



がスマート!

資料 2 - 2

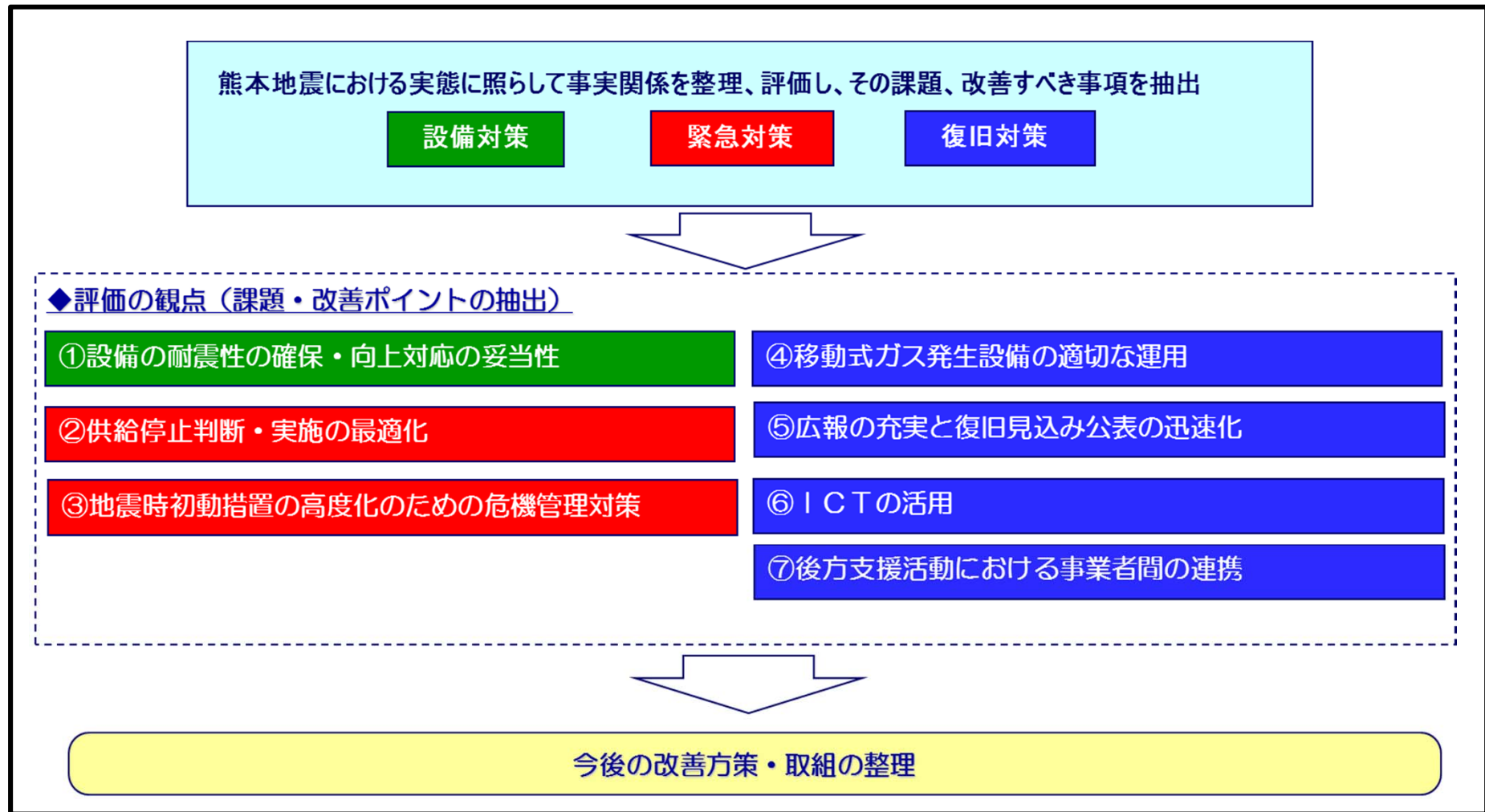
平成28年熊本地震を踏まえた設備対策、緊急対策 及び復旧対策について（一般ガス事業）（案）

平成28年11月29日

一般社団法人 日本ガス協会

熊本地震を踏まえた地震対策検討のアプローチ

◆ 評価の観点の7項目について、「事実の整理」と「評価と対策」を説明。



(資料2-1より引用)

➤ 事実の整理

(a) 製造設備・ガスホルダー

- 製造設備は、被害なし。
- ガスホルダーの耐圧部は、被害なし。

【解説】 製造設備・ガスホルダーの被害概要

ガス工作物	被害箇所	被害状況
製造設備	被害無し	
球形 ガスホルダー	被害無し (耐圧部)	<ul style="list-style-type: none"> ・耐圧部の被害及びガス漏れは無し ・支持構造物（タイロッドブレース・アンカーボルト）が伸び、基礎の一部が損傷（いずれも耐震設計上許容される損傷レベル）

⇒ 評価と対策

(a) 製造設備・ガスホルダー

- 製造設備・ガスホルダーの設置場所では最大883galという高レベルの地震動を記録したが、各種指針に基づく製造設備・ガスホルダーの被害は発生せず、指針の妥当性が確認されたと評価できる。
- 今後も各種指針等に基づき設備の設計・建設・補強を継続することが妥当である。

【解説】

- ・ ガスホルダー 1 基で発生した支持構造物のタイロッドブレース及びアンカーボルトの伸びは、一定量の塑性変形を許容する「製造設備等耐震設計指針」による評価基準の範囲内であり、基礎のひび割れは軽微でガスホルダーの支持に影響を与えるものではなかった。
- ・ このガスホルダーは1971年に設置されたものであったが、東日本大震災後にガス安全高度化計画に盛り込まれたタイロッドブレースと支柱の接続部の補強対策など、必要な補強対策は講じられていた。

➤ 事実の整理

(b) ガス導管

- 高圧導管は設置されていなかった。
- 中圧A導管は、裏波溶接による溶接鋼管であり、被害はなかった。
- **中圧B導管**は、機械的接合の継手緩みによる微少なガス漏れが発生したが、全て増し締めで修理しており、**供給に支障を与える被害はなかった。**
- **低圧導管**は、**被害の大半が耐震性の低いねじ接合鋼管**で、PE管の被害はなかった。
- 局所的に液状化の痕跡が確認されたが、液状化による被害はなかった。

【解説】 ガス導管の被害概要

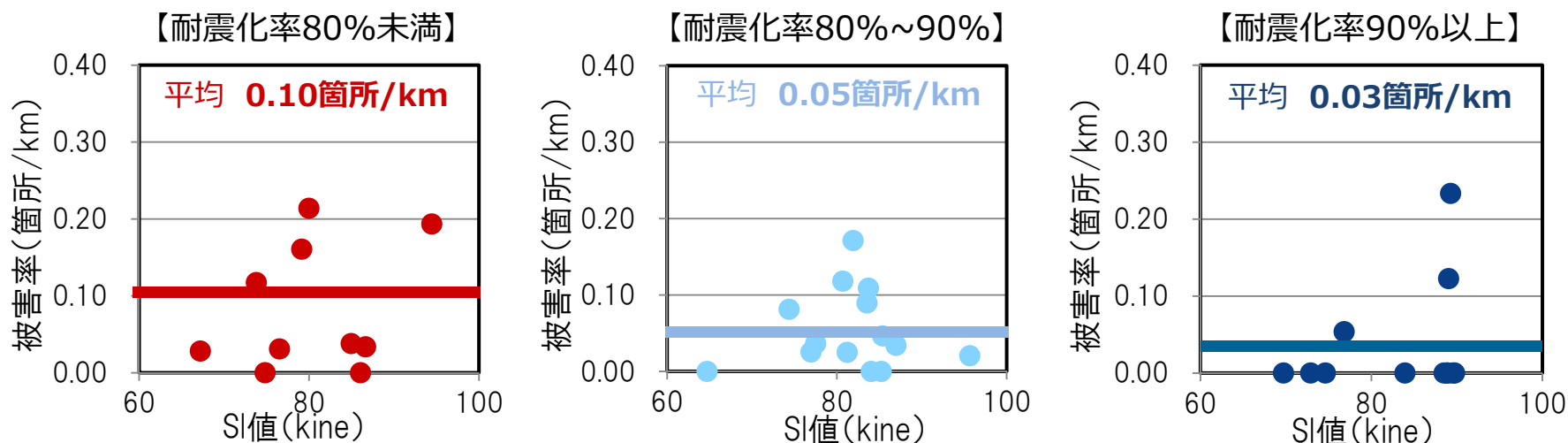
ガス工作物		被害箇所	被害状況
中圧A		被害無し	
中圧B		9箇所	機械的接合 : 全て継手緩み, 継手破断無し
低圧	本支管	79箇所	機械的接合 (33) : 全て継手緩み, 継手破断無し ねじ接合 (46) : 亀裂・折損等による継手破断含む
	供給管	41箇所	機械的接合 (14) : 全て継手緩み, 継手破断無し ねじ接合 (27) : 亀裂・折損等による継手破断含む
	灯外内管	416箇所	機械的接合 (87) : 全て継手緩み, 継手破断無し ねじ接合 (185) : 亀裂・折損等による継手破断含む メーターガス栓等 (144) : 全て継手部緩み, 破断無し
	灯内内管	375箇所	(地震時遮断機能を有するマイコンメーター下流側)

⇒ 評価と対策

(b) ガス導管

- 熊本地震では、圧力によらず溶接鋼管やPE管では被害が発生せず、耐震性の高い機械的接合の被害は軽微であった。被害は、耐震性が低く入替対策を推進していたねじ接合鋼管に集中し、また耐震化率が相対的に低いブロックに集中する傾向があった。
- 今回の結果から、地震時の被害として主に考慮すべきは低圧のねじ接合鋼管であること、またこれまでの耐震性の向上が妥当であることが確認されたと評価できる。
- 今後も、従来同様、ガス導管の耐震性の向上を継続的に推進することが妥当である。

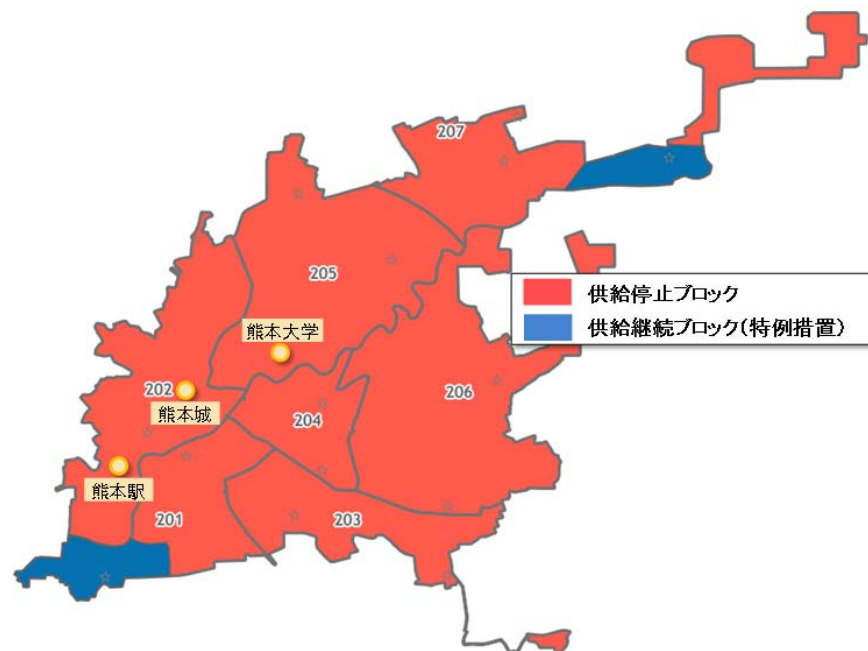
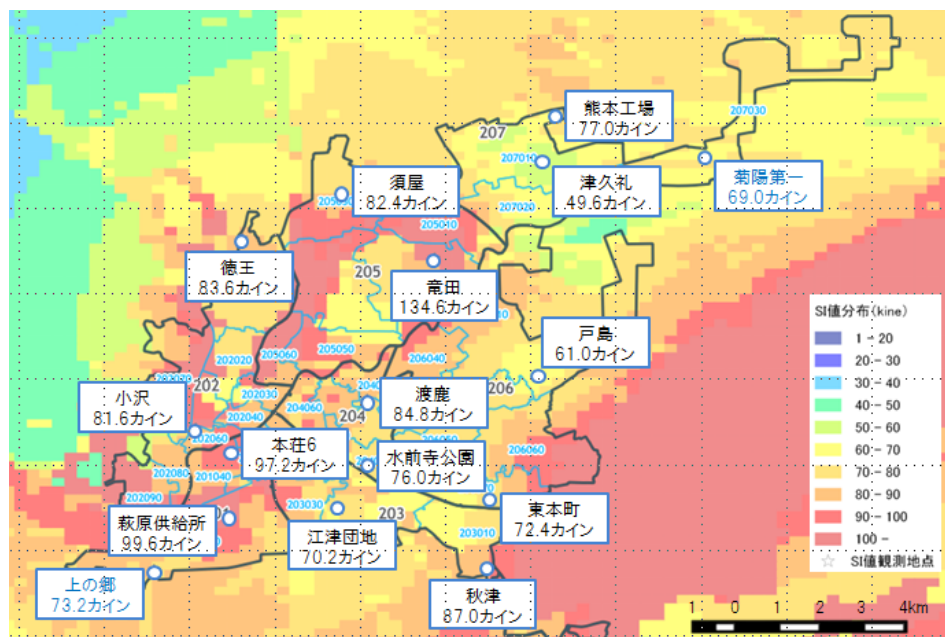
【解説】 熊本地震における復旧ブロック毎耐震化率と低圧本支管の被害率の関係



➤ 事実の整理

- 全ブロックで第1次緊急停止判断基準の60カイン以上を記録したため、特例措置※1を適用したブロックを除き、全域のガスの供給を停止した。
- 速やかな供給停止措置により、火災等の二次災害は発生しなかった。

【解説】 観測SI値と供給停止状況

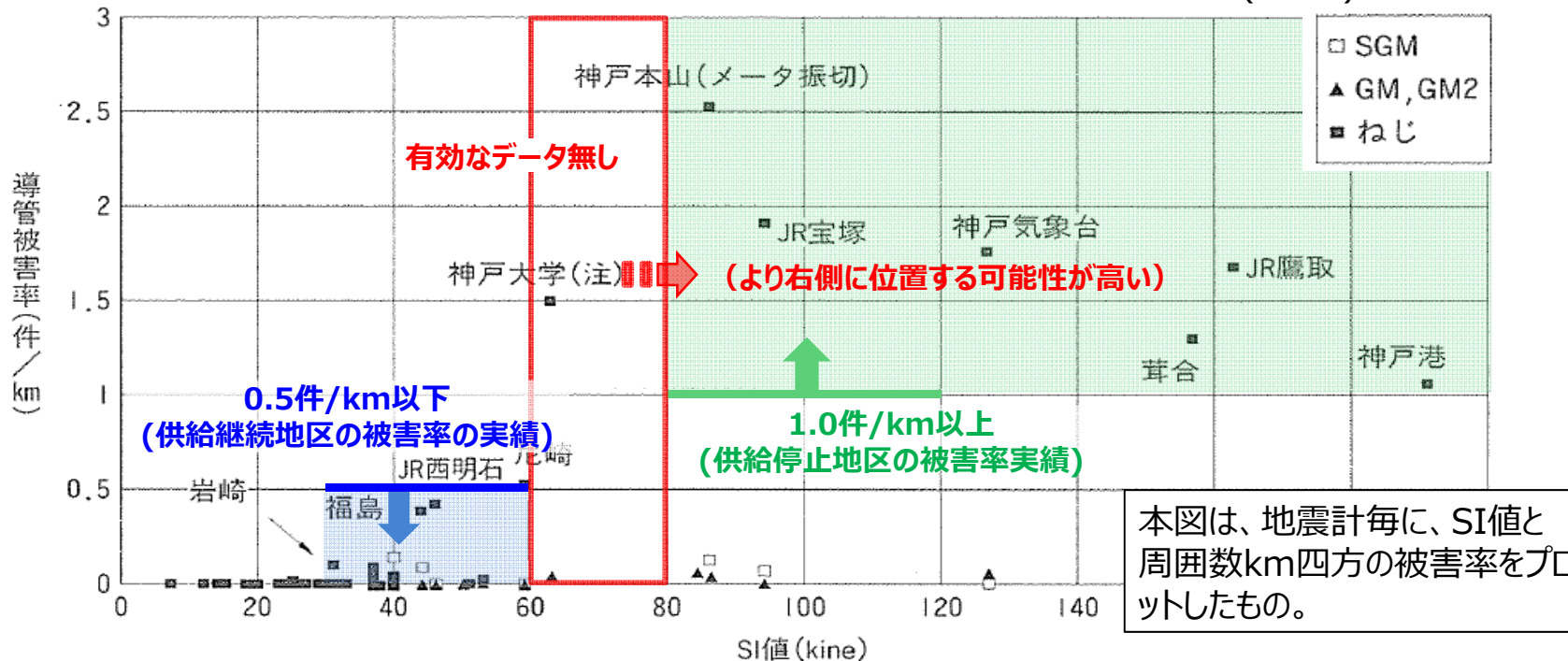


※1 ガス管と建物の耐震化率が90%以上、かつ液状化等による顕著な地盤被害が面的に想定されないブロックは、過去の知見や分析結果から80カイン程度まで被害が軽微となることが想定されるため、第1次緊急停止判断基準を80カインまで上げられるとする措置。 東日本大震災後のガス安全小委員会災害対策WGでの検討を踏まえて新設。

⇒ 評価と対策

- 第1次緊急停止判断基準は阪神・淡路大震災のねじ被害率から設定されている。当時の被害率データから60～80カインで検討され、安全側の60カインが採用された。
- 一方、精度の不高くない限られたデータに基づくため、暫定値と位置付けられ、有効なデータが得られた場合、その妥当性を改めて検証する必要があると整理された。

【解説】阪神・淡路大震災のSI値とねじ被害率の相関（「ガス地震対策検討会報告書(1996)」資源エネルギー庁）

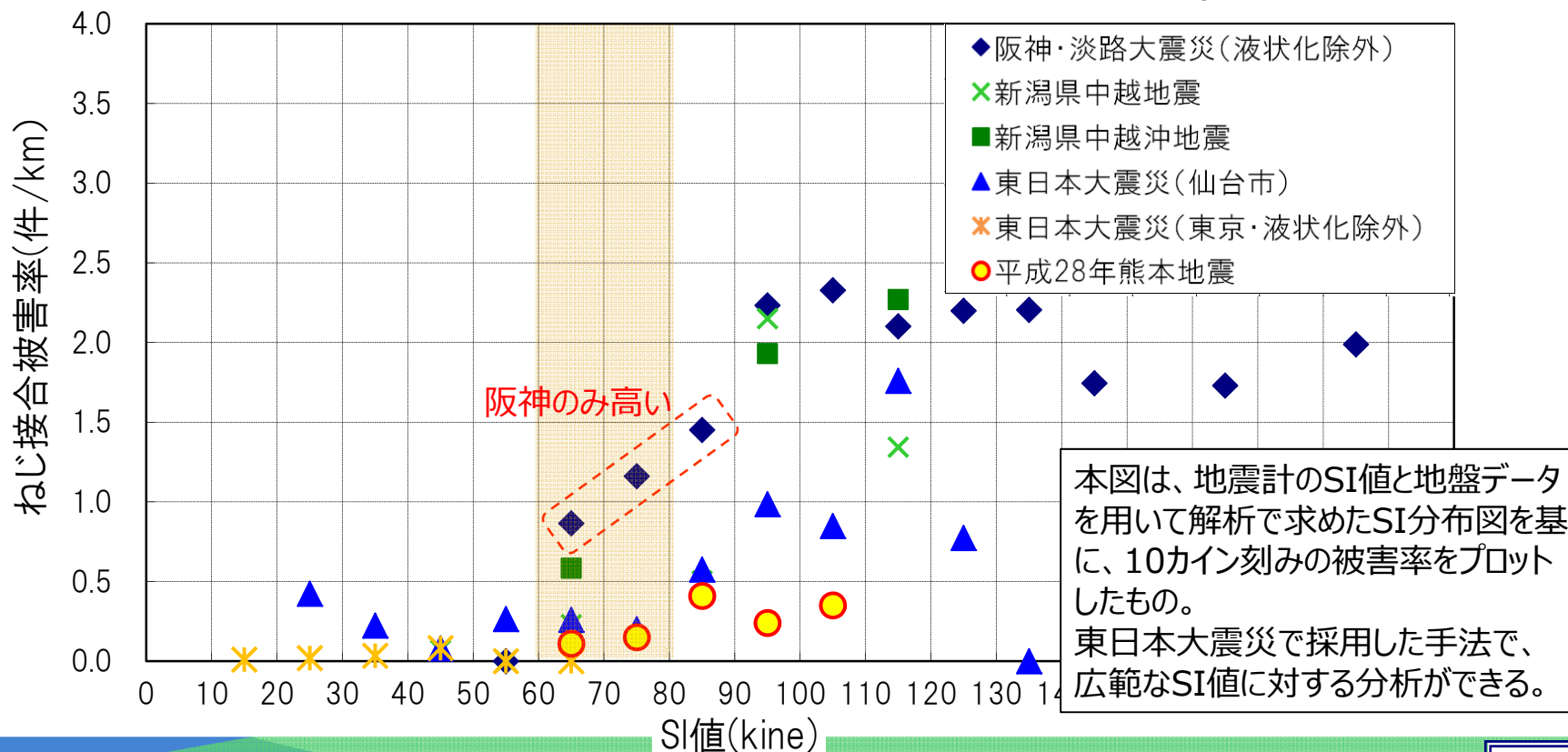


(注) 神戸大学の地震計は地下10mのトンネル内に設置されており、地表面より小さい地震動を観測している可能性が高い。

⇒ 評価と対策

- 熊本地震の被害率を分析した結果、80カイン程度までは低いことが確認された。
- また、60～80カインの被害率を過去地震と比較すると、阪神・淡路大震災のみ突出しているが、他の地震は概ね同等の水準であることが確認された。

【解説】 熊本地震等のSI値とねじ被害率の相関（SI値10カイン毎の被害率）



⇒ 評価と対策

- 阪神・淡路大震災の被害率だけ高いのは、以下の理由から、被害率を算出するためのSI分布図の精度が低く、誤差が大きいと考えられる。
 - 1) 神戸大学の地震計データが不适当のため、60カイン近傍の精度が低い
 - 2) 参照できる地震計データが少ないため、SI分布図全体の精度が低い

【解説】

- 1) 阪神・淡路大震災の報告書には、60カイン近傍を記録した神戸大学の地震計は地下10mのトンネルに設置されていたため、地表面付近（ガス管理設部）はより大きな揺れであった可能性が高いと指摘している。このデータを用いて作成したSI分布図は60カイン近傍の精度が低くなってしまふ。
- 2) 阪神・淡路大震災当時は、地震計の数が多くなかった。従って、面的なSI分布図を作成する際、解析で補間する範囲が広く、SI分布図全体の精度が低くなってしまふ。

表 供給停止ブロックにおけるガス事業者の地震計の数

供給停止ブロックの地震計	阪神・淡路大震災	中越地震	中越沖地震	東日本大震災	平成28年熊本地震
設置数※1 (基)	2	5	3	41	14
1基当たりの面積※2 (km ² /基)	197	81	59	10	8

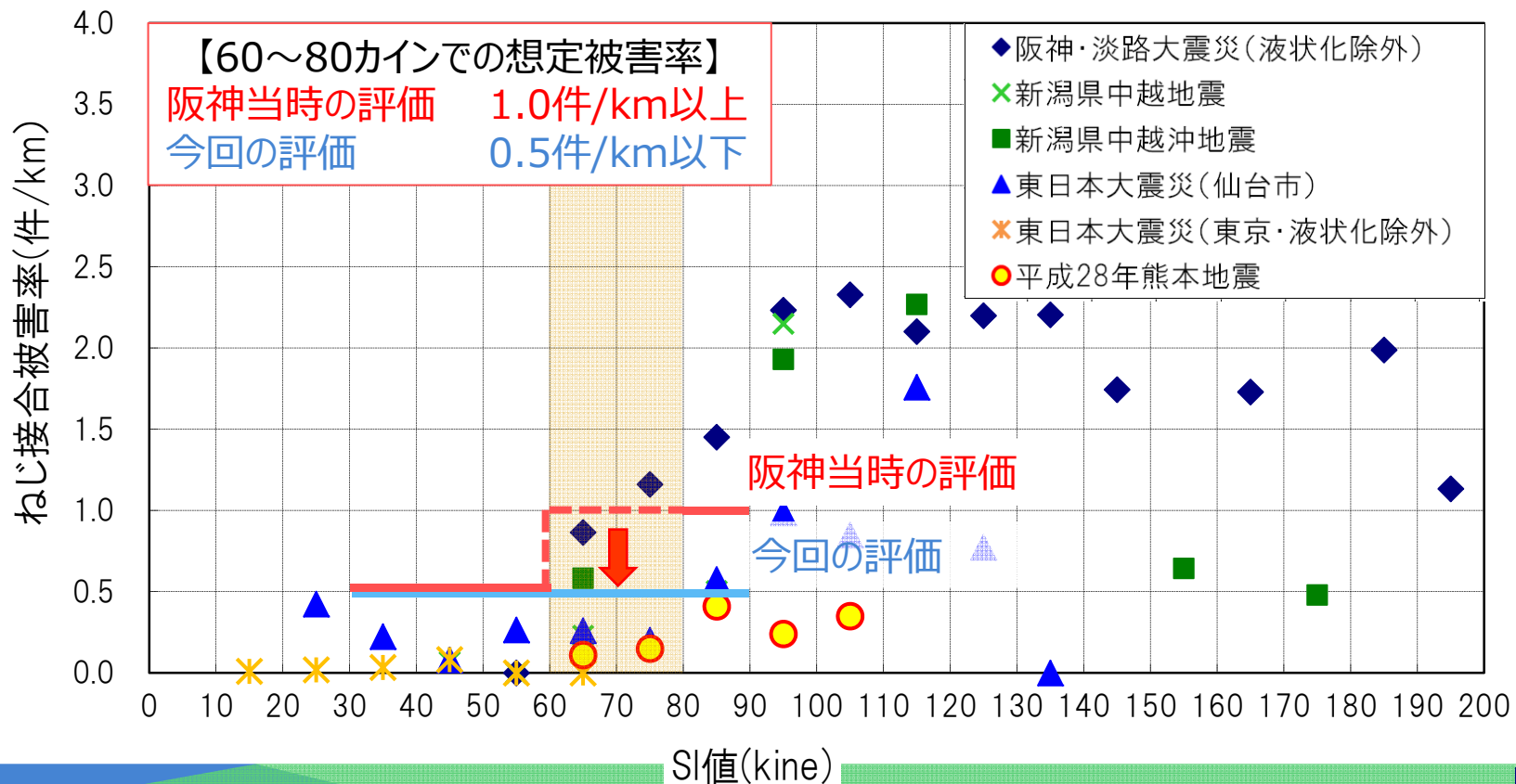
※1 供給停止ブロックに設置されていたガス事業者の地震計の数(加速度計、速度計含む)

※2 供給停止したブロックの面積を地震計の数で除した値（1基の地震計が受け持つ面積）

⇒ 評価と対策

- 即ち、地震計の増加等で精度の高い有効なデータが得られている東日本や熊本地震等の被害率がより正確な被害率を示していると考えられる。
- また、**80カイン程度まではその被害率も十分小さい**と考えられる。

【解説】 精度の高いデータに基づくねじ被害率の評価

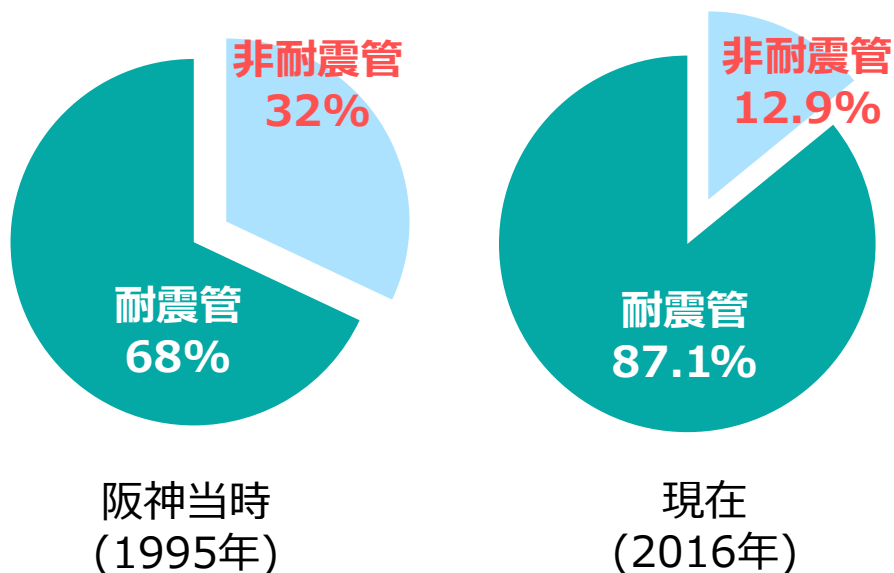


⇒ 評価と対策

- 設備の耐震化が進み、阪神・淡路大震災当時と比べ、地震被害を受けるガス管の割合が大きく減少しており、地震に強い設備構成に変わってきている。

【解説】 ガス管の耐震化率

－ 耐震化率※1 －



非耐震管率は大きく減少している。
非耐震管の減少は、被害数の減少を意味する。

※1 耐震化率の定義
阪神当時は、大阪ガスの値 (概算値)
現在は、2015年12月の全国平均の値 (個者詳細値)

⇒ 評価と対策

- 最新の知見や設備構成の変化から、一律60カインの第1次緊急停止判断基準は、安全側ではあるが、多少合理性を欠く基準になりつつある。
- **保安確保を大前提**としつつ、最新の知見や設備構成の変化、供給継続地域に対する緊急時対応力等を総合的に勘案した**合理的な供給停止判断基準を検討し、地震時の供給継続性を高める検討をすることが必要**ではないかと考えられる。

【解説】 供給停止判断基準を検討する上での環境変化

	60~80カインの ねじ被害率		1km当たりの 非耐震管延長※1		60~80カインの 1km当たりの想定被害数※1
阪神当時(1995)	1.0 件/km	×	0.32 km	≒	0.32 件
現在 (2016)	0.5 件/km	×	0.13 km	≒	0.06 件

分析精度が向上し、ねじ被害率が小さいことが分かってきた。

非耐震管が減少し、被害を受けるガス管が減ってきた。

地震時の想定被害は十分小さいことが分かってきた。

※ 1 非耐震管の全てをねじとして想定被害数を試算。

ねじ以外の被害率はねじよりも小さいため、実際の想定被害数は上記よりも小さくなる。

➤ 事実の整理

- 本震は深夜に発生したが、24時間体制の供給指令センターにより、地震計の情報に基づき、速やかに第1次緊急停止措置が取られた。
- 勤務時間外の社員は自動参集基準に従って出社し、発災から概ね1時間以内で総合対策本部を設置し、情報収集や関係機関への報告、方針協議等の対応を開始した。供給停止した後は、熊本支社以外での通常業務の優先順位等を勘案し、体制や要員配置を柔軟に変更しながら熊本支社での復旧活動を進めた。
- 前震では、地震の規模を踏まえて第2次緊急停止措置を視野に入れて対応する中、初動期には情報混乱や確認不足等が起こった。

【解説】 西部ガスにおける本震直後の初動対応状況

日時	対応	対応者 等	
4/16	1:25	熊本地震（本震）発生	
	1:50	第1次緊急停止措置	供給指令センター所長
	2:15	総合非常体制発令・対策本部設置	代表取締役社長
	2:40	第1回 総合災害対策本部会議 (被害状況、緊急対応状況、等)	対策本部
	3:15	関係機関への報告 (3:00現在)	対策本部 → 内閣府, METI安全室, 保安監督部, JGA

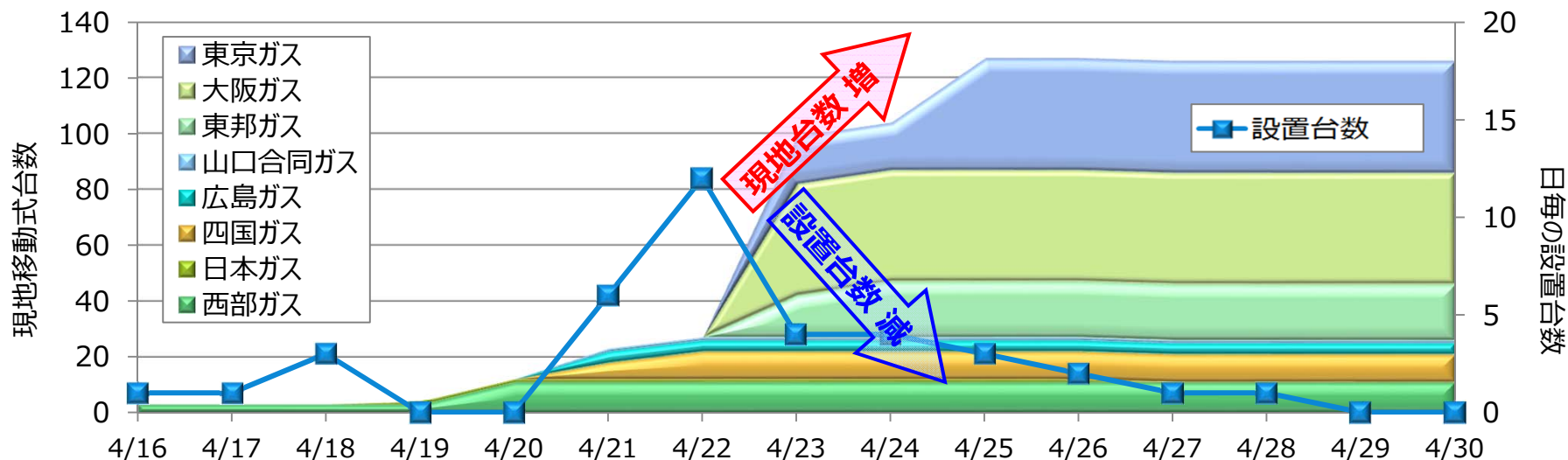
⇒ 評価と対策

- 本震で、熊本支社以外での業務の優先順位等を勘案し、柔軟に体制や要員配置を変更しながら臨機応変に対応したことは評価できる。
- 一方、そうした事項を予め決めておくことで更に初動対応が円滑になったとも言える。また、現地対策本部を設置した熊本支社は大規模な救援隊に対して手狭となり、隣接企業の会議室を借用した。前震では、情報の混乱、確認不足等が起こった。
- 以上より、発災直後に、より高度な初動措置を実現すると共に事業継続性を更に高めることを目的として、危機管理強化（BCP強化）の観点から以下のような事項を予め定める又は実施することが必要である。
 - (a) 地震発生時の対応業務の優先順位付け
 - (b) 地震発生時の活動拠点の多重化
 - (c) 訓練等を通じた地震時緊急措置マニュアルの実効性の検証

➤ 事実の整理

- 西部ガスは、リストに基づき本震直後から緊急巡回調査を実施し、発災翌日(4/17)から災害拠点病院等の主要な病院への臨時供給を開始した。一方、リストの情報不十分であったため、臨時供給の優先順位を定めるために情報を補う必要があった。
- 主要な病院への臨時供給を行う上で不足する設備・要員は、日本ガス協会の広域融通の仕組みを活用して他事業者からの応援を受け、4/20までに必要台数を設置した。
- その後、100台規模での広域融通を要請し、西部ガスは設備・要員の増強に合わせて広範な需要家への臨時供給を検討した。

【解説】 移動式ガス発生設備の確保台数と設置台数の推移

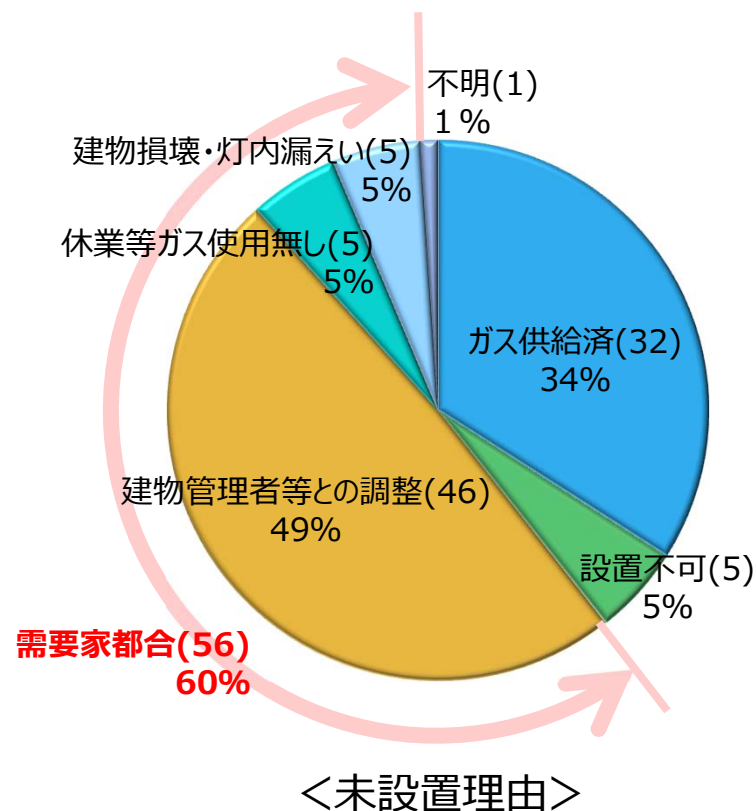


➤ 事実の整理

- 移動式ガス発生設備は116台の広域融通を含む127台を確保したが、**導管の早期復旧や需要家の都合などから、34ヶ所の設置に止まった。**

【解説】 設置を検討した需要家区分と設置状況

区分	検討開始日	対象需要家数	設置数
病院	4 / 16	38	24
災害拠点・救急指定	4 / 16	15	13
その他	4 / 16	23	11
老健施設・福祉施設	4 / 20	10	8
避難所(学校)	4 / 20	47	0
宿泊施設	4 / 22	28	1
公衆浴場	4 / 22	5	1
合計		128	34



⇒ 評価と対策

(a) リストの整備・情報拡充

- 西部ガスは、基本的にはリストを準備していたため、一部の情報を追加することで、発災直後に需要家への設置調査や優先順位の確定を行うことができた。
- しかし、リストに不備があったことは反省すべきである。今後、より迅速かつ的確な対応を実現するためには、**平時から優先順位を定めること、そのために必要な情報を調査しリストに反映しておくこと、リストを常に最新の状態に更新しておくことが必要である。**

【解説】 リストに反映すべき項目例

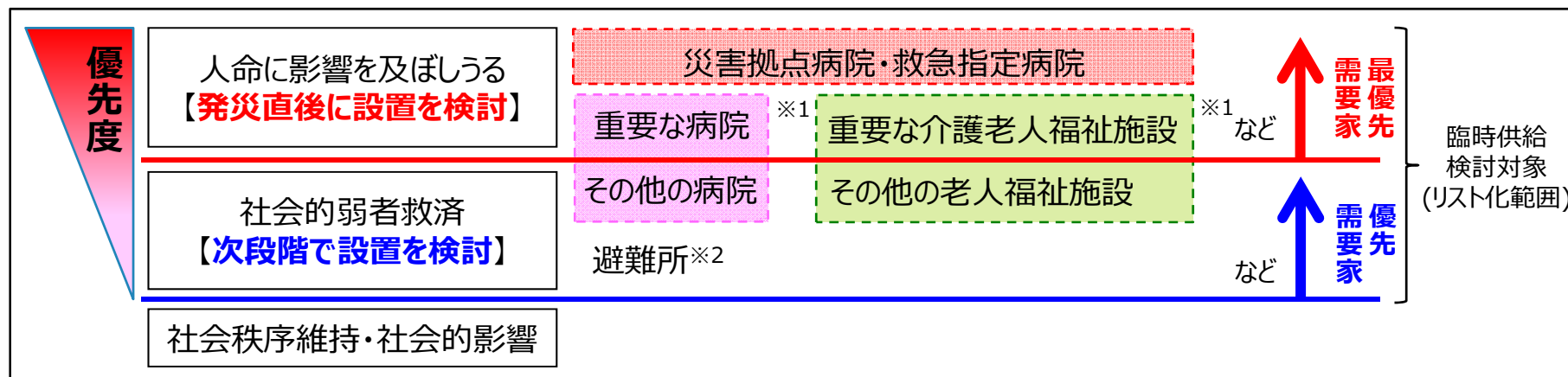
項目	内容
①優先順位	最優先、優先
②需要家情報	需要家名、業種、ブロック、供給圧力、住所（緯度経度）、連絡先
③小売情報	小売事業者、営業担当・・・
④移動式選定	メーター号数、最適な移動式（形式・容量）・・・
⑤設置・接続	接続口有無・設置スペース有無 設置スペース図面・写真、接続方法図面・写真、必要材料・・・
⑥必要応援範囲	設置要員・ボンベ交換要員・需要家対応要員・スタッフ要員・工具・ボンベ本数

⇒ 評価と対策

(b) 優先順位の明確化と広域融通の活用

- ガス事業者は、発災直後に設置を検討すべき人命に影響を及ぼしうる需要家と、次段階で導管の復旧状況などを考慮して検討すべき需要家を明確化し、需要家や国、日本ガス協会等と共有しておくことが望ましい。
- また、発災直後に設置を検討すべき需要家に対して自社の設備・要員が不足する場合には、予め不足数を把握しておき、発災直後に日本ガス協会の広域融通の仕組みを活用した設備・要員の増強を図ることが望ましい。

【解説】 優先順位の考え方例



※ 1 病院や老人福祉施設は、ガスの用途や規模等を踏まえ、最優先需要家に位置づける場合がある

※ 2 避難所は、ガスの復旧状況や都市ガス以外の代替熱源の所有状況等を踏まえて判断する

➤ 事実の整理

(a) 復旧活動における広報

- 西部ガスは、発災直後からマスコミやホームページ等を活用した広報を展開し、その後復旧進捗や需要家の要望等に合わせてよりきめ細かな広報を展開した。
- 提供された情報は、復旧情報から需要家の生活に役立つ情報まで多岐に渡った。
- 一方、発災前から十分な準備ができていたわけではなく、需要家等からの指摘を受けて整備・改善されたものもあった（復旧進捗の公表方法、県のHPへのリンク掲載）。

【解説】 西部ガスによる広報（手段・発信情報）

分類	手段	主な発信情報	開始時期
媒体を通じた 広報	プレスリリース	被害情報・復旧情報の概要（テキスト）、等	4/15～
	ホームページ	復旧進捗（実績・予定）詳細（図表含む）、開栓受付窓口、温浴施設情報、等	4/15～
	SNS（Facebook）	開栓訪問予定、注意喚起（偽ガス屋）、等	4/23～
直接的な広報	広報車・拡声器	開栓訪問予定、注意喚起（偽ガス屋）、等	4/19～
	チラシ	開栓訪問予定、注意喚起（偽ガス屋）、等	4/19～
	掲示板@避難所	復旧進捗（実績・予定）、開栓訪問予定、等	4/24～

⇒ 評価と対策

(a) 復旧活動における広報

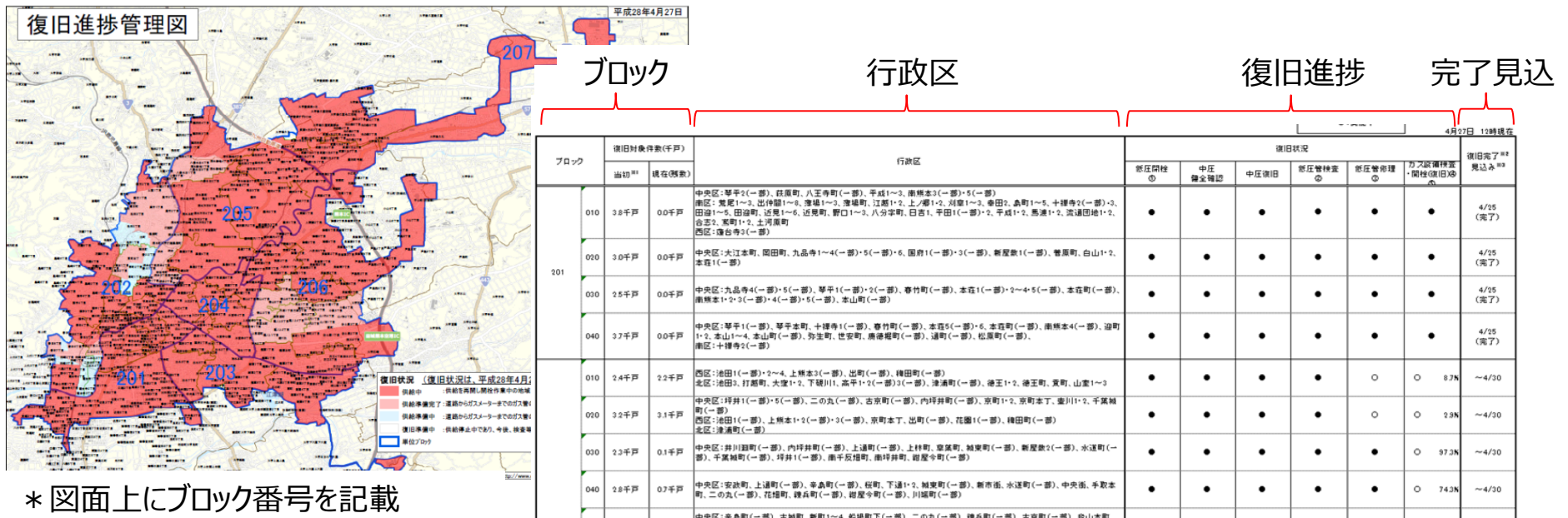
- 西部ガスの広報は、需要家からの要望に応えながら手段・情報が拡充されたこともあり、結果的には総じて的確な広報が展開された評価できる。一方、事前準備が十分でなかったこと、需要家から改善要望を受けたことは反省すべき点である。
- 今回の事例を事業者間で広く共有し、**各事業者は、使用するデータや様式、発信方法、遂行体制を平時から着実に準備**すること、需要家にとってわかりやすいか否かという観点で更なる改善に取り組むことが必要である。
- また、**業界として、ガスの地震対策や復旧方法に関する平時の啓蒙活動を通じて需要家の理解を促進**すること、発災後の事業者の的確な情報発信を促すために、**いつ、誰が、何を、どう発信するかを平時から体系的に整理しておく**ことが望まれる。

➤ 事実の整理

(b) 復旧完了見込みの早期公表

- 発災から5日目の4/21に、過去大地震の知見を踏まえた標準的な歩掛りに基づき復旧完了見込みを公表した（5/8完了見込み）。その後、進捗に応じてより精緻な見込みが立てられたことから4/27に復旧完了見込みを前倒した（4/30完了見込み）。
- 復旧進捗は地域毎に異なるため、図表等で細かく把握できるように工夫がなされた。

【解説】 地域毎の復旧進捗管理図および表



* 図面上にブロック番号を記載

⇒ 評価と対策

(b) 復旧完了見込みの早期公表

- ガスの復旧は、被害や差水の程度などで作業効率が大きく変わるため、復旧活動に着手し掘削してみなければ的確な見通しを立てることは難しい。一方で、社会ができる限り早い見通しの公表を望んでいることは事実である。
- **ガス業界として、発災後一定期間内に、また一定の精度で復旧完了見込みを公表することを目指し、これまでの地震で蓄積された復旧データを詳細に分析するなど、復旧見込みの算出に資する技術的な検討を進めることが必要である。**

➤ 事実の整理

- 供給停止情報の共有にG-React(災害情報共有プラットフォーム)*1が活用された。
- 一方、復旧段階での利用を想定したシステムではなく、活用範囲は限定的であった。

⇒ 評価と対策

- 大規模な供給停止時は、被災事業者と救援事業者、日本ガス協会、経済産業省の間で様々な情報が共有される（救援隊編成や後方支援のための情報など）。
- そこで、供給停止から復旧完了まで、必要な情報を共有できるシステムに改修する、特に、**発災直後の救援準備に必要な情報を共有**できるようにし、救援準備の更なる的確化、迅速化を目指すことが望ましい。

【解説】 G-Reactの活用イメージ



*1 G-Reactは、新潟県中越地震後に、被害情報（供給停止情報）を地図ベースで共有することを主な目的として構築された情報共有システム。

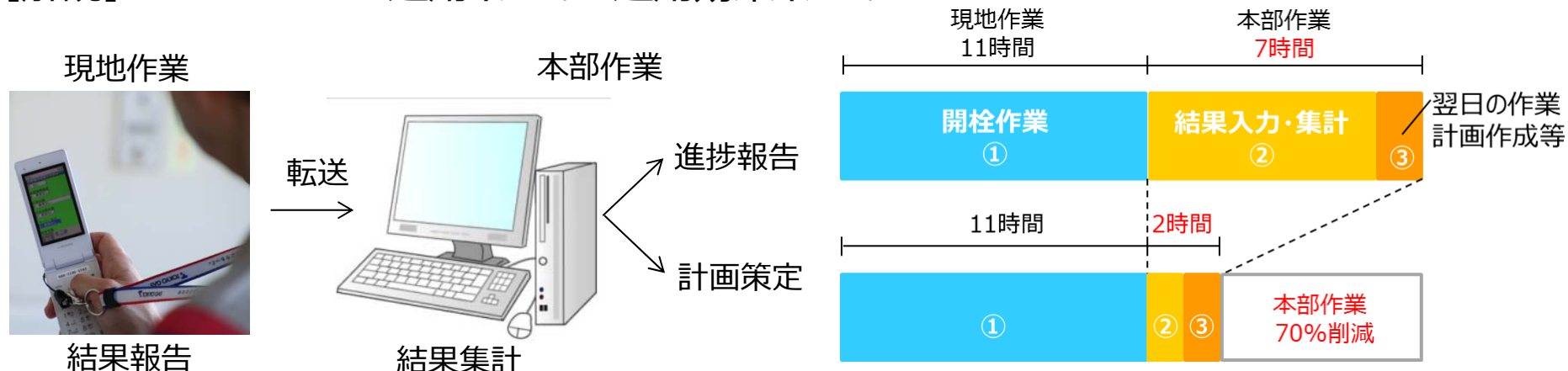
➤ 事実の整理

- TG-DRESS(開閉栓報告システム)を開栓作業に適用した。
- 紙の帳票で行われていた作業結果の報告が携帯電話でリアルタイムに行えるようになり、**結果報告・集計作業の効率化・的確化、復旧進捗の公表の早期化に繋がった。**
- 閉栓作業では、需要家情報の変換など準備に時間を要したため適用を見送った。

⇒ 評価と対策

- 閉栓作業ではシステムは適用されなかったが、集計作業等の効率化、延いては復旧作業の早期着手に向けては閉栓作業でもシステムを適用することが望ましい。
- 業界として、システムの適用に向けた準備・対応を積極的に進めることが望まれる。

【解説】 TG-DRESSの適用イメージ・適用効果イメージ



➤ 事実の整理

- 救援事業者は、過去の大地震を受けて整備されたマニュアル類に基づき、要請が届く前から後方支援部隊を立ち上げ、宿泊施設や前進基地等の検討を開始した。復旧活動着手後も、現地に要員を置き、宿泊施設や復旧要員の調整を実施した。
- 西部ガスは、大規模な救援隊の受け入れに向けて、通信・OA環境を含めた対策本部の整備、駐車場や簡易トイレ、食事等の手配・整備を実施した。
- 発災直後は各事業者の役割が十分調整できず、事業者間で活動に重複が見られた。

【解説】 熊本地震における主な後方支援活動と対応者

	活動内容	主な対応者
活動拠点 の確保・整備	対策本部の整備（通信・OA・衛星環境・駐車場合む）	西部ガス
	前進基地の確保・整備（通信・OA・衛生環境・駐車場合む）	救援事業者 ・西部ガス
	宿泊施設の確保・調整	救援事業者 ・西部ガス
	食事・弁当の手配	西部ガス
移動手段 の確保・調整	移動手段の確保・調整（レンタカー・フェリー・バス等）	救援事業者
	「緊急通行車両確認証明書」の交付手続	救援事業者

⇒ 評価と対策

- 大規模な救援隊の円滑な移動・復旧活動は、それを下支えするための充実した後方支援体制があって始めて実現される。
- 熊本地震における充実した後方支援活動は、事業者が過去の地震の経験を踏まえたマニュアル整備、体制整備を進めた結果だと評価できる。
- 今後、関係事業者全体で発災直後から効率的、効果的な後方支援活動を行うために、事前または発災直後に相互の役割分担を明確化することが必要である。

【解説】 後方支援活動の役割分担の例

	活動内容	主な対応者
活動拠点 の確保・整備	対策本部の整備（通信・OA・衛星環境・駐車場合む）	被災事業者
	前進基地の確保・整備（通信・OA・衛生環境・駐車場合む）	被災事業者
	宿泊施設の確保・調整	救援事業者
	食事・弁当の手配	被災事業者
移動手段 の確保・調整	移動手段の確保・調整（レンタカー・フェリー・バス等）	救援事業者
	「緊急通行車両確認証明書」の交付手続	救援事業者



がスマート!

以上

一般社団法人 日本ガス協会