

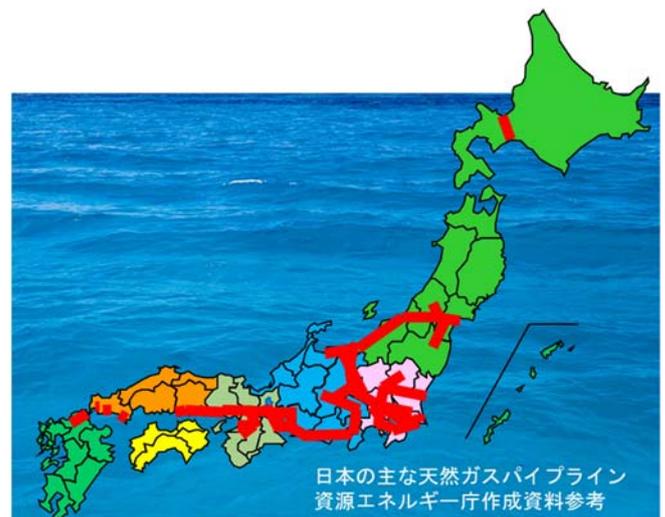
# 電力ガス自由化と 管路系流体シミュレーション

2018年9月11日(火)開催

## プログラム

13:30~13:40(10分)	主催者あいさつ アドバンスソフト株式会社のご紹介 ..... 1 取締役 森田 秀利
13:40~14:25(45分)	「ガス自由化・導管分離, 国土ガスハイウェイ構想とシミュレーション」 ..... 5 株式会社 国土ガスハイウェイ 取締役 松崎 浩憲 様
14:25~15:10(45分)	「国土ガスハイウェイの流送シミュレーション ..... ※非公開です ~サハリン経由で列島縦断する天然ガスネットワーク~」 株式会社 国土ガスハイウェイ 客員研究員 井上 幸雄 様
15:10~15:20(10分)	休憩
15:20~16:20(60分)	「電力ガス自由化における管路系シミュレーションの活用」 ..... 23 主任研究員 秋村 友香 主任研究員 大須賀 直子 研究員 関口 昂臣
16:20~16:30(10分)	各種ソフトウェアおよび関連サービス ..... ※一部非公開です ..... 63 主任研究員 富塚 孝之

AdvanceSoft





# アドバンスソフト株式会社のご紹介

【技術セミナー】管路系セミナー  
「電力ガス自由化と管路系流体シミュレーション」  
2018年9月11日（火）  
アドバンスソフト株式会社



## 会社概要

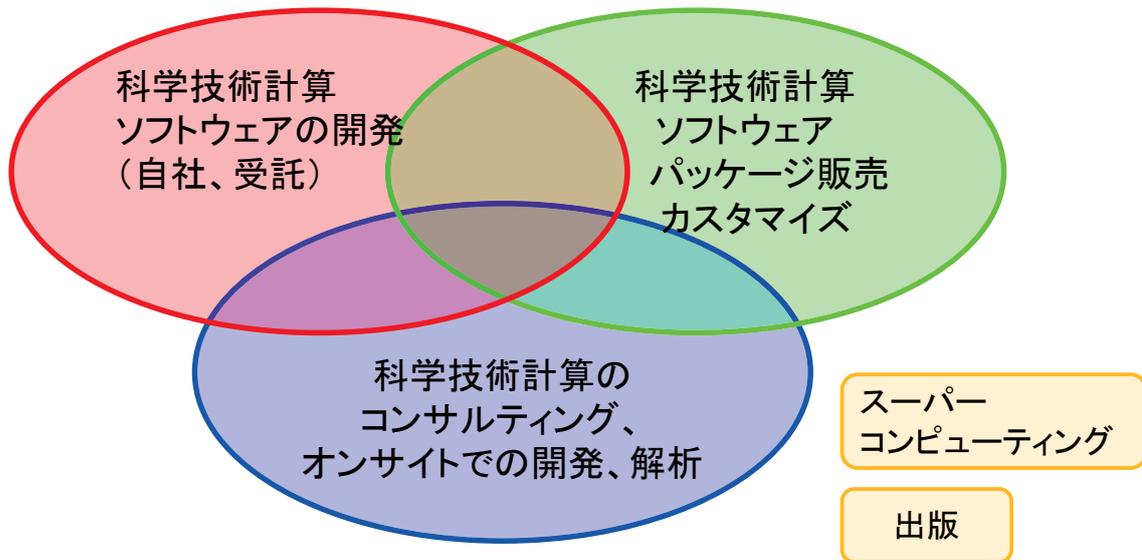
**名称** アドバンスソフト株式会社  
(英文社名 AdvanceSoft Corporation)  
**本社** 〒101-0062  
東京都千代田区神田駿河台4-3  
新お茶の水ビル17階 西  
TEL: 03-6826-3970  
FAX:03-5283-6580  
**設立** 2002年(平成14年)4月24日  
**資本金** 3,724万円  
**社員数** 108名(2018年7月1日時点)

事業部	部	業務概要
第1事業部	技術第1部	・ナノ材料の第一原理計算、量子化学計算やメソ領域の開発など
	技術第2部	・プリポスト・可視化システム・連成システム開発、構造解析エンジニアリングなど
	技術第6部	・次世代TCADシステムの開発 ・環境関連の開発、解析業務
第2事業部	技術第4部	・混相流に係わる次世代流体システム開発など
第3事業部	技術第3部	・乱流、燃焼、化学反応等に係わる次世代流体システム開発など
	技術第7部	・J-PARCに係わるプロジェクトの実施等
第4事業部	技術第5部	・原子力・エネルギー利用に係る安全性解析など ・管路系流体解析エンジニアリング業務
—	総合企画部	・スーパーコンピューティングサービス ・防災シミュレーション ・コンサルティングサービスの提供 ・解析サービスの提供
営業本部	営業部	・お客様窓口



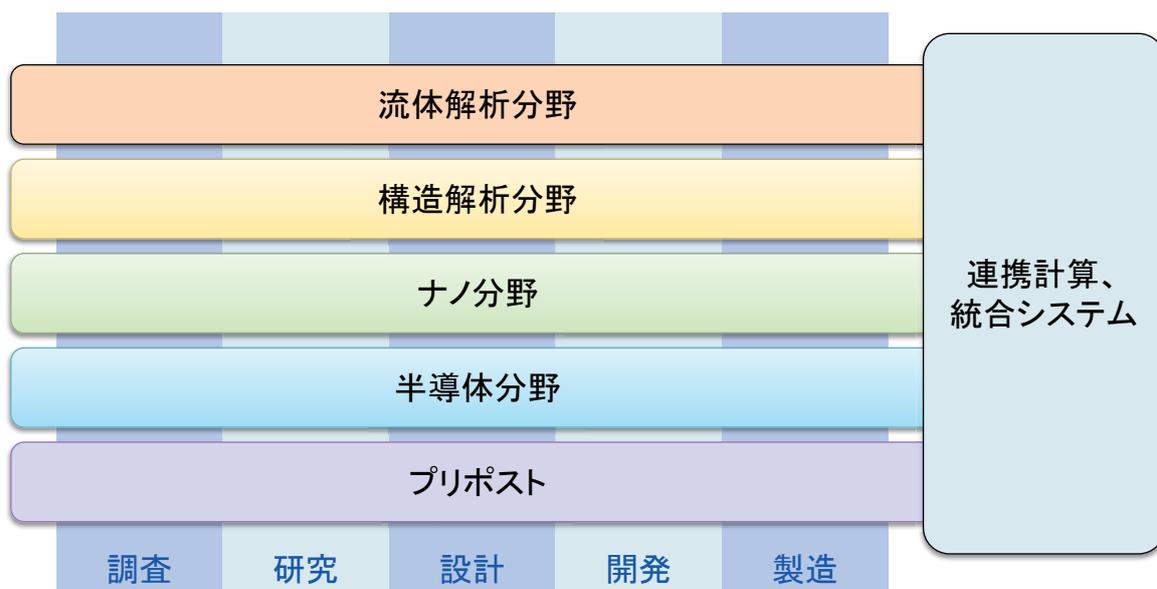
# 事業内容

## アドバンスソフトがご提供するサービス



科学技術計算ソフトウェアの開発を基礎とした、科学技術計算に関する様々なソリューションをご提供します。

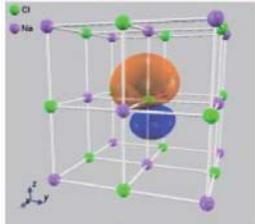
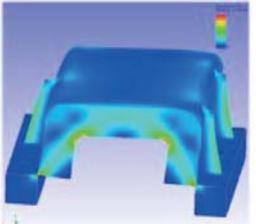
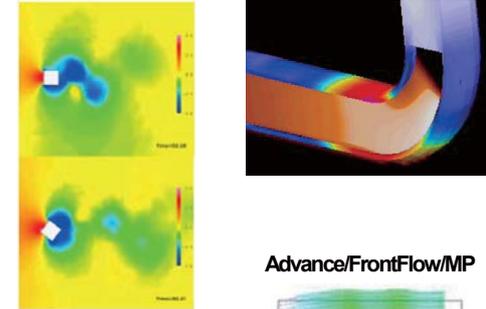
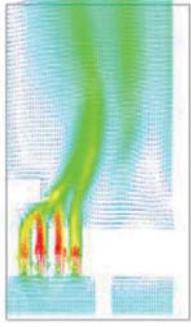
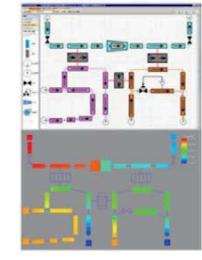
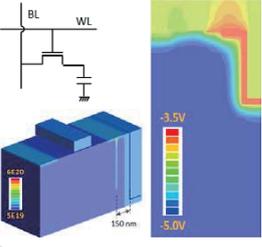
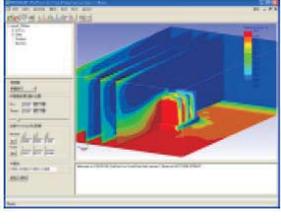
# 事業分野



産業の主要な分野のあらゆるフェーズで直面する課題に対し、科学技術計算によるソリューションをご提供します。

# アドバンスソフトのパッケージソフトウェア



<p><b>ナノ</b></p> <p>Advance/PHASE</p> 	<p><b>構造</b></p> <p>Advance/FrontSTR</p> 	<p><b>流体</b></p> <p>Advance/FrontFlow/red    Advance/FrontFlow/FOCUS</p>  <p>Advance/FrontFlow/MP</p>  <p>Advance/FrontNetシリーズ</p> 	
<p><b>半導体</b></p> <p>Advance/TCAD</p> 	<p><b>プリポスト</b></p> <p>Advance/REVOCAP</p> 		

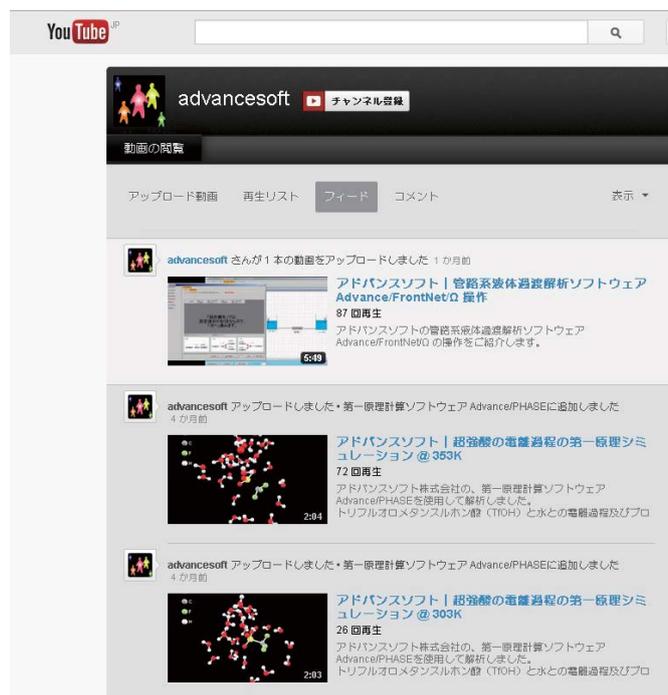
※上記は主要パッケージを掲載しています。詳細は弊社HP(www.advancesoft.jp)をご参照ください。

# facebook、YouTubeでも関連記事を掲載中



<http://www.facebook.com/advancesoft.jp>

<http://www.youtube.com/user/advancesoft>







# 自由化・導管分離、 国土ガスハイウェイ構想とシミュレーション

平成30年9月11日

株式会社 国土ガスハイウェイ  
取締役 松崎 浩憲

## 内容（目次）



### I. 背景と意義

1. 欧州の高圧ガスパイプラインの現状	2
2. 米国の高圧ガスパイプラインの現状	3
3. 中国の高圧ガスパイプラインの現状	4
4. 台湾と韓国の高圧ガスパイプラインの現状	5
5. 我が国の高圧ガスパイプラインの現状	6
6. 高圧ガスパイプライン敷設距離・コスト、料金の国際比較	7
7. 天然ガス流通構造に起因する日本国内の脆弱性	8
8. 国土ガスハイウェイ(幹線高圧ガスパイプライン)の性格	9
9. 国土ガスハイウェイ構想の意義	10
10. 国土ガスハイウェイの全体構想	11

### II. 事業概要

1. 事業コンセプト	12
2. 事業の経緯	13
3. 事業構成	14
4. 基本の事業モデル	15
5. 2017年度の成果	16
6. 「高速道路における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題検討報告書」の概要	17

### 7. 気体ガスの管路網流動シミュレーションモデルの開発

【Advance/FrontNet/「カスタマイズ」】の概要	18
--------------------------------	----

### 8. 2018年度の計画

19
----

### III. 北近畿ガスハイウェイプロジェクト

1. 全体計画	20
2. ガスパイプライン(TSO : Transmission System Operator)	21
3. ガス火力発電	22
4. フリーアクセスFSRU(浮体式LNG受入基地)	23
5. 整備スケジュール	24

### 参考資料

参考資料1. 国土ガスハイウェイの段階整備計画(案)	25
参考資料2. 国土ガスハイウェイの事業化スケジュール(案)	26
参考資料3. 台湾での先行事例	27
参考資料4. 第5期エネルギー基本計画と原発の現状	28
参考資料5. 現実的な水素の輸送手段	29
参考資料6. ガスパイプラインのインフラを利用した他事業との連携	30
参考資料7. 京都府・兵庫県が検討する高圧ガスパイプライン整備	31
参考資料8. 今後の天然ガスパイプライン整備に関する指針(案)[H28.6]の概要	32



# 1. 欧州の高圧ガスパイプラインの現状

- 1940～60年代の国産天然ガス開発を契機に、欧州各国は国内パイプライン網を整備。
- 域内のガス需要増に伴い、1970年代からロシアからのガス受入れのため国際パイプラインを整備。

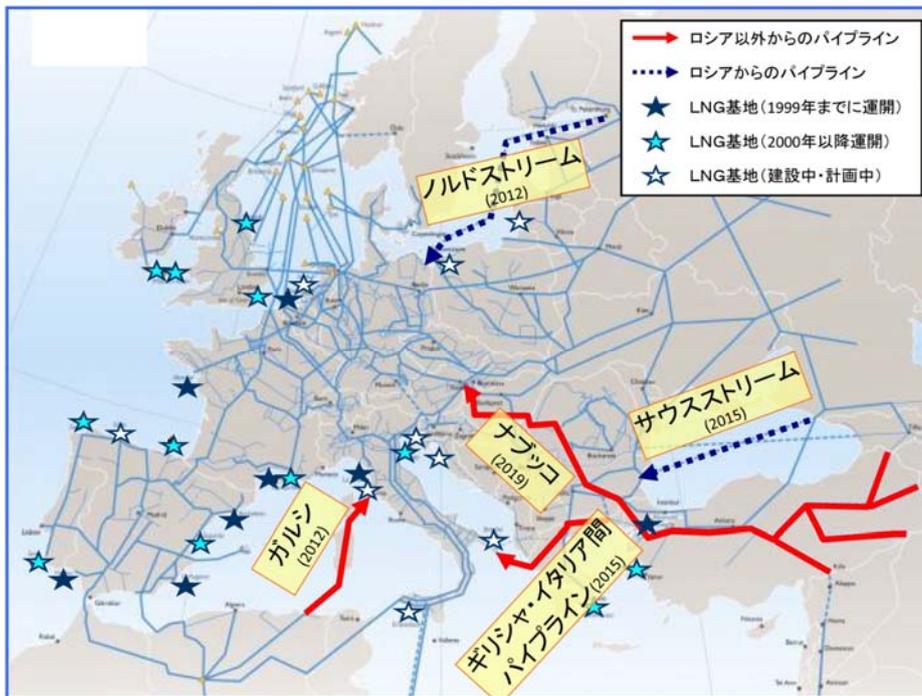


図1. 欧州のパイプラインの現状

(出典:ガス事業のあり方に関する検討会資料(日本ガス協会に加筆))



# 2. 米国の高圧ガスパイプラインの現状

- 1930年代から長距離高圧ガスパイプラインを整備開始。
- 第二次世界大戦後の需要増やメキシコ湾を中心とする豊富な天然ガスの発見を受け、パイプライン網を整備。
- 近年のシェールガスの増産により、ガスパイプラインとLNG基地を増強。



図2. 米国のパイプラインの現状

(出典:ガス事業のあり方に関する検討会資料(日本ガス協会に加筆))



### 3. 中国の高圧ガスパイプラインの現状

- 天然ガスの将来需要（2035年に5倍増）に向け、LNG基地・輸入パイプライン、国産ガス田（タリム・四川盆地等）からの輸送パイプラインを整備中。



図3. 中国のパイプラインの現状

(出典: CNPC)



### 4. 台湾と韓国の高圧ガスパイプラインの現状

- 1984年 LNG基地とパイプライン建設開始
- 1990年 LNG基地の運転開始
- 2000年 陸上幹線・海底幹線パイプライン (730km) 完成

- 1983年 LNG基地とパイプライン建設開始
- 1986年 LNG基地の運転開始
- 2002年 幹線パイプライン完成
- 2007年 輸送幹線 (2,739km)

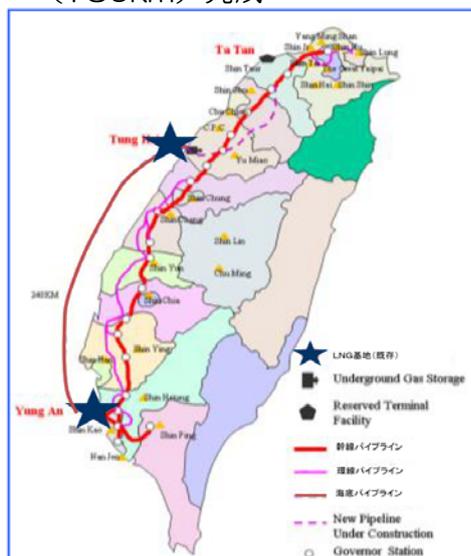


図4. 台湾のパイプライン・LNG基地等の現状



図5. 韓国のパイプライン・LNG基地等の現状

(出典: KOGAS「2008 Annual Report」、IEA「Natural Gas Information 2009」、中華民国公用瓦斯事業協會ホームページ、IEEJ「天然ガスパイプライン建設における諸外国政府の関与状況」KOGAS「2008 Annual Report」、IEA「Natural Gas Information 2009」、中華民国公用瓦斯事業協會ホームページ、IEEJ「天然ガスパイプライン建設における諸外国政府の関与状況」)



## 5. 我が国の高圧ガスパイプラインの現状

- 国際輸送はLNG船を利用した船舶輸送、国内輸送はLNG内航船、鉄道、自動車ローリー等で、パイプラインを活用した国内輸送は、微々たる水準に留まっている。
- 事業者はガスの需要見通しを立てた上で、投資採算性を勘案し、天然ガスインフラを整備してきた。この結果、LNG基地等については、その整備は順調に進展してきている一方、主要大都市間やLNG基地間を連携するパイプラインの整備は進んでいない状況にある。

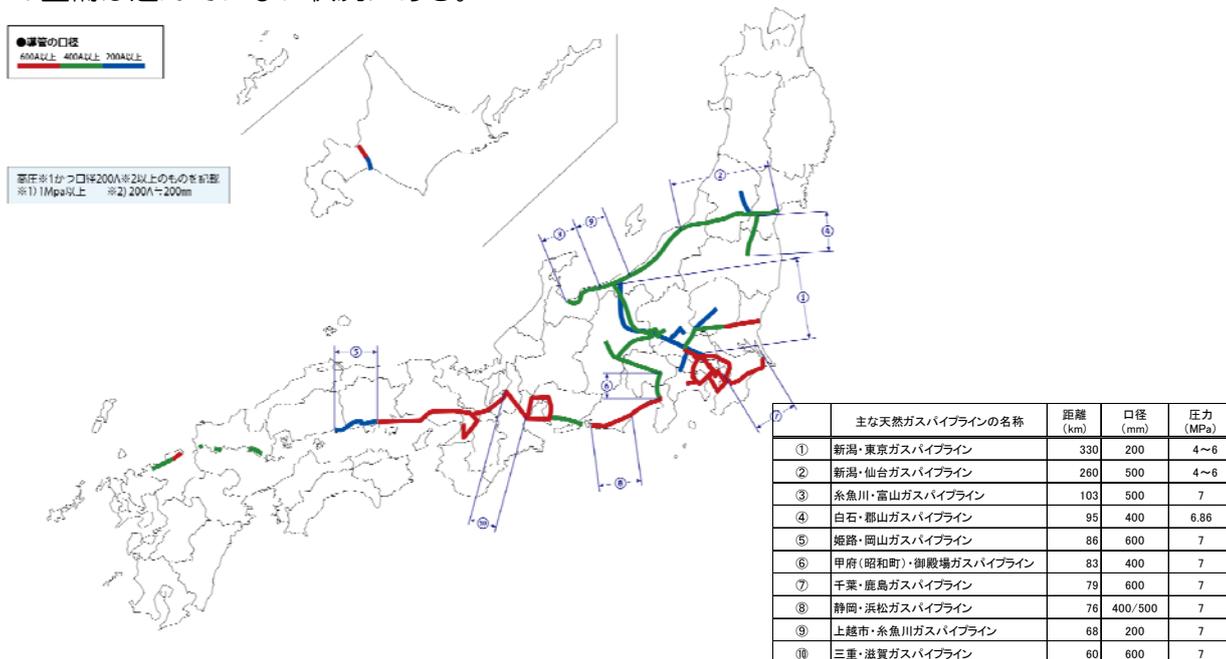


図6. 我が国のパイプラインの現状



## 6. 高圧ガスパイプライン敷設距離・コスト、料金の国際比較

- 我が国の高圧ガスパイプライン（輸送ライン）は、供給ライン（中低圧導管）の距離に比べて貧弱（表1）。
- 我が国の天然ガス幹線導管の敷設コストは、単位コストで比較すると、海外よりも一桁高い（表2）。
- 我が国のガス料金は、諸外国よりも2~4程度、高い（図7）。

表1. 天然ガス幹線導管敷設距離の国際比較

(単位: Km)

	年	石油パイプライン	天然ガスパイプライン		
			輸送ライン	供給ライン	合計
アメリカ	2002	-	525,540	1,781,301	2,306,841
英国	2001	4,638	19,005	261,765	280,770
イタリア	2000	4,347	30,500	190,000	220,500
ドイツ	2001	2,370	59,000	311,000	370,000
フランス	2001	5,746	34,400	165,100	199,500
日本	2000	7.8	1,397	211,180	212,577

(出典: ENERGY & FIGURES 2003, EUROSTAT)

表2. 天然ガス幹線導管敷設コストの国際比較

		内径 (inch)	距離 (Km)	単位コスト \$/Inch/m	工事年 (着工)
国内陸上PL	帝石静岡ライン (昭和-御殿場)	15	83	200	2004
	大阪ガス滋賀ライン (草津-多賀)	23	46	230	2003
	東京ガス中央幹線	23	23	370	2004
海外陸上PL	ボリビア-ブラジル	24	3,150	28	1999
	ウレンゴイ (ロシア) - ウージュホロド (ウクライナ)	56	3,200	25	1983
	NE プリティッシュコロンビア (カナダ)	42	2,988	30	2000

(出典: 第7回ガスエネルギー小委員会配付資料 (青山伸昭氏の提出資料))

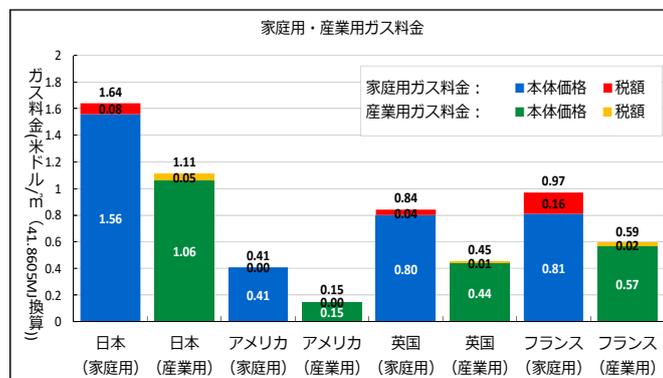


図7. ガス料金の国際比較

(注) アメリカは本体価格と税額の内訳不明。日本のみ年度。  
出典: OECD/IEA「Energy Prices & Taxes 4th Quarter 2013」、  
日本は日本ガス協会「ガス事業便覧平成25年版」を基に作成



## 7. 天然ガス流通構造に起因する日本国内の脆弱性

### ◆割高なガス小売価格による**国民経済活動の負担**

- ・ガス小売価格の高止まり要因として、**流動性の低いガス流通**。
- ・高圧ガス幹線パイプライン網を持たないのは**先進国で日本のみ**。

### ◆災害時に生じる**エネルギー安定供給の不安**

- ・東日本大震災で露呈したエネルギー安定供給インフラの不全性。
- 兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）：震度7を観測した地点に高圧ガスパイプラインは存在しなかったものの、震度7エリア内にある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。高圧ガスパイプラインの材質等の仕様は、中圧ガスパイプラインよりグレードが上であり、同じ裏波溶接法を用いているため、高圧ガスパイプラインが同じ地区に埋設されていたとしても健全であったと結論づけている。
- 東日本大震災：震度7を観測した地点に高圧ガスパイプラインは存在しなかったものの、震度6強の範囲内の高圧ガスパイプラインに被害はなかった。



**国土ガスハイウェイ（幹線高圧ガスパイプライン）の早急な整備が必要**



## 8. 国土ガスハイウェイ（幹線高圧ガスパイプライン）の性格

- 国土ガスハイウェイは、**国土全体にわたる公平・中立な広域ガス流通のための基本インフラ**であり、基本的性格が従来のガス導管と全く異なる。
- ガス消費者、ガス輸入卸・小売事業者、ガス生産業者から所有権が完全分離した**半公共的パイプライン**。
- **いつでも、誰でも、どこからでも**、同一の料金で利用できる**托送専用のパイプラインの全国ネットワーク**。
- 電力、ガス、熱の**自由化の方向性**にマッチしたインフラ。
- 従来のパイプラインは、ガス販売業者がガスの販売手段として建設・運営・維持管理。
- 国土ガスハイウェイは、ガス取引に係る諸々の事業者が共通条件で使用できる、**言わば「ガス流通の高速道路」としての独立した事業**となる。公共性が一段高いガスの托送専門の事業。
- 国土ガスハイウェイの中で**所有権の異なるガスの物流と商流を同時に制御する事業**。言わば、国土ガスハイウェイ全体を「**巨大なガスタンク**」とみなし、運用する事業。
- 諸々の**既存パイプライン・LNG基地との公平な接続**。そして**公平な運用と使いやすい料金体系**。



# 9. 国土ガスハイウェイ構想の意義

日本列島を縦貫する高圧・大口径の幹線ガスパイプライン（国土ガスハイウェイ）を敷設し、LNG、国産ガス、輸入ガスパイプラインガスの公平・中立・低廉な託送サービスを行うことを目的とする。これによって、既存のガスインフラ（既設ガスパイプライン、LNG基地）との有機的連結を行うことができ、エネルギー自由化、国土強靱化、地球温暖化対策に貢献する。

国土ガスハイウェイの迅速な整備のため、高速道路空間の活用を行い、将来の国土ガスハイウェイと輸入ガスパイプラインの一体的運用への道を開く。

## 1. エネルギー自由化へ貢献

- ①全国規模のガス導管網整備による全国ガス市場形成
- ②公平・中立・低廉なガス流通体制を整備。
- ③ガスインフラの第三者利用の促進。
- ④分散型エネルギーシステム・ユーティリティのマルチユーティリティ化を促進。

## 2. 国土強靱化へ貢献

- ①災害に強いエネルギー供給
- ②全国天然ガス供給による経済基盤強化
- ③エネルギー安全保障

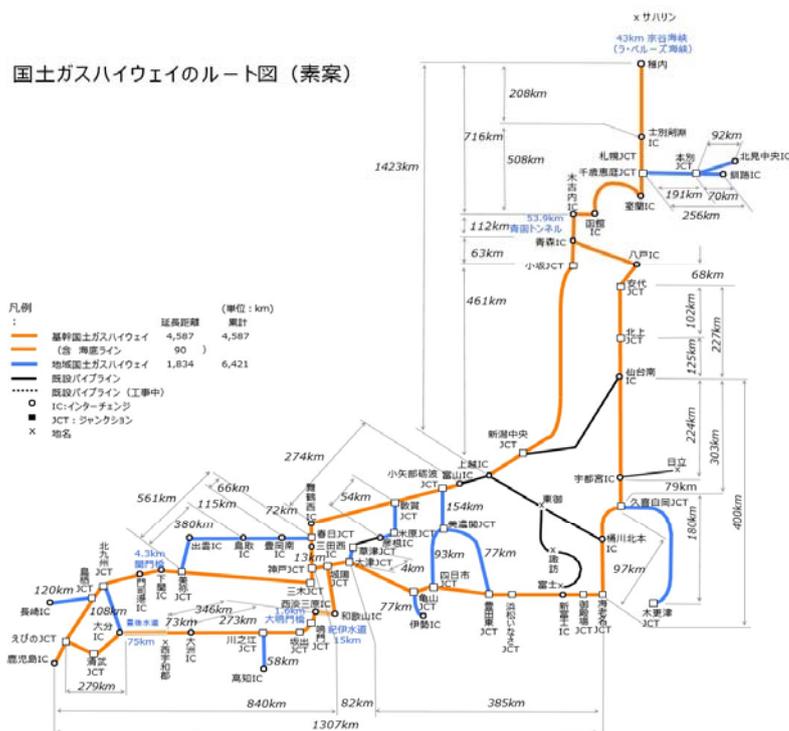
## 3. 地球温暖化対策へ貢献

- ①天然ガス発電は石炭火力発電に比較して低CO2排出（約1/2）
- ②高効率な火力発電（GTCC）、ガス利用シフト【第5次エネルギー基本計画】
- ③天然ガスパイプラインは水素社会・分散電源構築のための運搬インフラ（約20%まで混合可能）【第5次エネルギー基本計画】



# 10. 国土ガスハイウェイの全体構想

国土ガスハイウェイのルート図（素案）



人口10万人以上の都市



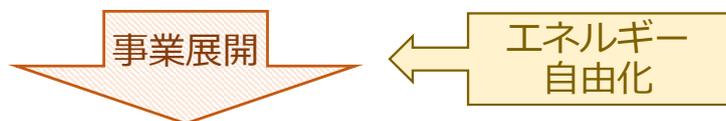
地点間距離: NEXCO各社ホームページおよび他より(株)国土ガスハイウェイ 作成

住民基本台帳(2015.1.1)をもとにした総務省データより(株)国土ガスハイウェイ企画準備 作成

図8.国土ガスハイウェイの全体構想図

# 1. 事業コンセプト

- 解決すべき課題 ・ 電力/ガスの高コストの是正：**半減**を目指す。
- 解決方法 ・ 幹線高圧ガスパイプライン(**国土ガスハイウェイ**) 整備及び既存LNGとサハリン生ガス導入で、全国の統合市場へ供給。相対的に安価と期待されるサハリン生ガスとエネルギー自由化の効果で電力/ガスのコスト半減を実現。
  - ✓ 高速道路敷地をパイプラインの敷設空間として活用  
⇒安価、迅速な施工が可能に
  - ✓ 国交省と経産省の協力のもとでパイプライン敷設の合理性検討実施  
この知見をもとに、両省の分担・協力のもと事業をスタート  
⇒事実上の独占的事業主体の地位を確保しうる



- ガス統合市場**の創出  
⇒エネルギーの**国土強靱化**
- 全国に**分散型エネルギーシステム**導入  
⇒新規雇用、新規産業の創出などを通じて**地方創生**

# 2. 事業の経緯

- 1989年～ 基幹の天然ガスパイプライン網を国内の高速道路敷地を活用して迅速に建設する必要があるとして、東京大学工学部舶用機械工学科教授の平田賢氏のイニシアチブにより、三菱総合研究所を中核に事業化の調査研究開始  
弊社代表取締役も研究に参画
- 1990年代は活発であった活動も2000年代は停滞した。
- 2010年代になって、「福島第1原発の事故（2011年）」「エネルギー事業の完全自由化の決定（電力2016年、**ガス2017年以降**、2020年以降・発送電の法的分離、**2022年以降・ガス導管の法的分離**）」「ガス火力発電技術（GTCC等）+SOFCのエネルギー技術の進展（効率80%に迫る）」に伴い、再度脚光を浴びるようになってきた。  
政策的には「国土強靱化」「地方創生」「分散型エネルギーシステムへの改編」の方向性が打ち出される。



**国土ガスハイウェイプロジェクト再始動**

### 3. 事業構成

#### 4つのサブプロジェクトで構成

国土の骨格となりうる基幹ガスパイプラインを国土ガスハイウェイと名付け、高速道路敷地を活用して迅速に建設。全国で**6,400 km** (事業形態：特定ガス導管事業)

生ガス輸入事業  
FSRU等運営

・サハリン天然ガスの国際パイプラインによる輸入&卸供給プロジェクト。年間**300億m<sup>3</sup>**  
・フリーアクセスのFSRU (浮体式LNG基地) などの導入・運営

国土  
ガスハイウェイ  
事業

天然ガス  
発電事業

分散型エネルギーシステム・マルチユーティリティ事業

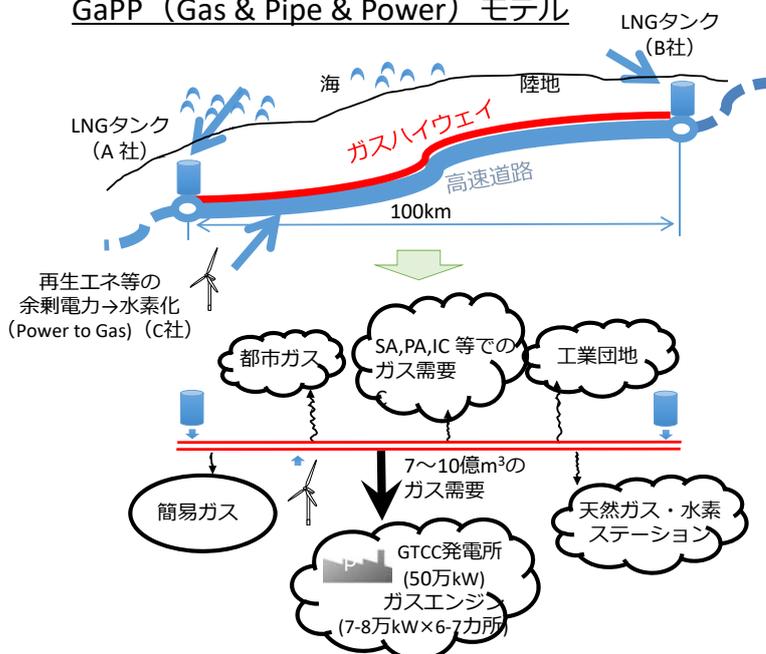
内陸立地型の最新鋭ガスコンバインド火力 (GTCC) 発電所やガスエンジン発電所を複数建設して発電。主にサハリン生ガスを活用。合計**1,500万kW**

天然ガス利用の分散電源と再生可能エネルギーを中核に、電気、都市ガス、熱、上水道等のユーティリティ事業を地域統合した供給サービス。全国**3,000地区**で開始

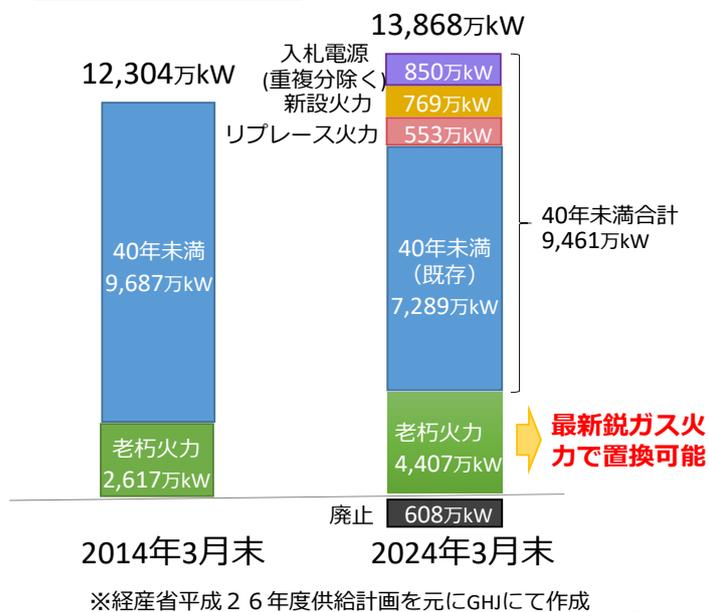
### 4. 基本の事業モデル

- ガス発電需要の創出  
※2024年3月には4,400万kW分の火力発電所(石炭・石油による発電)が40年以上経過 (現時点でリプレース等の予定未定)  
→PL延長 **100km 当たり50万kW**分のGTCCガス火力発電or小型ガスエンジン発電需要創出により採算性確保
- 沿線の工業団地の燃料転換、都市等へのガス供給(含むマルチユーティリティシステム)によりさらに利益創出

#### GaPP (Gas & Pipe & Power) モデル



#### 火力発電所の老朽化



## 5. 2017年度の成果



- 1) 一般財団法人 国土技術研究センターJICEと共同研究「高速道路における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題検討報告書」の完成
  - ・2016, 2017年度2か年にわたって、高速道路敷地における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題の検討と、その解決策の検討を行った。技術的な課題は解決可能との結論を得た。
- 2) 北近畿（舞鶴～三田間）ガスハイウェイプロジェクトのプレ事業化調査
  - ・1) の技術検討結果をもとに実際の高速道路敷地への敷設を対象にパイプラインの基本設計を行い、技術検討の評価/検証を実施するとともに、高速道路敷地活用のメリットデメリットを整理した。
  - ・対象の高速道路は、舞鶴若狭自動車道の舞鶴～三田区間の約100km区間を選択し、同区間のパイプラインの基本設計及び沿線の発電所等のガス需要予測、舞鶴港でのFSRUのLNG受入基地の検討を含むプレ事業化調査を実施した。この作業は2018年度も継続している。
- 3) サハリン生ガス輸入プロジェクト（SAGIPプロジェクト）の概念設計
  - ・弊社とロシア側カウンターパート（ROSASIAGAS）との共同作業でSAGIPプロジェクトの概念設計を行い、その成果をプレゼン資料にまとめ、日露政府関係者及びロシア側ガス輸出主体、国内ガス需要家へ説明した。そのために、モスクワで8/22～8/25ロシア政府の関係者を対象に第2回ワークショップの開催、また続いて東京で11/16にロシアの在東京駐在機関代表者を招いて第3回ワークショップを開催した。
  - ・こうした広報・PR活動を通じて、SAGIPプロジェクトの理解と認知度が日ロで大きく増進した。
- 4) 「天然ガス研究会」第2フェーズの開始
  - ・これまで休止していた自主的な調査研究のため「天然ガス研究会」を3年ぶりに、11月より再開した。3か月に1回程度の講演会を企画している。
- 5) 事業化調査準備作業－基本シミュレーションソフトの開発
  - 国内のガスハイウェイプロジェクトの事業化調査に必要な基本のソフトを整備した。
  - ・**気体ガスの管路網流動シミュレーションモデルの開発【Advance/FrontNet/「カスタマイズ」】**
  - ・財務のシミュレーションモデルの開発

## 6. 「高速道路における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題検討報告書」の概要



高速道路における天然ガスパイプライン設置に関する技術的課題検討委員会

## 委員会名簿

委員長	藤野 陽三	横浜国立大学先端科学高等研究院 (東京大学名誉教授)	上席特別教授
委員	太田 秀樹	中央大学研究開発機構 (東京工業大学名誉教授)	教授
〃	望月 正人	大阪大学大学院工学研究科	教授
〃	内藤 克彦	京都大学大学院経済学研究科	特任教授
〃	秋葉 洋	総務省 消防庁	危険物保安室長
〃	藤本 武士	経済産業省 資源エネルギー庁電力・ガス事業部	ガス市場整備室長
〃	鎌原 宜文	国土交通省道路局	路政課長
〃	伊勢田 敏	国土交通省道路局	高速道路課長
〃	木村 嘉富	国土技術政策総合研究所	道路構造物研究部長
〃	多田 進一	一般社団法人日本ガス協会	常務理事
〃	渡辺 道明	天然ガス鉱業会	専務理事
〃	望月 秀次	株式会社高速道路総合技術研究所	総括研究主幹
〃	朝倉 堅五	株式会社テイクコ	特別顧問
〃	三浦 真紀	一般財団法人国土技術研究センター	理事

## ■高速道路空間利用のメリット

- ①早く整備できる：例えば高速道路の側道を利用した場合、一般道の約7.5m/日に対して約1.5～2.3倍の施工速度が見込める。高速道路の本線を対象とした場合、占用協議を集約できるうえ、地元協議についても大幅な省力化が見込める。
- ②安く整備できる：例えば側道を利用した場合、国道の側道と同様に施工速度が向上するため、一般道に比べて約1/2の費用（開削工法）となる可能性がある。
- ③安全性が高い：高速道路の敷地内に敷設した場合、近接工事を把握・管理しやすい。高速道路本線に敷設した場合、民家等からの離隔が確保されるため、災害時などに万が一事故が発生した場合を想定したとしても周辺の安全性がより高くなる。

## ■結論

高速道路への高圧導管の敷設には、個別に検討すべき事項はあるが、**基本的には技術的な問題ない**。ただし、高速道路の側道利用を優先して計画し、敷設が不可能な場合や側道がない場合には、暫定供用区間の将来車線側用地を含めた高速道路空間の利用を計画する。

## 7. 気体ガスの管路網流動シミュレーションモデルの開発 【Advance/FrontNet/Γカスタマイズ】の概要



### ■シミュレーションの必要性

- ・ 我が国初のフリーアクセスの輸送型のパイプライン、TSO（Transmission System Operator）であるため、輸送料や貯蔵量を徴収するためのシステム化が必要。
- ・ 輸送料は多種の気体ガスの熱量ベース（ガス事業法施行規則内を許容）とする。
- ・ 貯蔵量は滞留時間ベースとする。

### ■カスタイズの概要

No.	実施事項	詳細
1-1	熱量計算機能の導入	ソルバーのカスタマイズ
1-2		GUIのカスタマイズおよびテスト
2-1	熱量料金計算機能の導入	ソルバーのカスタマイズ
2-2		GUIのカスタマイズおよびテスト
3-1	貯蔵時間計算機能の導入	ソルバーのカスタマイズ
3-2		GUIのカスタマイズおよびテスト
4-1	貯蔵料金計算機能の導入	ソルバーのカスタマイズ
4-2		GUIのカスタマイズおよびテスト

## 8. 2018年度の基本事業計画



### 1) 北近畿（舞鶴～三田間）ガスハイウェイプロジェクトの事業化調査

- ・ 本調査は昨年度から継続して実施するもので、舞鶴港でのFSRU（浮体式LNG貯蔵・ガス化施設）等の設置、舞鶴若狭自動車道敷地の利用を含むガスパイプラインの比較基本設計、及び沿線ガス需要としてのガス火力発電所の建設を含む全体プロジェクトの事業化調査を実施する。

調査成果は、官民の関係者に対する広報説明資料とするほか、内外の投資家への資金調達活動のプレゼン資料とする。

### 2) 東日本ガスハイウェイのプレ事業化調査（1）

- ・ 本調査は、サハリン生ガス輸入パイプライン（SAGIPプロジェクト）と稚内で接続する国内のガスパイプライン整備プロジェクトの概略の事業化調査を行う。対象の区間は添付資料3に示すPhase1とPhase2の区間の約2,500kmで、サハリンからのパイプラインガスが、既存のLNG供給と相互補完しつつ、稚内から北海道・東北に加えて、東京、名古屋、大阪の3大都市圏に供給される。

### 3) サハリン国際パイプライン（SAGIPプロジェクト）のPre-FEEDの開始

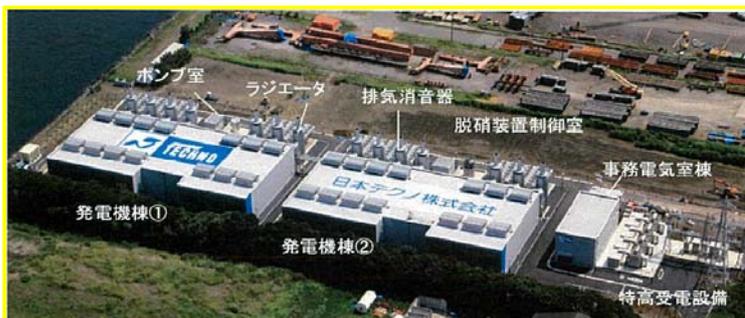
- ・ 前項2)の東日本ガスハイウェイのプレ事業化調査及びSAGIP Workshopの結果を元に作業したSAGIPパイプラインの概念設計を受けて、本年度後半よりサハリンのユージノサハリンスクから北海道の稚内に至るサハリン国際パイプラインのPre-Feed（予備設計）をロシア側カウンターパートと協力して開始する。

1 期事業

- 舞鶴市長浜地区  
浮体式LNG受入基地 (FSRU) を建設
- 舞鶴～綾部間約 2.3 km  
高圧ガス導管 (φ600) を建設
- 舞鶴市に 2 箇所、綾部に 1 箇所  
ガス発電所を建設 (計 24 万 kW)

2 期事業

- 綾部に 1 箇所  
大規模ガス発電所を建設 (30～50 万 kW)



中舞鶴・西舞鶴・綾部：ガス発電所

© Gas Highway Japan, Co., Ltd.

次期プロジェクト



1 期事業

- 舞鶴市長浜地区のLNG受入基地～  
綾部市の綾部発電所予定地：延長約 2.3 km
- 高圧ガス導管：最高圧力 = 10MPa 口径 = φ600
- 「一般占用」により道路下および民地下に埋設
- 建設工法は開削工法を基本とし、山地部特殊区間は推進工法、山岳トンネル工法

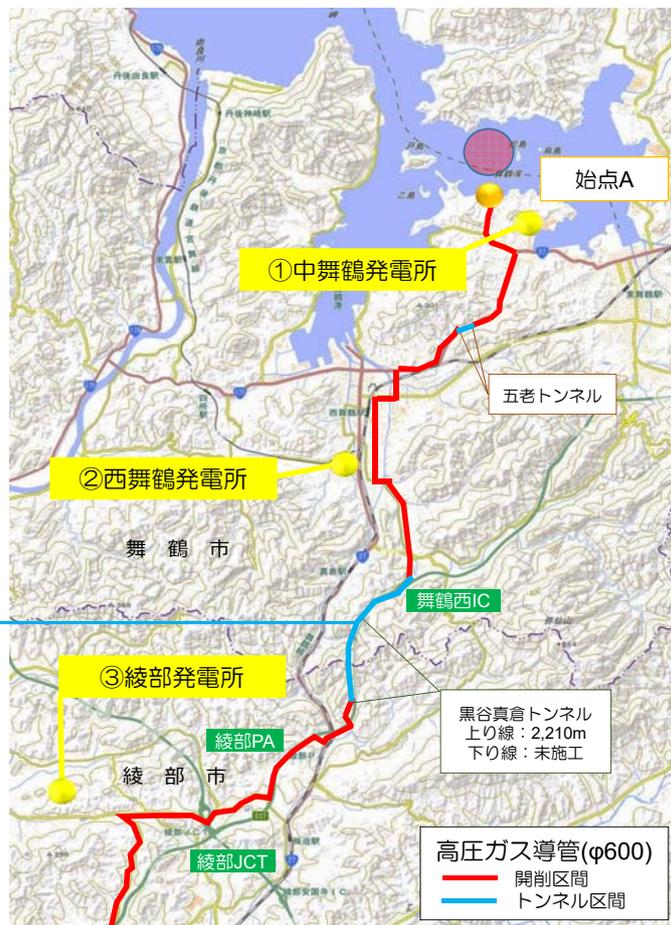
開削工法区間

- 延長 = 16.70 km
- 最も一般的な工法
- 施工実績：多数あり



山岳トンネル工法区間

- 延長 = 4.25 km (民地)
- トンネルボーリングマシン (φ2300) による機械掘削
- 施工実績：大阪ガス三重滋賀ラインほか多数あり



© Gas Highway Japan, Co., Ltd.

1 期事業

- 中舞鶴発電所：ガスエンジン発電（8万kw）
- 西舞鶴発電所：ガスエンジン発電（8万kw）
- 綾部Ⅰ発電所：ガスエンジン発電（8万kw）

← 弊社以外の発電事業者立地 25万KW程度

2 期事業

- 綾部Ⅱ発電所：GTCC発電（30万～50万kw）〔環境影響評価対象事業〕

● ガスエンジン発電

- ・ 設備基礎築造後、7800kw/基の発電機を必要台数設置し、建屋、設備工事を実施
- ・ 内陸ではラジエータによる冷却方式採用
- ・ 施工実績：日本テクノ袖ヶ浦、上越発電所

上越グリーンパワー発電所



© Gas Highway Japan, Co., Ltd.

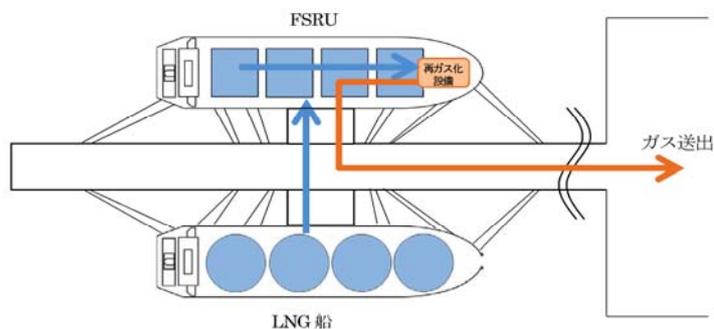
● GTCC発電

- ・ ガスタービン、蒸気タービンにより発電
- ・ 大規模ガス火力発電設備と同じ建設方法
- ・ 内陸では空冷による冷却方式採用
- ・ 施工実績：神鋼真岡発電所（内陸型建設中）



1 期事業

- 舞鶴市長浜地区にFSRU用栈橋および陸上設備を建設
- FSRU船を着岸設置
- 舞鶴～綾部高压ガス導管に接続



© Gas Highway Japan, Co., Ltd.



1 期事業

- 高圧ガス導管は2020年度に着工、2022年度末までに運転開始（工期3年）★一部1年先行運転開始
- 発電事業は2021年度に着工、2022年度末までに運転開始（工期2年）★1箇所1年先行着工・発電開始
- FSRU事業は2020年度に着工、2022年度末までに運転開始（工期3年）

2 期事業

- 綾部Ⅱ期発電事業は2024年度に着工、2026年度末までに運転開始（工期3年）

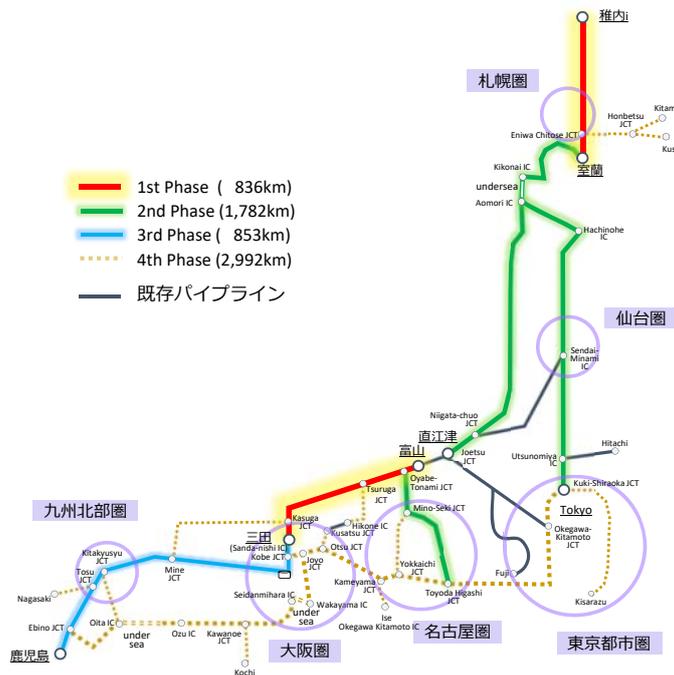
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	
<b>&lt; I 期事業 &gt;</b>										
高圧ガス導管	基本設計 事前協議	詳細設計 占用協議	用地買収・導管建設 (L=23km 150億円)			運転開始				
発電 (計24万kw)	立地/ 売電先選定	詳細設計・用地 買収・系統接続契約	発電所建設 (3箇所 240億円)			発電開始				
FSRU (浮体式LNG受入基地)	立地/ 売電先選定	設計・検討	(FSRU建造) 陸上設備建設 (90億円)			運転開始				
<b>&lt; II 期事業 &gt;</b>										
発電 (30万kw)		立地/ 事業者選定	環境アセスメント・詳細設計 用地買収・系統接続契約				発電所建設 (1箇所 300億円)			

© Gas Highway Japan, Co., Ltd.

参考資料 1. 国土ガスハイウェイの段階整備計画 (案)



ガスハイウェイ計画



段階別建設計画とガス需要

Phase	距離(km)	必要な 発電所数	発電所用 ガス需要 (億m <sup>3</sup> /年)	エネルギー システム用 ガス需要 (億m <sup>3</sup> /年)	ガス需要 合計 (億m <sup>3</sup> /年)
1st Phase (稚内-室蘭)	490	5	33	8	41
1st Phase (富山-三田)	346	3	20	5	24
1st Phase (合計)	836	8	52	13	65
2nd Phase	1,782	17	111	28	138
3rd Phase	853	9	59	15	73
4th Phase	2,992	31	202	50	252
Total	6,463	65	423	106	528
Note	1. ガス需要はGaPPモデル（ガスハイウェイ100kmごとに500MWの 発電所配置）に基づく需要量。 2. 500MWの発電所のガス消費量は6-7 億 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /年				



# 参考資料4. 第5期エネルギー基本計画と原発の現状



- 2018年7月に閣議決定された「第5期エネルギー基本計画」では、
  - ・ 2030年に向けた対応として、再生可能エネルギーの調整電力としての「(ガス)火力発電」、高効率な火力発電(ガスタービン・コンバインド・サイクルGTCCは、効率70%を実現し、80%(燃料電池SOFCを後置)を目指している。
  - ・ 2050年に向けた対応として、ガス利用のシフト、水素利用(ガスパイプラインを利用した混合ガスの運搬)を謳っている。
- 原子力発電:再稼働9基、廃炉22基(2018年7月12日時点)

### 第5次エネルギー基本計画

長期的に安定した持続的・自立的なエネルギー供給により、我が国経済社会の更なる発展と国民生活の向上、世界の持続的な発展への貢献を目指す  
3E+Sの原則の下、安定的で負担が少なく、環境に適したエネルギー供給構造を実現

「3E+S」 ⇒ 「より高度な3E+S」

- 安全最優先(Safety) + 技術・ガバナンス改善による安全の革新
- 資源自給率(Energy security) + 技術自給率向上/選択肢の多様化確保
- 環境適合(Environment) + 脱炭素化への挑戦
- 国民負担抑制(Economic efficiency) + 自国産業競争力の強化

情勢変化 ①脱炭素化に向けた技術間競争の始まり ②技術の変化が増幅する地政学リスク ③国家間・企業間の競争の本格化

#### 2030年に向けた対応

~温室効果ガス26%削減に向けて~  
~エネルギーミックスの確実な実現~

- 現状は道半ば
- 計画的な推進
- 実現重視の取組
- 施策の深掘り・強化

<主な施策>

- 再生可能エネルギー
  - 主力電源化への布石
  - 低コスト化、系統制約の克服、火力調整力の確保
- 原子力
  - 依存度を可能な限り低減
  - 不断の安全性向上と再稼働
- 化石燃料
  - 化石燃料等の自主開発の促進
  - 高効率な火力発電の有効活用
  - 災害リスク等への対応強化
- 省エネ
  - 徹底的な省エネの継続
  - 省エネ法と支援策の一体実施
- 水素/蓄電/分散型燃料の推進

#### 2050年に向けた対応

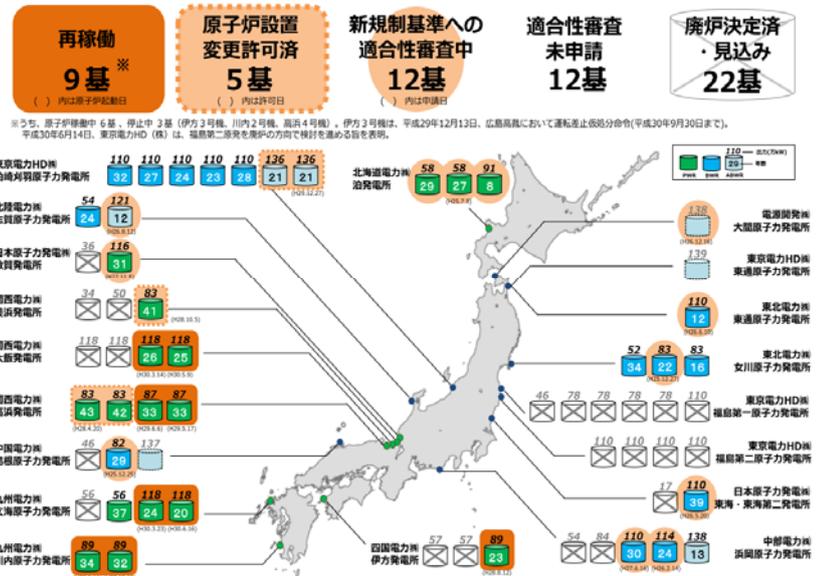
~温室効果ガス80%削減を目指して~  
~エネルギー転換・脱炭素化への挑戦~

- 可能性と不確実性
- 野心的なシナリオ
- あらゆる選択肢の追求
- 科学的ヒューによる重点決定

<主な方向>

- 再生可能エネルギー
  - 経済的に自立し脱炭素化した主力電源化を目指す
  - 水素/蓄電/デジタル技術開発に着手
- 原子力
  - 脱炭素化の選択肢
  - 安全炉色求/バックエンド技術開発に着手
- 化石燃料
  - 過渡期は主力、資源外交を強化
  - 分利増進/非効率化石燃料の削減
  - 脱炭素化に向けて水素開発に着手
- 熱・輸送、分散型エネルギー
  - 水素・蓄電等による脱炭素化への挑戦
  - 分散型エネルギーシステムと地域開発(次世代再生・蓄電、EV、マイクログリッド等の組み合わせ)

## 原子力発電所の現状



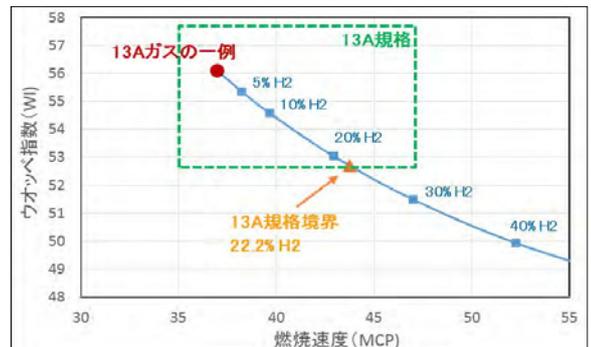
# 参考資料5. 現実的な水素の輸送手段



## 水素の輸送手段

調査内容(段階)	手段	概要
高圧ガス水素(実用段階)	水素トレーラー	高圧で水素を圧縮して運ぶ方法は、我が国では水素の輸送手段としては最も多く使われている。
	水素ガスパイプライン	水素専用のパイプラインを使う方法は、大量の水素を輸送する場合に最適であるが、パイプラインの距離に応じて膨大な設置コストがかかる。我が国では、水素のパイプライン輸送は、製鉄所で作る水素を近隣の化学工場に輸送する等の近距離利用に限られている。
	天然ガスパイプライン(混合気体)	通常の天然ガスパイプライン(都市ガス導管)に、水素ガスを最大20%程度混ぜて、混合気体として運ぶ。需要地で水素ガスを分離する。ガスパイプラインが発達して海外では最も一般的な方法である。
液化水素(実用段階)	天然ガスパイプライン(水素のメタン化)	通常の天然ガスパイプライン(都市ガス導管)をそのまま利用できるが、メタン化にコストがかかる。都市ガスとしての利用となる。
	液化水素ローリー/コンテナ	液化すると体積が約800分の1になり、同じ体積でより多くの水素を運ぶことができる。液化水素は、ロケット燃料のように液化水素自体が必要な場合や、大量の水素を輸送する場合に使われている。輸送の際には液化水素タンクを備えたタンクローリー車や、液化水素タンクを備えたトレーラー用コンテナで運ぶ。
水素吸蔵合金(実用段階)	小型タンクのバルク輸送	水素吸蔵合金を詰めたタンクのバルク輸送となる。
他の物質に変換(実証/研究段階)	小型タンクのバルク輸送	水素を変換した別の物質(メタンガス化、有機ヒドライド、干酸触媒、アンモニア)を詰めたタンクのバルク輸送となる。

- ・天然ガス焼きGTCC発電所における水素混合気体での発電
- ・天然ガス焼きGTCC発電所の水素焼き転換
- ・定置型燃料電池、水素ステーションへの供給



国の「水素・燃料電池戦略ロードマップ改訂(2016.3)」や「水素基本戦略(2017.12)」において、水素の製造(輸入)から貯蔵・輸送、利用まで一貫通貫した国際的なサプライチェーンを構築することとされており、その商用化段階においては、海外からの大量の水素を受け入れる国内基地と運搬手段の整備が不可欠である。

ガス事業法施行規則が定める都市ガス13A規格(ウォッベ指数)における水素ガス混合率の範囲

## ○電力

- ・ 超電導送電（高圧ガスパイプラインと一体整備）

## ○モビリティ

- ・ 水素の輸送は、ガスパイプラインでの混合気体での輸送が最も現実的。
- ・ 自動車の自動運転の実証実験、とくに高速道路でのコンボイ（トラック隊列）
- ・ 高速道路初のFCVへの燃料供給（水素ステーションの整備・運営）
- ・ ガスパイプラインに必須の通信ケーブル等を活用
- ・ その他のスマートモビリティ、コネクテッドカーの実証実験
- ・ 空飛ぶ車の実証実験

## ○放送・通信

- ・ 5Gのバックボーン（高圧ガスパイプラインと一体整備）
- ・ 日本高速通信株式会社（通称：テレウェイ）の轍を踏まない

## ○金融

- ・ LNG、NGの商品先物市場

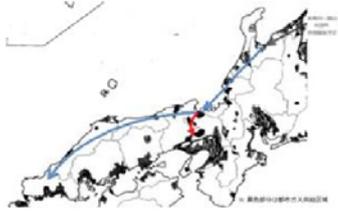
## ○規制緩和制度の活用

- ・ 本年6月施行された「生産性向上特別措置法（通称：生産性革命法）」の「規制のサンドボックス制度」の活用
- ・ 国家戦略特区の活用等

# 参考資料7. 京都府・兵庫県が検討する高圧ガスパイプライン整備

## 国土強靱化の視点を重視した国におけるガスパイプラインの戦略的整備

- ◇ 南海トラフ巨大地震等を想定した国土強靱化の視点や、石炭・重油等からガスへの変換によるCO2削減など、事業性以外の視点を重視
- ◇ 都市間幹線パイプライン整備を通じて、より少ないLNG基地で効率的に供給する全体最適的な整備推進
- ◇ ガスパイプラインを重要インフラとして位置づけ、国による全体計画の策定とともに、整備主体の検討や財政支援制度の創設など整備（ネットワーク化）についての国が主導的役割発揮



## パイプラインネットワーク化と北近畿における整備

- ◇ 具体的ルートとして、京阪神地域のバックアップを担う京都舞鶴港～三田の幹線パイプライン、及び日本海側の空白地帯（富山～山口）をカバーする幹線パイプラインの整備が必要
- ◇ 京都舞鶴港～三田間は、沿線に一定のガス需要があり、起伏の少ない舞鶴若狭自動車道で結ばれていることから、幹線パイプラインの整備ルートのひとつとして、国の全国計画に位置付けを提案



(単位：mm、億円)

	管径	経費
ルート A	750	337
(高速道路沿利用+新工法)	900	405
ルート B	750	910
(一般道路利用+従来工法)	900	1,091

▶ 高速道路利用で事業費は約1/3に!

1. 天然ガスパイプラインの整備を検討する上での基本的な視点

- (1) 現在の整備状況に関する評価
  - ① 事業者が整備主体で、事業採算性が重視されてきた。
  - ② 事業者ごとの供給区域で完結しており、主要都市圏やLNG基地間は連結されていない。
  - ③ 三大都市圏間のガスの相互融通もできない。
- (2) 整備を検討する上での基本的な視点（現状、「部分最適」であって「全体最適」になっていない）

例えば高規格幹線道路（高速道路等）は地域の発展の拠点となる地方の中心都市を効率的に連絡するということが、その果たすべき機能であると整理されている。

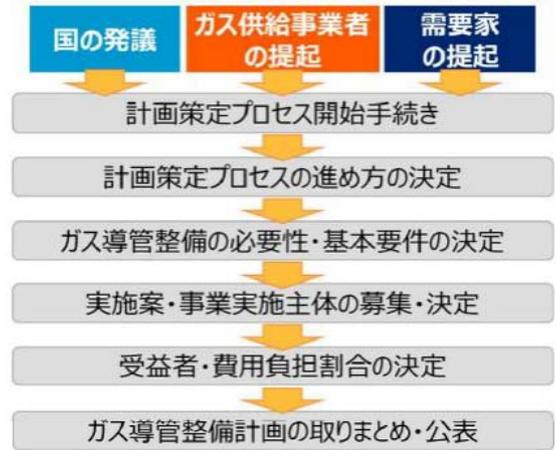
- ① 天然ガスの利用向上の観点
- ② 地下貯蔵施設の活用の観点
- ③ 競争促進の観点
- ④ 供給安定性向上の観点

2. 天然ガスパイプラインの整備を下支えする  
制度的措置と国の役割

- (1) 制度的措置
  - ① 需要調査・需要開拓に掛かる費用の託送料金原価への算入を可とする。
  - ② 事業報酬率を通常の1.4倍とする。
  - ③ 減価償却期間を30年間とする。
- (2) 国の役割

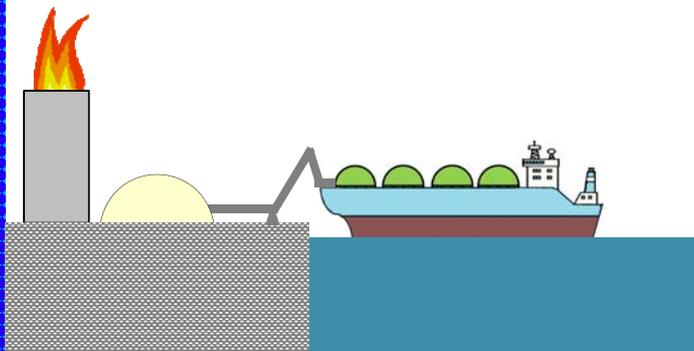
国は、必要に応じて、天然ガスパイプライン整備コストの低減に資する国による支援策や導管分離に係る規制緩和等についても継続的に検討していくことが適当である。

3. 新たな仕組みの導入





# 電力ガス自由化における 管路系シミュレーションの活用



第4事業部 技術第5部  
主任研究員 秋村 友香  
主任研究員 大須賀 直子  
研究員 関口 昂臣

ガス自由化と管路系流体シミュレーション セミナー  
2018年09月11日（火）@山王健保会館  
アドバンスソフト株式会社

## アジェンダ

### ➤➤ 1. 電力ガス自由化と計算ニーズ

①ガス導管分離 ②火力発電プラント ③LNGバンカリング

### ➤➤ 2. ソフトウェア概要

### ➤➤ 3. 計算事例とデモンストレーション

①ガス導管 ②発電プラント ③LNGバンカリング

### ➤➤ 4. ソフトウェア開発計画

# 1. 電力ガス自由化と計算ニーズ

以下の3つのテーマに絞って。

- ① ガス導管分離
- ② 火力発電プラント
- ③ LNGバンカリング

## 1. 電力ガス自由化と計算ニーズ<sub>(1/13)</sub>

### ① ガス導管分離

#### 背景

- ・ 導管分離とは、ガス導管の整備・管理から小売りまで一貫して手掛けてきた大手の都市ガス会社から、ガスを運ぶ導管部門を分離させて、新規参入の敷居を下げ、市場を自由化、活性化しようというもの。
- ・ ガス導管の整備が進めば各家庭はメリット。

#### ガス自由化スケジュール

1995年	1999年	2004年	2007年	2017年	2022年
小売り 自由化1 (大工場)	小売り 自由化2 (製造業)	小売り 自由化3 (中工場)	小売り 自由化4 (小工場)	小売り 全面自由化 (家庭向け)	導管部門の 法的分離 (大手3社)

資源エネルギー庁「電力・ガス・熱システム改革について」(2015/8)  
[http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic\\_policy\\_subcommittee/017/pdf/017\\_007.pdf](http://www.enecho.meti.go.jp/committee/council/basic_policy_subcommittee/017/pdf/017_007.pdf)

## ①ガス導管分離

課題と言われていること

各社が導管を新設した場合に

- ・安定供給が可能か。
- ・保安責任はどこが負うか。
- ・災害時の対応は問題ないか。

参考：電力自由化ライフ「ガス自由化によって、問題となる「ガス導管の分離」」

<http://denryoku-jiyuka.net/articles/jfm8j>

参考：SankeiBiz「ガス小売り自由化は「法的分離」前提 導管部門別会社化、保安体制に不安」

<https://www.sankeibiz.jp/macro/news/150114/mca1501140500004-n1.htm>

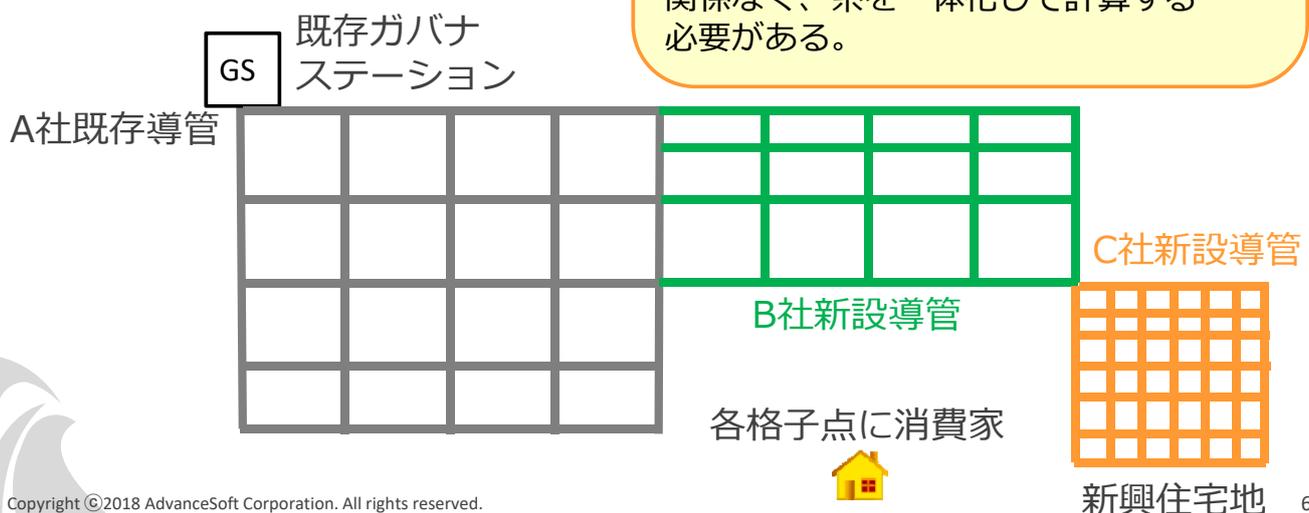


## ①ガス導管分離

シミュレーションの  
視点からの課題

低圧導管網

- ・C社末端消費者にガスを届けるためのガバナステーションは、誰が圧力を決めて保守管理するか？
  - ・情報の共有、統括？
  - ・地震時の運用
- シミュレーションでは、A, B, C社に関係なく、系を一体化して計算する必要がある。

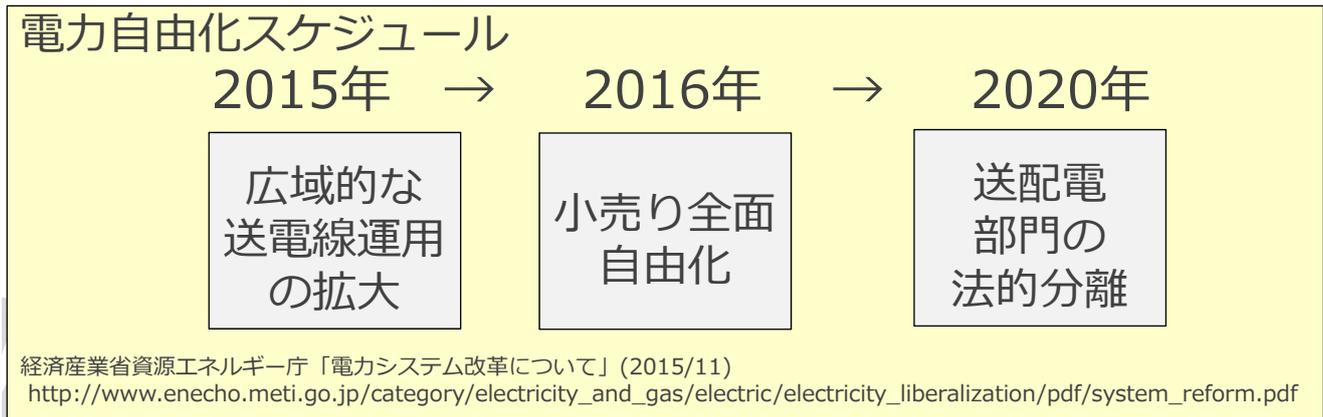




## ②火力発電プラント

### 背景

- ・ **電力自由化**で電気事業参加事業者が増え、**競争は激化**。
- ・ 最近、火力発電所の新設・更新が相次いで発表されており、**建設ラッシュの様相も見える**が、計画中止も聞かれる。



Copyright ©2018 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

9

## ②火力発電プラント

### 状況

H29.5時点での火力発電所の申請状況の一部

事業者	発電所名	燃料	備考	その後の動き
中国電力・JFEスチール	(仮)蘇我火力	石炭	新設	
電源開発	高砂火力	石炭	更新	2018/4計画断念
神戸製鋼	神戸製鉄所火力	石炭	新設	市民から反対多数
清水天然ガス発電	清水天然ガス	天然ガス	新設	2018/3計画白紙に
千葉袖ヶ浦エナジー	千葉袖ヶ浦	石炭	新設	
市原火力発電	市原火力	石炭	新設	2017/3撤退
丸紅・関電エネルギーソ	秋田港火力	石炭	新設	
川崎天然ガス発電	川崎天然ガス発電	天然ガス	更新	
四国電力	西条発電所	石炭	更新	
姫路天然ガス発電	姫路天然ガス	天然ガス	新設	

参考：経済産業省 電力安全課（H29/5/29）「最近の審査状況（火力、水力、地熱）」  
[http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/safety\\_security/kankyo\\_shinsa/pdf/29\\_01\\_02\\_01.pdf](http://www.meti.go.jp/committee/kenkyukai/safety_security/kankyo_shinsa/pdf/29_01_02_01.pdf)

参考：コラム「石炭火力計画ラッシュに逆風、新增設計画に各地で異論相次ぐ」  
<https://enchange.jp/articles/coal-fired-power-project>

Copyright ©2018 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

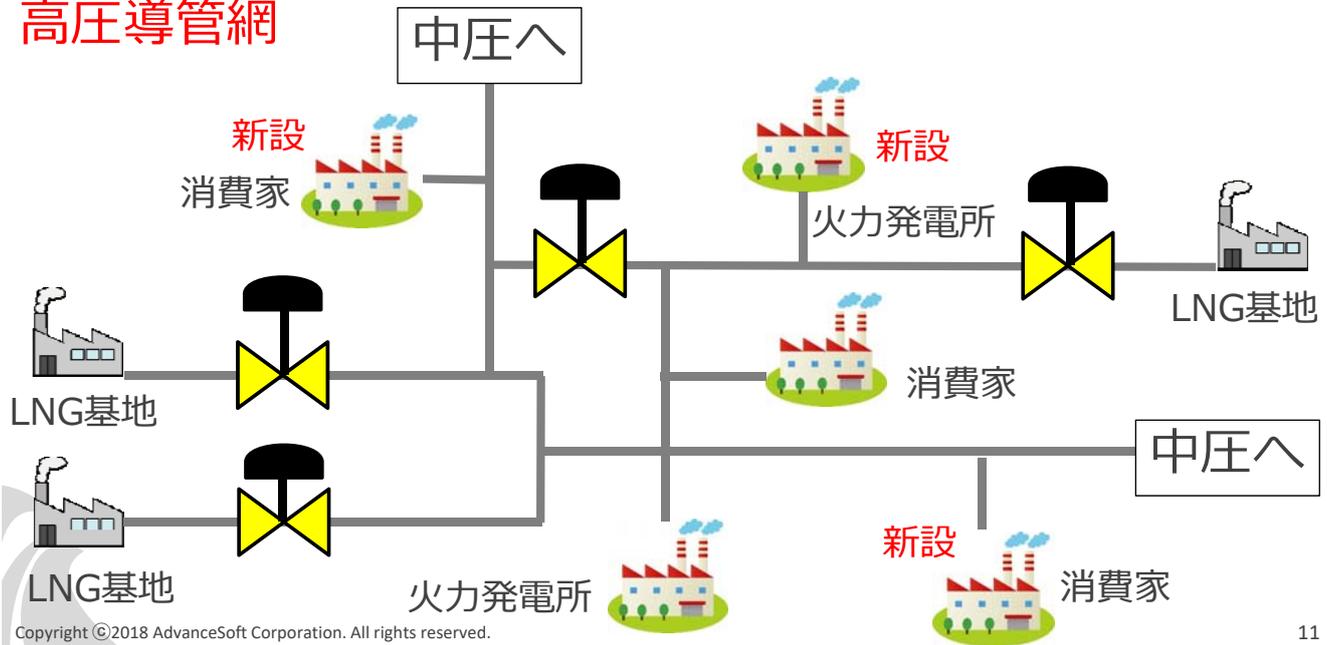
10

## ② 火力発電プラント

シミュレーションの  
視点からの課題

火力発電所や大口消費家が増え、導管網の  
圧力・流量バランスが大きく変わる可能性

高圧導管網



## ② 火力発電プラント

CFD計算のニーズ

- 新規設計のためのシミュレーション
- 設備更新のためのシミュレーション
- 環境影響シミュレーション
- 事故時リスクシミュレーション
- 事業継続計画 (BCP) 策定のためのシミュレーション

熱量解析

制御系解析

冷却系解析

消火系解析

運転条件変更解析[ポンプ、ブロワ、バルブ、熱交換器]

## ③LNGバンカリング

### 背景

「LNGバンカリング」とは船にLNGを燃料として補給すること。

バンカリングのタイプ

- ・ Truck to Ship : ローリーから船にLNG供給
- ・ Ship to Ship : 船から船にLNG供給
- ・ Shore to Ship : 陸上LNG基地から船にLNG供給

2020年国際的な**船舶の排出ガス規制強化（国際海事機関）**に伴い、重油の代わりにLNGを燃料とする船舶の導入に向けた動きが進んでいる。

川崎重工HP「国内初のLNGバンカリング船を受注」(2018/7/6): [https://www.khi.co.jp/news/detail/20180706\\_1.html](https://www.khi.co.jp/news/detail/20180706_1.html)

電力自由化、ガス小売り全面自由化、ガス導管分離…の環境変化を前提にエネルギー分野の国際競争力の強化が資源エネルギー庁において検討されている。そこでは**LNGの取引を活性化させる**ことが重要視されている。

「LNGバンカリング等に関する調査・分析」野村総合研究所(2018/2/29)  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/H29FY/000037.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H29FY/000037.pdf)

## ③LNGバンカリング

### 課題

以下のような課題があると言われている。

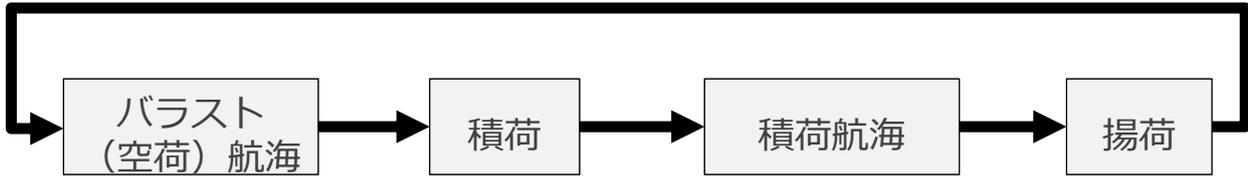
- ・ エンジニア不足の懸念、訓練シミュレータなどによる教育の必要性
- ・ 日本には既存のLNG施設があるが、船舶のLNG燃料タンクは完全に新規となり、安全対策や取り扱いマニュアルの整備
- ・ リスクの分析、CFDシミュレーションなどの必要性

参考：「LNGバンカリング等に関する調査・分析」野村総合研究所(2018/2/29)  
[http://www.meti.go.jp/meti\\_lib/report/H29FY/000037.pdf](http://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H29FY/000037.pdf)

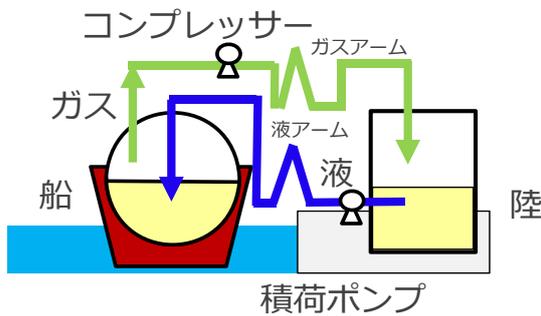
参考：日本郵船LNG船運航研究会著、「LNG船 運航のABC」

## ③ LNGバンカリング

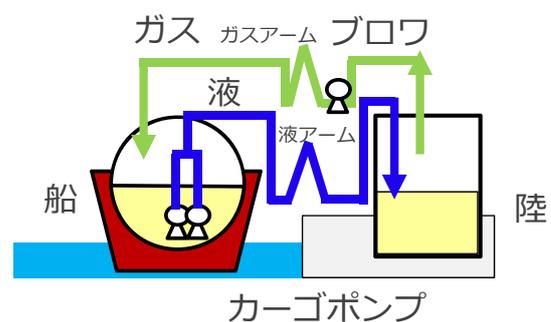
### LNG船運航サイクル



積荷時のLNGとNGの流れ



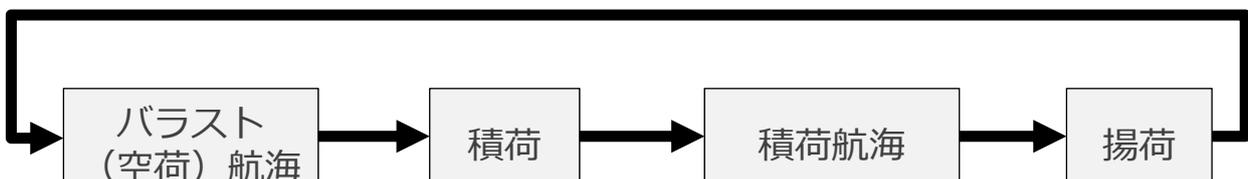
揚荷時のLNGとNGの流れ



Copyright ©2018 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

## ③ LNGバンカリング

### LNG船計算ニーズ



- ・航海中のBOG制御解析
- ・バラスト水の衝撃解析

- ・管内酸素パーセント解析
- ・アーム冷却解析

- ・タンク内液温解析

- ・緊急遮断装置作動解析(ESD)

その他、

- ・タンク冷却解析
- ・イナーテイング解析、
- ・配管予冷解析
- ・LNG漏洩時の大気拡散解析
- ・爆発解析

など多数の計算ニーズがある。

Copyright ©2018 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

## 2.ソフトウェア紹介(1/16)

アドバンスソフトが開発する管路系流体過渡解析ソフトウェア2つについて、 $\Gamma$ 、 $\Omega$ の順で紹介します。

管路系**流体**過渡解析ソフトウェア  
Advance/FrontNet/ $\Gamma$ （ガンマ）には、  
以下の特長があります。

- ①圧縮性（圧力変化による密度変化）考慮
- ②過渡計算
- ③ガス/液体/超臨界流体の単相用
- ④様々な物理モデル（伝熱、拡散、圧損etc.）と  
流体機器や制御系との連成システム解析

## 2.ソフトウェア紹介(2/16)

Advance/FrontNet/ $\Gamma$ の導管網,プラント関連の実績

### ■都市ガス導管網

- ・都市ガス低圧**導管網**の地震時の供給停止に伴う圧力波解析
- ・都市ガス中圧**導管網**のブロック化時の過渡解析
- ・都市ガス高圧**導管網**（制御弁考慮）の24h消費変動解析
- ・都市ガス**導管網**の窒素によるパーシ解析
- ・都市ガス**導管網**に水が入ったときの蒸発量解析
- ・都市ガス**導管網**の基地由来ガス解析
- ・都市ガス**導管網**のミキシングタンク設置検討
- ・プラントシミュレータとの連成システム構築

### ■プラント（火力、鉄鋼）

- ・**プラント**のLNG&LP熱量調整系の解析（熱量変動解析、制御系解析）
- ・**プラント**のLNG中の窒素の輸送解析
- ・**プラント**のプロワトリップ+ガスホルダー設置検討

・・・etc.

### Advance/FrontNet/Γの原子力、宇宙関連の実績

#### ■原子カプラント

- ・ **原子炉**施設火災試験解析(火災解析シミュレータEVE SAYFA&FDS連成)
- ・ 高温ガス**原子炉**全炉心の燃料温度および冷却材流量分配解析
- ・ **核融合炉**液体Liターゲット施設 熱交換器機能喪失時の温度挙動解析
- ・ Pu燃料爆発解析

#### ■航空宇宙

- ・ 液体燃料**ロケットエンジンシステム**定常解析
- ・ **ロケットエンジンシステム**設計ツール開発
- ・ 液体燃料**ロケットエンジンシステム**再生冷却部配管閉塞時の過渡解析
- ・ 極低温流体パイプライン予冷解析
- ・ 3次元構造亀裂進展解析シミュレータとの連成解析

・・・etc.

### Advance/FrontNet/Γの機能一覧

基礎方程式	圧縮性を考慮した質量保存式、運動量保存式、エネルギー保存式、状態方程式、多成分ガス質量保存式(オプション)
数値計算法	一次元の有限差分法, ボリューム・ジャンクション法, スタッガード格子
時間発展	①Euler予測子修正子による陽解法 ②陰解法(半陰解法、準陰解法、SETS法)
対流項	①1次精度風上差分法②2次・3次精度TVD(minmod/superbeeによる制限関数付)
流体物性	①NISTで公開されている物性データ(単成分単相流(液、ガス、超臨界)) ②理想気体(多成分ガスを含む)
物理モデル	①摩擦損失モデル ②臨界流モデル ③物質拡散モデル ④固体熱伝導解析モデル(厚み方向一次元) ⑤制御系モデル(1次遅れ、PID) ⑥パッシブスカラーの質量保存式(熱量モデル、滞留時間モデル) ⑦自動時間刻み幅制御
流体機器	①バルブ(制御弁、逆止弁、リリーフ弁) ②ファン/ブロワ/ポンプ ③タービン ④ガスホルダー ⑤合流分岐

### Advance/FrontNet/Γ（ガンマ）の最近の取り組み

- ①SETS法の開発→Courant数50～100で威力を発揮  
定常計算や変化の緩やかな過渡計算を高速に行う。
- ②メモリ削減  
陰解法では行列計算の改良を加え、  
1.2万メッシュ規模モデルによる4万秒の解析を92minで計算  
また、必要メモリもこれまでの1/4程度に削減
- ③ガスホルダーモデル、リリーフ弁の開発  
ユーザー要望より。
- ④GUI改良、時系列グラフ高速化

### Advance/FrontNet/Γ（ガンマ）の精度確認事例

#### ■ 圧力波伝播の精度確認

##### 都市ガス管路網の地震時の供給停止に伴う圧力振動過渡解析

地震を想定し、始端と末端を同時遮断したときのP1とP6の位置の圧力変化

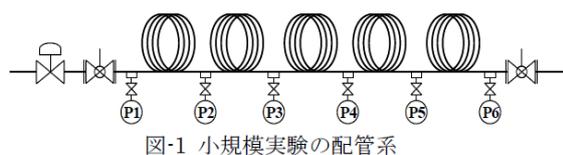


図-1 小規模実験の配管系

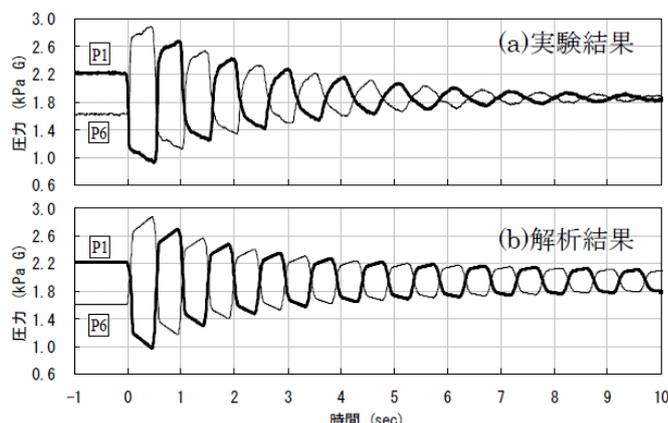


図-2 小規模実験の(a)実験結果および(b)解析結果

出典：富永他、"地震時の供給停止に伴うガス導管網内の圧力振動解析", 土木学会予稿集(2010).

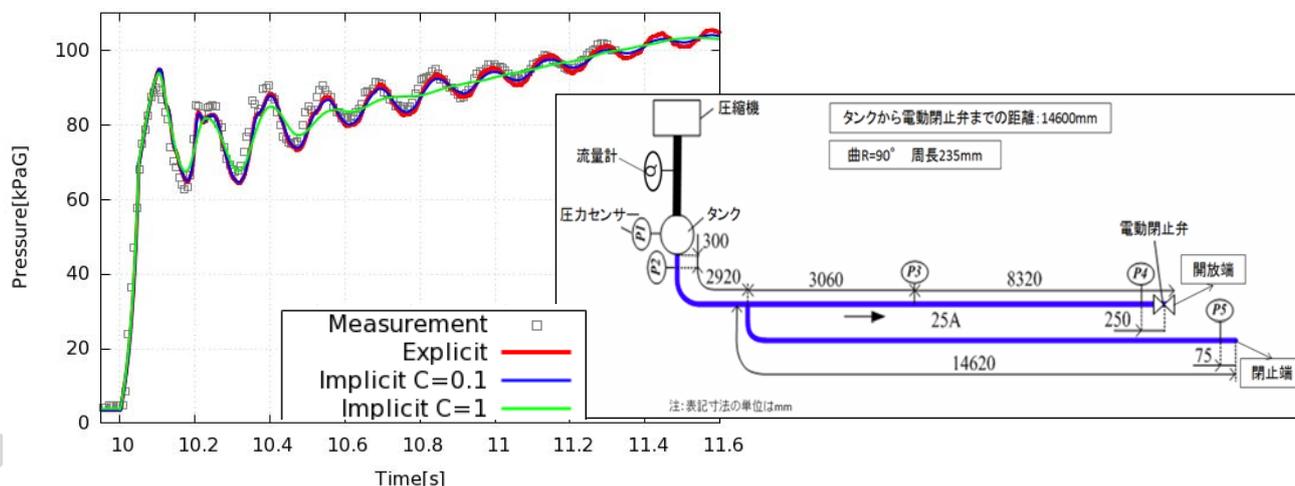
## 2.ソフトウェア紹介(7/16)

### Advance/FrontNet/ $\Gamma$ (ガンマ) の精度確認事例

#### ■ 圧力波伝播の精度確認

##### バルブ閉鎖時の圧力波伝播試験解析

閉止端で電磁弁を0.05sで遮断したときのP4の位置の圧力変化



重工メーカー様ご提供

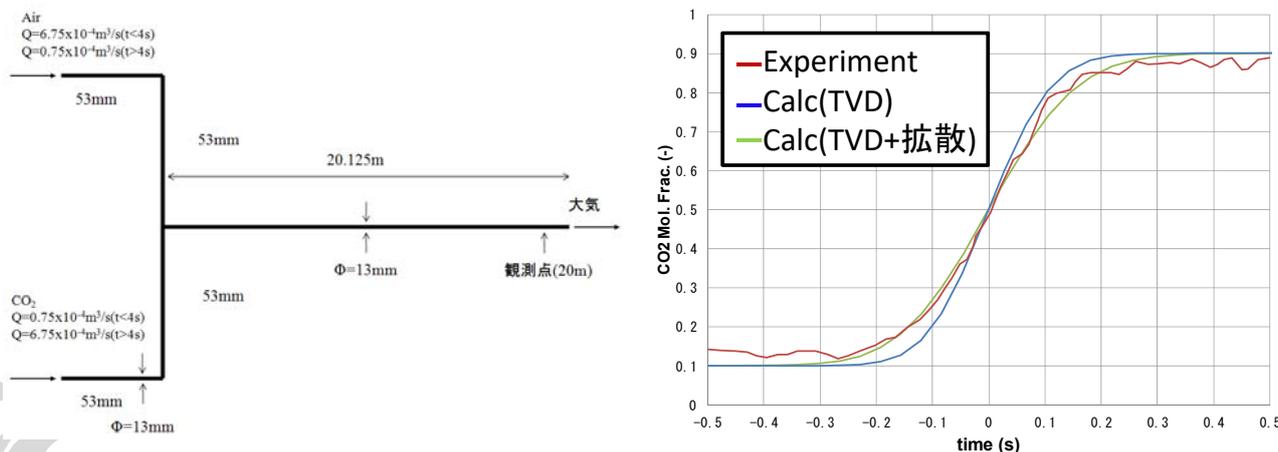
## 2.ソフトウェア紹介(8/16)

### Advance/FrontNet/ $\Gamma$ (ガンマ) の精度確認事例

#### ■ 多成分ガスの流動と拡散の精度確認

##### 多成分ガス過渡試験解析

はじめに、管路は空気で満たされている。左側から空気と二酸化炭素が流入し、合流してその後大気解放される。空気と二酸化炭素のモル分率が0.9:0.1で流れていた時、4s後に、空気と二酸化炭素のモル分率が0.1:0.9となるような流入条件を課す。



出典：染谷雄史他、"管路内での異種気体混合に関する研究"、日本流体力学学会(2007)

## 2.ソフトウェア紹介(9/16)

管路系液体過渡解析ソフトウェア  
Advance/FrontNet/ $\Omega$ （オメガ）には、  
以下の特長があります。

- ①水撃現象に特化したソフトウェア
- ②対象流体は液体のみで、満管状態を想定
- ③一時的な二相状態を扱える（液柱分離モデル）
- ④バルブ急遮断、ポンプトリップ、空気弁、  
エアチャンバー、サージタンク、制御弁等と  
液体の連成システム解析

## 2.ソフトウェア紹介(10/16)

Advance/FrontNet/ $\Omega$ のLNG/LPG,プラント関連実績

### ■ LNG/LPG

- ・ LNG輸送システム緊急遮断弁閉鎖時水撃解析
- ・ LNGパイプライン最適制御解析
- ・ LNGパイプラインポンプ起動解析
- ・ LPGローディングラインの水撃解析

### ■ プラント（火力、鉄鋼、地熱、原子力）

- ・ 火力発電所海水冷却系ポンプトリップ時の過渡解析
- ・ 鉄鋼プラント冷却システムONOFF弁過渡応答解析
- ・ 地熱発電所管路網ポンプトリップ時過渡解析
- ・ 核融合炉液体リチウムターゲット施設管路網水撃解析

・・・ etc.

### Advance/FrontNet/Ωの上水道,農水,その他関連実績

#### ■上水道

- ・浄水場配管網ポンプトリップ時過渡解析
- ・サージタンクがある浄水場配管網過渡解析
- ・浄水場配管網流量制御時の流量変動解析
- ・空気弁設置検討解析

#### ■農業用パイプライン

- ・ポンプ停止時水撃解析
- ・バルブ閉止時間検討解析
- ・水槽形状検討解析
- ・樹枝状パイプライン水撃解析

#### ■その他

- ・トンネル消火設備のポンプトリップ解析
- ・深海探査用情報伝送システム圧力応答解析
- ・大規模建築物の給排水衛生設備配管ポンプトリップ時水撃解析
- ・人工衛星管路系の水撃解析

・・・etc.

### Advance/FrontNet/Ωの機能一覧

基礎方程式	質量保存式と運動量保存式、液体音速は配管の弾性を考慮
数値計算法	特性曲線法
物理モデル	<ul style="list-style-type: none"> <li>①キャビテーションモデル(液柱分離モデル)</li> <li>②摩擦損失係数モデル(層流から乱流までを統一的に取り扱う円管に対するChurchillモデル)</li> <li>③加振モデル</li> </ul>
流体機器	<ul style="list-style-type: none"> <li>①バルブ (ONOFF弁、制御弁、逆止弁、空気弁)</li> <li>②オリフィス</li> <li>③ポンプ (QH曲線とその相似則に従うトリップモデル、始動モデル)</li> <li>④タンク (サージタンク)</li> <li>⑤エアチャンバー</li> </ul>

### Advance/FrontNet/ $\Omega$ (オメガ) の最近の取り組み

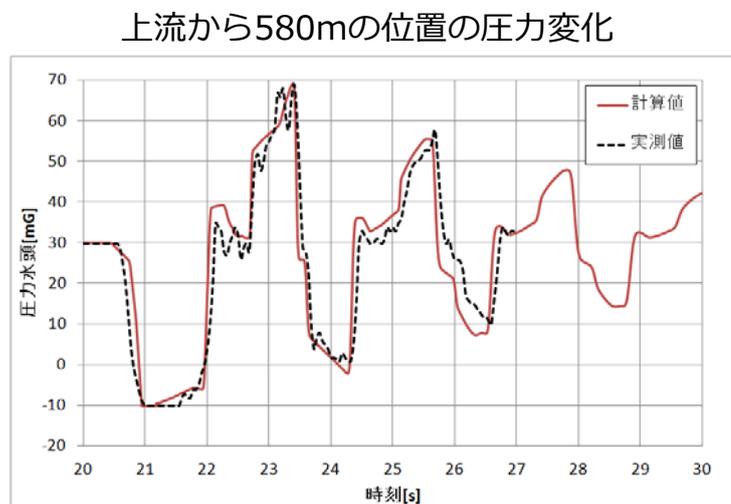
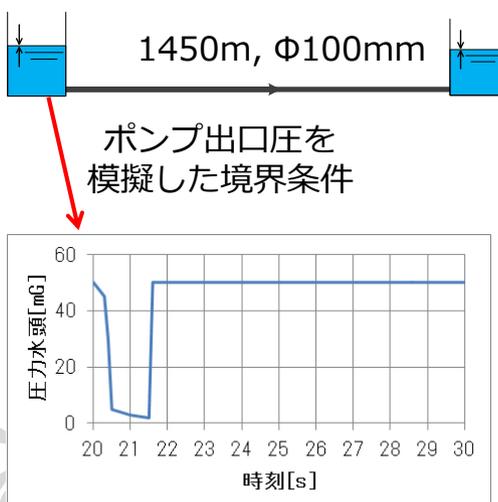
- ①エアチャンバーモデルの開発  
ユーザー要望より。
- ②GUI操作性向上  
“コネクタアイコン接続”
- ③時系列グラフ表示高速化



### Advance/FrontNet/ $\Omega$ (オメガ) の精度確認事例

#### ■液柱分離モデルの精度確認

ポンプトリップ後、機能を回復した場合の解析の試験との比較

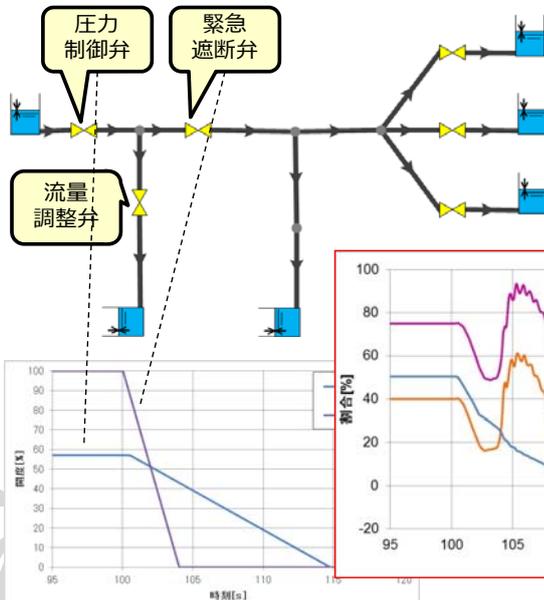


出典：FLUID TRANSIENTS, E.BENJAMIN WYLIE and VICTOR L.STREETER, McGRAW-HILL INTERNATIONAL BOOK COMPANY

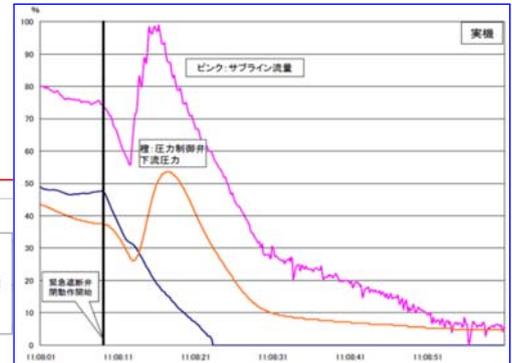
## Advance/FrontNet/Ω (オメガ) の精度確認事例

### ■ 液撃解析の精度確認

LNGプラントの緊急遮断弁閉鎖解析の実機試験との比較



計算結果 (左) と試験結果 (右)

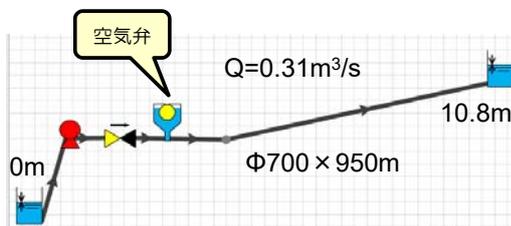


条件および試験データ：ガス会社様ご提供

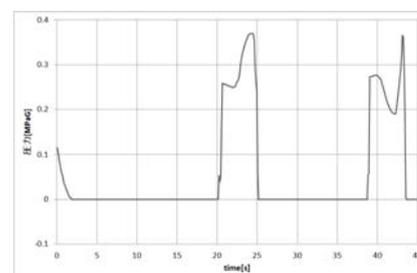
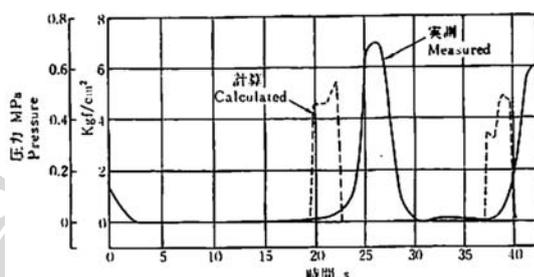
## Advance/FrontNet/Ω (オメガ) の精度確認事例

### ■ 空気弁モデルの精度確認

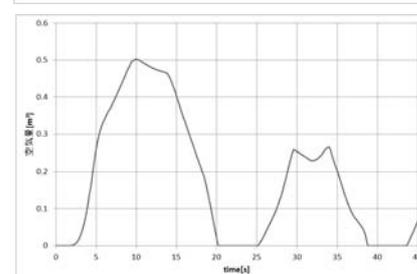
空気弁のある系のポンプトリップ解析の試験との比較



圧力 (試験)



圧力 (計算)



空気体積 (計算)

参考：中田他、「空気弁による水撃防止」、エハラ時報1980, 114号

## 3. 計算事例とデモンストレーション

1. ガス導管
  - 1-1. 大規模導管網過渡解析  
→ 国土ガスハイウェイ井上様よりご紹介
2. 発電プラント
  - 2-1. 熱量調整系の過渡解析
  - 2-2. プロワトリップ時のガスホルダー影響検討
3. LNGバンカリング
  - 3-1. タンクのイナーテイング解析
  - 3-2. 揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

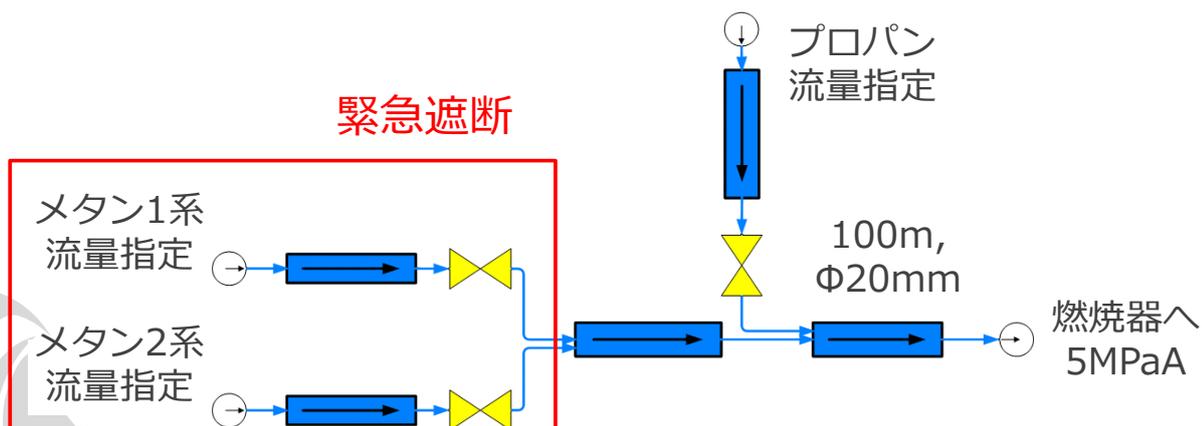
## 3. 計算事例とデモ (1/41)

### 発電プラント：熱量調整系の過渡解析

#### 計算条件

LNG燃料の火力発電所において、未熱調のLNG(メタン)とプロパンを混合して熱量調整し、燃焼器で燃焼させているとする。

メタン1&2系の緊急遮断時の熱量変化を調べた。

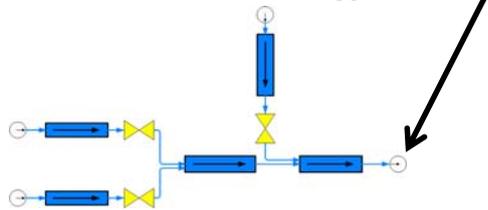
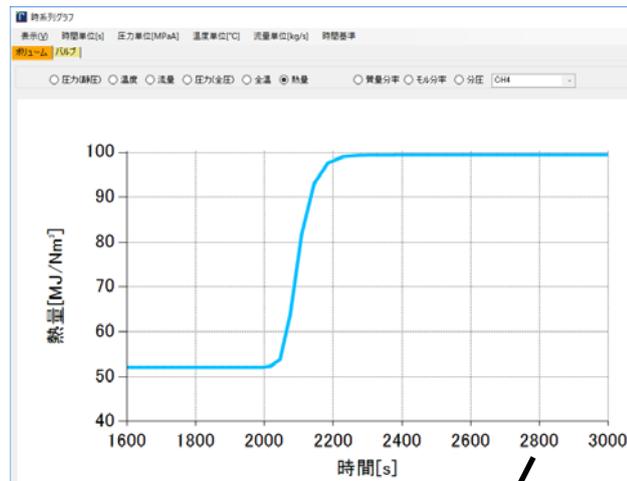


### 3. 計算事例とデモ (2/41)

発電プラント：熱量調整系の過渡解析

計算結果

メタン緊急遮断時の熱量変化

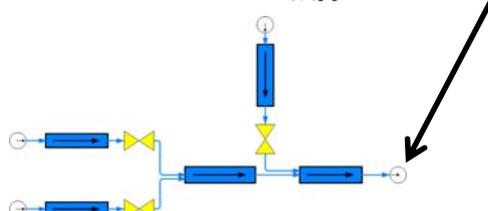
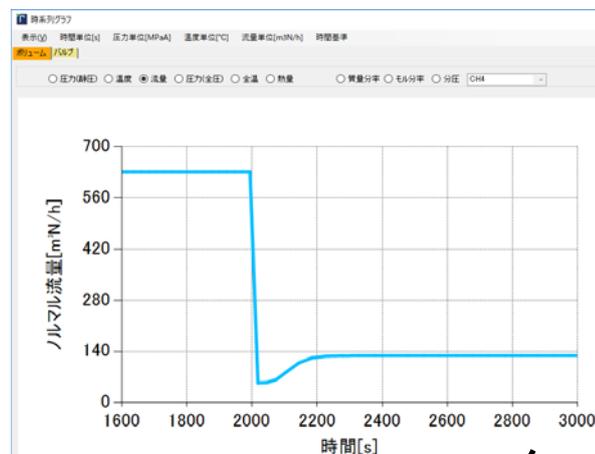


### 3. 計算事例とデモ (3/41)

発電プラント：熱量調整系の過渡解析

計算結果

メタン緊急遮断時の燃焼器流量

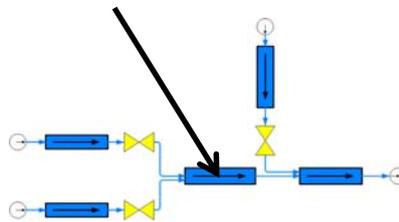
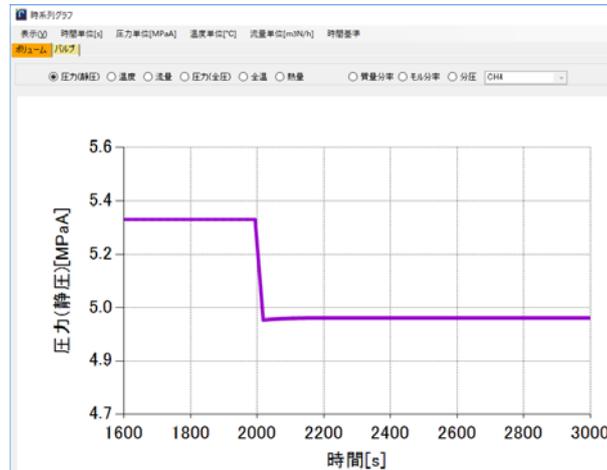


### 3.計算事例とデモ (4/41)

## 発電プラント：熱量調整系の過渡解析

計算結果

メタン緊急遮断時の圧力

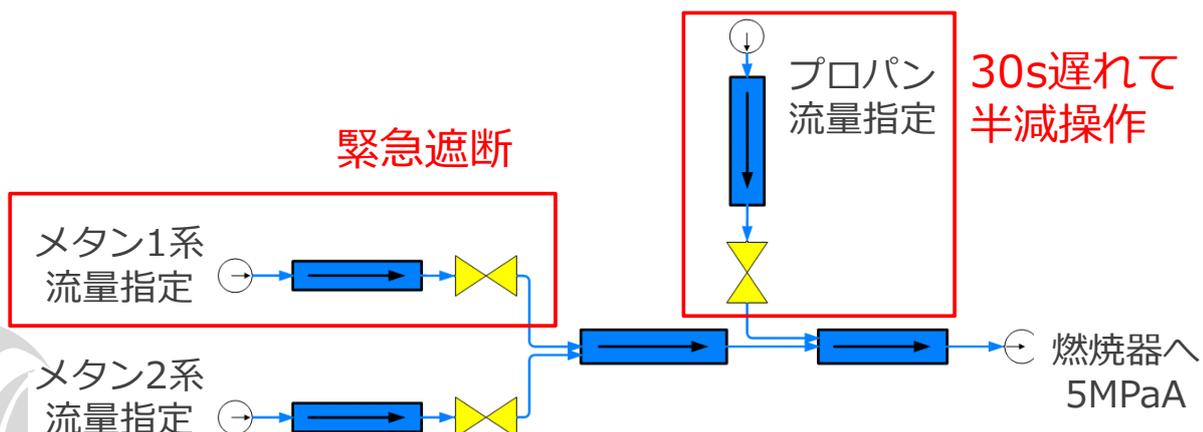


### 3.計算事例とデモ (5/41)

## 発電プラント：熱量調整系の過渡解析

計算条件

メタン流量1系のみが緊急遮断したときに、  
30s遅れてプロパンを半減させたときの熱量変化を調べた

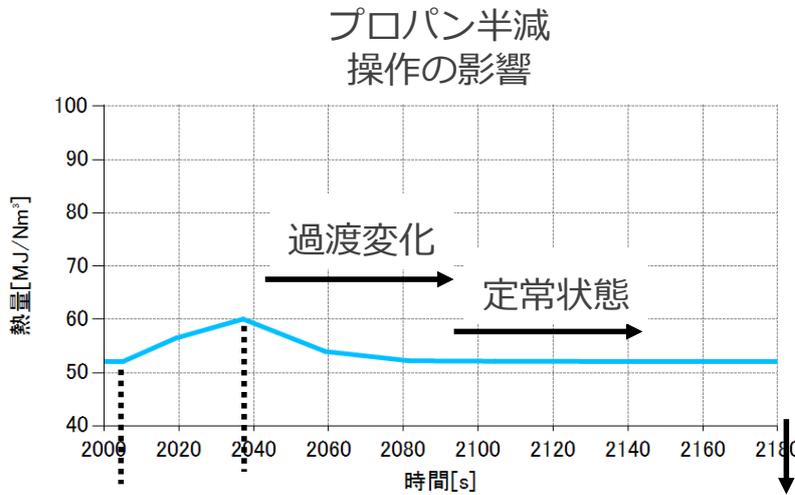


# 3. 計算事例とデモ (6/41)

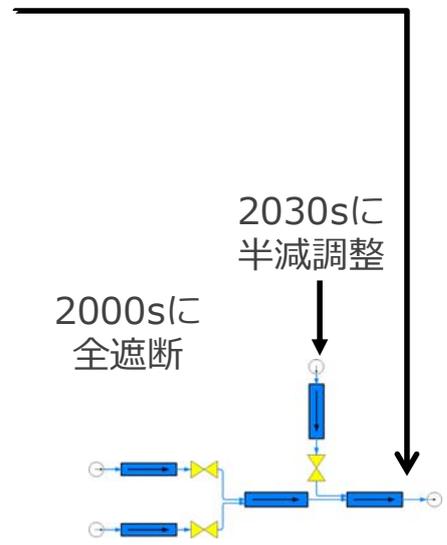
## 発電プラント：熱量調整系の過渡解析

計算結果

メタン緊急遮断時の熱量変化



流速10m/sで100mの差 = 10s



# 3. 計算事例とデモンストレーション

1. ガス導管
  - 1-1. 大規模導管網過渡解析  
→ 国土ガスハイウェイ井上様よりご紹介
2. 発電プラント
  - 2-1. 熱量調整系の過渡解析
  - 2-2. ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討
3. LNGバンカリング
  - 3-1. タンクのイナーテイング解析
  - 3-2. 揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

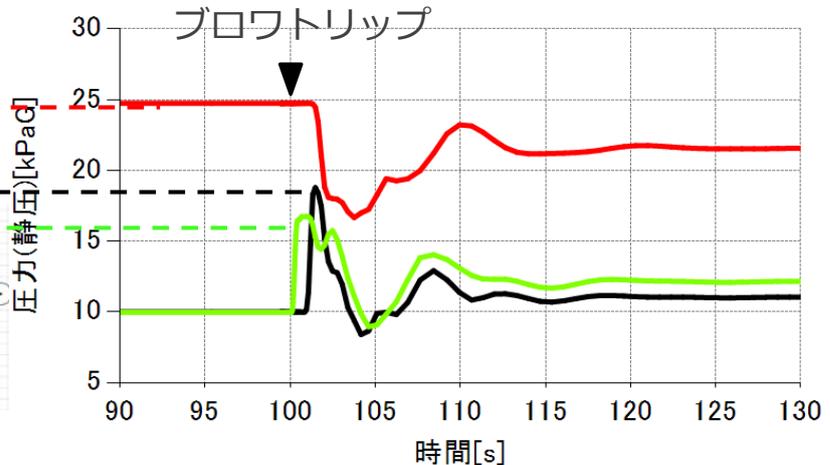
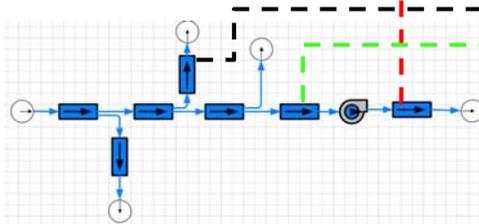


### 3.計算事例とデモ (9/41)

発電プラント：コークス炉

ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討(ガスホルダー無)

計算結果：  
圧力



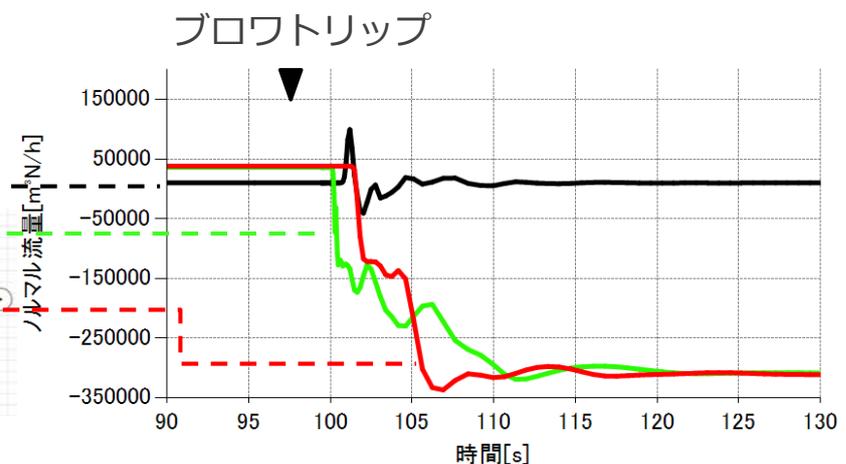
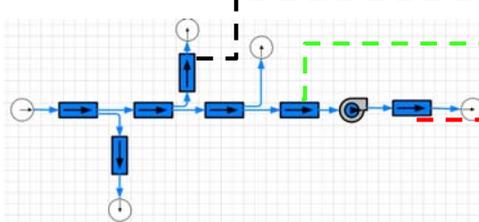
- ・ブロワ出口(赤)では、ブロワ動力喪失で昇圧が下がり、圧力が下がる。
- ・ブロワ入口(緑)では、ブロワ動力喪失で流れが行き詰まり、慣性によって圧縮され、圧力上昇が起こる。
- ・消費点付近(黒)には、ブロワ入口の圧力波が伝播している。

### 3.計算事例とデモ (10/41)

発電プラント：コークス炉

ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討(ガスホルダー無)

計算結果：  
流量

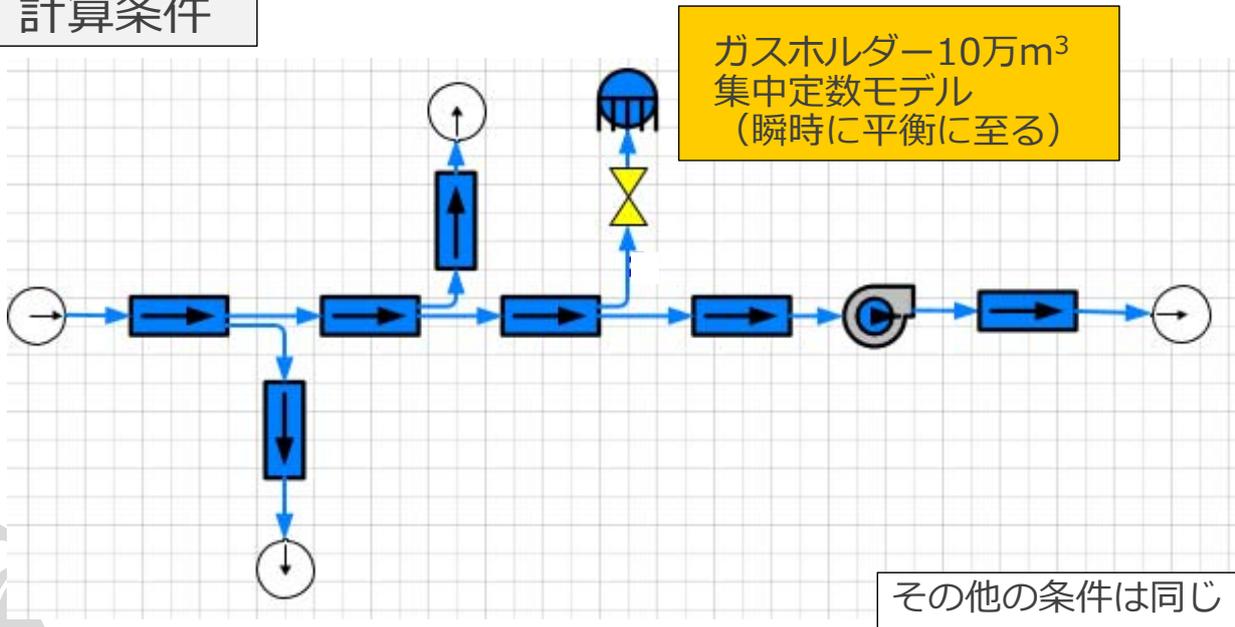


- ・ブロワ出口(赤)では、ブロワ動力喪失で昇圧が下がり、流量が減り、出口圧力境界からの逆流が起こっている。ただし、本計算では下流側の圧力が一定であることを想定している。
- ・ブロワ入口(緑)でも、時間差で逆流が起こる。
- ・消費点付近(黒)には、圧力波の影響で流量変動が起こるが、やがて下流側の流量境界の指定値に至る。

### 3.計算事例とデモ (11/41)

発電プラント：コークス炉  
ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討

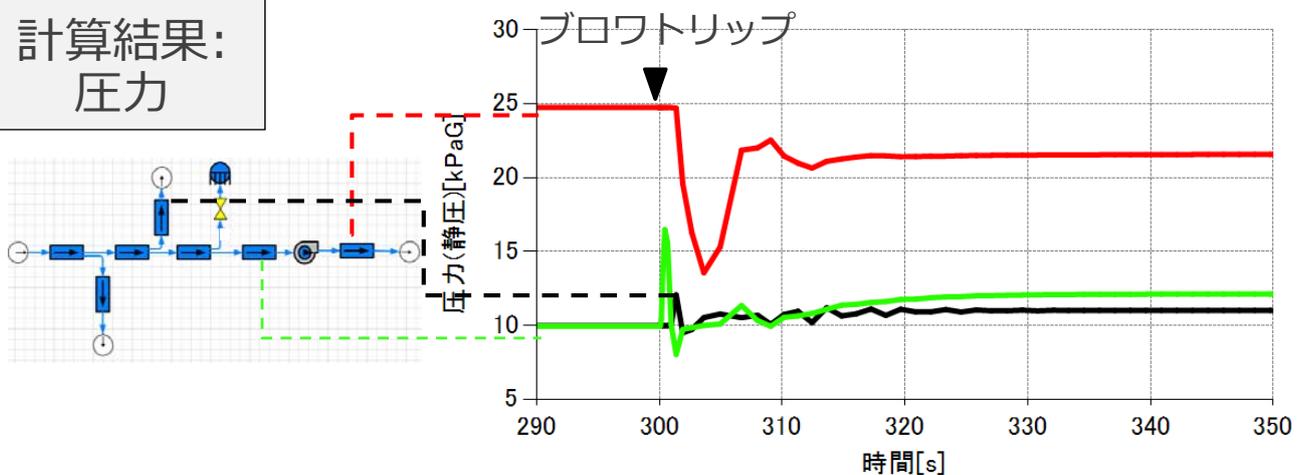
計算条件



### 3.計算事例とデモ (12/41)

発電プラント：コークス炉  
ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討

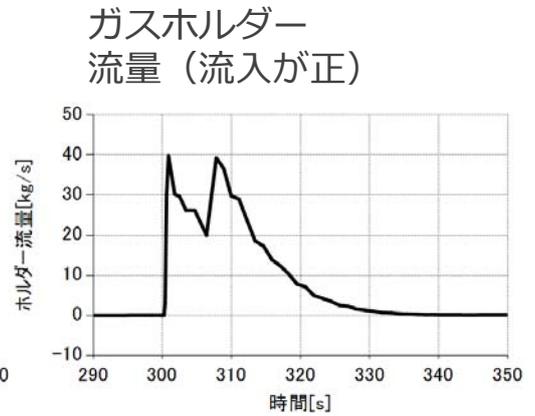
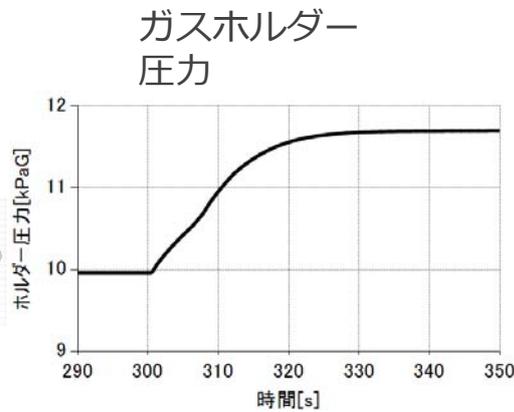
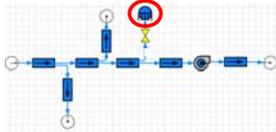
計算結果：  
圧力



- ・ブロウ出口(赤)では、ブロウ動力喪失で昇圧が下がり、圧力が下がる。
- ・ブロウ入口(緑)では、ブロウ動力喪失で流れが行き詰まり、慣性によって圧縮され、圧力上昇が起こる。
- ・消費点付近(黒)には、**ガスホルダーがないときに比べ**  
**ブロウ入口の圧力波が伝播していない。**

## 発電プラント：コークス炉 ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討

計算結果：  
ガスホルダー



- ・ 定常時（ブロワトリップ前）、ガスホルダーは10kPaG付近で静定
- ・ ブロワトリップ後、ガスホルダー内は圧力上昇、ガスが流入
- ・ これらの効果により、消費点への影響を緩和している。

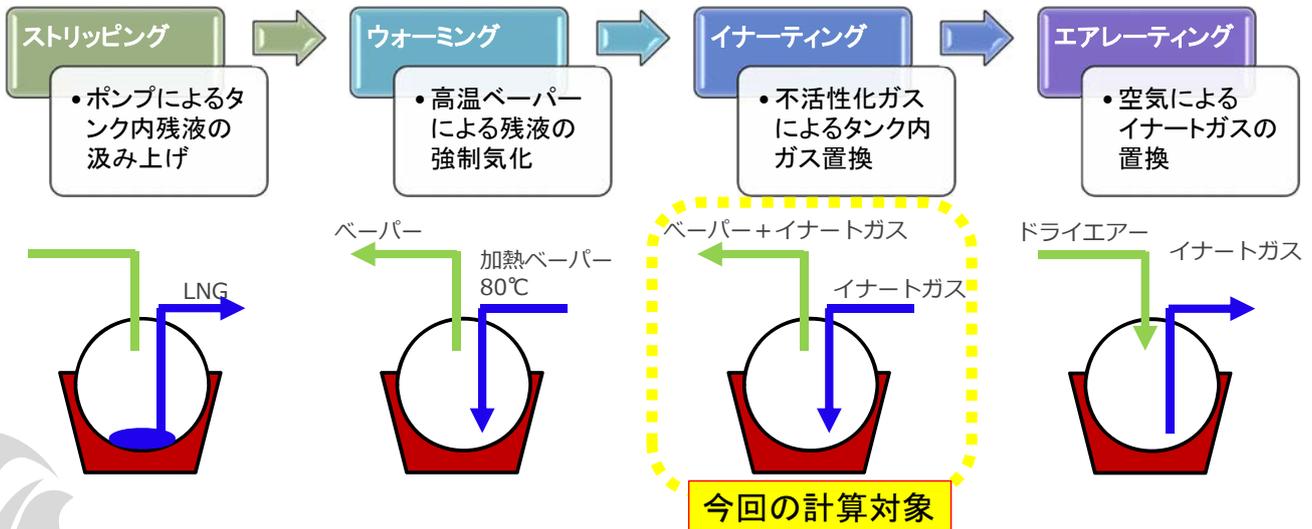
# 3. 計算事例とデモンストレーション

1. ガス導管
  - 1-1. 大規模導管網過渡解析  
→ 国土ガスハイウェイ井上様よりご紹介
2. 発電プラント
  - 2-1. 熱量調整系の過渡解析
  - 2-2. ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討
3. LNGバンカリング
  - 3-1. タンクのイナーテイング解析
  - 3-2. 揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

## LNGバンカリング：タンクのイナーティング解析

### ガスフリー(入渠前)作業

LNG船が造船所に入渠する場合、貨物タンク内で作業が行えるように、入渠前の揚荷終了後からガスフリー作業が行われる

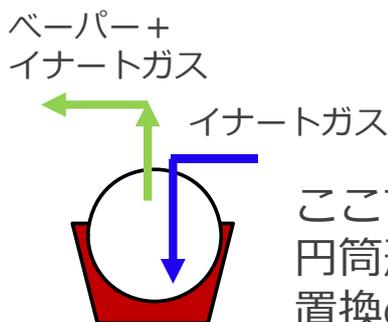


※参考文献：「LNG船運航のABC (改訂版)」日本郵船LNG船運航研究会 (著) /成山堂書店

## LNGバンカリング：タンクのイナーティング解析

### 計算条件

ドックでの検査時などに、引火を避けるため LNGタンク中の天然ガスをイナートガス (不燃性ガス) で置換する

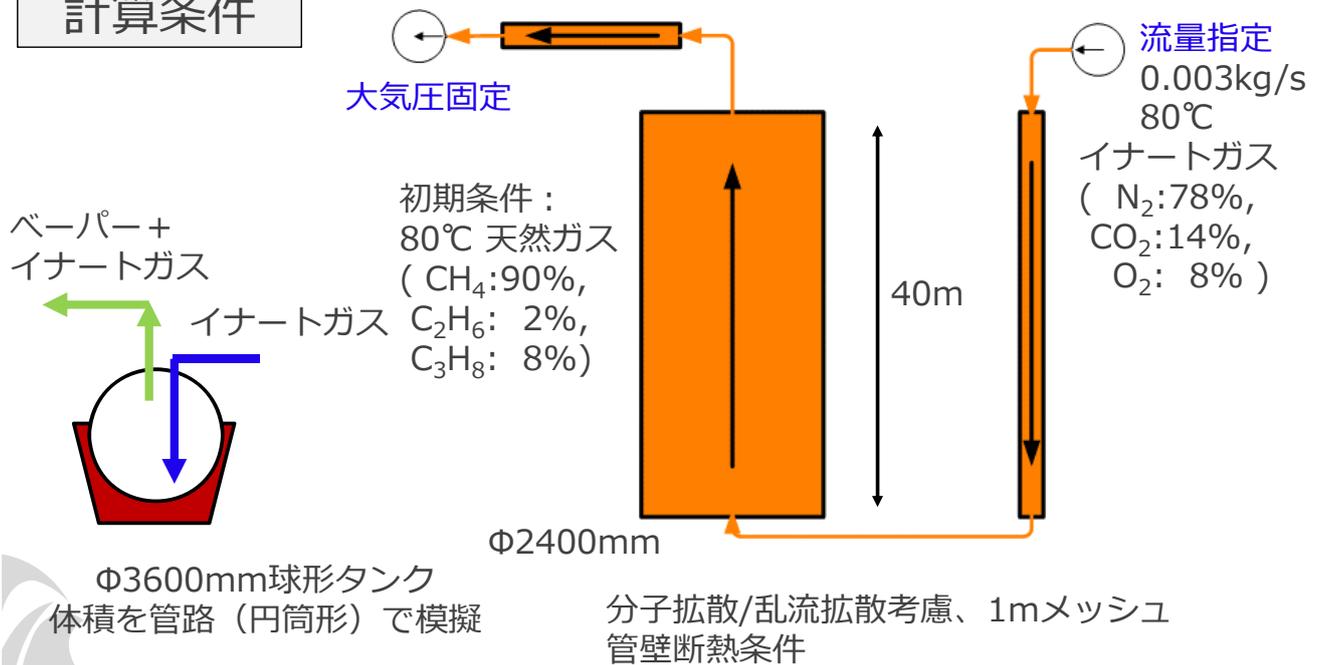


ここでは、直径36mの球形タンクを体積が同じ円筒形で近似し、管路系一次元計算を行い、置換の様子を調べる

### 3.計算事例とデモ (16/41)

#### タンクのイナーテイング解析:タンク部単管

##### 計算条件

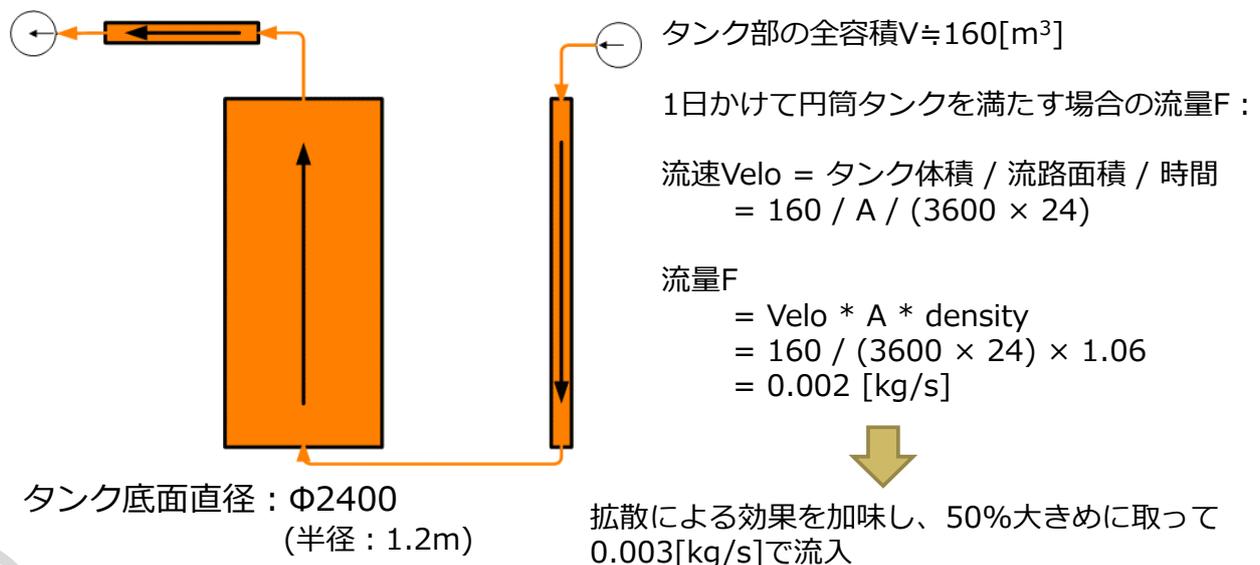


Copyright ©2018 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

51

### 3.計算事例とデモ (17/41)

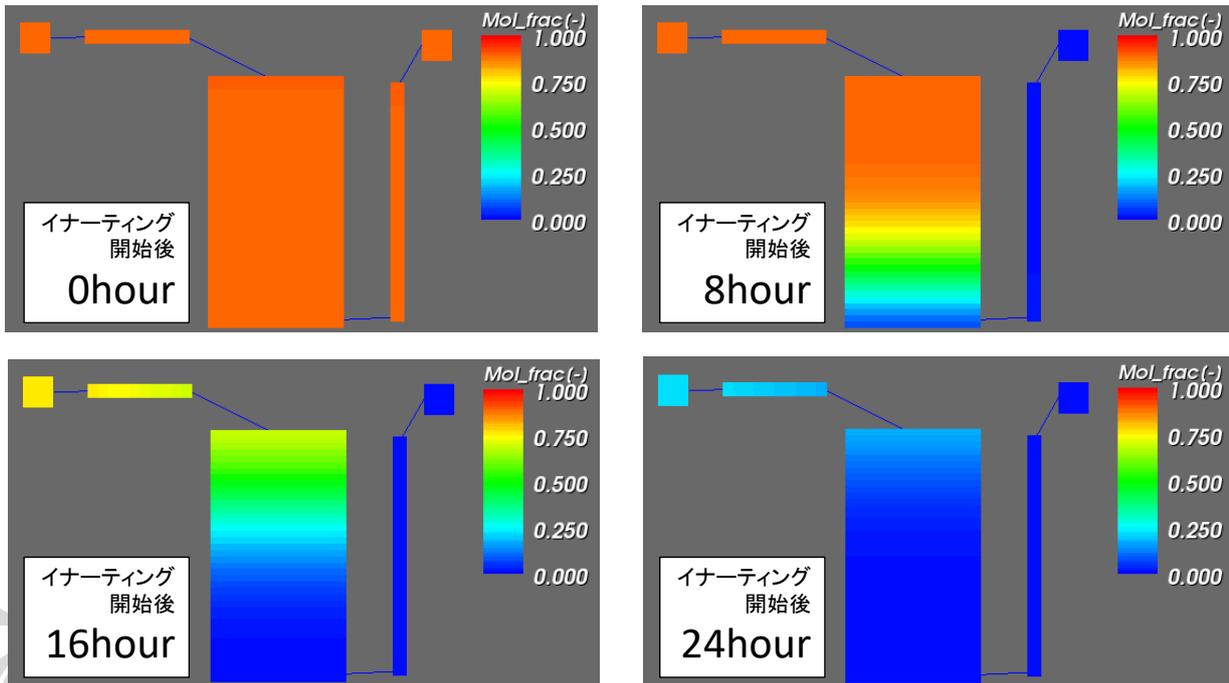
#### タンクのイナーテイング解析: 流量条件



Copyright ©2018 AdvanceSoft Corporation. All rights reserved.

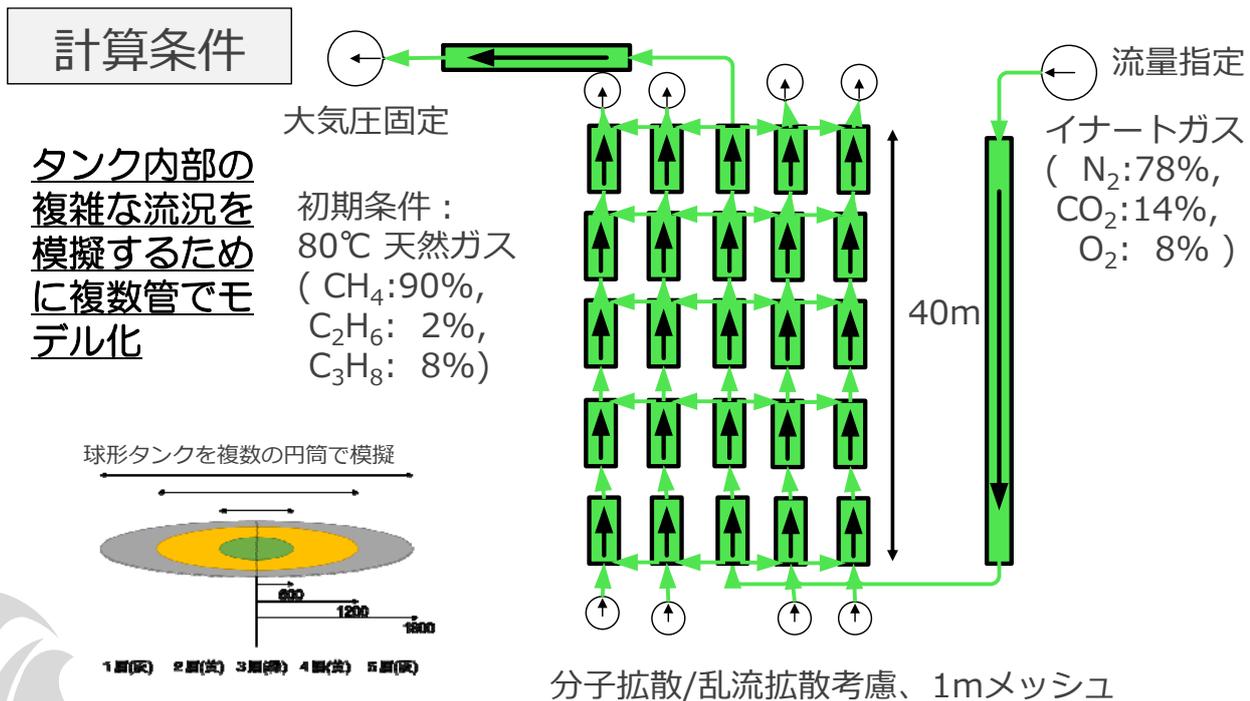
52

## タンクのイナートリング解析: CH<sub>4</sub>濃度変化



1日(24時間)でタンク内ガスが不活性化ガスに置換される

## タンクのイナートリング解析：複数管モデル



## タンクのイナーティング解析：複数管モデル

### 流量パラメータスタディー

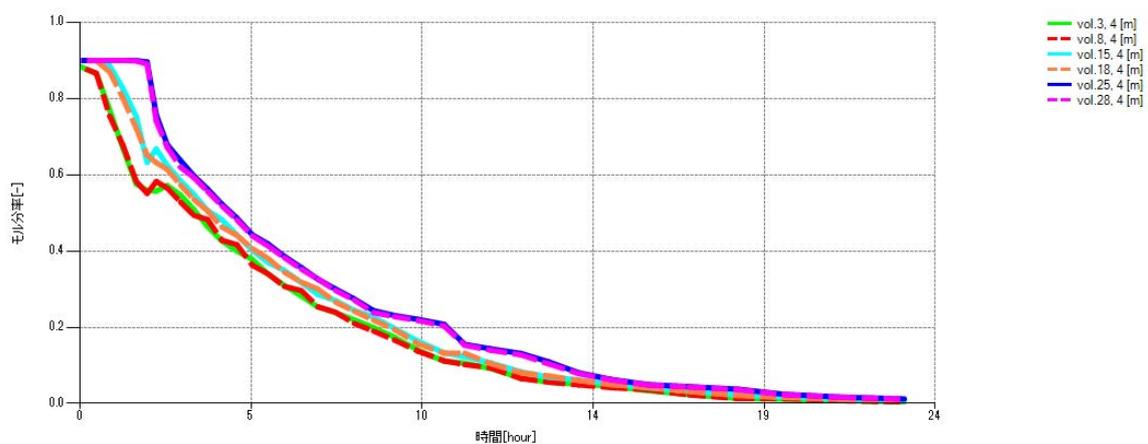
No.	計算ケース	イナートガス 流入流量	イナートガス 流入温度	タンク雰囲気 内温度	タンク管壁 条件
1	基本ケース (流量10倍※)	0.030[kg/s]	80℃	80℃	断熱
2	流量1倍ケース	0.003[kg/s]	80℃	80℃	断熱

※タンク部単管モデルの流量0.003[kg/s]に対する倍率

タンク内部の複雑な流況により単管モデルのように単純な置換とならないことが予想されるため実施



## 基本ケース(流量10倍)：CH<sub>4</sub>濃度時系列データ

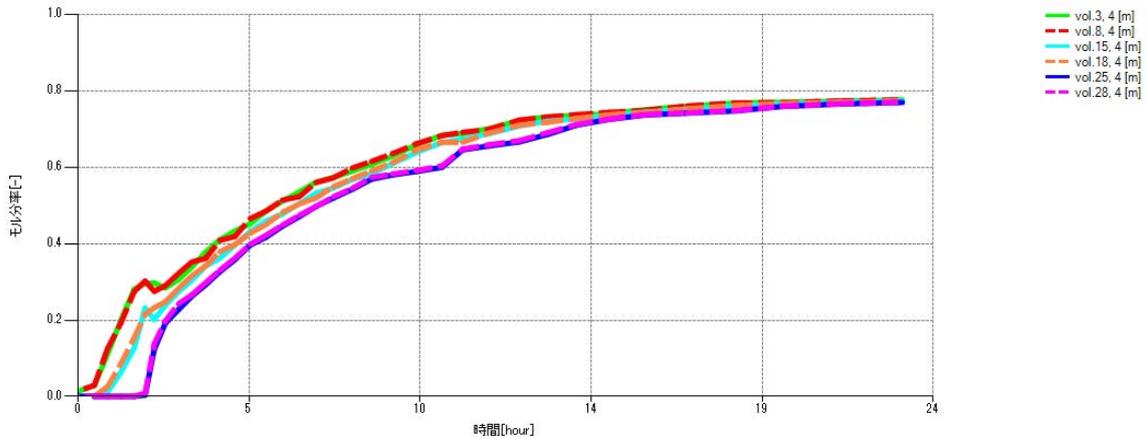


約24時間でタンク内のメタン濃度は0に近づく



### 3.計算事例とデモ (22/41)

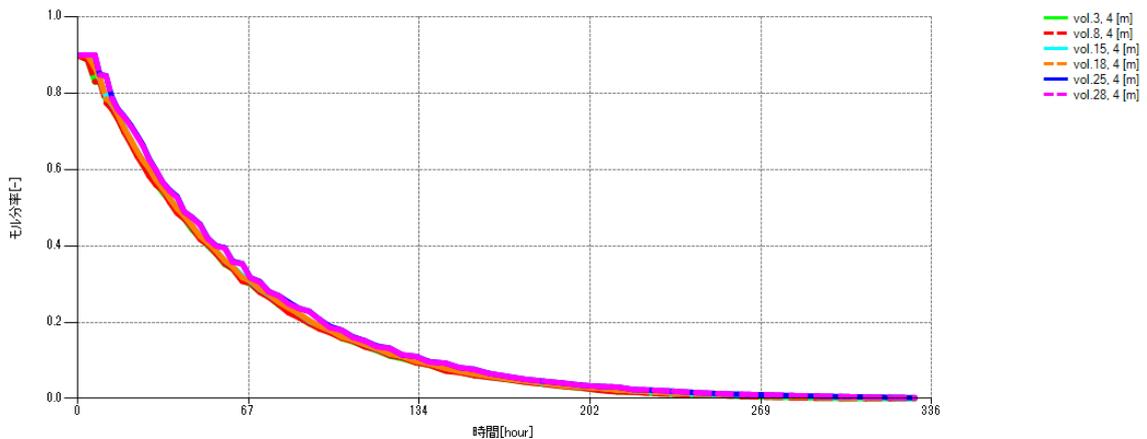
#### 基本ケース(流量10倍) : N<sub>2</sub>濃度時系列データ



約24時間でタンク内のN<sub>2</sub>濃度が組成における最大値になり、イナーテイングが完了する

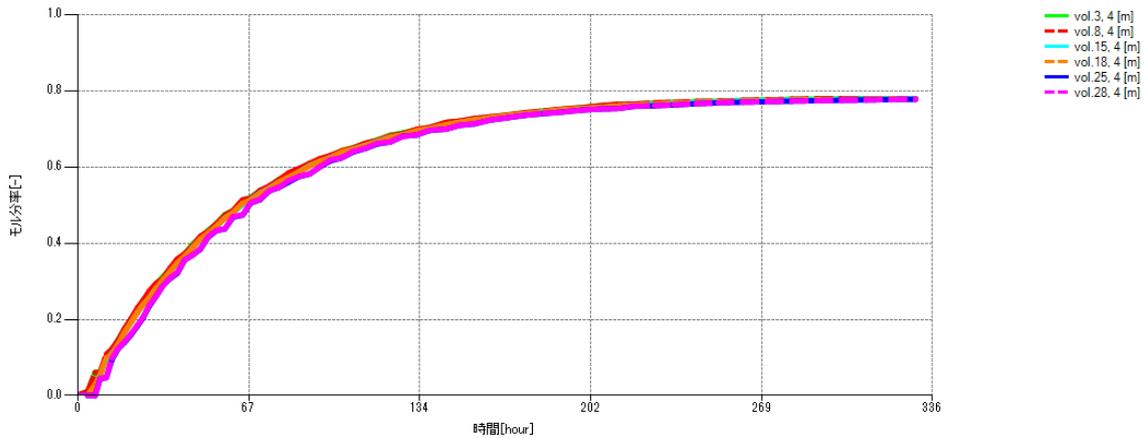
### 3.計算事例とデモ (23/41)

#### 流量1倍 : CH<sub>4</sub>濃度時系列データ



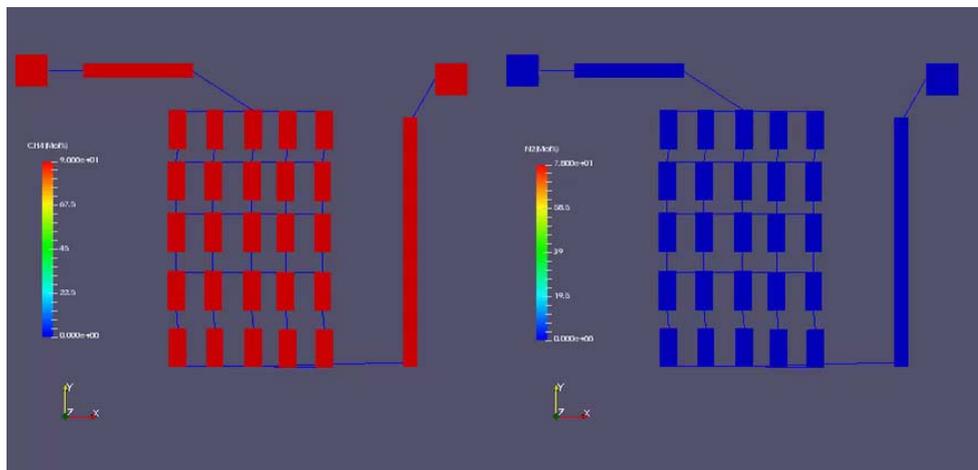
約336時間でタンク内のメタン濃度は0に近づく

## 流量1倍 : N<sub>2</sub>濃度時系列データ



約336時間でタンク内のN<sub>2</sub>濃度が組成における最大値になり、イナーテイングが完了する

## 基本ケース(流量10倍) : CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>濃度変化コントー



約24時間でタンク内のメタン濃度は0に近づき、窒素等のイナートガスに置換される

### 3.計算事例とデモ (27/41)

## タンクのイナーティング解析：複数管モデル

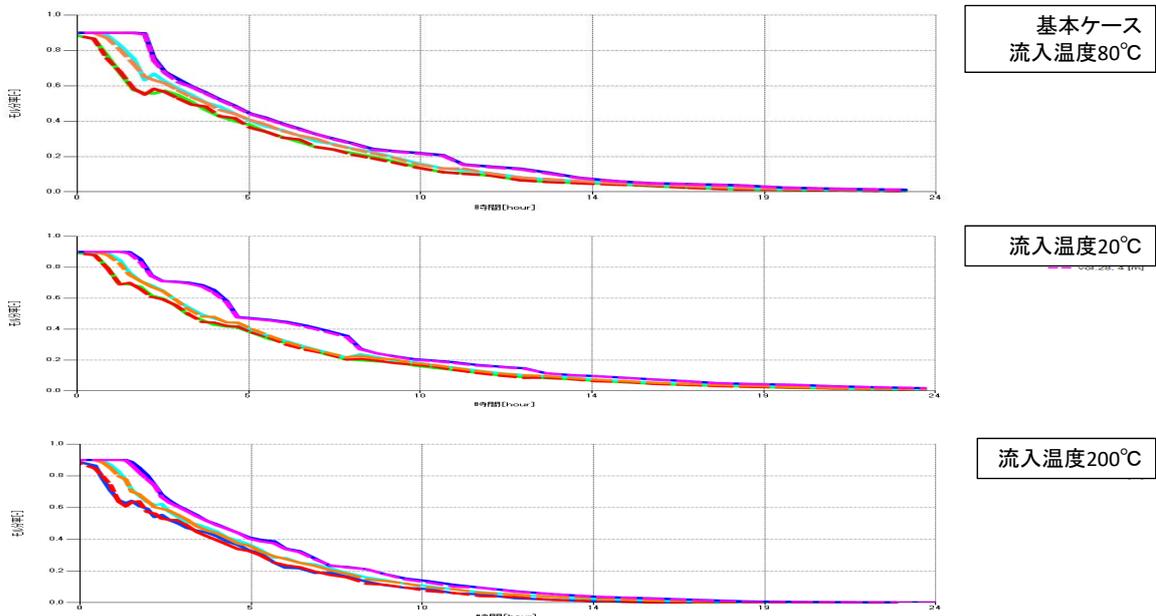
### 流入温度パラメータスタディー

No.	計算ケース	イナータガス 流入流量	イナータガス 流入温度	タンク雰囲気 内温度	タンク管壁 条件
1	基本ケース	0.030[kg/s]	80℃	80℃	断熱
2	流入温度20℃	0.030[kg/s]	20℃	80℃	断熱
3	流入温度200℃	0.030[kg/s]	200℃	80℃	断熱



### 3.計算事例とデモ (28/41)

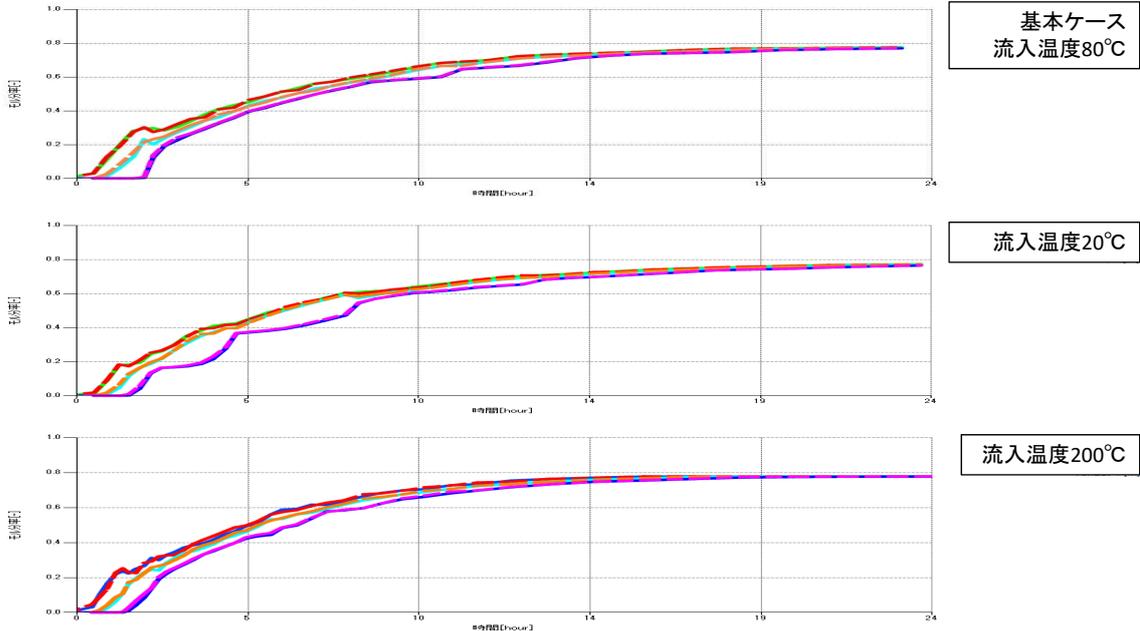
## 流入温度パラメータスタディー：CH<sub>4</sub>濃度時系列データ



流入温度が高いほど流入ガスとタンク内のガスとの密度差が小さく、タンク内で重力の影響を受けにくいため、より速やかに置換される傾向がある



## 基本ケース：N<sub>2</sub>濃度時系列データ

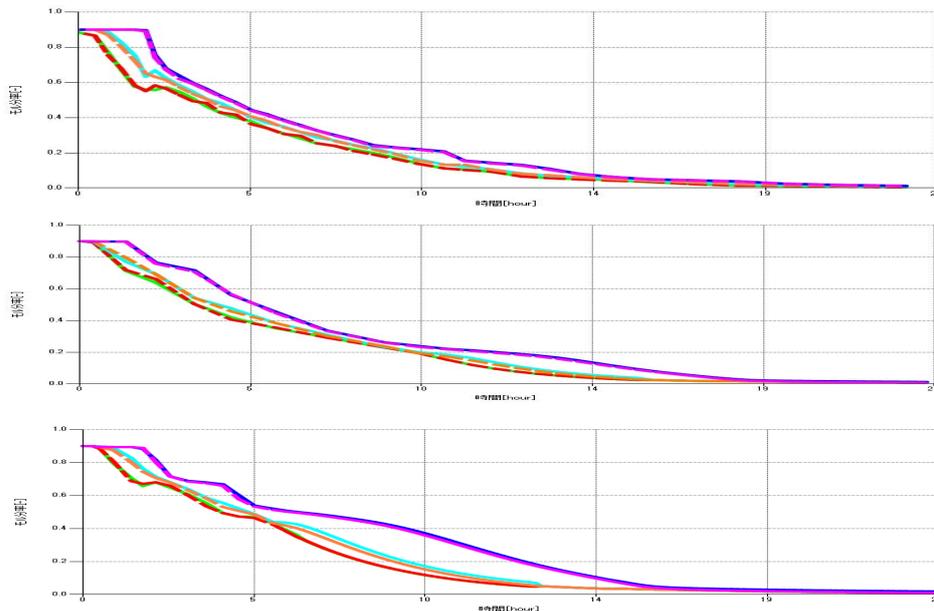


流入温度が高いほど流入ガスとタンク内のガスとの密度差が小さく、タンク内で重力の影響を受けにくいため、より速やかに置換される傾向がある

## タンク管壁温度パラメータスタディー

No.	計算ケース	イナートガス 流入流量	イナートガス 流入温度	タンク雰囲気 内温度	タンク管壁 条件
1	基本ケース	0.030[kg/s]	80°C	80°C	断熱
2	管壁温度35°C	0.030[kg/s]	80°C	35°C	35°C
3	管壁温度0°C	0.030[kg/s]	80°C	0°C	0°C

## 管壁温度パラメータスタディー：CH<sub>4</sub>濃度時系列データ



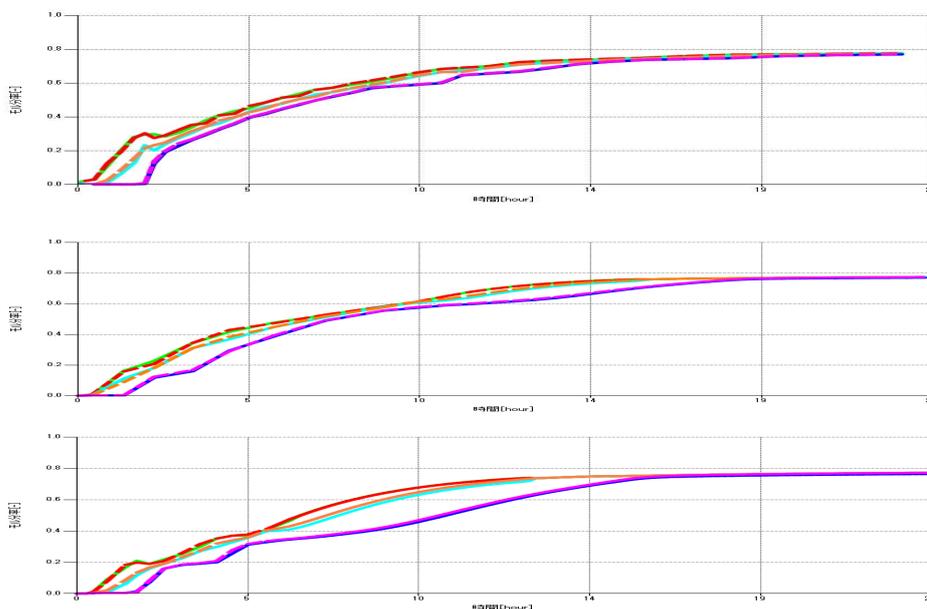
基本ケース  
管壁温度断熱

管壁温度35°C

管壁温度0°C

基本ケースの断熱と比べ、どちらもタンク内温度が下がるため、密度が高くなることにより置換速度の勾配が緩和される傾向があるものの、最終的な置換時間はほぼ一致している

## 管壁温度パラメータスタディー：N<sub>2</sub>濃度時系列データ



基本ケース  
管壁温度断熱

管壁温度35°C

管壁温度0°C

基本ケースの断熱と比べ、どちらもタンク内温度が下がるため、密度が高くなることにより置換速度の勾配が緩和される傾向があるものの、最終的な置換時間はほぼ一致している

### タンクのイナーテイング解析：まとめ

- LNG船のバンカリングの際の、イナーテイング解析を実施した。  
このような解析は3次元解析では計算負荷が高く、1次元モデルで解析を行った。タンク内の複雑な流動を模擬するため、複数管モデルによる解析を実施した。
- 流入流量、流入温度、タンク壁温のパラメータスタディを実施した。  
流入温度が高いほどイナーテイングガスによるパーシが速やかに行われる傾向があることが分かった。タンク壁温については大きな差はなかった。
- パーシに要する時間の正確な見積りを1次元解析で行うためには、より細分化されたモデルの採用や、実際の乱流、せん断、浮力を再現するモデルの導入が課題である。

## 3. 計算事例とデモンストレーション

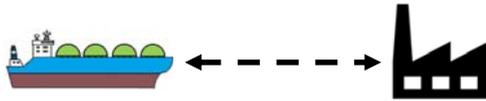
1. ガス導管
  - 1-1. 大規模導管網過渡解析  
→ 国土ガスハイウェイ井上様よりご紹介
2. 発電プラント
  - 2-1. 熱量調整系の過渡解析
  - 2-2. ブロワトリップ時のガスホルダー影響検討
3. LNGバンカリング
  - 3-1. タンクのイナーテイング解析
  - 3-2. 揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

### 3. 計算事例とデモ (34/41)

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

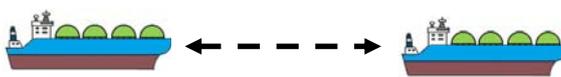
### LNGバンカリング（供給）方法

#### ①shore to ship



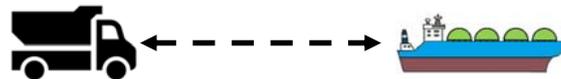
- ・大量のLNG供給可能
- ・設備でのハードルが低い
- ・スペース確保が課題

#### ②ship to ship



- ・大量のLNG供給可能
- ・気象/海象に左右される

#### ③truck to ship



- ・スペースなど制約が少ない
- ・LNG供給量が限定的

### 3. 計算事例とデモ (35/41)

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

### LNG(液化天然ガス)の需要の増加

#### 環境面

##### 排出規制対象

- ・ NOx（窒素酸化物）
- ・ SOx（硫黄酸化物）
- ・ GHG（温室効果ガス）

LNG：規制対象物の発生が少ない（燃焼時）

#### 政策

##### 電力/ガスの自由化

火電新規建設(天然ガス燃料)  
新規事業者増加  
消費の拡大

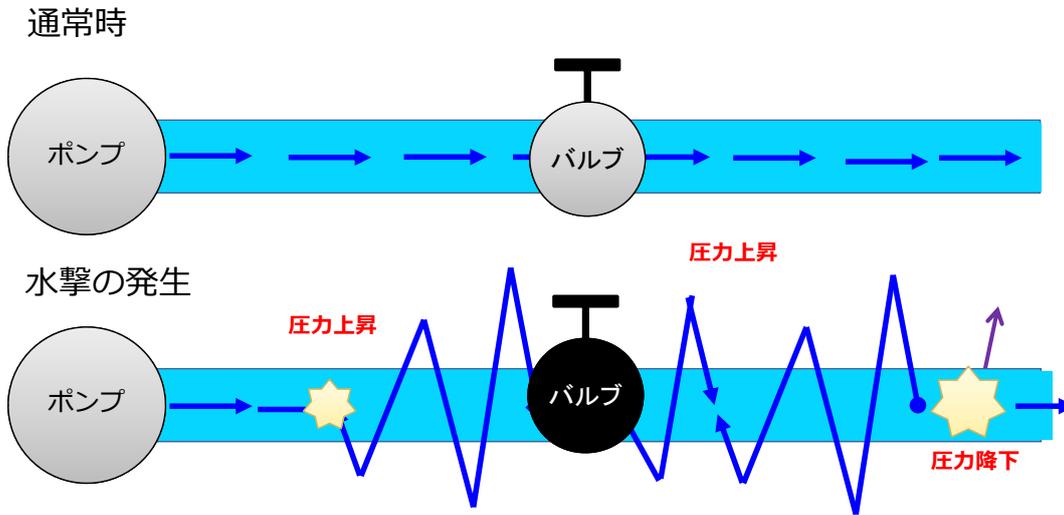
LNG：都市ガスの主原料



### 3. 計算事例とデモ (36/41)

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

### 水撃現象とは

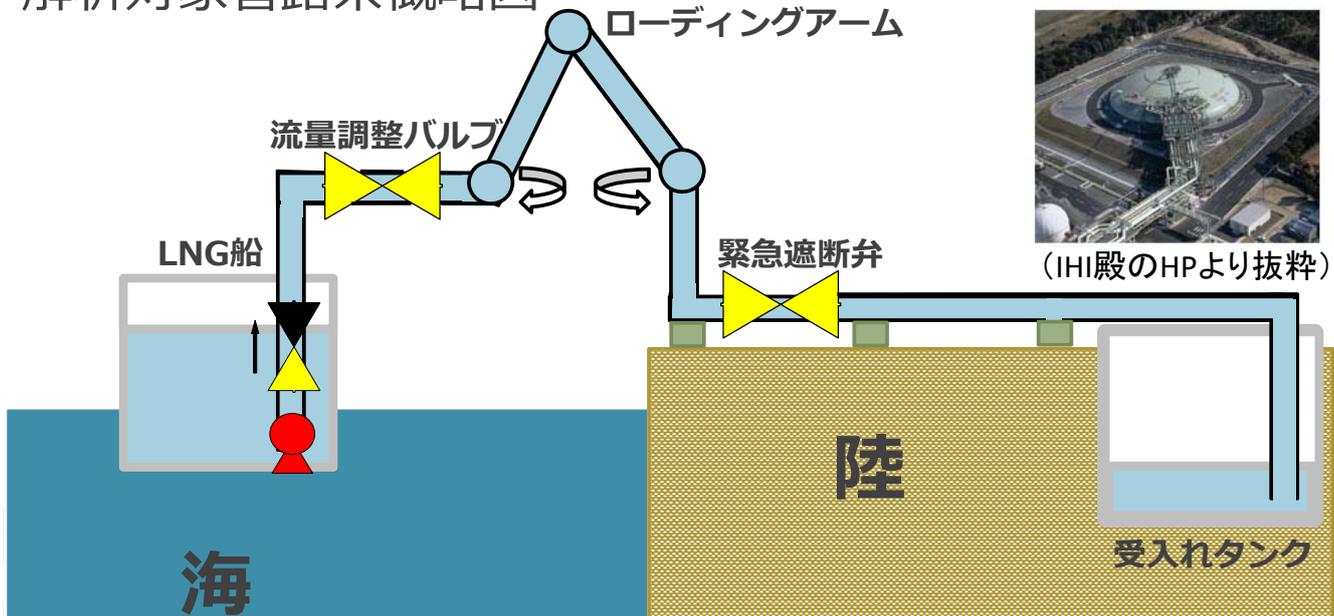


バルブを急閉時の、流速の急激な変化で、水の持っていた運動エネルギーが圧力変化に転換され、管内に衝撃と高水圧が発生する現象。水に限らず、液体を輸送する配管で生じる。

### 3. 計算事例とデモ (37/41)

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

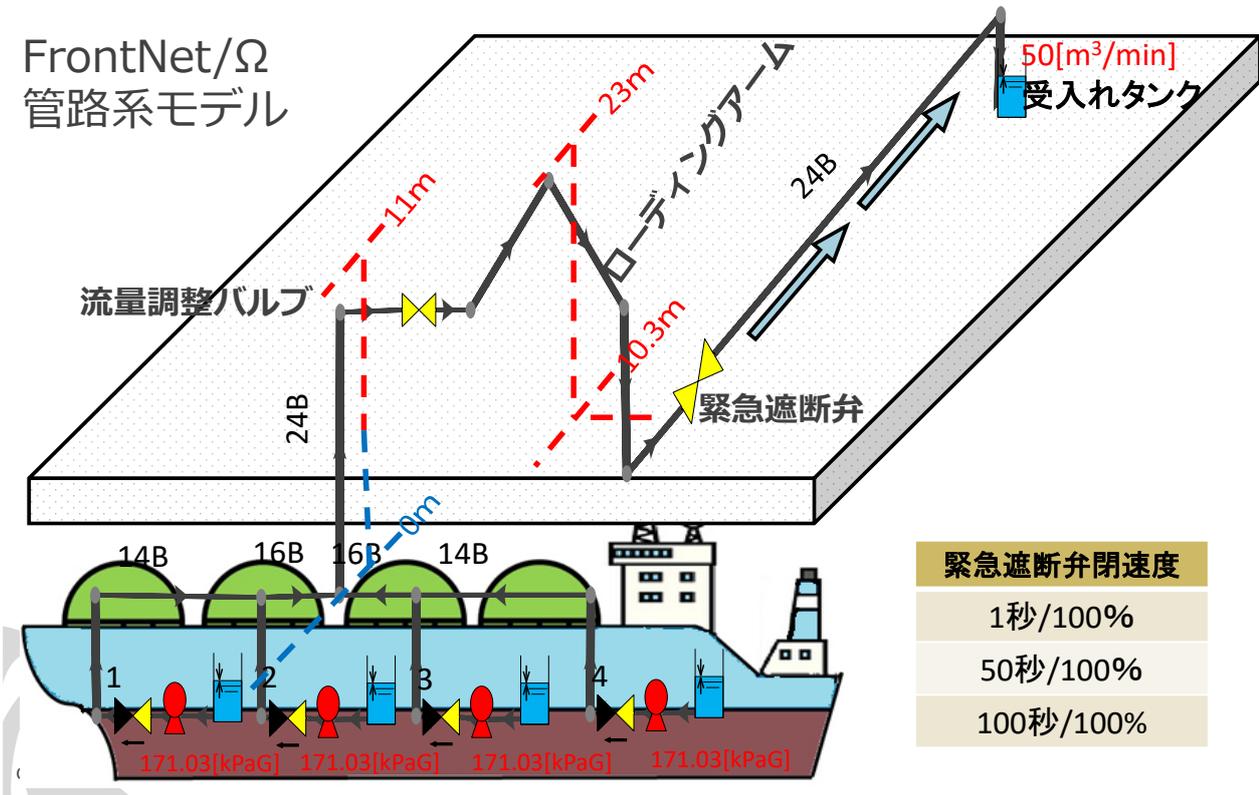
### 解析対象管路系概略図



### 3.計算事例とデモ (38/41)

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

FrontNet/Ω  
管路系モデル



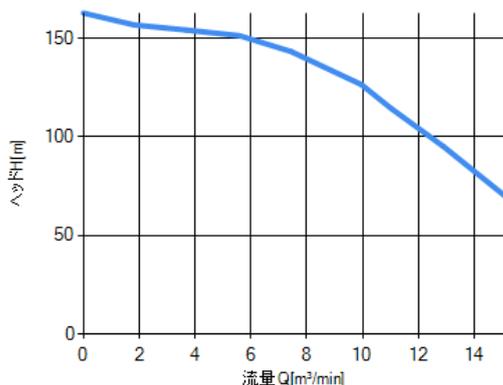
### 3.計算事例とデモ (39/41)

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

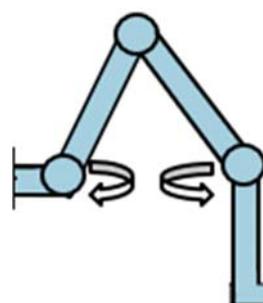
計算条件

項目	値
配管総延長	1141.7[m]
配管内容積	279.0[m3]
配管内初期圧力	10[kPaG]
管種	低温用鋼管
管摩擦モデル	Churchillモデル

ポンプのQH曲線



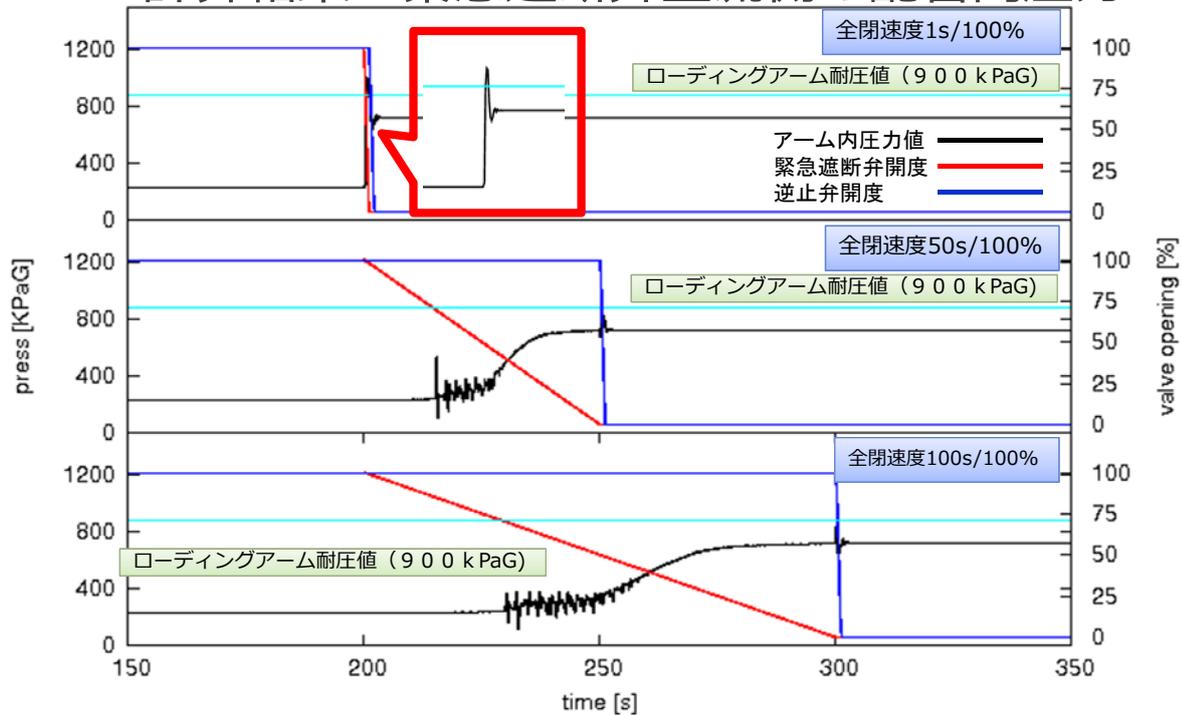
ローディングアーム



船体移動量を検知し  
角度が可変。  
今回は角度変化を  
考慮しない

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

### 計算結果：緊急遮断弁上流側の配管内圧力



75

## LNGバンカリング：揚荷中の緊急遮断弁閉鎖水撃解析

### まとめ

FrontNet/Ω2.0を用いてLNG船からLNG基地への荷揚げ作業中の緊急遮断弁作動を想定し、全閉速度を変えてローディングアーム内の圧力評価を行った。

- ・ 緊急遮断弁の全閉速度が速い場合、ローディングアームの耐圧値を超える圧力値が生じる。
- ・ 全閉速度が遅い場合、緊急遮断弁として効果的な役割を果たしていないので、適切な全閉速度の設定が必要。

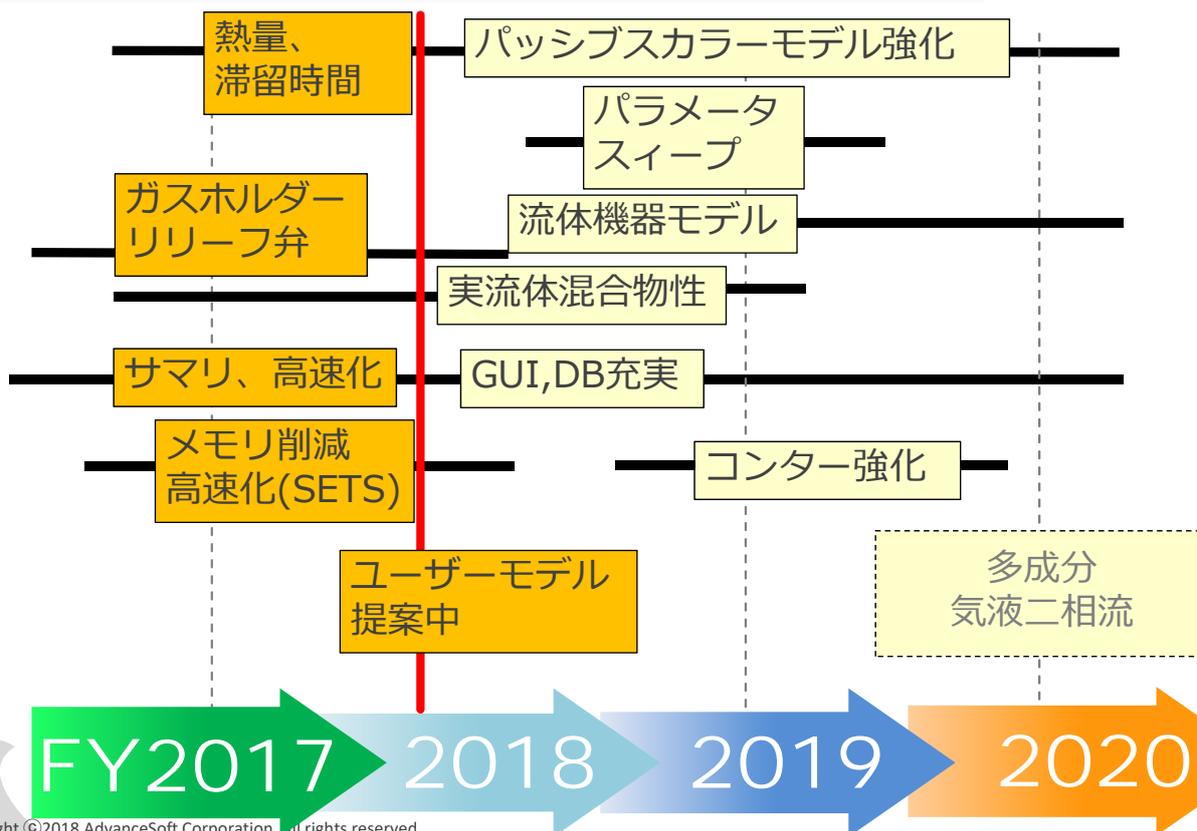
今後、LNGバンカリング船の増加やLNGの需要の増加に伴い、このような計算ニーズも増え、FrontNet/Ωを活用する機会が増えることが見込まれる。

## 4.ソフトウェア開発計画(1/2)

- 年1回程度のバージョンアップ
- ユーザーの声で優先順位は変化
- 課題はまだまだまだたくさんある



## 4.ソフトウェア開発計画/Γ(2/2)



ご清聴ありがとうございました。

Advance/FrontNet/**Γ3.0**

Advance/FrontNet/**Ω2.0**

好評発売中

評価版申込み受付中

※評価版の動作には別途Microsoft Visioが必要です。

# 各種ソフトウェアおよび 関連サービスについて

主任研究員 富塚 孝之

【技術セミナー】管路系セミナー  
「電力ガス自由化と管路系流体シミュレーション」  
2018年9月11日（火）  
アドバンスソフト株式会社



## 管路系流体解析ソフトウェア Advance/FrontNetシリーズ ライセンス形態

- 年間ライセンス
  - 利用期間が1年間(その時の最新バージョンがご利用できます)
  - 保守サポートサービスが含まれています
  - カスタマイズ版は別途ご相談
- 買取ライセンス
  - 利用期間が無制限
  - 初年度は保守サポートサービスが含まれています
  - 次年度以降は保守費用のみで保守サポートサービスが受けられます
- 保守サポートサービス
  - 最新バージョンの使用権
  - E-mailによるQ&A対応



# 管路系液体過渡解析ソフトウェア Advance/FrontNet/ $\Omega$ 動作環境

項目	内容
CPU	Intel Pentium 4 2.0GHz以上 (Intel Core2Duo 1.33 GHz以上推奨)
メモリ	2GB以上
オペレーティングシステム (OS)	Windows 7, Windows 8, Windows8.1, Windows10 (32bit/64bit両対応)
必須ソフトウェア	Microsoft Visio (2013、2016、365に対応) (※)

(※) Microsoft VisioはMicrosoft社の製品です。別途ご購入頂く必要がございます。



# 管路系流体過渡解析ソフトウェア Advance/FrontNet/ $\Gamma$ 動作環境

項目	内容
CPU	Intel Pentium 4 2.0GHz以上 (Intel Core2Duo 1.33 GHz以上推奨)
メモリ	2GB以上
オペレーティングシステム (OS)	Windows 7, Windows 8, Windows8.1, Windows10 (32bit/64bit両対応)
必須ソフトウェア	Microsoft Visio (2010、2013、2016、365に対応) (※)

(※) Microsoft VisioはMicrosoft社の製品です。別途ご購入頂く必要がございます。



# 管路系流体解析ソフトウェア Advance/FrontNetシリーズ 導入講習会

- ご希望のユーザ様には導入講習会(有償)をオンサイト、弊社内のどちらでも実施いたします(※)。
- 内容(例)
  - インストール、理論説明、操作方法
  - ユーザ様のソリューション解決のための解析モデリング、計算方法のコンサルティング
  - ご希望の内容に応じて半日～1日の講習会をおこないます

(※)費用、場所についてはご希望の講習内容により変わります。

## アドバンスソフトの開発・解析サービス

お客さまのご要望に応じて科学技術計算ソフトウェアの  
新規開発、機能追加、受託解析等のサービスをおこないます。



1. 流体・構造・ナノ関連など幅広い分野のソフトウェアを開発し、解析経験がある技術者がお客様のご要望をお伺いいたします。

2. 最適な解析方法をご提案いたします。

3. お客様のご了解が得られましたら、モデリングを行い、解析を実施いたします。

4. 解析結果を可視化し、解析結果の評価や考察を行なって報告書を作成いたします。





**警告**

このレポートに収録されている文章および内容については、ご自身のために役立つ用途に限定して無料配布しています。このレポートを、販売、オークション、その他の目的で利用するには、著作権者の許諾が必要になります。このレポートに含まれている内容を、その一部でも著作権者の許諾なしに、複製、改変、配布を行うことおよびインターネット上で提供する等により、一般へ送ることは法律によって固く禁止されています。