

# VTS遠隔訓練システムの開発

## Development of VTS Remote Training System

笹井 雅彦      荒井 秀伸      松井 規暁  
Masahiko Sasai      Hidenobu Arai      Noriaki Matsui

### 要 旨

VTS（船舶通航管理業務）は、商船の安全な運航のために欠かせないものとなっている。VTSシステムオペレータは船舶の安全通航に必要な情報の提供や通航管制を行い、海上交通の安全を図っている。世界中で運航されている商船の数は年間1.5～2%の割合で増加しているが<sup>\*1</sup>、VTSシステムオペレータの不足により、昨今では海難事故のリスクが上昇している。このような状況下、当社は、船舶の安全かつ円滑な通航を支援するオペレータを育成するVTSシミュレータおよび遠隔訓練システムを開発した。本システムを使用して船陸間の通信をシミュレーションし、反復訓練を重ねることにより、IALA（国際航路標識協会）が規定する国際基準を満たすオペレータを効率的に育成することができる。本システムには、通航関連法規や、VTS/船間の通話で使用される標準海洋コミュニケーションフレーズ（SMCP）などを習得するためのe-Learningシステムを実装する。

\*1：日本船主協会の統計データによる

### Abstract

VTS (Vessel Traffic Services) has become indispensable for the safe navigation of merchant vessels. The VTS system operator performs an offer and passage control of the information necessary for the safe passage of vessels and improves the safety of maritime traffic. The number of merchant vessels operating around the world is increasing at a rate of 1.5-2% per year<sup>\*1</sup>, but the risk of marine accidents is increasing these days due to the shortage of VTS system operators. Under these circumstances, JRC has developed a VTS simulator and a remote training system that trains operators to support the safe and smooth passage of vessels. By simulating communication between vessels and land using this system and conducting repetitive training, it is possible to efficiently train operators who meet the international standards stipulated by IALA (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities). This system equips with an e-Learning system for learning passage related regulations and standard marine communication phrases (SMCP) used in calls between VTS and vessels.

\*1: It is based on the statistical data of The Japanese Shipowners' Association.

## 1. まえがき

VTSシステムは様々なメーカーにより数多くリリースされ、世界各国の主要な港湾や海峡などにおいて、海難事故防止に役立てられている。システムの整備が進む一方、課題であるVTSシステムオペレータ育成のためのシミュレータを提供するメーカーは非常に少ない。昨今、海難事故の多発を受けてVTSのレベルアップを図る動きがあり、システムオペレータの育成に関して「1名のインストラクタが複数の研修生に対して同時に訓練を実施できること」「任意の場所を訓練海域としてシナリオを作成できること」「船乗りの視点を理解させること」「様々な気象海象条件のもとで訓練ができること」「個人で自主訓練ができること」などのニーズが生じている。当社は、これらのニーズに応えるべく、VTSシミュレータおよび遠隔訓練システムを開発した。本稿では、これらのシステムについて述べる。

## 2. VTSシミュレータ

### 2.1 構築の背景・目的

経済成長に伴う海運業の発展により、多くの国では港の新設、拡張が進められるとともに、VTSシステムの運用機会が増加しており、この状況下における船同士の海難事故や座礁による環境汚染事故などを減らすため、VTSシステムオペレータの育成が急務とされている。当社が開発したVTSシミュレータは、IALAが推奨するVTSシステムオペレータ向けトレーニングコースV-103に準拠し、VTSシステム運用に必要な基礎知識の習得に加え、任意の海域におけるシナリオトレーニングを可能とする。本シミュレータはVTSシステムの様々な運用状況を想定した訓練環境を提供し、質の高いシステムオペレータの育成に貢献する。

### 2.2 概要

当社が開発したVTSシミュレータは、様々な海域および通航状況を疑似的に再現することを可能とし、VTSシステムオペレータへ様々なシミュレーションによるケーススタディの機会を提供することができる。シミュレーションシナリオは訓練の開始前にシミュレータへ登録する。登録された

シナリオには、ケーススタディを実施するために必要となる様々な情報（レーダやAISなどのセンサ情報、船舶の静的・動的情報、船陸間の通信内容など）が含まれる。シナリオは、インストラクタ（1名）が選択・実行し、VTSシステムオペレータ役の研修生（8名）、船員役の研修生（8名）、モニタ役の研修生（4名）へ同時配信される。VTSシステムオペレータ役および船員役の研修生は、配信されたシナリオに基づいて音声通話を行い、様々な通航状況におけるケーススタディを実施する。訓練終了後は記録再生機能を用いてデブリーフィングを行い、訓練における課題を抽出する。VTSシミュレータおよび遠隔訓練システムの開発に適用した新技術について以下に述べる。

### 2.3 新技術

#### (1) VTS演習シナリオに登録された船舶情報による疑似レーダエコー生成技術

実際のVTSシステムは、レーダから送受信した電波を元にレーダエコーを生成し、生成されたレーダエコーによりターゲットの位置情報を算出する。VTSシミュレータは、実際のVTSシステムとは逆に、シナリオに登録された船舶の位置情報を疑似的にレーダエコーの基点とし、静的情報（船舶サイズなど）により疑似レーダエコーのサイズを決定する。疑似レーダエコーは実際のVTSシステムにより取得されるレーダエコーと同様に、利得、STC（海面反射抑制）、FTC（雨雪反射抑制）などの信号処理が可能である。本技術は、実践的な訓練を実現するうえでの重要な要素である。疑似レーダエコーの描画例を図1に示す。

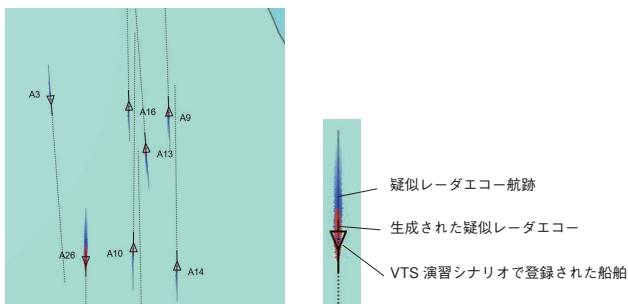


図1 疑似レーダエコーの描画例

Fig.1 Drawing example of pseudo radar echo

#### (2) 海図および地形図のデータを用いた表示オブジェクトの3Dモデリング技術

VTSシミュレータの表示は「2D表示領域」と「3D表示領域」に分類される。3D表示は、ブイや灯台、陸地などのオブジェクトを船員の視点でリアルに再現し、図2に示すように臨場感あふれる訓練を可能とする。ENC(航海用電子海図)に含まれるオブジェクトには、各々の位置や高度などの情報が含まれる。これらの情報を用いた3Dモデリング化および3D表示領域への描画を実現した。また従来はオブジェクトをシナリオごとに入力する必要があり、この操作がユーザの負担となっていたが、当社は、ENCからオブジェクトを自動抽出することによりこの問題を解決した。

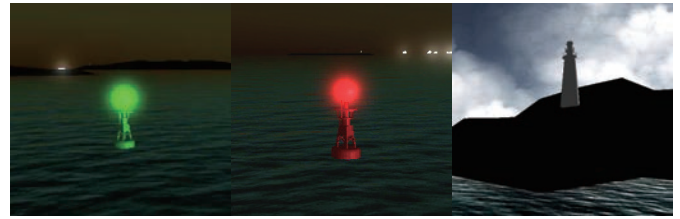


図2 ブイ・灯台の3Dモデル描画例

Fig.2 3D model drawing example of buoy and lighthouse

重要なオブジェクトの一つである「陸地」のデータについては、海図から高度情報を取得することができないため、3Dモデルにおいて平面的な描画となってしまう。この問題を回避するため、陸地の各地点の座標における高度情報データをSRTM（スペースシャトル立体地形）から取得することにより陸地の3Dモデリングを実現した。SRTMデータを用いた陸地の3Dモデル描画例を図3に示す。

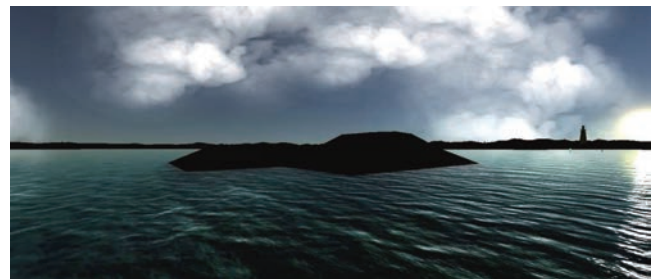


図3 SRTMデータを用いた陸地の3Dモデル描画例

Fig.3 3D model drawing example of land using SRTM data

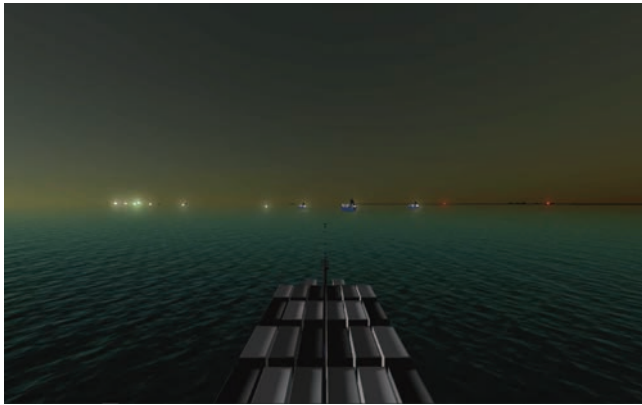
#### (3) 多様なVTS演習環境下における3D視界再現技術

既述したとおり、本システムにおいては3D表示機能を活用し、あたかも実際に航海しているかのような臨場感のある環境における訓練を可能とする。また、荒天（濃霧や降雨など）や夜間などの悪条件環境の再現も可能である。加えてシナリオに設定した時刻における太陽の仰角や位置を算出し実際の位置に表示させること、豪雨環境下においては波面を大きく揺らすなどの特殊な効果を3Dで再現することが可能である。時間帯ごとの視界再現例を図4に示す。



(a) 時間帯ごとの3D視界再現例（昼）

(a) 3D field of view reproduction example for every time zone (daytime)



(b) 時間帯ごとの3D視界再現例 (夕方)

(b) 3D field of view reproduction example for every time zone (evening)



(c) 時間帯ごとの3D視界再現例 (夜)

(c) 3D field of view reproduction example for every time zone (night)

図4 時間帯ごとの3D視界再現例

Fig.4 3D field of view reproduction example for every time zone

(4) 実データと疑似データの合成技術および同一時間軸における制御技術

本システムは、VTSシステムが受信したデータをシミュレータ上に反映させ、実状に即した訓練シーンを再現する。しかし、「衝突」「座礁」などの危険な状況のシナリオを実際に再現することは困難であるため、このような訓練においては疑似データによるシナリオが不可欠である。その一方で、シナリオを疑似データのみにより作成すると、多数の船舶の登録に長時間を要するため実用上の支障をきたす。また実際の船舶の動きの再現が困難となる。本シミュレータにおいては、これら相反する要求を満足するため、実データと疑似データを合成している。合成されたデータは、同一時間軸上（両データによる描画を重ね合わせた状態）で再生され、任意の船舶に対し任意のタイミングで「衝突」「ニアミス」「追い越し」などのシミュレーションを可能とした。実データ（VTSシステムにより取得）と疑似データ（手入力）のシミュレータ上の表示例を図5に示す。

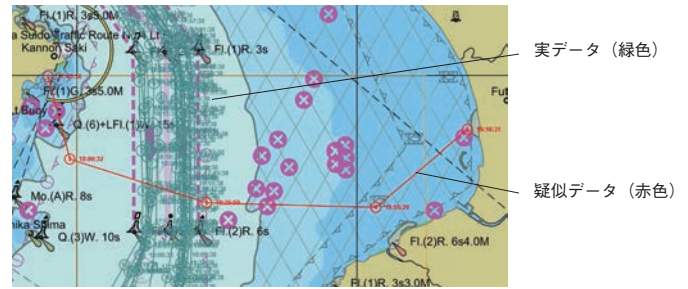


図5 実データ（VTSシステムにより取得）と疑似データ（手入力）の表示例

Fig.5 Display example of real data (acquired by VTS system) and pseudo data (manual input)

(5) センサのカバレッジエリア定義によるハードウェアスベック再現技術

VTSシステムにおけるセンサ（レーダ、AIS、VHF）は、使用する電波の特性上、カバー可能な範囲が制約される。本シミュレータ上でシナリオを作成する際、各センサの位置およびカバレッジエリアを設定することにより、シミュレータ上におけるカバレッジエリアは下記のとおり設定される。

レーダ：カバレッジエリア内においてはシナリオ中のレーダ追尾目標が存在。エリア外では消失。

AIS：カバレッジエリア内においてはシナリオ中のAIS追尾目標が存在。エリア外では消失。

VHF：カバレッジエリア内においてはVHF音声通話ソフトによるVTS/船間の通話が可能。エリア外では通話不可。

シナリオ作成の際、VTSシステム同様にレーダ、AIS、VHFの各局をシミュレータの海図上に配置し、そのカバレッジエリアを定義することにより、監視すべきエリアやシステムの探知能力の限界をシミュレータ上で体得することができる。

また、センサ故障や通信障害といったハードウェア障害を疑似的に発生させ、センサ情報が限られる状況下においてのVTSシステム運用を体験することも可能である。

(6) 多国間ネットワーク経由によるシミュレーション共有技術

VTSシミュレータは、今回マレーシアの海事訓練センターに整備され、ASEAN10か国から研修生を集めて集合教育を実施するが、各国の沿岸海域における航行をシナリオとする実践的な訓練が困難である。このため、当社はASEAN各国の沿岸海域におけるシナリオの作成環境を構築した。これは、各国において受信したAISデータを仮想専用網および当社が構築したクラウドサーバを経由し、マレーシアの海事訓練センターに集約されるものである。さらに、国ごとに大きく異なる通信回線事情に備え、回線切断が発生した時には、各国に設置された回線接続用端末にAISデータを蓄積し（最大2週間分）、回線が復旧した時点で受信データと蓄積データを並行して伝送する機能を開発した。本機能に

より、回線切断の影響を極小化する。

また、各国において受信したAISデータに基づき当該国の管理者が作成したトレーニングシナリオファイルを、遠隔操作によりサーバへアップロードすることが可能である。本機能により、各国の沿岸海域における航行をシナリオとするケーススタディの実施が海事訓練センターにおいて可能となり、研修生が自国海域におけるVTSシステム運用のイメージを高める効果が期待できる。多国間ネットワーク経由によるシミュレーション共有イメージを図6に示す。

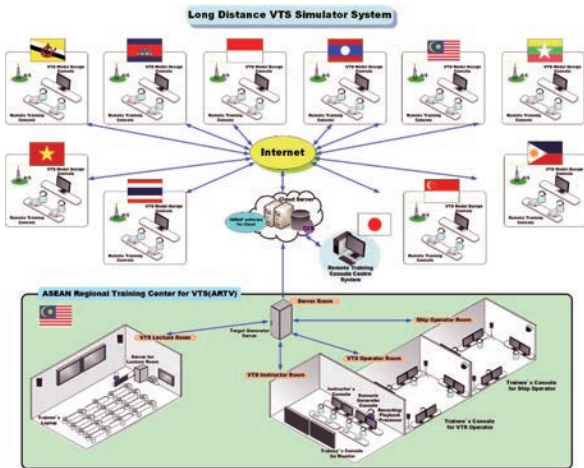


図6 多国間ネットワーク経由によるシミュレーション共有イメージ

Fig.6 Concept of simulation shared via multilateral network

### 3. あとがき

当社が開発したVTSシミュレータおよび遠隔訓練システムは、各国の沿岸海域における訓練のためのシナリオを作成する遠隔対応を実現した。本システムはVTSシステムオペレータの技術レベル向上を促進し、世界の物流を支える海運業界の安定化、海難事故の抑制および海洋環境の保全に大きく寄与する。また、新型コロナウイルス感染拡大を防止するため、在宅訓練も可能とすべく機能拡張を検討中である。

#### 用語一覧

- VTS: 船舶通航管理業務 (Vessel Traffic Services)
- ENC: 航海用電子海図 (Electronic Navigation Chart)
- AIS: 船舶自動識別装置 (Automatic Identification System)
- STC: 海面反射抑制 (Sensitivity Time Control)
- FTC: 雨雪反射抑制 (Fast Time Constant)
- SRTM: スペースシャトル立体地形 (Shuttle Radar Topography Mission)

技術論文

#### (7) e-Learningシステムによる学習機能

海事訓練センターはIALA V-103に準拠した集合教育 (VTSシミュレータを用いた実践的な訓練および座学) を定期的実施している。しかし、約3か月間にわたる長期間の訓練は、インストラクタや研修生 (ASEAN10か国から参加) の負担となっていた。当社は海事訓練センターにe-Learningシステムを構築し、研修生の母国における遠隔学習を可能とした。研修生はe-Learningシステムを用いて「標準海洋コミュニケーションフレーズ」「通航関連法規」「VTSシステム装置」「海事知識」を事前に母国で習得することにより、海事訓練センターにおける集合教育期間を約1か月間へ短縮する。e-Learningシステムの画面例を図7に示す。

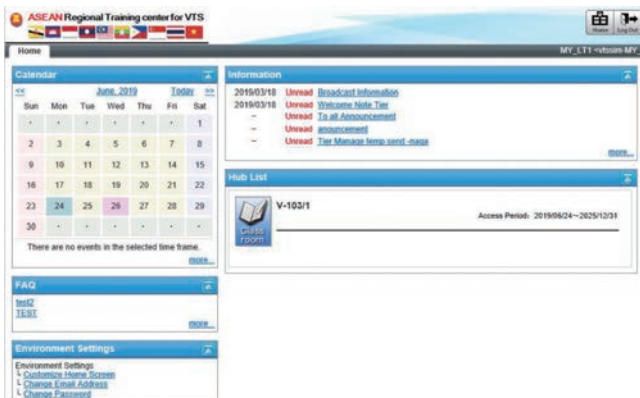


図7 e-Learningシステムの画面例

Fig.7 Screen example of e-Learning system