

平成 21 年 5 月 20 日現在

研究種目：基盤研究 (B)	
研究期間：2006～2008	
課題番号：18310115	
研究課題名 (和文)	船舶と人命を守る海難防止のための数値ナビゲーションシステムの構築に関する研究
研究課題名 (英文)	Research on Numerical Navigation System of Prevent of Marine Accidents for Safety of Human and Ship
研究代表者	
	塩谷 茂明 (SHIOTANI SHIGEAKI)
	神戸大学・自然科学系先端融合研究環・教授
	研究者番号：00105363

研究成果の概要：

船舶及び人命を守るための海難防止を目指した、海の I T S に関し、(1)船舶搭載航海計器からの動的航海情報データの収集システム、(2)気象・海象において航海中の流れおよび海上風の数値シミュレーションを行うシステム、(3)気象・海象下の船舶の挙動を船舶操縦性能理論を用いて推定するシステム、(4)波浪予報の基礎システムが完成した。以上から、海難防止のための数値ナビゲーションシステムの構築ができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
平成 18 年度	4,800,000	1,440,000	6,240,000
平成 19 年度	5,700,000	1,710,000	7,410,000
平成 20 年度	4,500,000	1,350,000	5,850,000
年度			
年度			
総計	15,000,000	4,500,000	19,500,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：社会・安全システム科学・社会システム工学・安全システム

キーワード：(1)航海シミュレーション、(2)潮流の数値シミュレーション、(3)船舶操縦性能、(4)数値ナビゲーション・システム

1. 研究開始当初の背景

従来の海上交通工学では個別の輸送機器や交通インフラ単位で「高速輸送、大量輸送」を目的に様々な研究がなされてきた。しかし、「より一層安全、人や環境に優しい」といった高付加価値を持つ質的向上を目指した輸送改革なしで、経済的には今後激化する国際競争力に勝つことができない。その解決策の一つとして、陸上での I T 革命を取り組んだインテリジェント交通システム (I T S) に対応した海バージョンのインテリジェント

海上交通システムの発展が必要不可欠である。一方、過去には経済的利潤を優先した結果、船舶の衝突、座礁および沈没に伴う船体や積載荷物の損傷および人命の損失など海難の発生が多発した経緯がある。

2. 研究の目的

このような背景から、本研究の目的は経済的効果を考慮しながらも、船舶及び人命を守るための海難防止を目指した、海の I T S を

構築することである。

海難発生の主要原因は航海中の気象・海象に起因している。航海中の気象・海象がリアルタイムで正確に把握でき、さらに数日先までの予報が可能となれば、船舶の運航者は事前に応急措置ができ、海難防止のための方策を講じることができる。すなわち、気象・海象の情報を出航前に数値予測ができ、航海中に遭遇するかもしれない危険な現象を把握しながら、船舶操縦性能の理論に基づいた船舶の操船と、最も安全でかつ経済的付加価値の高い航路の選定（ウェザー・ルーチング）等の航海計画を立てることが可能なシステムがあれば、海難の発生を大幅に減少することができる。

3. 研究の方法

（平成18年度）

（1）船舶の航海に最も影響を与える海流・潮流等の流れ、風圧力および波浪の中で、最も影響が大きい航海中の流れの予報システムを造る。航行海域である湾および沿岸海域中の潮流・海流の数値シミュレーションが可能な数値計算のプログラミングの構築を行う。

流れの基礎方程式は三次元 Navier-Stokes 方程式と連続の式である。航行海域を含む大規模な流れの数値シミュレーションは大容量のメモリーおよび高速な計算機が必要である。そのため、要求備品の高速大容量の計算機を購入する。計算機が故障した場合、所有の古いワークステーションで、小規模の計算を実行し、修理完了まで、当面を凌ぐことができる。

最終年度に実施予定の実船実験を行う海域として、プログラムの検証のため大阪湾を選択し、大阪湾内の潮流の数値シミュレーションを行う。

（2）航海情報収集システムは船内 LAN を利用し、船体に取り付けた航海計器および各種センサーからの動的航海情報データを短いサンプリング時間タイムで逐一収集し、サーバーでデータ整理、解析および応答するものであり、これらのシステムを構築する。システムの検証実験を本学附属練習船を用い実船実験を行う。

附属練習船は耐えず安全性に対処している。船舶に搭載の航海計器のバックアップ体制は常に対処している。

（3）航行船舶は流れの影響により、横流れや速力の変化をもたらすため、船体運動や操縦性能など船舶の挙動を船舶操縦性能理論を用いて正確に求める高度なウェザー・ルーチングシステムを構築する。もし、流れが事前に既知であれば最適な航路設定、海難防止対策を講じる事が可能であるので、これらの

システムを確立する。システムの構築は要求備品の高速大容量の計算機で行う。計算機が故障した場合、所有の古いワークステーションで、小規模の計算を実行し、修理完了まで、当面を凌ぐことができる。

実証実験を行うために、供試船として本学附属練習船を用いる。高度な船体運動が得られるようなウェザー・ルーチングシステムの検証実験を行う。

以上の各システムを組み合わせ、総合評価を行い、システムのレベルアップを図る。

（平成19年度）

（1）船舶の航海に影響を与える風の予報システムを造る。航行海域である湾および沿岸海域上の風の数値シミュレーションが可能な数値計算のプログラミングの構築を行う。流れの基礎方程式は三次元 Navier-Stokes 方程式と連続の式である。数値シミュレーションの検証として、実船実験を予定する海域として、大阪湾内の風の数値シミュレーションと予報を行う。

航行海域内の流れの数値計算と風の数値計算を組み合わせたシステムを構築し、実証実験も行う。

航海情報収集システムで処理された各種動的航海情報を航行船舶の運動にフィードバックし、航路の修正や速力の変更などの最適航海を支援する体制を整えるシステムを構築する。システムの検証実験のため本学附属練習船を用い、実船実験を行う。

（2）流れおよび風の影響により、横流れや速力の変化をもたらすため、平成18年度の研究に引き続き、風圧力の影響を取り込み、航行中の船舶の挙動を一層正確に把握できるシステムの改良を行う。海難防止のための航路選定を可能とするシステムの構築を行う。他船間、多障害物との距離を正確に把握するため要求備品のセンサーを購入する。もし一定距離接近した時に避航体制が取れるシステムの構築を行う。センサーに不備が生じた場合は、練習船搭載の監視式センサーで補填する。最後に、流れと風を考慮したウェザー・ルーチングシステムの検証実験を行う。以上の各システムを組み合わせ、総合評価を行い、システムのレベルアップを図る。

（平成20年度）

（1）船舶の航海に影響を与える波の予報システムを造る。航行海域である湾および沿岸海域上の波浪の数値シミュレーションが可能な数値計算のプログラミングの構築を行う。

数値シミュレーションの検証のため、実船実験を予定する海域として、大阪湾内の波浪の数値シミュレーションと予報を行う。航行海域内の流れ、風および波浪の数値計算

を組み合わせた総合的な数値予報システムを構築し、実証実験も行う。

(2) 航海情報収集システムで処理された各種動的航海情報から出航前に設定した航海計画をリアルタイムに耐えず監視し、気象・海象条件が予想から変化する時、予定の航海計画を修正し、操船者に指令するシステムの構築を行う。

(3) 気象海象の中で航行船舶に最も影響を与える流れ、風および波浪の影響を総合的に捉え、船舶の運動の把握ができるシステムの構築を計る。さらに、海難防止のための高度な最適航路計画が実現できる総合的なシステムの構築を行う。最後に、このようなウエザー・ルーティングシステムの検証実験を行う。波浪の影響実験では船体動揺などを伴うため、要求備品の船体運動計測装置によって、高精度な船体運動の計測を行う。以上の各システムを組み合わせ、総合評価を行い、システムのレベルアップを図る。

4. 研究成果

(平成18年度の研究成果の概要)

海難発生の主要原因は航海中の気象・海象に起因している。航海中の気象・海象がリアルタイムで正確に把握でき、さらに数日先までの予報が可能となれば、船舶の運航者は事前に応急措置ができ、海難防止のための方策を講じることができ、最も安全かつ経済的付加価値の高い航路の選定(ウエザー・ルーティング)等の航海計画を立てることが可能である。このように、本研究の目的は経済的効果を考慮しながら、船舶及び人命を守るための海難防止を目指した、海のITSを構築することである。

船舶搭載の航海計器および各種センサーから得られる各種の動的航海情報データの収集システムを本学部所属の練習船の船内LANの利用によって構築し、実船実験に使用した。これにより、船舶の航海に最も影響を与える海流・潮流等の流れ、風圧力および波浪による船舶の横流れ量および速力の変化について実験的に調査した。さらに、これらの気象・海象の中で最も大きな影響を与える航海中の流れの数値シミュレーションを行うシステムを構築した。今年度は、実船実験を行う予定の海域である大阪湾内の潮流の数値シミュレーションを行った。

また、航行船舶は潮流などの流れの影響により、横流れ量や速力の変化をもたらすため、船体運動や操縦性能など船舶の挙動を船舶操縦性能理論を用いて正確に求める事が要求される。そのため、時間的に逐次変化する潮流下の船体運動の予測システムを構築し、

さらに航海シミュレーションを行った。シミュレーション結果を、実船実験結果と比較すると、十分な精度で潮流下の船体運動の予測が可能となった。

(平成19年度の研究成果の概要)

気象・海象の中で一番目に大きな影響を与える航海中の流れの数値シミュレーションを行うシステムを昨年度構築した。今年度は二番目に影響度が高い海上風の数値シミュレーションを行うシステムを構築した。検証として大阪湾内の潮流の数値シミュレーションを行った。

また、航行船舶は海上風の影響により、横流れ量や速力の変化をもたらすため、船体運動や操縦性能など船舶の挙動を船舶操縦性能理論により正確に求める事が要求される。そのため、時間的に逐次変化する海上風下の船体運動の予測システムを構築し、さらに航海シミュレーションを行った。シミュレーション結果を、実船実験結果と比較すると、十分な精度で海上風下の船体運動の予測が可能となった。

(平成20年度の研究成果の概要)

第三として、船舶の航海に影響を与える波の予報システムを造る。航行海域である湾および沿岸海域上の波浪の数値シミュレーションが可能な数値計算のプログラミングの構築を行った。そのプログラミングの基礎部分は完成した。今後、数値シミュレーションの検証として、実船実験を予定する海域である、大阪湾内の波浪の数値シミュレーションと予報を行う。また、航行海域内の流れ、風および波浪の数値計算を組み合わせた総合的な数値予報システムを構築し、実証実験も行う予定である。

航海情報収集システムで処理された各種動的航海情報から出航前に設定した航海計画をリアルタイムに耐えず監視し、気象・海象条件が予想から変化する時、予定の航海計画を修正し、操船者に指令するシステムの構築を行った。

気象海象の中で航行船舶に最も影響を与える流れ、風および波浪の影響を総合的に捉え、船舶の運動の把握ができるシステムの構築を計った。これにより、海難防止のための高度な最適航路計画が実現できる総合的なシステムの構築の基礎的部分が完成した。今後、このようなウエザールーティングシステムの検証実験を行う予定である。

波浪の影響実験では船体動揺などを伴うため、要求備品の船体運動計測装置によって、

高精度な船体運動の計測を行った。以上の各システムを組み合わせ、総合評価を行い、システムのレベルアップを図った。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 23 件)

(1)大澤輝夫、竹本真大：リアルタイム沿岸海上風予測システムの開発と検証，日本航海学会論文集，第 120 号、2009 (印刷中)，査読有

(2)大澤輝夫、壺内伸樹、嶋田進、香西克俊：日本周辺海域の洋上風況マップに関する研究，風力エネルギー、2009 (印刷中)，査読有

(3)Shigeaki SHIOTANI: Numerical Simulations of Tidal Current or Wind over the Sea and Applications to Navigational Simulation of a Sailing Ship, 27th International Conference on OFFSHORE MECHANICS AND ARCTIC ENGINEERING, CD-ROM, 2008, 査読有

(4)Shigeaki Shiotani: Navigational Simulation Using Tidal Simulation and Tidal Effects on Sailing Ship, The Eighteenth (2008) International Offshore and Polar Engineering Conference, CD-ROM, 2008, 査読有

(5)小林英一、若林伸和、越村俊一、米田翔太、津波来襲時の LNG 船の避難ガイドラインの検討，第 20 回海洋工学シンポジウム，pp. 277-278, 2008, 査読有

(6)Trika Pitana, Eiichi Kobayashi, Simulation of a large passenger ship evacuation due to tsunami attack, Proceedings of the Eighteenth International Offshore Conference and Polar Engineering Conference (ISOPE2008), pp. 551-557, 2008, 査読有

(7)夏海波、塩谷茂明、大澤輝夫、小林英一、若林伸和：海上風の数値予測と風圧影響下の航海シミュレーション、日本航海学会論文集、第 117 号、151-158、2008、査読有

(8)Shigeaki Shiotani : Numerical Prediction of the Ocean Surface Wind in a Bay and Application for Ship Navigation, Proceedings of ICCES, CD-ROM, pp. 817-823, 2008, 査読有

(9)若林伸和：AIS を用いた大阪湾海上交通流データベースシステムの開発、日本航海学会論文集、117 号、pp. 19-26、2007、査読有

(10)若林伸和：ナビゲーションシステムにおける機能・操作性と情報提示方法に関する研究、日本航海学会論文集、117 号、pp. 49-58、

2007、査読有

(11)藤井勉、大澤輝夫、石田廣史：台風内における最大風速の出現位置に関する研究、日本航海学会論文集、第 117 号、159-165、2007、査読有

(12)Sofian, I., K. Kozai and T. Ohsawa, 2007: Investigation on the relationship between wind-induced volume transport and mean sea level in the Java Sea using an oceanic general circulation model, 海と空、第 83 巻、第 4 号、1-13、2007、査読有

(13)夏海波、塩谷茂明：潮流シミュレーションを用いた航海への潮流の影響の調査について、日本航海学会論文集、第 116 号、pp. 61-67、2007、査読有

(14)矢野吉治、若林伸和：単錨泊中の CPP 船の振り回り抑止について、日本航海学会論文集、第 116 号、pp. 145-152、2007、査読有

(15)Sofian, I., K. Kozai and T. Ohsawa: A study on the ENSO effects on the sea level of the Java Sea using the time lag analysis and an oceanic general circulation model, Proc. of the 17th International Offshore and Polar Engineering Conference, Lisbon, Portugal, pp. 604-610, 2007, 査読有

(16)Haibo XIA, Shigeaki. Shiotani : Estimation of Ship's Course for Sailing on Route by Navigation Simulation in Coastal Water, Journal of Japan Institute of Navigation, Vol. 115, pp. 51-57, 2006, 査読有

(17)Shigeaki. Shiotani, Haibo XIA: A Basic Study on Numerical Estimation of Ship Positioning for Weather Routing in Coastal Water, The 16th International Offshore and Polar Engineering Conference, CD-ROM, pp. 1-6, 2006, 査読有

(18)大澤輝夫：日本列島周辺海域における風車ハブ高度での年平均風速分布に関する研究、風力エネルギー、第 30 巻、第 3 号、pp. 109-112、2006、査読有

(19)中野俊夫、大澤輝夫：台風ボーガス高度化による数値予報モデルを用いた海上風推算手法の精度向上、海岸工学論文集、第 53 巻、pp. 1286-1290、2006、査読有

(20)藤井勉、大澤輝夫、石田廣史：台風内の予期せぬ強風により発生した 2 つの海難、Proceedings of Techno-Ocean 2006 / 19th JASNAOE Ocean Engineering Symposium, Kobe, JAPAN, 18-20 Oct 2006, Paper No. 148, in CD-ROM, 2006, 査読有

(21)藤井勉、大澤輝夫、石田廣史：台風 0423 号による海難海王丸時の気象解析、日本航海学会論文、第 115 号、183-189、2006、査読有

(22)Ohsawa, T., T. Nakano, K. Matsuura and

K. Hayashi: Introduction of a JMA-type typhoon bogus scheme into MM5 to improve hindcasting of coastal sea surface winds, The Forth International Symposium on Computational Wind Engineering, J. of Wind Engineering, Vol.31, No.3, pp.193-196, 2006, 査読有

(23)Liu, P., E. Kobayashi, T. Ohsawa and M. Sakata: Case study on health assessments related to a modal shift in transportation, Journal of Marine Science and Technology, Vol.11, No.3, pp.201-207, 2006, 査読有

[学会発表] (計 22 件)

(1)Shimada, S., T. Ohsawa, K. Yatsu: A study on the ability of mesoscale model MM5 for offshore wind resource assessment in Japanese coastal waters, European Offshore Wind Conference & Exhibition, 2009, Mar. 16-19, 2009, Marseille, France

(2)Ohsawa, T., S. Shimada, N. Tsubouchi, K. Kozai, 2009: Offshore wind resource assessment in Japanese coastal waters, Proceedings of European Offshore Wind Conference & Exhibition 2009, Mar. 16-19, 2009, Marseille, France

(3)嶋田進、大澤輝夫、芹澤重厚、米田格：白浜海象観測所における洋上風況特性について、第 30 回風力エネルギー利用シンポジウム予稿集、11 月 27-28 日、東京、pp. 233-236、2008. 11. 28

(4)香西克俊、大澤輝夫、高橋倫也：合成開口レーダー及びワイプ分布統計解析による洋上風力エネルギー推定方法の検討、日本リモートセンシング学会第 45 回学術講演論文集、pp. 21-22、2008. 8. 13

(5)香西克俊、大澤輝夫：複数 C バンド合成開口レーダーによる海上風速推定精度に関する研究、日本リモートセンシング学会第 44 回学術講演論文集、pp. 67-68、2008. 8. 12

(6)Shigeaki Shiotani: Navigational Simulation Using Tidal Simulation and Tidal Effects on Sailing Ship, CD-TOM, The Eighteenth (2008) International Offshore and Polar Engineering Conference, Vancouver, 2008. 7. 24

(7)Shigeaki SHIOTANI: Numerical Simulations of Tidal Current or Wind over the Sea and Applications to Navigational Simulation of a Sailing Ship, 27th International Conference on OFFSHORE MECHANICS AND ARCTIC ENGINEERING, Estoril, Portugal, 2008. 7. 4

(8)塩谷茂明: Numerical Prediction of the Ocean Surface Wind in a Bay and Application

for Ship Navigation, ICCES ' 08 (International Conference on Computational & Experimental Engineering and Sciences), Honolulu, Hawaii, USA, 2008. 3. 23

(9)Kozai, K. and T. Ohsawa: Evaluation of offshore wind resource by using ENVISAT/ASAR and MM5, Proceedings of European Offshore Wind Conference & Exhibition 2007, 4-6 Dec 2007, Berlin, Germany, available on <http://www.eow2007.info/>, PO. 37, 2007. 12. 19

(10)Ohsawa, T., A. Kataoka, D. Heinemann, B. Lange, A. Peña and C. B. Hasager, : Derivation and application of an empirical equation to estimate hub-height wind speed from sea surface wind speed, Proceedings of European Offshore Wind Conference & Exhibition 2007, 4-6 Dec 2007, Berlin, Germany, available on <http://www.eow2007.info/>, PO. 41, 2007. 12. 20

(11)Kozai, K. and T. Ohsawa: Evaluation of offshore wind energy potential using SAR and MM5, Symposium on Optical Engineering + Applications, 26-30 Aug 2007, San Diego, U. S. A, Vol.6680, 66800Y-1 - 8.

(12)矢野吉治：単錨泊中の CPP 船の振れ回り抑止について、日本航海学会、東京海洋大学、2007. 5. 25

(13)原田寿里：ナビゲーションシステムにおける機能・操作性と情報提示方法に関する研究、日本航海学会、東京海洋大学、2007 年 5 月 24 日

(14)夏海波：海上風の数値予測と風圧影響下の航海シミュレーション、日本航海学会、東京海洋大学、2007. 5. 24

(15)若林伸和：AIS を用いた大阪湾海上交通流データベースシステムの開発、日本航海学会、東京海洋大学、2007. 5. 24

(16)Ohsawa, T., A. Hashimoto, S. Shimada, J. Yoshino, T. De Paus, D. Heinemann, and B. Lange: Evaluation of offshore wind simulations with MM5 in the Japanese and Danish coastal waters, Proceedings of European Wind Energy Conference & Exhibition 2007, 7-10 May 2007, Milan, Italy, available on <http://www.ewec2007proceedings.info/>, BL3. 103, 2007. 5. 23

(17)竹山優子、大澤輝夫、香西克俊：ENVISAT/ASAR による平塚沿岸域の海上風推定、第 30 回風力エネルギー利用シンポジウム予稿集、11 月 27-28 日、東京、pp. 229-232、2006. 11. 27

(18)Takeyama, Y., T. Ohsawa and K. Kozai:

Estimation of coastal wind fields by synthetic aperture radar and mesoscale meteorological model, RENEWABLE ENERGY 2006 Proceedings, 10-12, Chiba, Japan, pp.845-848, 2006.10.9

(19)中野俊夫：台風ボーガス高度化による数値予報モデルを用いた海上風推算手法の精度向上、海岸工学講演会、2006.10.8

(20)Haibo XIA: A Basic Study on Numerical Estimation of Ship Positioning for Weather Routing in Coastal Water, The 16th International Offshore and Polar Engineering Conference, San Francisco, 2006.7.15

(21)Haibo XIA: Estimation of Ship's Course for Sailing on Route by Navigation Simulation in Coastal Water, 日本航海学会、東京海洋大学、2006.5.25

(22)藤井勉, 大澤輝夫, 石田廣史: 海王丸海難を引き起こした台風の可航半円での強風の解析とその発生頻度に関する研究、海洋気象学会・日本気象学会関西支部近畿地区2006年度例会要旨集、神戸、pp.20-22、2006.2.23

6. 研究組織

(1) 研究代表者

塩谷 茂明 (SHIOTANI SHIGEAKI)

神戸大学・自然科学系先端融合研究環・教授

研究者番号：00105363

(2) 研究分担者

小林 英一 (KOBAYASHI EIICHI)

神戸大学・大学院海事科学研究科・教授

研究者番号：90346289

朝倉 康夫 (ASAKURA YASUO)

神戸大学・大学院工学研究科・教授

研究者番号：80144319

若林 伸和 (WAKABAYASHI NOBUKAZU)

神戸大学・大学院海事科学研究科・准教授

研究者番号：60242351

大澤 輝夫 (OHSAWA TERUO)

神戸大学・大学院海事科学研究科・准教授

研究者番号：80324284

(3) 連携研究者