

SES 省力化支援システムにおける ヒューマン・マシンインタフェース要件

スーパーエコシッププロジェクトチーム * 沼野 正義、加納 敏幸、川島 英幹
瀧本 忠教

1. はじめに

環境負荷低減及び労務負荷低減が可能な次世代の内航船の開発・普及を目的とするスーパーエコシッププロジェクト（SES PT）では、二重反転プロペラ型ポッド推進器や高効率な電気推進システム等の実現を目指している。SES PT では同プロジェクトの一環として、省力化の重要な要素技術開発を行っている。乗組員の作業を支援する手段は、情報（センサ）、力（アクチュエータ）、制御等が考えられるが、直接的な主機能を支援するだけでは、従来システムと同等の安全性を担保できない。従来、複数の乗組員の協調によって行われていた作業を、支援システムと少人数で実施するには、複数人の間の相互補完・誤り訂正機能についても支援システムが代替えする必要がある。支援システムと人間との良好なインタフェース、すなわち、直感的に理解できる情報表示、どのように動くかが実感できる操作機器、何をやっているかがよくわかる自動制御等の機能が不可欠である。本報では、次世代内航船のための省力化支援システムにおけるヒューマン・マシンインタフェースの機能要件を明らかにする。

2. SES 省力化の基本的考え方

船舶における省力化のために、乗組員の労働時間の削減と人手の多く掛かる作業の支援とを実現することとする。前者は、船上作業全体に渡る見直しにより、陸上移管等の適正な作業配分により実現させることが可能である。後者においては、ボトルネックとなる作業を洗い出して、適切な支援システムを導入することにより人手を削減して、ボトルネックを解消する必要がある。

ここでは、前者の労働時間の削減に寄与する航

海当直の支援と、後者のボトルネックを解消するための支援システムについて検討し、概念設計、開発を行うこととした。

3. 省力化支援システムの概念設計

航海当直の支援と人手が多く掛かりボトルネックとなる作業として、着離棧／係船と荷役に着目して、省力化に有効な支援システムの概念設計を行った。

基本的な構成として、対象とする作業すべてにおいて、船橋に統括機能を置き、必要に応じて現場との密接な連携により作業を遂行することとした。これにより、船舶全体を容易に見渡せる船橋と船首、船尾、荷役甲板との安全かつ効率的な連携が可能となる。このためのインフラストラクチャとして、船橋には表示、操作性、ヒューマンエラー防止に配慮した端末、ならびに、現場作業、センサ、アクチュエータとの密接かつロバスト性の高い通信機能が必要である。

これらの概念をまとめたものを図1に示す。破線で囲ったものについては、汎用の支援機能として開発することとし、SESにとどまらず、内航船、一般へ適用可能なものとする。

4. ヒューマン・マシンインタフェース要件

上記の概念設計において、船橋の統括端末、ならびに現場作業者のための適切なヒューマン・マシンインタフェースが重要かつ不可欠である。

船橋の統括端末においては、大規模かつ複雑なシステムを対象としたヒューマン・マシンインタフェースへの機能要件として、全体像を把握するための大局観を失わない表示、現場感覚を失わないための直感的表示が不可欠である。⁽¹⁾また、各

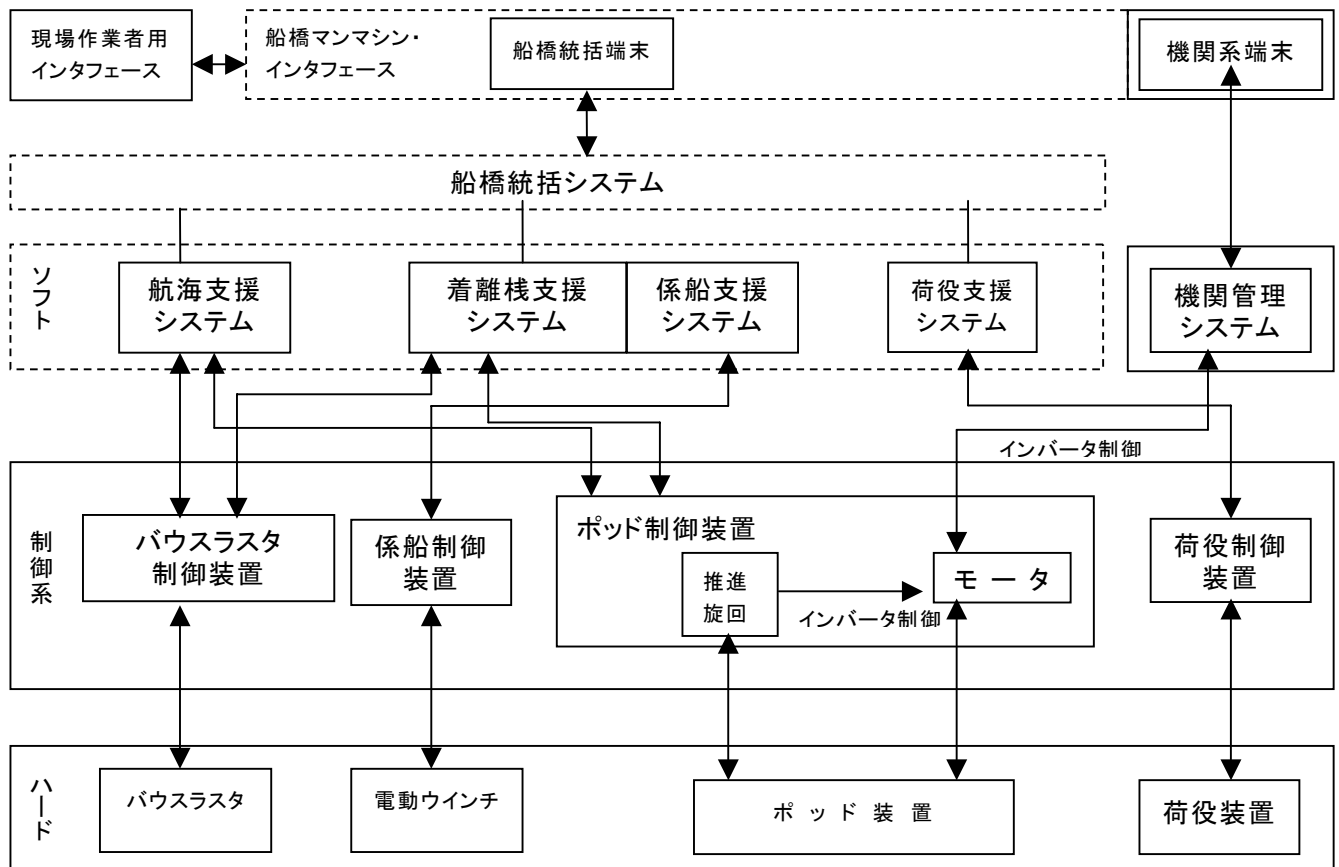


図1 SES 省力化支援システム の概念

種の自動化機能との協調が不可欠であるため、これらの自動化機能がどのように働いているかを把握し、人間の適切な介入を可能とする表示や操作機器が必要である。(2)・(3)また、船橋からの目視による状況把握を有効に機能させるために、画像表示やボタン操作だけではなく、音声入出力を用いたインタフェースを併用することが必要である。(4)

5. インタフェース例

5.1 航海支援システム

航海支援システムは、通常航海において一人当直を可能とするための支援システムである。基本機能として、船位プロット、計画航路維持、衝突・座礁予防を備えるが、見張りを妨げないことと、当直の健全性を確認する就労監視のための音声対話による情報収集、操作指示機能が重要である。

本システムは、参考文献(4)に示すように、すでに開発、実用化しているが、海域の特性やレーダARPA 等による船舶輻輳度推定を基に適切な当直

レベルを担保する機能を付加する。



図2 航海支援システムの電子海図表示例(4)

図2に示すように、電子海図上に自船の船位と計画航路を表示することで、当直者に大局感を与えるとともに、図3に示すような支援システムとの音声対話によって、情報確認、操作指示確認を行うことができる。従来、複数の当直者間で行わ

れていた相互補完や、誤り訂正機能を実現することができる。

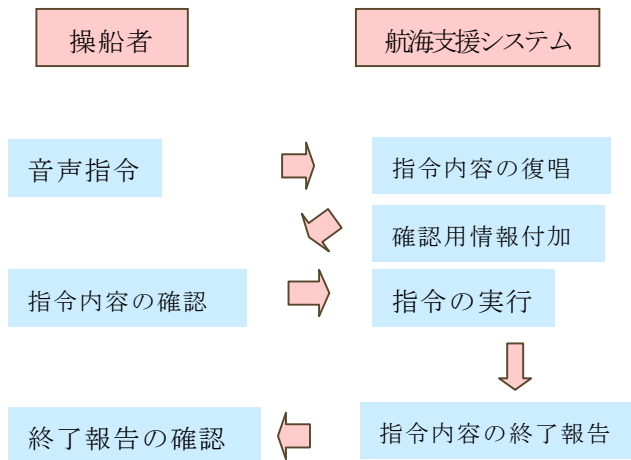


図3 意思疎通プロセス

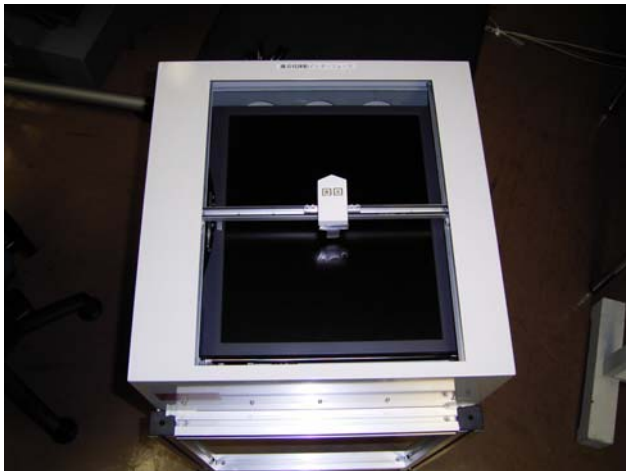


図4 電子海図表示上に船体を模擬した入力端をもつ直感的操船指示デバイス



図5 直感的な方向、推力指示の可能なポッド制御用デバイス

5.2 着離棧支援システム

港内や棧橋、岸壁等、様々なレイアウトや海・気象条件に柔軟に対応することが要求されており、的確な船位・姿勢誘導のためのインタフェースが必要である。位置、姿勢、速度、推力等の分かり易い表示と、図4、5に示すような、操船意図をアクチュエータに伝える有効な直感的な入力デバイスが必要である。また、他船や物標との相対的な位置関係を目視で確認することが不可欠であるため、画像表示だけではなく、音声報知による情報提示が有効である。

船首方位維持機能や、音声報知機能がエージェントとして操船者と協調することにより安全かつ容易な着離棧作業を行うことができる。

着離棧モードは航海モードとの円滑な引き継ぎが不可欠であり、表示や操作のためのインタフェースもこれに対応する必要がある。

5.3 係船支援システム

着離棧が完了する直前に係船作業が始まり、重なった部分を経て、係船作業に移行する。着離棧作業と係船作業の重なる部分に対応したインタフェースが必要である。船首、船尾の現場作業者との意思疎通のための通信機能、棧橋、岸壁との相対速度、船体の前後位置、係船索の張り具合等、目視での確認を妨げないための音声報知による情報提示が有効である。

荷役中等の静的な係船作業においては、船体と棧橋、または岸壁との位置関係、張力の大きさ方向等が、分かり易く表示されることが必要であり、過大な張力や、ゆるみに対する注意報・警報が有効である。

5.4 荷役支援システム

船種によって荷役の様相は大きく変わるが、タンカーにおいて、乗組員への負担の最も大きいと考えられる。

荷役手順の生成、手順の実行、機器操作、荷役状況の監視、バラスト調整等、シーケンシャルな制御に加えて、同時並行する作業を的確に遂行する必要がある。全体像の把握のための3次元的な

オーバービューと、手順確認等、作業シーケンス監視のための情報を並行して表示することになる。複数のディスプレイを利用することとなるため、音声報知による情報提供が視点の固着や見落としを防止する上で有効である。

また、現場作業者との密接な意思疎通が不可欠であるため、通信手段を確保するとともに、現在、現場で行われている弁の開閉やポンプのON/OFF等を示すための札かけに相当する情報共有を可能とするインタフェースの導入が重要となる。

6. おわりに

SES省力化の基本的考え方に従って、省力化支援システムの概念設計を行い、その中で重要な要素となるヒューマン・マシンインタフェースについてその要件を明らかにした。平成17年度は、これらの検討に基づいて省力化支援システムの開発を行う予定である。

本研究は、国土交通省技術研究開発委託費（海事局）による「次世代内航船の研究開発」の一環として実施されている。

謝辞

本研究を実施するにあたって、多大のご協力をいただいた、国土交通省、ならびに共同研究船主（英雄海運（株））の関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- (1)Numano, et. al., HUMAN-MACHINE COOPERATION FOR PLANT MAINTENANCE ACTIVITIES AND EARLY PLANT ABNORMALITY DETECTION, Proceedings of NUTHOS-6, 2004. 9.
- (2)丹羽、他、人間共存型プラントのための保全情報場提示技術、第4回海技研研究発表会講演集、2004年7月。
- (3)沼野、他、エージェントを利用した時・空間情報とのインタフェース、第2回海技研研究発表会講演集、2002年6月。
- (4)航海支援システム開発に関する共同研究報告

書、全国内航タンカー海運組合、運輸省船舶技術研究所、三菱重工業（株）、1998年3月。