



世界最大級 燃焼式LNG気化装置の開発

研究・開発機関 : 東京ガス株式会社、国立大学法人京都大学、株式会社数値フローデザイン
 利用施設 : スーパーコンピュータ「京」
 計算規模 : 24,000並列
 利用ソフトウェア : NuFD/FrontFlowRed

Before

- 近年液化天然ガス(LNG)の需要が世界的に急増し、これらに応えるため世界最大規模のLNG気化装置の開発に着手しました。
- 大型燃焼器内の複雑な物理現象を評価するために、高負荷かつ大規模な計算が求められました。

After

- 実機を製作する前に、「京」を活用することで、実物大のバーナを対象に火炎の状態やNO_x排出量を予測し、改善策の検討が可能になりました。
- 一般的な計算機では実施不可能な計算を「京」を利用して約6日間で実施可能になりました。

背景と目的

日本では国内で消費される天然ガスのほとんどを輸入に依存しています。輸入する際には、天然ガスは-162℃以下に冷やされ、体積が気体に比べて600分の1の液体の状態です。液体の天然ガスを液化天然ガス(LNG)といいます。LNG受入基地で、LNG気化装置を用いて天然ガスを液体から気体に変えて(気化し)、体積当たりの発熱量を一定になるように調整したものが都市ガスです。LNG気化装置には、オープンラック式と燃焼式の2種類あります。今回は、燃焼式LNG気化装置の開発に「京」が使用されました。

図1に東京ガスエンジニアリングソリューションズ(株)が開発・出荷してきた燃焼式LNG気化装置の実績の推移を示します。近年では、海外、特に中国や韓国といったアジア各国のLNG基地向けに出荷台数が伸びています。天然ガスの需要が伸びているため、装置も大型化しています。図2に燃焼式LNG気化装置の構造を示します。燃料である都市ガスを燃やし、その熱でLNGを天然ガスに気化させます。今回の計算対象は赤線で囲った気化用バーナです。

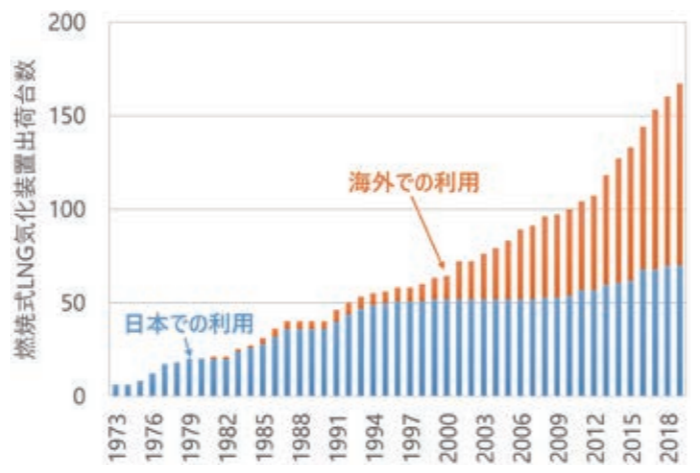


図1 燃焼式LNG気化装置出荷台数の推移

利用成果

図3に「京」を用いて計算された火炎の様子を示します。大型化によるNO_xの大量発生は火炎温度を低くすることで抑制でき、今回の気化用バーナには、火炎温度を下げるために水噴霧装置が取り付けられました。(a)に水噴霧なし条件、(b)に水噴霧あり条件の計算結果を示します。今回の計算でも、水噴霧によって火炎が冷やされるとともに、噴霧された水滴が水蒸気に気化する現象を考慮しました。(b)水噴霧ありでは、水滴が気化して消える領域で冷やされた火炎が部分的に消える様子を捉えています。

図4に計算によって予測されたNO_x排出量と同じ条件の実験で計測されたNO_x排出量の比較を示します。わかりやすいように水噴霧なし条件に対して水噴霧あり条件の排出量がどの程度減少したかを表しています。図3で見たように、水噴霧あり条件では火炎温度が下がったことで、NO_x排出量が43%減少すると予測されました。実験でも57%減少するという結果が得られています。計算でNO_x排出量を正確に予測するのはまだ難しいですが、排出量がどの程度増えそうか減りそうかを予め把握しておくことができるようになったのは大きな進歩です。

結果として、「京」を用いることで、実物大のバーナを対象に、火炎の状態やNO_x排出量を予測し改善策を検討できるようになりました。そして、今回開発された世界最大規模の環境にやさしいLNG気化装置は日本のみならず世界各国で採用され始めています。

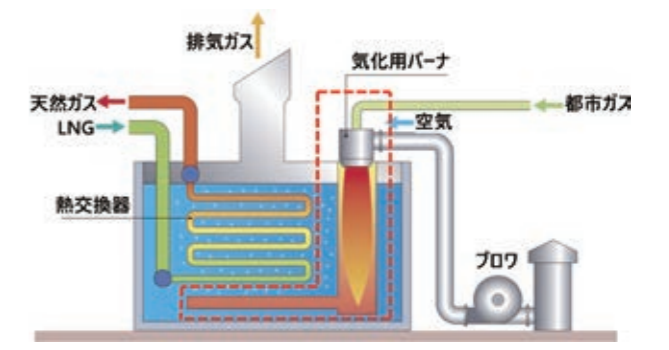
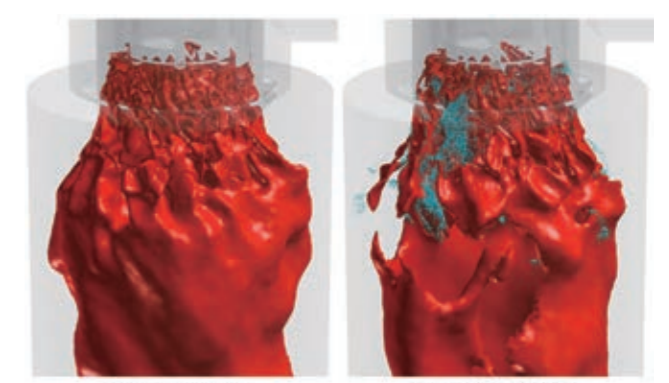


図2 燃焼式LNG気化装置の構造



(a) 水噴霧なし (b) 水噴霧あり

図3 「京」を用いて計算された火炎の様子
a: 水噴霧なし、b: 水噴霧あり。火炎を模擬して1400℃の領域を赤く、水滴を青い球で表示した

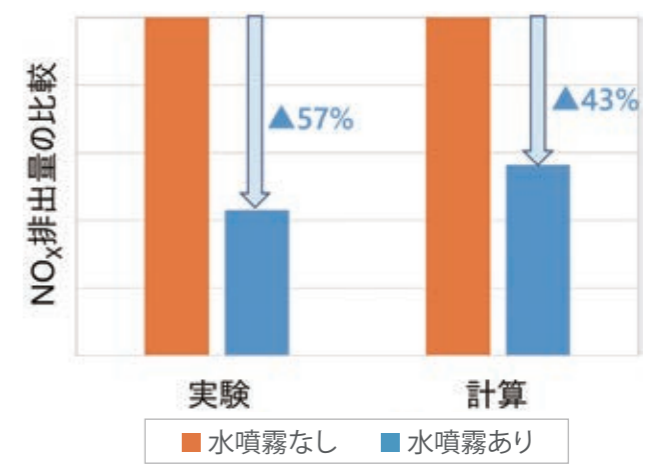


図4 NO_x排出量の比較 水噴霧なし条件の排出量を基準に水噴霧あり条件の排出量の減少率を示している