

情報通信審議会 情報通信技術分科会

航空・海上無線通信委員会 報告（案）

「3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件」

平成 24 年 11 月 2 日

目 次

I	検討事項	1
II	委員会及び作業班の構成	1
III	検討経過	1
IV	検討概要	2
	第1章 海洋レーダーの概要	2
	1.1 検討の背景	2
	1.2 海洋レーダーの定義	3
	第2章 3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件	4
	2.1 一般的条件	4
	2.2 電气的条件	5
	2.3 機能条件	6
	2.4 環境条件	6
	2.5 識別信号の送信に関する技術的条件	6
	2.6 測定方法	8
V	検討結果	9
別紙		
	別紙1 航空・海上無線通信委員会 構成員一覧	11
	別紙2 海洋レーダー作業班 構成員一覧	12
	別添 一部答申(案)	13
参考資料		
	参考資料1 海洋レーダーの原理	17
	参考資料2 RESOLUTION 612 (REV.WRC-12)	25

I 検討事項

航空・海上無線通信委員会は、諮問第 50 号「海上無線通信設備の技術的条件」（平成 2 年 4 月 23 日諮問）のうち、「3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件」の検討を行った。

II 委員会及び作業班の構成

委員会の構成は、別紙 1 のとおりである。

なお、検討の促進を図るために、委員会の下に作業班を設けて検討を行った。作業班の構成は、別紙 2 のとおりである。

III 検討経過

1 委員会での検討

(1) 第 6 回委員会（平成 24 年 5 月 18 日）

3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの審議開始について説明を行うとともに、検討の進め方について確認し、検討の促進を図るため作業班を設置した。また、海洋レーダーの原理について説明が行われた。さらに、調査検討に資するため、関係者の意見陳述の機会を設けることが承認された。（5 月 24 日から 6 月 13 日まで意見陳述の募集を実施したが、申し出はなかった。）

2 作業班での検討

(1) 第 1 回作業班（平成 24 年 6 月 8 日）

3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件の検討の進め方及び方針案について検討を行った。

(2) 第 2 回作業班（平成 24 年 9 月 27 日）

3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの定義、海洋レーダーの技術的条件及び識別信号の送信内容等制度化に当たっての留意事項の検討を行った。

(3) 第 3 回作業班（平成 24 年 10 月 24 日）

3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件の検討を行い、作業班で委員会報告（案）を取りまとめた。

IV 検討概要

第1章 海洋レーダーの概要

1.1 検討の背景

海洋レーダーは、陸上から海上に向けて電波を発射し、波浪によるエコー（海面の波による凹凸に共鳴して散乱する反射波）から、海流（流向、流速）、波浪（波高、周期）を測定するものである。

我が国では、国土交通省、海上保安庁、独立行政法人情報通信研究機構、大学などが、全国数十カ所で 3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの実験試験局を開設し、海流等の観測や海洋漂流物等の追跡・探査に関する研究を行っている。

また、本年1月から2月に開催された「2012年世界無線通信会議（WRC-12）」で短波帯等に無線標定業務が新たに分配され、3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの実運用が可能となった。

これにより、今後、3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーによる海流等の観測や海洋漂流物等の追跡・探査を幅広く行うことができることとなり、気象海象情報の観測への応用や船舶の安全な航行への貢献が期待される。

このような背景を踏まえ、3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの実用化に向けて、必要な技術的条件について審議を開始するものである。

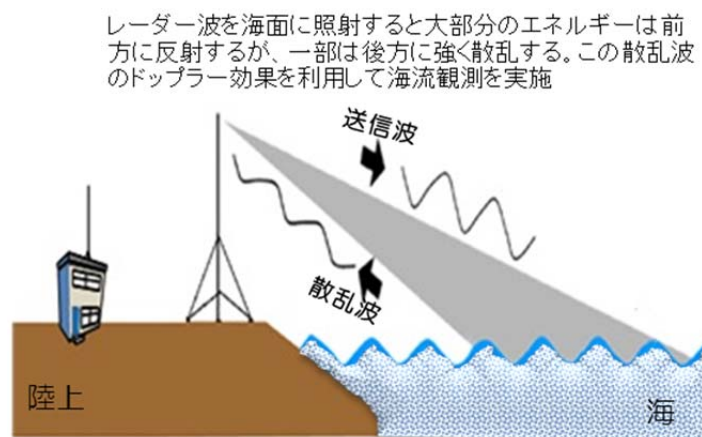


図 1.1 3-50MHz 帯を使用する海洋レーダー

1.2 海洋レーダーの定義

本委員会において技術的条件の検討を行った海洋レーダーの定義については、以下のとおりとする。

「海洋レーダー」とは、3-50MHz 帯を使用するレーダーであって、陸上から海面に向けて電波を発射し、波浪による凹凸に共鳴して散乱するブラッグ共鳴散乱現象を利用した反射波を受信することにより海の流れ及び海象等を測定するものをいう。

第2章 3-50MHz帯を使用する海洋レーダーの技術的条件

3-50MHz帯を使用する海洋レーダーの技術的条件について検討した結果、以下のとおりとすることが適当である。

2.1 一般的条件

(1) 周波数

ア 海洋レーダーは、日本国内において割り当ての可能性のある以下の周波数を使用するものとする。

周波数帯	下限	上限	国内分配
4.5MHz±1MHz帯	4 438 kHz	4 488 kHz	二次分配
	5 250 kHz	5 275 kHz	二次分配
9MHz±2MHz帯	9 305 kHz	9 355 kHz	二次分配
13MHz±1MHz帯	13 450 kHz	13 550 kHz	二次分配
16MHz±2MHz帯	16 100 kHz	16 200 kHz	二次分配
26MHz±4MHz帯	24 450 kHz	24 600 kHz	二次分配
	26 200 kHz	26 350 kHz	二次分配
43MHz±4MHz帯	39 500 kHz	40 000 kHz	一次分配
	41 750 kHz	42 750 kHz	二次分配

なお、3-50MHz帯の周波数を使用する海洋レーダーの実験試験局についても、本技術的条件に合致することをできるだけ求めるものとする。

イ 周波数の許容偏差

周波数の許容偏差は、50ppmを超えないこと。

(2) 変調方式

変調方式は、FMCW (Frequency Modulation Continuous Wave : 周波数変調連続波) 方式 (FMICW (Frequency Modulation Interrupted Continuous Wave : 周波数変調間欠的連続波) 方式を含む) であること。

(3) 電磁環境対策

電波を使用する機器については、電波法施行規則第21条の3に適合すること。

2.2 電氣的条件

以下の基準に適合すること

(1) 占有周波数帯幅

占有周波数帯幅は、キャリアの周波数と掃引周波数の和とし、下表の各周波数帯ごとに右の欄に記載した許容値以下とする。

下限	上限	占有周波数帯幅の許容値
4 438 kHz	4 488 kHz	50 kHz
5 250 kHz	5 275 kHz	25 kHz
9 305 kHz	9 355 kHz	50 kHz
13 450 kHz	13 550 kHz	100 kHz
16 100 kHz	16 200 kHz	100 kHz
24 450 kHz	24 600 kHz	150 kHz
26 200 kHz	26 350 kHz	150 kHz
39 500 kHz	40 000 kHz	500 kHz
41 750 kHz	42 750 kHz	350 kHz

(2) スプリアス発射又は不要発射の強度

スプリアス発射又は不要発射の強度は、無線設備規則別表第3号 15の条件に適合すること。

(3) 最大空中線電力

擬似空中線を接続し測定される実測の空中線電力、給電線損失及びモデル計算により推定される主輻射方向の空中線利得の和として算出される等価等方輻射電力で 25dBW を超えないこと。

(4) 空中線電力の許容偏差

空中線電力の許容偏差は、無線設備規則第14条第1項第19号の条件に適合すること。

(5) 空中線の指向特性

空中線は、測定区域を勘案し、可能な限り指向性のあるものを使用し、測定区域以外に不要な電波の発射を低減するものであること。

(6) 識別信号の送信

国際モールス符号の送信が可能であること。(技術的条件の詳細は、2.5に記載)

(7) 受信設備
できる限り送信する周波数帯のみを受信し、環境ノイズ、他の無線局からの混信に強いものであること。

(8) 受信設備の副次的に発する電波等の限度
無線設備規則第 24 条第 1 項に基づき、副次的に発する電波が他の無線設備の機能に支障を与えない限度は、受信空中線と電氣的常数の等しい擬似空中線回路を使用して測定した場合に、その回路の電力が 4 ナノワット以下でなければならない。

2.3 機能条件

以下の基準に適合すること

- (1) 他の無線局からの混信を把握する機能を有すること。
- (2) 同一周波数帯を使用する海洋レーダーの識別信号を受信できる機能を有すること。

2.4 環境条件

無線設備は通常想定される気象の変化、その他その設置場所における外部環境の影響を容易に受けることがないようできる限り措置すること。

2.5 識別信号の送信に関する技術的条件

- (1) 周波数
2.1(1)のうち海洋レーダーに割当てられた中心周波数を使用するものとする。
- (2) 変調方式
変調方式は、モールス電信 (A1A) とする。
- (3) 占有周波数帯幅
占有周波数帯幅は、無線設備規則別表第 2 号により、0.5kHz とする。
- (4) 最大空中線電力
2.2(3)と同様に等価等方輻射電力で 25dBW を超えないこと。
- (5) 空中線の指向特性
原則として 2.2(5)の空中線を共用すること。
なお、他の空中線を設置する場合は、海洋レーダーの電波の到達エリ

アと同等のものとする。

(6) その他の条件

その他の周波数の許容偏差、空中線電力の許容偏差、電磁環境対策、スプリアス発射又は不要発射の強度については、現行の無線電信を使用する無線局と同様の基準とする。

2.6 測定方法

海洋レーダーの測定方法については、以下のとおり。

(1) 送信装置

測定点は、アンテナ端子又は測定用モニター端子とする。

ア 周波数の偏差

受検機器を無変調の状態で作動させ、指定された周波数に対する偏差の最大値を求める。測定器などにより測定可能であれば変調状態で測定してもよい。

イ スプリアス発射又は不要発射の強度

スプリアス発射の強度は、受検機器を無変調状態で動作させ、スプリアス発射の平均電力を、不要発射の強度は、受検機器を変調状態で動作させ、不要発射成分の平均電力又は相対値をスペクトラムアナライザで測定する。

ウ 占有周波数帯幅

受検機器を変調状態で動作させ、スペクトラムアナライザで測定する。

エ 空中線電力の偏差

受検機器を変調状態で動作させ、送信設備の電力出力を電力計又はスペクトラムアナライザを用いて測定し、規定された空中線電力との比を求める。

FMICW については、波形整形しているため、オシロスコープで送信波形のピークを測定し、計算により求める方法もある。

オ 識別信号

測定器などにより指定された識別信号が送信されていることを確認する。

(2) 受信装置

測定点は、アンテナ端子又は測定用モニター端子とする。

ア 受信設備の副次的に発する電波等の限度

受検機器を連続受信状態で動作させ、スペクトラムアナライザで測定する。

V 検討結果

「3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件」について、別添のとおり一部答申（案）を取りまとめた。

なお、制度化にあたっては以下の点に留意されたい。

1 識別信号の送信方法及び送信内容

国際モールス符号で、20 分を超えない間隔で各データ収集の周期の終わりに、割当周波数（中心周波数）上で識別信号（呼出符号）を送信すること。

識別信号の送信は、他の無線局の免許人が聴取できる程度の速さの欧文普通語により行うこと。

送信内容は、他の業務で運用している無線局に対しても海洋レーダーを運用中であることを通知するため、無線局運用規則第 59 条（各局あて同報）に準ずるものとする。

海洋レーダーが運用していることを示すための例文は以下のとおり。

例：「CQ（3 回以下） DE 自局の呼出符号（3 回以下） 通報の種類（1 回） 通報（2 回以下） AR」

なお、識別信号の送信に関し、別途、国際的な機関でその条件が示された場合には、原則として定められた条件に従うものとする。

2 共用条件

(1) 他国との調整

3-50MHz 帯の周波数は到達距離が大きく、使用する場所によっては他国に影響を与える可能性がある。そのため、2012 年世界無線通信会議（WRC-12）決議第 612（以下「決議 612」という）において、下表に示す距離内に他国との境界が存在する場合は、事前に他国の主管庁との調整を行うこととされている。そのため電波の照射方向に下表に示す距離内に他国との境界がある場合は調整を行うものとする。

周波数(MHz)	陸上経路 (km)		海上又は混合経路 (km)	
	低雑音 地域	極低雑音 地域	低雑音 地域	極低雑音 地域
5 (±1 MHz)	120	170	790	920
9 (±1 MHz)	100	130	590	670
13 (±1 MHz)	100	110	480	520

16 (±1 MHz)	80	100	390	450
25 (±3 MHz)	80	100	280	320
42 (±3 MHz)	80	100	200	230

(2) 固定業務及び移動業務

1 (1) で示した周波数帯のうち 9 305-9 355kHz 及び 16 100-16 200kHz は、一次業務として固定業務に、それ以外の周波数帯は、一次業務として固定業務及び移動業務に分配されている。決議 612 において、海洋レーダーは「固定業務又は移動業務で運用する局に対し有害な混信を生じさせてはならない」とされた。そのため、同一周波数帯を使用する固定業務又移動業務に対し有害な混信を与えないよう、必要な措置を講ずるものとする。

(3) 他の海洋レーダー

近距離にある同一周波数帯を使用する海洋レーダーの共用を促進するため、無線局の指定事項、設置場所等を他の海洋レーダーの申請者等に公表するものとする。

海洋レーダーを開設しようとする者は、2 (1) の到達距離を参考に、近距離にある既設の海洋レーダーの免許人等と運用時間、出力、掃引タイミング（周波数掃引速度）等の調整により混信を事前に回避するための協議を行うものとする。

既設の海洋レーダーの免許人等は、新たに海洋レーダーを開設しようとする者から共用に関する協議の要請があった場合には、電波法に則り、無線局の指定事項、工事設計、運用時間、掃引タイミング等の調整に必要な情報の提供を行うとともに協議に応じるものとする。

(4) その他

他の無線局との混信を避けるために、運用スケジュール、空中線電力、掃引タイミング（周波数掃引速度、掃引開始時刻）を容易に変更できる機能をできる限り有すること。

情報通信技術分科会

航空・海上無線通信委員会 構成員一覧

(平成 24 年 11 月 2 日現在 敬称略・五十音順)

氏名	主要現職
主査 専門委員 三木 哲也	電気通信大学 企画調査室 特任教授
主査代理 専門委員 森川 博之	東京大学 先端科学技術研究センター 教授
専門委員 井手麻奈美	(株)エム・オー・エル・マリンコンサルティング 海洋技術部 研究員
〃 伊藤 功	(一社)日本船主協会 通信問題サブワーキンググループ 座長
〃 今宮 清美	(株)東芝 社会システム社 小向工場 電波通信技術部 技術第二担当 主務
〃 大木 一夫	(一社)情報通信ネットワーク産業協会 専務理事
〃 小瀬木 滋	(独)電子航法研究所 監視通信領域 副領域長
〃 鏡 弘義	国土交通省 航空局 交通管制部 管制技術課長
〃 門脇 直人	(独)情報通信研究機構 ワイヤレスネットワーク研究所 研究所長
〃 佐々木 伸	(社)全国漁業無線協会 業務部長
〃 庄司 るり	東京海洋大学大学院 海洋工学系 教授
〃 坪上 浩治	海上保安庁 総務部 情報通信課長
〃 中村 勝英	水洋会 事務局長
〃 林 尚吾	東京海洋大学 海洋工学部 教授
〃 原 尚子	全日本空輸(株) 業務プロセス改革室 イノベーション推進部 主席部員
〃 本多 美雄	欧州ビジネス協会 電気通信機器委員会 委員長
〃 山梨 雅彦	日本航空(株) IT企画本部 IT企画部 技術基盤グループマネジャー
〃 若尾 正義	元 (一社)電波産業会 専務理事

情報通信技術分科会 航空・海上無線通信委員会

海洋レーダー作業班 構成員一覧

(平成24年11月2日現在 敬称略・五十音順)

氏名	主要現職
主任 専門委員 林 尚吾	東京海洋大学 海洋工学部 教授
専門委員 中村 勝英	水洋会 事務局長
構成員 伊藤 浩之	長野日本無線(株) 特機技術部 参事
〃 川相 隆	三菱電機(株) 通信機製作所 電波情報システム部 主管技師長
〃 桑田 浩二	朝日航洋(株) 空間事業本部 第一営業部 公共グループ プロジェクトマネージャー
〃 佐々木 伸	(社)全国漁業無線協会 業務部長
〃 永松 宏	国際航業(株) 東日本事業本部 第一技術部 地球温暖化対策グループ 海洋担当
〃 並木 義則	スリーエス・オーシャンネットワーク(有) 技師
〃 西村 一星	海上保安庁 海洋情報部 環境調査課 環境調査官付
〃 花土 弘	(独)情報通信研究機構 電磁波計測研究所 センシングシステム研究室 研究マネージャー
〃 藤井 智史	琉球大学 工学部 電気電子工学科 教授
〃 古川 恵太	国土交通省 国土技術政策総合研究所 沿岸海洋・防災研究部 沿岸海洋新技術研究官
〃 吉川 裕	九州大学 応用力学研究所 准教授

別添

電気通信技術審議会諮問第 50 号

「海上無線通信設備の技術的条件」のうち「3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件」に対する一部答申（案）

諮問第 50 号「海上無線通信設備の技術的条件」のうち「3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件」に対する一部答申（案）

3-50MHz 帯を使用する海洋レーダーの技術的条件について審議した結果、以下のとおりとすることが適当である。

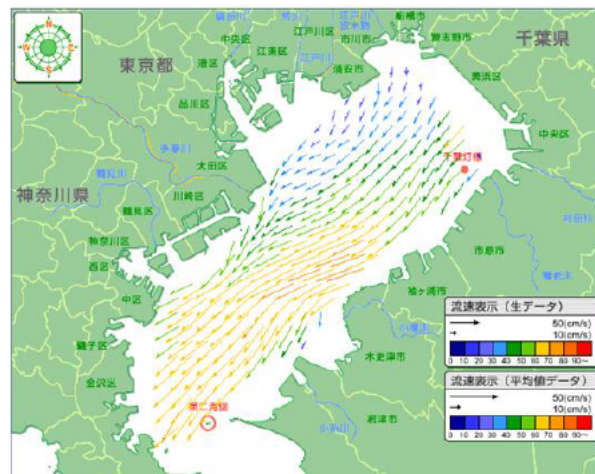
2.1 から 2.6 までを記載

参 考 資 料

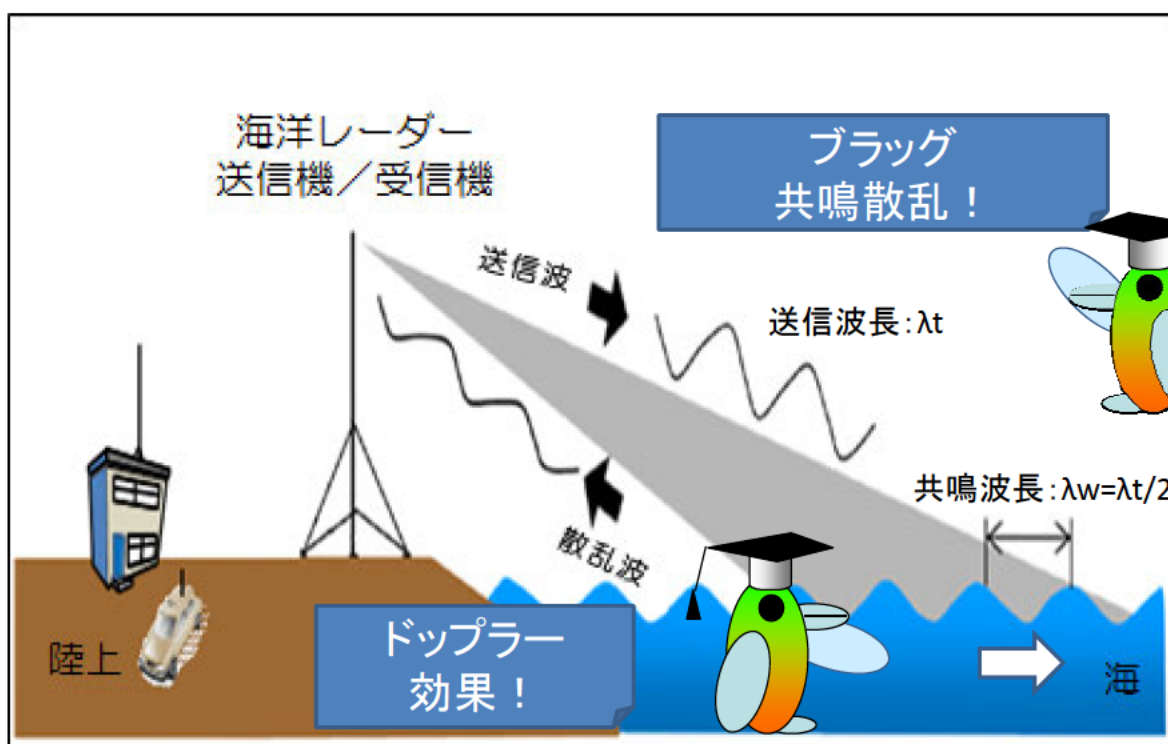
参考資料 1 海洋レーダーの原理

参考資料 2 RESOLUTION 612 (REV. WRC-12)

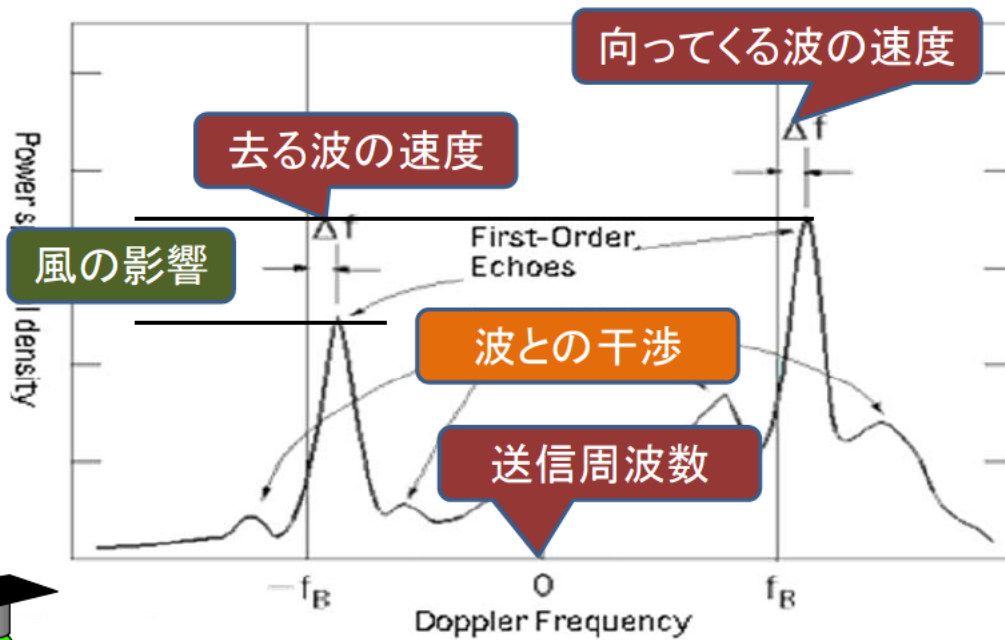
海洋レーダーの原理について



5分でわかる海洋レーダ



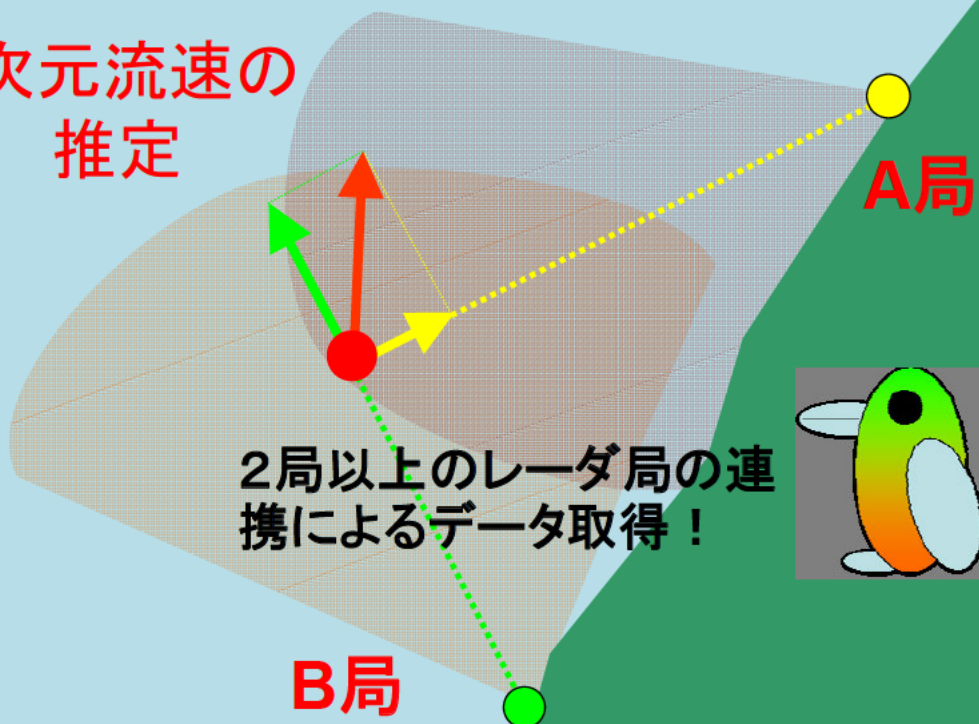
5分でわかる海洋レーダ



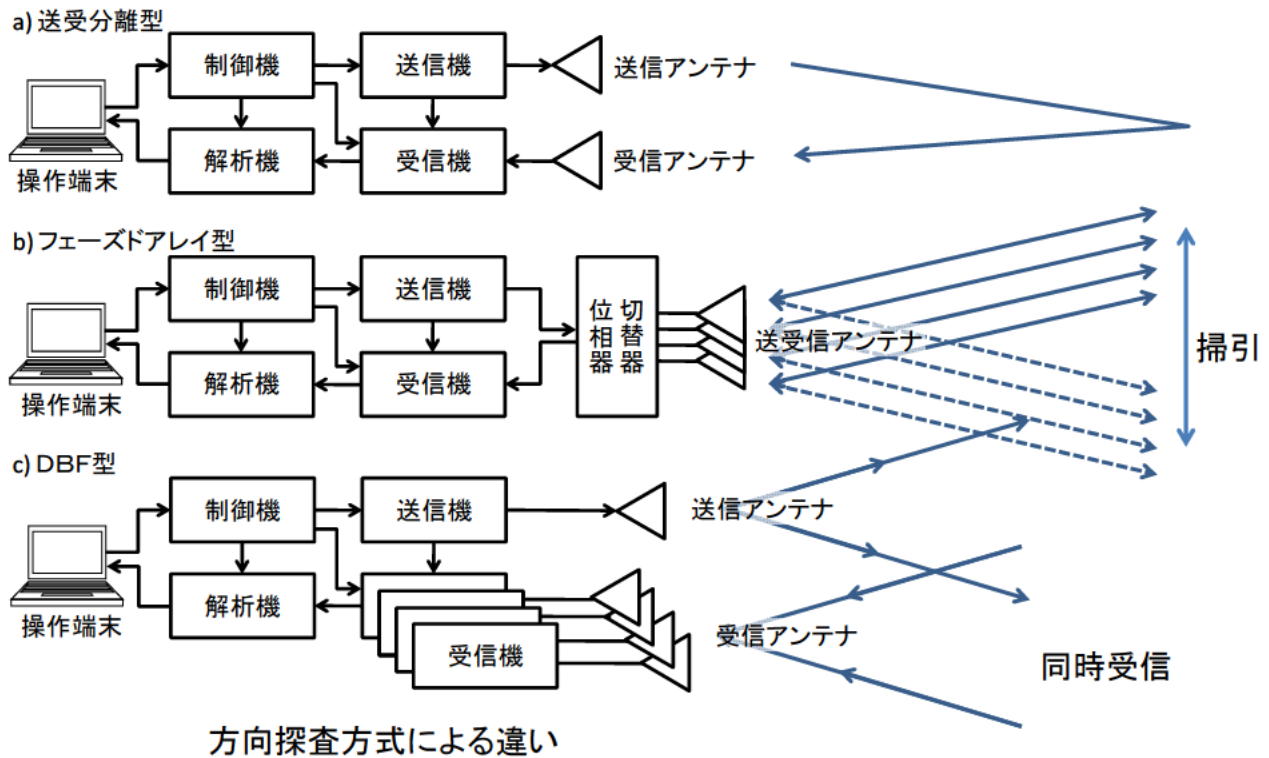
多くの情報が埋め込まれた散乱波

5分でわかる海洋レーダ

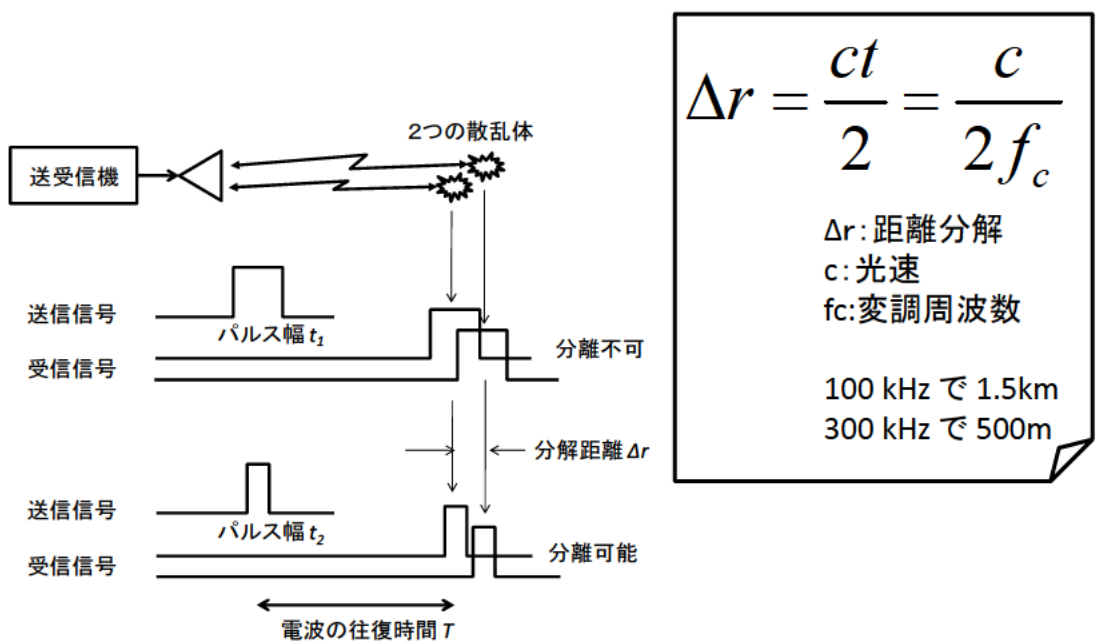
2次元流速の
推定



5分でわかる海洋レーダ



5分でわかる海洋レーダ

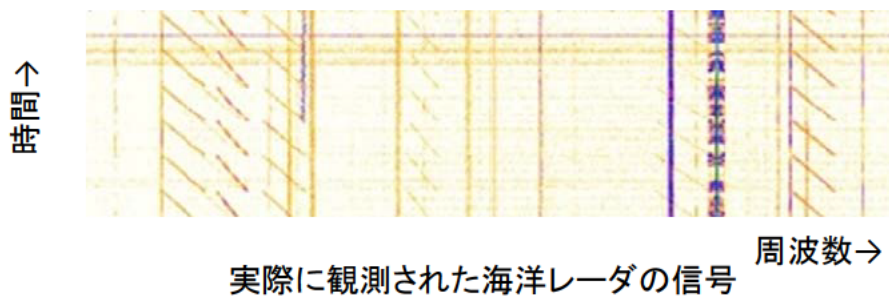
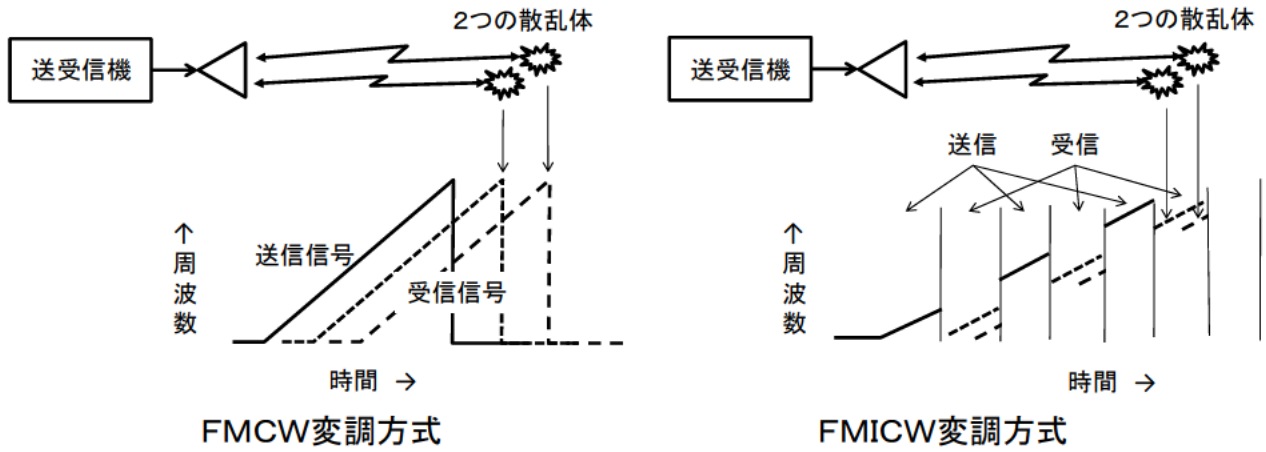


$$\Delta r = \frac{ct}{2} = \frac{c}{2f_c}$$

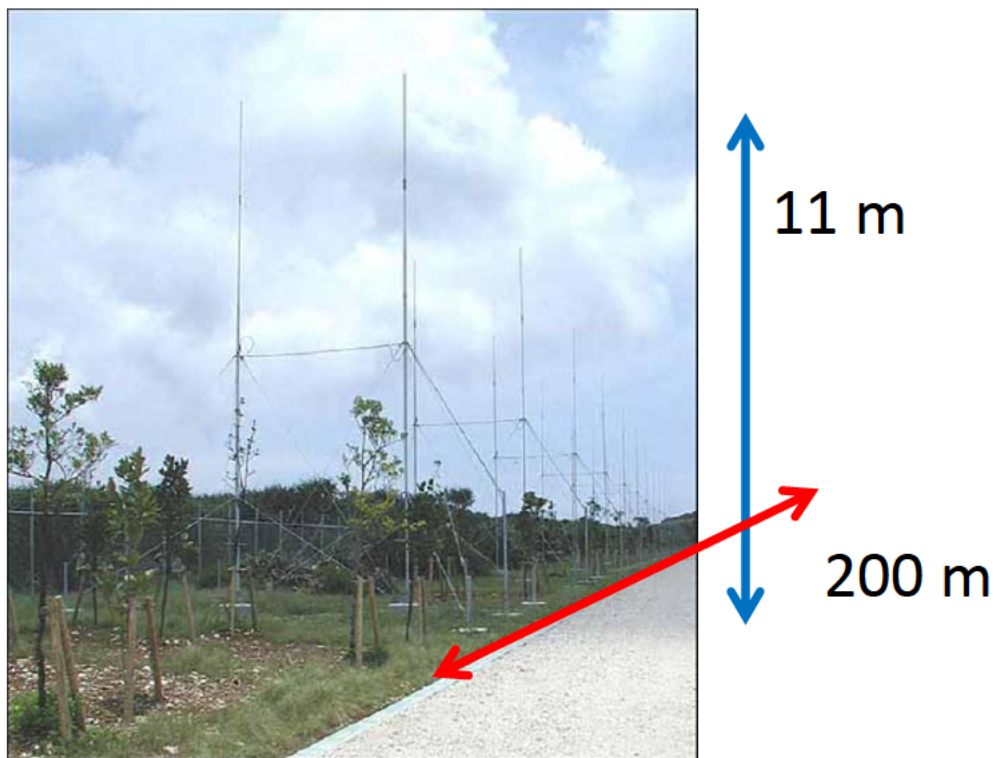
Δr : 距離分解
 c : 光速
 f_c : 変調周波数
 100 kHz で 1.5km
 300 kHz で 500m

距離分解とパルス幅(変調周波数)

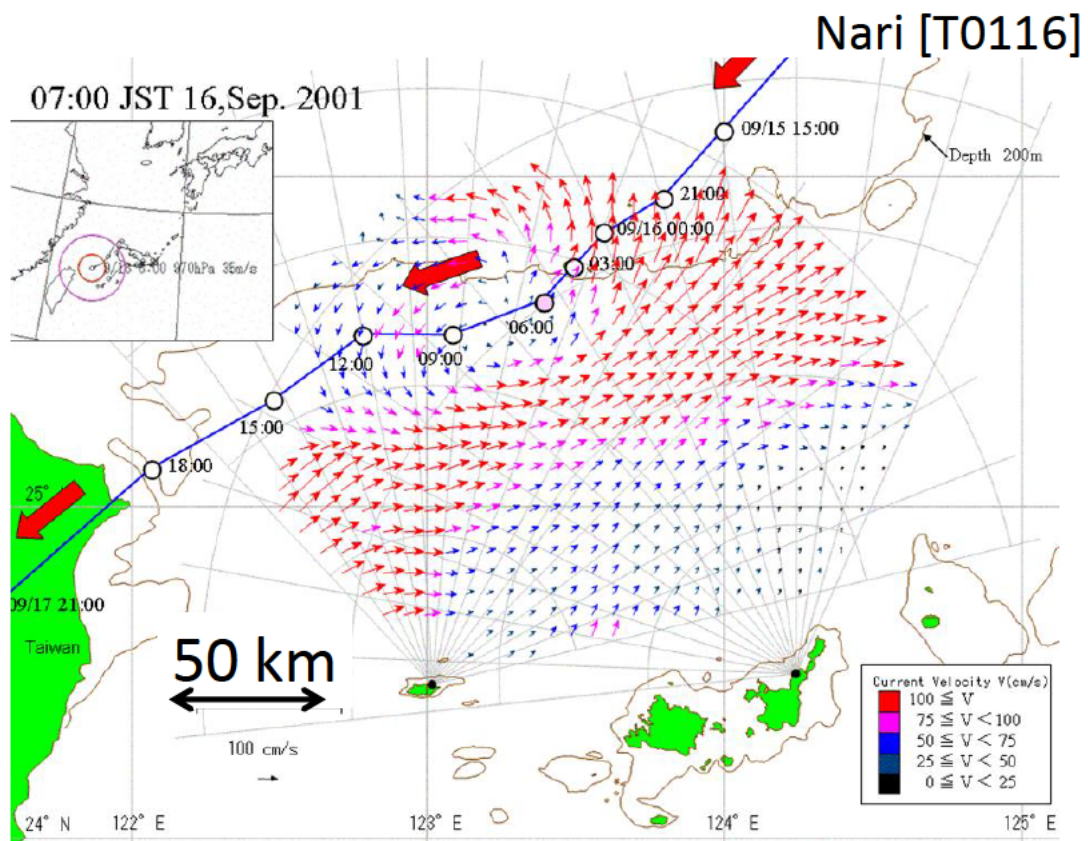
5分でわかる海洋レーダ



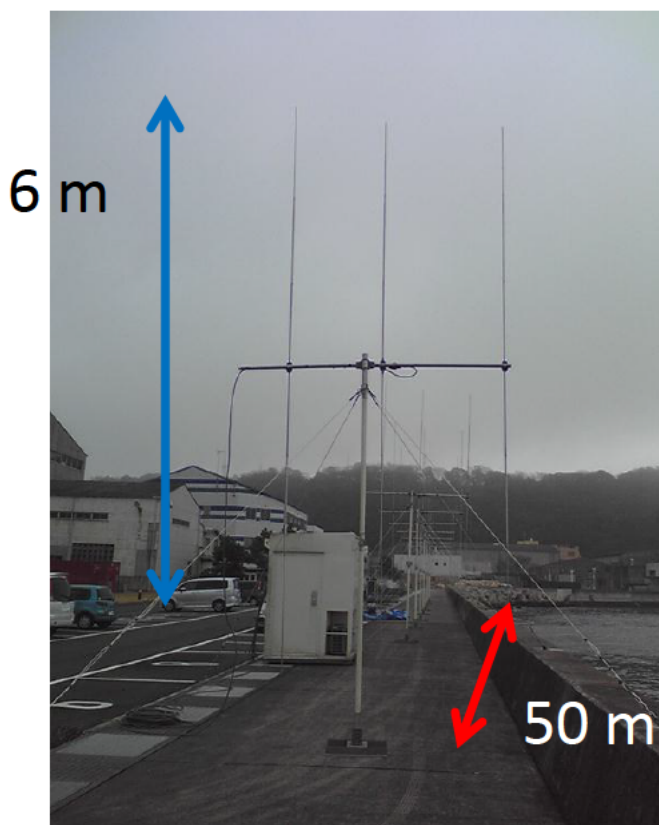
9.2 MHz 帯 (長距離レーダ)



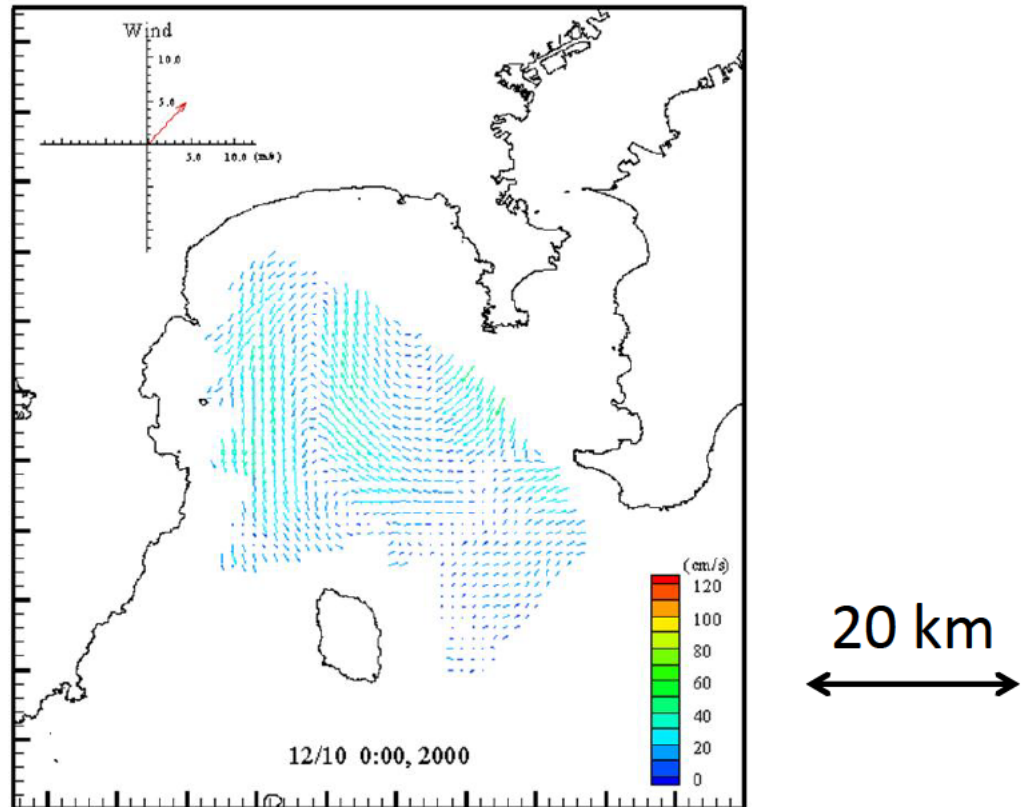
台風時の流れの観測例



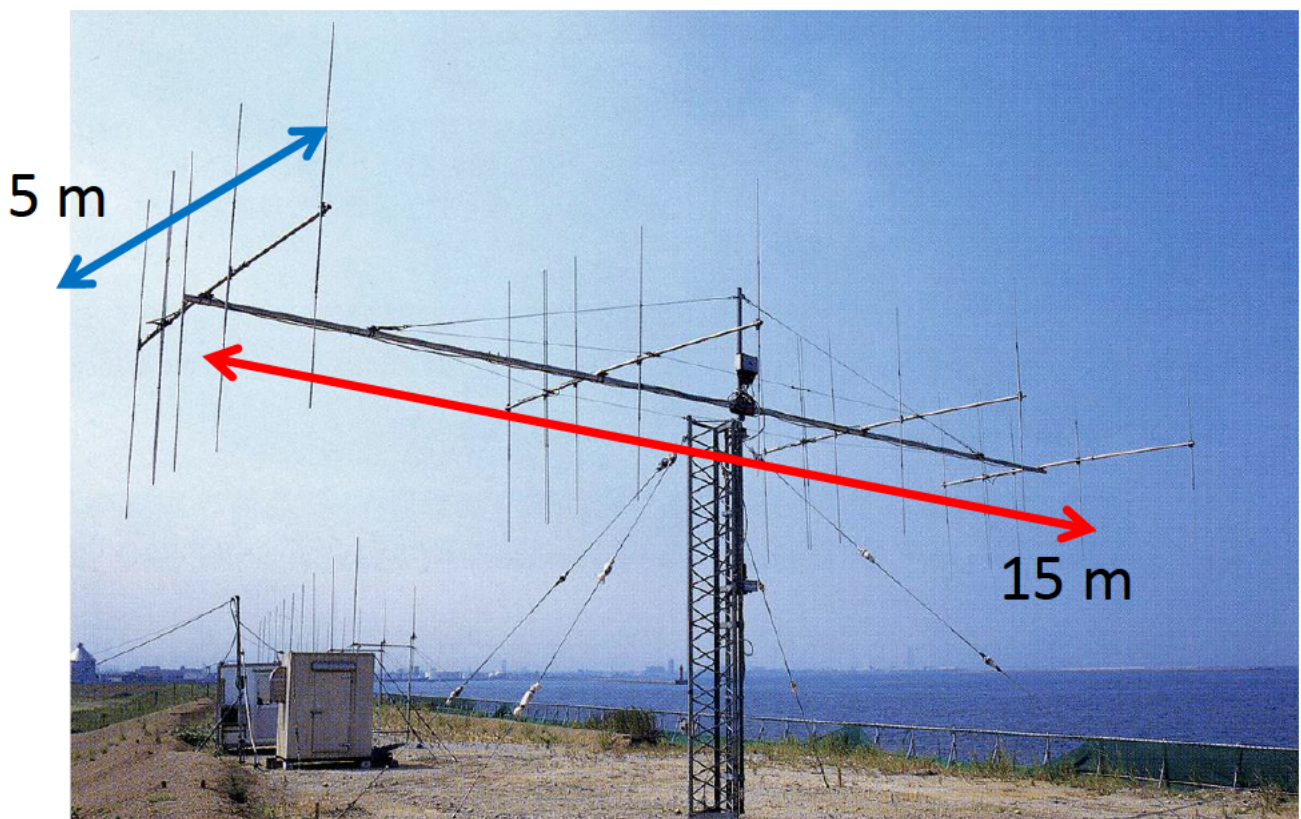
24 MHz 帯 (中距離・汎用レーダ)



黒潮の接岸の観測



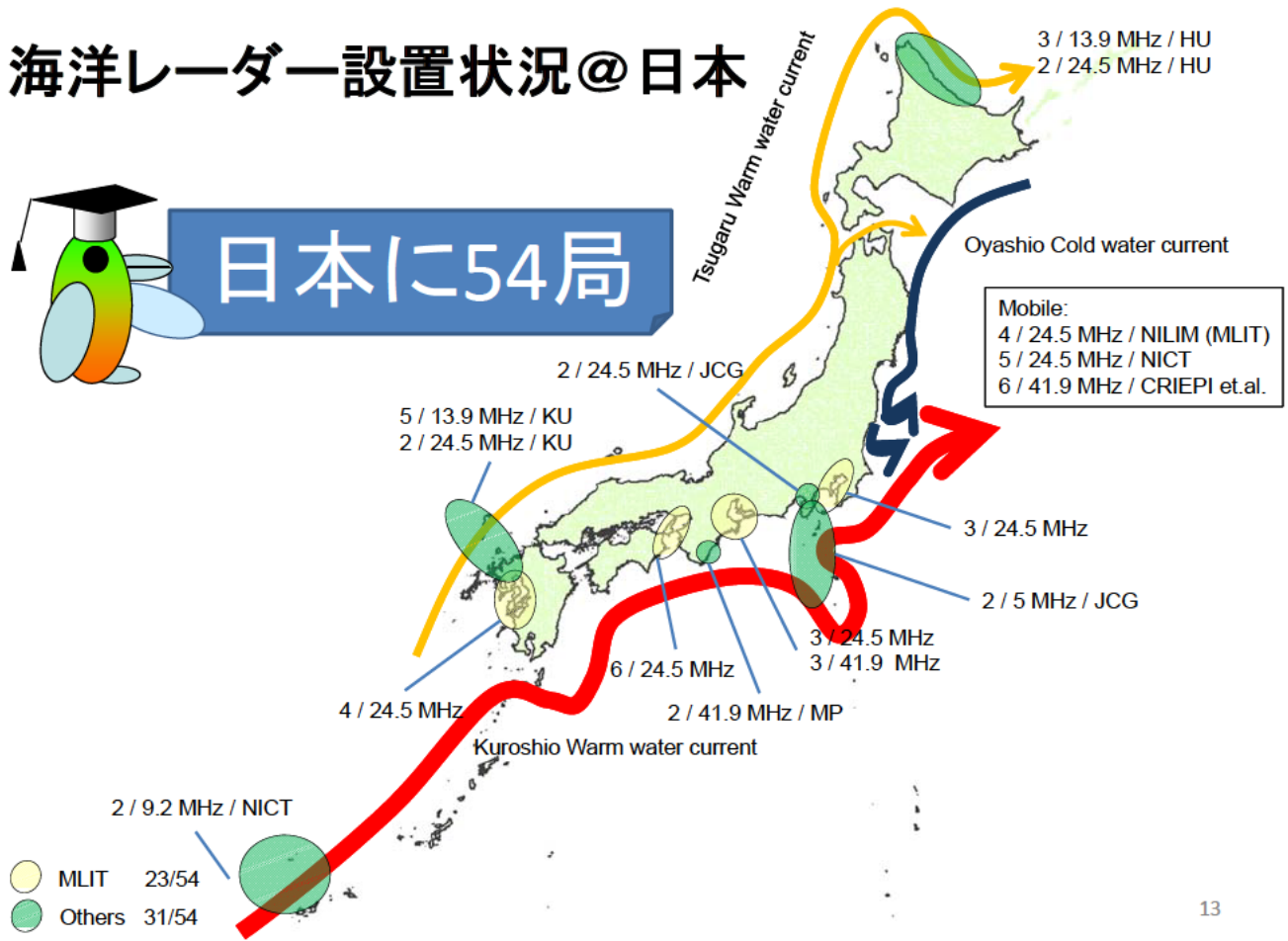
43 MHz 帯 (短距離・高分解能レーダ)



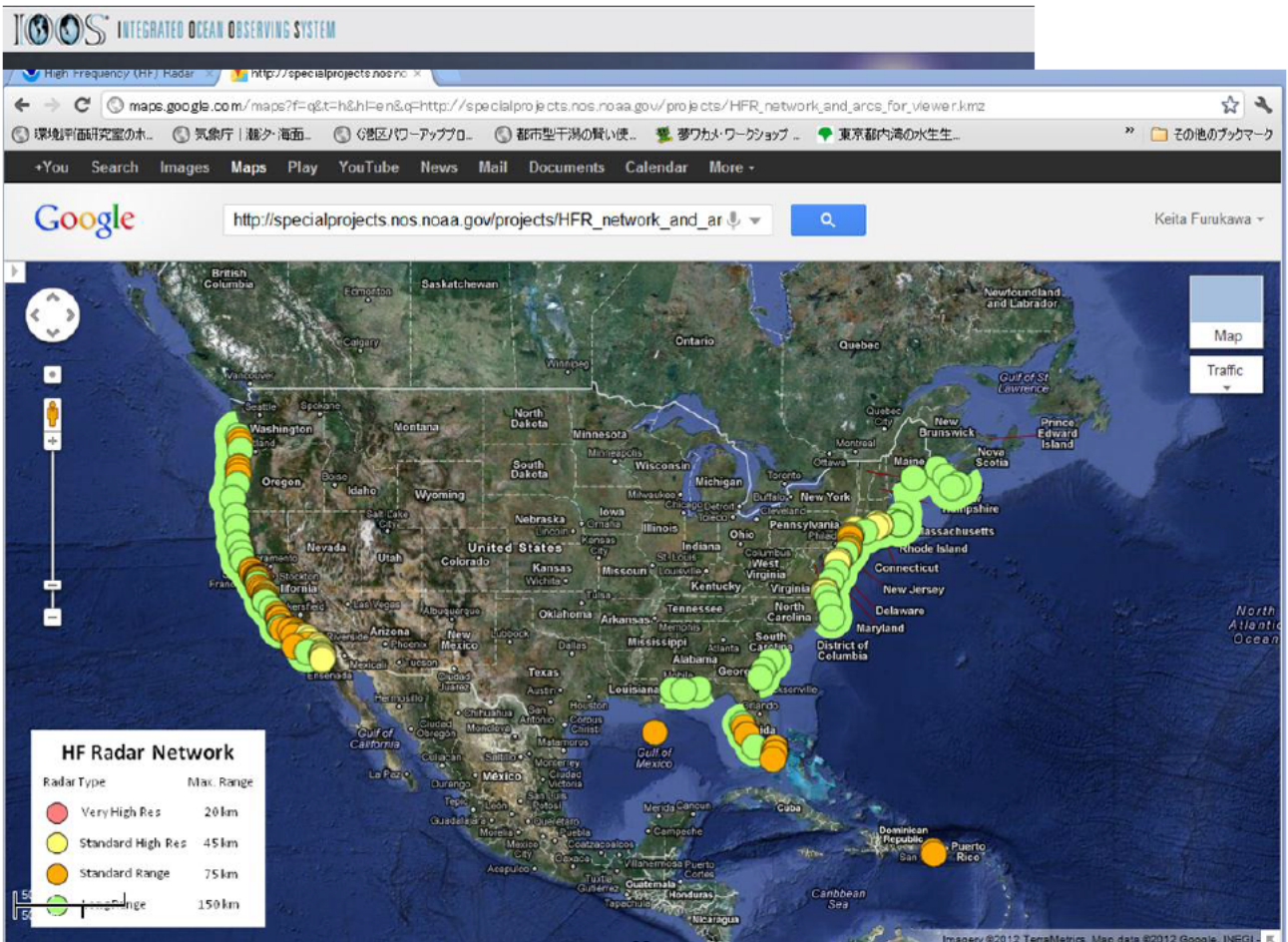
海洋レーダー設置状況@日本



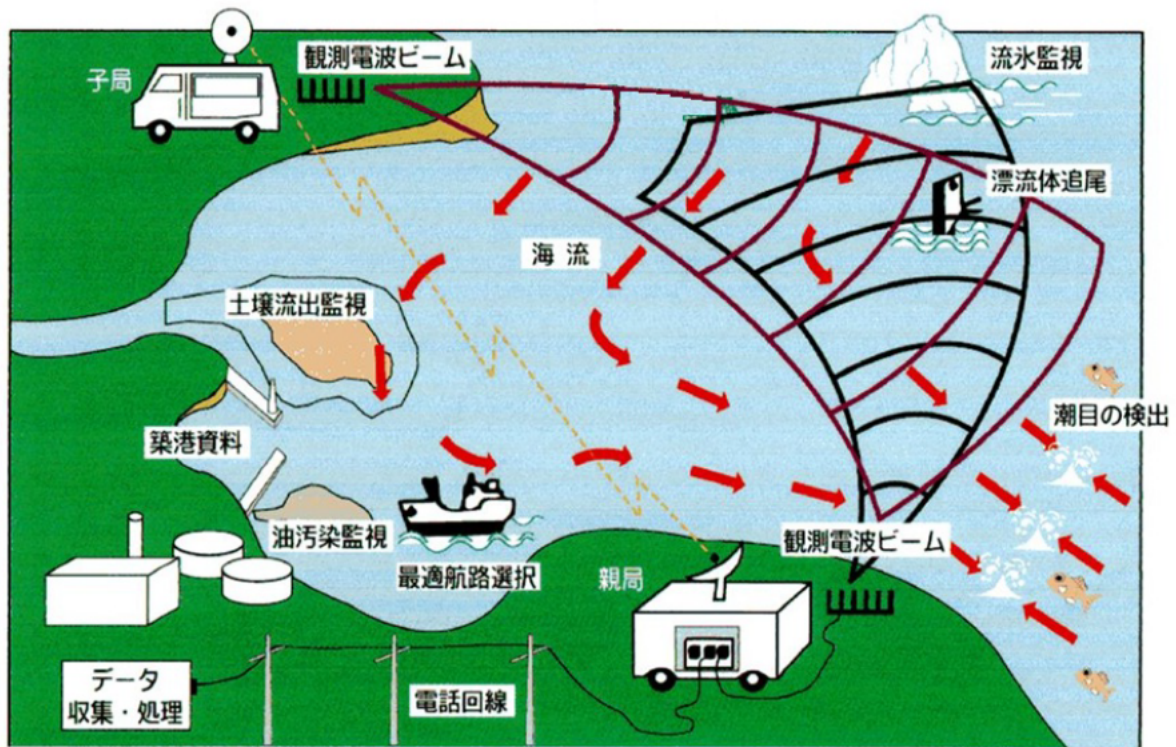
日本に54局



13

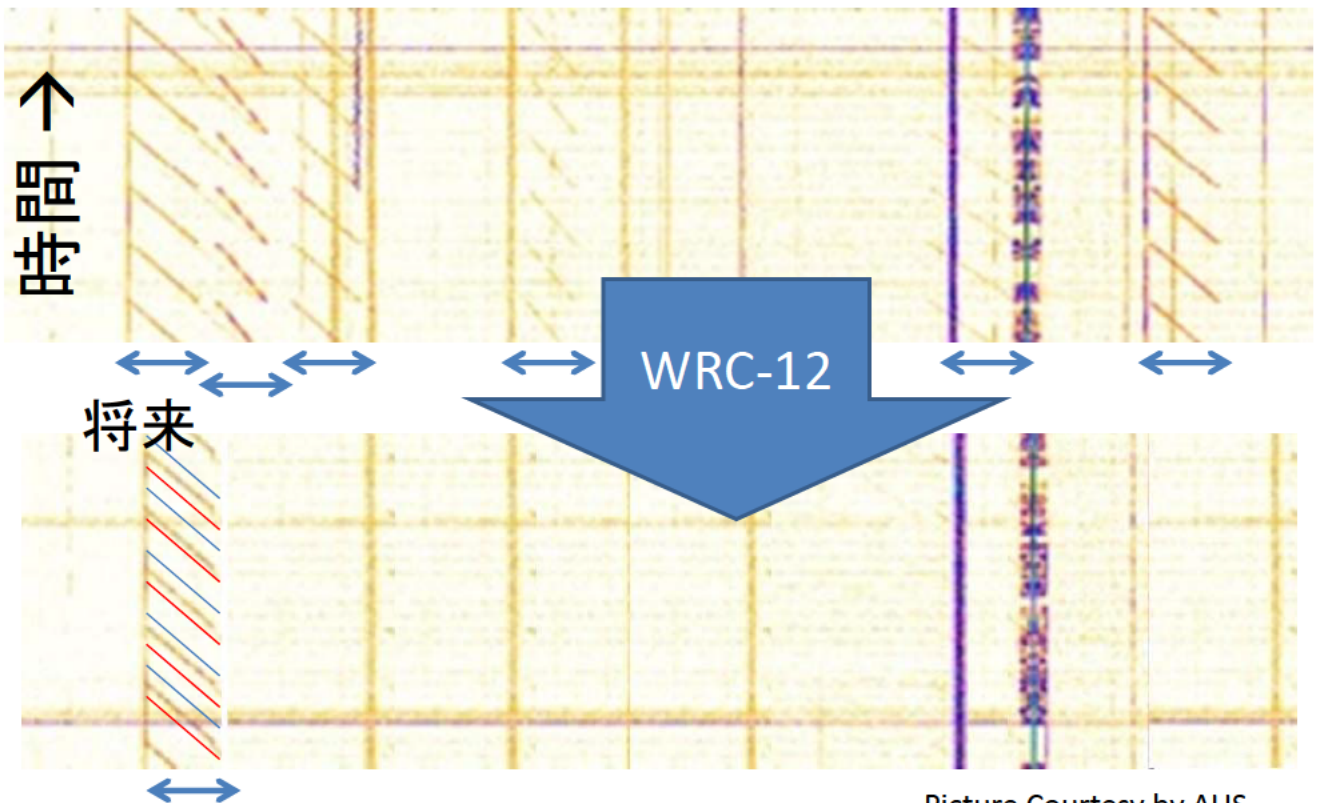


海洋レーダーの利用例 (研究中を含む)



15

現状 分配を確保することで...



RESOLUTION 612 (REV.WRC-12)

Use of the radiolocation service between 3 and 50 MHz to support oceanographic radar operations

The World Radiocommunication Conference (Geneva, 2012),

considering

- a)* that there is increasing interest, on a global basis, in the operation of oceanographic radars for measurement of coastal sea surface conditions to support environmental, oceanographic, meteorological, climatological, maritime and disaster mitigation operations;
- b)* that oceanographic radars are also known in parts of the world as HF ocean radars, HF wave height sensing radars or HF surface wave radars;
- c)* that oceanographic radars operate through the use of ground-waves intended to propagate over the sea;
- d)* that oceanographic radar technology has applications in global maritime domain awareness by allowing the long-range sensing of surface vessels, which provides a benefit to the global safety and security of shipping and ports;
- e)* that operation of oceanographic radars provides benefits to society through environmental protection, disaster preparedness, public health protection, improved meteorological operations, increased coastal and maritime safety and enhancement of national economies;
- f)* that oceanographic radars have been operated on an experimental basis around the world, providing an understanding of spectrum needs and spectrum sharing considerations, as well as an understanding of the benefits these systems provide;
- g)* that performance and data requirements dictate the regions of spectrum that can be used by oceanographic radar systems for ocean observations;
- h)* that below approximately 30 MHz, unintended skywave propagation from oceanographic radar may occur when appropriate propagation conditions exist,

recognizing

- a)* that oceanographic radars have been operated under provision No. 4.4 since the 1970s by several administrations;
- b)* that developers of the systems in *recognizing a)* have implemented techniques to make the most efficient use of the spectrum and mitigate interference to other radio services;

c) that protection of stations of existing services from interference caused by oceanographic radars could be ensured if the interfering signal at the receiving antenna location, assuming rural and quiet rural man-made and natural noise characteristics as defined in Recommendation ITU-R P.372-10, does not result in an I/N ratio of more than -6 dB, and if this value was used to calculate the minimum separation distances for coordination between an oceanographic radar and a potentially affected country;

d) that for the purpose of protecting existing services from harmful interference, the impact of oceanographic radars via ground-wave propagation can be checked by Report ITU-R M.2234, based on Recommendation ITU-R P.368-9,

resolves

1 that, when oceanographic radars are brought into use after 17 February 2012 and notified to the Bureau, the notification shall be in accordance with No. **11.2** of the Radio Regulations and shall contain the station identification (call sign);

2 that the peak e.i.r.p. of an oceanographic radar shall not exceed 25 dBW;

3 that each oceanographic radar station shall transmit a station identification (call sign) on the assigned frequency, in international Morse code at manual speed, at the end of each data acquisition cycle, but at an interval of no more than 20 minutes;

4 that oceanographic radars should, where applicable, use techniques that allow multiples of such radars to operate on the same frequency, reducing to a minimum the spectral occupancy of a regional or global deployment of radars;

5 that oceanographic radars should use directional antennas, where applicable and as required, to facilitate sharing, thereby reducing the e.i.r.p. in the direction of the transmit antenna backlobe;

6 that the separation distances between an oceanographic radar and the border of other countries shall be greater than the distances specified in the following table, unless prior explicit agreements from affected administrations are obtained:

Frequency (MHz)	Land path (km)		Sea or mixed path (km)	
	Rural	Quiet rural	Rural	Quiet rural
5 (± 1 MHz)	120	170	790	920
9 (± 1 MHz)	100	130	590	670
13 (± 1 MHz)	100	110	480	520
16 (± 1 MHz)	80	100	390	450
25 (± 3 MHz)	80	100	280	320
42 (± 3 MHz)	80	100	200	230