

実際に船に使われているのと同等の、約3,300kWの2サイクルテストエンジンで試験が進む。高さは8.6mもあり、写真はその頂上部。茶色の部品の写真右側に装着されたブロック形の装置が、LNG燃料を噴射するユニット。

【特集】

海からのCO₂を減らせ 船用エンジンにLNG燃料

世界初「ME-GIエンジン・ガス供給システム」の実証試験

世界の海を行き交う船から排出されるCO₂を減らすために、川崎重工はLNGを燃料とする船用エンジンと燃料ガスの供給システムを開発。その実用化に向けて造船・エンジン製造会社としては世界初となる実証試験を進めている。その成果は、運航会社の環境問題への取り組みを一層加速させる基盤となるものだ。

新たな取り組みが始まった 船舶からの排出ガス削減

世界を駆け巡る商船から排出されるCO₂排出量は、世界全体の排出量の3%ほど。発電系の約35%に比べると、その環境負荷は少なそうに見える。しかし、新興国の経済発展に伴う海上輸送と船腹量の増加により影響度も増しており、より環境負荷の少ない船の開発が喫緊の課題になっている。

そうしたなかで川崎重工が取り組んでいるのが、「液化天然ガス（LNG）を燃料とするME-GIエンジンとガス供給システム」の開発だ。造船・エンジン製造会社による長期常設の試験設備としては世界初のもので、2013年12月以来、各種の試験が繰り返されている。

船の環境負荷を低減するためにはさまざまなアイデアがあるが、「LNGを燃料とするME-GIエンジン」の開発が注目されているのは2つの理由がある。1つは、大型の船用エンジンとしては、世界標準になつている2サイクルエンジンに適用できること。もう1つが、LNGが環境に優しい経済性に優れた燃料であることだ。例えばC重油に比べLNGは、CO₂を約30%、NOxを約20%削減できる。しかもシエールガスの生産開始でLNGの供給量は飛躍的に増えている。

既存の成熟したエンジン技術を活用しつつ、経済的かつ環境負荷も少ない新技術を開発する。その現場が川崎重工神戸工場にある。



Leader's Voice

川崎重工業 船舶海洋カンパニー技術本部
基本設計部機関計画課基幹職

長町健治 Kenji Nagamachi

「自信がある」。そして「信頼される技術」でなければ、世の中に送り出さない

今回の「LNGを燃料とするME-GIエンジンとガス供給システム」の実証試験は、そのリアルさに特徴があります。つまり、夢の新技術開発ではなく、今ある船に乗せることを大前提にした試験なのです。既存の成熟したエンジン技術をベースに、まったく新しい機能を付加して進化させる。言わば手軽に技術革新の成果を活用できるのです。

船舶部門とエンジン部門のコラボレーションにより、試験は極めて有意義な成果を得られています。その利便性や経済性の高さにより、世界の海からのCO₂排出量の削減に大いに貢献すると自負しています。

今後は、この推進システムを軸にした廃熱活用や、他の低環境負荷技術との融合など、システムのメリットを船全体に広げていくのが課題です。しかし、「川崎重工業は、自らの確信がない技術は世の中に出さない」というものづくりの信念で、課題の克服に取り組んでいきます。



極低温タンクで低温に保持されたLNGがパイプを通ると、あっという間に霜が出る(写真1、2)。次に高圧ポンプ(写真3)で昇圧されていく。システムの状態は制御室で集中監視され、データの収集が続いている(写真4)

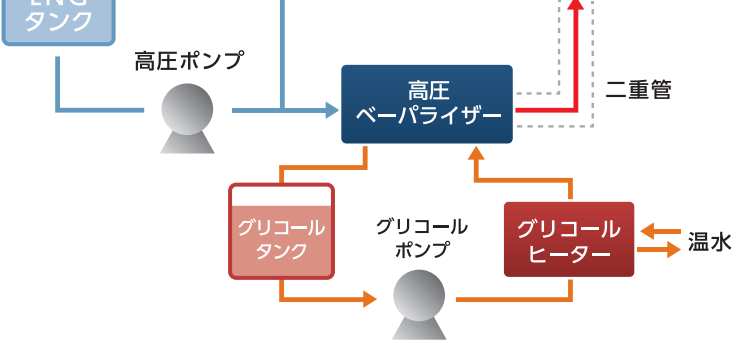
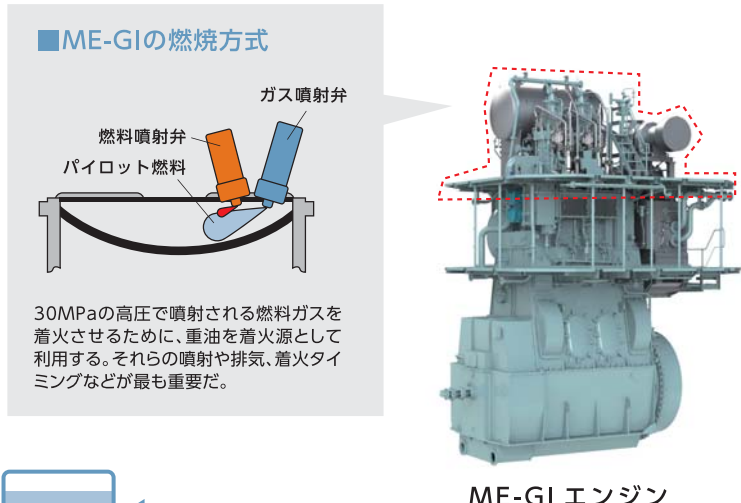
も気体でもない「超臨界状態」になり、ME-GIエンジンの燃料としての準備が整う。宇井岳夫・船舶海洋カンパニー基本設計部主事は、「ポンプ圧力の設定やシステム全体の制御方法、安全対策などを確立するために試験を繰り返しています。システムが、設計段階で想定していた動きとは異なる動きをすることがありますが、それぞれが実証試験を行う最大のメリット。システムを完全に理解すべく、試験を繰り返しています」と語る。

一方、エンジン側では、油から天然ガスへ燃料が変わっても、従来と同等以上の性能・操作性を実現する制御手法が検証されている。問題になるのがLNGの着火性の低さで、補助役として重油の噴射弁を活用した。ピストンによってシリンダー内の空気が圧力が頂点に達した時に、噴射された重油が着火して燃料ガスに着火する仕組みだ。

エンジンを担当する東田正憲・機械ビジネスセンターディレクターは、「船の航行では、海洋条件の変化がそのままエンジンに負荷となって跳ね返ります。その変化に追従して安定した稼働を続けなければなりません。安全性と効率を追求するために、燃料ガスの噴射やガス圧、重油の量などの制御技術の検証を続けていきます」と語る。

実証試験では、ME-GIエンジンの実用化につながるさまざまな成果が得られている。高圧ガス供給システムの安定性や信頼性はもちろん、エンジンもガスによる出力制限がなく、エンジンへの負荷が変動した場合の追従性も重油運転と同等であることが確認された。

大型船舶を運航する海運会社には、これらの環境性能や経済性は大きなメリットとなり、環境問題への取り組みを加速できることになる。



■高圧燃料ガス供給システムの概要
新しい推進システムは、LNGを燃料にするためのガス供給システムとエンジンが連動して動く。昇圧されたLNGは、高圧ベーパーライザーで温められ、安全のために二重管によってエンジンに導かれる。屋外に設置された供給システムは、造船所の一角でひととき目立つ(写真下)

成熟した2サイクルエンジン技術。そこに新たな革新を加える。船舶の燃料としてのLNG利用は、すでに蒸気タービンなどで実用化されている。しかし、熱効率が最も良い低速2サイクルディーゼルエンジンでガスを燃料として利用する「ME-GIエンジン」が実現すれば、熱効率は飛躍的に向上する。ME-GIエンジンの「ME-GI」とは、「電子制御式ガスインジェクション」の意。ガス化した燃料をシリンダー内に直接噴射(ガスインジェクション)し、その噴射などを電子制御してエネルギー効率のよい運転を行う。これを、従来の低速ディーゼルエンジン、つまり成熟した技術と組み合わせる

ことで、効率的で環境性能の高い推進システムをつくらうというのである。そのための課題と解決策を明らかにするのが実証試験の目的だ。そのためには、燃料を供給するプラント側のエンジンのガス消費量や要求圧力にに応じてガスをスムーズに供給・制御する仕組みと、エンジン側での最適な燃焼を得る制御技術の確立が、開発の2大テーマになる。LNGをガス化して燃料として噴射するための要求圧力は最大30MPa。これは深海3000mの圧力に匹敵する。実証試験では、マイナス163度で液化されているLNGを、高圧ポンプで昇圧し、その後、高圧ベーパーライザーと呼ばれる気化器で45℃まで温める。これでLNGは、液体で



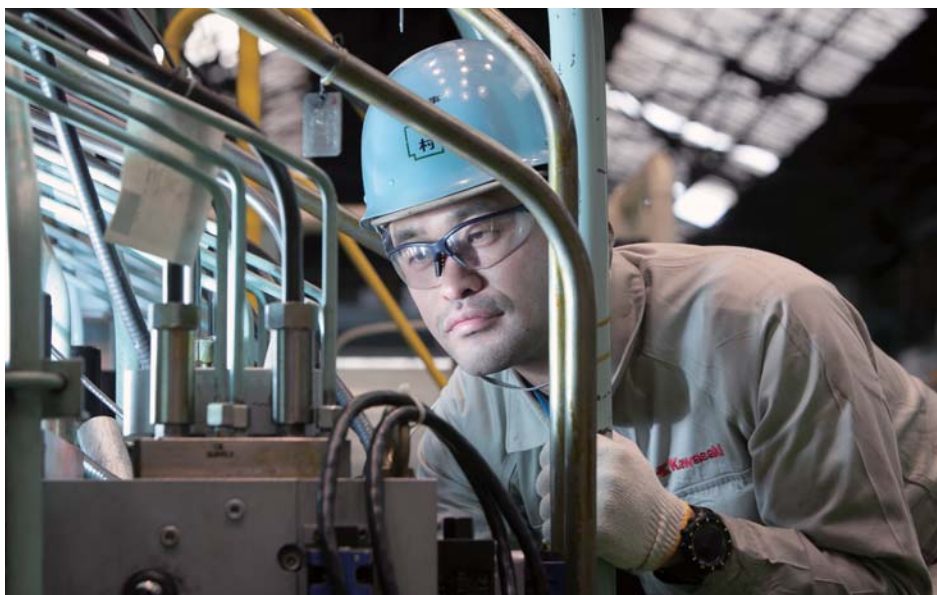
左から、プラントを設計した宇井岳夫、プロジェクトリーダーの長町健治、エンジンを担当した東田正憲。

川崎重工の総合力で、ME・GEEエンジンはさらに進化する

実証試験では、水エマルジョン燃料の活用やEGR（排気再循環）など、川崎重工の独自技術の応用にも挑んでいる。

水エマルジョン燃料とは、燃料中に細かい水粒子が含まれている燃料で、水の粒子が蒸発して周囲の熱を奪うことでシリンダー内の燃焼温度を下げ、NOxの生成を抑制する効果がある。またEGRとは、酸素濃度が低い排気ガスの一部をシリンダー内に再循環させて低酸素燃焼を実現し、燃焼最高温度を下げてNOxの生成を抑制する。LNGを燃料とするME・GEEエンジンとガス供給システムの開発は、川崎重工の造船技術と船用エンジンの知見を結集させた新技術として、LNG運搬船だけでなく、コンテナ船や自動車運搬船などの一般貨物船への導入も目指している。

この経済効率性と環境負荷の低減は、海上輸送に新たな革新をもたらすことになるだろう。



システムの安全を確保するために日々、細部までチェックが繰り返される。

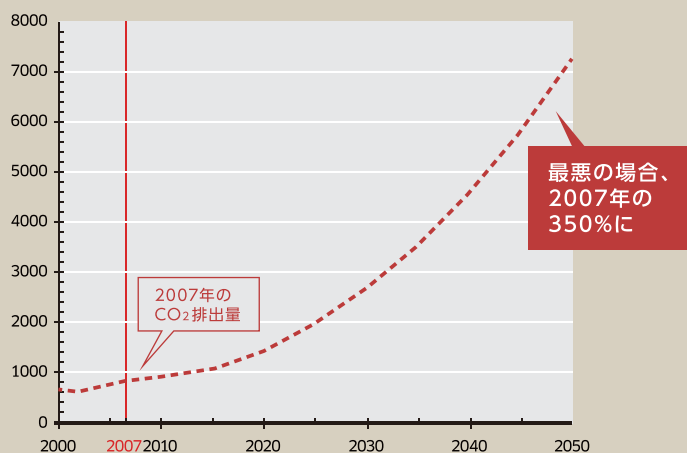


Vision of Future



世界の海運と大気汚染

国際海事機関 (IMO) では2011年7月、船舶からのCO₂排出量を規制する枠組みが合意され、2013年1月から発効させた。何も対策を取らなかった場合に比べて、2030年には国際海運からCO₂排出量は20%以上削減される。



IMOのCO₂増加予測図

IMOは国際海運からのCO₂排出量予測に複数のシナリオを用意しているが、一定の削減努力をしても2050年には2007年に比べ数倍になる



大型LNG燃料コンテナ船(イメージ図)

日本が世界の規制審議をリード

総トン数が100t以上の船舶は、世界に約10万4300隻あり、それらの船から排出されるCO₂の量は、年間約8.7億トン(2007年)と推定されている。世界全体の排出量の3%を占め、ドイツ1国の全排出量に相当する。IMOでは、排他的経済水域を航行する総トン数400t以上の新造船(2013年1月以降の建造契約で2015年6月末以降に引き渡される船)に、CO₂の排出量が一定の基準値以下とすることを義務づけた。新しい排出規制の議論をリードしたのが日本で、世界有数の海運国・造船国として、さらに優れた環境対策技術をベースに多様な提案を行って国際合意を形成した。(データ類は、IMO、日本船主協会)