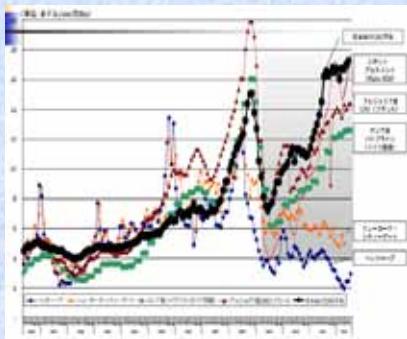


# 我が国の天然ガス 供給セキュリティシステムを考える

河合 小西 小山 中原

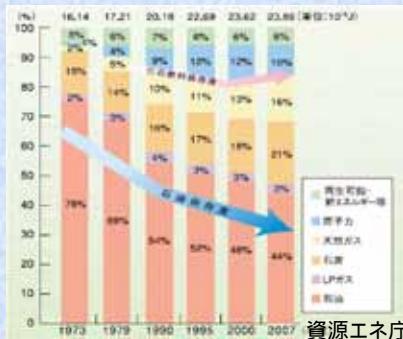
## 背景

各国LNG輸入価格の推移



- ・ガス価格に比べ、石油価格に連動しているLNG価格が高い
- ・ガスとの競争がないため、他地域と比べLNG価格が高くなっている

日本の電力源構成



- ・CO2排出量が少ないこと、シェールガス革命により生産量が増加していることなどから天然ガスの需要が増加している

東日本大震災時のパイプライン



- ・LNG基地が被害を受けた被災地でもパイプラインは無傷だったため、エネルギー供給の回復が早かった

現在の国内  
天然ガスパイプライン網



欧州・北東アジアの  
天然ガスパイプライン網



韓国の天然ガスパイプライン網



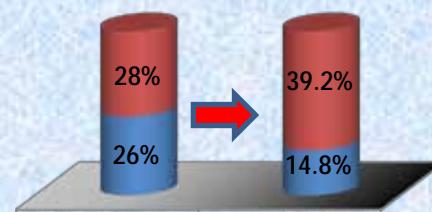
## 供給システムのモデル

### 仮定

- ・日本を9つの地域に区分
- ・陸上P/Lは新幹線の線路の下を通す
- ・海底P/Lはなるべく最短になるよう決定
- ・原発の寿命を40年と仮定
- ・原発廃炉分の電力をすべて天然ガスで補う(図1)
- ・天然ガス消費量は現在の1.4倍
- ・サハリン・朝鮮半島P/Lからガス輸送(元はロシア)
- ・LNG輸入量上限をタンク容量の8倍に設定
- ・輸入・輸送・建設コストを最小化するような輸送システムを作成
- ・平時はガス輸入比率上限を33%に設定  
(安全保障の観点から)



P/Lモデル



現在と2030年の電力別発電...

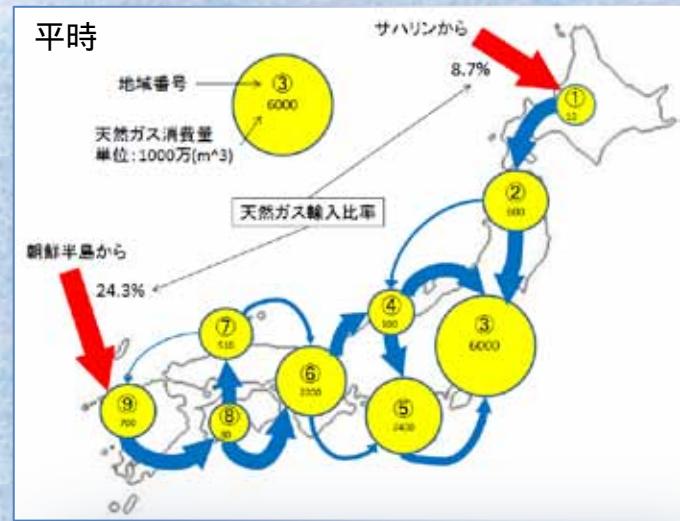
(図1)

## ・平時の国内天然ガス供給体制

### 結果

- ・直観的な供給ルートの相違  
(近畿→中部→関東ではなく近畿→北陸→関東)
- ・朝鮮半島からの輸入が多くなった  
九州・関東間の距離 < 北海道・関東間の距離なのでコストの面より朝鮮半島からの輸入が多くなっている

関東では最大規模の袖ヶ浦LNG基地レベル(280万kl)を3箇所増設する必要がある



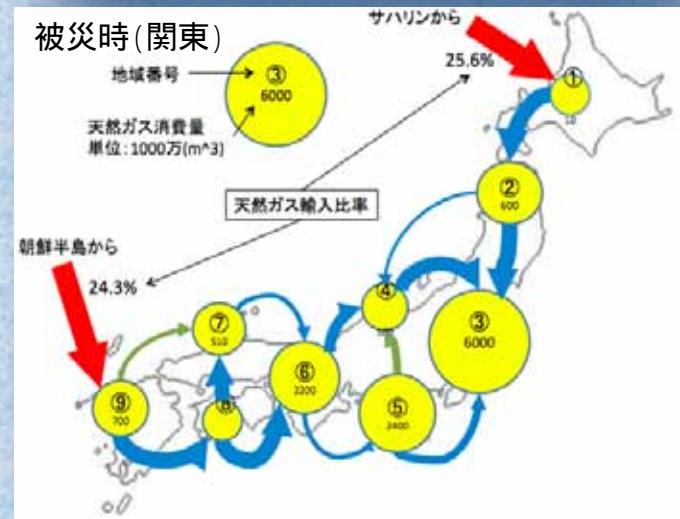
## ・災害時の国内天然ガス供給体制

### 仮定

- ・被災地の消費量を0.8倍と仮定
- ・被災地のLNG輸入量は受入基地の損壊のため0と仮定
- ・ガス輸入比率上限を50%に設定

### 結果

- ・サハリンからの天然ガス輸入量が増加した  
隣接地域から関東へのLNG供給の方がサハリンからのガス供給よりコスト的に優位だから



## ・パイプラインの強度計算

- ・P/Lモデルの最大流量を流せる能力
- ・海上20MPa、陸上8MPaの圧力規制
- ・導管直径50.8cm, 91.44cm, 142.24cmからの選択
- ・Pが~1MPaで1.4~10.5mm、1Mpa~10MPaで4.5~40mm、10MPa~で~50mmの導管肉厚制約条件
- ・上記の条件を満たした上で最終的には最も使用鉄材のコストの最小化によるP/L形状選択

$$\text{流量式 } Q = Kv\{10000(P_1^2 - P_2^2)D^5 / SLG^2\}$$

$$= 531P_1v(15D^5 / 13L)$$

$$\text{周方向応力式 } h = PD / 2\sigma_n \quad \text{設計係数式 } \sigma_n = k\sigma_y$$

$$\text{使用鉄量 } M[m^3] = \pi h(D-h)L \times 0.0001$$

強度のより高いX120鉄材の単価はX65鉄材の1.3倍

## ・提言

各地域の年間LNG受入可能量 = LNGタンク容量 × 8  
(現在のLNGタンクの年間回転数は約8回)

K = 各地域のガス輸入量 / 各地域の年間LNG受入可能量

K > 1の東北、関東、北陸、中部の地域ではLNG基地の増設をするべき

具体的には、

東北: 16万kl 関東: 700万kl 北陸: 43.2万kl

中部: 70万kl 程度のタンクの増強をすべき

設計計数国内(k=0.4)								
コース	流量(m³/h)	長さ(km)	位置	最大圧力(MPa)	使用鉄材	導管直径(cm)	導管肉厚(mm)	
1⇔2	3200000	739	SEA	19.98	X120	142.24	43	総延長
2⇔3	3420000	197	SEA	11.02	X120	142.24	24	3563.9km
2⇔4	0.12	174	LAND	4.78 × 10 <sup>(-6)</sup>	X65	50.8	1.4	
3⇔4	1930000	118	LAND	4.82	X120	142.24	11	
3⇔5	280000	209	SEA	12.39	X120	50.8	9.6	
4⇔5	570000	103	SEA	17.38	X120	50.8	14	
4⇔6	430000	397	SEA	5.91	X120	91.44	8.2	
5⇔6	1.09	435	LAND	6.99 × 10 <sup>(-5)</sup>	X65	50.8	1.4	
6⇔7	0.44	311	LAND	2.39 × 10 <sup>(-5)</sup>	X65	50.8	1.4	相対総コスト
6⇔8	2900000	153	SEA	8.24	X120	142.24	18	295890
7⇔8	580000	28.9	LAMD	2.16	X65	91.44	5.6	(X65の鉄材
7⇔9	0.15	431	SEA	9.12 × 10 <sup>(-6)</sup>	X65	50.8	1.4	1m³の価格を
8⇔9	3570000	268	SEA	13.43	X120	142.24	29	1として)
設計計数海外(k=0.72)								
コース	流量(m³/h)	長さ(km)	位置	最大圧力(MPa)	使用鉄材	導管直径(cm)	導管肉厚(mm)	
1⇔2	3200000	739	SEA	19.98	X120	142.24	24	
2⇔3	3420000	197	SEA	11.02	X120	142.24	13	
2⇔4	0.12	174	LAND	4.78 × 10 <sup>(-6)</sup>	X65	50.8	1.4	
3⇔4	1930000	118	LAND	4.82	X120	142.24	5.8	
3⇔5	280000	209	SEA	12.39	X120	50.8	5.3	
4⇔5	570000	103	SEA	17.38	X120	50.8	7.4	
4⇔6	430000	397	SEA	5.91	X120	91.44	4.6	
5⇔6	1.09	435	LAND	6.99 × 10 <sup>(-5)</sup>	X65	50.8	1.4	
6⇔7	0.44	311	LAND	2.39 × 10 <sup>(-5)</sup>	X65	50.8	1.4	
6⇔8	2900000	153	SEA	8.24	X120	142.24	9.9	
7⇔8	580000	28.9	LAMD	2.16	X65	91.44	4.5	相対総コスト
7⇔9	0.15	431	SEA	9.12 × 10 <sup>(-6)</sup>	X65	50.8	1.4	168797
8⇔9	3570000	268	SEA	13.43	X120	142.24	17	

	北海道	東北	関東	北陸	中部	関西	中国	四国	九州
北海道	0	0	1.35759	0	1.24393	0	0	0	0
東北	0	0	1.05575	0	1.19554	0	0	0	0
関東	0	2.13481	0	0.00954269	1.52513	0	0	1.29338E-09	0
北陸	0	3.1868E-06	1.23612	0	1.128	0	0	0	0
中部	0	4.87398E-06	1.03193	1.26537	0	0	0	0	0
関西	0	6.92125E-06	1.15955	4.21955E-07	0.980793	0	0	1.16962E-07	0
中国	0	0	1.31439	0	1.20959	0	0	0	0
四国	0	0	1.35919	0	1.12929	0	0	0	0
九州	0	0	0.942193	1.65345E-09	1.06191	0	0	8.67319E-08	0

設計計数を全て海外基準(一部)で導入した場合コストは現状国内基準の57%

周辺影響が少ない海底P/Lのみ基準を引き下げたとしても十分なコスト削減

国内地域間パイプライン計画を進めてインフラ強化するならば先行して設計基準引き下げの再検討を行うべき