

## リスク半減を目指す海運インフラと海護システムの構築

### ① 計画の概要

本研究計画の背景である舶用工学分野の3つのリスクと、その対応のための研究計画の概要を下記する。

#### 研究の背景

原材料や食品などの資源輸入と高付加価値の製品輸出を生命線とする日本は、9億トンに及ぶ貿易量の99.7%(重量基準)を船舶輸送に依存する典型的な海運国家であるが、海上輸送に伴う湾岸地域の環境負荷増大、若年人口の減少や就労志向の変化に伴う船員不足、地震のような甚大災害発生時の避難や事後の救援など海護体制の不備といった、深刻化するリスクへの対応が必須となっている。

#### 海運に関わる環境負荷の増大

内閣府が主導した第一期の戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)の革新的燃焼技術で小型高速エンジンの正味熱効率50%の実現や、ハイブリッド車で実用化された力行・回生の高速切り替えなどの異分野の成果を舶用エンジンに適用することで、LNGやNH<sub>3</sub>を含む低硫黄燃料で、現規制値の5割減を可能とする低NO<sub>x</sub>・低GHGの舶用機関を実現する。運航に関わる人的リソースの不足

国土交通省のi-Shipping(Operation)構想に代表されるIoT技術やビッグデータ解析を活用した自動運航船の実用化に向けた取り組みに、AIによる予測制御やITS-connectのような陸上輸送分野が先行した技術を適用することで、人為的要因による海難事故の解消と港湾内を含む自動運航と網取りを含む自動離着岸を可能とし、船員の肉体的負担や船員数の半減を実現する。甚大災害時の海護体制の不備

発生が懸念される南海トラフ地震では、発生時の津波の到達時間や波高予測などが地域ごとに公表されているが、津波到達海域を航行する全ての船舶への的確な避難の指示方法や、発生後に途絶した陸上輸送網を代替することが期待される海上からの救援策について高精度シミュレーションを用いた事前検討を行い、海運インフラや人的被害の半減を実現する。

### ② 学術的な意義

#### 学術的重要性

自動車用小型高速エンジンの分野ではSIPのような産学連携を通じた研究計画が実施され、ドイツ製を中心とするエンジン群を凌駕する正味熱効率50%を達成しているが、中低速エンジンには知見が共有されていない。また、世界最大のハイブリッド車保有国である我が国は、誘導同期モータや大出力の水冷半導体等の知識を有しているが、船舶への展開は進んでいない。本研究計画は、研究者間のネットワーク構築により、この通弊の打破を目指しており、高い学術的な重要性を有している。また、本研究計画のハイブリッド機構は、荒天時や災害発生時に船速の平準化や機関出力の補助が可能な高い応答性を有しており、自動運航船による津波避難とも有機的に関連している。

#### 期待されるブレークスルー

小型高速エンジンにおける革新的燃焼技術を舶用推進主機のような中低速エンジンに適用する場合、機関の寸法やボア・ストローク比等にかみ離れがあるため、機関尺度の影響を一般化する相似則を確立する必要がある。ディーゼルエンジンの相似則は北海道大学の近久が提唱した理論であり、近年では豊田中央研究所の稲垣らが小型エンジンを念頭に改良を加えているが、本研究計画で構築した研究者間のネットワークを通じて、真に大型エンジンにも適用可能な相似則が確立され、エンジンの大小に拘束されてきた内燃機関の研究成果を統合することが期待される。

また、災害発生時の船舶への通知において、対象船が自動運航船の場合、津波被災船からの最新情報に基づく避難針路の逐次最適化が可能となり、ビッグデータを真に活用する事例としてブレークスルーが期待できる。

#### 期待される研究成果と波及効果

本研究計画を通じ、ハイブリッド機構を有する自動運航船では、船員の負担削減以外にも船速平準化による燃費向上効果や、災害時の安全性向上効果を有することが評価されれば、その普及が促進されることが期待できる。

### ③ 国内外の動向と当該研究計画の位置づけ

SIPで開発された革新的燃焼技術による小型高速エンジンの究極的熱効率の向上は、燃焼シミュレータ(火神)の開発を含む、我が国の代表的な研究機関と自動車製造社を連携した独自性の高い研究である。欧州においては、同様に内燃機関の高熱効率・高出力率を目指したヘラクレスプロジェクトなどがあるが、ガスエンジンを含む従来型大型エンジンの進化・改良を前提とした実用化研究であり、大型中低速エンジンへの新燃焼技術の適用を宗としたものとはなっていない。

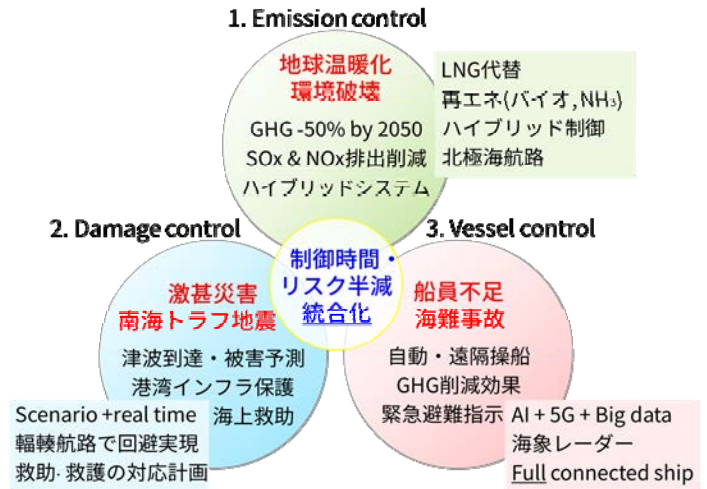


図1 3大リスク半減の基本構想

低硫黄燃料には LNG の他、炭素を含まないアンモニアも想定しているが、同様に SIP 研究で海上技術安全研究所の仁木らが主導したアンモニア燃焼エンジンの研究例がある。但し、大量パイロット噴射と吸気管噴射のアンモニア予混合気を組み合わせたものであり、本研究計画での筒内直噴燃焼とは異なっている。

自動運航船については、日本や欧州において海洋調査用の小型船舶で実用化例があるものの、実船実証まで視野に入れた研究としては、有力な重工業各社、海運会社を要する我が国が新興国に対して優位性を保持している。

#### ④ 実施機関と実施体制

実施機関と実施体制については、JIME 内の研究委員長会議におけるマスタープログラム検討においては具体名を挙げて構想を練っている段階であり、ほぼ内諾が得られている研究機関の名称は項目 9 に記載したとおりであるが、現状では具体的な実施部局や実施担当者名を含む実施体制の記載は見送らざるを得ない。

#### ⑤ 所要経費

所要経費については、各研究者の分担や寄与に応じて公平に分配することを念頭にし、低 NOx・低 GHG の船用機関開発に関する研究費 (1 億円を想定) についてはほぼ確定しているが、予算配分については内諾が得られておらず、研究者のコミュニティが未形成の他の研究課題も含め、研究費を明記することができない状況にある。

#### ⑥ 年次計画

本研究計画はその必要性と緊急性に鑑み、3 年間の遂行を予定しており、特に革新的燃焼技術による船用中低速機関の低 NOx・低 GHG 化については計画の具体化が進んでいるが、ハイブリッドシステム、自動運航船ならびに津波避難に関連する計画は準備段階に留まっているため、具体的な年次計画については割愛せざるを得ない。

#### ⑦ 社会的価値

本研究計画は、海上輸送に伴う湾岸地域の環境負荷増大、若年人口の減少や就労志向の変化に伴う船員不足、地震のような甚大災害発生時の避難や事後の救援など海護体制の不備といったリスクを半減することで、海運国家たる我が国の海運インフラの保全と強化を実現する点で、高い経済的・産業的価値を有している。その過程で、異分野における国家的な研究プロジェクトの成果を活用・発展させる計画であり、研究プロジェクトの知的価値の向上にも寄与している。特に、甚大災害の被害軽減と発生後の救護体制まで視野に入れていることで、国民の理解が得られやすいものと考えている。

#### ⑧ 本計画に関する連絡先

田島 博士 (九州大学大学院総合理工学研究院/日本マリンエンジニアリング学会)



図2 自動運航船に対する海事3学会の取り組み