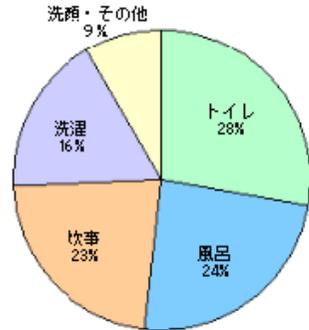


熊本地震では東日本大震災に匹敵する復旧応援体制が組まれた
南海トラフ巨大地震では絶対的不足の懸念

家庭での水の使われ方

1人1日 約300リットル

家庭での水の使われ方



東京都水道局：一般家庭水使用目的別実態調査(2006年度)

用途別使用量の目安

用途	使い方	使用量	CO ₂ 排出量
洗面・手洗い	1分間流しっぱなしの場合	約 12ℓ	約 2.4㌔
歯みがき	30秒間流しっぱなしの場合	約 6ℓ	約 1.2㌔
食器洗い	5分間流しっぱなしの場合	約 60ℓ	約 12㌔
洗車	流しっぱなしの場合	約 90ℓ	約 18㌔
シャワー	3分間流しっぱなしの場合	約 36ℓ	約 7.2㌔

水道の被害(断水)と復旧の特徴

- 導水管・送水管・配水管(本管+支管)・給水管からなる。道路地下の埋設管が多い。
- 耐震性の低い配水管に被害(管体破損, 継手抜け出し)が生じ, 下流側で断水する。
- 通水のための水がないと漏水発見すらできない。
- 大容量送水管の被害の影響は特に大きい。
- 道路の掘削, 試験通水, 被害の発見, 管路の修繕, 道路の埋め戻しなどの作業を伴うため, 復旧まで長時間を要する(数日~1,2ヶ月程度)。
- 日本水道協会が全国の水道事業者からの支援を組織的に調整して, 迅速に復旧応援体制, 応急給水体制がとられる。
- 管路の老朽化が進み, 全管路の更新に全国平均で130年必要(本来の法定耐用年数は40年)。

参考:「防災士教本」など

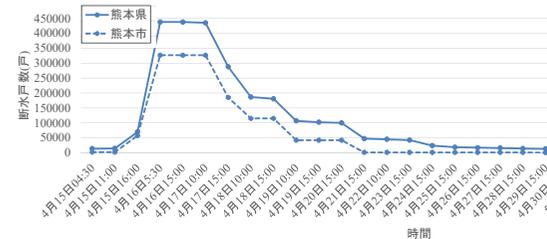


水道の被害と復旧に関する注意事項

- 断水対策
 - ✓ 応急給水体制の確立は迅速になったが, 交通途絶による孤立や, 大規模地震災害での復旧資源枯渇が懸念され, 長期間, 水が届かない可能性もある。
 - ✓ 地震発生からの数日間, 自立的に対応することが求められる。
 - ✓ 飲料水(1人1日3リットル, 家族全員の3日分, できれば1週間分を確保する)。
 - ✓ ペットボトルの買い置きをして, ローリングストックとして使っては補充する(防災を日々意識できる)。
 - ✓ 飲料水の汲み置きは1週間程度まで(空気に触れないように満タンにしてしっかりと栓を閉め, 冷暗所に保管)
 - ✓ 生活水として風呂の水の汲み置きも効果的。

参考:「防災士教本」など

熊本県および熊本市の断水解消過程



- 熊本市では「試験通水中の戸数(一部着手および未着手も含む)」を「断水戸数」に含めていない。
- 通水後も漏水・断水が続く, 濁水等のため飲用不適とされる場合も。

熊本地域の地下水の流れ 熊本市の給水のしくみ

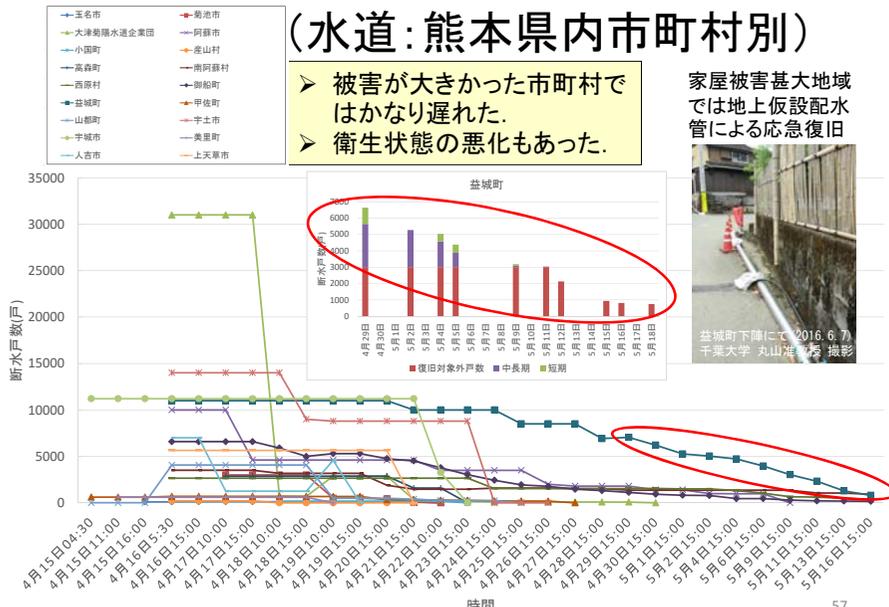


熊本市環境局水保全課:くまもとウォーターライフ「世界に誇る地下水都市・熊本」より引用

熊本市上下水道局「水道のしくみ 水をつくる・送る」より引用

供給系ライフライン停止戸数の解消過程

(水道: 熊本県内市町村別)



➤ 被害が大きかった市町村ではかなり遅れた。
➤ 衛生状態の悪化もあった。

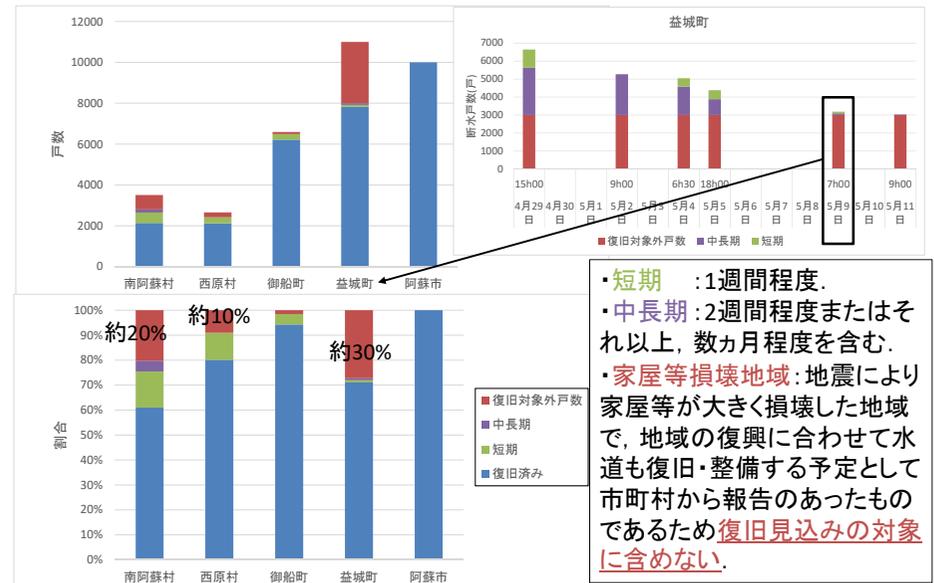
家屋被害甚大地域では地上仮設配水管による応急復旧



益城町下隣にて2016.6.7 千原大学 丸山浩樹 撮影

熊本県・厚生労働省発表資料に基づき岐阜大学地震工学研究室まとめ

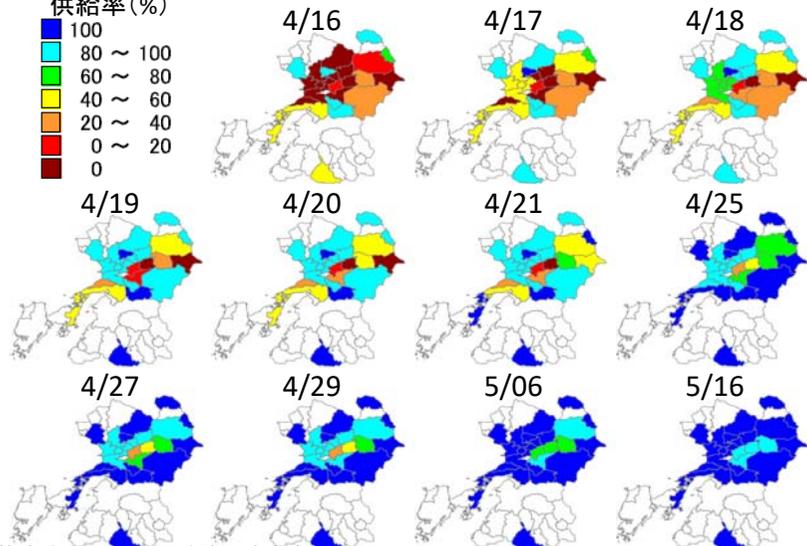
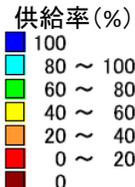
水道の復旧見込み(5月9日現在)



厚生労働省発表資料に基づき岐阜大学地震工学研究室まとめ

供給率(水道)の時系列変化

平成28年熊本地震



注: 熊本市については試験通水を含む

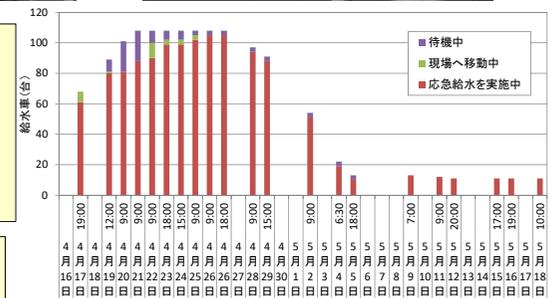
応急給水体制

2016.4.19 益城町役場



- 熊本地震: 給水車108台
- 阪神・淡路大震災: 約750台
- 東日本大震災: 約330台
- 全国1,496事業者の保有台数: 1,148台

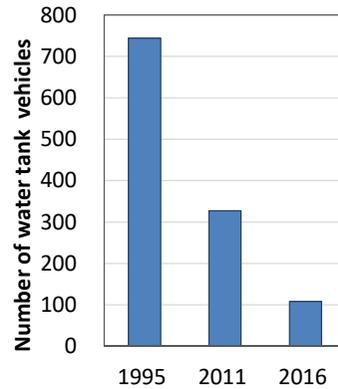
南海トラフ巨大地震では絶対的不足の懸念



厚生労働省資料に基づき岐阜大学地震工学研究室まとめ

応急給水車の台数

1995: 阪神・淡路大震災
 2011: 東日本大震災
 2016: 熊本地震

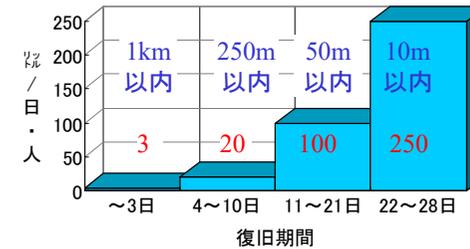


Nojima and Maruyama (2016)

61

市民生活への影響を考慮した対策

	第1週目 (1/18~24)	第2週目 (1/25~31)	第3~4週目 (2/1~14)	第5週目以降 (2/15~)
通水見通し	復旧の見通しは？	具体的かつ精確な情報が欲しい。いつ水が出るのか？	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。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/来ていてもわからない) 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欲しい。	風呂に入りたい。	通水できないといわれたが何とかして欲しい。	何回も連絡したがどうなっているのか。



神戸市水道局: 阪神淡路大震災 水道復旧の記録, 1996.2. に基づいて作成

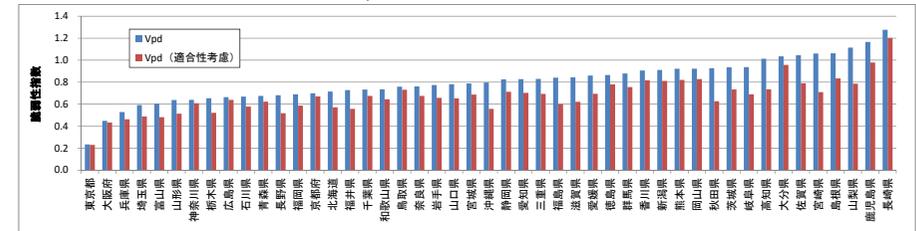
平成22年度水道統計における管種区分と脆弱性指数の評価に用いた管種係数Cp



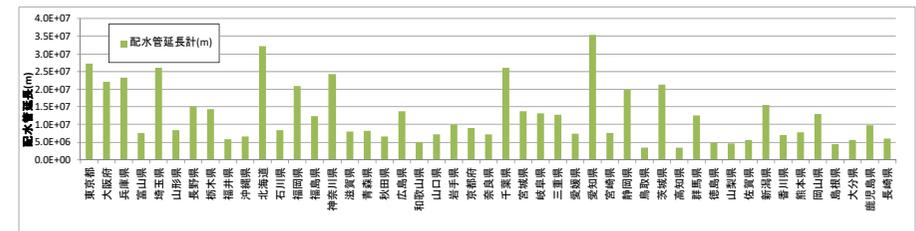
評価対象	管種区分	管種係数	
		耐震適合性を考慮せず 平成17年度ベース	耐震適合性を考慮
CIP	铸铁管	1.0	1.0
DCIP	ダクタイル铸铁管	耐震型継手を有する	0.0
		K形継手等を有するものうち 良い地盤に布設されている	0.3
		上記以外・不明なものを含む	0.3
SP	鋼管	溶接継手を有する	0.3
		上記以外・不明なものを含む	4.0
ACP	石綿セメント管	2.5	2.5
VP	硬質塩化ビニル管	RRロング継手等を有する	1.0
		RR継手等を有する	1.0
		上記以外・不明なものを含む	1.0
CP	コンクリート管		
LP	鉛管		
PE	ポリエチレン管	高密度・熱融着継手を有する	
		上記以外・不明なものを含む	
SUS	ステンレス管	耐震型継手を有する	
		上記以外・不明なものを含む	

脆弱性指数V_{pd}の都道府県間の格差

配水管の脆弱性指数V_{pd} (耐震適合性を考慮しない値の低い順)



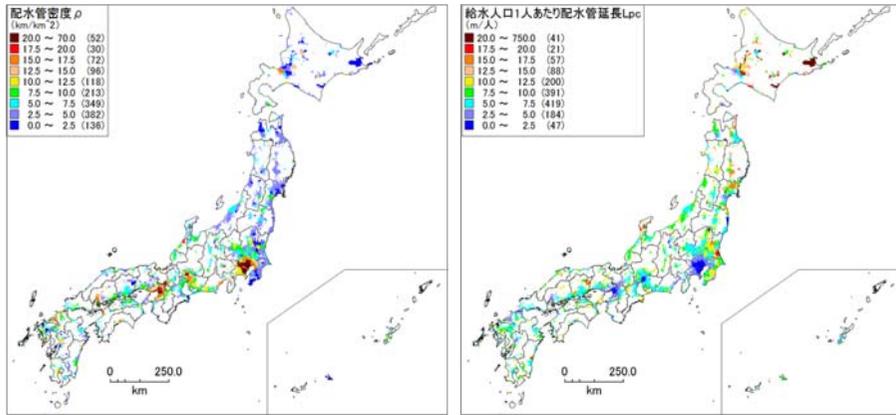
配水管延長(m) (上図と同順)



配水管ネットワーク態様を表す指標

配水管密度 ρ (km/km²)

給水人口1人あたり配水管延長 L_{pc} (m/人)



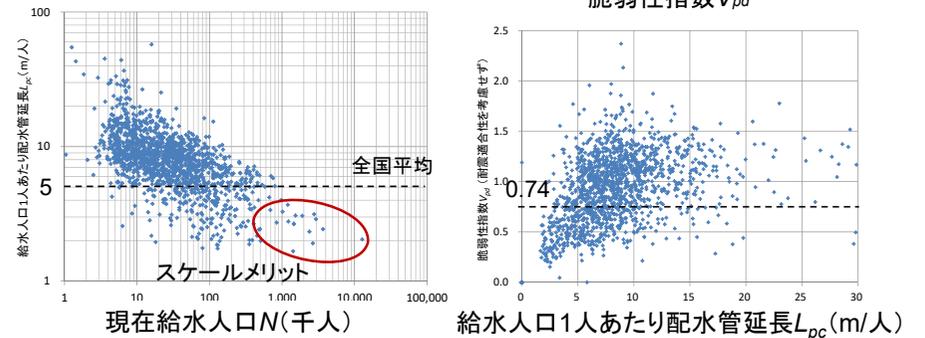
大規模システムほど、ネットワークが高密度 かつ 配水効率が低い

脆弱性指数 V_{pd} のシステム規模依存性

(耐震適合性を考慮せず)

給水人口1人あたり配水管延長 L_{pc} (m/人)

脆弱性指数 V_{pd}



大規模システムほど、ネットワークが高密度で配水効率が低い

配水効率が高いほど、脆弱性を低減しやすい

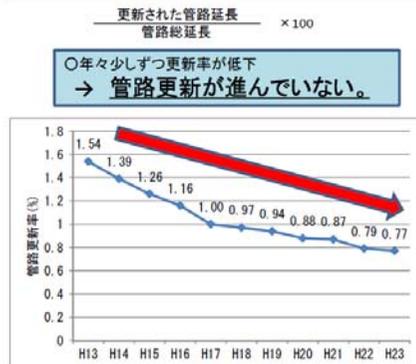
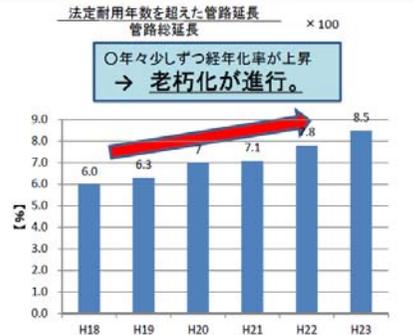
管路の老朽化の状況

資料4-2

水道管路は、法定耐用年数が40年であり、高度経済成長期に整備された施設の更新が進まないため、**管路の経年化率（老朽化）は、ますます上昇すると見込まれる。**

管路経年化率 (%)

管路更新率 (%)



H 2 3 年	厚生労働大臣認可	都道府県知事認可	全国平均
管路更新率	0.81%	0.69%	0.77%
管路経年化率	9.9%	5.6%	8.5%

○今の更新率0.77%から単純に計算すると、全ての**管路を更新するのに約130年かかると想定される。**

厚生労働省資料より抜粋

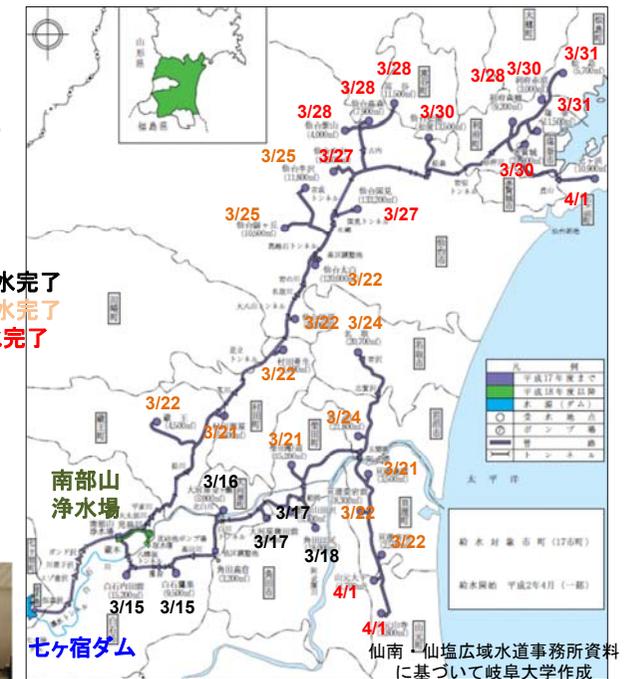
出典：水道統計

仙南・仙塩広域水道用水供給事業からの各市町の受水状況 (2011.3.11本震)

- 1週間以内(3/18)に受水完了
- 2週間以内(3/25)に受水完了
- 3週間以内(4/1)に受水完了

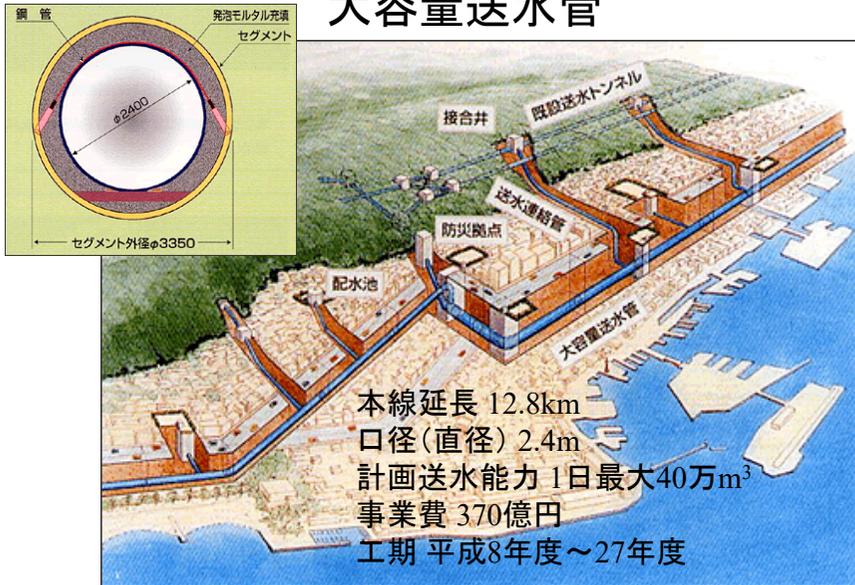


写真：仙南・仙塩広域水道事務所HPより



仙南・仙塩広域水道事務所資料に基づいて岐阜大学作成

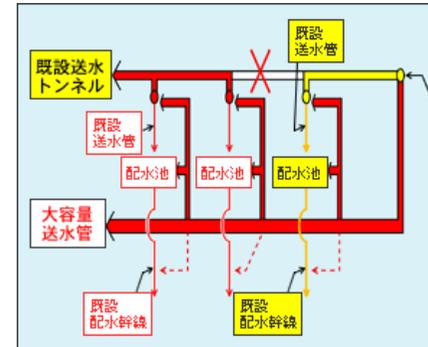
大容量送水管



<http://www.city.kobe.lg.jp/safety/prevention/water/06.html>

大容量送水管

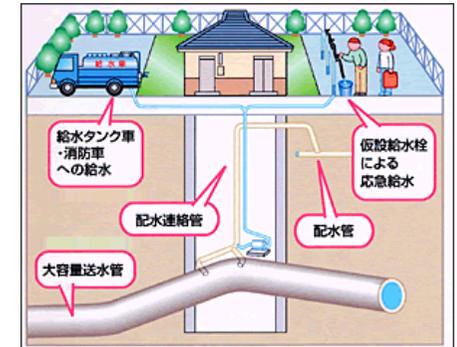
代替送水ルートとしての活用



既設送水トンネルが途中で送水が困難になった場合、×印より西の区間は大容量送水管からバックアップできます。

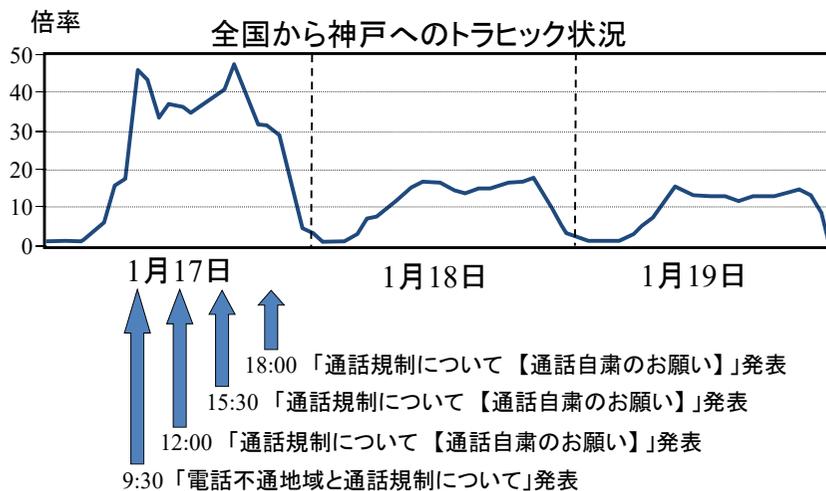
<http://www.city.kobe.lg.jp/safety/prevention/water/06.html>

災害時の生活を守る給水拠点



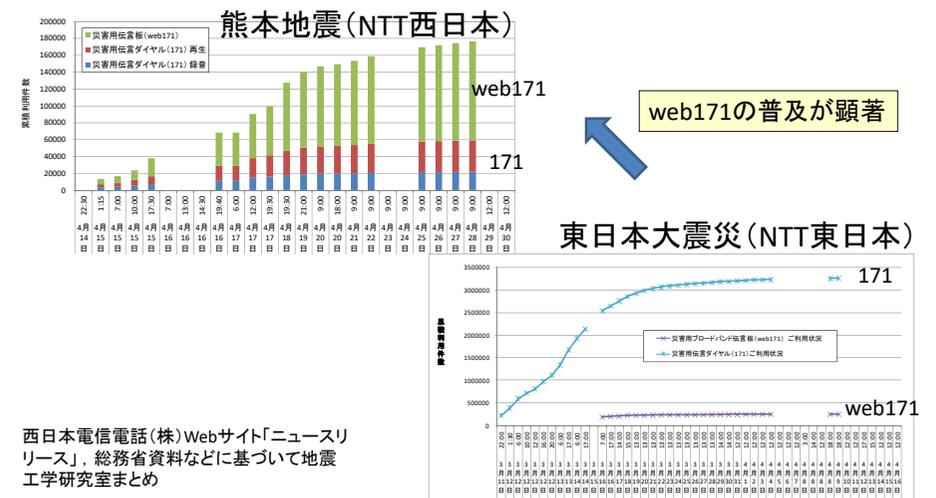
立坑を応急給水の拠点として整備します。地震等の災害時には、給水タンク車 消防車への給水、仮設給水栓による応急給水など防災活動の拠点となります。

地震災害時における電話の輻輳 (阪神・淡路大震災)

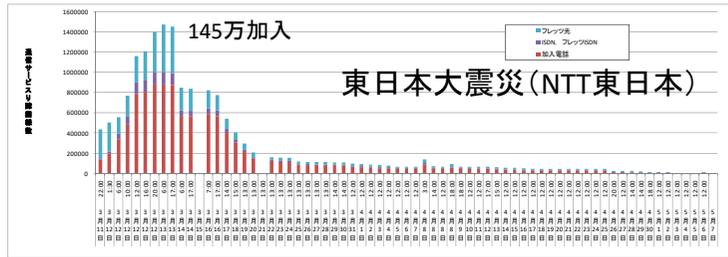
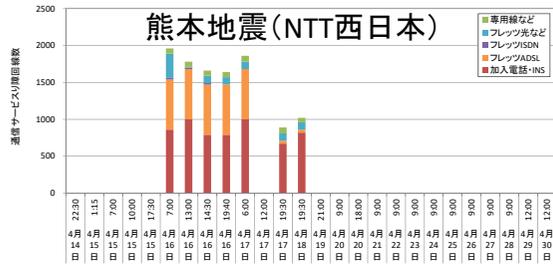


TCSおよび手動で 市外局番「078」 向け着信規制および発信規制

「災害用伝言ダイヤル(171)」および「災害用ブロードバンド伝言板(web171)」の累積利用件数の推移

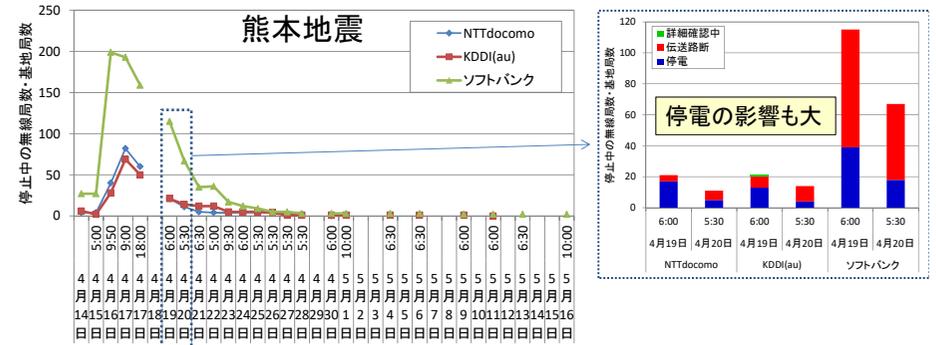


通信サービスリ障害線数の推移

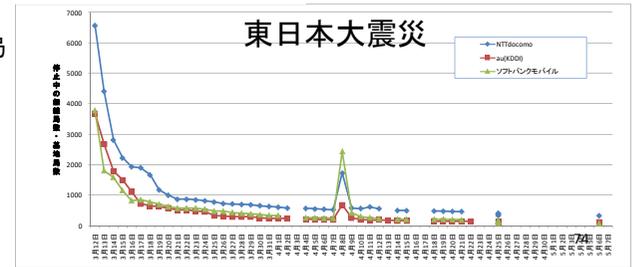


西日本電信電話(株) Webサイト「ニュースリリース」、総務省資料などに基づいて地震工学研究室

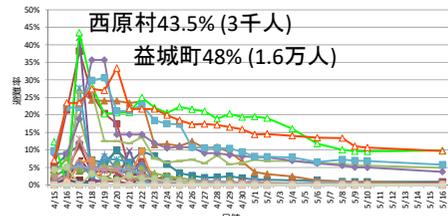
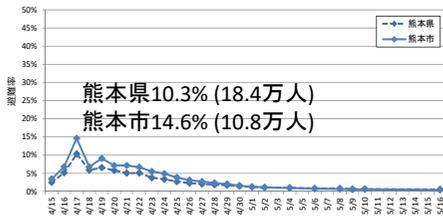
停止中の携帯電話無線局数・基地局数



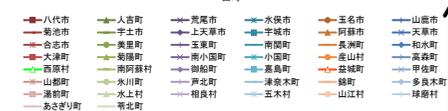
NTTdocomo 6720局
au(KDDI) 3680局
softbank 3786局



避難率の推移



阪神・淡路大震災: ピーク時約32万人
東日本大震災: ピーク時約47万人



5/18	全壊率	全半壊率	一部損壊以上率
益城町	8.9%	-	46.8%
西原村	14.6%	60.7%	-
嘉島町	8.5%	18.9%	76.7%
南阿蘇村	3.2%	8.5%	-
御船町	5.0%	11.8%	31.4%

東日本大震災直後の駅前の状況



<http://hurry911.cocolog-nifty.com/survive/2016/01/udl2921110-4436.html>

<https://kacco.kahoku.co.jp/blog/rojume/2500>

ライフライン地震対策で重要なこと

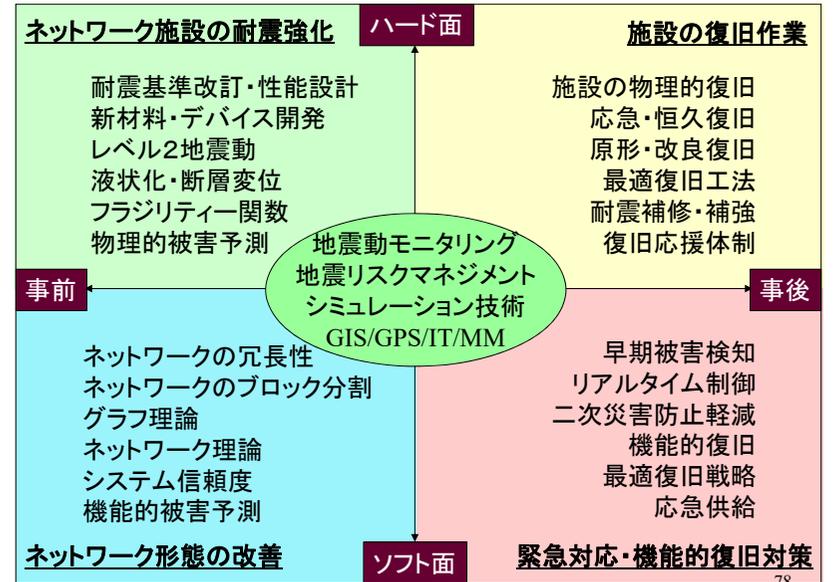
防災の定義(災害対策基本法第2条): 「災害を未然に防止し、災害が発生した場合における被害の拡大を防ぎ、および災害の復旧を図ること」



- ◆ 施設・設備を強化する
- ◆ 液状化・軟弱地盤対策を行う
 - ◆ 二次災害を防ぐ
 - ✓ 安全確保のため「止める」
 - ◆ 施設・設備被害の影響を軽減する
 - ✓ 機能継続のため「止めない」
 - ✓ ネットワークのつながり確保
 - ◆ 被災施設・設備を迅速に復旧する
 - ◆ 切れたネットワークをつなげる
 - ◆ 応急的に供給する
 - ◆ 別の手段で代替する

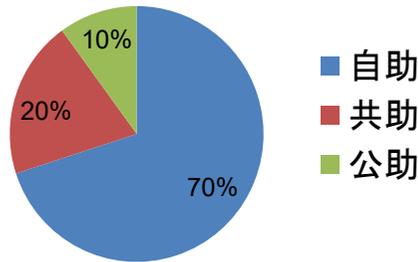
「止める・止めない」の判断はトレードオフ

ライフライン地震防災対策の基本構造



みんなで減らそう災害のインパクト

防災・減災の分担のあるべき姿



- ✓ 市民一人ひとりが防災・減災の担い手
- ✓ なるべく「公助」のお世話にならないで済むように
- ✓ 最低3日間、できれば1週間の孤立やlifeline途絶に備えましょう

自助は共助を助け、
共助は公助を助ける。
公助は自助・共助を助ける(日常)。
公助は最後の砦(地震発生時)。

「自分の命は自分で守る みんなの地域はみんなで守る」

ライフライン被害の影響評価と 様々な対策によるインパクト軽減の枠組み

