

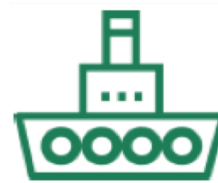
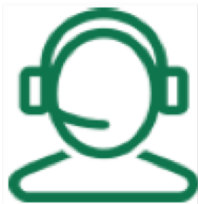
笹川平和財団海洋政策研究所 公開シンポジウム
海洋情報のデジタル伝送 -VDESの利用とその将来-

VDESに関する国際的な動向

2021年7月7日

株式会社 東洋信号通信社 顧問・CTO
西村浩一

株式会社 東洋信号通信社



船舶運航支援 ポートラジオ

船舶の運航予定情報
収集、航行状況の把握、
船舶との通信

港湾施設管理 入出港申請受付 バース指定

港湾施設の利用者か
らの各種申請受付、
調整など

タグポート配船

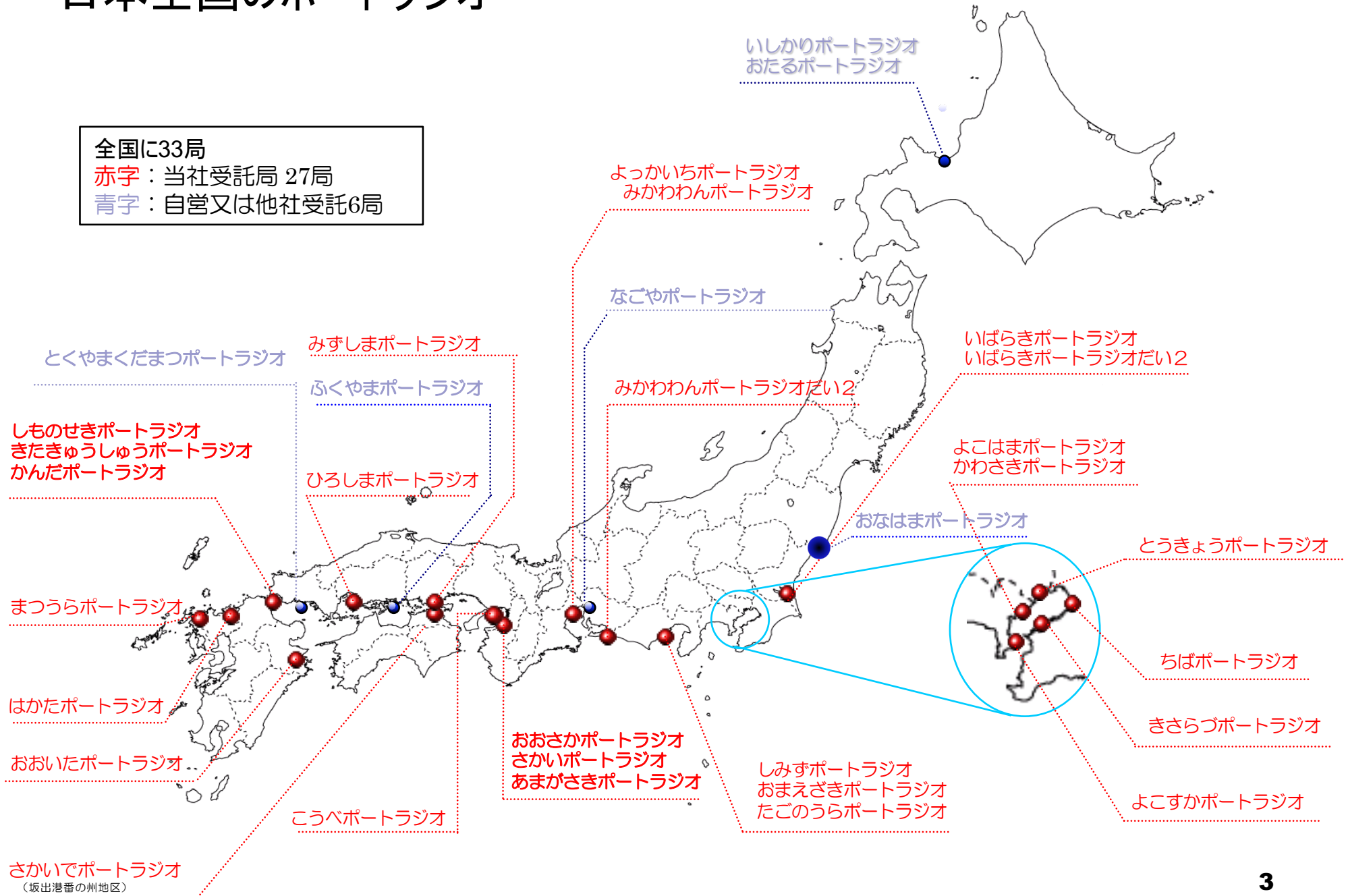
効率性・安全性を
考慮したタグポートの
配船業務

海上工事に関す る情報提供

海上工事の関係者
に港内状況や往来
する船舶の動静情
報を提供

日本全国のポータルラジオ

全国に33局
 赤字：当社受託局 27局
 青字：自営又は他社受託6局



- 目 次 -

VDESの実用化

- 陸上・海上・宇宙をシームレスに繋ぐVDES
- VDESは次世代AIS
- 将来のグローバル・ルーティング・システムを形成するためには
- VDESのチャンネルプラン
- 国際機関 IMO・ITU・IEC の動き

海外の実証試験

- VDES LEO 衛星の軌道上実証試験
- VDES LEO 衛星搭載VDESトランシーバユニット
- Prepare shipsプロジェクト

VDESの可能性

- 測位システムの性能要件
- GPS等衛星系の補強システムとして期待される地上系測位システムR-Mode

VDESの実用化

- 陸上・海上・宇宙をシームレスに繋ぐVDES -

- ✓ 既存のAISチャンネルに新しいチャンネルを追加、AISに負荷をかけることなくVDES ASMやVDEの利用が可能になる。
- ✓ 衛星VDESの周波数割り当てがITU WRC-19で承認された。船舶とLEO衛星を経由して双方向データ通信が可能に。グローバルカバレッジのアプリケーションが期待できる。
- ✓ VDESの陸上側ネットワークをASMやVDE-TERに加えてVDE-SATにも拡張すると、データのグローバル・ルーティングを実現できる。
- ✓ VDESは、AISと比較して、サイバーセキュリティレベルが大幅に向上。
- ✓ 2024年1月までにSOLAS第V章の改正が提案されている。IMO MSCでAISの代替としてVDESが承認されることを期待。



VDESの実用化

- VDESは次世代AIS -

容量: 海上交通量の多い海域でAISの過負荷を回避するため →

帯域幅: e-Navigationなどの新しいアプリケーションのため →



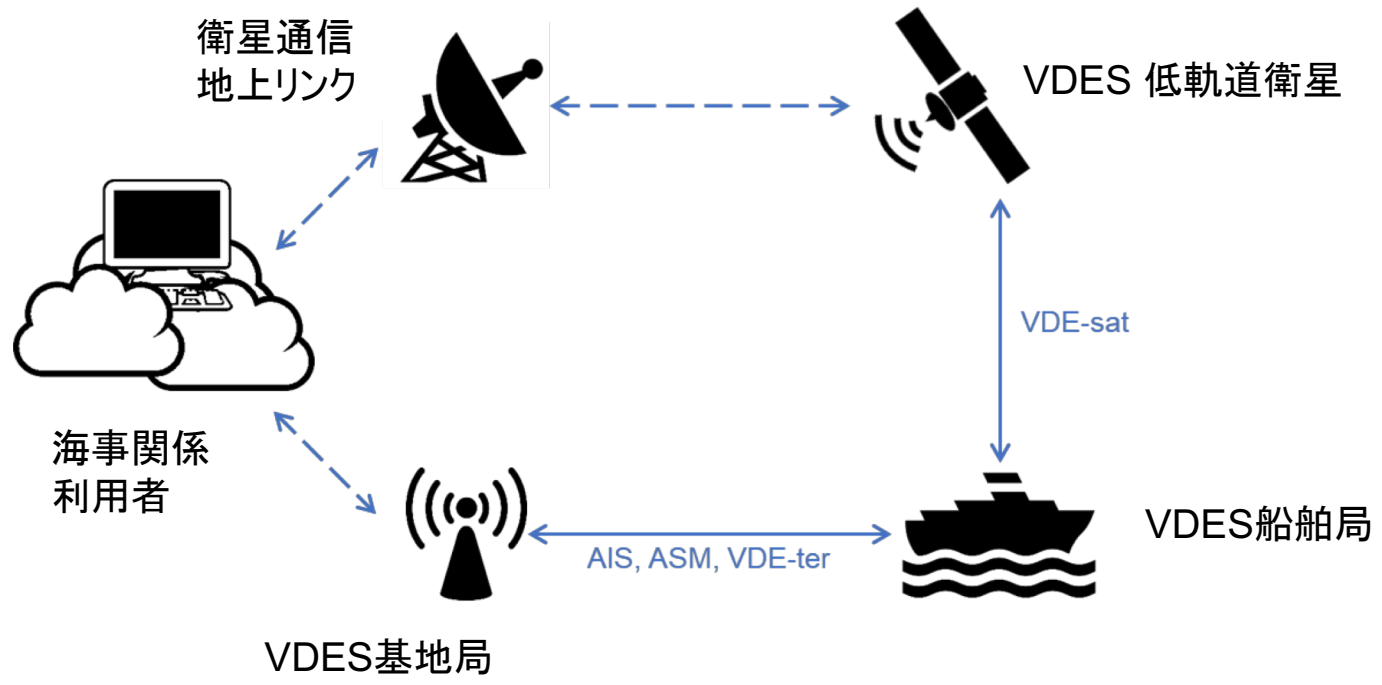
AIS(Automatic Identification System)
2チャンネル

ASM(Application Specific Messaging)
新たに2チャンネルを追加

VDE(VHF Data Exchange)
新たに12チャンネルを追加

VDE-ter
地上波リンク

VDE-sat
衛星リンク



VDESの実用化

- 将来のグローバル・ルーティング・システムを形成するためには -

VDEの高速地上・衛星リンク

- 船から船への見通し距離通信をサポート
- 船から陸への見通し距離通信をサポート

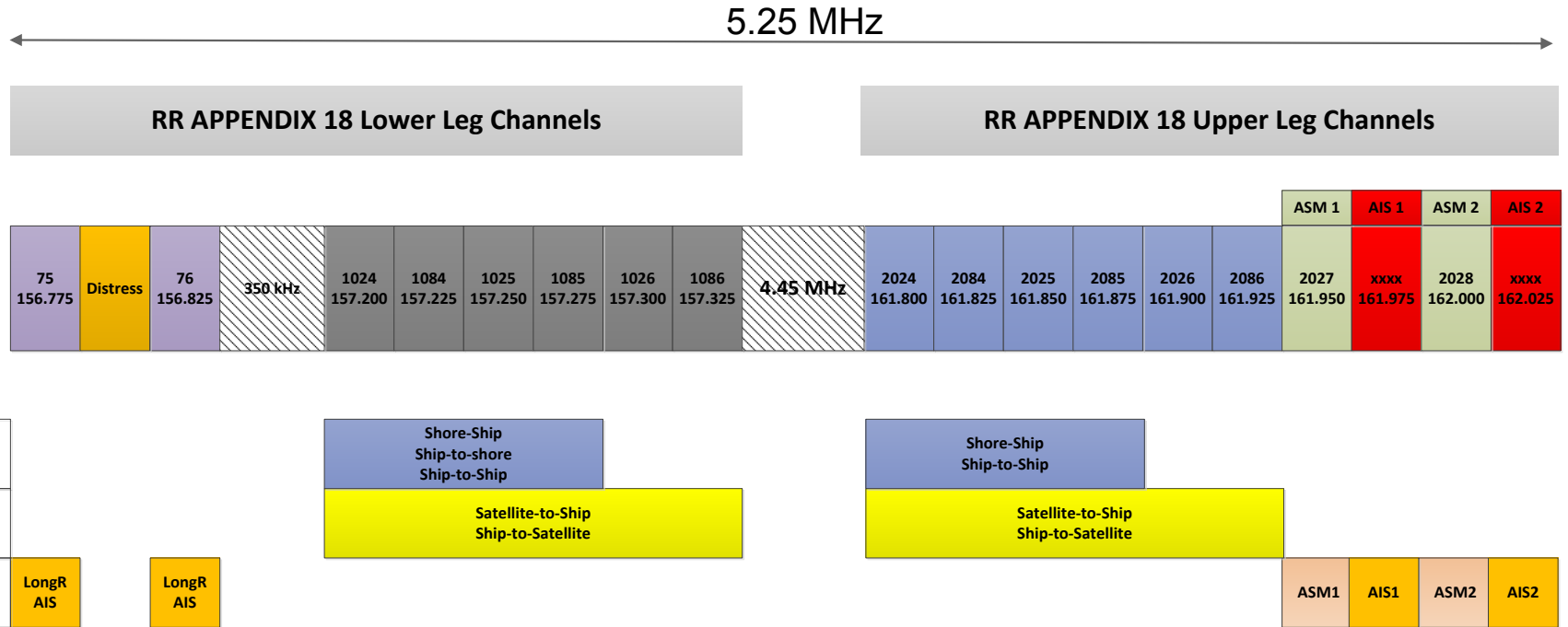
- VDE-SAT UplinkおよびVDE-SAT Downlinkとの併用
 - 船から船 - グローバルベース
 - 陸から船 - グローバルベース

- 通信接続はブリテンボードで管理
基地局または衛星からブリテンボードメッセージが送信されVDEスロットマップにアクセス
- グローバル・ルーティングにはVDES NWK(メッセージのルーティング、サーバーなどを含むネットワーク)が必要



VDESの実用化

- VDESのチャンネルプラン -



- ✓ VDESの周波数プランにはASM 2チャンネルが追加
- ✓ 全世界的にデータ通信に利用できVDEグローバルチャンネル 12チャンネルが追加
- ✓ 現在のAISのチャンネル数が2であるのに対し、VDESは14の新しいチャンネルが追加される。



VDESの実用化

- 国際機関 IMO・ITU・IEC の動き -

- IMO (International Maritime Organization: 国際海事機関)
 - MSC 102でSOLAS条約V章を改正してAISの代替としてVDESが認められるよう提案
 - VDESを導入し、その適切な使用を保証するために、SOLAS Vを改正し、関連するIMOの文書を作成・改訂する
 - Covid-19の影響によりMSC 103まで延期

- ITU (International Telecommunication Union: 国際電気通信連合)
 - VDESの通信方式の技術規格はITU R.M 2092に規定されている。
 - 2021年末以降、本格的な導入に向けた関連するすべての詳細が記載されるITU R.M 2092-1が発行される予定

- IEC (International Electrotechnical Commission: 国際電気標準会議)
 - VDES装置の電氣的仕様、試験方法を規定。
 - メーカーの製品開発・製造、各国の型式認証の基準となる。
 - VDES ASMのIEC PAS^{注1)}が、IEC加盟国による投票のため回章中。
 - IS^{注2)}発行は2023年になると推測

注1: PAS(Publicly Available Specification) 公開仕様書

通常の仕様開発プロセスは時間を要するので、緊急の市場ニーズに対応するため、外部組織、WG内の専門家のコンセンサスにより発行する仕様書

注2: IS(International Standard) 国際規格

海外の実証試験

- VDES LEO 衛星の軌道上実証試験 -

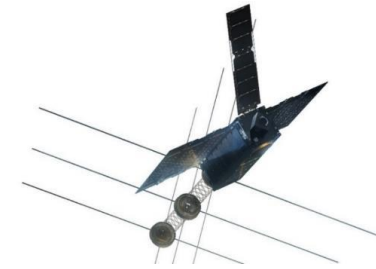
- ✓ Orbcomm(衛星運用)、AAC Clyde Space(小型衛星メーカー)、Saab(VDESメーカー)による VDES LEO 衛星の実証試験
- ✓ 2022年 軌道上に打ち上げ予定
- ✓ 高度 600km 極軌道
- ✓ 秒速7km、90分で地球を一周
- ✓ 約100機の衛星で連続的な双方向データ通信が可能に



海外の実証試験

- VDES LEO 衛星搭載VDESトランシーバユニット -

- 寸法: 93 x 88 x 48mm CubeSat仕様^{注1)}
- ボード規格: PC/104
- 筐体: アルミニウム
- 重量: <500g
- 動作温度: -40°C ~ +60°C
- I/F: CAN, serial, Ethernet, 1PPS input, 2 RX/TX アンテナコネク
- 消費電力: 平均<10W, ピーク40W(送信時)
- 受信器: 2 x AIS, 2 x LongR AIS, 2 x ASM, 2 x VDE
ITU R.M 2092, G1139準拠
- 周波数: 155 ~ 163MHz
- チャンネル幅: 25/50/100/150kHz
- 送信器: VDE-SAT ITU R.M 2092, G1139準拠
- 送信出力: 1 ~ 6W 平均 (設定可能)



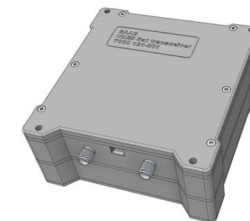
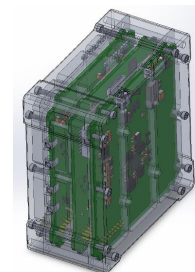
3U CubeSat



衛星搭載VDESのプロトタイプ

注1 CubeSat仕様

CubeSatは大学の研究室などが製作する数キログラム程度の小型人工衛星である。ピギーバック衛星として打ち上げられることを前提としており、打ち上げ費用を極力抑えることができる。CubeSatの仕様は10×10×10 cmサイズ(重量1.33kg以下)のものを1U、20×10×10 cmサイズのを2U、30×10×10 cmサイズのを3Uと呼ぶ。

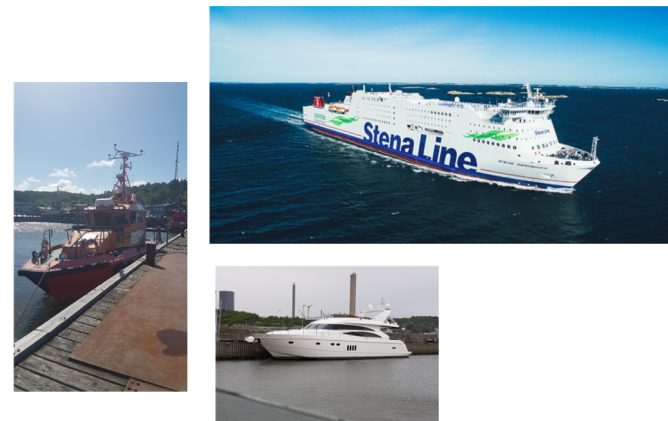


CubeSat form factor < 1 U

海外の実証試験

- Prepare ships プロジェクト -

- Prepare shipsプロジェクト
 - 協調的なレジリエンス・ナビゲーション・ソリューションの開発実証プロジェクト
 - 欧州連合(EU)の「Horizon 2020」研究・イノベーションプログラムの下、欧州GNSS機関から助成は3.46MEuro(約4.5億円)
- Saab社は船舶搭載VDES、基地局を提供
- VDEの応用(cmの精度が得られるN-RTK DGNSS補正情報など)
- 実証試験のスケジュール
 - 準備試験 2021年6/13~18
 - 最初の試験 8/16~25
 - 2回目の試験 11月
 - 最終試験 2022年春



試験船

- パイロットボート: RISE 729
- プレジャーボート: MY ATSEA
- フェリー: Stena Germanica

実験の対象

Bandwidth	Type	LinkID	Modulation	FEC Rate	RX Sensitivity	TX Power	Sym rate	CDMAChip	CDMA Spread	Burst size
25kHz	DSC	-	FSK	1	-	-	1.2k	-	-	< 2s
25kHz	AIS	-	GMSK	1	-107@20%PER	12.5w avg	9.6k	-	-	1-5 slots
25kHz	ASM	1,2,3	PI/4 QPSK	1	-107@20%PER	12.5w avg	9.6k	-	-	1-3 slots
25kHz	ASM	4,5,6,7	PI/4 QPSK	3/4	-	12.5w avg	9.6k	-	-	1-3 slots
25kHz	VDE-TER	11	PI/4 QPSK	1/2	-111@1%PER	12.5w avg	19.2k	-	-	1 slot
100kHz	VDE-TER	17	8PSK	1/2	-105@1%PER	12.5w avg	38.4k	-	-	1 slot
100kHz	VDE-TER	19	16QAM	3/4	-102@1%PER	6.5w avg	76.8k	-	-	1 slot
50kHz	VDE-SAT-UP	20	QPSK / CDMA	1/4	N/A	12.5w avg	2.1k	33.6k	16	5 slots
50kHz	VDE-SAT-UP	21	PI/4 QPSK	2/3	N/A	11w avg	33.6k	-	-	1 slot
50kHz	VDE-SAT-DOWN	32	BPSK / CDMA	1/4	N/A	EIRP value	4.2k	33.6k	8	15 slots
50kHz	VDE-SAT-DOWN	33	BPSK	1/3	N/A	EIRP value	33.6k	-	-	15 slots

VDESの可能性

- 測位システムの性能要件 -

一般に測位システムは次の4要件を満たすことが必要である

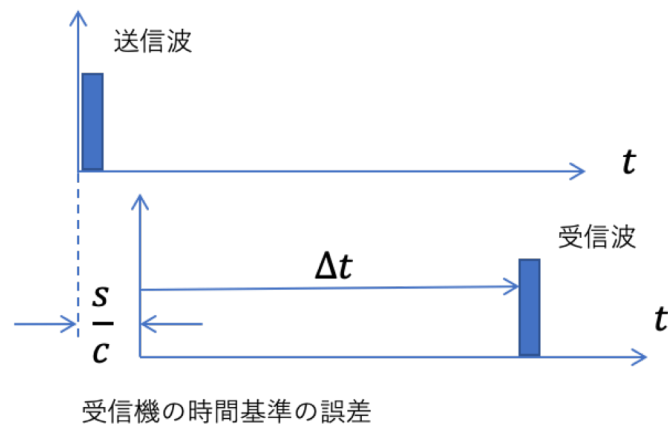
- 精度 (Accuracy)
位置誤差(予測値-真値)が95%以上の確率で収まる値として規定
- 完全性 (Integrity)
一定の時間内で正確な情報が提供される確率として規定
異常が発生してから警報を発するまでの最大許容時間として規定
- サービスの継続性 (Continuity of Service)
一定の時間内でサービスの中断が生じない確率として規定
- 利用可能性 (Availability)
信頼可能な航法を利用できる時間の割合として規定

GPSなど衛星航法システム単独ではこれら4要件を完全に満足しないため、補強システムが必要になる。



VDESの可能性

- GPS等衛星系の補強システムとして期待される地上系測位システムR-Mode -



R-Modeの測位計算は、(2)式の3元非線形連立方程式を解いて未知の変数 x 、 y 、 s を求める。

$$r_i = \sqrt{(x - x_{si})^2 + (y - y_{si})^2} + s$$

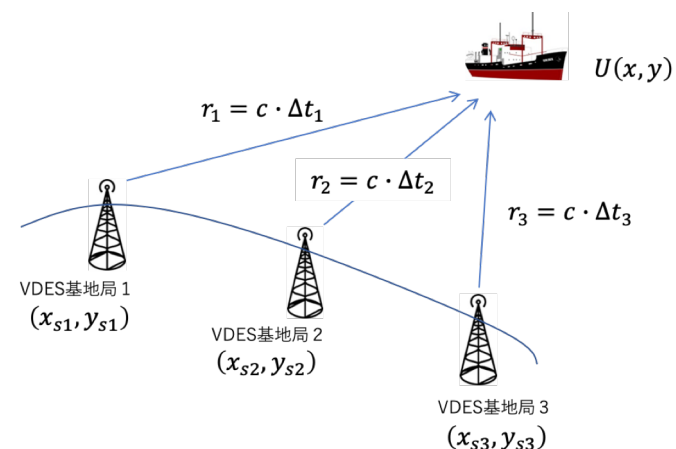
$$i = 1, 2, 3$$

ここで求められる受信機の位置 $U(x, y)$ は直交座標系なので、航海の利用のため、準拠楕円体を基準にした測地座標の緯度(φ)、経度(λ)に変換する演算が必要になる。

i 番目の基地局から発射された電波が利用者の受信機に到達するまでの時間 Δt_i を測定し、光速 c を乗じて基地局までの距離 r_i を測定する。

$$r_i = c \cdot \Delta t_i$$

時間 Δt_i を測定する仕組みは、まずVDES基地局はあるコードで変調した信号を送信する。船上の受信機は基地局と同じコードで復調して相関値が最大になるようにコードを追尾してそのタイミングから基地局からの所要時間 Δt_i を求める。コードとは擬似ランダム符号と呼ばれているものでGold系列(Gold sequence)という -1 と 1 の値の並びである。



ご静聴ありがとうございました

ご質問がございましたら、いつでも遠慮なくお問い合わせください
knishimura@toyoshingo.co.jp

