

# 自律運航実現を支える運航支援技術

## Navigation Technologies To Support Autonomous Shipping

柏 卓夫  
Takuo Kashiwa

古野電気株式会社  
Furuno Electric Co., Ltd.

### 1. まえがき

自律船に関しては、ICT 技術の高まりとともに安全・安心および効率的な船舶運航を目指して研究開発が進んでいる。ここでは船舶搭載される航海機器において、この自律運航を支える技術の現状について概説するとともに、将来に向けて研究がされている技術について紹介する。

### 2. 自船位置センシング

今日、自船の位置を知る方法としては、GNSS を用いた測位技術が一般的に用いられており、近年は米国の GPS 以外に欧州の Galileo、ロシアの GLONASS、中国の Beidou、そして Regional のシステムとして日本の QZSS などが運用を開始しており、広域化とともに利用可能な衛星数も増えており、測位精度および利用率も向上している。船舶搭載に向けた型式検定(IEC 61108-1)において要求されている精度は DGPS の補正情報を用いて 10m(95%)である。GNSS は位置測位のみではなく、その技術を利用して方位を求めることができるためコンパスとしての利用や対地船速計としての利用も進みつつある。

この GNSS は何れのシステムもほぼ同じ周波数を使い、受信電力も微弱なため、外的な妨害(太陽活動、ジャミングなど)に対する脆弱性が指摘されている。そのバックアップシステムの検討が IMO を中心に進められており、eLoran システムが英国などで一部試験運用されている。これとは異なったシステムとして航海用レーダーとレーダービーコンを組み合わせた測位システムの検討も行われており、7m 程度の精度が実験で得られている。

一方、自船の位置情報等を他船および陸上施設へ通知する手段として AIS(Automated Identification System)の利用も進んでおり、船舶の動静に関する情報の配信や陸上側からの安全に関する情報配信などが行われる。

### 3. 自船周囲のセンシング

リアルタイムに周囲を観測できる航海用のレーダーとしては S バンド(3GHz)および X バンド(9.4GHz)が用いられている。送信デバイスとしては、マグネトロンが用いられていたが、寿命が比較的短く SOLAS 船では予備の送信デバイスの装備が要求されている。長寿命が期待できる送信機の固体化(半導体化)は、近年の窒化ガリウム(GaN)デバイスの量産によりようやく現実味を帯びてきており、一部航海レーダーへの適用も始まっている。しかしながら、尖頭電力のレベルはマグネトロンより明らかに低いため、比較的長いパルスを送信する必要があるとともに電力の低さから SART の起動距離が短くなるなど IMO 要求仕様に対しては課題がある(X バンド)。

この固体化レーダーでは位相情報を利用することで船舶の動静(速度)を瞬時に把握することが可能になるとともに信号処理(例えばパルス圧縮)によりクラッタの低減も期待できる。

一方で、航海用レーダー使用時はクラッタとして除去されていた海面反射の情報をもとに波浪を観測する研究開発が行われており、波高、波向き、周期などの情報がリアルタイムに得られるようになってきている。

### 4. 計画航路に則った船位誘導

Track Control System(TCS)は計画された航路に従って航行する様に船舶を自動制御する仕組みである。一般的には ECDIS とオートパイロットの組み合わせのシステムであり、制御に使用する各種センサーとの接続は一部は LAN を用いるが、一般的にはシリアル通信が使われており、リアルタイム性がひとつの課題であるとともに、LAN による機器接続はリモート制御等を考えた場合にセキュリティに関する検討が避けては通れないと考えられる。

### 5. 船陸間通信技術

音声以外のデータを海上と陸上施設の間で通信する手段としてはインマルサット FB や VSAT といった固定衛星通信もしくは AIS の ASM(Application Specific Message)といったような VHF 帯のデータ通信が用いられている。しかしながら、固定衛星通信では航路開拓が進む極域をカバーできないことや AIS 普及に伴うチャネル輻輳という課題が挙がっている。このため WRC-12 で分配された新しい VHF チャネルを用い、低軌道周回衛星通信と海上データ通信を用いた次世代 AIS と位置づけされる VDES(VHF Data Exchange System)が提案され、ITU, IMO, IALA などの関係機関にて仕様検討がなされている。

### 6. 避航操船に関する技術

他船との衝突を回避するための避航操船に関する支援技術としては、衝突時の危険性を指標化するものがある。船舶搭載機器ではレーダーに搭載されている Target Tracking 技術により捕捉された他船との位置関係から求める最近距離(DCPA)および最近時間(TCPA)から算出された指標が一般的である。この他に、一定時間後のベクトルを用いて、交差時の位置と見合い角から危険性を評価する OZT(Obstacle Zone by Target)、方位の変化率と相手船までの距離から算出する SJ 値(Subjective Judgement Value)なども一手法として検討されている。