CAIによる商船教育方法について

——法定灯火およびレーダープロットング——

石 田 邦 光*・藤 咲 五 郎*

A Method for Teaching Maritime Technology with the Aid of CAI

——Regulation Lights & Radar Plotting——

Kunimitsu ISHIDA and Goro FUJISAKU

Abstract

Acquirement of skills is an important part of training at the educational institutes of mercantile marine.

Therefore it is necessary to think out an effective training method. In order to improve efficiency of the training, we have contrived two methods; REGULATION LIGHTS SIMULATION SYSTEM & RADAR PLOTTING INSTRUCTION SYSTEM with aid of CAI (Computer Assisted Instruction or Computer Aided Instruction).

In REGULATION LIGHTS SIMULATION SYSTEM we adopted the method of individual learning.

In RADAR PLOTTING INSTRUCTION SYSTEM we introduced color CRT display for plotting blackboard.

We carried out a survey on the effects of training.

By using these two methods we have got the better results of the practical training than the traditional methods.

1. は じ め に

商船教育においては、机上での学習と同様に、現場で対応できる技術の修得も大切な教育である。こうした技術の修得のために実習等の授業が行われ、それぞれの実習内容に応じた実習プログラムと実習時間が用意されている。しかし、教育の現場では、実習効果の向上を常に考え、その実習内容を改善して行く必要がある。

そのため、我々は昭和58年からコンピュータ・グラフィックスを利用したいくつかの実習用システムを研究開発してきた。

そして、システムを作成する上で、特に実習者の実習意欲を高揚させるという点に着目すると、次のような点を考慮する必要があると考えている。

- ①実習者が実習内容に興味を持ち、かつ実習内容を理解し易いこと。ただし、理解のし易さという点に重きを置きすぎると、実習内容のレベル低下につながるおそれがあることは、言うまでもない。
- ②実習者各自が積極的に参加することのできる実習内容とすること。実習は、通常の授業と異なり、実習者各自が自己の体験を通して実習内容を修得することが大切で、特定の個人だけしか体験できないというようなことは、できる限り避ける必要がある。
- ③実習者各自が自己の実習効果を適宜確認できること。これは、実習者にとって、より高度な技術修得の自信に

*正会員 鳥羽商船高等専門学校（三重県鳥羽市池上町1-1）

つながるとともに、各実習者の能力に応じた指導をも可能にする。

そこで、教育効果の向上を目的としたシステムであるCAI (Computer Assisted Instruction or Computer Aided Instruction: 教育の援助システムとしてコンピュータを利用する教授方法) の手法を取入れることにより、上記考慮点を実現することを目的として、ふたつの実習用システム——法定灯火実習システムとレーダープロットング教育用システム——を試作検討し、その実習効果について考察した。

2. 法定灯火実習システム

2.1 要求機能

今まで、法定灯火の実習は大型の操船シミュレータ装置によるものを除いて、その実習方法は、ランプによる表示盤や掛図もしくはOHP (Over Head Projector) 等を用いたものであり、実習能率が低いとともに、その表示パターンにはおのずと制限があった。

しかし、動的シミュレーションによる表示が可能であれば、教官が任意のパターンを選択できるとともに、アスペクトの変化による灯火の見え方の移り変り (本論文ではこれを灯火の動的変化と呼ぶ) をも実習できることになる。

そこで、本システムが要求した機能は下記の通りである。

(1) 海上衝突予防法, 海上交通安全法および港則法で規定されている灯火を全て表示できる。

(2) 船型の違いによる法定灯火の見え方もシミュレーションできる。

一般に掛図等で示されるような船舶と実際の船舶では、その船型 (構造的特徴) により法定灯火の相対的配置は、必ずしも同じではない。そのため、慣れない者にとっては、法定灯火を誤認してしまうおそれがあるので、この機能を持たせた。

(3) 任意の見合い角 (aspect) で表示が可能である。

船体を回頭させることができるようにし、その灯火の見え方の変化を実習できるようにした。

(4) 任意の見合い角での停止画像が得られ、かつ船型描画ができる。

見合い角の認識は、法定灯火を識別するための重要な要素である。その識別を容易にするためには船型を表示することが最適と考えた。

表示例を図1に示す。掲載した図の船型はエッジ描画であるが、実際はペイントされた3次元図形として表示される。

なお、法定灯火とは、航行中の動力船、運転不自由船、操縦性能制限船等の法規上の規定によって船舶が表示すべき灯火種別をいう。

図1(a) 法定灯火表示例 (トロール船)

図1(b) 法定灯火表示例 (動力船)

2.2 システムの概要

実習においては、通常教官が使用するインストラクション・システムと実習者が使用するトレーニング・システムを用意した。

インストラクション・システムは先に説明した機能をすべて使用できるものである。このシステムの流れ図を図2に示す。教官はこのシステムにより各種法定灯火の解説ないし灯火識別に関する指導を行う。

また、トレーニング・システムは、実習者がコンピュータとの対話形式で実習するためのもので、使用できる

機能は、場面に応じて制限される。この流れ図を図3に示す。

トレーニング・システムについて今回試みた方法について説明する。

表示された灯火に対し、実習者は答（番号で）をキーボードから入力する。もし入力された灯火種別が正解であれば船型および法定灯火種別が表示され、次の問題に進むことができる。しかし、間違った場合は、見合い角を変えて再度同一灯火が表示される。こうして答の入力は3回まで許可される。3回とも間違った場合は、実習者が任意に見合い角を変更することが許される。これにより正解を導き出すチャンスが与えられるわけである。そして、答を入力する。このときは、答が正解であれ不正解であれ、判定とともに船型および法定灯火種別が表示され、次の問題に進むことになる。

2.3 実習効果

本システムによる実習は4時間行った。実習者は20名で、本校の航海学科3年生および4年生の成績上位者を選抜した。これは、各実習者の能力の差をできる限りなくしたかったことによるもので各クラス10名までが妥当であろうと考えた。また、実習する灯火は30種類とした。前半の2時間はインストラクション・システムにより、教官が各種灯火の説明等を行い、後半の2時間はトレーニング・システムにより各実習者が個別学習を行うという方法を取った。

さらに、各実習者にはシステム利用に対する感想を求め、従来の方法との比較も行ってもらった。その結果、次のような実習効果を考察することができた。

- (1) 教材の作成および表示が容易である。
- (2) 灯火の動的変化を実習できる。

船の回頭時における灯火の見え方の変化は、灯火種別の認識にとって大切な実習内容である。そして、従来の方法ではこの実習を行うことが難しく、なかなか行われていないのが現状である。しかし、本システムを使用することによりこの実習が可能になった。

(3) 船型描画により、見合い角の認識が容易である。

特に、実習初期においては、灯火のみの表示を見せても、実習者は船体がどのような方向を向いているのかを認識しにくい傾向にある。こうしたとき、船型の描画は、この認識のための大きな手助けとなる。

(4) 実習者は個人の能力に応じた進度で実習できる。

(5) 実習者に積極的参加意欲を持たせることができ、実習意欲の高揚につながる。

コンピュータとの対話形式で行われる個別学習は、実習者各自が自ら思考しなければ正解を導き出せないという環境を作る。

また、OHP等を使用した従来の方法による実習を行った者(10名)と、本システムによる実習を行った者(10名)に同一の試験を実施してみた。必ずしも試験による評価の比較が実習効果の指標とはなりえないが、一応の目安とした。

その結果、従来の方法による班の正解率は84%、本システムによる班の正解率は92%であった。

しかし、個別学習に割り当てる時間の適正化と、個別学習中に教官の適切な助言を介入させることにより、実習効果をより向上させることができるものと考えている。

3. レーダープロットング教育用システム

3.1 要求機能

レーダープロットングの実習は、通常レーダーシミュレータ装置を使用して行われる。また、教官の指導用には、プロットングシートを黒板に描いたプロットングボードが用意されている。しかし、実習効果を向上させようとする、いくつかの問題点がある。そのうち主な問題点をあげてみると、次のようなことになる。

①作図法を指導するときは、プロットングボードを使用するため、作図手順を反復して教えるためには、大変な労力が必要である。

②実習初期においては、個々人の能力に差があることから、個人指導が大切な指導法となる。しかし、教官が、プロットングボードに向かうことが多くなりがちのため十分な個人指導が出来ない。

③各種避航法の検討は、概念的なものになりがちである。

そこで、このシステムでは、プロットングボードに代ってコンピュータ・ディスプレイを使用することを考えた。

また、本システムが要求した機能は下記の通りである。

図 4(a) 接線航過法の例

図 4(b) 幅寄せ避航法の例

- (1) 各種マークを使用することにより、黒板を使用する場合に近い状態で使用できる。指導に応じて、適宜ポイントを指示したり、注目点をマーキングできるようにした。
- (2) プロットング手順は、理想的なものとするためOR方式を採用する。なお作図は、1ステップごとに実行するものとし、点打ちや線引きをその1ステップとした。
- (3) 各種避航動作を作図を交えて検討できる。

避航動作開始点と避航法を選択できるものとし、避航法については接線航過法や幅寄せ避航法を取らせることができるようにした。また、同一観測値による繰り返し作図もできるようにした。

- (4) 実習者の解析結果の評価ができる。

実習者は、自分の解析結果をコンピュータに入力することで、その解析結果の精度評価を受けれるようにした。

このシステムによる表示例を図4に示す。(a)図は接線航過法の例であり、マークの使用も示した。また(b)図は幅寄せ避航法の例である。

3.2 実習効果

本システムは、実習における、教官の援助システムとしての役割が大きいわけであるが、次のような実習効果を考察することができた。なお考察にあたっては各実習者にシステム利用の感想を求め、従来の方法との比較を行ってもらった。

- (1) 教官は、個人指導に多くの時間を使うことができ、極めて密度の高い実習ができるようになった。実習初期においては、教官による手取り足取りの指導が実習効果の向上に大きく貢献する。
- (2) 実習者の解析結果を容易に検討できる。
- (3) 図が正確であることは、実習者にとって理解しやすい。

プロットングボードによる作図に比べ、コンピュータ・ディスプレイによる作図は正確であり、点や線の多彩な色分け等ができる。また、実習者にとってとても理解しやすいという評価を得ている。

- (4) 作図手順の確認および復習が容易に行える。

これは、コンピュータの持つ繰り返し処理の機能を有効に利用した効果である。

- (5) 各種避航法の検討用としての利用価値が高い。

レーダープロットングの実習では、解析結果にもとづく避航動作の検討を討論形式で行うわけであるが、同一観測値にもとづいた各種避航法を容易に再現できることから、採用した避航法の良否や他の避航法を採用したときの状況等を討論する際の検討用資料として簡単に利用できる。

- (6) コンピュータを使った解析結果の判定は、実習に対する興味を引き出す。

また、本校においては、レーダープロットング実習を12時間行っており、実習終了時に試験を行っている。それによると、従来の方法による班とシステムによる班との試験結果の差は見られなかった。これは、12時間の実習を終えた後では、いずれの班も習熟度が高く満点に近い得点を出したことによる。

そこで、4時間の実習を行った時点で、同様の試験を行ってみた。実習者は20名で、法定灯火実習システムのときと同じ者たちである。また、実習問題は接線航過法のみとした。その結果、従来の方法による班(10名)の正解率が74%、システムによる班(10名)の正解率が89%であった。

こうしたことから、今後このシステムを使用することにより、プロットング技術がより短時間で修得できるようになるとともに、繰り返し実習による技術の習熟とより高度な技術修得のために、多くの時間を割くことができるようになると考えている。また、個人指導に充てることのできる時間が多くなることは、各実習者の能力に応じた密度の高い実習を可能にする。

4. 今後の問題点

これらのシステムによる実習を行ってみて、今後解決していかなければならないと考えられる問題点を述べる。

- (1) 従来、提示装置として利用されてきた黒板やOHPにも多くの利点がある。こうした利点をコンピュータ・ディスプレイにより再現させようとする、できる限り大型のディスプレイないしスクリーン等の利用を考える必要がある。
- (2) CAIを利用した実習においては、教官と実習者とのコミュニケーションが実習効果に大きく影響するこ

とを忘れてはならないということ。そのため、これらのシステムを利用した実習の方法を新たに確立して行く必要がある。

(3) どのような方法で実習の効果を評価していくか。今回は、試験という方法を使ったわけであるが、それが全く妥当な方法とは言えない。もっと別の方法で評価できないものかと考えている。

今後、これらの問題点について検討を加え、より良いシステムとして完成させたいと考えている。

5. む す び

CAIとは、“コンピュータが学生を教えるシステム”ではなく、“教官の手助けをする援助機能を備えたシステム”として、その利用をはかるべきであると考えている。

今日では、マイクロ・コンピュータは多くの人々に利用され、教育の分野でも、いろいろな教育用システムが開発されており、そうしたシステムの利用頻度が今後益々高まるものと考えられる。そして、商船教育においてもCAIにみられるような教育システムがもっと広範囲に考えられるべきであり、その開発がより教育効果の向上を果すものであると考えている。

〔謝辞〕

この研究を行うにあたり、東京商船大学の林尚吾助教授には貴重なご助言をいただきました。ここに厚く感謝の意を表します。また、実習効果の調査に協力してくれた本校航海学科3、4年生の諸君に感謝いたします。

なお、法定灯火実習システムは、文部省の昭和58年度特定研究経費により開発したもの^③を改良し、機能を充実させたものであることを付記します。

参 考 文 献

- (1) 石田邦光, レーダープロットング教育用システムの開発, 鳥羽商船高等専門学校紀要, 第6号, 昭和59年1月
- (2) 石田邦光, レーダープロットング教育用システムの開発(Ⅱ), 鳥羽商船高等専門学校紀要, 第7号, 昭和60年1月
- (3) コンピュータ・グラフィックス等を利用したシミュレーション・システムに関する研究, 鳥羽商船高等専門学校, 昭和59年3月
- (4) 守川 穰, 2 & 3 次元グラフィックスの基礎と応用, CQ出版社, 昭和59年
- (5) 東芝教育技法研究会編, CAI入門, 国土社, 昭和47年

質 疑 応 答

西野朝生: 今回発表されたシステムで使用したコンピュータの規模及びプログラムに使用した言語を教えてください。

石田邦光: 今回使用したコンピュータおよびプログラミング言語は、次の通りです。

○NEC PC-9801E

(RAM 384KB)

○法定灯火実習システム

メインルーチン=N₈₈ DISK BASIC

サブルーチン = マシン語

○レーダープロットング教育用システム

N₈₈ DISK BASIC

笠原包道: 法定灯火についてですが、見張りの要件としてその目標のパターン認識のほか、距離要素とその変化(動向)も重要と考えます。距離要素の表現は考えておられますか。

石田邦光: 本システムを作成するにあたり、当初距離要素および相手船の変針要素も組み込みました(参考文献(3))。このときの距離要素の表現は、灯火の大きさをドット数で変化させる方法を取りましたが、ディスプレイが小さい等の理由で距離要素の表現には無理がある(“徐々に見えてくる”もしくは“徐々に鮮明度を増す”といった表現がなかなかできない)と考え、今回は組み込みませんでした。今後大型ディスプレイ等の利用の際に、再度検討してみたいと思います。