



ガスマート!

参考資料

ガス工作物の巨大地震に対する 耐性評価等の検討結果について

平成26年4月30日

一般社団法人 日本ガス協会

目次

1. これまでの地震・防災対策の取り組みについて
2. 南海トラフ巨大地震・首都直下地震に対する耐性評価について
 - (1) 製造設備（LNGタンク・LNG氣化器）の耐性評価結果について
 - (2) 供給設備（高圧ガス導管・球形ガスホルダー）の耐性評価結果について
3. 復旧期間及び復旧迅速化対策について

1. これまでの地震・防災対策の取り組みについて

都市ガス業界における地震・防災対策の基本方針

- 従来より都市ガス業界では、災害に強い「設備対策」、迅速かつ適切な停止判断により二次災害を防止する「緊急対策」、安全かつ速やかな「復旧対策」の3本柱を基本方針として地震・防災対策を行っている。

地震・防災対策の3本柱

【設備対策】
災害に強い設備

【緊急対策】
二次災害の防止

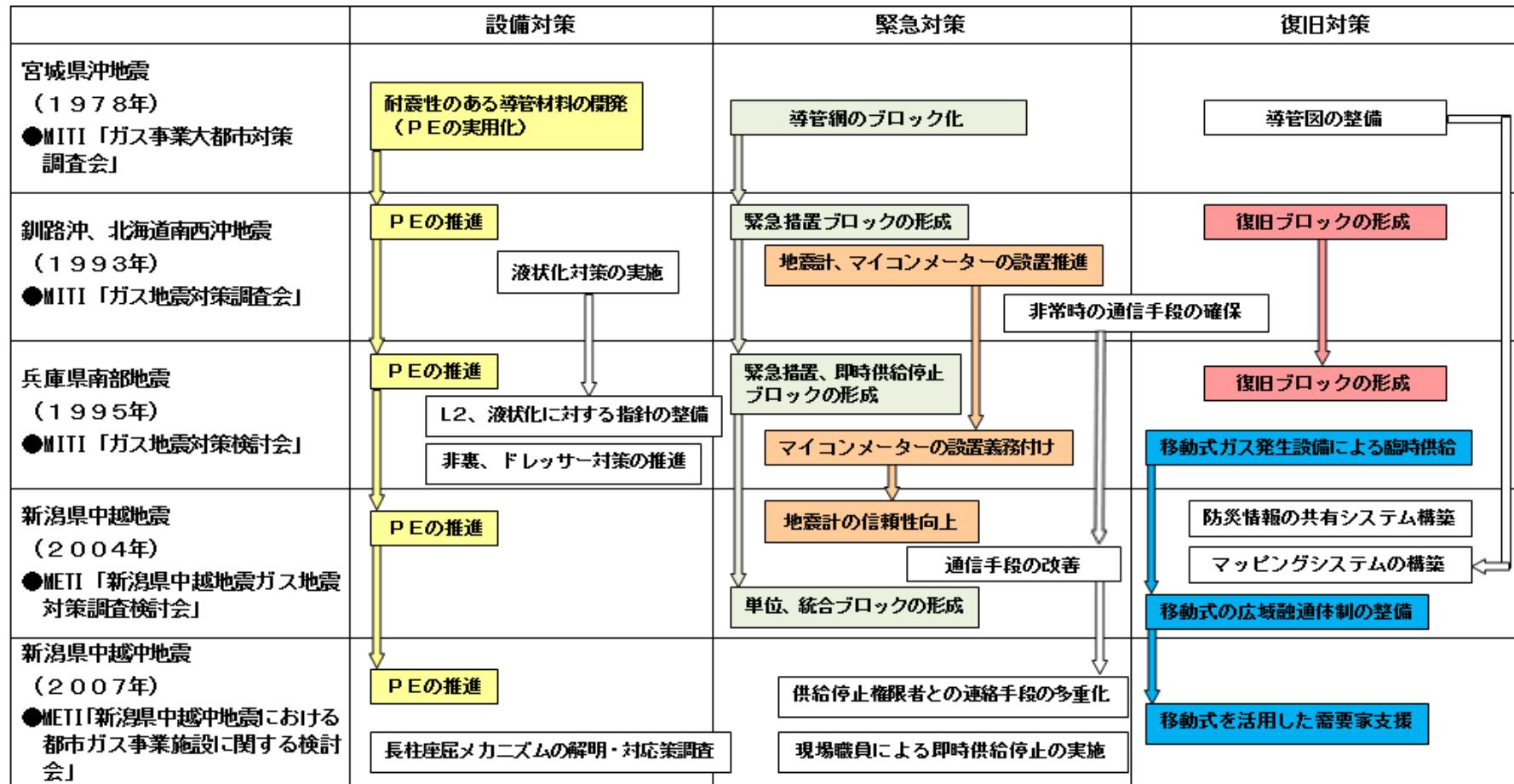
【復旧対策】
早期供給再開

【主要な対策例】

- 設備の重要度に応じた耐震設計と適正な維持管理
- ガス導管ネットワークの耐震性向上のため、耐震性の高い管(溶接鋼管、PE管等)を採用
- 製造設備の安全確認と速やかな製造・停止判断
- 地震計の設置・低圧ブロックの確立及びマイコンメータの設置による二次災害の防止
- 地震時等における日本ガス協会救援措置による安全かつ早期の供給再開
- 移動式ガス発生設備等による臨時供給

都市ガス業界における地震・防災対策の変遷

- ▶ 地震・防災対策は、「ガス事業法」及び「災害対策基本法」等による法規制に加え、大規模な供給停止を伴う大地震が発生する度に、国の審議会が開催され、その地震による被害を教訓とした様々な対策を講じ、地震・防災対策に対する見直しを図ってきた。



東日本大震災を受けた今後の地震・防災対策

- 東日本大震災を受けて平成24年3月に取り纏められた「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書」(ガス安全小委員会災害対策WG)では、これまで行ってきた地震・防災対策の3本柱である「設備対策」、「緊急対策」、「復旧対策」の妥当性についての一定の評価がなされ、現行のガス工作物の耐震性の考え方については維持すべきとされた。
- 一方、津波対策については、防災基本計画等の見直しや検討を踏まえつつ、ハード対策に加え、代替手段の確保等ソフト対策も組み合わせた対策を講じ、都市ガスの供給維持に努めるべきであることが示された。
- これらの検討結果を踏まえ、今後の地震・津波対策の具体策として、都市ガス事業者では以下のような項目について、現在取り組みを推進中である。



具体策の例

- 支持部材損傷防止措置未実施の球形ガスホルダーの補強対策 【設備対策(地震)】
- PE管等耐震性の高い導管への取替えを積極的に促進 【設備対策(地震)】
- 保安電力等重要な電気設備の想定津波高さに応じた津波・浸水対策 【設備対策(津波)】
- 供給停止判断基準を見直し、供給継続・停止の可否判断の充実を図る 【緊急対策(地震)】
- 作業員の安全確保(避難場所確保、マニュアル見直し、避難訓練等) 【緊急対策(津波)】
- より一層迅速な臨時供給を実現するための取り組み 【復旧対策(共通)】

2. 南海トラフ巨大地震・首都直下地震に対する 耐性評価について

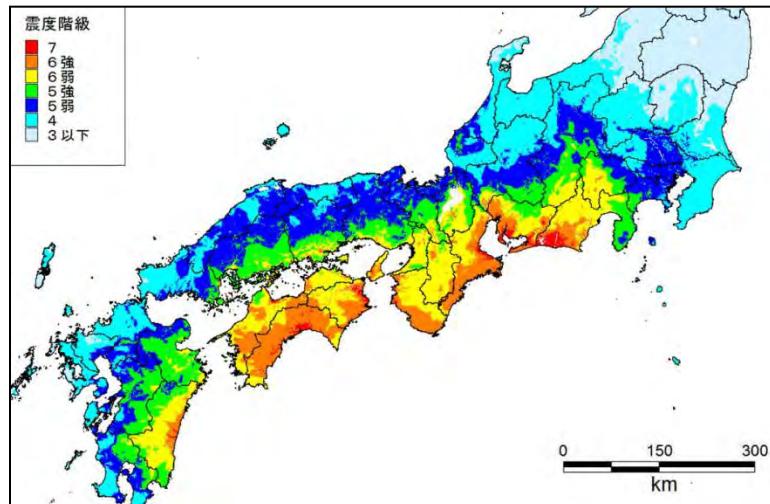
はじめに

- 平成25年5月に、中央防災会議防災対策推進検討会議南海トラフ巨大地震対策検討WGにおいて「南海トラフ巨大地震対策について(最終報告)」が、同年12月には、中央防災会議首都直下地震対策検討WGにおいて「首都直下地震被害想定と対策について(最終報告)」がそれぞれ取り纏められた。
- これらの巨大地震については、東日本大震災の教訓を踏まえ、あらゆる可能性を考慮して、人命確保、効果的な防災・減災対策を検討するために想定されたものである。
- 従来より、都市ガス事業者においては、地震・防災対策を進め、「設備対策」、「緊急対策」、「復旧対策」の充実・高度化を図ってきたが、これら巨大地震の公表を受け、ライフライン事業者として、人命確保、防災・減災に資する対策の検討を進めるため、保安分科会ガス安全小委員会(平成26年2月26日)での審議結果を踏まえ、主要ガス工作物の耐性評価を実施したので、その結果を報告する。

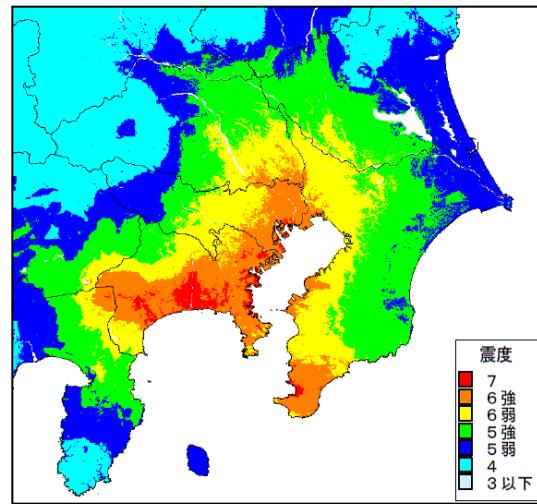
評価対象事業者

- ガス事業法に係るLNG受入基地を保有する事業者のうち、評価対象とする巨大地震（南海トラフ巨大地震、首都直下地震）の影響を受ける事業者として、以下の事業者を対象に確認を行った。

	南海トラフ巨大地震	首都直下地震
東京ガス株式会社	評価対象	評価対象
東邦ガス株式会社	評価対象	—
大阪ガス株式会社	評価対象	—



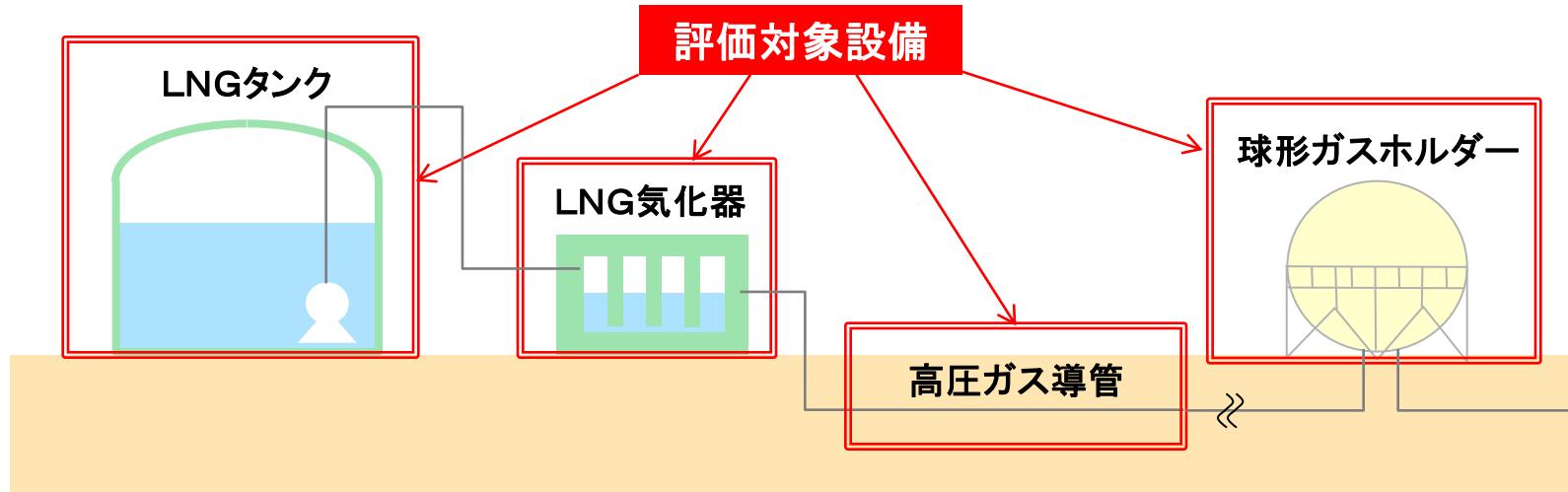
南海トラフ巨大地震(陸側ケース)の震度分布



首都直下地震(大正関東地震タイプ)の震度分布

評価対象設備

- 巨大地震の発生時においても、供給の安全の確保及び著しいガスの供給支障を防止する観点から、主要ガス工作物として、「LNGタンク」、「LNG気化器」、「高圧ガス導管」、「球形ガスホルダー」を対象として検討を行う。



LNGタンク



LNG気化器



球形ガスホルダー



地震動に対する要求性能について

▶ 防災基本計画の考え方による準拠したガス工作物の地震動に対する要求性能は以下のとおり

	対象設備	地震動A(一般的な地震動)	地震動B(高レベルの地震動)
設備区分 I	被害が発生した場合の影響の大きな設備 (例)貯槽、高圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害はない。 修理することなく直ちに運転再開が可能である	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・構造物に変形が生じても、人身事故につながるような倒壊、漏洩等は生じない。
設備区分 II	その他の設備 (例)ガス発生設備、低圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害はない、若しくは僅少。 若干の被害が生じてもおおむね機能は維持される。	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・構造物としての機能が喪失しても、一層の被害極小化を図る。

○地震動A

供用期間中に1~2度発生する確率を有する一般的な地震動

○地震動B

供用期間中に発生する確率が低い(Aを上回る)高レベルの地震動

平成24年3月「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書」(ガス安全小委員会災害対策WG)より

○南海トラフ巨大地震

「国難」となるような最悪の被災シナリオを想定し、「何としても命を守ることを主眼として、発生頻度や発生確率は算定できないが、防災・減災対策を検討するために想定。

○首都直下地震

M7クラスの首都直下地震に加え、長期的な防災・減災対策の対象として、当面発生する可能性の低いM8クラスの大正関東地震タイプの地震等を想定。

地震動Bの要求性能に準拠し、今回検討

津波に対する要求性能について

- 防災基本計画の考え方による津波に対する要求性能は以下のとおり

	対象設備	津波A(一般的な津波)	津波B(最大クラスの津波)
設備区分 I	被害が発生した場合の影響の大きな設備 (例)貯槽、高圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・重大な機能被害を防止する。	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。
設備区分 II	その他の設備 (例)ガス発生設備、低圧ガス導管等	・人身事故等の二次災害を防止する。 ・機能被害を可能な限り防止する。	

平成24年3月「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書」(ガス安全小委員会災害対策WG)より

○南海トラフ巨大地震

「国難」となるような最悪の被災シナリオを想定し、「何としても命を守ること」を主眼として、発生頻度や発生確率は算定できないが、防災・減災対策を検討するために想定。

○首都直下地震

M7クラスの首都直下地震に加え、長期的な防災・減災対策の対象として、当面発生する可能性の低いM8クラスの大正関東地震タイプの地震等を想定。

津波Bの要求性能に準拠し、今回検討

評価対象設備に求める要求性能について

- ▶ 防災基本計画の考え方に基づく地震動B(高レベルの地震動)に対する要求性能、及び津波B(最大クラスの津波)に対する要求性能を今回の耐性評価に適用した上、評価対象設備別にまとめると以下のとおりである。なお、球形ガスホルダーに関しては、容量、離隔距離等によって設備区分が異なるが、本検討では便宜上、設備区分Iとして評価を行う。

設備区分	評価対象設備	地震動に対する要求性能	津波に対する要求性能	
設備区分I	被害が発生した場合の影響の大きな設備 (例)貯槽、 高压ガス導管等	LNGタンク 高压ガス導管 球形ガスホルダー	<ul style="list-style-type: none">・人身事故等の二次災害を防止する。・構造物に変形が生じても、人身事故につながるような倒壊、漏洩等は生じない。	<ul style="list-style-type: none">・人身事故等の二次災害を防止する。・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。
設備区分II	その他の設備 (例)ガス発生設備、 低压ガス導管等	LNG気化器	<ul style="list-style-type: none">・人身事故等の二次災害を防止する。・構造物としての機能が喪失しても、一層の被害極小化を図る。	

(1) 製造設備（LNGタンク・LNG氣化器）の 耐性評価結果について

評価対象設備の保有状況

- 各事業者が保有する評価対象設備(LNGタンク、LNG気化器)の基数を下表に示す。

事業者	工場	LNGタンク 基数	LNG気化器 基数
東京ガス	A工場	10	14
	B工場	4	11
	C工場	20	35
東邦ガス	D工場	4	14
	E工場	2	7
	F工場	2	6
大阪ガス	G工場	2	5
	H工場	18	15
	I工場	8	6

地震動と津波の想定ケースについて

- ▶ 南海トラフ巨大地震及び首都直下地震共に、耐性評価にあたっては、内閣府中央防災会議が想定する、南海トラフ巨大地震(※1)及び首都直下地震(※2)のうち、評価条件等が明らかになっており、最も過酷な被害となる想定ケースを各工場毎に用いた。

(※1)南海トラフ巨大地震: 地震動5ケース、津波11ケース (※2)首都直下地震: M7クラス19ケース+M8クラス大正関東型

	事業者	工場	地震動	津波
南海トラフ 巨大地震	東京ガス	A工場	経験的手法	ケース①
		B工場	経験的手法	ケース①
		C工場	経験的手法	ケース①
	東邦ガス	D工場	陸側ケース	ケース①
		E工場	陸側ケース	ケース①
		F工場	陸側ケース	ケース①
	大阪ガス	G工場	陸側ケース	ケース③
		H工場	陸側ケース	ケース③
		I工場	陸側ケース	ケース③
首都直下地震	東京ガス	A工場	大正関東	大正関東
		B工場	大正関東	大正関東
		C工場	大正関東	大正関東

(1) – 1. 地震動に対する耐性評価について

最も過酷なケースにおける地震動の状況について

- ▶ 各工場別に最も過酷なケースの地震動による震度階を整理すると下表の通りであり、南海トラフ巨大地震については、全ての工場において震度6強以下となった。一方、首都直下地震では、震度7の工場が1箇所想定される結果となった。

	事業者	工場	LNGタンク 基数	LNG氣化器 基数	各工場別震度階		
					震度7	震度6強	震度6弱以下
南海 トラフ 巨大 地震	東京ガス	A工場	10	14			○(5強)
		B工場	4	11			○(5強)
		C工場	20	35			○(5強)
	東邦ガス	D工場	4	14		○	
		E工場	2	7		○	
		F工場	2	6		○	
	大阪ガス	G工場	2	5			○
		H工場	18	15			○
		I工場	8	6		○	
首都 直下 地震	東京ガス	A工場	10	14	○		
		B工場	4	11		○	
		C工場	20	35		○	

過去の震災における実績（地震動）

■ガス事業者における実績

- 東日本大震災において、仙台市内のLNG受入基地の工場では、震度6強を観測したが、LNGタンクやLNG気化器等の本体設備は、地震動に対する被害は無かった。（損傷せず、補修、補強なしで継続使用可）
- 同震災において、上記以外の工場（LNGサテライト基地、PA13A工場等）では、震度5強～震度6弱を観測したが、LNG気化器等の本体設備に関して、地震動に対する被害は無かった。

		東日本大震災における震度階別の被害実績		
		震度7	震度6強	震度6弱以下
LNGタンク	—	被害なし	被害なし	
LNG気化器	—	被害なし	被害なし	

■ガス事業者以外における実績

- 東日本大震災において震度5強以下～震度7の地域に設置されている消防法に基づく特定屋外貯蔵タンク（油タンク）において、浮き屋根式タンクを除き、タンク本体の機能を損なう被害は無かった。
- 阪神・淡路大震災において、震度7の地域に設置されている消防法に基づく特定屋外貯蔵タンク（油タンク）、高圧ガス保安法に基づく平底円筒貯槽等の本体に被害は無かった。ただし、この場合において、高圧ガス保安法に基づく平底円筒貯槽に関し、貯槽元弁の基礎（杭打設無し）が液状化（※1）により側方流動し、元弁法兰ジ部からLPGが漏洩する事象が発生した。

（※1）今回の耐性評価を行っているガス事業法に基づくLNG受入基地に関しては、LNGタンク等の主要設備の設置場所付近は液状化対策として地盤改良を実施するとともに、設備基礎杭の支持地盤への打設が行われており、また、LNGタンク等の元弁（緊急遮断弁）については、地盤変位の影響を排除した設計（貯槽と同一の基礎上で支持する等）となっているため、漏洩事象のあった事業所とは状況が異なる。

地震動に対する耐性評価結果（①南海トラフ巨大地震）

①南海トラフ巨大地震への耐性評価について

- 東日本大震災において震度6強を観測した仙台市内の工場（LNG受入基地）の実績では、LNGタンクやLNG気化器は、地震動に対し、損傷せず、補修、補強なしで継続使用できている。
- これらの実績等を踏まえ、ガス安全小委員会災害対策WGにて取り纏められた、「東日本大震災を踏まえた都市ガス供給の災害対策検討報告書（平成24年3月）」においても製造設備については、高レベルな最大加速度でも「製造設備等耐震設計指針」に基づき設置されたLNGタンク、LNG気化器等主要な設備に被害はなく、指針の妥当性が確認されたことが示されている。



以上のことから、

- 「LNGタンク」、「LNG気化器」に関して、南海トラフ巨大地震で想定される震度6強の地震動に対して十分な耐性を有しております、重大な被害は発生せず、要求性能^(※1)を満足するものと考えられる。

(※1) 地震動に対する要求性能

【設備区分Ⅰ:LNGタンク】

- ・人身事故等二次災害を防止する。
- ・構造物に変形が生じても、人身事故につながるような倒壊、漏洩等は生じない。

【設備区分Ⅱ:LNG気化器】

- ・人身事故等二次災害を防止する。
- ・構造物としての機能が喪失しても、一層の被害極小化を図る。

地震動に対する耐性評価結果（②首都直下地震）

②首都直下地震への耐性評価について

- 震度6強の地震動となる2箇所の工場（B工場、C工場）における「LNGタンク」、「LNG気化器」に関しては、前述のとおり十分な耐性を有しております、重大な被害は発生せず、要求性能^(※1)を満足するものと考えられます。
- 一方、震度7の地震動となる1箇所の工場（A工場）における「LNGタンク」、「LNG気化器」の耐性は、実績からは不明である。これらの評価については、高圧ガス保安法において巨大地震を踏まえた耐震基準の見直し検討^(※2)が進められており、この内容を考慮しつつ、詳細な解析評価を行い、耐性の評価を進めていくこととする。（なお、A工場が停止した場合は、他工場（B及びC工場）からのバックアップにて概ね製造能力を確保することは可能である。）

（※1）地震動に対する要求性能

【設備区分 I : LNGタンク】

- ・人身事故等二次災害を防止する。
- ・構造物に変形が生じても、人身事故につながるような倒壊、漏洩等は生じない。

【設備区分 II : LNG気化器】

- ・人身事故等二次災害を防止する。
- ・構造物としての機能が喪失しても、一層の被害極小化を図る。

（※2）現行耐震基準の裕度確認、現行耐震基準に関する課題検討、新たな耐震基準の検討等

(1) – 2. 津波に対する耐性評価について

最も過酷なケースにおける津波の状況について

- ▶ 各工場別に最も過酷なケースの津波による製造設備エリアの浸水の状況を浸水深さレベルで整理すると下表の通りであり、南海トラフ巨大地震については全ての工場において1m未満、首都直下地震では浸水無しの結果となった。

	事業者	工場	LNGタンク 基数	LNG氣化器 基数	浸水深さレベル			
					数m以上	1m以上 数m未満	数十cm以上 1m未満	数十cm 未満
南海 トラフ 巨大 地震	東京ガス	A工場	10	14				○(浸水無し)
		B工場	4	11				○(浸水無し)
		C工場	20	35				○(浸水無し)
	東邦ガス	D工場	4	14				○(浸水無し)
		E工場	2	7				○(浸水無し)
		F工場	2	6				○(0.2m)
	大阪ガス	G工場	2	5			○(0.7~0.9m)	
		H工場	18	15				○(0.4m)
		I工場	8	6				○浸水無し
首都 直下 地震	東京ガス	A工場	10	14				○(浸水無し)
		B工場	4	11				○(浸水無し)
		C工場	20	35				○(浸水無し)

過去の震災における実績(津波)

■ガス事業者における実績

- 東日本大震災においては、浸水深さ2m以上の工場(3箇所)において、LNGタンク等に被害はなかったものの、復旧に長期間を要する被害が発生した。一方、浸水深さ1m未満の工場(2箇所)における被害は軽微であり、本体設備の損傷は無かった。(ただし、電気設備等が浸水した1箇所の工場では、これらの復旧に1ヶ月程度の期間を要した。)
- なお、いずれの工場においてもLNGタンク等の緊急遮断弁はフェールセーフ機能が有効に機能し、LNG等の可燃物の漏洩は無く、人身災害や二次災害は発生していない。

	東日本大震災における津波被害の実績		
	浸水深さ(m)	被害程度	復旧期間 ()内は仮復旧期間
イ 工場	3~4m	被害大	1年(12日)
ロ 工場	4~5m	被害大	1年(1ヶ月)
ハ 工場	2m	被害大	4ヶ月(1ヶ月)
ニ 工場	0. 5m	軽微な被害	1ヶ月(20日)
ホ 工場	0. 8m	軽微な被害	3日

津波に対する耐性評価結果(①南海トラフ巨大地震)

①南海トラフ巨大地震への耐性評価について

- 東日本大震災においては、浸水深さ1m未満の工場における被害は軽微であり、本体設備の損傷は無かったが、電気設備等が浸水した工場では、これらの復旧に1ヶ月程度の期間を要した。
- 今回の南海トラフ巨大地震の被害想定においては、全工場とも浸水深さ1m未満であり、LNGタンク、LNG氣化器等、本体設備の被害は無いものと考えられるが、浸水深さ0.7～0.9mとなる一箇所の工場(G工場)では、電気設備等の浸水に伴い、製造再開に2～3ヶ月程度の復旧期間を要する可能性はある。



以上のことから、

- 「LNGタンク」、「LNG氣化器」に関しては、南海トラフ巨大地震に伴う津波に対して、十分な耐性を有しております、重大な被害は発生せず、要求性能(※1)を満足するものと考えられるが、一箇所の工場(G工場)では、電気設備等の浸水で製造停止し、製造再開に2～3ヶ月程度の復旧期間を要する可能性がある。(なお、G工場が停止した場合は、他工場(H及びI工場)からのバックアップにて製造能力を確保することは可能である。)

(※1)津波に対する要求性能

【設備区分 I : LNGタンク】

- ・人身事故等の二次災害を防止する。
- ・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。

【設備区分 II : LNG氣化器】

- ・人身事故等の二次災害を防止する。
- ・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。

津波に対する耐性評価結果(②首都直下地震)

②首都直下地震への耐性評価について

- 首都直下地震に対しては、全工場とも浸水しないため、「LNGタンク」、「LNG氣化器」に関して、十分な耐性を有しております、重大な被害は発生せず、要求性能(※1)を満足するものと考えられる。

(※1)津波に対する要求性能

【設備区分Ⅰ:LNGタンク】

- ・人身事故等の二次災害を防止する。
- ・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。

【設備区分Ⅱ:LNG氣化器】

- ・人身事故等の二次災害を防止する。
- ・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。

(2) 供給設備（高圧ガス導管・球形ガスホルダー）の耐性評価結果について

評価対象設備の保有状況

■評価対象設備数

➤ 事業者が保有する評価対象の高圧ガス導管、球形ガスホルダーの全数を下表に示す。

事業者	高圧ガス導管	球形ガスホルダー
東京ガス	約920km	38基
東邦ガス	約260km	13基
大阪ガス	約730km	30基

補足

・対象となる延長は、平成26年3月末現在運用中の数値とした。

地震動と津波の想定ケースについて

■耐性評価を行うために想定する地震動と津波

- 南海トラフ巨大地震及び首都直下地震共に、耐性評価にあたっては、中央防災会議が想定する、南海トラフ巨大地震、首都直下地震のうち、評価条件等が明らかになっており最も過酷な被害となる想定ケースを用いた。(高圧ガス導管は、連続的に且つ広範囲にネットワークが広がっていることから、それぞれの地点毎に個別に条件設定せず、供給エリア全体で最も過酷なケースについて評価を実施することとした。)

	事業者	地震動	津波
南海トラフ 巨大地震	東京ガス	経験的手法	ケース①
	東邦ガス	陸側ケース	ケース①
	大阪ガス	陸側ケース	ケース③
首都直下地震	東京ガス	大正関東	大正関東

(2) – 1. 地震動に対する耐性評価について

最も過酷なケースにおける地震動の状況について

➤ 最も過酷なケースの地震動による震度階を整理すると下表の通りである。

	事業者	設備	震度階		
			震度7	震度6強	震度6弱以下
南海トラフ 巨大地震	東京ガス	高圧ガス導管	なし	なし	約920km
		球形ガスホルダー	なし	なし	38基
	東邦ガス	高圧ガス導管	約40km	約140km	約80km
		球形ガスホルダー	5基	6基	2基
	大阪ガス	高圧ガス導管	なし	約50km	約680km
		球形ガスホルダー	2基	6基	22基
首都直下地震	東京ガス	高圧ガス導管	約20km	約240km	約660km
		球形ガスホルダー	4基	9基	25基

過去の震災における実績(地震動)

■阪神・淡路大震災及び東日本大震災における実績

設備	阪神・淡路大震災及び東日本大震災における震度階別の被害実績		
	震度7	震度6強	震度6弱以下
高圧ガス導管	—	被害なし	被害なし
球形ガスホルダー	被害なし	被害なし	被害なし

【阪神・淡路大震災】

- 震度7を観測した地点に高圧ガス導管は存在しなかったものの、中圧ガス導管で裏波溶接法による溶接鋼管においては、被害がなかった。
- 震度7を観測した地点に球形ガスホルダーは存在したが、変形も見られず健全であった。

【東日本大震災】

- 震度7を観測した地点に高圧ガス導管は存在しなかったものの、震度6強の揺れに対して、被害がなかった。
- 震度6強を観測した地点の一部の球形ガスホルダーにおいて、支柱上部とタイロッドブレース接続部の損傷防止措置がなされていないもの(※1)について、一部損傷が見られたが、本体耐圧部は損傷しておらず、本体耐圧部を支える支柱自体の機能は健全で傾きも生じなかった。(ガス漏洩も無し)

(※1) 同接続部の損傷防止措置を規定している「球形ガスホルダー指針(1989年日本ガス協会)」発行前に設置された1978年製の球形ガスホルダー2基

地震動に対する耐性評価結果

■高圧ガス導管の耐性

- 阪神・淡路大震災では、高圧ガス導管は震度7の地域に存在しなかつたが、鋼材強度と管厚において高圧ガス導管並の仕様とはなっていない中圧ガス導管の裏波溶接法による溶接接合鋼管が、震度7の地域においても全く被害を受けなかつた。
- これにより、阪神・淡路大震災の「ガス地震対策検討会報告書」では、高圧ガス導管の材質等の仕様は、中圧ガス導管よりグレードが上であり、高圧ガス導管が同じ地区に埋設されていたとしても健全であったとしている。
- 阪神・淡路大震災の震度階による実績から、裏波溶接法による溶接接合鋼管は、震度7の地震動でも健全であった他、その他の地震においても、二次災害及び機能被害は発生しておらず、十分な耐性を持つものと評価できる。なお、高圧ガス導管の溶接接合鋼管は全て裏波溶接法であり、钢管材料においても中圧ガス導管以上のスペックを有している。

※参考:高圧ガス導管と中圧ガス導管の比較(阪神・淡路大震災での実績「ガス地震対策検討会報告書」より)

	口径(mm)	管厚(mm)	材質	降伏点(kgf/mm ²)	伸び(%)
高圧ガス導管	600	12.0	API 5L X52	36.6以上	27以上
第2阪神線(中圧ガス導管)	600	9.5	STPY400	23以上	18以上

■球形ガスホルダーの耐性

- 阪神・淡路大震災の実績により、震度7の地震動でも変形も見られず健全であった他、その他の地震においても、二次災害及び機能被害は発生しておらず、十分な耐性を持つものと評価できる。(なお、各社とも支持部材損傷防止措置は全基実施済)

地震動に対する耐性評価結果(まとめ)

以上のことから、「高圧ガス導管」及び「球形ガスホルダー」
に関しては、想定される地震動に対して十分な耐性を有して
おり、重大な被害は発生せず、要求性能(※1)を満足するも
のと考えられる。

(※1) 地震動に対する要求性能

【設備区分 I : 高圧ガス導管、球形ガスホルダー】

- ・人身事故等二次災害を防止する。
- ・構造物に変形が生じても、人身事故につながるような倒壊、漏洩等は生じない。

(2) – 2. 津波に対する耐性評価について

最も過酷なケースにおける津波の状況について

➤ 最も過酷なケースの津波による浸水の状況を整理すると下表の通りである。

	事業者	設備	浸水想定	総設備数	最大浸水深
南海トラフ 巨大地震	東京ガス	球形ガスホルダー	0基	38基	0m
	東邦ガス	球形ガスホルダー	5基	13基	2. 2m
	大阪ガス	球形ガスホルダー	2基	30基	1. 0m
首都直下 地震	東京ガス	球形ガスホルダー	8基	38基	0. 6m

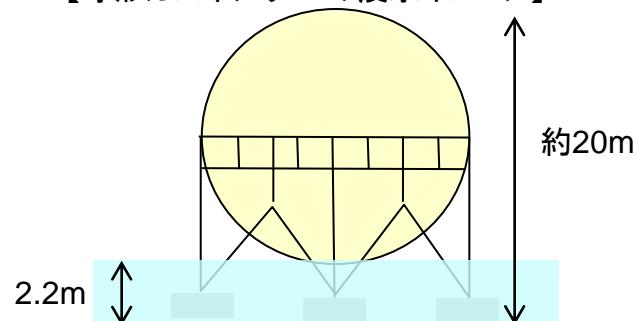
津波に対する耐性評価結果

■球形ガスホルダーの耐性

- 東日本大震災において、沿岸地域にある球形ガスホルダーについては、約3～4m浸水したものの、津波による本体設備の損傷は無く、二次災害及び機能被害は発生しなかった。
- 今回の評価においては、最大の浸水深さは2.2mであり、実績に鑑みて、十分な耐性を持つものと評価できる。



【球形ガスホルダーの浸水イメージ】



以上のことから、「球形ガスホルダー」に関しては、想定される津波に対して十分な耐性を有しております、重大な被害は発生せず、要求性能(※1)を満足するものと考えられる。

(※1)津波に対する要求性能

【設備区分 I : 球形ガスホルダー】

- ・人身事故等二次災害を防止する。
- ・機能被害の発生に対して、系統多重化、拠点の分散、代替手段の確保に努める。

3. 復旧期間及び復旧迅速化対策について

はじめに

(1) 復旧期間

- ・ガス工作物の巨大地震への耐性評価としては、「2. 南海トラフ巨大地震・首都直下地震に対する耐性評価について」にて評価したとおり、著しいガスの供給支障は防止できると考えられる。
- ・南海トラフ巨大地震及び首都直下地震に対して、過去の地震の実績を参考にして、復旧期間を想定している。(内閣府公表)
- ・今回は復旧期間について、その妥当性の評価を実施した。

(2) 復旧迅速化対策

- ・南海トラフ巨大地震及び首都直下地震において、需要家への早期のガス供給の復旧の観点で、復旧迅速化対策を組み合わせながら、今後も継続的に対応を図っていく予定。

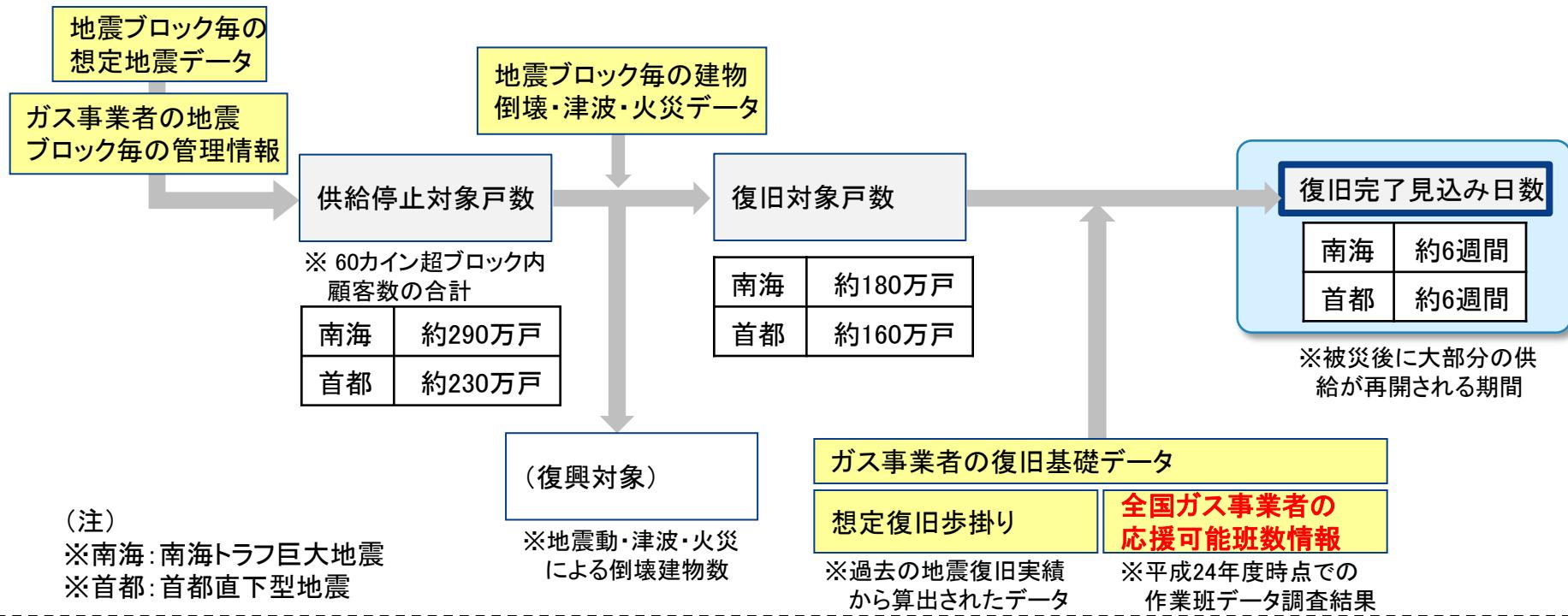
(1) 復旧期間

■南海トラフ巨大地震及び首都直下地震の被害想定及び想定復旧期間(内閣府公表)

	南海トラフ巨大地震	首都直下地震
復旧対象戸数	約180万戸	約160万戸
復旧期間	約6週間※	約6週間※

※被災後に大部分の供給が再開される期間

※参考(被害想定及び復旧期間の算定フロー)



(1) 復旧期間

■ 延べ復旧要員数

東日本大震災の実績と南海トラフ巨大地震及び首都直下地震における延べ復旧要員数は以下のとおり。

	東日本大震災	南海トラフ巨大地震	首都直下地震
復旧対象戸数	約463,000戸	約180万戸	約160万戸
延べ復旧要員数	約10万人・日	約41万人・日	約42万人・日

約4倍

事業者アンケートを元にした復旧要員数

事業者アンケートの結果、
東日本大震災の時よりも
多くの復旧要員を確保。

約6週間
で復旧

※交通インフラの寸断による応援要員等の到着の遅延は考慮せず。

(1) 復旧期間

■復旧要員数について

- (1)応援事業者にとっては、通常業務を行う中で応援要員を捻出するため、その割合は事業規模の割には少ない。
- (2)一方、被災事業者となる場合は、通常業務が大幅に減り、復旧作業要員の多くを自社の復旧作業に割り当てることができる。
- (3)従って、被災事業者に大手が含まれているほど、復旧要員の数は多くなる。

【復旧要員の想定イメージ】

	例	通常時	地震時	
た場合 大手以外の事業者が被災し	東日本大震災			復旧要員 約10万人・日
大手事業者が被災した場合	首都直下地震 南海トラフ巨大地震			復旧要員 約40万人・日

(1) 復旧期間

■復旧要員の内訳

- ・東日本大震災での実績及び各地震想定における、一日あたりの復旧要員の内訳は以下のとおり。
- ・南海トラフ巨大地震及び首都直下地震において、想定される要員数については、全国の事業者から集めた応援可能要員数より算出。

東日本大震災（実績）	南海トラフ巨大地震（想定）	首都直下地震（想定）
<p>自社 約5百人</p> <p>応援 約4千人</p> <p>ピーク時 約4千5百人/日</p>	<p>自社 約1万人</p> <p>大阪ガス 東邦ガス など</p> <p>応援 約3千人</p> <p>東京ガスなど</p> <p>ピーク時 約1万3千人/日</p>	<p>自社 約6千人</p> <p>東京ガス など</p> <p>応援 約4千人</p> <p>大阪ガス・東邦ガスなど</p> <p>ピーク時 約1万人/日</p>

以上より、全国の事業者からの復旧応援要員を確保できることから、内閣府公表の結果どおり、復旧が可能と評価できる。

(2) 復旧迅速化対策

▶ 南海トラフ巨大地震及び首都直下地震において、復旧日数をより短縮するため、以下のような復旧迅速化対策を組み合わせながら、今後も継続的に対応を図っていく予定。

- ①日本ガス協会「救援措置要綱」に基づく救援活動
- ②資機材の事業者間融通の促進
- ③材料備蓄
- ④材料メーカーとの緊急時融通スキームの構築
- ⑤導管網のブロック化
- ⑥供給停止判断基準の策定
- ⑦早期復旧手法の適用
- ⑧移動式ガス発生設備による重要施設への供給継続
- ⑨臨時製造設備の業界内広域融通策の仕組み作り
- ⑩重要電気設備等の津波浸水対策の推進
- ⑪復旧活動時前進基地や資機材置場の整備
- ⑫緊急対応訓練の強化
- ⑬早期復旧のための教育強化
- ⑭事業継続計画・マニュアル類の見直し
- ⑮行政他関連事業者との連携強化
- ⑯緊急時協力体制に関する協定締結
- ⑰停電対応の強化
- ⑱システムの有効活用
- ⑲無線の有効活用

①日本ガス協会「救援措置要綱」に基づく救援活動

- ▶ 日本ガス協会では、「救援措置要綱」を定め、地震・洪水等の災害発生時の早期復旧を図るため、日本ガス協会組織を挙げての救援活動を実施する。

日本ガス協会「地震・洪水等非常事態における救援措置要綱」

○概要：

地震等災害発生時の早期復旧・正常化に向けた対応において、当該事業者の対応だけでは難しい事象に対し、日本ガス協会組織を挙げての救援活動を行い、早期復旧を図る。

○対策本部設置基準：

震度5強以上の地震が発生した場合

大津波警報が発令された場合

○緊急時の主な対応：

- ・被害情報の入手

- ・被害状況により救援が必要と判断された場合は、協会会員（ガス事業者）に協力要請を行い、救援隊を組織して復旧に当たる。



①日本ガス協会「救援措置要綱」に基づく救援活動

- 「救援措置要綱」に基づき、必要に応じて現地調査を実施する。救援が必要と判断された場合は救援隊を組織し、被災事業者の復旧活動応援に当たることで早期復旧をめざす。

日本ガス協会の役割と救援の流れ

1. 対策本部の設置

出動基準に基づきあらかじめ定められた職員が出勤し、対策本部を設置。

2. 緊急連絡体制の確保

連絡基準に基づきガス事業者より被害情報を収集。経済産業省へ連絡。

3. 先遣隊・技術調査隊の派遣

ガスの製造・供給停止等が発生した場合、大手・近隣事業者およびガス協会職員からなる隊を組織し、被害調査や救援隊派遣の判断、救援隊受け入れ準備等を実施。

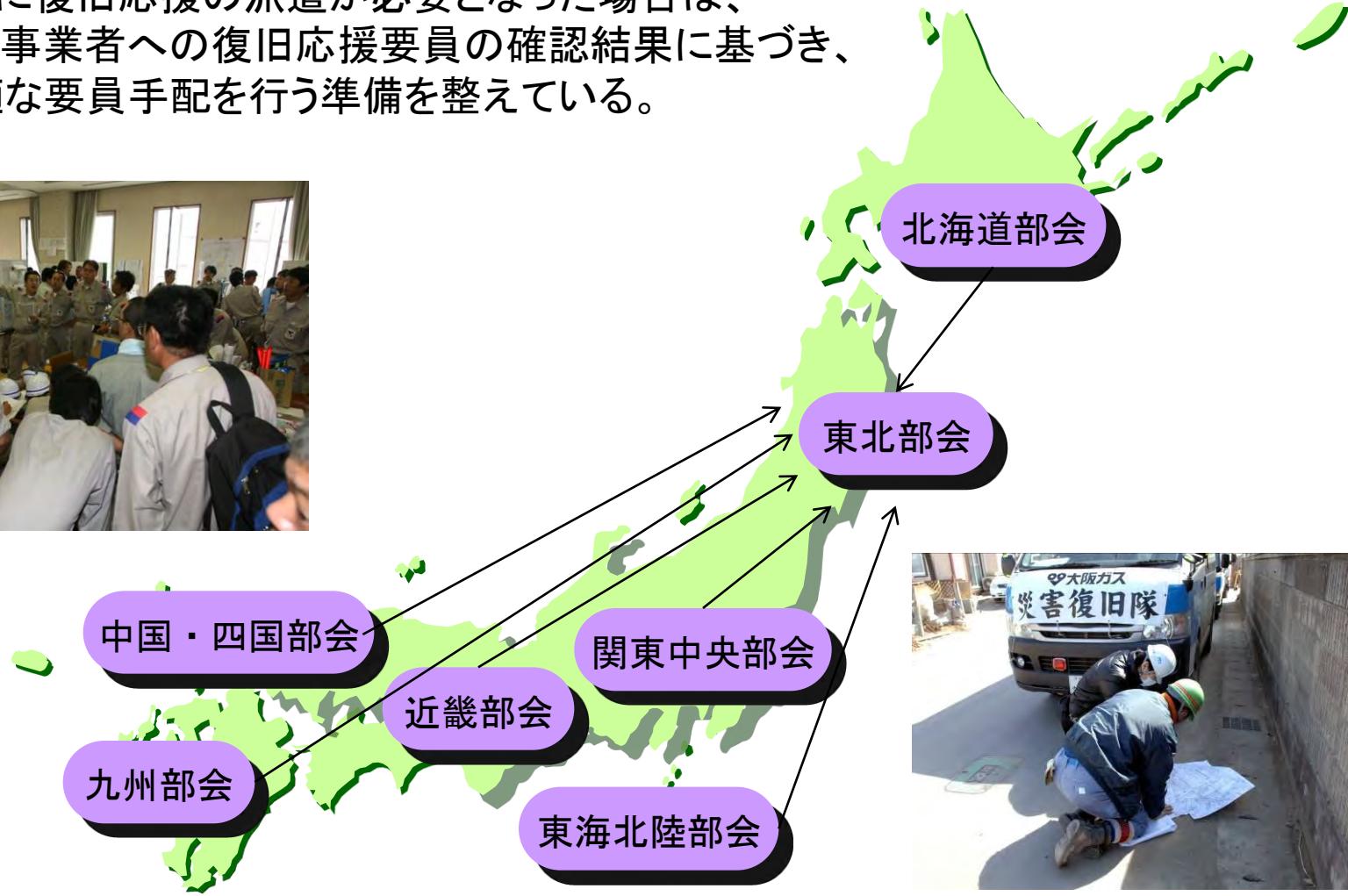
4. 救援体制の構築

被災事業者より日本ガス協会に救援依頼を実施。日本ガス協会は現地救援対策本部を設置すると共に、救援依頼に基づいた救援隊を派遣。

5. 救援活動の実施

①日本ガス協会「救援措置要綱」に基づく救援活動

- 東日本大震災においては、被災した東北地方の事業者に対して全国の地方部会より復旧応援要員が現地に駆けつけ、作業に従事。今後、同様に復旧応援の派遣が必要となった場合は、全国のガス事業者への復旧応援要員の確認結果に基づき、迅速に最適な要員手配を行う準備を整えている。



②資機材の事業者間融通の促進

- 日本ガス協会会員による「製造所等津波対策連絡会」(※1)や「高圧ガス導管等津波対策連絡会」(※2)を発足し、各種情報の共有に加え、復旧用資機材の事業者間融通を想定し、災害時に支援が可能な資機材等についてリスト化し、共有化を図っている。

(※1)「製造所等津波対策連絡会」（52事業者が参画）

津波対策に関する情報共有化、意思疎通の迅速化、非常時の早期支援体制確立を目的に、「製造所等津波対策連絡会」を平成24年3月より発足し、活動中。

(※2)「高圧ガス導管等津波対策連絡会」（22事業者が参画）

津波対策に関する情報共有化、意思疎通の迅速化、非常時の早期支援体制確立を目的に、「高圧ガス導管等津波対策連絡会」を平成24年2月より発足し、活動中。

【支援対象となる資機材】

加搬式非常用発電機、空気ベビコン、温水ボイラー、温水ポンプ、ブースターブロワ、蒸発器付臭装置、付臭ポンプ、付臭剤通い缶、BOGコンプレッサー、ガス検知器、即応答熱量計、オドロメーター、ガスクロマトグラフィー、加圧蒸発器、防消火水タンク、LNGフレキホース、ページ用フレキホース、低温バルブ、高圧導管、ページ用ノズルフランジ・パッキン類、緊急補修材、修理工具、トランシーバー、等

③材料備蓄

- ガス事業者では、重要設備については、万が一の事象に対応できるよう、補修用の部材などの備蓄に努めており、倉庫などにて管理を行っている。備蓄する材料の種類や数量については、自社のガス設備の重要度や被害リスクを勘案し、必要量を確保している他、全国からの復旧応援にも柔軟に対応できるよう、配慮している。

【材料備蓄倉庫】

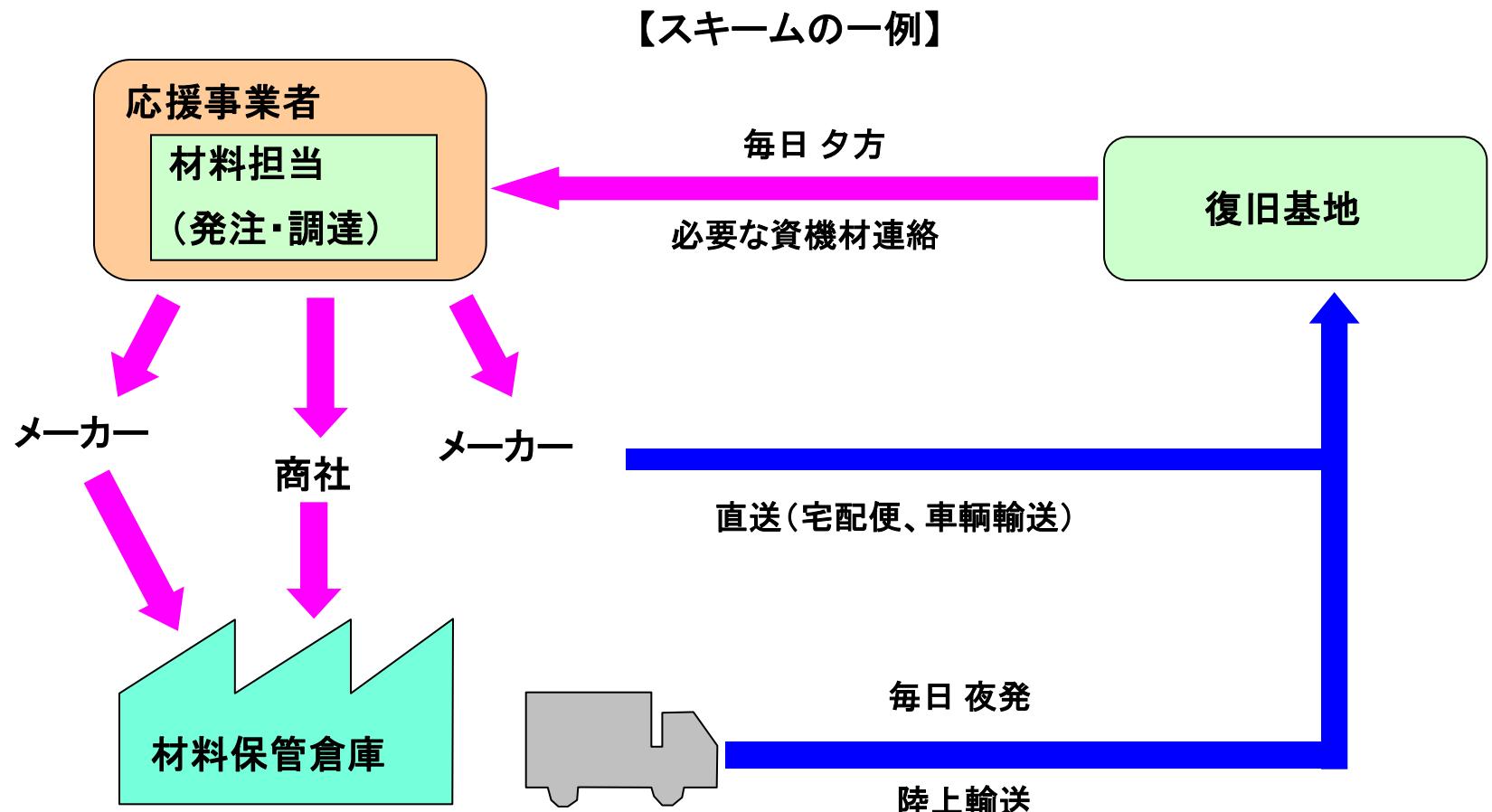


【材料備蓄倉庫】



④材料メーカーとの緊急時融通スキームの構築

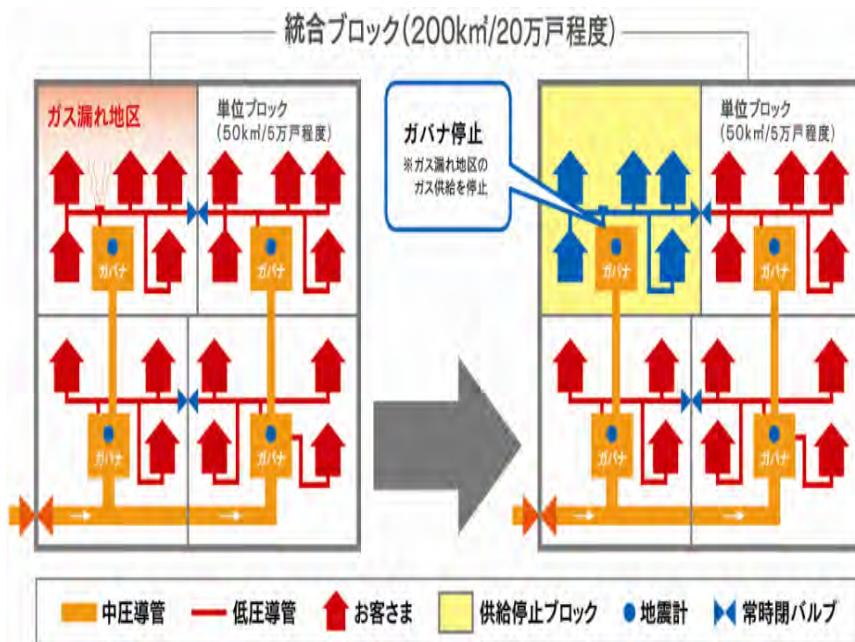
- 材料メーカーにて非常時に必要備品を供給してもらえるよう、契約を締結しており、以下のフロー図のとおり、事業者での備蓄が無くなった場合でも、柔軟に対応できる仕組みを構築している。



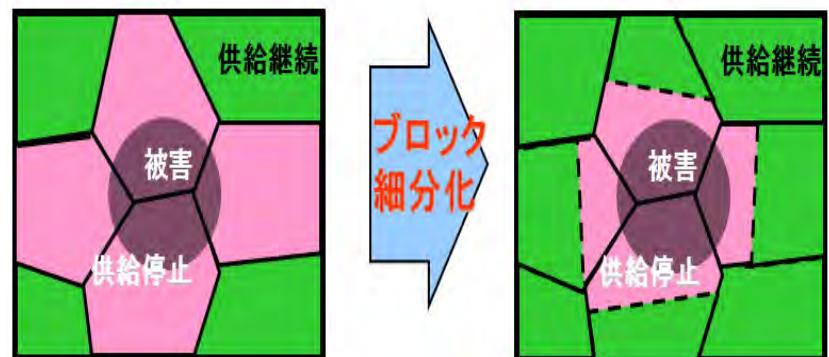
⑤導管網のブロック化

- 地震・災害発生時にガスによる二次災害を防止するため、被害状況に応じて速やかにガス供給を停止すると共に早期復旧にも考慮した、複数の導管網ブロックを整備している。

ブロック化のイメージ



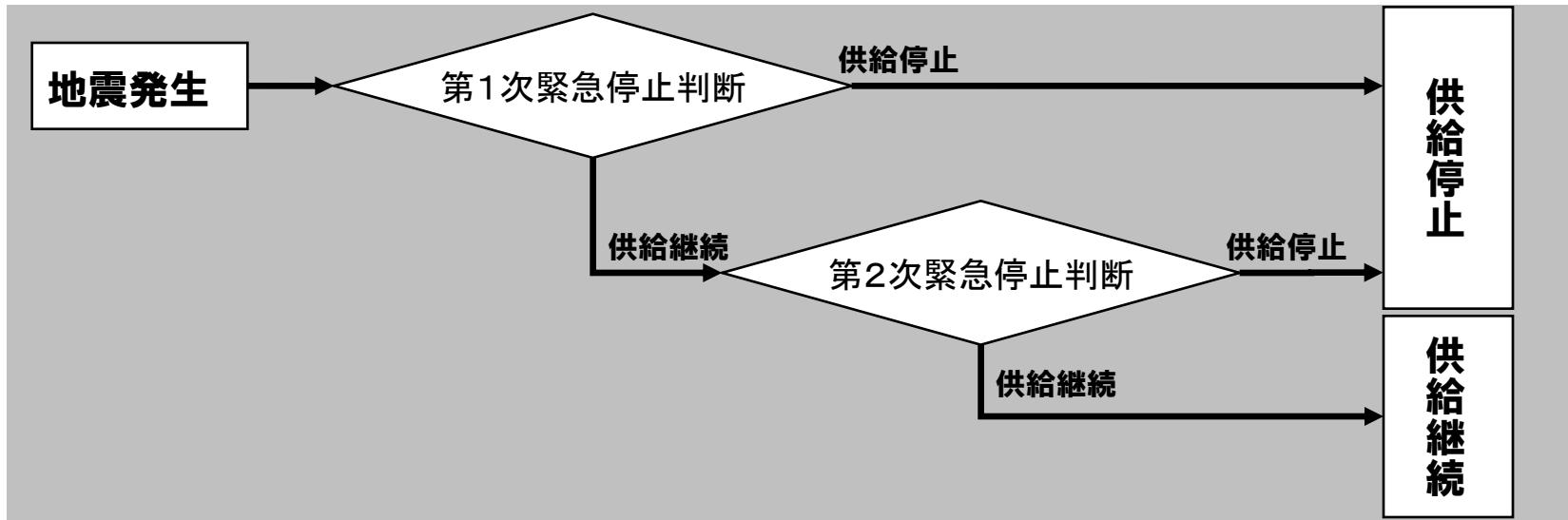
ブロック細分化のイメージ



・ブロックの細分化により供給停止地域を絞り込み、復旧の迅速化を図る

⑥供給停止判断基準の策定

- 各ブロックに設置された地震計が供給停止判断基準値(SI値60カイン)を超えた場合等に、一律にブロックの供給停止を実施する。



(第1次緊急停止判断)

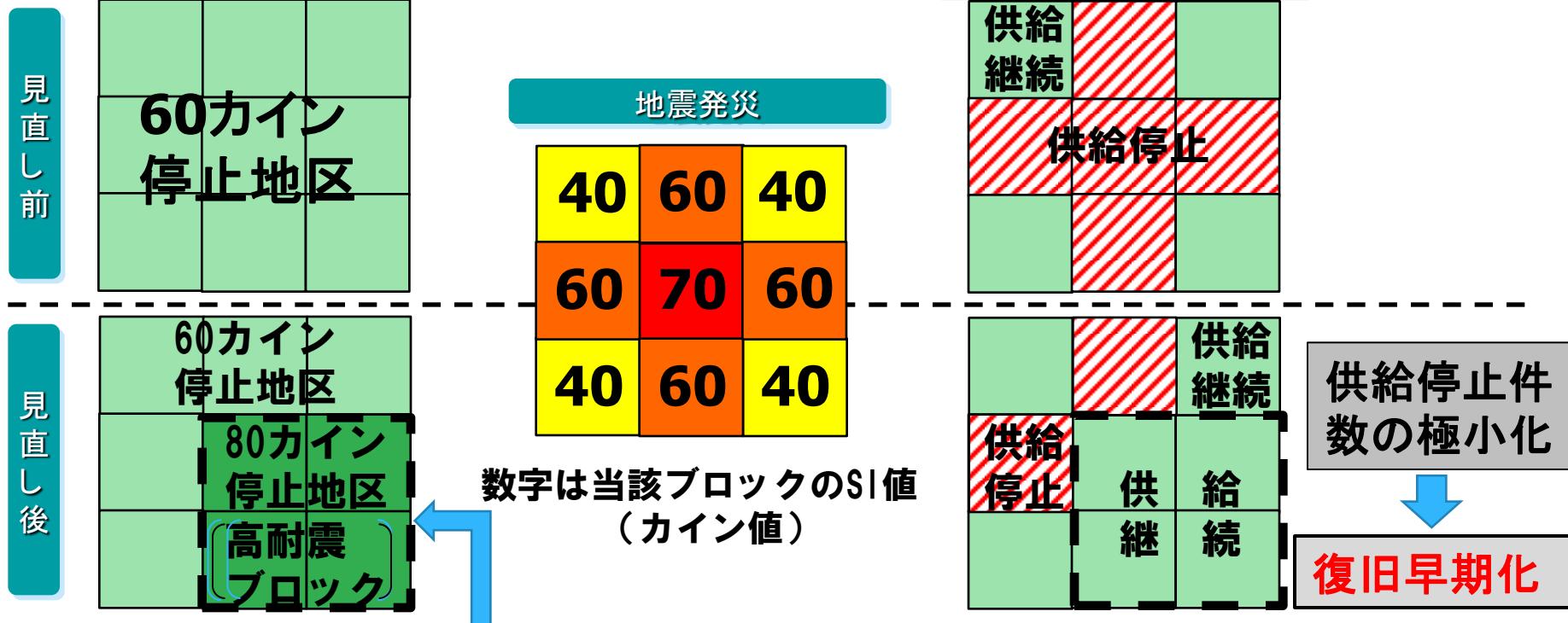
- 地震計のSI値が60カイン以上の場合、製造所・供給所の送出量の大変動、主要整圧器の圧力の大変動により供給継続が困難な場合
- 下記の場合は第2次緊急停止判断に移行(特例措置適用事業者のみ)
 - ☆地震計のSI値が60カインを少し上回る値を記録したブロック内全般について、道路、建築物等の被害が軽微であることを直ちに確認した場合
 - ☆耐震化率が極めて高いブロックにおいて、地震計のSI値が60カインを上回る値を記録したが、道路、建築物等の被害が軽微であることが直ちに確認した場合
 - ☆60カインを上回るSI値を記録したブロックにおいて、ガス導管等の被害が軽微となることが予見できる場合

(第2次緊急停止判断)

- 設備の安全確認を行い、これらの安全性が確認されない限りガス供給を速やかに停止
- 直ちに、道路及び建物の被害状況、緊急巡回点検による主要ガス導管の被害状況、ガス漏洩通報の受付状況に関する情報を収集し、その状況に応じて供給停止判断を実施

⑥供給停止判断基準の策定

- 復旧日数の短縮のためには、供給停止地域を絞り込み、供給停止件数を極小化することが最も効果がある。ガス安全小委員会(平成24年12月)において、過去の震災におけるデータ等から、供給停止判断基準の見直し(SI値60カイン⇒80カイン)が提言され、認められた。



ただし80カインとするためには、ブロック内の「本支管・供給管」・「灯外内管」・「建物」全ての耐震化率が90%以上(高耐震ブロック)となることが条件である。

⑦早期復旧手法の適用

- 地震後の復旧作業においては、現地の被害の実態に合わせて、例えば下記のような仮復旧の手法を積極的に採用するなど、早期復旧の実現を図っている。



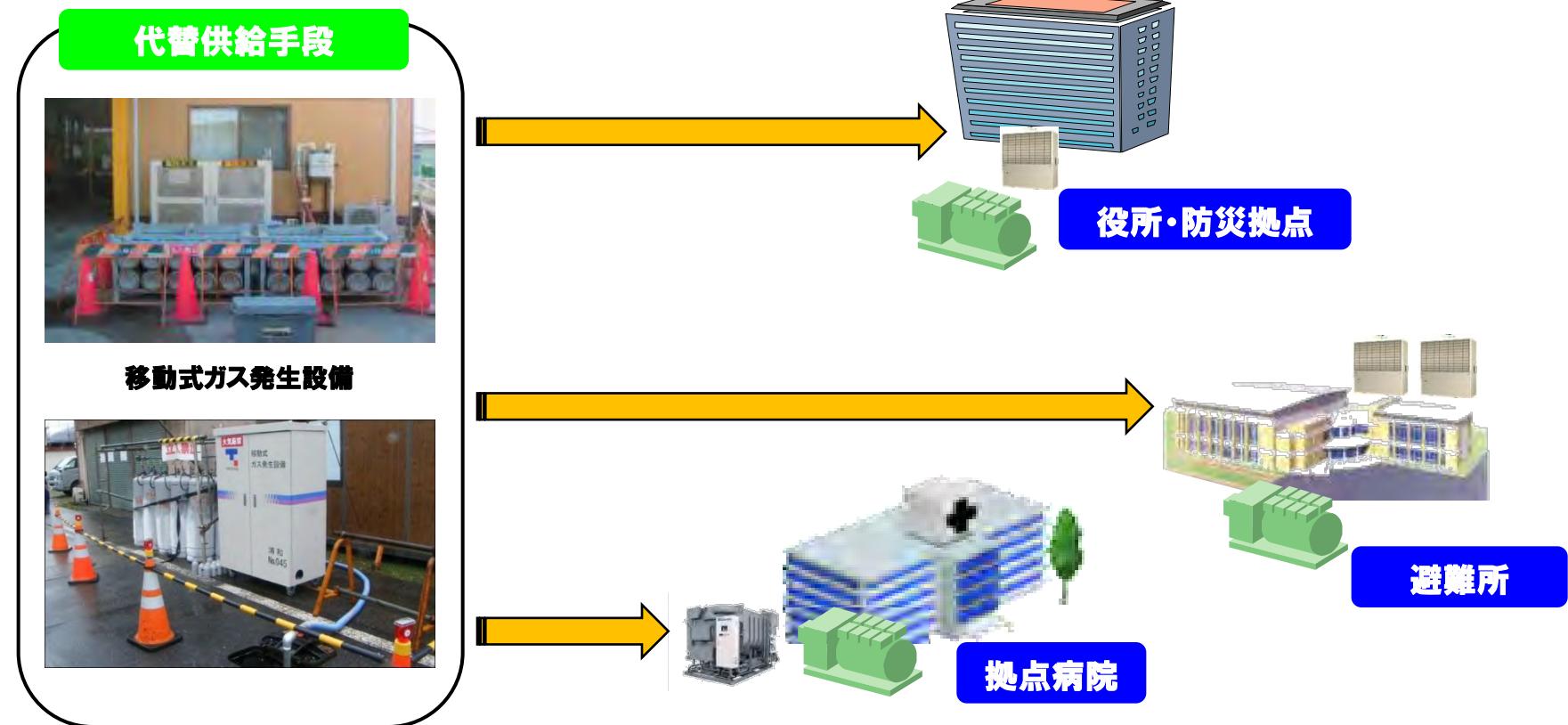
フレキ管による仮設配管



ポリエチレン管による仮設配管

⑧移動式ガス発生設備による重要施設への供給継続

- ▶ 事業者では、社会的重要度等の観点※から復旧の優先順位を考慮しながら復旧作業を実施しており、特に病院等に対しては、移動式ガス発生設備を活用することで、より速やかな供給再開を行う。



※事業者では、救急指定病院、福祉施設、ごみ焼却場、斎場、公共性が高く避難所にもなり得る施設等社会的
重要度の高い施設をリスト化する等の対応を図っている。

⑧移動式ガス発生設備による重要施設への供給継続

- 大規模災害発生時に、当該事業者の移動式ガス発生設備の所有数だけでは対応しきれない場合に備え、「広域融通体制」を整備し、相互活用により円滑な臨時供給を実施。
- 方式は3種類あり、空気吸入式、圧縮ガス式、液化ガス式を適材適所で活用する。

移動式ガス発生設備の種類

	空気吸入式 (PA式)	圧縮ガス式 (CNG式)	液化ガス式 (LNG式)
主な特徴	LPGボンベからの発生ガス圧力を利用し、エJECTORにより大気中の空気を吸引し、LPGと混合して都市ガス(天然ガス)と同グループのプロパンエアー(PA)ガス(低圧)を発生させる。	天然ガススタンド等で、CNGボンベ・カーボルに20MPa程度に圧縮・充填された熱調・付臭済のガスを、減圧(低圧又は中圧)して供給する。	LNG充填所等で、LNG低温用容器に充填された液熱調・液付臭済液化ガスを気化して供給する。
設備例	PA式ガス発生設備の外観。白い機械本体と、前面に「立入禁止 移動式ガス発生設備 清和 NAL45」と書かれた看板がある。周囲には警戒用のオレンジ色の桶が設置されている。	CNG式ガス発生設備の外観。複数の青い樽型のガスボンベが並んでおり、各ボンベの前に赤い警戒用の桶が置かれている。	LNG式ガス発生設備の外観。大きな白い液化ガス容器があり、作業員が安全服を着て立って操作している。

⑧移動式ガス発生設備による重要施設への供給継続

- ▶ 東日本大震災時には、病院などの緊急度の高い重要施設を中心に、多くの箇所で臨時供給が実施された。

【東日本大震災時の使用状況】

	全国の所有台数 (2009度末)	使用台数	使用台数のうち、 広域融通した台数
PA13A式(4m ³ /h)	約1,500基	109基	20基
PA13A式(30m ³ /h)	465基	91基	59基
CNG式(10m ³ /h)	34基	3基	—
CNG式(50～100m ³ /h)	72基	3基	2基
LNG式(50m ³ /h)	16基	1基	1基
合計	約2,000基	207基	82基



移動式ガス発生設備(PA13A)の広域融通



移動式ガス発生設備(PA13A)の設置状況



LNGローリー+移動式ガス発生設備(50m³/h)による臨時供給

⑧移動式ガス発生設備による重要施設への供給継続

【参考】災害時の優先復旧について

復旧優先順位に関する基本的な考え方に基づき、各事業者において、リスト化等の事前準備を実施済みであり、これを元に、被災時のあるべき状況を総合的に勘案しながら、迅速に復旧する。

■基本的な考え方

復旧優先順位の決定に際しては、救急指定病院、福祉施設、ごみ焼却場、斎場、公共性が高く避難所にもなり得る施設等の社会的重要性の高い施設を考慮しつつ、被災状況や復旧難易度等もふまえながら、復旧効果の大きいものから復旧する。



■各事業者での対応

上記の考え方に基づき、実務的な準備として、優先復旧需要家のリスト作成(需要家別のガスの使用状況や用途などの情報)など実施している。被災時は、これらを元に、実際の復旧作業現場のあるべき状況を総合的に勘案しながら、迅速に復旧する。

《東日本大震災における実績》

救急指定病院や福祉施設、避難所等に対して、移動式ガス発生設備の活用等により、早期復旧を実現している。

⑨臨時製造設備の業界内広域融通策の仕組み作り

- ▶ 東日本大震災で、製造所被災時に臨時製造設備による代替製造が早期復旧に寄与したため、業界の更なる取り組みとして、臨時製造設備を業界内で広域融通するための仕組みを構築し、運用する。（平成26年度中に運用開始予定）

【臨時製造設備の設置例】



⑩重要電気設備等の津波浸水対策の推進

- 日本ガス協会にて、建屋浸水対策、電気設備嵩上げ、非常用発電機の保有等の具体策を盛り込んだ津波対策に関する要領を策定した。(平成25年9月)
- これに基づき各事業者では、津波対策を推進中

津波対策の実施例

扉：水密性確保
(エアタイト扉等)



浸水を免れた
エアタイト扉

開口部：
位置のかさあげ



ケーブル導入口
：水密性確保(砂詰め等)



機器設置レベル
のかさあげ



⑪復旧活動時前進基地や資機材置場の整備

- 復旧活動を行う際の重要拠点となる、現場の前進基地や資機材置場などの用地を供給エリア内各所にリストアップしている他、復旧作業に従事する予定の復旧応援隊が十分な環境で作業できるよう、宿泊地の確保や食料などのバックアップ体制も整えている。

【前進基地のイメージ】



【資機材置き場のイメージ】



⑫緊急対応訓練の強化

- 緊急時の迅速且つ的確な対応が図れるよう、防災レベルの強化を目的とした定期的な防災訓練を実施。

自社内の訓練に留まらず、広域事業者間の復旧応援を想定した内容としており、訓練対象者も、社員だけでなく協力会社や他事業者も巻き込んだ複合型のより実践的なものとしており、防災意識の啓発により、ガス業界が一丸となり防災力のレベルアップを図っている。

【二社合同での訓練】



【地震防災訓練(災害対策本部)】



⑬早期復旧のための教育強化

- 定期的な防災訓練に加え、非常時の現場対応を行うキーマンに対して、個別に防災スキル強化のための個別教育を実施している。
また、復旧作業に従事する予定の社員及び協力会社に対して防災関連の講習会を開催しており、防災力のボトムアップを図っている。

【防災教育のイメージ】



【防災関連の講習会イメージ】



⑯事業継続計画・マニュアル類の見直し

- 過去の地震対応の実績などから緊急時の対応マニュアルを各社整備しており、東日本大震災での教訓もふまえ見直しを実施し、これまでの想定を上回る事象に対し、柔軟に対応できるよう、対応済み。
今後、各自治体から発表予定のある地域防災計画の内容をふまえながら、防災訓練等により新たに想定に含めるべきポイント等を加えていく。
➤ 各事業者にて作成する事業継続計画(BCP)の策定に関して、東日本大震災における各種教訓をふまえた見直しを実施しており、復旧の迅速化の観点にて、これまで想定外としていた過酷な事象に対しても、柔軟に迅速な対応が図れるよう見直しを図っている。

⑯行政他関連事業者との連携強化

▶ 行政・消防・警察との連携

災害時の円滑な連携を目的に、地元の行政や消防、警察などと情報提供に関する、専用回線によるホットラインの構築や、システム連携による迅速な情報共有などを図っており、災害時の通信途絶リスクに対して、通信手段の増強を図っている。

▶ 道路管理者や他ライフライン事業者との連携

復旧段階において、道路管理者や占用事業者と円滑に効率的なやり取りができるよう、災害時の特別条件に関する覚書の締結などを進めており、今後も、この動きを拡大していく予定。

【消防との合同訓練】



⑯緊急時協力体制に関する協定締結

- 復旧に必要な現場作業を担う工事会社との間で、非常時に確実に要員を確保し、ガス事業者の復旧作業に従事してもらう覚書の締結等を実施している。
また、緊急時連絡手段の確保のため、各種通信手段を駆使しながら、定期的に緊急連絡の訓練を行うなどしている。

【警察や協力会社等との合同訓練】



【協力会社の作業イメージ】



17停電対応の強化

- 東日本大震災において顕在化した長時間の停電リスクに対して、各種設備の運用管理や復旧作業時の支障にならないよう、非常用発電設備の増強やバッテリーの長時間化、予備燃料の確保などの対策を進めている。
また、東日本大震災において、ガソリンなどの燃料不足が深刻化した問題をふまえ、各社の主要拠点へのガソリンスタンドの新設や、ガソリン販売事業者との災害時の優先供給に関する協定を締結するなどの対策を実施している。

【非常用発電設備設置状況】



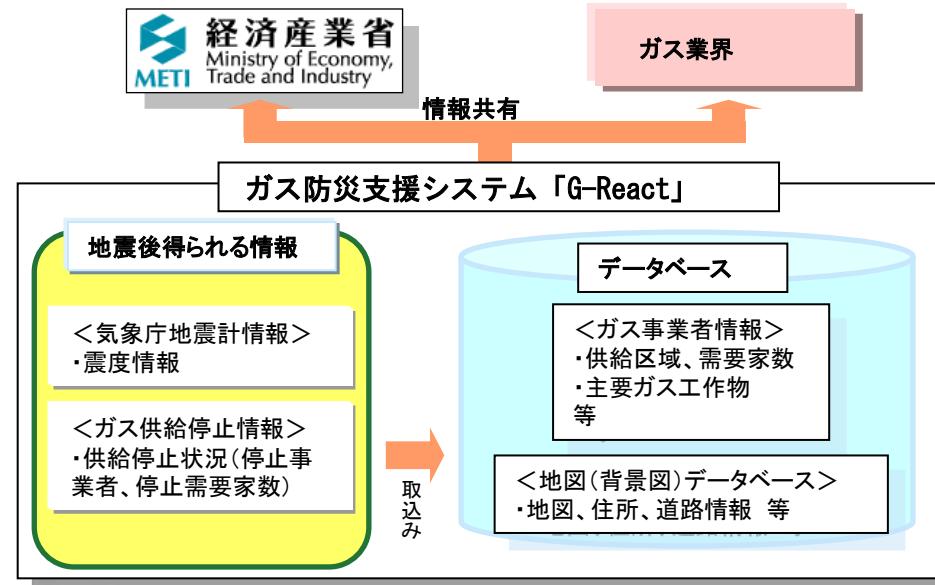
【ガス事業者内ガソリンスタンド】



⑯システムの有効活用

- 復旧作業において必要となる、ガス設備自体の仕様や設置環境などの関連情報を自社でそれぞれ構築したシステムにて管理しており、緊急時対応に活用している。また、このうち重要な情報については、一事業者だけでなく、国が構築したガス防災支援システム「G-React」を通じて、全国で円滑な情報共有が可能な仕組みを構築している。

【G-Reactの概要図】



⑯無線の有効活用

- 復旧活動を行う際、離れた拠点との連絡手段をより確実なものとするため、ガス事業者用として割り当てられている無線周波数を活用し、非常時でも確実に情報通信が可能となるよう、無線網を構築している。
また、復旧作業時にこれらを効率的に活用するため、復旧作業における無線運用計画に関するルールを策定しており、迅速な作業の一助としている。

【復旧応援波の運用イメージ】

