2. 自律航行と船上衛星通信について

(1) 船上通信の歴史

船上通信としては、長らくモールス信号が用いられてきた。1851 年、モールス符号がウィーン会議において標準規格化、その技術は 1853 年に黒船と共に来日している。1911 年のタイタニック号の遭難を機に 1912 年国際無線電信会議によって、無線電信設備と遭難通信周波数 500 キロヘルツの聴取が義務付けられ、船舶の救助のために重要な役割を果たしてきた。

一方、1957 年 10 月に旧ソ連が最初の人工衛星スプートニック 1 号の打ち上げを始めとして各国での宇宙開発が進められ、船舶の航行あるいは遭難時にも、これらの宇宙技術が数多く使用されるようになった。アメリカのマリサットシステム、それを継承した国際システムであるインマルサットの海事衛星通信設備は、1977 年ごろから極地方を除く世界の全海域で、陸上と同じような明瞭な電話、ファクシミリ、データ通信などが可能となった。また、NNSS、GPSなどの衛星航法システムは、全世界の海域の船舶の位置の決定では、地上系の電波航法システムよりも優れた性能を発揮し、GPS は大洋航海中の船舶の位置決定に重要な役割を果たすなど、船舶が航行する上での人口衛星の依存度は高まり、ついには、1999 年 2 月 1 日にモールス通信体制から人工衛星を利用した海上遭難安全通信システム（Global Maritime Distress and Safety System, GMDSS）に完全に移行。船舶の遭難や安全を守るためには、人工衛星が欠かせないものとなった。

(2) 船上通信の現状・課題

現代に至っては、V-sat（Very Small Aperture Terminal）システムと呼ばれる双方向通信システムを搭載する船舶が主流となっている。日本での衛星通信事業のパイオニアであるスカパーJsat 社による Ku 帯(12GHz～18GHz，衛星テレビ放送・通信衛星)のサービスや、最近では 2016 年にインマルサット社の第 5 世代衛星として Ka 帯（27GHz～40GHz．通信衛星）を使用した衛星通信サービス(Global Xpress，GX)の利用が開始され、従来の従量課金制のサービスからデータ通信の使い放題のプランが一般商船向けに採用されてきている。また、これにより船上での通信速度が最大 Mbps クラスの通信速度にまで改善されることとなり、船上のリアルタイムセンシングデータの取得や船上との動画通信を可能にするなど、より船上の見える化が進んできた。

一方で、陸上の通信といえば 2020 年に 5G 通信として 10Gbps レベルのデータ通信速度を携帯回線で実現させる計画があるなど、自律化を先行する自動車産業を支える陸上の通信環境と、洋上の通信インフラの差は広大である。また、V-sat システムについては以下のような課題がある。

① 法的な問題点

上述の V-sat システムを利用する上で、特に Ku 帯については、その周波数を利用する業務の無線局への影響[(1)]から、無線局運用規則に於いてすべての沿岸国の低潮線から 125km 以内の海域では電波を発射することができないことと規定されている。また、Ka 帯域についても、未だ法的整備がなされていない国があるなど、Ku帯、Ka 帯の V-sat システムは全ての海域で使用が許されているものではない。

② 物理的な問題点

技術面においては、通信の電波として利用できる周波数帯が大きくなり、広い通信帯域が確保できることで、洋上の通信速度は大幅に早くなったのは前述の通りであるが、一方で高周波帯の電波はより光に近くなり、天候による影響（降雨減衰）が無視できなくなった。特に大雨の場合には、通信が途絶えることもある。また、波長が短い電波は直進性が強く、衛星が本船の構造物で遮られてしまうような海域を航行している場合は、衛星自体をロストしてしまい通信が途絶えてしまう。カバレッジエリアについても現在提供されている Ku 帯、Ka 帯の通信衛星は、衛星からのビームが地球全域をカバーしているわけではない。

以上のことから V-sat システムにおいての船陸間通信については、厳密には常時接続は不可であり、現状の通信技術では、自律航行中の不測の事態への対応策に、船陸間通信を期待するのはリスクが高く、船舶の自律化を考える上では、非常時においても自己完結性の高い自律化技術が求められる。

(3) 衛星通信の今後、未来

① V-sat 技術について

一方、V-sat 衛星通信技術は非常に高い技術力を搭載している。船上に搭載された V-sat アンテナのスタビライザーがその一つである。本船の動揺に対しても40,000km離れた衛星をロストさせずに追従できるその精度は、0.2度以内とのことであるからその動作の正確性は高い。もし V-sat アンテナの追従信号を取ることができれば、本船がどの海気象条件で、どのような影響を受け船体に挙動を及ぼしたかを正確に取ることができるものと思量する。

② 低軌道衛星打ち上げについてのプレスリリース

テスラモーターズ社のイーロン・マスクが CEO を務めるスペース X 社はロケットの再利用を成功させた。米国のベンチャー企業 OneWeb 社は720基の低軌道衛星[(2)] (Ka 及び Ku 帯) の打ち上げを計画しており、2019年の初めにはサービスを開始、2027年までに陸上のインターネットインフラが整備されていない世界中にも[Gbps]クラスの通信速度のサービスを提供するとしている。実際にソフトバンクも10億ドルもの巨額な出資を決定しているということから、その期待度は高い。通信利用率が高い陸上でも[Gbps]もの速度が出せる技術であれば、広大な洋上に点在する船舶がその恩恵に与れれば、陸上の通信速度を超える日が来るかもしれない。

（注）

(1) 移動体通信による既存業務への電波干渉による電波障害を避ける為、隔離距離(125km) 以内で電波を発射することが出来ないとなっている。

(2) 利点：

①自転周期と一致することなく地球を周回する為、複数の衛星と組み合わせにより全球をカバーできる。

②地球局との距離が短いため、伝送遅延が小さいこと、端末の出力を抑えられ、小型化が可能になり一基あたりのコストが抑えられる。

③ 高度が低い為打ち上げも低コストで済ませられる。

欠点：

①衛星寿命は3〜5年と短い。

②上空を短時間で移動する為、通信可能時間を確保する為には多数の衛星と同時運用が必要となる。

参考文献

(1) 日本財団図書館船舶電気装備技術講座（基礎理論編）(GMDSS)

(2) 日本大百科全書（ニッポニカ）

(3) 総務省　電波利用ホームページ

(4) Wikipedia

(5) 東京海洋大学における海洋ブロードバンド通信システムの開発　東京海洋大学　大津皓平・庄司るり

(6) 総務省の HP

http://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban15_02000110.html

http://www.tele.soumu.go.jp/j/adm/system/satellit/move/

(7) 通信システムの全てがわかる役立つ知識マニュアル

http://www.frostburgfirst.org/cs/alien.html

（山下雄二郎委員 記）

3. 自律運航と法制度

(1) 法制度の整備と課題

①先行している自動車の現状

自動車の自動走行に係る法制度の整備については、2013年頃においては技術開発の加速化に対して非常に遅れていたが、更なる技術開発の加速化と国際競争に伴い、急ピッチで関連法令の整備が始まり、2015年10月23日の道路交通法の改正や公道実験についての警察庁での有識者検討会が始まった。

国際的には、共通のルール作りのために、道路交通に関するジュネーブ条約（日本批准）やウイーン条約（日本未批准）の改正作業が進められている。ただし、その改正は、まだ運転者が乗車していることを前提としたものである。

国内では、国主導での国家戦略特区を活用する法令改正課題の洗い出しや