

# VDES シミュレータの開発

正会員○長谷川 和彦 (大阪大学大学院) 非会員 畑 耕治郎 (大手前大学)  
非会員 澤田 涼平 (大阪大学) 非会員 山林 潤 (古野電気株式会社)

## Abstract

AIS (Automatic Identification System) is a system that enables a ship to get information about other ships and navigation status, such as their position, course, speed, name etc. automatically by VHF radio. In some congested waterways excessive transmission of AIS is a potential problem since the planning stage. To solve it, VDES (VHF Data Exchange System) is under consideration as a next generation of AIS. In this study, the authors have developed a system that simulates VDES communication in simulated marine traffic considering the movement of each.

**Keywords :** AIS, VDES, Simulation

## 1. 緒言

海上交通において輻輳海域の安全は非常に重要な課題である。海上交通の安全性の向上などを目的に2008年以降、SOLAS条約により定められる要件を満たす全ての船舶に搭載に義務付けられている自動船舶識別装置：AIS (Automatic Identification System) は、船舶-船舶間、船舶-陸上局間において、各船舶の位置、速力などに加え航行に関する情報を自動的に送受信するシステムである。AISは導入後、一定の成果を上げているがそれに伴い輻輳海域における通信容量の逼迫化や通信機能の拡充が求められている。こうした現状を踏まえ次世代AISとしてVDES (VHF Data Exchange System) の開発が進められている。

VDESはその仕様が策定中であり、既存AISに影響を及ぼさない形でAISおよびVDESに割り当てられた周波数帯域の利用効率を最適化することが開発上の課題のひとつとなっている。VDESでは送受信するメッセージの種類に応じて用いる周波数帯を切り替えることが提案されているが、この仕様変更に伴う通信性能の評価は、実機が存在しないために非常に困難な状況にある。

一方、畑らはシミュレーションにより求められた仮想の海上交通流に対し実際のAIS規格に準拠したAIS通信モデルを用いて、AIS通信を模擬できるAISシミュレータを開発している<sup>1), 2), 3)</sup>。AISは船舶の航行状態により通信内容やメッセージの送信周期が変化する。そのためこのAISシミュレータでは、長谷川らによって開発された統計に基づいて現実的な海上交通流を作ることができるシミュレーションシ

ステムである、輻輳海域シミュレーションシステム (Marine Traffic Simulation System)<sup>4)</sup>を用いている。これにより現実的な海上交通流上の船舶のAIS通信を精度よく模擬することができる。

著者らはこのAISシミュレータの特徴を引き継ぎつつも、VDESの性能評価を行うための機能を付加したVDESシミュレータの開発を行った。このシミュレータでも、AISシミュレータと同様に輻輳海域シミュレータにより生成された仮想海上交通流の交通記録を入力として、船舶の位置・針路・速度等を用いたVDESの通信容量の推定を行うことができる。

## 2. VDES シミュレータの重要性と必要性

VDESは、AIS通信と同様に船舶同士が有機的かつ動的に通信ネットワークを構築していく通信システムのため、船舶の速度や進路状況の変化などがVDESの通信容量に影響を与える。つまり、海域や速度規制等の航行環境が異なれば、VDESを搭載した船舶が同じであっても、通信容量は異なる。そのため、通信容量の評価精度には、想定する海上交通流がとても重要な要因となる。

また、VDESは極域での衛星通信を利用した航行情報の取得や、電子的な通信手段を用いたe-navigationの実現のために現行のAISに比べより汎用的でより通信容量の大きいデータを送信することのできるVDE (VHF Data Exchange) 用のチャンネルを装備している。この変更により柔軟な通信機能を提供することができるようになるが、同時にメッセージの送受信にともなうメッセージの衝突が頻発する可能性が懸念されている。また複数のチャネル

ルによる送信が頻発することにより、送信中に発生する送信電力がその他の送信していないチャンネルが感度抑圧の影響を受け、そのチャンネルのメッセージを受信できなくなる現象、VDES に実装された一部のチャンネル同士が周波数領域において隣接していることに起因する電波干渉の発生の影響についても評価する必要がある。

こうした状況のもとで、VDES の導入をした際に現行の AIS チャンネルにおいて SOLAS 条約に従い送受信される船舶の位置・船速・針路、航行状態及びその他の安全に関する情報が、AIS アプリケーションなどでやり取りされるその他の任意のメッセージ群に阻害されることは VDES および現行の AIS の本来の目的を考えると確実に避けるべきである。加えて、VDES で想定されるチャンネル構成において、最大の通信容量を実現する通信方式を模索することも VDES の通信性能の評価において非常に重要である。

VDES の通信容量の評価については、現行の AIS と AIS シミュレータに関する研究に示されているように、現実的な海上交通流における各船舶の航行状況が重要な要因となることに加え、さまざまな VDES の運用状況および設備構成、装備される船舶の割合などの多様なケースによる評価が必要であり、これらの要求を満足するためには自由に計算条件を変更することのできるコンピュータ上のシミュレーションによる評価が必要となる。

### 3. VDES の概要

次世代 AIS として検討が進められている VDES は、VDES の船舶への導入後も現行の AIS の機能を阻害しない形で、AIS Class A 用のメッセージのための通信容量の改善および、通信機能の拡充が議論されている。

輻輳海域における現行の AIS の通信容量の逼迫化を抑えるために、本来 AIS で送受信されていた AIS アプリケーションによるメッセージ (ASM : Application Specific Messages) を専用のチャンネルである ASM1、ASM2 に移している。これにより本来の AIS メッセージ用のチャンネルである AIS1/2 でやりとりされるメッセージの総数を減らすことができ、AIS1/2 チャンネルの通信容量を実質的に増やすことができる。

### 4. VDES シミュレータの概要

今回新たに開発した VDES シミュレータは、現在

議論が進められている規格をもとに岬らの AIS シミュレータと同様に VDES の動的な状況における通信性能を評価することができる。このシミュレータは既存の AIS シミュレータと同様に、設定を自由に変更することが可能で新たなメッセージタイプの追加や、ハードウェアの仕様変更等に対して柔軟に対応することが可能となっている。

VDES シミュレータは、個々の船舶の行動を記録した航行データと、その航行情報を用いて VDES の通信をシミュレートする通信シミュレーションサブシステム、およびシミュレーション結果を蓄積する出力データベースから構成される。Fig. 1 に VDES シミュレータの概念図を示す。

輻輳海域シミュレーションシステム (MTSS) は、現実の海上交通に関する統計データに基づいて現実的な海上交通流を再現することができるシミュレーションシステムで、船舶の生成、操船判断、船舶運動の要素から構成される<sup>4)</sup>。MTSS が生成し自動的に航行させる個々の船舶の航行データが VDES シミュレータの入力データとして用いられる。海上交通センターなどによって収集された実航行記録を航行情報としてシステムに取り込むことも可能である。シミュレーション結果は通信ログとして出力データベースに保存され、種々の解析に用いられる。

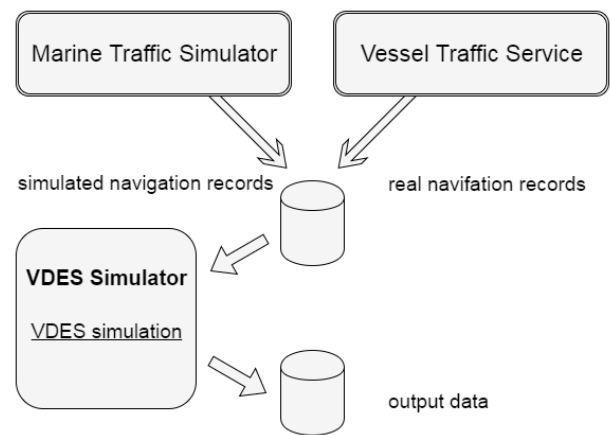


Fig. 1 Schematic diagram of VDES simulator.

## 5. VDES シミュレータの仕様

### 5.1 VDES 通信モデルの構成

VDES シミュレータにおいて定義される VDES 通信モデルの構成は次に示す 4 種類のチャンネルから成る。

- AIS1/2 (Class A AIS 通信)

- ASM1, ASM2 (Application Specific Messages)
- VDE (TER/SAT)

ただし VDES シミュレータでは VDE チャンネルにおいて陸上リンク (TER) のみを扱う。VDES 通信モデルは各チャンネルにひとつの送信機と後述するタイムスロットを 1 分間毎に集めたスロットマップを持つとしている。また VDE チャンネルに関しては、他のチャンネルに比べより幅広い周波数帯域を有しこの周波数帯を適宜分割・結合するなどして大容量の通信を可能にすることなどが議論されているが、VDES 通信モデルでは隣接した周波数帯における電波干渉やメッセージ送信の頻度、占有スロット数などの観点から他のチャンネルと同様に単一のスロットマップを持つものとして取り扱う。

## 5.2 VDES 通信の特徴

VDES は、AIS と同様に 1 分間を 2,250 個のタイムスロットに分割し、その 1 スロットを使ってメッセージを送信する。VDES は AIS1/2、ASM1、ASM2、VDE の 5 つの周波数帯を使って通信を行うので、1 分間に AIS と ASM は 4,500 個、VDE は 2,250 個のタイムスロットをメッセージの送受信に使用することができる。スロットの管理は多元接続方式を採用しており、周辺の船舶から送られてくるメッセージに影響を受けながら各チャンネルに割り当てられたスロットをそれぞれの船舶が自己管理する。VDES 通信モデルにおいて用いられる通信プロトコルは原則として ITU-R M.1371-5<sup>5)</sup> および同 M.2092-0<sup>6)</sup> に準じた RATDMA、ITDMA、SOTDMA、FATDMA を使用する。送信するメッセージの内容についても ITU の同勧告に準じた動的情報、静的情報、航海関連情報、航海安全関連情報とする。

## 5.3 VDES シミュレータによる通信性能評価

VDES シミュレータは、艫らの AIS シミュレータと同様に VDES 通信の際のタイムスロット占有率、メッセージの衝突率などを評価することができる。これらのデータは AIS1/2、ASM1・ASM2、VDE のチャンネル毎にデータを集計することで、AIS Class A 通信に加えて、VDES で新しく追加された他チャンネルの動きについてもより詳細なデータを出力することができる。

## 6. 結言

本論文では、次世代 AIS として開発が進められてい

る VDES についての特徴と課題を指摘し、開発した VDES シミュレータの特徴と機能を紹介するとともに、その重要性と必要性を述べた。VDES シミュレータは既存の AIS シミュレータと同様に高い精度で VDES の通信状況を予測することが可能となり、VDES の通信容量を確保するために有効な情報を得ることができる。

本研究における結論を述べる。

- (1) 次世代 AIS として議論されている VDES の現状と課題について述べた。
- (2) 個々の船舶の運動状態ならびにスロット管理などの VDES の通信手順を実状に即した状態で再現できる VDES シミュレータを開発した。
- (3) VDES シミュレータは、VDES 通信容量の推定や VDES 通信の分析に有効であることを示した。

## 7. 参考文献

- 1) 畑耕治郎、長谷川和彦、丹羽量久：AIS シミュレータの開発とその応用、日本船舶海洋工学会平成 19 年春季講演会論文集、pp.401-404、2007。
- 2) 畑耕治郎、福戸淳司、長谷川和彦、丹羽量久：AIS シミュレータを用いた AIS 通信の評価—Class B AIS 搭載設置条件の影響—、日本航海学会論文集、第 117 号、pp.27-33、2007。
- 3) 畑耕治郎、長谷川和彦、丹羽量久：シミュレーションを活用した AIS の性能評価、第 76 回マリンエンジニアリング学術講演会論文集、pp.73-74、2007。
- 4) 長谷川和彦、立川功二：輻輳海域シミュレータと海の ITS、計測自動制御学会関西支部シンポジウム「計測と制御に見る 21 世紀の幕開け」講演論文集、pp.184-189、2001。
- 5) Technical characteristics for an automatic identification system using time division multiple access in the VHF maritime mobile frequency band, Recommendation ITU-R M.1371-5, ITU, 2014.
- 6) Technical characteristics for a VHF data exchange system in the VHF maritime mobile band, Recommendation ITU-R M.2092-0, 2015.