

海上無線通信の最新動向

1. GMDSS近代化計画
2. 各無線システムの動向
MF/HF、AIS、双方向VHF、Inmarsat FB、
Ka帯移動衛星通信
3. 新たに検討されている無線システムの動向
NAVDAT、VDES、AMRD、イリジウム衛星、
R-mode、デジタルVHF、MASS
4. WRC-19海上関連議題の審議動向

日本航海学会 航法システム研究会

日本無線(株) マリンシステム事業部 企画推進部 事業企画グループ
宮寺 好男

令和元年(2019年)5月31日

 **日本無線株式會社**

1. GMDSS近代化計画

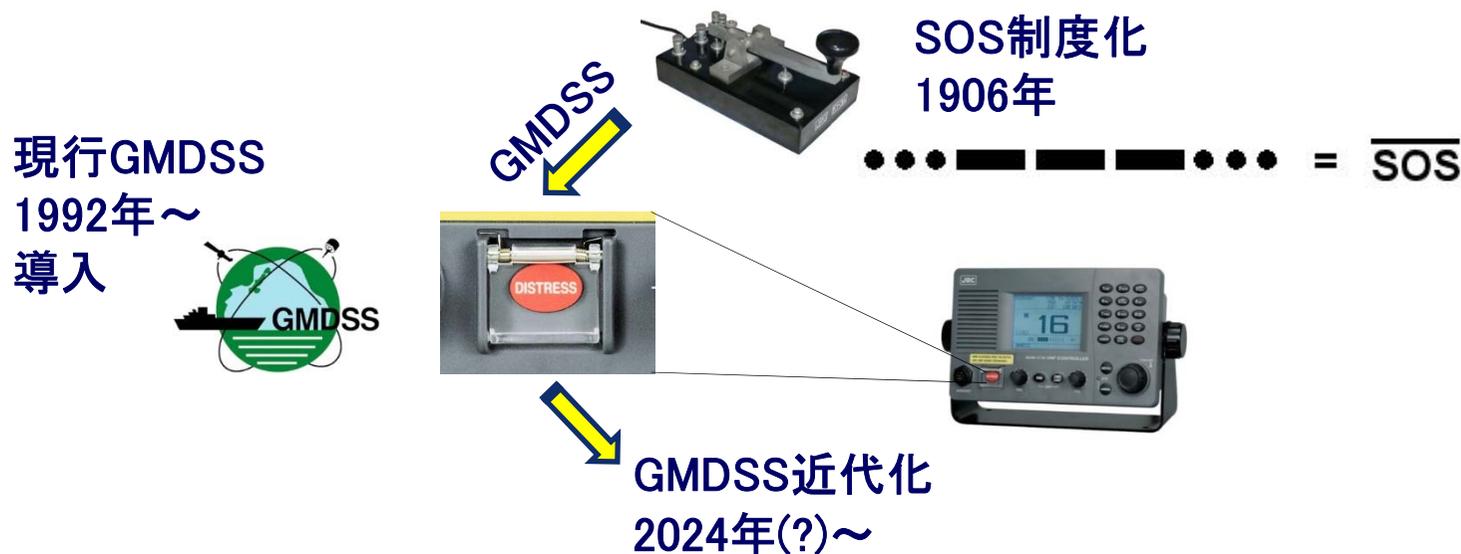
1.1 GMDSSの見直し

現行のGMDSS (Global Maritime Distress and Safety System)

- ・ GMDSS (全世界的な海上遭難・安全システム) は、それ以前のモールス信号などによる通信を衛星通信技術やデジタル通信技術等を利用した通信に置き換えた遭難・安全通信システム
- ・ 1992年2月1日から導入開始、1999年2月1日に完全実施
- ・ 1980年代の技術が中心

→ GMDSSの見直し(近代化)

- ・ 2009年の国際海事機関(IMO)第86回海上安全委員会(MSC 86)においてGMDSSの見直しを検討することが承認された



1. GMDSS近代化計画



1.2 国際海事機関(IMO)におけるGMDSS関連事項の審議状況

- GMDSSの見直しと近代化の作業計画 (MSC 90/28, paragraph 25.18)
 - 第90回海上安全委員会 (MSC 90) で承認 (2012年5月)
 - 作業計画の改訂 (NCSR 1/28 annex 11)
 - MSC 94で承認 (2014年11月)
 - 総論検討 (High-level Review) の結果 (NCSR 1/28 annex 10)
 - NCSR 1で承認 (2014年6月)、MSC 94でノート (2014年11月)
 - 各論検討 (Detailed Review) の結果 (NCSR 3/29 annex 7)
 - NCSR 3で最終化 (2016年2-3月)、MSC 96 (2016年5月) で承認
 - 近代化計画 (Modernization Plan) の策定 (NCSR 4/29 Annex 11)
 - NCSR 4 (2017年3月) で最終化、MSC 98 (2017年6月) で承認
 - SOLAS条約改正 (GMDSSの更新 (衛星をインマルサットに特定しない))
 - MSC 98 (2017年6月) で承認 → MSC 99 (2018年5月) で採択
 - **2020年1月1日改正SOLAS条約発効**
- ※ 海域の定義は変更なし、GMDSSで使用する海上移動衛星サービスの認証は別途審議
- SOLAS条約改正 (GMDSSの近代化)
 - 2022年6月30日までにMSCで採択要
 - **2024年1月1日改正SOLAS条約発効**
 - 関連する機器の性能基準等制定・更新
 - 2018-2019年又は2020-2021年で作業計画 (一部は2022年以降となりそうである)

1. GMDSS近代化計画

1.3 現行GMDSSによる船舶の無線設備搭載要件(概要)、SOLAS第IV章等



機器	A1海域	A2海域	A3海域		A4海域
			衛星利用	HF利用	
VHF無線設備 DSC/DSC聴守受信機 無線電話	要	要	要	要	要
MF無線設備 DSC/DSC聴守受信機 無線電話		要	要		
MF/HF無線設備 DSC/DSC聴守受信機 無線電話/NBDP				要	要
インマルサット船舶地球局			要		
インマルサットEGC	(要)	(要)	要	要	要
NAVTEX受信機	要	要	要	要	要
EPIRB	要	要	要	要	要
SART又はAIS-SART	要	要	要	要	要
生存艇用双方向VHF無線電話	要	要	要	要	要
船舶航空機間双方向無線電話 (旅客船のみ)	要	要	要	要	要

※ 日本ではA1海域は設定されていない。

1. GMDSS近代化計画



1.4 国際電気通信連合 (ITU)におけるGMDSS関連の審議状況・予定

2015年の世界無線通信会議 (WRC-15)において、WRC-19及びWRC-23の議題が設定された

背景

- ・ IMOにおいてGMDSS近代化に向けた作業が進められていること、GMDSSに新しい移動衛星サービスプロバイダ (イリジウムなど) が導入される可能性があること、及びIMOにおいて開発されているe-navigationもGMDSSに関連することにより、これらの実施にはRR (無線通信規則) 改正も必要とされている。
WRC-19の議題として「GMDSS近代化」、「e-navigation」及び「新衛星プロバイダ」関連が提案されていたが、CEPT (欧州連合) からはGMDSSをWRC-19議題とすることは (IMOの結論が出ないため) 時期尚早であると反対された。

結果

- ・ 日本から、IMOにおけるGMDSS審議スケジュールを考慮してWRC-19とWRC-23の議題に分ける提案をした。日本提案を基に、下記の議題が承認された。

WRC-19議題1.8: GMDSSの更新 (衛星システムの追加) と近代化

WRC-23仮議題: GMDSS近代化とe-navigation導入

その他に、WRC-19の海上関連議題として次の3つがある

WRC-19議題1.5: ESIM (Inmarsat GXなどのKa帯衛星) の周波数範囲拡大

WRC-19議題1.9.1: 自律型海上無線機器 (AMRD) の規定

WRC-19議題1.9.2: VHFデータ通信システム (VDES) 衛星コンポーネントの導入

1. GMDSS近代化計画

1.5 GMDSS近代化関連国際規則の発効日



無線通信規則(RR)の改正サイクル: 3~4年毎(WRC毎)



※ 正式な発効日はWRC(WRC決議)で定められる。例えば、WRC-15によるRRの改正は2016年版RRとして発行されており、その発効日は決議第98(WRC-15)により2017.1.1と定められている(例外あり)。

1974年の海上における人命の安全のための国際条約(SOLAS条約)の改正サイクル: 4年毎



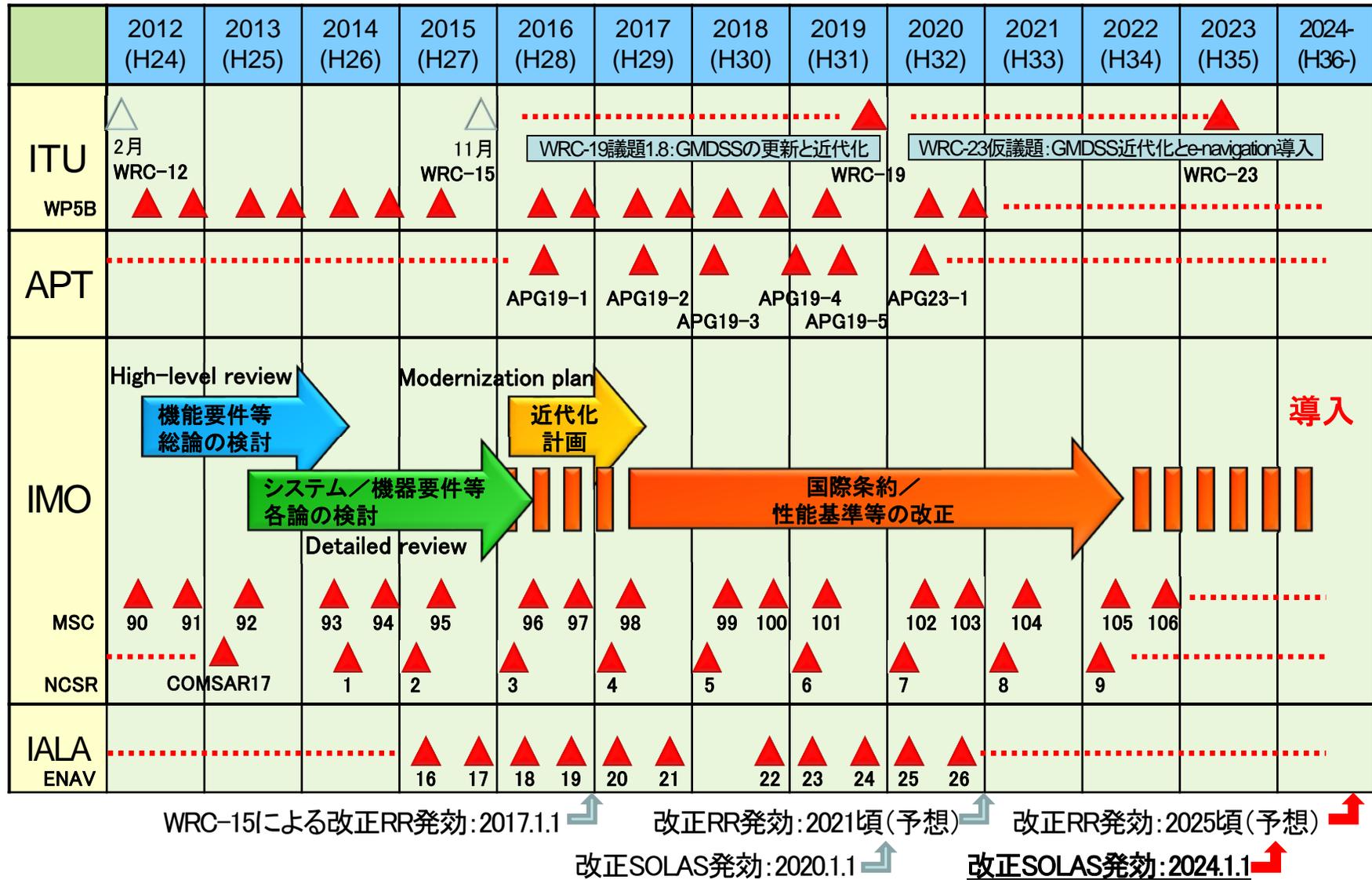
※ MSC.1/Circ.1481(4.1項)で規定する特別な事情のある場合を除く。

RR及びSOLAS条約ともに、条項毎に(発効日とは異なる)適用日が定められる場合も多い。特にSOLAS条約に関係するIMO決議では、船舶の建造日によって適用日が異なる場合が多い。

ITU-R勧告・報告、IMO決議等は適宜改正される。

1. GMDSS近代化計画

1.6 次世代GMDSSに向けた各国際機関の検討スケジュール



WRC: 世界無線通信会議 WP5B: ITU-R SG5 WP5B APG: APT会議準備会合 MSC: 海上安全委員会
 NCSR: 航行安全・無線通信・搜索救助小委員会 ENAV: e-Navigation委員会

1. GMDSS近代化計画

1.7 GMDSSの機能要件

GMDSSの機能要件(近代化計画における改正案)

- ・ SOLAS条約附属書第IV章第4規則による9つのGMDSS機能要件は下記改正案のように基本的に踏襲されている。

GMDSS機能要件は、現行をほぼ踏襲。

1 船舶は、海上にある間、次の能力を有するものとする。

.1 次の全世界的な海上遭難安全システム(GMDSS)の機能が働くこと。

- .1 異なる無線通信業務を使用する少なくとも二の分離し、かつ独立した設備により、船舶から陸上への遭難警報を送信すること。
 - .2 陸上から船舶への遭難警報中継を受信すること。
 - .3 船舶間の遭難警報を送信し及び受信すること。
 - .4 捜索及び救助のための調整に関する通信を送信し及び受信すること。
 - .5 現場の通信を送信し及び受信すること。
 - .6 位置の探知のための信号を送信し及び受信すること。
 - .7 海上安全情報(MSI)を受信すること。
 - .8 緊急及び安全無線通信を送信し及び受信すること。
 - .9 船舶間通信を送信し及び受信すること。
- .2 一般通信を送信し及び受信すること。

1. GMDSS近代化計画

1.8 海域の定義



現行の4海域を基本的に踏襲しているが、A3海域については、イリジウム衛星システムの導入を想定した定義の変更がNCSR 3で合意された。2024年1月1日発効の改正SOLAS条約への反映を目指して、下記の検討がされている。

海域	現行範囲(概略)	IMOにて検討中の見直し案(概略)
A1	国際VHF海岸局の通信範囲 (沿岸より20~30海里)	同左(変更なし)
A2	A1海域を除いたMF海岸局の通信範囲 (沿岸より150海里程度)	同左(変更なし)
A3	A1海域及びA2海域を除いた <u>インマルサット静止衛星の通信圏内</u> の区域 (概ね北極及び南極周辺を除く海域)	A1海域及びA2海域を除き、 <u>船舶が備えた船舶地球局により提供される、認証された移動衛星業務による通信圏内</u> の区域
A4	A1海域、A2海域及びA3海域以外の区域 (概ね北極、南極付近の海域)	A1海域、A2海域及びA3海域以外の区域 (A3海域及びA4海域の区域は、船舶が選択した移動衛星業務に用いる機器によって異なる)

認証 (recognize) されたイリジウム衛星システムを搭載することにより、A1、A2及びA3海域(A4海域なし)で全世界が範囲となる船舶や、A3海域のための移動衛星システムを選択せずに、A1、A2及びA4海域(A3海域なし)で全世界が範囲となる船舶も予想される。

2020年1月1日発効のSOLAS条約附属書では、海域の定義以外の部分について、従来Inmarsatと記載されていた部分が「recognized mobile satellite service」へと修正される。(Recognized mobile satellite service means any service which operates through a satellite system and is recognized by the Organization, for use in the GMDSS.)

1. GMDSS近代化計画

1.9 搭載要件の審議状況

船舶の搭載要件

- ・ SOLAS条約附属書第III章及び第IV章による船舶への無線設備搭載要件では、第III章記載の設備(双方向無線電話)を第IV章へ移動するなど、記述の整理がIMOにおいて提案されているが、今のところ、船舶への新たな搭載要件や既存設備の更新要件は提案されていない
- ・ レーダー-SARTからAIS-SARTへと段階的に置き換えを進める提案(NCSR 4/12/3、5/11/1)が米国から出され、検討が続けられているが、慎重に進めるべき意見が多数である
- ・ GMDSS対象船舶は、現状(国際航海に従事する旅客船及び300トン以上の貨物船)を維持し、漁船は含めない方向
- ・ MF/HF帯無線通信は継続使用される方向であり、デジタル化やスキャン機能(最適周波数自動選択)及び自動回線接続(ALE)の導入は今後検討される可能性がある(ALEなどの有効性に関する文書がIMOに入力されない場合は導入されない)

削除

- ・ VHF EPIRBは搭載要件の選択肢から削除すべきと近代化計画案に記載
- ・ MF/HF帯で使用するNBDP装置は搭載要件から削除可能と近代化計画に記載

選択肢の追加

- ・ イリジウム衛星システムがGMDSS海上移動衛星サービスとして認証された。SOLAS条約では衛星システムとしてインマルサットを特定しないようになる(MSC 99にて、中国よりBeiDou(北斗)衛星システムのGMDSS認証申請が行われた)
- ・ 衛星VDE(VDESの衛星コンポーネント)及びNAVDATなどが、海上安全情報(MSI)の放送手段などとして追加の選択肢となる可能性がある

2. 各無線システムの動向

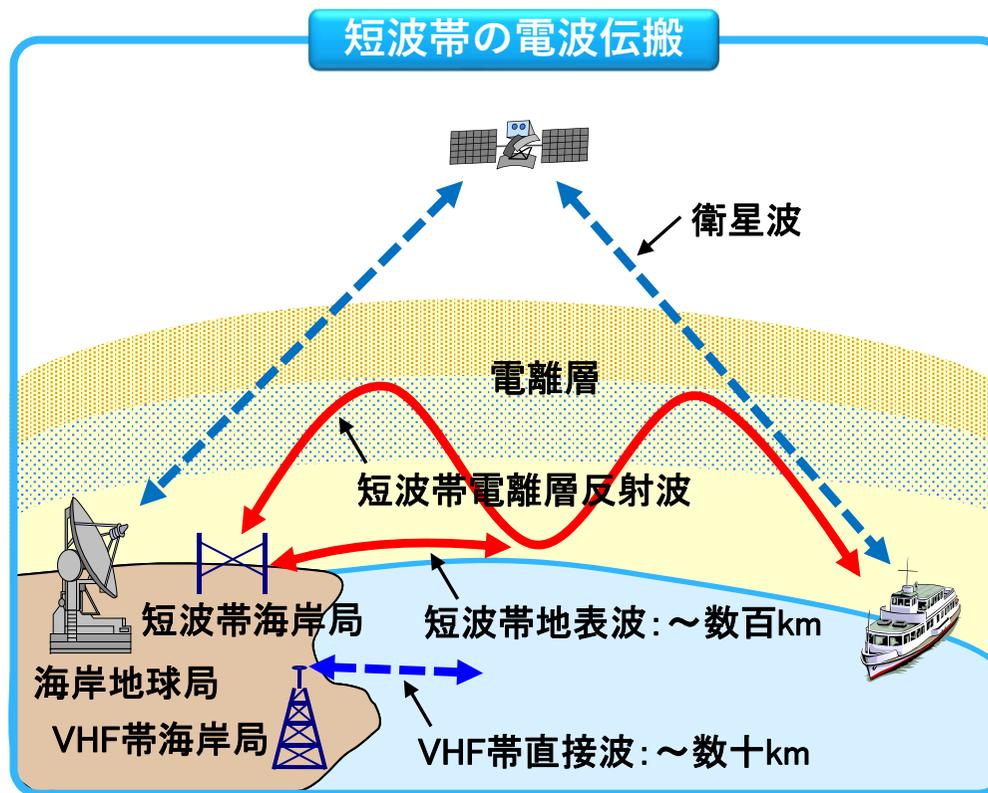
2.1 中短波(MF/HF)帯

□ MF/HF海上無線通信の現状

- ・ GMDSSで遠洋(A3海域等)船舶に義務化
- ・ 音声通信が主流
- ・ デジタル通信は一部で使用
- ・ モールス通信を極一部で使用
- ・ 通信費無料で中長距離通信
- ・ 衛星通信のバックアップの役割
- ・ 地表波は安定して数百km届く
- ・ 電離層波は条件次第で数千km

□ MF/HF帯海上無線通信の動向

- ・ GMDSS近代化において、MF/HF帯無線通信(音声・DSC)の使用は継続される
- ・ NBDPは、ほとんど利用されていないためにGMDSS義務設備から除外される方向
- ・ 最適周波数自動選択による自動回線接続(ALE)導入の検討がされる可能性がある。MIL規格によるALEではなく、DSCを応用したALEの検討が今後行われるかもしれない
- ・ IMOで検討中のIMO決議A.806(19)「MF/HFの性能基準」の改正草案には、いまのところALEは含まれていない



2. 各無線システムの動向

2.2 船舶自動識別装置(AIS)



- AISとは船舶自動識別装置(Automatic Identification System)のことで、船舶の位置情報や針路、船速などの航海情報、船名や貨物の情報を放送し、他船から放送されたこれらの情報を常時受信し表示するシステム
- 主に、船舶の衝突防止目的で用いられている
- AISは航海機器であり、現在はGMDSSに組み込まれていない(AIS-SARTを除く)
- GMDSS近代化においても、AISはGMDSSとして扱われない方向

➤ AISの動向

- 次世代イリジウム衛星にはAIS等の受信機が搭載されている。イリジウム衛星システムでは全地球上が常時カバーエリアとなるため、ほぼリアルタイムで全地球上のAISを受信できる可能性がある

➤ AISの今後(予想)

- VHFデータ通信システム(VDES)として、新たにASM 1及びASM 2チャンネルが任意のメッセージ交換のために2019年より使用できるようになった。今後発売されるAIS無線機には、ASMチャンネルも搭載された機種が出てくるかもしれない
- VDESとともに、セキュリティ強化の対策が検討される

2. 各無線システムの動向

2.3 生存艇用双方向VHF無線電話装置



- 生存艇用救命設備としての双方向無線電話装置は、GMDSS近代化においても義務設備となる
 - 現在の生存艇用双方向VHF無線電話装置は、音声通話機能のみが性能基準に記載
 - 既に、DSCを備えた携帯型VHF無線機は市販されている
 - ITU-R勧告M.493-14「海上移動業務で用いるデジタル選択呼出システム」が2015年9月に発行され、携帯型VHF用に新たにクラスHのDSCが規定された
- GMDSS近代化計画(NCSR 4/29 Annex 11など)での扱い
- SOLAS条約附属書第三章による救命設備としての搭載要件とされているのを、第四章によるGMDSS搭載要件に移動する提案
- 「生存艇用双方向VHFの性能基準」(IMO決議A.809(19)及び決議MSC.149(77))の改正
- SOLAS条約附属書第三章から第四章の機器に記載を変更。
今のところ、GMDSS近代化において、生存艇用双方向VHF無線機の機能要件にGNSS(GPS)受信機やDSC(Distressボタン)の内蔵を追加する具体的な議論はされていない



2. 各無線システムの動向

2.4 Inmarsat FleetBroadband(FB)のGMDSS化



- ・ Inmarsat FBは現在はGMDSS海上移動衛星サービスとして用いられていないが(船舶側の局は、船舶地球局ではなくて携帯移動地球局)、GMDSSのシステムとすることをインマルサット社が提案している
- ・ MSC 97(2016年11月)において、Inmarsat FBのGMDSS認証に関連して、特に決議A.1001(25)のどの部分を適用すべきかについて、NCSR 4で審議することが指示された

■ GMDSS海上移動衛星サービス(船舶地球局)

- Inmarsat A (アナログ、終了) → Inmarsat B (デジタル) 2016年12月終了
- Inmarsat F (デジタル音声とデータ通信) 2020年12月1日終了予定(NCSR 3/19/1)
- Inmarsat C (低速データ通信)

※ FとCは2018年に一部衛星変更(NCSR 5/12)。(平成4年1月30日郵政省告示第68号関連)

➤ GMDSS近代化計画(NCSR 4/29 Annex 11)での扱い

- 次世代GMDSSとしての扱いは特になし(現行GMDSSへの導入を意図)



➤ Inmarsat FB(FleetBroadband)の動向、Inmarsat Fleet Safety Service

- MSC 98 (2017年5月)において、インマルサット社がInmarsat FBをGMDSSとして新たに申請したことに伴い、国際移動通信衛星機構(IMSO)はIMO決議A.1001(25)への適合性を評価した(Inmarsat社は既にGMDSSを運用しているので、既に運用しているシステムと同様の項目についてはデータを流用可能(再評価不要)とされた)
- NCSR 5(2018年2月)においてInmarsat FleetBroadband(**GMDSSとしてのサービス名はInmarsat Fleet Safety Service**)をGMDSS海上移動衛星サービスとして認証(recognition)するためのMSC決議案(NCSR 5/23 Annex 7)が作成され、**MSC 99(2018年5月)にてIMO決議MSC.450(99)が採択され、認証された**
- 但し、現在の衛星数は4機(I-4衛星)のみであるため、GMDSS要件を満たすのはバックアップ衛星がある地域のみ(概ね、欧州～西日本)。追加の2機(I-6衛星)が打ち上げられ、全世界(極地域を除く)でFleet Safety Serviceのバックアップ体制が整うのは2020年以降の見込

2. 各無線システムの動向

2.5 Ka帯移動衛星通信(海上ブロードバンド)



Ka帯(20/30 GHz)を用いた移動体向け衛星通信例

衛星システム	Inmarsat GX ※ 商用サービス	きずな(WINDS) ※ 超高速通信実験用
衛星事業者	インマルサット社	JAXA
通信速度(例)	(上り)最大5 Mbps (下り)最大50 Mbps	(上り)1.5-6 Mbps (下り)155 Mbps
使用周波数 (ユーザー用)	(上り)29.5-30.0 GHz (下り)19.7-20.2 GHz	(上り)27.5-28.6 GHz (下り)17.7-18.8 GHz
運用時期	2016年3月～ (日本:2017年11月～)	2008年2月(打上)～ 2019年2月(運用終了)
備考	L帯システムと組み合わせて、船舶向けにFleet Xpressサービスを提供	2014年に世界最高速3.2 Gbpsの超高速衛星データ伝送実験に成功



WRC-15の結果

固定衛星業務として移動体に設置するESIM(Earth Stations in Motion:移動する地球局)として、既存の地上系業務に有害な干渉を与えないこと、地上系業務からの保護を求めず、かつその発展に制約を与えないことを条件に、全世界共通で上り29.5-30.0 GHz/下り19.7-20.2 GHzにおけるESIMの運用を可能とすることが合意された。

WRC-19議題1.5

2019年10-11月に開催されるWRC-19に向けて、ESIMの適用周波数を拡大することが検討されている。拡大が議論されている周波数範囲は、上り27.5-29.5 GHz/下り17.7-19.7 GHz。

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.1 NAVDAT (1/2)



NAVDATは新たな海上安全情報(MSI)放送手段であり、GMDSS近代化において、導入が検討されている。

※導入が決定された場合、NAVTEX及びNAVDATの双方の搭載を義務付けるか、いずれか一方の搭載を義務付けるかという議論が予想される。

■ 現在のNAVTEX

周波数:	424(日本のみ), 490, 518, 4209.5 kHz
有用伝送速度:	50 bit/s
サービスエリア:	最大250~400海里

■ 検討中のNAVDAT

周波数:	500 kHz帯, 4/6/8/12/16/22 MHz帯
有用伝送速度:	最大29 kbit/s
サービスエリア:	条件による(500 kHz帯) ※同条件ではNAVTEXよりも狭くなる 伝搬状況によるが全世界(HF帯) ※電離層反射波は不安定

ITU-Rにおいて、ITU-R勧告M.2010-0(MF帯NAVDAT)改定案の審議が終了し、2019年1月にITU-R勧告M.2010-1が発効された。ITU-R勧告M.2058-0(HF帯NAVDAT)改定案は現在審議中。

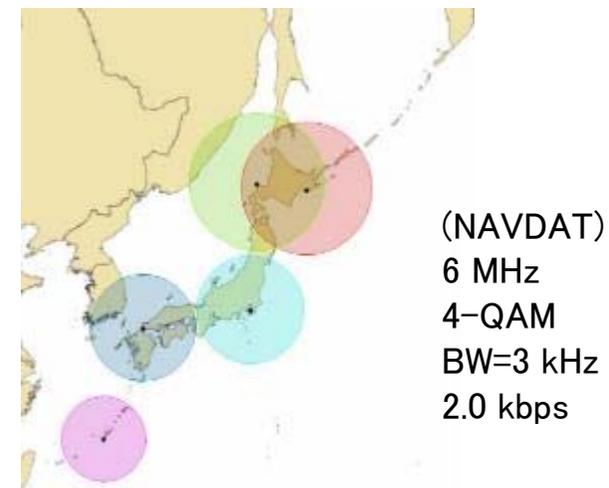
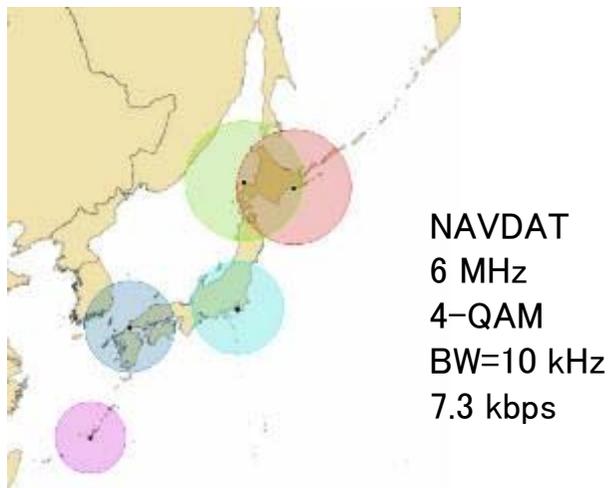
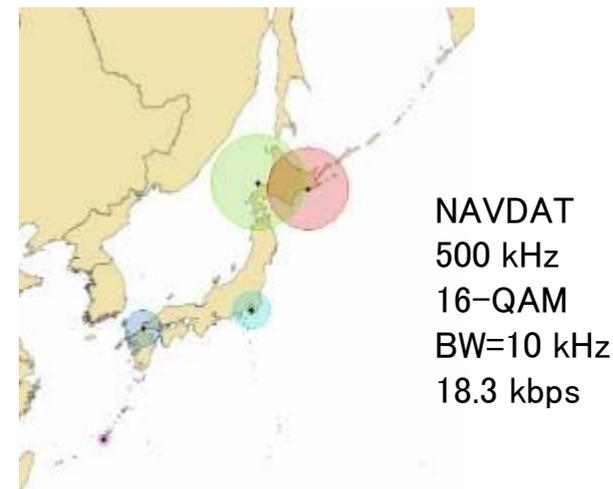
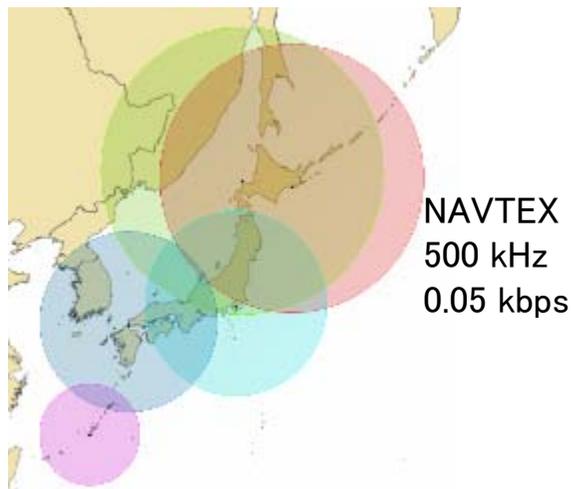
ITU-R新報告「NAVDATガイドライン」案が作成され、2018年11月にITU-R報告M.2443-0として発行された。

➤ GMDSS近代化計画(NCSR 4/29 Annex 11)での扱い

- SOLAS条約附属書第IV章を改正して、NAVDATサービスエリア内(where NAVDAT is available)では「NAVTEXに加えて」又は「NAVTEXに代えて」NAVDATの使用を認めるべき
- GMDSS近代化計画案(NCSR 4/12 Appendix 4)には、NAVDAT性能基準を検討することも含まれていたが、NCSR 4において、まずは有効性を検証すべきとして性能基準の検討そのものが合意されなかった

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.1 NAVDAT (2/2)



NAVTEX及びNAVDATのカバレッジ例(シミュレーション結果)
(送信出力 Transmit power : 1 kW , 最悪条件 季節/時間 Worst-case season/time)

(関連文書:NCSR 4/INF.11)

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.2 VHFデータ通信システム(VDES) (1/3)



VHFデータ通信システム(VDES: VHF Data Exchange System)の導入

- ・ 地上で用いるVHFデータ通信(地上VDE: 全世界的に用いられているVDEチャンネル)、低軌道衛星によるVHFデータ通信(衛星VDE)、AIS及びASMをまとめてVHFデータ通信システム(VDES)として扱っている
- ・ 国際航路標識協会(IALA)よりVDESに関する提案が積極的にされている

VDES = AIS + ASM + 地上VDE + 衛星VDE

データ伝送速度 AIS: 9.6 kbps
ASM: 19.2 kbps
VDE: 最大307.2 kbps

海上無線通信の向上 → VDES(衛星VDE)の導入(未)

- ・ 北極海航路の開拓など、海上における安全の向上のために全地球規模で無線通信を利用するニーズが高まっており、このニーズに対応するため海上無線通信の向上が求められている。低軌道衛星によるVHFデータ通信(衛星VDE)により、地球上どこでも海上安全情報(MSI)が受信でき、(従来の衛星通信と比べて)安価なデータ通信もできる可能性がある
- ・ WRC-15で、地上VDEの周波数を衛星にも分配することが議題となっていたが、審議はWRC-19へ先送りされた

3. 新たに検討されている無線システムの動向

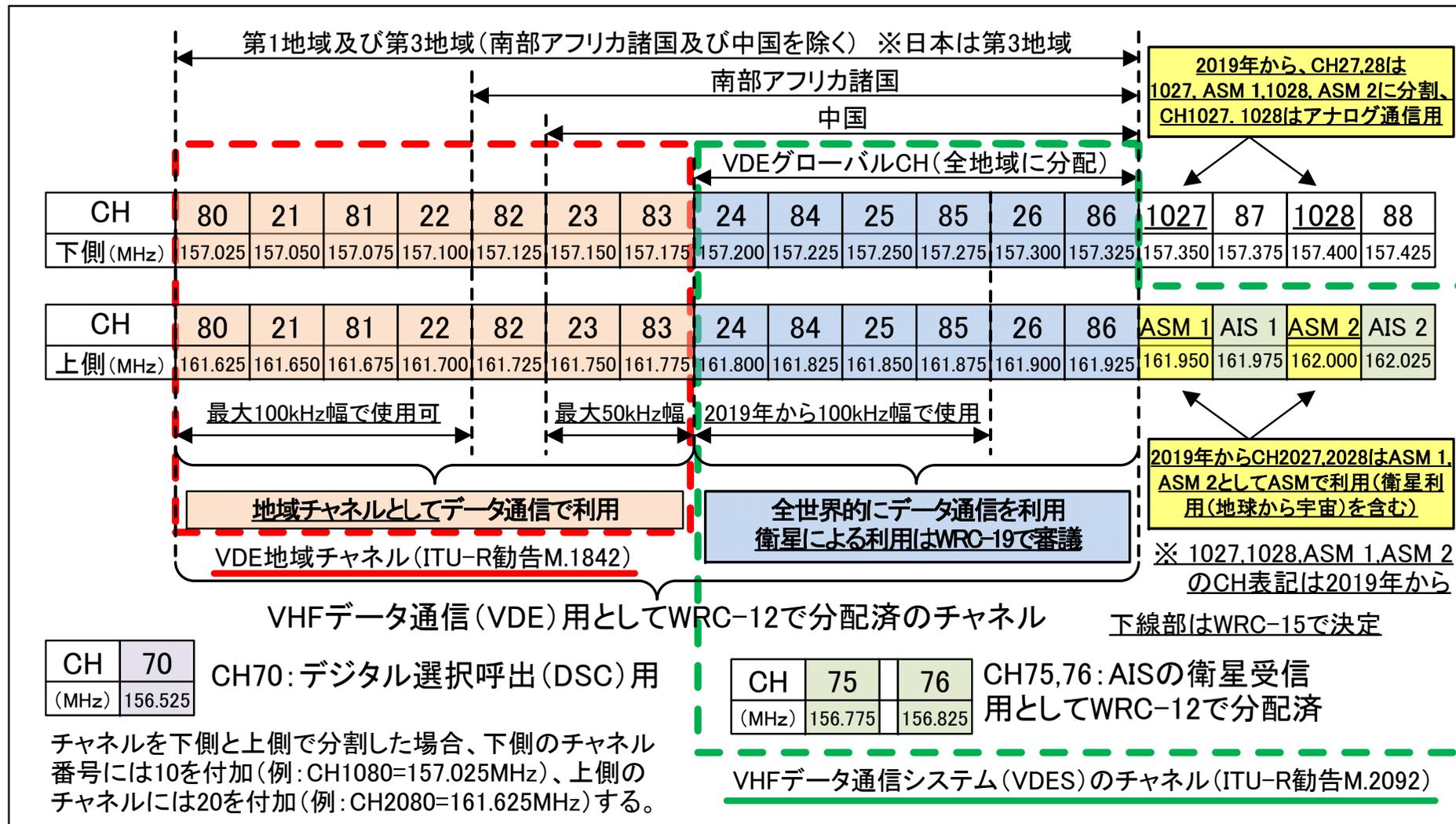
3.2 VHFデータ通信システム(VDES) (2/3)



- ・ VDESは短距離(VHF帯の伝搬距離: 20~30海里程度)のデータ通信やe-navigationの通信手段として開発されている
- ・ 周回衛星を利用することにより、両極地域を含む全世界的な海上安全情報(MSI)放送サービスとして、VDESを利用する動きがある。WRC-15で衛星への周波数分配が検討されたが、審議はWRC-19へ先送りされた
- GMDSS近代化計画(NCSR 4/29 Annex 11)での扱い
 - 海上安全情報(MSI)提供手段の将来の可能性として考慮する必要がある
- VDESの動向
 - WRC-19議題1.9.2において、VDESの衛星コンポーネント(衛星VDE)への周波数分配が審議される
- VDESの今後(予想)
 - WRC-19で衛星VDEの周波数分配が得られた場合、WRC-23(仮議題: GMDSS近代化とe-navigation導入)において衛星VDEによるMSI放送をGMDSSとするための審議が行われる可能性がある
 - SOLAS条約改正では、GMDSSにおけるMSIの配信手段として、追加の選択肢となる可能性がある(SOLAS条約附属書では個々のシステム名は記載されず、IMO決議による性能基準にて認められる可能性)

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.2 VHFデータ通信システム(VDES) (3/3)



海上VHF帯(国際VHF帯)データ通信用チャンネル

国際VHFの全チャンネルは無線通信規則付録第18号を参照

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.3 自律型海上無線機器 (AMRD)

- ・ AIS技術などを利用した無線装置が、法的根拠が不十分なまま漁網や流氷などに設置されている問題がある。これら自律型の海上無線装置の利用を放置せずに、使用周波数や規制条項を定めるために、[WRC-19の議題1.9.1](#)として国際VHF周波数帯を使用する「自律型海上無線機器(AMRD)」の検討が設定された
- ・ 自律型海上無線機器は、漁網、冰山、大型漂流物及びダイバー(浮上時)等に用いられる位置情報送信用機器として、「グループA: 航行の安全に係わるAMRD」及び「グループB: 航行の安全に直接係わらないAMRD」の2つのグループに分けて導入することが検討されている

Group A「航行の安全に係わるAMRD」 (AISに表示又はDSCによる通信を想定)

アプリケーション: Class M MOB(落水者装置)、MAtoN(移動する航路標識)

候補周波数: CH70(DSC)、AIS 1、AIS 2

その他: 技術特性はDSC及びAISの関連勧告に記載

Group B「航行の安全に直接係わらないAMRD」 (専用受信機に表示を想定)

アプリケーション例: Class M以外のMOB、漁網標識、ダイバー(通常時利用)

候補周波数: AIS技術利用はCH2006(160.900 MHz)、その他の技術利用はCH2078、2019、2079が候補として挙げられている

その他: 送信出力は実効等方輻射電力(e.i.r.p.)で0.1 W以下
アンテナ高は海面から1 m以下

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.4 イリジウム衛星システム (1/3)

現在のIridium

- ・ 衛星数: 66機(予備衛星6機を除く)
- ・ 質量: 680 kg、軌道傾斜角: 86.4 度、高度: 780 km (初期/予備: 666 km)、周期: 101 分
- ・ 1997年5月5日打上開始、1998年サービス開始、2002年6月20日最終機打上

次世代Iridium (Iridium NEXT)

- ・ 衛星数: 66機(軌道上予備衛星9機、地上予備衛星6機を除く)、2019年2月5日に更新完了
- ・ 質量: 860 kg、軌道傾斜角: 86.4 度、高度: 780 km (初期/予備: 680 km)、周期: 101 分
- ・ 搭載機器: L-band payload, Ka-band cross-links, Ka-band downlinks, ADS-B payload, AIS payload (on 58 satellites)

➤ GMDSS

- ・ イリジウム衛星システムはGMDSS海上移動衛星サービスとして[MSC 99\(2018年5月\)にてIMO決議 MSC.451\(99\)が採択され、認証された](#)
- ・ イリジウムをGMDSSで用いるための使用周波数等の扱いがWRC-19議題1.8となっている
- ・ 2020年1月1日に認証されたGMDSSシステムとして扱われる(改正SOLASが発効され、Inmarsatと特定されなくなる)。A3海域の改正は2024年発効のSOLASで予定

➤ GFT及びGADSS

- ・ グローバルフライトトラッキング(GFT: 人工衛星を利用した「民間航空機追跡システム」)の導入がWRC-15で合意され、航空機の位置情報等を衛星で受信することが可能となった
- ・ GFTはICAOで導入が検討されている全世界的な航空遭難安全システム(GADSS)の要素となる可能性が高い

➤ AIS等の衛星受信

- ・ AIS、ASM及びDSCの受信機が搭載され、全地球上の全てのAIS搭載船舶の情報及びVHFによるDSC遭難警報等をほぼリアルタイムで受信することができる可能性(exactView RT)

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.4 イリジウム衛星システム (2/3)

Iridium NEXT衛星

- ・ 次世代イリジウム衛星 (Iridium NEXT) は、GMDSSへの編入がIMOで認証されたが、同衛星にはGMDSSを含む各種通信装置だけでなく、VDESの受信装置なども搭載される。全66機のうち58機には、AIS、ASM及びDSCの受信機が搭載され、全地球上の全てのAIS搭載船舶の情報及びVHFによるDSC遭難警報等をほぼリアルタイムで受信することができる可能性がある
- ・ 軌道上予備機(9機)を含む全75機のIridium NEXT衛星は、SpaceX社 (Falcon 9ロケット)により全8回のミッションで打ち上げられた。第1回(1-10号機)は2017年1月14日～第8回(66-75号機)は2019年1月11日に打ち上げられた。2019年2月5日に更新完了



GMDSSへの編入

- ・ IMOにおいて、イリジウム衛星システムがGMDSS衛星システムの要件 (IMO決議A.1001(25))を満たすか否かの評価が行われ、MSC 99(2018年5月)にてIMO決議MSC.451(99)が採択され、認証 (recognize)された
- ・ IMOにおいて、GMDSS近代化の審議とともにGMDSS更新の審議が行われており、現在のSOLAS条約において、インマルサット衛星 (又はそのサービスエリア)と記載されている部分を、IMOが認証 (recognize)した移動衛星サービスと修正するための改正SOLAS条約は2020年1月1日に発効される。但し、A3海域の定義はインマルサットのままとするため(2024年発行SOLASで改正予定)、2024年までは認証されたイリジウム衛星を使用したとしても、A3海域はインマルサットと同一となる
- ・ イリジウムによる高機能グループ呼出 (EGC) は“Iridium SafetyCast”として試験運用が始められており、2019/2020年中に完全運用の予定
- ・ GMDSSサービスに向けて、イリジウムコミュニケーションズ社は国際移動通信衛星機構 (IMSO)との間で、2019年3月12日に公的サービス契約 (PSA: Public Services Agreement)に署名した
- ・ ITUにおけるWRC-19議題1.8「GMDSSの更新 (衛星システムの追加)と近代化」において、GMDSS更新のための新衛星プロバイダ (イリジウム衛星システム)の周波数を、どのようにGMDSS用周波数として保護するかが審議されている。しかし、その扱い方法は議論の対象となっている

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.4 イリジウム衛星システム (3/3)



IridiumによるGMDSSサービス

次の3種類のGMDSSサービスが扱われる。

- ・ 遭難警報: 赤いdistressボタン押下
- ・ 遭難通信: distressボタン押下後の音声通話は遭難通信として、最優先の扱いで救助調整センター(RCC: Rescue Coordination Center)と通信できる
- ・ 海上安全情報: Iridium SafetyCastとして、海上安全情報(MSI: Maritime Safety Information)等の自動受信

Iridium船舶側端末(無線機)

- ・ Lars-Thrane A/S社(デンマーク)によるLT-3100Sが上記3種類のGMDSSサービスを扱う端末として、2019年中にイリジウム社による型式検定が取得される見込みである。
- ・ その他に、イリジウムCertus(サータス)シリーズ端末(GMDSSではない一般通信用の端末)からもGMDSS用端末(及びGMDSSアップグレードキット)が出てくるのが考えられる。



LT-3100S

船舶地球局と携帯移動地球局

日本では一般に、GMDSSとしての船舶端末(Inmarsat C等)は船舶地球局として免許されており、一般的な通信を行うための船舶用端末(Inmarsat GX、ESV(VSAT)、従来のInmarsat FB、従来のイリジウム)は携帯移動地球局として免許されている。

今後、Inmarsat FB及びイリジウムともにGMDSS(義務設備)としての端末と、一般通信用(任意設備)としての端末が存在することになるため、検定等(義務設備は型式検定等、任意設備は工事設計認証等)も含め、それらの枠組みや扱いを整理のしたうえでの法整備が必要となる。

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.5 R-mode(WRC-23議題候補)



背景

- 近年、GPS等のGNSS(全地球航法衛星システム)を用いたPNT(Position、Navigation、Timing)システムの脆弱性が指摘されており、GNSSをバックアップする地上系WWRNS(世界無線航法システム)の導入が要求されている。地上系WWRNSの候補として以下のシステムが考えられる
 - R-mode(Ranging mode)
 - eLoran(Enhanced Loran)
 - 船舶用レーダーを応用した測位システム
 - Chayka(ロシアによるLoran-Cに類似した無線航法システム)
- 一方、GPSの測位制度を上げるためにディファレンシャルGPS(DGPS)というシステムがあり、GPSの精度をDGPS基準局で1m以下となるような補正值情報を中波帯(300 kHz帯)の電波で提供しているが、DGPSは廃止される方向にある。海上保安庁が運用している全24局のDGPS局は2019年3月1日に廃止された

中波(MF)帯R-mode

- ドイツ(WSV)が中心となって開発している、DGPSの送信設備を用いたシステム

超短波(VHF)帯R-mode

- VHF帯を使用するR-modeで、英国(GLA)や中国(大連海事大学)等が中心となって開発している
- VDESの一部として導入される可能性がある
- 無線通信規則(RR)では現在、VDESの周波数帯は移動業務などとして分配されており、無線航行業務として分配されていない。そのため、海上VHF帯へのR-Mode導入にはRRを改正する必要がある。WRC-23の仮議題としてGMDSS近代化とe-navigation導入のための議題が設定されているので、e-navigation導入の一環として検討できるように議題設定する必要がある

3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.6 VHF音声通信のデジタル化(WRC-23議題候補)



状況

- ・ 国際VHFのアナログ音声をデジタル化するための研究を全世界的に始める動きがある
- ・ 現在、25 kHz間隔のチャネルを用いてアナログ音声通信が行われているが、デジタル化することにより6.25 kHz間隔のチャネルが使用でき、周波数の利用効率が4倍になる
- ・ デジタル化の研究を行うための周波数分配(実験用周波数の特定)等の検討を、WRC-23の新議題(国際VHF周波数の有効利用)としてWRC-19に提案する動きがある

想定スケジュール

- WRC-19: WRC-23新議題として海上通信の音声デジタル化検討を提案
- WRC-23: RR付録第18号でデジタル音声の実験用チャネル(周波数)を特定
WRC-27新議題として、RR付録第18号の一部チャネルのデジタル音声化を検討
- WRC-27: RR付録第18号で一部チャネルのデジタル音声化決定、2029年頃から運用開始
WRC-31新議題として、RR付録第18号の全音声チャネルデジタル化検討
- WRC-31: RR付録第18号の全音声チャネル?のデジタル化決定、203*年より施行

船舶における海上無線通信の中で、入出港時の連絡や、付近を航行する他の船舶との通話に頻繁に用いられているのが156-162 MHzの周波数帯(海上VHF、日本では国際VHFと呼ばれる)を用いた無線電話である。世界共通の国際VHFでは、チャンネル16(156.800 MHz)で相手呼び出してから他のチャンネルに切り替えて通話を継続するのが一般的な通信方法である。国際VHFの無線電話は1960年代前半から導入が開始され、日本では1964年9月に制度化された。近年、特に欧州においてチャンネル数の不足が懸念されている。



3. 新たに検討されている無線システムの動向

3.7 自動運航船(MASS)が使用する無線(WRC-27以降の議題候補)

IMOにおける自動運航船の審議状況

- ・ IMOにおいて、自動運航船(MASS: Maritime Autonomous Surface Ships)の国際ルール策定に向けた議論が2018年5月より開始された
- ・ 2018年12月に開催されたIMO第100回海上安全委員会(MSC 100)において、自動運航船の国際ルールを策定するための手順及びスケジュールが確定した。具体的には、次の二段階で進められる。
 - 第1段階： 有志国が分担して2019年9月頃までに自動運航船の運航を妨げる、もしくは修正・確認が必要になりうるIMO規則の特定を行う。
 - 第2段階： 2020年5月に開催予定のMSC 102までに自動運航船の運航を実現するために必要なIMO規則の改正、新規策定等の具体的な方策を検討する。
- IMOでは国際ルール策定のための論点整理(RSE: Regulatory Scoping Exercise)が始められた段階であり、ルール策定までにはまだまだ時間がかかると考えられる

無線通信

- ・ 現在は、Wi-Fi、4G(LTE)や衛星等既存の無線通信システムを用いて自動運航船の実験が行われている
- ・ 無人航空機システム(UAS: Unmanned Aircraft system)では、WRC-15において、制御及び非ペイロード(CNPC)回線のための周波数が利用可能となった
- ・ 将来は自動運航船においても、専用の周波数や通信システムが必要となることが考えられる(WRC-27議題となる可能性がある)

4. WRC-19海上関連議題の審議動向



4.1 議題1.8(GMDSSの更新及び近代化のための規則条項の検討) (1/2)

WRC-19議題1.8(GMDSSの更新及び近代化のための規則条項の検討)

ITU CPM19-2会合(2019年2月18日~2月28日)

→ CPMLレポート案によるMethod(議題を満足するための手法)が次のように修正された

・ NAVDATの導入関連(Issue A)

Method A1: No change(無線通信規則の変更なし)

Method A2: MF帯NAVDATで使用する予定の周波数帯(495-505 kHz)のRR第5条脚注にNAVDATに使用する旨を記載し、415-495 kHz及び505-526.5 kHz(第2地域では505-510 kHz)の用途をradiotelegraphy及びNAVDATに限定する。
NAVDATの使用は、関係する又は影響を受ける主管庁間での特別協定を条件とする
HF帯NAVDATで使用する周波数が記載されたITU-R勧告M.2058をRR付録第17号の脚注で参照する

Method A3: RR第5条脚注において、415-495 kHz及び505-526.5 kHz(第2地域では505-510 kHz)の用途をradiotelegraphyに限定、当該周波数帯及びMF帯NAVDATで使用する予定の周波数帯(495-505 kHz)はNAVDATにも使用できるとする。
MF帯NAVDATの送信は海岸局に限定し、周波数の使用は航空無線航行業務の使用に影響を受ける主管庁と合意を得ることを条件とする
HF帯NAVDATで使用する周波数が記載されたITU-R勧告M.2058をRR付録第17号の脚注で参照する。HF帯NAVDATの送信は海岸局に限定し、周波数の使用は影響を受ける主管庁と合意を得ることを条件とする

4. WRC-19海上関連議題の審議動向



4.1 議題1.8(GMDSSの更新及び近代化のための規則条項の検討) (2/2)

WRC-19議題1.8(GMDSSの更新及び近代化のための規則条項の検討)

ITU CPM19-2会合(2019年2月18日~2月28日)

→ CPMLレポート案によるMethod(議題を満足するための手法)が次のように修正された

・ イリジウム衛星のGMDSS編入関連(Issue B)

- Method B1: 周波数分配は変更せず、RR第5.364号及び5.368号並びにRR第33.50号及び第33.53号の改正、さらにRR付録第15号に1616-1626.5 MHz帯を追記
(1613.8-1626.5 MHzの移動衛星業務(宇宙から地球)は二次分配のまま)
- Method B2(a): Method B1と同じだが、RR第5.364号は変更しない。1616-1626.5 MHz帯を受信する移動地球局は1626.5-1660.5 MHz帯で送信する移動衛星業務からの保護を要求することをできないことをRR第5条脚注として追記
- Method B2(b): Method B4と同じだが、1621.35-1626.5 MHz帯を受信する移動地球局は1626.5-1660.5 MHz帯で送信する移動衛星業務からの保護を要求することをできないことをRR第5条脚注として追記
- Method B3: No change(無線通信規則の変更なし)
- Method B4: 1621.35-1626.5 MHz帯の海上移動衛星業務(宇宙から地球)を一次分配し、RR第5条脚注、RR第33条、RR付録第15号及び決議第739号を修正
Option 1: RR第5.364号を修正して1621.35-1626.5 MHz帯を除外する
Option 2: RR第5.364号は修正しない

4. WRC-19海上関連議題の審議動向

4.2 議題1.9.1(156-162.05 MHz帯で運用される自律型海上無線機器)

WRC-19議題1.9.1(156-162.05 MHz帯で運用される自律型海上無線機器)

ITU CPM19-2会合(2019年2月18日~2月28日)

→ CPMLレポート案によるMethod(議題を満足するための手法)が次のように修正された

- 航行の安全に係わるAMRD(Group A)

Method A: Group A AMRDがCH70(DSC)、AIS 1及びAIS 2を使用

- 航行の安全に直接係わらないAMRD(Group B)

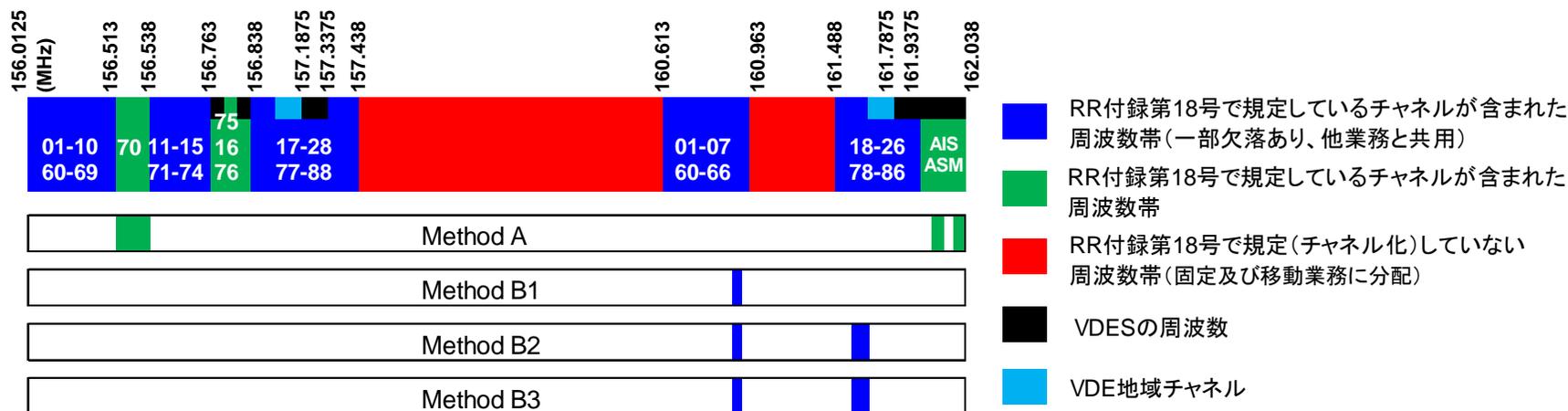
Method B1: Group B AMRD(AIS技術利用)がCH2006(現実験用周波数)を使用

Method B2: Group B AMRD(AIS技術利用)がCH2006(現実験用周波数)を使用、並びに
Group B AMRD(AIS技術以外)がCH2078、2019及び2079を使用

Method B3: Method B2と同じ。但し、送信出力をe.i.r.p.([TBD] dBW)で制限(ロシア提案)

※ Group Bの送信出力はITU-R新勧告草案M.[AMRD]で最大0.1 W(e.i.r.p)が提案されている(2019年5月)。

※ 161.4375-161.4875 MHzの使用を提案していた旧Method B3は削除された。



4. WRC-19海上関連議題の審議動向

4.3 議題1.9.2(VDES衛星コンポーネントの導入) (1/2)



WRC-19議題1.9.2(VDES衛星コンポーネントの導入)

ITU CPM19-2会合(2019年2月18日~2月28日)

→ CPMLレポート案によるMethod(議題を満足するための手法)が次のように修正された

Method	Option	周波数プラン	衛星分配	共用調整	以前のmethod	主な提案国
A	-	No change	なし	-	A	ロシア
B	1	Alternative 2	一次業務	pfd mask 1	B	フランス
	2	Alternative 2	一次業務	pfd mask 2	E	米国
C	-	Alternative 2	二次業務	-	C	フランス
D	1	Alternative 2	二次業務	pfd mask 3	D	ロシア
	2	Alternative 2	二次業務	pfd mask 4	(Method Gとして新提案)	中国
E	-	Alternative 2	二次業務	RR第9.21号	(新提案)	ロシア
F	-	Alternative 3(改)	一次業務	pfd mask 1	旧Method Fを一部修正	日本

- Alternative 2** 衛星Downlink: 160.9625-161.4875 MHz
 衛星Uplink: CH 1024, 1084, 1025, 1085, 1026, 1086及びCH 2024, 2084, 2025, 2085, 2026, 2086
 船舶局送信 対海岸局: CH 1024, 1084, 1025, 1085、対船舶局: CH 2024, 2084, 2025, 2085
 海岸局送信 CH 2024, 2084, 2025, 2085
- Alternative 3改** 衛星Downlink: CH 2024, 2084, 2025, 2085, 2026, 2086
 衛星Uplink: CH 1024, 1084, 1025, 1085, 1026, 1086
 船舶局送信 対海岸局: CH 1024, 1084, 1025, 1085
 対船舶局: CH 1024, 1084, 1025, 1085及びCH 2024, 2084, 2025, 2085
 海岸局送信 CH 1024, 1084, 1025, 1085及びCH 2024, 2084, 2025, 2085

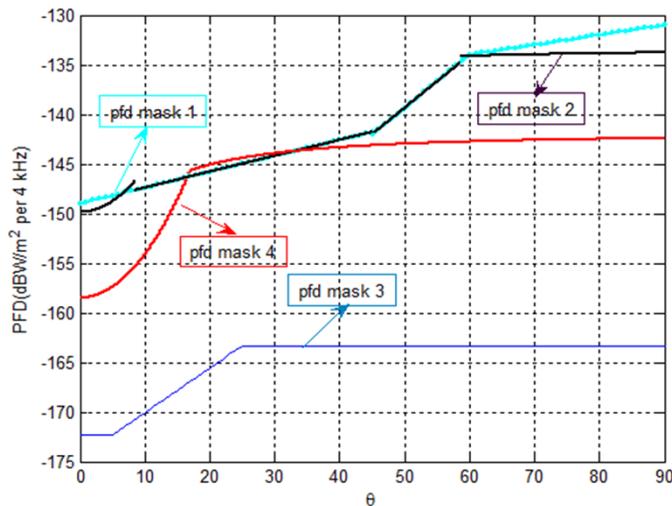
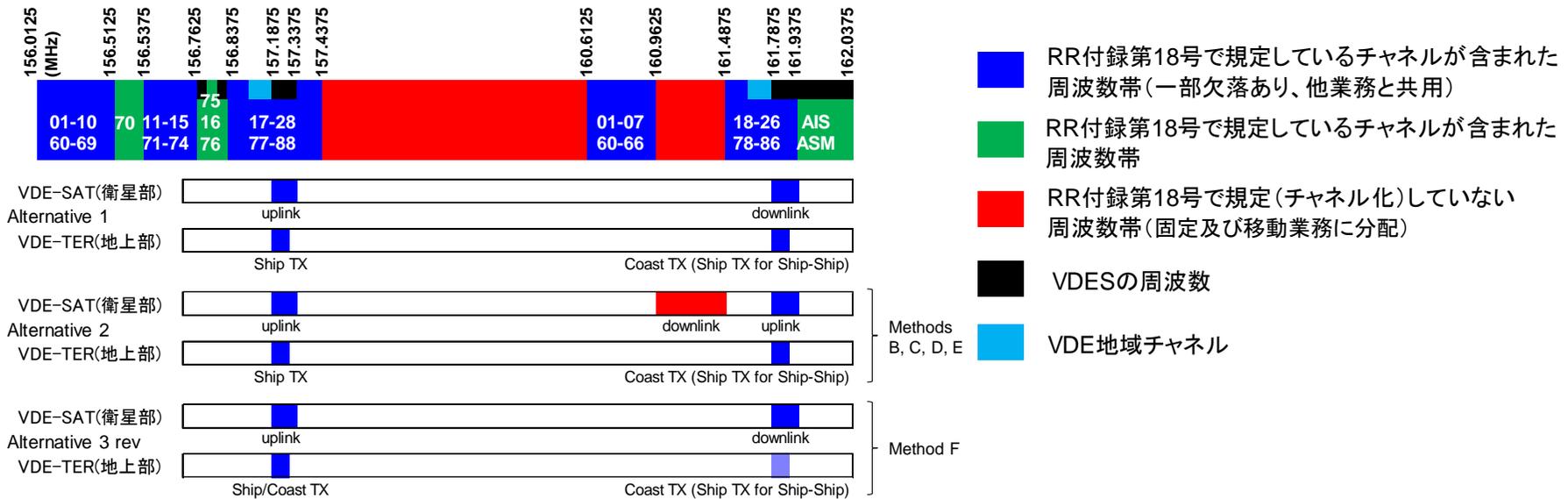
※ Alternative 3改はAlternative 3から下線部を追加。実際の運用方法はITU-R勧告M.2092で規定される。

4. WRC-19海上関連議題の審議動向

4.3 議題1.9.2(VDES衛星コンポーネントの導入) (2/2)



WRC-19議題1.9.2(VDES衛星コンポーネントの導入)



- pfd mask 1: ITU-R勧告M.2092-0による
- pfd mask 2: ITU-R報告M.2435-0、Annex 2による
- pfd mask 3: ITU-R報告M.2435-0、6.1.2.2.3.2項による
- pfd mask 4: ITU-R報告M.2435-0、6.1.2.2.2項による

※ pfd mask 3及び4は制限値が厳しすぎるため、適用するとVDESの衛星通信が成立しない可能性が高い。

Thank you
Bon Voyage!

31 May 2019
Yoshio MIYADERA



Japan Radio Co., Ltd.

<http://www.jrc.co.jp/>