

拡張現実感技術による対話的な機関室模型教材の 製作と応用

向瀬 紀一郎*・長野 将太**・矢野 雅基**

An Interactive Engine Room Model Based on Augmented Reality Technology

Kiichiro Mukose*, Shota Nagano**, Masaki Yano**

Abstract

An interactive model to enrich the engine room training has been developed by using the Augmented Reality (AR) technology. The developed model is consisted of a fixed engine room model of the training ship Yuge-Maru, and an AR system (contains a video camera, a video display and a computer) which has been implemented by using the FLARToolkit. The educational effect of the interactive engine room model also has been studied by a demonstration in an actual classroom. In this study, it is shown that the interactive model based on the AR technology is potentially effective to a certain degree in maritime education.

1. はじめに

本校の商船学科では、船用機関に関する技術の基礎訓練のため、本校の練習船「弓削丸」の機関室を活用した実習に取り組んでいる。この機関系の校内練習船実習は、教室における授業の進度にあわせて実施され、低学年次生に対しては導入的な体験によって船用機関への興味を喚起し、機関コースの高学年次生に対してはより実践的な訓練によって船舶機関士としての資質を涵養するものとなっている^[1,2]。

しかし、校内練習船実習には多くの準備と費用が必要で、予め決められたスケジュールに概ね沿って実施せざるをえないため、個々の学生の興味や能力に応じた十分な実習時間を、全ての学生に柔軟に与えることができるとは限らない。特別に意欲の高い学生に対して、その興味を満たしきれない実習となってしまうことがある。あるいは、同級生よりも理解の遅い学生に対して、疎外感を持たせる実習となってしまうこともある。

ここでもし、校内練習船実習の機会の他に、それを補強するものとなる、類似した体験を手軽に得ることのできる機会を、学生たちが個々の必要に応じて自由に得ることができるようになったとしよう。

意欲的な学生は、その機会を利用してより習熟度を深めることができるだろう。一方で理解の遅い学生も、その機会を利用して十分な学習時間を確保することができるだろう。これによって校内練習船実習の教育効果は飛躍的に高まるものと期待できる。

そのような、機関系の校内練習船実習の助けとなる手軽な体験学習を実現する手段の一つとして、練習船機関室の模型の活用が考えられる。模型を利用すれば、陸上の校舎内の一室に居ながらにして、練習船機関室の様々な機器の配置を直感的に理解することができる。さらに、その模型教材が、様々な機器や装置の操作のシミュレーションを対話的（インタラクティブ）に実行できる機能を持つものであれば、学生はそれぞれの必要に応じて、自分のペースでじっくりと、校内練習船実習に類似した体験を何度でも繰り返し再現できるようになるだろう。

この研究において我々は、練習船機関室の模型と拡張現実感技術を組み合わせることで、機関系の校内練習船実習を補強することのできる対話的な模型教材の製作に取り組んだ。また、実際の学生たちの前でのデモンストレーションとアンケートによって、新しい模型教材の教育効果を調査した。

* 商船学科

**商船学科5年生

2. 拡張現実感技術の概要

拡張現実感 (Augmented Reality, AR) 技術は、現実世界の情報を補強する仮想的な物体を、コンピュータによってリアルタイムかつインタラクティブに合成し、あたかも現実の物体と共存しているかのように、現実世界の中に提示する技術である⁴⁾。

より長い歴史を持ち、より広く知られている仮想現実感 (Virtual Reality, VR) 技術は、コンピュータで合成された偽りの世界の中に自分が入り込んだかのような感覚や、現実の世界が偽りの世界に置き換わったかのような感覚を、人間に与える技術である。それに対して、その VR 技術より派生した AR 技術が我々に与えてくれるものは、現実の世界の中に偽りの物体が現れたかのような感覚や、現実の世界と偽りの世界が重なり合ったかのような感覚である。

AR システムの簡単な例は、ビデオカメラとビデオディスプレイ、そしてコンピュータによって構成される。ビデオカメラが捉えた現実世界の風景の一部に、仮想的な物体をコンピュータが挿入した映像を、ビデオディスプレイが表示するシステムである。ただしこのコンピュータは、カメラからの入力をリアルタイムで分析し、風景や視点の変化に応じてインタラクティブに、挿入する物体のディスプレイ上の位置や形状を調整し続ける機能を持つ。

このコンピュータの機能を実装するプログラムの開発を容易にするためのソフトウェアライブラリが、多くのグループによって開発されている。加藤博一氏ら⁴⁾によって開発され公開された ARTToolkit⁵⁾もその一つである。このようなライブラリを利用すれば、簡単な AR システムを短期間で開発することができる。

3. 対話的な模型教材の製作

この研究では、本校の練習船「弓削丸」機関室の模型 (株式会社西日本模型製、図 1) をベースとして、新しく独自に開発した AR システムを組み合わせ (図 2)、「弓削丸」機関室内の様々な機器の配置や役割を対話的に学ぶことのできる教材を製作した。

製作した教材のベースとした模型の幅は約 90cm、高さは約 65cm、奥行きは約 50cm で、材質は主に樹脂である。この模型は以前より本校が所有してきた教材で、「弓削丸」の主機や補機および配管類の立体的な位置関係を示すものである。可動部分はなく、また細かな造形は省略されており、機器類の動作は示されない。

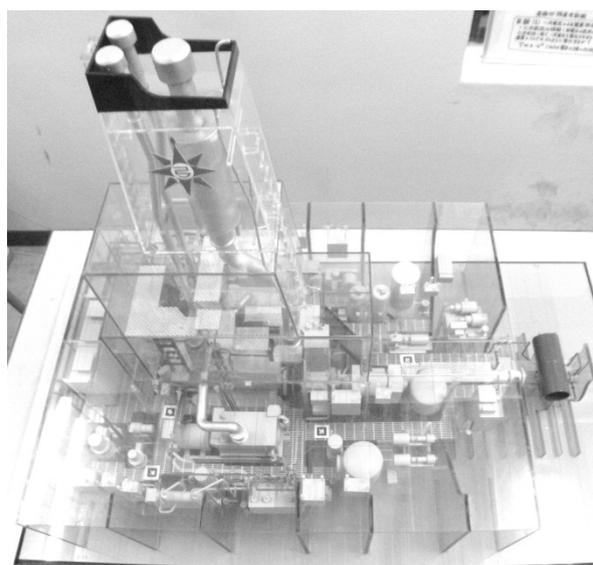


図 1 練習船「弓削丸」機関室の模型

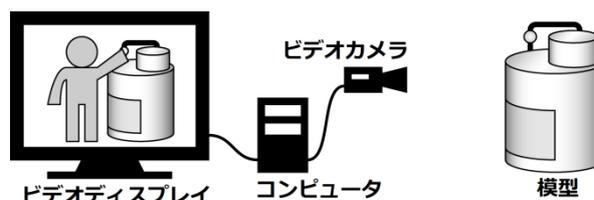


図 2 製作した教材の構成

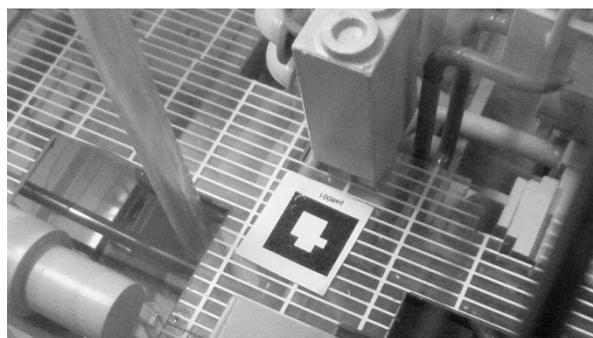


図 3 模型内に配置されたマーカー

製作した教材の構成要素として新たに開発した AR システムのハードウェアは、デスクトップ型パーソナルコンピュータ (デル株式会社製) と液晶ディスプレイ (デル株式会社製)、および USB 接続型ライブカメラ (エレコム株式会社製) によって構築した。このうちビデオカメラは自由に移動させることのできるものである。また、コンピュータにはポインティングデバイスも接続されている。

コンピュータプログラムの開発に際しては、プログラミング言語として ActionScript を用いた。また、ARToolkit より派生したソフトウェアライブラリである FLARToolkit⁶⁾ を利用した。このライブラリは、現実空間に予め配置されたマーカーをカメラ映像の中から検出し追尾することによって、現実空間の座標系とカメラの座標系との関係を計算し、それに合わせて仮想的な物体のディスプレイ画面上の位置や形状を調整する機能を提供する⁴⁾。この研究で製作した教材においては、「弓削丸」機関室の模型の中に、6つのマーカーを配置した(図3)。



図4 教材のディスプレイ画面

4. 製作した教材の機能

この研究においては、入港の際に機関室内において行われる一連の作業の流れを、商船学科の低学年次生が学習する場面を想定し、教材を製作した。その教材は以下の(1)～(6)のように動作する。

- (1) 教材のビデオディスプレイには、入港時のある場面で行うべき作業の簡単な指示(たとえば「AIR BLOW せよ」など)が表示される。
- (2) 同時に表示される「OK」と書かれたボタンを、学習者がポインティングデバイスを用いて選択すれば、ディスプレイにはビデオカメラの捉えた風景が表示される。
- (3) 学習者が、その指示を実行する際に自分が立つべき位置にあるマーカーを模型の中から探し出し、そのマーカーの近くへカメラを移動させれば、ディスプレイではそのマーカーの周囲の風景の中に、その場所で指示された作業を実行する自分の仮想的な分身の映像が、重なって表示される(図4)。
- (4) 同時に表示される「手順」と書かれたボタンを、学習者が選択した場合には、その場面における作業の詳細な手順を説明する文が、流れに沿って順に表示される。
- (5) ディスプレイに表示されている「次へ」のボタンが選択された場合には、次の場面で行うべき作業の簡単な指示と「OK」ボタンが表示され、再びカメラを移動させることを学習者に促す。
- (6) 指示された作業に適さない位置のマーカーの近くにカメラが移動した場合には、ディスプレイに映るマーカーの上には「×」印が重なって表示される。

5. デモンストレーションとアンケート

開発した教材の教育効果を調査する目的で、実際に本校商船学科の1年生43名を対象として、教材の動作のデモンストレーションを行った後、無記名のアンケートへの回答を募った。なお、本校の商船学科1年生は、まだ航海コースと機関コースに分かれることなく、その両分野にわたる内容を学んでいる。また、デモンストレーションとアンケートの実施時期は7月中旬であった。

対象者43名のうち希望者4名には、実際にビデオカメラを持たせ、新しい対話的な模型教材の操作を体験させ、表1に示す内容のアンケートへの回答を募った。うち4名全員から回答を得ることができた。各項目の肯定的回答の分布は図5のとおりであった。

また、対象者43名のうち残りの39名には、クラスメートが新しい教材を操作する様子を見せ、表2に示す内容のアンケートへの回答を募った。うち29名から回答を得ることができた。各項目の肯定的回答の分布は図6のとおりであった。

表1 操作者用のアンケートの内容

項目	回答形式
1 この教材の操作は簡単であった	チェック による 二択式
2 このような教材を予習・復習に活用したいと思う	
3 船舶の機関についてもっと深く学習したいと思う	
4 教科書やノートで学習するより楽しい	
5 この教材には総合的に満足である	

6. 考察

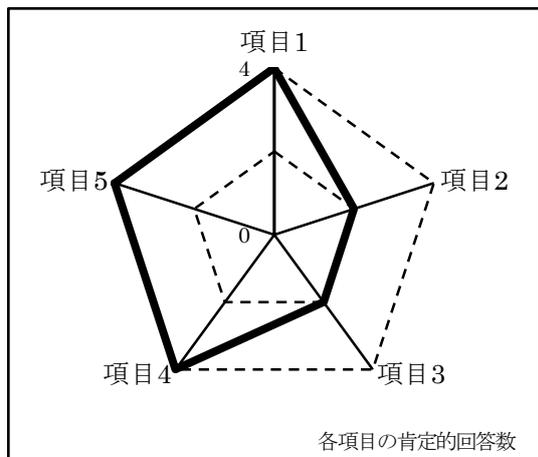


図5 操作者のアンケート結果

表2 非操作者用のアンケートの内容

項目	回答形式
1 内容はわかりやすかった	チェック による 二択式
2 映像は見やすかった	
3 このような教材を授業に活用してほしいと思う	
4 勉強の役に役立ちそうだと思う	
5 船舶の機関に興味を持った	
6 船舶の機関についてもっと深く学習したいと思う	
7 教科書やノートで学習するより楽しい	
8 この教材には総合的に満足である	

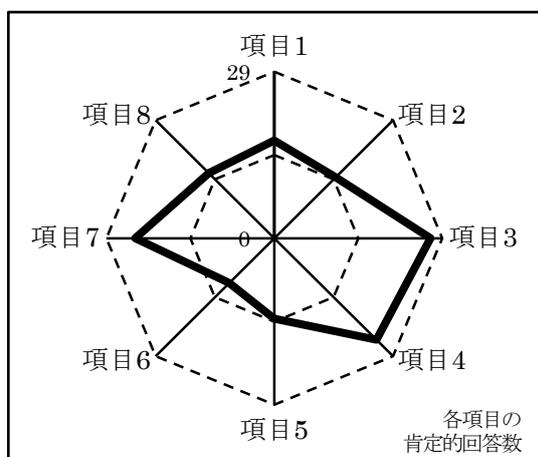


図6 非操作者のアンケート結果

アンケートの結果、デモンストレーションに参加した学生の多くが、拡張現実感技術を用いた対話的な模型教材について、学習に役立つ魅力的なものと感じたことが分かった。したがって、一定の教育効果を期待できるものであることが示されたと言えよう。

一方で、対話的な模型教材が学習意欲を高める効果は、あまり確認できなかった。これは、製作した教材の内容に、対象者の学習段階に適合しない部分があったためであると考えられる。また、教材の機能に関しても、映像の見やすさについて難があったようである。これは、プログラムの実行速度や精度を向上させることで、改善していくことが可能であると考えられる。

練習船実習の補強あるいは代替となりうる手軽なシミュレータ訓練のニーズは今後、ますます拡大していくと思われる。STCW 条約（船員の訓練及び資格証明並びに当直の基準に関する国際条約）においても、シミュレータを利用した教育訓練および能力評価に関する規定が 1995 年より盛り込まれ、さらに今後も、技術革新を反映しながら見直し作業が続けられていくものと予想されている^[7]。

これに伴い条約締結国では、シミュレータを援用した教育訓練課程の構築が急速に進められてきている^[7,8]。わが国の船舶職員養成施設、そして本校も、今後はシミュレータ訓練の導入に、より積極的に取り組んでいくことになるだろう^[8-10]。

これからの船舶職員の教育訓練のため、より効果的かつ効率的なシミュレーション教材の開発を目指していくとき、近年飛躍的に発展してきている拡張現実感技術^[11]も、寄与できるところ大であろう。その可能性の一端が、この研究によって示されたと思われる。

7. まとめ

練習船「弓削丸」機関室の模型と拡張現実感技術を組み合わせた、対話的な模型教材を独自に開発することに成功した。

また、その新しい教材が、一定の教育効果の期待できるものであることを、実際の学生たちの前でのデモンストレーションとアンケート調査によって明らかにした。

今後、内容の工夫とプログラムの改良によって、その教育効果をさらに高め、応用範囲を広げていくことができるものと思われる。

謝辞

本校の商船学科准教授（弓削丸機関長）松永直也先生、商船学科助教（弓削丸一等機関士）村上英正先生、ならびに商船学科助教中村真澄先生には、多くのアドバイスをいただいた。また、商船学科准教授（1年生担任）二村彰先生には、調査にご協力をいただいた。さらに、商船学科5年生の久保翔君と島村晶博君も研究に協力してくれた。ここに謝意を表す。

参考文献

- [1] 松下邦幸, 岩堀宏治, 篠原昌宏, “本校機関学科における校内練習船実習の現状,” 弓削商船高等専門学校紀要 **9**, 33-41 (1987)
- [2] 弓削商船高等専門学校, “平成23年度シラバス,” (2011)
- [3] Ronald T. Azuma, “A Survey of Augmented Reality,” *Presence: Teleoperators and Virtual Environments* **6**, 355-385 (1997)
- [4] Hirokazu Kato and Mark Billinghurst, “Marker Tracking and HMD Calibration for a Video-based Augmented Reality Conferencing System,” *Proceedings of the 2nd International Workshop on Augmented Reality* (1999)
- [5] “ARToolkit,”
<http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/>
- [6] “FLARToolkit,”
<http://www.libspark.org/wiki/saqoosha/FLARToolKit>
- [7] 中澤武, “機関室シミュレータを用いた教育訓練の動向—欧州を中心とした海外の事例紹介,” 日本マリンエンジニアリング学会誌 **43**, 303-308 (2008)
- [8] 中澤武, 田中賢悟, 胡先富, 杉田英昭, “機関室シミュレータ訓練の現状—第2報 国内外における機関室シミュレータを用いた船員教育からの視点—,” 神戸大学海事科学部紀要 **1**, 19-26 (2004)
- [9] 松下邦之, 橋本武, 岡秀樹, “弓削丸の機関室シミュレータによる商船学科生の訓練効果について,” 弓削商船高等専門学校紀要 **20**, 11-17 (1998)
- [10] 中村真澄, 内田誠, 引間俊雄, “PC版機関室シミュレータ環境下における眼球運動計測に基

づく機関運転管理評価法に関する検討-II,” 弓削商船高等専門学校紀要 **33**, 1-5 (2011)

- [11] Ronald Azuma *et al.*, “Recent Advances in Augmented Reality,” *IEEE Computer Graphics and Applications* **21**, 34-47 (2001)