

最新鋭操船シミュレータの開発

著者	小林 弘明 , 石橋 篤
雑誌名	東京商船大学研究報告. 自然科学
巻	48
ページ	73-80
発行年	1998
URL	http://id.nii.ac.jp/1342/00000550/

最新鋭操船シミュレータの開発

小林 弘明, 石橋 篤

Report on the New Ship Maneuvering Simulator in TUMM Hiroaki Kobayashi · Atsushi Ishibashi

Abstract

Revised STCW'95 strongly recommended the training utilizing ship maneuvering simulator, in order to improve and ensure the ability of navigator, captain and pilot. Spring in 1996, the new ship maneuvering simulator in TUMM was completed. This simulator has several function to research the ship handling system and to educate the students. Not only the training of the conventional ship type but also the study of the ship equipped with modern navigation system called IBS or INS are possible. It has also wing simulator function and interactive simulation function with 2nd simulator. These unique functions are realized by modern computer technology and skilled system design. The most important point is high quality computer generated images. None of simulator all over the world have realized such high grade quality. In this paper many photos are shown to inform the function of new ship maneuvering simulator.

1 はじめに

著者らは以前より、船舶の操縦系を人間-機械系解析の立場より研究するために、操船シミュレータを開発し研究を続けて来た。H7年度特別設備費が認められ、さらに高性能なシミュレータを設計、制作を行い、平成8年春に世界最新、最大級の操船シミュレータが完成したので報告する。

海事に関わる国際条約を審議し、決定する機関としてIMO(International Maritime Organization)という機構がある。1995年IMOの中で、船員の技能を検討する委員会であるSTW(Standards of Training and Watchkeeping)委員会において、今後の船員はシミュレータによって技能の訓練を積極的に行うことが指摘された。我が国でも今後操船シミュレータの活用が必要になった。

一方、近年発生している超大型タンカーの事故と、これに関わる原油流出事故は、大きな社会反響を呼び起こした。社会は船舶運航に高い安全性を要求するにいたり、海運会社はもとより、行政、荷主もこれに対応する必要が生じた。その一例として、該当船舶の運航者は、操船シミュレータによる訓練を事前に受けることを、荷主が海運会社に求める形で現れた。海運会社としても、乗船機会の少ない運航者の技量を常に一定の水準に維持し、高い信頼性の船舶運航を保証する必要性が生じ、このために、操船シミュレータの訓練が多く採用されることとなった。前述のSTWの改訂もこれらの事実を背景としていることは言うまでもなく、行政の面からも安全性を高めるためのシミュレータ訓練を次第に強制化することが考えられる。

さらに、安全への要求は広範囲の事象に向けられている。船舶の運航に関わる多くの事象に関して、船舶運航の安全性の評価をすることが要求されることとなる。たとえば、最近数多くみられる、海上の構造物の建造に対して、それが船舶の交通に与える影響を安全性の面から評価することもそのひとつである。また、新港の建設に

当たって、気象・海象条件を加味し、安全な港造りへの事前調査などもある。これらの評価では、実際に建造が行われる以前に調査を行う必要があるため、仮想の環境をシミュレータで再現し、海象・気象条件、港湾形状等が船舶の安全運航に与える影響を評価することになる。操船シミュレータの有効性が船舶運航、港湾造り、運航環境設計においても強く認識されることとなった。

2 操船シミュレータの基本構成

(図1)は操船シミュレータセンターの全体を示す外観図である。センターは3つのセクションに分けられている。最も大きな部分は操船シミュレータ本体が設置されているシミュレータ・ルームの部分であり、このスペースの広さは横15m、縦12m、高さ11mの大きさである。スペース内に操船対象となる船舶の模擬船橋が設置されている。そして、その船橋から目視される周囲の景観を投影するスクリーンが円筒形に設置されている。模擬船橋上部には景観を投影するプロジェクターが5台設置されている。シミュレータ室に隣接し、システムを制御し景観画像を生成するシステムを含むシステムコントロール・ルームがある。コントロール・ルームの向かいには研修生の為のブリーフィング・ルームがあり、円筒スクリーンに投影されて景観画像が再現されるモニタースクリーンが5台設置されている。研修生は操船場面を再現して各種の注意を教官から与えられることとなる。

操船シミュレータは次の構成要素によって成り立っている。

3 船橋モックアップ

船橋の横幅は7m、奥行き4m、船橋内部の高さは2.3mである。更に、船橋の両舷には1.5mのウィング部が

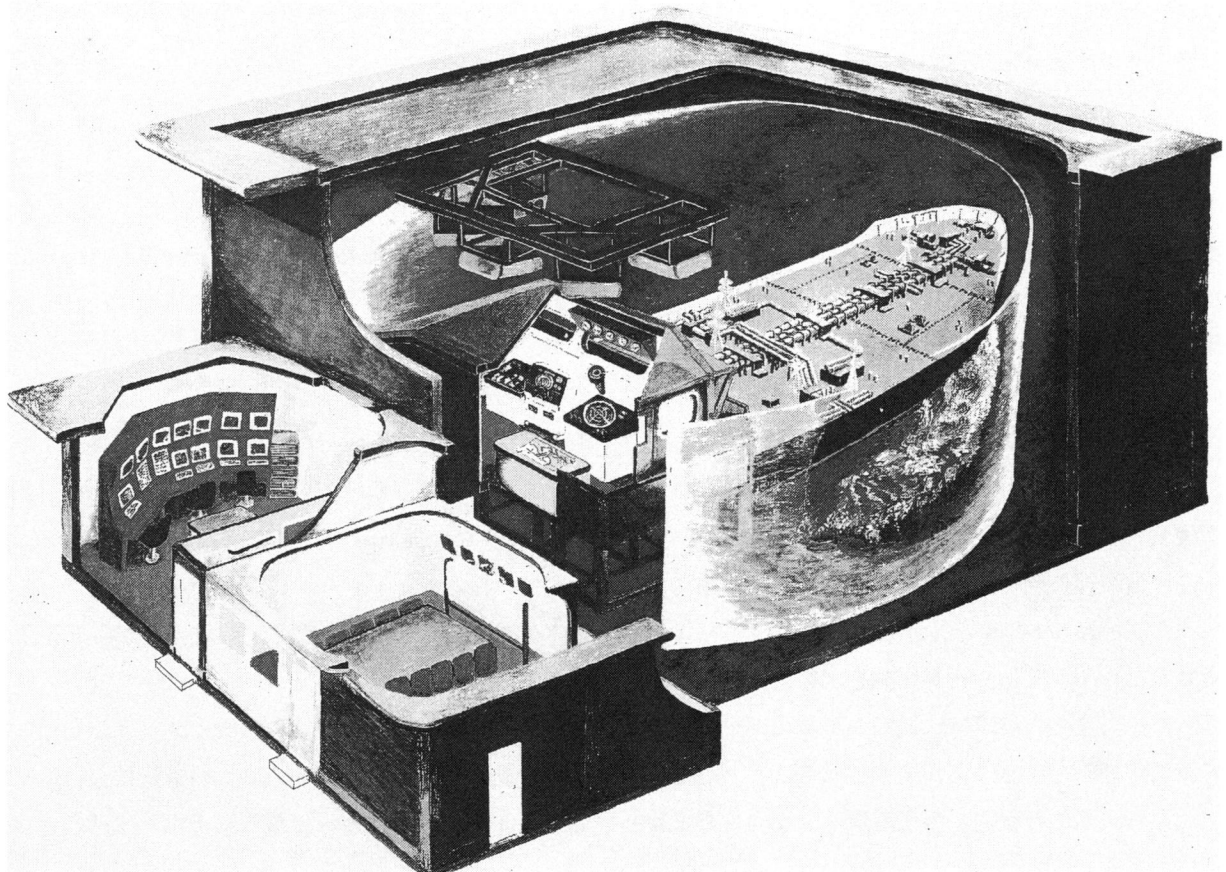


図1 東京商船大学シミュレータ・センター外観図

設置されている。模擬船橋は建て屋の床から2mの高さに建造されているので、実船のように階段を上って船橋に入ることとなる。船橋を高い位置に建造した理由は、スクリーンを船橋より下まで設置できることになり、船橋からの下方視界を再現可能とするためである。(図2)に船橋内部の一例を示す。内部には現在多くの就航船が有する操船用の機器が装備されている。前面上部には各種のインディケータ類があり、他には操舵スタンド、レーダ・ARPA、エンジンレグラフ、無線通信機器、海図机などが装備されている。

模擬船橋はこの他にも、コンピュータ支援を基礎としている近代化船橋を模擬したシミュレータとしても活用することができる。(図3)はノルエー沿岸を航行している近代化操船装置を装備した大型客船の船橋部を拡大したものであるが、船橋中央部が突出していることがわかる。近代化操船装置を装備した船舶では船橋中央部に全ての操船機器を配置し、操船者はその中央の椅子に腰掛けて操船することとなる。従って、船橋中央の固定された操船者位置から自船周囲の全ての状況が目視できるように操縦部を船橋前部の突出部に設置している。今後、わが国においても、この様な近代化操船装置を備えた船舶が多く現れると予想される。そのとき、操船訓練を行

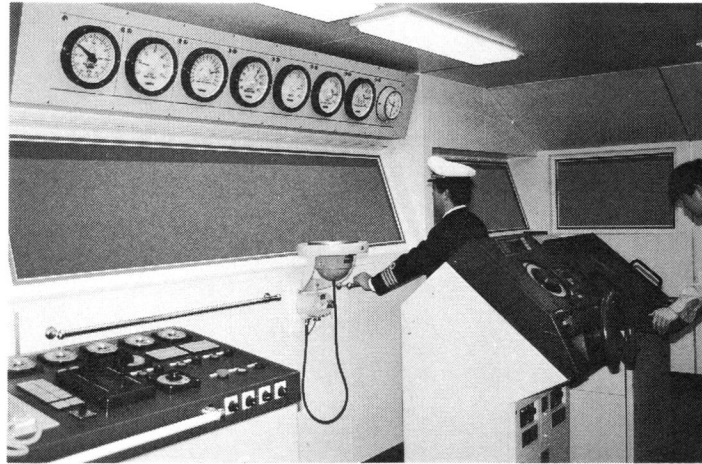


図2 在来型船橋の内部景観



図3 近代化操船装置を搭載する大型客船の前方突出船橋

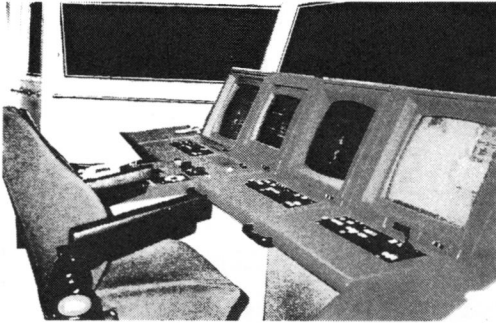


図4 近代化操船装置を搭載する船舶に対応する船橋内部景観

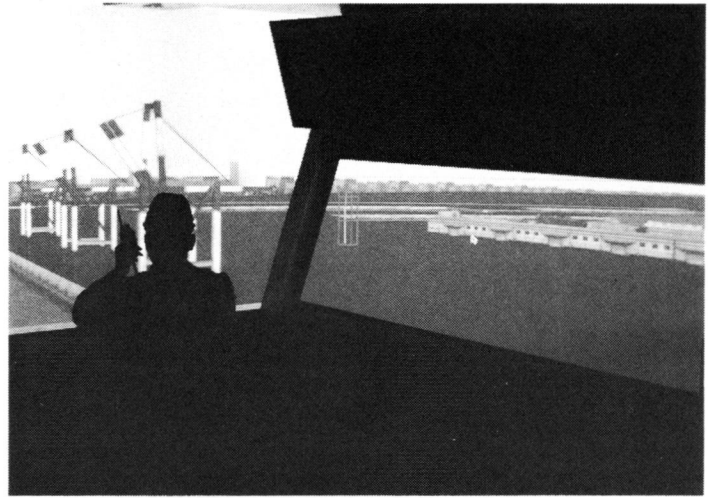


図5 船橋ウィングにおける離着棧操船の状況

うに当たっては、実船と同様な船橋構造、すなわち、突出型船橋を持つ操船シミュレータが必要になると考えられる。近代化操船装置は従来人間の行ってきた情報解析の多くを代行することとなる。従って、操船者はその特性を理解すると共に、操作に習熟する必要がある。次世代の運航システムに順応するためには操船シミュレータでの教育訓練は必須になると思われる。今回開発した操船シミュレータは以上の状況に対応できるように、近代化船橋対応の船橋構造を実現した世界で唯一のシミュレータである。(図4)は近代化船橋装置を搭載した状況を示したものである。

操船にはいくつか困難度の高いものがある。その代表が離着棧操船であるが、これを可能にするシミュレータは極くわずかである。操船の困難度の高い操船こそシミュレータでの訓練が必要であるとの観点から、開発したシミュレータはウィングでの離着棧操船が実行できる機能を有している。(図5)はウィングでの着棧操船を実行している状況を示している。船橋構造を変化させることにより従来型船橋の中央部を船橋ウィングに改造することが可能となった。

4 視界再現部

船舶操縦では目視情報への依存度が大変大きいために、操船シミュレータの目視情報の質は慎重に検討する必要がある。現実の場面で提供される情報を忠実に再現するとともに、現実の場面以上の情報は提供してはならない。目視物標の方位、距離を正確に再現することは言うまでもない。さらに重要な点は、スクリーン上に投影される目視対象物の精密度である。この点は視界再現の方式により、内容が大きく異なるものである。視界再現の能力はどんな内容を含んでいるのかを次に考えることとする。

4.1 速度感の再現

(図6)は開発したシミュレータにおいて、円筒スクリーン状に投影される船首方向の映像である。海面にはきめの細かい風浪が描かれ、本船の移動速度に応じて、移動することとなり、海面の移動速度を見ることによって、本船の速度が目視からも感知されることとなる。又、航行船には船首波と船尾波が描かれ、これも各船の速度に応じて大きさや、長さが変化することとなり、これを監視することによって、各船の速度を推定することが可能となる。

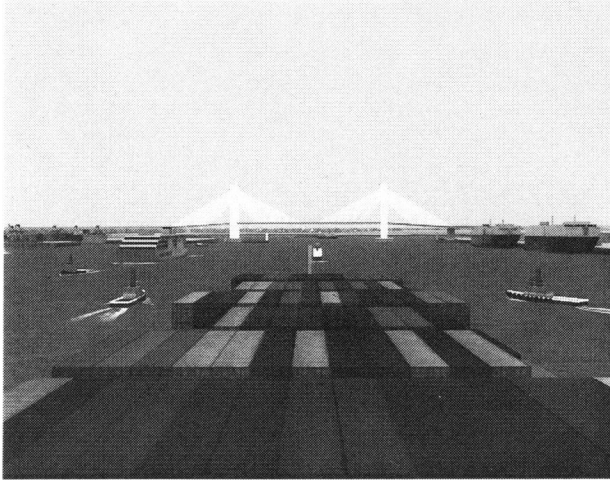


図6 コンピュータ・グラフィクスによる海面，航走波画像

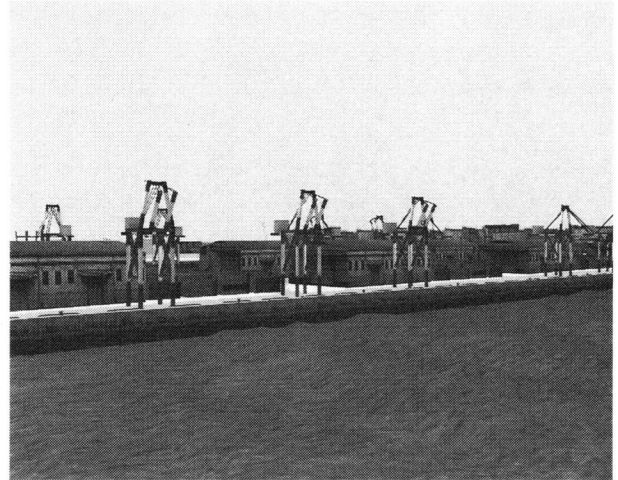


図7 コンピュータ・グラフィクスによる三次元景観画像

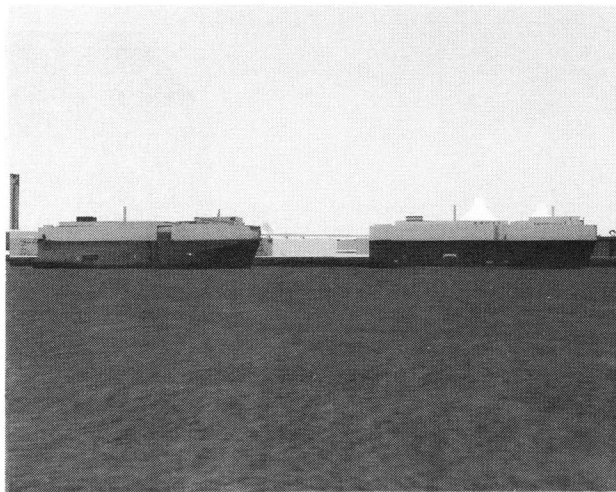


図8 コンピュータ・グラフィクスによるテクスチャ画像

4.2 遠近感の再現

海面の遠近感はさざ波の大小で表現を行うが，港湾に接近したときに視界に入る各種構造物の遠近感は一様ではない。各物体の重なり具合，移動速度の違いが微妙な遠近感として作用することとなる。これを実現するためには個々の物体を三次元物体として定義し丹念に画像生成と三次元投影計算を行う必要がある。計算機処理速度とのバランスを考えつつ，必要な物体を精選し映像再現作業を進めることが必要である。(図7)はコンピュータ・グラフィクスによる精密な三次元画像であり，自船の運動に従って，30Hzの更新によって，リアルな環境再現が達成されている。遠近感の再現では投影映像までの絶対距離が重要であるが，この点についてはスクリーンの設計に関連して後で詳しく述べることにする。

4.3 現実的映像の再現

観測対象の物体の大きさ，距離，物体の向いている方向そして物体の移動速度と移動方向，これらの情報は船舶の操縦においては大変重要な観測情報となる。適切でない画像を提示した場合，操船者は想定した状況とは異なる判断を行うこともたびたび発生する。このような問題を起こさないためには，生成する映像は出来る限り正確かつ精密である必要がある。このために，高い画像分解能が許容でき，かつ映像のリアリティを増し映像生成

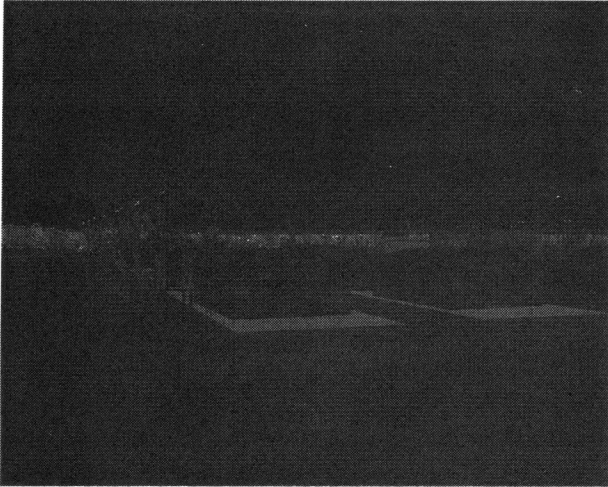


図9 コンピュータ・グラフィックスによる夜間映像

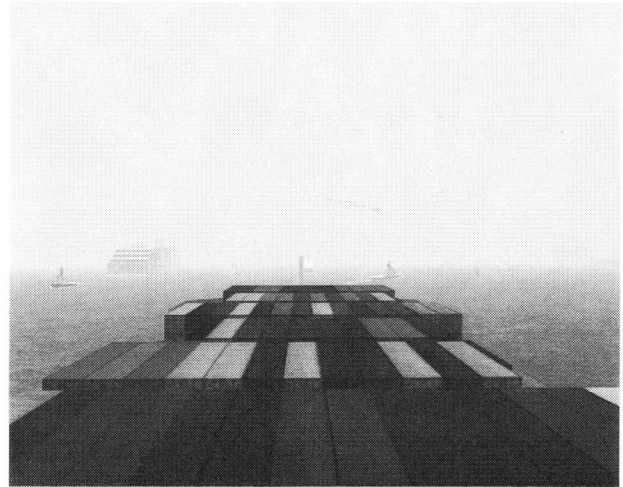


図10 コンピュータ・グラフィックスによる霧中映像

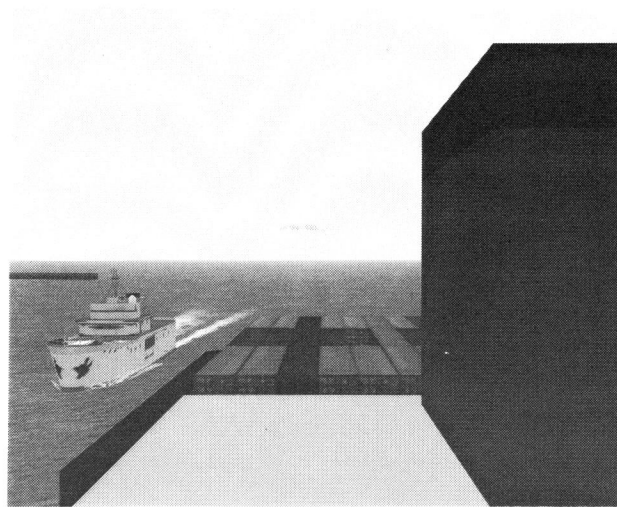


図11 後方画像の一例

の処理機能を高めるフォト・テクスチャの機能が大変有効となる。フォト・テクスチャの機能は構造物の表面や海面の映像を再現するなど、多くの部分に利用している。最新のコンピュータ・グラフィックス技術によって実現した映像の一例を(図8)に示す。

4.4 多様な操船環境の実現

船舶は多様な状況で航行し、それは視界映像に種々の対応を必要としている。

操船シミュレータで再現可能な状況は昼間と夜間での航行状況、霧や雨によって視界が制約されている状況、海面がうねりや波浪によって大きく変化している状況等々、様々な状況に対応できる映像の再現機能を有している必要がある。(図9)に夜間映像、(図10)に霧中でのコンピュータ作像の映像を示す。

4.5 大型スクリーンの採用

船舶においては操縦者は移動しつつ操縦を行っている。もし視界映像を投影するスクリーンが操縦者に近接した場合、投影映像の見える方向は操縦者の位置によって変化することになる。スクリーンまでの距離はできる限り大きくすることが望ましい。一方、人間が感じる遠近感は投影映像の大きさのみで決まるわけではなく、物標を

見る両眼の視差に依存する。スクリーンまでの距離が小さい場合はこれを満たすことができず、画像から遠近感が失われることとなる。遠近感を得るためには、少なくとも7～8mが必要であるとされている。又、映像信号のブレンディング装置を用いることにより、各プロジェクタの投影映像は滑らかに接続されている。

一方、操船者の観測方向は常に正横より前方に限られているわけではなく、航過したブイとの間隔や追い越し状態になる航行船の状況は後方の視界の観測が必要となる。そこで今回開発したシミュレータでは後方視界を再現するために円筒スクリーンの他に後方に2台の投影装置を製作し、これを船橋後方の2つの窓に設置している。(図11)は右舷側の後方視界の再現映像を示している。

5 船体運動推定の数学モデル

操船シミュレータの利用目的は多種多様であるが、操船対象とする船舶の運動が現実と違っては、シミュレータ操船から得られた結果を現実の世界に適用することはできない。

操船シミュレータの使用目的の多くは、操船するときが発生する問題、即ち、操船の方法、そしてその性能、操船環境の問題などの解決である。全てが船の運動と密接に関係する事項であるから、船体運動は正確に再現する必要がある。正確な運動の再現とは、時間的、空間的な正確さを意味し、実時間で精度の高い運動の再現を意味している。操縦操作や外力によって生ずる運動を推定するためには、操船場面に適合した数学モデルが必要となり、次の要件を満たすモデルの利用が必要となる。

通常の速力で航行している場合、港内における極低速時の運動状態の場合、さらには浅水、制限水路、潮流、風圧等の各種の環境影響のモデル化を含み、シミュレータの利用目的に応じた操縦運動の数学モデルが必要となる。

6 制御部

構成要素の機能を最大限に活用するためにはシミュレータシステム全体に対する適正な制御部が必要となる。今回のシミュレータの開発ではこの点も重視し、従来の操船シミュレータの制御部に類を見ない統合型のシステムを建造した。(図12)はシミュレータ制御部の全体を示している。最上段のモニター群はコンピュータグラフィックスの監視用のものであり、中央の5台は円筒スクリーンに投影される映像であり、左右の各モニターはそれぞれ各舷の後方視界映像のモニターとなっている。下段の最左側のモニターは操舵機やエンジン操作などの入力や各インディケータ類の表示用信号出力などに対する信号変換用のインターフェイス用コンピュータの監視モニ



図12 シミュレータ制御コンソール

ターである。インターフェイス用監視モニターの右にある4つの操作パネルは、本船周囲を航行する船舶の針路・速力を制御する部分と離着岸時に使用される操船支援タグ・ボートを制御する部分とシミュレータ・システムのメンテナンス用の制御部から構成されている。

開発したシミュレータは個々のハード・ウェア機能ばかりでなく、円滑な運用を実行できる配慮が随所に盛り込まれている。

7 おわりに

現在、船舶の運航環境は急激な変化を示している。そのひとつは海上空港や海上架橋の建設、海浜部分の埋め立て等により航行海域が急速に狭隘化していることである。又、国際競争力の確保のために省力化が要求される一方で、タンカー事故による原油流失に対する社会批判に対応するための安全性の向上が急務となっている。これら個々の問題が合理的で有効な解決策を得るために操船シミュレータは必須なツールとなっている。操船者の技能の育成、安全で効率的な操船環境の実現、操船シミュレータは今後ますますその必要性が増加すると考えられる。